



## Exploring Opportunities and Challenges in the Integration of Metaverse and Transportation

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

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:** 06 September 2024 **Accepted Date:** 20 November 2024

### Abstract

**Background and Objective:** Examining the impact of the virtual world on the real world, particularly in the domain of transportation and traffic, is of significant importance. While the metaverse offers potential benefits for the future of transportation, it must be approached with a critical perspective. This theoretical study investigates the influence of the metaverse on real-world transportation systems.

**Research Methodology:** The primary aim of this study is to challenge our understanding of the metaverse and its implications for transportation, identify its opportunities and challenges, and propose an agenda for future research. This foundational research adopts a document-based and literature review approach. The findings suggest that transportation policymakers must remain aware of metaverse trends and critically evaluate their feasibility.

**Findings and Conclusion:** Developing a digital twin for transportation infrastructure is both complex and costly, requiring stakeholder collaboration. A cost-benefit analysis is essential to ensure the practicality of such integration. Brand managers can leverage the metaverse to create immersive experiences and enhance brand awareness. Moreover, the metaverse enables virtual tours and virtual test drives. The paper concludes that despite the challenges, the metaverse offers numerous opportunities and demands substantial investment. Finally, recommendations for future research are provided, emphasizing the need to examine the benefits, technical requirements, and socio-economic implications of integrating the metaverse into transportation.

**Key words:** Transportation, Metaverse, Sustainability, Metaverse-Based Transportation.

\* Corresponding Author Email: [as.abedini@urmia.ac.ir](mailto:as.abedini@urmia.ac.ir)

**Cite this article:** Mohammadnejad, M. and Abedini, A. (2024). Exploring Opportunities and Challenges in the Integration of Metaverse and Transportation. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 5(3), 48-65.



## واکاوی فرصت‌ها و چالش‌های یکپارچه سازی متاورس و حمل و نقل

محمد محمدنژاد<sup>۱</sup>، اصغر عابدینی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

<sup>۲</sup> - دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۳۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** بررسی تأثیر دنیای مجازی بر دنیای واقعی، به‌ویژه در حوزه حمل و نقل و ترافیک، بسیار حائز اهمیت است. اگرچه متاورس مزایای بالقوه‌ای برای آینده حمل و نقل دارد، اما باید با دیدی انتقادی به آن نگریست. این پژوهش به‌صورت نظری به بررسی تأثیر متاورس بر حمل و نقل در دنیای واقعی می‌پردازد.

**روش بررسی:** هدف اصلی این پژوهش، چالش کشیدن درک ما از متاورس و پیامدهای آن بر حمل و نقل، شناسایی فرصت‌ها و چالش‌ها، و ارائه دستور کاری برای تحقیقات آینده است. این پژوهش بنیادی، به‌صورت اسنادی و کتابخانه‌ای انجام شده و نتایج آن نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران حمل و نقل باید از روندهای متاورس آگاه بوده و عملی بودن آن را بررسی کنند.

**یافته‌ها و نتیجه گیری:** توسعه همزاد دیجیتال زیرساخت‌های حمل و نقل پیچیده و پرهزینه است و نیاز به همکاری ذینفعان دارد. تحلیل هزینه-فایده برای اطمینان از عملی بودن این یکپارچه‌سازی ضروری است. مدیران برندها می‌توانند از متاورس برای ایجاد تجربیات غوطه‌ور و افزایش آگاهی برند استفاده کنند. همچنین، متاورس امکان توره‌های مجازی و آزمایش رانندگی مجازی را فراهم می‌کند. مقاله نتیجه می‌گیرد که با وجود چالش‌ها، متاورس فرصت‌های زیادی ارائه می‌دهد و نیازمند سرمایه‌گذاری عظیمی است. در نهایت، پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی ارائه می‌کند، از جمله اینکه تحقیقات آینده باید مزایا، الزامات فنی و پیامدهای اجتماعی-اقتصادی ادغام متاورس در حمل و نقل را بررسی کند.

**کلید واژه‌ها:** حمل و نقل، متاورس، پایداری، حمل و نقل متاورسی.

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

ارجاع به این مقاله: محمدنژاد، محمد و عابدینی، اصغر . (۱۴۰۳). واکاوی فرصت‌ها و چالش‌های یکپارچه سازی متاورس و حمل و نقل. فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای، ۵(۳)، ۴۸-۶۵.

## مقدمه و بیان مسأله

جهان در طی مسیر تکاملی خود شاهد طی مراحل 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 ۵G، 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 به کلی تغییر خواهد داد.

به عبارت دیگر این انقلاب در حال تغییر ساختارها به گونه‌ای است که الگوهای نوینی از زندگی را به ارمغان آورد که از آن جمله می‌توان به شهرهای متاورسی اشاره نمود که با توجه به شهری شدن بیش‌ازپیش جهان در این قرن این گونه شهرها محل تجمع 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. چنان که 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. از این‌روی این فناوری 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 (کوهانگ و همکاران، ۲۰۲۳: ۵۵).

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 به صورت 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.

ظهور متاورس می‌تواند انقلابی عظیم در جنبه‌های مختلف جامعه، از جمله برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به پا کند. متاورس، یک فضای واقعیت مجازی، یک پلت فرم برای برنامه‌نویسان شهری و مقامات دولتی برای آزمایش طرح‌ها و پلان‌های پیشنهاد شده، شبیه‌سازی سناریو ها و افزایش مشارکت در فرایند برنامه‌ریزی فراهم می‌کند. یکی از مزایای کلیدی استفاده از فناوری متاورس در برنامه‌ریزی شهری توانایی ایجاد شبیه‌سازی‌های مجازی برای برنامه‌نویسان شهری و مدیران شهری است. این شبیه‌سازی‌ها امکان تست گزینه‌های طراحی مختلف و پیش‌بینی استفاده از منابع را فراهم می‌کند و در نتیجه بهره‌وری برنامه‌ریزی شهری را بهبود می‌بخشد و باعث کاهش پیامدهای منفی پروژه‌های شهری می‌شود. با وجود روند رو به رشد متاورس، هنوز درک دقیقی از تاثیر آن بر حمل و نقل وجود ندارد. بررسی اینکه آیا دنیای مجازی می‌تواند بر دنیای واقعی تأثیر بگذارد، مهم است و باید جنبه‌های آن مورد بررسی قرار بگیرد.

اگرچه متاورس مزایای بالقوه‌ای برای کسب‌وکارها دارد، باید با دیدی انتقادی به این موضوع نگریست، به‌ویژه در مورد حمل و نقل و ترافیک. اول اینکه، حمل و نقل یک فعالیت فیزیکی است که به ندرت در دنیای مجازی ادغام می‌شود (البیاتی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۰: ۱۰۸). برخلاف خدماتی مانند بانکداری یا آموزش که می‌توانند به متاورس منتقل شوند، حمل و نقل نیازمند حضور فیزیکی فرد است. افراد باید از روش‌های مختلف حمل و نقل به‌طور فیزیکی استفاده کنند و به موقع به مکان‌های مختلف برسند، که در متاورس امکان‌پذیر نیست (ژانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۲: ۸۷). دوم اینکه، حمل و نقل نیاز به مشارکت و تعهدات زمانی دارد که گزینه‌های تله‌پورت را شامل نمی‌شود. برخلاف فعالیت‌های دیگر، حمل و نقل مستلزم تعامل فیزیکی برای دستیابی به مزایای آن است (موگاجی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۳: ۳۲). و سوم اینکه، گذر از وب استاتیک به وب ۲٫۰ تغییرات بزرگی در حمل و نقل ایجاد کرده است. باتوجه به توسعه شهرنشینی و استفاده بشر از فناوری و زندگی ماشینی در دهه‌های اخیر و وضعیت موجود و آمارهای تصادفات، نشانگر این است که در سرتاسر جهان بر اثر سوانح ترافیکی، سالانه در حدود ۱/۲۵ میلیون نفر کشته بیش از ۵۰ میلیون نفر نیز مجروح می‌شوند که هزینه‌های مستقیم ناشی از آن ۵۱۸ میلیارد دلار تخمین زده می‌شود (عربخانی و همکاران، ۱۴۰۰: ۴۰). وضعیت حاضر لزوم تغییرات اساسی با کمک فناوری‌های نوین را می‌طلبد، این تغییرات شامل خرید بلیط در زمان واقعی و انتخاب مسیرهای شخصی‌سازی شده است.

