

Analyzing the Social Impacts of Autonomous Vehicle Technology on Cities: A Qualitative Approach Based on Systematic Literature Review

Saber Mohammadpour¹  , Sara Amiri² , Ali Soltani³

1. (Corresponding Author) *Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Architecture and Art, University of Guilan, Rasht, Iran*
Email: s.mohammadpour@guilan.ac.ir

2. *Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Architecture and Art, University of Guilan, Rasht, Iran*
Email: saraamiri@webmail.guilan.ac.ir

3. *Department of Healthy Communities, Flinders University, Adelaide, Australia*
Email: ali.soltani@flinders.edu.au

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:

Received:

26 December 2025

Received in revised form:

4 March 2026

Accepted:

28 March 2026

Available online:

10 May 2026

Keywords:

Smart City,
Autonomous Vehicle,
Social Equity,
Public Health,
Quality of Life.

ABSTRACT

With the rapid advancement of emerging technologies in urban transportation, autonomous vehicles (AVs) have emerged as one of the most transformative innovations shaping the future of smart cities. Despite the extensive focus of previous studies on the technical aspects of this technology, its social implications for the spatial and human structure of cities remain relatively underexplored. This study adopts a qualitative approach and employs a systematic literature review method to examine and analyze the social dimensions of autonomous vehicle technology. The research data were derived from the analysis of 102 selected international scientific articles published between 2014 and 2024. Utilizing MaxQDA software, the data were analyzed through a three-stage coding process: open, axial, and selective coding. The findings reveal that the social impacts of AVs can be categorized into three main themes: social equity (with an emphasis on the inclusion of vulnerable groups), public health (encompassing both direct and indirect effects on the physical and mental well-being of citizens), and urban quality of life (focusing on livability and overall well-being). The analysis suggests that AV technology holds significant potential to redefine these key concepts. However, realizing this potential requires the development and implementation of comprehensive, human-centered, and multidisciplinary policies that go beyond purely technology-driven perspectives to incorporate the social, ethical, and spatial dimensions of the technology. The findings of this study can serve as a foundation for social impact assessments and technological policymaking in the realm of future urban transportation.

Cite this article: Mohammadpour, S., Amiri, S., & Soltani, A. (2026). Analyzing the Social Impacts of Autonomous Vehicle Technology on Cities: A Qualitative Approach Based on Systematic Literature Review. *Geographical Urban Planning Research Quarterly*, 14 (1), 61-82.

<http://doi.org/10.22059/jurbangeo.2025.398118.2075>



© The Author (s)

Publisher: University of Tehran Press

Extended Abstract

Introduction

The ongoing evolution of urban transportation systems is increasingly shaped by emerging technologies, among which autonomous vehicles (AVs) have garnered significant attention as a potentially transformative force in the future of smart cities. These vehicles, capable of operating with little or no human intervention, promise to redefine how people move through and interact with urban environments. While a substantial body of literature has focused on the technical, engineering, and operational aspects of AVs—such as navigation systems, safety algorithms, and infrastructure requirements—their broader societal and spatial implications have remained relatively underexplored. In particular, the social consequences of AV adoption and integration, including issues of equity, health, and urban livability, require deeper scholarly investigation within the context of urban planning and development.

This study responds to this critical research gap by systematically reviewing and analyzing existing literature on the social impacts of autonomous vehicles. It seeks to uncover how the widespread implementation of AV technology might influence urban social structures, public health, spatial justice, and overall quality of life. The central research question guiding this investigation is: *What are the key social dimensions affected by the introduction of AVs, and how can urban policy and planning frameworks respond effectively to these changes?*

Methodology

To address this question, a qualitative research approach was adopted, drawing upon systematic literature review (SLR) methodology. This method enables a structured and comprehensive examination of peer-reviewed academic work, ensuring a rigorous synthesis of current knowledge and trends. A total of 102 international scholarly articles, published between 2014 and 2024, were selected based on relevance, academic quality, and alignment with the research objectives. Databases such as Scopus, Web of Science, and ScienceDirect were used to gather the initial pool of publications, which was then filtered through predefined inclusion and exclusion criteria.

The selected studies were imported into MaxQDA for in-depth qualitative analysis. The coding process followed the classic three-phase model of open coding, axial coding, and selective coding as described by Strauss and Corbin. This framework allowed for the identification of core categories and interrelations among recurring themes across the dataset. By focusing specifically on the social implications of AVs rather than technical or economic aspects, the study maintained a clear alignment with its urban planning perspective.

Results and discussion

The analysis yielded three principal thematic categories representing the social impacts of AV technology:

1. **Social Equity:** The introduction of AVs presents both opportunities and challenges for promoting social inclusion. On one hand, AVs have the potential to enhance mobility for vulnerable populations, including the elderly, disabled individuals, and low-income communities. However, concerns persist regarding accessibility, affordability, and algorithmic bias. If AV deployment is driven purely by market forces without regulatory oversight, there is a risk that marginalized groups may be further excluded from the benefits of this technology.
2. **Public Health:** The health-related implications of AVs can be categorized into direct and indirect effects. Directly, AVs are expected to reduce traffic accidents, injuries, and fatalities due to their superior reaction times and elimination of human error. Indirectly, their impact on physical activity, mental health, and urban air quality must be considered. For instance, increased vehicle use may discourage walking and cycling, while reduced congestion and emissions from electric AVs may lead to better respiratory health. Moreover, changes in travel behavior and land use patterns could influence stress levels, social cohesion, and overall well-being.
3. **Urban Quality of Life:** AVs are poised to reshape urban form and livability in profound ways. Potential reductions in parking demand could free up urban land for green spaces, housing, or public facilities. At the same time, if not properly planned, AVs could exacerbate urban sprawl

by making longer commutes more convenient. The technology could either enhance or diminish the vibrancy of public spaces, depending on how it is integrated with public transit and pedestrian infrastructure. Therefore, urban planners must proactively engage with these possibilities to steer outcomes toward improved urban life.

In addition to these three categories, the study emphasizes the importance of ethical governance, interdisciplinary collaboration, and citizen participation in shaping AV-related policies. It argues that focusing solely on technological efficiency undermines the broader social mission of urban planning. A human-centered and context-sensitive approach is needed to ensure that AVs contribute to more just, healthy, and livable cities.

Conclusion

Autonomous vehicle technology represents more than just a technical advancement; it is a disruptive force with far-reaching consequences for the social fabric of cities. This study highlights that while AVs have the potential to contribute positively to urban equity, public health, and quality of life, realizing these benefits is contingent upon deliberate, inclusive, and forward-thinking policy interventions. It is crucial for urban planners, policymakers, and researchers to move beyond techno-centric narratives and engage with the complex social, ethical, and spatial dimensions of AV integration.

By offering a comprehensive synthesis of current research, this study provides a foundation for future work in urban policy design, impact assessment frameworks, and technology governance in the era of autonomous mobility. As cities navigate the uncertainties of AV adoption, such research becomes essential for aligning innovation with public interest and sustainability.

Funding

There is no financial support.

Authors' Contribution

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

Conflict of Interest


Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

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

فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری

تحلیل اثرات اجتماعی فناوری خودروهای خودران بر شهر: رویکردی کیفی بر پایه مرور نظام‌مند ادبیات

صابر محمدپور^۱ ✉، سارا امیری^۲ , علی سلطانی^۳

۱- نویسنده مسئول، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: s.mohammadpour@guilan.ac.ir

۲- گروه شهرسازی، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: saraamiri@webmail.guilan.ac.ir

۳- گروه جوامع محلی سالم، دانشگاه فلیندرز، آدلاید، استرالیا. رایانامه: ali.soltani@flinders.edu.au

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۱۰/۰۵

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۱۲/۱۳

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۵/۰۱/۰۸

تاریخ چاپ:

۱۴۰۵/۰۲/۲۰

با گسترش فناوری‌های نوین در عرصه حمل‌ونقل شهری، خودروهای خودران (AVs) به یکی از جدی‌ترین تحولات آینده در حوزه شهر هوشمند تبدیل شده‌اند. علی‌رغم تمرکز گسترده پژوهش‌های پیشین بر ابعاد فنی این فناوری، پیامدهای اجتماعی آن بر ساختار فضایی و انسانی شهرها همچنان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و بهره‌گیری از روش مرور نظام‌مند ادبیات به بررسی و تحلیل ابعاد اجتماعی فناوری AVs پرداخته است. داده‌های پژوهش بر پایه تحلیل ۱۰۸ مقاله علمی بین‌المللی منتخب در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۵، با استفاده از نرم‌افزار MaxQDA و از طریق مراحل سه‌گانه کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شده‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که اثرات اجتماعی AVs در سه مقوله اصلی به ترتیب اهمیت و فراوانی کدها شامل عدالت اجتماعی (با تأکید بر شمول گروه‌های آسیب‌پذیر)، سلامت عمومی (در قالب اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر جسم و روان شهروندان) و کیفیت زندگی شهری (با تمرکز بر زیست‌پذیری و رفاه) طبقه‌بندی می‌شوند. تحلیل نتایج حاکی از آن است که فناوری AVs پتانسیل بالایی در بازتعریف مفاهیم مذکور دارد. با این حال، تحقق این ظرفیت‌ها مستلزم طراحی و پیاده‌سازی سیاست‌های جامع، انسان‌محور و چندبخشی است که فراتر از نگاه‌های صرفاً فناورمحور، به ابعاد اجتماعی، اخلاقی و فضایی این فناوری توجه دارند. یافته‌های این مطالعه می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای ارزیابی اجتماعی و سیاست‌گذاری فناورانه در حوزه حمل‌ونقل شهری آینده مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی:

رشد فیزیکی شهر،
عدالت اجتماعی،
خودرو خودران،
سلامت عمومی،
شهر هوشمند،
کیفیت زندگی.

استناد: محمدپور، صابر؛ امیری، سارا و سلطانی، علی. (۱۴۰۵). تحلیل اثرات اجتماعی فناوری خودروهای خودران بر شهر: رویکردی کیفی بر پایه مرور نظام‌مند ادبیات. *پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری*، ۱۴ (۱)، ۸۲-۶۱.

<http://doi.org/10.22059/jurbangeo.2025.398118.2075>

مقدمه

شهرنشینی علی‌رغم دستاوردهای بزرگ برای بشر با خود مسائل و مشکلاتی را به همراه داشته که با وجود پیشرفت‌های عظیم علمی و فنی حل بسیاری از این مشکلات با ناکامی همراه بوده است (Ferarro, 2013)؛ حدود ۷۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای از شهرها نشأت می‌گیرد (Colldahi et al, 2013) در واقع حمل‌ونقل، به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از شهر، مسئول حدود یک‌چهارم تا یک‌سوم انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Creutzig et al, 2015). علاوه بر این تراکم ترافیک، آلودگی، هزینه‌های بالا، نرخ بالای تصادفات و مرگ‌ومیر و اتکای تقریباً کامل به منابع انرژی تجدیدناپذیر (Litman, 2003) از چالش‌های سیستم حمل‌ونقل فعلی است. با این حال، به‌جای اینکه این چالش‌ها به‌صورت یکپارچه بررسی شوند تا حد زیادی به‌صورت مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرند و این منجر به راه‌حل‌های ناپایدار می‌شود (Bezai et al, 2021). در پاسخ به این چالش‌ها، برنامه‌ریزان شهری به دنبال توسعه مدل‌های نوین همچون شهر هوشمند هستند؛ مدلی که با تلفیق قابلیت‌های واقعی و مجازی، راهکارهای یکپارچه‌ای برای حل مشکلات شهری ارائه می‌دهد. یکی از ارکان شهر هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و به‌ویژه فناوری AVs است که در سال‌های اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده است (Chen et al., 2020). محققان مختلفی به بررسی اثرات بالقوه مثبت و منفی فناوری AVs بر روی شهر پرداخته‌اند. گمانه‌زنی در مورد تأثیرات بالقوه AVs بر توسعه شهری آینده توجه برنامه‌ریزان و طراحان شهری را نیز در سراسر جهان به خود جلب کرده است (Porter et al, 2018). با این حال، اتفاق نظر زیادی در مورد تأثیرات آتی AVs بر توسعه شهری وجود ندارد، حتی گاهی این نظرات با یکدیگر متناقض هستند (Cavoli et al, 2017). طبق گفته‌های پاپا و فریرا (۲۰۱۸)، اتوماسیون وسایل نقلیه ممکن است در راه‌های وسیعی از تغییرات فنی، طراحی، قانونی و اجتماعی باز کند که می‌تواند دسترسی در محیط‌های شهری را بهبود بخشد یا بدتر کند (Porter et al, 2018).

