Journal of Urban Studies on Space and Place
Vol.9, No 35, Summer 2025, 75-95 | https://jspr.jdisf.ac.ir/
ISSN: 3060-6985 | EISSN: 3060-7094

DOI: https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2069072.1155 مقاله پژوهشی
Received:2025/ 08/ 16 Revised: 2025/ 09/ 04 Accepted: 2025/ 09/ 27 Published: 2025/ 09/ 27

Foresight of Agile City Development for Urban Resilience and Dynamism in the Metropolitan City of Tehran

Navid Ahangari[1]

PhD in Geography and Urban planning, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Extended Abstract

Introduction

Cities are dynamic institutions continuously undergoing complex and unpredictable changes influenced by social, economic, environmental, and technological factors. Facing challenges such as climate change, pandemics, energy crises, and natural hazards, the need to reassess urban responsiveness capacities is more urgent than ever. These conditions have revealed the inefficiencies of traditional planning approaches and strengthened the trend toward innovative models like the "Agile City." An Agile City emphasizes smart governance, flexible infrastructures, efficient social services, and advanced technologies, pursuing goals beyond mere resilience to threats by intelligently redefining urban development pathways. This model integrates dynamism, resilience, data-driven decision-making, and civic participation, prioritizing environmental impact reduction, energy efficiency enhancement, and optimal resource management. Its realization requires a deep understanding of the interaction between space, citizens, and technology—a relationship where individual decisions across living, working, and recreational environments are intertwined with the city's spatial and functional structures and evolve over time. Technologies such as the Internet of Things (IoT) and augmented reality enable real-time environmental data analysis, rapid decision-making, and improved efficiency in resource management, transportation, energy distribution, and pollution control. However, the gap between theoretical discourse and practical guidelines, alongside a shortage of operational research, poses significant barriers to actualizing the Agile City. Urban foresight with this approach is an indispensable necessity for achieving long-term resilience and sustainability. Within this framework, Tehran—a metropolis characterized by heterogeneous urban morphology, rapid population growth, and weak local governance—is highly vulnerable to environmental threats and requires an agile model more than ever; a model that identifies key indicators, develops developmental scenarios, and employs a qualitative-futures approach to enhance the city's dynamism and resilience.

Materials and Methods

This research adopts a futures studies approach and is applied in purpose and descriptive-

1. Corresponding Author: std_navid.ahangari@alumni.khu.ac.ir

analytical in type. Data collection was conducted through library research, document analysis, and surveys utilizing the Delphi method. The Delphi panel was selected through purposive sampling based on criteria including theoretical mastery, practical experience, willingness and ability to participate, and accessibility. The expert population comprised university professors, urban planning managers from the municipality, IT experts, urban resilience researchers, and urban regeneration consultants. Due to the absence of a comprehensive database, snowball sampling was employed, resulting in a sample size of 70. Initially, nine components and 48 indicators were identified as drivers, then reviewed by experts, narrowing down to 30 final indicators for analysis. A semi-structured questionnaire was distributed among experts who evaluated variables' influence and dependence using a cross-impact matrix with scores of 0 (no effect), 1 (weak), 2 (moderate), 3 (strong), and P (potential effect). Cross-impact analysis was performed using MICMAC software, and final scenarios were developed with Scenario Wizard to extract key indicators influencing the system's future.

Results

Analysis of the direct impact matrix showed that out of 900 cells, 826 (91.78%) had non-zero values, with the highest frequency pertaining to strong and moderate influences, reflecting extensive and robust relationships among indicators. Among influential and dependent indicators, reliance on clean energy sources and energy consumption optimization had the highest direct influence, whereas climate impact assessment and mitigation had the lowest. Participatory planning showed the highest direct dependence, while digital business and platform expansion had the least. Regarding indirect effects, data-driven decisions had the greatest influence, and reliance on clean energy had the least. Direct and indirect impact diagrams illustrated complex interrelations of varying intensities among indicators, identifying key metrics for smart policymaking in Tehran's urban governance. Indicators were categorized into five zones: Zone 1 (bilateral with high influence and dependence, e.g., material recycling and new technologies), Zone 2 (influential with high influence and low dependence, e.g., data-driven decisions and climate resilience), Zone 3 (dependent with low influence and high dependence), Zone 4 (independent with low influence and dependence), and Zone 5 (regulatory with balanced influence and dependence). Ranking showed reliance on clean energy and energy optimization leading in influence and dependence, and climate impact assessment ranking lowest. Scenario analysis via Scenario Wizard assessed these five zones under strong, plausible, and weak scenarios depicting various futures for Tehran's technology, digital economy, infrastructure, and education, ultimately enhancing intelligent decision-making and effective urban governance policies.

Discussion and Conclusion

In today's complex and high-risk world, futures studies have become essential tools for designing and managing resilient and agile cities. Tehran faces challenges including unbalanced urban expansion, infrastructure strain, air pollution, and climate change, requiring scenario-based and agile approaches in planning and governance. This study identified key drivers for Tehran's agile city development, with data-driven decision-making as paramount. Without up-to-date data governance, anticipating and responding swiftly to urban threats is hindered, consistent with recent studies on smart city data reliance. Circular economy and resource recycling were highlighted as critical drivers, emphasizing that agile city development extends beyond technology to energy efficiency and resource recirculation. Reliance on clean energy also emerged as a vital driver reinforcing ecological resilience. Conversely, indicators such as

participatory planning and institutional interaction showed highest dependence, underscoring social cohesion's role in achieving urban agility. Intelligent traffic management and smart transportation function as regulatory indicators supporting system performance in crises. Analysis of three potential scenarios—strong, plausible, and weak—revealed Tehran's future could range from sustainable to chaotic depending on institutional integration, technology, and data-driven governance. Ultimately, the research offers a practical model for enhancing Tehran's resilience but faces limitations like incomplete stakeholder participation and weak dynamic data, necessitating further studies. Advanced analytical methods and local engagement are recommended to design more precise scenarios.
Keywords: Futures Studies, Agile City, Urban Resilience, Urban Dynamics, Metropolitan Tehran

Citation:
Ahangari, N. (2025). Foresight of Agile City for Urban Resilience and Dynamism in the Metropolitan City of Tehran. *Journal of Urban Studies on Space and Place*, 9(35), 75-95. https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2069072.1155

DOI: https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2069072.1155
URL: https://jspr.jdisf.ac.ir/article_729640.html?lang=en

Copyrights:
©2023 by the authors. Published by Journal of Urban Studies on Space and Place.
This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه علمی پژوهشهای فضا و مکان در شهر
دوره ۹، شماره ۳۵، تابستان ۱۴۰۴، ۷۵-۹۵ | https://jspr.jdisf.ac.ir/
شاپا چاپی: ۶۹۸۵-۳۰۶۰ | شاپا الکترونیکی: ۷۰۹۴-۳۰۶۰

مقاله پژوهشی: DOI: https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2069072.1155
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵

آینده‌پژوهی توسعهٔ شهر چابک در راستای تاب‌آوری و پویایی شهری کلان‌شهر تهران

نوید آهنگری[۱]
دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

چکیده

شـــهر چابک، پاسخی نوین به تحولات پیچیده و چالش‌های نوظهور است که با بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند و حکمرانی داده‌محور، زمینهٔ تاب‌آوری و پویایی شـــهری را برای دســـتیابی به توسعهٔ آینده شهری فراهم می‌کند. در این راســـتا، پژوهش با هدف آینده‌پژوهی توسعهٔ شهر چابک در راستای تاب‌آوری و پویایی شهری کلان‌شهر تهران تدوین شده است.

روش پژوهش رویکرد آینده‌پژوهی اســـت که از لحـــاظ هدف کاربردی و به لحاظ نوع توصیفی-تحلیلی اســـت. روش گردآوری داده‌ها کتابخانه‌ای و پیمایشی بر اساس روش دلفی بوده است. جامعهٔ آماری خبرگان متخصص در مطالعات شـــهری می‌باشند که حجم نمونه به صورت هدفمند با روش نمونه‌گیری گلوله برفی ۷۰ نفر انتخاب شده اســـت. در بخش تجزیه و تحلیل برای ارزیابی، زمینه‌ســـازی و رتبه‌بندی شاخص‌ها از روش ماتریس اثرات متقابل (MICMAC) و برای تدوین سناریوهای نهایی از سناریو ویزارد (SCENARIOWIZARD) استفاده شده است. شـــاخص اتکا به منابع پاک بیشترین تأثیرگذاری و برنامه‌ریزی مشارکتی بیشـــترین تأثیرپذیری را دارند. همچنین، تصمیمات داده‌محور و بازیافت مواد به‌عنوان پیشـــران‌های کلیدی شـــناخته شـــدند، درحالی‌که شاخص‌های رفاه اجتماعی و فرهنگ‌ســـازی زیست‌محیطی بیشتر تأثیرپذیر و کمتر تأثیرگذار هســـتند. در تحلیل سناریو، پنج حوزهٔ کلیدی توســـعه شـــامل فناوری‌های نوین، تاب‌آوری اقلیمی، اقتصاد دیجیتال، آموزش مســـتمر و زیرساخت‌های هوشمند شناسایی شده است که هریک بر پایداری و کارآمدی کلان‌شهر تهران تأثیرات متنوعی دارند.

توســـعهٔ شـــهر چابک مسیر تحقق مدیریت هوشـــمند، پویا و تاب‌آور را در کلان‌شـــهر تهران هموار ساخته و زمینه پاسخ‌گویی مؤثر به چالش‌های پیچیده شهری آینده را فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آینده‌پژوهی، شهر چابک، تاب‌آوری شهری، پویایی شهری، کلان‌شهر تهران.

۱. ایمیل نویسنده مسئول: std_navid.ahangari@alumni.khu.ac.ir

مقدمه

شـــهرها ذاتاً نهادهای پویایی هســـتند که به‌دلیل عوامل اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و فناوری، پیوسته در حـــال تغییـــر و تحول هســـتند که موجب می‌شـــود پیکرهٔ آن‌ها دســـتخوش دگرگونی‌های پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی شـــود (Abusaada and Elshater, 2020; Millard and Fucci, 2023). در چنیـــن فضایـــی، پدیده‌هـــای تغییرات اقلیمـــی، پاندمی‌هـــای جهانی، بحران‌های انرژی، مخاطرات طبیعی و سایر اختلالات، ضرورت بازاندیشـــی در ظرفیت‌های پاسخ‌دهی شهری را برجسته‌تر می‌سازد (Noennig et al., 2024). طبق گزارش ســـازمان ملل، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۶۸ درصد جمعیت جهان در شـــهرها سکونت کنند که این امر چالش‌های تاب‌آوری و پویایی شـــهری را دوچندان می‌کند (UN-Habitat, 2022). همچنین گزارش هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم بر ضرورت ارتقای ســـازگاری و نوآوری در حکمرانی شهری برای مواجهه با ریســـک‌های ترکیبی اقلیمـــی و اجتماعی تأکید دارد (IPCC, 2023). در مواجهه با این چالش‌های نوظهور، رویکردهای سنتی در برنامه‌ریزی شهری، کارایی لازم را ندارند؛ به همین دلیل، اندیشمندان حوزهٔ شهری به‌سوی رهیافت‌های نوینی گرایـــش یافته‌اند که مبتنی بر درک، تطبیق‌پذیری و پاسخ‌گویی سریع به شرایط در حال تغییر باشند (Elshater and Abusaada, 2024).