متاورس می‌تواند با استفاده از این اصول، تجربه حمل و نقل را بهبود بخشد. این سوال مطرح می‌شود که آیا متاورس می‌تواند رفتار سفر را تغییر دهد، همان‌طور که وب جهانی در مراحل اولیه خود تغییرات بزرگی ایجاد کرد (موگاجی<sup>۳</sup> و ارکان، ۲۰۱۹: ۲۲).

<sup>۱</sup>Albayati<sup>۲</sup>Zhang<sup>۳</sup>Mogaji

در این پژوهش، پژوهشگران قصد دارند به صورت نظری به بررسی این پیشرفت فناوری بپردازند و بحث کنند که آیا متاورس می‌تواند بر حمل و نقل در دنیای واقعی تأثیر بگذارد یا خیر. فرض بر این است که متاورس نمی‌تواند بر حمل و نقل تأثیر بگذارد و این دو دنیا نمی‌توانند به هم برسند. با این حال، این مقاله فرصتی برای ارائه ضد استدلال و گسترش دانش در مورد متاورس و حمل و نقل فراهم می‌کند.

هدف اصلی پژوهش این است که درک ما از متاورس و پیامدهای آن بر حمل و نقل را به چالش بکشد، فرصت‌ها و چالش‌های مهم را شناسایی کند و دستور کاری برای تحقیقات آینده در مورد تأثیر دنیای مجازی و واقعی ارائه دهد. این مقاله از نظر نظری به درک ویژگی‌ها و عواملی مانند کووید-۱۹ یا وب جهانی که بر نحوه تعریف حمل و نقل تأثیر می‌گذارند، به ویژه در فعالیتهای فیزیکی و اقتصادی کمک می‌کند. همچنین به تأثیر فناوری بر حمل و نقل و سیستم‌های حمل و نقل هوشمند مبتنی بر داده می‌پردازد و بررسی می‌کند که آیا و چگونه متاورس می‌تواند نحوه سفر را بهبود بخشد.

### پیشینه پژوهش

از پژوهش‌های داخلی که در حوزه متاورس صورت گرفته است می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره نمود: 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 رسانه متاورس، اثرگذاری این رسانه را بر منظر شهری تشریح می‌نماید. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد رسانه بالذات به‌عنوان یک واسطه مداخله‌گر در پی ایجاد تصویری 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 بنابراین می‌توان ادعان داشت که متاورس می‌تواند بر منظر شهری اثرگذار باشد (همتی، ۱۴۰۰).

در پژوهشی دیگر ایران پور و همکاران (۱۴۰۱) با عنوان "ارزیابی نقش متاورس در مدیریت شهر هوشمند با مدل‌سازی رفتاری، در حوزه‌های انرژی، سلامت، حمل‌ونقل و مطالعه موردی بازار انرژی محلی" به آینده‌پژوهی در باب تبیین نقش متاورس، با تحلیل سناریوهای مدل‌سازی رفتاری با دیگرام‌های 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 قابل توجهی 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).

همچنین جمالی و همکاران (۱۴۰۰) به پژوهشی با عنوان "شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های رشد هوشمند شهری با تأکید بر ترافیک و حمل‌ونقل شهری" پرداختند. هدف پژوهش حاضر، شناسایی و رتبه‌بندی و تدوین راهبردها و شاخصه‌های رشد هوشمند شهری (به‌طور خاص در حوزه حمل‌ونقل شهری) در محدوده جغرافیایی منطقه ۸ شهرداری تهران است. جامعه آماری این پژوهش، کلیه کارشناسان و اساتید حوزه برنامه ریزی شهری بوده است. با استفاده از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی هدفمند، ۶۰ نفر از کارشناسان حوزه مطالعات شهری و مدیریت شهری به‌عنوان نمونه انتخاب شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده، از پرسش‌نامه پژوهش، از تحلیل سلسله‌مراتبی و نرم افزار Super Decision استفاده شده است. وسایل نقلیه (زیرساخت‌های ترافیکی) رتبه اول، شاخص‌های نرم افزاری رتبه دوم و زیرساخت خیابان رتبه سوم را از لحاظ اهمیت در رشد هوشمند حمل‌ونقل کسب کردند. فراهم‌آوردن امکان خرید بلیت و سایر خدمات مربوطه به‌صورت لحظه‌ای، مهمترین عامل مورد تأکید، توسط کارشناسان بوده است. این گزینه نشان‌دهنده اهمیت خدمات الکترونیک در ابعاد اقتصادی، زیست محیطی (کاهش مصرف سوخت و انرژی) در رشد هوشمند شهری در حوزه ترافیک دارد. که این نشان از اهمیت فناوری‌های نوین در مدیریت حمل و نقل می‌باشد.

از پژوهش‌های خارجی که در حوزه متاورس صورت گرفته است می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره نمود: وانگ و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «کاوش در آینده متاورس و شهرهای هوشمند» به بحث در مورد متاورس؛ امکانات و کاربردها مرتبط با آن پرداخته‌اند. این مقاله به‌طور سیستماتیک نقاط مشترک پژوهش‌های متاورس را در داخل و خارج از کشور مقایسه می‌کند و براین اساس، 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).

همچنین 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.

در پژوهشی دیگر موناکو و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان "سفر به متاورس: مزایای بالقوه و چالش‌های اصلی برای بخش‌های گردشگری و کاربردهای تحقیقاتی" بر تحلیل مزایای بالقوه و چالش‌های متاورس، به‌ویژه در زمینه تحقیق در بخش‌های گردشگری و غذا و نوشیدنی پرداختند. متاورس بخشی از نسل جدید اینترنت است که به وب ۳،۰ معروف است و شامل فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، بلاک‌چین و سایر نوآوری‌های دیجیتال می‌باشد. بخش‌های بازاریابی غذا و گردشگری، حوزه‌های اصلی هستند که شرکت‌ها در حال آزمایش راه‌حلهایی برای ارائه تجربه‌ای کامل و غوطه‌ور در متاورس به مردم هستند. هدف این مقاله برجسته کردن تأثیر بالقوه متاورس بر بخش‌های گردشگری و همچنین فعالیت‌های تحقیقاتی است. چالش‌های باز شامل پذیرش اجتماعی، قابلیت پرداخت و پایداری زیست‌محیطی این فناوری‌ها می‌باشد. تحقیقات بیشتری در مورد توانایی متاورس در کاهش تعصب و شبیه‌سازی دقیق تجربیات واقعی، همچنین در مورد ادراکات، نگرش‌ها و تمایل گردشگران به پرداخت برای تجربیات میانجی‌گری شده، لازم است. مسئله مهم دیگر مدیریت داده‌های حساس است که در متاورس جابجا

خواهد شد. با نگاهی به آینده، متاورس پتانسیل تبدیل شدن به ابزاری ارزشمند برای پیشبرد تحقیقات گردشگری از طریق همکاری‌های مجازی و پروژه‌های تحقیقاتی بین‌رشته‌ای را دارد (Monaco and Sacchi, 2023). همچنین در پژوهشی دیگر ژیلان و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان "تأثیر دوقلوهای دیجیتال و متاورس بر شهرها" به بررسی نقش دوقلوهای دیجیتال (DTs) در توسعه و مدیریت شهرهای هوشمند (SCs) پرداخته‌اند. این مطالعه ابتدا روند تاریخی و اصول طراحی شهرهای دیجیتال (DC) را تحلیل کرده و فناوری‌های کلیدی DTs را معرفی می‌کند. سپس، متاورس به عنوان ابزاری برای ادغام دنیای واقعی و دیجیتال و ارتقای ساختار شهرهای دیجیتال مورد بحث قرار می‌گیرد. پژوهش نشان می‌دهد که DTs و متاورس می‌توانند با جمع‌آوری، پردازش و تجسم داده‌های شهری، مدیریت هوشمند شهری را بهبود بخشیده و توانایی تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی شهری را ارتقا دهند. این مطالعه تأثیر قابل‌توجهی بر پیشرفت شهرهای دیجیتال و پذیرش عملی آنها دارد.

