



Explaining the Influencing Factors in the Formation of a Smart city Based on Infrastructural Resilience: the case study of Ahvaz city

Hamed Ahmadi ¹, Saeed Amanpour ² ✉, Behnaz Babaei-Morad ³

1. Department of Urban Planning, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Email: h.ahmady@iauhvaz.ac.ir

2. (Corresponding Author) Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Email: amanpour@scu.ac.ir

3. Department of Urban Planning, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Email: ur.bebbm@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Received:

30 July 2024

Received in revised form:

5 October 2024

Accepted:

22 November 2024

Available online:

26 December 2024

Keywords:

Infrastructure Resilience,
Smart City,
Hazards,
Ahvaz City.

ABSTRACT

Smart and resilient cities are two different concepts, but they can be combined to improve citizens' lives in the face of various challenges. therefore, in the present study, the factors influencing the formation of a smart city based on infrastructural resilience were examined. Data collection was carried out using a library method and a questionnaire. Data analysis was carried out using factor analysis and multivariate regression testing in SPSS software and structural equation modeling in the IMOS software environment. The results of the factor analysis showed that utilizing smart energy-based infrastructures to reduce vulnerability is the first factor in forming a smart city based on infrastructural resilience in Ahvaz. Also, factors such as infrastructure and social capital, smart urban infrastructure management, and smart and integrated management of information infrastructure for realizing a resilient smart city have been ranked second to fourth, respectively. The results also showed that the 6 extracted factors of infrastructure resilience account for 0.723 percent of the variance of the smart city variable; utility and energy infrastructure affects the realization of a smart city by 53.7 percent, institutional-management infrastructure by 63.1 percent, and social infrastructure by 27.3 percent. Smartization of rescue and relief services such as firefighting, construction of smart routes for special vehicles and service providers, optimal planning of smart neighborhoods based on social capital, and smart and integrated management of information, energy, and utility infrastructure are among the suggestions presented based on the results of the research.

Citation: Ahmadi, H., Amanpour, S., & Babaei-Morad, B. (2024). Explaining the Influencing Factors in the Formation of a Smart city Based on Infrastructural Resilience: the case study of Ahvaz city. *Journal of Sustainable City*, 7(4), 41-56.

<http://doi.org/10.22034/jsc.2025.478479.1805>



© The Author(s)

Publisher: Iranian Geography and Urban Planning Association.

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Extended abstract

Introduction

Today, the smart city is a potential strategy and process for effective urban development that can lead to solving a wide range of current urban issues, including population growth, land use, urban infrastructure, traffic, and urban congestion, etc., which is of interest to many countries the world is also placed. Also, on the other hand, due to the increase in population and the subsequent accumulation of sensitive, vital, and important assets and infrastructures in cities, ensuring the security of cities and strengthening the resilience and stability of cities to continue providing services to citizens in order to improve the living quality of urbanization and provide security is very important, especially in times of crisis. Based on the mentioned cases, it can be said that today, smart cities are a potential strategy and process for urban development, and dealing with urban crises can lead to solving a wide range of current urban problems. However, resilience is a crucial concept that cities must adopt. It prepared for crises and accidents. Therefore, in the current research, the factors that influence the formation of a smart city based on infrastructure resilience have been investigated.

Methodology

This research was applied, and its method was based on descriptive analysis. The required data were collected through library studies and field surveys and were analyzed using the exploratory and confirmatory factor analysis methods. The statistical community included experts and experts related to the research subject; the sample size was 100 people (minimum quorum for descriptive analysis), which was calculated according to the Delphi method and systematically and purposefully based on their work records related to resilience. The questionnaire data were extracted with the help of exploratory factor analysis in the SPSS software environment and then analyzed through the multivariate regression test. Then, the structural equation modeling of the data was drawn in the AMOS software environment.

Results and discussion

The exploratory factor analysis method was used to interpret 31 smart city variables based on infrastructural resilience. The results of this study showed that the factor of utilizing smart energy-oriented infrastructures in order to reduce vulnerability with 18.73% accounted for the highest percentage of the variance of realizing a smart city based on infrastructural resilience. The factor of realizing a resilient smart city based on infrastructure and social capital, smart urban infrastructure management, smart and integrated management of information infrastructure, smart energy management, and smart infrastructure efficiency to provide services during disasters, respectively, with allocation 14.59, 11.507, 10.957, 9.231 and 6.98 percent of the variance of the second to sixth place have been assigned to them.

Conclusion

The confirmatory factor analysis results, with the help of structural equation modeling, also showed that the extracted 6 factors of infrastructural resilience accounted for 0.723% of the variance of the smart city in Ahvaz. The evaluation of the smart city based on its utility and energy infrastructure, institutional management infrastructure, and social infrastructure revealed the following results:

- The utility and energy infrastructure contributes 53.7% to the realization of the smart city;
- The institutional management infrastructure accounts for 63.1% of the realization;
- The social infrastructure has a lesser impact, contributing only 27.3% to the realization of the smart city.

Concerning infrastructural resilience for the realization of a smart city, attention to smart infrastructure management based on updating and optimizing urban infrastructure, optimal and intelligent planning based on the management of telecommunications, information infrastructures, and smart infrastructures about growth and development using information and communication technology, paying attention to the social

infrastructure based on the capacity of institutions, institutions and the capacity of systems in a city and smart infrastructure management with regard to the smartening of rescue services were important. In line with the aim of the research, the following suggestions could be made:

The existence of smart governance in Ahvaz based on the approach of strengthening urban infrastructure; explaining the development strategies of Ahvaz based on a resilient smart city with an emphasis on management and energy infrastructure; Smartening rescue and rescue services such as firefighting; building smart routes for the movement of special vehicles and service providers; optimal planning of smart neighborhoods based on social capital, etc.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

تبیین عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی مطالعه موردی: شهر اهواز

حامد احمدی^۱، سعید امان‌پور^۲✉، بهنار بابایی‌مراد^۳

۱- گروه شهرسازی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. رایانامه: h.ahmady@iauhvaz.ac.ir

۲- نویسنده مسئول، گروه شهرسازی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. رایانامه: amanpour@scu.ac.ir

۳- گروه شهرسازی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. رایانامه: ur.behbm@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۵/۰۹

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۳/۰۷/۱۴

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۹/۰۲

تاریخ چاپ:

۱۴۰۳/۱۰/۰۶

واژگان کلیدی:

تاب‌آوری زیرساختی،
شهر هوشمند،
مخاطرات،
شهر اهواز.

شهر هوشمند و تاب‌آور دو مفهوم متفاوت هستند، اما می‌توانند با یکدیگر ترکیب شوند تا بهبود زندگی شهروندان را در مواجهه با چالش‌های مختلف تسهیل کنند. استفاده از فناوری‌های پیشرفته در ساختار شهر هوشمند می‌تواند به تقویت تاب‌آوری شهر در مواجهه با چالش‌های مختلف کمک کند، لذا، در پژوهش حاضر عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی موردبررسی قرار گرفت. جمع‌آوری داده‌ها به روش کتابخانه‌ای و پرسشنامه انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک تحلیل عاملی و آزمون رگرسیون چند متغیر در نرم‌افزار اس.پی.اس. اس و مدل‌سازی معادلات ساختاری در محیط نرم‌افزار ایموس صورت پذیرفت. نتایج تحلیل عاملی نشان داد عامل بهره‌گیری از زیرساخت‌های انرژی محور هوشمند در جهت کاهش آسیب‌پذیری نخستین عامل شکل‌گیری شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی در شهر اهواز به شمار می‌آید. همچنین، عواملی همچون؛ زیرساخت‌ها و سرمایه اجتماعی، مدیریت زیرساخت‌های هوشمند شهری و مدیریت هوشمند و یکپارچه زیرساخت‌های اطلاعاتی جهت تحقق شهر هوشمند تاب‌آور به ترتیب رتبه دوم تا چهارم را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج همچنین نشان داد عوامل شش‌گانه استخراج‌شده تاب‌آوری زیرساختی ۰/۷۲۳ درصد از واریانس متغیر شهر هوشمند، سپس، زیرساخت تأسیساتی و انرژی به میزان ۵۳/۷ درصد بر تحقق شهر هوشمند، زیرساخت نهادی-مدیریتی ۶۳/۱ درصد بر تحقق شهر هوشمند و زیرساخت اجتماعی ۳/۲۷ درصد بر تحقق شهر هوشمند اثرگذار است. هوشمند سازی خدمات امداد و نجات مثل آتش‌نشانی، ساخت مسیرهای هوشمند جهت حرکت خودروهای ویژه و خدمات رسانی، برنامه‌ریزی مطلوب محلات هوشمند بر اساس سرمایه اجتماعی و مدیریت هوشمند و یکپارچه زیرساخت‌های اطلاعاتی، انرژی و تأسیساتی از جمله پیشنهادهایی است که بر اساس نتایج پژوهش ارائه شده است.

استناد: احمدی، حامد؛ امان‌پور، سعید و بابایی‌مراد، بهنار. (۱۴۰۳). تبیین عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی مطالعه موردی: شهر اهواز. *مجله شهر پایدار*، ۷ (۴)، ۵۶-۴۱.

