



Assessing the Role of Smart Cities in Enhancing Urban Resilience against Environmental Hazards (Case Study: Zanjan City)

Hossein Tahmasebi Moghaddam ^{1*}, Zahra Rasoulzadeh ²

^{1&2} Department of Geography, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 23 July 2025

Revised: 03 October 2025

Accepted: 08 October 2025

Available Online: 08 October 2025

Keywords:

Smart Cities

Urban Resilience

Environmental Hazards

Sustainable Urban

Development

Smart Transportation Zanjan

ABSTRACT

With the expansion of urbanization and the intensification of environmental hazards, urban resilience has emerged as a key strategy for crisis management and sustainable urban development. At the same time, the concept of the smart city, grounded in advanced technologies, offers a promising framework for enhancing resilience against both natural and human-induced hazards. This study aims to analyze the role of smart city components in improving urban resilience in the city of Zanjan. The research adopts a mixed-methods approach. In the qualitative phase, key components were identified through theoretical analysis and validated using the Delphi method. In the quantitative phase, structural equation modeling (SEM) was conducted using PLS software to examine the impact of the identified components on urban resilience. The results indicate that all dimensions of the smart city have a significant positive impact on urban resilience. Among them, smart transportation, data management and analytics, and smart infrastructure had the strongest impact. The overall coefficient of the smart city's impact on urban resilience was calculated at 0.8846, highlighting the strong potential of this variable in enhancing Zanjan's resilience capacity. Therefore, the findings underscore the importance of integrating advanced technologies into the policy and development programs of Zanjan, suggesting that the smart city can play a crucial role in shaping a resilient, adaptive, and sustainable urban future.

* Corresponding author: Hossein Tahmasebi Moghaddam

E-mail address: Tahmasebihossein@znu.ac.ir

How to cite this article: Tahmasebi Moghaddam, H., & Rasoulzadeh, Z. (2025). Assessing the Role of Smart Cities in Enhancing Urban Resilience against Environmental Hazards (Case Study: Zanjan City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 14(4), 181-200. <https://doi.org/10.22067/GEOEH.2025.94757.1600>



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In the contemporary era, alongside the accelerating trend of urbanization and the intensification of climatic hazards, cities face increasingly complex challenges in sustainability and crisis management. Zanjan, as one of Iran's developing urban centers, is no exception and contends with issues such as flash floods, drought, land subsidence, and weaknesses in smart infrastructure. Under such circumstances, the concept of "urban resilience," which entails a city's capacity to confront, adapt to, and recover from crises, gains heightened importance. In this context, the emerging paradigm of the "smart city," leveraging technologies such as the Internet of Things, big data, artificial intelligence, and advanced communication infrastructures, has been introduced as an effective tool to enhance urban resilience. The present study aims to investigate and elucidate the role of smart city components in strengthening the various dimensions of urban resilience in Zanjan against environmental hazards.

Material and Methods

This study adopts an applied research design with a mixed qualitative-quantitative approach. In the qualitative phase, through a review of theoretical and empirical foundations, the relevant components and subcomponents related to smart cities and urban resilience were identified. Subsequently, in the quantitative phase, to measure expert opinions and build consensus on selected indicators, a two-round Delphi method was employed with the participation of 35 specialists. For data analysis, statistical tests including mean, standard deviation, Kendall's coefficient of concordance, and Chi-square test were applied. Furthermore, to evaluate the conceptual framework of the study and examine causal relationships among variables, Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) and Confirmatory Factor Analysis (CFA) were utilized. The reliability of the questionnaires was confirmed by Cronbach's alpha coefficients exceeding 0.7, and model fit was validated using indices such as SRMR, NFI, and d_ULS.

Results and Discussion

The findings indicated that out of an initial 48 indicators, 42 were confirmed by expert consensus and incorporated into subsequent analyses. In the factor analysis, all items exhibited factor loadings above 0.7, demonstrating the model's high structural validity. Various smart city components (including smart transportation, data management and analytics, smart community, smart infrastructure, smart crisis management, and smart economy) each showed significant positive effects on different dimensions of urban resilience. Path analysis revealed that the greatest direct effect belonged to the smart transportation component with a path coefficient of 0.349 and a t-value of 8.64. This was followed by data management and analytics ($\beta = 0.3081$), smart community ($\beta = 0.1855$), smart crisis management ($\beta = 0.1892$), smart infrastructure ($\beta = 0.1789$), and smart economy ($\beta = 0.1740$), all of which had meaningful impacts on urban resilience. Overall, the total effect coefficient of the smart city on the resilience of Zanjan city was calculated as 0.8846, indicating a strong and direct relationship between these variables. The four dimensions of urban resilience (social, economic, institutional, and infrastructural) were well explained by the smart city components. Smart infrastructure played a crucial role in enhancing the city's physical robustness; smart community contributed to raising awareness, participation, and digital literacy among citizens; smart data management and analytics optimized institutional decision-making; and the smart economy supported the city's economic sustainability during crises. These results underscore that institutionalizing smart technologies within Zanjan's urban structures can significantly improve the city's resilience against environmental threats.

Conclusion

In summary, the study's findings emphasize that urban development in the twenty-first century necessitates the intelligent integration of technology with sustainable governance. The results of this research can serve as a practical model for policymakers, urban planners, and crisis managers aiming to enhance urban resilience by leveraging smart city capacities. It is also recommended to take effective steps

toward transforming Zanzan into a resilient and smart city through the expansion of digital infrastructure, enhancement of data literacy, and strengthening of a knowledge-based economy. Continuation of this trajectory requires multi-sectoral collaboration among government agencies, the private sector, universities, and civil society to prepare adequately for complex and forthcoming challenges.

Acknowledgements

With the utmost respect and gratitude, we deem it our duty to express our sincere appreciation to all those who assisted us in the completion of this research. We extend our heartfelt thanks to the institutions and organizations that, by providing the necessary data and information, created the conditions for conducting this study with greater accuracy. We earnestly wish continued success and prosperity for all esteemed individuals from the Almighty.





بررسی نقش شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: شهر زنجان)

حسین طهماسبی مقدم^{۱*}، زهرا رسول‌زاده^۲

^۱ گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخچه مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۶	با توجه به گسترش شهرنشینی و شدت یافتن مخاطرات محیطی، تاب‌آوری شهری به‌عنوان راهبردی کلان برای مدیریت بحران و پایداری شهری مطرح شده است. هم‌زمان، مفهوم شهر هوشمند با تکیه بر فناوری‌های نوین، بستری مناسب برای ارتقای تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی فراهم می‌آورد. پژوهش حاضر با هدف تحلیل نقش مؤلفه‌های شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهری در شهر زنجان انجام شده است. روش تحقیق از نوع ترکیبی کیفی-کمی است؛ در بخش کیفی، مؤلفه‌های کلیدی از طریق تحلیل نظری استخراج و با استفاده از روش دلفی اعتبارسنجی شد. سپس در بخش کمی، مدل‌یابی معادلات ساختاری با نرم‌افزار PLS جهت تحلیل اثرات مؤلفه‌های شناسایی‌شده بر تاب‌آوری شهری صورت گرفت. نتایج نشان داد که همه ابعاد شهر هوشمند اثر مثبت و معناداری بر تاب‌آوری شهری دارند. در این میان، حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت داده و تحلیل و زیرساخت‌های هوشمند بیشترین اثرگذاری را داشتند. ضریب کلی تأثیر شهر هوشمند بر تاب‌آوری شهری برابر با ۰/۸۸۴۶ به دست آمد که بیانگر قدرت بالای این متغیر در افزایش ظرفیت‌های تاب‌آوری شهر زنجان است؛ بنابراین یافته‌ها بر اهمیت تلفیق فناوری‌های نوین با سیاست‌گذاری و برنامه‌های توسعه شهر زنجان تأکید دارد و نشان می‌دهد که شهر هوشمند می‌تواند نقشی اساسی در ایجاد شهری مقاوم، سازگار و پایدار آن ایفا کند.
کلمات کلیدی: شهرهای هوشمند تاب‌آوری شهری مخاطرات محیطی توسعه پایدار شهری حمل‌ونقل هوشمند زنجان	

مقدمه

جهان معاصر با دو روند موازی و تعیین‌کننده شهرنشینی شتابان و تغییرات اقلیمی روبه‌روست. بر اساس گزارش سازمان ملل متحد تا سال ۲۰۵۰ نزدیک به ۷۰ درصد از جمعیت جهان در شهرها ساکن خواهند بود (United Nations, 2022). این تراکم بالای جمعیت و زیرساخت، ضمن تبدیل شهرها به موتورهای رشد اقتصادی، آن‌ها را به کانون‌های اصلی آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات

محیطی بدل ساخته است (Un-Habitat, 2022; Lall & Deichmann, 2012). گزارش هیئت بین دولتی تغییر اقلیم^۱ به‌وضوح نشان می‌دهد که فراوانی و شدت پدیده‌هایی مانند سیلاب‌های ناگهانی، دوره‌های خشکسالی طولانی‌مدت و امواج گرمای کشنده در حال افزایش است و امنیت، اقتصاد و سلامت جوامع شهری را مستقیماً تهدید می‌کند (IPCC, 2022). این بحران‌ها نشان می‌دهند که رویکردهای سنتی مدیریت بحران که صرفاً بر واکنش پس از وقوع حادثه متمرکز بودند، دیگر کارایی لازم را ندارند.

