Sustainable Urban & Regional Development Studies Quarterly

Volume 5, Issue 4 - Serial Number 18, Winter 2025 **Online ISSN: 2783-0764**
Journal Hompage https://www.srds.ir/
https://www.srds.ir/article_209969.html?lang=en

Investigating the effects of metaverse and digital twins in the development of smart cities

Mohammad Mohammadnejad[1], Asghar Abedini[2*]
1.MAs Student in Urban Management, Faculty of Architecture, Urban Planning, and Arts, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning, and Arts, Urmia University, Urmia, Iran.

Received Date: 20 July 2024 **Accepted Date:** 20 December 2024

Abstract

Background and Objective: The emergence of metaverse cities is a novel phenomenon and a necessity for the future of urban environments globally. The urban metaverse results in the creation of enhanced, resilient, and sustainable cities, facilitating future urban decision-making for city managers. The primary reason for the explosion of the metaverse is that it brings limitless imagination to people. The emerging metaverse technology will undoubtedly inject new vitality into smart cities, open up more practical scenarios, and propel them forward.
Research Methodology: This research aims to discuss digitalization and the impact of digital twins on the advancement of modern cities, as well as the core content and key technologies of smart cities. This study is considered fundamental research. It is question-driven and conducted through documentary and library research. Additionally, it is a qualitative exploratory study that employs qualitative content analysis to answer the research questions. Information gathering tools in this research include library sources such as books, articles, theses, development plans, and internet resources.
Findings and Conclusion: Overall, this research serves as a significant reference for the overall development and practical application of smart cities based on digital twins, enhancing the overall operational efficiency and governance level of cities.

Key words: Digital Twins, Metaverse, Metaverse City, Smart City.

* **Correspong Author Email:** as.abedini@urmia.ac.ir
Cite this article: 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.

فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای

دوره ۵، شماره ۴، شماره پیاپی ۱۸، زمستان ۱۴۰۳ شاپا:۰۷۶۴-۲۷۸۳

Journal Hompage https://www.srds.ir/
https://www.srds.ir/article_209969.html?lang=fa

واکاوی تاثیرات متاورس و دوقلوهای دیجیتال در توسعه شهر های هوشمند

محمد محمدنژاد[۱]، اصغر عابدینی[۲]*

- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: 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. علت اصلی انفجار متاورس این است که تخیل نامحدودی را برای مردم به ارمغان می آوردفناوری نوظهور متاورس مطمئناً سرزندگی جدیدی را به شهرهای هوشمند تزریق می‌کند، سناریوهای کاربردی بیشتری را برای شهرهای هوشمند باز می‌کند و آنها را به جلو می‌برد.

روش بررسی: هدف از این پژوهش بحث در مورد دیجیتال‌سازی و تأثیر دوقلوهای دیجیتالی بر پیشرفت شهرهای مدرن، همچنین محتواهای اصلی و فناوری‌های کلیدی شهر های هوشمند می باشد. این پژوهش در زمره پژوهش‌های بنیادی محسوب می‌گردد. سؤال محور بوده و به‌صورت اسنادی و کتابخانه‌ای انجام شده است. همچنین در زمره پژوهش‌های کیفی است که به‌صورت اکتشافی از طریق روش تحلیل محتوای کیفی پاسخ به سوال‌های پژوهش را در پی می‌گیرد. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش از منابع کتابخانه ای نظیر کتب، مقالات، پایان نامه های داخلی و خارجی، طرحهای توسعه و منابع اینترنتی استفاده شده است.

یافته ها و نتیجه گیری: ساخت یک شهر هوشمند بر مبنای دوقلوهای دیجیتالی، بهبود بهره‌وری مدیریت و تخصیص منابع عمومی شهری را ارتقا می‌دهد و ابزاری برای مدیران در جهت تصمیم‌گیری فراهم می‌آورد تا وضعیت کلی شهر را درک کنند و یک پلتفرم برای فرماندهی و برنامه‌ریزی فراهم کنند. در مجموع، این پژوهش دارای ارزش مرجع مهمی برای توسعه کلی و کاربرد عملی شهرهای هوشمند بر مبنای دوقلوهای دیجیتالی است که کارایی عملیاتی کلی و سطح حکمرانی شهرها را بهبود می‌بخشد.

کلید واژه‌ها: دوقلوهای دیجیتال، متاورس، شهر متاورسی، شهر هوشمند.

* نویسنده مسئول: as.abedini@urmia.ac.ir

ارجاع به این مقاله: محمدنژاد, محمد و عابدینی, اصغر . (۱۴۰۳). ۱۳.بررسی تاثیرات متاورس و دوقلوهای دیجیتال در توسعه شهر های هوشمند. فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای, ۵(۴), ۱۸۲-۱۹۹.

مقدمه و بیان مسأله

جهان در طی مسیر تکاملی خود شاهد طی مراحلی و یا به عبارت بهتر، انقلاب‌های چهارگانه با محوریت تکنولوژی بوده است که فرهنگ، اقتصاد، سیاست، تجارت، آموزش، پزشکی و..... را متأثر نموده است. انقلاب صنعتی اول که با محوریت ماشین‌های بخار در معدن و کشاورزی و به‌ویژه در صنعت تولید پارچه در بازه زمانی ۱۷۶۰ تا ۱۸۴۰ میلادی در اروپا جریان داشت؛ جای خود را به انقلاب صنعتی دوم داد که از ۱۸۷۱ تا ۱۹۱۴ میلادی با پدیده‌هایی چون خطوط راه‌آهن و شبکه‌های تلگراف و با محوریت الکتریسیته باعث گسترش خطوط تولید مدرن و در نتیجه افزایش بهره‌وری گردید. در ادامه نیز از اواخر قرن بیستم، بعد از پایان دو جنگ جهانی؛ انقلاب سوم با محوریت پیشرفت‌های دیجیتال رخ‌نمود که زمینه‌ساز انقلاب صنعتی چهارم بود(سجادیان و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۲). اما انقلاب صنعتی چهارم که با ۱۶ پدیده محوری هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، اینترنت اشیا، کلان‌داده، بلاک‌چین، رایانش ابری و لبه‌ای، رباتیک، ماشین‌های خودران، شبکه 5G، ویرایش ژنتیکی، محاسبات کوانتومی، تولید افزوده، عصب فناوری‌ها، زیست‌فناوری‌ها، واقعیت مجازی و افزوده، مواد پیشرفته و نیرو فناوری‌ها هم اکنون در جریان است؛ به‌راستی تحولی است که تمام تصورات انسان را نسبت به آنچه تاکنون بوده است را به‌کلی تغییر خواهد داد. به‌عبارت‌دیگر این انقلاب در حال تغییر ساختارها به‌گونه‌ای است که الگوهای نوینی از زندگی را به ارمغان آورد که از آن جمله می‌توان به شهرهای متاورسی اشاره نمود که باتوجه‌به شهری شدن بیش‌ازپیش جهان در این قرن این‌گونه شهرها محل تجمیع و جلوه‌گاه انقلاب صنعتی چهارم خواهند بود.

متاورس به‌عنوان جهانی ورای جهان فیزیک که توسط بستر به طور مجازی ساخته می‌شود، تحولی شگرف در مناسبات انسانی به وجود می‌آورد فراتر از آن این جهان که در پی بازسازی جهان واقع است، مناسبات موجود میان انسان و شهر را نیز متحول خواهد کرد. پیش‌تر شهر به‌عنوان یک پدیده نمادین تداعی‌کننده تجارب صورت‌گرفته در محدوده جهان واقع بود، اما با ظهور متاورس به نظر می‌رسد، شهر در واقع می‌تواند تداعی‌کننده تجربه‌هایی از جهان فراتر نیز باشد. چنان‌که آورده شد، رسانه بالذات به‌عنوان یک واسطه مداخله‌گر در پی ایجاد تصویر هدفمند از واقعیت در ذهن مخاطب است و متاورس به‌عنوان ابزاری که جهان را به طور سه‌بعدی تناظر می‌بخشد توانایی خلق تصاویر باورپذیرتر از واقعیت را دارد که احتمال‌پذیرش آن توسط مخاطب را بیش از گذشته افزایش می‌دهد. ازاین‌روی این فناوری نوظهور قادر است تصویری از شهر ارائه بدهد که بر انباشت‌های ذهن مخاطب بیفزاید و در هنگام مواجهه با نمادهای شهری ایجاد تداعی(از تجربیات در جهان بازسازی شده مجازی) نماید(همتی، ۱۴۰۰: ۵۰).

متاورس شبکه‌ای گسترده از جهان‌ها و شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی پایدار است که به‌صورت آنی و لحظه‌به‌لحظه پردازش می‌شوند که در آن هویت اشخاص، اشیای فیزیکی، تاریخ بشر و حتی سیستم‌های پرداختی پیوستگی خودشان را حفظ می‌کنند. این مجموعه می‌توانند هم‌زمان تعداد زیادی از افراد را به‌صورت مجازی در خود جای دهد بدون آن که لازم باشد این افراد در یک مکان فیزیکی حضور داشته باشند. متاورس به‌عنوان یک شبکه مجازی عمل کرده که در آن کاربران قادر خواهند بود با یکدیگر و با دیگر اجزای محیط اطراف خود تعامل کنند. به عبارتی دیگر در دنیای متاورس افراد به‌صورت آنلاین و مجازی به نقش‌آفرینی می‌پردازند. این دنیای مجازی جنبه‌های مختلف شبکه‌های اجتماعی، بازی‌های ویدئویی، فناوری واقعیت مجازی (VR) و واقعیت افزوده (AR) و در نهایت بلاک‌چین را با یکدیگر ادغام می‌کند. به همین دلیل متاورس را می‌توان به دنیایی که توسط واقعیت‌های مجازی و واقعیت‌های افزوده ساخته می‌شود هم نسبت داد.

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. علت اصلی انفجار متاورس این است که تخیل نامحدودی را برای مردم به ارمغان می آوردفناوری نوظهور متاورس مطمئناً سرزندگی جدیدی را به شهرهای هوشمند تزریق می‌کند، سناریوهای کاربردی بیشتری را برای شهرهای هوشمند باز می‌کند و آنها را به جلو می‌برد. متاورس مفهومی کاملاً جدید است و هنوز ناشناخته‌ها و عدم قطعیت‌های زیادی در مورد مسیر توسعه آن پس از ترکیب با شهرهای هوشمند وجود دارد. با این حال، شکی نیست که ترکیب شهرهای هوشمند و متاورس یک روند اجتناب ناپذیر است. با پیشرفت فناوری‌های

ارتباطی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء، زمین هوشمند پیشنهاد شده و بدین ترتیب مفهوم شهرهای هوشمند (SC) پدید آمده است (داهاونی و همکاران، ۲۰۲۱: ۳۵۴۰۸).

اگرچه مسیرهای ساخت شهرهای هوشمند در مناطق مختلف تأکیدات متفاوتی دارند، اما بیشتر آنها یک فرآیند انتقال و تکراری از زیرساخت‌محوری به فرآیندمحوری و سپس به فضامحوری را تجربه کرده‌اند. اکولوژی صنعتی جدید داده‌محور در مکان‌های مختلف به وجود آمده است. توسعه جامع صنعت دیجیتال و استفاده از داده‌ها به عنوان انرژی جدید، ابزاری مهم برای تغییر وابستگی رشد اقتصادی به انرژی طبیعی است. ترکیب دیجیتالی شدن با فناوری‌های صرفه‌جویی در انرژی و کم‌کربن تمرکز اصلی است که می‌تواند استفاده معقول از منابع شهری را به طور موثر ترویج کند (ساکیب، ۲۰۲۲: ۵).