<http://doi.org/10.22034/jsc.2025.478479.1805>

ناشر: انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری ایران

© نویسندگان



مقدمه

سیستم‌های شهری با خطرات مختلفی روبرو هستند و درک پیوندهای درونی عناصر شهری برای پرداختن به خطرات ضروری است (Guo et al, 2024:19). مدنیت و پیشرفت تمدن شهری در مقابل نیروهای گوناگونی قرار دارد و این نیروها توان آن را دارند که شهرها را به بحران‌های جدی سوق دهند (Gkontzis et al, 2024:41). این امر باعث شده است که مسئله تاب‌آوری شهرها در برابر بحران‌های طبیعی اجتماعی و اقتصادی و کالبدی اهمیت جدی پیدا کرده و علی‌رغم هشدار فراوان همچنان سطح و میزان آسیب‌پذیری در زمان بروز بحران در مناطق مختلف شهری بالاست (Lee et al, 2024:23). این موضوع گویای مضامین مهمی از جمله عدم شایستگی برنامه‌ریزی برای هدایت شهر در زمان پیش‌پس و وقوع بحران است. چندین دهه است که ظهور تکنولوژی‌های جدید و نفوذ هر چه بیشتر آن در فرآیندهای حل مسائل شهری به شکل‌گیری رویکردهای شهرسازی جدیدی نظیر شهر هوشمند انجامیده که گمان می‌رود از طریق راه‌کارهای مبتنی تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات می‌تواند برنامه‌ریزی شهری را غنا ببخشد و در یافتن راهکار مناسب برای تعدیل مسائل شهری مؤثر افتد (قربشی و همکاران، ۱۳۹۹:۵۸).

امروزه شهر هوشمند به‌عنوان یک راهبرد و روند بالقوه برای توسعه شهری مؤثر که می‌تواند منجر به حل طیف وسیعی از مسائل جاری شهری از جمله رشد جمعیت، کاربری زمین، زیرساخت‌های شهری، ترافیک و ازدحام شهری و غیره شود که موردتوجه بسیاری از کشورهای جهان نیز قرار گرفته است. ایده توسعه شهر هوشمند برای مدت طولانی مطرح بوده است، ولیکن از سال ۲۰۰۵ با توسعه شرکت‌های فناوری، ارتقاء محصولات فناوری و برنامه‌ها کاربردی در شهر مانند زیرساخت‌های شهری، ساختمان، تأمین انرژی و امنیت موردتوجه بیشتری قرار گرفته است (Nguyễn & Đào, 2001: 13). همچنین، از سوی دیگر با توجه به افزایش جمعیت و به دنبال آن انباشت دارایی‌ها و زیرساخت‌های حساس، حیاتی و مهم در شهرها، تأمین امنیت شهرها و تقویت تاب‌آوری و پایداری شهرها برای تداوم خدمت‌رسانی به شهروندان در جهت ارتقاء کیفیت زیستی شهرنشینی و تأمین امنیت به‌ویژه در مواقع بحران از اهمیت بسیاری برخوردار است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۸:۱۳).

با توجه به آنکه تاب‌آوری شهری اصطلاحی است که برای اندازه‌گیری توانایی یک شهر در بهبود از بلا به کار می‌رود و در حقیقت شهرهای تاب‌آور از پیش برای پیش‌بینی، پشت سر گذاشتن و بهبود تأثیرات خطرات طبیعی یا فنی طراحی شده‌اند و سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی در چنین شهری توان بقاء و عملکرد در شرایط فشار و بحرانی را دارند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۵)؛ با هوشمند سازی شهرها و شهروندان با در نظر گرفتن تاب‌آوری آن‌ها می‌توان اقداماتی نظیر افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقاء پایداری و تسهیل مدیریت بحران را منجر شد (Adelani, 2024:985).

قابل‌ذکر است که تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری یکی از ابعاد حیاتی برای تاب‌آوری شهر است، چرا که زیرساخت‌ها پایدار و مقاوم برای تحقق شهر تاب‌آور حائز اهمیت است. در تاب‌آوری زیرساختی هدف محدود کردن آسیب به زیرساخت‌های شهری (مقاومت زیرساخت‌ها)؛ مقابله با عواقب ناشی از بحران و مخاطره (جذب) و بازیابی به حالت پیش از بحران (اصطلاح بازسازی) می‌باشد (Cutter et al, 2010:2). همچنین، تاب‌آوری در سیستم‌های زیرساختی می‌تواند به‌عنوان کیفیت در نظر گرفته شود که آسیب‌پذیری و پیامدهای ناشی از بحران را کاهش می‌دهد، روند پاسخگویی و بازیابی را تسریع می‌بخشد و سازگاری را در مقابله با شرایط بحرانی تسهیل می‌کند (Rehak et al, 2018:1). لذا می‌توان گفت ادغام فناوری‌های هوشمند در سیستم‌های زیرساختی می‌تواند با فعال کردن نظارت و پاسخ در زمان واقعی، انعطاف‌پذیری شهرها را افزایش دهد (Sun et al, 2023:11).

در کشور ایران شهر هوشمند از جمله مباحثی است که در سال‌های اخیر موردتوجه بیشتر قرار گرفته است و رو به افزایش می‌باشد؛ ولیکن شهرهای هوشمند دارای چالش‌هایی می‌باشند که از جمله می‌توان به چالش اقتصادی، مدیریتی، آموزشی، فنی و فرهنگی اشاره نمود. از سوی دیگر، تاب‌آوری این شهرها در مقابله با سوانح و تهدیدات در شهرهای ایران با توجه به مخاطره خیز بودن این کشور از جمله مباحثی است که باید مدنظر قرار گیرد. لذا، هوشمندسازی شهرهای ایران باید بر اساس شناسایی مخاطرات، آسیب‌شناسی شهرها و در نهایت ابعاد تاب‌آوری شهرها صورت پذیرد تا بستری را برای مقابله با هرگونه مخاطره و بحران فراهم آورد. با توجه به زیرساخت‌های شهرهای امروزی، تاب‌آوری زیرساختی که هدف آن تأمین مقاومت و توانایی زیرساخت‌ها در مواجهه با شرایط بحرانی به‌منظور حمایت از نیازهای انسانی، ازجمله حمل‌ونقل، بهداشت و امکانات آموزشی، خدمات انسانی، مسکن و ارتباطات می‌باشد در تحقق شهر هوشمند از اثرگذاری بیشتری برخوردار می‌باشد (روستا و همکاران، ۱۳۹۷: ۳).

با توجه به آنکه شهر اهواز نیز از جمله شهرهایی است در ایران که با تهدیدات و بحران‌های طبیعی و مصنوع مواجه می‌باشد و فقدان پیش‌بینی راهکارهای لازم در حوزه پیشگیری، مقابله و پس از بحران، فقدان سازوکار مناسب جهت تقسیم عادلانه امکانات امدادی، ضعف برنامه‌ریزی در عملیات، نبود هماهنگی بین ارگان‌های درگیر در بحران، نبود سازوکار مناسب برای بازگشت آسیب دیدگان به زندگی عادی و غیره، از جمله چالش‌هایی است که شهر اهواز با آن روبه‌رو می‌باشد و از سوی دیگر با در نظر گرفتن فرسودگی ساختاری و ناکارآمدی در توزیع و طراحی زیرساختی کلان‌شهر اهواز می‌توان گفت در هوشمند سازی این شهر در جهت افزایش تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری آن، تاب‌آوری زیرساختی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در همین راستا تبیین عوامل تأثیرگذار بر تحقق شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی حائز اهمیت می‌باشد که هدف اصلی این پژوهش در نظر گرفته شده است و بر اساس آن سؤال اصلی چنین مطرح شده است: "کدام عوامل بر شکل‌گیری شهر هوشمند با توجه به تاب‌آوری زیرساختی در شهر اهواز اثرگذار است؟".

در بررسی پیشینه داخلی پژوهش مذکور، ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۸)، نیز در مقاله‌ای با عنوان "تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهر هوشمند و نقش آن در توسعه پایدار شهر" ارتباط بین هوشمندی و تاب‌آوری راهنمایی برای ارتقاء تاب‌آوری در شهرهای هوشمند و تدوین سیاست‌ها و اندازه‌گیری‌ها برای ارتقاء سطح انعطاف‌پذیری در طول ارتقاء شهرهای هوشمند مورد تحلیل قرار گرفته است. همچنین پیشنهادهایی برای توسعه آتی شهرهای هوشمند و نیز سازندگان سیاست‌گذاری فراهم می‌کند تا با ارتقاء صحیح و مؤثر در ساخت شهر هوشمند، به توسعه کلی و بهبود سطح تاب‌آوری شهری جدی گرفته شود. قریشی و همکاران (۱۳۹۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیلی بر قلمرو نظری شهر هوشمند تاب‌آور و تدوین چارچوب کاربست آن" به تبیین قلمرو نظری شهر هوشمند تاب‌آور بین دو نظریه شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری پرداختند و مطالعات نشان داد که سه گونه اصلی مطالعه تبیینی شهر هوشمند تاب‌آور وجود دارد که از حیث پیوند شناختی، ارتباط عناصر، ابعاد و مؤلفه‌های دو نظریه کمتر کار شده و جامعیت تلفیقی یک نظریه واحد زیر سؤال است. لذا سعی گردید پیشنهاد روشنی برای تلفیق جامعی از دو نظریه برای تعیین چارچوب نظری در تدوین سازوکار یک شهر هوشمند تاب‌آور تدوین و مستدل گردد. همچنین، علیزاده (۱۴۰۰)، در مقاله‌ای با عنوان "تحلیل و شناخت ظرفیت تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی شهری بر اساس مدل چرخه سازگاری تاب‌آوری (RAC) در کلان‌شهر اهواز" شاخص‌های تبیین‌کننده میزان تأثیرگذاری دارایی، ساختار شبکه‌ای دارایی، پوشش کالبدی دارایی، اهمیت مصرفی دارایی و سرانه مصرف دارایی، زیرساخت حیاتی برق بر اساس ساختار مدل تاب‌آوری در مرحله فروپاشی و سازمان‌دهی مجدد، زیرساخت حیاتی مخابرات در مرحله بهره‌وری و زیرساخت حیاتی حمل‌ونقل در مرحله تعادل قرار دارد. به نظر

