

Metaverse and Smart Cities

Gholamreza Miri *

Assistant Professor, Faculty of Art and Architecture,
Department of Geography and Urban Planning, Islamic
Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran.

Abolfazl Barahouei Nejad

PhD Student, Faculty of Art and Architecture,
Department of Geography and Urban Planning, Islamic
Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran.

Tayebe Gholasi

PhD Student, Faculty of Art and Architecture,
Department of Geography and Urban Planning, Islamic
Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran.

Abstract

Since the inception and establishment of cities, they have served as the foundation and hub for economic-social, political, and physical-spatial transformations. Throughout history, humanity has undergone two major revolutions: the agricultural revolution and the industrial revolution, and is currently experiencing the third revolution—the information revolution—which continues to impact cities and the way citizens live. This, in turn, leads to changes in the cities and the components that constitute them. The information revolution is increasingly influenced by new technologies. The metaverse, one of these new technologies with great potential, is considered as the future of technology and a possible replacement for the future internet. It is emerging and expanding within cities. The metaverse, as a combination of virtual and physical realities, merges the virtual world with the real one, holding high potential for urban planning and development. In the context of smart urban growth and smart cities, cities that are electronic, virtual, and digital are continuously evolving. The newest form of these cities can be referred to as metaverse cities, which, with the expansion of the metaverse, are experiencing both theoretical and practical developments. This study explores metaverse cities and the impact of the metaverse on cities regarding four key components of smart cities, including smart citizens as the main stakeholders and actors in the city, smart transportation as a crucial element of the city, smart tourism as an important part of the contemporary urban economy, and smart security as a vital aspect of citizens' lives. This research is a library-based study utilizing a descriptive-analytical approach, drawing on updated and credible sources. The overall results of the study indicate that the metaverse is increasingly expanding in today's world, both in terms of academic studies and practical implementation. Future smart cities will essentially be smart and metaverse cities.

Keywords: metaverse, smart citizens, smart tourism, smart security, smart transportation

* Corresponding Author: Gholam_reza_miri@yahoo.com

متاورس و شهر هوشمند

غلامرضا میری *

استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

ابوالفضل براهویی نژاد

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

طیبه قلاسی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

چکیده

شهرها از آغاز پیدایش و حیات خود تاکنون، بستر و کانون فعالیت‌ها و تحولات اقتصادی-اجتماعی و سیاسی-کالبدی بوده‌اند. بشر از آغاز حیات تاکنون، دو انقلاب مهم کشاورزی و صنعتی را پشت سر گذاشته و در حال گذراندن انقلاب سوم یعنی انقلاب اطلاعاتی است که همواره موجب تغییر در شهرها و نحوه زندگی شهروندان شده که این نیز خود موجب تغییر در شهرها و مؤلفه‌های سازنده‌اش می‌شود. این انقلاب اطلاعاتی، هر روز تحت تأثیر فناوری‌های جدید قرار می‌گیرد. متاورس، یکی از این فناوری‌های نوین با پتانسیل بالا بوده که از آن به عنوان بعد آینده فناوری و جایگزین آینده اینترنت یاد می‌شود و در حال ظهور و گسترش در شهرها است. متاورس به عنوان ترکیبی از واقعیت مجازی و فیزیکی، دنیای مجازی و واقعیت را ادغام نموده و پتانسیل بالایی در شهرها و برنامه‌ریزی برای آن وجود دارد. در رشد هوشمند شهری و شهرهای هوشمند، همواره شهرهای الکترونیک، مجازی و دیجیتال در حال به‌روز شدن هستند. در جدیدترین نوع این شهرها می‌توان از شهرهای همزاد و متاورسی سخن به میان آورد که با گسترش متاورس در حال چرخش مطالعاتی و کاربردی هستند. در این پژوهش، شهرهای متاورسی و تأثیر متاورس در شهرها در چهار مؤلفه مهم شهر هوشمند شامل شهروندان هوشمند به عنوان سهامداران و بازیگران اصلی شهر، حمل و نقل هوشمند به عنوان جزء مهمی از شهر، گردشگری هوشمند به عنوان جزء مهمی از اقتصاد امروزی شهرها و امنیت هوشمند به عنوان جزء مهمی از زندگی شهروندان مورد بررسی قرار خواهد گرفت. این پژوهش، پژوهشی کتابخانه‌ای و بر مبنای رویکرد توصیفی-تحلیلی از منابع به‌روز و معتبر است. نتایج کلی پژوهش نشان داد که متاورس در دنیای امروزی در حال گسترش روزافزون، چه از لحاظ مطالعات دانشگاهی و چه در مقیاس عمل و پیاده‌سازی است و شهرهای هوشمند آینده اصولاً شهرهایی هوشمند و متاورسی خواهند بود.

کلیدواژه‌ها: متاورس، شهروند هوشمند، گردشگری هوشمند، امنیت هوشمند، حمل و نقل هوشمند

مقدمه

گسترش روزافزون فناوری‌های نوین، شبکه جهانی اینترنت، گوشی‌های هوشمند و در کل انقلاب اطلاعاتی، موجب تغییر در شکل، عملکرد و کارکرد شهرها و مؤلفه‌های سازنده آن‌ها و نیز زندگی روزمره شهروندان شده، به‌نوعی که امروزه سخن از شهر الکترونیک، شهر دیجیتال، شهر هوشمند، شهر مجازی و همچنین، سایر ابعاد آن مانند حمل‌ونقل هوشمند، اقتصاد و تجارت هوشمند، گردشگری هوشمند، شهروند هوشمند و در یک کلام زندگی هوشمند به میان آمده است. یکی از این فناوری‌های نوین که به نظر می‌رسد تغییر و تحولی بنیادین در هوشمندسازی و مجازی شدن شهرها را در پی خواهد داشت، متاورس است.

متاورس^۱ واژه‌ای است که از ترکیب خلاقانه دو کلمه «متا» به معنای فراتر و ریشه «ورس»^۲ از یونیورس^۳ به معنای جهان یا گیتی ایجاد شده است؛ بنابراین، معنای لغوی این واژه را می‌توان با عنوان «جهان برتر» یا «برتر از جهان» در نظر گرفت. اگرچه مفهوم متاورس (با معنای تحت‌اللفظی «فراتر از کیهان») تعریف یکسانی ندارد اما به‌عنوان یک دنیای سه‌بعدی مجازی شناور و ثابت توصیف شده است که در آن، افراد از طریق یک آواتار با هدف لذت بردن از سرگرمی، خرید و تعامل با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند (Polona et al., 2022).

مفهوم متاورس برای اولین بار در سال ۱۹۲۲ مطرح شد (Cline, 2011; Yoo et al., 2022). این اصطلاح برای اولین بار توسط نیل استفنسون در رمانش با عنوان «تصادف برف»^۴ ابداع گردید (Ali et al., 2023; Duan et al., 2021) و با فیلم Ready Player One در سال ۲۰۱۸، توجهات را به خود جلب کرد (Cline, 2011; Duan et al., 2021). این فیلم، دنیایی مجازی با نام OASIS را توصیف می‌کند که در آن همه می‌توانند به دنیای مجازی متصل شوند و به‌صورت مجازی هر کار و سفارشی را انجام دهند که با استفاده از فناوری‌های در دسترس همچون نمایشگر سربند^۵ (HMD) برای واقعیت مجازی^۶ (VR) و مدل‌سازی دنیای فیزیکی انجام می‌شود (Duan et al., 2021). از نقطه‌نظر فناوری، متاورس معمولاً تکامل اینترنت به سمت «Web3» در نظر گرفته می‌شود (Web1 وب جهانی و Web2 به معنای ظهور رسانه‌های اجتماعی است) که در آن، افراد توانمند شده و فعالانه در ایجاد جهان‌های مجازی مشارکت دارند (Polona et al., 2022)؛ بنابراین، متاورس را می‌توان دنیایی مجازی اما دارای ارتباط نزدیک با زندگی واقعی دانست. به عبارت دیگر، متاورس یک دنیای مجازی مبتنی بر کاراکترهای سه‌بعدی است که در آن فعالیت‌های روزمره توسط آواتارهایی انجام می‌شود که منعکس‌کننده واقعیت هستند (Mystakidis, 2022). در تعریفی دقیق‌تر، متاورس به‌عنوان دنیایی تعریف شده است که حتی در آن، واقعیت‌های مجازی و فیزیکی با یکدیگر تعامل دارند، با هم تکامل می‌یابند و فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی در آن ارزش‌گذاری می‌شوند (Lee et al., 2021). چنین فعالیت‌هایی می‌تواند از اوقات فراغت و بازی گرفته تا تعاملات حرفه‌ای و تجاری، تراکنش‌های مالی یا حتی مداخلات بهداشتی مانند جراحی را شامل شود (Polona et al., 2022). توسعه نسل جدید فناوری اطلاعات، دوقلوی دیجیتال (همزاد دیجیتال^۸) را قادر می‌سازد تا دنیای فیزیکی را به فضای دیجیتال مجازی تغییر شکل دهد و پشتیبانی فنی را برای ساخت‌وساز متاورس ارائه نماید (Lv et al., 2022).