در این راســـتا، مفهوم شهر چابک به‌عنوان یک رهیافت نوظهور، اهمیت روزافزونی یافته اســـت. این رویکرد، به‌دنبـــال طراحی راهبردهایی چندبعـــدی در حوزه‌های حکمرانی، زیرساخت، خدمات اجتماعی و فناوری‌های هوشمند اســـت که به شهر اجازه می‌دهد نه‌تنها در برابر تهدیدها ایســـتادگی کند، بلکه بتواند به‌طور هوشمندانه به بازتعریف مسیر توسعهٔ خود بپردازد (Batty, 2022). در پی ایـــن تحول مفهومی، شـــهرهای چابک به‌عنوان الگوهایی برای زیست آینده معرفی شده‌اند؛ الگوهایی که پویایی، تاب‌آوری و بهبود مســـتمر را با اســـتفاده از فناوری‌های نوین، داده‌محوری و مشارکت مدنی ترکیب می‌کنند (Pantovi´c et al., 2024). چنین شـــهرهایی نه‌تنها به ایجاد محیطی پویا و تاب‌آور در برابر مخاطرات طبیعی و انســـانی می‌پردازند، بلکـــه در تلاش‌اند تا با بهره‌گیـــری از حکمرانی هوشـــمند، زیرســـاخت‌های منعطف و ســـامانه‌های حمل‌ونقل کارآمـــد، نیازهای متغیر شـــهروندان را درک و پاسخ دهند (de Elmeida et al., 2020). تمرکز بر کاهش اثرات زیست‌محیطی، ارتقای بهره‌وری انرژی و مدیریت هوشمند منابع نیز از اولویت‌های اصلی در شهرهای چابک به شمار می‌رود (Huang et al., 2023). ازاین‌رو، شـــهر چابک دیگر صرفاً یک ویژگی جانبی برای مدیریت شـــهری نیست، بلکه به‌صورت یک ضرورت راهبردی برای شـــهرهای آینده درآمـــده اســـت (Hassan et al., 2022). نتایج جدید نیز نشان می‌دهد که پیاده‌سازی موفق شهر چابک نیازمند همگرایی سیاســـت‌گذاری شـــهری و نوآوری فناورانه اســـت تا بتوانـــد در برابـــر بحران‌های همزمان اقتصـــادی و اقلیمی پایداری ایجـــاد کند (Neirotti et al., 2022; Yigitcanlar et al., 2024).

تحقق شـــهر چابک بدون درک عمیق از پویایی درونی آن و تعامل میان فضا، شهروند و تکنولوژی امکان‌پذیر نخواهد بود. پویایی شـــهری مفهومی کلیدی است که از تعامل پیچیده میان تصمیم‌های فردی شـــهروندان در انتخاب محل ســـکونت، کار و تفریح، با ســـاختارهای فضایی و کارکردی شهر شکل می‌گیرد (Asaad et al., 2024). ترجیحات مردم در گذر زمان دگرگون می‌شوند و همین امر، عامل مهمی در شـــکل‌گیری مسیر رشد یا افول شهرهاســـت (Hendawy et al., 2024). در این میان، فناوری اطلاعات و ارتباطات با ایجاد بســـترهایی چون اینترنت اشـــیا و واقعیت افزوده، به توانمندسازی شـــهرها در تحلیـــل داده‌های محیطـــی و تصمیم‌گیری آنلاین کمـــک می‌کنـــد (AlKishri and Al-Bahri, 2021). چنین تحولاتی، به‌ویژه در حوزه‌های مدیریت منابع، حمل‌ونقل، توزیع انرژی و کنترل آلودگی، نقش

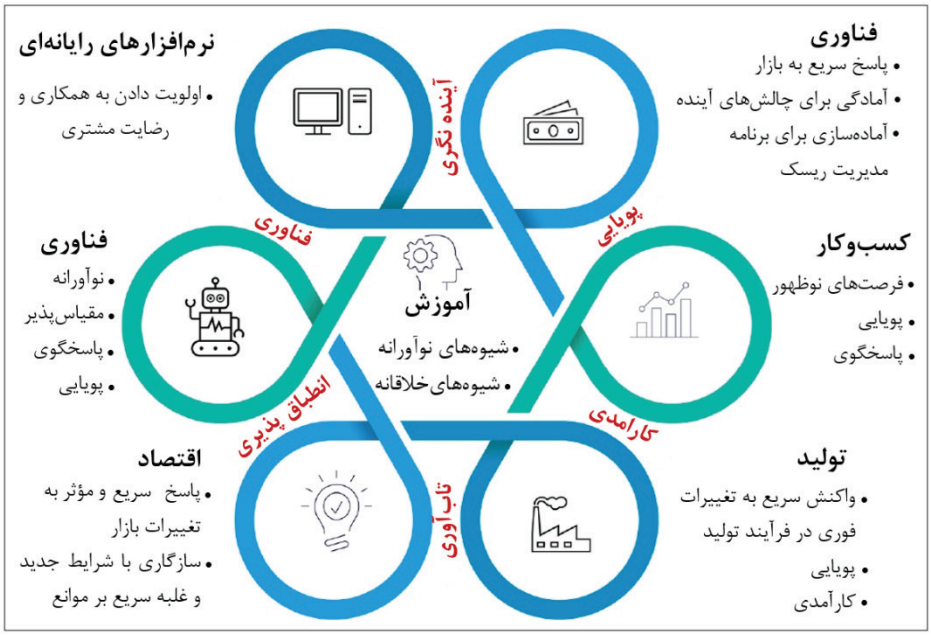
مؤثری در ارتقای بهره‌وری عملکرد شهری ایفا می‌کنند (Alblushi and Yousif, 2021). در سال‌های اخیر استفاده از هوش مصنوعی، کلان‌داده و شبیه‌سازی‌های بلادرنگ به‌عنوان ابزارهای نوظهور برای ارتقای چابکی و پیش‌بینی‌پذیری در مدیریت شهری مطرح شده است (Kumar et al., 2023)؛ بنابراین، برای حرکت در مسیر توسعهٔ شهر چابک، باید شهرها را به‌مثابهٔ سیستم‌هایی پویا نگریست که نیازمند بازطراحی در تمام سطوح، متناسب با تغییرات فناورانه و اجتماعی هستند.

در نهایت، دستیابی به شهر چابک تنها زمانی ممکن خواهد بود که میان نظریه‌های توسعهٔ شهری و اقدامات اجرایی شکاف مفهومی وجود نداشته باشد (Bibri, 2021). بررسی‌ها نشان می‌دهد که با وجود تأکید گستردهٔ نظری بر ضرورت شهر چابک در برنامه‌ریزی شهری، دستورالعمل‌های اجرایی مشخصی برای پیاده‌سازی این رویکرد در بافت‌های مختلف شهری کمتر ارائه شده‌اند (Mrugalska and Ahmed, 2021). این خلأ، بر لزوم پژوهش‌هایی تأکید می‌کند که بتوانند تعریف عملیاتی از مفهوم شهر چابک را برای سطوح مختلف حکمرانی شهری فراهم سازند و مسیرهایی روشن برای افزایش تاب‌آوری و پایداری در ساختار شهری ترسیم کنند (Albouy, 2017). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که نبود شاخص‌های بومی برای سنجش میزان چابکی شهری یکی از چالش‌های اصلی در کشورهای در حال توسعه است و همین امر اهمیت پژوهش‌های بومی‌سازی‌شده را دوچندان می‌کند (Meijer & Bolívar, 2023; Yigitcanlar et al., 2024).

کلان‌شهر تهران باتوجه‌به ساختار کالبدی ناهمگون، رشد شتابان و ضعف در حکمرانی محلی، در برابر تهدیدهای محیطی آسیب‌پذیر است و نیاز به مدلی چابک برای مدیریت شهری در آن بیش از هر زمان دیگر احساس می‌شود. ارزیابی‌های انجام‌شده نشان می‌دهند که بسیاری از مناطق این شهر، از تاب‌آوری پایینی برخوردارند و زیرساخت‌های پویا و کارآمد ندارند (Haghighi Fard and Doratli, 2022). در چنین بستری، الگوی شهر چابک که بر پویایی، پاسخ‌گویی سریع، استفاده از فناوری‌های هوشمند و مشارکت مدنی استوار است، می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش تاب‌آوری و پویایی شهری در تهران باشد (Bitarafan et al. 2023). از این منظر، پژوهش حاضر با هدف شناسایی، زمینه‌سازی و رتبه‌بندی شاخص‌ها و تدوین سناریوهای توسعهٔ شهر چابک در کلان‌شهر تهران، با رویکردی آینده‌نگر و کیفی، تلاش می‌کند چهارچوبی عملیاتی برای ارتقای تاب‌آوری و پویایی شهری این کلان‌شهر ارائه کند.

مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

اصطلاح چابکی به‌عنوان مفهومی چندوجهی در حوزه‌های مختلف از جمله کسب‌وکار، آموزش، صنعت، فناوری و اقتصاد شناخته شده است و به معنای توانایی سازگاری سریع و اثربخش با تغییرات و چالش‌های محیطی است. در کسب‌وکار سازگاری سریع با بازار و نوآوری، در آموزش تطبیق نوآورانه روش‌ها و شتاب یادگیری (Piprani and Khan Sar, 2024)، در تولید واکنش سریع به تغییرات بازار و کارایی (Voytenko Palgan et al., 2021)، در نرم‌افزار پاسخ سریع به تغییرات فناوری و همکاری تیمی (Asadzadeh et al., 2023)، در فناوری واکنش به تحولات و تهدیدات سایبری (Karimian and Chahartangi, 2024) و در اقتصاد پاسخ مؤثر به تغییرات بازار و غلبه بر موانع است (Abdalla et al., 2025). این مفهوم در برنامه‌ریزی شهری به معنای واکنش سریع و سازگاری شهرها با تغییرات مکرر جمعیت، شرایط اجتماعی-اقتصادی و فناوری است که با ویژگی‌هایی چون پویایی، سازگاری، تاب‌آوری و کارآمدی شناخته می‌شود (Anwar et al., 2025). شهر چابک مفهومی در حال توسعه است و به شهرهایی اطلاق می‌شود که با رویکردی جامع و میان‌رشته‌ای، تمام مؤلفه‌های شهری را به کار می‌گیرند



شکل شمارهٔ (۱): چهارچوب مفهومی عناصر شهر چابک مرتبط با تاب‌آوری و پویایی شهری

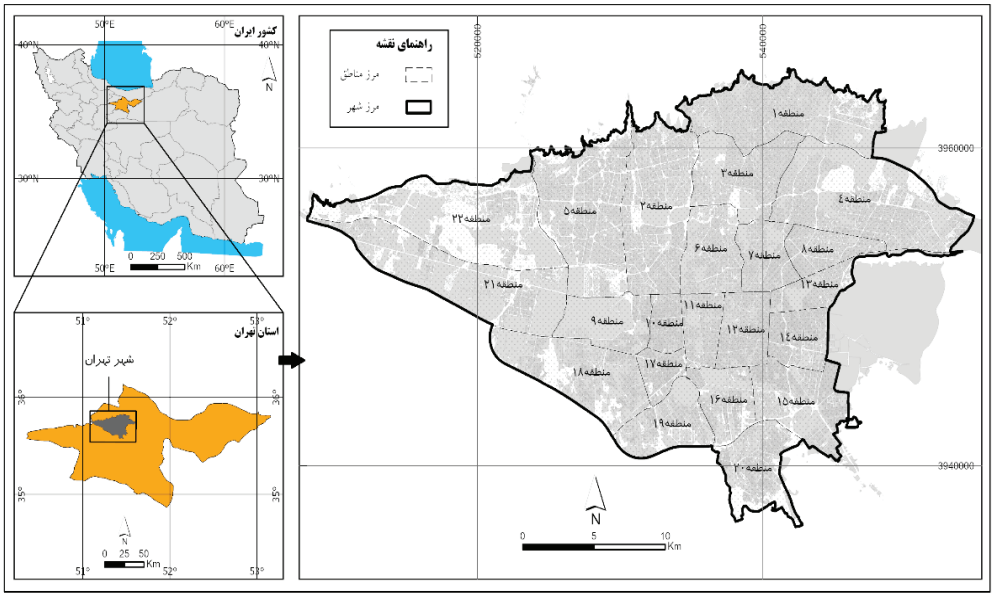
(منبع: Anwar et al., 2025)