می‌رسد زیرساخت حیاتی برق نیازمند ایجاد ظرفیت مانایی و بازیابی مجدد، زیرساخت حیاتی مخابرات نیازمند ایجاد ظرفیت رشد و زیرساخت حیاتی حمل‌ونقل نیازمند ایجاد ظرفیت توسعه در این کلان‌شهر هستند. صدرآباد و پوری رحیم (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان بررسی تاب‌آوری زیرساخت‌های شهر هوشمند با رویکرد پدافند غیرعامل؛ نمونه مطالعاتی، منطقه ۴ شهر تهران به این نتیجه رسیده‌اند که بین ابعاد کالبدی محیطی برنامه‌ریزی شهری و پدافند غیرعامل شهری با امتیاز ۴٫۱۶ رابطه معناداری وجود دارد. مؤلفه کالبدی محیطی به‌عنوان تأثیرگذارترین عامل در کاهش خطرات در زمان بحران در منطقه ۴ شهرداری تهران شناخته‌شده است. در نهایت، این تحقیق تأکید می‌کند که بهبود تاب‌آوری زیرساخت‌های شهر هوشمند با رویکرد پدافند غیرعامل می‌تواند به‌طور چشمگیری آسیب‌پذیری را کاهش دهد. فتوحی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان بررسی عوامل اثرگذار بر تحقق هوشمند سازی شهری با رویکرد تاب‌آوری مورد پژوهی: شهر خرم‌آباد به این رسیده‌اند که شاخص مدیریت و سازمان‌دهی نقش مهمی و اثرگذاری در تاب‌آوری فضاهای شهری خرم‌آباد با امتیاز (۰٫۱۴۷) دارد که جز اثرگذارترین شاخص معرفی شد. یکی دیگر از شاخص‌های مهم شهرهای هوشمند استفاده از فناوری‌های نوین با امتیاز (۰٫۵۹۰) است که اثرگذاری زیادی در تاب‌آوری شهری خرم‌آباد دارد. سومین شاخص شهر هوشمند و تأثیرگذار میزان مشارکت شهروندان است که بر اساس نتایج حاصل از دیمتل فازی با توجه به کسب امتیاز مثبت (۰٫۳۰۳) جز عوامل اثرگذار شناخته شد. لویز و کاسترو^۱ (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای تحت عنوان "پایداری و تاب‌آوری در برنامه‌ریزی شهر هوشمند: مروری به مطالعه برنامه‌ریزی شهری از منظر برنامه‌ریزی زیست‌محیطی پایدار"، بر اساس چهار موضوع: برنامه‌ریزی شهری، پایداری، تاب‌آوری و شهرهای هوشمند به مطالعه پرداختند؛ بر اساس نتایج پژوهش آن‌ها نتیجه اصلی در نظر گرفتن شهرهایی با رویکرد سیستمی پیچیده است که مانند یک چرخ‌دنده عمل می‌کند. رابطه بین فرآیندهای بین‌شهری و درون‌شهری عامل کلیدی است که امکان درک همگام‌سازی آن‌ها را فراهم می‌کند. اس زپ^۲ و همکاران (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای تحت عنوان "پیوند مفاهیم شهر هوشمند با تاب‌آوری شهری" ده شهر از کشورهای ویسگراد^۳ را با استفاده از داده‌های مقطعی مقایسه نمودند و بر اساس نتایج پژوهش آن‌ها در مورد مؤلفه‌های جمعیتی و فضایی-محیطی آن‌ها در حدود یا کمتر از میانگین است. این نشان می‌دهد که موفقیت اقتصادی یک شهر لزوماً به معنای تاب‌آوری بیشتر نیست؛ یک شهر موفق اقتصادی، شرط لازم اما نه کافی برای شهر تاب‌آور بودن است. آپوستو^۴ و همکاران (۲۰۲۲)، در مقاله‌ای تحت عنوان "آیا شهرهای هوشمند کلید تاب‌آوری شهری هستند؟ بازاندیشی تاب‌آوری شهری" در سطح اروپا، شهرهای هوشمند به‌طور قابل‌توجهی با تاب‌آوری شهری همبستگی دارند. تاب‌آوری شهری با تغییر در هوشمندسازی شهر قابل تبیین است و تاب‌آوری با تمام ابعاد شهر هوشمند می‌تواند تعریف شود. کیوتی^۵ و همکاران (۲۰۲۳)، در مقاله‌ای تحت عنوان "اندازه‌گیری عملکرد پایداری، تاب‌آوری و زیست‌پذیری شهرهای هوشمند اروپایی: یک مدل پشتیبانی تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر متخصص فازی جدید" به مطالعه و بررسی میزان عملکرد پایداری، تاب‌آوری و زیست‌پذیری شهرهای اروپایی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن است که با هوشمندسازی شهرها می‌توان عملکرد پایداری و تاب‌آوری اجتماعی را ارتقاء بخشید و پس‌از آن ابعاد شهر هوشمند بر عملکرد محیطی و اقتصادی شهر اثرگذار می‌باشد. ژائو و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان مکانیسم‌های تاب‌آوری در شهرها در مراحل مختلف توسعه: رویکرد پویایی سیستم به این نتیجه رسیده‌اند که نتایج نشان

1. Lopez and Castro

2. Szép

3. Visegrád

4. Apostu

5. Kutty

می‌دهد که تاب‌آوری شهری در سه شهر مورد مطالعه در مسیرهای مختلف با ویژگی‌های متمایزی که فازهای مختلف توسعه را نشان می‌دهد، تکامل می‌یابد. این مطالعه یک مدل پویایی سیستم شهر تاب‌آور ایجاد می‌کند، که مراجعی را برای شبیه‌سازی‌های کمی تاب‌آوری آینده فراهم می‌کند و می‌تواند برای شبیه‌سازی تاب‌آوری شهرها در زمینه‌های مختلف تطبیق داده و اعمال شود.

قابل ذکر است بر اساس مطالعات پیشینه مرتبط با شهر هوشمند، تاب‌آوری شهری و تاب‌آوری زیرساختی نیز می‌توان گفت این دو نظریه بر اساس ارتباط معناداری بین متغیرها مطرح شده است و آسیب‌شناسی و به دنبال آن چشم‌انداز سازی به‌منظور تبیین برنامه‌ریزی راهبردی شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی مدنظر پژوهشگران قرار گرفته نشده است. به عبارتی، پژوهشگران سعی بر تدوین شاخص‌ها و یا رویه‌های برنامه‌ریزی بر اساس ابعاد تاب‌آوری شهری به‌صورت کلان داشته‌اند؛ در همین راستا در این مقاله هدف اصلی شناسایی عوامل اثرگذار بر شکل‌گیری شهر هوشمند با توجه به تاب‌آوری زیرساختی می‌باشد.

مبانی نظری

با شتاب شهرنشینی، تعدادی از شهرها برای طراحی و توسعه شهری بهتر و زندگی با کیفیت با چالش‌هایی روبرو هستند. در همین راستا، جوامع شهری تلاش می‌کنند تا چالش‌های شهرنشینی را کاهش دهند و از طریق مدیریت کارآمد دارایی‌ها و منابع، محیط زندگی با کیفیت را تضمین کنند. از آنجایی که فناوری اطلاعات و ارتباطات در تلاش برای توسعه صنعت نقش محوری ایفا می‌کند، شهرها با همراه شدن فناوری، راه‌حل‌های شهرنشینی را پیدا می‌کنند. بسیاری از دولت‌های شهری به دنبال القاء فناوری در تمام جنبه‌های عملیات شهری برای ایجاد طرح‌های مرتبط و هوشمندتر هستند. شهر هوشمند، به رویکردهای جدید برای برنامه‌ریزی شهری و زندگی شهری با فناوری بالا مرتبط است که از فناوری‌های هوشمند جدید پیشرفته (Neirotti et al, 2014:26)؛ برای ایجاد یک کلان‌شهر سبزتر، تجارت نوآورانه و کیفیت زندگی غنی‌تر برای شهروندان خود استفاده می‌کند (Bakıcı et al, 2013: 144).

مفهوم شهر هوشمند در جهت بهینه‌سازی زیرساخت‌های شهری به‌منظور تضمین کیفیت زندگی شهروندان است (Bakıcı et al, 2013:135). این زیرساخت‌ها در زمینه‌هایی مانند حمل‌ونقل، تأمین آب و برق، مدیریت زباله، اتصال فناوری اطلاعات، تحرک شهری کارآمد، حکومت الکترونیک و مشارکت شهروندان می‌باشد. بنابراین، عواملی که شهر هوشمند را تعریف می‌کنند، به‌عنوان حوزه‌های سخت و نرم، شامل هشت حوزه فرعی، مانند تحرک (حمل‌ونقل)، ساختمان، مراقبت‌های بهداشتی، سرگرمی، آموزش، ایمنی عمومی، محیط‌زیست و اقتصاد شناسایی شدند (Neirotti et al, 2014:26). به‌طور کلی، شهرهای هوشمند دارای شش معیار اصلی شامل اقتصاد هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، محیط هوشمند، شهروندان هوشمند، روش زندگی هوشمند و مدیریت هوشمند می‌باشند (Verhulsdonck et al, 2023:380). تاب‌آوری شهری، اصطلاحی است که برای اندازه‌گیری توانایی یک شهر در بهبود از بلا به کار می‌رود و در حقیقت شهرهای تاب‌آور از قبل برای پیش‌بینی، پشت سر گذاشتن و بهبود تأثیرات خطرات طبیعی یا فنی طراحی شده‌اند و سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی در چنین شهری توان بقاء و عملکرد در شرایط فشار و بحرانی را دارند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۵). تاب‌آوری شهری دارای چهار بعد کالبدی-محیطی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی-سازمانی است و می‌توان گفت شهر تاب‌آور شهری آماده برای مواجهه و مقابله با هرگونه بحران منتظره و غیرمنتظره می‌باشد که از نظر کالبدی - محیطی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی-سازمانی دارای انعطاف عملکردی بالا و آسیب‌پذیری پایین می‌باشد (اسدی عزیزآبادی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۱۶).