1. metaverse

2. meta

3. verse

4. universe

5. snow crash

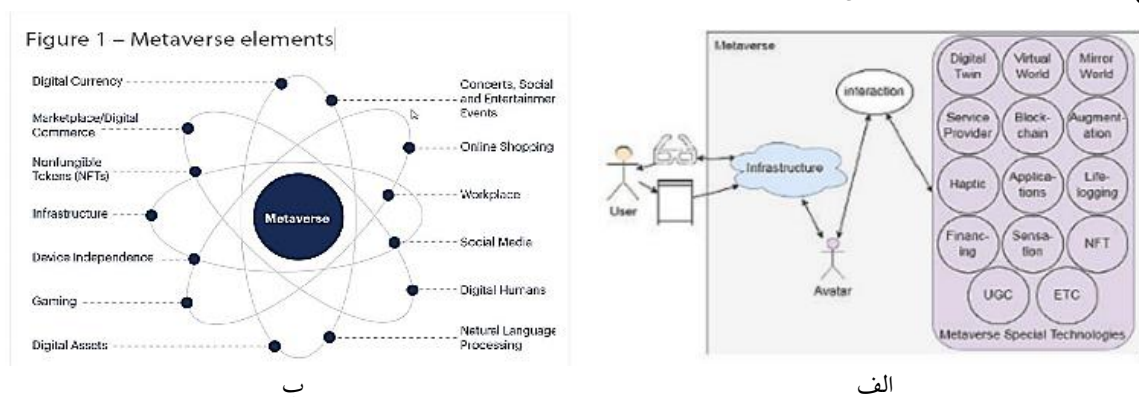
6. head-mounted display

7. Virtual reality (vr)

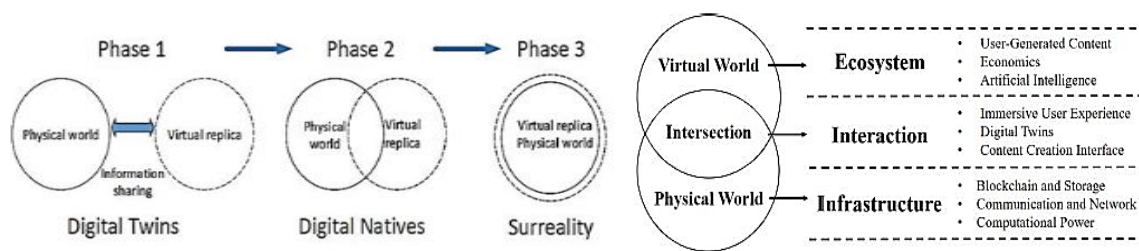
8. digital twins

استفنسون و لی^۱، متاورس را به عنوان یک دنیای مجازی سه بعدی عظیم تعریف می کنند که محیطی موازی با دنیای فیزیکی و واقعی ما دارد که در آن کاربران می توانند با استفاده از آواتارهای دیجیتال تعامل داشته باشند (Ali et al., 2023). بدین معنا، واقعیت مجازی، بعد آینده فناوری است (Dahan et al., 2022). این واقعیت مجازی به بارزترین و بهترین شکل تاکنون، در متاورس نمود و تجلی یافته است. به عبارت دیگر، متاورس یعنی فناوری آینده. وینبرگر^۲ در مطالعه ای مروری به این نتیجه می رسد که تعریف جامعی از متاورس علی رغم مشکل بودن، می تواند این گونه باشد: «متاورس یک وب به هم پیوسته از جهان های مجازی فراگیر است که تا حدی با دنیای فیزیکی هم پوشانی دارند و آن را تقویت می کنند». این دنیای مجازی، کاربرانی را که توسط آواتارها نشان داده می شوند، قادر می سازد تا با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و با هم تعامل داشته باشند، تجربه کنند و محتوای تولید شده توسط کاربر را در محیطی فراگیر، مقیاس پذیر، هم زمان و پایدار مصرف نمایند (Weinberger, 2022). باین حال، پارسی^۳ اظهار می دارد که متاورس دنیای وسیعی است که می تواند همه چیز را در اجزاء و لایه های خود در بر گیرد و پیشرفت و دگرگونی مهم بعدی در ارتباطات جهانی باشد (Parisi, 2021). با اینکه دامنه دقیق و تأثیر متاورس بر جامعه و اقتصاد هنوز ناشناخته است اما می توان دید که متاورس با طیف وسیعی از فرصت ها و همچنین تعدادی از مخاطرات در حوزه های مختلف همراه خواهد بود؛ بنابراین، متاورس به عنوان الگوی نسل بعدی اینترنت در نظر گرفته می شود که به کاربران، محیط مجازی سه بعدی شبیه به واقعیت را با امکانات متنوع ارائه می دهد که ریسک ها و خطراتی را نیز به همراه دارد. به عنوان مثال، غوطه ور شدن دیجیتال در متاورس می تواند تأثیرات منفی شدیدی بر سلامتی داشته باشد، به ویژه برای گروه های آسیب پذیر مانند خردسالان که ممکن است به حفاظت خاصی نیاز داشته باشند (Polona et al., 2022). بدین ترتیب، در حین پیچیدگی و درک کمتر، می تواند زندگی را به طور قابل توجهی تغییر دهد.

متاورس، یک دامنه کاملاً جدید و برنامه ای برای تقویت و توسعه ارتباطات جامع است. توسعه سریع ارتباطات اینترنتی، تکنیک ها و پلتفرم های سخت افزاری، تمرکززدایی، ترکیبی از مجاز و واقعیت و کنش متقابل بالای انسان و کامپیوتر، از ویژگی های بارز متاورس به شمار می روند (Sharples & Domingue, 2016). متاورس، متشکل از انواع مختلفی از فناوری ها همچون داده های بزرگ، تعامل، هوش مصنوعی (AI^۴)، طراحی بازی، محاسبات اینترنتی، اینترنت اشیاء (IoT^۵) و بلاک چین^۶ است (Lin et al., 2022). شکل ۱ شامل الف) چارچوب فناوری، ب) عناصر، ج) معماری سه لایه و د) مراحل توسعه متاورس است.



1. Stephenson and Lee
2. Weinberger
3. Parisi
4. artificial intelligence
5. internet of things
6. blockchain

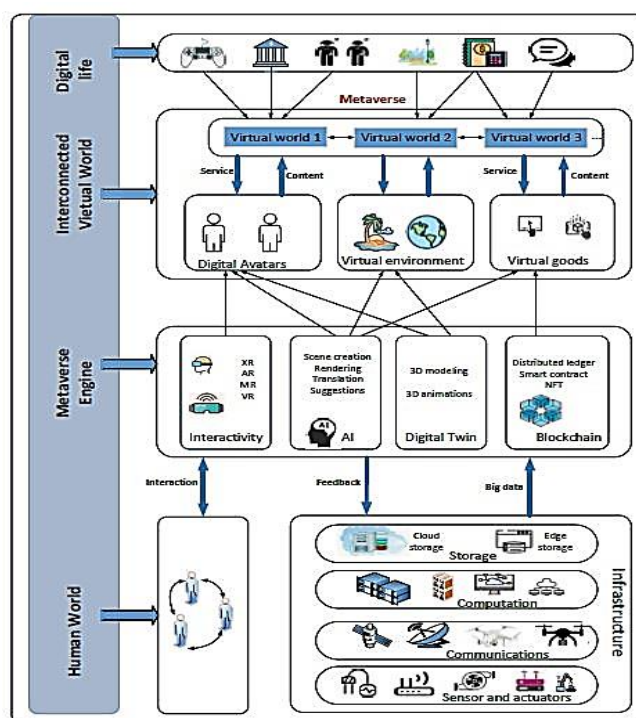


د

ج

شکل ۱. الف) چارچوب متاورس (Lee et al., 2021)؛ ب) عناصر متاورس (Polona et al., 2022)؛ ج) معماری سه لایه متاورس (Duan et al., 2021)؛ د) مراحل توسعه متاورس (Wang et al., 2022).

کارشناسان تأکید می‌کنند که متاورس به‌طور ایده‌آل چهار ویژگی فنی خاص «واقع‌گرایی»^۱، «در همه جایی»^۲، «تعامل متقابل»^۳ و «مقیاس‌پذیری»^۴ را نشان می‌دهد (Polona et al., 2022; Dionisio et al., 2013). برخی منابع دیگر، ناهمگونی^۵ و پایداری^۶، فراضایی-زمانی^۷، غوطه‌وری^۸ و همچنین، ساختار چندبعدی از لحاظ فناوری^۹ و اجتماع‌پذیری (O'Brolcháin et al., 2016) را نیز به‌عنوان خصیصه‌های این فناوری بیان کرده‌اند. برخی از محققان، معماری و ساختار متاورس را برآیند و نتیجه ادغام سه دنیای فیزیکی، دیجیتال و انسانی می‌دانند. شکل ۲، این ساختار را نمایش می‌دهد.

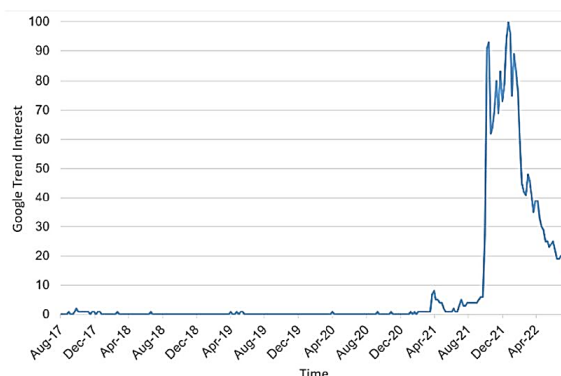


شکل ۲. معماری و ساختار متاورس (Wang et al., 2022; Ali et al., 2023).

1. realism
2. ubiquity
3. interoperability
4. scalability
5. heterogeneity
6. sustainability
7. hyper-spatiotemporality
8. immersiveness
9. multi-technology

اهمیت موضوع

تجزیه و تحلیل انتشارات فهرست شده در پایگاه داده Web of Science که عبارت "Metaverse" را در هر زمینه ای شامل می شود، موضوع افزایش شدید جست و جوی متاورس را آشکار می کند که در سال ۲۰۲۰، شش و در سال ۲۰۲۱، ۳۲ نشریه فهرست شد در حالی که از ژانویه تا اوت ۲۰۲۲، ۱۵۸ سند پیدا شد. علی رغم علاقه زیاد و اولین حضورش در داستان ۳۰ سال پیش، متاورس هنوز در مراحل ابتدایی خود است (Polona et al., 2022; Ning et al., 2023). شکل ۳، این حجم جست و جو را نمایش می دهد.



شکل ۳. حجم جست و جو برای کلمه "Metaverse" در طول زمان (نمودار شخصی بر اساس داده های Google Trends بازایی شده در ۱۸ اوت ۲۰۲۲): (Weinberger, 2022); (Ning et al., 2023).

مفهوم عمومی متاورس و کاربرد آن در زمینه های مختلفی مانند تجارت، علوم محاسباتی، آموزش و پرورش، خرده فروشی، بازی های اجتماعی و غیره در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در اینجا ذکر این نکته ضروری است که تمام موضوعات یاد شده، فعالیت هایی هستند که در بستر شهر به وقوع می پیوندند و در شهر هوشمند معنا می یابند. همچنین، کاربرد آن در شهر هوشمند به صورت عمومی در برخی مطالعات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است (بیشتر این مطالعات، به زبان های لاتین هستند) اما کمتر مطالعه ای در بررسی ادبیات و مرور آن یافت شد که به بررسی متاورس و کاربرد آن در اجزاء و ابعاد شهر مانند گردشگری یا حمل و نقل پرداخته باشد؛ بنابراین، خلأ پژوهش درباره متاورس در شهر هوشمند به زبان فارسی و خلأ کلی آن در بررسی و تأثیر متاورس در اجزاء شهر به عنوان مؤلفه های سازنده و تشکیل دهنده شهر، موجب نگارش پژوهش حاضر شد. این امر، اهمیت و جدید بودن موضوع پژوهش را با توجه به ضرورت و خلأ آن می رساند.

این خلأ، توجه بیشتر به مفهوم متاورس را در سال های اخیر می طلبد که علاوه بر حوزه مطالعات دانشگاهی و پژوهشی، به کاربرد و عملی شدن آن در شهر هم بازمی گردد چرا که شرکت های بین المللی در حوزه فعالیت های دیجیتال و مجازی، امروزه توجه بیشتری به این فناوری داشته اند به نحوی که فیس بوک، اخیراً نام خود را به متا تغییر داد و نگرش بر این است که این فناوری، آینده فناوری و جایگزین اینترنت جهانی خواهد شد. لذا، بیراه نگفته ایم اگر اذعان بداریم شهرهای آینده هم شهرهای متاورسی خواهند بود.