در پاسخ به این چالش، مفهوم «تاب‌آوری» به‌عنوان یک رویکرد راهبردی و پیشگیرانه مطرح شده است. مفهوم تاب‌آوری، ریشه در علوم طبیعی و بوم‌شناسی دارد و نخستین بار توسط هالینگ (Holling, 1973) در توصیف توانایی یک اکوسیستم برای بازگشت به تعادل پس از اختلال معرفی شد. با گذر زمان، این مفهوم به حوزه‌های مدیریت شهری، برنامه‌ریزی، مهندسی، علوم اجتماعی و سیاست‌گذاری نیز وارد شد و دارای تعاریف متعدد و متفاوتی است (Tahmasebi Moghaddam, Ahadnejad Reveshty, Heydari & Shoghli, 2021). در حوزه مطالعات شهری، تاب‌آوری شهری به توانایی یک شهر در جذب، مقابله، بازیابی و سازگاری با شوک‌های ناگهانی (مانند زلزله، سیل، آتش‌سوزی) و فشارهای مزمن (مانند تغییر اقلیم، آلودگی، فقر و فرسودگی زیرساخت‌ها) اطلاق می‌شود (Ahern, 2011). تاب‌آوری صرفاً به معنای مقاومت یا بازگشت به حالت اولیه نیست، بلکه به ظرفیت یک سیستم شهری برای جذب شوک‌ها، انطباق با تغییرات و تحول به سمت وضعیتی پایدارتر و کارآمدتر اطلاق می‌شود (Meerow, Newell & Stults, 2016). این مفهوم امروزه نه تنها بر بازگشت به وضعیت قبل از بحران، بلکه بر یادگیری، نوآوری و تحول پایدار در پاسخ به بحران تأکید دارد (Davoudi et al., 2012). تاب‌آوری شهری یک پدیده چندبُعدی است و صرفاً محدود به زیرساخت‌ها یا محیط‌زیست نیست. بسیاری از پژوهشگران، ابعاد تاب‌آوری کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی را برای تاب‌آوری شهری برشمرده‌اند (Sharifi, 2016) و دستیابی به آن نیازمند یک نگرش کل‌نگر و یکپارچه است که بتواند پیچیدگی‌های سیستم شهری را درک و مدیریت کند (Cutter et al., 2008) و در همین بستر، پارادایم «شهر هوشمند» به عنوان یکی از امیدبخش‌ترین راهکارها برای مواجهه با چالش‌های شهری قرن بیست و یکم ظهور کرده است. شهر هوشمند با تکیه بر ستون‌های فناوری مانند اینترنت اشیاء، تحلیل داده‌های بزرگ^۲، هوش مصنوعی^۳ و زیرساخت‌های ارتباطی نسل جدید، به دنبال ایجاد یک سیستم عصبی دیجیتال برای شهر است (Albino, Berardi & Dangelico, 2015). این سیستم می‌تواند از طریق جمع‌آوری و تحلیل داده‌های لحظه‌ای، درک عمیق‌تری از پویایی‌های شهری فراهم کرده و به مدیریت بهینه منابع و خدمات منجر شود. شهر هوشمند ظرفیت بالایی برای بهبود چرخه مدیریت بحران و تاب‌آوری شهری دارد. در مرحله پیشگیری، حسگرهای اینترنت اشیاء در زیرساخت‌های شهری داده‌هایی را برای هشدارهای سریع فراهم می‌کنند (Zheng, 2019) و مدل‌های هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های محیطی، مناطق پرخطر را پیش‌بینی و مسیرهای تخلیه را بهینه می‌کنند (Li et al., 2022). در زمان واکنش به بحران، پلتفرم‌های هوشمند با تجمیع داده‌ها از منابع مختلف مانند پهپادها و اپلیکیشن‌ها، تصویری جامع برای تصمیم‌گیری سریع و دقیق فراهم می‌کنند (Yigitcanlar et al., 2020). همچنین در مرحله بازیابی، داده‌کاوی از تصاویر ماهواره‌ای و پهپادها به ارزیابی خسارات و اولویت‌بندی بازسازی کمک می‌کند.

در دهه‌های اخیر رشد سریع شهرنشینی، شهرهای ایران را به کانون‌های تمرکز جمعیت، زیرساخت و فعالیت‌های اقتصادی تبدیل کرده که درعین حال در معرض تهدیدات فزاینده‌ای چون سیلاب، خشکسالی، فرونشست زمین، آلودگی هوا و امواج گرما نیز قرار دارند و شهر زنجان به‌عنوان یکی از شهرهای متوسط با روند رشد فزاینده جمعیت و توسعه کالبدی، در معرض چالش‌های نوظهور ناشی از دو روند جهانی یعنی شهرنشینی شتابان و تغییرات اقلیمی قرار گرفته است. افزایش ساخت‌وساز در حریم رودخانه‌ها، گسترش بی‌رویه شهر در مناطق پرخطر، ضعف در سیستم هشدار سریع و زیرساخت‌های فرسوده، آسیب‌پذیری شهر زنجان را در برابر بحران‌هایی مانند سیلاب‌های ناگهانی، دوره‌های خشکسالی و امواج گرمایی و غیره تشدید کرده است و شهر زنجان به‌عنوان یکی از

1- IPCC

2- Big Data

3- AI

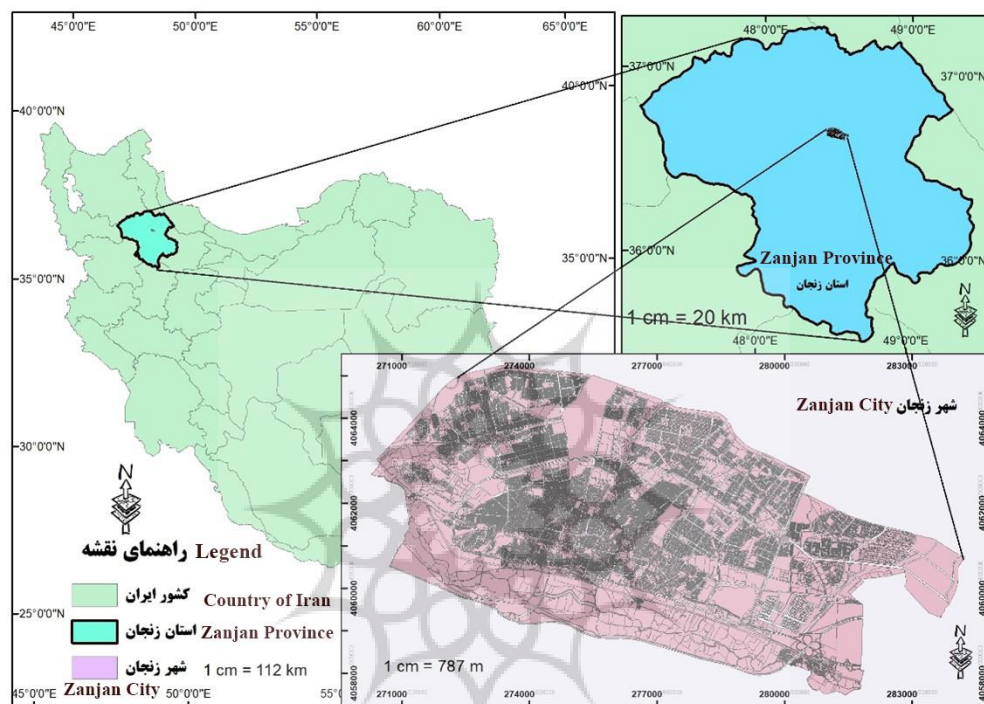
شهرهای در حال توسعه ایران، به‌ویژه با فقدان سیستم‌های نوین پایش و مدیریت بحران، با تهدیدهای مستقیم زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مواجه هستند.

مطالعات متعددی در سطح بین‌المللی به بررسی ارتباط میان فناوری‌های هوشمند و تاب‌آوری شهری پرداخته‌اند. برای مثال، بتی و همکاران (Batty et al., 2012) با بررسی آینده شهرهای هوشمند تأکید کرده‌اند که استفاده از داده‌های بلادرنگ، اینترنت اشیا و سیستم‌های هشدار سریع می‌تواند به شکل‌گیری شهرهایی با قدرت واکنش سریع در برابر بحران‌ها کمک کند. در مطالعه‌ای دیگر، ژو و وانگ (Zhou & Wang, 2020) نقش فناوری‌های هوشمند در مقابله با بحران کرونا و همچنین ارتقای تاب‌آوری اجتماعی و نهادی شهرها را بررسی کرده‌اند. بیگیت‌کانلار و همکاران (Yigitcanlar et al., 2020) نیز با تحلیل سیستماتیک پژوهش‌های حوزه شهر هوشمند، تأکید کرده‌اند که شهرهای هوشمند در صورتی می‌توانند پایدار و تاب‌آور باشند که فناوری به‌درستی در ساختارهای مدیریتی و اجتماعی نهادینه شود. در ایران نیز، پژوهش‌های مختلفی انجام شده که هر یک به بخشی از این رابطه پرداخته‌اند: قریشی و همکاران (Ghoreishi, Parsi & Nourian, 2020) در پژوهشی با عنوان «تحلیلی بر قلمرو نظری شهر هوشمند تاب‌آور و تدوین چارچوب کاربست آن» به این نتیجه رسیدند 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. پیشنهاد روشنی برای تلفیق جامعی از دو نظریه برای تعیین چارچوب نظری در تدوین سازوکار یک شهر هوشمند تاب‌آور ارائه کردند. شاهپوندی و پورحسن‌زاده (Shahivandi & Pourhasanzadeh, 2023) در پژوهشی با عنوان «تبیین مؤلفه‌ها و شاخص‌های مؤثر شهر هوشمند بر ارتقاء تاب‌آوری شهری در برابر کووید-۱۹ مطالعه موردی: شهر شیراز» به این نتیجه رسیدند هر چهار مؤلفه مؤثر شهر هوشمند یعنی دسترسی به خدمات، نهادی - مدیریتی، اقتصادی و اجتماعی - فرهنگی دارای ارتباط معناداری با تاب‌آوری شهری در برابر کووید-۱۹ هستند. فتوحی و همکاران (Fotouhi, Hosseini Rad & Yazdani, 2025) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی تأثیرات ابعاد هوشمند سازی بر تاب‌آوری شهری در خرم‌آباد» به این نتیجه رسیدند که میزان تأثیرگذاری هر یک از ابعاد اجتماعی - اقتصادی، کالبدی - محیطی و مدیریتی بر تاب‌آوری شهری به‌مراتب بیشتر است. این نتایج نشان می‌دهد که هر یک از ابعاد مورد مطالعه تأثیر مثبت و معناداری بر تاب‌آوری شهری خرم‌آباد دارد؛ بنابراین پژوهش حاضر از چند جهت با مطالعات پیشین تفاوت دارد. نخست این تحقیق به‌صورت خاص شهر زنجان را به‌عنوان نمونه‌ای کمتر مطالعه شده مورد بررسی قرار می‌دهد. دوم آن که این پژوهش با رویکردی تلفیقی، به دنبال تحلیل هم‌زمان مؤلفه‌های شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری است و سعی دارد پیوندی نظام‌مند میان این دو مفهوم برقرار کند؛ در نتیجه این تحقیق در یک چارچوب تحلیلی، هدف ارزیابی و تبیین نقش مؤلفه‌های مختلف شهر هوشمند در تقویت ابعاد گوناگون تاب‌آوری شهر زنجان است و این پژوهش به دنبال پاسخ به این پرسش است که مهم‌ترین مؤلفه‌های شهر هوشمند به سمت یک راهبرد جامع «شهر تاب‌آور هوشمند» کدام است؟

