



Evaluation the Ratio and Quality of Effects of New Technologies on Futures Smart Cities

Hamid Mohammadi¹ , Mohadeseh Bashirmashhhadi² 

1. (Corresponding Author) Center for Development and Foresight Research, Planning and Budget Organization, Tehran, Iran

Email: hamidmoham@gmail.com

2. Center for Development and Foresight Research, Planning and Budget Organization, Tehran, Iran

Email: bashir.mohadese@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:

Received:

18 April 2026

Received in revised form:

29 May 2026

Accepted:

11 July 2026

Available online:

15 August 2026

Keywords:

New Technologies,
Future City,
Smart City,
Impact Assessment.

ABSTRACT

In the face of rapid urbanization and growing infrastructure demands, cities around the world are turning to advanced technologies to build smarter, more sustainable urban environments. The objective of this research is to evaluate the extent and quality of the impact of emerging technologies on the development of future smart cities. The study focuses on their influence across six key drivers: smart mobility, smart economy, smart governance, smart environment, smart living, and smart people. The aim is to identify the most transformative technologies supporting urban sustainability and quality of life. This study employs a descriptive-analytical approach based on qualitative and quantitative methods. Tools include a structured literature review, expert interviews, and a Delphi-based questionnaire. Twenty-five experts from fields such as urban planning, digital economy, IT, and renewable energy participated in evaluating 25 emerging technologies using a five-point Likert scale. Data analysis helped identify the seven technologies with the highest overall impact. Findings show that Artificial Intelligence(AI), Internet of Things (IoT), Big Data, Blockchain, Cloud Computing, Digital Twins, and 5G/6G Satellite Internet are the most influential. These technologies enable real-time decisions, interconnectivity, data integration, and efficient service delivery. They provide solutions to urban issues like congestion, pollution, inefficiency, and lack of transparency. In conclusion, integrating these technologies into urban systems can significantly enhance city performance and sustainability. Successful implementation depends on strong digital infrastructure, supportive policies, inclusive planning, and citizen engagement. Smart cities of the future will require not just technological advancement, but coordinated efforts to ensure equitable and lasting impact..

Citation: Mohammadi, H., & Bashirmashhhadi, M. (2026). Evaluation the Ratio and Quality of Effects of New Technologies on Futures Smart Cities. *Journal of Future City, Indigenous Thought*, 2 (1), 197-220.
<http://doi.org/10.22034/future.2025.3761>



© The Author(s)

Publisher: Yazd University

Extended Abstract

Introduction

In the face of rapid urbanization and increasing complexities in urban management, cities around the world are turning to smart technologies to enhance efficiency, sustainability, and quality of life. The emergence of smart cities represents a paradigm shift from traditional urban development towards a technology-enabled, data-driven approach to urban planning. However, while the term "smart city" is widely used, the exact technologies driving this transition and their relative impacts remain insufficiently understood.

This study addresses a critical research gap by evaluating the ratio and quality of the effects of emerging technologies on six key drivers of future smart cities: smart governance, smart mobility, smart economy, smart people, smart environment, and smart living. The main objectives are to identify the most influential new technologies, assess their qualitative and quantitative impacts, and provide strategic recommendations for urban policymakers and planners.

The study poses the following core questions:

- Which emerging technologies have the most significant impact on smart city development?
- How do these technologies affect different urban domains and the quality of urban life?

Methodology

The research methodology is descriptive-analytical, combining qualitative and quantitative approaches. Initially, a comprehensive literature review and expert interviews led to the identification of 25 emerging technologies relevant to smart cities.

A structured questionnaire was then developed based on the Delphi technique and distributed to 25 experts in urban planning, information technology, digital economy, and related fields. Respondents evaluated the impact of each technology across the six smart city drivers using a five-point Likert scale.

The sample was selected through purposive (judgmental) non-probability sampling to

ensure participation from subject matter experts. Data analysis was performed using descriptive statistics and inferential methods to determine the most impactful technologies. Content validity of the questionnaire was verified through expert consultation, and theoretical saturation was achieved after analyzing all responses.

Results and discussion

Findings reveal that seven technologies stand out for their significant influence across all six drivers of smart cities:

1. Artificial Intelligence (AI)
2. Internet of Things (IoT)
3. Big Data
4. Blockchain
5. Cloud Computing
6. Digital Twins
7. 5G/6G and Satellite Internet (e.g., Starlink)

AI demonstrated a particularly high impact, with over 95% influence on smart people, smart governance, smart mobility, and smart living. Its capabilities in pattern recognition, data analysis, and decision-making support a wide array of urban applications such as traffic optimization, waste management, and energy efficiency. IoT, described metaphorically as the "nervous system" of the smart city, was highlighted for its role in real-time data collection and seamless connectivity between urban infrastructure and services.

Big Data analytics, often used in tandem with IoT and AI, facilitates predictive modeling and evidence-based decision-making in urban planning, public health, and resource management. Cloud computing supports scalability and accessibility of services, while digital twins enable simulation of urban dynamics for planning, crisis management, and infrastructure optimization.

The study also underscores the transformative role of blockchain in secure data transactions, transparent governance, and the implementation of smart contracts in municipal services. Finally, 5G/6G and satellite internet technologies provide the necessary bandwidth and connectivity for real-time communication, smart grids, and remote services.

Each of these technologies was evaluated not only in isolation but also in terms of their synergistic effects when integrated. Results showed that "smart living" is the domain most influenced by these technologies (95.2%), followed by "smart economy" (94.8%), and "smart people" (93.5%).

Moreover, the findings suggest that while individual technologies offer strong benefits, the greatest gains come from their integration. For instance, combining AI and IoT enables intelligent traffic systems, while linking blockchain and digital twins supports secure and adaptive urban simulations.

Conclusion

This research confirms that emerging technologies are not just complementary tools but foundational enablers for future smart cities. The study identified AI, IoT, Big Data, Blockchain, Cloud Computing, Digital Twins, and advanced communication technologies (5G/6G, Satellite Internet) as the most influential. These technologies support the shift towards efficient governance, sustainable living, and intelligent infrastructure.

The impact of each technology varies by domain, yet all contribute to creating cities that are more resilient, adaptive, and responsive to citizen needs. Importantly, no single technology alone can drive the full transformation toward a smart city; rather, an integrated, cross-functional strategy is essential.

The study recommends increased investment in ICT infrastructure, development of regulatory frameworks to support innovation, and citizen engagement in smart city initiatives. Urban leaders must focus on fostering collaborations between government, academia, and the private sector to ensure that the deployment of smart technologies is inclusive, secure, and aligned with long-term sustainability goals.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

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

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

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



ارزیابی میزان و چگونگی اثرات فناوری‌های نوین بر شهرهای هوشمند آینده

حمید محمدی^۱ ✉، محدثه بشیرمشهدی^۲ 

۱- نویسنده مسئول، گروه برنامه‌ریزی توسعه و پیشرفت، مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، تهران، ایران. رایانامه: hamidmoham@gmail.com
۲- گروه برنامه‌ریزی توسعه و پیشرفت، مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، تهران، ایران. رایانامه: bashir.mohadese@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۵/۰۱/۲۹

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۵/۰۳/۰۸

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۵/۰۴/۲۰

تاریخ چاپ:
۱۴۰۵/۰۵/۲۴

واژگان کلیدی:

ارزیابی اثرات،
شهر آینده،
شهر هوشمند،
فناوری‌های نوین.

جهان امروز با چالش‌های پیچیده‌ای در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مواجه است که پاسخ به آن‌ها مستلزم طراحی الگوهای نوین توسعه شهری است. شهرهای آینده باید به نحوی برنامه‌ریزی شوند که همگام با تحولات فناورانه، نیازهای چندبعدی شهروندان را به‌صورت پایدار تأمین کنند. فرایند شکل‌گیری شهرها به مجموعه‌ای از عوامل درهم‌تنیده نظیر سیاست، فرهنگ، اقتصاد، جغرافیا و فناوری بستگی دارد. این پژوهش با هدف شناسایی فناوری‌های نوینی که بیشترین تأثیر را بر آینده شهرهای هوشمند دارند، انجام شد. ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه‌های تخصصی، ۲۵ فناوری نوین شناسایی گردید. سپس با استفاده از تکنیک دلفی و طراحی پرسشنامه، تأثیر این فناوری‌ها بر شش محرک اصلی شهر هوشمند شامل: حکمرانی هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، اقتصاد هوشمند، جامعه هوشمند، محیط‌زیست هوشمند و زیربنای هوشمند موردبررسی قرار گرفت. نمونه‌گیری به روش غیر تصادفی هدفمند (قضاوتی) انجام شد و پس از تکمیل ۲۵ پرسشنامه، به اشباع نظری دست‌یافتیم. یافته‌ها نشان دادند که هفت فناوری شامل: هوش مصنوعی، اینترنت نسل پنجم و استارلینک، اینترنت اشیاء، کلان داده (Big Data)، بلاکچین، رایانش ابری و دوقلوهای دیجیتال، بیشترین تأثیر را بر محرک‌های شش‌گانه دارند. این فناوری‌ها با نفوذ در لایه‌های مختلف مدیریت و زندگی شهری، بستری برای ارتقاء بهره‌وری، تاب‌آوری، پایداری و جهانی‌شدن شهرها فراهم می‌سازند. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنای برنامه‌ریزی راهبردی برای هوشمندسازی شهرها در آینده‌ای نزدیک قرار گیرد.

استناد: محمدی، حمید و بشیرمشهدی، محدثه. (۱۴۰۵). ارزیابی میزان و چگونگی اثرات فناوری‌های نوین بر شهرهای هوشمند آینده. دو فصلنامه شهر آینده، اندیشه بومی، ۲(۱)، ۱۹۷-۲۲۰.

<http://doi.org/10.22034/future.2025.3761>



مقدمه

فرایند شهرنشینی و رشد شهری در مناطق مختلف جهان نتیجه تعاملات درهم تنیده میان فاکتورها و عوامل گوناگون اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، تکنولوژیکی، جغرافیایی و فرهنگی است. بدیهی است که نحوه رشد شهری و استفاده صحیح از تعاملات گوناگون نکته‌ای کلیدی است که با آن مواجه هستیم (Seto & Fragkias, 2005: 88) با در نظر گرفتن این موضوع که شهرنشینی با رشد شتابان خود، در آینده‌ای نزدیک دستخوش تغییرات بسیار زیادی می‌شود، تشخیص، شناسایی و درک عوامل و الگوهای تغییردهنده این رشد بسیار حیاتی و ضروری است. طی چند دهه اخیر جهان شاهد تغییرات اقتصادی، اجتماعی، فنی و محیطی عمده‌ای بوده است که به‌طور عمیقی بر الگوهای شهرنشینی، فعالیت‌های انسانی و سبک زندگی تأثیر گذاشته‌اند؛ چنان‌که چالش‌های جهانی‌شدن، اقتصاد دانش‌محور، جامعه شبکه‌ای، تغییرات آب‌وهوایی، فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات، فناوری‌های حمل‌ونقل، شکاف دیجیتالی، شهرنشینی سریع و افزایش روزافزون شهرها به موضوع‌های اصلی پژوهشگران، برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و مدیران تبدیل شده‌اند (رفعیان و حق‌روستا، ۱۳۹۹: ۵۷).

امروزه مسئله کوچک شدن یا انقباض شهرها در فضای عمومی به‌طور گسترده‌ای مورد بحث قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که دولت‌ها و مقامات محلی به دنبال راه‌حل چگونگی کنار آمدن با اثرات منفی تغییرات جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی در شهرها هستند (Bartosiewicz et al, 2019: 98) درحالی‌که تلاش برای هوشمندسازی شهرها از طرف دولت‌ها با سرعت زیاد در حال وقوع است، مفهوم شهر هوشمند همچنان در حال به‌روزرسانی و تغییر و تحول تعریف و مفهوم آن است (افضلی‌نیز و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۱). خوشبختانه گسترش و تداوم پیشرفت‌های سریع و چشمگیر فناوری در سال‌های اخیر نیز فرصت بی‌سابقه‌ای برای توسعه ابزارهای هوشمند در حمایت از دستیابی به اهداف پایداری شهرها به ارمغان آورده است. به بیان دیگر فناوری‌ها، زیرساخت‌ها، خدمات و نظام‌های مدیریتی فراگیر، مسیر هوشمندتر شدن و پایدارتر شدن شهرها را سهولت بخشیده‌اند (Yigitcanlar & Lee, 2014: 107). یک شهر هوشمند برای بهبود راحتی، تسهیل جابه‌جایی‌ها، افزودن کارایی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بهبود کیفیت هوا و آب، شناسایی مشکلات و رفع سریع آن‌ها، امکان احیای سریع در برابر بلایای طبیعی، جمع‌آوری اطلاعات برای تصمیم‌گیری بهتر، به کارگیری کارآمدتر منابع و به اشتراک‌گذاری داده‌ها برای فعال کردن همکاری در میان موجودیت‌ها و دامنه‌ها، اطلاعات را به زیرساخت‌های کالبدی خود تزریق می‌کند (Singh et al, 2020: 102) ادبیات مرتبط با موضوع شهرهای هوشمند، حوزه‌ای گسترده و میان‌رشته‌ای را در برمی‌گیرد که از ابعاد مختلفی مانند فناوری، سیاست‌گذاری، مدیریت شهری و پایداری زیست‌محیطی به این مفهوم می‌پردازد. مروری بر مطالعات پیشین نشان می‌دهد که پژوهشگران رویکردهای متفاوتی را برای تعریف، ارزیابی و پیاده‌سازی شهرهای هوشمند ارائه کرده‌اند.

مطالعه‌گیفینگر و پیخلر-میلانویچ^۱ (۲۰۰۷) یکی از نخستین تلاش‌ها در جهت ارائه چارچوبی جامع برای رتبه‌بندی شهرهای هوشمند در اروپا بوده است. این پژوهش شش بُعد کلیدی شامل اقتصاد، مردم، حکمرانی، زندگی، جابجایی و محیط‌زیست را به‌عنوان ارکان اصلی عملکرد شهری معرفی کرده است. نام و پاردو^۲ (۲۰۱۱) در ادامه، به مفهوم شهر هوشمند به‌عنوان نوعی نوآوری شهری پرداختند و نقش کلیدی مدیریت، سیاست‌گذاری و بسترهای محلی را در بهره‌برداری از فناوری‌های نوین مورد تأکید قرار دادند. آن‌ها بر اهمیت یکپارچگی میان فناوری و حاکمیت محلی در

1 Giffinger & Pichler-Milanović

2 Nam & Pardo

تقویت نوآوری شهری تأکید کردند. پژوهش کارالیو^۱ و همکاران (۲۰۱۱) بر رابطه بین سرمایه‌گذاری‌های ICT و عملکرد اقتصادی در شهرهای اروپایی متمرکز بوده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که فناوری می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای کارایی، رشد اقتصادی و رقابت‌پذیری شهری ایفا کند. در سطحی منطقه‌ای‌تر، ییگیت‌جانلار و لی^۲ (۲۰۱۴) مدل شهر هوشمند کره را تحلیل کردند و به این نتیجه رسیدند که در کنار تلاش‌های برندینگ، تحقق کیفیت واقعی زندگی مستلزم سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی و اقدامات بلندمدت است. البینو^۳ و همکاران (۲۰۱۵) با نگاهی جامع به تعاریف، شاخص‌ها و اقدامات اجرایی شهر هوشمند، بر لزوم مشارکت و همکاری گسترده میان بخش‌های دولتی و خصوصی در تحقق این مفهوم تأکید کردند. دامری^۴ (۲۰۱۷) به چالش‌ها و فرصت‌های اجرایی در فرآیند پیاده‌سازی شهرهای هوشمند پرداخت و نقش حیاتی برنامه‌ریزی استراتژیک و مشارکت ذینفعان را در ایجاد ارزش اقتصادی و اجتماعی موردبررسی قرار داد. در نهایت، پژوهش بیری^۵ (۲۰۱۹) یک رویکرد یکپارچه برای توسعه شهرهای پایدار هوشمند ارائه داد که در آن فناوری‌های نوین در خدمت بهبود کارایی خدمات شهری و کاهش اثرات زیست‌محیطی قرار گرفته‌اند.