### روش پژوهش

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 مورد استفاده 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، شهر هوشمند و مدیریت ترافیک و حمل و نقل 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 کتابخانه‌ای نظیر کتب، مقالات، پایان‌نامه‌های داخلی و خارجی، طرح‌های توسعه و منابع اینترنتی استفاده شده است.

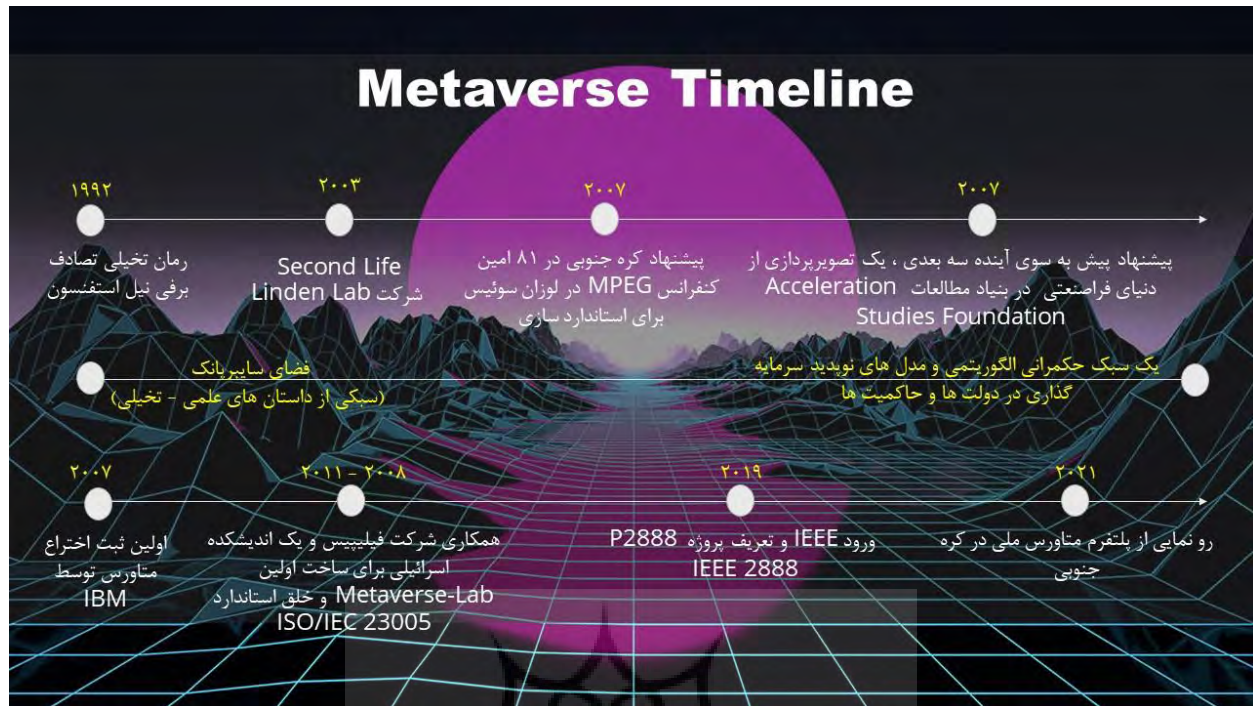
در این پژوهش، پژوهشگران قصد دارند به‌صورت نظری به بررسی این پیشرفت فناوری بپردازند و بحث کنند که آیا متاورس می‌تواند بر حمل و نقل در دنیای واقعی تأثیر بگذارد یا خیر. فرض بر این است که متاورس نمی‌تواند بر حمل و نقل تأثیر بگذارد و این دو دنیا نمی‌توانند به هم برسند. با این حال، این مقاله فرصتی برای ارائه ضد استدلال و گسترش دانش در مورد متاورس و حمل و نقل فراهم می‌کند. هدف اصلی پژوهش این است که درک ما از متاورس و پیامدهای آن بر حمل و نقل را به چالش بکشد، فرصت‌ها و چالش‌های مهم را شناسایی کند و دستور کاری برای تحقیقات آینده در مورد تأثیر دنیای مجازی و واقعی ارائه دهد.

### مبانی نظری

#### تاریخچه مختصر متاورس

اصطلاح «متاورس» در سال ۱۹۹۲ توسط نیل استیونسون در رمان علمی تخیلی اش به نام "Snow Crash" به جهان معرفی شد. در این رمان، استیونسون مردم را در حال فرار از واقعیت سخت اقتصاد فروپاشیده‌ای که به جهان روی آورده بود، به یک محیط واقعیت مجازی دیجیتال به تصویر کشید. این موضوع بازتابی از اقتباس علوم آینده‌نگر با تاریخ‌های معاصر است. رمان‌های استیونسون شامل تعداد زیادی مفهوم و ایده مانند داشتن «هدست‌ها» و «عینک‌ها» است که به مردم اجازه می‌دهد به دنیای پیش‌واقعیت مجازی تخیلی قبل از عینک‌ها و فناوری‌ها فرو روند، که بازار جهانی این محصولات را به سوی مسیرهای سودآور سوق می‌دهد.

این مفاهیم به‌ویژه به ایده «واقعیت گسترده» (XR) که توسط پل میلگرام مطرح شد (یک اصطلاح جهانی برای فناوری‌های غوطه‌وری از جمله واقعیت افزوده (AR)، واقعیت ترکیبی (MR)، واقعیت مجازی (VR)، مرتبط است. با این حال، مفهوم متاورس با محدودیت‌هایی مواجه شده که به دلیل ناتوانی در پذیرش بازار در بین مصرف‌کنندگان، با وجود جلب توجه قابل توجه در حوزه‌های مختلف مانند بازی‌های آنلاین و در میان علاقه‌مندان به فناوری، دچار مشکل شده است (دیوید و ژانگ، ۲۰۲۲: ۳۳). به‌عنوان مثال، ایده واقعیت مجازی که در کتاب استیونسون مطرح شد، بلافاصله در بین مصرف‌کنندگان پذیرش نشد. بنابراین، در حالی که واقعیت مجازی استیونسون توجه بازار و قابلیت بازاریابی توسعه‌دهندگان بزرگ محصول را جلب نکرد، توسط چندین طرفدار به عنوان ارائه‌دهنده پتانسیل واقعی در دایره‌های برنامه‌ریزی شهری، حوزه‌های سرگرمی و جهان‌های کسب و کار دیجیتال تبلیغ شده است، که توجه «بازیکنان بزرگ» از جمله متا، مایکروسافت و دیگرانی که به مرزهای احتمالی آن علاقه نشان داده‌اند را به خود جلب کرده است. حدود ۱۹ سال بعد در سال ۲۰۱۱ این واژه با معنای وسیع تری در رمان Ready Player One که مولف آن ارنست کلاین بود، استفاده شد. در این رمان، متاورس در حکم یک دنیای در حال گسترش به کار گرفته شده است. سپس در سال ۲۰۱۶ کارگردان مشهور استیون اسپیلبرگ شروع به تولید فیلم سینمایی از این رمان نمود که باعث همگانی تر شدن استفاده از این واژه در میان مردم عادی گردید. اصطلاح «متاورس» تا سال ۲۰۲۱ کمتر شناخته شده بود، زمانی که اطلاعات روابط عمومی درباره تغییر برند فیسبوک و ارائه مفهوم متاورس آن شروع به چرخش در جامعه جهانی کرد. قبل از تغییر برند فیسبوک به متا، ایده متاورس فقط به‌عنوان یک روایت علمی تخیلی یا یک مفهوم مرسوم محدود در زمینه‌های فناوری دیجیتال وجود داشت. با این حال، اعلامیه زاکربرگ درباره برنامه‌هایش برای تمرکز شرکت فناوری بزرگش بر این مرز، علاقه به این موضوع را دوباره زنده کرد.