شهرهای دوقلوی دیجیتال (DT) از شبکه‌های دولتی، پلتفرم‌های تبادل داده و فناوری اطلاعات مدرن به‌طور کامل استفاده می‌کنند تا توانایی نظارت و غربالگری، راهنمایی عملکرد کسب‌وکار، شفافیت اطلاعات، پشتیبانی همکاری و تصمیم‌گیری سیستم‌های اطلاعاتی را به‌طور کامل به نمایش بگذارند. بنابراین، می‌توانند کشف سریع، موقعیت‌یابی دقیق و تصمیم‌گیری هوشمندانه مشکلات شهری را محقق کنند. کارآیی مدیریت و تخصیص منابع عمومی شهری بهبود یافته و به تصمیم‌گیران ابزاری برای درک وضعیت کلی شهر و پلتفرمی برای فرماندهی و اعزام ارائه شده است. شهرهای دوقلوی دیجیتال که از صنعتی‌سازی توسعه محصولات پیچیده آغاز شده‌اند، به سمت شهرسازی و جهانی‌سازی حرکت می‌کنند. متاورس، که از صنعت بازی و سرگرمی برای ساخت روابط ناشی شده، از جهانی‌سازی به سمت شهرسازی و صنعتی‌سازی حرکت می‌کند.

چن و همکاران (۲۰۲۲) بر این باورند که داده‌ها در مرکز شهرهای دوقلوی دیجیتال قرار دارند و سرعت کسب داده‌ها مستقیماً بر فرکانس تعامل فضای مجازی و واقعی شهرهای دوقلوی دیجیتال تأثیر می‌گذارد. در شهرهای دوقلوی دیجیتال و متاورس، داده‌ها منبع پشتیبانی اصلی هستند و داده‌ها همچنین حامل و تجلی اطلاعات و دانش هستند. از دیدگاه تعامل، متاورس بر فناوری واقعیت افزوده برای ساخت دنیای مجازی فراتر از دنیای واقعی و برای به دست آوردن تجربه کاربری غوطه‌ور تمرکز دارد، در حالی که شهرهای دوقلوی دیجیتال بیشتر بر فناوری واقعیت مجازی برای تولید تصویر دنیای واقعی تمرکز دارند.

اطلاعات جغرافیایی در واقع نقش کلیدی در ساخت شهر دیجیتال (DC) ایفا می‌کند (چن و همکاران، ۲۰۲۲: ۱۶۰). اداره نقشه‌برداری، نقشه‌کشی و اطلاعات جغرافیایی ساخت آزمایشی چارچوب فضایی شهر دیجیتال را انجام داده که به یک شهر هوشمند توسعه یافته و به یک پلتفرم صنعتی تبدیل شده که اکنون به عنوان شهر دوقلوی دیجیتال شناخته می‌شود. از نظر فناوری، توسعه سریع و تحول فناوری‌های جدید اطلاعاتی مانند 5G، رایانش ابری و بلاک‌چین نیز بر فرآیند ساخت شهرهای دوقلوی دیجیتال تأثیر می‌گذارد (نگئون، ۲۰۲۱: ۳۳۲).

فضای دیجیتال مبتنی بر شهر امکان جمع‌آوری، پاک‌سازی، ذخیره‌سازی و استانداردسازی داده‌ها را از طریق زیرساخت‌های فیزیکی، اطلاعاتی، اجتماعی و تجاری شهر فراهم می‌کند. حمل‌ونقل هوشمند و شهرهای هوشمند از طریق مدل داده تلفیقی پیش‌بینی و تصمیم‌گیری هوشمند ترافیک شهری توانمندسازی می‌شوند (شان و سان، ۲۰۲۱: ۹۵).

معماری فناوری شهر دوقلوی دیجیتال شامل زیر ساخت، مرکز اطلاعات و سرور کاربردی است. مدیریت هوشمند شهری از طریق جمع‌آوری، انتقال، پردازش و تجسم دیجیتال داده‌های شهری محقق می‌شود. زیرساخت مسئول جمع‌آوری و انتقال داده‌های شهری است، مرکز اطلاعات مسئول دریافت، پردازش و انتقال داده‌ها است و سرور کاربردی استفاده عملی از مدل شهر دوقلوی دیجیتال را بر عهده دارد (خان و همکاران، ۲۰۲۱: ۹۲).

در این پژوهش باتوجه‌به اهمیت موضوع و نیز جدید بودن موضوع متاورس، دوقلوی دیجیتال و شهرهای متاورسی و با تأکید بر تاثیرات متاورس و دوقلوهای دیجیتال در توسعه شهر های هوشمند می‌پردازیم.

پیشینه پژوهش

از پژوهش‌های داخلی که در حوزه متاورس صورت‌گرفته است می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره نمود:

محمودی و صادقی (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان "متاورس و تأثیر آن بر سبک زندگی" به بررسی تأثیرات مثبت و منفی متاورس در سبک زندگی انسان و نحوه مدیریت و حکمرانی در متاورس می‌پردازد. در این پژوهش و در راستای متاورس و تأثیر آن بر سبک زندگی، تعیین پروتکل‌ها و استانداردهای تعاملی و تبیین ابعاد حقوقی این فضا و محتواهای تولید شده در آن و تقویت حکمرانی در این قلمرو از مهم‌ترین کارهای پیشروی سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران بوده و براین‌اساس تأمین امنیت سایبری و حریم خصوصی، شناسایی ریسک‌های احتمالی در متاورس، تقویت حاکمیت با توازن امنیت و آزادی در متاورس و آگاه‌سازی و آموزش مردم توسط رسانه‌ها جهت استفاده صحیح کاربران از متاورس ضروری خواهد بود (محمودی و صادقی، ۱۴۰۱).

همتی (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان " متاورس، یک انقلاب شهری تأثیر متاورس بر ادراک مخاطبان از شهر" در پی پاسخ این پرسش است که «ظهور شهرهای مجازی که ما به‌ازای شهرهای فیزیکی هستند، چه تأثیری بر ادراک این شهرها - یا به عبارت دقیق‌تر منظر شهری - خواهد گذاشت؟». به همین منظور این جستار با روشی کیفی و با اتکا به داده‌های کتابخانه‌ای، ابتدا به تبیین مفهوم منظر از دیدگاه صاحب‌نظران و تشریح وجوه مختلف آن می‌پردازد، سپس با معرفی مبانی رسانه و رسانهٔ متاورس، اثرگذاری این رسانه را بر منظر شهری تشریح می‌نماید. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد رسانه بالذات به‌عنوان یک واسطهٔ مداخله‌گر در پی ایجاد تصویری هدفمند از واقعیت در ذهن مخاطب است و متاورس به‌عنوان ابزاری که جهان را به طور سه‌بُعدی تناظر می‌بخشد توانایی خلق تصاویر باورپذیرتر از واقعیت را دارد که احتمال‌پذیرش آن توسط مخاطب را بیش از گذشته افزایش می‌دهد بنابراین می‌توان اذعان داشت که متاورس می‌تواند بر منظر شهری اثرگذار باشد(همتی، ۱۴۰۰).

سجادیان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان " متاورس و شهرهای «متاورسی» و «کریپتویی»؛ تدقیقی بر بهره‌گیری آگاهانه در کشور ایران" به طرح مفاهیم و بنیادهای شهرهای کریپتویی و شهرهای متاورسی به هدف بهره‌گیری آگاهانه در کشور ایران باتوجه‌به تجربیات آموخته شده از انقلاب‌های تکنولوژیک پیشین پرداخته‌اند. این پژوهش در زمرهٔ پژوهش‌های بنیادی محسوب می‌گردد و سؤال محور بوده و به‌صورت اسنادی و کتابخانه‌ای انجام شده است. همچنین، در زمرهٔ پژوهش‌های کیفی قرار می‌گیرد. یافته‌های تحقیق نیز بر اساس سؤال‌های پژوهش انسجام یافت و در انتها نیز بر اساس یافته‌های تحقیق راهکارهایی ۵ گانه پیشنهاد گردیده است و می‌توان اذعان داشت که این مقاله، اولین پژوهش در زمینهٔ شهرهای کریپتویی و شهرهای متاورسی است که در یک مجلهٔ علمی دانشگاهی در داخل کشور انتشاریافته است(سجادیان، ۱۴۰۰).

ایران پور و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان " ارزیابی نقش متاورس در مدیریت شهر هوشمند با مدل‌سازی رفتاری، در حوزه‌های انرژی، سلامت، حمل‌ونقل و مطالعه موردی بازار انرژی محلی" به آینده‌پژوهی در باب تبیین نقش متاورس، با تحلیل سناریوهای مدل‌سازی رفتاری با دیاگرام‌های مورد کاربری (یوزکیس) در زمینه بهداشت، انرژی و حمل‌ونقل است که منتج به مقایسه‌ی آن با شهر هوشمند پرداخته‌اند. با تعیین توانمندی‌های متاورس در این زمینه‌ها، می‌توان نشانگر بخشی از علت پیشروی شهرها به سمت متاورسی شدن باشیم؛ چراکه مشاهده می‌گردد تا حد قابل‌توجهی فرایند را سرعت بخشیده و در صرف زمان و هزینه صرفه‌جویی خواهد کرد. در پایان، بازار انرژی محلی که یکی از زمینه‌های نوین و خوش‌آتیه در زمینه سیستم‌های نوین انرژی است، مدل‌سازی رفتاری شده تا نشان داده شود که متاورس به‌زودی در مسائل زندگی روزمره نیز حضور پیدا خواهد کرد(ایرانپور و همکاران، ۱۴۰۱).

از پژوهش‌های خارجی که در حوزه متاورس صورت‌گرفته است می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره نمود:

وانگ و همکاران (۲۰۲۲) در پژ هشی با عنوان" کاوش در آینده متاورس و شهرهای هوشمند" به بحث در مورد متاورس؛ امکانات و کاربردها مرتبط با آن پرداخته‌اند. این مقاله به طور سیستماتیک نقاط مشترک پژوهش‌های متاورس را در داخل و خارج از کشور مقایسه می‌کند و براین‌اساس، روند آتی ادغام و توسعه شهرهای متاورسی و هوشمند به‌منظور ارائه برخی مرجع‌های تئوریک و الهام برای تحقیقات کنونی در خصوص شهرهای متاورسی و هوشمند را مورد بررسی قرار می‌دهد(وانگ و همکاران، ۲۰۲۲).

زاهر عالم و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان " متاورس به‌عنوان شکل مجازی شهرهای هوشمند: فرصت‌ها و چالش‌ها برای پایداری محیطی، اقتصادی و اجتماعی در آینده شهری" به بررسی ادبیات سطح بالا متاورس از دیدگاهی گسترده‌تر می‌پردازد. علاوه بر این، محصولات و خدمات فناوری نوظهور متاورس را تشریح می‌کند و سهم بالقوه آنها را در شهرهای هوشمند باتوجه‌به تجسم مجازی آنها، با تمرکز ویژه بر اهداف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی بررسی می‌کند. این مطالعه به سیاست‌گذاران شهری کمک کند تا فرصت‌ها و پیامدهای متاورس را بر روی شیوه‌های مبتنی بر فناوری و برنامه‌های شهری، و همچنین ارزیابی مثبت و منفی این چشم‌اندازهای شهری را بهتر درک کنند. این مقاله همچنین افکاری را در مورد این استدلال ارائه می‌دهد که متاورس اثرات مخرب و اساسی بر اشکال بازسازی واقعیت در یک جامعه شهری به طور فزاینده‌ای دارد(زاهر عالم و همکاران، ۲۰۲۲).

روش پژوهش

شهرهای دوقلوی دیجیتال (DT) دیگر تنها یک فناوری نیستند، بلکه یک الگوی جدید پیشرفت، یک مسیر جدید تحول و نیرویی جدید برای ترویج تغییرات عمیق در همه صنایع هستند. متاورس یک واقعیت مجازی است که بر غوطه‌وری بصری تأکید دارد و تخیل غنی و دنیایی کاملاً مجازی را به نمایش می‌گذارد. با این حال، شهرهای دوقلوی دیجیتال نسخه‌ای از تنها عنصر فیزیکی در دنیای واقعی هستند؛ آن‌ها شیءمحور بوده و بر واقعیت فیزیکی تأکید دارند. اتصال شهرهای دوقلوی دیجیتال به متاورس، پشتیبانی فنی همه‌جانبه‌ای را برای ساخت شهرهای هوشمند (SC) فراهم می‌کند.