منطقه مورد مطالعه

شهر زنجان به‌عنوان اولین و بزرگ‌ترین نقطه شهری استان و شهرستان زنجان، یکی از شهرهای میانی کشور در رده جمعیتی ۲۵۰ تا ۵۰۰ هزار نفری و مرکز سیاسی، اداری استان محسوب می‌شود. این شهر در فاصله ۳۳۰ کیلومتری تهران و ۲۹۳ کیلومتری تبریز واقع شده است. موقعیت جغرافیایی شهر منطبق بر ۱۴ دقیقه و ۴۸ درجه الی ۴۴ دقیقه و ۴۸ درجه طول شرقی و ۳۴ دقیقه و ۳۶ درجه الی ۴۸ دقیقه و ۳۶ درجه عرض شمالی می‌باشد که در مجموعه‌ای از ارتفاعات از طرف شمال، شمال شرق، جنوب و جنوب غرب و در ارتفاع متوسط ۱۶۶۰ متر از سطح دریا واقع گردیده است (شکل ۱). موقعیت زمین‌شناسی شهر زنجان و قرارگیری آن در مجاورت گسل شمالی، احتمال وقوع زمین‌لرزه‌های شدید را افزایش داده است. تجربه دو زمین‌لرزه در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴، به‌ویژه زلزله ۶ ریشتری سال ۱۳۸۴ که خسارت‌های جدی بر منازل مسکونی و زیرساخت‌های شهری وارد نمود، مؤید آسیب‌پذیری بالای این پهنه شهری در برابر زمین‌لرزه است.

افزون بر این، وجود مسیل‌های اصلی همچون گلازنگ، دواسب و پایین‌کوه که رواناب‌های شمالی شهر را به سمت مناطق جنوبی هدایت می‌کنند، همراه با مسیل‌های فرعی متعدد، خطر وقوع سیلاب و آب‌گرفتگی را تشدید می‌کند (Tahmasebi Moghaddam, Heydari, Alibakshi & Rasoulzadeh, 2025). از سوی دیگر، شهر زنجان در معرض مخاطرات بیولوژیکی و بهداشتی نیز قرار دارد. همه‌گیری کووید-۱۹ در سال ۲۰۱۹ نمونه‌ای بارز از تهدیدهای زیستی بود که به‌طور مستقیم بر سلامت عمومی، پویایی اجتماعی و عملکرد اقتصادی شهر تأثیر گذاشت (Tahmasebi Moghaddam et al., 2021).



شکل ۱- نقشه محدوده مورد مطالعه در تقسیمات سیاسی استانی و کشوری

Fig. 1. Map of the study area within provincial and national administrative divisions

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف از نوع کاربردی و از نظر ماهیت و روش تحقیق از نوع ترکیبی کیفی-کمی است. بخش کیفی شامل شناسایی مؤلفه‌های مؤثر شهر هوشمند بر ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان در برابر مخاطرات محیطی از طریق بررسی مبانی نظری و تئوریک پژوهش می‌باشد (جدول ۱) و برای ارزیابی نقش مؤلفه‌های شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان در برابر مخاطرات محیطی با استفاده از مطالعات میدانی و استفاده از نظرات اساتید و کارشناسان در حوزه محیط‌زیست، برنامه‌ریزی شهری، مخاطرات محیطی و فناوری و اطلاعات مربوطه جمع‌آوری و سپس به‌صورت پرسشنامه در قالب روش دلفی در نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. اعضای پانل خبرگان ۳۵ نفر قرار داده شده‌اند و از آن‌ها خواسته شده تا با استفاده از طریق متغیرهای کلومی نظر خود را در مورد هر کدام از متغیرها اعمال نمایند. در بخش کمی با استفاده از مدل تحلیل معادلات ساختاری و روش تحلیل مسیر در نرم‌افزار PLS نوع مؤلفه‌ها با توجه به اثرگذاری و اثرپذیری بر سایر مؤلفه‌ها مشخص شده است. جهت بررسی روایی و پایایی پرسشنامه در این پژوهش از دو روش اعتبار پرسشنامه با استفاده از دو روش صوری و اعتبار سازه (عاملی) به‌منظور ارزیابی قابلیت اعتماد پرسشنامه از

آزمون آلفای کرونباخ استفاده شده است که نتایج حاکی از آن است که پرسشنامه از پایایی بالا برخوردار است. آلفای کرونباخ برای دو ساختار از ۰/۷ بالاتر است که بالاتر از ۰/۵ می باشد. در نتیجه از روایی همگرا برخوردار است.

جدول ۱- مؤلفه‌های اصلی و زیر مؤلفه‌های شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری

Table 1 – Main Components and Subcomponents of Smart City and Urban Resilience

معیارهای شهر هوشمند Smart City Criteria		
منابع Sources	زیر معیارها Sub-Criteria	معیارها Criteria
Bibri & Krogstie, 2017; Albino et al., 2015; ISO 37122, 2019 UNECE, 2022	۱. اینترنت اشیاء، ۲. حسگرهای محیطی، ۳. شبکه‌های هوشمند برق، ۴. اینترنت پرسرعت پایدار، ۵. ساختمان‌های هوشمند ۶. شبکه هوشمند آب ۷. مدیریت هوشمند پسماند، ۸. پایش کیفیت هوا، ۹. کنترل خودکار فشار و جریان	زیرساخت‌های هوشمند (ST) Smart Infrastructure
	1. Internet of Things (IoT) 2. Environmental Sensors 3. Smart Power Grids 4. Reliable High-Speed Internet 5. Smart Buildings 6. Smart Water Networks 7. Smart Waste Management 8. Air Quality Monitoring 9. Automated Pressure and Flow Control	
Sharifi, 2016; Batty et al., 2012;	۱. سامانه‌های کلان داده (Big Data)، ۲. استفاده از هوش مصنوعی در تحلیل ریسک ۳. سیستم‌های تصمیم‌یار (DSS) ۴. داشبوردهای مدیریتی ۵. استفاده از GIS و RS ۶. استخراج الگوهای رفتاری از داده‌ها	مدیریت داده و تحلیل (M) Data Management and Analytics
	1. Big Data Systems 2. Application of Artificial Intelligence in Risk Analysis 3. Decision Support Systems (DSS) 4. Management Dashboards 5. Use of GIS and Remote Sensing (RS) 6. Behavioral Pattern Extraction from Data	
Meijer & Bolívar, 2016; UN-Habitat, 2020b; ISO 37122, 2019 Arup, 2014; UN-Habitat, 2020a	۱. پلیکیشن‌های شهروندگرا، ۲. پلتفرم گزارش خرابی و بحران، ۳. رأی‌گیری الکترونیکی، ۴. شبکه‌های اجتماعی هوشمند، ۵. پلتفرم گفت‌وگو با مدیریت شهری ۶. آموزش آنلاین تاب‌آوری ۷. کمپین‌های دیجیتال آگاهی‌رسان ۸. ارتقای سواد دیجیتال شهروندان ۹. دسترسی برابر به فناوری و اینترنت ۱۰. تعامل دوسویه شهروند و مدیریت شهری ۱۱. آموزش تاب‌آوری در مدارس و جامعه، ۱۲. شفافیت در تصمیم‌گیری از طریق داده‌های باز	اجتماع هوشمند (S) Smart Community
	1. Citizen-Centered Applications 2. Crisis and Incident Reporting Platforms 3. Electronic Voting Systems 4. Intelligent Social Networks 5. Urban Management Dialogue Platforms 6. Online Resilience Education 7. Digital Awareness Campaigns 8. Enhancement of Citizens' Digital Literacy 9. Equal Access to Technology and the Internet 10. Two-Way Interaction Between Citizens and Urban Management 11. Resilience Education in Schools and Communities 12. Transparency in Decision-Making Through Open Data.	
Angelidou, 2014; UNECE, 2022	۱. حمل‌ونقل عمومی پایدار، ۲. مسیرهای اضطراری هوشمند، ۳. ایستگاه شارژ خودرو برقی، ۴. کنترل ترافیک پریخت، ۵. طراحی مسیر داده‌محور	حمل‌ونقل هوشمند (T) Smart Transportation
	1. Sustainable Public Transportation 2. Smart Emergency Routes 3. Electric Vehicle Charging Stations 4. Real-Time Traffic Control 5. Data-Driven Route Design	
Sharifi & Yamagata, 2018; UN-Habitat, 2020b	۱. هشدار سریع، ۲. نقشه‌های ریسک بلادرنگ، ۳. شبیه‌سازی سناریوهای بحرانی، ۴. پیام‌رسانی خودکار، ۵. سامانه فرماندهی بحران	مدیریت بحران هوشمند (C) Smart Crisis Management
	1. Early Warning Systems 2. Real-Time Risk Maps 3. Critical Scenario Simulations 4. Automated Messaging Systems 5. Crisis Command and Control Systems	
Albino et al., 2015; Bibri & Krogstie, 2017; Sharifi, 2016; UNECE, 2022	۱. نوآوری و کارآفرینی فناورانه، ۲. توسعه کسب و کارهای دیجیتال، ۳. سیستم‌های پرداخت هوشمند، ۴. تجارت الکترونیک شهری، ۵. حمایت از اقتصاد مشارکتی، ۶. شفافیت اقتصادی مبتنی بر داده، ۷. زیرساخت مالی دیجیتال، ۸. جذب سرمایه‌گذاری هوشمند و پایدار	اقتصاد هوشمند (Ec) Smart Economy
	1. Technological Innovation and Entrepreneurship 2. Development of Digital Businesses 3. Smart Payment Systems 4. Urban E-Commerce 5. Support for the	