تـا پایداری، پویایـی، تـاب‌آوری در برابر چالش‌های محیطـی، اقتصـادی و اجتماعی تضمیـن کنند؛ این شـهرها به‌ویژه نیازمند تعریفی دقیق‌تـر و راهبردهای کاربردی و متناسـب با شـرایط متنوع هسـتند که در ادبیات موجود خلأ آن احساس می‌شود (Mrugalska and Ahmed, 2021). شـهر چابک با داشـتن قدرت اقتصادی، حکمرانی مطلوب، ایمنی، آموزش، فناوری و توسـعه‌های شـهری، توانمندی لازم برای بقا و رشد در شـرایط نامطمئن آینده را داراسـت؛ زیرا چالش‌ها و بحران‌های آینده قابل پیش‌بینی نیستند و رشد اقتصادی و شـهری نیز تابعی از پویایی شرایط خواهد بود (Soe and Drechsler, 2018)؛ بنابراین، شـهر چابک باید چهارچوبی جامع از رویکردهای چندگانه با پارامترهای راهنمای چابک داشته باشد که به شکل‌گیری محیط‌های شهری زیست‌پذیر، تاب‌آور و پویا کمک کند و برای این منظور همکاری ذی‌نفعان، مشارکت ساکنان و بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند ضروری است (Anwar et al., 2025). ویژگی‌های کلیدی شـهر چابک شامل پویایی در تنظیم سـریع در برابر نوسـانات جمعیتی، فناوری و شـرایط اقتصادی، سـازگاری با تغییرات اقتصادی، دموگرافیک و زیسـت‌محیطی، نوآوری در برنامه‌ریزی و حکمرانی و سازوکارهای تحمل اختلالات و بازیابی کارآمد است (Car-Pusic et al., 2020). رویکردهای حیاتی در شهر چابک شامل اولویت‌بخشی به تاب‌آوری در برابر ریسـک‌های اقلیمی، توسـعهٔ زیرساخت‌های پویا، بهبود دسترسـی منطقه‌ای و نوآوری فناورانه است کـه در قالب پروژه‌های هوشـمند مدیریـت ترافیک، تحلیل داده‌ها و پلتفرم‌های دیجیتـال بهبود خدمات و رفاه شهروندان را هدف گرفته‌اند (de Elmeida et al., 2020). چهارچوب‌های شهر چابک بر تعهد سیاسی، مشارکت ذی‌نفعان و تصمیم‌گیری سریع تأکید می‌کنند تا سازگاری و پویایی شهر را تضمین کنند و به این ترتیب شهر چابک به‌عنوان راهکاری جامع برای مواجهه مؤثر با چالش‌های آینده اقتصادی، فناوری و محیط‌زیسـتی

جدول شمارهٔ (۱): پیشینهٔ پژوهشی

عنوان	نویسنده (سال)	نتایج
راهنمایی برای: گذار به صنعت ۵٫۰ شهرهای چابک و مقاوم	انور[1] و همکاران (۲۰۲۵)	همکاری انسان و ماشین، نوآوری در آموزش و حکمرانی یکپارچه نقش کلیدی در توسعهٔ شهرهای چابک و مقاوم دارند.
پویایی چابک شهری: ویژگی‌های مسکن در زاغه‌نشینی‌های شهری	یوزنی و زورایدی[2] (۲۰۲۵)	شهر چابک با تکیه بر ساختارهای پویا، مشارکت‌محوری، کیفیت زندگی و تاب‌آوری اجتماعی در سکونتگاه‌های غیررسمی را بهبود می‌دهد.
بازیابی پارامترهای شهرهای چابک: مروری نظام‌مند بر ادبیات	انور و همکاران (۲۰۲۵)	شهرهای چابک با زیرساخت‌های منعطف، حکمرانی نوآورانه و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده قادر به سازگاری سریع و مؤثر با شرایط پویا هستند.
توسعهٔ چابک در دیجیتالی‌سازی شهری	نونینگ و همکاران (۲۰۲۴)	توسعهٔ چابک با مدیریت استراتژیک ریسک، نوآوری و پیشرفت در توسعهٔ شهری را تسهیل می‌کند
راهکار چابک برای تشخیص حملات سایبری با یادگیری عمیق در شهرهای هوشمند	جاگانراجا و سرینیواسان[3] (۲۰۲۴)	مدل یادگیری عمیق با شبکه‌های توجه و الگوریتم بهینه‌سازی، دقت تشخیص حملات سایبری را افزایش می‌دهد و حریم خصوصی را حفظ می‌کند.
یک شهر چابک؟ شهرسازی تاکتیکی و پاسخ به جابه‌جایی طولانی‌مدت	البطاوی[4] (۲۰۲۴)	شهرسازی تاکتیکی پاسخ چابک‌تر و تقویت مشارکت و تاب‌آوری شهری را ممکن می‌کند.
بهینه‌سازی الگوریتم‌های چابک در شبکه‌های خودرویی برای شهرهای هوشمند	فلوچتر[5] و همکاران (۲۰۲۳)	الگوریتم‌های بهینه‌سازی چابک عملکرد شبکه‌های خودرویی هوشمند در شهرهای هوشمند را بهبود می‌بخشند.
جریان‌های داده‌ای چابک برای برنامه‌ریزی شهری مقاوم در برابر تغییرات اقلیمی	فوگت[6] و همکاران (۲۰۲۳)	رویکرد چابک در تحلیل داده‌های اقلیمی موجب ارتقای توان انطباق شهر با تغییرات اقلیمی شده و مدیریت شهری را تاب‌آور کرده است.
شهر تکاملی: به‌سوی نظامی انعطاف‌پذیر، چابک و هم‌زیست	چن[7] و همکاران (۲۰۲۳)	سنجش هوشمند، شبیه‌سازی موازی و تصمیم‌گیری خودگردان، چابکی و انعطاف شهر را افزایش می‌دهد و به بهبود مدیریت شهری کمک می‌کند.
بهینه‌سازی چابک برای مصرف بهینهٔ انرژی در حمل‌ونقل شهرهای هوشمند	قربانی‌اسکالعی[8] و همکاران (۲۰۲۲)	بهینه‌سازی چابک مصرف انرژی در حمل‌ونقل هوشمند را کاهش می‌دهد و پاسخگویی سریع به تغییرات را ممکن می‌کند.
مدل حکمرانی پویا در مدیریت یکپارچه پسماند: افراد و فرایند چابک در عمل	کامل[9] و همکاران (۲۰۲۱)	استفاده از اصول چابک در حکمرانی مدیریت پسماند باعث بهبود فرایندها و مشارکت شهروندان شده است.
پیشنهاد رویکرد هیبریدی چابک در فرایند تأمین راه‌حل‌های شهر هوشمند	گوسول و بوتناریو[10] (۲۰۲۰)	استفاده از رویکرد هیبریدی چابک، تعامل فعال‌تر و موفق‌تر مدیریت شهری در پروژه‌های شهر هوشمند را ممکن می‌کند.
رویکردی چابک به تاب‌آوری شهری	راداکریشنان[11] و همکاران(۲۰۱۷)	چابکی در مدیریت شهر موجب افزایش تاب‌آوری و توان انطباق شهر با بحران‌ها شده است.
شهر چابک: مفهوم، اصول، ویژگی‌ها و چالش‌های پیاده‌سازی	زنگانه و همکاران (۱۴۰۳)	پیاده‌سازی اصول شهر چابک می‌تواند موجب افزایش انعطاف‌پذیری، بهبود کیفیت زندگی و پایداری شهری شود.
مدل چابک‌سازی سازمان‌های شهری با رویکرد توسعه مشارکت مردمی	منصوری و همکاران (۱۴۰۲)	ارتقای ابعاد چابک‌سازی باعث افزایش مشارکت مردم و توسعهٔ پایدار شهر می‌شود.

1. Anwar
2. Yuzni and Zuraidi
3. Jaganraja and Srinivasan
4. Al-Betawi
5. Fluechter
6. Vögt
7. Chen
8. Ghorbanioskalaei
9. Kamil
10. Guşul and Butnariu
11. Radhakrishnan



شکل شمارۀ (۲): موقعیت جغرافیایی کلان‌شهر تهران در سال ۱۴۰۴

(ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۴)

مطرح شده است (Radhakrishnan et al., 2017). باتوجه‌به فرایند فوق چهارچوب مفهومی عناصر شهر چابک در ارتباط با تاب‌آوری و پویایی شهری در شکل (۱) ارائه شده است.

در راستای مبانی نظری و به‌منظور استحکام‌بخشی به بنیان‌های مفهومی، مرور ادبیات مرتبط با مفاهیم شهر چابک، تاب‌آوری و پویایی شهری ضرورتی انکارناپذیر دارد. بررسی ادبیات موجود نشان می‌دهد که هرچند به مفهوم شهر چابک در حوزه‌های حکمرانی نوآورانه، زیرساخت‌های منعطف، مشارکت ذی‌نفعان و فناوری‌های هوشمند توجه شده است، اما اغلب این مطالعات به‌صورت بخشی و بدون توجه به پیوند ساختاری میان مؤلفه‌های چابکی، تاب‌آوری و پویایی شهری انجام شده‌اند. همچنین، بسیاری از این پژوهش‌ها نگاه آینده‌نگر ندارند و تمرکز آن‌ها عمدتاً بر وضعیت موجود و تحلیل‌های مقطعی است. نوآوری پژوهش حاضر در بهره‌گیری از رویکرد آینده‌پژوهی است که شاخص‌های کلیدی مؤثر بر چابکی، تاب‌آوری و پویایی شهری را شناسایی و تحلیل می‌کند. این رویکرد امکان پیش‌بینی سناریوهای مختلف آینده را فراهم می‌سازد و زمینۀ ارائه راهکارهایی متناسب با پیچیدگی‌ها و تغییرات ناپایدار کلان‌شهر تهران را ایجاد می‌کند.