با توجه به نیازهای توسعه و وظایف شهرهای دوقلوی دیجیتال، لازم است یک شهر دوقلوی دیجیتال نظام‌مندتر ایجاد شود که به یک مهندسی سیستم بسیار پیچیده نیاز دارد. این پژوهش در زمره پژوهش‌های بنیادی محسوب می‌گردد. سؤال محور بوده و به‌صورت اسنادی و کتابخانه‌ای انجام شده است. همچنین در زمره پژوهش‌های کیفی است که به‌صورت اکتشافی از طریق روش تحلیل محتوای کیفی پاسخ به سوال‌های پژوهش را در پی می‌گیرد. تحقیق اکتشافی به پژوهشی اطلاق می‌شود که برای بررسی مسئله‌ای مورداستفاده قرار می‌گیرد که به‌وضوح تعریف نشده یا جنبه‌های تصادفی دارد. معمولاً این روش را برای درک بهتر مسئله موجود انجام می‌دهند برای چنین تحقیقاتی، یک محقق با یک ایده کلی شروع می‌کند و از این تحقیق به‌عنوان ابزاری برای شناسایی موضوعاتی بهره می‌برد که می‌تواند کانون تحقیقات آینده باشند.

جامعه آماری پژوهش گسترهای وسیع از اسناد علمی مرتبط با مفاهیم و بنیادهای شهرهای متاورسی و شهر هوشمند را در برمی‌گیرد که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس نمونه‌های مطالعاتی محققان انتخاب گردیدند. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش از منابع کتابخانه ای نظیر کتب، مقالات، پایان نامه های داخلی و خارجی، طرحهای توسعه و منابع اینترنتی استفاده شده است. این کار بیشتر بر توسعه شهری در بستر شهرهای دوقلوی دیجیتال و فناوری دیجیتال تمرکز دارد. در بخش دوم، فرآیند تاریخی و مفهوم ساخت شهر دیجیتال (DC) تحت نیازهای مدرن‌سازی روشن شده و مدل مدیریت شهر دیجیتال تحلیل می‌شود. در بخش سوم، بر اساس ویژگی‌های فناوری شهرهای دوقلوی دیجیتال، فناوری‌های کلیدی در ساخت شهر هوشمند و نقش فناوری شهرهای دوقلوی دیجیتال مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم، با ترکیب فرآیند توسعه شهر هوشمند مدرن، چشم‌انداز توسعه و پیشرفت‌های فناوری شهر هوشمند دیجیتال به‌طور جامع برنامه‌ریزی می‌شود. با خلاصه کردن وضعیت فعلی شهر هوشمند دیجیتال در فرآیند توسعه، روند توسعه پیش‌بینی و تحلیل می‌شود تا مرجعی برای ساخت و مدیریت شهری آینده فراهم شود. ساخت شهر هوشمند بر پایه شهرهای دوقلوی دیجیتال، کارآیی مدیریت و تخصیص منابع عمومی شهری را بهبود می‌بخشد و ابزار آگاهی از وضعیت کلی و پلتفرم فرماندهی و برنامه‌ریزی را برای تصمیم‌گیران فراهم می‌کند.

مبانی ساخت شهر دیجیتال تحت تقاضای مدرن‌سازی

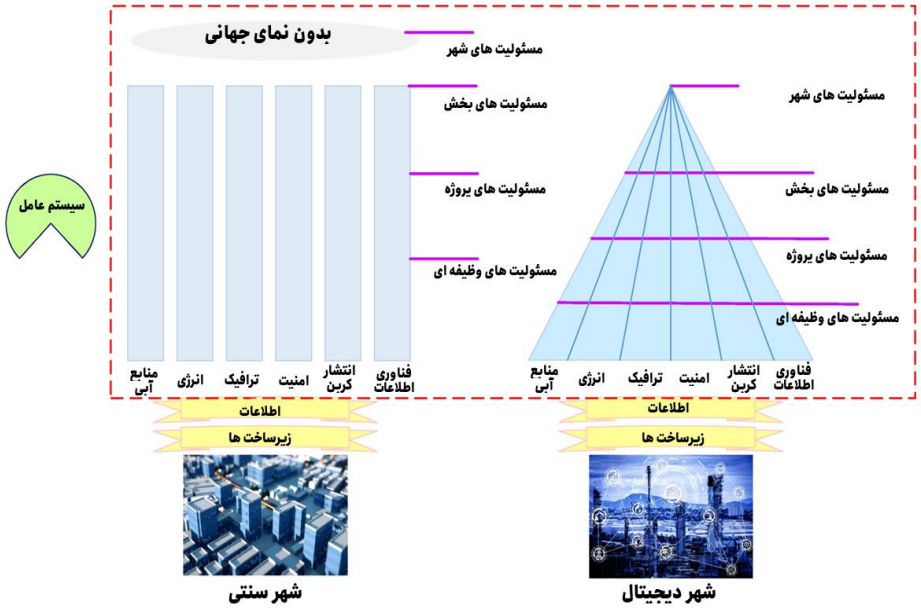
اهداف و ایده‌های شهر دیجیتال

در سخنرانی خود در ژانویه ۱۹۹۸، آل گور، معاون رئیس‌جمهور آمریکا، برای اولین بار مفهوم "زمین دیجیتال" را مطرح کرد. گور پیشنهاد داد که ما به یک "زمین دیجیتال" نیاز داریم - زمینی مجازی مبتنی بر مختصات زمین که دارای داده‌های جغرافیایی عظیم، با وضوح چندگانه و تصویربرداری سه‌بعدی باشد (وانگ و همکاران، ۲۰۲۲: ۳۳۴).

شهر دیجیتال (DC) بخش مهمی از "زمین دیجیتال" و تجسمی از آن در شهرها است. چنگ و همکاران (۲۰۲۲) مدلی بهینه‌سازی برای مسائل زمان‌بندی ترافیک صرفه‌جویی در انرژی ایجاد کردند. بر اساس یک مدل صرفه‌جویی در انرژی، الگوریتم پیش‌بینی ترافیک و الگوریتم زمان‌بندی ترافیک توپولوژی مجازی چندلایه حل شده و در نهایت طرح زمان‌بندی صرفه‌جویی در انرژی به دست آمد. این کار نقشی مثبت در کاهش مصرف انرژی شبکه مرکز داده ایفا کرد و مرجعی برای جهت‌گیری توسعه فناوری اینترنت اشیاء و شهر هوشمند فراهم کرد. توسعه "زمین دیجیتال" سه مرحله را پشت سر گذاشته است: دیجیتالی شدن، اطلاعاتی شدن و هوشمندی. دیجیتالی شدن مرحله ابتدایی است، اما داده‌ها به‌طور مؤثر طبقه‌بندی و مدیریت نشده‌اند، بنابراین نمی‌توان آن را اطلاعات نامید. نظریه اطلاعات به محتوای معنادار داده‌ها اشاره دارد به عنوان اطلاعات. در مرحله اطلاعات، داده‌ها می‌توانند به‌طور مؤثر طبقه‌بندی، ذخیره و مدیریت شوند و به منبعی مؤثر تبدیل شوند(چنگ و همکاران، ۲۰۲۲: ۱۴۵).

نوواک و همکاران پیشنهاد کردند که با ظهور و پذیرش فناوری‌های جدید اتصال مانند شبکه‌های حسگر، اطلاعاتی شدن شهری به سمت هوشمندی در حال توسعه است. تکامل و توسعه جامعه انسانی از "عصر فیزیکی" به "عصر مادی" و سپس به "عصر هوشمندی" روند کلی ارتقاء مداوم تمدن است. هنگامی که ابزارهای تولید از تجهیزات کشاورزی به تجهیزات صنعتی، تجهیزات اطلاعاتی و تجهیزات هوشمند پیشرفت می‌کنند، جامعه از جامعه کشاورزی به جامعه صنعتی، جامعه اطلاعاتی و جامعه شبکه‌ای پیشرفت خواهد کرد. شهرها نیز از شهرهای کشاورزی، شهرهای صنعتی و شهرهای دیجیتال به شهرهای هوشمند تغییر می‌کنند. بنابراین، شهر هوشمند به سمت اجتناب‌ناپذیر پیشرفت شهری تبدیل می‌شود.

شکل ۱. مقایسه حالت‌های عملکردی (سیستم عامل) بین شهرهای سنتی و شهر های دیجیتالی



والدنبرو و گیمنا به این بحث پرداختند که شهرها با چالش‌های متعددی مواجه هستند که پایداری بلندمدت آنها را تهدید می‌کنند. این چالش‌ها می‌توانند اقتصاد، کسب‌وکارها و ساکنان شهرها را تحت تأثیر قرار دهند و زیرساخت‌های اصلی مانند حمل‌ونقل، منابع آبی، انرژی و ارتباطات را شامل شوند. این چالش‌ها باید به‌طور جامع مورد بررسی قرار گیرند تا شهرها بتوانند محیط‌های شهری پایدار را بسازند و حفظ کنند. شهر دیجیتال بسیار بیشتر از یک مجموعه فناوری‌های یکپارچه است. برای اینکه شهرها بتوانند تکامل یابند، باید توانایی‌های اقتصادی، دارایی‌های فیزیکی، فرهنگ، اراده سیاسی، فناوری و محیط کسب‌وکار خود را به‌طور بهینه استفاده کنند و بهبود بخشند (والدنبر و گیمنا، ۲۰۱۸: ۲۲۹). مقایسه حالت‌های عملیاتی بین شهرهای سنتی و شهرهای دیجیتال در شکل ۱ نشان داده شده است.

توسعه شهر دیجیتال جهانی تقریباً چهار مرحله را پشت سر گذاشته است. مرحله اول ساخت زیرساخت شبکه است؛ مرحله دوم ساخت سیستم اطلاعات داخلی دولت شهرداری و شرکت‌ها است؛ مرحله سوم اتصال بین دولت شهرداری و شرکت‌های بالادستی و پایین‌دستی از طریق اینترنت است؛ و مرحله چهارم تشکیل جامعه شبکه‌ای، جامعه مجازی و شهر دیجیتال است. شهر دیجیتال چین از زمانی که در سال ۱۹۹۹ پیشنهاد شد، بیش از ۲۰ سال را طی کرده است، اما فرآیند توسعه آن دقیقاً همانند کشورهای اروپایی و آمریکایی نیست (پلاتین و همکاران، ۲۰۱۹: ۲۵۸).

ژو و همکاران بر این باورند که شهر دیجیتال چین ممکن است مراحل مختلفی را طی کرده باشد، از مفهوم "زمین دیجیتال" تا تأسیس و ساخت "چارچوب ملی جغرافیای شهری دیجیتال" و سپس از اهداف اولیه مانند دستیابی به دفتر کار بدون کاغذ تا پلتفرم شبکه آینده چارچوب جغرافیای دیجیتال چین (ژو و همکاران، ۲۰۱۹: ۱۰۲).