این مرور نشان می‌دهد که شهر هوشمند مفهومی چندوجهی است که برای تحقق آن، نیاز به نگرشی سیستمی، مشارکت‌محور و پایدار وجود دارد. شهرهای هوشمند در دنیای واقعی به‌وسیله ترکیب الگوهای معماری متمرکز و غیرمتمرکز و زیرساخت‌هایی مانند میان‌افزارها و اینترنت اشیا برای پشتیبانی و توسعه برنامه‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی ساخته می‌شوند. ایجاد برنامه‌ها و خدمات جدید در شهرهای هوشمند برای موفقیت آن‌ها حیاتی بوده و محدوده اجرایی این برنامه‌ها خدمات گسترده برای اداره شهر هوشمند با مدیریت بلادرنگ ترافیک، تفریحات و برنامه‌های گردشگری است (Curry et al, 2016). در این میان شهر هوشمند به‌عنوان رویکرد نوین در شهرسازی در حال توسعه و گسترش است و از طرفی در دوره معاصر با آمدن موج فناوری در سطحی گسترده و تأثیر وسیع آن بر جنبه‌های مختلف زندگی روبه‌رو هستیم. مرز روابط گسترده‌تر گردیده و برای حل مسائل شهری، شهر الکترونیک بر پایه فناوری اطلاعات و ارتباطات شکل گرفت. در مواجهه با بروز چالش‌ها در شهر الکترونیک و فراهم آوردن رشد پایدار برای شهروندان، شهر هوشمند ضرورت می‌یابد و با بهره‌مندی از فناوری‌های نوین، استفاده بهینه از منابع محدود را فراهم می‌آورد (پیرانی و نسترن، ۱۳۹۵: ۹). بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی دقیق و کاربردی تأثیر فناوری‌های نوین بر بهبود کیفیت زندگی شهروندان و پایداری شهری، به تحلیل نقش این فناوری‌ها در بهینه‌سازی زیرساخت‌های شهری، افزایش شفافیت در مدیریت منابع، و تسهیل فرآیندهای تصمیم‌گیری می‌پردازد.

هوشمندسازی شهری و شهر هوشمند از الزامات زندگی شهری است زیرا با رشد فناوری‌های شهری و گسترش دامنه نیازها، انسان نیازمند روش جدید در ارائه خدمات شهری است. این شهر هنگامی می‌تواند دائم و پیوسته باشد که از فناوری و ابزارهای نوین در زمان برنامه‌ریزی استفاده کند. واقعیتی وجود دارد که فناوری‌های نوین شهری می‌تواند توسعه‌های موجود پیشنهادی برای شهرها و مناطق را در جهات مختلف و به شکل‌های متفاوت متأثر کند. بر این اساس فناوری‌های نوین شهری ابزاری است در افزایش سودمندی طرح‌ها، محیط‌های شهری و پشتیبانی از محیط شهری. ظهور فناوری‌های جدید اطلاعات و ارتباطات در عرصه‌های گوناگون زندگی بشر آثار متفاوتی داشته است. با تدوین تأثیر

1 Caragliu

2 Yigitcanlar & Lee

3 Albino

4 Dameri

5 Bibri

این فناوری‌های نوین بر لایه‌های متفاوت شهر می‌توان به رویه‌ای مناسب حال شهرهای ایران دست‌یافت (الیاسی‌راد، ۱۳۹۶: ۱۴). مفهوم شهر هوشمند بر ساختار، سامانه و هویت آبادی‌هایی دلالت دارد که فناوری ارتباطات از دور به آن‌ها حیات می‌بخشد. در این مجتمع‌های زیستی، بیشتر ارتباطات و فعالیت‌های متداول، حقیقی و واقعی، مجازی می‌شوند؛ در نتیجه فرم‌ها و فضاها نیز قالب‌های هندسی، ادراکی و مفهومی جدید پیدا می‌کنند. برنامه‌ریزان و طراحان شهری با هوشمندسازی شهرها به دنبال حل مسائل و پدیده‌های شهری، طراحی محله‌های هوشمند مسکونی، شبکه راه‌ها و مکان‌های همگانی هوشمند هستند. از مهم‌ترین موارد در شهرهای توسعه‌یافته و هوشمند، رابطه میان هوشمندسازی شهر و چگونگی بهره‌گیری از سیستم‌های نوین در این مسیر است تا منجر به کاهش مشکلات حمل‌ونقل شهری شود (صفاپور و نژادملایی، ۱۴۰۰: ۱۶).

در این پژوهش به‌طور مشخص موردبررسی قرار می‌گیرد که چگونه با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین می‌توان این چالش‌ها را کاهش داده و با ارتقای کیفیت خدمات شهری، به بهبود کیفیت زندگی شهروندان و تحقق توسعه پایدار شهری دست‌یافت. هدف اصلی پژوهش، شناسایی و ارزیابی دقیق تأثیر فناوری‌های نوین بر بهبود عملکرد زیرساخت‌ها، بهینه‌سازی مدیریت منابع و ایجاد فضای شهری هوشمند و کارآمد است و سؤال اصلی پژوهش این است که تا چه اندازه این فناوری‌ها بر آینده شهرهای هوشمند اثرگذار هستند و کدام فناوری‌ها بیشترین تأثیرگذاری را دارند؟

در ادامه مقاله، ابتدا در بخش مبانی نظری به تعاریف کلیدی مرتبط با شهر هوشمند و فناوری‌های نوین پرداخته و چارچوب مفهومی پژوهش ترسیم می‌شود. سپس در بخش روش تحقیق، مراحل اجرایی از جمله استفاده از روش دلفی، طراحی پرسشنامه و نمونه‌گیری غیر تصادفی هدفمند توضیح داده خواهد شد. در بخش یافته‌ها، نتایج تحلیل‌های آماری و میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین بر محرک‌های مختلف شهری به تفصیل ارائه می‌شود. نهایتاً، در بخش بحث و نتیجه‌گیری، یافته‌ها مورد تبیین قرار گرفته و راهکارهایی برای ارتقای کیفیت زندگی شهری و توسعه پایدار ارائه خواهد شد.

مبانی نظری

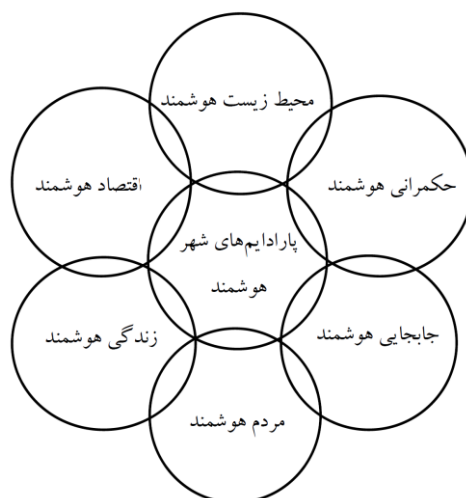
شهر هوشمند

شهر هوشمند را می‌توان به‌عنوان شهری معرفی کرد که در آن از انواع روش‌های الکترونیکی مانند حسگرها، سیستم‌های صوتی و تصویری به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات شهری استفاده می‌شود. این اطلاعات جمع‌آوری‌شده در مراکز داده‌هایی عظیم نگهداری و به‌منظور مدیریت هرچه بهتر دارایی‌ها، منابع و خدمات شهری استفاده می‌شوند. این داده‌ها شامل هر نوع اطلاعات جمع‌آوری‌شده از ابعاد مختلف شهری هستند که می‌تواند شامل اطلاعات هویتی شهروندان، دارایی‌ها و مجموع اطلاعات موجود در سازمان‌ها باشد. دسترسی به این حجم عظیم اطلاعات، به تصمیم‌گیرندگان سیاست‌های شهری کمک خواهد کرد تا بهترین عملکرد را در تمام بخش‌های خدماتی ارائه شده داشته باشند. موضوع قابل‌توجه این است که شهرهای هوشمند هم از نظر روش‌های مورد استفاده دولت‌هایشان و هم در خصوص چگونگی و نحوه نظارت، تجزیه و تحلیل، برنامه‌ریزی و اداره شهری به‌صورت هوشمند عمل می‌کنند. فناوری شهر هوشمند، شرایطی را برای مسئولین شهری فراهم می‌کند که بتوانند به‌طور مستقیم با زیرساخت‌های شهر تعامل داشته باشند و به‌صورت کاملاً دقیق و جزئی از آنچه در شهر اتفاق می‌افتد آگاهی داشته باشند. بنا بر آنچه ذکر شد می‌توان شهر هوشمند را شهری دانست که در کوتاه‌ترین زمان ممکن، بهترین پاسخ را برای مشکلات و چالش‌های احتمالی پیش‌آمده ارائه می‌کند (Mosannenzadeh & Vettorato, 2014). شهر هوشمند موضوعی چندوجهی است

که هر پژوهشگر بر جنبه خاصی از آن متمرکز شده و توضیحات خود را مبتنی بر همان وجه ارائه کرده است. آنچه از برآیند این پژوهش‌ها به دست می‌آید این است که شهر هوشمند، شهری است که شامل چهارعنصر اصلی پایداری، کیفیت زندگی، شهرنشینی و هوشمندی باشد (Silva et al, 2018).

شهر هوشمند یک اکوسیستم شهری جامع است که در آن فناوری‌های نوین اطلاعات و ارتباطات به‌طور یکپارچه با زیرساخت‌های فیزیکی و خدمات شهری ترکیب می‌شوند تا به بهبود کارایی سیستم‌های مدیریتی، بهینه‌سازی مصرف منابع، ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و حفظ پایداری محیط‌زیست منجر شود. در این سیستم، فناوری‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، بیگ دیتا، بلاکچین و رایانش ابری نقش کلیدی در جمع‌آوری و تحلیل داده‌های شهری دارند و از این طریق امکان ارائه خدمات هوشمند، تصمیم‌گیری‌های به‌موقع و شفاف، و افزایش مشارکت شهروندان در فرآیندهای مدیریتی فراهم می‌شود. هدف نهایی، ایجاد تعادلی پایدار میان رشد اقتصادی، توسعه اجتماعی و حفاظت از محیط‌زیست است که شهرها را به نهادهایی پویا تبدیل می‌کند که قادر به پاسخگویی به چالش‌های پیچیده ناشی از رشد سریع و تغییرات محیطی می‌باشند (Nam & Pardo, 2011:190).

در این راستا گیفینگر شش بُعد از شهر هوشمند شامل «اقتصاد هوشمند، محیط هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، جابجایی هوشمند و مردم هوشمند» را که ابعاد اصلی و تشکیل‌دهنده بسیاری از مدل‌های شهر هوشمند است، شناسایی کرده است که به تقسیم‌بندی اروپایی ابعاد شهر هوشمند معروف است. ابعاد شش‌گانه گیفینگر، بر حل مشکلات اساسی شهرها متمرکز بوده و تلاش می‌کند از مشکلات جدیدی که ممکن است در آینده پیش آید، جلوگیری کند (Giffinger & Pichler-Milanović, 2007:175).



شکل ۱. پارادایم‌های شهر هوشمند (Shorfuzzaman et al, 2021:102)

در ادامه، شش محرک اصلی شهر هوشمند به‌طور مختصر تعریف می‌شوند:

- **اقتصاد هوشمند:** ایجاد بسترهای نوآورانه اقتصادی از طریق بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال و حمایت از کسب‌وکارهای نوپا.
- **مردم هوشمند:** توانمندسازی شهروندان از طریق دسترسی به دانش و فناوری، که مشارکت فعال آن‌ها در توسعه شهری را تقویت می‌کند.

- حکمرانی هوشمند: استفاده از فناوری‌های نوین برای افزایش شفافیت، پاسخگویی و مشارکت شهروندان در فرآیندهای تصمیم‌گیری شهری.
- زندگی هوشمند: بهبود کیفیت زندگی از طریق ارائه خدمات عمومی بهتر و ایجاد محیط‌های امن، سالم و متناسب با نیازهای جامعه.
- جابجایی هوشمند: بهینه‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل با استفاده از فناوری‌های مدیریت ترافیک و سامانه‌های هوشمند جهت کاهش زمان سفر و افزایش ایمنی.
- محیط‌زیست هوشمند: بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در مدیریت انرژی و منابع طبیعی به منظور کاهش آلاینده‌ها و حفظ تعادل زیست‌محیطی.

این شش محرک به عنوان ستون‌های اساسی در چارچوب توسعه شهرهای هوشمند عمل می‌کنند و در کنار یکدیگر به تحقق یک اکوسیستم شهری متوازن، پویاتر و پایدار منجر می‌شوند (Giffinger & Pichler-Milanović, 2007:177).

فناوری

برای فناوری تعاریف متعددی وجود دارد. فناوری مجموعه‌ای از تلفیق دانش و مهارت‌های فنی برای تولید یک یا چند کالا و خدمات موردنیاز جامعه از راه ترکیب عواملی نظیر مواد اولیه، ابزار و ماشین‌آلات، نیروی انسانی، زمین و طبیعت، پول، سرمایه، مدیریت و غیره می‌باشد. فناوری یعنی دانش مربوط به فعالیت‌های علمی و صنعتی مشتمل بر طراحی، طرز کار، طرز ساخت، طرز تغییر و نگهداری و استفاده از وسایل و ابزار و ماشین‌آلات (کریمی‌تیره، ۱۳۹۵: ۹).

فناوری پدیده‌ای است ساخت دست بشر و از دو رکن اصلی سخت‌افزار و نرم‌افزار تشکیل شده است. سخت‌افزار عبارت از هرگونه وسیله و ابزار مادی و نرم‌افزار عبارت از دانش شیوه انجام کار یا فوت‌وفن به کارگیری ابزارها می‌باشد. هر فناوری به درجات گوناگون ترکیبی از سخت‌افزار و نرم‌افزار است. فناوری نیرومندترین عامل تحول در جامعه بوده و پیشرفت آن فرایندی پیوسته و مداوم است. فناوری فرایند دانش و عمل سیستماتیک است که معمولاً در خدمت فرآیندهای صنعتی است. همچنین تجربه منظم و پیاپی تکنیک‌های ساخت و اجراست. فناوری و نوآوری دربردارنده کلیه روش‌ها، فرآیندها، سیستم‌ها و مهارت‌هایی است که جهت تبدیل منابع به محصولات به کار گرفته می‌شوند. به هرگونه تغییر و تحول در فناوری (ترک روش‌های قدیمی و سنتی انجام امور) "نوآوری" اطلاق می‌شود (کریمی‌تیره، ۱۳۹۵: ۱۱).