شکل ۱. جدول زمانی توسعه متاورس (Wang & Medvegy, 2022: 2)

### کاربرد متاورس

اخیراً متاورس به محبوبیت جدید صنعت و بازار سرمایه تبدیل شده است. تعداد زیادی از شرکت ها ادعا می کنند که به سمت متاورس روی می آورند. در حال حاضر توسعه فناوری متاورس هنوز در مراحل ابتدایی است و لازم است به کاربرد فناوری متاورس و تغییراتی که ممکن است با توسعه آن در آینده به وجود بیاید، نگاهی منطقی و عملی داشت. متاورس فرآیندی است که با توسعه فناوری عمیق تر خواهد شد. در کوتاه مدت، سناریوهای کاربردی اصلی فناوری متاورس شامل؛ ارائه خدمات تجربه همه جانبه برای کاربران در زمینه های سرگرمی، اجتماعی، فعالیت های فرهنگی و گردشگری و آموزش و پرورش، در میان مدت ارائه پلت فرم شبیه سازی و در درازمدت تحقیقات اکتشافی پیشرفته در علوم زیستی، مواد، دریایی، علوم زمین و فضا و علوم اطلاعات، احتمالاً یکی از کاربردهای مهم فناوری متاورس خواهند بود (مرتضی همتی، ۱۴۰۰: ۵۳).

### متاورس و شهر های هوشمند

رونق ساخت شهر های هوشمند در حال افزایش است. علت اصلی گسترش متاورس این است که تخیل نامحدودی را برای مردم به ارمغان می آورد و مطمئناً سرزندگی جدید و سناریوهای کاربردی بیشتری را برای شهر های هوشمند به ارمغان می آورد. شهر های هوشمند کنونی را می توان با توجه به درجه توسعه، به ۴ مرحله تقسیم کرد و در آینده وارد مرحله پنجم می شود.



شکل ۲. مرحله توسعه شهر های هوشمند (Wang & Medvegy, 2022).

### مزایای استفاده از متاورس در شهرهای هوشمند

از دیجیتالی سازی گرفته تا هوشمندی و خرد، ادغام فناوری های پیشرفته و شهرهای هوشمند اجتناب ناپذیر شده است و فناوری به ابزاری مهم برای افزایش اثربخشی شهرهای هوشمند تبدیل شده است. نحوه استفاده از فناوری متاورس یک روند جدید در ساخت و توسعه شهرهای هوشمند است. از آنجایی که کاربران در متاورس در فضای دیجیتال به عنوان تصاویر مجازی تعامل خواهند داشت، می توان از تعداد زیادی از مشکلات در دنیای واقعی اجتناب کرد. مزایای استفاده از متاورس برای شهرهای هوشمند عبارتند از:

- ۱) دسترسی بهتر به طوری که کاربران در مکان های فیزیکی مختلف می توانند از اطلاعات و تجربه های یکسانی لذت ببرند.
- ۲) تنوع بهتر به طوری که گروه های مختلف کاربر می توانند از فضایی برای کنار آمدن با یکدیگر بدون موانع فیزیکی لذت ببرند.
- ۳) برابری بهتر به طوری که کاربران با نژادها، رنگ ها و زبان های مختلف بتوانند از فرصت های برابر برای توسعه برخوردار شوند.

### یافته های پژوهش

#### چالش های یکپارچه سازی متاورس و حمل و نقل

حمل و نقل به طور سنتی با فعالیت فیزیکی در دنیای واقعی مرتبط بوده است. با این حال، ظهور فناوری متاورس پتانسیل تغییر این تعریف را با فراهم کردن تجربیات دنیای مجازی دارد. با توجه به ادغام مداوم فناوری متاورس در زندگی روزمره، بررسی پتانسیل آن برای ادغام در حمل و نقل ضروری است.

این پژوهش به بررسی تحقیقات فعلی در مورد ادغام فناوری متاورس در سیستم های حمل و نقل می پردازد و سؤالاتی را در مورد جنبه های عملی آن مطرح می کند و به دنبال ارائه درکی جامع از چالش ها و فرصت های بالقوه این ادغام است. حمل و نقل در حال حاضر در بسیاری از دنیاهای مجازی و بازی های ویدیویی وجود دارد. به عنوان مثال، در بازی هایی مانند "ورلد آو وارکرفت" یا "فورتنایت"، بازیکنان می توانند با استفاده از روش های مختلف حمل و نقل، در دنیای مجازی حرکت کنند.

توانایی تکرار دنیای واقعی در دنیای مجازی، مفهومی به نام "همزاد دیجیتال" ایجاد می کند که نسخه ای سه بعدی و دقیق از دنیای فیزیکی است. هر اقدامی که توسط کاربر در متاورس انجام می شود، ثبت و ردیابی می شود و این امکان شخصی سازی بالا را فراهم می کند. این ایده برای خدمات حمل و نقل نیز پیشنهاد شده است که در

آن می توان زیرساخت های حمل و نقل فیزیکی را در متاورس تکرار کرد. شبیه سازی حمل و نقل در متاورس می تواند مکمل یا جایگزین شبیه سازی در دنیای واقعی باشد. برخی پژوهش ها متاورس را به عنوان مدلی برای حمل و نقل پایدار بررسی کرده اند و همچنین امکان ادغام متاورس در اقتصاد اشتراکی حمل و نقل و نظارت بر رفتار مشتریان در متاورس را مطرح کرده اند.

متاورس به عنوان فضایی با ظرفیت پذیرش میلیون ها کاربر همزمان معرفی شده که هر یک نیازها و ترجیحات حمل و نقل خود را دارند. این فضا فرصت هایی برای برنامه ریزی حمل و نقل فراهم می کند، اما چالش های ذاتی آن نیز باید در نظر گرفته شود تا برنامه ریزان و متخصصان حمل و نقل بتوانند انتظارات خود را به درستی مدیریت کنند. این بخش به بررسی چالش های یکپارچه سازی متاورس با حمل و نقل می پردازد.

با وجود این چالش ها، لازم است تأکید کنیم که این موضوع همچنان برای بحث های انتقادی و تأملات عمیق باز است. در حالی که مقاله به نگرانی های خاصی می پردازد، ضروری است که دیدگاه متعادل تری را حفظ کنیم و به دیدگاه های متنوع در این حوزه اذعان کنیم. این رویکرد از نادیده گرفتن نگرانی های معتبر افراد در جامعه جلوگیری می کند. هدف اصلی این است که با ارائه یک پرسش باز و بررسی امکان پذیری ها، به ساختن پرونده ای جامع برای حمایت از یکپارچه سازی متاورس و حمل و نقل بپردازیم و به درک و اجرای این تقاطع تحول آفرین کمک کنیم. برای این کار ابتدا باید به موارد زیر توجه کنیم:

اول، ضروری است که واقعیت فیزیکی حمل و نقل را به رسمیت بشناسیم. برای فراتر رفتن از هیاهوی واقعیت مجازی، باید تأمل کرد که چگونه تجربه سفر مجازی می تواند به دنیای واقعی منتقل شود. چالش های فیزیکی حمل و نقل برای برنامه ریزان و متخصصان حمل و نقل که به دنبال یکپارچه سازی متاورس هستند، اهمیت دارند. مفهوم "متاموبیلیتی" معرفی شده توسط وانگ و همکاران، اتصال تحرک آینده با متاورس را بررسی می کند و نشان می دهد چگونه این امر می تواند به نفع سیستم های تحرک آینده باشد. اما پرسش باقی می ماند که آیا و چگونه این حالت مجازی حمل و نقل می تواند در دنیای واقعی کار کند.