محتوای اصلی ساخت شهر دیجیتال در محیط اینترنت اشیاء

چارچوب‌های جغرافیایی با پیشرفت زمان، توسعه فناوری و تغییر نیازهای انسانی با فرصت‌ها و چالش‌های جدیدی مواجه خواهند شد. اولاً، محبوبیت و عمومیت اطلاعات جغرافیایی به حدی رسیده است که کاربران دیگر محدود به متخصصان با دانش خاص نقشه‌برداری نیستند. این اطلاعات به توده‌های مردم گسترش یافته است و محصولات جدیدی که بر کیفیت دقیق سه‌بعدی، تصاویر پانورامیک و تجربه بهتر فناوری سه‌بعدی تمرکز دارند، به راحتی در دسترس عموم قرار گرفته‌اند (لای و همکاران، ۲۰۲۰: ۷۰۰)،

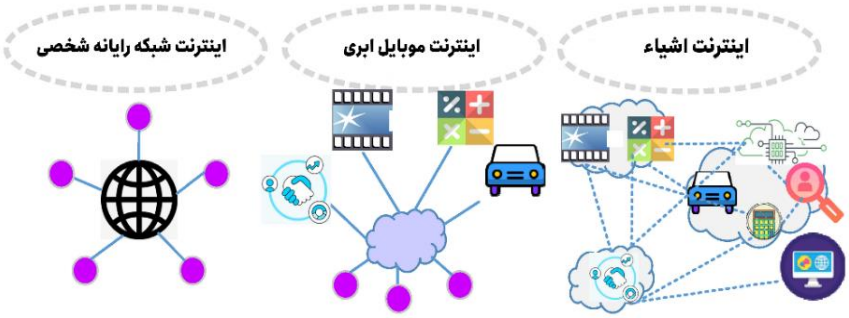
دوم، اگرچه پلتفرم عمومی اطلاعات جغرافیایی در شهر دیجیتال مسئله بیان پیوسته فضایی در دنیای واقعی را حل می‌کند، اما هنوز یک تأخیر زمانی وجود دارد. چن پیشنهاد کرد که با پیشرفت گسترش حس‌گرهای فضایی، مانند موقعیت‌یابی لحظه‌ای، اینترنت اشیاء و فرکانس رادیویی، ابزارهای مؤثری برای یکپارچه‌سازی اطلاعات لحظه‌ای فراهم می‌شود تا نقشه‌برداری در بُعد زمانی پیوسته باشد و بتوان گذشته را ردیابی کرد، حال را بیان نمود و آینده را دقیق‌تر پیش‌بینی کرد. سوم، با پیشرفت شبکه‌های بی‌سیم و فناوری‌های پایانه هوشمند، شهرهای ماشین‌محور به مدل‌های انسان‌محور تغییر خواهند کرد. ظهور عصر دفتر کار موبایل به هر کسی کمک خواهد کرد که در آینده بتواند در هر زمان و هر مکان، هر چیزی را در حوزه اختیارات خود کنترل کند (چن، ۲۰۲۰: ۳۲).

چهارم، سیستم دیجیتال دیگر به جستجو، موقعیت‌یابی، آمار و تحلیل‌های عمومی محدود نخواهد شد، بلکه با تکیه بر اینترنت اشیاء، شبکه حسگر و دیگر اکتشافات عمیق دانش، تصمیم‌گیری علمی را پشتیبانی کرده و فرمان‌های کنترل از راه دور را از طریق تحلیل و قضاوت دنیای دیجیتال به دنیای واقعی صادر خواهد کرد (زاچر، ۲۰۲۱: ۲۸۵) در نهایت، از لحاظ کاربرد عملی، سیستم می‌تواند هنگام درخواست کاربران عادی، تحلیل‌های علمی و دقیقی انجام دهد. علاوه بر این، منابع محاسباتی و شبکه‌ای توزیع شده در هر گره شبکه می‌توانند به‌طور خودکار جمع‌آوری شده و ترکیب‌های هوشمندانه‌ای بر اساس دانش ایجاد کنند تا به نیازهای اجتماعی خدمات دهند.

آرمسترانگ و همکاران پیشنهاد کردند که ساخت شهر دیجیتال جدایی‌ناپذیر از پشتیبانی چارچوب جغرافیایی است که مسئولیت آن بر عهده اداره نقشه‌برداری و اطلاعات جغرافیایی و همچنین زیرساخت اطلاعات شهری است. در مرحله شهر دیجیتال، محتوای

اصلی چارچوب جغرافیایی شامل پایگاه داده اطلاعات جغرافیایی پایه و پلتفرم عمومی اطلاعات جغرافیایی است (آرمسترانگ و همکاران، ۲۰۱۹: ۴۰).

شکل ۲. تغییر الگو از اینترنت رایانه شخصی به اینترنت اشیا

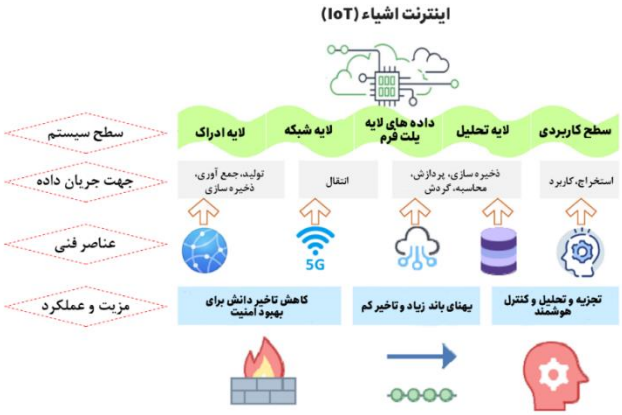


شو و همکاران ذکر کردند که با پیشرفت اینترنت اشیاء و رایانش ابری، پایگاه‌های داده اطلاعات جغرافیایی پایه به پایگاه‌های داده اطلاعات مکانی-زمانی تبدیل می‌شوند و پلتفرم‌های عمومی اطلاعات جغرافیایی به پلتفرم‌های ابری اطلاعات مکانی - زمانی ارتقاء می‌یابند. پایگاه داده اطلاعات مکانی-زمانی شامل داده‌های اطلاعات مکانی-زمانی، داده‌های آدرس گره‌های اینترنت اشیاء، سیستم مدیریت پایگاه داده اطلاعات مکانی-زمانی و محیط پشتیبانی است. علاوه بر این، پلتفرم ابری اطلاعات مکانی-زمانی می‌تواند اطلاعات جغرافیایی، اینترنت اشیاء و مکان گره‌ها را فراهم کند و نرم‌افزارها و رابط‌های کاربردی را برای محیط‌های کاربردی فراگیر از طریق اطلاعات جغرافیایی دقیق و اطلاعات زمانی جغرافیایی که کل جامعه را پوشش می‌دهد، توسعه دهد(شو و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۶۹۰۳). در مقایسه با پلتفرم‌های عمومی اطلاعات جغرافیایی، پلتفرم‌های ابری اطلاعات مکانی-زمانی تجربه بهتر، تحرک لحظه‌ای، قابلیت کنترل و خودکارسازی بیشتری دارند.

اینترنت اشیاء یک حالت اتصال جدید است که تحت اینترنت اطلاعات و اینترنت موبایل ایجاد شده است. این فناوری از اینترنت منشأ می‌گیرد و به گسترش مرزها و مفاهیم آن وابسته است. اینترنت اشیاء وضعیت کسب اطلاعات و ایجاد آن توسط انسان‌ها را در اینترنت تغییر می‌دهد و باعث می‌شود تمامی اقلام نیازمند دستورالعمل و عملکرد انسانی نباشند، که این امر تأثیر عمیقی بر تمامی جنبه‌های تولید و زندگی در آینده خواهد داشت. در آینده، مقیاس اتصال اشیاء در جهان بسیار بزرگ‌تر از مقیاس اتصال انسان‌ها خواهد بود. این رشد نمایی عمدتاً از اتصالات و عملیات خودمختار بین اشیاء ناشی می‌شود. تغییر الگو از اینترنت رایانه شخصی به اینترنت اشیاء در شکل ۲ نشان داده شده است. آبا و همکاران ذکر کردند که داده‌های دستگاه اینترنت اشیاء عموماً داده‌های لحظه‌ای و بدون تغییر هستند. در مقایسه با داده‌های اینترنت، داده‌های دستگاه‌ها به پلتفرم اینترنت اشیاء منتقل شده و سپس به پلتفرم داده‌های بزرگ انتقال می‌یابند که منبع داده ضروری برای کاربردهای داده‌های بزرگ، نظارت یکپارچه و کاربردهای بلاکچین است. سیستم‌های مبتنی بر حسگر دید ما را به ترافیک واقعی، تأسیسات، منابع آبی و ساختمان‌ها گسترش می‌دهند و منابع داده جدید لحظه‌ای را فراهم می‌کنند که قبلاً در دسترس نبودند یا جمع‌آوری آنها بسیار گران بود (آبا و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۸۲).

معماری اینترنت اشیاء (IoT) را می‌توان به لایه‌های درک، شبکه، پلتفرم، تحلیل داده و کاربرد تقسیم کرد. الرحمان و اللوهیدان پیشنهاد کردند که لایه آگاهی اینترنت اشیاء داده‌ها را تولید و جمع‌آوری می‌کند، که به طور متوالی از طریق فناوری ارتباطی 5G به سمت لبه و مرکز پلتفرم منتقل می‌شود، جایی که محاسبات لبه و محاسبات ابری به طور همزمان کار می‌کنند تا قدرت محاسباتی تولید شود. لایه تحلیل داده با استفاده از فناوری داده‌های بزرگ به پیش‌پردازش و تحلیل داده‌ها می‌پردازد. هوش مصنوعی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی پشتیبانی می‌کند و در نهایت سناریوهای اینترنت اشیاء را با استفاده از محاسبات ابری، داده‌ها و قدرت محاسباتی داده‌های بزرگ تغذیه می‌کند. عناصر فنی مختلف همزمان با هم همزیستی و وابستگی دارند و در فرآیند مسیر کاربرد

داده‌ها جاری هستند. در آینده، اینترنت اشیاء، 5G، محاسبات ابری، داده‌های بزرگ، هوش مصنوعی و سایر فناوری‌ها بیشتر به هم پیوند خواهند خورد و کاربردهای اینترنت اشیاء را به ارتقاء صنعتی و هوشمندسازی صحنه‌ها سوق خواهند داد (الرحمان و اللوهیدان، ۲۰۲۱: ۱۳۷۶۰). تفکیک رابطه اینترنت اشیاء با چندین فناوری که در این کار خلاصه شده است در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. ساختارشکنی رابطه اینترنت اشیا با چندین فناوری.

به طور خلاصه، بهبود توانایی فنی کلید حل این مشکل است. تنها توسعه مستمر و پیشرفت در نرم‌افزار، سخت‌افزار، الگوریتم‌ها و فناوری‌های ارتباطی می‌تواند قابلیت‌های کاربرد داده‌های اینترنت اشیاء را بهبود بخشد. به عنوان مثال، محاسبات لبه می‌تواند بخشی از قدرت محاسباتی و ذخیره‌سازی را آزاد کند و ترکیب آن با هوش مصنوعی می‌تواند پاسخ‌ها و تصمیم‌گیری‌های سریع را امکان‌پذیر کند. فناوری 5G تأثیرات آشکاری در کاهش تأخیر و بهبود سرعت انتقال دارد. علاوه بر این، پلتفرم‌های سیستم‌های فرآیند کسب‌وکار در حوزه عمومی از یکدیگر جدا هستند. در کاربردهای عملی، با مشکلاتی همچون ارسال مکرر داده‌ها، محدودیت‌های زمانی طولانی و کارآیی پایین مواجه است. در حال حاضر، وزارتخانه‌ها و کمیسیون‌های مختلف به تدریج در حال ایجاد مراکز عملیات شهری هستند تا پلتفرم‌ها را بین سیستم‌های مختلف کسب‌وکار متصل کنند و کارآیی و امنیت عملیات کسب‌وکار و داده‌ها را بهبود بخشند.