فناوری نوین

فناوری نوین را در اصل می‌توان ادامه فناوری‌های پیشینی دانست که آرایه‌ها و اصلاحات جدیدی را در اختیار بشر قرار می‌دهند تا زندگی او را بهبود بخشند. به عبارت دیگر، اصطلاح فن‌آوری نوین را می‌توان به پیشرفت‌های انجام شده و نوآوری‌های ارائه شده در حوزه‌های مختلف فناوری اطلاق کرد. تکنولوژی در تار و پود زندگی ما تنیده شده و فناوری‌های نوین نقش قابل توجهی در بهبود شرایط همه جهانیان ایفا می‌کنند (کریمی‌تیره، ۱۳۹۵: ۱۱).

فناوری نوین به تکنولوژی‌های جدید و پیشرفته‌ای اطلاق می‌شود که از آخرین دستاوردهای علمی و مهندسی بهره می‌برند. این فناوری‌ها شامل ابزارها و سامانه‌های دیجیتال مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، بلاکچین، بیگ دیتا و رایانش ابری هستند که به طور مداوم در حال تحول و نوآوری می‌باشند. هدف اصلی فناوری نوین، بهبود کارایی سیستم‌ها، ارتقای خدمات و ارائه راهکارهای نوین جهت پاسخ به چالش‌های پیچیده محیط‌های شهری است (Nam & Pardo, 2011: 190; Albino et al, 2015: 12).

هوشمندسازی

هوشمندسازی فرایندی است که با ادغام فناوری‌های دیجیتال و سامانه‌های نوین، به تحول و بهبود عملکرد سیستم‌های مختلف شهری می‌انجامد. این فرایند شامل جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌های حاصل از شبکه‌های حسگر، اینترنت اشیا و سایر منابع دیجیتال می‌شود تا اطلاعات کاربردی و ارزشمندی تولید گردد. سپس این اطلاعات در جهت اتوماسیون فرآیندهای مدیریتی، بهینه‌سازی مصرف منابع، تسریع تصمیم‌گیری‌های راهبردی و ارائه خدمات بهتر به شهروندان به کار گرفته می‌شود. هوشمندسازی در سطح شهری، زمینه‌ساز ایجاد زیرساخت‌های هوشمند است که نه تنها کارایی عملکرد سیستم‌های شهری را افزایش می‌دهد بلکه به تحقق اهداف توسعه پایدار، کاهش هزینه‌ها، افزایش شفافیت و مشارکت شهروندان در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی کمک می‌کند. این رویکرد با بهره‌گیری از فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، بیگ دیتا، اینترنت اشیا و رایانش ابری، فرایندهای سنتی را به شیوه‌ای نوین و پویا تغییر می‌دهد و شهرها را به نهادهایی منعطف تبدیل می‌کند که قادر به پاسخگویی به چالش‌های پیچیده اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی هستند (Cocchia, 2014: 28; Caragliu et al, 2011).

شهرها در عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات

فناوری اطلاعات و ارتباطات به شهرها اجازه می‌دهد تا به صورت مجازی در یک فضا حضور داشته باشند. طراحی و به‌روزرسانی وبسایت مناسب با محتوای واقعی می‌تواند یک ابزار قدرتمند برای خلق کسب‌وکار باشد. شهر مجازی کیفیت زندگی را برای شهروندان بهبود می‌بخشد و باعث تنوع محله‌ها، شناخت هنر و فرهنگ مردم و همچنین دسترسی به فضاهای سبز و فعالیت‌های مرتبط با اوقات فراغت می‌شود. شهرهای هوشمند با بهره‌گیری از زیرساخت‌های شبکه‌ای به صورت متمرکز عمل می‌کنند. این زیرساخت‌های دیجیتالی، توانایی بهبود بهره‌وری اقتصادی، استفاده از منابع و مشارکت سیاسی را برای کاربران فراهم می‌سازند. این وضعیت باعث توسعه اجتماعی، فرهنگی و فیزیکی کاراتر شهر می‌شود. از طریق استفاده از فناوری‌های دیجیتال، شهرها می‌توانند کاربری زمین، زیرساخت‌ها، ساختمان‌ها و حمل‌ونقل برنامه‌ریزی شده‌ای داشته باشند. همچنین استفاده از فناوری اطلاعات می‌تواند نقش مهمی در اجتناب از انتشار و توسعه کرین داشته باشد. به منظور افزایش آگاهی شهروندی، فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به عنوان یک حامی اطلاعاتی عمل کند. ICT به عنوان ابزارهای کم‌هزینه و دوستانه می‌تواند به ارتقای سطح آموزشی افراد کم‌درآمد کمک کند، فضای ارتباطی جامعه را گسترش و احساس تعلق به محیط شهری و محله را افزایش دهد. دموکراسی دیجیتالی از طریق یادگیری الکترونیکی می‌تواند به شهروندان در شناخت، مشارکت، اشتراک‌گذاری، بهبود و انتقاد از پروژه‌ها و اقدامات کمک کند (شاهپوندی و موسوی‌پور، ۱۳۹۶: ۸۴).

روش پژوهش

روش زمانی که بنا باشد درباره اتفاق نظر یک جمع صاحب‌نظر در یک موضوع خاص به بررسی پرداخته شود، از روش دلفی استفاده می‌شود. این روش، فرآیندی ساختاریافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق مصاحبه و توزیع پرسش‌نامه‌هایی در بین افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ‌ها و نظرهای دریافتی صورت می‌گیرد. در این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه، اطلاعات مورد نیاز استخراج گردیده است. با استفاده از تکنیک دلفی، ارزش‌گذاری سؤالات از طریق طیف پنج گزینه‌ای "لیکرت" صورت پذیرفته است که توسط ۲۵ نفر از خبرگان در این مبحث تکمیل شده است (متشکل از ۹ نفر شهرساز، ۶ نفر اقتصاددان با گرایش و تخصص دیجیتال، ۵ نفر مدیریت فناوری اطلاعات، ۱ نفر مدیریت اجرایی MBA، ۱ نفر مدیریت تکنولوژی، ۱

نفر روابط بین‌الملل، ۱ نفر انرژی‌های تجدیدپذیر، و ۱ نفر علوم ارتباطات) که پس از آن اشباع نظری در این مورد حاصل شد که نقطه اشباع نظری، بیانگر پایداری روش تحقیق نظریه بنیادی است و میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین بر ۶ محرک اصلی شهر هوشمند آینده مشخص شد. در این پژوهش روش نمونه‌گیری، غیر تصادفی هدفمند (یا قضاوتی) بوده است چرا که هدف اصلی دستیابی به نظرات تخصصی و عمیق در حوزه‌های مرتبط با شهر هوشمند و فناوری‌های نوین می‌باشد. این روش به پژوهشگر اجازه می‌دهد تا با انتخاب دقیق افراد دارای دانش و تجربه عملی، به داده‌هایی دست یابد که منعکس‌کننده بینش‌های تخصصی و کاربردی در حوزه‌های شهرسازی، فناوری و مدیریت شهری است.

ابزار جمع‌آوری داده‌های پژوهش، پرسشنامه‌ای ساختاریافته است که به دو بخش تقسیم شده است. بخش اول شامل سؤالات مربوط به مشخصات فردی و سوابق تخصصی خبرگان (مانند تحصیلات، سال‌های تجربه و حوزه فعالیت) می‌باشد. بخش دوم شامل مجموعه‌ای از سؤالات استاندارد است که به منظور سنجش دیدگاه خبرگان نسبت به اثرگذاری فناوری‌های نوین بر محرک‌های اصلی شهر هوشمند (اقتصاد هوشمند، مردم هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، جابجایی هوشمند و محیط‌زیست هوشمند) با استفاده از مقیاس لیکرت ۵ درجه (از «اثرگذاری بسیار کم» تا «اثرگذاری بسیار زیاد») طراحی شده است.

برای اعتبارسنجی پرسشنامه، ابتدا اعتبار ظاهری (Face Validity) از طریق مشورت با چند نفر از خبرگان حوزه انجام شد؛ در این مرحله، سؤالات از نظر وضوح، مرتبط بودن با اهداف پژوهش و پوشش دهی کامل ابعاد موردنظر موردبررسی قرار گرفتند و اصلاحات لازم اعمال گردید. همچنین، اعتبار محتوا (Content Validity) بر مبنای مرور جامع ادبیات و استناد به مطالعات معتبر در حوزه شهر هوشمند تأیید شد تا اطمینان حاصل شود تمامی ابعاد کلیدی پوشش داده شده‌اند. این رویکرد جامع در اعتبارسنجی پرسشنامه، از طریق ارزیابی ظاهری، محتوایی و رسیدن به اشباع نظری، اطمینان می‌دهد که ابزار مورد استفاده دقیق، مرتبط و قابل اعتماد برای جمع‌آوری داده‌های تخصصی در حوزه تأثیر فناوری‌های نوین بر محرک‌های شهر هوشمند می‌باشد.

این پژوهش چندین محدودیت روش‌شناختی دارد که باید در تفسیر نتایج موردتوجه قرار گیرند:

❏ **محدودیت نمونه‌گیری:** استفاده از روش نمونه‌گیری خبرگان به دلیل هدفمند بودن، ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج به کل جامعه متخصصان یا مدیران شهری محدود شود؛

• **پاسخ‌دهی به پرسشنامه:** امکان بروز سوگیری‌های شخصی در پاسخ‌دهی خبرگان وجود دارد که می‌تواند بر دقت نتایج تأثیر بگذارد؛

• **محدودیت‌های زمانی و جغرافیایی:** با توجه به شرایط و زمان انجام پژوهش، نتایج ممکن است تنها منعکس‌کننده وضعیت فعلی فناوری و برنامه‌ریزی شهری در یک بازه زمانی و منطقه جغرافیایی خاص باشند؛

• **پیچیدگی موضوع:** درک چندبعدی مفاهیم شهر هوشمند و فناوری نوین به دلیل پیوستگی و همبستگی متغیرها، ممکن است تحلیل دقیق و جامع را به چالش بکشد.

یافته‌ها

با توجه به روند رو به رشد جمعیت شهرنشین در اقصی نقاط دنیا و به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، در آینده‌ای نه‌چندان دور با جهانی عمدتاً شهرنشین مواجه خواهیم شد که جهت برآورده سازی نیازهایشان، زمین شهری را بیش از توان اکولوژیکی‌اش مورد بهره‌کشی قرار خواهند داد و همچنین خواسته‌ها و تقاضاهای خویش را از مسئولین و مدیران

شهری طلب خواهند کرد. نظریه شهر هوشمند که بر پایه پاسخ به مشکلات عدیده شهرنشینان در دهه ۹۰ میلادی شکل گرفت مباحث پایداری همچون اختلاط کاربری‌ها، دسترسی آسان، حفظ محیط طبیعی و... را در عرصه شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری مطرح ساخت. نظریه شهر هوشمند نکاتی را برشمرد که ضمن حمایت از زندگی نوین شهری بتواند مسائل و مشکلات آن را نیز در قالب رعایت و اجرای تکنیک‌های شهرسازی نوین در دل شهرهای موجود و در تضاد با پراکنده‌رویی شهری برطرف سازد (ابراهیمی و معرف، ۱۳۹۷: ۲۹) لذا یافته‌های این پژوهش به ترتیب در سه مقوله چگونگی اثرگذاری محرک‌های شهر هوشمند بر عناصر شهری، میزان اثرگذاری فناوری‌های نو بر محرک‌های شهر هوشمند، و نحوه اثرگذاری فناوری‌های نو برتر (منتخب) بر محرک‌های شهر هوشمند تشریح و تبیین شدند.

چگونگی اثرگذاری محرک‌های شهر هوشمند بر عناصر شهری

با توجه به اینکه فناوری در آینده شهرهای هوشمند نقش به سزایی دارد در جدول ۱ تلاش شده است چگونگی اثرات شش محرک شهر هوشمند (معرفی شده در مبانی نظری) بر عناصر و ساختارهای شهری تشریح شود.

جدول ۱. چگونگی اثرگذاری محرک‌های شهر هوشمند بر عناصر شهری

محرک‌ها	معیارها و عناصر	چگونگی اثرگذاری محرک‌ها بر عناصر شهری
جابجایی هوشمند	تقلیل سفرهای روزانه	به واسطه تغییر در نحوه ارائه خدمات شهری، ترکیب محل کار و زندگی، امکانات نوین ارتباطات و حمل‌ونقل عمومی موجب می‌گردد که نقش راه و شبکه حمل‌ونقل کم‌رنگ شده و شکل شهر تا حدی از قید شبکه حمل‌ونقل رها شود (Rabiee & Bemaniyan, 2009)
	تغییر در مفهوم دسترسی	مفهوم دسترسی در شهر آینده به چالش کشیده می‌شود. در حقیقت الگوی دسترسی به عنوان یکی از راه‌های کنترل فضای عمومی، در دو بعد فضای شهری فیزیکی و دیجیتالی مطرح می‌شود.
	اختلاط کاربری	حداکثر اختلاط در کاربری‌ها را شاهد خواهیم بود. تا آنجا که فضای کار و سکونت ادغام می‌شوند و بسیاری از کاربری‌های فعلی حذف یا تقلیل می‌یابند که پیش از توسعه و رواج فناوری اطلاعات و ارتباطات و در دوره صنعتی، مکان‌های شکل گرفته در قلمروهای عمومی شهری به دلیل الزام جدایی فعالیت چهارگانه شهرها (سکونت، کار، ارتباطات و تفریحات) از یکدیگر به دو بخش ارتباطات و تفریحات تعلق می‌گرفت (Rezai, 2004)
زندگی هوشمند	تغییر و تحولات در مفهوم مکان و فضا	برخی از صاحب‌نظران بر این عقیده‌اند که مکان نابود نمی‌شود و تنها الگوهای مکان هستند که بنا بر نیازهای زمانی و تأثیرات فناوری با تغییراتی مواجه می‌شوند. در سطح خرد شاهد تغییراتی در چگونگی درک و به کارگیری قلمرو خصوصی خانه از سوی مردم هستیم. اقتصاد بزرگ مقیاس (کلان) و دگرگونی سیاسی با گسترش جامعه پسا صنعتی یا جامعه اطلاعات محور در ارتباط است و در جایی بین دو سطح فوق شاهد تغییراتی در به کارگیری و طراحی قلمروهای عمومی مسیرهای پیاده، معازدها و فروشگاه‌های بزرگ هستیم (زیاری و همکاران، ۲۰۱۰: ۳۶) مبتنی بر انقلاب دیجیتالی و نقش فناوری اطلاعات در ایجاد تقابل بین فضای واقعی و فضای دیجیتالی (سایبر) و خلق فضای ترکیبی (فضای سیرنتیک) که واجد خصوصیات هر دو فضای واقعی و مجازی است، فضای شهری آینده نیز متحول می‌شود. با توجه به تأثیر زیرساخت جدید فناوری اطلاعات و ارتباطات، کالبد، سیمای شهری، ساختار و روند توسعه شهر نیز متحول خواهد شد (Aurigi & Graham, 2000)
	کاهش مراکز بزرگ خدماتی- اداری	بلوک‌های شهری عظیم مدرنیستی، مجموعه‌های خدماتی، اداری، تجاری و... به واسطه تغییر عملکردی آن‌ها تقلیل می‌یابند و کلاً نقشه کاربری زمین شهر متحول می‌شود.
	تغییر در واحدهای همسایگی	جهانی‌شدن و زیرساخت جدید شهری بر الگوی سکونت و واحدهای همسایگی تأثیر می‌گذارند و امکان ساخت خانه‌های بیلاقی منفرد و منزوی در طبیعت و مجهز به تکنولوژی ارتباطات فراهم می‌شود.
اقتصاد هوشمند	تغییر در حوزه‌بندی‌های اجتماعی- اقتصادی شهر	حوزه‌بندی‌های اجتماعی- اقتصادی شهر قدیم به تدریج شکسته شده و زمینه برای تحقق آرمان شهرسازان خردگرای متقدم یعنی مالکیت عمومی زمین شهری فراهم می‌گردد.
	تغییر و تحول در	جامعه انسانی در حال گذار به سمت گونه‌ای دیگر از دانش اقتصاد است که در آن سرمایه انسانی