عدم توجه و مطالعه عمیق اثرات اجتماعی این فناوری ممکن است عواقب منفی جبران‌ناپذیری داشته باشد (Chen et al, 2020). این در حالی است که به گفته گاندیا و همکاران (۲۰۱۹) اکثر قریب به اتفاق مقالات نمونه‌برداری شده در مطالعه علم‌سنجی و کتاب‌سنجی خود بر روی AVs^۱ از سال ۱۹۶۹ تا ۲۰۱۸ بر روی جنبه‌های فنی از جمله مهندسی (۵۳.۵٪)، علوم کامپیوتر (۴۱.۱٪)، حمل‌ونقل و سیستم‌های کنترل اتوماسیون (۲۳.۵٪) و روباتیک (۱۶.۳٪) متمرکز هستند. کمتر از ۵ درصد از مقالات غیر فنی هستند. با این حال، همان مطالعه نشان داد که موضوعات غیر فنی (علوم اجتماعی، مدیریت، فلسفه، تجارت و اقتصاد، حقوق و مطالعات شهری) از سال ۲۰۱۵ به بعد یک حوزه در حال ظهور هستند (Milakis & Müller, 2021). در این راستا پژوهش حاضر با مرور نظام‌مند مطالعاتی که به بررسی اثرات اجتماعی AVs پرداخته‌اند، سعی در پاسخ به سؤال اصلی پژوهش یعنی "فناوری AVs چه اثرات اجتماعی بر شهرهای امروزی خواهد داشت؟" دارد. در سال‌های اخیر، هم‌زمان با ورود ادبیات جهانی پیرامون شهر هوشمند و فناوری‌های نوظهور به فضای علمی کشور، پژوهش‌هایی نیز در حوزه حمل‌ونقل هوشمند در ایران صورت گرفته است. مرور مطالعات داخلی حاکی از آن است که تاکنون پژوهشی جامع که به‌صورت نظام‌مند به تحلیل اثرات اجتماعی فناوری AVs در بستر شهری پرداخته باشد، انجام نشده است. اغلب پژوهش‌ها یا به‌صورت نظری به مقوله شهر هوشمند پرداخته‌اند، یا ابعاد فنی و حمل‌ونقل را بدون در نظر گرفتن پیامدهای اجتماعی بررسی کرده‌اند؛ بنابراین، پژوهش حاضر با تمرکز بر مرور نظام‌مند ادبیات بین‌المللی و تحلیل اثرات اجتماعی AVs، می‌تواند خلأ قابل توجهی را در ادبیات علمی کشور پوشش دهد. مرور پیشینه پژوهش‌های بین‌المللی در حوزه AVs نشان می‌دهد که طی دهه گذشته، تمرکز از جنبه‌های صرفاً

فنی به بررسی عمیق اثرات اجتماعی، اخلاقی و فرهنگی این فناوری تغییر یافته است. این مطالعات با روش‌هایی مانند تحلیل مفهومی، مردم‌نگاری فناورانه، مدل‌سازی رفتاری و تحلیل نظری بین‌رشته‌ای، ابعاد انسانی AVs را مورد توجه قرار داده‌اند. یکی از پژوهش‌های شاخص، مقاله شوارتینگ^۱ و همکاران (۲۰۱۹) است که با تلفیق روان‌شناسی اجتماعی، نظریه بازی‌ها و طراحی کنترل، چارچوب نوآورانه‌ای برای مدل‌سازی رفتار اجتماعی AVs ارائه می‌دهد. این مطالعه با به‌کارگیری مفهوم جهت‌گیری ارزش اجتماعی^۲ (SVO)، امکان پیش‌بینی دقیق‌تر رفتار تعاملی رانندگان انسانی را فراهم کرده و نشان می‌دهد که افزایش ایمنی و پذیرش اجتماعی AVs، فراتر از بهبود فنی، نیازمند درک روان‌شناسی تعاملات انسانی است. بیسل^۳ و همکاران (۲۰۲۰) با رویکردی انتقادی، تأکید می‌کند که تحلیل‌های رایج عمدتاً بر ایمنی و کارایی متمرکز بوده و پیامدهای اجتماعی گسترده‌تر این فناوری کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. نویسندگان با تبیین چهار بُعد تحول‌ساز (تجربه، نابرابری، کار و نظام‌ها) بر ضرورت مشارکت فعال جامعه‌شناسان در سیاست‌گذاری AVs تأکید می‌کنند. مطالعه مک‌کارول و کوگورولو^۴ (۲۰۲۲) با تمرکز بر ابعاد زمانی و فضایی تجربه انسانی، نشان می‌دهد که AVs علاوه بر ایجاد فضای جدید شهری، «پنجره زمانی» تازه‌ای برای کاربران تعریف می‌کنند که ممکن است منجر به تجاری‌سازی زمان و تضعیف مرزهای میان زمان کاری و غیر کاری شود؛ پدیده‌ای که ناسازگاری شناختی و تأثیرات اجتماعی پنهان فناوری را برجسته می‌سازد. در حوزه طراحی تعامل‌پذیر، وینخویزن و سفکین^۵ (۲۰۱۶) با استفاده از مردم‌نگاری صنعتی، اهمیت «زمینه‌مندی اجتماعی» در طراحی AVs را نشان داده‌اند و بر لزوم درک رفتارها، انتظارات و نشانه‌های فرهنگی کاربران برای پذیرش اجتماعی فناوری تأکید کرده‌اند. در نهایت، کتاب مورر^۶ و همکاران (۲۰۱۶) با تلفیق دیدگاه‌های مهندسی، حقوقی و اجتماعی، چارچوب جامعی برای درک فناوری AVs در زمینه‌های اجتماعی و نهادی ارائه داده و پذیرش اجتماعی را به‌اندازه عملکرد فنی، کلید موفقیت این فناوری در آینده شهری می‌داند. به‌طور کلی، این بدنه پژوهشی نشان می‌دهد که ادبیات بین‌المللی در حال گذار از نگاه فناورانه صرف به‌سوی درک پیچیدگی‌های اجتماعی، روانی، اخلاقی و فضایی AVs است. این مطالعات ضرورت حکمرانی بین‌بخشی، طراحی مشارکتی و سیاست‌گذاری عدالت محور را در توسعه و پیاده‌سازی این فناوری برجسته می‌سازند. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از تحلیل نظام‌مند این ادبیات و روش نظریه داده بنیاد، در پی ارائه مدل مفهومی منسجم برای ارزیابی اثرات اجتماعی AVs در بافت شهری است.

مبانی نظری

شهر هوشمند مفهوم جدیدی به شمار نیامده و به نظر می‌رسد خاستگاه این مفهوم، جنبش رشد هوشمند باشد که سیاست‌های جدیدی را برای برنامه‌ریزی شهری در اواخر دهه ۱۹۹۰ تجویز کرد. این مفهوم بعد از دهه ۹۰ با روندی آرام اما از اوایل سال ۲۰۰۰ به بعد به‌سرعت تکامل پیدا کرد. در واقع از سال ۲۰۰۰ به بعد رهیافت رشد هوشمند جای خود را به شهر هوشمند داد که بر پیشرفت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در برنامه‌ریزی، توسعه، پایداری و خدمات شهری استوار است (Allahar, 2020). مروری مختصر بر ادبیات مرتبط در این حوزه نشان می‌دهد که شهر هوشمند دارای تعاریف بسیاری است که توسط نویسندگان مختلف ارائه شده است؛ بنابراین هیچ تعریف جهانی برای آن وجود ندارد

1. Schwarting
2. Social Value Orientation
3. Bissell
4. McCarroll & Cugurullo
5. Vinkhuyzen & Cefkin
6. Maurer

و مفهومی گسترده و متغیر دارد (Singh et al, 2022). در حقیقت، به واسطه ارتباط مفهومی و ماهیتی شهر هوشمند با فناوری و دستاوردهای آن، می‌توان بیان نمود که مفهوم شهر هوشمند با تغییرات فناوری، در طول زمان تغییر کرده و واجد ماهیتی پویا است. برخی از تعاریف بر فناوری به عنوان مهم‌ترین عامل در هوشمندسازی شهر تأکید می‌کنند. تعاریف دیگر بر جنبه‌های انسانی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی به عنوان زیربنای یک شهر هوشمند متمرکز هستند (van Twist et al, 2022)؛ بنابراین دسته‌بندی ابعاد شهرهای هوشمند در طول سال‌ها از نظر دامنه و تعداد گسترش یافته است. نویسندگان متعددی به بررسی و شناسایی ابعاد اصلی شهرهای هوشمند پرداخته‌اند و زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند یکی از مهم‌ترین آن‌هاست (Correia et al, 2022).

فناوری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند^۱ (ITS) به کارگیری فناوری اطلاعات در حمل‌ونقل با هدف افزایش ایمنی، بهبود تحرک و کاهش اثرات زیست‌محیطی است. این سیستم به دنبال ایجاد یک شبکه حمل‌ونقل چندوجهی در سطح ملی است که انواع وسایل نقلیه، زیرساخت‌ها و تجهیزات مسافری را در برمی‌گیرد. ITS با استفاده از فناوری، ایمنی، کارایی و عملکرد زیست‌محیطی را بهینه می‌سازد و همه اجزای سیستم شامل وسایل نقلیه، زیرساخت‌ها و کاربران را در تعامل پویا در نظر می‌گیرد. بهبود تصمیم‌گیری در زمان واقعی توسط مدیران شبکه و کاربران، از جمله مهم‌ترین نتایج ITS است که در نهایت موجب ارتقای عملکرد کلی سیستم حمل‌ونقل می‌شود (Mallik, 2014). از یک دیدگاه کلی می‌توان ITS را در دو حوزه گسترده تعریف کرد: ۱- زیرساخت‌های شهری هوشمند ۲- وسایل نقلیه هوشمند. بخش اعظم ITS به هوشمندسازی زیرساخت‌های شهری مرتبط است. هوشمندسازی وسایل نقلیه برای افزایش ایمنی هم بخش مهم دیگری است که از سیستم‌های هوشمند انژکتور شروع شده و به AVs رسیده است.

AVs به عنوان سیستم‌هایی توصیف شده‌اند که قادرند به صورت مستقل از دخالت عامل انسانی (راننده) تمامی کارهای رانندگی را انجام دهند (Collingwood, 2017). تکنولوژی به کاررفته در این خودروهای هوشمند، ترکیبی از هوش مصنوعی، کامپیوترها، نرم‌افزارها، حس‌گرهای سخت‌افزاری با قابلیت برقراری ارتباط با یکدیگر است (Colonna, 2012). این حس‌گرها داده‌هایی را از محیط پیرامون خودرو دریافت و آن‌ها را به کامپیوتر خودرو ارسال می‌کنند. کامپیوتر خودرو دارای نرم‌افزاری است که الگوریتم‌های تصمیم‌گیری منطقی را بر روی داده‌های دریافتی توسط حس‌گرها، اعمال می‌کند. این نرم‌افزار بر اساس داده‌های محیطی و الگوریتم‌ها، داده‌های خروجی را به خودرو ارائه می‌کند و نهایتاً این داده‌های خروجی دستوراتی را به خودرو برای انجام حرکت‌های خودکار از جمله میزان سرعت خودرو، تعویض دنده و بر طبق شرایط جاده تغییر مسیر می‌دهند (Duffy, 2014). AVs بر اساس ویژگی‌هایشان در دسته‌های مختلفی طبقه‌بندی شده‌اند. انجمن بین‌المللی مهندسين خودرو (ISAE)^۲ از سال ۲۰۱۴ یک طبقه‌بندی ارائه کرده است. این طبقه‌بندی شامل پنج سطح رانندگی مستقل و سطح صفر است که شرح آن در جدول ۱ ارائه شده است (Czech et al, 2018). در این پژوهش AVs در سطح ۴ و ۵ اتوماسیون (طبق طبقه‌بندی ISAE) مدنظر قرار دارد.