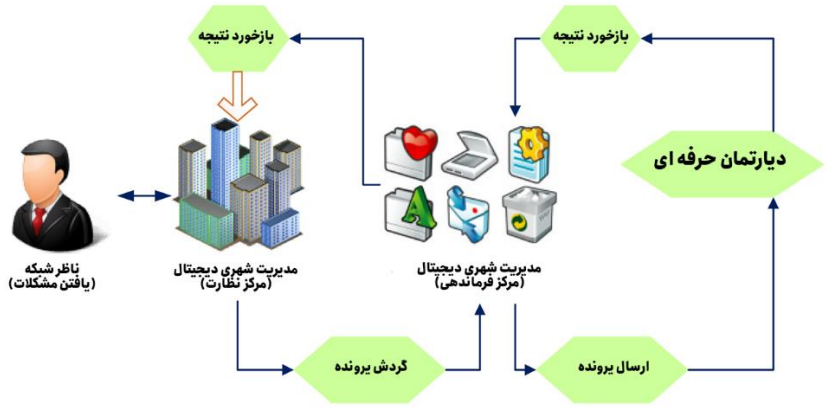
بررسی شیوه مدیریت شهرهای دیجیتال (DC)

شیوه مدیریت شهرهای دیجیتال با تکیه بر فناوری اطلاعات مدرن، مدیریت دقیق و کارآمد خدمات عمومی شهری را امکان‌پذیر می‌سازد. کوهن پیشنهاد می‌کند که هسته اصلی حکمرانی شهرهای دیجیتال، به حداکثر رساندن منافع عمومی است و هدف نهایی آن، ترویج توسعه جامع شهرها و بهبود کیفیت زندگی ساکنان شهری می‌باشد. هدف مدیریتی شهرهای دیجیتال، ایجاد یک الگوی جدید حکمرانی اجتماعی مبتنی بر اعتماد و همکاری متقابل میان تمامی موضوعات حکمرانی است تا به این ترتیب، عملکرد کلی در نهادها و بخش‌ها به صورت مؤثر تحقق یابد و مشکلات مدیریت عمومی برطرف گردد (کوهن، ۲۰۲۱: ۹۸).

از منظر جهانی‌سازی، حکمرانی شهرهای دیجیتال در سیستم‌های اداری تمامی کشورهای جهان نفوذ کرده و روند جهانی‌سازی را نشان می‌دهد. از منظر سیاسی، فناوری اطلاعات نحوه مشارکت شهروندان در مدیریت عمومی را تغییر می‌دهد و بنابراین، تقویت دموکراسی می‌تواند نظام سیاسی را تغییر دهد. از سطح اداری، نهادهای عمومی در مدیریت شهری نیاز به ارتباط با کارکنان دولت، شهروندان و ذینفعان دارند تا استانداردهای عملکردی متعادل با توجه به ترجیحات گروه‌های مختلف را برقرار سازند. سیستم مدیریت شهرهای دیجیتال در چهار جنبه نوآوری دارد:

۱) ایجاد یک سیستم مدیریت شهری که نظارت را از مدیریت جدا می‌کند و در فرآیند مدیریت، نظارت را از اجرا جدا می‌سازد؛
۲) گسترش راه‌های مؤثر برای مشارکت شهروندان در مدیریت شهری از طریق پیامک، ایمیل، خط خدمات و غیره؛
۳) ایجاد یک سیستم ارزیابی عملکرد مدیریت شهری که نتایج ارزیابی را به صورت خودکار و در زمان واقعی بر اساس پلتفرم اطلاعاتی به‌عنوان مبنای پاداش و تنبیه برای نهادها و کارکنان مربوطه تولید می‌کند؛
۴) راه‌اندازی سیستم ارزیابی صداقت اجتماعی به منظور ایجاد زیرساخت فنی برای اجرای مدیریت صداقت اجتماعی.

گرتزل و کو [۳۷] دریافتند که فرآیند مدیریت مراکز داده شهرها در مناطق مختلف به طور کلی مشابه است، اما در اجرای خاص تفاوت‌هایی وجود دارد. فرآیند اساسی مدیریت شهرهای دیجیتال شامل هفت مرحله است: کشف مشکل، تشکیل پرونده، ارسال پرونده، پردازش پرونده، بازخورد نتیجه، بازرسی و ارزیابی کلی (شکل ۴).



شکل ۴. جریان اصلی مدیریت شهرهای دیجیتال DC

سیستم مدیریت شهرهای دیجیتال دارای تیمی حرفه‌ای از ناظران شبکه‌ای برای کشف مشکلات است. این سیستم می‌تواند مشکلات موجود در اجزا و رویدادهای مدیریت شهرهای دیجیتال را به موقع از طریق بازرسی منظم و جامع و استفاده از تجهیزات جمع‌آوری اطلاعات شناسایی کرده و عناصر کلیدی را به مرکز مدیریت و نظارت شهری گزارش دهد. در فرآیند تشکیل پرونده، مشکلات به سرعت شناسایی می‌شوند و با ترکیب پایگاه داده رویدادهای شهری که از پیش ساخته شده و استانداردهای کاری تدوین شده، قضاوت دقیقی صورت می‌گیرد. اگر مشکل معیارهای تشکیل پرونده را برآورده کند، پرونده تشکیل شده و اطلاعات مربوطه از طریق شبکه به مرکز فرماندهی منتقل می‌شود. در مرحله ارسال پرونده، مرکز فرماندهی مدیریت شهری پرونده را از طریق فناوری شبکه به نهاد اداری مربوطه برای پردازش ارسال می‌کند (ژاو و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۰۴).

به طور معمول، مرکز فرماندهی منطقه می‌تواند اداره منطقه را هدایت کند. اگر حادثه به عنوان مدیریت شهری شناسایی شود، باید به مرکز فرماندهی شهری گزارش شود و شهر با نهادهای اداری شهری برای پردازش جامع هماهنگ خواهد شد. در مرحله پردازش، نهادهای اداری و بخش‌های حرفه‌ای مسئول مشکلات خاص موجود در مدیریت شهری، مانند دفع زباله و آسیب به جاده‌ها هستند. در مرحله بازخورد نتیجه، بخش پردازش، پرونده را به تفصیل ثبت کرده و پردازش مشکل را تکمیل می‌کند. پس از پردازش پرونده، بخش پردازش گزارش نتیجه را از طریق سیستم ترمینال به مرکز فرماندهی منتقل می‌کند. در مرحله بازرسی، ناظر شبکه‌ای سایت را بررسی کرده و نتایج را به مرکز نظارت ارسال می‌کند. اگر تأیید شود که نتایج بررسی با اطلاعات بازخورد پردازش سازگار است، پرونده بسته خواهد شد؛ در غیر این صورت، مرکز نظارت پرونده را مجدداً به مرکز فرماندهی ارسال می‌کند تا مشکل به صورت رضایت‌بخش حل شود. در فرآیند ارزیابی نهایی، سیستم مدیریت شهرهای دیجیتال تمامی داده‌های تولید شده در فرآیند عملیات را به صورت خودکار ذخیره کرده و عملکرد کاری هر بخش را از طریق ارزیابی شاخص‌های داده‌ها ارزیابی می‌کند (لیانکویلو و همکاران، ۲۰۲۱: ۲۰۲).

در حال حاضر، مدیریت شهرهای دیجیتال (DC) عمدتاً از طریق روش‌های مدیریت سلولی شبکه‌ای، مدیریت کد، مدیریت حلقه بسته و مدیریت پویا محقق می‌شود.

- **روش مدیریت سلولی شبکه‌ای:** ابتدا، بر اساس نیازهای مدیریت شهرهای دیجیتال، مناطق چندضلعی با مرزهای مشخص بر اساس داده‌های جغرافیایی پایه‌ای از شهرهای بزرگ تقسیم می‌شوند. ناظران شبکه‌ای به هر یک از سلول‌های شبکه‌ای اختصاص داده می‌شوند تا به‌طور فردی بر هر شبکه نظارت کنند.
- **روش مدیریت کد:** این روش می‌تواند اجزا و رویدادهای مدیریت شهری را بر اساس استانداردهای تعیین‌شده طبقه‌بندی کرده، کدهای اطلاعاتی منحصر به فردی را به هر نوع پرونده اختصاص داده و مدیریت طبقه‌بندی شده پرونده‌ها را اجرا کند. این نمایش دیجیتال از رویدادهای مدیریت شهری به شکل یک روش مدیریت کدی، می‌تواند رویدادها را به‌طور دقیق مکان‌یابی کرده و به سرعت پردازش کند و بهبود کارآیی جامع مدیریت شهری را فراهم آورد.
- **مدیریت حلقه بسته:** این روش، حالت مدیریت باز حلقه‌ای مدیریت سنتی شهری که تنها بر فرآیند اجرا تمرکز می‌کند و بازخورد نتایج را نادیده می‌گیرد، بهبود بخشیده و حالت نظارتی جدا کردن نظارت از اجرا را ایجاد کرده است. از طریق این طرح مدیریت حلقه بسته، به‌طور مؤثر کار نهادهای مرتبط با مدیریت شهری را نظارت کرده و نقش کنترل کلی در تأثیر عملیات مدیریت شهری را ایفا می‌کند.
- **مدیریت پویا:** با تکیه بر فناوری اطلاعات کامپیوتری، یک پلتفرم جامع مدیریت شهری با فرماندهی و اعزام، نظارت لحظه‌ای و تحلیل داده‌ها ایجاد شده است تا نظارت پویا بر مشکلات شهری را محقق کند. این روش، حالت مدیریت گسترده و غیر متمرکز سنتی را تغییر داده و مدیریت شهری را به تدریج به مرحله جدیدی از تصفیه و تشدید سوق داده و ابتکار و کارآیی مدیریت شهری را افزایش داده است.

شهر هوشمند تحت تأثیر متاورس و دوقلوهای دیجیتال

تفاوت‌های بزرگی بین متاورس و دوقلوهای دیجیتال[1](DTs) در توسعه صنعتی، بلوغ بازار و کاربرد عملی وجود دارد. نخست، متاورس به عنوان یک مفهوم ناشناخته، همچنان در مرحله کشت شناختی توسط دولت، شرکت‌ها، مخاطبان و دیگر بازیگران قرار دارد. دوقلوهای دیجیتال مراحل "کشت مفهوم"، "معماری طرح"، "آزمایشی" و "اکتشاف ساخت و ساز اجرایی کلی" را طی کرده‌اند. دوم، از نظر کاربردهای عملی، پروژه‌های شهری دوقلوهای دیجیتال بر صحنه‌های صنعتی مانند حمل و نقل، جامعه، ساخت و ساز و دیگر زمینه‌ها متمرکز هستند که مدیریت خدمات عمومی، توسعه جامعه و کاربردهای ساختمان هوشمند را شامل می‌شود.

متاورس در مرحله نوزادی خود قرار دارد. در نهایت، متاورس بیشتر بر ساختن جامعه دیجیتالی ایده‌آل با تجارب مشترک و غوطه‌ور تاکید دارد، در حالی که دوقلوهای دیجیتال بیشتر به تصمیم‌گیری در جامعه واقعی قدرت می‌بخشند و بهبود کارایی صنعت را هدف قرار می‌دهند. متاورس مجموعه‌ای از زمان و فضای مجازی است. این یک جهان موازی است که به صورت دیجیتالی در کنار جامعه انسانی قرار دارد. غوطه‌وری عمیق از طریق واقعیت افزوده (AR)، واقعیت مجازی (VR) و اینترنت به وجود می‌آید. این ممکن است یک نقطه عطف در تکامل فضای دیجیتال باشد، که نحوه زندگی انسان‌ها و ارتباط فضای اجتماعی با فضای فیزیکی را تغییر دهد. با این حال، متاورس یک شکل محصول یا یک ایده است.

در واقع، اساساً به شکل اینترنت فضایی اشاره دارد که در آینده پس از اینترنت همراه که افراد را به هم متصل می‌کند و اینترنت اشیا که اشیا را متصل می‌کند، زمان و فضا را به هم متصل می‌کند، یا یک بیان تجاری از اینترنت فضایی است. یک شهر یک سیستم عظیم پیچیده باز است. پس از در هم تنیدگی و تعامل بسیاری از سیستم‌ها، به ویژه پس از اضافه شدن متغیرهای پیچیده‌ای مانند "انسان" و "جامعه"، به یک سیستم عظیم اجتماعی- فیزیکی- اطلاعاتی (CPSS) تبدیل می‌شود. برای این نوع سیستم، توصیف

[1] Digital twins

حالت اجرای آن نیاز به "جریان، میدان و شبکه" و دیگر سیستم‌هایی دارد که پیچیده‌تر از فضای جامد سه‌بعدی هستند. تصادفی بودن و ظهور بزرگنمایی‌های متعدد نیز چالشی غیرقابل تحمل برای مدل‌های ریاضی ایجاد می‌کند که سعی در کشف الگوها و پیش‌بینی آینده دارند. آنچه دیده می‌شود اغلب شکل فیزیکی شهر با برخی حالات بسیار ساده شده سیستم و برون‌یابی‌های شبیه‌سازی است.

