






## The Metaverse: Opportunities and Challenges for Sustainable Future Cities

Mohammad Mohammadnejad <sup>1</sup> , Asghar Abedini <sup>2</sup>  

1. Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran

Email: [en.m.mohammadnejad@gmail.com](mailto:en.m.mohammadnejad@gmail.com)

2. (Corresponding Author) Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran

Email: [as.abedini@urmia.ac.ir](mailto:as.abedini@urmia.ac.ir)

### ARTICLE INFO

Article type:  
Research Paper

Received:

28 November 2024

Received in revised form:

20 February 2025

Accepted:

3 April 2025

Available online:

5 May 2025

Keywords:

Metaverse,  
Future Cities,  
Urban Sustainability,  
Climate Change.

### ABSTRACT

The metaverse, as a parallel virtual world leveraging advanced technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things, and digital twins, has emerged as a pivotal concept in redefining urban life and shaping future cities. This technology holds the potential to revolutionize how people live, work, engage in social interactions, and manage urban systems. This study aims to comprehensively analyze the metaverse's impacts on the environmental, economic, and social sustainability of smart cities, employing a qualitative research approach and content analysis of scientific documents. Data analysis utilizes thematic coding to extract key concepts, categorizing them into themes such as challenges, opportunities, and the roles of the metaverse in urban sustainability. The findings reveal that the metaverse can significantly enhance urban sustainability by optimizing resource management, reducing energy consumption associated with physical transportation, and creating new opportunities for virtual social interactions. Furthermore, the metaverse contributes to improving decision-making processes by offering simulated environments for education, urban design, and planning. This technology is a powerful tool for mitigating the effects of climate change through precise modeling and implementing intelligent policies. However, the development of the metaverse is not without significant challenges, including the high energy demands of digital infrastructure, the deepening of economic and social disparities due to unequal access to technology, and ethical and privacy concerns. Despite these challenges, the study's findings underscore the unparalleled potential of the metaverse to redefine urban environments and enhance various dimensions of sustainability, opening new horizons for future research and innovation.

Citation: Mohammadnejad, M., & Abedini, A. (2025). The Metaverse: Opportunities and Challenges for Sustainable Future Cities. *Journal of Sustainable City*, 8(1), 1-16.

<http://doi.org/10.22034/jsc.2025.473396.1796>



© The Author(s)

Publisher: Iranian Geography and Urban Planning Association.

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

## Extended Abstract

### Introduction

The Metaverse, as an emerging concept in the digital world, presents a vision of a parallel virtual universe capable of transforming lifestyles, work environments, and social interactions. Leveraging advanced tools such as artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), augmented reality (AR), and digital twins, the Metaverse creates novel experiences both within urban environments and beyond. Its role in urban planning and development, particularly in the context of future smart cities, has garnered significant attention from researchers and policymakers. Through precise simulations of urban environments, the Metaverse facilitates urban management, enabling the creation of more sustainable, resilient, and human-centered cities. This research comprehensively examines the implications of the Metaverse on the environmental, economic, and social sustainability of future cities while analyzing the opportunities and challenges it introduces.

### Methodology

This study is fundamental research conducted using qualitative methods and content analysis of scientific documents. Data were gathered from library resources, scholarly articles, theses, and urban development reports. The data analysis framework was designed based on thematic coding, identifying key concepts related to the Metaverse and categorizing them into themes such as challenges, opportunities, and the role of this technology in achieving urban sustainability goals.

### Results and discussion

The findings indicate that the Metaverse can play a pivotal role in accelerating urban sustainability. One of its notable advantages is reducing the need for physical travel and lowering energy consumption and emissions. Furthermore, the Metaverse enables optimized management of urban resources, such as energy and water, through accurate simulation and predictive modeling. Providing virtual social interaction platforms can enhance citizens'

quality of life and address socio-economic inequalities. In education and urban design, the Metaverse offers advanced simulation tools for modeling urban structures and implementing environmental policies. For instance, simulating the impacts of climate change on urban environments can assist policymakers in making informed decisions. The realization of concepts such as the "15-minute city," focusing on proximity to services and meeting residents' needs, is also achievable through the Metaverse's capabilities. However, the development of the Metaverse is accompanied by significant challenges. High energy consumption associated with digital infrastructure poses environmental risks. Additionally, the deepening digital divide due to unequal access to technology may exacerbate socio-economic disparities. Ethical concerns and privacy issues remain critical, as user data in Metaverse environments can be collected and analyzed uncontrolled. Extensive adoption of the Metaverse might also lead to phenomena such as urban sprawl, increased formation of ghettos, and a decline in physical interactions within society, potentially undermining social cohesion and cultural integrity.

### Conclusion

The emergence of the Metaverse, highlighted by Facebook's rebranding to Meta, signifies a major technological transformation with undeniable potential to redefine urban environments. In an era marked by challenges such as climate change, rapid urbanization, and socio-economic inequalities, the Metaverse offers innovative solutions. By reducing the consumption of physical resources, enhancing decision-making efficiency in urban governance, and creating new opportunities for social interaction, this technology paves the way for more sustainable and intelligent cities. However, harnessing the full potential of the Metaverse requires intelligent management and comprehensive planning. This necessitates close collaboration among policymakers, researchers, and the technology industry to establish ethical and technical standards that maximize the

benefits while minimizing the risks. The Metaverse also introduces a novel approach to cultural heritage preservation, offering tools to represent and protect historical and cultural artifacts within virtual environments. Furthermore, its ability to connect individuals across the globe without physical presence can strengthen social ties and reduce social isolation. In summary, the Metaverse opens new horizons for future research and innovation. Despite existing challenges, it has the potential to become a cornerstone in achieving sustainable development goals and shaping smart cities.

### **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.



## متاورس؛ فرصت‌ها و چالش‌ها در پایداری شهرهای آینده\*

محمد محمدنژاد<sup>۱</sup>، اصغر عابدینی<sup>۲</sup>۱- گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: [st\\_m.mohammadnejad@urmia.ac.ir](mailto:st_m.mohammadnejad@urmia.ac.ir)۲- نویسنده مسئول، گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: [as.abedini@urmia.ac.ir](mailto:as.abedini@urmia.ac.ir)

## چکیده

## اطلاعات مقاله

متاورس، به‌عنوان یک جهان مجازی موازی، با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته نظیر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و دوقلوهای دیجیتال، به یکی از مفاهیم کلیدی در بازتعریف زندگی شهری و توسعه شهرهای آینده تبدیل شده است. این فناوری پتانسیل ایجاد تحولاتی بنیادین در نحوه زندگی، کار، تعاملات اجتماعی و مدیریت شهری را داراست. هدف این پژوهش، بررسی جامع تأثیرات متاورس بر پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی شهرهای هوشمند است و با بهره‌گیری از روش کیفی و تحلیل محتوای اسناد علمی به انجام رسیده است. در تحلیل داده‌ها از روش کدگذاری موضوعی استفاده می‌شود که در آن مفاهیم کلیدی استخراج و در دسته‌بندی‌های مرتبط مانند چالش‌ها، فرصت‌ها و نقش‌های متاورس در پایداری شهری قرار می‌گیرند. یافته‌ها نشان می‌دهند که متاورس می‌تواند از طریق بهینه‌سازی مدیریت منابع، کاهش مصرف انرژی در حمل‌ونقل فیزیکی، و ایجاد فرصت‌های جدید برای تعاملات اجتماعی مجازی، نقش بسزایی در تقویت پایداری شهری ایفا کند. همچنین، متاورس با ارائه محیط‌های شبیه‌سازی شده برای آموزش، طراحی شهری و برنامه‌ریزی، به بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند. این فناوری می‌تواند ابزار مؤثری برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی از طریق مدل‌سازی دقیق و اجرای سیاست‌های هوشمند باشد. با این حال، توسعه متاورس با چالش‌های قابل توجهی نیز همراه است، از جمله مصرف بالای انرژی برای زیرساخت‌های دیجیتال، تعمیق شکاف‌های اقتصادی و اجتماعی ناشی از دسترسی نابرابر به فناوری، و نگرانی‌های اخلاقی و حریم خصوصی. علی‌رغم این چالش‌ها، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که متاورس ظرفیت بی‌نظیری برای بازتعریف محیط‌های شهری و تقویت ابعاد مختلف پایداری دارد و افق‌های جدیدی برای تحقیقات و نوآوری‌های آینده فراهم می‌کند.

## نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

## تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۹/۰۸

## تاریخ بازنگری:

۱۴۰۳/۱۲/۰۲

## تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۱/۱۴

## تاریخ چاپ:

۱۴۰۴/۰۲/۱۵

## واژگان کلیدی:

متاورس،  
شهرهای آینده،  
پایداری شهری،  
تغییرات اقلیمی.\* استناد: محمدنژاد، محمد و عابدینی، اصغر. (۱۴۰۴). متاورس؛ فرصت‌ها و چالش‌ها در پایداری شهرهای آینده. *مجله شهر پایدار*، ۸ (۱)، ۱۶-۱.<http://doi.org/10.22034/jsc.2025.473396.1796>

ناشر: انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری ایران

© نویسندگان



\* مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه آقای محمد محمدنژاد در رشته شهرسازی با راهنمایی نویسنده دوم در گروه شهرسازی دانشگاه ارومیه می‌باشد.