جدول ۱. سطوح رانندگی خودکار طبق طبقه‌بندی ISAE (Czech et al, 2018)

| سطح | شرح |
|-----|---|
| ۰ | کنترل کامل وسیله نقلیه به راننده تعلق دارد، حتی اگر خودرو بتواند او را از خطرات آگاه کند. راننده مسئول نظارت بر محیط است و باید آماده کنترل باشد. |
| ۱ | وسيله نقلیه امکان پشتیبانی از جنبه‌های خاصی از رانندگی مانند فرمان یا سرعت/ترمز را دارد. راننده مسئول نظارت بر محیط است و باید آماده کنترل باشد. |

| | |
|---|--|
| ۲ | اتوماسیون جزئی وسیله نقلیه - استفاده از سیستم هم برای رانندگی و هم برای کنترل سرعت؛ راننده مسئول نظارت و اجرای سایر عناصر رانندگی است. راننده وظیفه نظارت بر محیط را بر عهده دارد و باید آماده کنترل باشد. |
| ۳ | اتوماسیون مشروط وسیله نقلیه - امکان در اختیار گرفتن کنترل خودرو و تمام جنبه‌های رانندگی، با این فرض که راننده باید در هر زمان آماده باشد تا کنترل خودرو را به دست گیرد. |
| ۴ | سطح بالای اتوماسیون وسیله نقلیه - خودرو قادر است کنترل تمام جنبه‌های رانندگی را به دست بگیرد، حتی اگر راننده انسانی به تماس برای در دست گرفتن کنترل پاسخ ندهد. |
| ۵ | اتوماسیون کامل وسیله نقلیه - رانندگی مستقل تحت هر شرایطی |

نظریه عدالت اجتماعی و شمول شهری

عدالت اجتماعی به‌عنوان یکی از مفاهیم بنیادین در علوم اجتماعی و برنامه‌ریزی شهری، نخستین بار به‌صورت نظام‌مند توسط جان رالز (Rawls, 1971) در کتاب *A Theory of Justice* مطرح شد. رالز عدالت را «انصاف در توزیع منابع و فرصت‌ها» تعریف می‌کند و دو اصل کلیدی را معرفی می‌کند: اصل برابری که بر برخورداری یکسان همه افراد از آزادی‌ها و فرصت‌های اساسی تأکید دارد و اصل تفاوت که بیان می‌کند نابرابری‌ها تنها زمانی عادلانه‌اند که به بهبود شرایط گروه‌های محروم و کم‌درآمد منجر شوند (Rawls, 1971). در دهه‌های بعد، نانسی فریزر (Fraser, 2008) این نظریه را توسعه داده و معتقد است عدالت نه‌تنها شامل توزیع منابع بلکه دربرگیرنده دو بُعد دیگر نیز هست: به رسمیت شناختن اجتماعی (Recognition) و مشارکت برابر در فرآیندهای تصمیم‌گیری (Representation) بر این اساس، دستیابی به عدالت در شهرها مستلزم ایجاد ساختارهایی است که گروه‌های به حاشیه رانده شده بتوانند به‌صورت فعالانه در زندگی اجتماعی و اقتصادی مشارکت داشته باشند.

در بستر فناوری‌های نوین شهری، به‌ویژه خودروهای خودران، عدالت اجتماعی معنای تازه‌ای پیدا می‌کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اگر فناوری‌های حمل‌ونقل هوشمند به‌درستی مدیریت شوند، می‌توانند به افزایش شمول اجتماعی و کاهش تبعیض ساختاری کمک کنند (Pettigrew et al., 2019). برای مثال، AVs می‌توانند امکان تحرک مستقل را برای گروه‌هایی همچون سالمندان، معلولان، کودکان و ساکنان مناطق کم‌برخوردار فراهم آورند. در مقابل، اگر این فناوری صرفاً در قالب خودروهای خودران خصوصی (PAVs) و بدون سیاست‌های حمایتی توسعه یابد، می‌تواند موجب افزایش شکاف‌های اجتماعی و دسترسی نابرابر به خدمات حمل‌ونقل شود (Bissell et al., 2020).

نظریه سلامت شهری

سلامت شهری به‌عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای در دهه ۱۹۸۰ توسط Leonard Duhl و Trevor Hancock معرفی شد و در چارچوب برنامه «شهرهای سالم» سازمان جهانی بهداشت (WHO) بسط یافت (Duhl & Hancock, 1986). این نظریه سلامت را نه صرفاً فقدان بیماری، بلکه نتیجه تعامل پیچیده بین عوامل محیطی، اجتماعی، اقتصادی و کالبدی شهر می‌داند (WHO, 2016). بر این اساس، کیفیت زندگی و سلامت شهروندان تا حد زیادی به ساختار فضاهای شهری، الگوهای جابه‌جایی و کیفیت سیستم‌های حمل‌ونقل بستگی دارد. در دهه ۱۹۹۰، نظریه حمل‌ونقل پایدار توسط Todd Litman (1999) مطرح و بعدها توسط David Banister (2008) تکامل یافت. این نظریه سه اصل کلیدی را بیان می‌کند: کاهش اثرات زیست‌محیطی، ارتقای سلامت عمومی از طریق حمل‌ونقل فعال و تضمین عدالت اجتماعی در دسترسی به خدمات حمل‌ونقل (Banister, 2008). با ظهور خودروهای خودران، این نظریه ابعاد تازه‌ای پیدا کرده است. بر اساس مطالعه Fagnant & Kockelman (2015)، AVs می‌توانند تا ۹۰٪ از تصادفات ترافیکی را کاهش دهند و با بهینه‌سازی جریان ترافیک و کاهش تراکم، کیفیت هوا را بهبود بخشند. علاوه بر این، کاهش استرس

ناشی از رانندگی و کاهش آلودگی صوتی می‌تواند پیامدهای مثبتی برای سلامت روانی شهروندان داشته باشد. اما در مقابل، مطالعات Harb et al. (2018) نشان می‌دهد که استفاده گسترده و بدون برنامه‌ریزی از AVs می‌تواند به کاهش فعالیت بدنی و افزایش بیماری‌های غیر واگیر از جمله چاقی و دیابت منجر شود.

نظریه کیفیت زندگی شهری و فناوری‌های نوین

مفهوم کیفیت زندگی شهری (Quality of Urban Life - QOUL) در دهه ۱۹۷۰ توسط Rodgers (1976) & Campbell, Converse مطرح و در دهه‌های بعد توسط Pacione (2003) توسعه یافت. در این نظریه، کیفیت زندگی شهری به‌عنوان مفهومی چندبعدی در نظر گرفته می‌شود که شامل شاخص‌هایی نظیر رضایت‌مندی، رفاه اجتماعی، سلامت، امنیت، تعاملات اجتماعی و زیست‌پذیری محیطی است. این نظریه بر این اصل تأکید دارد که کیفیت تجربه زیست شهری حاصل تعامل میان عوامل کالبدی، اجتماعی و فناورانه است. ظهور فناوری‌های نوین، به‌ویژه خودروهای خودران، امکان بازتعریف کیفیت زندگی شهری را فراهم کرده است. بر اساس پژوهش‌های Maurer et al. (2016)، کاهش نیاز به پارکینگ و بهینه‌سازی الگوهای ترافیکی می‌تواند منجر به آزادسازی فضاهای عمومی و ایجاد محیط‌های انسان‌محور شود که خود سبب ارتقای تعاملات اجتماعی و افزایش انسجام محلی می‌گردد. همچنین، AVs می‌توانند با کاهش زمان سفر و بهبود دسترسی به خدمات شهری، سطح رضایت‌مندی و رفاه عمومی را ارتقا دهند (Pettigrew et al., 2019). همان‌طور که Bissell et al. (2020) اشاره می‌کند، بدون سیاست‌گذاری پایدار، خطرانی نظیر وابستگی بیش‌ازحد به خودرو، افزایش پراکندگی شهری، تهدید حریم خصوصی و کاهش تعاملات انسانی نیز وجود دارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت داده‌ها، پژوهشی کیفی است؛ چراکه موضوع آن با بطن اجتماع در ارتباط است و اتخاذ روش کیفی برای این پژوهش با توجه به کاربرد روش کیفی در امور مربوط به جامعه و اجتماع امری ضروری است. همچنین از بعد ساختار تحلیلی، پژوهشی نظام‌مند به حساب می‌آید و در بررسی محتوای داده‌های به‌دست‌آمده از نظریه داده بنیاد استفاده شده است. به‌عبارت‌دیگر تحلیل داده‌ها مطابق سه مرحله استراوس و کوربین (۱۹۹۸) (کدگذاری باز، محوری و انتخابی) انجام شده است (جدول ۲) و هم‌زمان " اثرات اجتماعی فناوری AVs بر شهر" در فرایندی مورد مفهوم‌سازی قرار گرفته‌اند. این شیوه در سال ۲۰۱۳ توسط ولف سوئینکل، فورتمولر و ویلدرام ارائه گردید و شامل پنج مرحله است که هر کدام از مراحل، مجموعه‌ای از گام‌ها را در برمی‌گیرد مراحل انجام پژوهش بر همین مبنا استوار بوده و در آن مراحل زیر طی می‌گردد (جدول ۳) (Wolfswinkel et al, 2013).

جدول ۲. تحلیل داده‌ها در چارچوب نظریه داده بنیاد

| عنوان | توضیحات |
|-----------------|---|
| واحد تحلیل | در این مطالعه، واحد تحلیل شامل متون علمی منتخب است. هر مقاله به‌عنوان یک «واحد معنا» مورد بررسی قرار گرفته و پاراگراف‌ها، جملات و گزاره‌های مرتبط با ابعاد اجتماعی AVs پایه استخراج کدها بوده‌اند. |
| نمونه‌گیری نظری | نمونه‌گیری در چارچوب نظریه داده بنیاد به‌صورت تدریجی و هم‌زمان با تحلیل انجام شد. ابتدا مجموعه‌ای از مقالات از طریق جست‌وجوی نظام‌مند انتخاب و سپس، با ظهور مفاهیم جدید، نمونه‌گیری نظری برای شناسایی مطالعات تکمیلی به کار گرفته شد. در این فرایند، ۲۶ مقاله از طریق ارجاعات افزوده شد و نمونه‌گیری تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت. |
| اشباع نظری | اشباع نظری در سه سطح بررسی شد. در سطح کدها، ۵۰۳ کد اولیه استخراج و پس از آن کد جدیدی ایجاد نشد. در سطح مفاهیم، ۱۹ مفهوم میانی شکل گرفت که با افزودن مقالات جدید گسترش نیافت. نهایتاً در سطح مقوله‌های |

| | |
|---|--|
| محوری، سه مقوله اصلی شامل عدالت اجتماعی، سلامت عمومی و کیفیت زندگی تثبیت شدند و روند تحلیل به نقطه‌ای رسید که رشد نظریه متوقف شد و پژوهش به اشباع نظری دست یافت. | |
| ممونویسی در طول تحلیل داده‌ها، ممونویسی به‌طور مستمر انجام شد. مموهای مفهومی برای تبیین کدها، مموهای محوری برای تحلیل روابط میان مفاهیم و مموهای انتخابی برای مستندسازی شکل‌گیری مدل نهایی به کار رفتند. تمامی مموها در نرم‌افزار MaxQDA ثبت و نگهداری شدند. | |
| نقش پژوهشگر برای افزایش روایی و پایایی داده‌ها، بازبینی توسط همتای علمی انجام شد و کدگذاری‌ها توسط تحلیلگر دوم بازخوانی و اعتباربخشی گردید. همچنین، تمامی یادداشت‌ها و مسیر تصمیم‌گیری‌های تحلیلی به‌طور کامل مستندسازی شدند تا شفافیت و داده‌ها قابلیت بازتولید پژوهش تضمین شود. | |

