



Evaluation of Earthquake Resilience Scenarios in Iranian Metropolises Using Futurology Approach (Case study: Tabriz Metropolis)

Shifteh Badrazar¹, Ali Azar^{2✉}, Karim Hosseinzadeh Dalir³

1. PhD student in geography and urban planning, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran. E-mail: shifteh.badrarazar@gmail.com
2. Corresponding author, Assistant Professor, Department of Architecture and Urban Planning. Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran. E-mail: azar167@yahoo.com
3. Professor of Urban Planning Department, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran. E-mail: phd.dalir1399@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 8 July 2022

Revised: 21 August 2022

Accepted: 29 August 2022

Published: 19 April 2024

Keywords:

Resilience,
Earthquake,
Environmental Disasters,
Tabriz, Futurology.

ABSTRACT

One of the problems that has always threatened the societies for many centuries is the occurrence of disasters that, in case of ignorance and lack of preparation, they would cause irreparable damage to the residential, social, environmental and psychological areas of human life. Among these, earthquake is one of the most important natural disasters. Earthquakes are basically considered as uncontrollable phenomena. On average, 27 devastating earthquakes annually occur in the world during which 19000 people die and 36,000 are left homeless. Meanwhile, Iran is one of the accident-prone areas due to its geographical area where many natural disasters including earthquakes, floods, hurricanes, droughts, volcanic activities and desertification are examples of its imminent disaster history. Every year, the occurrence of these disasters causes a lot of human and financial losses. Meanwhile, Tabriz is one of the largest and most important cities in Iran, which is located in a very high-risk area. In other words, Tabriz is one of the largest and most important cities in Iran, which is in a very high-risk area. Being adjacent to Tabriz fault and having a population of 1,558,693 people, and enjoying human, cultural and historical capital, Tabriz city is considered as the most dangerous city in terms of seismic risk. That is, Tabriz fault is the most dangerous fault in the country. It predicts the occurrence of a human catastrophe in Tabriz in the coming years so that Tabriz Earthquake Hazard Zoning Plan, carried out by the Tehran Padir Company, has predicted maximum 426,000 human losses for the Tabriz earthquake. In this regard, the most important aim of this dissertation is to evaluate the resilience scenarios in Tabriz city against the probable earthquakes. The research method is based on common methods and models in futurology. The results of this study show that among the forty selected factors affecting the resilience of Tabriz city against earthquakes, twelve factors, which are fault activity, marginalization, population density, building resistance, damage level, poverty, danger zoning map, income, access to open space, crisis budget, temporary housing and security are among the key and important factors for Tabriz resilience in the earthquakes. Based on these determiners, other scenarios were also coded and finally three scenarios were selected as probable scenarios.

Cite this article: Badrazar, Sh., Azar, A., Dalir, K. (2024). Evaluation of Earthquake Resilience Scenarios in Iranian Metropolises Using Futurology Approach (Case study: Tabriz Metropolis). *Journal of Geography and Planning*, 28 (87), 61-79. <https://doi.org/10.22034/gp.2022.51770.3011>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22034/gp.2022.51770.3011>

Publisher: University of Tabriz.

Introduction

One of the problems that has always threatened the societies for many centuries is the occurrence of disasters that, in case of ignorance and lack of preparation, they would cause irreparable damage to the residential, social, environmental and psychological areas of human life. Among these, earthquake is one of the most important natural disasters. Earthquakes are basically considered as uncontrollable phenomena. On average, 27 devastating earthquakes annually occur in the world during which 19000 people die and 36,000 are left homeless .

Data and Method

Meanwhile, Iran is one of the accident-prone areas due to its geographical area where many natural disasters including earthquakes, floods, hurricanes, droughts, volcanic activities and desertification are examples of its imminent disaster history. Every year, the occurrence of these disasters causes a lot of human and financial losses. Meanwhile, Tabriz is one of the largest and most important cities in Iran, which is located in a very high-risk area. In other words, Tabriz is one of the largest and most important cities in Iran, which is in a very high-risk area. Being adjacent to Tabriz fault and having a population of 1,558,693 people, and enjoying human, cultural and historical capital, Tabriz city is considered as the most dangerous city in terms of seismic risk. That is, Tabriz fault is the most dangerous fault in the country.

Results and Discussion

It predicts the occurrence of a human catastrophe in Tabriz in the coming years so that Tabriz Earthquake Hazard Zoning Plan, carried out by the Tehran Padir Company, has predicted maximum 426,000 human losses for the Tabriz earthquake. In this regard, the most important aim of this dissertation is to evaluate the resilience scenarios in Tabriz city against the probable earthquakes .

Conclusion

The research method is based on common methods and models in futurology. The results of this study show that among the forty selected factors affecting the resilience of Tabriz city against earthquakes, twelve factors, which are fault activity, marginalization, population density, building resistance, damage level, poverty, danger zoning map, income, access to open space, crisis budget, temporary housing and security are among the key and important factors for Tabriz resilience in the earthquakes. Based on these determiners, other scenarios were also coded and finally three scenarios were selected as probable scenarios.



تحلیلی بر سناریوهای تاب آوری در برابر زمین لرزه در کلانشهرهای ایران با رویکرد آینده پژوهی (نمونه موردی: کلانشهر تبریز)

شیفته بدرآذر^۱، علی آذر^۲، کریم حسین زاده دلیر^۳

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران. رایانامه: shifteh.badrazarazar@gmail.com

۲. عضو هیئت علمی گروه شهرسازی و معماری، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران.

رایانامه: azar167@yahoo.com

۳. استاد گروه شهرسازی، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران. رایانامه: phd.dalir1399@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

با توجه به حجم وسیع تخریبی که بوسیله زلزله بوجود می آید همواره مقابله با خطرات ناشی از آن و یا حداقل کاهش اثرات مخرب آن یکی از مهمترین دغدغه های متولیان مدیریت شهری بوده است و لذا برنامه ریزی و تصمیم گیری در این خصوص برای توسعه ایمن شهر حیاتی است. یکی از مهمترین راهبردها در این زمینه برنامه ریزی در جهت افزایش تاب آوری شهرها و شهروندان در مقابل آسیب های وارده از زلزله است. شناسایی عوامل موثر بر تاب آوری شهر در مقابل زلزله یکی از مهمترین و ضروری ترین اقدامات اولیه در خصوص افزایش تاب آوری است ولی آنچه بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد پیچیدگی سیستم های شهری و عدم قطعیت های موجود در روابط این سیستم پیچیده است. برای مقابله با این عدم قطعیت ها باید از هرگونه برنامه ریزی با نگاه به گذشته پرهیز کرد و از رویکردهایی مبتنی بر نگاه به آینده (آینده پژوهی) جهت شناسایی روابط و شاخص های احتمالی استفاده کرد. در این میان شهر تبریز یکی از شهرهای بزرگ و مهم ایران است که در جایگاه پهنه با خطر بسیار بالا قرار دارد مجاورت با گسل های فعال شمالی تبریز از یک سو و گسترش بر روی کانون های قبلی زلزله در بخش های شمال شرقی (منطقه باغمیشه) همراه با استقرار بخش اعظم جمعیتی شهر در این مناطق این شهر ها به یکی از آسیب پذیرترین شهرهای ایران تبدیل کرده است. در این راستا مهمترین هدف این مقاله ارزیابی سناریوهای محتمل تاب آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه احتمالی است، روش تحقیق بر مبنای روش ها و مدل های رایج در آینده پژوهی است. نتایج این تحقیق نشان می دهد از بین ۲۸۶۳ سناریو کشف شده ۵ سناریو به عنوان سناریو با احتمال قوی انتخاب شد. در بین سناریوهای قوی نیز سناریوهای دوم و پنجم به دلیل بالا بودن درجه مطلوبیت جزء برترین سناریوها مشخص گردید. و نیز در بین عوامل پیشران و کلیدی استخراج شده، میزان خسارت و درآمد دارای بحرانی ترین وضعیت را جهت توسعه آینده تاب آوری تبریز دارا می باشد. و حاشیه نشینی و نقشه پهنه بندی خطر، دارای شرایط بهینه در رابطه با وضعیت های محتمل می باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱/۳۱

کلیدواژه ها:

تاب آوری،

زلزله،

شهر تبریز،

سناریو.

استناد: بدرآذر، شیفته؛ حسین زاده دلیر، کریم؛ و آذر، علی (۱۴۰۳). تحلیلی بر سناریوهای تاب آوری در برابر زمین لرزه در کلانشهرهای ایران با رویکرد آینده

پژوهی (نمونه موردی: کلانشهر تبریز). *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۸ (۸۷)، ۶۱-۷۹.

<https://doi.org/10.22034/gp.2022.51770.3011>



مقدمه

توسعه شهرها و به تبع آن رشد شهرنشینی منجر به گسترش شهرها در عرصه‌های طبیعی شده است. هر چقدر این رشد شهری شتابان و سریع اتفاق می‌افتد ملاحظات و رعایت مقررات و حرایم طبیعی کمتر می‌شود. در چنین توسعه‌هایی عرصه شهر همواره با مخاطرات طبیعی تهدید می‌شود که در این میان مخاطرات طبیعی مانند زلزله تهدیدی مستمر برای شهرهای سراسر جهان هستند (گولدچاک^۱، ۲۰۰۳: ۱۳۶) با توجه به حجم وسیع تخریب ایجاد شده توسط زلزله همواره مقابله با خطرات ناشی از آن و یا حداقل کاهش اثرات مخرب آن یکی از مهمترین دغدغه‌های متولیان مدیریت شهری بوده است و لذا برنامه ریزی و تصمیم‌گیری شهرها برای توسعه ایمن شهر حیاتی است (گروینگ^۲، ۲۰۰۶: ۱۰۹) یکی از مهمترین راهبردها در این زمینه برنامه ریزی در جهت افزایش تاب‌آوری شهرها و شهروندان در مقابل آسیب‌های وارده از زلزله است. تاب‌آوری پتانسیل جوامع برای جذب و سازگاری با خطرات است (بوزا^۳، ۲۰۱۵: ۱۷۲۹) هر چقدر استعداد شهر و شهروندان برای سازگاری با خطر بالا رود در نتیجه میزان آسیب‌پذیری آنان در مقابل خطرات احتمالی کاهش خواهد یافت. بنابر این شناسایی عوامل موثر بر تاب‌آوری شهر در مقابل زلزله یکی از مهمترین و ضروری‌ترین اقدامات اولیه در خصوص افزایش تاب‌آوری است ولی آنچه بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد پیچیدگی سیستم‌های شهری و عدم قطعیت‌های موجود در روابط این سیستم پیچیده است. برای مقابله با این عدم قطعیت‌ها باید از هرگونه برنامه ریزی با نگاه به گذشته پرهیز کرد و از رویکردهایی مبتنی بر نگاه به آینده (آینده پژوهی) جهت شناسایی روابط و شاخص‌های احتمالی استفاده کرد و بدون کشف آینده‌های محتمل برنامه ریزی برای آینده‌ها را با مشکلات جدی و لاینحل مواجه خواهد ساخت.