دوم، بر اساس چشم اندازهای همزاد دیجیتال، پژوهشگران، ایده جمع آوری و پردازش داده های ترافیکی با استفاده از فناوری بلاک چین را مطرح کرده اند. متاورس امکان پردازش سریع و مقرون به صرفه داده های ترافیکی را فراهم می کند و راه را برای راه حل های مدیریت ترافیک هوشمندتر هموار می سازد. اما دسترسی به داده ها همچنان یک نگرانی است؛ مردم باید در متاورس باشند و از این حالت حمل و نقل استفاده کنند، در حالی که نگرانی هایی در مورد تعداد افرادی که به متاورس می روند وجود دارد.

سوم، دسترسی به متاورس می تواند گران باشد زیرا افراد نیاز به خرید هدست ها و گجت های دیگر دارند. این موضوع با شکاف دیجیتالی و نیاز به کمک برای تهیه این ابزارها تشدید می شود. همچنین نگرانی های مربوط به پایداری و تأثیرات زیست محیطی متاورس نیز مطرح هستند.

چهارم، ماهیت غوطه ور متاورس چالش های قابل توجهی برای پذیرش آن در خدمات حمل و نقل ایجاد می کند. مصرف کنندگان باید به طور مداوم در دنیای مجازی درگیر باشند، که این امر همیشه قابل تضمین نیست. در شناخت نگرانی های معتبر و ارائه دیدگاهی جامع، باید به نظرات مختلف در این حوزه اذعان کنیم. با توجه به

سرمایه‌گذاری قابل توجه در فناوری متاورس، ادغام آن با حمل و نقل اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. متاورس پتانسیل معرفی عصری تحول‌آفرین از نوآوری فناوریانه و ارتباط جهانی را دارد و می‌تواند اکوسیستمی مناسب برای نوآوری در حمل و نقل فراهم کند. با این حال، ضروری است که مدیران، برنامه‌ریزان حمل و نقل و سیاست‌گذاران انتظارات خود را به دقت مدیریت کنند. بخش‌های بعدی این پژوهش پیامدهای عملی این موضوع را روشن خواهد کرد و دیدگاهی جامع ارائه می‌دهد که هم وعده‌ها و هم ملاحظات مربوط به تأثیر گسترده‌تر بر جامعه و سیستم‌های حمل و نقل را در بر می‌گیرد.

### فرصت‌ها و کاربردهای یکپارچه سازی متاورس و حمل و نقل

با اذعان به پتانسیل ادغام فناوری متاورس در حمل و نقل، این بخش قصد دارد به فرصت‌ها و کاربردهای عملی متعددی که از این همگرایی به وجود می‌آیند، تأکید کند.

#### تأثیر تحول‌آفرینی و غوطه‌وری دنیای متاورس بر سفر

متاورس عرصه‌ای از غوطه‌وری بی‌سابقه را به ارمغان آورده است که اکتشافات ما را فراتر از محدودیت‌های فضای فیزیکی گسترش می‌دهد. این تحول به سفر نیز گسترش می‌یابد، زیرا تأثیر متاورس بر گردشگری به افراد اجازه می‌دهد تا مقاصد مجازی را از راحتی خانه‌های خود تجربه کنند و فرصت‌هایی را ارائه دهد که ممکن است به دلیل محدودیت‌های فیزیکی یا مالی در دسترس نباشد. این تغییر، کاهش ردپای کربن، چشم‌انداز گردشگری دسترس‌پذیرتر و نگاهی به پتانسیل مفهوم همزاد دیجیتال را نوید می‌دهد. با استفاده از قابلیت‌های تحلیل داده متاورس، برنامه‌ریزان حمل و نقل می‌توانند تأثیرات زیست‌محیطی را در زمان واقعی نظارت کنند که منجر به استراتژی‌های مؤثرتر برای کاهش انتشار گازها، بهینه‌سازی مصرف انرژی و ترویج راه‌حل‌های حمل و نقل پایدار می‌شود. این پتانسیل برای ارزیابی تأثیر در زمان واقعی با تعهد به سیستم‌های حمل و نقل مسئولانه زیست‌محیطی همسو است. مزیت قابل توجه دیگر، پتانسیل متاورس برای رفع چالش‌های دسترسی افراد با محدودیت‌های حرکتی است. محیط‌های مجازی می‌توانند فضاهای عمومی را شبیه‌سازی کنند و به افراد دارای محدودیت‌های فیزیکی امکان دسترسی به اطلاعات حمل و نقل، خدمات و حتی مشارکت در برنامه‌ریزی شهری مجازی را بدهند. این امر نوید ایجاد یک اکوسیستم حمل و نقل فراگیرتر را می‌دهد.

همزاد دیجیتال، عنصری حیاتی در این تکامل، اهداف متعددی را برآورده می‌کند و امکان برنامه‌ریزی سناریو، تمرین‌های آموزشی و حتی ناوبری پیشرفته در پایانه‌ها یا مراکز حمل و نقل در متاورس را فراهم می‌کند و تجربه سفر را تسهیل می‌بخشد. این محیط دیجیتال غوطه‌ور، مسافران را قادر می‌سازد تا مسیرها را با استفاده از شبیه‌سازی‌های ترافیکی زمان واقعی و مسیرهای بهینه‌شده برنامه‌ریزی کنند و منجر به کاهش ازدحام، زمان سفر کوتاه‌تر و تخصیص کارآمدتر منابع شود. ادغام متاورس همچنین به برنامه‌ریزی شهری گسترش می‌یابد، جایی که داده‌های پویا و ابزارهای شبیه‌سازی، پایه و اساس طراحی محیط‌های شهری پایدار، قابل دسترس و کارآمد را فراهم

می‌کنند. این ادغام دیجیتال با بهبود تجسم پروژه‌های زیرساختی، مشارکت ذینفعان را تقویت می‌کند و تصمیم‌گیری آگاهانه را تسهیل می‌کند و آینده سیستم‌های حمل و نقل و چشم‌اندازهای شهری را شکل می‌دهد. همگرایی حمل و نقل و متاورس، راه را برای مدل‌های کسب و کار نوآورانه، مانند ادغام پلتفرم‌های تحرک به عنوان خدمات (MaaS) در متاورس هموار می‌کند. این پلتفرم‌ها می‌توانند به طور یکپارچه انواع مختلف حمل و نقل را متصل کنند، برنامه‌ریزی سفر و فرآیندهای پرداخت را ساده کنند و تجربه سفر ساده‌تر و راحت‌تری را برای کاربران فراهم کنند. با این حال، تغییر تحول‌آفرین به سمت تجربیات سفر مجازی پیامدهایی برای ذینفعان صنعت سفر دارد که با چالش‌های مشاهده شده در دوران کووید همخوانی دارد. خطوط هوایی ممکن است با کاهش تقاضا مواجه شوند زیرا افراد به جای مقاصد فیزیکی، سفرهای مجازی غوطه‌ور را انتخاب می‌کنند. این روند پیامدهای اقتصادی برای مقاصد و کشورهای وابسته به گردشگری دارد، زیرا مسافران مجازی ممکن است تجربیات غنی بازدید فیزیکی از یک مکان را از دست بدهند. در نتیجه، مقاصد باید در تلاش‌های بازاریابی و تحول دیجیتال سرمایه‌گذاری کنند تا بازدیدکنندگان مجازی را جذب کنند. این تغییر آماده است تا تغییرات گسترده‌ای در صنعت ایجاد کند و ذینفعان را ترغیب می‌کند تا برای حفظ رقابت در این چشم‌انداز در حال تکامل، سازگار شوند و نوآوری کنند، که ضرورتی برای تداوم ارتباط و رقابت‌پذیری صنعت سفر است.