فعالیت‌های اقتصادی	جایگزین تمامی انواع دیگر سرمایه‌ها می‌شود. این واقعیت که نیروی کار عالی‌رتبه تمایل به سکونت، کار و تفریح در کدام نقطه مکانی دارد، در تبیین جغرافیای اقتصاد نوین نقش پایداری به خود گرفته است (Mitchell, 2000)
تغییر در الگوی فعالیت شهری	منطقه‌بندی شهر مدرن و مشکلات آن (عدم توزیع هماهنگ فعالیت شهری در بعد زمانی: مناطق اداری، تجاری که در شب فعالیت و زندگی خود را از دست می‌دهند، افزایش سفرهای شهری و...) به‌واسطه ادغام کاربری‌ها و تغییر الگوی فعالیت شهر، به‌تدریج دگرگون می‌شود (Forozaan & Forozaan, 2014)
مردم هوشمند	ارتباط به شبکه اینترنت به‌عنوان شاخص توسعه دسترسی یکی از مهم‌ترین موضوعات مشترک بین شهرسازی و اینترنت است. میزان دسترسی جامعه به شبکه اینترنت از شاخص‌های توسعه اجتماعات مدرن محسوب می‌شود (لشکری‌زاده و اسحق، ۱۳۹۵: ۹)
کاهش مصرف انرژی و آلودگی	به‌طور قابل‌توجهی کارایی، ذخیره‌سازی و تولید انرژی را تحت تأثیر قرار داده و مصرف انرژی را کاهش می‌دهد، کاهش مصرف انرژی تأثیر به‌سزایی در کاهش آلودگی‌های هوا خواهد داشت (سلطانی‌نژاد و گودرزی، ۱۳۹۶: ۸۸)
محیط‌زیست هوشمند	تولید محصولات جدید و سالم. نقش مهمی در اصلاح خاک‌های آلوده و حذف یا پاک‌سازی آلاینده‌های شیمیایی موجود در منابع آب، خاک و هوا و همچنین با توسعه فرآیند تولید سبز، انتشار و تولید زایدات را کاهش داده و نیز موجب کاهش مصرف مواد خام موردنیاز شده و راهکاری در جهت حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی و دستیابی به توسعه پایدار به‌حساب می‌آید (سلطانی‌نژاد و گودرزی، ۱۳۹۶: ۸۸)
حکمرانی هوشمند	تقویت حکومت و توسعه مشارکت بالا بردن سطح شفافیت و پاسخگویی در دولت به‌واسطه گسترده‌تر شدن فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی در مدیریت و رویه‌های اجرایی، به معنای بیشتر شدن فرصت‌ها برای مشارکت فعال مردم در فرایندها و تصمیمات دولت خواهد بود (سلطانی‌نژاد و گودرزی، ۱۳۹۶: ۸۹) طراحی مجدد فرایندها و رویه‌های سازمانی در نهایت به ارائه بهتر خدمات منجر خواهد شد. این امر بازده سازمانی را افزایش می‌دهد و صرفه‌جویی در هزینه‌های سازمانی را در پی خواهد داشت (سلطانی‌نژاد و گودرزی، ۱۳۹۶: ۸۹)

جدول بالا نشان‌دهنده تأثیرگذاری چندجانبه شش محرک اصلی شهر هوشمند بر عناصر و ساختارهای شهری است. از یک‌سو، محرک «جابجایی هوشمند» از طریق کاهش سفرهای روزانه و تغییر در مفهوم دسترسی، بر شکل‌گیری الگوهای حمل‌ونقل شهری تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال، تغییر در نحوه ارائه خدمات شهری و تلفیق محل کار و زندگی، موجب کاهش وابستگی به شبکه‌های حمل‌ونقل سنتی شده و مفهوم دسترسی را هم از منظر فیزیکی و هم دیجیتالی به چالش می‌کشد این تغییرات به‌نوعی منجر به بازنگری در ساختار راه‌ها و کاهش نقش شبکه حمل‌ونقل در شکل‌دهی به فضای شهری می‌شود. علاوه بر این، محرک «زندگی هوشمند» از طریق اختلاط کاربری، تغییر در مفهوم مکان و فضا، کاهش مراکز بزرگ خدماتی-اداری و تغییر در الگوی همسایگی، باعث تحول در نقشه کاربری شهر شده است؛ به‌گونه‌ای که فضای عمومی شهری از تقسیم‌بندی‌های سنتی به الگوهای جدید و انعطاف‌پذیر منتقل می‌شود.

از سوی دیگر، محرک‌های «اقتصاد هوشمند»، «مردم هوشمند»، «محیط‌زیست هوشمند» و «حکمرانی هوشمند» هر کدام از زاویه‌های متفاوت بر عملکرد کلی شهر تأثیر می‌گذارند. تغییر در حوزه‌بندی‌های اجتماعی-اقتصادی و تحول در فعالیت‌های اقتصادی موجب شکستن الگوهای قدیمی و ایجاد بسترهای نوآورانه می‌شود. در محور «مردم هوشمند»، دسترسی به شبکه اینترنت به‌عنوان شاخص توسعه، نقشی حیاتی در تقویت تعاملات اجتماعی و افزایش سطح آگاهی شهروندان ایفا می‌کند. از سوی «محیط‌زیست هوشمند»، کاهش مصرف انرژی و مدیریت بهینه منابع طبیعی نه‌تنها به حفظ محیط‌زیست کمک می‌کند بلکه نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی شهری دارد. در نهایت، «حکمرانی هوشمند» با تقویت حکومت و افزایش مشارکت شهروندان، از طریق بهبود بازدهی سازمانی و طراحی مجدد فرایندهای اجرایی، به

ایجاد یک سیستم مدیریتی شفاف و پاسخگو منجر می‌شود. این تحلیل نشان می‌دهد که هر یک از این محرک‌ها به نحوی منسجم و هم‌زمان، با تأثیرگذاری در ابعاد مختلف شهری، به تحول و بهبود کلی ساختار شهری کمک می‌کنند.

میزان اثرگذاری فناوری‌های نو بر محرک‌های شهر هوشمند

بسیاری از شهرهای جهان از فناوری‌های هوشمند برای بهبود زندگی روزمره شهروندان، اجتناب از هزینه‌های غیرضروری و افزایش کارایی در مدیریت منابع استفاده می‌کنند و توانسته‌اند برای بسیاری از چالش‌های خود با استفاده از فناوری‌های روز دنیا راه‌حل‌های کارآمد و مناسبی پیدا کنند. در دنیای امروز، تکنولوژی با شتاب فزاینده‌ای در حال تغییر و تحول است. برای همراه بودن با چنین روند پرسرعتی، باید تکنولوژی روز را پیوسته شناسایی کرده و در یادگیری آن بکوشیم. به این ترتیب، قادر خواهیم بود همگام با تغییر و تحولات اطراف خویش گام برداشته و از امکانات پیش روی خود بهره ببریم. برای شناسایی و یافتن میزان اهمیت و تأثیرگذاری فناوری‌های نوین، ابتدا لازم است تکنولوژی‌های نوظهور و شاخه‌های مختلف فناوری‌های تازه را شناسایی کرده و سپس تأثیر آن‌ها بر شهر هوشمند آینده را دریابیم. در این پژوهش با توجه به مطالعات و داده‌های به‌دست‌آمده، ۲۵ فناوری نوین زیر به‌عنوان تکنولوژی‌های نوظهور معرفی و میزان اثرگذاری آن‌ها بر محرک‌های شهر هوشمند سنجیده شده است.

پرسشنامه تهیه‌شده برای میزان اثرگذاری فناوری‌های نو بر محرک‌های شهر هوشمند با توجه به اهمیت بالای محرک‌های شهر هوشمند به تفکیک این محرک‌ها تهیه شد و توسط ۲۵ نفر از نخبگان و محققان این حوزه با هدف تأثیر این فناوری‌های نو بر محرک‌های شهر هوشمند مطابق طیف لیکرت از ۱-۵ (۱: اثرگذاری بسیار کم، ۲: اثرگذاری کم، ۳: اثرگذاری متوسط، ۴: اثرگذاری زیاد و ۵: اثرگذاری بسیار زیاد) پاسخ‌داده‌شده است.

جدول ۲. میزان اثرگذاری فناوری‌های نو بر محرک‌های شهر هوشمند

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	جابجایی هوشمند	زندگی هوشمند	اقتصاد هوشمند	محیط زیست هوشمند	مردم هوشمند	حکروایی هوشمند	مجموع	رتبه	
1	122	124	124	120	125	123	738	1	هوش مصنوعی و ماشین لرنینگ
2	124	124	123	119	121	120	731	2	اینترنت اشیا
3	99	108	103	95	103	91	599	11	از لباس‌های هوشمند تا ساخت انسان فرامرزی
4	119	115	111	106	110	109	670	5	بیگ دیتا و آنالیز پیشرفته اطلاعات
5	100	113	124	103	114	107	661	7	بلاکچین و تحول در تجارت آینده
6	119	122	120	116	119	118	714	3	رایانش ابری، آینده تکنولوژی ذخیره آنالین اطلاعات
7	115	114	110	102	108	101	650	8	واقعیت مجازی و واقعیت افزوده
8	114	121	118	108	112	116	689	4	دوقلوهای دیجیتال، همزاد هوشمند در آینده تکنولوژی
9	115	114	109	105	117	105	665	6	اینترنت 5G, 6G و ماهواره‌ای
10	105	100	102	107	110	101	625	10	ژنومیک و جهش ژنتیکی موجودات زنده
11	106	115	109	105	109	102	646	9	همکاری انسان و ربات در آینده (cobot)
12	86	92	95	86	87	92	538	16	پاتفرم‌های دیجیتال
13	100	82	80	76	69	67	474	19	هواپیماهای بدون سرنشین
14	82	94	101	91	83	80	531	17	محاسبات و رایانه‌های کوانتومی در آینده تکنولوژی
15	42	51	58	39	47	42	279	25	چاپ سه بعدی، چهار بعدی و ساخت مواد طبیعی
16	95	104	100	92	86	97	574	13	فناوری نانو و علم مواد
17	73	58	64	55	60	52	362	23	رابط‌های صوتی و چت بات‌ها
18	53	71	57	49	61	45	336	24	تشخیص چهره و بیابانی رایانه‌ای
19	75	82	79	51	64	67	418	21	امنیت سایبری
20	108	95	90	91	93	83	560	15	وسایل نقلیه خودران و فناوری لذت‌بخش برای انسان‌ها
21	86	98	107	96	90	84	561	14	کشاورزی مدرن و هوشمند در دنیای تکنولوژی
22	69	74	64	60	72	59	398	22	گجت‌های پوشیدنی و لیزهای هوشمند
23	67	71	77	86	71	64	436	20	تکنولوژی هم‌چوشی هسته‌ای
24	76	82	81	94	78	70	481	18	گرافن و تکنولوژی ظرفیت کربنی
25	102	104	97	94	90	89	576	12	تکنولوژی برق پی‌سی‌م

با توجه به پاسخ‌های داده‌شده توسط نخبگان و تجزیه و تحلیل نتایج آن‌ها، مشخص گردید هفت فناوری نوین شامل "هوش مصنوعی و ماشین لرنینگ"، "اینترنت اشیا"، "رایانش ابری آینده تکنولوژی ذخیره آنالین اطلاعات"،

"دوقلوهای دیجیتالی، همزاد هوشمند در آینده تکنولوژی"، "بیگ دیتا و آنالیز پیشرفته اطلاعات"، "اینترنت G,6G و ماهواره‌ای" و "بلاکچین و تحول در تجارت آینده"؛ فناوری‌های مهم و تأثیرگذار برتر بر محرک‌های هوشمندسازی شهری و در مجموع شهر هوشمند به شمار می‌روند.

نحوه اثرگذاری فناوری‌های نو برتر (منتخب) بر محرک‌های شهر هوشمند

نحوه اثرگذاری هفت فناوری نوی مؤثر که در مرحله تکمیل پرسشنامه بالاترین امتیاز میزان اثرگذاری بر محرک‌های شهر هوشمند را کسب کردند، در جدول ۳ تشریح شده است:

جدول ۳. نحوه اثرگذاری فناوری‌های نو برتر (منتخب) بر محرک‌های شهر هوشمند

اثرگذارترین فناوری‌ها	محرک‌های شهر هوشمند	نحوه اثرگذاری
هوش مصنوعی و ماشین‌های لرنینگ	جابجایی	بازار فناوری‌های هوش مصنوعی برای مدیریت ترافیک با اطمینان در زمینه فروش سخت‌افزار پیشرو است. این بخش بازار در حال تبدیل شدن به یک جنبه کلیدی مدیریت ترافیک است. فناوری‌های فضایی و شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌منظور پیش‌بینی مؤثر خطرناک‌ترین ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی به‌صورت روزانه استفاده می‌کند (مقدسی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۸۱)
	اقتصاد	هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری پیشرفته می‌تواند نقش مهمی در ایجاد مزیت رقابتی برای شرکت‌ها داشته باشد. تسهیل فرایندهای ارتباطات و انجام امور، مهم‌ترین شیوه کمک هوش مصنوعی به کسب‌وکارهاست (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۷)
	محیط‌زیست	استفاده از فناوری هوش مصنوعی برای بازیافت هوشمند زباله‌ها و مدیریت پسماند می‌تواند یک سیستم پایدار مدیریت پسماند را برای شهر فراهم کند (سبزواری، ۱۴۰۰: ۱۹)
حکمرانی	مردم	هوش مصنوعی تقریباً تمام فعالیت‌های تجاری کتابخانه هوشمند را پوشش می‌دهد. هوش مصنوعی اکنون این قابلیت را دارد که به شکل هم‌زمان کارکردهای کتابخانه موجود را بهبود بخشد و جایگزین کند (کایجون یو و همکاران، ۲۰۱۹) برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی نقش بزرگی در زمینه‌های مختلف آموزشی ایفا کرده‌اند (مقدسی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۸۲)
	زندگی	با استفاده از هوش مصنوعی در شهر هوشمند برای مدیریت و برنامه‌ریزی شهری بهتر، الگوریتم‌های حاصل از یادگیری ماشین، تصاویر ماهواره‌ای را برای برنامه‌ریزی و توسعه شهر با هدف تنظیم شکل‌گیری بر اساس تغییر داده‌ها، مناطق مستعد برای بلایا مانند سیل، زلزله و طوفان را تجزیه و تحلیل می‌کنند و کنترل مداوم چنین داده‌هایی در زمان واقعی و همچنین تاریخی می‌توانند به حکمرانی بهتری منجر شوند (سبزواری، ۱۴۰۰: ۱۴)
	اینترنِت اشیا	در طراحی شهر، چراغ‌های خیابانی ضروری هستند اما انرژی زیادی مصرف می‌کنند که با استفاده از روشنایی هوشمند می‌توان میزان آن را کاهش داد. علاوه بر این، تیر برق‌های چراغ روشنایی همچنین می‌توانند به سنسورهای اضافی مجهز شوند و این عوامل با هوش مصنوعی قابل اجرا می‌باشد (سبزواری، ۱۴۰۰: ۱۵)
اقتصاد	جابجایی	یکی از کاربردهای اینترنت اشیا در شهر هوشمند این است که تکنولوژی‌هایی مانند GSM و GPRS می‌توانند سیستم حمل‌ونقل عمومی را در شهرها متحول کنند. با استفاده از این تکنولوژی‌ها داده‌ها به‌صورت بلادرنگ به یک نرم‌افزار مرکزی ارسال شده و اطلاعات آن‌ها در ایستگاه‌های اتوبوس منتشر می‌شود. این کار باعث می‌شود تا حمل‌ونقل عمومی به‌صورت کارآمدتری انجام شده و زمان انتظار کاهش پیدا کند. مسیریابی مبتنی بر خوشه در اینترنت اشیا مبتنی بر الگوریتم‌های MOPSO و MSA (غفوری و همکاران، ۱۴۰۱: ۷۳)
	اقتصاد	مدل‌های کسب‌وکار پروژه‌های اینترنت اشیا باید علاوه بر اجزای تشکیل‌دهنده، به فرایند پویای چگونگی خلق و کسب ارزش توسط فناوری اینترنت اشیا و کلان داده‌ها در اکوسیستم موردنظر که در این پژوهش شهر هوشمند است، توجه کرد. در حوزه اینترنت اشیا، مولدهای ایجاد ارزش در واقع انگیزه‌های فردی و مشترک شرکای تجاری مختلف را تشکیل می‌دهند و ایجاد یک اکوسیستم را به‌منظور تولید ارزش، تحقق نوآوری و کسب درآمد تقویت می‌کنند (یزدانی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۴)

محیط‌زیست	از جمله کاربردهای اینترنت اشیا در یک سیستم انرژی هوشمند یکپارچه، می‌توان به موارد مهمی نظیر ساختمان‌های هوشمند، سیستم انرژی توزیع‌شده و نیروگاه مجازی انرژی و غیره اشاره کرد (جان‌نثاری و همکاران، ۱۴۰۰:۴۸)
	اینترنت اشیا بر فرهنگ و تعامل با دنیای فیزیکی نقش مثبت و معنادار دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد به کمک اینترنت اشیا، برنامه‌ها و دستگاه‌های مختلف از طریق اتصال اینترنت با یکدیگر و حتی انسان تعامل و صحبت کنند (کرامتی مقدم و رضایی، ۱۴۰۱:۳۱۴)
مردم	به‌منظور ایجاد یکپارچگی میان زیرسیستم‌ها و پروژه‌های مختلف شهر هوشمند، لازم است مدل‌های ارائه شده توسط اینترنت اشیا از منظر همسویی با تصمیمات استراتژیک و قابلیت پاسخگویی به تغییرات محیطی ارزیابی شوند (یزدانی و همکاران، ۱۴۰۰:۱۴۰)
حکمرانی	مدیریت مصرف برق ساختمان، سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوای هوشمند، تأمین امنیت ساختمان و محله، نظارت بر سلامت (انصاری و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۶۸). برنامه‌های کاربردی و فناوریانه اینترنت اشیا می‌تواند با آموزش کادر درمان و عموم مردم، مهیاسازی زیرساخت‌ها و سایر اقدامات مناسب ابزاری برای ارتقاء خدمات الکترونیکی سلامت بیماران کرونایی باشد و به حوزه خدمات سلامت الکترونیک در راستای دستیابی به اهداف خود کمک کن (کریمی و همکاران، ۱۴۰۰:۱۵۸)
زندگی	امروزه داده‌های ترافیکی، در کنار داده‌هایی که از تلفن‌های موبایل در دسترس هستند، همچنین تصاویر ماهواره‌ای از جمله کلان داده‌های بهنگام به شمار می‌آیند و استفاده از آن‌ها مانند کاربرد GIS در شهرسازی ضروری است. شهرسازان و برنامه‌ریزان شهری می‌توانند با افزایش دانش در زمینه تحلیل و استفاده از این داده‌ها، به پیشرفت‌های قابل‌توجه در کاربردهای مختلف فناوری نوین اطلاعاتی در شهرسازی دست یابند. در حال حاضر یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل و کاربری زمین نیز یکی از گزینه‌های مطرح در حمل‌ونقل پایدار برای شهرهای ایران است (نوریان و حجازی، ۱۳۹۲)
جایابی	اطلاعات مشتریان را از طریق شبکه‌های اجتماعی، بازدید سایت‌ها، گزارش‌های تماس و ... جمع‌آوری می‌شود تحلیل این اطلاعات به معنای دستیابی به بهترین راه برای جذب مشتری است. با استفاده از حجم وسیع اطلاعات می‌توان الگوهای داده‌ای که کلاهبرداری را نشان می‌دهند به‌راحتی شناسایی کرد.
اقتصاد	علوم مربوط به محیط‌زیست، ازجمله حوزه‌هایی هستند که می‌توانند بیشترین منفعت را از این داده‌های خام ببرند. سال‌ها است که تجهیزات مختلفی ازجمله، ماهواره‌ها، شناورها، بالون‌های هواشناسی، سیستم‌های رادار و ... اطلاعات مربوط به اقلیم و محیط‌زیست را جمع‌آوری و تحلیل می‌کنند.
بیگ دیتا	بیگ دیتا در آموزش می‌تواند مفید واقع شود و در شخصی‌سازی فرآیند یادگیری تأثیر بسیار زیادی داشته باشد. شخصی‌سازی می‌تواند باعث شکوفا شدن استعداد دانش‌آموزان شود و محیط تحصیل را به یک محیط پویا تبدیل کند.
مردم	دولت می‌تواند با تحلیل و تفسیر این داده‌های حجیم خدمات‌رسانی خود را به مردم بهبود بخشد. از منابع موجود در کشور به‌درستی استفاده کند. بودجه‌بندی درستی داشته باشد. با فقر، جرم، جنایت و ... مبارزه کند. در زمان‌های بحرانی به‌موقع به مردم اطلاع‌رسانی کند. کاربرد کلان داده در حکومت بسیار گسترده است و می‌تواند در هر بخشی استفاده شود.
حکمرانی	با استفاده از کلان داده در زمینه بهداشت و درمان، می‌توان کاری کرد که خدمات بهتری به مردم ارائه شود. کاربرد بیگ دیتا در پزشکی شناسایی روش‌های شخصی‌سازی‌شده برای بیماران است. همین شخصی‌سازی است که باعث افزایش سلامت در جامعه خواهد شد و همچنین هزینه‌های دولت نیز در بخش بهداشت و درمان کاهش خواهد یافت.
زندگی	موجب کاهش اتلاف‌های سیستم‌های مدیریت حمل‌ونقل جاده‌ای کالا بوده‌اند. میزان اثرگذاری تکنولوژی زیرساخت‌های دیجیتال بر اتلاف‌های هزینه و زمان به ترتیب ۴۴٪ و ۵۳٪ با اثر کاهشی بوده است. تکنولوژی‌های وضوح موجب کاهش سه اتلاف هزینه، زمان و ایمنی کالا و ناوگان، به ترتیب به میزان ۲۳،۹۹٪، ۲۲،۳۰٪ و ۵۳،۷۱٪ شده است. اثرگذاری شفافیت بر اتلاف‌های زمان، اعتماد و امنیت به ترتیب برابر با ۲۲،۶۳٪ و ۷۷،۳۷٪ و به‌صورت کاهشی بوده و قراردادهای هوشمند نیز بر همین دو دسته اتلاف‌ها به ترتیب ۸۸،۸۱٪ و ۱۱،۱۹٪ اثرگذار بودند. رتبه‌بندی زیرمعیارها نشان داده که بیشترین اتلاف‌ها مربوط به هزینه‌های حمل‌ونقل کالا، هزینه‌های کنترلی، شفافیت در ارائه اطلاعات، کنترل شرایط کالا و مانیتورینگ راننده بوده است (نگراوی و دژ، ۱۴۰۱:۲۲)
جایابی	استفاده از فناوری بلاکچین برای گسترش سیستم حسابداری و حسابداری اقتصادی جهانی، برای همکاری در توسعه سرمایه‌های طبیعی، برای ایجاد ثبات در محیط‌زیست و چندین حوزه دیگر حیاتی
اقتصاد	

بلاکچین

است، استفاده از بلاکچین به عنوان یک زیرساخت در توسعه فرصت‌های اقتصاد جهانی به همه برای تأمین پایداری اجتماعی از طریق ایجاد بازارهای غیرمتمرکز کمک می‌کند. پلتفرم‌های فعال آنلاین بلاکچین می‌تواند این ابزار را به ما بدهد تا از دنیای اقتصاد از کار افتاده به دنیای اقتصاد در حال ترقی نقل مکان کنیم.	
بلاکچین، سوابق و داده‌های ایمن، قابل ردیابی و قابل کنترل را در یک شبکه همتا به همتا نگهداری می‌کند، در جهت افزایش مشارکت مردمی و اهدا توکن‌های همکاری به مشارکت‌کنندگان، کاهش خطرات آلودگی محیطی و انسانی به واسطه زباله‌ها، ایجاد یک شبکه اطلاعاتی دقیق با امکان نظارت و کنترل لحظه‌ای بر تمام فرآیند مدیریت پسماند، ایجاد قراردادهای و معاهدات بین‌المللی کنترل زباله و ... می‌باشد (فتح‌اللهی ارانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۵)	محیط زیست
به کمک فناوری بلاکچین، می‌توان با استفاده از منابع کم‌تری، از صدور گواهی‌های جعلی جلوگیری و فرایند تأیید گواهی را تسهیل بخشید. از امضای دیجیتال می‌توان برای تأیید اینکه گواهی یا مدرک توسط کاربر خاص و معتبری امضا شده است، استفاده کرد. تمام جزئیات آموزش و یادگیری را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های بلاکچین ساده‌تر کرد.	مردم
قرارداد سنتی به صورت یک لفاف حقوقی که مفاد غیر قابل ترسیم یا غیر قابل اجرا در قالب کد مثل قانون حاکم و یا قصد طرفین وجود داشته باشد. وجود این لفاف قانونی را می‌بایست یا با ارجاع دادن به کد قرارداد هوشمند در قرارداد سنتی تبیین نمود و یا از طرفی وجود این قرارداد سنتی (به تعبیری اساسنامه) را در قالب "هش" در کد قرارداد هوشمند اعمال نمود تا سندی باشد مبنی بر اینکه ورای قرارداد هوشمند، یک قرارداد جامع غیر هوشمند نیز مورد توافق قرار گرفته است (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱: ۶۵)	حکمرانی
احراز هویت: احراز هویت برای ارائه خدمات بسیار مهم است و سیستم‌های احراز هویت مبتنی بر بلاکچین می‌توانند برای تأیید هویت استفاده شوند. رعایت مقررات، یک چالش برای همه ارائه‌دهندگان خدمات مالی است. فناوری بلاکچین می‌تواند با ارائه سوابق قابل بازرسی ایمن به این امر کمک کند.	زندگی
دسترسی به مراکز داده و منابع مرتبط سخت و نرم، کیفیت پهنای باند، قابلیت اطمینان، سرعت شبکه خدمات‌رسانی، امنیت و حفظ حریم خصوصی کاربران، امکان توسعه اپلیکیشن‌های موبایل و طراحی سیستم‌های انتقال‌دهنده دیتاها مثل فیبر نوری. ارتقاء امنیت سایبری خدمات ارائه شده از طریق بهره‌گیری از پروتکل‌های امنیتی و همچنین حفظ حریم خصوصی کاربران از طریق اطمینان بخشی به آنان در خصوص حفظ اطلاعات محرمانه و خصوصی.	جابجایی
بازنگری در قوانین و مقررات سنتی مربوط به ارائه خدمات به شهروندان و به‌روزرسانی قوانین و تدوین مقررات جدید مبتنی بر قابلیت‌های رایانش ابری در پلیس هوشمند. توجه ویژه به جنبه‌های کنترل و نظارت بر معماری سرویس ابری و انعطاف‌پذیری آن به منظور بهره‌گیری از منافع مدیریت کارآمد در جهت توسعه سرویس ابری در راستای خدمات پلیس (بزرگ‌خو و هاشم‌زاده، ۱۴۰۰)	
انطباق و به‌کارگیری رایانش ابری سبب رشد قابل ملاحظه‌ای در GDP کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه خواهد شد. با توجه به شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات سال ۲۰۱۵، شاخص رتبه ایران از تعدادی از کشورهای در حال توسعه بالاتر بوده لذا می‌توان ایران را به لحاظ توسعه در فناوری اطلاعات و ارتباطات جزء کشورهای در حال توسعه به حساب آورد (قوی‌فرد و حاتمی، ۱۳۹۴: ۱۳)	اقتصاد
اثر این مدل بر توسعه پایدار شهری در قالب یک مدل مفهومی ارائه شد که نشان می‌دهد به‌کارگیری مدل رایانش ابری به غیر از سهولت در ارائه خدمات و افزایش کارایی در فعالیت‌ها، سهم قابل توجهی در کاهش مصرف انرژی و گازهای گلخانه‌ای دارد (مرادحاصل و آزادوار، ۱۳۹۲: ۲۴)	محیط زیست
سامانه‌های یادگیری الکترونیکی مبتنی بر تکنولوژی رایانش ابری، منابع را به‌طور مؤثر و با قابلیت مقیاس‌پذیری پویا ارائه می‌دهند. در رایانش ابری، فراگیران نقش اصلی را بر عهده دارند که به توسعه آموزش الکترونیکی بر بستر رایانش ابری نیز بسیار مؤثر است. استفاده از تکنولوژی رایانش ابری در سامانه‌های آموزش الکترونیکی، استراتژی یادگیری ترکیبی، بهتر ساختن محتوای تعاملی و همکاری مجازی در محیط آموزشی را به همراه دارد.	مردم
محركی برای کاهش هزینه‌ها و تسریع بخشیدن در ارائه خدمات دولت با به‌کارگیری رویکرد مدیریت یکپارچه در حل مشکلات به‌صورت خودکار، مدیریت امنیت و کمک در برنامه‌ریزی بودجه بر اساس استفاده واقعی از داده‌ها.	حکمرانی