جدول ۳. گام‌های مرور سیستماتیک بر مبنای روش گراند تئوری (Wolfswinkel, Furtmueller & Wilderom, 2013)

| گام‌ها | اقدامات | توضیحات |
|----------|--|---|
| | | برای تضمین کیفیت و اعتبار مرور نظام‌مند، معیارهای ورود/خروج مطالعات بر اساس چهار دسته اصلی نوع منبع، زبان، نوع مطالعه و کیفیت روش‌شناختی تعریف شده‌اند: (الف) نوع منبع |
| | | <ul style="list-style-type: none"> فقط مقالات چاپ‌شده در ژورنال‌های بین‌المللی معتبر (دارای داوری همتا) وارد شدند. کنفرانس‌ها، گزارش‌های صنعتی، پایان‌نامه‌ها، اسناد دولتی و وبلاگ‌ها حذف شدند. پیشینه مطالعات داخلی در رابطه با AVs در حوزه‌های محدودی (اغلب فنی) است و تمام جنبه‌های موضوع موردپژوهش را پوشش نمی‌دهد. |
| | | (ب) بازه زمانی انتشار |
| | | <ul style="list-style-type: none"> فقط مطالعات منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۵ وارد شدند. دلیل: تمرکز ادبیات جهانی AVs بر ابعاد اجتماعی از ۲۰۱۴ به بعد برجسته شده است. |
| | | (پ) زبان |
| | ۱.۱. تعریف معیارهای گنجانیدن/حذف | در این پژوهش، تنها مقالات انگلیسی‌زبان وارد فرآیند مرور نظام‌مند شدند. دلیل این انتخاب آن است که بخش عمده و معتبر ادبیات علمی مرتبط با فناوری خودروهای خودران (AVs) در حوزه‌های هوش مصنوعی، حمل‌ونقل هوشمند و برنامه‌ریزی شهری به زبان انگلیسی منتشر می‌شود. |
| ۱. تعریف | | (ت) نوع مطالعه |
| | | مطالعات واجد شرایط ورود در سه دسته اصلی قرار گرفتند: مطالعات تجربی (کمی، کیفی یا ترکیبی)، مطالعات مفهومی و نظری، مطالعات مروری (نظام‌مند، روایی و مرورهای گسترده). دلیل پذیرش همه این انواع، ماهیت میان‌رشته‌ای و گسترده ادبیات مربوط به اثرات اجتماعی AVs بود؛ چراکه محدود کردن نوع مطالعه می‌توانست به حذف بخش قابل توجهی از شواهد مرتبط منجر شود. |
| | | (ث) کیفیت روش‌شناختی |
| | | روش‌شناختی مطالعات با در نظر گرفتن معیارهای کیفی زیر ارزیابی شد: برای مطالعات تجربی، شفافیت نمونه‌گیری، کامل بودن روش تحلیل داده و کفایت داده‌ها و روایی سنجی بررسی گردید. در مطالعات مروری، روش جست‌وجو، پایگاه‌های مورد استفاده، شفافیت معیارهای ورود مطالعات و ساختار تحلیلی قابل ارزیابی مورد توجه قرار گرفت. برای مطالعات نظری نیز، انسجام مفهومی، ارتباط مستقیم با موضوع AVs اجتماعی، و استناددهی معتبر ارزیابی شد. |
| | ۱.۲. شناسایی زمینه‌های تحقیق | از آنجا که مطالعات مربوط به اثرات اجتماعی AVs حوزه‌ها و رشته‌های مختلفی را در برمی‌گیرد، در این زمینه هیچ محدودیت و یا فیلتری اعمال نگردیده است. |
| | | ساینس دایرکت www.sciencedirect.com |
| | ۱.۳. تعیین منابع مناسب | گوگل اسکالر scholar.google.com |
| | | وب آف ساینس www.webofscience.com |
| | | اسکوپوس www.scopus.com |
| | ۱.۴. تصمیم‌گیری در مورد اصطلاحات جستجو | (Social) AND ((autonomous OR Self-driving) AND (vehicles OR car)) AND (city OR urban) |
| ۲. جستجو | ۲.۱. جستجو در | ساینس دایرکت ۵۶ |

| | | |
|----------------|---------------------------------|---|
| پایگاه‌های | گوگل اسکالر | ۲۱۳ |
| اطلاعاتی منتخب | وب آف ساینس | ۱۲۴ |
| | اسکوپوس | ۶۸ |
| | مجموع | ۴۶۱ |
| ۳. انتخاب | ۳.۱. پالایش نمونه | در این مرحله، ابتدا موارد تکراری حذف (۹۳) و سپس مقالات نامرتب بر اساس عنوان، چکیده (۲۱۱) یا متن (۸۱) کنار گذاشته شدند. برای ارتقای کیفیت نمونه، منابع ارجاعی داخل متن و انتهای مقالات (۲۶) نیز بررسی شد. این روند برای هر مقاله جدید به صورت تکراری انجام گرفت. |
| ۴. تحلیل | ۴.۱. کدگذاری باز | در این مرحله ابتدا به واکاوی مفاهیم نهفته در مقالات از طریق کدگذاری باز پرداخته شده و سپس از طریق کدگذاری محوری کدها و مفاهیم در قالب مقوله‌های کلی‌تر دسته‌بندی و در نهایت در مرحله کدگذاری انتخابی رابطه و پیوند بین این مفاهیم و مقوله‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. |
| | ۴.۲. کدگذاری محوری | |
| | ۴.۳. کدگذاری انتخابی | |
| ۵. ارائه | ۵.۱. بازنمایی و ساختاردهی محتوا | به منظور سازمان‌دهی مفهومی یافته‌های حاصل از تحلیل نظام‌مند مقالات و نمایه‌سازی کدهای استخراج شده، یک ساختار درختی با هدف نمایش روابط سلسله‌مراتبی میان ابعاد و مؤلفه‌های اثرات اجتماعی AVs ترسیم گردید (شکل ۱). |

در مجموع، ۱۰۸ مقاله علمی بین‌المللی منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۵ که به ابعاد اجتماعی AVs پرداخته بودند، انتخاب و وارد فرایند تحلیل شدند (جدول ۴).

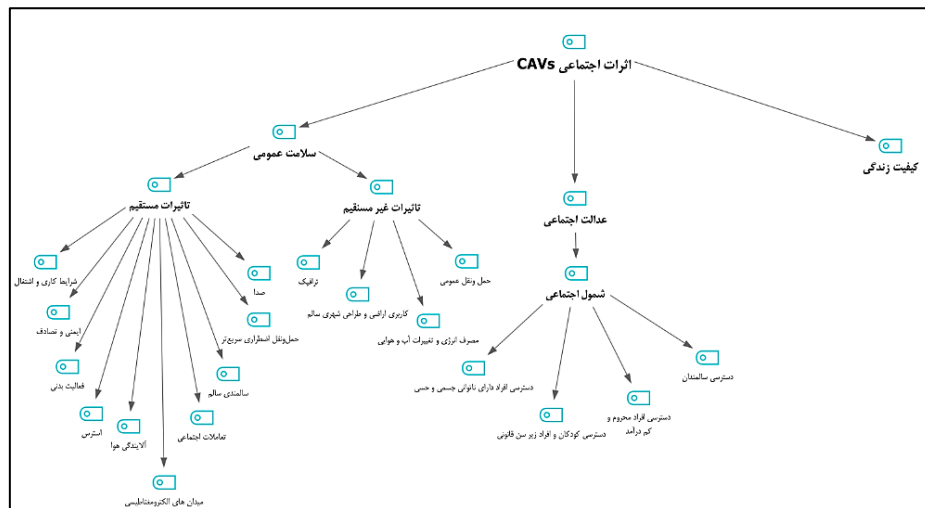
جدول ۴. مشخصات مقالات منتخب

| شماره مقاله | نویسندگان و سال انتشار | سال انتشار | شماره مقاله | نویسندگان | سال انتشار | شماره مقاله | نویسندگان | سال انتشار |
|-------------|---------------------------|------------|-------------|------------------------------|------------|-------------|-------------------------|------------|
| ۱ | Lu et al | ۲۰۱۸ | ۳۵ | Winter et al | ۲۰۲۱ | ۶۹ | Pettigrew | ۲۰۱۶ |
| ۲ | Silva et al | ۲۰۲۲ | ۳۶ | Pandyaswargo et al | ۲۰۲۳ | ۷۰ | Nugroho & Amelia | ۲۰۲۲ |
| ۳ | Nikitas et al | ۲۰۲۱ | ۳۷ | Tengilimoglu et al | ۲۰۲۳ | ۷۱ | Jana et al | ۲۰۱۹ |
| ۴ | Cohen & Hopkinsb | ۲۰۱۹ | ۳۸ | Alessandrini et al | ۲۰۱۵ | ۷۲ | Ehsani et al | ۲۰۲۴ |
| ۵ | Berrada & Leurent | ۲۰۱۷ | ۳۹ | Berrada & Leurent | ۲۰۱۷ | ۷۳ | Fitta et al | ۲۰۱۹ |
| ۶ | Pettigrew | ۲۰۱۷ | ۴۰ | Agriesti et al | ۲۰۲۰ | ۷۴ | Freemark et al | ۲۰۱۹ |
| ۷ | Kellett et al | ۲۰۱۹ | ۴۱ | Moode & Soriguera | ۲۰۲۳ | ۷۵ | Rovira et al | ۲۰۱۹ |
| ۸ | Olayode | ۲۰۲۳ | ۴۲ | Cohen et al | ۲۰۲۰ | ۷۶ | Epting | ۲۰۱۹ |
| ۹ | Zhuge & Wang | ۲۰۲۱ | ۴۳ | Emory et al | ۲۰۲۲ | ۷۷ | Harb et al | ۲۰۱۸ |
| ۱۰ | Webb et al | ۲۰۱۹ | ۴۴ | Seuwou et al | ۲۰۲۰ | ۷۸ | Camps-Aragó et al | ۲۰۲۲ |
| ۱۱ | Neves & Velez | ۲۰۱۸ | ۴۵ | González-González et al | ۲۰۱۹ | ۷۹ | Fagnant & Kockelman | ۲۰۱۵ |
| ۱۲ | Booth et al | ۲۰۱۹ | ۴۶ | Blas et al | ۲۰۲۰ | ۸۰ | Faisal et al | ۲۰۱۹ |
| ۱۳ | Włodzimierz & Iwona | ۲۰۱۹ | ۴۷ | Golbabaie et al | ۲۰۲۱ | ۸۱ | Fraedrich et al | ۲۰۱۹ |
| ۱۴ | Arias et al | ۲۰۲۳ | ۴۸ | Yaqoob et al | ۲۰۱۹ | ۸۲ | Heinrichs & Cyganski | ۲۰۱۵ |
| ۱۵ | Tscharaktschiew & Reimann | ۲۰۲۲ | ۴۹ | Martínez-Díaz et al | ۲۰۱۹ | ۸۳ | Campisi et al | ۲۰۲۱ |
| ۱۶ | Szénási et al | ۲۰۲۰ | ۵۰ | Orieno et al | ۲۰۱۹ | ۸۴ | Hansson et al | ۲۰۲۱ |
| ۱۷ | Peer et al | ۲۰۲۴ | ۵۱ | Parida et al | ۲۰۲۱ | ۸۵ | Juraev & Yena | ۲۰۲۲ |
| ۱۸ | Bridgelall & Stubbing | ۲۰۲۰ | ۵۲ | Karnouskos | ۲۰۲۴ | ۸۶ | González-González et al | ۲۰۱۹ |
| ۱۹ | Kiss | ۲۰۲۰ | ۵۳ | Dubljević et al | ۲۰۱۸ | ۸۷ | Kassens-Noor et al | ۲۰۲۰ |
| ۲۰ | Wang & Zhao | ۲۰۱۹ | ۵۴ | Hosney Radwan & Ghaney Morsi | ۲۰۱۸ | ۸۸ | May et al | ۲۰۲۰ |

| | | | | | | | | |
|------|--------------------|-----|------|----------------------|-----|------|---------------------------|-----|
| ۲۰۲۰ | Kovacs et al | ۸۹ | ۲۰۲۲ | Heinrichs & Cyganski | ۵۵ | ۲۰۲۴ | Rebalski et al | ۲۱ |
| ۲۰۱۹ | McManus & Rutchick | ۹۰ | ۲۰۱۸ | Duarte & Ratti | ۵۶ | ۲۰۲۴ | Israel & Plaut | ۲۲ |
| ۲۰۲۳ | ULU & ERDİN | ۹۱ | ۲۰۱۹ | Rouse | ۵۷ | ۲۰۲۱ | De Chiara et al | ۲۳ |
| ۲۰۱۹ | Kaplan et al | ۹۲ | ۲۰۱۹ | Adnan et al | ۵۸ | ۲۰۲۰ | Overtoom et al | ۲۴ |
| ۲۰۱۷ | Milakis et al | ۹۳ | ۲۰۲۲ | Severino et al | ۵۹ | ۲۰۱۶ | Gruel & Stanford | ۲۵ |
| ۲۰۱۹ | Ryan | ۹۴ | ۲۰۲۰ | Iroshnikov et al | ۶۰ | ۲۰۲۴ | Widyanti et al | ۲۶ |
| ۲۰۱۶ | Bagloee et al | ۹۵ | ۲۰۲۰ | Das et al | ۶۱ | ۲۰۲۳ | Patel et al | ۲۷ |
| ۲۰۲۲ | Othman | ۹۶ | ۲۰۲۳ | Ng & Kim | ۶۲ | ۲۰۲۰ | Rafael et al | ۲۸ |
| ۲۰۱۷ | Shubbak | ۹۷ | ۲۰۱۷ | Banerjee | ۶۳ | ۲۰۲۰ | Kaltenhäuser et al | ۲۹ |
| ۲۰۲۱ | Bezai et al | ۹۸ | ۲۰۲۱ | Singleton et al | ۶۴ | ۲۰۱۸ | Martínez-Díaz & Soriguera | ۳۰ |
| ۲۰۱۹ | Merfeld et al | ۹۹ | ۲۰۱۹ | Crayton & Meier | ۶۵ | ۲۰۲۰ | Wang et al | ۳۱ |
| ۲۰۲۲ | Ahmed et al | ۱۰۰ | ۲۰۱۸ | Sohrabi et al | ۶۶ | ۲۰۲۱ | Ackaa et al | ۳۲ |
| ۲۰۲۲ | Zali et al | ۱۰۱ | ۲۰۲۰ | Rojas Rueda et al | ۶۷ | ۲۰۲۴ | Letmathe & Paegert | ۳۳ |
| ۲۰۲۱ | Manivasakan et al | ۱۰۲ | ۲۰۲۱ | Chan | ۶۸ | ۲۰۱۶ | Wadud et al | ۳۴ |
| ۲۰۲۴ | Gherardini et al | ۱۰۵ | ۲۰۲۳ | Chellapandi et al | ۱۰۴ | ۲۰۲۴ | Alam | ۱۰۳ |
| ۲۰۲۵ | Liu et al | ۱۰۸ | ۲۰۲۵ | Vajpayee et al | ۱۰۷ | ۲۰۲۵ | Ayebo & James | ۱۰۶ |

یافته‌ها

به‌منظور سازمان‌دهی مفهومی یافته‌های حاصل از تحلیل نظام‌مند مقالات و نمایه‌سازی کدهای استخراج‌شده در نرم‌افزار MaxQDA، یک ساختار درختی با هدف نمایش روابط سلسله‌مراتبی میان ابعاد و مؤلفه‌های اثرات اجتماعی AVs ترسیم گردید که شاکله‌ای بصری برای درک لایه‌بندی مفاهیم کلیدی پژوهش فراهم می‌سازد.