### تجربیات غوطه‌وری در دنیای متاورس برای آگاهی از برند

متاورس محیطی غوطه‌ور و از نظر بصری جذاب را ارائه می‌دهد که تولیدکنندگان خودرو می‌توانند از آن برای نمایش و فروش محصولات خود به مصرف‌کنندگان استفاده کنند. با دعوت مصرف‌کنندگان به نمایشگاه‌ها و رویدادهای مجازی خودرو، تولیدکنندگان می‌توانند تجربه‌ای منحصر به فرد و جذاب ارائه دهند که ممکن است باعث افزایش علاقه و فروش شود. علاوه بر این، متاورس به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد ویژگی‌ها و گزینه‌های نوآورانه‌ای را آزمایش کنند که می‌تواند در خودروهای دنیای واقعی گنجانده شود. با این حال، چالش‌های بالقوه‌ای در ارتباط با فروش خودرو در متاورس وجود دارد، از جمله رسیدگی به نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها و اطمینان از اینکه مدل‌های مجازی خودرو به درستی نمونه‌های دنیای واقعی خود را منعکس می‌کنند.

با وجود این چالش‌ها، متاورس فرصت‌های قابل توجهی را برای تولیدکنندگان خودرو جهت بازاریابی و فروش محصولات خود به نسل جدیدی از مصرف‌کنندگان ارائه می‌دهد. تولیدکنندگان با بهره‌گیری از قدرت متاورس می‌توانند به بازار رو به رشدی از مصرف‌کنندگان آشنا با فناوری دیجیتال

دست یابند و در این فرآیند جریان‌های درآمدی جدیدی ایجاد کنند. شرکت خودروسازی هیوندای "ماجراجویی تحرک هیوندای" را راه‌اندازی کرد - یک فضای متاورس در پلتفرم روبلکس که محصولات پیشرفته و راه‌حل‌های تحرک آینده هیوندای را به نمایش می‌گذارد. ماجراجویی تحرک هیوندای اولین تجربه مجازی یک خودروساز جهانی در روبلکس است. هدف از این کار نمایش سبک زندگی تحرک آینده در متاورس و جذب جوانان آشنا با محصولات، فناوری‌ها، برندها و راه‌حل‌های آینده هیوندای است. این ورود به متاورس به این برندها کمک می‌کند تا با مصرف‌کنندگان ارتباط برقرار کرده و آگاهی از برند ایجاد کنند.

### طراحی دیجیتال و نوآوری

صنعت خودرو در حال تجربه همگرایی دنیای فیزیکی و دیجیتال است، که طراحی مجازی خودرو و تولید فیزیکی دو حوزه‌ای هستند که این روند در آنها بیشتر مشهود است. همکاری بلادرنگ در طراحی مهندسی و مواد، محرک این تحول است که امکان کارایی و انعطاف‌پذیری بیشتر در فرآیند تولید را فراهم می‌کند. انتظار می‌رود این تغییر تأثیر قابل توجهی بر صنعت داشته باشد، با مزایایی از جمله توسعه سریع‌تر محصول، بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌ها. این با ایده متاموبیلیتی همسو است، اما کاربرد عملی آن باید مورد توجه قرار گیرد. ادغام فناوری‌های دیجیتال و فیزیکی هنوز در مراحل اولیه خود است و نیاز به نوآوری و سرمایه‌گذاری مداوم برای تحقق کامل پتانسیل آن وجود دارد. با وجود این چالش‌ها، همگرایی دنیای فیزیکی و دیجیتال در صنعت خودرو فرصت‌های هیجان‌انگیزی را برای رشد و تحول ارائه می‌دهد و راه را برای عصر جدیدی از نوآوری در صنعت خودرو هموار می‌کند. علاوه بر این، پیش‌بینی می‌شود که این طراحی و نوآوری تنها بر خودروها متمرکز نیست، بلکه به سایر اشکال تحرک مانند تحرک اشتراکی و حتی مدیریت بار گسترش می‌یابد.

### موانع و چالش‌ها در پیشبرد حمل و نقل متاورسی

ادغام متاورس با حمل و نقل، مرزی امیدوارکننده اما پیچیده در پیشرفت فناوری را نشان می‌دهد. در حالی که متاورس چشم‌اندازهای قابل توجهی برای تغییر نحوه رویکرد ما به حمل و نقل دارد، شناخت پیچیدگی ذاتی در این حوزه نوظهور ضروری است. برای مدیریت مؤثر انتظارات و هدایت مسیر پیش رو، باید با چالش‌های مختلفی روبرو شویم که ابعاد نهادی، قانونی و عملی را در بر می‌گیرد. در جدول (شماره ۱) به موانع این یکپارچه سازی می‌پردازیم:

#### جدول ۱. موانع و چالش‌ها در پیشبرد حمل و نقل متاورسی (نگارندگان)

علی‌رغم پتانسیل نوآورانه حمل و نقل متاورسی، که هدف آن اتصال عناصر فیزیکی حمل و نقل با عناصر مجازی است، چالش‌های عملی در انتقال تجربیات سفر مجازی به دنیای واقعی همچنان پابرجاست. مسائلی

مانند تله پورت که غیر واقعی است و خطر برخورد در متاورس، موانع قابل توجهی را ایجاد می کند. علاوه بر این، فقدان پروتکل ها و چارچوب های استاندارد برای حمل و نقل متاورس، پیچیدگی را افزایش می دهد. این فقدان استاندارد سازی چالش هایی را برای قابلیت همکاری و ادغام یکپارچه ایجاد می کند. رقابت میان شرکت ها با سیستم های اختصاصی این مسئله را تشدید می کند و مانع توسعه یک سیستم حمل و نقل متاورس یکپارچه و کارآمد می شود. نیاز به تلاش های مشترک و استانداردهای روشن برای غلبه بر این موانع و تسهیل ادغام موفق حمل و نقل متاورس در سیستم های دنیای واقعی آشکار می شود.

موانع نهادی

با درس گرفتن از نگرانی های قابل توجه پیرامون ردیابی فعالیت کاربران در دنیای واقعی، ردیابی جامع فعالیت های کاربران در متاورس نگرانی های قابل توجهی در مورد حریم خصوصی ایجاد می کند. اگرچه مفهوم همزاد دیجیتال امکانات بی سابقه ای را برای جمع آوری داده ها نوید می دهد، دسترسی عملی به این داده ها ممکن است نیاز به بهبود داشته باشد. با ایجاد تعادلی ظریف، باید مقرراتی برای حفاظت از حریم خصوصی کاربران در عین اجازه جمع آوری داده های ضروری وضع شود. علاوه بر این، با توجه به اینکه متاورس یک فناوری نوظهور است، چارچوب های قانونی برای فضاهای مجازی ممکن است به خوبی تعریف نشده باشند. ایجاد مقررات در مورد حمل و نقل مجازی، از جمله مسئولیت تصادفات مجازی، می تواند پیچیده و در حال تکامل مداوم باشد. هدایت این چشم انداز حقوقی پیچیده برای اطمینان از توسعه مسئولانه و اخلاقی فناوری های متاورس، به ویژه در رابطه با حریم خصوصی و ایمنی کاربران، ضروری است.

موانع قانونی

ادغام موفقیت آمیز حمل و نقل در متاورس نیازمند زیرساخت فنی قوی برای اطمینان از تجربیات یکپارچه است. چالش هایی مانند تأخیر، محدودیت های پهنای باند و ظرفیت سرورها می توانند به طور قابل توجهی بر اجرای عملی حمل و نقل متاورس تأثیر بگذارند. پذیرش کاربران برای موفقیت حمل و نقل متاورس حیاتی است. نگرانی هایی در مورد پذیرش، که ناشی از سخت افزارهای گران قیمت و کمبود علاقه کاربران است، سوالاتی را درباره امکان جمع آوری داده های کافی برای شبیه سازی های معنادار مطرح می کند. با توجه به اینکه حمل و نقل در متاورس شامل تبادل داده ها و تعاملات بین کاربران است، خطرات امنیت سایبری افزایش می یابد. بنابراین، توسعه سیستم های امن برای حفاظت از داده های کاربران و حفظ یکپارچگی تجربیات حمل و نقل ضروری است. تضمین یک تجربه یکپارچه همچنین نیازمند رسیدگی به چالش عملی امکان تعامل عناصر مختلف حمل و نقل مجازی—آواتارها، وسایل نقلیه و زیرساخت ها—در پلتفرم های مختلف متاورس است. این قابلیت همکاری برای یک سیستم حمل و نقل متاورس یکپارچه و کاربرپسند ضروری است. ماهیت غوطه ور متاورس، که توسط موگاجی و همکاران برجسته شده است، لایه دیگری از پیچیدگی را معرفی می کند. برخلاف رویدادهای یکباره، حمل و نقل نیازمند مشارکت مستمر کاربران است. اینکه آیا کاربران به طور مداوم برای اهداف حمل و نقل در متاورس باقی می مانند یا نه، نامشخص است و این بعد باید در طراحی و اجرای تجربیات حمل و نقل متاورس به دقت مورد توجه قرار گیرد.