Sharing Economy 6. Data-Driven Economic Transparency 7. Digital Financial Infrastructure 8. Attraction of Smart and Sustainable Investment

معیارهای تاب‌آوری شهری

Urban Resilience Criteria

منابع Sources	زیر معیارها Sub-Criteria	معیارها Criteria
Albino et al., 2015; Batty et al., 2012; Meijer & Bolívar, 2016	۱. پلتفرم‌های دیجیتال برای مشارکت مردم در تصمیم‌سازی شهری ۲. آموزش‌های آنلاین درباره مدیریت بحران و افزایش سواد دیجیتال ۳. عدالت در دسترسی به خدمات ۴. شبکه‌های اجتماعی و ارتباطات آنلاین برای حمایت اجتماعی ۵. استفاده از سلامت دیجیتال برای تاب‌آوری در بحران‌ها 1. Digital Platforms for Public Participation in Urban Decision-Making 2. Online Training on Crisis Management and Digital Literacy Enhancement 3. Equity in Access to Services 4. Social Networks and Online Communication for Social Support 5. Utilization of Digital Health for Crisis Resilience	اجتماعی Social
Komninos, 2013 Caragliu, Del Bo & Nijkamp, 2013; Kitchin, 2014; Sharifi, 2019	۱. توسعه اشتغال دیجیتال و کسب و کارهای نوآور ۲. خدمات مالی الکترونیکی برای افزایش دسترسی در بحران ۳. استفاده از داده‌های مکانی برای تحلیل بازار محلی ۴. رصد لحظه‌ای تراکنش‌ها و قیمت‌ها از طریق پلتفرم‌های باز ۵. استفاده از هوش مصنوعی در تطبیق فرصت‌های شغلی با مهارت‌ها 1. Development of Digital Employment and Innovative Businesses 2. Electronic Financial Services to Enhance Access During Crises 3. Use of Geospatial Data for Local Market Analysis 4. Real-Time Monitoring of Transactions and Prices via Open Platforms 5. Application of Artificial Intelligence to Match Job Opportunities with Skills	اقتصادی Economic
Hollands, 2008; Meijer & Bolívar, 2016; Gil-Garcia, Pardo & Nam, 2016; UN- Habitat, 2020a	۱. مدیریت هوشمند بحران ۲. پورتال‌های خدمات آنلاین و شفافیت عملکرد نهادها ۳. استفاده از داده‌های شهروندی برای تصمیم‌گیری شهری ۴. ابزارهای تعاملی برای سیاست‌گذاری مشترک ۵. اتصال بین سامانه‌های شهری و نهادهای مدیریتی 1. Smart Crisis Management 2. Online Service Portals and Institutional Performance Transparency 3. Utilization of Citizen-Generated Data for Urban Decision-Making 4. Interactive Tools for Collaborative Policy-Making 5. Integration Between Urban Systems and Governance Institutions	نهادی Institutional
Kitchin, 2014 Hashem et al., 2016 Batty et al., 2012 Bibri & Krogstie, 2017	۱. حسگرها و IoT برای نظارت بر زیرساخت‌ها ۲. استفاده از شبکه‌های هوشمند ۳. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) و مسیرهای جایگزین ۴. زیرساخت‌های قوی ICT برای استمرار خدمات در بحران ۵. پایش لحظه‌ای وضعیت ترافیک، هوا، آب و زباله‌ها 1. Sensors and IoT for Infrastructure Monitoring 2. Utilization of Smart Networks 3. Intelligent Transportation Systems (ITS) and Alternative Routes 4. Robust ICT Infrastructure for Service Continuity During Crises 5. Real-Time Monitoring of Traffic, Weather, Water, and Waste Conditions	زیرساختی Infrastructural

نتایج و بحث

این پژوهش با بهره‌گیری از روش دلفی دو مرحله‌ای، به منظور جمع‌آوری و هم‌سویی نظرات ۳۵ نفر از خبرگان حوزه مورد نظر انجام شد. هدف از این روش، ایجاد اجماع و پالایش آیت‌های پیشنهادی برای دستیابی به مجموعه‌ای از مؤلفه‌های معتبر و موردپذیرش خبرگان بود. در مرحله نخست، تعداد ۴۸ شاخص به گروهی متشکل از ۳۵ خبره ارائه گردید و از ایشان خواسته شد تا اهمیت هر شاخص را با استفاده از مقیاس لیکرت پنج‌گانه ارزیابی کنند. برای تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده، شاخص‌های آماری شامل میانگین، انحراف معیار و ضریب همبستگی کندال محاسبه شد (جدول ۲). معیارهای پذیرش شاخص‌ها مبتنی بر منابع معتبر دلفی (Hasson, 1975; Linstone & Turoff, 2004; Okoli & Pawlowski, 2000; Keeney & McKenna, 2000) تعیین گردید؛ به‌طوری‌که شاخص‌هایی با میانگین برابر یا بیش از ۳.۵ و انحراف معیار کمتر از ۱ به‌عنوان شاخص‌های تأییدشده در نظر گرفته شدند.

نتایج مرحله اول نشان داد که از میان ۴۸ شاخص، ۴۲ شاخص دارای میانگین و انحراف معیار مطلوب بودند و بنابراین مورد تأیید قرار گرفتند. در مقابل، ۶ شاخص به دلیل داشتن میانگینی کمتر از ۳.۵، هرچند با انحراف معیار کمتر از ۱، با توجه نظرات خبرگان از فهرست شاخص‌ها حذف شدند. این شاخص‌ها شامل موارد S1، S3، S2، it5، it6 و یک شاخص با میانگین ۳.۲۲ می‌باشند. حذف این موارد نشان‌دهنده ارزیابی پایین اهمیت این شاخص‌ها از منظر خبرگان و عدم صلاحیت آن‌ها برای ادامه فرآیند تحلیل بود.

در مرحله دوم، همان ۴۲ شاخص تأیید شده به صورت مجدد توسط گروه خبرگان ارزیابی شدند تا میزان پایداری و تداوم اجماع میان نظرات آنان مورد سنجش قرار گیرد. نتایج این مرحله نشان داد که میانگین‌ها و انحراف معیارها نسبت به مرحله اول تغییر معناداری نداشته و تمام شاخص‌ها مجدداً تأیید شدند. این ثبات و همسانی نتایج بین دو مرحله، گویای وجود اجماع قوی و انسجام نظر قابل توجه میان خبرگان است. به عبارت دیگر، علاوه بر اهمیت ارزیابی شده برای شاخص‌ها، همگرایی بالایی در دیدگاه‌های خبرگان نسبت به آن‌ها مشاهده گردید.

جدول ۲- نظرسنجی و دیدگاه خبرگان مرتبط با شهر هوشمند و ارتقای تاب‌آوری شهری در شهر زنجان

Table 2 – Expert Survey and Opinions on the Smart City and the Enhancement of Urban Resilience in Zanjan City

مرحله دوم دلفی				مرحله اول دلفی				
Delphi Round One				Delphi Round Two				
وضعیت	انحراف معیار	میانگین	خبرگان	وضعیت	انحراف معیار	میانگین	خبرگان	
Mean	S. Deviation	Mean	Experts	Status	S. Deviation	Mean	Experts	
تائید (Confirmed)	.894	3.99	35	تائید (Confirmed)	.894	3.99	35	T1
تائید (Confirmed)	.807	4.04	35	تائید (Confirmed)	.807	4.04	35	T2
تائید (Confirmed)	.714	4.18	35	تائید (Confirmed)	.714	4.18	35	T3
تائید (Confirmed)	.81098	4.1600	35	تائید (Confirmed)	.81098	4.1600	35	T4
تائید (Confirmed)	.72137	3.9150	35	تائید (Confirmed)	.72137	3.9150	35	T5
تائید (Confirmed)	.74616	3.8550	35	تائید (Confirmed)	.74616	3.8550	35	ST1
تائید (Confirmed)	.61454	4.3150	35	تائید (Confirmed)	.61454	4.3150	35	ST2
تائید (Confirmed)	.74375	4.1400	35	تائید (Confirmed)	.74375	4.1400	35	ST3
تائید (Confirmed)	.72181	3.9600	35	تائید (Confirmed)	.72181	3.9600	35	ST4
تائید (Confirmed)	.87735	3.7100	35	تائید (Confirmed)	.87735	3.7100	35	ST5
تائید (Confirmed)	.71437	3.9150	35	تائید (Confirmed)	.71437	3.9150	35	ST6
تائید (Confirmed)	.78168	3.5450	35	تائید (Confirmed)	.78168	3.5450	35	ST7
تائید (Confirmed)	.72554	4.0350	35	تائید (Confirmed)	.72554	4.0350	35	ST8
تائید (Confirmed)	.81443	3.7450	35	تائید (Confirmed)	.81443	3.7450	35	ST9
*	*	*	*	حذف (Delete)	.89953	3.4300	35	S1
تائید (Confirmed)	.80551	3.6200	35	تائید (Confirmed)	.80551	3.6200	35	S2
*	*	*	*	حذف (Delete)	.89351	3.2250	35	S3
تائید (Confirmed)	.90087	3.7500	35	تائید (Confirmed)	.90087	3.7500	35	S4
تائید (Confirmed)	.89036	3.7850	35	تائید (Confirmed)	.89036	3.7850	35	S5
تائید (Confirmed)	.68051	4.1850	35	تائید (Confirmed)	.68051	4.1850	35	S6
تائید (Confirmed)	.84340	4.0850	35	تائید (Confirmed)	.84340	4.0850	35	S7
تائید (Confirmed)	.70488	4.1750	35	تائید (Confirmed)	.70488	4.1750	35	S8
تائید (Confirmed)	.83750	3.8900	35	تائید (Confirmed)	.83750	3.8900	35	S9
تائید (Confirmed)	.77725	3.6700	35	تائید (Confirmed)	.77725	3.6700	35	S10
تائید (Confirmed)	.66431	3.9700	35	تائید (Confirmed)	.66431	3.9700	35	S11