شکل ۱. مدل درختی اثرات اجتماعی AVs (خروجی نرم‌افزار مکس کیودا)

مقوله اصلی اول: تحلیل اثرات AVs بر عدالت اجتماعی (شمول اجتماعی)

AVs توانایی چشمگیری در بهبود شمول اجتماعی برای گروه‌های مختلف به‌ویژه افراد سالمند، دارای معلولیت، کودکان و جوامع محروم دارند. این فناوری می‌تواند با کاهش موانع دسترسی به حمل‌ونقل، تقویت ارتباطات اجتماعی و بهبود فرصت‌های اقتصادی، به ایجاد جامعه‌ای فراگیرتر کمک کند. با این حال، چالش‌هایی نیز وجود دارد که می‌تواند به

تعمیق نابرابری‌ها منجر شود.

الف) تحلیل اثرات AVs بر دسترسی سالمندان به حمل‌ونقل

AVs می‌توانند دسترسی سالمندان به حمل‌ونقل را به‌طور قابل‌توجهی بهبود دهند، به‌ویژه برای افرادی که به دلیل محدودیت‌های جسمی یا شناختی قادر به رانندگی نیستند. این فناوری با افزایش استقلال، تسهیل دسترسی به خدمات درمانی، خرید و فعالیت‌های اجتماعی، و کاهش استرس و خطاهای انسانی در رانندگی می‌تواند ایمنی سفرها را افزایش داده و از انزوای اجتماعی سالمندان بکاهد. همچنین خدمات تحویل کالا با AVs برای سالمندان دارای محدودیت حرکتی یا ساکن مناطق دورافتاده مزیت مهمی محسوب می‌شود. با این حال، هزینه‌های بالا، پیچیدگی فناوری و نیاز به اینترنت و پرداخت‌های دیجیتال می‌تواند دسترسی سالمندان کم‌درآمد یا کم‌سواد دیجیتال را محدود کند. افزون بر این، در صورت غلبه مدل‌های خصوصی خودروهای خودران^۱ (PAVs)، احتمال تشدید نابرابری اجتماعی، کاهش سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل عمومی و افزایش سفرهای القایی و ازدحام شهری وجود دارد؛ بنابراین بهره‌گیری مؤثر از مزایای این فناوری مستلزم سیاست‌گذاری مناسب، توسعه زیرساخت‌های فناورانه و حمایت‌های مالی هدفمند است.

ب) تحلیل اثرات AVs بر دسترسی افراد محروم و کم‌درآمد به حمل‌ونقل

حذف نیاز به راننده، به‌ویژه در مدل‌های اشتراکی مانند خودروهای خودران اشتراکی^۲ (SAVs)، هزینه خدمات را کاهش داده و سفر را مقرون‌به‌صرفه‌تر می‌کند. علاوه بر این، AVs با گسترش پوشش جغرافیایی خود به مناطق روستایی و حاشیه‌ای، تحرک اجتماعی را افزایش داده و سطح ایمنی سفر را از طریق کاهش خطاهای انسانی ارتقا می‌دهند. با این حال، چالش‌هایی نیز وجود دارد. هزینه بالای تولید و مالکیت AVs، دسترسی مستقیم اقشار کم‌درآمد را محدود کرده است. از سوی دیگر، توسعه پراکنده شهری ناشی از استفاده گسترده از این فناوری، می‌تواند هزینه و زمان سفر را برای این گروه افزایش دهد. همچنین، نیاز به زیرساخت‌های فناورانه مانند گوشی هوشمند، اینترنت و ابزارهای پرداخت دیجیتال، موانع تازه‌ای برای استفاده از خدمات AVs ایجاد می‌کند. در نهایت، تمرکز بر توسعه مدل‌های خصوصی می‌تواند نابرابری اجتماعی را تشدید کرده و اقشار کم‌برخوردار را بیش از پیش از دسترسی به مزایای این فناوری نوین دور نگه دارد. برای بهره‌مندی عادلانه، لازم است سیاست‌گذاری منصفانه و توسعه زیرساخت‌های فراگیر در اولویت قرار گیرد.

ج) تحلیل اثرات AVs بر دسترسی کودکان به حمل‌ونقل

این وسایل نقلیه با فراهم کردن امکان جابه‌جایی مستقل، ایمن و مطمئن برای کودکانی که قادر به رانندگی نیستند، دسترسی آن‌ها به آموزش، خدمات اجتماعی و خرید را تسهیل می‌کنند، به‌ویژه در شرایطی که والدین امکان همراهی ندارند. همچنین، در مناطق روستایی یا کم‌برخوردار که حمل‌ونقل عمومی محدود است، AVs می‌توانند شکاف‌های موجود را پر کنند و فشار مسئولیت از دوش والدین بردارند. با وجود این مزایا، موانعی نیز وجود دارد. استفاده از این فناوری نیازمند زیرساخت‌هایی مانند اینترنت و اپلیکیشن‌های هوشمند است که ممکن است در دسترس همه خانواده‌ها نباشد. نگرانی‌های ایمنی، مشکلات فنی و دغدغه‌های مربوط به حریم خصوصی نیز می‌توانند بر پذیرش عمومی تأثیرگذار باشند. علاوه بر این، هزینه‌های مربوط به خدمات AVs برای خانواده‌های کم‌درآمد، چالشی اساسی محسوب می‌شود. برای بهره‌مندی کودکان از مزایای AVs، باید تدابیری برای رفع این موانع فناورانه، مالی و ایمنی اتخاذ شود.

د) تحلیل اثرات AVs بر دسترسی معلولین به حمل‌ونقل

این فناوری با حذف نیاز به رانندگی و کاهش وابستگی به زیرساخت‌های سنتی، امکان جابه‌جایی مستقل و ایمن را

1. Personal Autonomous Vehicles

2. Shared Autonomous Vehicles

برای گروه‌هایی چون نابینایان، ناشنوایان و افراد دارای محدودیت‌های حرکتی فراهم می‌سازد. در مناطق دورافتاده یا فاقد خدمات حمل‌ونقل عمومی، AVs می‌توانند به‌عنوان گزینه‌ای قابل‌اتکا عمل کرده و تحرک اجتماعی و اقتصادی این افراد را افزایش دهند. با این حال، چالش‌هایی نیز وجود دارد. طراحی مناسب خودروها برای کاربران دارای نیازهای خاص مانند فضای کافی برای ویلچر، تجهیزات دیداری-شنیداری، یا صندلی‌های سازگار با محدودیت‌های حرکتی، ضروری است. در صورت نادیده گرفتن این الزامات، AVs ممکن است به‌جای کاهش نابرابری، آن را تشدید کنند. در مجموع، AVs پتانسیل آن را دارند که استقلال، مشارکت اجتماعی و کیفیت زندگی افراد دارای معلولیت را بهبود بخشند، مشروط بر آن‌که توسعه آن‌ها با رویکردی فراگیر و دسترس‌پذیر همراه باشد.

جدول ۵. مفاهیم مقوله اصلی اول (عدالت اجتماعی)

| مقوله فرعی | شماره مقاله | کدهای باز اولیه (مفاهیم) |
|--|--------------------------------|--|
| مقوله فرعی افراد محروم و کم‌درآمد | افراد محروم و کم‌درآمد | افزایش دسترسی برای مناطق روستایی، محروم و حاشیه‌ای |
| | | ۹۶ و ۷۶ و ۴۳ و ۴۲ |
| | | خدمات گران‌تر نسل اول AVs |
| | | ۱۰۲ و ۹۴ و ۸۶ و ۶۳ و ۶۲ و ۵۴ و ۴۶ و ۴۳ و ۴۲ و ۳۲ و ۹ |
| | | افزایش نابرابری‌های موجود در سیستم حمل‌ونقل |
| | | ۴۱ و ۴۵ |
| | | با تولید انبوه و کاهش قیمت، امکان تحرک مستقل برای اقشار کم‌درآمد و عابرن پیاده. |
| | | ۸۵ |
| | | کاهش دسترسی گروه‌های کم‌درآمد |
| | | ۱۰۲ و ۶۲ و ۸۶ و ۴۶ و ۴۵ و ۴۳ |
| مقوله فرعی افراد ناتوانی جسمی و حسی | افراد دارای ناتوانی جسمی و حسی | کاهش هزینه سفر |
| | | ۱ و ۹۳ و ۱۰۲ |
| | | بهبود دسترسی به فرصت‌ها برای افراد دارای ناتوانی‌های جسمی و حسی |
| | | ۱۰۲ و ۱۰۱ و ۹۹ و ۹۷ و ۹۶ و ۹۴ و ۹۳ و ۸۷ و ۸۶ و ۸۵ و ۸۳ و ۷۹ و ۷۴ و ۷۱ و ۷۰ و ۶۶ و ۶۴ و ۶۳ و ۶۲ و ۶۰ و ۵۸ و ۵۷ و ۵۵ و ۵۱ و ۴۹ و ۴۸ و ۴۷ و ۴۶ و ۴۵ و ۴۴ و ۴۳ و ۴۰ و ۳۸ و ۳۷ و ۳۵ و ۳۳ و ۳۱ و ۲۸ و ۲۷ و ۲۶ و ۲۵ و ۲۰ و ۱۸ و ۱۷ و ۱۵ و ۱۳ و ۹ و ۸ و ۷ و ۶ و ۴ و ۳ |
| | | افزایش توانایی سالمندان و تعداد سال‌هایی که قادر به رانندگی هستند |
| | | ۱۰۲ و ۱۰۱ و ۹۹ و ۹۷ و ۹۶ و ۹۴ و ۹۲ و ۸۹ و ۸۷ و ۸۶ و ۸۳ و ۸۲ و ۷۹ و ۷۷ و ۷۶ و ۷۵ و ۷۴ و ۷۳ و ۷۲ و ۷۱ و ۷۰ و ۶۶ و ۶۵ و ۶۴ و ۶۳ و ۶۲ و ۶۱ و ۵۸ و ۵۷ و ۵۶ و ۵۵ و ۵۱ و ۴۹ و ۴۸ و ۴۷ و ۴۶ و ۴۵ و ۴۴ و ۴۳ و ۴۰ و ۳۸ و ۳۶ و ۳۵ و ۳۳ و ۳۱ و ۲۸ و ۲۷ و ۲۵ و ۲۰ و ۱۸ و ۱۷ و ۱۵ و ۱۳ و ۹ و ۸ و ۷ و ۶ و ۴ و ۳ |
| | | انجام خرید |
| | | ۱۰۲ |
| | | محدودیت‌های درآمدی افراد مسن‌تر برای خرید وسایل نقلیه خودکار |
| | | ۱۰۲ |
| مقوله فرعی کودکان و افراد زیر سن قانونی | کودکان و افراد زیر سن قانونی | کاهش دسترسی سالمندان به دلیل پراکندگی فعالیت‌ها و افزایش هزینه زمان رفت‌وآمد |
| | | ۱۰۲ و ۷۳ |
| | | موانع پذیرش خودروهای خودران توسط سالمندان: مشکلات عملیاتی و یادگیری، بی‌اعتمادی، ناامنی و فقدان تعامل انسانی |
| | | ۱۰۲ |
| | | نگرانی والدین درباره از دست دادن کنترل، محافظت از کودک و نظارت در حمل‌ونقل با خودروهای خودران |
| | | ۱۰۲ و ۱۰۱ و ۹۹ و ۹۴ و ۸۷ و ۸۶ و ۷۹ و ۷۷ و ۷۴ و ۷۱ و ۶۶ و ۶۴ و ۶۳ و ۶۲ و ۵۸ و ۵۷ و ۵۶ و ۵۵ و ۵۱ و ۴۹ و ۴۷ و ۴۵ و ۴۴ و ۴۰ و ۳۵ و ۳۳ و ۳۱ و ۲۹ و ۲۵ و ۲۵ |
| | | استفاده از AVs برای حمل‌ونقل کودکان |
| | | ۱۰۲ و ۱۰۱ و ۹۹ و ۹۴ و ۸۷ و ۸۶ و ۷۹ و ۷۷ و ۷۴ و ۷۱ و ۶۶ و ۶۴ و ۶۳ و ۶۲ و ۵۸ و ۵۷ و ۵۶ و ۵۵ و ۵۱ و ۴۹ و ۴۷ و ۴۵ و ۴۴ و ۴۰ و ۳۵ و ۳۳ و ۳۱ و ۲۹ و ۲۵ و ۲۵ |