قلمرو پژوهش

قلمرو زمانی این پژوهش سال ۱۴۰۴ و قلمرو مکانی آن کلان‌شهر تهران است (شکل شمارۀ ۲). شهر تهران، پایتخت سیاسی ایران، در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز و در شمال فلات مرکزی واقع شده است. این کلان‌شهر در مختصات جغرافیایی ۳۵ تا ۳۶ درجه عرض شمالی و ۵۱ تا ۵۲ درجه طول شرقی قرار دارد و با وسعتی حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع، پرجمعیت‌ترین منطقه شهری ایران محسوب می‌شود. جمعیت روزانه آن نزدیک به ۱۳ میلیون نفر برآورد شده که این تفاوت ناشی از تمرکز ادارات، مشاغل و خدمات در محدوده مرکزی شهر است (Safaee and Nematipour, 2021). باتوجه‌به موقعیت ژئواستراتژیک، تنوع

جدول شمارهٔ (۱): تعریف عملیاتی مؤلفه، معیار و شاخص‌های شهر چابک

مؤلفه	شاخص
زیرساخت چابک	انعطاف‌پذیری قوانین کاربری اراضی، سازگاری زیرساخت‌های چندمنظوره، استفاده از حسگرها و داده‌های نوآورانه، بهینه‌سازی و توسعهٔ زیرساخت‌ها
انرژی چابک	توسعهٔ هوشمند انرژی شهری، بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر، اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی
تحرک چابک	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند، مدیریت هوشمند ترافیک، پذیرش حمل‌ونقل داده‌محور
فناوری اطلاعات چابک	زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد، پشتیبانی از تبادل سریع اطلاعات، سیستم‌های هوشمند ارتباطی
آموزش چابک	ارتقای نظام آموزشی، بهبود یادگیری دانش و مهارت‌ها، یادگیری مداوم و تطبیق آموزش با نیازها
کنترل اقلیم چابک	ارزیابی و کاهش اثرات اقلیمی، راهکارهای نوآورانهٔ مقاوم در برابر اقلیم، افزایش تاب‌آوری اقلیمی
محیط‌زیست چابک	استفادهٔ پایدار و بهینهٔ منابع طبیعی، بازیافت و استفادهٔ مجدد مواد، حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی
اقتصاد و کسب‌وکار چابک	ترویج اقتصاد دایره‌ای، گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی، سازگاری ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین
حکمرانی چابک	بهبود فرایند تصمیم‌گیری، افزایش ظرفیت پاسخگویی، برنامه‌ریزی مشارکتی، تصمیمات داده‌محور، مدل حکمرانی تعاملی

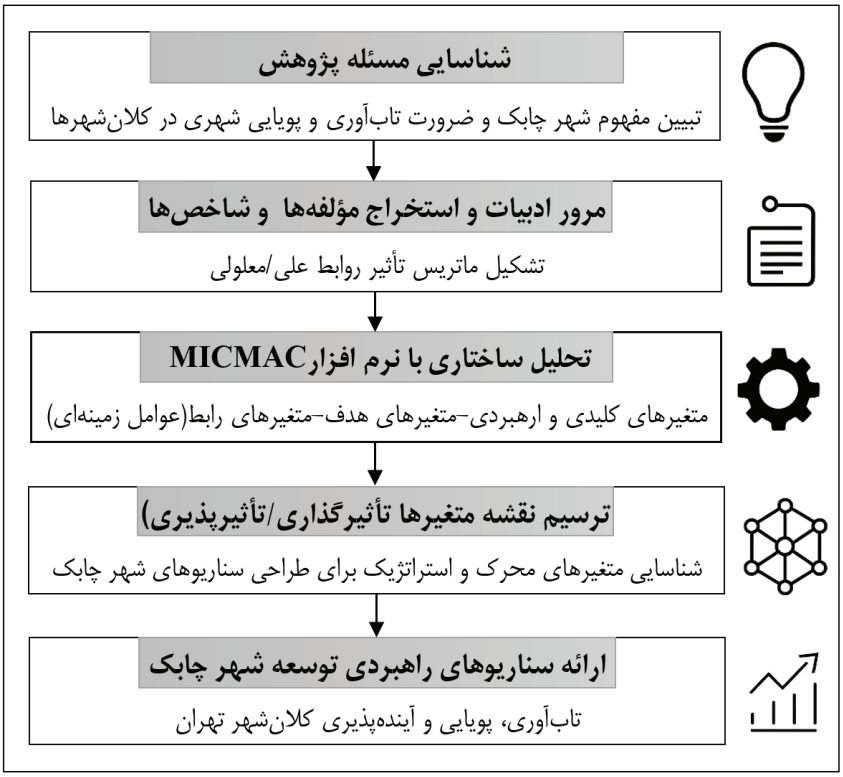
(مأخذ: Anwar et al., 2025**)**

کالبدی و فشارهای زیست‌محیطی و اقلیمی گسترده، آینده‌پژوهی در راستای توسعهٔ شهر چابک و تقویت تاب‌آوری شهری، ضرورتی راهبردی برای مواجهه با بحران‌های پیش‌روست (Shamsipour et al., 2024).

مواد و روش پژوهش

پژوهش مبتنی بر رویکرد آینده‌پژوهی و از لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ نوع توصیفی-تحلیلی است. مبنای گردآوری اطلاعات روش کتابخانه‌ای، اسنادی و پیمایشی و بر اساس روش دلفی بوده است. در انتخاب تیم دلفی، از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده و معیارهای انتخاب خبرگان شامل تسلط نظری، تجربهٔ عملی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش و امکان دسترسی بوده است. جامعهٔ آماری این پژوهش خبرگان (استادان دانشگاه، مدیران برنامه‌ریزی شهری شهرداری، کارشناسان سازمان فناوری اطلاعات شهرداری، پژوهشگران تاب‌آوری شهری و مشاوران طرح‌های بازآفرینی شهری) است که باتوجه‌به عدم وجود یک پایگاه داده جامع برای فهرست افراد حرفه‌ای، از روش نمونه‌گیری گلولهٔ برفی[1] استفاده شده و ۷۰ نفر به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. در راستای شناسایی پیشران‌های پژوهش، در گام نخست ۹ مؤلفه اصلی و ۴۸ شاخص اولیه از طریق مرور ادبیات و مطالعات مرتبط استخراج شد. سپس به‌منظور اعتبارسنجی و اطمینان از جامعیت شاخص‌ها، پرسشنامه‌ای دلفی به‌صورت بسته طراحی و در اختیار پانل متخصصان و خبرگان قرار گرفت. در این پرسشنامه از خبرگان خواسته شد میزان اهمیت و تأثیر هر شاخص را ارزیابی کنند. فرایند دلفی طی دو مرحله اجرا شد و پس از غربالگری و دستیابی به اجماع نظر، در نهایت ۳۰ شاخص تأیید و به‌عنوان شاخص‌های نهایی برای تحلیل انتخاب شد (جدول شمارهٔ ۱). در گام بعد، به‌منظور تحلیل تعاملات میان شاخص‌های منتخب، پرسشنامه‌ای نیمه‌ساختاریافته طراحی و در اختیار همان

1. snowball sampling



شکل شمارهٔ (۳): فرایند اجرایی پژوهش

گروه خبرگان قرار داده شـد. این پرسشـنامه بر اساس منطق ماتریس اثرات متقاطع تنظیم و از خبرگان خواسته شـد میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر متغیر نسبت به سـایر متغیرها را در مقیاسی از ۰ تا ۳ امتیازدهی کنند؛ به‌طوری‌که «۰» نشان‌دهندهٔ عدم تأثیر، «۱» بیانگر تأثیر ضعیف، «۲» تأثیر متوسـط، «۳» تأثیـر قوی و «P» نمایانگر تأثیر بالقوه باشـد. داده‌های گردآوری‌شده در نرم‌افزار میک‌مک[1] وارد شـد و مورد تحلیل قرار گرفت تا پیشـران‌های کلیدی و جایگاه هر شاخص در شبکهٔ تعاملات سیسـتمی مشخص شود. در نهایت، به‌منظور طراحی آینده‌های محتمل و تدوین سناریوهای سازگار، از نرم‌افزار سـناریو ویزارد[2] اسـتفاده شد. خروجی این مرحله به شناسـایی و استخراج شـاخص‌های کلیدی مؤثر بـر وضعیت آیندهٔ سیسـتم منجر شـد که مبنای تدوین سـناریوهای نهایی پژوهش قـرار گرفت. فرایند اجرایی پژوهش در شکل شمارهٔ (۳) ارائه شده است.

یافته‌ها (تحلیل ساختاری-آینده‌پژوهی)

تحلیل مقادیـر شـاخص‌های ماتریـس تأثیرات مستقیم: نتایج نشـان داد که ماتریس تأثیرات مستقیم دارای ۹۰۰ خانه اسـت که از این تعـداد، ۸۲۶ خانه مقـدار غیرصفر داشـته‌اند و نرخ پرشـدگی آن برابر با ۹۱/۷۸ درصد است. بیشـترین فراوانی مقادیر مربوط به شدت تأثیرات سـه (۲۸/۴۱ درصد) و دو (۲۵/۷۳ درصد) بوده که نشان‌دهندهٔ وجود روابط قوی و گسترده میان شاخص‌هاست (جدول شمارهٔ ۲).

1. MicMac
2. SCENARIOWIZARD

جدول شمارهٔ (۲): تحلیل مقادیر شاخص‌های ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم

مقدار	صفر (بدون اثر)	ضعیف (مقدار ۱)	متوسط (مقدار ۲)	قوی (مقدار ۳)	P (مقادیر ویژه)	کل مقادیر غیرصفر
تعداد	۷۴	۲۰۵	۲۱۲	۲۳۴	۱۷۵	۸۲۶
درصد از کل مقادیر غیرصفر	–	۲۴/۸۲	۲۵/۷۳	۲۸/۴۱	۲۱/۱۹	۱۰۰
درصد پرشدگی از کل ماتریس	۸/۲۲	۲۲/۷۸	۲۳/۵۶	۲۶	۱۹/۴۴	۹۱/۷۸

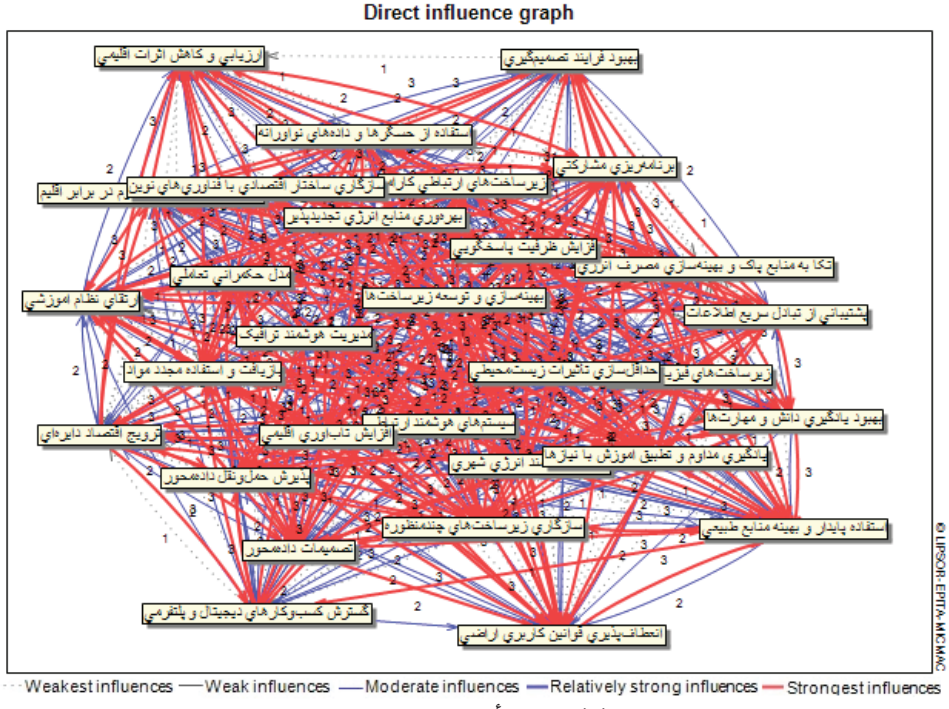
منبع: یافته‌های پژوهش، ۰۴۱۴

جدول شمارهٔ (۳): میزان تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم شاخص‌ها بر همدیگر