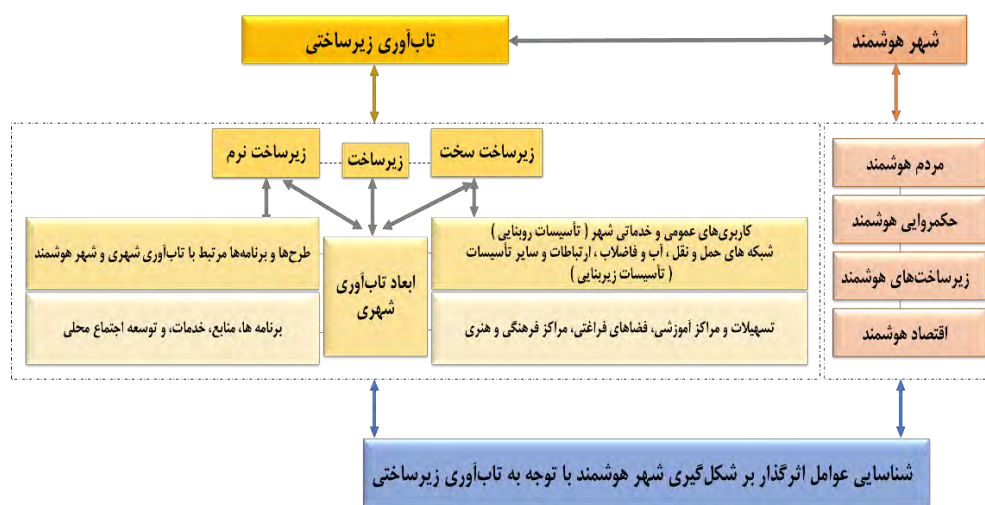
تعاریف مختلفی از زیرساخت با توجه به جنبه‌های گوناگون وجود دارد و در یک نگاه کلی، زیرساخت شامل عناصر ساختاری عمومی است که چارچوبی را برای یک ساختمان کامل فراهم می‌آورد (Star & Bowker, 2006:231). به‌طور کلی می‌توان گفت زیرساخت، ساختاری عمومی است که دارای سازمان‌دهی و نظام یکپارچه و وسیع است، از ساختاری یکپارچه و کامل (نظام مخدوم) پشتیبانی می‌کند، فضائی را برای ارائه خدمت در یک زمینه مشخص فراهم می‌آورد، و چارچوبی را برای خدمت‌ها به شکل بلوک‌های خدمات ایجاد می‌کند و همچنین، سیستم‌هایی هستند که گردش کالاها، دانش، معنا، مردم و قدرت را ممکن می‌سازند (Thacker et al, 2019:326). تاب‌آوری زیرساختی بر اساس زیرساخت‌های موجود در شهرها تعریف می‌شود؛ در تاب‌آوری زیرساختی هدف تأمین مقاومت و توانایی زیرساخت‌ها در مواجهه با شرایط بحرانی به‌منظور حمایت از نیازهای انسانی، از جمله حمل‌ونقل، بهداشت و امکانات آموزشی، خدمات انسانی، مسکن و ارتباطات می‌باشد (Gallego-Lopez & Essex, 2016:6).

برای تقویت تاب‌آوری مؤلفه‌های تأثیرگذار فراوانی مانند ابعاد اقتصادی، فردی سرمایه اجتماعی، زیرساخت‌ها، خدمات و ابعاد مدیریتی وجود دارد در این میان نقش زیرساخت‌ها برای بهبود وضعیت تاب‌آوری بسیار مهم است زیرا زیرساخت‌ها شامل شبکه‌های ارتباطی مکان استقرار مراکز خدمات درمانی پاسگاه‌های نیروی انتظامی مراکز آتش‌نشانی و مدیریت بحران در کنار شبکه ارتباط جمعی مانند، تلفن اینترنت و ... است که تمام این زیرساخت‌ها و تأسیسات در مدیریت بحران و مدیریت ریسک بلایای طبیعی نقش بسیاری دارد به‌طوری‌که دسترسی مطلوب به زیرساخت‌ها، ظرفیت تاب‌آوری جوامع را بهبود می‌بخشد (Zhou et al, 2021:44). در تاب‌آوری زیرساختی هدف محدود کردن آسیب به زیرساخت‌ها (مقاومت زیرساخت‌ها)، مقابله با عواقب ناشی از بحران و مخاطره (جذب) و بازیابی به حالت پیش از بحران و مخاطره (اصطلاح بازسازی) می‌باشد (Cutter et al, 2010:2). تاب‌آوری در سیستم‌های زیرساختی می‌تواند به‌عنوان کیفیت در نظر گرفته شود که آسیب‌پذیری و پیامدهای ناشی از بحران را کاهش می‌دهد، روند پاسخگویی و بازیابی را تسریع می‌بخشد و سازگاری را در مقابله با شرایط بحرانی تسهیل می‌کند (Rehak et al, 2018:1).

استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در عملکردهای شهرهای امروزی ضرورت دارد و می‌تواند نقش قابل‌توجهی در کاهش معضلات شهری و افزایش رفاه شهروندان ایفا کند و در این میان شهر هوشمند به‌عنوان نمونه‌ای از کاربرد فناوری، اطلاعات و ارتباطات، توانایی تحقق بسیاری از شاخص‌های تاب‌آوری شهری را داراست؛ از این‌رو تاب‌آوری شهر هوشمند را می‌توان چنین تبیین نمود که شهر هوشمند باید بتواند در مواقع ضروری پیش‌بینی لازم را داشته باشد و بنابراین، این هوشمندی که نتیجه آن تصمیم به‌موقع و درست اتخاذ کردن است، همان تاب‌آوری را برای شهرها به ارمغان خواهد آورد (Szép et al, 2021:10).

بر اساس مبانی نظری مطالعاتی می‌توان گفت شهر هوشمند به دنبال بهینه‌سازی عملکردهای مختلف شهری از طریق تعبیه و سپس شبکه‌سازی فناوری‌های ارتباطی و اطلاعات جدید و ابزارهای دیجیتالی در شهرها می‌باشد. به‌طور کلی، در شهر هوشمند سنسورها و فناوری‌های مجهز به نرم‌افزار را به‌منظور تقویت مدیریت شهری و افزایش کیفیت زندگی شهروندان در زمان واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اساس کار شهر هوشمند مبتنی بر داده می‌باشد و می‌توان گفت شهر هوشمند با نوعی شهرنشینی مبتنی بر داده مشخص می‌شود. لذا، در مفهوم شهر هوشمند، دو رویکرد اصلی وجود دارد: زیرساخت سخت و زیرساخت نرم. رویکرد زیرساخت‌های سخت بر استفاده از فناوری و ارتباطات مدیریت زیرساخت‌های شهری مانند حمل‌ونقل، آب و فاضلاب، برق، پسماند، انرژی، خدمات امنیتی و غیره متمرکز است و رویکرد زیرساخت‌های سخت بر استفاده از توسعه ظرفیت، منابع انسانی، بهبود کیفیت آموزش، مشارکت جامعه، نوآوری اجتماعی، برابری اجتماعی و غیره تأکید دارد. در همین راستا نیز می‌توان گفت زیرساخت‌های سخت شامل زیرساخت‌های کالبدی-

محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌شود. زیرساخت‌های نرم نیز شامل برنامه‌ها، منابع، خدمات و طرح‌های شهری است.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

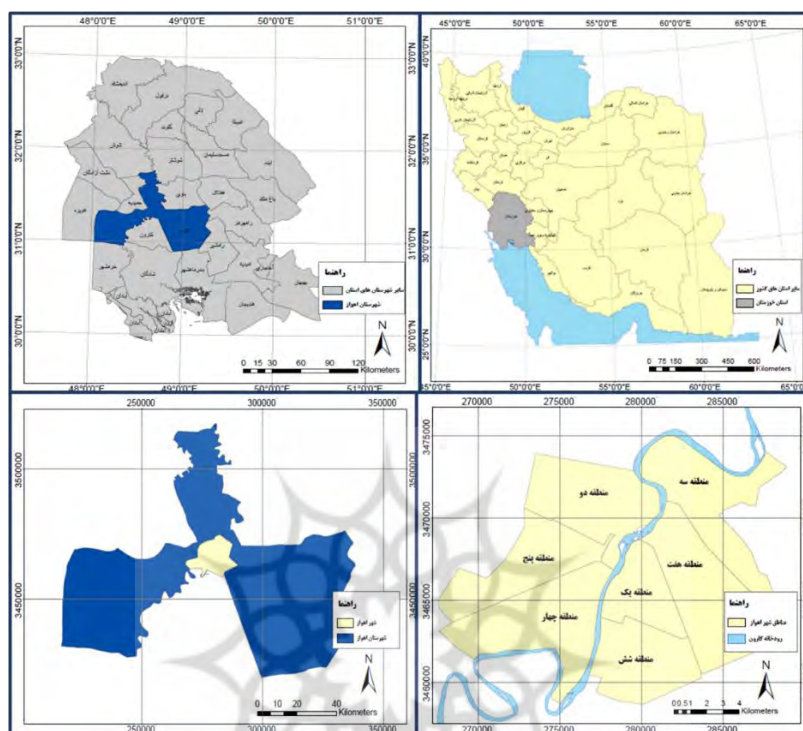
روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و روش انجام آن کمی بر اساس شیوه تحلیل، توصیفی تحلیلی می‌باشد. داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی گردآوری شده و با بهره‌گیری از روش تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. خبرگان و کارشناسان که در ارتباط با موضوع تحقیق دارای تخصص باشند به‌عنوان جامعه آماری متخصصین مدنظر قرار گرفته‌شده است و حجم نمونه مرتبط با پژوهش نیز برابر ۱۰۰ نفر (حداقل حدنصاب تحلیل توصیفی) با توجه به روش دلفی محاسبه گردیده است. متخصصین و کارشناسان شهری را با استفاده از روش سیستماتیک و هدفمند و بر اساس سوابق کاری آن‌ها که در ارتباط با تاب‌آوری شهری و شهر هوشمند دارای تخصص بودند تعیین و نسبت به انجام مصاحبه با ایشان اقدام گردیده است. ابزار اصلی تحقیق، پرسشنامه محقق ساخته بوده که روایی (صوری) آن توسط اساتید دانشگاهی و کارشناسان شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری پس از انجام اصلاحات لازم، مورد تأیید قرار گرفت. پایایی پرسشنامه با استفاده از آلفای کرونباخ محاسبه شد مقدار آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده برای متغیر تاب‌آوری زیرساختی برابر با ۰/۷۸۵ و برای متغیر شهر هوشمند برابر با ۰/۷۳۲ بود با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده که بیشتر از ۰/۷ است از این رو پایایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای ابتدا به کمک تحلیل عامل اکتشافی در محیط نرم‌افزار SPSS استخراج گردید سپس از طریق آزمون رگرسیون چند متغیره تأثیرگذاری هر یک از عوامل بر شاخص‌های استخراج موردبررسی قرار گرفت و در ادامه مدل‌سازی معادلات ساختاری داده‌ها در محیط نرم‌افزار Amos ترسیم گردید.