S12	35	3.6600	.80476	تائید (Confirmed)	35	3.6600	.80476	تائید (Confirmed)
M1	35	3.9150	.68566	تائید (Confirmed)	35	3.9150	.68566	تائید (Confirmed)
M2	35	3.9300	.75362	تائید (Confirmed)	35	3.9300	.75362	تائید (Confirmed)
M3	35	3.9100	.73114	تائید (Confirmed)	35	3.9100	.73114	تائید (Confirmed)
M4	35	3.9350	.77055	تائید (Confirmed)	35	3.9350	.77055	تائید (Confirmed)
M5	35	3.7950	.77198	تائید (Confirmed)	35	3.7950	.77198	تائید (Confirmed)
M6	35	3.8650	.79998	تائید (Confirmed)	35	3.8650	.79998	تائید (Confirmed)
C1	35	4.3150	.65415	تائید (Confirmed)	35	4.3150	.65415	تائید (Confirmed)
C2	35	2.7700	.92269	حذف (Delete)	*	*	*	*
C3	35	4.3800	.64629	تائید (Confirmed)	35	4.3800	.64629	تائید (Confirmed)
C4	35	3.9950	.79254	تائید (Confirmed)	35	3.9950	.79254	تائید (Confirmed)
C5	35	3.6150	.86633	تائید (Confirmed)	35	3.6150	.86633	تائید (Confirmed)
C6	35	3.6250	.84733	تائید (Confirmed)	35	3.6250	.84733	تائید (Confirmed)
Ec1	35	4.1050	.54356	تائید (Confirmed)	35	4.1050	.54356	تائید (Confirmed)
Ec2	35	3.6900	.76605	تائید (Confirmed)	35	3.6900	.76605	تائید (Confirmed)
Ec3	35	3.9850	.65338	تائید (Confirmed)	35	3.9850	.65338	تائید (Confirmed)
Ec4	35	4.0950	.74076	تائید (Confirmed)	35	4.0950	.74076	تائید (Confirmed)
Ec5	35	3.2000	.88539	حذف (Delete)	*	*	*	*
Ec6	35	3.2300	.87804	حذف (Delete)	*	*	*	*
Ec7	35	3.9700	.70824	تائید (Confirmed)	35	3.9700	.70824	تائید (Confirmed)
Ec8	35	3.9300	.66128	تائید (Confirmed)	35	3.9300	.66128	تائید (Confirmed)

شاخص ضریب همابستگی کندال^۱ در مرحله اول برابر ۰/۵۹۲ بود که نشانگر وجود همابستگی متوسط بین نظرات شرکت کنندگان است. پس از اعمال اصلاحات و دریافت بازخوردهای مرحله اول، مرحله دوم دلفی برگزار شد. در این مرحله، شاخص ضریب همابستگی کندال به ۰/۷۱۲ افزایش یافت که نشان دهنده بهبود چشمگیر همگرایی و اجماع در میان خبرگان است. این افزایش قابل توجه بیانگر اثربخشی روند بازنگری و تکرار نظرخواهی در ارتقای همابستگی دیدگاه‌ها می‌باشد؛ و نتایج آزمون کای اسکور با مقدار معناداری ۰/۰۰۰ نیز تأیید کرد که این میزان همابستگی معنادار است؛ بنابراین براساس جدول ۳ فرآیند دلفی دوم مرحله‌ای به خوبی توانست با استفاده از مشارکت خبرگان، ابهامات و اختلاف نظرهای اولیه را کاهش دهد و به یک اجماع معنادار برسد. حذف مؤلفه‌های با توافق پایین و تقویت همابستگی میان نظرات، کیفیت داده‌های نهایی را بهبود بخشیده و اعتبار علمی نتایج را افزایش داده است.

جدول ۳- میزان توافق خبرگان در دو مرحله دلفی از طریق تحلیل ضریب هماهنگی کندال

Table 3 – Expert Agreement Levels in Two Delphi Rounds Based on Kendall's Coefficient of Concordance Analysis

مرحله اول دلفی Delphi Round One		مرحله دوم دلفی Delphi Round Two	
آمار آزمون Test Statistic		آمار آزمون Test Statistic	
تعداد (N)	35	تعداد (N)	35
Sample Size (N)		Sample Size (N)	
ضریب هماهنگی کندال	0/592	ضریب هماهنگی کندال	0/712
Kendall's Coefficient of Concordance		Kendall's Coefficient of Concordance	
مقدار کای اسکوئر	108/053	مقدار کای اسکوئر	898/053
Chi-Square Value		Chi-Square Value	
درجه آزادی (df)	40	درجه آزادی (df)	40
Degrees of Freedom (df)		Degrees of Freedom (df)	
سطح معناداری	0/000	سطح معناداری	0/000
Significance Level (p-value)		Significance Level (p-value)	

بررسی میزان اهمیت و نحوه اثرگذاری و اثرپذیری مؤلفه‌های شناسایی شده با استفاده از بارهای عاملی

به‌منظور بررسی نقش ابعاد مختلف شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان، تحلیل عاملی تأییدی بر مجموعه‌ای از گویه‌ها انجام گرفت. نتایج به دست آمده در جدول ۴، بارهای عاملی هر شاخص را در ارتباط با متغیرهای مربوطه نشان می‌دهد. بررسی این بارها نشان می‌دهد که کلیه شاخص‌ها دارای ضرایب عاملی بالاتر از ۰/۷۰ هستند که از کفایت و اعتبار سازه‌ای مناسبی برخوردارند و دلالت بر تبیین‌پذیری بالای متغیرهای پنهان دارند.

در این میان، زیرساخت‌های هوشمند (با دامنه بار عاملی بین ۰/۷۰۷۶ تا ۰/۸۵۳۸)، یکی از مؤثرترین ابعاد شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان به شمار می‌رود. وجود حسگرهای محیطی، شبکه‌های هوشمند برق، اینترنت پرسرعت پایدار به‌طور مستقیم در مقاوم‌سازی شهرها در برابر بحران‌های طبیعی و انسانی مؤثرند. همچنین، مدیریت بحران هوشمند نیز با میانگین بار عاملی بالا (در بازه ۰/۸۰۰۲ تا ۰/۸۷۰۲) از دیگر مؤلفه‌های کلیدی در ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان است که توانمندی شهر را در پاسخ‌دهی سریع، هماهنگ و کارآمد در شرایط بحرانی تقویت می‌کند. اجتماع هوشمند با میانگین بار عاملی حدود ۰/۷۸ نیز نقش مهمی در ارتقای تاب‌آوری اجتماعی ایفا می‌کند. شاخص‌هایی نظیر پلتفرم گفت‌وگو با مدیریت شهری، آموزش آنلاین تاب‌آوری، کمپین‌های دیجیتال آگاهی‌رسان، ارتقای سواد دیجیتال شهروندان بسیار مؤثرند. از سوی دیگر، اقتصاد هوشمند با بارهای عاملی نسبتاً بالا (بین ۰/۷۰۸۸ تا ۰/۸۹۰۵) در پیوند با تاب‌آوری اقتصادی، پایداری مالی و تنوع منابع درآمدی در شرایط بحرانی را امکان‌پذیر می‌سازد. مدیریت داده و تحلیل نیز با دامنه بارهای عاملی بین ۰/۷۱۷۴ تا ۰/۷۹۴۹، به‌عنوان بستر اصلی تحلیل داده‌های شهری و پشتیبان تصمیم‌گیری دقیق و هوشمند، نقشی اساسی در ارتقای تاب‌آوری نهادی ایفا می‌کند. همچنین، حمل‌ونقل هوشمند با میانگین بار عاملی حدود ۰/۷۹، از طریق ارتقای سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی، مسیرهای اضطراری هوشمند، ایستگاه شارژ خودرو برقی، کنترل ترافیک برخط، در افزایش تاب‌آوری کالبدی و کاهش پیامدهای بحران‌ها نقش آفرینی می‌کند.

در ابعاد چهارگانه تاب‌آوری شهر زنجان شامل تاب‌آوری اجتماعی (۰/۸۰۶۷)، تاب‌آوری اقتصادی (۰/۷۸۵۱)، تاب‌آوری زیرساختی (۰/۸۶۲۶) و تاب‌آوری نهادی (۰/۸۴۰۵)، هر ابعاد چهارگانه دارای بارهای عاملی بسیار بالا بوده و به‌خوبی توسط مؤلفه‌های شهر هوشمند تبیین شده‌اند. این نتایج بیانگر آن است که تحقق مؤلفه‌های شهر هوشمند در شهر زنجان، نه تنها موجب بهبود عملکرد شهری زنجان در شرایط عادی می‌شود، بلکه به‌طور معناداری ظرفیت‌های تاب‌آوری آن را در ابعاد مختلف تقویت می‌کند.