## مقدمه

مفهوم متاورس، با وجود قدمت چندین دهه‌ای، اخیراً با تغییر برند فیس‌بوک به «متا» و تمرکز بر توسعه واقعیت‌های مجازی و افزوده، به یکی از موضوعات محوری در دنیای فناوری تبدیل شده است. این تغییر نشان‌دهنده تحول قابل توجهی در رویکرد شرکت‌های بزرگ فناوری است که با تجمیع منابع خود، آینده‌ای دیجیتال برای جوامع شهری رقم می‌زنند. در دهه گذشته، انقلاب صنعتی چهارم و بحران پاندمی کووید-۱۹ زمینه‌ساز پیشرفت چشمگیر فناوری‌هایی مانند واقعیت مجازی (VR)، هوش مصنوعی (AI)، اینترنت اشیا (IoT) و کلان داده‌ها بوده‌اند (Sharifi et al., 2021: 32). با وجود این، گسترش سریع این فناوری‌ها، مسائل جدیدی مانند نقض حریم خصوصی و افزایش مداخلات شرکت‌های بزرگ داده در سیاست‌گذاری‌ها را به همراه داشته است (Li et al., 2022: 8)؛ برای مثال، در دوران پاندمی، فناوری‌های ردیابی دقیق، علی‌رغم نقش مؤثرشان در مقابله با بحران، منجر به چالش‌های حقوقی و نقض آزادی‌های مدنی شدند (Sekalala et al., 2020: 8).

اصطلاح متاورس به معنای نسل بعدی اینترنت است؛ شبکه‌ای غیرمتمرکز از فضاها و مجازی که امکان تعاملات اجتماعی، یادگیری و سرگرمی را فراهم می‌کند. فناوری‌هایی نظیر 5G، بلاک‌چین، و هوش مصنوعی نقش کلیدی در گذار از فضای گرافیکی دوبعدی به فضای گرافیکی سه‌بعدی دارند (Bibri & Allam, 2022: 717). متاورس شهری، نسخه‌ای دیجیتالی از شهر واقعی است که از داده‌های سامانه‌های مدیریت شهری، شبکه‌های سنسورال و مدل‌های سه‌بعدی بهره می‌گیرد. این فضا ابزارهایی نوین برای شبیه‌سازی طراحی‌های شهری، مدیریت منابع، و پیش‌بینی پیامدهای پروژه‌ها به مدیران ارائه می‌دهد (رضایی مقدم، ۱۴۰۱: ۲). همچنین، امکان ویرایش، توسعه یا حذف زیرساخت‌های شهری در محیطی مجازی، ایجاد شهرهای تاب‌آور و پایدار را تسهیل می‌کند (Allam & Ayyoob, 2022: 772). ظهور متاورس می‌تواند انقلابی در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری ایجاد کند. این فضا نه تنها بستری برای آزمایش طرح‌های شهری و شبیه‌سازی سناریوها فراهم می‌کند، بلکه مشارکت عمومی در فرآیند برنامه‌ریزی را نیز افزایش می‌دهد. ترکیب جنبه‌های شبکه‌های اجتماعی، بازی‌های ویدئویی، واقعیت‌های مجازی (VR) و افزوده (AR)، و فناوری بلاک‌چین، متاورس را به ابزاری توانمند برای آینده‌نگری شهری تبدیل کرده است. ظهور متاورس می‌تواند انقلابی در جنبه‌های مختلف جامعه، به‌ویژه در حوزه مدیریت شهری، ایجاد کند و ابزارهای نوینی را برای برنامه‌ریزی، شبیه‌سازی سناریوها، و افزایش مشارکت اجتماعی ارائه دهد. از پژوهش‌های داخلی که در حوزه متاورس صورت گرفته است می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره نمود:

محمودی و صادقی (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان "متاورس و تأثیر آن بر سبک زندگی" تأثیرات مثبت و منفی متاورس بر سبک زندگی انسان و مدیریت آن را بررسی کرده‌اند. آن‌ها به‌ضرورت تعیین پروتکل‌ها و استانداردهای تعاملی، تقویت حکمرانی، تأمین امنیت سایبری و آگاه‌سازی عمومی جهت استفاده صحیح از متاورس اشاره کرده‌اند. (محمودی و صادقی، ۱۴۰۱). همچنین همتی (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان "متاورس، یک انقلاب شهری" به تأثیر متاورس بر ادراک مخاطبان از منظر شهری پرداخته و نشان داده که متاورس به‌عنوان رسانه‌ای مداخله‌گر، می‌تواند تصاویری باورپذیرتر از واقعیت ایجاد کند و بر منظر شهری اثرگذار باشد (همتی، ۱۴۰۰). همچنین در پژوهشی دیگر ایران پور و همکاران (۱۴۰۱) با عنوان "ارزیابی نقش متاورس در مدیریت شهر هوشمند با مدل‌سازی رفتاری، در حوزه‌های انرژی، سلامت، حمل‌ونقل و مطالعه موردی بازار انرژی محلی" تحلیل نقش متاورس در زمینه‌های انرژی، سلامت و حمل‌ونقل پرداخته‌اند و مدل‌سازی رفتاری این زمینه‌ها را بررسی کرده‌اند. آن‌ها نشان داده‌اند که متاورس می‌تواند فرآیندها را تسریع کرده و در صرف زمان و هزینه صرفه‌جویی نماید (ایرانپور و همکاران، ۱۴۰۱). از پژوهش‌های خارجی که در حوزه متاورس صورت گرفته است می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره نمود:

وانگ و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان "کاوش در آینده متاورس و شهرهای هوشمند" به تحلیل نقاط مشترک پژوهش‌های متاورس و بررسی روند ادغام و توسعه شهرهای متاورسی و هوشمند پرداخته‌اند، با هدف ارائه مرجعی تئوریک برای تحقیقات کنونی در این حوزه. زاهر عالم و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله‌ای تحت عنوان "متاورس به‌عنوان شکل مجازی شهرهای هوشمند" تأثیر متاورس بر پایداری محیطی، اقتصادی و اجتماعی شهرها را بررسی کرده و فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط را برای سیاست‌گذاران شهری تبیین می‌کنند. موناکو و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش "سفر به متاورس" بر تأثیر متاورس بر بخش‌های گردشگری و غذا و نوشیدنی متمرکز بوده و چالش‌هایی نظیر پذیرش اجتماعی، قابلیت پرداخت و مدیریت داده‌های حساس را مورد بررسی قرار داده‌اند. این پژوهش همچنین بر نیاز به تحقیقات بیشتر درباره کاهش تعصب و شبیه‌سازی دقیق تجربیات واقعی در متاورس تأکید دارد. ژیلان و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان "تأثیر دوقلوهای دیجیتال و متاورس بر شهرها" به نقش دوقلوهای دیجیتال (DTs) در توسعه و مدیریت شهرهای هوشمند پرداخته و متاورس را ابزاری برای ادغام دنیای واقعی و دیجیتال معرفی می‌کنند که می‌تواند مدیریت هوشمند شهری و تصمیم‌گیری را بهبود بخشد.

با این تفاسیر متاورسی شدن شهرها پدیده‌ای نوظهور و الزامی برای آینده شهرهای دنیا است. خروجی متاورس شهری به‌صورت خلق شهرهایی بهبودیافته، تاب‌آور و پایدار خواهد بود که تصمیم‌سازی برای آینده شهرها را برای مدیران شهری تسهیل می‌نماید. با توجه به زمینه‌های فوق، این مقاله به بررسی چالش‌ها و فرصت‌ها در زمینه متاورس از دیدگاه گسترده می‌پردازد. علاوه بر این، به بررسی نقش‌های احتمالی آن در شهرهای هوشمند با توجه به تجسم مجازی آن‌ها، با تمرکز ویژه بر اهداف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی پایداری می‌پردازد. هدف اصلی از این پژوهش، بررسی نقش‌های احتمالی متاورس در اهداف پایداری شهری می‌باشد.

## مبانی نظری

تاریخچه متاورس به دهه ۱۹۹۰ باز می‌گردد و از زمانی که نیل استیونسون برای اولین بار مفهوم «متاورس» را در رمان علمی تخیلی خود، "Snow Crash" در سال ۱۹۹۲ معرفی کرد، شکل گرفت. در این رمان، متاورس به‌عنوان یک دنیای مجازی سه‌بعدی توصیف شد که افراد از طریق آواتارهای خود در آن حضور داشتند (Stephenson, 2003: 45). این اثر نه‌تنها به‌عنوان پایه‌گذار مفاهیم متاورس در نظر گرفته شد، بلکه تأثیرات زیادی بر شکل‌گیری آینده این مفهوم داشت. در دهه ۲۰۰۰، متاورس به‌طور جدی‌تری وارد عرصه شد. در سال ۲۰۰۳، بازی آنلاین «زندگی دوم»<sup>۱</sup> توسط شرکت Linden Lab معرفی شد که به کاربران اجازه می‌داد آواتارهای خود را بسازند و در دنیای مجازی تعامل داشته باشند. این بازی به‌عنوان یکی از اولین نمونه‌های دنیای مجازی با شباهت‌هایی به متاورس شناخته شد. در سال ۲۰۰۷، کره جنوبی در کنفرانس MPEG پیشنهادهایی برای استانداردسازی فناوری‌های مرتبط با دنیای سه‌بعدی ارائه داد. همچنین در همین سال، شرکت IBM اولین پتنت مربوط به متاورس را ثبت کرد، که نشان از توجه جدی شرکت‌های بزرگ فناوری به این حوزه داشت. در دهه ۲۰۱۰، گسترش و توسعه متاورس شتاب بیشتری گرفت (محمدنژاد و عابدینی، ۱۴۰۳: ۱۸۸). در سال ۲۰۱۹، موسسه مهندسان برق و الکترونیک (IEEE) با تعریف پروژه P2888 به‌طور رسمی وارد عرصه استانداردسازی متاورس شد. همچنین، کره جنوبی از پلتفرم متاورس ملی خود رونمایی کرد که نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری جدی این کشور در این حوزه بود. این تاریخچه نشان می‌دهد که ایده متاورس از اوایل دهه ۱۹۹۰ مطرح‌شده و با ظهور دنیاهای مجازی

در دهه ۲۰۰۰ و تلاش‌های استانداردسازی در دهه ۲۰۱۰، مفهوم متاورس به‌طور جدی‌تری توسعه‌یافته است.