توسعه و تحویل خدمات درمان از راه دور، امکان برگزاری کنفرانس‌های تصویری، به اشتراک‌گذاری اطلاعات پزشکی بیماران، امکان دریافت و ذخیره‌سازی منظم اطلاعات بیماران، آسان‌سازی انجام کارهای گروهی، تهیه اپلیکیشن و خدمات جدید، ذخیره‌سازی، بک‌آپ و بازگردانی اطلاعات، میزبانی وبسایت و وبلاگ، جریان‌های صوتی و تصویری، ارائه نرم‌افزار بر اساس تقاضا، تجزیه و تحلیل اطلاعات جهت الگوها و پیش‌بینی‌های آتی.	زندگی	
استفاده از دوقلوهای دیجیتال برای قطارها، خطوط شبکه و همچنین ابنیه راه‌آهن، زمینه بهبود عملکرد حمل‌ونقل ریلی را فراهم خواهد ساخت.		
دو قلوهای دیجیتال همچنین می‌توانند تعمیر و نگهداری زیرساخت ریلی را بهینه کنند. ظرفیت محاسباتی عظیم سیستم‌های حسگر هوشمند ASC امکان نظارت بر قطارها و مسیر را به‌صورت هم‌زمان فراهم می‌کنند. این بدان معنی است که اجزای مشکل‌ساز را می‌توان قبل از هرگونه آسیبی شناسایی و جایگزین کرد.	جایابی	
دوقلوهای دیجیتال بخش تولید را متحول کرده و تأثیر قابل‌توجهی در نحوه طراحی محصولات و نگهداری آن‌ها ایجاد کرده‌اند.		
دوقلو دیجیتال یک مدل شبیه‌سازی ایجاد می‌کند که می‌تواند در کنار یا به‌جای همتای فیزیکی به‌روزرسانی شود و به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا یک چرخه توسعه کاملاً کامپیوتری را از طراحی تا استقرار و حتی از کار انداختن ارزیابی کنند. با تقلید از دارایی‌های فیزیکی، چارچوب‌ها و عملیات برای تولید داده‌های پیوسته، یک دوقلو دیجیتال به صنعت اجازه می‌دهد تا زمان خرابی را پیش‌بینی کند، به شرایط در حال تغییر واکنش نشان دهد، پیشرفت‌های طراحی را آزمایش کند و موارد دیگر.	اقتصاد	
استفاده از شبیه‌سازهای مبتنی بر دوقلوهای دیجیتال، امکان اجرای سریع سناریوهای مختلف را بدون هدر دادن منابع حیاتی، فراهم می‌کند.	محیط‌زیست	دوقلوهای دیجیتال
با استفاده از دوقلوهای دیجیتال می‌توان شرایط خطرناک واقعی را برای آموزش کارگران ایجاد کرد. به همین ترتیب کارمندان می‌توانند برای کار کردن با برخی تجهیزات پیشرفته و دشوار آماده شوند.	مردم	
زمینه‌های طراحی محصول، توزیع و برنامه‌ریزی شهری، پیچیده‌ترین و گسترده‌ترین روش استفاده از دوقلوهای دیجیتال است. شانگهای و سنگاپور هر دو دوقلوهای دیجیتال دارند که برای کمک به بهبود طراحی و عملکرد ساختمان‌ها، سیستم‌های حمل‌ونقل و خیابان‌ها راه‌اندازی شده‌اند. در سنگاپور، یکی از وظایف دوقلو دیجیتال این شهر، کمک به یافتن راه‌های جدید برای پیمایش مسیر و اجتناب از ورود به مناطق آلوده است. در برخی نقاط از این فناوری برای پیشنهاد مکان ساخت زیرساخت‌های جدید مانند خطوط مترو استفاده می‌کنند.	حکمرانی	
دوقلو دیجیتال شهری می‌تواند داده‌های شهری را جمع‌آوری، پایش و مدیریت کند. برای مثال می‌تواند شرایط سلامتی شهروندان را بازگو کند؛ داده‌های مصرف انرژی را نمایش، توجیه و تحلیل کند؛ آلودگی صوتی را در شهر با استفاده از مدل‌سازی دینامیک پایش کند؛ رهگیری آبی اطلاعات را حین فجایع فراهم و سوژه‌های آسیب‌پذیر را محدود کند؛ و نیز رفتار افراد را رهگیری و پایش کرده و اختلالات و خطرهای بالقوه را برای وضعیت اورژانس یا مدیریت بحران محدود و بومی‌سازی کند.	زندگی	
باعث بهبود قابلیت بهینه‌سازی مسیرهای حرکت لجستیک می‌شود و این امر به شما کمک می‌کند تا از سفرهای غیرضروری و کمبودها اجتناب کنید. افزایش استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا در صنعت لجستیک، به اشتراک‌گذاری داده‌ها در زمان واقعی را بهبود می‌بخشد و ردیابی بار زنده را در تمام نقاط حمل‌ونقل کارآمدتر به ارمغان می‌آورد. اینترنت اشیا توانایی جمع‌آوری داده‌ها را در هر مرحله از حمل بار ارتقا می‌دهد و این توانایی ردیابی آسیب‌های احتمالی، سرقت و غیره را در حین حمل‌ونقل بهبود می‌بخشد.	جایابی	
طبق گزارشی که بانک جهانی در سال ۲۰۱۶ منتشر کرد، پهنای باند تأثیر مستقیمی بر رشد اقتصادی کشورهای دنیا دارد. یعنی رابطه بین پهنای باند و رشد اقتصادی کشورها کاملاً مشخص است و این رابطه در کشورهای در حال توسعه نیز بیشتر می‌شود.		اینترنت 5G,6G و اینترنت ماهواره‌ای
طبق گزارش گارتنر G۵ روی حوزه‌های خرده‌فروشی، سلامتی، پزشکی از راه دور و خودروهای خودران بسیار مؤثر خواهد بود و نه تنها در کسب سود، بلکه در مدل‌های کسب‌وکاری جدید تحول ایجاد خواهد کرد و کسب‌وکارهای قبلی به شکل‌های دیگری فعالیت خواهند کرد و تفاوت جدی با بخش سنتی مشاهده خواهد شد.	اقتصاد	
مجازی شدن بسیاری از محصولات، دیجیتالی شدن اطلاعات، غیر فیزیکی شدن انتقالات، کاهش نیاز به فضای گسترده در ادارات و انبارها و کوتاه شدن زنجیره عرضه از جمله نتایج مثبت گسترش اینترنت	محیط‌زیست	

6G-5G می‌باشد که از یک سو باعث کاهش نیاز جوامع به مواد طبیعی موجود در محیط زیست می‌شود و از سوی دیگر میزان ضایعات ورودی به محیط زیست را کاهش می‌دهد (سجودی و همکاران، ۱۳۸۹:۴۰)	
در عصر 6G انسان با تکنولوژی‌هایی مانند سطوح سلولی، ایمپلنت‌های متصل و رابط‌های بی‌سیم بین مغز و کامپیوتر روبرو خواهد شد. برخی آینده‌پژوهان پیش‌بینی می‌کنند که تلفن‌های هوشمند در نهایت به نفع پوشیدنی‌های هوشمند، همدست‌ها و... در حاشیه قرار می‌گیرند. پوشیدنی‌های هوشمندی که می‌توانند ورودی‌های حسی را به‌طور مستقیم را از حواس انسان بگیرند.	مردم
اینترنت در بعد توسعه سیاسی، آثار مثبتی همچون انتشار و کسب آزادانه اطلاعات، تأثیر گسترده بر افکار عمومی، جهت‌دهی به اصطلاحات ساختاری کلی و جزئی در جوامع، دموکراسی الکترونیکی، ساماندهی انتخابات و ... به دنبال داشته است. با توسعه اینترنت، مفهوم دولت تغییر کرده است و جهان چندمرکزی (نظریه مرکز پیرامونی) جایگزین جهان دولت‌محور شده است چنان‌که حتی به نظر می‌رسد با رشد اینترنت نظریه پایان جغرافیا را نیز می‌توان مطرح کرد (جعفری و روحانی، ۱۳۹۳:۱۳۳)	حکمرانی
IARC (مرکز جهانی تحقیقات سرطان وابسته به سازمان جهانی بهداشت) امواج فرکانس رادیویی را احتمالی برای بروز سرطان در انسان‌ها دانسته است. در یک پژوهش نیز موش‌هایی که در معرض امواج تلفن همراه بوده‌اند، نرخ سرطان بالاتری داشته‌اند و DNA آن‌ها آسیب دیده بود.	زندگی

هرکدام از این فناوری‌های نوین تأثیرات ویژه‌ای بر فرآیند برنامه‌ریزی شهری دارند. به‌طور مثال می‌توان هوش مصنوعی را به‌عنوان بخشی از تلاش‌های توسعه مبتنی بر دانش و به‌عنوان راه‌حلی برای بحران‌های شدید محیطی، اقتصادی و اجتماعی تلقی کرد. از جمله کاربردهای هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند می‌توان به بهینه‌سازی حمل‌ونقل عمومی، پایش کیفیت هوا، پایش امنیت خیابان‌ها، مدیریت سیستم ترافیک شهری، پیش‌گیری و مدیریت بحران و اشاره کرد. فناوری بلاک چین و واقعیت مجازی در حوزه‌های کنترل بازار زمین و مسکن و کنترل و پایش شاخص‌های اقتصاد شهری بسیار مؤثر می‌باشند. فناوری اینترنت و به‌ویژه اینترنت ماهواره‌ای (استارلینک) با انتقال سریع داده‌ها در تمامی ابعاد شهر هوشمند اعم از حمل‌ونقل هوشمند، حکمرانی هوشمند و ... مؤثر است. همچنین فناوری‌های اینترنت اشیاء به‌وسیله ربات‌های هوشمند با انتقال داده و کالا به ارائه خدمات بهتر به شهروندان کمک کرده و کیفیت زندگی شهری را بهبود می‌بخشد. در واقع هدف شهر هوشمند برای تحقق بخشیدن به یکپارچگی خدمات شهری، کسب‌وکار، حمل‌ونقل، آب، انرژی و سایر زیرسیستم‌های شهری از طریق ترکیب نزدیک ذهن انسان و فناوری اطلاعات و ارتباطات با بهره‌گیری از زیرساخت اینترنت اشیاء، باعث ایجاد زیرساخت‌های شهر هوشمند می‌شوند. به‌طور کلی می‌توان گفت این فناوری‌ها باعث اتصال بیشتر شهروندان و انتقال سریع داده‌ها و اطلاعات می‌گردد. این دسترسی سریع و آسان به اطلاعات، فرایند برنامه‌ریزی شهری و سیاست‌گذاری در شهر را تسهیل کرده و موجب دستیابی به توسعه پایدار شهرها می‌گردد.

به‌طور کلی نشان داده شد که هفت فناوری نوین برتر، از جمله هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، بیگ دیتا، بلاکچین، رایانش ابری، دوقلوهای دیجیتالی و فناوری‌های ارتباطی نسل پنجم/ششم، چگونه به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم محرک‌های اصلی شهر هوشمند (مانند جابجایی، اقتصاد، مردم، محیط زیست، حکمرانی و زندگی) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌عنوان نمونه، هوش مصنوعی در مدیریت ترافیک، پیش‌بینی خطرات حمل‌ونقل عمومی، بهبود عملکرد کتابخانه‌های هوشمند و مدیریت بحران نقش کلیدی ایفا می‌کند؛ این فناوری از طریق تحلیل داده‌های حجیم و استفاده از شبکه‌های عصبی، راهکارهایی ارائه می‌دهد که هم‌زمان موجب کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی سیستم‌های شهری می‌شود.

علاوه بر این، اینترنت اشیا با ایجاد ارتباط بلادرنگ میان اجزای مختلف شهر، زمینه تولید ارزش اقتصادی، بهبود زیرساخت‌های محیط‌زیستی و تقویت تعاملات اجتماعی را فراهم می‌آورد. فناوری‌های مبتنی بر رایانش ابری نیز با افزایش سرعت انتقال داده و بهبود دسترسی به خدمات الکترونیکی، نقش مهمی در تسهیل عملیات مدیریتی و ارائه خدمات بهینه در حوزه‌های اقتصادی، حکمرانی و سلامت دارند همچنین، بلاکچین با ایجاد شفافیت، امنیت و قابلیت ردیابی در زمینه‌های حسابداری و مدیریت پسماند، و دوقلوهای دیجیتال با فراهم کردن بستر شبیه‌سازی و پیش‌بینی شرایط، به بهبود تصمیم‌گیری‌های شهری کمک می‌کنند. به‌طور کلی، این فناوری‌ها از طریق اتصال مؤثر اجزای مختلف زیرساخت‌های شهری، امکان دسترسی سریع به اطلاعات و بهبود هماهنگی میان سیستم‌های شهری را فراهم می‌آورند که در نهایت به تحقق توسعه پایدار و افزایش کیفیت زندگی شهروندان منجر می‌شود.

بحث

نتایج نشان‌دهنده تأثیرگذاری بالاتر هوش مصنوعی، اینترنت ۵G و استارلینک، اینترنت اشیاء، بیگ دیتا، بلاکچین، رایانش ابری و دوقلوهای دیجیتال بر آینده شهرهای هوشمند است که نحوه اثرگذاری این فناوری‌ها بر آینده شهرها بیان شده است. نتایج به‌دست‌آمده از پرسشنامه میزان اثرگذاری فناوری‌های نو بر محرک‌های شهر هوشمند نشان می‌دهد که پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه‌ها، هوش مصنوعی و اینترنت اشیا را تأثیرگذارترین فناوری‌هایی می‌دانند که بر روی تمامی محرک‌های شهر هوشمند تأثیر بالایی ۹۵ درصد را دارند و به همین صورت رایانش ابری بالای ۹۳ درصد توجه پاسخ‌دهندگان را به خود جلب کرده است و همچنین دیگر فناوری‌های تأثیرگذار یعنی دوقلوهای دیجیتال، بیگ دیتاها، اینترنت 6G, 5G و ماهواره‌ای و بلاکچین بالای ۹۰ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. این بدین معنی است که هر کدام از این فناوری‌ها به‌تنهایی روی تک‌تک این مؤلفه‌ها اثرات زیادی دارند به‌طور مثال هوش مصنوعی به‌تنهایی ۹۶ درصد روی محیط‌زیست هوشمند، ۹۷٫۶ درصد روی جابجایی هوشمند، ۹۸٫۴ درصد روی حکمروایی هوشمند، ۹۹٫۲ درصد روی زندگی هوشمند و اقتصاد و در نهایت ۱۰۰ درصد روی مردم هوشمند تأثیرگذار خواهد بود. اما این خود به‌تنهایی نمی‌تواند ساختار یک شهر هوشمند آینده را تشکیل دهد و نیازمند تلفیق و کمک گرفتن از دیگر فناوری‌های نوین برای بهبود وضعیت شهرهای هوشمند آینده است تا اثرگذاری بیشتر و پایاتری داشته باشد. با توجه به همین پرسشنامه در مجموع زندگی هوشمند با ۹۵٫۲ درصد بیشترین تأثیر را از این ۷ فناوری می‌پذیرد و اقتصاد هوشمند با ۹۴٫۸ درصد در رتبه دوم قرار دارد و پس از آن مردم هوشمند، جابجایی هوشمند، حکمروایی هوشمند و محیط‌زیست هوشمند به ترتیب با ۹۳٫۵ درصد؛ ۹۲٫۹ درصد؛ ۹۱٫۲ درصد و ۸۸٫۸ درصد رتبه‌های ۳ تا ۶ را به خود اختصاص داده‌اند. بلاکچین در شهرها و ادغام آن با شهر هوشمند ارتباطی بهتر میان خدمات شهری به وجود می‌آورد و شفافیت ایجاد می‌کند و اثرگذاری خود را از طریق قراردادهای هوشمند بر شهرها به نمایش می‌گذارد و همچنین شبکه‌ای هوشمند جهت تسهیل اشتراک انرژی ایجاد می‌کند. با استفاده از هوش مصنوعی تحولی عظیم در شهرها ایجاد می‌شود و با استفاده از آن ارتباطات ماشین به ماشین با پردازش داده و ایجاد بینش از آن‌ها به وجود می‌آید. فناوری‌ها پلی میان شهروندان و دولت ایجاد می‌کنند که تعامل میان آن‌ها را برای اداره بهتر شهر فراهم می‌سازد. اینترنت اشیا به‌عنوان دیگر فناوری پراهمیت این پژوهش مانند رگ‌های شهر است که در تمام شهر گسترده شده و نقاط مختلف شهر را به هم متصل می‌کند، اکثریت راهکارهای هوشمندسازی در شهرهای هوشمند آینده بر اساس اینترنت اشیا خواهد بود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هفت فناوری نوین شامل هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان داده، بلاکچین، رایانش ابری، دوقلوهای دیجیتال، و اینترنت ماهواره‌ای (5G/6G) بیشترین تأثیر را بر شش محرک اصلی