اطلاعات جدول ۴ نشان می‌دهد که مقادیر تمامی بارهای عاملی گویه‌ها بالاتر از ۰/۵ است که برای محاسبه متغیرهای پنهان مدل مقیاس بسیار قابل قبولی به حساب می‌آیند. مقدار بار عاملی بین ۰/۲ تا ۰/۳ نشان‌دهنده مقیاس ضعیف بوده و احتمالاً باید از مدل حذف شود. بارهای عاملی بین ۰/۳ تا ۰/۵ نشان می‌دهد که متغیر مشاهده شده دارای مقیاس نسبتاً ضعیفی بوده ولی در عین حال برای ادامه آنالیز کفایت می‌کند. مقادیر بزرگ‌تر از ۰/۵ نیز نشان می‌دهند که متغیر مشاهده‌پذیر مقیاس قابل‌اطمینان برای محاسبه متغیر پنهان است.

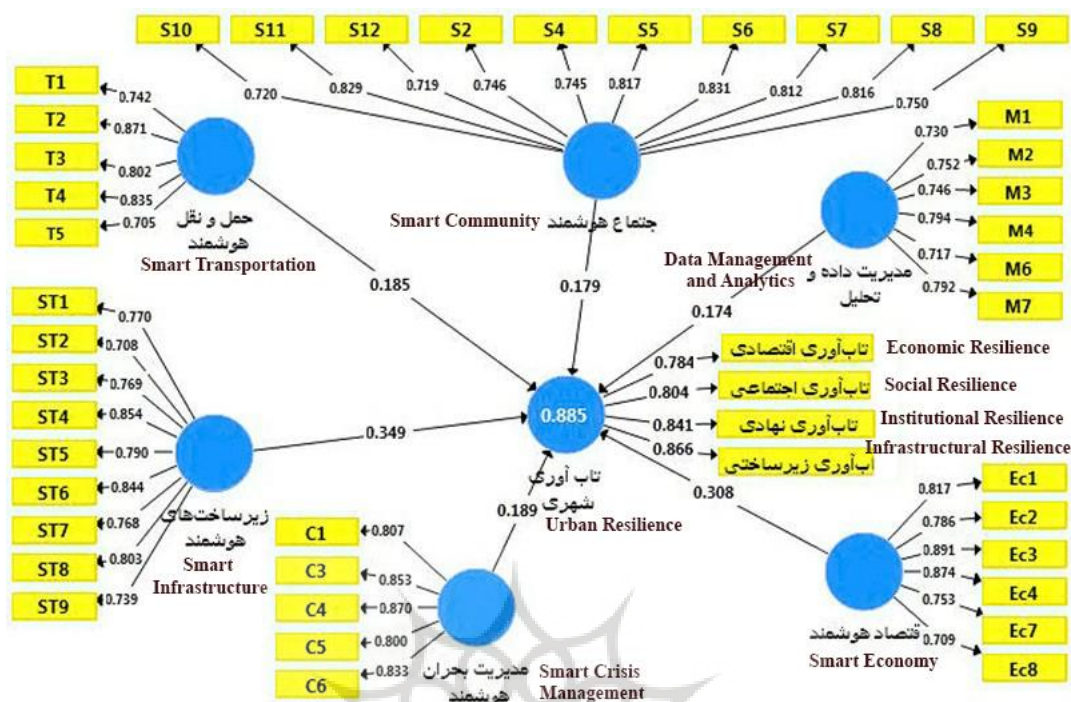
جدول ۴ - جدول نتایج بارهای عاملی

Table 4 – Factor Loadings Results

بار عاملی	زیر معیارها	معیارها	بار عاملی	زیر معیارها	معیارها
Factor Loading	Sub-Criteria	Criteria	Factor Loading	Sub-Criteria	Criteria
0/7300	M1	مدیریت داده و تحلیل (M)	0/7423	T1	حمل‌ونقل هوشمند
0/7522	M2		0/8707	T2	(T)
0/7460	M3		0/8018	T3	Smart
0/7942	M4		0/8346	T4	Transportation
0/7174	M6	مدیریت بحران هوشمند (C)	0/7052	T5	زیرساخت‌های هوشمند (ST)
0/7919	M7		0/7703	ST1	
0/8071	C1		0/7076	ST2	
0/8529	C3		0/7694	ST3	
0/8702	C4	Smart Crisis Management	0/8538	ST4	Smart Infrastructure
0/8002	C5		0/7902	ST5	
0/8325	C6		0/8440	ST6	
0/8169	Ec1		0/7676	ST7	
0/7863	Ec2	اقتصاد هوشمند (Ec)	0/8031	ST8	Smart Community
0/8905	Ec3		0/7385	ST9	
0/8739	Ec4		0/7199	S10	
0/7525	Ec7		0/8292	S11	
0/7088	Ec8	تاب‌آوری اجتماعی	0/7188	S12	Smart Community
0/8067	تاب‌آوری اجتماعی		0/7465	S2	
0/7851	تاب‌آوری اقتصادی		0/7455	S4	
0/8626	تاب‌آوری زیرساختی		0/8172	S5	
0/8405	تاب‌آوری نهادی	Urban Resilience	0/8313	S6	Smart Community
			0/8124	S7	
			0/8156	S8	
			0/7499	S9	

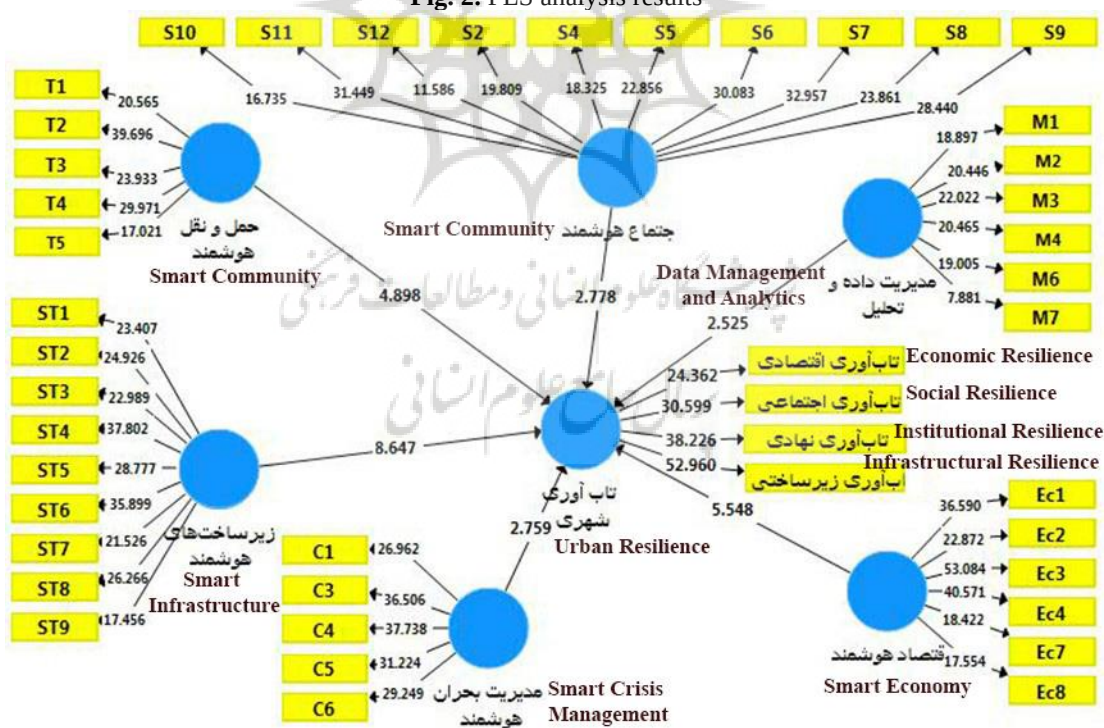
ضرایب مسیر و معناداری آن

ضریب مسیر بیان‌کننده وجود رابطه علی خطی و شدت و جهت این رابطه بین دو متغیر پنهان است. در حقیقت همان ضریب رگرسیون در حالت استاندارد است که در مدل‌های ساده‌تر رگرسیون ساده و چندگانه مشاهده می‌شود. عددی بین -۱ تا +۱ است که ضرایب مسیر مثبت نشان‌دهنده روابط مستقیم و ضرایب مسیر منفی نشان‌دهنده روابط معکوس بین متغیرهای پنهان مستقل و وابسته می‌باشد و اگر برابر با صفر شوند، نشان‌دهنده نبود رابطه علی خطی بین دو متغیر پنهان است. این مقدار از نظر بزرگی نشان‌دهنده قدرت رابطه می‌باشد که با برقرار شدن روابط غیرمستقیم از میزان بزرگی یک ضریب بتا کاسته می‌شود، به همین منظور برخی از محققان بر ضرورت اثرات کلی که ترکیبی از اثر مستقیم (ضریب مسیر یا بتا) و غیرمستقیم است تأکید دارند. ضرایب مسیر اثرات مستقیم و مقدار t متناظر با آن از نرم‌افزار Smart-PLS استخراج شده است در جدول شماره ۵ و شکل شماره ۲ و ۳ نشان داده شده‌اند.