### پروژه‌های متاورسی در طراحی شهری

با پیشرفت فناوری‌های دیجیتال و ظهور مفاهیم جدیدی مانند متاورس، طراحی شهری نیز وارد دوران جدیدی شده است. متاورس به‌عنوان یک فضای دیجیتال و سه‌بعدی، این امکان را به معماران، طراحان شهری و برنامه‌ریزان می‌دهد تا شهرها و فضاهای عمومی را به‌صورت مجازی طراحی و شبیه‌سازی کنند. این فضاهای دیجیتال می‌توانند به‌عنوان مدل‌هایی برای آزمایش طرح‌های شهری قبل از پیاده‌سازی در دنیای واقعی استفاده شوند. در این بخش، به برخی از پروژه‌های برجسته‌ای که از فناوری متاورس برای طراحی و شبیه‌سازی شهری استفاده کرده‌اند، پرداخته خواهد شد.

جدول ۱. پروژه‌های شهرهای متاورسی و ویژگی‌های اصلی آن‌ها

عنوان پروژه	توضیح پروژه	ویژگی‌های اصلی
پروژه سنگاپور مجازی <sup>۱</sup>	این پروژه شبیه‌سازی دیجیتال کشور سنگاپور است که از داده‌های واقعی برای پیش‌بینی تغییرات محیطی و نیازهای شهری استفاده می‌کند.	ویژگی‌های اصلی آن شامل مدل‌سازی دقیق ترافیک، آلودگی هوا و مصرف انرژی است که به کمک آن می‌توان تصمیم‌گیری‌های بهتری برای بهبود کیفیت زندگی در شهرها انجام داد (Somnium Space, 2022).
پروژه هایپر شهر <sup>۲</sup>	هدف این پروژه، طراحی یک شهر دیجیتال است که بر اساس داده‌های شبیه‌سازی شده تغییرات مختلف طراحی شهری آزمایش و پیش‌بینی می‌شود.	استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا (IoT) و شبیه‌سازی دیجیتال برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و بهبود عملکرد سیستم‌های شهری (Wang & Medvegy, 2021).
دوقلوی دیجیتال روتردام <sup>۳</sup>	این پروژه شبیه‌سازی سه‌بعدی دقیق از شهر روتردام است که با هدف بهبود مدیریت منابع شهری و پیش‌بینی تأثیرات تغییرات مختلف طراحی شده است. این شبیه‌سازی‌ها به مسئولان شهری کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در زمینه مدیریت بحران‌ها، حمل‌ونقل و انرژی اتخاذ کنند.	مدل‌سازی سه‌بعدی دقیق از شهر، پیش‌بینی تأثیرات طرح‌ها بر جامعه و محیط‌زیست (Wang & Medvegy, 2021).
پروژه نئوم	یکی از پروژه‌های بزرگ در حال توسعه در عربستان سعودی است که در آن شهری پایدار و هوشمند با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و شبیه‌سازی‌های دیجیتال ساخته می‌شود. ویژگی اصلی این پروژه ترکیب تکنولوژی‌های نوین برای طراحی و مدیریت بهتر شهری است.	ترکیب فناوری‌های پیشرفته، اینترنت اشیا و شبیه‌سازی‌های دیجیتال برای طراحی و مدیریت شهری (Meta, 2022).
دبی هوشمند	هدف این پروژه تبدیل دبی به یک شهر هوشمند است. از فناوری‌های اینترنت اشیا و سنسورها برای جمع‌آوری داده‌ها و شبیه‌سازی مسائل شهری استفاده می‌شود. این اطلاعات به بهبود مدیریت ترافیک، مصرف انرژی و دیگر مسائل شهری کمک می‌کند.	استفاده از سنسورها و مدل‌های دیجیتال برای شبیه‌سازی مسائل شهری همچون ترافیک و مصرف انرژی (Meta, 2022).
شهر متاورسی سئول	پروژه متاورس سئول به‌عنوان نسخه دیجیتال از شهر سئول طراحی شده است. این پروژه به دنبال فراهم کردن فضای مجازی برای تعاملات اجتماعی، بهبود خدمات شهری و مدیریت بحران‌ها است.	استفاده از متاورس برای ارتقای خدمات شهری، تعامل شهروندان و مدیریت بحران‌ها به‌صورت دیجیتال (Wang & Medvegy, 2021).

1. Virtual Singapore
2. The Hyper-City Project
3. The Digital Twin of Rotterdam

### متاورس و اهداف توسعه پایدار: هم‌افزایی فناوری و آینده‌ای پایدار

متاورس به‌عنوان یک فضای مجازی پیشرفته، فرصت‌هایی نوآورانه برای تحقق اهداف توسعه پایدار (SDGs) فراهم می‌کند. این فناوری با فراهم کردن دسترسی به خدمات دیجیتال، بهبود مشارکت اجتماعی، و ارتقای فرصت‌های اقتصادی، نقشی مؤثر در کاهش نابرابری‌ها و افزایش کیفیت زندگی ایفا می‌کند. به‌علاوه، متاورس با ایجاد محیط‌های یادگیری مجازی و شبیه‌سازی‌های دیجیتال، آموزش را به اقشار کم‌برخوردار می‌رساند و به بهینه‌سازی مدیریت منابع و زیرساخت‌های پایدار کمک می‌کند. همچنین، جایگزینی سفرهای فیزیکی با تعاملات متاورسی، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش داده و به مقابله با تغییرات اقلیمی کمک می‌کند. به‌این ترتیب، متاورس نه تنها از منظر فناوری یک پیشرفت محسوب می‌شود، بلکه با تطابق با محورهای توسعه پایدار، مسیر دستیابی به جوامعی عادلانه‌تر و پایدارتر را هموار می‌سازد.



شکل ۲. هم‌افزایی محورهای متاورس با اهداف توسعه پایدار (SDGs)

### روش پژوهش

این پژوهش از نوع تحلیل محتوای کیفی و در زمره پژوهش‌های بنیادی قرار می‌گیرد. هدف اصلی از این تحقیق، بررسی نقش‌های احتمالی متاورس در تحقق اهداف پایداری شهری است. جامعه آماری شامل اسناد علمی و منابع معتبر مرتبط با مفاهیم و بنیادهای شهرهای متاورسی، شهرهای هوشمند و شهرهای پایدار می‌باشد. برای انتخاب منابع از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است، که در آن منابع به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با اهداف پژوهش مرتبط بوده و قادر به پاسخگویی به پرسش‌های تحقیق هستند. برای شفافیت بیشتر، معیارهای نمونه‌گیری هدفمند به شرح زیر است:

❖ تناسب با موضوع پژوهش: اسناد و منابعی انتخاب شدند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به موضوعات متاورس، شهر هوشمند و شهر پایدار پرداخته‌اند.

❖ کیفیت علمی: مقالات علمی معتبر، کتب تخصصی، پایان‌نامه‌های مرتبط و طرح‌های توسعه‌ای که دارای پشتوانه علمی و پژوهشی قوی بوده‌اند، در اولویت قرار گرفتند.

❖ تازگی اطلاعات: منابعی که اطلاعات به‌روز و کاربردی در زمینه متاورس ارائه می‌دهند، انتخاب شدند.

❖ دسترسی: در کنار معیارهای فوق، از روش نمونه‌گیری در دسترس نیز استفاده شد تا منابع موجود در کتابخانه‌ها و پایگاه‌های داده دیجیتال در فرآیند تحلیل لحاظ شوند.

در این پژوهش ابزار گردآوری اطلاعات شامل کتب، مقالات، پایان‌نامه‌های داخلی و خارجی، طرح‌های توسعه و منابع

اینترنتی بوده است. این انتخاب هدفمند، امکان تحلیل دقیق تر چالش‌ها و فرصت‌های مرتبط با متاورس و نقش‌های احتمالی آن در تحقق اهداف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی در شهرهای هوشمند را فراهم ساخته است. در این پژوهش، از تحلیل محتوا به‌عنوان روش اصلی برای استخراج داده‌ها استفاده شده است. در این فرآیند، ابتدا اسناد انتخاب شده مورد بررسی دقیق قرار می‌گیرند. برای تحلیل داده‌ها از کدگذاری موضوعی استفاده خواهد شد که در آن مفاهیم کلیدی از اسناد استخراج و کدگذاری می‌شوند. این کدها در دسته‌بندی‌های خاصی مانند "چالش‌ها"، "فرصت‌ها"، "نقش‌های متاورس در پایداری"، و "اهداف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی" قرار می‌گیرند. علاوه بر کدگذاری موضوعی، در برخی موارد ممکن است از چارچوب مفهومی برای دسته‌بندی و تحلیل داده‌ها استفاده شود. این چارچوب مفهومی به‌طور خاص به تجزیه و تحلیل نحوه ارتباط مفاهیم متاورس با شهرهای هوشمند و پایدار کمک می‌کند. هدف این است که ارتباطات میان مفاهیم مختلف به‌وضوح مشخص شود و جایگاه متاورس در تحقق اهداف پایداری شهری درک شود. این پژوهش به بررسی چالش‌ها و فرصت‌ها در زمینه متاورس از دیدگاه گسترده می‌پردازد. علاوه بر این، به بررسی نقش‌های احتمالی آن در شهرهای هوشمند با توجه به تجسم مجازی آن‌ها، با تمرکز ویژه بر اهداف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی پایداری می‌پردازد. هدف اصلی از این پژوهش، بررسی نقش‌های احتمالی متاورس در اهداف پایداری شهری می‌باشد.