محدوده مورد مطالعه

کلان‌شهر اهواز در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۹: ۷۶). جمعیت این شهر طبق سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۵ برابر با ۱۱۸۴۷۸۸ نفر است که به‌عنوان هفتمین شهر پرجمعیت ایران محسوب می‌شود این شهر دارای ۸ منطقه شهری ۳۴ ناحیه ۱۲۴ محله و بر اساس آخرین تقسیم‌بندی‌های انجام‌یافته است. قابل ذکر است

که شهر اهواز یکی از کلان‌شهرهایی است که با چالش‌های متعددی از جمله فرسودگی ساختاری و ناکارآمدی در توزیع و طراحی زیرساختی، عدم وجود مدیریت یکپارچه در زمینه مدیریت بحران، آلودگی هوا و زیست‌محیطی و غیره روبه‌رو می‌باشد که با توجه هوشمند سازی شهر اهواز در سال‌های اخیر توجه به تاب‌آوری این شهر نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است در شکل ۲ نقشه منطقه مورد مطالعه آورده شده است.



شکل ۲. محدوده مورد مطالعه

یافته‌ها

بر اساس مدل مفهومی ارائه‌شده در مبانی نظری (شکل شماره ۱)، شاخص‌های مرتبط با شهر هوشمند با تأکید بر تاب‌آوری شهری بر اساس تاب‌آوری کالبدی، اجتماعی و مدیریتی-سازمانی تدقیق شدند و سپس ماتریس داده‌ها برای تحلیل عاملی بر اساس آن‌ها تشکیل شد. قابل‌ذکر است که ماتریس داده‌ها باید حاوی اطلاعاتی باشد که مناسب بودن داده‌های مربوطه را نشان دهد، این موضوع از طریق آماره بارتلت و K.M.O صورت می‌گیرد. مناسب بودن آماره K.M.O و آماره بارتلت^۱ حداقل شرط لازم برای تحلیل عاملی است. در آماره بارتلت فرض این است که متغیرها فقط با خودشان همبستگی دارند. رد فرض صفر حاکی از این است که ماتریس همبستگی دارای اطلاعات معنی‌دار است و حداقل شرایط لازم را برای تحلیل عاملی وجود دارد. این آزمون را آزمون کرویت نیز گویند این آماره، معناداری تحلیل عاملی داده‌ها را می‌سنجد و اگر این مقدار کمتر از ۰/۰۵ باشد معناداری همبستگی اثبات خواهد شد. در آماره K.M.O که مقدار آن همواره بین ۰ و ۱ می‌باشد، در صورتی که مقدار موردنظر کمتر از ۰/۰۵ باشد، داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهد بود و اگر مقدار آن بین ۰/۵۰ تا ۰/۶۹ باشد، بایستی با احتیاط بیشتر به تحلیل عاملی پرداخت. اما در صورتی که این مقدار بیشتر از ۰/۷۰ باشد، همبستگی موجود میان داده‌ها برای تحلیل داده‌ها مناسب خواهد بود.

1. Bartlett Test

در این تحقیق مقدار K.M.O برابر ۰/۸۳۲ به دست آمد و چون بالاتر از ۰/۷۵ است، نشان می‌دهد که وضعیت داده‌ها (همبستگی‌های موجود بین داده‌ها) برای تحلیل عاملی در حد خوب است. از این آزمون برای سنجش مطلوبیت نمونه‌گیری هم استفاده می‌گردد. آماره بارتلت (کرویت) نیز در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است ($P=0.0000$) و $X^2=5193.697$ که حاکی از این موضوع است که ماتریس همبستگی که پایه تحلیل عاملی قرار می‌گیرند در جامعه برابر با صفر نیست.

به‌منظور بررسی نرمال یا عدم نرمال بوده داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد مقدار سطح معناداری به‌دست‌آمده برای متغیر شهر هوشمند و مؤلفه‌های آن برابر با ۰/۰۸۷ و برای تاب‌آوری زیرساختی برابر با ۰/۰۹۸ است از این‌رو می‌توان عنوان نمود با توجه به اینکه مقدار سطح معناداری بیشتر از ۰/۰۵ بود توزیع داده‌های پژوهش نرمال می‌باشند.

در مرحله بعد عوامل تأثیرگذار بر موضوع شناخته می‌شوند. به این صورت که عواملی که مقادیر ویژه آن‌ها بیشتر از ۱ بوده است، برای ادامه تحلیل شناسایی و با توجه به درصد واریانس هر کدام از عوامل، عامل قوی‌تر (عاملی که می‌تواند متغیرهای بیشتری را تعریف کند) انتخاب می‌شود. در ادامه برای رسیدن به حالت مطلوب دوران عامل‌ها به روش واریماکس صورت گرفت. با توجه به جدول شماره یک می‌توان گفت که ۳۱ شاخص موردبررسی در مجموع در ۶ عامل خلاصه شده‌اند. این عوامل در مجموع بالغ بر ۷۱/۷۲۵ درصد از واریانس را پوشش می‌دهند.

جدول ۱. مجموع واریانس تبیین شده شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی

عوامل	ارزش‌های ویژه آغازین			مجموع مجذور بارهای استخراجی			مجموع مجذور بارهای چرخش یافته		
	مقدار کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	مقدار کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	مقدار کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
۱	۲۱/۱۲	۹۷/۳۱	۹۷/۳۱	۲۱/۱۲	۹۷/۳۱	۹۷/۳۱	۲۱/۵	۷۳/۱۸	۷۳/۱۸
۲	۷۲۱/۳	۸۹۲/۱۲	۸۶۲/۴۴	۷۲۱/۳	۸۹۲/۱۲	۸۶۲/۴۴	۵۷۱/۴	۵۹/۱۴	۳۲/۳۳
۳	۸۹/۳	۸۹/۸	۷۵۲/۵۶	۸۹/۳	۸۹/۸	۷۵۲/۵۶	۱۳/۴	۵۰۷/۱۱	۸۲۷/۴۴
۴	۴۴۲/۲	۶۹/۸	۵۴۱/۶۲	۴۴۲/۲	۶۹/۸	۵۴۱/۶۲	۷۷۲/۲	۵۹۷/۱۰	۴۲۴/۵۵
۵	۵۲۷/۱	۴۹۵/۵	۹۴۶/۶۷	۵۲۷/۱	۴۹۵/۵	۹۴۶/۶۷	۷۰۱/۲	۳۱۲/۹	۷۳۶/۶۴
۶	۰۹۶/۱	۷۷۹/۳	۷۲۵/۷۱	۰۹۶/۱	۷۷۹/۳	۷۲۵/۷۱	۰۲۷/۲	۹۸۹/۶	۷۲۵/۷۱

جدول ۲. ماتریس عاملی چرخش یافته (بارهای عاملی) برای انتخاب عوامل شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی

نام	شاخص‌ها	عوامل					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
X1	دسترسی به خدمات بهتر	۷۵۹/۰	-	-	-	-	-
X2	ذخیره انرژی و هزینه	۵۶۷/۰	-	۶۸۶/۰	-	-	-
X3	ارتباطات و تأسیسات تأمین انرژی	-	-	-	-	۶۰۹/۰	-
X4	اسکان اضطراری مردم	۷۲۴/۰	-	-	-	-	-
X5	به‌روزرسانی و بهینه‌سازی زیرساخت‌ها شهری	-	-	-	-	-	-
X6	مدیریت ارتباطات از راه دور	۷۴۴/۰	-	۶۵۷/۰	-	-	-
X7	بهینه‌سازی زیرساخت‌های شهری	-	-	۵۲۷/۰	-	-	-
X8	هوشمند سازی خدمات امداد و نجات	۵۴۱/۰	-	-	-	-	-
X9	برنامه‌ریزی مطلوب و هوشمند	۵۵۷/۰	-	-	-	-	-
X10	سیستم‌های پشتیبان انرژی	۷۹۲/۰	-	۵۵۷/۰	-	-	-
X11	مدیریت هوشمند زیرساخت‌های شهری	-	-	-	-	۶۷۵/۰	-
X12	مدیریت انرژی هوشمند	۶۵۷/۰	-	۵۷۲/۰	-	-	-
X13	سیستم‌های کنترل و مدیریت شهری	-	-	۶۷۸/۰	-	-	-