شکل ۲- نتایج تجزیه و تحلیل PLS

Fig. 2. PLS analysis results



شکل ۳- نتایج تجزیه و تحلیل اماره T

Fig. 3. T-statistics analysis results

در راستای تبیین نقش مؤلفه‌های مختلف شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهری، مدلیابی معادلات ساختاری با استفاده از روش تحلیل مسیر در PLS انجام شد. جدول ۵ نتایج تحلیل مسیرهای مستقیم میان متغیرهای مستقل (ابعاد شهر هوشمند) و متغیر وابسته (تاب‌آوری شهری) را نشان می‌دهد. شاخص‌های مورد استفاده برای تحلیل شامل ضریب مسیر (β)، آماره t و سطح معناداری (p -value) هستند. معیار رد یا پذیرش اثرات در سطح اطمینان ۹۹ درصد (سطح معناداری ۰/۰۱) در نظر گرفته شده است. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد، تمامی ابعاد شهر هوشمند اثر مثبت و معناداری بر تاب‌آوری شهر زنجان دارند ($p < 0.01$) که حاکی از اعتبار بالای مدل مفهومی و فرضیات پژوهش است. در میان متغیرهای مورد بررسی، حمل‌ونقل هوشمند با بالاترین ضریب مسیر ($\beta = 0/3490$) و آماره t برابر ۸/۶۴، بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری شهر زنجان دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند نقش اساسی در بهبود تحرک‌پذیری، کاهش آسیب‌پذیری و تقویت تاب‌آوری کالبدی در شهر زنجان دارد. پس از آن، مدیریت داده و تحلیل ($\beta = 0/3081$) نقش قابل توجهی در تاب‌آوری نهادی ایفا می‌کند، چراکه داده‌محوری آمارهای دقیق موجب بهبود تصمیم‌گیری و واکنش سریع‌تر به مخاطرات می‌شود. همچنین، اجتماع هوشمند، مدیریت بحران هوشمند، زیرساخت‌های هوشمند و اقتصاد هوشمند نیز به ترتیب دارای اثراتی معنادار و مثبت بر ارتقای تاب‌آوری اجتماعی، نهادی، زیرساختی و اقتصادی هستند؛ بنابراین توسعه ابعاد مختلف شهر هوشمند به‌طور مستقیم و معنادار می‌تواند به افزایش تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی منجر شود. در این میان، ارتقای زیرساخت‌های هوشمند، حمل‌ونقل پایدار، بهره‌گیری از تحلیل داده‌های بلادرنگ، مشارکت فعالانه شهروندان و تقویت بنیان‌های اقتصاد دیجیتال از مهم‌ترین راهبردها در تقویت تاب‌آوری چند سطحی شهر زنجان به شمار می‌روند.

جدول ۵- نتایج تحلیل مسیر مؤلفه‌های شهر هوشمند بر تاب‌آوری شهری

Table 5 – Path Analysis Results of Smart City Components on Urban Resilience

اثر مستقیم Direct Effect			مسیر مستقیم Direct Path		
رد تأیید در سطح ۰/۰۱ Confirmation at 0.01 Level	سطح معناداری P-value Significance Level (p- value)	آماره t T-Statistic (t-value)	ضریب مسیر β Path Coefficient (β)	متغیر وابسته Dependent Variable	متغیر مستقل Independent Variable
تأیید Confirmed	0/0057	2/7777	0/1789	زیرساخت‌های هوشمند (ST) Smart Infrastructure (ST)	
تأیید Confirmed	0/0000	5/5475	0/3081	مدیریت داده و تحلیل (M) Data Management and Analytics (M)	
تأیید Confirmed	0/0000	4/8982	0/1855	تاب‌آوری شهری (S) Urban Smart Community (S)	
تأیید Confirmed	0/0000	8/6472	0/3490	حمل‌ونقل هوشمند (T) Smart Transportation (T)	
تأیید Confirmed	0/0092	2/7586	0/1892	مدیریت بحران هوشمند (C) Smart Crisis Management (C)	
تأیید Confirmed	0/0058	2/5253	0/1740	اقتصاد هوشمند (Ec) Smart Economy (Ec)	

به منظور بررسی میزان اثر کلی شهر هوشمند بر تاب‌آوری شهر زنجان، تحلیل مسیر ساختاری با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری انجام گرفت. مطابق با نتایج حاصل از جدول ۶، ضریب تأثیر کل شهر هوشمند بر تاب‌آوری شهر زنجان در برابر مخاطرات محیطی برابر با ۰/۸۸۴۶ به دست آمده است. این ضریب بیانگر تأثیر قوی و معنادار شهر هوشمند به عنوان یک متغیر کلان و ترکیبی بر ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان است. مقدار بالای ضریب تأثیر نشان می‌دهد که به کارگیری مؤلفه‌های هوشمند سازی در مدیریت شهر زنجان (اعم از زیرساخت‌های فناوریانه، حمل‌ونقل هوشمند، سامانه‌های تحلیل داده، مدیریت بحران نوین، مشارکت شهروندی و اقتصاد دیجیتال) می‌تواند سهمی قابل‌توجه در افزایش تاب‌آوری چندبعدی شهر زنجان ایفا کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که شهر هوشمند نه تنها ابزاری برای ارتقای کیفیت خدمات شهری در شرایط عادی است، بلکه در مواجهه با مخاطرات محیطی (نظیر زلزله، سیل، آلودگی هوا و تغییرات اقلیمی) نیز به عنوان عامل تسهیل‌کننده عمل می‌کند. این اثرگذاری گسترده می‌تواند ناشی از به کارگیری فناوری‌های نوین، تحلیل بلادرنگ اطلاعات، تصمیم‌گیری هوشمند و ایجاد ساختارهای منعطف در سطوح مدیریتی، اجتماعی و اقتصادی باشد.

جدول ۶- میزان تأثیر متغیر مستقل (شهر هوشمند) بر متغیر وابسته (تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات محیطی)

Table 6 – Effect of the Independent Variable (Smart City) on the Dependent Variable (Urban Resilience Against Environmental Hazards)

ضریب تأثیر Impact Coefficient (β)	فرضیه Hypothesis
0/8846	نقش شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان The role of Smart City in enhancing urban resilience in Zanjan city

جدول نیکویی برازش مدل نشان می‌دهد که مدل تخمینی از نظر کیفیت برازش مناسب است. شاخص‌های مهم مانند $SRMR(0/0865)$ و $NFI(0/941)$ مقادیر قابل قبولی دارند و بیانگر برازش خوب مدل هستند. همچنین فاصله‌های اقلیدسی و هندسی کمتر از حد معیار تعیین‌شده‌اند که تأییدکننده تطابق مدل با داده‌هاست. مقدار کای اسکوئر بیشتر است اما با توجه به سایر شاخص‌ها، مدل از نظر برازش قابل قبول است. در مجموع، نتایج نشان می‌دهد مدل مورد بررسی برازش مناسبی دارد و قابل اعتماد است. نتایج برازش مدل در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷- نیکویی برازش مدل

Table 7 – Model Fit Assessment

نتیجه Result	مقدار قابل تأیید Acceptable Value	مدل تخمینی Estimated Model	مدل استاندارد Standard Model	نوع شاخص Index Type
تأیید confirmed	مقادیر نزدیک به صفر Values close to zero	0/0865	0/0865	ریشه میانگین استاندارد شده مجذور باقیمانده Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)
تأیید confirmed	کمتر از ۰/۹۵ > 0/95	0/0743	0/0743	مربع فاصله اقلیدسی Euclidean Distance Squared (d_ULS)
تأیید confirmed	کمتر از ۰/۹۵ > 0/95	0/851	0/851	فاصله هندسی Geodesic Distance (d_G)
تأیید confirmed	بیش از ۵۰ < 50	87/658	87/658	کای اسکوئر Chi-Square
تأیید confirmed	بیش‌تر از ۰/۹ < 0/90	0/941	0/941	شاخص برازش هنجار شده Normed Fit Index (NFI)

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، با هدف بررسی و تبیین نقش شهر هوشمند در ارتقای تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات محیطی، شهر زنجان به‌عنوان نمونه موردی انتخاب شد. این انتخاب با توجه به رشد سریع کالبدی، تمرکز جمعیت و آسیب‌پذیری فزاینده شهر در برابر مخاطرات طبیعی همچون سیلاب، خشکسالی و گرما، از اهمیت بالایی برخوردار است. با استفاده از رویکردی ترکیبی شامل تحلیل نظری، روش دلفی و مدل‌سازی معادلات ساختاری در نرم‌افزار PLS، ابعاد مختلف شهر هوشمند شامل زیرساخت‌های هوشمند، مدیریت داده و تحلیل، اجتماع هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت بحران هوشمند و اقتصاد هوشمند در ارتباط با تاب‌آوری شهری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از روش دلفی دو مرحله‌ای با مشارکت ۳۵ خبره نشان داد که میان شاخص‌های شهر هوشمند و ابعاد چهارگانه تاب‌آوری (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و زیرساختی) همگرایی و توافق بالایی وجود دارد. در تحلیل‌های آماری، ضریب همابستگی کندال در مرحله دوم به ۰/۷۱۲ افزایش یافت و سطح معناداری آزمون‌ها بیانگر تأیید اجماع خبرگان بود. تحلیل بارهای عاملی تأییدی نشان داد که همه مؤلفه‌های شهر هوشمند بارهای عاملی قابل قبولی داشته‌اند (بیش از ۰/۷) که بیانگر اعتبار مفهومی بالا و تبیین‌پذیری مناسب مدل است. در این میان، زیرساخت‌های هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و مدیریت بحران هوشمند بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری شهر زنجان داشتند. نتایج تحلیل مسیر نیز بیانگر آن بود که تمامی مؤلفه‌های شهر هوشمند تأثیر مثبت و معناداری بر تاب‌آوری شهر زنجان دارند. از میان آن‌ها، حمل‌ونقل هوشمند با ضریب مسیر ۰/۳۴۹ بیشترین نقش را در ارتقای تاب‌آوری ایفا کرده و پس‌از آن، مدیریت داده و تحلیل و اجتماع هوشمند نیز نقش قابل‌توجهی داشتند؛ بنابراین، ضریب تأثیر کل شهر هوشمند بر تاب‌آوری شهر زنجان برابر با ۰/۸۸۴۶ به دست آمد که بیانگر اثرگذاری قوی این متغیر ترکیبی بر تقویت ظرفیت‌های تاب‌آوری شهر زنجان است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که توسعه فناوری‌های هوشمند، ایجاد سیستم‌های اطلاعاتی لحظه‌ای، مشارکت فعالانه شهروندان، تقویت زیرساخت‌های فناورانه و تحول در نظام تصمیم‌گیری شهری، می‌تواند به‌طور معناداری زمینه‌ساز افزایش تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات محیطی باشد.