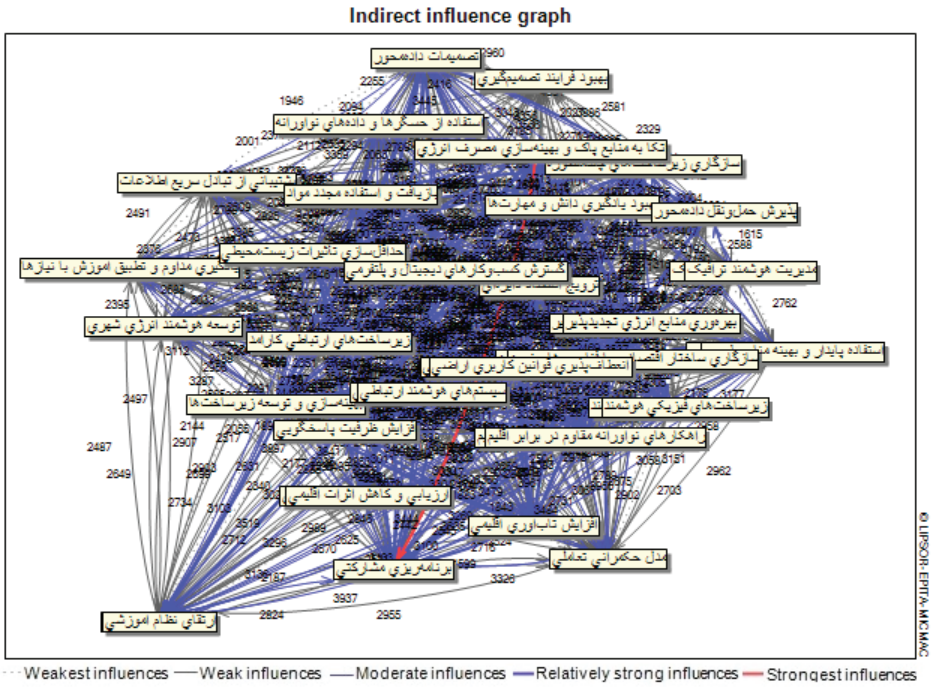
ردیف	شاخص	میزان تأثیرات غیرمستقیم		میزان تأثیرات مستقیم	
		تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
۱	انعطاف‌پذیری قوانین کاربری اراضی	۷۷۲۶۵	۹۵۵۶۹	۴۱	۴۹
۲	سازگاری زیرساخت‌های چندمنظوره	۸۴۵۱۱	۱۰۵۳۵۹	۴۲	۵۴
۳	استفاده از حسگرها و داده‌های نوآورانه	۸۶۱۸۷	۸۳۴۷۰	۴۵	۴۲
۴	بهینه‌سازی و توسعهٔ زیرساخت‌ها	۹۳۹۵۹	۹۴۷۳۳	۴۸	۴۹
۵	توسعهٔ هوشمند انرژی شهری	۷۱۷۱۶	۹۱۴۹۶	۳۶	۴۸
۶	بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر	۱۰۴۴۵۱	۸۳۶۱۲	۵۲	۴۴
۷	اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی	۱۱۸۸۸	۸۰۴۳۹	۵۸	۴۱
۸	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند	۸۲۲۰۶	۸۹۵۳۱	۴۳	۴۷
۹	مدیریت هوشمند ترافیک	۸۹۵۳۴	۶۱۸۴۷	۴۷	۳۳
۱۰	پذیرش حمل‌ونقل داده‌محور	۶۸۳۳۳	۹۳۱۰۷	۳۵	۴۹
۱۱	زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد	۸۱۹۱۰	۹۶۳۹۹	۴۴	۴۹
۱۲	پشتیبانی از تبادل سریع اطلاعات	۷۳۱۲۱	۸۳۹۲۹	۴۰	۴۳
۱۳	سیستم‌های هوشمند ارتباطی	۷۸۱۵۴	۸۰۲۰۱	۳۹	۴۰
۱۴	ارتقای نظام آموزشی	۷۶۴۴۸	۹۶۴۹۴	۳۹	۴۹
۱۵	بهبود یادگیری دانش و مهارت‌ها	۸۲۲۸۵	۸۰۴۴۴	۴۱	۴۲
۱۶	یادگیری مداوم و تطبیق آموزش با نیازها	۷۷۵۸۶	۸۵۰۳۳	۴۰	۴۴
۱۷	ارزیابی و کاهش اثرات اقلیمی	۵۷۷۳۷	۸۸۶۳۱	۲۹	۴۶
۱۸	راهکارهای نوآورانه مقاوم در برابر اقلیم	۹۱۷۸۷	۸۴۹۵۸	۴۹	۴۴

ردیف	شاخص	میزان تأثیرات غیرمستقیم		میزان تأثیرات مستقیم	
		تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
۱۹	افزایش تاب‌آوری اقلیمی	۱۰۷۷۳۱	۸۶۱۲۴	۵۵	۴۳
۲۰	استفادهٔ پایدار و بهینهٔ منابع طبیعی	۹۲۵۷۹	۸۰۱۸۹	۵۰	۴۱
۲۱	بازیافت و استفادهٔ مجدد مواد	۱۰۳۱۳۲	۹۱۱۰۶	۵۱	۴۷
۲۲	حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی	۱۰۲۹۶۹	۷۱۴۵۳	۵۳	۳۶
۲۳	ترویج اقتصاد دایره‌ای	۸۸۲۰۴	۸۳۴۶۴	۴۶	۴۲
۲۴	گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی	۹۳۵۹۱	۶۲۳۵۴	۴۸	۳۲
۲۵	سازگاری ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین	۹۳۰۳۸	۹۶۵۸۲	۴۸	۴۹
۲۶	بهبود فرایند تصمیم‌گیری	۶۳۸۴۸	۷۱۰۹۰	۳۴	۳۷
۲۷	افزایش ظرفیت پاسخگویی	۸۸۱۹۴	۱۰۶۸۵۵	۴۴	۵۵
۲۸	برنامه‌ریزی مشارکتی	۷۵۳۴۳	۱۰۹۲۲۸	۳۹	۵۶
۲۹	تصمیمات داده‌محور	۱۰۸۲۵۱	۶۸۴۶۲	۵۶	۳۵
۳۰	مدل حکمرانی تعاملی	۷۹۸۱۶	۸۳۶۲۴	۳۹	۴۵

(منبع: یافته‌های پژوهش)



شکل شمارهٔ (۴): نمودار تأثیر مستقیم با پوشش ۱۰۰ درصد



شکل شمارهٔ (۵): نمودار تأثیر غیرمستقیم با پوشش ۱۰۰ درصد

شاخص‌های تأثیرگذار و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم: تحلیل یافته‌ها نشان می‌دهد که شاخص اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی به‌عنوان پرقدرت‌ترین شاخص تأثیرگذار مستقیم عمل می‌کند و نقش پیشران توسعهٔ شهر چابک در کلان‌شهر تهران را دارد، اما محدودیت‌هایی مانند وابستگی به سوخت‌های فسیلی، کمبود زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و موانع قانونی، اثرگذاری واقعی آن را کاهش می‌دهد. شاخص تصمیمات داده‌محور با بیشترین تأثیر غیرمستقیم اهمیت اتخاذ سیاست‌های مبتنی بر داده برای هماهنگی میان زیرساخت‌ها و تقویت تاب‌آوری و پویایی شهری را برجسته می‌کند. شاخص برنامه‌ریزی مشارکتی بیشترین تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم را دارد و ضرورت مشارکت فعال ذی‌نفعان و هماهنگی بین سازمان‌ها را در توسعهٔ شهر چابک نشان می‌دهد. در مقابل، گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی به‌دلیل محدودیت‌های زیرساختی و نبود یکپارچگی داده‌ها کمترین تأثیرپذیری را دارد. سایر شاخص‌ها مانند بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر، افزایش تاب‌آوری اقلیمی، بازیافت و استفاده مجدد مواد و حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی نیز به‌عنوان عناصر مکمل، هم‌افزایی میان شاخص‌های مختلف توسعهٔ شهری را تقویت می‌کنند. این یافته‌ها دلالت می‌کنند که تحقق تاب‌آوری و پویایی شهری در کلان‌شهر تهران مستلزم توجه همزمان به انرژی پاک، داده‌محوری، مشارکت جامعه و تقویت زیرساخت‌های دیجیتال و نوآوری در سازوکارهای شهری است (جدول شمارهٔ ۳).

باتوجه‌به جدول شمارهٔ (۳)، نمودار تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم نشان‌دهندهٔ روابط پیچیده میان شاخص‌ها بر اساس شدت تأثیرگذاری آن‌هاست که با خطوط مختلف مشخص شده‌اند. خطوط نقطه‌چین نمایانگر کم‌اثرترین تأثیرات، خطوط مشکی نشان‌دهندهٔ تأثیرات

جدول شمارۀ (۴): طبقه‌بندی نیروهای پیشران

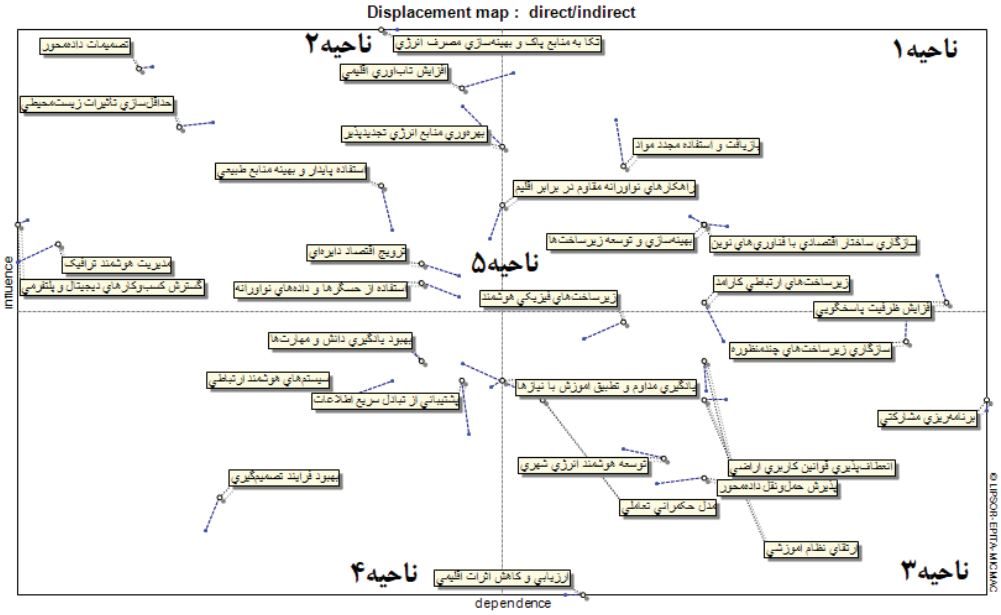
ناحیه	نوع شاخص‌ها	ویژگی	سمت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری	شاخص‌ها
ناحیۀ ۱	دووجهی	تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیاد	تأثیرگذاری بر نواحی ۳ و ۴، تأثیرپذیری از ناحیۀ ۱ و تا حدی ۴	بازیافت و استفاده مجدد مواد، راهکارهای نوآورانه مقاوم در برابر اقلیم، بهینه‌سازی و توسعۀ زیرساخت‌ها، سازگاری ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین، زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد
ناحیۀ ۲	تأثیرگذار	تأثیرگذاری زیاد، تأثیرپذیری کم	تأثیرگذاری بر نواحی ۲ و ۳، بدون تأثیرپذیری	تصمیمات داده‌محور، افزایش تاب‌آوری اقلیمی، حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی، بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر، استفادۀ پایدار و بهینۀ منابع طبیعی، ترویج اقتصاد دایره‌ای، گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی، مدیریت هوشمند ترافیک، استفاده از حسگرها و داده‌های نوآورانه
ناحیۀ ۳	وابسته	تأثیرگذاری کم، تأثیرپذیری زیاد	تأثیرگذاری بر ناحیۀ ۴، تأثیرپذیری از نواحی ۱ و ۲	سازگاری زیرساخت‌های چندمنظوره، یادگیری مداوم و تطبیق آموزش با نیازها، انعطاف‌پذیری قوانین کاربری اراضی، برنامه‌ریزی مشارکتی، توسعۀ هوشمند انرژی شهری، پذیرش حمل‌ونقل داده‌محور، ارتقای نظام آموزشی، مدل حکمرانی تعاملی
ناحیۀ ۴	مستقل	تأثیرگذاری و تأثیرپذیری کم	تأثیرگذاری بر ناحیۀ ۳، تأثیرپذیری تا حدی از ناحیۀ ۲	بهبود یادگیری دانش و مهارت‌ها، سیستم‌های هوشمند ارتباطی، پشتیبانی از تبادل سریع اطلاعات، بهبود فرایند تصمیم‌گیری
ناحیۀ ۵	تنظیمی	تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیاد	تأثیرگذاری و تأثیرپذیری نسبتاً زیاد و متعادل	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند

(منبع: یافته‌های پژوهش)

ضعیف و خطوط آبی تأثیرات متوسط را نمایش می‌دهند. همچنین، خطوط آبی پررنگ‌تر تأثیرات نسبتاً قوی و خطوط قرمز قوی‌ترین تأثیرات غیرمستقیم را نشان می‌دهند. این نمودار به‌وضوح شاخص‌های کلیدی و مرکزی را که بیشترین تأثیر را بر سایر شاخص‌ها دارند، شناسایی می‌کند و به تحلیل روابط میان شاخص‌ها و کمک به تصمیم‌گیری هوشمندانه در فرایند توسعۀ شهر چابک در راستای تاب‌آوری و پویایی شهری کلان‌شهر تهران می‌پردازد (شکل ۴ و ۵).

طبقه‌بندی شاخص‌های پیشران در تأثیرگذاری و تأثیرپذیری: نتایج حاصل از طبقه‌بندی شاخص‌های پیشران در تأثیرگذاری و تأثیرپذیری باتوجه‌به جدول شمارۀ (۴)، نشان می‌دهد که شاخص‌های زیرساخت‌های نوآورانه، بازیافت مواد و داده‌محوری در تصمیم‌گیری در زمرۀ پیشران‌های کلیدی با تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری پایین قرار دارند و نقش اصلی را در هدایت سایر شاخص‌ها ایفا می‌کنند. در مقابل، شاخص‌های رفاه اجتماعی، فرهنگ‌سازی زیست‌محیطی و سنجش تاب‌آوری با تأثیرپذیری زیاد و تأثیرگذاری کم در دسته پیامدها قرار می‌گیرند. همچنین، شاخص‌های مدیریت هوشمند ترافیک و شبکه هوشمند حمل‌ونقل دارای تعامل بالا با سایر متغیرها هستند و در ناحیۀ شاخص‌های دوسویه (هم تأثیرگذار و هم تأثیرپذیر) طبقه‌بندی شده‌اند. سایر شاخص‌هایی که در ناحیۀ چهارم قرار دارند، به‌دلیل داشتن تأثیر و تأثیرپذیری پایین، اهمیت راهبردی کمتری دارند (شکل شمارۀ ۶).

رتبه‌بندی شاخص‌های تأثیرگذار و تأثیرپذیر مستقیم



شکل شمارهٔ (۶): نمودار پراکنش شاخص‌ها در پلان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری

و غیرمستقیم: تحلیل رتبه‌بندی شاخص‌ها نشان می‌دهد که شاخص اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی در تمام ابعاد تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم، بالاترین رتبه را دارد و به‌عنوان پیشران اصلی توسعهٔ شهر چابک در کلان‌شهرتهران مطرح است. بااین‌حال، در وضعیت فعلی توسعهٔ شهر چابک در راستای تاب‌آوری و پویایی شهری کلان‌شهر تهران، محدودیت‌هایی مانند وابستگی شدید به سوخت‌های فسیلی، کمبود زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و چالش‌های اقتصادی و سیاسی، تحقق کامل این شاخص را با موانع جدی مواجه کرده است. پس از آن، شاخص‌های تصمیمات داده‌محور و افزایش تاب‌آوری اقلیمی نیز نقش کلیدی در تقویت سایر مؤلفه‌ها دارند، اما محدودیت‌های اجرایی مانند ضعف سیستم‌های داده‌محور شهری و پراکندگی اطلاعات محیطی، اثرگذاری آن‌ها را محدود می‌کند. در مقابل، شاخص ارزیابی و کاهش اثرات اقلیمی در هر چهار بعد پایین‌ترین رتبه را دارد که نشان‌دهندهٔ کمبود برنامه‌های عملیاتی و هماهنگی میان دستگاه‌های شهری در مقابله با تغییرات اقلیمی است. شاخص‌های دیگر مانند بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر، حداقل‌سازی اثرات زیست‌محیطی و بازیافت مواد نقش مکمل دارند و با تقویت هم‌افزایی میان شاخص‌های کلیدی، می‌توانند به‌تدریج تاب‌آوری و پویایی شهری توسعهٔ شهر چابک در راستای تاب‌آوری و پویایی شهری کلان‌شهر تهران را ارتقا دهند (جدول شمارهٔ ۵).

تحلیل سناریویی نیروهای پیشران: در بخش آینده‌پژوهی توسعهٔ شهر چابک کلان‌شهر تهران، نیروهای پیشران در پنج ناحیهٔ طبقه‌بندی و با استفاده از نرم‌افزار سناریو ویزارد تحلیل شدند. برای هر ناحیه سه نوع سناریو شامل سناریوهای قوی یا محتمل

جدول شمارۀ (۵): رتبه‌بندی شاخص‌های تأثیرگذار و تأثیرپذیر مستقیم و غیرمستقیم

رتبه	شاخص‌های تأثیرگذار مستقیم	شاخص‌های تأثیرگذار غیرمستقیم	شاخص‌های تأثیرپذیر مستقیم	شاخص‌های تأثیرپذیر غیرمستقیم
۱	اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی	اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی	اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی	اتکا به منابع پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی
۲	تصمیمات داده‌محور	تصمیمات داده‌محور	تصمیمات داده‌محور	تصمیمات داده‌محور
۳	افزایش تاب‌آوری اقلیمی	افزایش تاب‌آوری اقلیمی	افزایش تاب‌آوری اقلیمی	افزایش تاب‌آوری اقلیمی
۴	حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی	بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر	حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی	بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر
۵	بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر	بازیافت و استفادۀ مجدد مواد	بهره‌وری منابع انرژی تجدیدپذیر	بازیافت و استفادۀ مجدد مواد
۶	بازیافت و استفادۀ مجدد مواد	حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی	بازیافت و استفادۀ مجدد مواد	حداقل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی
۷	استفادۀ پایدار و بهینۀ منابع طبیعی	بهینه‌سازی و توسعۀ زیرساخت‌ها	استفادۀ پایدار و بهینۀ منابع طبیعی	بهینه‌سازی و توسعۀ زیرساخت‌ها
۸	راهکارهای نوآورانه مقاوم در برابر اقلیم	گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی	راهکارهای نوآورانه مقاوم در برابر اقلیم	گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی
۹	بهینه‌سازی و توسعه زیرساخت‌ها	سازگاری ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین	بهینه‌سازی و توسعه زیرساخت‌ها	سازگاری ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین
۱۰	گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی	استفادۀ پایدار و بهینۀ منابع طبیعی	گسترش کسب‌وکارهای دیجیتال و پلتفرمی	استفادۀ پایدار و بهینۀ منابع طبیعی
۱۱	سازگاری ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین	راهکارهای نوآورانه مقاوم در برابر اقلیم	سازگاری ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین	راهکارهای نوآورانۀ مقاوم در برابر اقلیم
۱۲	مدیریت هوشمند ترافیک	مدیریت هوشمند ترافیک	مدیریت هوشمند ترافیک	مدیریت هوشمند ترافیک
۱۳	ترویج اقتصاد دایره‌ای	ترویج اقتصاد دایره‌ای	ترویج اقتصاد دایره‌ای	ترویج اقتصاد دایره‌ای
۱۴	استفاده از حسگرها و داده‌های نوآورانه	افزایش ظرفیت پاسخگویی	استفاده از حسگرها و داده‌های نوآورانه	افزایش ظرفیت پاسخگویی
۱۵	زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد	استفاده از حسگرها و داده‌های نوآورانه	زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد	استفاده از حسگرها و داده‌های نوآورانه
۱۶	افزایش ظرفیت پاسخگویی	سازگاری زیرساخت‌های چندمنظوره	افزایش ظرفیت پاسخگویی	سازگاری زیرساخت‌های چندمنظوره
۱۷	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند	بهبود یادگیری دانش و مهارت‌ها	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند	بهبود یادگیری دانش و مهارت‌ها
۱۸	سازگاری زیرساخت‌های چندمنظوره	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند	سازگاری زیرساخت‌های چندمنظوره	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند
۱۹	انعطاف‌پذیری قوانین کاربری اراضی	زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد	انعطاف‌پذیری قوانین کاربری اراضی	زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد
۲۰	بهبود یادگیری دانش و مهارت‌ها	مدل حکمرانی تعاملی	بهبود یادگیری دانش و مهارت‌ها	مدل حکمرانی تعاملی
۲۱	پشتیبانی از تبادل سریع اطلاعات	سیستم‌های هوشمند ارتباطی	پشتیبانی از تبادل سریع اطلاعات	سیستم‌های هوشمند ارتباطی

رتبه	شاخص‌های تأثیرگذار مستقیم	شاخص‌های تأثیرگذار غیرمستقیم	شاخص‌های تأثیرپذیر مستقیم	شاخص‌های تأثیرپذیر غیرمستقیم
۲۲	یادگیری مداوم و تطبیق آموزش با نیازها	یادگیری مداوم و تطبیق آموزش با نیازها	یادگیری مداوم و تطبیق آموزش با نیازها	یادگیری مداوم و تطبیق آموزش با نیازها
۲۳	سیستم‌های هوشمند ارتباطی	انعطاف‌پذیری قوانین کاربری اراضی	سیستم‌های هوشمند ارتباطی	انعطاف‌پذیری قوانین کاربری اراضی
۲۴	ارتقای نظام آموزشی	ارتقای نظام آموزشی	ارتقای نظام آموزشی	ارتقای نظام آموزشی
۲۵	برنامه‌ریزی مشارکتی	برنامه‌ریزی مشارکتی	برنامه‌ریزی مشارکتی	برنامه‌ریزی مشارکتی
۲۶	مدل حکمرانی تعاملی	پشتیبانی از تبادل سریع اطلاعات	مدل حکمرانی تعاملی	پشتیبانی از تبادل سریع اطلاعات
۲۷	توسعهٔ هوشمند انرژی شهری	توسعهٔ هوشمند انرژی شهری	توسعهٔ هوشمند انرژی شهری	توسعهٔ هوشمند انرژی شهری
۲۸	پذیرش حمل‌ونقل داده‌محور	پذیرش حمل‌ونقل داده‌محور	پذیرش حمل‌ونقل داده‌محور	پذیرش حمل‌ونقل داده‌محور
۲۹	بهبود فرایند تصمیم‌گیری	بهبود فرایند تصمیم‌گیری	بهبود فرایند تصمیم‌گیری	بهبود فرایند تصمیم‌گیری
۳۰	ارزیابی و کاهش اثرات اقلیمی	ارزیابی و کاهش اثرات اقلیمی	ارزیابی و کاهش اثرات اقلیمی	ارزیابی و کاهش اثرات اقلیمی