۵۰	مجله شهر پایدار، دوره ۷، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳					
X14	ظرفیت نهادها، مؤسسات و ظرفیت سیستم‌ها در شهر	-	-	۵۹۷/۰	-	-
X15	افزایش ظرفیت برای مقابله با تغییرات آهسته و ناگهانی	-	-	۶۹۹/۰	-	-
X16	زیرساخت‌های اطلاعاتی داده محور برای مقابله با بحران	-	-	۶۵۷/۰	-	-
X17	رشد و توسعه به کار بردن فناوری اطلاعات و ارتباطات در زیرساخت‌های شهری	-	-	-	-	۶۸۴/۰
X18	زیرساخت‌های هوشمند برای مقابله با بحران	-	-	-	-	۳۷۹/۰
X19	فناوری‌های هوشمند برای مقابله با بحران	-	-	-	-	۴۲۷/۰
X20	زیرساخت اجتماعی بر اساس دانش و آگاهی	-	۴۴۵/۰	-	-	۵۹۷/۰
X21	سازگاری اجتماعی میان گروه‌های مختلف در جهت بهره‌وری از سرمایه اجتماعی	-	۵۷۱/۰	-	-	-
X22	محیط زندگی با بالاترین کیفیت	-	-	۵۹۷/۰	-	-
X23	دسترسی به خدمات امدادرسانی در بحران	-	۷۸۰/۰	-	-	-
X24	توسعه جوامع پایدار	-	-	-	-	۴۳۴/۰
X25	یکپارچگی مدیریت بحران بر اساس خدمات‌رسانی	-	-	۷۵۴/۰	-	-
X26	امکان اتصال شبکه‌ها زیرساختی شهر برای ارائه خدمات بهتر	-	-	-	-	۲۹/۴
X27	بهینه‌سازی خدمات‌رسانی در سطح شهر در بروز سوانح	-	-	۶۷۹/۰	-	-
X28	طراحی شبکه هوشمند معابر	-	-	-	-	۵۴۱/۰
X29	ایجاد بستری در جهت رفاه شهروندان بعد از بروز سوانح	-	۵۶۶/۰	-	-	۴۹/۰
X30	ذخیره انرژی و هزینه در بروز سوانح	-	-	-	-	۵۲۱/۰
X31	مسیرهای حرکت خودروهای ویژه هوشمند	-	-	-	-	۱۲/۵

بر اساس جدول ۱ و ۲ نام‌گذاری عوامل را می‌توان به شرح زیر مطرح نمود:

-عامل نخست: این عامل در مجموع ۱۸/۷۳ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص داده است. این عامل با متغیرهایی مانند دسترسی به خدمات بهتر، ذخیره انرژی و هزینه، اسکان اضطراری مردم، مدیریت ارتباطات از راه دور، هوشمند سازی خدمات امداد و نجات، برنامه‌ریزی مطلوب و هوشمند، سیستم‌های پشتیبان انرژی و مدیریت انرژی هوشمند؛ دارای همبستگی مثبت و بالایی می‌باشد. این عامل را می‌توان «بهره‌گیری از زیرساخت‌های انرژی محور هوشمند در جهت کاهش آسیب‌پذیری» نامید.

-عامل دوم: این عامل نیز در مجموع ۱۴/۵۹ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص داده است. این عامل با متغیرهایی نظیر، زیرساخت اجتماعی بر اساس دانش و آگاهی، سازگاری اجتماعی میان گروه‌های مختلف در جهت بهره‌وری از سرمایه اجتماعی، دسترسی به خدمات امدادرسانی در بحران و ایجاد بستری در جهت رفاه شهروندان بعد از بروز سوانح؛ دارای همبستگی بالایی می‌باشد. این عامل را می‌توان «تحقق شهر هوشمند تاب‌آور بر اساس زیرساخت‌ها و سرمایه اجتماعی» نامید.

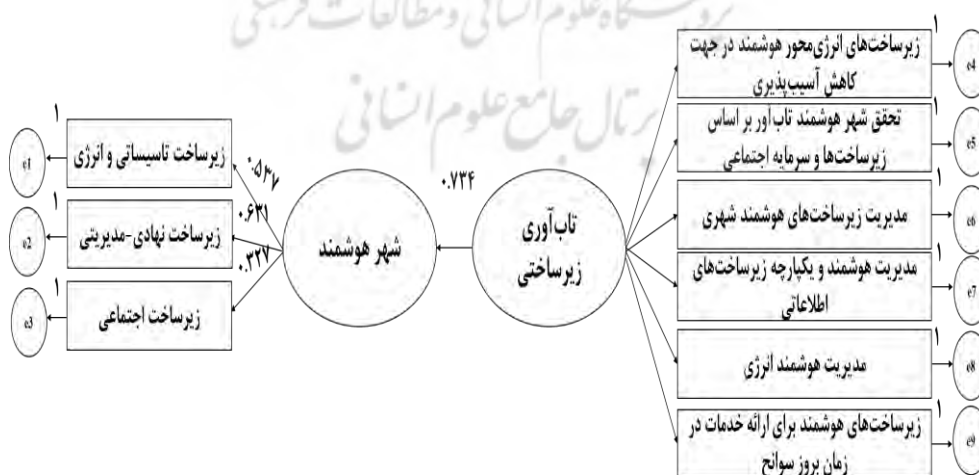
-عامل سوم: این عامل در مجموع ۱۱/۵۰۷ درصد از کل واریانس را به خود اختصاص داده و با متغیرهایی مانند ذخیره انرژی و هزینه، مدیریت ارتباطات از راه دور، بهینه‌سازی زیرساخت‌های شهری، سیستم‌های پشتیبان انرژی، مدیریت انرژی هوشمند، سیستم‌های کنترل و مدیریت شهری، ظرفیت نهادها، مؤسسات و ظرفیت سیستم‌ها در شهر و محیط زندگی با بالاترین کیفیت؛ دارای همبستگی مثبت و بالایی می‌باشد. این عامل را می‌تواند «مدیریت زیرساخت‌های هوشمند شهری» نامید.

-عامل چهارم: در مجموع ۱۰/۵۹۷ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص داده و با متغیرهایی مانند افزایش ظرفیت برای مقابله با تغییرات آهسته و ناگهانی، زیرساخت‌های اطلاعاتی داده محور برای مقابله با بحران، یکپارچگی مدیریت بحران بر اساس خدمات‌رسانی، بهینه‌سازی خدمات‌رسانی در سطح شهر در بروز سوانح؛ دارای همبستگی مثبت و بالایی

می‌باشد. این عامل را می‌توان «مدیریت هوشمند و یکپارچه زیرساخت‌های اطلاعاتی» نامید. عامل پنجم: در مجموع ۹/۳۲۱ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص داده است. این عامل شامل ارتباطات و تأسیسات تأمین انرژی و مدیریت هوشمند زیرساخت‌های شهری می‌باشد. این عامل را می‌توان «مدیریت هوشمند انرژی» نامید.

عامل ششم: این عامل ۶/۹۸ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص داده است. متغیرهای موجود در این عامل شامل رشد و توسعه به کار بردن فناوری اطلاعات و ارتباطات در زیرساخت‌های شهری، زیرساخت‌های هوشمند برای مقابله با بحران، فناوری‌های هوشمند برای مقابله با بحران، زیرساخت اجتماعی بر اساس دانش و آگاهی، توسعه جوامع پایدار، امکان اتصال شبکه‌های زیرساختی شهر برای ارائه خدمات بهتر، طراحی شبکه هوشمند معابر، ایجاد بستری در جهت رفاه شهروندان بعد از بروز سوانح، ذخیره انرژی و هزینه در بروز سوانح، مسیرهای حرکت خودروهای ویژه هوشمند می‌باشد و این عامل را می‌توان «بهره‌وری از زیرساخت‌های هوشمند برای ارائه خدمات در زمان بروز سوانح» نامید.

تحلیل عامل تأییدی به بررسی این مطلب می‌پردازد که آیا داده‌های موجود با ساختار به‌شدت محدودشده پیش تجربی که شرایط همانندی را برآورده می‌سازد، برازش دارد یا خیر. در این فرآیند، برازش را گاه به‌اشتباه تأیید یک مدل یا ساختار فرضی می‌دانند. اما باید دانست که هیچ مدلی هرگز تأیید نمی‌شود و تنها رد شود (یا داده‌ها برازش نداشته باشد) با عدم تأیید آن به نتیجه نرسد (برازش یابد). چون مدل کامل معادله ساختاری شامل هر دو دسته متغیرهای مشاهده‌شده و مشاهده نشده است، پارامترهای مدل باید از طریق پیوند بین واریانس و کوواریانس‌های متغیرهای مشاهده‌شده است، برآورد شود تا میزان برازش داده‌های گردآوری‌شده با>tagوی نظری مشخص شود. حال با توجه به مدل معادلات ساختاری نسبت به ترسیم مدل مفهومی تحقیق اقدام و فرضیه مورد آزمون قرار می‌گیرد. حال با توجه به مدل معادلات ساختاری نسبت به ترسیم مدل مفهومی تحقیق و آزمون فرضیه تحقیق مبنی بر شکل‌گیری شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی مورد آزمون قرار گرفته‌شده است و همان‌گونه که در شکل شماره ۳ نیز نشان داده‌شده است؛ زیرساخت نهادی-مدیریتی دارای ضریب تعیین برابر ۰/۶۳۱ می‌باشد و به عبارتی برای تحقق شهر هوشمند تاب‌آور با توجه به زیرساخت‌های شهری عامل نهادی-مدیریتی و پس‌از آن تأسیساتی و انرژی دارای ضریب اهمیت بالاتری می‌باشند.