به طور کلی، اعتقاد بر این است که متاورس به سه سطح از دوقلوهای دیجیتال تقسیم می‌شود؛ دیجیتال، ابتدایی و واقعیت مجازی. این همچنین نشان می‌دهد که متاورس نه تنها به شبیه‌سازی دقیق عملکرد فضای فیزیکی می‌پردازد، بلکه تجارب بومی در فضای دیجیتال ایجاد می‌کند و یک سبک زندگی و فرم اجتماعی منحصر به فرد در فضای دیجیتال را کشف می‌کند. به نوبه خود، فضای دیجیتال نیز می‌تواند تأثیر منفی بر فضای فیزیکی داشته باشد.

بنابراین، تحول دیجیتال سیستم شهری از دوقلوهای دیجیتال به متاورس از نظر حالت فکری تغییر خواهد کرد. برای سیستم‌های اجتماعی، شبیه‌سازی و محاسبه جامع، چه با مدل عامل یا شبکه عصبی، دشوار است. با اتصال افراد، شهروندان و ذی‌نفعان می‌توانند به روش‌های مختلف در فرآیند تصمیم‌گیری عملیات شهری مشارکت کنند و خرد مردم می‌تواند کمبودهای هوش ماشین را جبران کند، که می‌تواند یک راه میانبر برای تبدیل شهرها به واقعاً هوشمند باشد. با کمک سیستم دیجیتالی موازی مبتنی بر تفکر متاورس، شهروندان می‌توانند در تعامل و بازخورد متقابل با سیستم شهری در سطوح مختلف شرکت کنند و به بهینه‌سازی خود-انطباقی سیستم کمک کنند. این نوع سیستم دیجیتال ممکن است از نظر فنی آنقدر پیچیده و دشوار نباشد. ممکن است تجربه اتصال کامل مبتنی بر AR[۱]، VR[۲] و MR[۳] باشد، یا ورودی کاربرد سبک، یا حتی تعامل وب مبتنی بر پلتفرم اجتماعی و برنامه‌های کوچک. تفکر متاورسی مشارکت و تعامل موضوعات متعدد تحت دوقلوهای دیجیتال را معرفی می‌کند. بدین ترتیب، پلتفرم دیجیتال نه تنها قابلیت بصری‌سازی را فراهم می‌کند بلکه ارتباط جامع بین فضای اجتماعی و فضای فیزیکی را تحقق می‌بخشد و همکاری بالای بین هوش ماشین و هوش انسانی را به واقعیت تبدیل می‌کند. در دهه‌های گذشته، اینترنت فرایندهای مختلف آفلاین، مانند خرید و دفتر کار را از اتصال ساده بین افراد به اتصال بین اشیا متحول کرده و به ارتباط و عملیات هوشمند همه چیز دست یافته است. در مرحله جدید توسعه، شهر هوشمند و فناوری دیجیتال نه تنها با اتصال جامع بین فضای اجتماعی و فضای فیزیکی مواجه هستند بلکه نیاز به ایجاد تجارب جدید، محصولات جدید و سبک‌های زندگی در فضای دیجیتال دارند. در این زمان، مفهوم متاورس ظاهر می‌شود. متاورس نباید به عنوان یک مفهوم عمومی بی‌پروا هیجان‌زده شود، بلکه باید روندهای واقعی صنعتی را شناسایی کرده و به آنها پاسخ دهد.

چشم‌انداز توسعه و پیشرفت فناوری‌های مربوط به شهر دیجیتال

مشکلات و راهکارهای متقابل در ساخت شهر های هوشمند جدید

در سال ۲۰۲۰، ویروس کووید-۱۹ جهان را تحت تأثیر قرار داد و باعث شد که روش‌های سنتی تولید و زندگی با چالش‌هایی مواجه شوند. تقاضا برای رایانه‌ای و دیجیتالی شدن در حال افزایش است که این روند غیرقابل اجتنابی برای دیجیتالی شدن شهری تبدیل شده است. در سال ۲۰۲۱، به منظور تحقق "دوگانه‌کربن" و تسریع در پیشرفت با کیفیت بالای شهری، تحول دیجیتال به یک استراتژی ملی تبدیل می‌شود و نقطه شروع مهمی برای بهبود سطح انرژی شهر و ایجاد توانمندی رقابتی اساسی می‌شود. در قالب استراتژی ملی، چندین وزارت و سازمان اسناد سیاستی را برای شتاب دادن به ساخت و پیشرفت دیجیتال شهری صادر کرده‌اند. در حال حاضر، پروسه‌های تبدیل دیجیتال شهری به طور مداوم در حال گسترش به بخش‌های مختلف می‌باشند و نقشی در بهبود سطح حکمرانی شهری، بهینه‌سازی کیفیت و کارایی خدمات دولتی، ترویج توسعه نوآورانه صنایع و تسهیل نیازهای زندگی مردم ایفا می‌کنند. لیو و چن مشخص کرده‌اند که ارزشیابی دیجیتالی شدن بر اساس این است که آیا مردم می‌توانند از راحتی و مزیتی که توسط دیجیتالی

---

[۱] Augmented reality

[۲] Virtual reality

[۳] Mixed reality

شدن به آن‌ها ارائه می‌شود در کار و زندگی خود بهره‌مند شوند. در ساخت شهر های هوشمند مبتنی بر تکنولوژی‌های دوقلوهای دیجیتال، مشکلات زیادی وجود دارد. اول، درک ناکافی از مفهوم در بین افراد وجود دارد. مناطق مختلف دیدگاه‌های متفاوتی در مورد شهر هوشمند دارند و ایده‌ها و مدل‌های فنی آن‌ها نیز زیرساخت کمی دارند. دوم، نقص در طراحی و برنامه‌ریزی عالی بالا، کمبود تحقیقات و ارزیابی‌های پیشین، تمرکز بر ورودی‌های فنی و نادیده گرفتن ساختار بالایی و احساس جمعی، و عدم وجود حالت‌های عملیاتی برای ساخت شهر هوشمند در شهرهای مختلف. سوم، دشواری در به اشتراک گذاری اطلاعات بر روی بسیاری از پلتفرم‌ها وجود دارد. چهارم، نقاط ضعف در امنیت اطلاعات، ظرفیت پاسخ‌گویی اضطراری کمتر دولت و آگاهی ضعیف عمومی از حفاظت از امنیت و توانایی پیشگیری (لیو و چن، ۲۰۲۱: ۸۵۰).

پنجم، کمبود استعداد نوآوری فنی، حرفه‌ای‌های سنی با دانش حرفه‌ای و استعداد ترکیبی که در مدیریت دولت و شرکت‌ها متوجه می‌شوند. ششم، مشارکت کم از سوی نیروهای اجتماعی، فشار مالی بزرگ در ساخت شهر هوشمند و کمبود مکانیسم‌های مناسب برای جذب شرکت‌ها و مشارکت اجتماعی. هفتم، تحت تأثیر سیستم مدیریت سنتی، حفاظت از منافع کوچک، عدم توازن پیشرفت و عقب‌ماندگی در طراحی عالی بالا، صنایع و زمینه‌های مختلف به صورت مستقل در حال توسعه هستند و تجزیه و تحلیل بخش‌بندی بسیار برجسته‌ای وجود دارد که جزایر اطلاعاتی متعددی را ایجاد می‌کند. این بدون شک منجر به ساخت مجدد و تلفات منابع می‌شود، که همچنین مشکلات بزرگی را برای اتصال، یکپارچگی و به اشتراک گذاری داده‌ها و اطلاعات شهر های هوشمند به همراه دارد. برای بهبود سطح ساخت شهر های هوشمند، باید به شش جنبه زیر توجه شود. اول، تقویت طراحی عالی بالا ضروری است، برنامه‌های علمی و منطقی را تدوین کنید، برنامه‌ریزی‌های متوسط و بلندمدت برای پیشرفت شهری تدوین کنید، برنامه‌ریزی کلی و هدایت را تقویت کنید و استانداردها و مدل‌های توسعه مورد توافق را تدوین کنید. دوم، لازم است که نوآوری علمی و فناورانه را تقویت کنید، حمایت فناوری را تقویت کنید، ساخت فناوری اطلاعات را تقویت کنید، از 5G، داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی در پیشرفت شهر های هوشمند استفاده کنید، نقص در تجهیزات سخت‌افزاری را پوشش دهید، سیستم مشخصات فنی را تأسیس و بهبود دهید، و روابط عمومی فناوری‌های هسته‌ای را تقویت کنید. سوم، لازم است که آموزش نیروهای انسانی را تقویت کرده و گروهی از نیروهای با کیفیت بالا بسازید، استعدادهای متقاطع با تکنولوژی‌های بالا را معرفی کنید، یک اکوسیستم توسعه استعداد را تشکیل دهید و گروهی از استعدادهای هوشمند بسازید. چهارم، باید بازار را تحریک کنید، حرکت صنعت را تقویت کنید، نقش تصمیم‌گیری‌کننده بازار را در تخصیص منابع بهبود دهید، راه‌های نوآوری همکاری دولت - شرکت را نوآوری کنید، شرکت‌ها و نیروهای طراحی را به مشارکت تشویق کنید، و کانال‌های تأمین مالی را گسترش دهید. پنجم، لازم است که آگاهی خود از خدمات را تقویت کنید، خدمات خود را برای مردم بهبود دهید، ادغام نوآوری‌های تکنولوژیکی و خدمات مردمی را ترویج دهید، و کیفیت محصول و احساس مردم را در راستای شرایط محلی و نیازهای مردم بهبود دهید. هفتم، دولت باید طراحی عالی بالا را تقویت کند، سیاست‌ها و تدابیری را معرفی کند، استانداردهای یکپارچه برای اطلاعات را منتشر کند، و هدایت و هماهنگی بین اقسام و صنایع مختلف را تقویت کند. این ضروری است تا بخش‌بندی و مشکل "قلعه اطلاعاتی" افقی و "دودکش اطلاعاتی" عمودی را به طور کامل حل کند. راتور و همکاران باور دارند که بنیان شهر هوشمند، شهر دیجیتالی است. ابتدا، باید مرکز داده بزرگ شهر هوشمند برای جمع‌آوری و ذخیره تمامی اطلاعات شهری ایجاد شود که قلب شهر هوشمند را تشکیل می‌دهد. با کمک مدل ساختار شهری (CIM)[1]، مدل ساختمان (BIM)[2]، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، و سایر وسایل مدرن، آسان است که شهر فیزیکی دیجیتال شود و سپس داده‌های محیط شهری (کیفیت آب، هوا، آلودگی و غیره) و داده‌های اقتصادی و اجتماعی شهری (جمعیت، صنعت، دارایی‌ها و غیره) را بارگیری کنید (راتور و همکاران، ۲۰۱۸: ۶۰۲). همچنین، از جمع‌آوری داده‌های زمان واقعی، تشکیل یک "استخر داده" جمعیتی عظیم شهری را برای دستیابی به پوشش کامل اطلاعات و دیجیتالی شدن شهری ارائه می‌دهد. دوم، به عنوان مغز شهر هوشمند، باید مرکز فرمان شهر هوشمند ساختمان و عملیات را ایجاد کنید. این مرکز مسئول هماهنگی و زمان‌بندی کلی ساخت و عملیات شهر هوشمند است و با

[1] City Information Modeling)

[2] Building information modeling

تشکیل یک الگوی مدیریت و عملیات یکپارچه با اهداف یکسان، اتصال اقسام، هماهنگی بالا، پاسخ سریع و عملکرد کارآمد تشکیل می‌دهد.