(منبع: یافته‌های پژوهش)

جدول شمارهٔ (۶): سناریوهای احتمالی آینده

ناحیه	سناریوهای قوی/محتمل (سازگاری صفر)	سناریوهای با سازگاری بالا/باورکردنی (سازگاری یک)	سناریوهای ضعیف/ممکن (سازگاری دو)
ناحیهٔ ۱ (دووجهی)	توسعهٔ کامل بازیافت و استفادهٔ مجدد مواد، راهکارهای نوآورانه مقاوم در برابر اقلیم، بهینه‌سازی زیرساخت‌ها، سازگاری کامل ساختار اقتصادی با فناوری‌های نوین، زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد و هماهنگ با سایر نواحی	پیشرفت تدریجی و مستمر در توسعهٔ زیرساخت‌ها و فناوری‌های نوآورانه، با برخی نوسانات محدود در هماهنگی و تعامل با نواحی دیگر	ضعف و کندی در توسعهٔ زیرساخت‌ها، ناکارآمدی در بازیافت و فناوری‌های نوآورانه، کاهش هماهنگی و افزایش تأثیرپذیری نامطلوب
ناحیهٔ ۲ (تأثیرگذار)	تصمیمات کاملاً داده‌محور، افزایش تاب‌آوری اقلیمی، بهینه‌سازی منابع طبیعی، توسعهٔ قوی اقتصاد دایره‌ای، کسب‌وکارهای دیجیتال پیشرفته و مدیریت هوشمند ترافیک	توسعهٔ داده‌محور و تاب‌آوری با پیشرفت متوسط، اقتصاد دایره‌ای و کسب‌وکارهای دیجیتال در حال رشد، مدیریت ترافیک به‌شکل پایدار اما نه کامل	کاهش بهره‌وری انرژی تجدیدپذیر، ضعف در تصمیم‌گیری داده‌محور، کمبود توسعهٔ کسب‌وکار دیجیتال و ناکارآمدی در مدیریت ترافیک
ناحیهٔ ۳ (وابسته)	سازگاری کامل زیرساخت‌های چندمنظوره، یادگیری مداوم و ارتقای آموزش، قوانین کاربری اراضی منعطف، برنامه‌ریزی مشارکتی فعال، توسعهٔ هوشمند انرژی و مدل حکمرانی تعاملی	حفظ وضعیت فعلی زیرساخت‌ها و آموزش، افزایش متوسط در مشارکت و قوانین کاربری، بهبود تدریجی در توسعهٔ انرژی هوشمند	ضعف در آموزش و یادگیری، قوانین ناکافی و محدود، مشارکت پایین، توسعهٔ ناکارآمد انرژی و مدل حکمرانی غیرتعاملی
ناحیهٔ ۴ (مستقل)	بهبود قابل توجه یادگیری دانش و مهارت‌ها، سیستم‌های هوشمند ارتباطی پیشرفته، تبادل سریع و مؤثر اطلاعات و فرایند تصمیم‌گیری بهینه	بهبود تدریجی در مهارت‌ها و سیستم‌های ارتباطی، تبادل اطلاعات با کیفیت متوسط و تصمیم‌گیری قابل قبول	ناتوانی در ارتقای مهارت‌ها، سیستم‌های ارتباطی ناکارآمد، تبادل اطلاعات ضعیف و فرایند تصمیم‌گیری کند و ناکارآمد
ناحیهٔ ۵ (تنظیمی)	زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند به‌صورت یکپارچه و کارآمد، تنظیم متعادل و هماهنگ با سایر نواحی	توسعهٔ نسبی زیرساخت‌های هوشمند، تنظیمات متعادل اما با برخی نارسایی‌ها	ضعف و ناکارآمدی زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند، عدم تنظیم مناسب و هماهنگی پایین با سایر بخش‌ها

(منبع: یافته‌های پژوهش)

(سازگاری صفر)، سناریوهای با سازگاری بالا یا باورکردنی (سازگاری یک) و سناریوهای ضعیف یا ممکن (سازگاری دو) تدوین شد. ناحیهٔ اول (دووجهی) شامل توسعهٔ کامل فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های ارتباطی کارآمد است که در سناریوهای قوی به‌شکل جامع، در سناریوهای با سازگاری بالا به‌صورت تدریجی و در سناریوهای ضعیف با ضعف و ناهماهنگی دیده می‌شود. ناحیهٔ دوم (تأثیرگذار) بر تصمیمات داده‌محور، تاب‌آوری اقلیمی و اقتصاد دیجیتال تمرکز دارد که در سناریوهای مختلف از پیشرفت کامل تا کاهش بهره‌وری متغیر است. ناحیهٔ سوم (وابسته) به سازگاری زیرساخت‌ها و آموزش مداوم مرتبط است، ناحیهٔ چهارم (مستقل) به بهبود مهارت‌ها و سیستم‌های هوشمند ارتباطی و ناحیهٔ پنجم (تنظیمی) به زیرساخت‌های فیزیکی هوشمند و تنظیمات هماهنگ اختصاص دارد که هرکدام در سه سناریو شرایط متفاوتی را نشان می‌دهند (جدول شمارهٔ ۶).

بحث و نتیجه‌گیری

در دنیای پیچیده و پرریسک امروز، آینده‌پژوهی و رویکرد چابک برای مدیریت کلان‌شهرهایی مانند تهران به یک ضرورت تبدیل شده است. یافته‌های پژوهش نشان داد که تصمیم‌گیری داده‌محور به‌عنوان شاخصی با بیشترین تأثیرگذاری، نقش کلیدی در پیش‌بینی، انطباق و واکنش سریع تهران در برابر بحران‌های شهری دارد. این نتیجه با مطالعات انور و همکاران (۲۰۲۵) و جاگانراجا و سرینیواسان (۲۰۲۴) هم‌راستاست که بر اهمیت حکمرانی داده‌محور و امنیت سایبری در شهرهای هوشمند تأکید کرده‌اند. همچنین، شناسایی اقتصاد دایره‌ای و بازیافت منابع به‌عنوان پیشران‌های مؤثر نشان داد که توسعهٔ شهر چابک تهران صرفاً مسیر فناورانه را دنبال نمی‌کند، بلکه نیازمند افزایش بهره‌وری انرژی و بازچرخانی منابع نیز هست؛ یافته‌ای که با پژوهش کامل و همکاران (۲۰۲۱) در مدیریت پسماند و مطالعات قربانی‌اسکالعی و همکاران (۲۰۲۲) در مصرف انرژی حمل‌ونقل همخوانی دارد. علاوه بر این، اتکا به منابع انرژی پاک نیز به‌عنوان شاخصی تأثیرگذار شناسایی شد که با مطالعات انور و همکاران (۲۰۲۵)، دربارهٔ زیرساخت‌های سازگار با محیط‌زیست همسوست و بر تقویت تاب‌آوری اکولوژیک تهران تأکید می‌کند.

در سوی دیگر، شاخص‌هایی مانند برنامه‌ریزی مشارکتی، زیرساخت‌های چندمنظوره و تعامل نهادی بیشترین تأثیرپذیری را داشتند که نشان‌دهندهٔ اهمیت ظرفیت اجتماعی و انسجام نهادی در تحقق شهر چابک است؛ این یافته با مطالعات یوزنی و زورایدی (۲۰۲۵) و منصوری و همکاران (۱۴۰۲) همخوانی دارد که نقش مشارکت فعال و چابک‌سازی سازمانی را در توسعهٔ پایدار شهری برجسته می‌کنند. همچنین، شاخص‌هایی مانند مدیریت هوشمند ترافیک و حمل‌ونقل داده‌محور با وجود تأثیر مستقیم کمتر، عملکرد سیستم‌های حساس شهری را در شرایط بحرانی پشتیبانی می‌کنند؛ نتایجی که با پژوهش فلوچتر و همکاران (۲۰۲۳) و نونینگ و همکاران (۲۰۲۴) مطابق است. تحلیل سناریوهای قوی، باورکردنی و ضعیف نشان داد که آیندهٔ چابک تهران به میزان یکپارچگی نهادی، توسعهٔ فناوری‌های نوین و فراگیری تصمیم‌گیری داده‌محور بستگی دارد و می‌تواند از پایداری کامل تا مواجهه با آشفتگی متغیر باشد؛ این الگو با مدل نظری شهر تکاملی چن و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد و بر خودسازماندهی و همزیستی سیستم‌ها تأکید می‌کند.

در مجموع، پژوهش حاضر چهارچوبی عملی برای چابک‌سازی تهران ارائه می‌کند که ظرفیت‌های نهادی، فناورانه و اجتماعی را به‌طور هم‌افزا در جهت ارتقای تاب‌آوری شهری به کار می‌گیرد و محدودیت‌هایی مانند نبود مشارکت کامل ذی‌نفعان و ضعف داده‌های پویا را برجسته می‌کند تا مطالعات آتی با استفاده از تحلیل شبکهٔ ذی‌نفعان، مدل‌سازی دینامیکی و رویکردهای یادگیری ماشین، سناریوهای دقیق‌تری ارائه دهند. در

انتها باتوجه‌به نتایج پژوهش، پیشـنهادهای کاربردی و اجرایی به شرح ذیل ارائه می‌شود:

– اسـتقرار شبکه‌ای هوشـمند از سنسورها و تجهیزات اینترنت اشـیا در سطح شـهر به‌منظور پایش لحظه‌ای داده‌های ترافیکی، زیست‌محیطی و زیرساختی و ارتقای واکنش سریع مدیریت شهری؛

– نهادینه‌سـازی فرایندهـای تصمیم‌گیـری منعطف و مشـارکتی میان سـازمان‌های شـهری با بهره‌گیری از پلتفرم‌های دیجیتـال برای افزایش چابکی در شـرایط عدم‌قطعیت؛

– تدوین سـازوکارهای انطباق‌پذیـر جهت بازنگری و بازطراحی سیاست‌ها و برنامه‌های شهری در مواجهه با سناریوهای مختلف آینده با رویکرد تاب‌آورانه؛

– بهره‌گیری از ابزارهای تحلیل پیش‌بینانه و الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای شناسـایی روندهای آینده و اتخاذ تصمیمات داده‌محور در حوزه‌های حیاتی شهر؛

– اجـرای برنامه‌های آموزشـی و توانمندسـازی برای مدیران شـهری در زمینهٔ آینده‌پژوهی، مدیریت منعطف و توسـعهٔ مهارت‌های تصمیم‌گیری در شرایط پیچیده و پویا.

فهرست منابع

1. Abdalla, S., Amankwah-Amoah, J., Khan, Z., & Hirekhan, M. (2025). Strategic agility in the B2B sharing economy ecosystem of emerging economies: Empirical insights from the Middle East. *Industrial Marketing Management, 125*, 431–445. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2025.01.018.