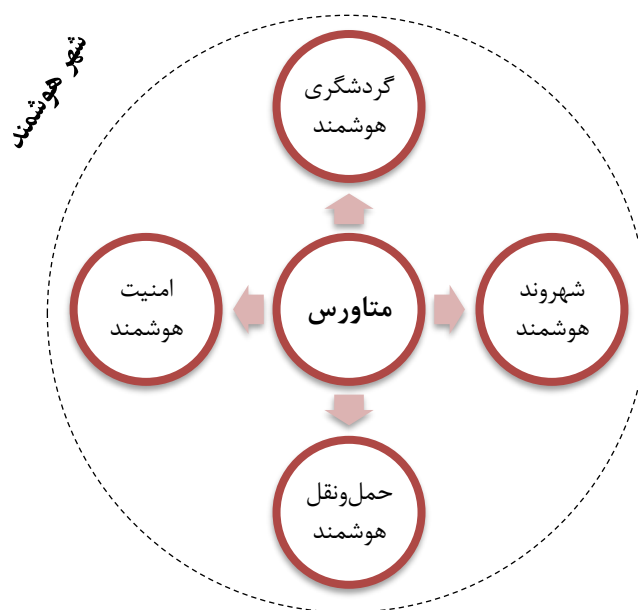
متاورس به تدریج خود را در زندگی مدرن امروزی گنجانده است. به همین جهت، درک، بهره گیری و نهایت استفاده از آن، امری لازم و حیاتی است (Lin et al., 2022). متاورس، اصطلاحی گسترده است که می تواند شامل هر چیز دیجیتالی در آینده باشد (Dahan et al., 2022) و تمامی ابعاد زندگی و شهرهای آینده را تحت تأثیر و تغییر قرار دهد. بدین ترتیب، لازم است شهرها و حوزه های آن برای رقابت، زیست پذیری، کیفیت زندگی، رفاه و بقا تغییر مسیر داده و به نوعی خود را با آن تطبیق دهند. فناوری های نوظهور بسیاری از موانع و محدودیت های پیشین (مانند فضا،

زمان و هزینه) را از بین می‌برند (Lin et al., 2022). از سوی دیگر، متاورس یک فناوری جدید و شاید جدیدترین فناوری است؛ بنابراین، هنوز به‌طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته و اجرا نشده است (Dahan et al., 2022). با توجه به پتانسیل عظیم متاورس، این فناوری در حال ورود و ظهور به عرصه‌های مختلف و صنایع گوناگون است (Duan et al., 2021). به همین سبب، نیاز است که به نقش و اهمیت این فناوری در شهر و زندگی بیشتر توجه و پرداخته شود چراکه به‌عنوان یک تکنولوژی جدید و به‌روز با امکانات متنوع، آینده هوشمندسازی و فناوری و ارتباطات مدرن در شهرها را رقم خواهد زد؛ بنابراین، با توجه به اهمیت این فناوری و نقش پررنگ و سازنده آن در شهرهای امروزی و هوشمندسازی، پژوهش حاضر به بررسی تأثیر و نقش این فناوری در گردشگری هوشمند، شهروند هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و امنیت هوشمند می‌پردازد.

از سوی دیگر، شهر و فضای شهری بستری است که حیات مدنی در آن جریان می‌یابد. وقایع، حوادث و رویدادهایی که حیات مدنی را به حیات واقعه‌ای تبدیل می‌کنند، در آن جریان می‌یابند و سبب می‌گردند تعاملات و خاطرات شکل گیرند (ربانی، ۱۳۸۱). به بیان ساده‌تر، شهر ظرفی است تاریخی که شهروندان، اجتماعات، فرهنگ و غیره را در بر می‌گیرد. از دیرباز تاکنون، هنگامی که انسان‌ها یک‌جانشین شدند و اجتماع و تعاملات به معنای واقعی شکل گرفت، شهر در سیر و گذر تحول تاریخی خود مراحل مختلفی را پشت سر گذارده است که موجب تغییر در شکل و ساخت و همچنین عملکرد و کارکرد آن شده است؛ از انقلاب کشاورزی گرفته تا انقلاب صنعتی و صنعتی شدن شهرها و انقلاب اطلاعاتی و فناوری امروزی که موجب تغییر شهرها به‌سوی شهر الکترونیک، شهر مجازی، شهر هوشمند، شهر دیجیتال و همزاد و شهرهای متاورس شده است.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از لحاظ گردآوری اطلاعات جزء مطالعات کتابخانه‌ای است و از لحاظ روش و تجزیه و تحلیل به‌صورت توصیفی‌تحلیلی و کیفی و از لحاظ ماهیت جزء تحقیقات توسعه‌ای است. بدین جهت، ابتدا با جست‌وجوی کلیدواژه‌های پژوهش در مقالات معتبر و به‌روز چند سال اخیر، مقالات دریافت و سپس با بررسی آن‌ها، تجزیه و تحلیل، تأثیر متاورس در شهر هوشمند و اجزاء آن استخراج شد. شکل ۵، مدل مفهومی پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۴. مدل مفهومی پژوهش

یافته‌ها

متاورس و شهر هوشمند

رشد روزافزون جمعیت شهری و نیاز به اختصاص سطوح جدید به فعالیت‌های انسانی به‌ویژه امر سکونت باعث رشد بی‌رویه شهرها در پیرامون خود شده است که نتیجه آن، شکل‌گیری مناطق مسکونی در اطراف شهرهاست. این رشد روزافزون جمعیت و مهاجرت به شهرها و در نتیجه، گسترش و رشد فضای کالبدی شهرها، موجب شکل‌گیری نظریات رشد هوشمند شهر و شهر هوشمند شد. جدول ۱، راهبردها و راهکارهای رشد هوشمند شهری در راستای دستیابی به شهر هوشمند و توسعه پایدار را نشان می‌دهد.

جدول ۱. شهر هوشمند، راهبردها و راهکارها

شاخص	راهبردهای رشد هوشمند	راهکارهای رشد هوشمند
تراکم	توسعه فشرده	- برنامه‌ریزی راهبردی و استراتژیک
الگوی رشد	توسعه درون‌بافتی	- خلق جوامع خوداتکا
اختلاط کاربری	کاربری اراضی مختلط	- بالا بردن قابلیت دسترسی و فرصت‌های حمل‌ونقل
مقیاس	مقیاس انسانی، ساختمان‌ها، بلوک‌ها و جاده‌های کوچک‌تر	- ایجاد جوامعی جذاب و با هویت از نظر مکان
خدمات عمومی	محلی، کوچک‌تر و منطبق بر دسترسی پیاده	- تشویق توسعه فشرده
حمل‌ونقل	ارائه روش‌های مختلف حمل‌ونقل و الگوهای کاربری اراضی که پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری را مدنظر دارد.	- تشویق توسعه درون‌بافتی
ارتباطات	جاده‌ها، پیاده‌روها و مسیرهای به‌شدت متصل به هم که هدایت سفرها را به‌صورت موتور و غیر موتور می‌سازد.	- فعالیت‌های متمرکز
طرح خیابان	خیابان‌ها در انطباق با فعالیت‌های متنوع طراحی شده‌اند (کاهش‌دهنده حجم ترافیک)	- مدیریت کارای پارکینگ
فرایند برنامه‌ریزی	با برنامه و مشارکتی	- شبکه‌های مناسب جاده‌ها
فضای عمومی	تأکید بر حوزه عمومی (محیط پیاده‌روها، پارک‌ها و تسهیلات عمومی)	- بهبود شرایط سفرهای غیر موتوری
		- به کار بردن مدیریت تقاضای حمل‌ونقل - TDM ^۱
		- بهبود طراحی خیابان برای ایجاد شبکه به هم پیوسته خیابان‌ها

اولین نمونه‌های موجود کاربرد متاورس در مشارکت آنلاین، تجربیات اجتماعی، بازی و سرگرمی، طراحی و شبیه‌سازی و کارآفرینی بود (Ali et al., 2023) اما به تدریج دامنه آن از لحاظ مطالعه و پژوهش دانشگاهی و همچنین، کاربرد و اجرای عملی به سایر حوزه‌ها گسترش یافت به نحوی که می‌تواند ساخت شهرهای کنونی و آینده را دگرگون کند. با ادغام عمیق مدیریت شهری و فناوری‌های جدید مانند داده‌های بزرگ فضایی، 5G و هوش مصنوعی، برنامه‌های کاربردی مرتبط با شهرهای هوشمند جدید به دغدغه‌های کلیدی صنعت اطلاعات جغرافیایی و جامعه تبدیل شده‌اند. دوره شکوفایی شهر هوشمند برای ساخت شهر دیجیتال به فناوری اطلاعات مکانی، فناوری پایگاه داده، فناوری واقعیت مجازی و فناوری شبکه رایانه‌ای متکی است. دوره توسعه شامل فناوری هوش مصنوعی، فناوری اینترنت اشیاء، فناوری ابر و فناوری داده‌های بزرگ مکانی-زمانی است. اساس شهر دیجیتال بر ساخت نوع جدیدی از شهر هوشمند بوده و دوره ساخت‌وساز ترکیبی از نوع جدیدی از فناوری مربوط به شهر هوشمند و فناوری سه‌بعدی واقعی برای تحقق دوقلوی دیجیتال است. شهر هوشمند متاورسی، متقابلاً ممکن است فناوری‌ها یا دستگاه‌هایی مانند

واقعیت افزوده^۱، واقعیت توسعه یافته^۲، رابط مغز-رایانه^۳ و دستگاه‌های فیزیکی را بر اساس دوقلوی دیجیتالی ادغام کند تا چشم‌انداز زیبای زندگی انسان در یک دنیای دونهادی قابل درک و رؤیت شود (Xinchang et al.). شکل ۵، نمونه‌هایی از کاربرد متاورس را در حوزه‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۵. نمونه‌هایی از کاربرد متاورس از چپ به راست، به ترتیب: در پزشکی، کنسرت مجازی و دوقلولهای دیجیتال یک کارخانه.