مقوله اصلی دوم: سلامت عمومی

اثرات AVs بر سلامت عمومی در دو بخش کلی، تأثیرات غیرمستقیم (جدول ۵) و تأثیرات مستقیم (جدول ۶) مورد بررسی قرار گرفته است که در ادامه ارائه شده است.

الف) تأثیرات غیرمستقیم**الف-۱) کاربری اراضی و طراحی شهری**

AVs با تغییر در الگوی استفاده از زمین و حمل‌ونقل شهری، تأثیرات مهمی بر سلامت عمومی دارند. کاهش قابل توجه نیاز به پارکینگ، به‌ویژه با گسترش SAVs، می‌تواند تا ۹۰ درصد از این فضا را آزاد کرده و آن را به فضاهای سبز و آبی تبدیل کند؛ امری که به افزایش فعالیت بدنی، تعامل اجتماعی و سلامت روانی و جسمی شهروندان کمک می‌کند. بهبود کارایی ترافیک و کاهش ازدحام نیز امکان بازطراحی خیابان‌ها و توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل فعال مانند پیاده‌روها و مسیرهای دوچرخه‌سواری را فراهم می‌آورد. AVs با کاهش زمان سفر و افزایش دسترسی، به‌ویژه در مناطق حومه‌ای، می‌توانند گسترش شهری را تسهیل کنند که ضمن افزایش دسترسی به طبیعت، ممکن است به کاهش حمل‌ونقل فعال و خدمات در مناطق متراکم منجر شود. در بُعد زیست‌محیطی، کاهش زیرساخت‌های جاده‌ای و پارکینگ می‌تواند فضاهای سبز شهری را گسترش داده و با کاهش گرما، آلودگی و بهبود کیفیت هوا، سلامت تنفسی و قلبی را ارتقا دهد. همچنین، تمرکز دوباره جمعیت در مراکز شهری و تقویت فضاهای عمومی، به افزایش تعاملات اجتماعی، کاهش استرس و ارتقای حس تعلق منجر خواهد شد.

الف-۲) حمل‌ونقل عمومی

AVs می‌توانند دو مسیر متفاوت در ارتباط با حمل‌ونقل عمومی طی کنند: جایگزینی کامل آن یا ادغام در ساختار موجود. هر یک از این رویکردها پیامدهای متفاوتی برای سلامت عمومی به همراه دارد. در سناریوی جایگزینی حمل‌ونقل عمومی با خودروهای خودران خصوصی، گرچه خدمات درب به درب افزایش می‌یابد، اما کاهش فعالیت بدنی ناشی از حذف پیاده‌روی‌های روزمره برای دسترسی به ایستگاه‌ها، خطر ابتلا به بیماری‌های غیر واگیر مانند چاقی، دیابت، بیماری‌های قلبی و اختلالات روانی را افزایش می‌دهد. همچنین، هزینه بالاتر این نوع خدمات می‌تواند نابرابری اجتماعی - اقتصادی را تشدید کرده و دسترسی اقشار کم‌درآمد به خدمات اساسی را محدود کند، که خود بر سلامت عمومی تأثیر منفی دارد. در مقابل، ادغام AVs در سیستم حمل‌ونقل عمومی، به‌ویژه به‌عنوان سرویس‌های مکمل در مناطق کم‌برخوردار، می‌تواند دسترسی به خدمات شهری را افزایش داده، تجربه سفر را بهبود بخشد و با کاهش زمان انتظار و ازدحام، از استرس و فشارهای روانی بکاهد.

الف-۳) ترافیک

AVs تأثیرات دوسویه‌ای بر ترافیک دارند که پیامدهای مستقیمی بر سلامت عمومی بر جای می‌گذارد. از یک‌سو، این فناوری با کاهش ازدحام، تصادفات، و خطاهای انسانی، موجب کاهش آلودگی هوا، آلودگی صوتی و زمان سفر می‌شود. این تحولات، با بهبود کیفیت هوا و کاهش استرس، به ارتقای سلامت جسمی و روانی کمک کرده و بار درمانی ناشی از تصادفات را کاهش می‌دهند. همچنین، بهبود جریان ترافیک و کاهش مصرف سوخت به نفع محیط‌زیست و سلامت جمعی تمام می‌شود. از سوی دیگر، راحتی و دسترسی آسان AVs ممکن است به افزایش سفرهای فردی، مصرف انرژی، و گسترش شهری منجر شود. این پدیده می‌تواند فعالیت بدنی روزانه را کاهش داده و خطر بیماری‌های ناشی از کم‌تحرکی مانند چاقی و بیماری‌های قلبی را افزایش دهد. افزون بر این، کاهش نقش حمل‌ونقل عمومی در صورت

استفاده گسترده از AVs می‌تواند نابرابری اجتماعی را تشدید کرده و گروه‌های کم‌درآمد را از دسترسی به خدمات مقرون‌به‌صرفه محروم سازد.

الف-۴) مصرف انرژی و تغییرات آب‌وهوایی

AVs با توجه به نحوه پیاده‌سازی، می‌توانند تأثیرات دوگانه‌ای بر مصرف انرژی و تغییرات آب‌وهوایی داشته باشند؛ عواملی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت عمومی اثرگذارند. در بُعد مثبت، AVs با بهینه‌سازی شتاب، ترمزگیری و جریان ترافیک، می‌توانند مصرف سوخت را تا ۲۵ تا ۸۰ درصد کاهش دهند و از این طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا را کاهش دهند. ادغام این خودروها با خودروهای برقی (EVs) این مزایا را دوچندان کرده، موجب کاهش گرمایش جهانی و بهبود کیفیت هوا می‌شود. نتیجه چنین تحولی، کاهش بیماری‌های تنفسی و قلبی، بهبود سلامت عمومی، کاهش هزینه‌های درمانی و افزایش امید به زندگی است. با این حال، در سناریوی منفی، استفاده گسترده از AVs ممکن است به افزایش کل مسافت پیموده شده^۱ (VMT) بینجامد، که این خود منجر به افزایش تقاضای انرژی و انتشار آلاینده‌ها می‌شود، به‌ویژه اگر انرژی مصرفی از منابع فسیلی تأمین شود. در چنین حالتی، پیامدهایی نظیر تشدید آلودگی هوا، افزایش بیماری‌های مزمن، و تشدید اثرات تغییرات اقلیمی از جمله گرمادگی و بیماری‌های نوپدید، سلامت عمومی را تهدید می‌کند.

الف-۵) تحلیل ابعاد امنیت اجتماعی

امنیت اجتماعی یکی از مؤلفه‌های اساسی توسعه پایدار شهری است که با احساس امنیت، اعتماد و آرامش شهروندان در فضاهای عمومی و تعاملات اجتماعی مرتبط است. ورود فناوری‌های نوین حمل‌ونقل، به‌ویژه خودروهای خودران، این مفهوم را دگرگون کرده و ابعاد تازه‌ای به آن افزوده است. این فناوری علاوه بر ایجاد تغییرات کالبدی در شهرها، می‌تواند ساختارهای اجتماعی و روابط میان شهروندان را نیز تحت تأثیر قرار دهد؛ از این رو بررسی پیامدهای آن در حوزه امنیت اجتماعی اهمیت زیادی دارد. یکی از مهم‌ترین تأثیرات خودروهای خودران در حوزه ایمنی فیزیکی و جاده‌ای است؛ زیرا استفاده از سیستم‌های هوشمند می‌تواند خطاهای انسانی را کاهش داده و به کاهش تصادفات و افزایش احساس امنیت کاربران جاده‌ها منجر شود. با این حال، آسیب‌پذیری در برابر حملات سایبری و احتمال هک شدن خودروها می‌تواند خطراتی مانند از دست رفتن کنترل خودرو یا سوءاستفاده از داده‌های کاربران را به همراه داشته باشد و تهدیدی برای امنیت اجتماعی محسوب شود. از سوی دیگر، جمع‌آوری گسترده داده‌های سفر و رفتار کاربران، نگرانی‌هایی در زمینه حریم خصوصی و امنیت اطلاعات ایجاد می‌کند که می‌تواند اعتماد عمومی به این فناوری را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین گسترش خودروهای خودران ممکن است پیامدهای اجتماعی-اقتصادی قابل‌توجهی، از جمله کاهش فرصت‌های شغلی در بخش حمل‌ونقل و افزایش نابرابری اقتصادی، به دنبال داشته باشد؛ بنابراین تدوین سیاست‌های حمایتی و برنامه‌های آموزشی برای انتقال نیروی کار ضروری است. علاوه بر این، نبود چارچوب‌های حقوقی روشن برای تعیین مسئولیت در حوادث مرتبط با خودروهای خودران می‌تواند به ابهام و کاهش اعتماد عمومی منجر شود و نیازمند تنظیم مقررات شفاف است. در کنار این چالش‌ها، خودروهای خودران فرصت‌هایی نیز برای ارتقای امنیت اجتماعی فراهم می‌کنند؛ از جمله بهبود دسترسی به حمل‌ونقل برای افراد دارای محدودیت حرکتی و گروه‌های محروم، کاهش نیاز به فضاهای پارکینگ و امکان استفاده بهینه‌تر از فضای شهری. این تحولات می‌تواند به ایجاد محیط‌های شهری امن‌تر و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان کمک کند.