شهرهای هوشمند آینده داشته‌اند. این نتیجه با مطالعات پیشین از جمله پژوهش‌های گیفینگر^۱ و همکاران (۲۰۰۷) و ژو^۲ و همکاران (۲۰۲۰) هم‌راستا است که بر نقش کلیدی این فناوری‌ها در بهبود کیفیت زندگی شهری، حکمرانی شفاف، و توسعه پایدار تأکید داشته‌اند. مطابق با یافته‌های ژو و همکاران، کاربرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تحلیل داده‌های حمل‌ونقل، موجب بهینه‌سازی مسیرها و کاهش ترافیک می‌شود؛ این نکته در پژوهش حاضر نیز تأیید شده است، چرا که هوش مصنوعی با بیش از ۹۵٪ تأثیرگذاری بر حوزه‌هایی چون حمل‌ونقل، حکمرانی، و زندگی هوشمند شناخته شد.

در راستای تحقیق باتی^۳ و همکاران (۲۰۱۲)، داده‌های کلان با تسهیل تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، نقشی حیاتی در توسعه سیستم‌های هوشمند دارند. در پژوهش حاضر نیز، کلان داده یکی از تأثیرگذارترین فناوری‌ها در همه محرک‌ها شناسایی شد و توانایی آن در تحلیل داده‌های گسترده در زمان واقعی مورد تأکید قرار گرفت. همچنین یافته‌های این مطالعه، مشابه بررسی‌های زانالا^۴ و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که اینترنت اشیاء به‌عنوان «زیرساخت عصبی» شهر هوشمند، نقشی کلیدی در جمع‌آوری داده‌های لحظه‌ای و اتصال سامانه‌های شهری ایفا می‌کند. در پژوهش حاضر نیز اینترنت اشیاء به‌عنوان عاملی مؤثر در یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و ارتقاء کارایی خدمات شهری معرفی شده است.

در بعد حکمرانی، کاربرد بلاک‌چین در ارتقاء شفافیت و مشارکت شهروندان، با نتایج پالیوال^۵ و همکاران (۲۰۲۱) همخوانی دارد. بلاک‌چین در این مطالعه نیز به‌عنوان بستری برای تحقق حکمرانی داده محور و ایمن شناخته شده است. در مقایسه با تحقیقات ملی، پژوهش ما گامی فراتر از کارهای قبلی چون عسگری (۱۳۹۸) و شریفی و همکاران (۱۴۰۰) برداشته است. درحالی‌که این مطالعات تنها به بررسی تأثیرات فناوری‌های منفرد پرداخته‌اند، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی و ارزیابی چندبعدی، فناوری‌های مؤثر را شناسایی و اولویت‌بندی کرده است.

یافته‌های این پژوهش، ضمن تأیید نقش فناوری‌های نوین در تحولات شهری، گامی فراتر از رویکردهای مرسوم در ادبیات موجود برداشته‌اند. برخلاف بسیاری از مطالعات پیشین که تمرکز آن‌ها محدود به بررسی اثرات یک یا چند فناوری خاص بوده است (نظیر هوش مصنوعی یا اینترنت اشیاء)، این تحقیق با رویکردی جامع و تلفیقی، به ارزیابی هم‌زمان ۲۵ فناوری نوین پرداخته و آن‌ها را بر اساس شش محرک کلیدی شهر هوشمند آینده تحلیل و اولویت‌بندی نموده است. این گستره وسیع از فناوری‌ها و دامنه تحلیل چندبعدی، مزیتی بی‌بدیل برای پژوهش حاضر ایجاد کرده که در تحقیقات مشابه کمتر دیده می‌شود.

درحالی‌که اغلب پژوهش‌های بین‌المللی مانند مطالعات ژو و همکاران (۲۰۲۰)، باتی و همکاران (۲۰۱۲)، زانالا و همکاران (۲۰۱۴) تنها به نقش کاربردی فناوری‌ها در مدیریت ترافیک، تحلیل داده‌ها یا یکپارچه‌سازی سیستم‌ها پرداخته‌اند، تحقیق حاضر با استفاده از مدل شش بعدی گیفینگر، چارچوبی تحلیلی و بومی‌شده را برای ارزیابی میزان و کیفیت تأثیر فناوری‌ها توسعه داده است. این چارچوب نه تنها امکان سنجش دقیق اثرگذاری را فراهم آورده، بلکه موجب شده تا نتایج این پژوهش به‌طور مستقیم برای سیاست‌گذاران، شهرداری‌ها و نهادهای توسعه شهری در ایران قابل‌استفاده باشد.

1 Giffinger

2 Zhu

3 Batty

4 Zanella

5 Paliwal

نوآوری کلیدی این تحقیق، نه صرفاً در شناسایی فناوری‌های برتر، بلکه در تحلیل روابط بین‌فناورانه و اثر هم‌افزایی فناوری‌ها نهفته است؛ یعنی جایی که ترکیب فناوری‌هایی چون هوش مصنوعی و اینترنت اشیا، یا بلاک‌چین و دوقلوهای دیجیتال، اثربخشی بسیار بالاتری نسبت به کاربرد مجزای آن‌ها از خود نشان داده‌اند. این تحلیل هم‌افزایی، در ادبیات موجود مغفول مانده و یکی از وجوه تمایز اساسی مقاله حاضر محسوب می‌شود.

افزون بر این، تحقیق حاضر با استفاده از روش دلفی و تحلیل نظر خبرگان متخصص از حوزه‌های متنوع شهری، اقتصاد دیجیتال، فناوری اطلاعات و انرژی‌های نو، به روشی علمی و مبتنی بر خرد جمعی دست‌یافته است. تنوع تخصصی مشارکت‌کنندگان و حجم قابل‌توجه داده‌های کیفی و کمی، استحکام نظری یافته‌ها را افزایش داده و آن را به الگویی قابل‌تعمیم برای سایر مناطق شهری، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، تبدیل کرده است.

در بعد کاربردی نیز، برخلاف پژوهش‌هایی که عمدتاً به توصیه‌های کلی و سطحی بسنده کرده‌اند، این مطالعه توانسته فناوری‌های اولویت‌دار را در هر یک از ابعاد شهر هوشمند شناسایی و رتبه‌بندی نماید. به‌عنوان نمونه، یافته‌ها نشان می‌دهد که "زندگی هوشمند" بیشترین بهره‌مندی را از فناوری‌های نوین داشته (۹۵,۲٪ تأثیرگذاری)، که در تصمیم‌گیری برای توسعه خدمات سلامت، امنیت شهری و فضای دیجیتال می‌تواند نقش کلیدی ایفا کند.

در مجموع، مقاله حاضر با برخورداری از چارچوب مفهومی منسجم، روش‌شناسی علمی چندلایه، بهره‌گیری از خرد تخصصی چند رشته‌ای، و تمرکز بر تحلیل‌های چندبعدی و تعاملی فناوری‌ها، نه‌تنها همسو با روندهای جهانی تحقیق در حوزه شهرهای هوشمند است، بلکه از حیث جامعیت، عمق تحلیل و قابلیت اجرا در مقیاس بومی، گامی متمایز و پیشرو در ادبیات موضوع به شمار می‌رود.

نتیجه‌گیری

ورود موج صنعتی شدن به کشورهای جهان سوم سبب گردید اکثر شهرهای این کشورها با گسترش کالبدی سریع، بی‌برنامه و کنترل نشده مواجه و مشکلات بسیاری برای شهرها به‌ویژه کلان‌شهرها پدید آید. در این راستا نظریه‌های هوشمندسازی شهری به‌عنوان یک تئوری برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای بر پایه نظریه‌ها و جنبش‌های توسعه پایدار شهری و نوشهرگرایی به‌منظور مقابله با مشکلات و معضلات شهرنشینی قرن معاصر و به سبب آن رشد پراکنده شهرها به وجود آمد. در واقع می‌توان بیان کرد شهر هوشمند نوعی از برنامه‌ریزی شهری است که با استفاده از فاکتورهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی توسعه را هدایت می‌نماید. با توجه به آنکه پژوهش‌های بسیاری صورت گرفته است به نظر می‌رسد هنوز در ارتباط میان فناوری‌های نوین و هوشمندسازی شهری خلاءهای علمی وجود داشته باشد. بنابراین هدف این پژوهش ارزیابی میزان تأثیرگذاری فناوری‌های نوین و شناسایی مؤثرترین فناوری‌های تأثیرگذار بر محرک‌های اصلی شهرهای هوشمند آینده است. با توجه به اهداف و سؤالات و خلاء موجود در این مقاله از میان بیست‌وپنج فناوری نوین، هفت فناوری مؤثرتر بر شهرهای هوشمند آینده استخراج گردید و میزان تغییر و تحولات و تأثیر این فناوری‌ها بر محرک‌ها و معیارهای شهر هوشمند بررسی گردید. نتایج نشان‌دهنده تأثیرگذاری بالاتر هوش مصنوعی، اینترنت ۵G و استارلینک، اینترنت اشیا، بیگ دیتا، بلاکچین، رایانش ابری و دوقلوهای دیجیتالی بر آینده شهرهای هوشمند است که نحوه اثرگذاری این فناوری‌ها بر آینده شهرها بیان شده است.

در این بخش، سؤالات پژوهش به شرح زیر مطرح شده‌اند و به‌طور خلاصه پاسخ آن‌ها ارائه می‌شود:

سؤال اول: تا چه اندازه فناوری‌های نوین بر محرک‌های اصلی شهر هوشمند تأثیرگذارند؟

تحقیقات نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین به‌طور قابل‌توجهی بر تمامی محرک‌های اصلی شهر هوشمند - شامل جابجایی، زندگی، اقتصاد، مردم، محیط‌زیست و حکمرانی - تأثیر می‌گذارند. به‌ویژه فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا نقش کلیدی در بهبود مدیریت ترافیک، افزایش کارایی خدمات و تقویت تصمیم‌گیری‌های استراتژیک شهری دارند.

سؤال دوم: کدام فناوری‌های نوین بیشترین اثر را بر محرک‌های شهر هوشمند دارند؟

نتایج به‌دست‌آمده از پرسشنامه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که هفت فناوری برتر شامل هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، بیگ دیتا، بلاکچین، رایانش ابری، دوقلوهای دیجیتال و فناوری‌های ارتباطی نسل پنجم/ششم، بیشترین اثرگذاری را در بین محرک‌های شهر هوشمند دارند.

سؤال سوم: چگونه این فناوری‌ها به‌صورت متفاوت بر محرک‌های شهر هوشمند تأثیر می‌گذارند؟

تحلیل‌ها نشان می‌دهد که هر فناوری با تأثیرگذاری در ابعاد خاص خود، مانند بهینه‌سازی حمل‌ونقل (جابجایی)، ارتقای تعاملات اجتماعی و آموزشی (مردم)، کاهش مصرف انرژی و بهبود کیفیت محیط‌زیست (محیط‌زیست) و افزایش شفافیت و مشارکت در فرآیندهای مدیریتی (حکمرانی)، به تحول ساختار شهری و تحقق توسعه پایدار کمک می‌کند.

در مطالعات پیشین اغلب تأثیر کلی فناوری‌های نوین بر ابعاد عمومی شهر هوشمند موردبررسی قرار گرفته و تمرکز بر شناسایی ابعاد کلی (اقتصاد، مردم، حکمرانی، زندگی، جابجایی و محیط‌زیست) بوده است. در مقابل، پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد جامع و تجزیه‌وتحلیل دقیق داده‌های حاصل از نظرسنجی خبرگان، توانسته تأثیر هر فناوری نوین را به‌صورت مجزا بر محرک‌های مختلف شهری تفکیک کند. به‌عنوان مثال، یافته‌ها نشان می‌دهد که فناوری هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بلادرنگ، به شکل قابل‌توجهی در کاهش سفرهای روزانه و بهبود مدیریت ترافیک نقش‌آفرین است؛ درحالی‌که فناوری اینترنت اشیا، عمدتاً از طریق ایجاد ارتباطات لحظه‌ای میان اجزای شهری، به بهبود هماهنگی و کارایی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی کمک می‌کند.

علاوه بر این، پژوهش حاضر به بررسی دقیق تأثیر فناوری‌های نوین در هر یک از ابعاد اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی و مدیریتی پرداخته است. به‌عنوان نمونه، فناوری‌های مبتنی بر بلاکچین و رایانش ابری نه‌تنها شفافیت و امنیت فرآیندهای مدیریتی را افزایش می‌دهند، بلکه به بهبود بهره‌وری سازمانی و کاهش هزینه‌های انتقال اطلاعات کمک می‌کنند. از سوی دیگر، دوقلوهای دیجیتال با ایجاد بسترهای شبیه‌سازی و پیش‌بینی شرایط، امکان بهبود تصمیم‌گیری‌های استراتژیک در طراحی و نگهداری زیرساخت‌های شهری را فراهم می‌آورند.

در نتیجه، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هر فناوری نوین با ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود، تأثیرات متفاوتی بر جنبه‌های مشخصی از ساختار شهری دارد. این تفاوت در اثرگذاری ناشی از رویکرد دقیق‌تر و تفکیک‌شده تحلیل داده‌های خبرگان است که در نهایت می‌تواند به ارائه راهکارهای کاربردی‌تر در برنامه‌ریزی و تحول شهری منجر شود.

با سرعتی که فناوری‌های نوین ازجمله هوش مصنوعی و ماشین‌های خودیادگیرنده و همچنین سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای هوشمندسازی شهرها، درحال توسعه و تکامل است، در شهرهای هوشمند آینده می‌توان شهرهای در حال تنفس و زندگی کردن را دید که به خودآگاهی رسیده‌اند و از داده‌ها و دارایی‌ها و ارتباطات برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند، حتی سریع‌تر و بهتر از انسان‌ها. شهرها داده‌های خود را تبادل نموده و در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی به یکدیگر کمک خواهند نمود.