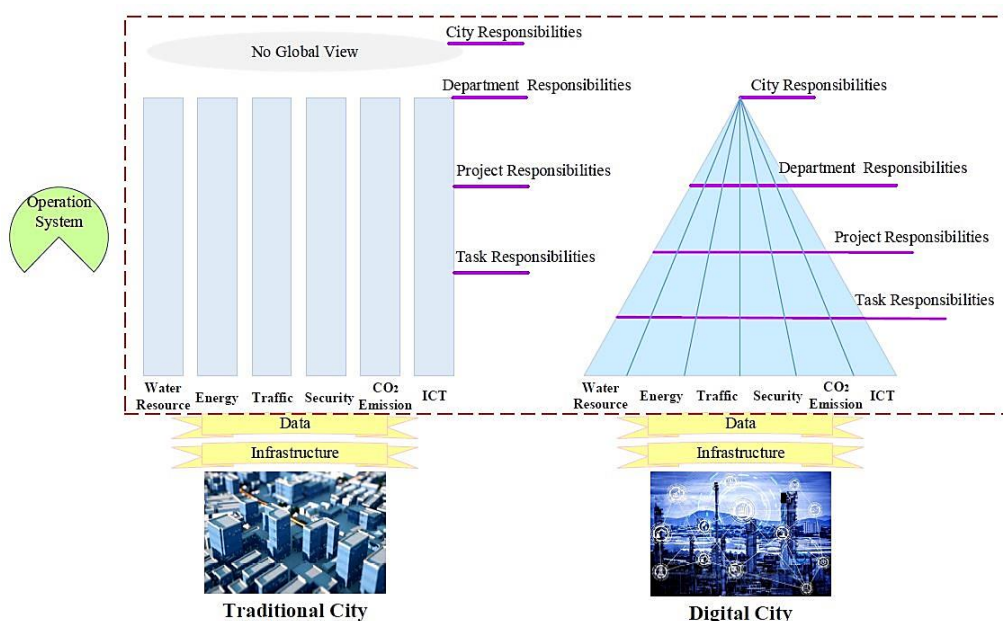
در طول تاریخ، شهرها مرکز توسعه اقتصادی، نوآوری‌های تکنولوژیکی، پیشرفت اجتماعی و ارتقاء توانایی‌های انسانی بوده‌اند. درحالی‌که تعداد و اندازه‌ها در حال رشد است (بیش از نیمی از جهان امروز در مناطق شهری زندگی می‌کنند)، شهرها نیز با چالش‌های عمده‌ای مانند تراکم، آلودگی، تخریب محیط‌زیست و افزایش نابرابری در دسترسی به فرصت‌ها و محیط‌های زندگی مناسب مواجه هستند. برای توسعه پایدار شهرها، بسیج دیدگاه‌های مختلف و گرد هم آوردن ذینفعان مختلف برای حل این مشکلات عمده شهری، ضروری است. نیاز به زیرساخت‌های جهانی در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار (SDGs)^۴، یک چشم‌انداز توسعه مشترک و استراتژیک از شهرهای هوشمند پایدار کنونی ما است. در این راستا، دوره آموزش الکترونیکی تسهیل شده در مورد شهرهای هوشمند در تاریخ ۴ نوامبر تا ۳ فوریه ۲۰۲۲، توسط بانک جهانی^۵ در دانشگاه نارسوان^۶ برگزار شد. این رویداد پیرامون چهار حوزه موضوعی که شهرهای هوشمند می‌توانند در آن مشارکت داشته باشند شامل زیرساخت جهانی، شهر هوشمند متاورسی، تحول مرزی و چشم‌انداز دارایی دیجیتالی و تضمین زیرساخت شهر هوشمند، تشکیل شد (OLCWB, Group) (2022).

مفهوم متاورس در جنبه‌های مختلف زندگی شهری (زندگی روزمره، اقتصاد، هنر، فرهنگ، سلامت و علم) کاربرد دارد. بهبود در برنامه‌ریزی شهری و راهکارهای هوشمندسازی، دو کاربرد شناخته شده MR/XR/AR/VR^۷ در یک شهر هوشمند هستند. این برنامه‌ها شامل سیستم‌های هوشمند برای مدیریت ساختمان، پارکینگ و علائم ترافیکی و نیز کاربرد آن‌ها در متاورس در گردشگری، تفریح، سرگرمی، حمل‌ونقل و امنیت شهر هوشمند هستند (Ali et al., 2023; Duan et al., 2021; Lv et al., 2022).

نقش متاورس در شهرهای هوشمند در پتانسیل بالای آن‌ها به منظور کاربرد در سیستم‌های قدرت و نیرو (مانند بخش‌های آب و برق)، کاربرد در اینترنت همراه سلامت^۸ (مانند پزشکی از راه دور، ویزیت دیجیتال و مشاوره الکترونیکی درمانی، بهداشتی و دارویی)، متاورس اجتماعی، پردیس مجازی متاورس، بازی، تفریح و سرگرمی، وسایل

1. augmented reality
2. extended reality
3. brain-computer interface
4. sustainable development goals
5. world bank
6. naresuan university
7. mixed reality
8. e-health

نقلیه اتوماتیک و خودران و غیره است. این نقش و اهمیت در دنیای فناوری و مجازی امروزی به گونه‌ای است که اصولاً توسعه شهرهای هوشمند را به‌طور فزاینده‌ای بر فناوری متاورس متکی دانسته و نقش فناوری اطلاعات فیزیکی یا مجازی بر پایه متاورس، نقشی کلیدی در شهر هوشمند و پایداری عنوان شده است (Yoo et al., 2022). به‌طور کلی، متاورس و اجزاء وابسته به آن مانند همزادهای دیجیتال، می‌تواند ادراک و توانایی تصمیم‌گیری شهر و مدیریت شهری را بهبود ببخشد، دید وسیع‌تری برای برنامه‌ریزی و پیشرفت آینده آن به ارمغان آورد و موجب بهبود کارایی شهر و سطح حکمرانی و حکمروایی در آن شود (Lv et al., 2022). شکل ۶، مقایسه عملکرد بین شهرهای سنتی و شهرهای دیجیتالی (مانند شهرهای هوشمند و شهرهای متاورسی) و شکل ۷، نمونه‌ای از کاربرد متاورس در ساخت مجازی پردیس دانشگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۶. مقایسه عملکرد بین شهرهای سنتی و شهر دیجیتالی (هوشمند و متاورسی) (Lv et al., 2022).



شکل ۷. گوشه‌ای از دانشگاه چینی شنزن هنگ کنگ با فناوری متاورس (Duan et al., 2021).

با اینکه مفهوم و موضوع «شهر هوشمند» در جهان و ایران موضوع جدیدی نیست و در دهه اخیر در ایران از نظر آکادمیک و ساختارهای پیاده‌سازی و اجرا به‌شدت مورد توجه قرار گرفته است اما مطرح شدن شهرهای «متاورسی»

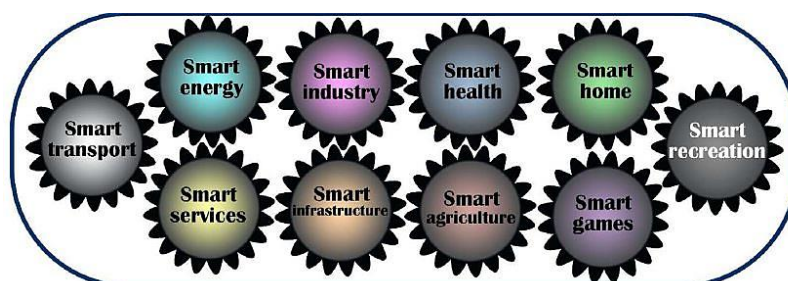
و «کریپتویی»^۱ (دیجیتالی) هوشمند که با توجه به ابعاد اقتصادی و مالی خود با شتاب بسیار بالایی در جهان در حال گسترش هستند، موضوعی کاملاً جدید و بدیع است که نیاز به پژوهش و بررسی در تمامی ابعاد مختلف شهرسازی دارد (شکوهی، ۱۴۰۰)؛ بنابراین، شهر هوشمند، شهری است با مؤلفه‌های هوشمند و برعکس، هوشمند شدن مؤلفه‌های شهر یعنی هوشمند شدن شهر. شکل ۸، متاورسی شدن پروژه‌ها و مؤلفه‌های شهر هوشمند، شکل ۹، سطوح مختلف پیاده‌سازی دوقولوهای دیجیتال در یک شهر متاورسی، شکل ۱۰، مؤلفه‌های ضروری شهر هوشمند و شکل ۱۱ اجزاء شهر هوشمند متاورسی را نمایش می‌دهد.



شکل ۸. متاورسی شدن مؤلفه‌ها، ابعاد و پروژه‌های شهر هوشمند



شکل ۹. سطوح مختلف پیاده‌سازی دوقولوهای دیجیتال در یک شهر متاورسی: ۱- تحلیل و بررسی توصیفی، ۲- مدل‌سازی پیش‌بینی شده، ۳- برنامه‌ریزی سناریو و شبیه‌سازی‌ها، ۴- برتری عملکردی (White et al., 2021).



شکل ۱۰. مؤلفه‌های ضروری شهر هوشمند (Ashraf, 2021).



شکل ۱۱. اجزاء شهر هوشمند متاورسی (ایرانپور و همکاران، ۱۴۰۱).

بدین ترتیب، به منظور بررسی متاورس و تأثیر آن بر شهر هوشمند نیاز است این بررسی در مؤلفه‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. در این پژوهش، همان‌طور که در مدل مفهومی نیز به نمایش در آمد، چهار مؤلفه شهر در شهر هوشمند یعنی شهروندان به عنوان بازیگران اصلی آن، حمل و نقل به عنوان یک بخش مهم در کالبد، گردشگری به عنوان یک بخش مهم اقتصادی و امنیت به عنوان یکی از اجزاء ضروری زندگی در شهر، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

متاورس و گردشگری هوشمند

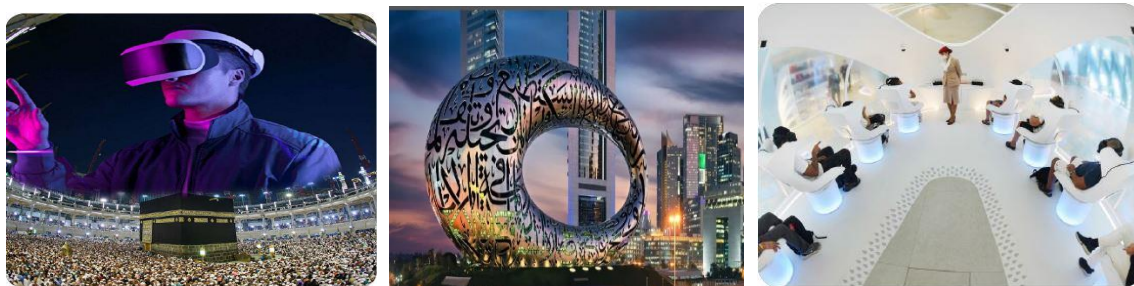
امروزه، ردپای متاورس را نه تنها در بازی‌های کامپیوتری بلکه در عرصه‌های مختلف مانند صنعت گردشگری و هتلداری نیز می‌توان دید؛ یک تکنولوژی که به لطف آن، مرزهای تجربیات گردشگری جابه‌جا شده است (Gursoy et al., 2022). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های متاورس، احساس حضور واقعی و امکان تعامل واقعی افراد با یکدیگر است. در این دنیای مجازی، تعداد نامحدودی از افراد می‌توانند به‌طور هم‌زمان در یک مکان حضور پیدا کنند و مانند زندگی روزمره خود، به خرید و فروش لوازم موردنیاز، بازی، خرید زمین، ساخت‌وساز و شرکت در رویدادها و ملاقات مجازی بپردازند و در کسری از ثانیه، از مکانی به مکان دیگر سفر کنند (Koo et al., 2023).

واقعیت افزوده و واقعیت مجازی سال‌هاست که در دنیای دیجیتال و گردشگری وجود دارند اما متاورس می‌تواند این تجربیات را به سطح جدیدتر و پیشرفته‌تری برساند. متاورس در گردشگری با ارائه خدمات جدیدی مانند «امتحان قبل از خریدن»، تأثیر بسیاری بر نحوه انتخاب مسافران و تجربیات آن‌ها دارد (۳۴). همچنین، به کمک متاورس در هتل‌ها می‌توان واقعیت ترکیبی، ترکیبی از واقعیت مجازی و واقعیت افزوده را تجربه کرد. این تکنولوژی که یکی از ویژگی‌های اصلی کاربرد متاورس است، با ایجاد ارتباط میان دنیای فیزیکی و دیجیتال، سطح تعاملات میان انسان، محیط و کامپیوتر را ارتقاء می‌بخشد و احساس حضور واقعی در مکان را تداعی می‌کند (Suanpang et al., 2022a). کارشناسان صنعت گردشگری معتقدند متاورس یک ابزار مکمل برای فعالان صنعت گردشگری است و قرار نیست جایگزین تجربه‌های واقعی سفر شود. برای مثال، هتل‌های زنجیره‌ای، برندهای گردشگری، آژانس‌های مسافرتی و سایر مشاغل گردشگری می‌توانند از تکنولوژی متاورس برای نمایش مجازی محصولات و خدمات خود استفاده کنند. مسافران و گردشگران هم می‌توانند بدون هزینه اضافه، از خانه خود به شهرهای مختلف بروند و هتل‌ها و جاذبه‌ها را به کمک تصاویر سه‌بعدی واقعی و صداها مقایسه کنند (Suanpang et al., 2022b).