گستره جغرافیائی کشور ایران از جمله مناطق حادثه‌خیز است که بسیاری از بلایای طبیعی چون زمین‌لرزه، سیل، طوفان، خشکسالی، فعالیت‌های آتش‌فشانی و بیابان‌زایی نمونه‌هایی از تاریخ حادثه‌خیز دور و نزدیک آن می‌باشد که همه ساله وقوع این حوادث موجب خسارت‌های جانی و مالی فراوان می‌شود. ایران به دلیل ویژگیهای اقلیمی، زمین‌شناختی و به ویژه قرارگیری روی کمربند زلزله خیز آلپ-هیمالیا، ازجمله آسیب‌پذیرترین کشورهای دنیا محسوب میشود، به طوریکه شاخص ریسک بحران برنامه‌ریزی توسعه سازمان ملل (۲۰۰۴) نشان میدهد بعد از ارمنستان، ایران بالاترین آسیب‌پذیری زلزله را در بین کشورهای جهان دارد و ۳۱ مورد از ۴۰ نوع بلایای طبیعی در ایران رخ داده است (اعتمادی، ۱۳۹۷: ۱۹) بر اساس پژوهش‌های وزارت مسکن و شهرسازی در طرح کالبد ملی، ۵۰ درصد جمعیت شهرنشین کشور در پهنه‌های زندگی می‌کنند که دارای بیشترین خطر زلزله خیزی است. (فرجی، ۱۳۸۹: ۱۴۳) زلزله‌های اخیر من جمله زلزله منجیل-رودبار، اردبیل، بم، ورزقان، کرمانشاه و... به وضوح گویای این مطلب است که مراکز شهری ما در فواصل بسیار نزدیک با کانون‌های زلزله هستند و در کوچکترین زلزله‌ها نیز مراکز شهری شدیداً آسیب‌پذیر بوده و تاب‌آوری بسیار پایینی دارند. در این میان شهر تبریز یکی از شهرهای بزرگ و مهم ایران است که در جایگاه پهنه با خطر بسیار بالا قرار دارد (محمودزاده، ۱۳۸۵: ۱) مجاورت با گسل‌های فعال شمالی تبریز از یک سو و گسترش بر روی کانون‌های قبلی زلزله در بخش‌های شمال شرقی (منطقه باغمیشه) همراه با استقرار بخش اعظم جمعیتی شهر در این مناطق این شهرها به یکی از آسیب‌پذیرترین شهرهای ایران تبدیل کرده است. وجود چنین شرایطی وقوع یک فاجعه انسانی در تبریز را در سال‌های آتی پیش‌بینی می‌کند چنانچه طرح ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر تبریز که توسط شرکت تهران پادیر انجام شده در شرایط حداکثری ۴۲۶ هزار نفر تلفات انسانی را برای زلزله تبریز پیش‌بینی کرده است. (مهندسین

¹ Godschalk

² Greiving

³ Bozza

مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۹: ۲) چنانچه گفته شد اتخاذ رویکردهای مبتنی بر آینده پژوهی و بررسی و ارزیابی آینده های محتمل می تواند کمک شایانی در خصوص افزایش تاب آوری جوامع در مواقع وقوع زلزله های احتمالی بکند. روش سناریو نویسی یکی از مهمترین روش ها و فنون آینده پژوهی است که در این مقاله سعی شده با استفاده از این رویکرد سناریوهای مدیریت ریسک زلزله تبریز را کشف کرده تا تدابیر و راهبردهای متناسب با آن اتخاذ گردد.

پیشینه پژوهش

تحقیقات متعددی با کلید واژه زمین لرزه و تاب آوری کالبدی در سطوح ملی و بین المللی انجام داده شده است که در زیر به تعدادی از آنان اشاره می شود.

کرمی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله ای با عنوان خطر گسترش شهرها در حریم گسلهای لرزه ای مطالعه موردی: شهرهای پیرامون گسل تبریز به بررسی حریم گسل تبریز و میزان گسترش شهر بر این نواحی پرداخته اند. روش تحقیق میدانی و مهمترین ابزار تحقیق تصاویر ماهواره ای و نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی است. نتایج این پژوهش نشان میدهد که به تبع گسترش شهرها ده درصد نواحی مسکونی مانند شهرک ولیعصر رشیدیه ولی امر و غیره که جدیداً احداث می شوند در حریم گسل استقرار دارند و در حال گسترش هستند.

حسین زاده دلیر (۱۳۹۱) در مقاله خود به بررسی کاربری های تهدیدپذیر کلان شهر تبریز از منظر پدافند غیرعامل پرداخته است. در این مقاله بررسی و تحلیلهای لازم با استفاده از نرم افزار GIS در مورد چگونگی پراکنش و نحوه استقرار کاربریهای استراتژیک در سطح کلانشهر تبریز به عنوان یک شهر تاریخی- فرهنگی و قطب اقتصادی- ارتباطی شمال غرب کشور انجام گرفته است و در نهایت مناطق و محدوده های مرکزی شهر و حواشی جنوب غربی و شمال غربی شهر با توجه به تجمیع کاربریهای خطرزا و تهدیدپذیر نامناسب و بحرانی تشخیص داده شدند.

قائد رحمتی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله ای با عنوان تحلیل میزان ریسک پذیری سکونتگاه های شهری استان لرستان از خطر زلزله به بررسی پراکنش فضایی شهرهای استان لرستان در ارتباط با خطر زلزله پرداخته است. در این مقاله جهت نیل به اهداف تحقیق از روش میدانی و مدل جاذبه استفاده شده است. نتیجه تحقیق نشان می دهد که مراکز شهری مهم استان تقریباً به صورت ارگانیک پراکنده شده اند. از طرفی فراوانی منابع آب در حاشیه گسل ها عامل اصلی مکان گزینی شهرها و روستاها در این استان بوده است. بنابراین بسیاری از مناطق مسکونی در حریم گسل ها استقرار یافته، در معرض خطر و آسیب پذیری بالایی قرار دارند.

حسین زاده دلیر (۱۳۹۳) در مقاله ای با عنوان بررسی میزان کارایی شبکه ارتباطی شهرها در مقابل زلزله به بررسی میزان آسیب پذیری شبکه معابر منطقه ۱ و ۵ تبریز در مقابل خطر زلزله پرداخته است. روش بکار رفته در این مقاله مشتمل بر ۱۲ شاخص و استفاده از GIS است. نتایج این تحقیق نشان می دهد با حرکت از سمت شرق به غرب مناطق یاد شده بر آسیب پذیری مناطق افزوده شده و این آسیب پذیری در مرکز مناطق به اوج خود می رشد.

سلیمی طاری و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله ای با عنوان تعیین مولفه های تاب آوری با تاکید بر تاب آوری زیست محیطی در زلزله احتمالی شهر تهران به بررسی شاخص ها و عوامل موثر در تاب آوری شهر تهران برای مقابله با بحران زلزله احتمالی و تعیین مولفه های تاثیرگذار بر تاب آوری زیست محیطی پرداخته اند. روش تحقیق توصیفی-تحلیل و ابزار کار پرسشنامه است. نتایج تحقیق نشان می دهد، تعداد ۷ مولفه ی اصلی و ۳۹ زیرمولفه، نقش تعیین کننده ای در مدیریت بحران زلزله در شهر تهران دارند. مهم ترین مولفه اصلی، تاب آوری نهادی-مدیریتی با وزن ۷/۰۳ و با بار عاملی ۰/۹۳ تاثیر است و تاب آوری منابع زیست محیطی با بار عاملی ۰/۷ دارای وزن ۶ در مدیریت بحران زلزله دارد.

عبدالله زاده ملکی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان تبیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری تکاملی شهری در برابر زلزله، موردپژوهش: شهر زنجان به بررسی عوامل تأثیرگذار در تاب‌آوری شهر زنجان در مقابل زلزله پرداخته‌اند. روش تحقیق بر مبنای استفاده از پرسشنامه متخصصین است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که شاخص‌های مرتبط با عوامل نهادی و شبکه ارتباطی به‌عنوان شاخص‌های تأثیرگذار و کلیدی در تاب‌آوری شهر زنجان عمل می‌کنند و می‌توان با ارتقای وضعیت این دسته از شاخص‌ها به علت تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها بر سایر شاخص‌ها در شبکه روابط علی- معلولی میزان نهایی تاب‌آوری را بهبود بخشید. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که شاخص‌های مرتبط با عوامل نهادی و شبکه ارتباطی به‌عنوان شاخص‌های تأثیرگذار و کلیدی در تاب‌آوری شهر زنجان عمل می‌کنند و می‌توان با ارتقای وضعیت این دسته از شاخص‌ها به علت تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها بر سایر شاخص‌ها در شبکه روابط علی- معلولی میزان نهایی تاب‌آوری را بهبود بخشید.

سلیمی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان مطالعه تاب‌آوری جامعه روستایی در برابر زلزله (مطالعه موردی: مجتمع روستایی کویک سرپل‌ذهاب) به بررسی تاب‌آوری جامعه روستایی کویک بعد از زلزله کرمانشاه پرداخته‌اند. روش تحقیق کیفی و ابزار تحقیق مصاحبه بوده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد تاب‌آوری ابعاد کالبدی- محیطی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی را شامل می‌شود. تاب‌آوری اجتماعی از سرمایه اجتماعی و سرمایه نمادین افراد تأثیر می‌پذیرد و آن باعث شکل‌گیری شرایط جهت بهبود تاب‌آوری کالبدی و نهادی در مجتمع روستایی زلزله‌زده کویک شده است از این رو تلاش سیاست‌گذارانه برای افزایش سرمایه اجتماعی و نمادین افراد جامعه جهت تاب‌آوری در مقابل بحران‌های محیطی یک امر مهم و استراتژیک تلقی می‌شود که آن می‌تواند در شکل‌دهی و به وجود آوردن شرایط مطلوب آمادگی، پاسخگویی، بازیابی و بازسازی در برابر مصائب جمعی نقش بسزایی داشته باشد.