موانع عملی

قیمت گذاری هدست های واقعیت مجازی و فناوری های مرتبط یک مانع اقتصادی قابل توجه برای ورود ایجاد می کند که دسترسی به تجربیات حمل و نقل متاورس را برای مخاطبان گسترده تر محدود می کند. این محدودیت مالی به عنوان یک نگرانی برجسته در پذیرش گسترده متاورس مطرح شده است. نابرابری های اقتصادی می تواند منجر به محدودیت دسترسی به حمل و نقل متاورس برای گروه های خاصی از جمعیت شود و بر لزوم حیاتی پل زدن شکاف دیجیتال برای مشارکت عادلانه تأکید می کند. با وجود پتانسیل تصور شده برای آوردن تجربیات گردشگری به افراد از طریق هدست ها، واقعیت این است که بسیاری از مردم ممکن است همچنان در تأمین هزینه این فناوری ها دچار مشکل شوند. موانع اقتصادی بر اهمیت رسیدگی

موانع اقتصادی

به نگرانی‌های مربوط به قیمت‌گذاری برای اطمینان از اینکه حمل و نقل متاورس فراگیر و در دسترس کاربران متنوع است، تأکید می‌کند.

تضمین شمولیت حمل و نقل متاورس و جلوگیری از تداوم نابرابری‌های اجتماعی یک چالش حیاتی است. رسیدگی به مسائل مربوط به دسترسی برای افراد دارای معلولیت و جوامع حاشیه‌نشین برای ایجاد یک سیستم حمل و نقل که نیازهای متنوع کاربران را برآورده می‌کند، ضروری است. علاوه بر این، تأثیرات اجتماعی و اخلاقی زیست‌محیطی فعالیت‌های دیجیتال افزایش‌یافته، از جمله حمل و نقل متاورس، ملاحظات اخلاقی را به همراه دارد. ارزیابی و کاهش ردپای کربن مرتبط با حمل و نقل مجازی به جنبه‌ای حیاتی از توسعه مسئولانه در متاورس تبدیل می‌شود. ادغام متاورس با حمل و نقل سوالات پیچیده‌ای درباره پایداری، عدالت اقتصادی و انگیزه‌های سازندگان متاورس مطرح می‌کند. این مسائل چندوجهی لایه‌های پیچیدگی به توسعه و اجرای حمل و نقل متاورس اضافه می‌کند و نیازمند توجه دقیق و تعهد به شیوه‌های اخلاقی است.

در پس‌زمینه این چالش‌ها، درک محدودیت‌ها و موانع مرتبط با ادغام متاورس با حمل و نقل ضروری است. در حالی که متاورس فرصت‌های گسترده‌ای را ارائه می‌دهد، مدیریت انتظارات حیاتی می‌شود. این شناخت پیچیدگی‌ها، همراه با آگاهی از توسعه مداوم و عدم قطعیت‌های قانونی، این سوال را مطرح می‌کند که آیا دستیابی به ادغام یکپارچه ممکن است به عنوان یک وظیفه دلهره‌آور (یک "ماموریت غیرممکن") تلقی شود. توجه دقیق به این عوامل به درک واقع‌بینانه‌ای از چالش‌های پیش رو کمک می‌کند و راه را برای تصمیم‌گیری آگاهانه و استراتژیک در تکامل حمل و نقل متاورس هموار می‌کند.

## نتیجه‌گیری

چشم‌اندازهای متاورس بسیار گسترده و متنوع هستند و بسیاری از جنبه‌های زندگی روزمره ما، از مد و بانکداری گرفته تا گردشگری و خرده‌فروشی، در دنیای مجازی متاورس تکرار شده‌اند. با این حال، در این مقاله به بررسی پیامدهای متاورس بر خدمات حمل و نقل در دنیای واقعی پرداخته شده و چالش‌های مختلفی در این زمینه مطرح شده است. در حالی که فعالیت‌های فیزیکی مانند مد، بانکداری، گردشگری و خرده‌فروشی می‌توانند در متاورس شبیه‌سازی شوند، حمل و نقل به دلیل نیاز به مشارکت فیزیکی و علاقه محدود به متاورس، چالش‌های خاصی را پیش روی خود دارد. خودروها و قطارها در متاورس نمی‌توانند جایگزینی برای حمل و نقل واقعی باشند و این موضوع به طور قابل توجهی محدودیت‌هایی را برای استفاده عملی از متاورس در حمل و نقل ایجاد می‌کند. اگرچه متاورس فرصت‌هایی برای جمع‌آوری داده‌ها از طریق فعالیت‌های آواتار ارائه می‌دهد، اما بسیاری از افراد هنوز وارد متاورس نمی‌شوند و دینفعان باید نسبت به انتظارات خود هوشیار باشند.

این پژوهش با شروع از اکتشاف نوآوری‌های تحول‌آفرین در حمل و نقل و تمرکز ویژه بر مفهوم حمل و نقل متاورسی (متاموبیلیتی)، به دیدگاه‌های بین‌رشته‌ای در تحقیقات حمل و نقل کمک می‌کند. این پژوهش تحلیلی تقاطعی از فناوری، رفتار مصرف‌کننده و شیوه‌های حمل و نقل ارائه می‌دهد و موانع، چالش‌ها و چشم‌اندازهای پذیرش وسایل نقلیه خودران و خدمات سیستم‌های حمل و نقل هوشمند را بررسی می‌کند. این پژوهش، درک ما را از چشم‌انداز جهانی حمل و نقل افزایش داده و چارچوب‌های قانونی پیچیده که آینده آن را شکل می‌دهند، روشن

می‌کند. به طور کلی، این مقاله به روشن کردن پیچیدگی‌ها و تعامل عوامل مختلف تاثیرگذار بر تکامل سیستم‌های حمل و نقل می‌پردازد. علاوه بر این، این مطالعه به بحث در مورد متاورس و کاربردهای آن در دنیای واقعی کمک می‌کند. با رشد تحقیقات دانشگاهی در مورد متاورس، این مقاله بینش‌های نظری درباره حمل و نقل ارائه می‌دهد و ویژگی‌ها و محدودیت‌های متاورس را برجسته می‌کند.

این پژوهش بر مشارکت فیزیکی حمل و نقل در متاورس تمرکز دارد و فراتر از حمل و نقل، قابلیت انتقال فعالیت‌های فیزیکی به دنیای مجازی را به چالش می‌کشد. این موضوع به ذینفعان کمک می‌کند تا انتظارات خود را مدیریت کنند و دریابند که فعالیت‌های فیزیکی، مانند عمل‌های جراحی، نمی‌توانند به طور کامل در متاورس شبیه‌سازی شوند. همچنین، این پژوهش به تحقیق، برنامه‌ریزی و عمل در حوزه حمل و نقل کمک می‌کند. این مطالعه با افزایش آگاهی درباره چشم‌اندازهای متاورس در حمل و نقل و بررسی امکان استفاده از متاورس برای جمع‌آوری داده‌ها و شبیه‌سازی، به بحث جاری در این زمینه کمک می‌کند. با شناخت این چشم‌اندازها، پژوهش ما نیاز به ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی در داده‌های جمع‌آوری شده از زندگی واقعی را برجسته می‌کند. در نهایت، این پژوهش با شروع بحث در مورد تأثیر احتمالی متاورس، به دستور کار تحقیقات آینده کمک کرده و محققان دانشگاهی و متخصصان را به چالش می‌کشد تا برای این پیشرفت فناوری آماده شوند. این مقاله یک فراخوان اصیل و جدید برای جامعه تحقیقات حمل و نقل است تا چشم‌اندازهای متاورس، فناوری و تغییر رفتارهای سفر را کاوش کنند.

سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان حمل و نقل باید از روندهای نوظهور مرتبط با فناوری متاورس آگاه باشند و عملی بودن آن را ارزیابی کنند. آن‌ها باید مزایا و معایب متاورس را به دقت بررسی کرده و تصمیمات سرمایه‌گذاری خود را بر اساس این ارزیابی‌ها اتخاذ کنند. توسعه یک همزاد دیجیتال از زیرساخت‌های حمل و نقل می‌تواند پیچیده و پرهزینه باشد و نیاز به همکاری ذینفعان مختلف دارد. یک تحلیل هزینه - فایده باید انجام شود تا اطمینان حاصل شود که این ابتکار عملی است و مزایای آن به حداکثر و هزینه‌ها به حداقل می‌رسند. مدیران برندها باید استفاده از متاورس را برای ایجاد تجربه‌ای غوطه‌ور و افزایش آگاهی از برند در نظر بگیرند. سازمان‌های بازاریابی مقصد می‌توانند از متاورس برای ایجاد تورهای مجازی استفاده کنند و گردشگران را به کاوش در مکان‌ها دعوت کنند. اپراتورهای مراکز حمل و نقل می‌توانند از همزاد دیجیتال متاورس برای آشنا کردن مردم با فضاهای فیزیکی خود استفاده کنند. سازندگان خودرو نیز می‌توانند نسخه‌های سه‌بعدی از وسایل نقلیه خود را به متاورس صادر کرده و آزمایش‌های رانندگی مجازی ارائه دهند.

در نتیجه، این پژوهش سؤالی مهم مطرح کرده است - آیا دنیای مجازی متاورس می‌تواند دنیای فیزیکی حمل و نقل را تحت تأثیر قرار دهد؟ نتیجه‌گیری پژوهش این است که این مأموریت شاید غیرممکن به نظر برسد، اما امکانات و فرصت‌های بی‌شماری نیز وجود دارند. مردم باید وارد متاورس شوند و نیاز به سرمایه‌گذاری عظیمی در طراحی همزاد دیجیتال وجود دارد. با این حال، چالش‌های قابل توجهی در این مسیر وجود دارند و این مقاله به شروع گفتگویی در مورد متاورس و حمل و نقل، چالش‌های موجود و ارائه فراخوانی عملی و معنادار برای اقدام به

جامعه تحقیقات حمل و نقل پرداخته. این پژوهش، به بررسی امکان انتقال تجربیات حمل و نقل از متاورس به دنیای واقعی پرداخته است.

داده‌های تجربی هنوز برای اثبات این مطالعه جمع‌آوری نشده و فرصت‌هایی برای تحقیقات آینده در این زمینه وجود دارد. تحقیقات آینده باید مزایای بالقوه و عملی بودن فناوری متاورس را در صنعت حمل و نقل ارزیابی کنند. این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران کمک کند تا ارزیابی کنند که آیا فناوری متاورس می‌تواند زیرساخت‌های حمل و نقل را بهبود بخشد و چه مزایایی می‌تواند برای ذینفعان به همراه داشته باشد. تحقیقات آینده باید الزامات فناوری و زیرساختی ادغام متاورس را بررسی کرده و پیامدهای مدیریتی سرمایه‌گذاری در همزاد دیجیتال را برجسته کنند. این تحقیقات باید بر شناسایی نیازهای فنی و زیرساختی لازم برای ادغام فناوری متاورس در سیستم‌های حمل و نقل واقعی تمرکز کنند. همچنین، تحقیقات آینده می‌تواند پیامدهای اجتماعی - اقتصادی ادغام متاورس را تحلیل کند و نگرش‌ها و نگرانی‌های مصرف‌کنندگان را مورد بررسی قرار دهد. این تحقیقات می‌تواند تأثیرات بالقوه اقتصادی و اجتماعی ادغام فناوری متاورس در سیستم‌های حمل و نقل، مانند تغییرات در رفتار سفر، اشتغال و الگوهای شهرنشینی را بررسی کند.

#### 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.
- جمالی، مهدی، صالحی، سید یوسف، و مالمیر، آمنه. (۱۴۰۰). شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های رشد هوشمند شهری با تأکید بر ترافیک و حمل‌ونقل شهری. فصلنامه علمی مطالعات مدیریت ترافیک، ۱۶(۱)، ۱۱۱-۱۴۴.
- سجادیان، مهیار و فیروزی، محمدعلی و پوراحمد، احمد، ۱۴۰۰. متاورس و شهرهای «متاورسی» و «کریپتویی»؛ تدقیقی بر بهره‌گیری آگاهانه در کشور.
- عباس رضایی مقدم. (۱۴۰۱). بررسی مفهوم متاورس در شهر و برنامه‌ریزی شهری. مطالعات علوم کاربردی در مهندسی پاییز ۱۴۰۱، دوره هشتم - شماره ۳ از ۱ تا ۹.
- عربخانی، یدالله، عرب، قاسم، سلیمی، محمدباقر، و حسن زاده، محمدرضا. (۱۴۰۰). بررسی علل وقوع سوانح ترافیکی در حاشیه کلان‌شهرها. فصلنامه علمی مطالعات مدیریت ترافیک، ۱۶(۴)، ۳۹-۷۲.
- 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)، ۴۹-۵۶.

Albayati, H., Kim, S. K., & Rho, J. J. (2020). Accepting financial transactions using blockchain technology and cryptocurrency: A customer perspective approach. *Technology in Society*, 62, 101-320.

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>

Davies, C., & Jung-a, S. (2022). Asia's largest metaverse platform Zepeto ramps up global expansion. Financial Times. <https://www.ft.com/content/14c88e84-f3c8-485e-a9df-31ead34e48f0>

Koohang, A., Nord, J. H., Ooi, K. B., Tan, G. W. H., Al-Emran, M., Aw, E. C. X., ... & Wong, L. W. (2023). Shaping the metaverse into reality: a holistic multidisciplinary understanding of opportunities, challenges, and avenues for future investigation. *Journal of Computer Information Systems*, 63(3), 735-765.

Mogaji, E., & Erkan, I. (2019). Insight into consumer experience on UK train transportation services. *Travel Behaviour and Society*, 14, 21-33.

Mogaji, E., Adekunle, I., Aririguzoh, S., & Oginni, A. (2022). Dealing with impact of COVID-19 on transportation in a developing country: Insights and policy recommendations. *Transport Policy*, 116, 304-314.

Pamucar, D., Deveci, M., Gokasar, I., Delen, D., Köppen, M., & Pedrycz, W. (2023). Evaluation of metaverse integration alternatives of sharing economy in transportation using fuzzy Schweizer-Sklar based ordinal priority approach. *Decision support systems*, 171, 113-944.

Sayem, A. S. M. (2022). Digital fashion innovations for the real world and metaverse. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 15(2), 139-141.

Shamshiripour, A., Rahimi, E., Shabanpour, R., & Mohammadian, A. K. (2020). How is COVID-19 reshaping activity-travel behavior? Evidence from a comprehensive survey in Chicago. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 7, 100-216.

Wang, H., Wang, Z., Chen, D., Liu, Q., Ke, H., & Han, K. K. (2023). Metamobility: Connecting future mobility with the metaverse. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 18(3), 69-79.

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

Wang, Y., Shen, Q., Ashour, L. A., & Dannenberg, A. L. (2022). Ensuring equitable transportation for the disadvantaged: Paratransit usage by persons with disabilities during the COVID-19 pandemic. *Transportation research part A: policy and practice*, 159, 84-95.

Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*, 13, 101-630.