استفاده از فناوری متاورس در صنعت گردشگری، فرصت‌های جدیدی برای پیاده‌سازی استراتژی‌های فروش و بازاریابی، تکنیک‌های مدیریت درآمد، بهینه‌سازی عملیات روزانه و ارتقاء تجربه مهمانان فراهم می‌کند. ظرفیت بالای متاورس به یاری فعالان این حوزه می‌آید تا پیشنهادهای خود را برای افزایش درآمد ارائه دهند و با گسترش دامنه مخاطبان خود و ارتباط با بازار هدف جدید، گردشگران را جذب کنند (Trunfio & Rossi, 2022).

مزایای استفاده از متاورس در گردشگری و جذب گردشگران شامل برگزاری تورهای مجازی، انتخاب راحت‌تر مقصد سفر، پرداخت آسان، بهبود تجربه سفر، تفریحات لذت‌بخش‌تر، جذب سرمایه‌گذاران، استفاده از بلیت‌های NFT^۱ هواپیما، دسترسی به سالن‌های فرودگاه در متاورس، برگزاری مجازی رویدادها، جذب نسل Z (متولدین دهه ۲۰۱۰-۱۹۹۰)، راه‌اندازی فروشگاه و افزایش درآمدزایی، افزایش ارتباطات داخلی کسب‌وکارها، برگزاری جلسات و رویدادهای مجازی، ارتقاء مدیریت ارتباط با مشتری، راه‌اندازی آرنا‌های مسافرتی آنلاین بر پایه NFTها، هتل‌های دیجیتال متاورسی^۲، دیجیتالی شدن املاک و استراحتگاه‌های لوکس بر پایه توکن‌سازی و غیره است. از محدودیت‌های آن نیز می‌توان عدم دسترسی، عدم یکپارچگی، عدم محدودیت و مشکلات سخت‌افزاری واقعیت مجازی و افزوده را نام برد (Deng et al., 2021; Shao et al., 2019).

به دنبال اقتصاد کشاورزی و صنعتی، اقتصاد دیجیتال به شکل اصلی اقتصاد در دهه‌های اخیر همراه با پیشرفت سریع، تشعشعات گسترده و تأثیر بی‌سابقه، تبدیل شده است. اقتصاد دیجیتال در حال ترویج تغییرات عمیق در شیوه تولید، شیوه زندگی و حکمرانی شهرها است. در اقتصاد جهانی رقابتی و تغییر الگوهای رقابتی در بازارهای آزاد، شهرها به‌عنوان موتورهای محرک رشد اقتصادی، بستر این تغییرات و رقابت هستند (Ashraf, 2021)؛ بنابراین، تغییر اقتصاد و الگوی آن به معنای تغییر اجزاء و ابعاد نموده‌های اقتصادی در شهر است. یکی از این اجزاء، صنعت گردشگری بوده که نقش عمده و تأثیر بسزایی در اقتصاد هر شهر ایفا نموده و موجب جذب گردشگران داخلی و خارجی بسیاری خواهد شد. بالطبع، تغییر در فرم و عملکرد شهر و دیجیتالی و هوشمند شدن آن، موجب تغییر در فرم و عملکرد اجزاء و مؤلفه‌های سازنده آن و در نتیجه، تغییر در بخش گردشگری نیز خواهد شد. بر این اساس، موضوع گردشگری هوشمند و مجازی مطرح خواهد شد که در این بخش به آن پرداخته خواهد شد. یکی از فناوری‌هایی که شاید در این بخش پررنگ‌تر و مهم‌تر از سایر بخش‌ها باشد، به دلیل پتانسیل بالای آن در این حوزه، فناوری جدید متاورس است. شکل ۱۲، نمونه‌هایی از به‌کارگیری متاورس در گردشگری و دنیای سفر را نمایش می‌دهد.



شکل ۱۲. نمونه‌هایی از کاربرد متاورس در صنعت گردشگری؛ از راست به چپ: هواپیمایی امارات؛ موزه آینده دبی، کعبه.

بدین ترتیب می‌توان گفت، شهرها به‌عنوان میادین اصلی جنگ ساخت‌وساز اقتصادی، با سریع‌ترین پیشرفت، فراوان‌ترین اطلاعات و سرمایه بسیار متمرکز هستند. فرایند اطلاع‌رسانی، تفریح و سرگرمی، گردشگری و غیره شهری به‌سرعت در حال دگرگونی و پیشرفت است و تقاضا برای اطلاعات جغرافیایی و گردشگری در حالت اوج خود قرار

1. non-fungible token
2. M social decenterland

دارد (Khan et al., 2020) چراکه با روند کنونی دستیابی به اینترنت و گوشی‌های هوشمند، گردشگران به راحتی می‌توانند مقصد موردنظر خود را بر اساس اطلاع از جاذبه‌های تفریحی و توریستی آن انتخاب کنند. با این حال، علاوه بر جاذبه‌های تاریخی و باستانی در شهرها که البته همه شهرها از آن بهره‌مند نیستند، جاذبه‌های مجازی و دیجیتالی در شهرهای کنونی نیز می‌تواند عاملی در راستای جذب گردشگران و مسافران باشد. متاورس به عنوان مفهوم و فناوری جدید با پتانسیل بالقوه بالا می‌تواند نقشی کانونی در این راستا ایفا کند و شهرها را تبدیل به کانون‌های تفریح و سرگرمی برای گردشگران و نیز شهروندان نماید؛ بنابراین، می‌توان گفت که متاورس روشی را که در آن صنعت مهمان‌نوازی و گردشگری فعالیت می‌کند، تغییر خواهد داد. با اینکه از گردشگری فراج جهانی متاورسی سخن به میان می‌آید اما علی‌رغم گسترش دامنه تحقیقات در متاورس، هنوز مفهوم گردشگری متاورسی در این صنعت به خوبی شناسایی نشده است (Gursoy et al., 2022; Koo et al., 2023). فناوری‌های اصلی گردشگری متاورس به سطح جدیدی از تجربیات همه‌جانبه منجر خواهد شد و گردشگران متاورس می‌توانند انتظارات واقع‌بینانه تری را در مرحله قبل از سفر ایجاد کنند. در نهایت، گردشگری متاورس، مدل تجاری جدید اقتصاد خلاق را ارائه می‌دهد. گردشگران باید شروع به درک اکوسیستم گردشگری فراج جهانی نموده و تجربه گردشگری فراج جهانی در مراحل قبل، حین و پس از سفر را به دقت بررسی کنند (Koo et al., 2023).

متاورس و شهروند هوشمند

تغییرات اخیر در شهرهای هوشمند نشان می‌دهد که کارکردهای شهری در حال هوشمند شدن هستند و اصولاً این اتفاق رخ داده است و اصولاً «خط حائل بین آنالین و آفلاین در شهر» از بین رفته است. البته، شهروندان مانند گذشته در فضای فیزیکی شهری قدم می‌زنند. با این حال، ما اکنون دائماً از طریق تلفن‌های هوشمند و تبلیغات دیجیتال در فضای باز در مناطق مرکزی شهر در معرض اطلاعات عمومی و تجاری در زمان واقعی هستیم (Gogolin et al., 2014).

تکامل سریع فناوری‌های اطلاعات، ارتباطات و سرگرمی، زندگی شهروندان را متحول کرده و در نهایت، جامعه را متحول خواهد کرد (O'Brolcháin et al., 2016). در این میان، مقوله شهروند هوشمند تأثیر مهم و بسزایی در شکل‌گیری شهر هوشمند دارد چراکه این انسان است که شهرها را ساخت و سپس با انقلاب‌های کشاورزی و صنعتی موجب تغییر و دگرگونی اساسی در ساخت، فرم و کارکرد، شکل و عملکرد این شهرها شد. بر این مبنا، انسان به عنوان یک مظلوف اصلی در ظرف شهر، فناوری‌ها، تکنولوژی و ارتباطات را ابداع و اختراع کرد و شهرها را هوشمند ساخت. سپس در این شهرها به عنوان شهروند زیست و شهروند هوشمند شد؛ بنابراین، شهروندان هوشمند، بازیگران اصلی شهر هوشمند هستند. در راستای هوشمندسازی شهرها و شهروندان، انقلاب اطلاعاتی و ارتباطاتی نقش اصلی و عمده‌ای را بر عهده داشته است. از جمله این فناوری‌ها، ظهور و گسترش اینترنت و وسایل و تجهیزات ماحصل آن مانند گوشی‌های هوشمند بود. از جمله جدیدترین این فناوری‌های هوشمند و دیجیتالی بالقوه و با توان بالای سیر در دنیای مجازی، متاورس است که با هوشمندسازی و مجازی‌سازی شهرها، شهروندان و فعالیت‌های آن‌ها در شهر را نیز به نوعی مجازی و هوشمند خواهد کرد.

با پیشرفت فناوری‌های ارتباطی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء، مفهوم شهرهای هوشمند متولد شده است. توسعه همه‌جانبه صنعت دیجیتال و استفاده از داده‌ها به عنوان انرژی جدید، ابزار نوین مهمی برای تغییر وابستگی رشد اقتصادی به انرژی طبیعی است. بدین ترتیب، ترکیب دیجیتالی شدن با صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کربن کمتر می‌تواند به طور مؤثر استفاده منطقی از منابع شهر را بهبود ببخشد (Sakib et al., 2022) و گامی در راستای دستیابی

به اصول و اهداف توسعه پایدار باشد. نکته مهم در این موضوع و چرخه این است که شهروندان به‌عنوان بازیگران اصلی شهرها، مصرف‌کنندگان اصلی این انرژی‌ها و منابع هستند؛ بنابراین، تحقق شهروند هوشمند به‌نوعی تحقق شهر هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و غیره و برعکس است. به بیان ساده‌تر، شهر هوشمند و شهروند هوشمند، رابطه‌ای ناگسستنی و دوسویه داشته و هر دو عامل تأثیر بسزایی بر توسعه پایدار دارند.