## یافته‌ها

یافته‌های پژوهش حاضر به بررسی تأثیر فناوری‌های متاورس و دوقلوهای دیجیتال را بر مدیریت شهری، کیفیت زندگی، تعاملات اجتماعی و گردشگری شهری بررسی می‌کند. دوقلوهای دیجیتال ابزارهایی برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی برنامه‌ریزی شهری و مدیریت منابع هستند، درحالی‌که متاورس با ترکیب دنیای مجازی و واقعی، تغییرات اساسی در زندگی شهری ایجاد کرده و مصرف منابع را کاهش می‌دهد. پژوهش به تحلیل چالش‌ها و محدودیت‌های اجرای این فناوری‌ها، از جمله مسائل هزینه، شمولیت و اخلاق می‌پردازد و نحوه تأثیر آن‌ها در حل مشکلات شهری، مانند کاهش آلودگی و بهبود تعاملات اجتماعی را بررسی می‌کند. طبق چارت زیر، هر یک از محورهای ذکر شده به تفکیک بررسی شده و جزئیات آن‌ها بر اساس این چارچوب توضیح داده خواهند شد.



شکل ۲. تأثیرات متاورس در شهرها

### متاورس و دوقلوهای دیجیتال

دوقلوهای دیجیتال (DTs) پلی میان جهان فیزیکی و فضای مجازی هستند که با استفاده از داده‌های تاریخی، داده‌های زمان واقعی و مدل‌های الگوریتمی، نسخه‌ای مجازی از دنیای واقعی ایجاد می‌کنند. این فناوری نقش مهمی در تحلیل وضعیت کارخانه‌ها، نگهداری تجهیزات، مدیریت خطوط تولید و توسعه تولید هوشمند یا "صنعت ۴.۰" ایفا می‌کند. اخیراً دوقلوهای دیجیتال در زمینه‌هایی مانند "مغز شهری" و تحول دیجیتال شهرها مورد توجه قرار گرفته‌اند و به ابزاری مهم برای مدیران شهری تبدیل شده‌اند. دوقلوهای دیجیتال شهری می‌توانند داده‌های پراکنده اینترنت اشیا را یکپارچه کرده و به حل مشکلات شهری و توسعه متاورس کمک کنند. این فناوری‌ها که شامل اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی هستند، تعامل بین جهان فیزیکی و اطلاعاتی را تقویت می‌کنند. اگرچه توسعه این فناوری نیازمند برنامه‌ریزی دقیق شهری است، اما چالش‌هایی نیز ناشی از برنامه‌ریزی نامناسب وجود دارد. فناوری دوقلوهای دیجیتال امکان شبیه‌سازی فرآیندهای پرهزینه را در محیط‌های مجازی فراهم می‌کند و به بهینه‌سازی برنامه‌ریزی شهری کمک می‌کند. این فناوری با ثبت دقیق داده‌های فضایی و زمانی، توانایی شهرها در درک و تصمیم‌گیری را افزایش داده و دیدگاه‌های گسترده‌ای برای توسعه آینده ارائه می‌دهد. در صورتی که دسترسی عمومی به این پلتفرم‌ها فراهم شود، دوقلوهای دیجیتال می‌توانند محیطی برای همکاری و مدیریت بهتر خطرات شهری ایجاد کنند و حس تعلق اجتماعی را تقویت کنند. شهر دوقلوی دیجیتال با ادغام فناوری‌هایی مانند ادراک، انتقال، محاسبه و شبیه‌سازی، بهره‌وری مدیریت شهری و تخصیص منابع را بهبود می‌بخشد و به مدیران در تصمیم‌گیری‌های مؤثر کمک می‌کند.

پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که دوقلوهای دیجیتال به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی "صنعت ۴.۰" و شهرهای هوشمند، نقش مهمی در بهینه‌سازی برنامه‌ریزی شهری و مدیریت منابع دارند. این فناوری نه تنها امکان شبیه‌سازی سناریوهای مختلف شهری را فراهم می‌کند، بلکه به مدیران شهری اجازه می‌دهد تا سیاست‌های بهینه‌تری در مواجهه با چالش‌های شهرنشینی اتخاذ کنند (محمدرزاد و عابدینی، ۱۴۰۳). بر اساس مطالعات انجام شده، دوقلوهای دیجیتال با پردازش داده‌های بلادرنگ از اینترنت اشیا و هوش مصنوعی، بهبود تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده را تسهیل کرده و باعث افزایش تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات می‌شوند. علاوه بر این، نتایج بررسی‌های انجام شده در برخی کلان‌شهرهای پیشرو نشان می‌دهد که استفاده از متاورس در مدیریت شهری می‌تواند میزان مشارکت عمومی را افزایش داده و تعامل شهروندان با فرآیندهای برنامه‌ریزی را تسهیل کند (Allam & et al., 2022). بر این اساس، یافته‌های پژوهش حاضر نیز با این مطالعات همسو بوده و نشان می‌دهد که استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند کیفیت زندگی شهری را بهبود داده و به‌عنوان ابزاری کارآمد در توسعه پایدار شهری مورداستفاده قرار گیرد.

### متاورس و مدیریت منابع شهری

مدیریت منابع در برنامه‌ریزی شهری و منابع طبیعی اهمیت زیادی دارد و با افزایش جمعیت شهری جهانی، این اهمیت بیشتر می‌شود. مناطق شهری بیش از ۷۵ درصد منابع جهانی را مصرف کرده و به تخریب محیط‌زیست از طریق آلودگی کمک می‌کنند. منابعی مانند زمین، آب و جنگل‌ها با افزایش جمعیت کمیاب‌تر می‌شوند و شهرنشینی باعث مصرف بی‌رویه آن‌ها می‌شود. در این میان، متاورس می‌تواند تأثیر مثبتی بر مدیریت منابع داشته باشد. این فناوری با کاهش نیاز به سفر و فعالیت‌های فیزیکی شهری مانند کار، تفریح و جلسات، مصرف انرژی خودروها و نیاز به زیرساخت‌های اداری و حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد. مردم می‌توانند در محیط‌های دیجیتال به کار، یادگیری و تعاملات اجتماعی بپردازند. همچنین، کاهش تقاضا برای فضاهای اداری و مراکز تفریحی مشهود خواهد بود. اگرچه متاورس به انرژی بالایی نیاز دارد، اما این مصرف

می‌تواند با کاهش مصرف در ساختمان‌ها و ترافیک جبران شود. توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به کاهش اثرات منفی کمک می‌کند.

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از متاورس در مدیریت منابع شهری می‌تواند به بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی کمک کند. بر اساس پژوهش‌های اخیر، افزایش شهرنشینی و توسعه زیرساخت‌های فیزیکی موجب مصرف بی‌رویه منابع طبیعی و انرژی شده است (بهزادپور و همکاران، ۱۴۰۰). در این راستا، متاورس می‌تواند نقش مهمی در کاهش این مصرف ایفا کند، زیرا امکان انجام بسیاری از فعالیت‌های اداری، آموزشی و تفریحی را در فضای دیجیتال فراهم می‌آورد و نیاز به سفرهای شهری را کاهش می‌دهد (Yang & et al., 2023). به‌عنوان مثال، مطالعات انجام‌شده در کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های واقعیت مجازی در محیط‌های کاری، موجب کاهش نیاز به ساختمان‌های اداری و کاهش مصرف انرژی شده است (اله کرمی و همکاران، ۱۴۰۲). علاوه بر این، توسعه متاورس در مدیریت شهری می‌تواند به تخصیص بهینه زمین و کاهش فشار بر منابع طبیعی کمک کند، زیرا نیاز به ساخت فضاهای جدید برای فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی کمتر خواهد شد (محمدنژاد و عابدینی، ۱۴۰۳). بنابراین، یافته‌های این پژوهش با مطالعات پیشین همسو است و نشان می‌دهد که متاورس می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای مدیریت منابع شهری و کاهش ردپای اکولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد.