باقری مراغه و همکاران (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی تاب‌آوری شهر شیروان در مواجهه با زلزله به بررسی تاب‌آوری شهر شیروان در مقابل زمین لرزه پرداخته‌اند. روش کار بر مبنای روش‌های میدانی و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. یافته‌های تحقیق نشان داد که میزان تاب‌آوری شهر شیروان بر اساس تلفیق شاخص‌های مورد سنجش در ۶۵/۴ درصد از شهر پایین و تنها در ۱۹/۲ درصد از شهر میزان تاب‌آوری بالا است. به عبارت دیگر، در ۱۷ محله از ۲۶ محله شهر شیروان میزان تاب‌آوری در مواجهه با خطرات ناشی از زلزله پایین است و تنها در ۵ محله شهر میزان تاب‌آوری بالا است. بنابراین نتایج نهایی تاب‌آوری شهر شیروان در ۱۹/۲ درصد از شهر بالا، در ۱۵/۴ درصد متوسط و در ۶۵/۴ درصد از شهر پایین است. در مجموع نتایج حاکی از آن است که 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.

خطری^۱ (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در برابر زلزله: نمونه موردی قوم تامانگ در روستاهای تیرو و گوجان در کشور نپال به بررسی آسیب‌پذیری این نواحی در برابر زلزله و ارزیابی تاب‌آوری قوم تامانگ پرداخته است. روش تحقیق کیفی و ابزار تحقیق مصاحبه‌های عمیق است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری و تاب‌آوری به زمینه خاصی بستگی دارد که بر اساس زمان، مکان، ماهیت فاجعه، شرایط اقلیمی، روابط قدرت، فرهنگ، سن، جنس، وضعیت اجتماعی و اقتصادی افراد تعیین می‌شود. این مطالعه همچنین استنباط می‌کند که مدل کلی طرح‌های اسکان مجدد اتخاذ شده توسط دولت برای رسیدگی به مشکلات بافت‌های خاص زلزله‌زدگان ناکارآمد و ناکافی بوده است.

کداگ^۲ و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان تاب‌آوری زلزله و سیل از طریق برنامه‌ریزی فضایی در سیستم پیچیده شهری به بررسی تاب‌آوری زلزله و سیل در شهر پونا کشور هندوستان پرداخته‌اند. روش تحقیق توصیفی و بر مبنای پرسشنامه گروه‌های کانونی است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد برنامه‌ریزی فضایی به میزان بیشتری در تعیین تاب‌آوری جامعه کمک می‌کند. برنامه‌ریزی فضایی منجر به تاب‌آوری متفاوت در بین جوامع می‌شود. در منطقه مورد مطالعه، خانوارهای ضعیف‌تر از

¹ Khattri

² Kodag

لحاظ اقتصادی به دلیل موقعیت مکانی و دسترسی محدود به اشتراک منابع، در برابر خطر بلایای طبیعی آسیب پذیرتر هستند که این عوامل منجر به کاهش تاب آوری در شهر می شود.

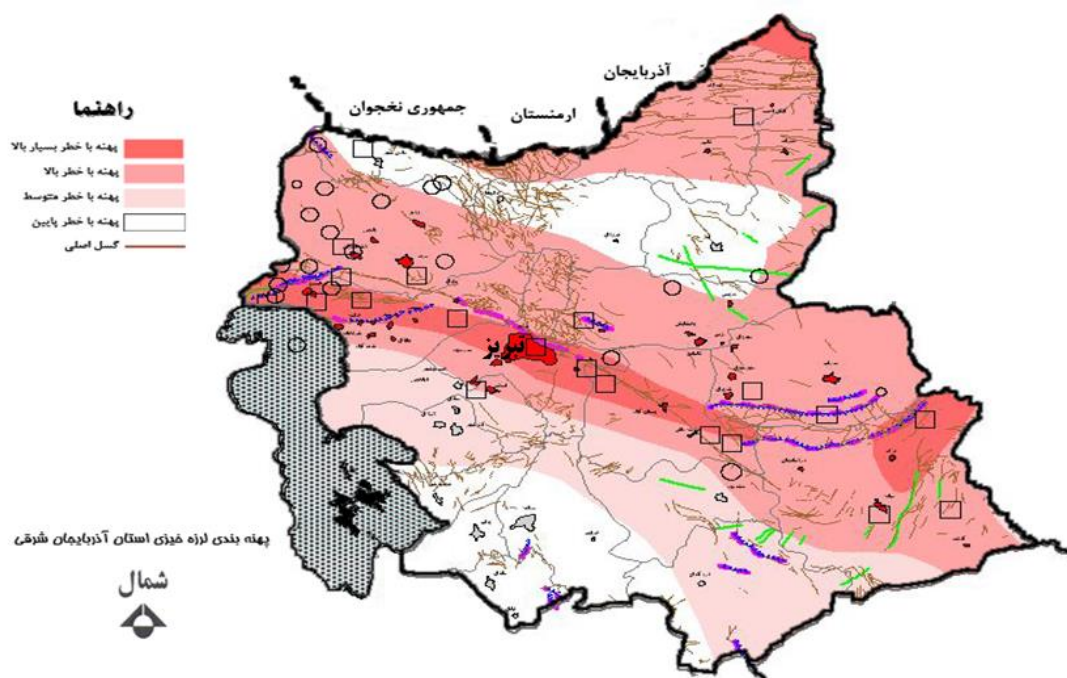
تحقیقات فوق در حوزه روش های کمی و استفاده از توابع عددی و رایانه ای و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است در حالی که در این مقاله رویکرد اصلی استفاده از روش های مختلف کمی و کیفی آینده پژوهی جهت ارزیابی سناریو های احتمالی در خصوص مدیریت بحران خطر زلزله برای کلانشهر تبریز است بنابراین وجه تمایز این تحقیق با تحقیقات فوق در استفاده از دیدگاه و رویکرد آینده پژوهی و استفاده از ابزار های آماری و نرم افزار های آینده پژوهی من جمله نرم افزار میک مک و سناریو ویزارد است.

روش پژوهش

با توجه به اینکه نتایج این مقاله را می توان به صورت کاربردی در سیستم های مدیریت شهری و مدیریت بحران به کار برد این تحقیق را می توان جز تحقیقات کاربردی دسته بندی کرد. از بعد روش شناسی نیز با توجه به استفاده از رویکرد های آینده پژوهی می تواند جز تحقیقات اکتشافی به شمار آورد. مهمترین ابزارهای این تحقیق در بعد میدانی و فضایی نقشه های شهری و ناحیه ای و در بعد توصیفی و تحلیل پرسشنامه خبره است. پرسشنامه مورد استفاده پس از طراحی و آزمون و تأیید روایی و پایایی توسط کارشناسان خبره تکمیل شده است. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات بر اساس نوع اطلاعات از روش ها و نرم افزار های مختلف استفاده می شود. یکی از مهمترین روش های تحلیل اطلاعات استفاده از روش های آمار توصیفی و استنباطی و استفاده از انواع نرم افزار های آینده پژوهی است. فرآیند کار از دو مرحله کلی تشکیل شده است. در مرحله اول با استفاده از تکنیک دلفی و ابزار پرسشنامه عوامل و شاخص های مؤثر در تاب آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه شناسایی شد. در مرحله دوم نیز با استفاده از روش تحلیل ساختاری و با استفاده از نرم افزار Micmac عوامل مؤثر مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته و در عوامل کلیدی شناسایی شد. در آخرین مرحله نیز با استفاده از نظرات گروه دلفی و استفاده از نرم افزار Scenario Wizard سناریوهای تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله کشف و تدوین شد.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه از نظر ساختار زمین شناسی در زون تکتونیکی آذربایجان واقع شده است، مطالعه تاریخ زمین لرزه های موجود در نوشته های تاریخی نشان دهنده وجود فعالیت لرزه خیزی در گستره تبریز از سال ۶۳۴ میلادی است. شهر تبریز یکی از نواحی عمده زلزله خیز کشور است و چندین زمین لرزه عمده در آن روی داده که از شدیدترین زلزله های تاریخی به شمار می روند. علت اصلی ناپایداری زمین های این منطقه، گسل بزرگ شمال تبریز است (مقیم اسکوئی، ۱۳۸۵، ۱۳۴). مهمترین گسل در منطقه مطالعاتی گسل تبریز می باشد. گسل تبریز با روند شمال غرب- جنوب شرق از ناحیه، ماکو تا کوه های مورو و میشو و سپس به بستان آباد به صورت مشخص قابل پیگیری است. ادامه آن به زنجان پیوسته است و در ادامه ممکن است به کوه های سلطانیه برسد. ادامه غربی آن ممکن است از سمت ماکو وارد خاک ترکیه شود و یا ادامه آن به کوه های قفقاز برسد. (درویش زاده، ۱۳۷۰، ۱۶۳).



شکل (۱) موقعیت شهر تبریز در پهنه بندی زلزله در سطح استان آذربایجان شرقی
(منبع: نقش محیط، ۱۳۹۵)

نتایج

در این بخش بر اساس روش تحقیق مقاله، اقدام به برآورد و بررسی عوامل تاثیرگذار بر تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله شده است. همچنین با دیدی جامع و ساختاری سعی شده است تمامی عوامل دخیل در تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله را مورد تحلیل و بررسی قرار داده و با استفاده از روابط ایجاد شده بین این عوامل، شاخص های کلیدی و پیشران که مهمترین عوامل می باشند، استخراج نماید، لذا جهت رسیدن به این اهداف، ابتدا با استفاده از روش دلفی و تحلیل عوامل استخراج شده در نرم افزار MICMAC، ارتباط شاخص های دخیل در تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله را مورد تحلیل قرار داده و شاخص های کلیدی استخراج می شوند. سپس با استفاده از پیشران های کلیدی استخراج شده اقدام به تدوین وضعیت های احتمالی می کنیم و در نهایت با استفاده از نظرات گروه دلفی و ارزیابی وضعیت های احتمالی و استفاده از نرم افزار Scenario Wizard سناریوهای احتمالی کشف و تدوین می شوند.