در شهرهای هوشمند همزاد و متاورسی، یک مدل سه‌بعدی دقیق از شهر را می‌توان طراحی و پیاده‌سازی کرد و با انتشار آنلاین آن، این امکان را برای عموم مردم فراهم آورد تا بتوانند در آن قدم بزنند و اقدامات برنامه‌ریزی شهری و سیاست‌های جدید در این راستا را مشاهده کنند. این امر موجب شفافیت این تصمیم‌گیری‌ها و ارائه بازخورد به شهروندان می‌شود و در آن شهروندان می‌توانند به‌عنوان یک شهروند هوشمند، بخشی از شهر هوشمند و برنامه‌ریزی آن بوده و با یکدیگر تعامل داشته باشند و بتوانند مشکلات موجود در منطقه خود را گزارش کنند. همچنین، شهر متاورسی امکان آزمایش در موقعیت‌های ضروری مانند برنامه‌ریزی برای تخلیه سیل را برای مدیران و شهروندان فراهم می‌آورد (White et al., 2021). بر این اساس می‌توان گفت، شهروندان هوشمند به‌عنوان سهامداران و بازیگران اصلی شهر هوشمند و برنامه‌ریزان به‌عنوان مجریان اصلی آن، نقش مهمی در پیاده‌سازی شهر هوشمند دارند و با هوشمند شدن شهر می‌توانند از امکانات این شهرها نیز بهره ببرند.

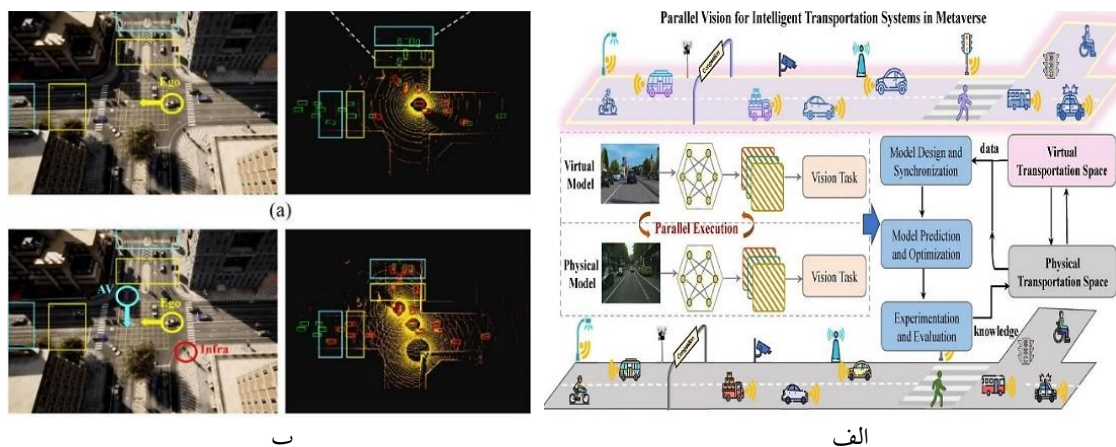
متاورس و حمل‌ونقل هوشمند

حمل‌ونقل شهری به‌عنوان یک سیستم شهری در مقیاس بزرگ، در سناریوهای کاربردی شهرهای هوشمند قرار گرفته است چراکه در این شهرها ترافیک و ترافیک مختلط بین مردم و وسایل نقلیه، جاده‌های اشغال‌شده توسط موتور و وسایل نقلیه و سرعت کم وسایل نقلیه و غیره مورد توجه است (Lv et al., 2022). بهره‌گیری از امکانات شهر هوشمند، فناوری‌های دیجیتال و متاورس می‌تواند عاملی در بهبود شبکه حمل‌ونقل شهرها و کنترل ترافیک از طریق شبیه‌سازی آن در دنیای مجازی و پیاده‌سازی در دنیای واقعی باشد. حمل‌ونقل و ترافیک هوشمند می‌تواند ارزیابی شبیه‌سازی را روی طرح دامنه ترافیک انجام دهد و پیاده‌سازی ترافیک واقعی را جهت دستیابی به یک هدف ارائه دهد. فناوری‌های متاورس، سیستم حمل‌ونقل را تغییر خواهد داد. آماده‌سازی برای انتقال سیستم‌های حمل‌ونقل به دنیای متاورس در حال انجام است. استفاده از متاورس در عملیات حمل‌ونقل عمومی و جایگزین‌های ایمنی با توجه به پایداری آن، مناسب‌ترین گزینه ممکن بوده و معیارهای کارایی آن می‌تواند به این دلیل باشد که در محیط شبیه‌سازی شده متاورسی، هر فرد و وسیله نقلیه می‌تواند تحت تأثیر و ارزیابی ترافیک روزانه قرار گیرد؛ خواه وسیله نقلیه شخصی داشته باشد یا نه. علاوه بر این، برنامه‌های کاربردی مانند مدیریت ترافیک و تصادفات در شبکه ترافیک برای ایجاد ترافیک ایمن، پایدار و کارآمد ممکن است. استفاده از چنین مدیریت عملیات ترافیکی در دنیای متاورس ممکن خواهد بود و موجب بهبود ترافیک و شبکه حمل‌ونقل خواهد شد (Allam et al., 2022). از سوی دیگر، فناوری هوش مصنوعی در خودروهای اتوماتیک و خودران، یک فناوری در حال ظهور است که با ترکیب و استفاده هم‌زمان آن با متاورس می‌توان گامی دیگر در راستای هوشمندسازی حمل‌ونقل و پایداری آن برداشت (Abbink et al., 2022). در این راستا، تکنولوژی متاورس می‌تواند بر تمام اجزاء شبکه حمل‌ونقل از جمله برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت ترافیکی، توسعه شبکه راه‌ها، طرح‌ریزی شبکه‌بندی خیابان‌ها و عملیات ایمنی در حمل‌ونقل عمومی تأثیر بگذارد (Abduljabbar et al., 2019). با استفاده از فناوری متاورس می‌توان تأثیر سیستم‌های حمل‌ونقل در ترافیک از دیدگاه‌های مختلف آن را ارزیابی کرد. این استفاده از متاورس در عملیات حمل‌ونقل عمومی

و جایگزین ایمنی، سودمندترین جایگزین خواهد بود و بهترین گزینه برای برنامه‌ریزان حمل‌ونقل و مدیران شهری است (Analytica, 2022).

متاورس و سیستم حمل‌ونقل هوشمند (ITS)^۱، فناوری‌هایی هستند که پتانسیل آن را دارند که سیستم حمل‌ونقل فعلی را با کاهش ترافیک و تصادفات و بهبود ایمنی رانندگی با ادغام متاورس و فناوری حمل‌ونقل که به آن سیستم حمل‌ونقل متاورس (MTS)^۲ می‌گویند، متحول نموده و تا حد زیادی سیستم حمل‌ونقل واقعی را بهبود بخشند و موجب افزایش راندمان و کارایی و کاهش مخاطرات و ریسک‌های آن شوند (Zhang et al., 2022). متاورس در این زمینه می‌تواند موجب گسترش سیستم‌های هوشمند مدیریت نور خیابان، پارکینگ‌های اتوماتیک و پرتال‌های جامعه هوشمند شود (ایرانپور و همکاران، ۱۴۰۱).

بدین ترتیب، سیستم حمل‌ونقل هوشمند و ترکیب آن با متاورس، زمینه‌ای برای ارتقاء کارایی، اثربخشی و ایمنی سیستم‌های حمل‌ونقل، برای توسعه رضایت‌بخش تقاضای حمل‌ونقل و سفر است (Jin et al., 2022). مدل حمل‌ونقل هوشمند متاورسی دارای دو فضای کلیدی یعنی فضای حمل‌ونقل مجازی و فضای حمل‌ونقل فیزیکی است. فضای حمل‌ونقل مجازی با شبیه‌سازی فیزیکی و در مقیاس بزرگ ساخته شده است و داده‌های متنوعی را می‌توان از فضای مجازی تولید کرد (Shao et al., 2019). از طرفی، دوقلوهای دیجیتال در بخش خودرو می‌توانند یک مدل مجازی از یک وسیله نقلیه متصل فیزیکی ایجاد کرده، داده‌های رفتاری و عملکردی خودرو را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل کنند و نهایتاً به بهبود عملکرد کلی خودرو منجر شوند. با این تفاسیر، فرد می‌تواند سوار اتومبیل خود شده و عینک VR را به چشم بزند و در حین مشاهده تمام آبجکت‌های موجود در فضای واقعی، اطلاعات مسیری که قصد ادامه آن را دارد و یا تجزیه و تحلیل عملکرد اتومبیل خود را در اختیار داشته باشد. در صورت نیاز به تعمیر خودرو و در صورت داشتن ابزار لازم می‌تواند تماس مجازی با تعمیرکار برقرار کرده و درحالی‌که هر دوی آن‌ها عینک واقعیت افزوده به چشم دارند و تعمیرکار به وضعیت خودرو به‌طور کامل واقف است، فرد می‌تواند به‌تنهایی به تعمیر اتومبیل خود بپردازد. متاورس در آینده بستری برای نمایشگاه‌های خودرو، نمایشگاه‌های مجازی و دوقلوهای دیجیتالی آن‌ها خواهد بود که به کاربران کمک می‌کند تجربه واقعی خودرو را از طریق دوقلوهای دیجیتال داشته باشند (ایرانپور و همکاران، ۱۴۰۱). شکل ۱۳ الف) چارچوب برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی حمل‌ونقل هوشمند متاورسی و ب) نمونه‌ای عملی از آن در شهر را نشان می‌دهد. همچنین، جدول ۲، مدل‌های ترافیک در بخش حمل‌ونقل را با استفاده از شبیه‌سازی‌ها در محیط متاورس نمایش می‌دهد.



شکل ۱۳. الف) چارچوب حمل و نقل هوشمند متاورسی، ب) نمونه عملی آن در شهر (Zhang et al., 2022).

جدول ۲. مدل‌سازی ترافیک در محیط متاورس

این مدل، داده‌های درک‌شده توسط سنسورهای ترافیک مختلف را برای شکل‌گیری یک جریان داده ترافیک یکپارچه، از جمله جریان ترافیک و سرعت یکپارچه می‌کند.	مدل تلفیق داده‌های ترافیکی
این مدل بر اساس داده‌های تاریخی و داده‌های درک ترافیک در زمان واقعی، تحلیل و ترافیک پیش‌بینی جریان و سرعت ترافیک را ارزیابی می‌کند.	تحلیل وضعیت ترافیک
با توجه به داده‌های جریان ترافیک بلادرنگ و پیش‌بینی جریان ترافیک، این مدل زمان‌بندی سیگنال تقاطع از جمله تک‌نقطه‌ای و مسیر و منطقه‌ای را طرح زمانی بهینه می‌کند.	مدل کنترل سیگنال
این مدل بر اساس روش چهار مرحله‌ای برنامه‌ریزی ترافیک و ترکیبی از داده‌های بزرگ سفر ترافیک و اینترنت موبایل برای پیش‌بینی حجم ترافیک شبکه، از جمله حجم ترافیک و سطح خدمات است.	مدل برنامه‌ریزی ترافیک
بر اساس شبکه اتوبوس، مدل سفر اتوبوس را پیش‌بینی می‌کند، خدمات سطح سیستم اتوبوس و بهینه‌سازی شبکه اتوبوس از جمله ارزیابی سطح خدمات بهینه‌سازی مسیر را ارزیابی می‌کند.	مدل بهینه‌سازی اتوبوس
بر اساس پیش‌بینی وضعیت اشغال فضای پارکینگ منطقه‌ای و پارکینگ تقاضا، مدل اطلاعات راهنمایی بهینه‌سازی پارکینگ منطقه‌ای از جمله اطلاعات راهنمایی پارکینگ را ارائه می‌دهد.	مدل ناشی از توقف
این مدل، یک نقشه دینامیکی با وضوح بالا را مطابق با زمان واقعی، اطلاعات جاده هوشمند و کمک به وسایل نقلیه متصل برای رانندگی ایمن، از جمله نقشه‌های دینامیکی با وضوح بالا و نکات ایمنی مرتبط را نشان می‌دهد.	مدل جاده هوشمند
این مدل، ویژگی‌های دینامیک خودرو و رانندگی و مدل برای شبیه‌سازی جریان ترافیک بلادرنگ، مقایسه مزایا و معایب طرح‌های مختلف از جمله مقایسه و ارزیابی طرح‌ها را نمایش می‌دهد.	مدل میکرو شبیه‌سازی جریان ترافیک
این مدل، عوامل اصلی تصادفات را برای تجزیه و تحلیل تصادفات رانندگی و ارزیابی ایمنی جاده از جمله ارزیابی ایمنی جاده و تجزیه و تحلیل اصلی علل تصادفات را ارزیابی می‌کند.	مدل تحلیل تصادفات
این مدل، انجام تحلیل و ارزیابی فنی و اقتصادی پروژه‌های بهبود حمل و نقل و پیشنهاد پروژه‌هایی با هزینه کمتر و عالی عملکرد از جمله تجزیه و تحلیل فنی و اقتصادی و ارزیابی پروژه‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد.	مدل تصمیم‌گیری