یافته‌های این پژوهش مبنی بر نقش مثبت و معنادار مؤلفه‌های شهر هوشمند در ارتقای ابعاد مختلف تاب‌آوری شهری در شهر زنجان، با نتایج مطالعات پیشین هم‌خوانی و هم‌پوشانی قابل‌توجهی دارد و یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر تأییدکننده یافته‌های بتی و همکاران (Batty et al., 2012) است که بر اهمیت استفاده از داده‌های بلادرنگ، اینترنت اشیا و سیستم‌های هشدار سریع برای بهبود واکنش شهرها در برابر بحران‌ها تأکید داشتند. یافته‌های این پژوهش نیز نشان داد که زیرساخت‌های هوشمند، مدیریت بحران هوشمند و تحلیل داده‌های لحظه‌ای در افزایش ظرفیت پاسخ‌گویی شهر زنجان نقش کلیدی ایفا می‌کنند. همچنین، نتایج این پژوهش با مطالعات ژو و وانگ (Zhou & Wang, 2020) نیز هم‌راستا است. آن‌ها تأکید داشتند که فناوری‌های هوشمند می‌توانند تاب‌آوری اجتماعی و نهادی را در مقابله با بحران‌هایی مانند کووید-۱۹ ارتقاء دهند. در این پژوهش نیز مؤلفه‌هایی مانند «اجتماع هوشمند» و «مدیریت داده و تحلیل» نقش مؤثری در تقویت تاب‌آوری اجتماعی و نهادی شهر زنجان ایفا کرده‌اند. علاوه بر این، نتایج مطالعه حاضر با تحلیل سیستماتیک ییگیت‌کانلار و همکاران (Yigitcanlar et al., 2020) هم‌خوان است که شرط موفقیت شهرهای هوشمند در تاب‌آور شدن را نهادینه شدن فناوری در ساختارهای مدیریتی و اجتماعی دانستند. یافته‌های این تحقیق نیز گویای آن است که نهادینه‌سازی فناوری در ساختارهای شهری زنجان، موجب ارتقای معنادار تاب‌آوری در ابعاد مختلف شده است و نتایج پژوهش حاضر هم‌سو با یافته‌های قریشی و همکاران (Ghoreishi et al., 2020) است که تأکید کرده‌اند نظریه‌های شهر هوشمند و تاب‌آور نیازمند تلفیق نظام‌مند و ساختاریافته هستند. پژوهش حاضر با ارائه یک چارچوب مفهومی و تلفیق‌گرایی میان مؤلفه‌های این دو رویکرد، عملاً به این پیشنهاد نظری پاسخ داده است. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر پیشنهاد ذیل ارائه می‌شود: توسعه سیستم‌های پایش هوشمند آب، برق و گاز برای کاهش اختلالات در زمان بحران، راه‌اندازی اپلیکیشن‌های شهروندی برای اطلاع‌رسانی و مشارکت مردمی در مواقع اضطراری، تقویت کسب و کارهای فناورانه و استارت‌آپ‌های شهری در حوزه خدمات اضطراری، ارتقاء زیرساخت‌های

فناورانه و سنجش پذیری محیطی در مناطق پرخطر، حمایت از اقتصاد دیجیتال و کسب و کارهای تاب آور شهری، تهیه و تصویب سند راهبردی «شهر هوشمند تاب آور زنجان»

سپاسگزاری

با نهایت احترام و سپاس، بر خود واجب می‌دانیم از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی نمایم. از نهادها و سازمان‌هایی که با فراهم کردن داده‌ها و اطلاعات موردنیاز، بستر لازم را برای انجام دقیق‌تر تحقیق مهیا ساختند، صمیمانه قدردانی می‌شود. توفیق روزافزون همه عزیزان را از درگاه ایزد منان خواستاریم.

References

- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of urban technology*, 22(1), 3-21. <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41, S3–S11. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007>
- Arup. (2014). *City Resilience Framework*. Rockefeller Foundation. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2252179>
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., ... & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2013). Smart cities in Europe. In *Creating smart-er cities* (pp. 65-82). Routledge. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global environmental change*, 18(4), 598-606. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>
- Davoudi, S., Shaw, K., Haider, L. J., Quinlan, A. E., Peterson, G. D., Wilkinson, C., ... & Davoudi, S. (2012). Resilience: a bridging concept or a dead end? "Reframing" resilience: challenges for planning theory and practice interacting traps: resilience assessment of a pasture management system in Northern Afghanistan urban resilience: what does it mean in planning practice? Resilience as a useful concept for climate change adaptation? The politics of resilience for planning: a cautionary note: edited by Simin Davoudi and Libby Porter. *Planning Theory & Practice*, 13(2), 299-333. <http://dx.doi.org/10.1080/14649357.2012.677124>
- Fotouhi, S., Hosseini Rad, A., & Yazdani, S. (2025). Investigating the effects of smart city dimensions on urban resilience in Khorramabad. *Journal of Economic Geography Research*, e722498. [In Persian] <https://doi.org/10.30470/jegr.2025.2048851.1258>
- Ghoreishi, G. S., Parsi, H. R., & Nourian, F. (2020). An analysis of the theoretical domain of the resilient smart city and developing an application framework. *Fine Arts Journal: Architecture and Urban Planning*, 25(4), 55–69. [In Persian] <https://doi.org/10.22059/jfaup.2021.329235.672671>
- Gil-Garcia, J. R., Pardo, T. A., & Nam, T. (2016). *Smart cities and smart government: Assessing innovation and change*. Government Information Quarterly.

- Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., ... & Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748-758. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002>
- Hasson, F., Keeney, S., & McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of Advanced Nursing*, 32(4), 1008–1015. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x>
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? City: Analysis of Urban Trend, Culture, Theory. *Policy, Action*, 12(3), 303-320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23. <http://www.jstor.org/stable/2096802>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- ISO 37122: 2019. (2019). *Sustainable cities and communities – Indicators for Smart Cities*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/69050.html>
- Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1-14. <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>
- Komninos, N. (2013). *Intelligent cities: innovation, knowledge systems and digital spaces*. Routledge. <http://dx.doi.org/10.4324/9780203857748>
- Lall, S. V., & Deichmann, U. (2012). Density and disasters: economics of urban hazard risk. *The World Bank Research Observer*, 27(1), 74-105. <http://dx.doi.org/10.2307/23262822>
- Li, C., Sun, N., Lu, Y., Guo, B., Wang, Y., Sun, X., & Yao, Y. (2022). Review on urban flood risk assessment. *Sustainability*, 15(1), 765. <https://doi.org/10.3390/su15010765>
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (Eds.). (1975). *The delphi method* (Vol. 1975, pp. 3-12). MA: Addison-Wesley. <http://dx.doi.org/10.2307/3150755>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Meijer, A., & Bolivar, M. P. R. (2016). Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *Government Information Quarterly*, 33(2), 207–213. <http://dx.doi.org/10.1177/0020852314564308>
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Shahivandi, A., & Pourhasanzadeh, M. H. (2023). Explaining the components and indicators of smart cities affecting urban resilience against COVID-19: Case study of Shiraz city. *Journal of Urban Planning Geography Research*, 11(4), 257–277. [In Persian] <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2024.369884.1895>
- Sharifi, A. (2016). A critical review of selected tools for assessing community resilience. *Ecological Indicators*, 69, 629–647. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.023>
- Sharifi, A. (2019). A critical review of selected smart city assessment tools and indicator sets. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1269-1283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.172>
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2018). Principles and criteria for assessing urban energy resilience: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1654–1677. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.028>
- Tahmasebi Moghadam, H., Heydari, M. T., Alibakshi, A., & Rasoulzadeh, Z. (2025). Analysis of Key Social Factors Influencing the Resilience of Zanzan City Against Natural and Environmental Hazards. *Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas*, 5(4), 111-134. [In Persian] https://gsma.lu.ac.ir/article_722137.html
- Tahmasebi Moghaddam, H., Ahadnejad Reveshty, M., Heydari, M. T., & Shoghli, A. (2021). Explaining the factors affecting social resilience against biological hazards with an emphasis on COVID-19 (Case study: Zanzan city).

- Geography and Environmental Hazards*, 10(1), 1–19. [In Persian]
<https://doi.org/10.22067/geoh.2021.67234.0>
- UNECE. (2022). *Guidelines on People-first Public-Private Partnerships for the Sustainable Development Goals*. United Nations Economic Commission for Europe. https://unece.org/sites/default/files/2022-10/ECE_CECI_WP_PPP_2022_06-en.pdf
- UN-Habitat. (2020a). *People-Centered Smart Cities: How smart can our cities be?* <https://unhabitat.org/programme/legacy/people-centered-smart-cities>
- UN-Habitat. (2020b). *Smart Cities and Resilience: A Framework for Action*. https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/05/cityrap_tool_booklet_2020.pdf
- Un-Habitat. (2022). *World cities report 2022: envisaging the future of cities*. UN. https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf
- United Nations. (2022). *Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2022 Revision*. <https://population.un.org/wup/>
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Foth, M., Sabatini-Marques, J., Da Costa, E., & Ioppolo, G. (2019). Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable Cities and Society*, 45, 348-365. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.033>
- Zheng, Y. (2019). *Urban computing*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262039086/urban-computing/>
- Zhou, Y., & Wang, S. (2020). Smart city resilience against COVID-19: The role of big data and digital governance. *Cities*, 107, 102984. <https://doi.org/10.3390/su141912645>