نظرسنجی از کارشناسان توسط روش دلفی

در این مرحله پس از انتخاب گروه دلفی افرايند انجام پرسشگری و استخراج نظرات آنها در رابطه با تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله انجام گرفته است. و در نهایت بعد از پایش متغیرها، ۴۰ متغیر در قالب ۴ عامل (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی) به عنوان متغیرهای اولیه مؤثر بر تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله انتخاب شده اند.

جدول (۱): شاخص های تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله

ردیف	معیار	زیرمعیار	نماد
۱	اجتماعی	سرمایه اجتماعی (اتحاد، اعتماد، همکاری و...)	۱S
۲		حاشیه نشینی	۲S
۳		سطح آگاهی شهروندان	۳S
۴		توانایی انطباق با شرایط تنش	۴S
۵		مشارکت اجتماعی	۵S
۶		امنیت	۶S
۷		حس تعلق مکانی	۷S
۸	اقتصادی	میزان خسارت	۱E
۹		بیمه	۲E
۱۰		درآمد	۳E
۱۱		توانایی جبران خسارت	۴E
۱۲		تحریم های بین المللی	۵E
۱۳		تورم	۶E
۱۴		فقر	۷E
۱۵		تنوع اقتصادی	۸E
۱۶	نهادی	سطح آمادگی	۱I
۱۷		مدیریت واحد	۲I
۱۸		بودجه بحران	۳I
۱۹		مهارت نیروهای انسانی	۴I
۲۰		سرعت واکنش در شرایط بحران	۵I
۲۱		سطح ارتباط و همکاری بین نهاد ها	۶I
۲۲		سیاست های نوسازی و بهسازی شهری	۷I
۲۳		نظارت بر قوانین و مقررات ملی ساختمان	۸I
۲۴		تهیه نقشه پهنه بندی خطر	۹I
۲۵		پدافند غیرعامل	۱۰I
۲۶		برگزاری مانورهای بحران	۱۱I
۲۷		انبارهای تامین مواد غذایی و آب آشامیدنی	۱۲I
۲۸		سازمان های مردم نهاد	۱۳I
۲۹	کالبدی	تراکم جمعیت	۱PH
۳۰		تراکم ساختمان	۲PH
۳۱		دسترسی به فضاهای باز و سبز	۳PH
۳۲		کیفیت ابنیه (مقاومت ساختمان)	۴PH
۳۳		شبکه ارتباطی	۵PH
۳۴		مراکز اسکان	۶PH
۳۵		ایمنی مراکز خطرزا (پست های برق و گاز و...)	۷PH
۳۶		مراکز درمانی	۸PH
۳۷		اورژانس هوایی	۹PH
۳۸		فعالیت گسل	۱۰PH
۳۹		رانش زمین	۱۱PH
۴۰		سیلاب ناشی از شکستن سد ها	۱۲PH

منبع: تحلیل های نگارندگان

تحلیل کلی محیط سیستم

بر اساس روش دلفی که در بالا اشاره شد، ۴۰ متغیر در ۴ بعد به عنوان عوامل مؤثر بر وضعیت تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله شناسایی شده است و سپس با استفاده از روش تحلیل اثرات متقابل یا ساختاری توسط نرم افزار MICMAC جهت استخراج عوامل اصلی تأثیرگذار بر وضعیت آینده محیط مورد مطالعه مورد تحلیل قرار گرفتند. بر اساس تعداد متغیرها ابعاد ماتریس ۴۰*۴۰ می‌باشد. با قرار دادن این عوامل در یک ماتریس ۴۰ در ۴۰ تأثیر هر کدام از این عوامل بر یکدیگر توسط وزن دهی به عوامل (از صفر تا ۳) مشخص شد.

رتبه بندی تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها:

با توجه به اعداد پرسشنامه که به صورت ماتریس تکمیل شده است. نرم افزار رابطه آنها را محاسبه کرده و در نهایت برای هر عامل یک امتیاز عددی در نظر می‌گیرد. سپس بر اساس این امتیاز عوامل را بر اساس تأثیر گذاری و تأثیر پذیری به صورت مستقیم و غیرمستقیم رتبه بندی می‌کند. که در این حالت میزان تأثیرگذاری و تأثیر پذیری شاخص‌ها نیز مشخص می‌شود. در تصویر زیر عوامل را بر اساس تأثیر پذیر و تأثیرگذاری به صورت مستقیم و غیرمستقیم رتبه بندی کرده است.

جدول (۲): رتبه بندی متغیرها

رتبه	متغیر	تأثیرپذیری مستقیم	متغیر	تأثیرپذیری مستقیم	متغیر	تأثیر غیر مستقیم	متغیر	تأثیرپذیری غیر مستقیم
۱	PH۱۰	۶۲۷	S۴	۷۳۱	PH۱۰	۶۹۶	S۴	۹۰۲
۲	E۱	۴۸۷	S۶	۶۹۶	S۲	۶۳۳	S۶	۸۷۵
۳	PH۱	۴۷۰	I۵	۶۷۹	PH۱	۵۴۴	S۱	۶۱۸
۴	S۲	۴۵۲	E۱	۵۹۲	PH۴	۵۱۲	S۵	۵۷۲
۵	E۷	۴۵۲	E۴	۵۷۴	I۹	۴۶۲	E۴	۵۶۵
۶	PH۴	۴۳۵	S۲	۴۷۰	E۷	۴۵۹	S۲	۴۷۷
۷	PH۳	۴۰۰	PH۴	۴۷۰	E۱	۴۴۲	I۵	۴۴۸
۸	E۳	۳۸۳	E۷	۳۸۳	E۳	۴۳۹	S۷	۴۱۹
۹	I۹	۳۶۵	PH۵	۳۸۳	PH۳	۴۱۰	E۷	۴۱۱
۱۰	I۳	۳۴۸	S۱	۳۶۵	E۶	۳۳۲	E۱	۳۹۳
۱۱	PH۶	۳۴۸	S۵	۳۶۵	PH۱۱	۳۲۸	PH۴	۳۷۸
۱۲	S۶	۲۹۶	I۱	۳۴۸	I۷	۲۹۵	E۲	۳۵۶
۱۳	E۶	۲۶۱	PH۶	۲۷۸	PH۱۲	۲۹۳	I۷	۳۵۲
۱۴	PH۱۱	۲۶۱	E۲	۲۶۱	E۵	۲۹۲	E۳	۳۱۱
۱۵	S۳	۲۴۳	S۷	۲۲۶	I۳	۲۷۳	I۱	۲۶۷
۱۶	E۴	۲۴۳	E۳	۲۲۶	I۱۰	۲۷۱	PH۵	۲۶۲
۱۷	E۵	۲۴۳	I۶	۲۲۶	PH۵	۲۶۵	E۸	۲۴۳
۱۸	I۱۱	۲۴۳	I۳	۲۰۹	PH۷	۲۳۷	I۳	۲۴۱
۱۹	I۲	۲۰۹	I۷	۱۹۱	E۸	۲۳۱	I۱۳	۲۳۸
۲۰	PH۷	۲۰۹	PH۷	۱۹۱	PH۲	۲۲۹	E۶	۱۶۴
۲۱	PH۱۲	۲۰۹	E۸	۱۷۴	I۸	۲۲۳	I۶	۱۴۶
۲۲	S۱	۱۹۱	I۲	۱۵۶	S۶	۲۲۰	I۱۲	۱۳۵
۲۳	E۲	۱۹۱	I۱۳	۱۵۶	E۴	۲۱۳	PH۲	۱۲۶
۲۴	I۴	۱۹۱	PH۸	۱۵۶	E۲	۱۹۶	PH۶	۱۱۴
۲۵	PH۵	۱۹۱	I۱۲	۱۳۹	PH۶	۱۹۵	I۲	۱۱۳
۲۶	E۸	۱۷۴	PH۳	۱۳۹	S۳	۱۷۹	S۳	۱۰۲
۲۷	I۷	۱۷۴	E۶	۱۲۱	I۱۱	۱۲۴	PH۳	۱۰۱
۲۸	I۱۰	۱۷۴	I۱۰	۱۲۱	I۲	۱۰۱	I۱۰	۹۰
۲۹	PH۲	۱۷۴	S۳	۱۰۴	S۱	۹۶	PH۱	۸۷

رتبه	متغیر	تأثیر مستقیم	متغیر	تأثیر پذیری مستقیم	متغیر	تأثیر غیر مستقیم	متغیر	تأثیر پذیری غیر مستقیم
۳۰	I۱	۱۵۶	PH۲	۱۰۴	I۴	۹۳	PH۸	۸۲
۳۱	I۸	۱۵۶	PH۹	۱۰۴	I۱۳	۹۲	I۸	۷۷
۳۲	I۱۳	۱۵۶	PH۱۱	۱۰۴	I۶	۸۹	I۴	۶۸
۳۳	S۵	۱۳۹	PH۱۲	۱۰۴	I۵	۸۵	PH۷	۶۷
۳۴	I۶	۱۳۹	I۴	۸۷	S۵	۸۴	I۱۱	۵۷
۳۵	S۴	۱۲۱	I۸	۸۷	PH۹	۸۲	PH۹	۵۵
۳۶	I۵	۱۲۱	I۹	۸۷	I۱	۷۹	I۹	۳۶
۳۷	I۱۲	۱۲۱	I۱۱	۶۹	I۱۲	۷۸	PH۱۱	۱۳
۳۸	PH۹	۱۲۱	PH۱	۵۲	S۴	۶۶	PH۱۲	۱۳
۳۹	PH۸	۶۹	PH۱۰	۵۲	PH۸	۳۰	PH۱۰	۹
۴۰	S۷	۳۴	E۵	۰	S۷	۱۴	E۵	۰

پیشران های حیاتی مؤثر بر تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله

در نمودار میک مک ، ابتدا به بررسی وضعیت شاخص های مؤثر در تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله و به ارزیابی کلی سیستم پرداخته شد .طبق مباحث پیشین، ۴۰ عامل شناسایی شد و تأثیرات آنها برهم سنجیده شد .و نهایتاً ۱۲ عامل به عنوان پیشرانهای کلیدی مؤثر بر تاب آوری شهر تبریز استخراج شد که همه این ۱۲ عامل در هر دو روش مستقیم و غیر مستقیم تکرار شدند .عوامل کلیدی با توجه به ترتیب و وزنشان به شرح جدول زیر می باشند.