جدول ۶. مفاهیم مقوله اصلی دوم (سلامت عمومی)

| مقوله فرعی | شماره مقاله | کدهای باز اولیه (مفاهیم) |
|--------------------------------|-----------------------------|--|
| کاربری اراضی و طراحی شهری | ۶ و ۴۱ و ۶۶ و ۶۷ و ۱۰۲ | کاهش ۹۰٪ فضای پارکینگ شهری |
| | ۶ و ۴۴ و ۴۱ | توسعه زیرساخت دوچرخه‌سواری و پیاده‌روهای وسیع‌تر |
| | ۴۴ و ۶۷ | افزایش دسترسی با کاهش هزینه و زمان سفر و افزایش ظرفیت جاده، موجب گسترش شهری بیشتر می‌شود |
| | ۶۷ | SAVs گسترش مسکونی به حومه را افزایش نمی‌دهند اما روند غیر صنعتی شدن شهری را تسریع می‌کنند. |
| حمل‌ونقل عمومی | ۶۷ و ۱۰۲ | جایگزینی حمل‌ونقل عمومی با AVs |
| | ۶۷ | ادغام AVs در سیستم حمل‌ونقل عمومی |
| ترافیک | ۶۷ و ۱۰۲ | کاهش ترافیک با SAVs منجر به کاهش آلودگی هوا و صدا، کاهش تصادفات و خسارات جانی و مالی می‌شود |
| | ۶ و ۱۰۲ | افزایش ترافیک AV ها می‌تواند موجب کاهش حمل‌ونقل فعال، افزایش آلودگی، مصرف سوخت و گسترش حومه‌نشینی شود. |
| | ۶۷ | افزایش کلی VMT و تقاضای کلی انرژی حمل‌ونقل |
| مصرف انرژی و تغییرات آب‌وهوایی | ۶ | کاهش مصرف سوخت در هر خودرو به دلیل شتاب و کاهش سرعت و استفاده کارآمدتر از تقاطع |
| | ۶ | ترکیب AVs و EVs |
| امنیت اجتماعی | ۱۰۳ و ۱۰۴ و ۱۰۵ و ۱۰۶ و ۱۰۷ | پتانسیل کاهش چشمگیر تصادفات ناشی از خطاهای انسانی |
| | ۱۰۷ | آسیب‌پذیری این سیستم‌ها در برابر حملات سایبری |
| | ۸۷ و ۸۱ و ۷۶ و ۵۲ و ۵۳ | امنیت داده‌ها و حریم خصوصی نیز از دغدغه‌های کلیدی در این فناوری |
| | ۱۰۸ و ۴۵ | اثرات قابل توجهی بر بازار کار و ساختارهای اقتصادی شهری |
| | ۹۶ و ۷۶ و ۴۳ و ۴۲ | مسائل حقوقی و مسئولیت‌پذیری نیز بخش مهمی از امنیت اجتماعی کاهش نابرابری‌های فضایی و اجتماعی |

جدول ۶. مفاهیم مقوله اصلی دوم (سلامت عمومی)

ب) تأثیرات مستقیم

ب-۱) فعالیت بدنی

تأثیر AVs بر فعالیت بدنی و سلامت عمومی به نحوه به‌کارگیری آن‌ها بستگی دارد. در صورت گسترش مالکیت شخصی و خدمات درب به درب، احتمال کاهش حمل‌ونقل فعال مانند پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری وجود دارد که با افزایش مسافت پیموده شده (VMT) می‌تواند خطر بروز بیماری‌های غیر واگیر مانند چاقی، دیابت نوع ۲ و بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش دهد. در مقابل، توسعه AVs در قالب ناوگان‌های اشتراکی و در تعامل با حمل‌ونقل عمومی می‌تواند این پیامدهای منفی را کاهش دهد، زیرا بخشی از سفر همچنان با پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری انجام می‌شود. همچنین کاهش نیاز به پارکینگ در مراکز شهری امکان تبدیل این فضاها به مسیرهای پیاده و دوچرخه را فراهم می‌کند و می‌تواند تحرک شهری را تقویت کند. افزون بر این، صرفه‌جویی زمانی ناشی از استفاده از AVs ممکن است فرصت بیشتری برای فعالیت بدنی فراهم آورد، هرچند تحقق آن به سیاست‌های تشویقی و تغییرات رفتاری وابسته است.

ب-۲) آلاینده‌گی هوا

AVs با بهره‌وری بالاتر و احتمال استفاده از انرژی الکتریکی، می‌توانند انتشار آلاینده‌هایی مانند CO، NOx و CO2 را کاهش دهند. این ویژگی، به‌ویژه در مناطق شهری پرتردد، موجب بهبود کیفیت هوا و کاهش بیماری‌های تنفسی و قلبی - عروقی می‌شود. همچنین، بهبود ناوبری و کاهش توقف‌های ناگهانی در جریان ترافیک، به کاهش آلودگی کمک می‌کند. با این حال، گسترش استفاده از AVs می‌تواند پیامدهای منفی نیز داشته باشد. افزایش VMT ناشی از راحتی سفر با AVs ممکن است وابستگی به خودرو را تشدید کرده و موجب کاهش استفاده از حمل‌ونقل عمومی و شیوه‌های حمل‌ونقل فعال شود. حتی در صورت برقی بودن این خودروها، وزن بالای آن‌ها می‌تواند آلودگی‌های غیر آگزوزی ناشی

از سایش لاستیک و ترمز را افزایش دهد. همچنین، تسهیل جابه‌جایی ممکن است به گسترش شهرنشینی افقی و افزایش سفرهای طولانی‌تر منجر شود که اثرات منفی بر محیط‌زیست و سلامت عمومی دارد.

ب-۳) آلودگی صوتی

AVs می‌توانند اثرات دوگانه‌ای بر آلودگی صوتی و سلامت عمومی داشته باشند. افزایش سفرهای موتوری و رشد VMT ممکن است به تشدید سروصدای ترافیک منجر شود که با پیامدهایی مانند اختلال خواب، فشارخون بالا و بیماری‌های قلبی-عروقی مرتبط است. در مقابل، برقی سازی ناوگان AVs می‌تواند به کاهش آلودگی صوتی کمک کند؛ زیرا خودروهای برقی در سرعت‌های پایین صدای کمتری نسبت به خودروهای دارای موتور احتراق داخلی تولید می‌کنند و قادرند سطح صدای محیطی را چند دسی‌بل کاهش دهند، هرچند در سرعت‌های بالاتر صدای ناشی از تماس تایر و جاده غالب می‌شود و این مزیت کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، صدای بسیار کم این خودروها ممکن است برای عابران پیاده، به‌ویژه افراد دارای اختلال بینایی، چالش ایجاد کند و نیاز به سیستم‌های هشدار صوتی را افزایش دهد. همچنین گسترش مالکیت شخصی AVs و جایگزینی حمل‌ونقل عمومی و فعال با سفرهای خودرویی می‌تواند موجب افزایش ترافیک و در نتیجه تشدید آلودگی صوتی شهری شود.

ب-۴) استرس

AVs با حذف نیاز به کنترل دستی و تصمیم‌گیری‌های پرتنش در رانندگی، می‌توانند استرس روزمره ناشی از ترافیک، خستگی ذهنی و ترس از تصادف را کاهش دهند. این فناوری، با کاهش بار ذهنی راننده و مدیریت هوشمند مسیر، به بهبود سلامت روانی و جسمی افراد کمک می‌کند. همچنین این امکان را فراهم می‌کند که زمان سفر به فعالیت‌هایی مانند استراحت، کار یا تعاملات اجتماعی اختصاص یابد. این ویژگی به‌ویژه برای افراد پرمشغله، سالمندان و افرادی که قادر به رانندگی نیستند، سودمند است و موجب ارتقای کیفیت زندگی، افزایش ارتباطات اجتماعی و بهبود رفاه روانی می‌شود. کاهش زمان سفر شده در ترافیک به‌واسطه مسیریابی بهینه و جریان بهتر ترافیک نیز از دیگر مزایای مهم AVs است.

ب-۵) تصادف و ایمنی

AVs با حذف عامل انسانی، ظرفیت بالایی برای کاهش تصادفات جاده‌ای دارد، چرا که بیش از ۹۰٪ تصادفات ناشی از خطای انسانی‌اند. AVs با استفاده از حسگرهای دقیق، الگوریتم‌های هوشمند و واکنش سریع، ایمنی را افزایش داده و به‌ویژه از بروز تصادف با عابران و دوچرخه‌سواران جلوگیری می‌کنند. دید ۳۶۰ درجه، تشخیص رفتار کاربران جاده و ارتباط هوشمند با زیرساخت‌ها (V2X) امکان واکنش هماهنگ در شرایط خطرناک را فراهم می‌سازد. این فناوری می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های اقتصادی ناشی از تصادفات، منابع درمانی را نیز آزاد کند. با این حال، چالش‌هایی مانند عملکرد ضعیف در شرایط جوی نامساعد، نبود تعامل اجتماعی (مثل تماس چشمی با عابر)، احساس امنیت کاذب کاربران، نقص فنی و نبود زیرساخت‌های حقوقی در تعیین مسئولیت‌ها در صورت بروز حادثه، همچنان باقی است. همچنین، در دوره گذار که خودروهای سنتی و AVs هم‌زمان در جاده حضور دارند، خطر ناسازگاری رفتاری و افزایش تصادفات وجود دارد.

ب-۶) تحلیل اثرات AVs بر شرایط کاری و اشتغال

در حوزه شرایط کاری، AVs با امکان‌پذیر کردن انجام فعالیت‌های کاری یا تفریحی در زمان سفر، می‌توانند بهره‌وری را افزایش دهند و استرس ناشی از رانندگی را کاهش دهند. با این حال، اگر زمان رفت‌وآمد به ساعات کاری غیررسمی تبدیل شود، ممکن است سلامت جسمی و روانی کارکنان تحت تأثیر قرار گیرد. در مقابل، در صورتی که زمان سفر

به‌عنوان بخشی از ساعات کاری رسمی محسوب شود، می‌تواند به بهبود شرایط حقوقی و رفاهی کارکنان بینجامد. این تحولات نیازمند تدوین سیاست‌هایی برای تنظیم ساعات کار و حفظ سلامت نیروی انسانی است. از منظر اشتغال، AVs تهدیدی جدی برای مشاغل رانندگی محسوب می‌شوند. بیکاری ناشی از این تغییرات می‌تواند آثار منفی روانی، اجتماعی و اقتصادی به همراه داشته باشد. با این حال، فناوری AV فرصت‌هایی را نیز در حوزه‌های جدید مانند فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، و نگهداری سامانه‌های خودران فراهم می‌کند که مستلزم آموزش مجدد و توانمندسازی نیروی کار است.

ب-۷) تحلیل اثرات AVs بر ایجاد میدان‌های الکترومغناطیسی

AVs به‌عنوان بخشی از فناوری‌های پیشرفته، از تجهیزاتی مانند رادار، لیدار، آنتن‌های 5G و موتورهای الکتریکی استفاده می‌کنند که منجر به تولید میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی (EMFs) می‌شود. این میدان‌ها می‌توانند سطح قرارگیری انسان در معرض امواج الکترومغناطیسی را به‌ویژه در محیط‌های شهری افزایش دهند. مطالعاتی مانند تحقیق «برنامه ملی سم‌شناسی ایالات متحده» نشان داده‌اند که قرارگیری طولانی‌مدت در معرض EMFs قوی ممکن است با بروز تومور در حیوانات همراه باشد. هرچند این یافته‌ها هنوز به‌طور قطعی به انسان قابل‌تعمیم نیستند، اما نگرانی‌هایی درباره آثار احتمالی بر سلامت عمومی وجود دارد. برخی تحقیقات به ارتباط EMFs با اختلالات قلبی-عروقی، استرس اکسیداتیو، آسیب عصبی و حتی برخی سرطان‌ها اشاره کرده‌اند، ولی شواهد در این زمینه محدود و مورد بحث هستند.

ب-۸) تحلیل اثرات AVs بر تعاملات اجتماعی

ظهور AVs تأثیرات دوگانه‌ای بر تعاملات اجتماعی دارد که می‌توان آن‌ها را در قالب فرصت‌ها و چالش‌ها بررسی کرد. جنبه‌های مثبت این فناوری شامل تسهیل دسترسی به رویدادها، ملاقات‌ها و فعالیت‌های اجتماعی است که به کاهش انزوای اجتماعی و بهبود سلامت روان کمک می‌کند. SAVs نیز می‌توانند محیطی برای گفتگو و ایجاد روابط جدید در حین سفر فراهم آورند. همچنین آزادسازی فضاهای شهری از کاربری‌هایی مانند پارکینگ‌ها، زمینه‌ای برای طراحی محیط‌های انسان‌محور همچون پارک‌ها و فضاهای عمومی فراهم می‌کند که به تقویت تعاملات اجتماعی منجر می‌شود. کاهش نیاز به خودروی شخصی نیز افراد را به استفاده از حمل‌ونقل اشتراکی و تعامل با دیگران ترغیب می‌کند. در مقابل، جنبه‌های منفی مانند گسترش شهری و افزایش فاصله‌های مکانی، می‌تواند موجب کاهش تعاملات حضوری، افت مشارکت اجتماعی و تضعیف شبکه‌های دوستی شود. استفاده آسان از AVs ممکن است سکونت در مناطق دورافتاده‌تر را جذاب‌تر کند که این امر، زمان سفرها را افزایش داده و ارتباطات اجتماعی را محدود می‌سازد.