#### متاورس و حاکمیت شهری

متاورس با امکان تولید و ذخیره محصولات اجتماعی در فضای مجازی، می‌تواند به کاهش مصرف منابع و آلودگی کمک کند. این فناوری از آسیب‌های زیست‌محیطی محصولات فیزیکی می‌کاهد و به بهبود فضاهای سبز و بازسازی مناطق آسیب‌دیده در شهرها کمک می‌کند. در حاکمیت شهری، متاورس ابزار مؤثری برای برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه است و می‌تواند ارائه خدمات شهری را مجازی کرده، کارایی را افزایش دهد، هزینه‌ها را کاهش دهد و پاسخگویی را بهبود بخشد. سازمان ملل نیز بر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در راستای اهداف توسعه پایدار (SDGs) تأکید دارد. به‌عنوان نمونه، شهر سنول از واقعیت مجازی (VR) و افزوده (AR) برای ارائه خدمات عمومی و فرهنگی بهره می‌برد، به‌گونه‌ای که شهروندان می‌توانند به‌طور مجازی به موزه‌ها، پارک‌ها و خدمات دولتی دسترسی داشته باشند. متاورس همچنین خدمات بهداشتی، برنامه‌ریزی شهری و مدیریت فضاهای شهری را بهبود می‌بخشد و فرآیندهایی مانند ثبت‌نام و تأیید هویت را بدون حضور فیزیکی امکان‌پذیر می‌کند. با این حال، توسعه این فناوری نیازمند سرمایه‌گذاری و زمان است. دولت‌های محلی می‌توانند با استفاده از متاورس نابرابری‌ها را کاهش داده، تعامل با شهروندان را افزایش دهند و دارایی‌های شهری را بهینه مدیریت کنند. کسب‌وکارها و نهادهای آموزشی نیز می‌توانند از این فناوری برای ارتقای تعاملات و بهبود خدمات بهره ببرند. با وجود این مزایا، متاورس نمی‌تواند به‌تنهایی بر چالش‌هایی مانند تضاد منافع و ناکارآمدی همکاری‌های نهادی غلبه کند. برای جلوگیری از سوءاستفاده از این فناوری، مشارکت نهادهای حاکمیتی و افزایش مشارکت عمومی ضروری است. بهبود حاکمیت شهری نیازمند رویکردهای جامع و درگیر کردن تمامی ذینفعان است.

حاکمیت شهری در عصر دیجیتال نیازمند ابزارهایی نوین برای مدیریت کارآمد دارایی‌ها، کاهش هزینه‌های اجرایی و بهبود خدمات عمومی است. در این راستا، متاورس می‌تواند نقش مؤثری در تقویت کارکردهای حاکمیت شهری ایفا کند. مطالعات نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال، به‌ویژه متاورس، می‌توانند از طریق شبیه‌سازی محیط‌های شهری و بهینه‌سازی فرآیندهای اداری، باعث افزایش شفافیت و مشارکت شهروندان شوند (Hemmati, 2022). برای مثال، در سنول، استفاده از محیط‌های مجازی برای ارائه خدمات دولتی منجر به کاهش مراجعات حضوری و افزایش دسترسی به

خدمات شده است (Bibri & Allam, 2022). همچنین، متاورس با فراهم آوردن پلتفرم‌های تعاملی، امکان مشارکت گسترده‌تر شهروندان در فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری شهری را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که استفاده از متاورس می‌تواند به کاهش هزینه‌های مدیریتی و بهبود بهره‌وری منابع کمک کند، زیرا بسیاری از خدمات و جلسات به صورت مجازی انجام می‌شوند (محمودی و صادقی، ۱۴۰۱). بنابراین، یافته‌های این پژوهش همسو با مطالعات جهانی، تأثیرات متاورس بر بهبود فرآیندهای حاکمیت شهری را نشان می‌دهد، مشروط بر آنکه نهادهای حاکمیتی از طریق سیاست‌گذاری‌های مناسب و مشارکت عمومی، این فناوری را به درستی به کار گیرند.

### متاورس و کیفیت زندگی

کیفیت زندگی شهری تحت تأثیر عواملی مانند حمل‌ونقل، مسکن، بهداشت، تفریح، زیرساخت‌ها، فرصت‌های اقتصادی و آموزشی قرار دارد که رضایت فردی را شکل می‌دهند. علاوه بر این، شرایط اقتصادی - اجتماعی، پایداری محیط‌زیست، حاکمیت و تنوع فرهنگی نیز نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی دارند. شهرهای مختلف بسته به سطح این عوامل، تجربیات متفاوتی از کیفیت زندگی ارائه می‌دهند. چالش‌هایی مانند تخریب محیط‌زیست، تغییرات اقلیمی، پاندمی‌ها و ناامنی‌ها موجب افت کیفیت زندگی شده‌اند. جامعه جهانی با اهداف توسعه پایدار (SDG 11) در تلاش برای بهبود شرایط شهری است. فناوری می‌تواند در حل این مشکلات مؤثر باشد، اما به‌تنهایی کافی نیست و نیاز به منابع مالی دارد. ظهور متاورس می‌تواند برخی از این چالش‌ها را کاهش دهد. این فناوری با تسهیل دسترسی به خدماتی مانند تفریح، آموزش و خدمات مدنی، می‌تواند هزینه‌ها و زمان رفت‌وآمد را کاهش داده و به بهبود کیفیت زندگی از طریق افزایش تعاملات اجتماعی و فرصت‌های جدید کمک کند. با این حال، متاورس نمی‌تواند به‌تنهایی نابرابری‌های اقتصادی را برطرف کند و نیاز به حمایت دولت‌های محلی دارد. همچنین، تبعیض در دسترسی به فناوری، به‌ویژه برای افراد غیر فنی یا دارای ناتوانی‌های جسمی، چالش‌هایی ایجاد می‌کند. تضمین شمولیت همه شهروندان در بهره‌مندی از خدمات مجازی، برای جلوگیری از افزایش نابرابری‌های شهری ضروری است.

کیفیت زندگی در شهرها، علاوه بر شاخص‌های سنتی مانند زیرساخت‌های شهری و خدمات عمومی، به میزان ادغام فناوری‌های نوین در زندگی روزمره شهروندان نیز وابسته است. متاورس به‌عنوان یک پلتفرم دیجیتال، می‌تواند ابعاد مختلف کیفیت زندگی شهری را تحت تأثیر قرار دهد، از جمله افزایش دسترسی به خدمات آموزشی، تفریحی و سلامت دیجیتال (Prathap, 2021). مطالعات نشان داده‌اند که فناوری‌های مجازی می‌توانند هزینه‌های حمل‌ونقل و رفت‌وآمدهای شهری را کاهش داده و به کاهش استرس و بهبود سلامت روان کمک کنند (شامی و همکاران، ۱۴۰۱). برای مثال، تحقیقات در اروپا نشان می‌دهد که اجرای برنامه‌های آموزشی و کاری در محیط‌های مجازی منجر به کاهش ۳۰ درصدی تردد‌های شهری و افزایش بهره‌وری شده است. با این حال، چالش‌هایی مانند دسترسی نابرابر به فناوری، وابستگی به زیرساخت‌های دیجیتال پایدار و تأثیرات اجتماعی ناشی از کاهش تعاملات فیزیکی، از جمله مواردی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند (محمدنژاد و عابدینی، ۱۴۰۳). بنابراین، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که متاورس می‌تواند بهبودهایی در کیفیت زندگی شهری ایجاد کند، اما این بهبودها تنها در صورتی پایدار خواهند بود که سیاست‌های فراگیر و برنامه‌های توسعه‌ای، دسترسی عادلانه به فناوری را تضمین کنند.

### متاورس و تعاملات اجتماعی در محیط‌های شهری

شهرها به دلیل عوامل اقتصادی و اجتماعی، با کاهش تعاملات اجتماعی مواجه شده‌اند. مدل‌های شهری جدید مانند

«شهر ۱۵ دقیقه‌ای» و «شهر هوشمند» به‌منظور کاهش وابستگی به خودرو و افزایش تعاملات در محله‌ها معرفی شده‌اند. متاورس به‌عنوان ابزاری نوین می‌تواند فرصت‌هایی برای تعاملات اجتماعی مجازی ایجاد کند، اما چالش‌هایی نظیر مسائل اخلاقی، حریم خصوصی، امنیت و هزینه‌های سخت‌افزاری وجود دارد که ممکن است مانع دسترسی به این فناوری شوند. در شرایطی مانند شیوع کووید-۱۹، متاورس می‌تواند فرصتی برای ارتباطات فراهم کند، اما موفقیت آن به مدیریت صحیح چالش‌ها بستگی دارد. به‌طور کلی، متاورس ظرفیت تقویت تعاملات اجتماعی را دارد، اما موفقیت آن نیازمند مدیریت صحیح و بررسی دقیق چالش‌های پیش‌رو است.

تعاملات اجتماعی در محیط‌های شهری نه‌تنها تحت تأثیر زیرساخت‌های فیزیکی و سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری قرار دارند، بلکه فناوری‌های نوین نیز نقش مهمی در شکل‌دهی به این تعاملات ایفا می‌کنند. متاورس می‌تواند بستری را برای تعاملات اجتماعی جدید فراهم کند که محدودیت‌های فیزیکی و جغرافیایی را کاهش دهد. تحقیقات نشان داده است که فضاهای مجازی، به‌ویژه محیط‌های مبتنی بر واقعیت افزوده (AR) و واقعیت مجازی (VR)، می‌توانند احساس حضور اجتماعی را افزایش داده و کیفیت تعاملات اجتماعی را بهبود بخشند (Monaco & Sacchi, 2023). به‌عنوان نمونه، تجربه «Metaverse Seoul» نشان داده است که برگزاری اجتماعات مجازی می‌تواند مشارکت اجتماعی را در سطح محلی افزایش داده و فرصت‌هایی برای گروه‌های کم‌توان اقتصادی ایجاد کند. با این حال، چالش‌هایی مانند نابرابری دیجیتال و وابستگی به زیرساخت‌های فناوری پایدار، می‌توانند مانع استفاده همگانی از این فناوری شوند (Wang & Medvey, 2020). همچنین، برخی مطالعات هشدار داده‌اند که جایگزینی تعاملات حضوری با تعاملات دیجیتال می‌تواند بر انسجام اجتماعی اثر منفی بگذارد، به‌ویژه در جوامعی که تعاملات چهره به چهره نقش مهمی در فرهنگ آن‌ها دارد. بر این اساس، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که اگرچه متاورس می‌تواند به بهبود تعاملات اجتماعی شهری کمک کند، اما برای جلوگیری از پیامدهای منفی آن، رویکردهای سیاست‌گذاری جامع و راهبردهای عدالت دیجیتال باید در نظر گرفته شوند.