جدول (۳)-پیشران های کلیدی

رتبه	متغیر	تأثیر مستقیم	تأثیر غیر مستقیم	جمع
۱	فعالیت گسل	۶۲۷	۶۹۶	۱۳۲۳
۲	حاشیه نشینی	۴۵۲	۶۳۳	۱۰۸۵
۳	تراکم جمعیت	۴۷۰	۵۴۴	۱۰۱۴
۴	مقاومت ساختمان	۴۳۵	۵۱۲	۹۴۷
۵	میزان خسارت	۴۸۷	۴۴۲	۹۲۹
۶	فقر	۴۵۲	۴۵۹	۹۱۱
۷	نقشه پهنه بندی خطر	۳۶۵	۴۶۲	۸۲۷
۸	درآمد	۳۸۳	۴۳۹	۸۲۲
۹	دسترسی به فضای باز	۴۰۰	۴۱۰	۸۱۰
۱۰	بودجه بحران	۳۴۸	۲۷۳	۶۲۱
۱۱	اسکان موقت	۳۴۸	۱۹۵	۵۴۳
۱۲	امنیت	۲۹۶	۲۲۰	۵۱۶

سناریوپردازی جهت تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله

هدف سناریو کشف، ایجاد و آزمون محیطهای آینده جایگزین سازگار است .ساختن آینده ای واقعی تر برای تصمیم گیران جهت طرز تفکر، تصمیمات جدید، یادگیری چگونگی آماده شدن برای مخاطره های آینده. لذا در این قسمت از پژوهش، عوامل پیشران استخراج شده در مرحله قبل محورهای اصلی مؤثر تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله بوده و این عوامل، عوامل پایه جهت تدوین وضعیتهای محتمل و سناریوسازی می باشند .

ارائه وضعیت‌های محتمل پیشران‌های کلیدی

جهت سناریوسازی بر مبنای عوامل پیشران، نیاز به تعریف وضعیت‌های محتمل برای آینده تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله می‌باشد. تحلیل دقیق شرایط پیش رو و تعریف وضعیت‌های احتمالی لازمه اصلی تدوین سناریوها است. جهت تعریف وضعیت‌های محتمل برای هر یک از عوامل پیشران، از طریق روش دلفی از متخصصان نظرسنجی شده است. آنچنان که مشاهده می‌شود وضعیت‌های محتمل برای هر شاخص کلیدی در سه وضعیت تعریف شده است که با توجه به ورود و تجزیه و تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار Scenario wizard هر وضعیت رنگ و امتیاز مختص به خود دارد. جدول شماره (۴) مشخصات وضعیت‌های ۳ گانه را نشان می‌دهد.

جدول (۴): وضعیت‌های محتمل عوامل پیشران جهت تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله

نام کوتاه	عوامل کلیدی	وضعیت محتمل
A	فعالیت گسل	مطلوب: عدم فعالیت گسل‌های شهر تبریز و شهرهای مجاور ایستا: فعالیت گسل‌های پیرامونی شهر تبریز بحرانی: فعالیت گسل‌های فعال شهر تبریز با شدت بالای ۶ ریشتر
B	حاشیه‌نشینی	مطلوب: اجرای طرح‌های ساماندهی و تخلیه و انتقال حاشیه‌نشینان به مناطق خارج از حریم گسل ایستا: اجرای ناقص و مقطعی طرح‌های ساماندهی و تعریض شبکه معابر در بافت‌های حاشیه‌نشین بحرانی: عدم کنترل توسعه بافت‌های حاشیه‌نشین مخصوصاً بر روی گسل‌های فعال
C	تراکم جمعیت	مطلوب: پهنه‌بندی تراکمی شهر و برنامه‌ریزی جمعیت جهت کاهش تراکم در مناطق پرخطر ایستا: نبود برنامه برای کنترل و ساماندهی تراکم جمعیت بحرانی: افزایش تراکم جمعیت بخصوص در مناطق حاشیه‌نشین
D	مقاومت ساختمان	مطلوب: کنترل دقیق مقررات ملی ساختمان و آیین‌نامه ۲۸۰۰ و مقاوم‌سازی ساختمان‌های مناطق پرخطر ایستا: توسعه شهری بدون رعایت دقیق حریم گسل‌های فعال بحرانی: توسعه شهر بر روی گسل‌های فعال با تراکم بالای ساختمانی و جمعیتی
E	میزان خسارت	مطلوب: خسارت جزئی و قابل جبران ایستا: خسارت متوسط بحرانی: تخریب کامل شهر
F	فقر	مطلوب: ریشه‌کنی فقر و افزایش درآمد ساکنین شهر ایستا: شیوع فقر در مناطق حاشیه‌نشین بحرانی: گسترش بی‌رویه فقر در تمامی مناطق شهر
G	نقشه پهنه‌بندی خطر	مطلوب: تهیه و اجرای دقیق ریز پهنه‌بندی خطر زلزله ایستا: تهیه طرح‌های موردی و غیر تفصیلی در خصوص پهنه‌بندی زلزله بحرانی: نبود نقشه‌های پهنه‌بندی زلزله
H	درآمد	مطلوب: افزایش درآمد مردم و بهبود شرایط اقتصادی ایستا: تورم در جامعه و کاهش قدرت خرید بحرانی: کاهش شدید درآمد
I	دسترسی به فضای باز	مطلوب: گسترش و ایجاد فضاهای باز و سبز در مناطق پرخطر ایستا: ازدحام و تراکم شدید ساختمانی در مناطق پرخطر بحرانی: کاهش سرانه فضای باز و سبز در سطح شهر
J	بودجه بحران	مطلوب: اختصاص بودجه مشخص و پایدار برای مدیریت بحران ایستا: بودجه‌های موقتی و ناپایدار

بحرانی:عدم تخصیص بودجه برای مدیریت بحران		
مطلوب:مکانیابی و تجهیز مراکز اسکان موقت در پهنه های مختلف شهر ایستاد:استقرار مراکز اسکان در مراکز با دسترسی پایین بحرانی:نبود مراکز اسکان موقت	اسکان موقت	K
مطلوب:حضور گسترده و فعال پلیس در مناطق مختلف شهر ایستاد:نبود نیروی کافی جهت حفظ امنیت بحرانی:عدم حضور پلیس و ناامنی	امنیت	L

تهیه و تحلیل سبد سناریوهای احتمالی در آینده

۳۶ وضعیت محتمل برای ۱۲ عامل پیشران طراحی گردیده است. تعداد وضعیت‌های محتمل هر عامل بر اساس میزان پیچیدگی شرایط ۳ حالت در نظر گرفته شده است. با طراحی وضعیت‌ها و تهیه ماتریس تقاطع 36×36 ، مجدداً همانند مرحله قبل در تعیین عوامل کلیدی، پرسشنامه ای تهیه و در اختیار متخصصان قرار گرفت. متخصصین با طرح این سؤال که "اگر هر یک از وضعیت‌های ۳۶ گانه اتفاق بیفتد چه تأثیری بر وقوع و یا عدم وقوع سایر وضعیت‌ها خواهد داشت؟" به تکمیل پرسشنامه بر اساس وزن دهی بین ۳ تا ۳-، میزان تأثیرگذاری هر کدام از وضعیت‌ها را بر سیستم مشخص کردند. متخصصین شامل کارشناسان شهرداری تبریز، کارشناسان و مدیران اداره کل راه و شهرسازی استان و جمعی از اساتید داخلی و خارجی متخصص در این زمینه بوده اند.

برای استخراج سناریوها از توانمندیهای نرم‌افزار Scenario Wizard بهره گیری شد. این نرم‌افزار امکان استخراج سناریوهای با احتمال قوی و سناریوهای با احتمال ضعیف را برای محقق فراهم می آورد. با توجه به وسعت ماتریس و ابعاد آن به اندازه 36×36 ، را بر اساس داده‌های وارد شده پرسشنامه تحلیل و تعداد سناریوهای زیر را استخراج نمود:

سناریوهای بسیار قوی: ۵ سناریو

سناریو های با ناسازگاری بالا: ۲۷ سناریو

سناریوهای ضعیف: ۲۸۶۳ سناریو

ماهیت این نرم‌افزار به کاهش ابعاد احتمالی وقوع سناریوها از میان میلیون‌ها سناریو به چند سناریو محتمل با احتمال وقوع بالاست. نتایج حاکی است تعداد ۲۸۹۵ سناریو از بین روابط به دست آمد که از این میان سناریو های ضعیف و سناریو های با ناسازگاری بالا به دلیل ناسازگاری و حجم بالا غیر واقعی و غیر منطقی بودن حذف و سناریو های بسیار قوی به تعداد ۵ سناریو به عنوان سناریو های مطلوب انتخاب شدند.

تحلیل سناریوهای منتخب و محتمل در آینده تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله

با توجه به اینکه نرم‌افزار ۲۸۹۵ وضعیت را برای آینده تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله متصور شده است، داده‌های مربوط به وضعیت‌های مختلف تاب آوری با نرم‌افزار سناریو ویزارد، احتمال وقوع ۵ سناریو را بیش از سایر سناریوها دانسته و احتمال وقوع سایر سناریوها را در حد بسیار ناچیز و وضعیت ارزیابی کرده است. این سناریوها از هم کنشی بین وضعیت‌های هریک از عوامل در ارتباط با وضعیت‌ها هر یک از عوامل دیگر استخراج می‌شوند. اینکه اتفاق افتادن یک وضعیت بر احتمال اتفاق افتادن یا تقویت و توانمندسازی وضعیت‌های دیگر و یا حتی محدود ساختن وضعیت‌های دیگر چه تأثیری می‌تواند داشته باشد پایه اصلی شکل گیری سناریوهاست که مستلزم لحاظ همزمان عوامل و وضعیت‌های بسیار پیچیده است که توان تحلیل آن از ذهن بشر خارج بوده و تنها پردازنده های هوشمند قادر به تحلیل همزمان آنها هستند.

بررسیهای اولیه سناریوهای ۵ گانه حاکی از سیطره نسبی تعداد وضعیت‌های بحرانی و ایستا در تاب آوری شهری تبریز می‌باشد. جهت تحلیل وضعیت‌های احتمالی تاب آوری شهر تبریز در برابر زلزله به تحلیل هر یک از سناریوهای محتمل

پردازش می‌شود. جدول زیر که به ماتریس صفحه سناریو معروف است وضعیت‌های ممکن را به‌وضوح به تفکیک سناریو و عامل کلیدی نشان می‌دهد.