برای رفع محدودیت‌ها در پژوهش‌های آینده، پیشنهاد می‌شود از روش‌های نمونه‌گیری ترکیبی (مانند نمونه‌گیری تصادفی چندمرحله‌ای) بهره گرفته شود تا بازنمایی جامع‌تری از جامعه متخصصان فراهم گردد. همچنین، استفاده از رویکردهای ترکیبی (mixed-methods) و تحلیل‌های چندمتغیره پیشرفته می‌تواند به کشف روابط پیچیده میان فناوری‌های نوین و محرک‌های شهر هوشمند کمک کند. افزون بر این، انجام پژوهش‌های طولی در بازه‌های زمانی مختلف و در مناطق جغرافیایی متفاوت، می‌تواند نتایج را تعمیم‌پذیرتر و کاربردی‌تر نماید. در نهایت توصیه می‌شود که مطالعات آینده بر توسعه یک فناوری جامع در شهر هوشمند متمرکز باشد که بدین طریق بتوان اثرات فناوری بر هوشمندسازی را به‌صورت دقیق‌تر و جامع‌تر ارزیابی کرد.

منابع

- ابراهیمی، مازیار و معرف، مریم. (۱۳۹۷). توسعه پایدار شهری بر مبنای رشد هوشمند شهری. دومین کنفرانس بین‌المللی فناوری‌های نوین در مهندسی معماری و شهرسازی ایران، تهران.
- احمدی، سید علی‌اکبر؛ دارائی، محمدرضا؛ سلام زاده، آرش و جعفری، محمدرضا. (۱۴۰۱). هوش مصنوعی و فرصت‌های کسب‌وکار. نشریه توسعه کارآفرینی، ۹ (۴)، ۲۳۲-۲۰۵.
- افضلی‌نیز، مجتبی؛ مدیری، مهران و فرهودی، رحمت‌ال. (۱۳۹۸). تحلیل ملزومات فرایندی مدیریتی در هوشمندسازی شهر. *جغرافیای اجتماعی شهری*، ۱۶ (۱)، ۱۵-۲۸.
- الیاسی‌راد، میلاد. (۱۳۹۶). تأثیر فناوری‌های نوین در شهر هوشمند بر توسعه پایدار. *سومین کنفرانس جامع مدیریت شهری ایران*.
- انصاری، منوچهر و محمدیان، ایوب و نویسنده، احسان. (۱۳۹۶). شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در خانه هوشمند. مدیریت فناوری اطلاعات، ۹ (۴)، ۶۵۹-۶۷۸.
- بزرگ‌خو، ناهید و هاشم زاده خوراسگانی، غلامرضا. (۱۴۰۰). مؤلفه‌های تأثیرگذار بر رایانش ابری در حمل‌ونقل. *فناوری اطلاعات و ارتباطات/انتظامی*، ۲ (۶)، ۳۳-۴۲.
- پیرانی، فرزانه و مهین‌نسترن. (۱۳۹۵). شهر هوشمند، رویکرد نوین در شهرسازی و توسعه پایدار. *چهارمین کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری*.
- جان‌نثاری، حانیه‌السادات؛ حاجیان، علیرضا؛ زادسر، مهدی. (۱۴۰۰). مروری بر کاربرد اینترنت اشیا در ساختمان‌های هوشمند. *پنجمین کنفرانس اینترنت اشیا*.
- جعفری، علی و روحانی، مهدی. (۱۳۹۳). بررسی نقش اینترنت در توسعه سیاسی. *پژوهش‌های ارتباطی*، ۲۱ (۷۷)، ۱۲۳-۱۴۲.
- جوان، احمد و تی‌تی‌دژ، امید. (۱۴۰۱). اثرات بلاک چین بر مدیریت حمل‌ونقل کالا. *تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات*، ۸ (۲)، ۲۱۷-۱۹۹.
- رفعیان، مجتبی و حق‌روستا، سمیه. (۱۳۹۹). شهر دانش‌محور. *چشم‌انداز شهرهای آینده*، ۱ (۱)، ۵۱-۶۲.
- سبزواری، ملیحه. (۱۴۰۰). هوش مصنوعی در شهر هوشمند. *هشتمین کنفرانس ملی ایده‌های نوین در مهندسی*.
- سجودی، سکینه؛ اصلانی‌نیا، نسیم و محسنی‌زنوزی، فخری‌سادات. (۱۳۸۹). ICT و محیط‌زیست. *چهارمین همایش مهندسی محیط‌زیست*.
- سلطانی‌نژاد، احمد و گودرزی، سهیل. (۱۳۹۶). تحول در حکمرانی خوب با فناوری اطلاعات. *فصلنامه سیاست*، ۴۷ (۱)، ۷۹-۹۷.
- شاهیوندی، احمد و موسوی‌پور، الهام. (۱۳۹۶). فناوری اطلاعات و شهر خلاق. *مطالعات شهری*، ۷ (۲۵)، ۷۷-۹۰.
- غفوری، سیدمحمدحسین؛ چکین، محسن و مهران‌زاده، امین. (۱۴۰۱). مسیریابی در اینترنت اشیا با MOPSO و MSSA. *پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت*.

فتح‌اللهی‌ارانی، سمیه؛ اخوان، پیمان و داداش‌تبار، کوروش. (۱۳۹۹). بلاک چین و مدیریت پسماند. *کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانش*.

کایجون یو، روای‌بی گانگ، لونگی سان، چونگجیانگ. (۲۰۱۹). هوش مصنوعی در کتابخانه هوشمند. ترجمه مینا فرج‌زاده. کرامتی مقدم، محسن و رضایی، نسرين. (۱۴۰۱). اینترنت اشیا و تعامل فرهنگی جوانان. *راهنمای نو در روانشناسی و علوم تربیتی*، ۵ (۱۳)، ۳۰۹-۳۱۹.

کرمی‌تیره، حمیده. (۱۳۹۵). *گزارش مفهوم فناوری. پارک علم و فناوری سیستان و بلوچستان*. محمدی، محمدتقی و حاتمی، پرستو. (۱۳۹۴). اثر راینش ابری بر GDP کنفرانس مدیریت و اقتصاد قرن ۲۱. مرادحاصل، نیلوفر و آزادوار، نجمه. (۱۳۹۲). اثر راینش ابری بر توسعه پایدار شهری. *چهارمین کنفرانس پژوهش‌های نوین در مدیریت*.

مقدسی، علیرضا؛ عباسی‌مقدم، فرزانه و اعتضادی‌جمع، حمیده. (۱۴۰۱). هوش مصنوعی در حمل‌ونقل. *همایش علوم مهندسی و مدیریت*.

نگراوی، احمد و تی‌تی‌دژ، امید. (۱۴۰۱). اثر بلاک چین بر مدیریت حمل‌ونقل کالا. *تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات*، ۸ (۲)، ۴۹۲-۵۰۶.

نوروزی، سمیه؛ اخوان، پیمان و داداش‌تبار، کوروش. (۱۳۹۹). بلاک چین در مدیریت پسماند شهری. *کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانش*.

نوریان، فرشاد؛ حجازی، سمانه. (۱۳۹۲). کلان داده‌ها در توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل. *مطالعات شهری*، ۲ (۸)، ۸۳-۹۱.

References

- Afzalinejad, M., Madiri, M., & Farhudi, R. (2019). Analysis of managerial process requirements in city smartening. *Urban Social Geography*, 6(1), 15-28. [in Persian]
- Ahmadi, S. A. A., Daraei, M. R., Salamezadeh, A., & Jafari, M. R. (2022). Artificial intelligence and business opportunities. *Journal of Entrepreneurship Development*, 9(4), 205-232. [in Persian]
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). *Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives*. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21.
- Ansari, M., Mohammadian, A., & Nevisandeh, E. (2017). Identifying the applications of the Internet of Things in the smart home. *Information Technology Management*, 9(4), 659-678. [in Persian]
- Aurigi, A., and Graham, S. (2000). 'Cyberspace and the city: the virtual city in Europe', in G. Bridge and S. Watson (eds). *A companion to the city*. Oxford: Blackwell, 489-502.
- Bartosiewicz, B., Kwiatek-Sołtys, A., Kurek, S. (2019). *Does the process of shrinking concern also small towns? Lessons from Poland*. *Quaestiones Geographicae*, 38(4), 91-105.
- Bhagya Nathali Silvaa, M. K., Kijun Hana (2018). *Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities*. *Sustainable Cities and Society*.
- Bozorgkho, N., & Hashemzadeh Khorasgani, G. R. (2021). Influential components of cloud computing in transportation. *Law Enforcement Information and Communication Technology*, 2(6), 33-42. [in Persian]
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). *Smart cities in Europe*. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82.
- Cocchia, A. (2014). *Smart and digital city: A systematic literature review*. In *Smart City* (pp. 13-43). Springer.
- Curry, E., Dustdar, S., Sheng, Q. Z., & Sheth, A. (2016). *Smart cities – enabling services and applications*. *Journal of Internet Services and Applications*. <https://doi.org/10.1186/s13174-016-0048-6>

- Ebrahimi, M., & Maref, M. (2018, February). *Sustainable urban development based on urban smart growth*. Paper presented at the Second International Conference on New Technologies in Iranian Architecture and Urban Engineering, Tehran, Iran. [in Persian]
- Elias Rad, M. (2017, December). *The impact of new technologies in the smart city on sustainable development*. Paper presented at the Third Comprehensive Conference on Iranian Urban Management, Tehran, Iran. [in Persian]
- Fathollahi Arani, S., Akhavan, P., & Dadash Tabar, K. (2020, March). *Blockchain and waste management*. Paper presented at the International Knowledge Management Conference, Tehran, Iran. [in Persian]
- Forozan, Y., & Forozan, H. (2014). *Developments in urban space in the age of information technology*. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 4, 174–180.
- Ghofouri, S. M. H., Chakin, M., & Mehranzadeh, A. (2022, February). *Routing in the Internet of Things using MOPSO and MSSA*. Paper presented at the Fifth International Management Conference, Tehran, Iran. [in Persian]
- Giffinger, R., & Pichler-Milanović, N. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Centre of Regional Science, Vienna University of Technology.
- Giffinger, R., & Pichler-Milanović, N. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Vienna University of Technology.
- Jafari, A., & Ruhani, M. (2014). Investigating the role of the Internet in political development. *Communication Research*, 21(77), 123-142. [in Persian]
- Jannessari Ladani, H. S., Hajian, A., & Zadeser, M. (2021, February). *A review of the application of the Internet of Things in smart buildings*. Paper presented at the Fifth Conference on the Internet of Things, Tehran, Iran. [in Persian]
- Javan, A., & T.T.D., O. (2022). The effects of blockchain on freight transport management. *Decision Making and Operations Research*, 8(2), 199-217. [in Persian]
- Karami Tireh, H. (2016). *Technology concept report*. Zahedan: Sistan and Baluchestan Science and Technology Park. [in Persian]
- Keramati Moghaddam, M., & Rezaei, N. (2022). The Internet of Things and cultural interaction of youth. *New Strategies in Psychology and Educational Sciences*, 5(13), 309-319. [in Persian]
- Mitchell, W. (2000). *e-topia: urban life, but not as we know it*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Moghaddasi, A., Abbasi Moghaddam, F., & Etezadi Jam, H. (2022, January). *Artificial intelligence in transportation*. Paper presented at the Conference on Engineering Sciences and Management, Tehran, Iran. [in Persian]
- Mohammadi, M. T., & Hatami, P. (2015, June). *The effect of cloud computing on GDP*. Paper presented at the 21st Century Management and Economics Conference, Tehran, Iran. [in Persian]
- Morad Hasel, N., & Azadvar, N. (2013, February). *The effect of cloud computing on sustainable urban development*. Paper presented at the Fourth Conference on Modern Research in Management, Tehran, Iran. [in Persian]
- Mosannenzadeh, F., & Vettorato, D. (2014). *Defining smart city: A conceptual framework based on keyword analysis*. Journal of Land Use, Mobility and Environment.
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). *Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context*. In Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (pp. 185–194).
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). *Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context*. In Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (pp. 185–194).
- Negaravi, A., & T.T.D., O. (2022). The effect of blockchain on freight transport management. *Decision Making and Operations Research*, 8(2), 492-506. [in Persian]

- Norouzi, S., Akhavan, P., & Dadash Tabar, K. (2020, March). *Blockchain in urban waste management*. Paper presented at the International Knowledge Management Conference, Tehran, Iran. [in Persian]
- Nourian, F., & Hejazi, S. (2013). Big data in transport-oriented development. *Urban Studies*, 2(8), 83-91. [in Persian]
- Pirani, F., & Mahin Nastaran. (2016, December). *Smart city, a new approach in urban development and sustainable development*. Paper presented at the Fourth International Congress on Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran, Iran. [in Persian]
- Rabiee, N., & Bemaniyan, M. (2009). *Evaluation of the physical transformation of the city in the era of information technology*. Second International Conference of Electronic Municipal, Tehran. [In Persian]
- Rafieian, M., & Haghroosta, S. (2020). Knowledge-based city. *Future Cities Perspective*, 1(1), 51-62. [in Persian]
- Rezai, M. (2004). *The role of information and communication technologies in urban design according to new concepts of urban planning*. PhD Thesis, Tehran Azad University. [In Persian]
- Sabzevari, M. (2021, March). *Artificial intelligence in the smart city*. Paper presented at the Eighth National Conference on New Ideas in Engineering, Tehran, Iran. [in Persian]
- Sajjadi, S., Aslaninia, N., & Mohseni Zenouzi, F. (2010, May). *ICT and the environment*. Paper presented at the Fourth Environmental Engineering Conference, Tehran, Iran. [in Persian]
- Seto, K. C., & Fragkias, M. (2005). *Quantifying spatiotemporal patterns of urban landuse change in four cities of China with time series landscape metrics*. *Landscape Ecology*, 20, 871-888.
- Shahivandi, A., & Mousavipour, E. (2017). Information technology and the creative city. *Urban Studies*, 7(25), 77-90. [in Persian]
- Shorfuzzaman, M., Hossain, M. S., & Alhamid, M. F. (2021). *Towards the sustainable development of smart cities through mass video surveillance: A response to the COVID-19 pandemic*. *Sustainable Cities and Society*, 64, 102582.
- Singh, S., Sharma, P. K., Yoon, B., Shojafar, M., Cho, G. H., & Ra, I. H. (2020). *Convergence of blockchain and artificial intelligence in IoT network for the sustainable smart city*. *Sustainable Cities and Society*, 63, 102364.
- Soltani Nejad, A., & Goodarzi, S. (2017). Transformation in good governance with information technology. *Politics Quarterly*, 47(1), 79-97. [in Persian]
- Yigitcanlar, T., & Lee, S. H. (2014). *Korean ubiquitous-eco-city: A smart-sustainable urban form or a branding hoax?* *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 100-114.
- Yu, K., Gang, R., Sun, L., & Jiang, C. (2019). *Artificial intelligence in the smart library* (M. Farjadzadeh, Trans.). Beijing: Tsinghua University Press. [in Persian]