متاورس و امنیت هوشمند

کارهای تحقیقاتی و به‌ویژه عملیاتی برای توسعه و پیاده‌سازی متاورس در برنامه‌ریزی شهر هوشمند و شهرهای قابل سکونت، دارای چالش‌هایی است که از جمله این چالش‌ها می‌توان به رابطه ارتباطات و شبکه، نمایندگی‌ها، قطبی شدن فضایی-اجتماعی و حریم خصوصی و امنیت اشاره کرد (Ali et al., 2023). انتظار می‌رود که تجارت در متاورس عمدتاً توسط ارزش‌های رمزنگاری‌شده و توکن‌های غیرقابل تعویض پشتیبانی شود و مسائل مربوط به مالکیت، سوءاستفاده، قابلیت همکاری و قابل حمل را ایجاد کند. علاوه بر این، حجم عظیم داده‌های مورد استفاده در متاورس

تعدادی از مسائل مربوط به حفاظت از داده‌ها و امنیت سایبری (مانند نحوه جمع‌آوری رضایت کاربر یا محافظت از آواتارها در برابر سرقت هویت) را ایجاد می‌کند. دامنه وسیعی از رفتارها و اعمال غیرقانونی و مضر در محیط متاورس وجود دارد. این امر مورد چگونگی نسبت دادن مسئولیت ازجمله مبارزه با اقدامات غیرقانونی و مضر و شیوه‌های تبلیغات همراه‌کننده و حمایت از حقوق مالکیت معنوی، ضروری است (Polona et al., 2022).

متاورس نقش اساسی در توسعه شهرهای هوشمند خواهد داشت. این نقش پس از همه‌گیری و پاندمی بیماری کرونا، آشکارتر شد. با این حال، این پارادایم^۱ جدید، چالش‌هایی مانند توسعه حریم خصوصی و تهدیدات امنیتی جدید را که می‌تواند در اکوسیستم متاورس دیجیتال ظهور کند، تحمیل خواهد کرد. در ضمن، نیاز به همگرایی و پیوست چند نوع رسانه با توانایی پردازش سریع حجم عظیمی از داده‌ها برای نگهداری از امنیت و حریم خصوصی می‌تواند مشکلاتی مربوط به مقیاس‌پذیری و قابلیت همکاری را ایجاد کند (Ali et al., 2023).

شهروندان از طریق آواتارها و با استفاده از تجهیزات ویژه مانند هدست‌های واقعیت مجازی یا دستگاه‌های مشابه، در متاورس شرکت خواهند کرد و تجربه‌ای فراگیر را ممکن می‌سازند. این امر مستلزم جمع‌آوری حجم عظیمی از داده‌ها ازجمله داده‌های بیومتریک و داده‌های مربوط به واکنش‌های عاطفی و فیزیولوژیکی کاربران است که نشان‌دهنده داده‌های شخصی حساس تحت مقررات عمومی حفاظت از داده‌های (GDPR)^۲ اتحادیه اروپا است؛ بنابراین، نیاز به توجه ویژه و رضایت صریح کاربر برای هر هدفی دارد. کدام داده استفاده می‌شود. با وجود این، محققان در تلاش هستند راه‌هایی بیابند تا استفاده از دستگاه‌های فعال‌کننده حریم خصوصی، ایمن و مطابق با GDPR بدون به خطر انداختن استفاده از چنین دستگاه‌هایی باشد (Polona et al., 2022).

با وجود پتانسیل بالای متاورس در برنامه‌ریزی شهری و شهر هوشمند و بهره‌گیری از آن در سایر ابعاد شهر، حفظ حریم خصوصی و امنیت، نگرانی‌های کلیدی هستند که می‌توانند مانع از ادامه توسعه آن شوند. تجاوز به حریم خصوصی و نقض امنیت ممکن است از طریق نمایه‌سازی کاربر فراگیر در متاورس رخ دهد (Ali et al., 2023). علاوه بر این، احتمال وقوع ریسک‌ها و خطرات جدیدی مانند جاسوسی و تعقیب مجازی نیز وجود دارد (Leenes, 2007). درنهایت، این موارد می‌تواند موجب دسترسی هکرها به دستگاه‌ها و تجهیزات در دنیای واقعی شود. به‌عنوان مثال، هکرها ممکن است به سیستم‌های حفاظتی و امنیتی خانه و اشخاص مانند سیستم‌های تأمین آب، سیستم‌های ریلی پرسرعت، سیستم شبکه برق، سیستم امنیتی سرقت خانه‌ها و اماکن و غیره دسترسی پیدا کنند (Hu et al., 2015) و بدین طریق، امنیت شهروندان در شهر و همچنین، ماهیت و موجودیت برنامه‌ریزی شهری هوشمند به خطر افتاده و چالش‌هایی را در زمینه متاورس و هوشمند شدن شهرها پدید آورد (Dionisio et al., 2013)؛ بنابراین برای پیاده‌سازی متاورس ایمن، برنامه‌های کاربردی و اقدامات متقابل سازگار و مؤثری موردنیاز است که شامل حفاظت از حریم خصوصی و تأمین امنیت کاربران هست (Yoon et al., 2021). درنتیجه، می‌توان اذعان داشت که طراحی، پیاده‌سازی و توسعه شهرهای هوشمند متاورسی در درجه اول بسته به حفظ حریم خصوصی کاربران و تأمین امنیت آن‌ها (Ali et al., 2023) چه در دنیای مجازی (از لحاظ حفظ اطلاعات شخصی کاربران) و چه در دنیای واقعی (از لحاظ امنیت در خانه و شهر) دارد. تهدیدات امنیتی و حریم خصوصی در متاورس می‌تواند شامل ابعاد سیاسی-حاکمیتی، اثرات اجتماعی-فیزیکی، اقتصادی، داده‌ها و حریم خصوصی و هویت شهروندان باشد. شکل ۱۴، ابعاد این تهدیدات و موارد آن را نشان می‌دهد.

1. paradigm

2. the general data protection regulation

مفهومی که در زمینه امنیت هوشمند مطرح می‌شود، موضوع ردپای دیجیتال^۱ در متاورس اجتماعی است که از طریق آن، هویت واقعی کاربر می‌تواند آشکار شود و سایر اطلاعات حساس کاربر مانند مکان و موقعیت جغرافیایی، ترجیحات خرید و حتی جزئیات مالی و مباحث امنیتی مربوط به آن فاش شود (Steinfeld, 2015). بدین ترتیب، می‌توان گفت امنیت حریم خصوصی، اهمیت و نقش مهمی در شکل‌دهی متاورس در شهرها و متاورس اجتماعی دارد. اعمال طرح‌های حفظ حریم خصوصی در شبکه‌های اجتماعی سنتی بسیار ساده‌تر است زیرا کاربران می‌توانند با آن تصمیم بگیرند با چه کسانی محتوای رسانه‌های اجتماعی خود را به اشتراک بگذارد. از سوی دیگر، چنین کنترل حریم خصوصی در متاورس اجتماعی امکان‌پذیر نیست زیرا کاربران نمی‌توانند ویژگی‌های مجازی جهان مجازی ساخته‌شده را تغییر دهند. این امر حفظ حریم خصوصی کاربران را به چالش می‌کشد (O'Brolcháin et al., 2016). محققان دیگری نیز از متاورس به‌عنوان داستانی علمی-تخیلی یاد می‌کنند که جامه واقعیت پوشیده است اما باین حال، تهاجم به حریم خصوصی و نقض امنیت می‌تواند مانع گسترش آن شود. در این راستا، برخی ویژگی‌ها مانند مقیاس‌پذیری و قابلیت همکاری نشئت گرفته از خصیصه‌های خود متاورس مانند پایداری، ویژگی فراضایی-زمانی و ناهمگنی، می‌تواند در تأمین امنیت در متاورس تأثیرگذار باشند (Wang et al., 2022). بر این اساس، با حفظ حریم خصوصی و امنیت کاربران، متاورس نقش مهمی در پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند منازل و خانه‌ها (مانند سیستم حفاظتی، سیستم اعلام حریق، دزدگیر و غیره) دارد.





شکل ۱۴. تهدیدات امنیتی و حریم خصوصی متاورس (Wang et al., 2022; Ali et al., 2023; Gogolin et al., 2014).

نتیجه‌گیری

شهرها از آغاز پیدایش تاکنون، بستر و کانون تحولات اقتصادی و اجتماعی و میادین اصلی جنگ اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی-سیاسی فراوانی بوده‌اند و در این چرخه سیر تکاملی تاریخی را پشت سر نهاده‌اند. تکامل جامعه بشری از «عصر فیزیکی»^۱ به «عصر ماده»^۲ و سپس به «عصر هوشمندی»^۳، روند کلی استمرار ارتقاء تمدن است. وقتی ابزار تولید از تجهیزات کشاورزی به تجهیزات صنعتی، تجهیزات اطلاعاتی و تجهیزات هوشمند، پیشرفت کند، جامعه نیز از جامعه کشاورزی به جامعه صنعتی، جامعه اطلاعاتی و جامعه شبکه‌ای تبدیل خواهد شد و شهرها نیز از شهرک‌های کشاورزی، به شهرهای صنعتی و در عصر کنونی به شهرهای دیجیتال، مجازی و هوشمند، پیشرفت و دگرگونی خواهد داشت؛ بنابراین، می‌توان گفت شهرهای هوشمند و هوشمند شدن شهر، شهروندان و سایر اجزاء آن، جزئی جدایی‌ناپذیر و حتی لازم از روند پیشرفت شهر و جوامع بشری است.