جدول (۵): وضعیت پیش‌ران‌های حیاتی به تفکیک سناریو

سناریو اول		سناریو دوم	
شاخص کلیدی	وضعیت محتمل	شاخص کلیدی	وضعیت محتمل
فعالیت گسل	فعالیت گسل‌های فعال شهر تبریز با شدت بالای ۶ ریشتر	فعالیت گسل	عدم فعالیت گسل‌های شهر تبریز و شهرهای مجاور
حاشیه‌نشینی	اجرای طرح‌های ساماندهی و تخلیه و انتقال حاشیه‌نشینان به مناطق خارج از حریم گسل	حاشیه‌نشینی	اجرای طرح‌های ساماندهی و تخلیه و انتقال حاشیه‌نشینان به مناطق خارج از حریم گسل
تراکم جمعیت	نبود برنامه برای کنترل و ساماندهی تراکم جمعیت	تراکم جمعیت	نبود برنامه برای کنترل و ساماندهی تراکم جمعیت
مقاومت ساختمان	کنترل دقیق مقررات ملی ساختمان و آیین‌نامه ۲۸۰۰ و مقاوم‌سازی ساختمان‌های مناطق پرخطر	مقاومت ساختمان	توسعه شهری بدون رعایت دقیق حریم گسل‌های فعال
میزان خسارت	توسعه شهر بر روی گسل‌های فعال با تراکم بالای ساختمانی و جمعیتی	میزان خسارت	توسعه شهری بدون رعایت دقیق حریم گسل‌های فعال
فقر	شیوع فقر در مناطق حاشیه‌نشین	فقر	شیوع فقر در مناطق حاشیه‌نشین
نقشه پهنه‌بندی خطر	تهیه طرح‌های موردی و غیر تفصیلی در خصوص پهنه‌بندی زلزله	نقشه پهنه‌بندی خطر	تهیه و اجرای دقیق ریز پهنه‌بندی خطر زلزله
درآمد	تورم در جامعه و کاهش قدرت خرید	درآمد	کاهش شدید درآمد
دسترسی به فضای باز	گسترش و ایجاد فضاهای باز و سبز در مناطق پرخطر	دسترسی به فضای باز	ازدحام و تراکم شدید ساختمانی در مناطق پرخطر
بودجه بحران	بودجه‌های موقتی و ناپایدار	بودجه بحران	اختصاص بودجه مشخص و پایدار برای مدیریت بحران
اسکان موقت	استقرار مراکز اسکان در مراکز با دسترسی پایین	اسکان موقت	استقرار مراکز اسکان در مراکز با دسترسی پایین
امنیت	حضور گسترده و فعال پلیس در مناطق مختلف شهر	امنیت	نبود نیروی کافی جهت حفظ امنیت
سناریو سوم		سناریو چهارم	
شاخص کلیدی	وضعیت محتمل	شاخص کلیدی	وضعیت محتمل
فعالیت گسل	فعالیت گسل‌های فعال شهر تبریز با شدت بالای ۶ ریشتر	فعالیت گسل	فعالیت گسل‌های فعال شهر تبریز با شدت بالای ۶ ریشتر
حاشیه‌نشینی	اجرای ناقص و مقطعی طرح‌های ساماندهی و تعریض شبکه معابر در بافت‌های حاشیه‌نشین	حاشیه‌نشینی	اجرای ناقص و مقطعی طرح‌های ساماندهی و تعریض شبکه معابر در بافت‌های حاشیه‌نشین
تراکم جمعیت	افزایش تراکم جمعیت بخصوص در مناطق حاشیه‌نشین	تراکم جمعیت	افزایش تراکم جمعیت بخصوص در مناطق حاشیه‌نشین
مقاومت ساختمان	توسعه شهر بر روی گسل‌های فعال با تراکم بالای ساختمانی و جمعیتی	مقاومت ساختمان	توسعه شهر بر روی گسل‌های فعال با تراکم بالای ساختمانی و جمعیتی
میزان خسارت	توسعه شهر بر روی گسل‌های فعال با تراکم بالای ساختمانی و جمعیتی	میزان خسارت	توسعه شهر بر روی گسل‌های فعال با تراکم بالای ساختمانی و جمعیتی
فقر	گسترش بی‌رویه فقر در تمامی مناطق شهر	فقر	گسترش بی‌رویه فقر در تمامی مناطق شهر
نقشه پهنه‌بندی خطر	نبود نقشه‌های پهنه‌بندی زلزله	نقشه پهنه‌بندی خطر	نبود نقشه‌های پهنه‌بندی زلزله
درآمد	کاهش شدید درآمد	درآمد	کاهش شدید درآمد

دسترسی به فضای باز		دسترسی به فضای باز	ازدحام و تراکم شدید ساختمانی در مناطق پرخطر
بودجه بحران	عدم تخصیص بودجه برای مدیریت بحران	بودجه بحران	عدم تخصیص بودجه برای مدیریت بحران
اسکان موقت	نبود مراکز اسکان موقت	اسکان موقت	نبود مراکز اسکان موقت
امنیت	عدم حضور پلیس و ناامنی	امنیت	عدم حضور پلیس و ناامنی
سناریو پنجم			
شاخص کلیدی	وضعیت محتمل	شاخص کلیدی	وضعیت محتمل
فعالیت گسل	عدم فعالیت گسل های شهر تبریز و شهرهای مجاور		
حاشیه نشینی	اجرای طرح های ساماندهی و تخلیه و انتقال حاشیه نشینان به مناطق خارج از حریم گسل		
تراکم جمعیت	نبود برنامه برای کنترل و ساماندهی تراکم جمعیت		
مقاومت ساختمان	توسعه شهری بدون رعایت دقیق حریم گسل های فعال		
میزان خسارت	توسعه شهری بدون رعایت دقیق حریم گسل های فعال		
فقر	شیوع فقر در مناطق حاشیه نشین		
نقشه پهنه بندی خطر	تهیه و اجرای دقیق ریز پهنه بندی خطر زلزله		
درآمد	تورم در جامعه و کاهش قدرت خرید		
دسترسی به فضای باز	ازدحام و تراکم شدید ساختمانی در مناطق پرخطر		
بودجه بحران	اختصاص بودجه مشخص و پایدار برای مدیریت بحران		
اسکان موقت	استقرار مراکز اسکان در مراکز با دسترسی پایین		
امنیت	نبود نیروی کافی جهت حفظ امنیت		

درک کیفی از صفحه سناریوها از طریق جایگزینی وضعیتها با طیفی از عناوین مطلوب تا بحرانی انجام پذیرفت تا وضعیت تاب آوری شهر تبریز را به تفکیک سناریو و هر عامل کلیدی به طور شفاف نشان دهد.

جدول شماره (۶) - سناریو های منتخب بر اساس وضعیت های ۳ گانه

	فعالیت گسل	حاشیه نشینی	تراکم جمعیت	مقاومت ساختمان	میزان خسارت	فقر	نقشه پهنه بندی خطر	درآمد	دسترسی به فضای باز	بودجه بحران	اسکان موقت	امنیت
سناریو اول	بحرانی	مطلوب	ایستا	مطلوب	بحرانی	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب	ایستا	ایستا	مطلوب
سناریو دوم	مطلوب	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب	بحرانی	ایستا	مطلوب	ایستا	ایستا
سناریو سوم	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی
سناریو چهارم	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	بحرانی	ایستا	بحرانی	بحرانی	بحرانی
سناریو پنجم	مطلوب	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب	ایستا	ایستا	مطلوب	ایستا	ایستا

برای درک وضعیت‌ها براساس امتیازی که به هریک از وضعیت‌ها بین ۳ تا ۳- داده شده است نسبت به جایگزینی اعداد به جای وضعیت‌ها اقدام گردید تا زمینه درک کمی از صفحه سناریوها نیز فراهم شود. بنابراین عدد ۳ به جای سناریوها مطلوب، ۱ ایستا و ۳- بحرانی جایگذاری شده است. مجموع اعداد برای هر سناریو در جدول زیر نشان داده شده است. همانطور که مشخص شده است، سناریوهای اول و دوم دارای بیشتر امتیاز می‌باشد.

جدول (۷): مجموع امتیاز سناریو‌ها بر اساس حالت‌های ۳ گانه

	فعالیت گسل	حاشیه‌نشینی	تراکم جمعیت	مقاومت ساختمان	میزان خسارت	فقر	نقشه پهنه‌بندی خطر	درآمد	دسترسی به فضای باز	بودجه بحران	اسکان موقت	امنیت	جمع
سناریو اول	۳-	۳+	۱	۳+	۳-	۱	۱	۱	۳+	۱	۱	۳+	۶
سناریو دوم	۳+	۳+	۱	۱	۱	۱	۳+	۳-	۱	۳+	۱	۱	۱۶
سناریو سوم	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	-۳۶
سناریو چهارم	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۳-	۱	۳-	۳-	۳-	-۳۲
سناریو پنجم	۳+	۳+	۱	۱	۱	۱	۳+	۱	۱	۳+	۱	۱	۲۰

سناریوی دوم و پنجم سناریوهایی هستند که موقعیت نسبتاً مطلوب را برای تاب‌آوری شهر تبریز نشان می‌دهند. سناریوی دوم با ۴۵ درصد مطلوبیت و سناریوی پنجم با ۵۵ درصد از مطلوبیت تعریف‌شده را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که در صورت تحقق این سناریوها بطور کامل هنوز با مطلوبیت کامل ۱۰۰ درصد فاصله وجود دارد. زمانی می‌توان گفت تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله در آینده کامل محقق خواهد شد که تمام وضعیت‌های تعریف‌شده به مطلوبیت کامل برسند. سناریوی اول با بیشترین اختلاف از سناریوهای اول و پنجم دارای وضعیت‌های مثبت می‌باشد و توانسته وضعیت ایستا رو به مثبت را با ۱۷ درصد مطلوبیت از خود نشان دهد. و درنهایت سناریوهای سوم و چهارم با مطلوبیت ۳۶- و ۳۲- درصد در آخرین درجه مطلوبیت قرار دارند. آنچه از برآیند کلی سناریوها قابل تحلیل است حرکت تاب‌آوری شهری به سمت ناپایداری با توجه به غلبه سناریوهای بحرانی است.