مدل‌سازی سه‌بعدی شهردیجیتال برای مدیریت دقیق

پیشرفت فناوری دیجیتال بستگی به پیشرفت اقتصاد اجتماعی دارد. توسعه دوره دیجیتال تغییراتی در فرهنگ اجتماعی ایجاد کرده و محیط زندگی مردم را تا حدودی تغییر می‌دهد. از طریق ایجاد یک مدل بصری سه‌بعدی از شهر، سعی در تحقق پلتفرم ایجاد بلادرنگ طراحی سه‌بعدی شهری است، تجزیه و تحلیل فضایی مقایسه‌ای از وضعیت کنونی شهر و طراحی شهری را ارائه می‌دهد، طرح طراحی آزمایشی گشت و گذار مجازی را نمایش می‌دهد و اطلاعات برنامه‌ریزی و تحلیل را از طریق پایگاه داده ارائه می‌دهد. این به این شکل است که می‌تواند ایجاد، ویرایش و جایگزینی مدل‌های معماری مختلف در برنامه‌ریزی شهری را تسهیل دهد و روش ارزیابی جدیدی برای ارزیابی برنامه‌ریزی شهری، تصمیم‌گیری ماکرو و ساخت منطقی ارائه دهد. ژانگ و کو، پیشنهاد داده‌اند که پلتفرم مدیریت شهری بصری از تکنولوژی واقعیت مجازی استفاده می‌کند تا یک سیستم شبیه‌سازی مجازی سه‌بعدی از شهر را ایجاد کند و با کمک آمیخته شدن داده و مکان‌یابی مکانیسم‌ها، مدیریت هوشمند شهری را تحقق بخشد. در پیشرفت شهر هوشمند، فناوری‌های جدید دیجیتال مانند اینترنت اشیاء، تجزیه و تحلیل داده و راه‌حل‌های هوش مصنوعی در مختلف عموده‌های شهری برای پشتیبانی از توسعه شهر هوشمند استفاده می‌شوند [(ژانگ و کو، ۲۰۲۲: ۴۳).

فناوری دیجیتال پویا با مدل‌سازی سه‌بعدی استاتیک و دوقلوهای دیجیتالی ترکیب شده و به توسعه شهر برای درک نوسانات زمان و فضا کمک می‌کند. برای مدل داده‌های شهر نهاده‌ی جهانی CityGML[1] استفاده می‌شود. CityGML مدل داده باز و استاندارد برای ذخیره و تبادل مدل‌های شهری مجازی سه‌بعدی است. برای مدل شبکه زنده، داده‌هایی از عکس‌های هوایی موجود، مجموعه داده‌های ابرنقطه و اسکن‌های لیزری استفاده می‌شود. در نهایت، هم مدل شبکه واقعی و هم مدل داده‌های شهری نمایش داده می‌شود و به عنوان داده‌های باز برای استفاده عمومی منتشر می‌شود. میزان داده نسبت به GIS 2D موجود بیشتر از ۱۰۰ برابر است. با این حال، GIS خود از لحاظ مدل‌سازی داده‌های سه بعدی و تجسمی بهتر از CAD و 3DMax است.

بنابراین، بسیاری از اساتید با ترکیب مزایای این دو سیستم یک مدل منظره‌ای سه بعدی از کل شهر ساخته‌اند و قصد داشتند از این مدل برای مدیریت اطلاعات سه بعدی شهری استفاده کنند، که این ابتدای اکتشاف مدل شهر 3D (3DCM) بود. با استفاده از روش‌های جفت تصاویر استریو هوایی و فناوری استخراج اشیاء، اندازه‌گیری نیمه‌خودکاری داده‌های سه بعدی از خانه‌های تصویر هوایی را ممکن می‌سازد و سپس بازسازی سطح قابل رویت ساختمان‌ها بر اساس شبکه نیمه‌منظم مثلث‌بندی دو بعدی سطح زمین و ساختمان و تصویر دیجیتال اصلی انجام می‌دهد، و منظره شهری سه بعدی را بازسازی می‌کند. به کارگیری فناوری BIM در مدل‌سازی سه بعدی شهر دیجیتال می‌تواند مدل‌سازی ساختمان سه بعدی را ساده کند و به ایجاد پایگاه داده BIM برسد، و مدل سه بعدی ایجاد شده با استفاده از فناوری BIM دقیق‌تر و قدرتمندتر باشد. به علاوه، مزایای زیر را دارد:

- مدل‌های BIM به راحتی قابل دسترسی هستند. مدل BIM تمایل به جایگزینی نقشه‌های طراحی معماری دارد؛ یعنی، هر ساختمان جدید باید مدل BIM را برای هدایت ساخت پروژه ایجاد کند که یک ضمانت قوی برای منبع مدل BIM فراهم می‌کند. دولت شهری می‌تواند قوانین و مقررات خاصی را تأسیس کند و امری کند که ساختمان‌های جدید باید مدل BIM را به ادارات مربوطه جهت پرونده برسانند. این مدل می‌تواند به مدل شهری سه بعدی وارد شود.
- اطلاعات مدل فراوان. مدل BIM شامل اطلاعات فراوانی است، شامل ظاهر، داخلی، جنس و هزینه ساختمان. در صورت لزوم، می‌تواند به مدل شهری سه بعدی برای کویری کاربران وارد شود. در ساخت مدل سه بعدی شهری شهر دیجیتال، یکپارچگی داده‌های BIM و داده‌های 3DCM می‌تواند توسعه مدل‌های شهری سه بعدی را ترویج دهد. این تنها می‌تواند کیفیت و برنامه زمانی مدل را بهبود بخشد، بلکه هزینه مدل‌سازی را کاهش دهد و برنامه زمانی را کوتاه کند. این به عنوان

[1] City Geography Markup Language

یک انقلاب جدید در پیشرفت شهر دیجیتال است. به اشتراک گذاری داده‌های بسیار زیاد و ساخت دقیق مدل سه بعدی به برقراری ارتباط اطلاعاتی بیشتر و کارآمدتر بین گره‌های مختلف حرفه‌ای کمک می‌کند.

چشم‌انداز ساختار سیستم‌های شهری دیجیتال

انتقال اینترنت به شکل دیجیتال فقط گام اول در ساختاردهی شهر است. گام دوم اتصال اجزای شهر از طریق مراکز داده اینترنت است، تا بتوانند به شبکه متصل شوند. تجارت الکترونیکی و امور دولت الکترونیکی این شبکه هستند. گام سوم ارتباطات شبکه‌ای است، و مهم‌ترین آن پاسخ هوشمند محلی است، به عبارت دیگر مراحل برنامه‌ریزی هوشمند، کلیدگاه‌های هوشمند، حمل و نقل هوشمند و غیره. بخش چهارم بخشی از شهر در مرحله ارتباطات متقابل است. در روند تکامل بشر، جنبش بهینه‌سازی به دنبال تحقق سیستم‌های شهری هوشمند و بنیانی ساختن یک سیستم شهری هوشمند است. از دیجیتالی‌سازی یک سیستم تکی به یک تکامل ژرف در تکامل کلیه سیستم شهری، از ساخت سیستم تا عملکرد پایدار و از حکومتی به مشارکت چند طرفه با تمایل به بازار، یکی از روندهای ضروری است.

در آینده، سیستم‌های شهری از دیجیتالی‌سازی شهری به مراکز دیجیتالی تحول خواهند یافت و تمام شهر به یک "سیستم عظیم دیجیتال" در حوزه دیجیتالی تبدیل می‌شود. رگ‌های اصلی توسعه اقتصادی شهری از اقتصاد صنعتی و اقتصاد دیجیتال به اقتصاد هوشمند است. از جمله، اقتصاد دیجیتال می‌تواند نقش حیاتی در اقتصاد صنعتی ایفا کند و باعث به وجود آمدن دیجیتالی‌سازی صنعتی، اینترنت صنعتی، کارخانه‌های دوقلوی دیجیتال و غیره شود. اندیشه اولیه از سوی فیلسوف یونان باستان، آریستوتل، مطرح شد: "در هر کاوش ساماندهی، اصول اولیه وجود دارد." اصول اولیه پیشنهادات و فرضیات بنیادی هستند که نمی‌توان آن‌ها را حذف، حذف یا نقض کرد. اطلاع‌رسانی هدف آن کاهش هزینه اعتماد و اصطکاک داخلی در سازمان از طریق چرخه کارآمد اطلاعات است و این هدف دستیابی به هزینه حاشیه‌ای کاهشی است. کاهش هزینه حاشیه‌ای زیرساخت و خدمات عمومی نیروی پیشران اصلی تجمع شهری است که بدون تردید نیاز داخلی برای اطلاع‌رسانی دارد. با تبدیل دیجیتال جامع برنامه‌ریزی، ساخت، عملکرد و مدیریت شهری، شهرها می‌توانند به تناسب آمار بالاتر و حتی به صورت زمان‌بندی واقعی واکنش نشان دهند. برنامه‌ریزی شهری و عملکرد شهری و ارتباطات خدمات به طور فزاینده از هم جدا نیستند و به تدریج یکپارچه می‌شوند. سیستم ادراک شهر به عنوان مثال مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ساختار شهر هوشمند قبلی که توسط بخش‌های عمودی ساخته شده بود، هر بخش سیستم ادراک اینترنت اشیاء خود را مانند دوربین‌ها و حسگرها ساخته بود. از تجهیزات پایانی به وسیله نصب خودرویی و سپس به دسترسی به برق و شبکه نیازمند سرمایه‌گذاری مکرر بود. در نیازهای ساختار سیستمی که توسط هر بخش ارائه شد، آن‌ها تنها کسب‌وکار بخش خود را در نظر خواهند گرفت که بدون شک به ساختار مکرر وسیع منجر می‌شود و نیاز به جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی دوباره داده‌های مختلف پس از ساختار متمرکز دارد.

در سال‌های اخیر، کاربرد گسترده ستون‌های نور هوشمند به طوری که به حدی معین برای اشتراک گذاری حامل‌های نصب ترمینال مختلف جاده‌ای و قابلیت دسترسی به برق و شبکه حل شده است. لامپ‌های خیابانی، نشانه‌ها، ایستگاه‌های پایه 5G، دوربین‌ها، رادارها، گره‌های محاسبات لبه و انواع حسگرهای جاده‌ای می‌توانند در یک استوانه نصب شوند. با این حال، ادغام بیشتر دوربین‌های مختلف نصب شده توسط بخش‌های متعدد طراحی متمرکز و نصب کلی حسگرها نیاز دارد. ایجاد یک شبکه ادراک شهری یکپارچه، به عنوان پایه مشترک همه سیستم‌های شهر هوشمند، نیازمند سطح عمیق‌تری از طراحی اولیه به عنوان یک اندیشه ویژه و حکمت سیاسی است. ساختار شهر هوشمند یک فرآیند عملیات طولانی‌مدت است. ساخت و ساز پروژه‌محور بدون توجه به اثر ساختار، بنابراین توسعه زنجیره‌های تأمین به طور ضروری برتری ندارد. اما موج جدید فاز جدیدی را وارد کرده است و فاز جدید نیاز به مسیری جدید دارد. پس از تجزیه و تحلیل سامانه‌های فعلی توسعه اجتماعی و فناوری، پیشنهاد می‌شود که از فناوری ابر برای ادغام نامه استفاده شود و مغز و شهر دیجیتالی کلی را ایجاد کند. بر اساس پلتفرم ساخت و اکولوژی جمع‌آوری، شهر همراه با تحول دیجیتال تکامل خواهد یافت.

با پیشرفت ساختار شهر هوشمند، دولت‌ها درک کرده‌اند که باید بیشتر به عملیات پایدار توجه داشته باشند و نه تنها به یک سرمایه‌گذاری تکی در ساختار اعتماد کنند بلکه باید به مکانیسم‌های بازار متمرکز راهنمایی شود تا شرکت‌ها و شهروندان را برای مشارکت در نوآوری شهری هدایت کند و واقعاً نقاط درد بازار را حل کند. عملیات ممکن است یک مدل کسب و کار سودآور نباشد، اما می‌تواند با ارزش محصولات و خدمات به هزینه‌های منطقی رسیده و توسعه پایدار و سالمی را داشته باشد.