شکل ۳. نتیجه آزمون برازش مدل مفهومی تحقیق

به‌طور کلی، مجموعه وسیعی از معیارهای و شاخص‌های برازندگی وجود دارند که می‌توانند برای اندازه‌گیری کل

مورد استفاده قرار گیرند. نکته قابل توجه این است که یک محقق باید از معیارهای مختلفی برای قضاوت در مورد مدل استفاده کند، زیرا شاخص واحدی وجود ندارد که به طور قطعی برای آزمون مدل، مورد قضاوت و ارزیابی قرار گیرد. بنابراین از شاخص‌های متفاوتی برای سنجش برازش الگوی مورد مطالعه در این تحقیق استفاده شد.

جدول ۴. ارزیابی برازش کل مدل

مقادیر شاخص	شاخص‌های برازندگی مدل مفهومی
۹۵/۶۵	Chi-Square
۳۰	Degrees of Freedom (df)
۰/۰۷۹۱	Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)
۰/۸۸	Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)
۰/۹۴	Goodness of Fit Index (GFI)
۰/۰۵۶۴	Standardized RMR

همان‌طور که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود، مقادیر تمامی شاخص‌ها نشان‌دهنده برازش مناسب و قابل قبول مدل مفهومی تحقیق می‌باشد ($GFI > 0/9$, $AGFI > 0/9$) بنابراین و بر اساس برازش الگوی مفهومی پژوهش، همخوانی داده‌های گردآوری شده مورد تأیید واقع می‌شود. به عبارت دیگر، در شکل‌گیری شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی عوامل اثرگذار شامل زیرساخت‌های انرژی محور هوشمند در جهت کاهش آسیب‌پذیری، تحقق شهر هوشمند تاب‌آور بر اساس زیرساخت‌ها و سرمایه اجتماعی، مدیریت زیرساخت‌های هوشمند شهری، مدیریت هوشمند و یکپارچه زیرساخت‌های اطلاعاتی، مدیریت هوشمند انرژی و زیرساخت‌های هوشمند برای ارائه خدمات در زمان بروز سوانح می‌باشد که بر اساس زیرساخت تأسیساتی و انرژی، زیرساخت نهادی-مدیریتی و زیرساخت اجتماعی می‌تواند محقق شود و بر اساس جدول شماره ۳ می‌توان عوامل اثرگذار را تأیید نمود.

بحث

در این پژوهش با بهره‌گیری از روش تحلیل عاملی اکتشافی به تفسیر ۳۱ متغیر شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی پرداخته شد، نتایج این بررسی نشان داد عامل بهره‌گیری از زیرساخت‌های انرژی محور هوشمند در جهت کاهش آسیب‌پذیری با ۱۸/۷۳ درصد، بیشترین درصد از واریانس تحقق شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی را به خود اختصاص داده است، عامل تحقق شهر هوشمند تاب‌آور بر اساس زیرساخت‌ها و سرمایه اجتماعی، مدیریت زیرساخت‌های هوشمند شهری، مدیریت هوشمند و یکپارچه زیرساخت‌های اطلاعاتی، مدیریت هوشمند انرژی و بهره‌وری از زیرساخت‌های هوشمند برای ارائه خدمات در زمان بروز سوانح به ترتیب با اختصاص ۱۴/۵۹، ۱۱/۵۰۷، ۱۰/۹۵۷، ۲۳/۱ و ۶/۹۸ درصد از واریانس رتبه دوم تا ششم را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج بررسی تحلیل عاملی تأییدی به کمک مدل‌سازی معادلات ساختاری نیز نشان داد عوامل شش‌گانه استخراج شده تاب‌آوری زیرساختی ۷۲۳/۰ درصد از واریانس شهر هوشمند در شهر اهواز را به خود اختصاص داده‌اند. ارزیابی شهر هوشمند بر اساس زیرساخت تأسیساتی و انرژی، زیرساخت نهادی-مدیریتی و زیرساخت اجتماعی نیز نشان داد زیرساخت تأسیساتی و انرژی به میزان ۵۳/۷ درصد بر تحقق شهر هوشمند، زیرساخت نهادی-مدیریتی ۶۳/۱ درصد بر تحقق شهر هوشمند و زیرساخت اجتماعی ۳/۲۷ درصد بر تحقق شهر هوشمند اثرگذار است.

با توجه به تاب‌آوری زیرساختی برای تحقق شهر هوشمند توجه به مدیریت زیرساخت‌های هوشمند بر اساس

به‌روزرسانی و بهینه‌سازی زیرساخت‌های شهری، برنامه‌ریزی مطلوب و هوشمند بر اساس مدیریت ارتباطات از راه دور، زیرساخت‌های اطلاعاتی و زیرساخت‌های هوشمند با توجه به رشد و توسعه به کار بردن فناوری اطلاعات و ارتباطات، توجه به زیرساخت اجتماعی بر اساس ظرفیت نهادها، مؤسسات و ظرفیت سیستم‌ها در یک شهر و مدیریت زیرساخت‌های هوشمند با توجه به هوشمند سازی خدمات امداد و نجات حائز اهمیت است. به‌طور کلی می‌توان گفت نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق جعفرپوری و رفیعی (۱۳۹۵)، قریشی و همکاران (۱۳۹۹) و ژوی و همکاران (۲۰۲۱)، در خصوص اثرات زیرساخت‌های نهادی و سازمانی بر اساس شاخص‌های مدیریت ارتباطات از راه دور، برنامه‌ریزی مطلوب و هوشمند، مدیریت هوشمند زیرساخت‌های شهری، ظرفیت نهادها، مؤسسات و ظرفیت سیستم‌ها در شهر، یکپارچگی مدیریت بحران بر اساس خدمات‌رسانی و ایجاد بستری در جهت رفاه شهروندان بعد از بروز سوانح دارای قرابت و نزدیکی می‌باشد. همچنین با نتایج تحقیقات ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۸) و کیوت و همکاران (۲۰۲۳) در خصوص توجه به زیرساخت‌های انرژی محور و اجتماعی بر اساس افزایش ظرفیت برای مقابله با تغییرات آهسته و ناگهانی، زیرساخت‌های اطلاعاتی داده محور برای مقابله با بحران، زیرساخت اجتماعی بر اساس دانش و آگاهی و سازگاری اجتماعی میان گروه‌های مختلف در جهت بهره‌وری از سرمایه اجتماعی و محیط زندگی با بالاترین کیفیت نیز هم سو و هم‌جهت است. هوشمند کردن سیستم، سیستم جمع‌آوری کلان داده‌ها و ترسیم نقشه‌های تغییرات آب و هوایی کمک می‌کند تا با استفاده از اپلیکیشن مربوطه در مناطق حساس اطلاع‌رسانی و افزایش آگاهی شهروندان راحت‌تر صورت بگیرد و آمادگی برای کاهش اثرات آن و انطباق جامعه با شرایط بحرانی تسهیل شود، بنابراین می‌توان گفت که در این مورد بر دو ویژگی آگاهی و انطباق‌پذیری در تاب‌آوری برای زیرساخت‌ها تأکید شده است.

نتیجه‌گیری

با گسترش فناوری‌های نوین، شهرها در معرض دگرگونی عظیمی قرار گرفته دارند و با ورود به این عصر جدید که در آن فناوری‌های نوین رایانه‌ای، سهم به سزایی در زندگی شهروندان و برنامه‌ریزی مدیریت شهری دارد؛ شهرهای هوشمند نه تنها باید کیفیت زندگی شهروندان اثرگذار باشد بلکه باید برای شهروندان یک زندگی شهری امن و با آرامش ایجاد نمایند. به عبارت دیگر، با افزایش مخاطرات و بحران‌ها، در شهرهای هوشمند باید ظرفیت سیستم شهری را در جهت حفظ و احیاء فعالیت خویش به هنگام روبرو شدن با حوادث افزایش یابد تا بتواند تداوم حیات زیست شهری را تضمین نماید و مردم بتوانند در حداقل زمان به بازیابی فعالیت‌ها پس از وقوع بحران و مخاطره بپردازند. از سوی دیگر، یکی از اصلی‌ترین وظایف و که باید از طرف مدیریت شهری و مسئولین در زمان بحران و مخاطره صورت گیرد برآورد میزان بحران و تدوین راهکارهای عملی و یا به عبارتی طراحی برنامه عمل می‌باشد تا از این طرق بتوانند در حداقل زمان ممکن نسبت به ارائه خدمات لازم اقدام نمایند. لذا، در نظر گرفتن زیرساخت‌های مناسب جهت تحقق شهر هوشمند و همچنین توجه به تاب‌آوری زیرساختی یکی از مواردی است که باید در شکل‌گیری شهر هوشمند موردتوجه قرار گیرد. با درک اهمیت این موضوع در تحقیق حاضر به بررسی اثرات تاب‌آوری زیرساختی در شکل‌گیری شهر هوشمند از دید کارشناسان مربوطه پرداخته شد و با توجه به پژوهش صورت گرفته‌شده در تحقق شهر هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی عوامل انسان، منابع، فعالیت، نهاد و تکنولوژی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند که بر اساس آن‌ها برنامه‌ریزی و مدیریت زیرساختی در قسمت‌های مختلف شهر از جمله حمل‌ونقل، انجام امور اقتصادی، اجتماعی و انجام امور روزانه و ارتباطات سبب خواهد شد تا افراد در زمان وقوع بحران و مخاطره با کمترین صرف انرژی متحمل کمترین آسیب‌ها شوند. همچنین، در مواجهه با بحران و مخاطرات در شهرهای هوشمند بر اساس تاب‌آوری زیرساختی فازهای پیشگیری،