در مجموع ۵ سناریوی باورکردنی را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد که هر یک از گروه‌ها شامل چند سناریو با ویژگی‌های تقریباً مشترک، با تفاوت کم در یک یا چند وضعیت از میان ۹ عامل کلیدی هستند که این گروه‌ها به شرح زیر می‌باشند:

سناریوهای مطلوب شامل سناریوهای دوم و پنجم

سناریوهای ایستا و وضع موجود با روند بسیار آرام و حرکت به سمت بحران شامل سناریو اول

سناریوهای بحرانی شامل سناریو سوم و چهارم

سناریوهای مطلوب (سناریوهای گروه اول)

چنانچه گفته شد این گروه شامل سناریوهای دوم و پنجم است که درصد مطلوبیت این گروه نزدیک به ۵۰ درصد است و اکثر شاخص‌ها در حالت مطلوب قرار دارند. چنانچه امتیاز این گروه سناریو‌ها از ۱۶ تا ۲۰ در نوسان است.

ویژگی‌های اصلی این گروه عبارتند از: عدم فعالیت گسل‌های شهر تبریز و شهرهای مجاور، اجرای طرح‌های ساماندهی و تخلیه و انتقال حاشیه‌نشینان به مناطق خارج از حریم گسل، نبود برنامه برای کنترل و ساماندهی تراکم جمعیت، توسعه شهری بدون رعایت دقیق حریم گسل‌های فعال، توسعه شهری بدون رعایت دقیق حریم گسل‌های فعال، شیوع فقر در مناطق حاشیه

نشین، تهیه و اجرای دقیق ریز پهنه‌بندی خطر زلزله، کاهش شدید درآمد، ازدحام و تراکم شدید ساختمانی در مناطق پرخطر، اختصاص بودجه مشخص و پایدار برای مدیریت بحران، استقرار مراکز اسکان در مراکز با دسترسی پایین و نبود نیروی کافی جهت حفظ امنیت.

بررسی وضعیت عوامل کلیدی در سناریوها

در این پژوهش از بین ۴۰ عامل مؤثر بر فرایند تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله ۱۲ عامل با روش تحلیل اثرات متقاطع به‌عنوان عوامل پیشران انتخاب گردیده اند که در بخش سناریونویسی ابعاد این عوامل مورد بررسی قرار گرفت. در این قسمت تحلیل عوامل کلیدی از نظر وضعیت آن‌ها در صحنه پیش روی برنامه ریز بررسی می‌شود. اگر شرایط مطلوب، ایستا و بحرانی را با امتیازهای طیفی از نمرات (۳ تا -۳) در هر عامل کلیدی و برای کل سناریوهای ۴۰ گانه جمع‌بزنیم میانگین آن‌ها نشان دهنده وضعیت کلی عامل در آینده پیش روی تاب‌آوری شهر تبریز خواهد بود.

در بین عوامل کلیدی شاخص حاشیه‌نشینی با میانگین ۰.۶ مطلوب‌ترین شرایط را دارا است. اقدامات چند ساله اخیر شهرداری تبریز در خصوص ساماندهی مناطق حاشیه‌نشین و برنامه‌ریزی‌های انجام یافته در راستای انتقال قسمتی از ساکنین به مناطق امن و خارج از حریم گسل‌های فعال باعث شده این شاخص به شیئی ملایم به سمت پایداری نسبی در حرکت باشد ولی امتیاز آن خیلی پایین است که نشان می‌دهد برای رسیدن به پایداری و مطلوبیت کامل مسیر طولانی‌تری را باید طی کند. پس از این شاخص شاخص نقشه پهنه‌بندی خطر وضعیت نسبتاً مطلوب‌تری دارد ولی در هر حال در وضعیت ایستا و متمایل به بحران است که دلیل وضعیت نسبتاً مطلوب این شاخص نسبت به سایر عوامل اقدامات و مطالعات انجام یافته در خصوص تعیین حریم گسل‌های فعال در شهر تبریز است.

اما در خصوص شاخص‌های کلیدی ناپایدار و بحرانی می‌توان گفت اکثر شاخص‌ها در حالت بحرانی و در آستانه بحران قرار دارند چنانچه بدترین وضعیت در بین شاخص‌ها مختص شاخص‌های میزان خسارت و درآمد است چنانچه میانگین این دو شاخص ۲.۲- است. احتمال وقوع زلزله‌های با قدرت بالا از یک طرف و پیش‌بینی ۴۰۰ هزار نفری فوت‌شدگان توسط طرح ریزپهنه‌بندی خطر زلزله تبریز در صورت وقوع زلزله‌های با قدرت بالای ۶ ریشتر در کنار روند رشد فقر و کاهش قدرت خرید مردم از مهم‌ترین عواملی است که منجر به افت شدید این دو شاخص شده است.

جدول شماره (۸) - وضعیت عوامل کلیدی

عامل کلیدی	وضعیت عامل کلیدی در ترکیب سناریو	میانگین
فعالیت گسل	-۳	-۰.۶
حاشیه‌نشینی	۳	۰.۶
تراکم جمعیت	-۹	-۱.۸
مقاومت ساختمان	-۵	-۱
میزان خسارت	-۱۱	-۲.۲
فقر	-۹	-۱.۸
نقشه پهنه‌بندی خطر	-۱	-۰.۲
درآمد	-۱۱	-۲.۲
دسترسی به فضای باز	-۳	-۰.۶
بودجه بحران	-۱	-۰.۲
اسکان موقت	-۹	-۱.۸
امنیت	-۵	-۱

با توجه به جدول فوق می‌توان نتیجه‌گیری کرد جهت تاب‌آوری شهر تبریز توجه به بهبود وضعیت شاخص‌های: فعالیت گسل، تراکم جمعیت، مقاومت ساختمان، میزان خسارت، فقر، نقشه پهنه‌بندی، خطر، درآمد، دسترسی به فضای باز، بودجه بحران، اسکان موقت و امنیت نیازمند هستیم. چون شاخص‌ها مذکور در وضعیت بحرانی هستند و ادامه روند مذکور مانع تاب‌آوری مطلوب شهر تبریز می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از روش دلفی پس از نظر سنجی از کارشناسان مرتبط در امر تاب‌آوری شهری، عوامل و متغیرهای دخیل در امر تاب‌آوری استخراج شده و پس از وزندهی بر اساس نظر کارشناسان، در نرم‌افزار ساختاری میک مک، عوامل پیشران جهت توسعه آینده تاب‌آوری شهری تبریز مشخص شده است. بنابراین تاب‌آوری برای وضعیت موجود و آینده مستلزم در نظر گرفتن این عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها می‌باشد. جهت تاب‌آوری تبریز، تمامی عوامل دخیل، همچون سیستمی با عناصر در هم تنیده، و به صورت یک ساختار، در نظر گرفته می‌شود، و ارتباطات این عوامل باهم موردسنجش قرار گرفته و عوامل برتر که تأثیرگذاری بیشتری دارند استخراج می‌شود. بنابراین از بین چندین عامل دوازده عامل که عبارتند از "فعالیت گسل، حاشیه‌نشینی، تراکم جمعیت، مقاومت ساختمان، میزان خسارت، فقر، نقشه پهنه‌بندی، خطر، درآمد، دسترسی به فضای باز، بودجه بحران، اسکان موقت و امنیت" جزو عوامل کلیدی و مهم جهت تاب‌آوری شهر تبریز تعیین شده‌اند. سپس جهت سناریوسازی براساس عوامل پیشران، اقدام به تعریف وضعیت‌های محتمل برای هریک از عوامل پیشران توسط نظرسنجی از کارشناسان شده است. عوامل به صورت طیفی از عوامل بسیار مطلوب تا عوامل بحرانی، در ۳ طیف تعریف شده‌اند. وضعیت‌های محتمل نیز در نرم‌افزار سناریوویزاد بر اساس نظرات کارشناسان از ۳ تا ۳- وزندهی شده و نهایتاً سه دسته سناریو (سناریوهای خیلی قوی، سناریوهای با سازگاری بالا و سناریوهای ضعیف) استخراج شد. به خاطر منطقی بودن سناریوهای قوی این سناریوها جزء سناریوهای مطلوب در نظر گرفته شد. در بین سناریوهای قوی سناریوهای دوم و پنجم به دلیل بالا بودن درجه مطلوبیت جزء برترین سناریوها مشخص گردید. و نیز در بین عوامل پیشران و کلیدی استخراج شده، میزان خسارت و درآمد دارای بحرانی‌ترین وضعیت را جهت توسعه آینده تاب‌آوری تبریز دارا می‌باشد. و حاشیه‌نشینی و نقشه پهنه‌بندی خطر، دارای شرایط بهینه در رابطه با وضعیت‌های محتمل می‌باشد ولی برآیند کلی پیشران‌های حیاتی در ترکیب سناریوها منفی است و این وضعیت بروز شرایط بسیار سختی را برای کلانشهر تبریز در صورت تحقق سناریوها پیش‌بینی میکند. مهمترین راهبردی که می‌توان در این زمینه اتخاذ کرد اصلاح رویه‌های مدیریت شهری در خصوص اجزا سناریوهای منتخب (پیشران‌های حیاتی) و حرکت تدریجی سناریوها به سمت مطلوبیت است. مهمترین رویکرد این تحقیق را می‌توان تغییر در نگرش مدیریت شهری نسبت به مسئله تاب‌آوری و خطرات و آسیب‌پذیری کلانشهرهای ایران علی‌الخصوص کلانشهر تبریز در مقابل خطر زلزله و ارائه الگویی جهت برنامه‌ریزی راهبردی جهت افزایش تاب‌آوری در برابر زلزله بر اساس روش سناریو نویسی و بر مبنای آینده‌های محتمل دانست. بر این اساس به جای فرآیند‌های سنتی و روش برنامه‌ریزی کلاسیک روش برنامه‌ریزی راهبردی مبتنی بر آینده‌پژوهی و آینده‌های محتمل و برآورد میزان آسیب‌پذیری قبل از وقوع زلزله بر مبنای اطلاعات نزدیک به واقعیت (محتمل) و برنامه‌ریزی متناسب با آن جهت کاهش آسیب‌پذیری پیشنهاد می‌شود. همچنین در کشف پیشران‌های حیاتی که مهمترین بخش برنامه‌ریزی راهبردی و الگوی تحقیق است از یک دیدگاه جامع و سیستمی استفاده شده است که تمامی جوانب یک فاجعه متاثر از زمین لرزه اعم از جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و کالبدی را در نظر می‌گیرد.