جدول ۳. سیر تحول جوامع، شهرنشینی و شهرها

انقلاب کشاورزی	پیدایش و شکل‌گیری شهر	عصر فیزیکی	جامعه کشاورزی	شهرهای کشاورزی	شهروند کشاورز
انقلاب صنعتی	رشد و توسعه فیزیکی شهر	عصر ماده	جامعه صنعتی	شهرهای صنعتی	شهروند صنعت‌کار
انقلاب اطلاعاتی	رشد و توسعه مجازی شهر	عصر هوشمندی	جامعه شبکه‌ای و اطلاعاتی	شهرهای هوشمند، دیجیتالی و متاورسی	شهروند هوشمند

بر این مبنا می‌توان گفت، شهرها سیستم‌های پیچیده‌ای هستند که با شرایط اقتصادی، اکولوژیکی و جمعیتی مرتبط هستند و با ادراکات و علایق متفاوت شهروندان به عنوان سهامداران اصلی آن مشخص می‌شوند. بدین ترتیب، در عرصه شهرسازی نیازمند رویکردهایی هستیم که قادر باشند نه تنها با پیچیدگی شهری کنار آیند بلکه امکان فرآیندهای مشارکتی و برنامه‌ریزی مشارکتی را برای توانمندسازی شهروندان و ایجاد شهرهای دموکراتیک نیز فراهم کنند. با پیشرفت نسل جدیدی از علم و فناوری مانند نسل پنجم فناوری ارتباطات، رایانش ابری و محاسبات لبه، پیشرفت اطلاعات نیز وارد مرحله و فرایند جدیدی شده است. این پیشرفت اطلاعات، خود عامل دگرگونی در شهرها است و

1. physical age
2. material age
3. intellectual age

ساخت و عملکرد آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب شکل‌گیری شهرهای دیجیتال، مجازی و هوشمند شده است. از جدیدترین این فناوری‌ها متاورس است که موضوع شهرهای متاورسی را مطرح کرده است. پتانسیل بالای این فناوری موجب شده است که از آن به‌عنوان بعد آینده فناوری یاد شود و حتی اعتقاد بر این است که در آینده این فناوری جایگزین اینترنت جهانی خواهد شد؛ بنابراین، مبحث شهرهای متاورسی، جدیدترین مبحث در بحث هوشمند شدن شهر و ابعاد آن است که می‌تواند ساختار و کارکرد شهرها را متحول و دگرگون کند و آینده شهرهای هوشمند و دیجیتال باشد. به همین دلیل است که بسیاری از شهرها استفاده از این فناوری را در شهرها آغاز کرده‌اند و بسیاری از شرکت‌های بین‌المللی خواستار پایه‌گذاری این فناوری در شرکت‌های خود و عرضه به بخش‌های شهر و مدیران شهری هستند. در نتیجه، شهر هوشمند را می‌توان نتیجه و برآیند انقلاب اطلاعاتی و ابداع وسایل و تجهیزات هوشمند دانست که موجب هوشمند شدن مؤلفه‌های سازنده خود از جمله شهروندان به‌عنوان سهامداران و بازیگران اصلی این عرصه، حمل‌ونقل، اقتصاد و گردشگری، امنیت و ایمنی و سایر بخش‌ها خواهد شد و از آنجا که متاورس به‌عنوان یک فناوری نوین با پتانسیل بالا در حال ظهور و ورود به عرصه‌های شهر است، شهرهای آینده را می‌توان شهرهای دیجیتال، مجازی و هوشمند متاورسی دانست.

منابع

- ایرانپور مبارکه، زهرا، نوذریان، مهدی، غفوریان نصیری، محمد، و فریدونیان، علیرضا. (۱۴۰۱). ارزیابی نقش متاورس در مدیریت شهر هوشمند با مدل‌سازی رفتاری، در حوزه‌های انرژی، سلامت، حمل‌ونقل و مطالعه موردی بازار انرژی محلی، هشتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، مشهد.
- ربانی، رسول. (۱۳۸۷). *جامعه‌شناسی شهری* (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه اصفهان.
- شکوهِ، علی. (۱۴۰۰). همزاد شهر پرند؛ ارائه مدلی برای طراحی و برنامه‌ریزی اولین شهر هوشمند متاورس در پرند، اولین وینار ملی پرند، شهر هوشمند به‌سوی شهرهای جدید نسل نو.
- Abbink, D. A., Hao, P., Laval, J., Shalev-Shwartz, S., Wu, C., Yang, T., ... & Haque, M. (2022). Artificial intelligence for automated vehicle control and traffic operations: challenges and opportunities. *Road Vehicle Automation*, 8, 60-72.
- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview. *Sustainability*, 11(1), 189.
- Ali, M., Naeem, F., Kaddoum, G., & Hossain, E. (2023). Metaverse communications, networking, security, and applications: Research issues, state-of-the-art, and future directions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.
- 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.
- Analytica O. (2022). Metaverse holds unknowable societal risks. Emerald Expert Briefings. (oxan-db).
- Ashraf, S. (2021). A proactive role of IoT devices in building smart cities. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 1, 8-13.
- Cline, E. (2011). Ready player one. Ballantine Books.
- Dahan, N. A., Al-Razgan, M., Al-Laith, A., Alsoufi, M. A., Al-Asaly, M. S., & Alfakih, T. (2022). Metaverse framework: A case study on E-learning environment (ELEM). *Electronics*, 11(10), 1616.
- Deng, T., Zhang, K., & Shen, Z. J. M. (2021). A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(2), 125-134.
- Dionisio, J. D. N., Iii, W. G. B., & Gilbert, R. (2013). 3D virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(3), 1-38.
- Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., & Cai, W. (2021, October). Metaverse for social good: A university campus prototype. In *Proceedings of the 29th ACM international conference on multimedia* (pp. 153-161).

- Gogolin, G., Gogolin, E., & Kam, H. J. (2014). Virtual worlds and social media: Security and privacy concerns, implications, and practices. *International Journal of Artificial Life Research (IJALR)*, 4(1), 30-42.
- Group OLCWB. (2022) Smart Cities For Global Frontier Infrastructure. CPD ACTIVITIES, Webinar, Virtual Knowledge Exchange, Naresuan University, Phitsanulok APRIL 18, 2022-MAY 15.
- Gursoy, D., Malodia, S., & Dhir, A. (2022). The metaverse in the hospitality and tourism industry: An overview of current trends and future research directions. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 31(5), 527-534.
- Hu, P., Li, H., Fu, H., Cansever, D., & Mohapatra, P. (2015, April). Dynamic defense strategy against advanced persistent threat with insiders. In *2015 IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM)* (pp. 747-755). IEEE.
- Jin, J., Rong, D., Pang, Y., Ye, P., Ji, Q., Wang, X., ... & Wang, F. Y. (2022). An agent-based traffic recommendation system: Revisiting and revising urban traffic management strategies. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 52(11), 7289-7301.
- Khan, W. Z., Rehman, M. H., Zangoti, H. M., Afzal, M. K., Armi, N., & Salah, K. (2020). Industrial internet of things: Recent advances, enabling technologies and open challenges. *Computers & electrical engineering*, 81, 106522.
- Koo, C., Kwon, J., Chung, N., & Kim, J. (2023). Metaverse tourism: conceptual framework and research propositions. *Current Issues in Tourism*, 26(20), 3268-3274.
- Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., ... & Hui, P. (2021). All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. *arXiv preprint arXiv:2110.05352*.
- Leenes, R. (2007). Privacy in themetaverse. In *IFIP International Summer School on the Future of Identity in the Information Society*.
- Lin, H., Wan, S., Gan, W., Chen, J., & Chao, H. C. (2022, December). Metaverse in education: Vision, opportunities, and challenges. In *2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)* (pp. 2857-2866). IEEE.
- Lv, Z., Xie, S., Li, Y., Hossain, M. S., & El Saddik, A. (2022). Building the metaverse by digital twins at all scales, state, relation. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 4(6), 459-470.
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497.
- Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., ... & Daneshmand, M. (2023). A Survey on the Metaverse: The State-of-the-Art, Technologies, Applications, and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*.
- O'Brolcháin, F., Jacquemard, T., Monaghan, D., O'Connor, N., Novitzky, P., & Gordijn, B. (2016). The convergence of virtual reality and social networks: threats to privacy and autonomy. *Science and Engineering Ethics*, 22, 1-29.
- Parisi, T. (2021). The seven rules of the metaverse. *Metaverses*.
- Polona, C. A. R., André, M. T., & Maria, N. (2022). Metaverse: Opportunities, risks and policy implications.
- Sakib, N. H., Islam, M., & Shishir, M. F. J. (2022). National integrity strategy implementation in land administration to prevent corruption in Bangladesh. *SN Social Sciences*, 2(4), 43.
- Shao, F., Fu, Z., Jiang, Q., Jiang, G., & Ho, Y. S. (2019). Transformation-aware similarity measurement for image retargeting quality assessment via bidirectional rewarping. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 51(5), 3053-3067.
- Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In *Adaptive and Adaptable Learning: 11th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2016, Lyon, France, September 13-16, 2016, Proceedings 11* (pp. 490-496). Springer International Publishing.
- Steinfeld, N. (2015). Trading with privacy: The price of personal information. *Online Information Review*, 39(7), 923-938.
- Suanpang, P., Niamsorn, C., Pothipassa, P., Chunhapataragul, T., Netwong, T., & Jermstittiparsert, K. (2022a). Extensible metaverse implication for a smart tourism city. *Sustainability*, 14(21), 14027.
- Suanpang, P., Niamsorn, C., Pothipassa, P., Chunhapataragul, T., Netwong, T., & Jermstittiparsert, K. (2022b). Extensible metaverse implication for a smart tourism city. *Sustainability*, 14(21), 14027.
- Trunfio, M., & Rossi, S. (2022, October). Advances in metaverse investigation: streams of research and future agenda. In *Virtual Worlds* (Vol. 1, No. 2, pp. 103-129). MDPI.

- Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Xing, R., Liu, D., Luan, T. H., & Shen, X. (2022). A survey on metaverse: Fundamentals, security, and privacy. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.
- Weinberger, M. (2022). What Is Metaverse?—A Definition Based on Qualitative Meta-Synthesis. *Future Internet*, 14(11), 310.
- White, G., Zink, A., Codecá, L., & Clarke, S. (2021). A digital twin smart city for citizen feedback. *Cities*, 110, 103064.
- Xinchang, Z. H. A. N. G., Xi, L. I. A. O., & Yongjian, R. U. A. N. Discussion on digital twin and metaverse in smart city construction. *Bulletin of Surveying and Mapping*, (1), 1.
- Yoo, S. C., Piscarac, D., & Kang, S. (2022). Digital outdoor advertising decoration for the metaverse smart city. *International Journal of Advanced Culture Technology*, 10(1), 196-203.
- Yoon, K., Kim, S. K., Jeong, S. P., & Choi, J. H. (2021, May). Interfacing cyber and physical worlds: Introduction to IEEE 2888 standards. In *2021 IEEE International Conference on Intelligent Reality (ICIR)* (pp. 49-50). IEEE.
- Zhang, H., Luo, G., Li, Y., & Wang, F. Y. (2022). Parallel vision for intelligent transportation systems in metaverse: Challenges, solutions, and potential applications. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*.