### متاورس و گردشگری شهری

شهرها با ویژگی‌های فرهنگی و تاریخی منحصر به فرد خود به مقاصد محبوب گردشگری تبدیل شده‌اند، اما چالش‌هایی مانند آلودگی، ترافیک، ناامنی و مشکلات مالی بر این صنعت تأثیر می‌گذارند. متاورس می‌تواند راه‌حلی برای این مشکلات باشد و تجربه‌های گردشگری را به‌صورت مجازی و ترکیبی از دنیای فیزیکی و دیجیتال (فیزیدیتال) ارائه دهد. پروژه‌هایی مانند لومی در ملبورن نمونه‌هایی از موفقیت در این زمینه هستند که امکان بازدید مجازی و تعامل با هنر و مکان‌ها را فراهم می‌کنند. متاورس همچنین به بازاریابی و تبلیغ محصولات گردشگری از طریق نمایش‌های مجازی کمک می‌کند و کسب‌وکارها می‌توانند با نمایش دیجیتالی محصولات خود، مشتریان جدید جذب کنند (محمدنژاد و عابدینی، ۱۴۰۳: ۱۹۰). یکی از مزایای مهم متاورس، حفاظت از میراث فرهنگی و تاریخی است؛ زیرا دسترسی به دارایی‌های دیجیتال از آسیب‌های فیزیکی جلوگیری می‌کند. مکان‌های میراثی می‌توانند به‌صورت دیجیتال حفظ شوند و از تهدیداتی مانند شهرنشینی، تروریسم و تغییرات اقلیمی در امان بمانند. متاورس همچنین می‌تواند به افزایش منابع مالی برای حمایت از مکان‌های گردشگری کمک کند. با ایجاد فرصت‌های جدید برای کسب درآمد و افزایش نیروی کار، این فناوری می‌تواند منجر به توسعه محصولات و خدمات جدید گردشگری شود و به ایجاد فرصت‌های شغلی در مکان‌های فیزیکی و کسب‌وکارهای مرتبط کمک کند. برای مثال، شهر سانتا مونیکا در کالیفرنیا از برنامه‌های متاورس برای بهبود تجربه کاربران و تبلیغ کسب‌وکارهای محلی استفاده می‌کند، که به درآمدزایی بیشتر برای شهر منجر می‌شود. فناوری‌های دیگر مانند بلاک‌چین

و توکن‌های غیرقابل تعویض (NFTs) نیز می‌توانند به حفظ و مدیریت سایت‌های تاریخی کمک کنند. این فناوری‌ها امکان انجام معاملات بر اساس ارز دیجیتال را فراهم می‌آورند و از کاهش ارزش مکان‌های تاریخی جلوگیری می‌کنند، درحالی‌که آن‌ها را در میان علاقه‌مندان دیجیتال جذاب نگه می‌دارد. به‌طور کلی، متاورس می‌تواند به‌عنوان ابزاری مهم در صنعت گردشگری شهری عمل کند، به‌ویژه در زمینه‌های حفظ میراث، بازاریابی و تجربه‌های گردشگری دیجیتال، و به حل برخی از چالش‌های موجود در این صنعت کمک نماید.

### فرصت‌ها و چالش‌های متاورس در آینده شهرها

جدول زیر، فرصت‌ها و چالش‌های متاورس در حوزه‌های مختلف شهری را بررسی می‌کند و نشان می‌دهد که چگونه این فناوری می‌تواند مسیر آینده شهرها را تحت تأثیر قرار دهد. این تحلیل می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی دقیق‌تر در جهت بهره‌گیری حداکثری از مزایای متاورس و کاهش تهدیدهای احتمالی آن باشد.

جدول ۳. فرصت‌ها و چالش‌های متاورس در آینده شهرها

چالش‌ها	فرصت‌ها	
فناوری‌های متاورس می‌توانند انرژی بر باشند؛ ممکن است به منابع قابل‌توجهی برای تولید محصولات فیزیکی کافی نیاز داشته باشند؛ ممکن است مصرف بیش‌ازحد منابع را در فرآیند ایجاد زیرساخت‌های پشتیبانی از این مفهوم تشویق کند؛ نیازمند تغییر در سیاست‌ها خواهد بود که ممکن است زمان‌بر باشد.	کاهش نیاز به سفر؛ کاهش تقاضا برای زیرساخت‌های فیزیکی؛ حداقل سازی ضایعات؛ تشویق به ایجاد منابع پایدار جدید؛ حداقل سازی استخراج و مصرف منابع در برخی صنایع؛ فراهم کردن فضاهای باز برای تعامل بیشتر؛ در نتیجه، ارتقای مشارکت اکثریت در تصمیم‌گیری درباره نحوه استفاده از منابع	مدیریت منابع شهری
پیاده‌سازی گسترده می‌تواند زمان‌بر و پرهزینه باشد؛ خطرات بالقوه مرتبط با حریم خصوصی و کنترل اجتماعی؛ خطر بالقوه سوءاستفاده از داده‌های شخصی برای تجاوز به حریم خصوصی؛ چالش‌های بالقوه در تدوین قوانین در جنبه‌های مختلف متاورس؛ پتانسیل تداخل با فضاهای دموکراتیک؛	افزایش کارایی ارائه خدمات؛ افزایش پاسخگویی و شفافیت؛ تشویق به عدالت در تخصیص و کسب درآمد از منابع؛ ممکن است راه‌های جدیدی برای تعامل بین ذینفعان مختلف شهری ایجاد کند؛ دموکراسی، همکاری و برابری را کاتالیز می‌کند؛	حاکمیت شهری
اعتماد به فعالیت‌هایی مانند بازی‌های رایانه‌ای منجر به کاهش بهره‌وری و در نتیجه کاهش درآمد می‌شود؛ خطر بالقوه افزایش هزینه زندگی؛ در مواردی ممکن است منجر به افزایش تقاضای انرژی شود و ممکن است منجر به مشکلات بیشتر مرتبط با تغییرات آب و هوایی شود که کیفیت زندگی را به خطر می‌اندازد؛ خطرات بالقوه مشکلات مرتبط با سلامتی که ممکن است کیفیت زندگی را به خطر بیندازد.	دسترسی برابرتر به خدمات؛ مزایای بهداشتی؛ مزایای اجتماعی؛ فرصت‌های شغلی جدید منجر به افزایش درآمد قابل‌خرج؛ پتانسیل افزایش امنیت شهری از طریق نظارت بهبودیافته؛ کاهش ضایعات از فناوری‌هایی مانند دوقلوهای دیجیتال که امکان پیش‌بینی را فراهم می‌کنند؛ در نتیجه امکان استفاده بهینه از منابع را فراهم می‌کند.	کیفیت زندگی
مسائل بالقوه مرتبط با اخلاق، حریم خصوصی و امنیت؛ نیاز به تجهیزات گران‌قیمت؛ سبک زندگی فیزیکی منزوی بالقوه؛ ممکن است به یک‌شکل جدید از اعتماد تبدیل شود؛ ممکن است منجر به روابط بیشتر سطحی نسبت به روابط واقعی شود.	فرصت‌های بالقوه برای بهبود تعاملات اجتماعی؛ غلبه بر موانع اجتماعی در تعاملات انسانی؛ احساس حضور؛ امکان نوآوری و ایجاد فعالیت‌ها، رویدادها و برنامه‌های اجتماعی؛ کاهش موانع جغرافیایی که مانع تعاملات اجتماعی فیزیکی می‌شوند.	تعاملات اجتماعی
مشکلات برای کسب‌وکارهای کوچک به دلیل رقابت با محصولات مجازی؛ مسائل هزینه؛ دلسرد کردن تجربه مکان‌ها و تجربیات فیزیکی (مثلاً استفاده از حس بویایی)؛ ممکن است منجر به غفلت از برخی مکان‌های تاریخی شود زیرا شکل دیجیتالی آن‌ها وجود خواهد داشت؛ ممکن است منجر به تبعیض علیه فقرا و افراد دارای معلولیت (به‌ویژه نابینایان) شود زیرا ممکن است ابزارهای لازم برای آن‌ها در محیط واقعیت مجازی وجود نداشته باشد.	دسترسی بهتر به جاذبه‌های گردشگری برای همه؛ افزایش امکان جذب گردشگر از طریق تبلیغات بهتر؛ ارتقای حفاظت از میراث فرهنگی؛ افزایش درآمدهای مالی؛ ظهور محصولات جدید که فقط در متاورس امکان‌پذیر است.	گردشگری شهری

### بحث

با گسترش تکنولوژی‌های نوین و توجه بیشتر به مفاهیمی مانند متاورس، به‌ویژه پس از تغییر نام فیس‌بوک به متا، شاهد