پیشنهادهای راهبردها

- بازنگری در طرح های ریزپهنه بندی زلزله (تهران پادیر) و طرح تدقیق گسل های فعال تبریز (مرکز تحقیقات راه و شهرسازی) و انجام مطالعات تخصصی بر مبنای دیدگاه های آینده پژوهی.
- بازنگری در طرح جامع تبریز مخصوصا تمرکز بر نواحی شمالی که در مجاورت گسل های فعال قرار دارند.
- اجرای طرح های جابجایی جمعیت در مناطق اسکان غیر رسمی مجاور گسل های فعال.
- تدوین ضوابط اختصاصی برای تراکم ساختمانی در نواحی مشرف به گسل های فعال.
- اجرای مطالعات مکان یابی اسکان موقت در شهر تبریز و بازنگری در مراکز موجود (پارک عباس میرزا)
- استفاده از سازه های پایدار و اصول مهندسی در طراحی سازه ها با توجه به شرایط لیتولوژیکی و پهنه بندی زمین لرزش در مناطق مختلف.
- اجرای طرح جابجایی مراکز خطر زایی که در طرح تدقیق گسل های فعال تبریز در مراکز پر خطر قرار گرفته اند.
- مسیر گشایی بر اساس طرح تفصیلی در نواحی حاشیه نشین جهت تسهیل در تخلیه جمعیتی در مواقع وقوع بحران.

منابع

- اعتمادی، وحید؛ اسکندری ثانی، محمد؛ ثقفی، مهدی. (۱۳۹۷). سنجش و ارزیابی تاب‌آوری (اجتماعی، نهادی) محله‌های شهری در برابر زلزله (مورد مطالعه: شهر قائن). فصلنامه علمی دانش انتظامی خراسان جنوبی، (۲۴) ۱۳۹۷، ۳۵-۴۴.
- باقری مراغه، ناهید، معتمدی، محمد، مافی، عزت‌الله. (۱۴۰۱). ارزیابی تاب‌آوری شهر شیروان در مواجهه با زلزله: نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، (۶۴) ۲۲، ۳۲۹-۳۴۷.
- حسین زاده دلیر، کریم، خدابخش چاخارلو. (۱۳۹۳). بررسی میزان کارایی شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله (مطالعه موردی مناطق ۱ و ۵ طرح تفصیلی تبریز). نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، (۵۰) ۱۸، ۱۵۳-۱۷۴.
- حسین‌زاده دلیر، کریم، ملکی، کیومرث، شفاعتی، آرزو و محمدرئوف حیدری-فر، (۱۳۹۱). پدافند غیر عامل و توسعه پایدار شهری با تأکید بر کاربرهای تهدیدپذیر کلان-شهر تبریز از منظر جنگ، فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۵.
- درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰). زمین‌شناسی ایران. نشر: دانش‌آموز، چاپ اول.
- سلیمی، مینو، نادری، احمد، نصرتی، روح‌الله (۱۴۰۰). مطالعه تاب‌آوری جامعه روستایی در برابر زلزله (مطالعه موردی: مجتمع روستایی کوییک سرپل‌ذهاب). (مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران، (۳) ۱۰، ۸۳۱-۸۸۶.
- سلیمی‌طاری، عزیزاله، تابش، علیرضا، ارجمندی، رضا، حیدری، امیرھوشنگ. (۱۳۹۹). تعیین مولفه‌های تاب‌آوری با تأکید بر تاب‌آوری زیست محیطی در زلزله احتمالی شهر تهران. دانش پیشگیری و مدیریت بحران، (۱۰) ۳۸، ۳۹۵-۴۰۷.
- عبداله زاده ملکی، بهناز، زرآبادی، زهراسادات سعیده، پیری، سعید، فرزادبهنش، محمد رضا (۱۴۰۰). تبیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری تکاملی شهری در برابر زلزله، موردپژوهش: شهر زنجان. فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، (۲) ۱۳، ۵۷۶-۵۵۸.
- قائدرحمتی، صفر، و خادم‌الحسینی، احمد، و سیاوشی، طاهره. (۱۳۹۲). تحلیل میزان ریسک پذیری سکونتگاه‌های شهری استان لرستان از خطر زلزله. جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، (۹) ۳، ۱-۱۴.
- کرمی، فریبا، آذر، علی و شریفی، رقیه (۱۳۹۰). خطر گسترش شهرها در حریم گسل‌های لرزه‌ای مطالعه موردی: شهرهای پیرامونه گسل تبریز، اولین کنفرانس بین‌المللی ساخت‌ساز شهری در مجاورت گسل‌های فعال، تبریز.
- محمود زاده، (۱۳۸۵). ارزیابی و پهنه‌بندی درجه تناسب توسعه فیزیکی شهر تبریز با استفاده از GIS، مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک ۸۵، صص ۱-۹.
- مقیمي اسکوئي، علي‌رضا (۱۳۸۵). اسکو، از ساحل دریاچه ارومیه تا قلعه سهند. انتشارات: شهرداری اسکو
- مهندسین مشاور نقش محیط (۱۳۹۴). گزارش طرح جامع تبریز، جلد اول.
- نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵.
- Etemadi, Vahid; Eskandari Sani, Mohammad; Taghafi, Mehdi. (2018). Measurement and evaluation of resilience (social, institutional) of urban neighborhoods against earthquakes (Case study: City of Qaen). Scientific Quarterly of Police Science of South Khorasan, (24) 2018, 35-44. [In Persian]
- Bagheri Maragheh, Nahid; Mo'tamedi, Mohammad; Mafi, Ezzatollah. (2022). Assessment of the resilience of the city of Shirvan in the face of earthquakes. Journal of Applied Research in Geographic Sciences, (64) 22, 329-347. [In Persian]
- Hossein Zadeh Delir, Karim; Khodabakhsh Chakharlu. (2014). Examining the efficiency of communication networks in cities against earthquakes (Case study: Areas 1 and 5 of the detailed plan of Tabriz). Journal of Geography and Planning, 18(50), 153-174. [In Persian]
- Hossein Zadeh Delir, Karim; Maleki, Kiumars; Shafaei, Arzu; and Mohammad Reza Heydari Far. (2012). Passive defense and sustainable urban development with an emphasis on vulnerable uses in the metropolis of Tabriz from the perspective of war, Journal of Geography and Environmental Sustainability, No. 5. [In Persian]
- Darvishzadeh, Ali. (1991). Geology of Iran. Publisher: Danesh Amouz, First Edition. [In Persian]
- Salimi, Minu; Naderi, Ahmad; Nasrati, Ruhollah. (2021). Study of the resilience of rural communities against earthquakes (Case study: Koyik rural complex in Sarpol-e Zahab). Studies and Social Research in Iran, (3)10, 831-886. [In Persian]

- Salimi Tari, Azizollah; Tabeish, Alireza; Arjomandi, Reza; Heydari, Amir Hossein. (2020). Determining resilience components with an emphasis on environmental resilience in the potential earthquake of Tehran. *Knowledge of Disaster Prevention and Management*, (10)38, 395-407. [In Persian]
- Abadollahzadeh Maleki, Behnaz; Zarabadi, Zahra Sadat Saeedeh; Piri, Saeed; Farzad Behtash, Mohammad Reza. (2021). Explanation of the factors affecting urban evolutionary resilience against earthquakes, Case study: City of Zanjan. *Scientific and Research Quarterly of New Perspectives in Human Geography*, (2)13, 558-576. [In Persian]
- Ghaed Rahmati, Safar; Khadem Al-Hosseini, Ahmad; and Siawoshi, Tahereh. (2013). Analysis of the risk level of urban settlements in Lorestan province from earthquake hazards. *Geography and Urban-Regional Planning*, 3(9), 1-14. [In Persian]
- Karami, Fariba; Azar, Ali; and Sharifi, Roghieh. (2011). The risk of urban expansion in the vicinity of seismic fault lines, Case study: Cities around the Tabriz fault, First International Conference on Urban Construction near Active Faults, Tabriz. [In Persian]
- Mahmoudzadeh. (2006). Assessment and zoning of the suitability of physical development in the city of Tabriz using GIS, *Proceedings of the Geomatics Conference 2006*, pp. 1-9. [In Persian]
- Moghimy Eskoi, Ali Reza. (2006). Eskoi, from the shores of Lake Urmia to the peak of Sahand. Publisher: Municipality of Eskoi. [In Persian]
- Consulting Engineers of the Role of Environment. (2015). Comprehensive Plan Report of Tabriz, Volume One. [In Persian]
- Detailed results of the 2016 General Population and Housing Census. [In Persian]
- Alexander, D. (1999): *earthquakes and volcanism*, applied geography, 66-82
- Bozza, A., Asprone, D., & Manfredi, G. (2015). *Developing an integrated framework to quantify resilience of urban systems against disasters*. *Natural Hazards*, 78(3), 1729-1748.
- FOURNIER DALE, E (1982): *An approach to earthquake risk, management*, engineering structures, volume4, issue 3, ,147-152
- Godschalk, D. R. (2003). Urban hazard mitigation: creating resilient cities. *Natural hazards review*, 4(3), 136-143.
- Greiving, S., & Fleischhauer, M. (2006). Spatial planning response towards natural and technological hazards. *Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions*. *Geological Survey of Finland, Special Paper*, 42, 109-123.
- Khatti, M. B. (2021). Differential vulnerability and resilience of earthquake: A case of displaced Tamangs of Tiru and Gogane villages of Central Nepal. *Progress in Disaster Science*, 12, 100205.
- Kodag, S., Mani, S. K., Balamurugan, G., & Bera, S. (2022). Earthquake and flood resilience through spatial Planning in the complex urban system. *Progress in Disaster Science*, 14, 100219.
- Kreimer, A; Arnold, A and Carlin, A (2003), Building safer cities, The future of disaster risk, Disaster risk management series, Vol. 3, The Worldbank.1-299
- Mei-Po Kwan, Daniel M. Ransberger (2010); LiDAR assisted emergency response: Detection of transport network obstructions caused by major disasters. *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 34, Issue 3, May 2010, PP: 179–188.
- Niu, Y., Jiang, N., & Jiang, X. (2021). Factors related to the resilience of Tibetan adolescent survivors ten years after the Yushu earthquake. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 65, 102554.
- UNDP (2004). Redacting disaster risk, a challenge for development. A global report, 1-146.