2. Abusaada, H., & Elshater, A. (2020). COVID-19 challenge, information technologies, and smart cities: Considerations for well-being. *International Journal of Community Well-Being.* https://doi.org/10.1007/s42413-020-00068-5.

3. Akbari, R., & Eidy, Z. (2024). Key factors on the spatial structure of smart city in an ICT dominated era (Case study: Greater Mashhad). *Ain Shams Engineering Journal, 15*, 103115. https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.103115.

4. Al-Betawi, Y. N. (2024). An agile city? Tactical urbanism and responses to protracted displacement in the City of Amman, Jordan. *Environment & Urbanization, 36*(2), 377–400. https://doi.org/10.1177/09562478241277078.

5. Alblushi, A., & Yousif, M. J. (2021). Internet of things: Layers, possible attacks, secure communications, challenges. *Applied Computing Journal*, 103–118. https://doi.org/10.52098/acj.202136.

6. Albouy, D. (2017). Cities and the urban land premium. *Papers in Regional Science, 96*, 144. https://doi.org/10.1111/pirs.12280.

7. AlKishri, W., & Al-Bahri, M. (2021). Expert system for identifying and analyzing the IoT devices using augmented reality approach. *Artificial Intelligence and Robotics Development Journal*, 2021, 43–57. https://doi.org/10.52098/airdj.202123.

8. Anwar, S., Elshater, A., Afifi, S., Ismail, A., & Ghalib, H. (2025). Transitioning to industry 5.0: Guidelines for resilient and agile cities from Egypt's experience. *Ain Shams Engineering Journal, 16*(9), Article 103541. https://doi.org/10.1016/j.asej.2025.103541.

9. Asaad, M., Farouk, H. G., Elshater, A., & Afifi, S. (2024). Global South research priorities for neighbourhood sustainability assessment tools. *Open House International,*

Abreu, P. A. (2020). Proposal of a methodology for urban continual improvement with smart cities integrated solutions technologies. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*. https://doi.org/10.1109/ISC251055.2020.9239094.

17. Elshater, A., & Abusaada, H. (2024). Proactive insights into place management: Spatiotemporal effects of street food activities in public spaces. *Journal of Place Management and Development.* https://doi.org/10.1108/JPMD-10-2023-0103.

18. Fluechter, T., Panadero, J., Serrat, C., Xhafa, F., & Juan, A. A. (2023). Optimization challenges in vehicular ad hoc networks for smart cities: Agile algorithms and metaheuristics with simulation and machine learning. *Sensors, 23*(1), 499. https://doi.org/10.3390/s23010499.

19. Ghorbanioskalaei, E., Herrera, E. M., Ammouriova, M., & Juan, A. A. (2022). On the use of agile optimization for efficient energy consumption in smart cities's transportation and mobility. *Future Transportation*, *2*(4), 868–885. https://doi.org/10.3390/futuretransp2040048.

20. Gușul, P.-F., & Butnariu, A.-R. (2020). A proposal for hybrid agile approach during procurement process of smart city solutions. In *16th Economic International Conference NCOE 4.0 2020* (Vol. 13). https://doi.org/10.18662/lumproc/ncoe4.0.2020/03.

21. Haghighi Fard, S. M., & Doratli, N. (2022). Evaluation of resilience in historic urban areas by combining multi-criteria decision-making system and GIS, with sustain-*49*, 45–62. https://doi.org/10.1108/OHI-10-2022-0278.

10. Asadzadeh, A., Fekete, A., Khazai, B., Moghadas, M., Zebardast, E., Basirat, M., & Kötter, T. (2023). Capacitating urban governance and planning systems to drive transformative resilience. *Sustainable Cities and Society, 96*, 104637. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104637.

11. Batty, M. (2022). The shape of future cities: Three speculations. *Transactions in Urban Data, Science and Technology, 1*, 7–12. https://doi.org/10.1177/27541231221113945.

12. Bibri, S. E. (2021). Data-driven smart sustainable cities of the future: An evidence synthesis approach to a comprehensive state-of-the-art literature review. *Sustainable Futures, 3*, 100047. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2021.100047.

13. Bitarafan, M., Hosseini, K. A., & Zolfani, S. H. (2023). Evaluating natural hazards in cities using a novel integrated MCD approach (case study: Tehran City). *Mathematics*, 11(8), 1936. https://doi.org/10.3390/math11081936.

14. Car-Pušić, D., Marović, I., & Bulatović, G. (2020). Development of a hybrid agile management model in local self-government units. *Tehnički Vjesnik, 27*, 1418–1426. https://doi.org/10.17559/TV-20190205140719.

15. Chen, X., Hu, W., Yu, J., Wang, D., Yao, S., Lin, Y., & Wang, F.-Y. (2023). *Evolutionary city: Towards a flexible, agile and symbiotic system*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.14690.

16. de Elmeida, P. C., Muse, L. P., & de

City: Agile people and process in action. *Jurnal Governance dan Politika*, 12(3). https://doi.org/10.18196/jgp.123140.

28. Karimian, Z., & Chahartangi, F. (2024). Development and validation of a questionnaire to measure educational agility: A psychometric assessment using exploratory factor analysis. *BMC Medical Education, 24*, 1284. https://doi.org/10.1186/s12909-024-06307-z.

29. Kumar, S., Gupta, U., Singh, A. K., & Singh, A. K. (2023). Urban resilience and agile city development in the face of global crises. *Sustainability, 15*(12), 10123. https://doi.org/10.3390/su151210123.

30. Mansouri, M., Mahdizadeh Ashrafi, A., Vodadi, A., Jahangirifard, M., & Alishiri, B. (2024). A model for enhancing agility in urban organizations with an approach to developing public participation (Case study: Organization of Endowments and Charity Affairs). *Sustainable City Journal*, 6(4), 87–103. https://doi.org/10.22034/jsc.2024.450758.1771. [In Persian]

31. Meijer, A. J., & Bolívar, M. P. R. (2023). Governing the smart city: A review of the literature on smart urban governance. *Public Administration Review, 83*(2), 389–402. https://doi.org/10.1111/puar.13564.

32. Millard, J., & Fucci, V. (2023). The role of social innovation in tackling global poverty and vulnerability. *Frontiers in Sociology, 8.* https://doi.org/10.3389/fsoc.2023.966918.

33. Mrugalska, B., & Ahmed, J. (2021). Organizational agility in Industry 4.0: A systematic literature review. *Sustainability, 13*, ability and regeneration approach: The case study of Tehran (Iran). *Sustainability*, *14*(5), 2495. https://doi.org/10.3390/su14052495.

22. Hassan, G. F., Rashed, R., & Nagar, S. M. E. (2022). Regenerative urban heritage model: Scoping review of paradigms' progression. *Ain Shams Engineering Journal, 13*, 101652. https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.101652.

23. Hendawy, M., Husar, M., da Silva, N. L. K., & Al Mansour, Z. (2024). Envisioning of smart cycling in seven cities: Discourse analysis of official city documents. *Ain Shams Engineering Journal, 15*, 102820. https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102820.

24. Huang, X., Ou, J., Huang, Y., & Gao, S. (2023). Exploring the effects of socioeconomic factors and urban forms on CO_2 emissions in shrinking and growing cities. *Sustainability (Switzerland), 16*(1), 85. https://doi.org/10.3390/su16010085.

25. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-2.

26. Jaganraja, V., & Srinivasan, R. (2025). An agile solution for enhancing cybersecurity attack detection using deep learning privacy-preservation in IoT-smart city. *Wireless Networks, 31*, 2227–2242. https://doi.org/10.1007/s11276-024-03876-1.

27. Kamil, M., Roziqin, A., & Rahmawati, Y. (2021). Dynamic governance model within integrated waste management in Malang

olis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 703*(1), 012025. https://doi.org/10.1088/1755-1315/703/1/012025.

40. Shamsipour, A., Jahanshahi, S., Mousavi, S., Shoja, F., Ansari, R., Tayebi, S., Alavi, S., & Sharifi, A. (2024). Assessing and mapping urban ecological resilience using the loss-gain approach: A case study of Tehran, Iran. *Sustainable Cities and Society.* https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105252.

41. Soe, R.M., & Drechsler, W. (2018). Agile local governments: Experimentation before implementation. *Government Information Quarterly, 35*, 323–335. https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.11.010.

42. UN-Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities.

43. Vögt, V., Harrs, J.-A., Reinhart, V., Hollenbach, P., Bühler, M. M., & Tewes, T. (2023). *Implementing agile data workflows to unlock climate-resilient urban planning*. Climate, 11(9), 174. https://doi.org/10.3390/cli11090174.

44. Voytenko Palgan, Y., Mont, O., & Sulkakoski, S. (2021). Governing the sharing economy: Towards a comprehensive analytical framework of municipal governance. *Cities, 108*, 102994. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102994.

45. Yigitcanlar, T., David, A., Li, W., Fookes, C., Bibri, S. E., & Ye, X. (2024). Unlocking artificial intelligence adoption in local governments are learning from existing smart city adoption. *Utilities Policy, 90*, 101771. https://doi.org/10.1016/j.jup.2024.101771.

46. 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.

47. Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Buys, L., Ioppolo, G., Sabatini-Marques, J., da Costa, E. M., & Yun, J. J. (2018). Understanding 'smart cities': Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. *Cities, 81*, 145–160. https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.003.

48. Yigitcanlar, T., Li, R. Y. M., Beeramoole, P. B., & Paz, A. (2023). Unmanned aerial vehicles for human-centered sustainable urban mobility: Australian perspectives. *International Journal of Human–Computer Interaction, 39*(15), 2943–2958. https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2089085.

49. Yigitcanlar, T., Li, R. Y. M., Beeramoole, P. B., & Paz, A. (2023). Unmanned aerial vehicles for human-centered sustainable urban mobility: Australian perspectives. *International Journal of Human–Computer Interaction, 39*(15), 2943–2958. https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2089085.

50. Yigitcanlar, T., Li, R. Y. M., Beeramoole, P. B., & Paz, A. (2023). Unmanned aerial vehicles for human-centered sustainable urban mobility: Australian perspectives. *International Journal of Human–Computer Interaction, 39*(15), 2943–2958. https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2089085.

https://doi.org/10.21837/pm.v23i36.1702.
47. Zanganeh, A., Talkhabi, H. R., Abbaszadeh, M., & Mahabadipour, M. M. (2025). Agile city: Concept, principles, features, and implementation challenges. *Urban Planning Geography Research*, 12(4), 119–133. https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2025.382952.1996. [In Persian]

ernments: Best practice lessons from real-world implementations. *Smart Cities*, **7**(4), 1576–1625. https://doi.org/10.3390/smartcities7040064.
46. Yuzni, S. Z., & Zuraidi, E. (2025). Agile urban dynamics: Examining housing characteristics in the slums of Belawan Bahari, Medan-Indonesia. *Planning Malaysia, 23*(36).

نحوه ارجاع به این مقاله:
آهنگری، نوید. (۱۴۰۴). آینده‌پژوهی توسعهٔ شهر چابک در راستای تاب‌آوری و پویایی شهری کلان‌شهر تهران. پژوهشهای فضا و مکان در شهر، ۹(۳۵)، ۷۵-۹۵. https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2069072.1155

DOI: https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2069072.1155
URL: https://jspr.jdisf.ac.ir/article_729640.html

Copyrights:
©2023 by the authors. Published by Journal of Urban Studies on Space and Place.
This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).