تحولاتی در عرصه‌های مختلف زندگی بشر، از جمله مدیریت شهری، تعاملات اجتماعی، و گردشگری شهری هستیم. این تغییرات هم‌زمان با چالش‌هایی چون تغییرات اقلیمی، رشد سریع جمعیت و مشکلات ناشی از پاندمی کووید-۱۹ قرار دارند. در این شرایط، متاورس به‌عنوان یک فناوری نوین پتانسیل‌های زیادی برای حل برخی از این مشکلات ارائه می‌دهد. در بخش مدیریت شهری، متاورس و دوقلوهای دیجیتالی می‌توانند به‌طور مؤثری به کاهش مصرف منابع، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، و افزایش تاب‌آوری شهری کمک کنند. با شبیه‌سازی دقیق دنیای واقعی در فضای مجازی، این فناوری‌ها به مدیران شهری این امکان را می‌دهند که فرآیندهای شهری را به‌طور بهینه‌تری طراحی و اجرا کنند. همچنین، استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند به کاهش فشار بر منابع طبیعی مانند زمین، آب و معادن کمک کند و مصرف انرژی و منابع را بهینه‌سازی کند. در زمینه حاکمیت شهری، متاورس می‌تواند با ایجاد بسترهای دیجیتالی برای ارائه خدمات عمومی، شفافیت، مشارکت و دسترسی به خدمات را بهبود بخشد. با این فناوری‌ها، به‌ویژه در شرایطی که شهرها با مشکلات زیست‌محیطی روبرو هستند، می‌توان به بهبود کیفیت زندگی شهری کمک کرد. البته این فناوری‌ها به‌ویژه در مناطق کم توسعه با چالش‌هایی همچون هزینه‌های بالای توسعه و نگهداری، عدم دسترسی کامل به زیرساخت‌های دیجیتال، و نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی روبرو هستند. متاورس در آینده شهرها نه تنها فرصت‌های جدیدی در زمینه‌های مختلف ارائه می‌دهد، بلکه چالش‌هایی را نیز به همراه دارد که باید با دقت بررسی شوند. فرصت‌ها و چالش‌ها به‌طور مستقیم به یکدیگر مرتبط هستند و نیاز به راهکارهای هوشمندانه برای بهره‌برداری از مزایا و مدیریت معایب دارند. به‌عنوان مثال، در زمینه مدیریت منابع شهری، متاورس می‌تواند با کاهش نیاز به زیرساخت‌های فیزیکی و کاهش مصرف منابع، به بهبود پایداری کمک کند، اما در عین حال مصرف بالای انرژی و نیاز به منابع برای ایجاد زیرساخت‌های پشتیبانی، می‌تواند چالش‌هایی به همراه داشته باشد. در حاکمیت شهری، متاورس می‌تواند شفافیت و عدالت را افزایش دهد، اما مسائل مربوط به حریم خصوصی و کنترل اجتماعی ممکن است به تهدیداتی برای دموکراسی تبدیل شود. همین‌طور، در حوزه تعاملات اجتماعی، فرصت‌هایی برای کاهش موانع جغرافیایی و ارتقای تعاملات انسانی وجود دارد، اما ممکن است مشکلاتی مانند سبک زندگی فیزیکی منزوی و روابط سطحی ایجاد شود. به‌طور کلی، این فرصت‌ها و چالش‌ها نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و سیاست‌گذاری مناسب برای ایجاد تعادل بین استفاده از فناوری و مدیریت تهدیدات آن هستند.

### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که متاورس به‌عنوان یک فناوری نوظهور می‌تواند نقش مهمی در تحقق اهداف پایداری در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ایفا کند. در بُعد اقتصادی، این فناوری با ایجاد فرصت‌های شغلی دیجیتال، کاهش هزینه‌های عملیاتی و توسعه مدل‌های اقتصادی نوین می‌تواند به رشد پایدار کمک کند. در حوزه اجتماعی، متاورس با افزایش دسترسی به آموزش، بهبود تعاملات اجتماعی و ایجاد محیط‌های دیجیتالی برای مشارکت فراگیر، به عدالت اجتماعی و توسعه انسانی یاری می‌رساند. در بعد زیست‌محیطی نیز، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش مصرف منابع فیزیکی و امکان شبیه‌سازی سناریوهای زیست‌محیطی از جمله مزایای متاورس است. با این حال، تحقق این پتانسیل‌ها مستلزم سیاست‌گذاری‌های هوشمندانه، مدیریت ریسک‌های مرتبط با حریم خصوصی و نظارت دقیق بر توسعه فناوری‌های متاورسی است تا این فناوری بتواند در جهت اهداف پایداری به‌صورت مؤثر و مسئولانه به کار گرفته شود.

در مقایسه با سایر تحقیقات، یافته‌های این پژوهش هم‌راستا با نتایج مطالعات قبلی است که نقش فناوری‌های دیجیتال و نوآوری‌ها مانند متاورس را در ایجاد شهرهای هوشمند و پایدار تأکید کرده‌اند. به‌عنوان مثال، مطالعاتی مانند تحقیق "شهرهای هوشمند و پایداری: بررسی کاربردهای فناوری" توسط طارق و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده است که فناوری‌های

دیجیتال می‌توانند فرصت‌های شغلی دیجیتال و کاهش هزینه‌های عملیاتی را فراهم کنند و به رشد اقتصادی پایدار کمک نمایند. همچنین، در زمینه اجتماعی، ژائو و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیق خود به استفاده از فناوری‌های دیجیتال برای افزایش دسترسی به آموزش و بهبود تعاملات اجتماعی اشاره کرده‌اند. در بعد زیست‌محیطی نیز، مطالعات ژائو و ژنگ (۲۰۲۰) به توانایی فناوری‌های نوین در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهینه‌سازی مصرف منابع اشاره کرده‌اند. همچنین، در مقایسه با این پژوهش‌ها، این تحقیق بر اهمیت سیاست‌گذاری‌های هوشمندانه و نظارت دقیق بر توسعه فناوری‌های متاورس تأکید کرده که در بسیاری از مطالعات پیشین کمتر به آن پرداخته شده است.

در مجموع، نتایج این پژوهش تأکید می‌کند که فناوری‌های متاورس و دوقلوهای دیجیتال می‌توانند به‌عنوان ابزارهای مؤثر در تحقق شهرهای هوشمند و پایدار عمل کنند. این فناوری‌ها با ارائه فرصت‌هایی برای بهینه‌سازی مصرف منابع، بهبود کیفیت زندگی، افزایش تاب‌آوری شهری و ارتقای تعاملات اجتماعی، می‌توانند به‌طور معناداری به حل چالش‌های شهری کمک کنند. با این حال، به‌منظور بهره‌برداری کامل از این فناوری‌ها، لازم است که برنامه‌ریزی‌های شهری به‌طور هوشمندانه‌ای انجام شده و زیرساخت‌های لازم برای اجرای این فناوری‌ها در سطح گسترده فراهم گردد. همچنین، باید توجه ویژه‌ای به مسائل اخلاقی، امنیتی و شمولیتی این فناوری‌ها معطوف گردد تا بهره‌برداری از آن‌ها به‌طور عادلانه و مؤثر در تمامی اقشار جامعه صورت گیرد. در نهایت، با توجه به پتانسیل‌های بالای این فناوری‌ها در زمینه‌های مختلف، همکاری بین بخش‌های مختلف دولتی، خصوصی و جامعه مدنی برای گسترش استفاده از این فناوری‌ها ضروری است. این همکاری می‌تواند به توسعه مدل‌های نوآورانه مدیریت شهری و ارتقای کیفیت زندگی در جوامع شهری منجر شود. بنابراین، برای بهره‌برداری صحیح از پتانسیل‌های متاورس، لازم است سیاست‌گذاران اقداماتی را در نظر بگیرند که به کاهش آسیب‌های آن کمک کند. پیشنهادها برای سیاست‌گذاران در این زمینه عبارت‌اند از:

❖ تدوین و اجرای قوانین حریم خصوصی: ایجاد قوانین مشخص برای حفاظت از اطلاعات شخصی کاربران در متاورس و جلوگیری از سوءاستفاده‌های احتمالی.

❖ مقررات شفاف برای نظارت و مدیریت داده‌ها: اطمینان از اینکه جمع‌آوری داده‌ها در متاورس بر اساس اصول اخلاقی و با هدف بهره‌برداری بهینه از اطلاعات صورت گیرد.

❖ ایجاد رویکردهای جامع به سلامت روانی: طراحی سیاست‌هایی که سلامت روان کاربران را در مواجهه با متاورس حفظ کرده و از آسیب‌های روانی ناشی از وابستگی به فضای مجازی جلوگیری کند.

❖ تقویت آموزش‌های دیجیتال و آگاهی‌بخشی: ایجاد برنامه‌های آموزشی برای آگاهی‌بخشی به کاربران در زمینه خطرات و تهدیدات متاورس و کمک به استفاده آگاهانه از این فناوری.

❖ توسعه مدل‌های شهری منطبق با متاورس: تشویق به ایجاد مدل‌های شهری که بر پایه تعاملات اجتماعی، کاهش اثرات زیست‌محیطی و تأمین عدالت اجتماعی در متاورس طراحی شوند.

### حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

### سهام نویسندگان در پژوهش

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

## تضاد منافع

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

## تقدیر و تشکر

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

## منابع

- آزمون، مجتبی و محمدنژاد، محمد. (۱۴۰۳). بررسی میزان تاب‌آوری شهری در مواجهه با تغییرات اقلیمی در شهر تبریز. *فصلنامه مدیریت شهری و مهندسی محیط‌زیست*، ۲(۱)، ۶۷-۸۱. doi: 10.48306/jumee.2024.446222.1040
- بهزادپور، الناز؛ فرزاد بهتاش، محمدرضا و سعیده زرآبادی، زهرا سادات. (۱۴۰۰). تبیین مدل مفهومی توسعه شهری دانش‌بنیان مبتنی بر رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری مورد پژوهی: کلان‌شهر تهران. *مجله شهر پایدار*، ۴(۲)، ۷۳-۹۰. doi: 10.22034/jsc.2021.279668.1440
- شامی، محمدرضا؛ بیگدلی راد، وحید و معینی فر، مریم. (۱۴۰۱). ارزیابی و سنجش شاخص‌های کیفیت زندگی هوشمند شهری در شهر تهران. *مجله شهر پایدار*، ۵(۴)، ۱۷۷-۱۹۲. <https://doi.org/10.22034/jsc.2022.297019.1513>
- محمودی، محسن و صادقی، سالار. (۱۴۰۱). متاورس و تأثیر آن بر سبک زندگی. *فصلنامه مطالعات حقوقی فضای مجازی*، ۱(۲)، ۴۴-۶۲. <https://doi.org/10.30495/cyberlaw.2022.693926>
- اله کرمی، ابودر؛ کامیابی، سعید و زند مقدم، محمدرضا. (۱۴۰۲). ارائه الگوی شهر هوشمند با استفاده از استارت‌آپ‌ها مطالعه موردی: منطقه ۲۰ کلان‌شهر تهران. *مجله شهر پایدار*، ۶(۳)، ۹۹-۱۱۵. doi: 10.22034/jsc.2023.409084.1728
- محمدنژاد، محمد و عابدینی، اصغر. (۱۴۰۳). ۱۳. بررسی تأثیرات متاورس و دوقلوهای دیجیتال در توسعه شهرهای هوشمند. *فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای*، ۵(۴)، ۱۸۲-۱۹۹.
- محمدنژاد، محمد و عابدینی، اصغر. (۱۴۰۳). ۴. واکاوی فرصت‌ها و چالش‌های یکپارچه‌سازی متاورس و حمل‌ونقل. *فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای*، ۵(۳)، ۴۸-۶۵.
- همتی، مرتضی. (۱۴۰۰). متاورس، یک انقلاب شهری تأثیر متاورس بر ادراک مخاطبان از شهر. *گردشگری فرهنگ*، ۲(۷)، ۴۹-۵۶. <https://doi.org/10.22034/toc.2022.323276.1067>

## References

- Allam, Z., Sharifi, A., Bibri, S. E., Jones, D. S., & Krogstie, J. (2022). The Metaverse as a Virtual Form of Smart Cities: Opportunities and Challenges for Environmental, Economic, and Social Sustainability in Urban Futures. *Smart Cities*, 5(3), 771-801. <https://doi.org/10.3390/smartcities5030040>
- Apple World. (2021). Augmented Reality Market Projected to be Worth \$7 Billion by 2030. Available online: <https://www.appleworld.today/2021/11/16/augmented-reality-market-projected-to-be-worth-7-billion-by-2030/>
- Azmoon, M., & Mohammadnejad, M. (2024). Investigating urban resilience to climate change in the city of Tabriz. *Journal of Urban Management and Environmental Engineering*, 2(1), 67-81. doi: 10.48306/jumee.2024.446222.1040. [in Persian]
- Behzadpour, E., Farzad Behtash, M. R. and Saeideh Zarabadi, Z. S. (2021). Explaining the Conceptual Model of Knowledge-Based Urban Development Based on Interpretive Structural Modeling Approach Case Study: Tehran Metropolis. *Journal of Sustainable city*, 4(2), 73-90. doi: 10.22034/jsc.2021.279668.1440. [in Persian]
- Bibri, S. E., & Allam, Z. (2022). The Metaverse as a virtual form of data-driven smart urbanism: On post-pandemic governance through the prism of the logic of surveillance capitalism. *Smart Cities*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/smartcities5020037>.

- Bibri, S. E., & Allam, Z. (2018). Approaches to futures studies: A scholarly and planning approach to strategic smart sustainable city development. *Smart Sustainable Cities of the Future: The Untapped Potential of Big Data Analytics and Context-Aware Computing for Advancing Sustainability*, 601-660. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-73981-6\\_11](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-73981-6_11)
- Bonifacic, I. (2021). Project Cambria' Is a High-End VR Headset Designed for Facebook's Metaverse. <https://techcrunch.com/2021/10/28/project-cambria-is-a-high-end-vr-headset-designed-for-facebooks-metaverse/>
- Einstein, A. (1934). On the method of theoretical physics. *Philosophy of science*, 1(2), 163-169.
- Elah Karmi, A., Kamyabi, S. and Zand Moghadam, M. R. (2023). Presenting Smart City Model using Startups The Case Study of District 20 of the Tehran Metropolis. *Journal of Sustainable city*, 6(3), 99-115. <https://doi.org/10.22034/jsc.2023.409084.1728>. [in Persian]
- Evolution Wellness. (2021). COVID-19 Accelerates the Move to Hybrid Fitness. <https://www.evolutionwellness.com/covid-19-accelerates-the-move-to-hybrid-fitness/>
- Hemmati, M. (2022). The Metaverse: An Urban Revolution Effect of the Metaverse on the Perceptions of Urban Audience. *Tourism of Culture*, 2(7), 49-56. <https://doi.org/10.22034/toc.2022.323276.1067> [in Persian]
- Li, V. Q., Ma, L., & Wu, X. (2022). COVID-19, policy change, and post-pandemic data governance: a case analysis of contact tracing applications in East Asia. *Policy and Society*, 41(1), 129-142. <https://doi.org/10.1093/polsoc/puab019>.
- Mahmoudi, M.; and Sadeghi, S. (2022). Metaverse and Its Impact on Lifestyle. *Legal Studies of Cyberspace*, 1(2), 44-62. <https://doi.org/10.30495/cyberlaw.2022.693926>. [in Persian]
- Meta. (2021). Introducing Ray-Ban Stories: First-Generation Smart Glasses. <https://about.fb.com/news/2021/09/introducing-ray-ban-stories-smart-glasses/>
- Monaco, S., & Sacchi, G. (2023). Travelling the metaverse: Potential benefits and main challenges for tourism sectors and research applications. *Sustainability*, 15(4), 33-48. <https://doi.org/10.3390/su15043348>
- Mohammadnejad, M. and Abedini, A. (2025). Investigating the effects of metaverse and digital twins in the development of smart cities. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 5(4), 182-199. [in Persian]
- Mohammadnejad, M. and Abedini, A. (2024). Exploring Opportunities and Challenges in the Integration of Metaverse and Transportation. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 5(3), 48-65. [in Persian]
- Prathap, M., & Gill, P. (2021). The 'metaverse' may change the way you earn money, shop or even chill with friends in the future. Business Insider. <https://www.businessinsider.in/investment/news/the-metaverse-may-change-the-way-you-earn-money-shop-or-even-chill-with-friends-in-the-future/slidelist/86677906.cms>.
- Sekalala, S., Dagrón, S., Forman, L., & Meier, B. M. (2020). Analyzing the human rights impact of increased digital public health surveillance during the COVID-19 crisis. *Health and human rights*, 22(2), 7-12
- Shami, M. R., Bigdeli Rad, V. and Moinifar, M. (2023). Evaluation and measurement of indicators of quality of urban smart living in Tehran city. *Journal of Sustainable city*, 5(4), 177-192. <https://doi.org/10.22034/jsc.2022.297019.1513>. [in Persian]
- Sharifi, A., Khavarian-Garmsir, A. R., & Kummitha, R. K. R. (2021). Contributions of smart city solutions and technologies to resilience against the COVID-19 pandemic: A literature review. *Sustainability*, 13(14), 8018. <https://doi.org/10.3390/su13148018>
- Stephenson, N. *Snow Crash: A Novel*; Random House Publishing Group: New York, NY, USA, 2003.
- Tariq, Z., Sami, Y., & Khan, J. (2020). Smart cities and sustainability: A review of technological applications. *Urban Technology Research Journal*, 15(3), 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.urbanst.2020.03.002>
- Wang, J. and Medvegy, G., (2022). "Exploration of the future of the metaverse and smart cities". *ICEB 2022 Proceedings (Bangkok, Thailand)*. 12. <https://aisel.aisnet.org/iceb2022/12>
- Yang, R., Li, L., Gan, W., Chen, Z., & Qi, Z. (2023, April). The human-centric metaverse: A survey. *In Companion Proceedings of the ACM Web Conference 2023 (pp. 1296-1306)*. <https://doi.org/10.1145/3543873.3587593>.
- Zhao, Y., Luo, J., & Li, H. (2021). The role of digital technologies in social interactions and

access to education. *Social Studies Journal*, 18(4), 56-68. <https://doi.org/10.1016/j.socstud.2021.04.009>  
Zhao, H., & Zheng, T. (2020). Emerging technologies and their impact on reducing greenhouse gas emissions and optimizing resource consumption. *Urban Environmental Journal*, 22(1), 122-133. <https://doi.org/10.1016/j.urbanenv.2020.01.003>