کاهش مخاطرات، آمادگی، مقابله و بازسازی و بازتوانی بر اساس زیرساخت‌های اطلاعاتی و هوشمند شهری صورت پذیرد. بر اساس مطالعه انجام‌شده در راستای هدف پژوهش پیشنهادهای زیر را می‌توان ارائه نمود: تاب‌آوری زیرساختی در شهرهای هوشمند به معنای توانایی این زیرساخت‌ها در مقابله با چالش‌ها و بحران‌ها و همچنین ادامه خدمت‌رسانی در شرایط سخت است. در این راستا، چند راهبرد کلیدی وجود دارد:

- **تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی بحران:** استفاده از داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های پیشرفته برای پیش‌بینی بحران‌ها و خطرات. این اطلاعات می‌تواند به مدیران شهری کمک کند تا تصمیمات بهتری بگیرند.
 - **سیستم‌های مدیریت هوشمند:** پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای نظارت بر زیرساخت‌ها و شناسایی مشکلات به‌صورت آنی. این سیستم‌ها می‌توانند به بهینه‌سازی مصرف انرژی، آب و دیگر منابع کمک کنند.
 - **تنوع و انعطاف‌پذیری:** طراحی زیرساخت‌ها به‌گونه‌ای که از تنوع و انعطاف‌پذیری برخوردار باشند. به‌عنوان مثال، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به‌عنوان یک منبع جایگزین در زمان بحران.
 - **آموزش و آگاهی‌رسانی:** آموزش جامعه و آگاهی‌رسانی در مورد رفتارهای صحیح در مواقع بحران و استفاده از فناوری‌های هوشمند برای تسهیل این آموزش‌ها.
 - **همکاری و مشارکت:** ایجاد همکاری بین بخش‌های دولتی، خصوصی و جامعه محلی برای مدیریت بهینه بحران‌ها و ارتقاء تاب‌آوری زیرساخت‌ها.
 - **سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین:** سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیاء (IoT)، هوش مصنوعی و بلاک چین برای بهبود کارایی زیرساخت‌ها و افزایش تاب‌آوری.
 - **برنامه‌ریزی مناسب برای توسعه شهری:** طراحی و برنامه‌ریزی شهری به‌گونه‌ای که زیرساخت‌ها در برابر تغییرات آب و هوایی و دیگر تهدیدات مقاوم باشند.
- این راهبردها می‌توانند به ایجاد شهری هوشمند و تاب‌آور کمک کنند که قادر به مقابله با چالش‌های پیش‌رو باشد.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمامی مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که در ارزیابی کیفیت مقاله نقش داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

اسدی عزیزآبادی، مهدی؛ زیاری، کرامت اله و وطن‌خواهی، محمد. (۱۳۹۹). اولویت‌بخشی به ابعاد تاب‌آوری بافت فرسوده شهری بر اساس مدل مکانی تاب‌آوری سوانح نمونه موردی: بافت فرسوده شهر کرج. *تحقیقات جغرافیایی کاربردی*، ۲۰ (۵۶)، ۳۲۸-۳۱۱.

پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت اله و صادقی، علی. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی بافت‌های فرسوده شهری در برابر زلزله مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران. *برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)*، ۸(۱)، ۱۱۱-۱۳۰.

پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت اله؛ زنگنه شهرکی، سعید و آروین، محمود. (۱۳۹۹). شناسایی عوامل مؤثر بر پراکنده‌رویی شهری مطالعه موردی: شهر اهواز. *نشریه جغرافیا و توسعه*، ۱۸(۶۱)، ۵۹-۹۰.

ذوالفقاری، محمد؛ افراسیابی، سهیلا و سهامی، حبیب اله. (۱۳۹۸). تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهر هوشمند و نقش آن در توسعه پایدار شهر. *دومین همایش ملی حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی، تهران*.

علیزاده، هادی. (۱۴۰۰). تحلیل و شناخت ظرفیت تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی شهری بر اساس مدل چرخه سازگاری تاب‌آوری (RAC) در کلان‌شهر اهواز. *پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری*، ۹(۴)، ۱۱۰۳-۱۱۲۳.

قریشی، غزاله سادات؛ پارسی، حمیدرضا و نوریان، فرشاد. (۱۳۹۹). تحلیلی بر قلمرو نظری شهر هوشمند تاب آور و تدوین چارچوب کاربست آن. *نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی*، ۲۵(۴)، ۵۵-۶۹.

روستا، مجتبی؛ ابراهیم‌زاده، عیسی و ایستگلدی، مصطفی. (۱۳۹۷). ارزیابی میزان تاب‌آوری اجتماعی شهری موردشناسی شهر زاهدان. *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۹(۳۲)، ۱-۱۴.

References

- Adelani, F. A., Okafor, E. S., Jacks, B. S., & Ajala, O. A. (2024). Exploring theoretical constructs of urban resilience through smart water grids: case studies in African and US cities. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(3), 984-994.
- Alizadeh, H. (2019). Analysis and recognition of the resilience capacity of critical urban infrastructures based on the Resilience Adaptation Cycle (RAC) model in the metropolis of Ahvaz. *Research in the Geography of Urban Planning*, 9(4), 1103-1123. [in persian].
- Apostu, S. A., Vasile, V., Vasile, R., & Rosak-Szyrocka, J. (2022). Do smart cities represent the key to urban resilience? Rethinking urban resilience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15410.
- Asadi Azizabadi, M., Ziari, K., & Vatankhahi, M. (2019). Prioritizing the dimensions of resilience of dilapidated urban fabric based on a spatial model of disaster resilience, case study: dilapidated fabric of Karaj city. *Applied Geographical Research*, 20 (56), 328-311. [in persian].
- Bakıcı, T., Almirall, E., & Wareham, J. (2013). A smart city initiative: the case of Barcelona. *Journal of the knowledge economy*, 4, 135-148.
- Cutter, S. L., Christopher, G. B., & Christopher T. E. (2010). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1), 235-239.
- Gallego-Lopez, C., Essex, J., (with input from DFID). (2016). *Designing for infrastructure resilience*. Evidence on Demand, UK.
- Gkontzis, A. F., Kotsiantis, S., Feretzakis, G., & Verykios, V. S. (2024). Enhancing urban resilience: smart city data analyses, forecasts, and digital twin techniques at the neighborhood level. *Future Internet*, 16(2), 47.
- Guo, N., Wu, F., Sun, D., Shi, C., & Gao, X. (2024). Mechanisms of resilience in cities at different development phases: A system dynamics approach. *Urban Climate*, 53, 101793.
- Lee, C. C., Yan, J., & Li, T. (2024). Ecological resilience of city clusters in the middle reaches of Yangtze river. *Journal of Cleaner Production*, 443, 141082.
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25-36.
- Nguyễn, N. H., & Đào, T. B. V. (2016). Smart city and city management Vietnamese. *Architecture Journal*, 201, 12-15
- Pourahmad, A., Ziari, K., & Sadeghi, A. (2018). Spatial analysis of the components of physical resilience of dilapidated urban fabrics against earthquakes, case study: District 10 of Tehran

- Municipality. *Spatial Planning (Geography)*, 8(1), 111-130. [in persian].
- Pourahmad, A., Ziari, K., Zanganeh Shahraki, S., & Arvin, M. (2019). Identifying factors affecting urban sprawl, case study: Ahvaz city. *Journal of Geography and Development*, 18(61), 59-90. [in persian].
- Qoresh, G. S., Parsi, H., & Nouriyani, F. (2019). An analysis of the theoretical realm of the resilient smart city and the development of its application framework. *Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning*, 25(4), 55-69. [in persian].
- Rehak, D., Senovsky, P., & Slivkova, S. (2018). Resilience of Critical Infrastructure Elements and Its Main Factors. *Systems*, 6, 21. 1-13.
- Rousta, M., Ebrahimzadeh, I., & Istegoldi, M. (2018). Evaluation of the level of urban social resilience in the case of Zahedan city. *Urban Research and Planning*, 9(32), 1-14. [in persian].
- Star, S. L., & Bowker, G. C. (2006). *How to infrastructure*. Handbook of new media: Social shaping and social consequences of ICTs, 230-245.
- Sun, J., Zhai, N., Mu, H., Miao, J., Li, W., & Li, M. (2024). Assessment of urban resilience and subsystem coupling coordination in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. *Sustainable Cities and Society*, 100, 105058.
- Szép, T., Szendi, D., & Nagy, Z. (2021). Linking smart city concepts to urban resilience. Theory, Methodology, Practice-Review of Business and Management.
- Thacker, S., Daniel, A., Marianne, F., Stéphane, H., Mark, H., Hendrik, M., Nicholas, O'R., Julie, R., Graham, W., & Jim, W. H. (2019). Infrastructure for sustainable development. *Nature Sustainability*, 2(4), 324-331.
- Verhulsdonck, G., Weible, J. L., Helser, S., & Hajduk, N. (2023). Smart Cities, Playable Cities, and Cybersecurity: A Systematic Review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(2), 378-390.
- Zhou, Q., Zhu, M., Qiao, Y., Zhang, X., & Chen, J. (2021). Achieving resilience through smart cities? Evidence from China. *Habitat International*, 111, 102348.
- Zolfaghari, M., Afrasiabi, S., & Sahami, H. (2019). Explaining the resilience indicators of smart cities and their role in sustainable urban development. *The Second National Conference on Protection of Critical Infrastructures, Tehran*. [in persian].