بحث

دوقلو های دیجیتال (DTs) جهان فیزیکی را با فضای مجازی ارتباط برقرار می‌کنند و با استفاده از داده‌های تاریخی، داده‌های زمان واقعی و مدل‌های الگوریتمی دنیای واقعی را در فضای مجازی ایجاد می‌کنند. این فناوری به طور چشم‌گیری تحلیل جامع وضعیت کارخانه‌ها، عملکرد و نگهداری تجهیزات، عملکرد خطوط تولید، مدیریت تولید و تغییرات دیگر را ترویج خواهد داد و پایه فنی و روند توسعه تولید هوشمند یا "صنعت ۴,۰"[۱]خواهد شد. از ایجاد "مغز شهری"[۲]و شهر هوشمند تا ارتقای "تحول دیجیتال"[۳]شهرها و دوقلوهای دیجیتال شهری به تازگی مورد بحث قرار گرفته‌اند، دیجیتال‌سازی نه تنها موضوعی برای دایره علم و فناوری و کارآفرینان بوده است، بلکه به موضوعی برای مدیران شهری در تمام کشورها تبدیل شده است.

دوقلوهای دیجیتالی شهر هوشمند می‌تواند اطلاعات پراکنده اینترنت اشیاء را یکجا حل کند، نیازها و نقاط درد را در یک مکان حل کند و نقشه جدیدی از صنعت اینترنت اشیاء به شکل یک متاورس فراهم کند. موج مدرنیته دیجیتال نماینده‌ای از اینترنت اشیاء، داده‌های بزرگ، هوش مصنوعی و دیگر فناوری‌های جدید است که جهان را فرا گرفته است. جهان فیزیکی و جهان اطلاعاتی به طور همزمان در حال توسعه و تعامل هستند و ساخت شهرهای دوقلو های دیجیتال دیگر قابل انکار نیست.

توسعه دوقلوهای دیجیتالی شهر هوشمند نیازمند برنامه‌ریزی شهری خوب است، اما مشکلات مختلف شهری که به دلیل برنامه‌ریزی نامناسب شهری وجود دارد هنوز به طور قابل توجهی وجود دارد. فناوری تصویرسازی دوقلو های دیجیتال می‌تواند اموری که هزینه‌های نسبتاً بالایی در واقعیت دارند و با آزمایش‌های کوتاه‌مدت دشوار است، را به سرعت، با هزینه کم و انجام‌های چندگانه در موجودیت‌های مجازی به دست آورد. ساخت مدل‌های مختلف بر روی پلتفرم مجازی می‌تواند برای هدایت ساخت در واقعیت استفاده شود که برای استنباط برنامه‌ریزی شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. با تنظیم آستانه‌های فضایی و رویداد، می‌توان ارزیابی کرد که آیا شهر از اهداف برنامه‌ریزی مختلفی که در توسعه خود هست، متفاوت است یا خیر. بنابراین، در کاربرد برنامه‌ریزی شهری، ضروری است تا فاز ساخت دوره کامل ثبت شود و پس از اتمام ساخت اجرا شود. برای کاربرد فناوری دوقلو های دیجیتال، ثبت تمام عوامل در ابعاد فضایی و زمان ضروری است. از طریق ساخت پلتفرم شهری دوقلو های دیجیتال، امکانات درک و تصمیم‌گیری شهر می‌تواند بهبود یابد و برنامه‌ریزی و توسعه آینده همچنین می‌تواند دیدگاهی گسترده‌تر را فراهم آورد. تحت پیش‌فرض اینکه تمام موضوعات اجتماعی دارای دسترسی به پلتفرم‌های دوقلو های دیجیتال باشند، فناوری دوقلو های دیجیتال محیط همکاری چندگانه و هم‌افزایی برای تمامی موضوعات مدیریت خطرهای شهری ایجاد می‌کند که می‌تواند هویت اجتماعی و احساس تعلق عمومی را بهبود بخشد و انگیزه آن‌ها برای شرکت در مدیریت خطرات شهری را افزایش دهد.

نتیجه گیری

این پژوهش بر روی بحث در مورد دیجیتال‌سازی و تأثیر دوقلوهای دیجیتالی بر پیشرفت شهرهای مدرن، همچنین محتواهای اصلی و فناوری‌های کلیدی شهر های هوشمند پشتیبانی شده توسط دوقلوهای دیجیتالی تمرکز دارد. یک شهر دوقلوی دیجیتالی،

---

[۱] Fourth Industrial Revolution

[۲] urban brain

[۳] digital transformation

یک برنامه نوآورانه تحت ادغام یک سری فناوری مانند ادراک، انتقال، محاسبه، مدل‌سازی و شبیه‌سازی است. ساختار شهری به چهار مرحله اولویت‌بندی شده است:

اول از همه، ادراک اینترنت اشیاء، ارتقاء برنامه و شبیه‌سازی. ساخت یک شهر هوشمند بر مبنای دوقلوهای دیجیتالی، بهبود بهره‌وری مدیریت و تخصیص منابع عمومی شهری را ارتقا می‌دهد و ابزاری برای مدیران در جهت تصمیم‌گیری فراهم می‌آورد تا وضعیت کلی شهر را درک کنند و یک پلتفرم برای فرماندهی و برنامه‌ریزی فراهم کنند. این کار ارزش مرجع مهمی را برای نوآوری و توسعه بعدی شهرهای دوقلوهای دیجیتالی دارد، اما در بحث بیشتر در مورد اجزا سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در فرآیند مدل‌سازی دوقلوهای دیجیتالی پرداخته شده است است که در پژوهش‌های بعدی به تدریج بهبود خواهد یافت. از پیشنهاداتی که در این زمینه برای پژوهش سایر پژوهشگران می توان اشاره نمود به صورت زیر است:

- بررسی تأثیر دوقلوهای دیجیتالی بر بهره‌وری مدیریت و تخصیص منابع عمومی شهری.
- بررسی نقش ادغام فناوری‌های ادراک، انتقال، محاسبه و مدل‌سازی در ساختار شهر هوشمند بر پایه دوقلوهای دیجیتال.
- بحث در مورد اجزا سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در فرآیند مدل‌سازی دوقلوهای دیجیتالی.
- ارزیابی روش‌های بهبود کارایی و کاربرد دوقلوهای دیجیتال در تصمیم‌گیری مدیران شهر.
- بررسی چگونگی استفاده از پلتفورم های فناورانه جدید جهت فرماندهی و برنامهٔ ریزی شهروندی در شهر های هوشمند.

منابع و مأخذ

ایران پور مبارکه، زهرا و نوذریان، مهدی و 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.

سجادیان، مهیار و فیروزی، محمدعلی و پوراحمد، احمد، ۱۴۰۰. متاورس و شهرهای «متاورسی» و «کریپتویی»؛ تدقیقی بر بهره‌گیری آگاهانه در کشور.

محمودی، محسن؛ صادقی، سالار. ۱۴۰۱. متاورس و تأثیر آن بر سبک زندگی. مطالعات حقوقی فضای مجازی تابستان ۱۴۰۱ - شماره ۲، (دانشگاه آزاد) از ۴۵ تا ۶۲.

همتی، مرتضی. (۱۴۰۰). متاورس، یک انقلاب شهری تأثیر متاورس بر ادراک مخاطبان از شهر. گردشگری فرهنگ، ۲(۷) , ۵۶-۴۹.

Aba, E.N.; Olugboji, O.A.; Nasir, A.; Olutoye, M.A.; Adedipe, O. Petroleum pipeline monitoring using an internet of things (IoT) platform. SN Appl. Sci. 2021, 3, 180.

Allam, Zaheer, Ayyoob Sharifi, Simon Elias Bibri, David Sydney Jones, and John Krogstie. 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, no. 3: 771-801. https://doi.org/10.3390/smartcities5030040

Armstrong, M.P.; Wang, S.; Zhang, Z. The Internet of Things and fast data streams: Prospects for geospatial data science in emerging information ecosystems. Cartogr. Geogr. Inf. Sci. 2019, 46, 39–56.

Chen, R.; Shen, H.; Lai, Y. A Metaheuristic Optimization Algorithm for energy efficiency in Digital Twins. Internet Things Cyber-Phys. Syst. 2022, 2, 159–169.

Chen, W. Intelligent manufacturing production line data monitoring system for industrial internet of things. Comput. Commun. 2020, 151, 31–41.

Cheng, C.; Dou, J.; Zheng, Z. Energy-efficient SDN for Internet of Things in smart city. Internet Things Cyber-Phys. Syst. 2022, 2, 145–158.

Cohen, S. Interconnected sensor networks and digital urban governance in data-driven smart sustainable cities. Geopolit. Hist. Int. Relat. 2021, 13, 97–107.

Dhanwani, R.; Prajapati, A.; Dimri, A.; Varmora, A.; Shah, M. Smart Earth Technologies: A pressing need for abating pollution for a better tomorrow. Environ. Sci. Pollut. Res. 2021, 28, 35406–35428.

ElRahman, S.A.; Alluhaidan, A.S. Blockchain technology and IoT-edge framework for sharing healthcare services. Soft Comput. 2021, 25, 13753–13777.

Khan, S.; Nazir, S.; García-Magariño, I.; Hussain, A. Deep learning-based urban big data fusion in smart cities: Towards traffic monitoring and flow-preserving fusion. Comput. Electr. Eng. 2021, 89, 106906.

Lai, J.S.; Peng, Y.C.; Chang, M.J.; Huang, J.Y. Panoramic Mapping with Information Technologies for Supporting Engineering Education: A Preliminary Exploration. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2020, 9, 689.

Liu, C.; Chen, J. Consuming takeaway food: Convenience, waste and Chinese young people's urban lifestyle. J. Consum. Cult. 2021, 21, 848–866.

Nguyen, D.D.; Rohacs, J.; Rohacs, D. Autonomous flight trajectory control system for drones in smart city traffic management. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2021, 10, 338.

Plantin, J.C.; De Seta, G. WeChat as infrastructure: The techno-nationalist shaping of Chinese digital platforms. Chin. J. Commun. 2019, 12, 257–273

Rathore, M.M.; Paul, A.; Hong, W.H.; Seo, C.; Awan, H.; Saeed, S. Exploiting IoT and big data analytics: Defining smart digital city using real-time urban data. Sustain. Cities Soc. 2018, 40, 600–610.

Sakib, N.H.; Islam, M.; Shishir, M.; Shishir, F.G. National integrity strategy implementation in land administration to prevent corruption in Bangladesh. SN Soc. Sci. 2022, 2, 43.

Shan, P.; Sun, W. Research on 3D urban landscape design and evaluation based on geographic information system. Environ. Earth Sci. 2021, 80, 597.

Valdenebro, J.V.; Gimena, F.N. Urban utility tunnels as a long-term solution for the sustainable revitalization of historic centres: The case study of Pamplona-Spain. Tunn. Undergr. Space Technol. 2018, 81, 228–236.

Wang, Jie and Medvegy, Gabriella, (2022). "Exploration of the future of the metaverse and smart cities". ICEB 2022 Proceedings (Bangkok, Thailand). 12. https://aisel.aisnet.org/iceb2022/12

Xu, C.; Gao, Z.; Zhang, D.; Zhang, J.J.; Xu, L.; Li, S. Applying Cross-modality Data Processing for Infarction Learning in Medical Internet of Things. IEEE Internet Things J. 2021, 8, 16902–16910.

Zacher, S. Digital Twins by Study and Engineering. South Fla. J. Dev. 2021, 2, 284–301.

Zhang, G.; Kou, X. Research and implementation of digital 3D panoramic visual communication technology based on virtual reality. Int. J. Commun. Syst. 2022, 35, e4802.

Zhao, C.; Liao, F.; Li, X.; Li, X.; Du, Y. Macroscopic modeling and dynamic control of on-street cruising-for-parking of autonomous vehicles in a multi-region urban road network. Transp. Res. Part C Emerg. Technol. 2021, 128, 103176.

Zhu, S.; Li, D.; Feng, H. Is smart city resilient? Evidence from China. Sustain. Cities Soc. 2019, 50, 101636