ب-۹) تحلیل اثرات AVs بر حمل‌ونقل اضطراری

با بهره‌گیری از حسگرهای پیشرفته و سیستم‌های ارتباطی، AVs می‌توانند مسیرهای بهینه را در زمان واقعی شناسایی کرده و حرکت سریع‌تر و ایمن‌تر وسایل نقلیه اورژانسی مانند آمبولانس‌ها را حتی در ترافیک سنگین ممکن سازند. این امر به نجات جان بیماران و ارائه به‌موقع خدمات درمانی کمک می‌کند. همچنین، بهره‌گیری از AVs در سیاست‌های شهری، مانند محدودسازی تردد در مناطق مرکزی برای کاهش ترافیک، درحالی‌که استثنایی برای وسایل اضطراری در نظر گرفته می‌شود، می‌تواند هم به بهبود کیفیت هوا و هم به تسهیل خدمات اورژانسی کمک کند. از سوی دیگر، فناوری AVs می‌تواند شکاف‌های جغرافیایی و اجتماعی در دسترسی به خدمات پزشکی را کاهش داده و عدالت درمانی را تقویت کند، به‌ویژه در مناطق محروم یا دورافتاده. از نظر ایمنی، ارتباطات پیشرفته AVs با زیرساخت‌های شهری و دیگر وسایل نقلیه امکان پیشگیری از خطرات جاده‌ای و آماده‌سازی مراکز درمانی از طریق ارسال اطلاعات بیماران را فراهم می‌کند. با این حال، چالش‌هایی مانند هزینه‌های بالا، کمبود زیرساخت مناسب در برخی مناطق، مسائل امنیت سایبری و لزوم

هماهنگی با سیستم‌های سنتی حمل‌ونقل همچنان باقی است.

جدول ۷. مفاهیم مقوله اصلی دوم (سلامت عمومی)

| مقاله | شماره مقاله | کدهای باز اولیه (مفاهیم) |
|-----------------------------|--|--|
| فعالیت بدنی | ۱۰۲ و ۸۶ و ۴۱ و ۶۴ و ۵۸ و ۴۵ و ۱۷ و ۱۲ و ۹۶ و ۶۷ و ۸۲ و ۴۴ و ۶۹ و ۸۶ | کاهش استفاده از حمل‌ونقل عمومی و حمل‌ونقل فعال SAVs کمتر از PAVs فعالیت بدنی را کاهش می‌دهند آزادسازی فضای جاده برای زیرساخت‌های غیرموتوری افزایش زمان فعالیت بدنی در اوقات فراغت |
| آلودگی هوا | ۱۰۲ و ۹۶ و ۶۴ و ۴۱ و ۶۵ و ۴۴ و ۶۲ و ۶ | افزایش VMT، گرما، آلودگی و گازهای گلخانه‌ای AV های غیر الکتریکی آلودگی بیشتری تولید کرده AV برقی به دلیل کارایی بالاتر، آلودگی کمتری نسبت به خودروهای معمولی خواهند داشت. |
| آلودگی صوتی | ۱۰۲ و ۶۴ و ۶۷ و ۴۴ | عملکرد روان AV می‌تواند حتی بدون برقی سازی، انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد. افزایش آلودگی صوتی برقی سازی ناوگان می‌تواند آلودگی صوتی را کاهش دهد صدای کم خودروهای برقی می‌تواند ایمنی عابران، به‌ویژه افراد دارای اختلال بینایی را به خطر اندازد کاهش سروصدای ترافیک با کاهش شتاب و سرعت AVs |
| استرس | ۱۰۲ و ۱۰۰ و ۹۶ و ۸۵ و ۸۳ و ۷۱ و ۶۷ و ۴۴ و ۴۱ و ۶۲ و ۹۲ و ۶۴ و ۶۰ و ۴۸ و ۵۱ | استفاده از AVs می‌تواند استرس رانندگی را کاهش دهد |
| تصادف و ایمنی | ۱۰۰ و ۹۸ و ۹۷ و ۲۰۵ و ۹۷ و ۹۵ و ۹۳ و ۹۱ و ۹۰ و ۸۸ و ۸۷ و ۸۶ و ۸۵ و ۸۳ و ۸۱ و ۸۰ و ۷۹ و ۷۸ و ۷۶ و ۷۲ و ۷۱ و ۷۰ و ۶۸ و ۶۳ و ۶۲ و ۵۹ و ۵۶ و ۵۵ و ۵۴ و ۵۳ و ۵۲ و ۵۱ و ۵۰ و ۴۹ و ۴۸ و ۴۶ و ۴۵ و ۴۴ و ۴۰ و ۳۹ و ۳۸ و ۳۷ و ۳۵ و ۳۴ و ۳۳ و ۳۲ و ۲۸ و ۲۷ و ۲۶ و ۲۵ و ۲۴ و ۲۳ و ۱۹ و ۱۶ و ۱۵ و ۱۳ و ۱۱ و ۱۰ و ۸ و ۷ و ۵ و ۴ و ۳ و ۲ و ۱۰۲ و ۶۷ و ۶۵ و ۴۱ و ۶ و ۶۴ و ۱۲ | کاهش آسیب‌ها و مرگ‌های ناشی از تصادفات ترافیکی |
| چالش‌ها و محدودیت‌های ایمنی | ۱۰۲ و ۱۰۱ و ۹۷ و ۹۶ و ۸۴ و ۸۳ و ۷۹ و ۷۱ و ۶۸ و ۴۴ و ۴۴ و ۶۴ و ۶۳ و ۶۰ و ۵۹ و ۵۲ و ۴۹ و ۴۱ و ۳۷ و ۳۰ و ۲۴ و ۱۶ و ۳ | چالش‌ها و محدودیت‌های ایمنی |
| شرایط کاری و اشتغال | ۱۰۲ و ۶۷ و ۶ | استفاده کاری از زمان سفر و لزوم تدوین مقررات برای پیشگیری از اضافه‌کاری و آثار منفی ناپدید شدن مشاغل رانندگی افزایش دسترسی شغلی، به‌ویژه در جمعیت‌های آسیب‌پذیر |
| تعاملات اجتماعی | ۱۰۲ و ۸۶ و ۶۷ و ۶۴ و ۴۰ و ۹ | تسهیل دسترسی اجتماعی و ارتقای سلامت روان افزایش زمان رفت‌وآمد و کاهش مشارکت اجتماعی |
| حمل‌ونقل اضطراری سریع | ۸۶ و ۴۵ | حمل‌ونقل اضطراری سریع‌تر به دلیل حسگرها و اتصالات خودکار بین وسایل نقلیه |
| میدان‌های الکترومغناطیسی | ۱۰۲ و ۹۶ و ۶۷ و ۴۴ | AV افراد را در معرض میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی قرار می‌دهند |

نظرات مستقیم

مقاله اصلی سوم: کیفیت زندگی

AVs پتانسیل بالایی برای بازتعریف مفهوم کیفیت زندگی شهری¹ (QOUL) دارند. یکی از مهم‌ترین فرصت‌های این فناوری، آزادسازی فضاهای عمومی است؛ با جایگزینی مدل مالکیت خصوصی با خودروهای خودران اشتراکی، نیاز به پارکینگ‌های وسیع و فضاهای زائد جاده‌ای کاهش یافته و این اراضی می‌توانند به پارک‌ها، مراکز فرهنگی و محیط‌های تعامل اجتماعی تبدیل شوند. علاوه بر جنبه‌های کالبدی، این فناوری با بهینه‌سازی جریان ترافیک و کاهش آلودگی، به

1. Quality Of Urban Life

پایداری محیط‌زیست و سلامت شهروندان کمک می‌کند. همچنین، AVs با ارائه تحرک مستقل به گروه‌های آسیب‌پذیر (مانند سالمندان و افراد دارای ناتوانی)، انزوای اجتماعی آن‌ها را کاهش داده و با حذف استرس‌های رانندگی و چالش‌های یافتن پارکینگ، تصمیم‌گیری‌های فردی در حوزه حمل‌ونقل را کارآمدتر می‌کنند. در مجموع، این تحول می‌تواند شهرها را از محیط‌های خودرو-محور به فضاهایی انسان‌محور، سبزتر و عادلانه‌تر تبدیل کند.

جدول ۸. مفاهیم مقوله اصلی سوم (کیفیت زندگی)

| شماره مقاله | کدهای باز اولیه (مفاهیم) |
|--------------|--|
| ۴۵ و ۸۶ و ۹۱ | بهبود کیفیت زندگی شهری از طریق آزادسازی فضاهای عمومی اشغال‌شده توسط پارکینگ و جاده‌هاست |
| ۳۳ | استفاده از AV می‌تواند پایداری شهری و کیفیت زندگی را از طریق کاهش آلودگی، ترافیک و فضای پارکینگ ارتقا دهد. |
| ۲۱ | قدرت تصمیم‌گیری فردی بیشتر مرتبط با حمل‌ونقل |

بحث

این پژوهش با تلفیق سه نظریه عدالت اجتماعی و شمول شهری (Rawls, 1971; Fraser, 2008)، سلامت شهری و حمل‌ونقل پایدار (Duhl & Hancock, 1986; Banister, 2008) و کیفیت زندگی شهری و فناوری‌های نوین (Pacione, 2003; Maurer et al., 2016) به تحلیل اثرات اجتماعی فناوری خودروهای خودران پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که این فناوری می‌تواند نقش دوگانه‌ای در شکل‌دهی به آینده شهرها ایفا کند:

- از یک‌سو، ظرفیت بالایی برای افزایش عدالت اجتماعی، بهبود سلامت عمومی و ارتقای کیفیت زندگی شهری دارد.
- از سوی دیگر، در صورت فقدان سیاست‌های پایدار، می‌تواند به افزایش نابرابری‌ها، وابستگی بیش‌ازحد به خودرو و کاهش تعاملات انسانی منجر شود.

به‌عبارت‌دیگر یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که فناوری خودروهای خودران می‌تواند اثرات چندبعدی و گاه متناقضی بر ساختارهای اجتماعی و کیفیت زندگی شهری داشته باشد. تحلیل داده‌های پژوهش حاضر که بر اساس مرور نظام‌مند مقالات و تلفیق نظریه‌های عدالت اجتماعی، سلامت شهری و کیفیت زندگی انجام شد، نشان داد که ابعاد دسترسی عادلانه، پایداری محیطی و بهبود کیفیت زندگی بیشترین اهمیت را در پذیرش و کاربست این فناوری دارند. نتایج این مطالعه با یافته‌های پژوهش‌های بین‌المللی هم‌راستا است، اما در برخی موارد تفاوت‌هایی معنادار وجود دارد. به‌عنوان مثال، در مطالعه Pettigrew et al. (2019)، خودروهای خودران اشتراکی (SAVs) عاملی کلیدی در ارتقای شمول اجتماعی معرفی شده‌اند و یافته‌های حاضر نیز این موضوع را تأیید می‌کند، به‌ویژه در زمینه افزایش دسترسی گروه‌های کم‌توان شامل سالمندان و افراد دارای معلولیت. با این حال، برخلاف مطالعه Bissell et al. (2020) که بر خطر افزایش نابرابری حمل‌ونقلی در نتیجه خصوصی‌سازی AVs تأکید دارد، داده‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در صورت طراحی سیاست‌های حمایتی مؤثر، مدل‌های اشتراکی AVs می‌توانند نه تنها نابرابری‌ها را کاهش دهند بلکه الگوهای حمل‌ونقل عمومی را نیز تقویت کنند.

در حوزه سلامت شهری، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که AVs ظرفیت بالایی برای کاهش تصادفات و بهبود کیفیت هوا دارند؛ این نتیجه با مطالعات Fagnant & Kockelman (2015) و Harb et al. (2018) هم‌سو است. با این حال، برخلاف نتایج پژوهش Harb et al. (2018) که کاهش فعالیت بدنی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های AVs معرفی کرده است، داده‌های ما نشان می‌دهد که این اثر منفی در صورتی قابل مدیریت است که سیاست‌گذاری‌های شهری بر ادغام AVs با حمل‌ونقل فعال (مانند پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری) متمرکز باشد. از منظر

کیفیت زندگی شهری، نتایج این مطالعه همسو با یافته‌های Maurer et al. (2016) نشان می‌دهد که استفاده هوشمندانه از AVs می‌تواند منجر به آزادسازی فضاهای عمومی، افزایش زیست‌پذیری شهری و تقویت تعاملات اجتماعی شود. با این حال، برخلاف یافته‌های Bissell et al. (2020) که بر افزایش خطر گسترش پراکندگی شهری تأکید دارند، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با بهره‌گیری از سیاست‌های مدیریت کاربری زمین، می‌توان اثرات منفی توسعه AVs را بر تراکم شهری کنترل کرد. به‌طور کلی، مقایسه نتایج این تحقیق با مطالعات مشابه نشان می‌دهد که اثرات خودروهای خودران بر عدالت اجتماعی، سلامت شهری و کیفیت زندگی شرط محور است؛ به این معنا که پیامدهای مثبت یا منفی این فناوری به میزان هماهنگی سیاست‌های شهری با اهداف پایدار بستگی دارد.

نتیجه‌گیری

بررسی نظام‌مند ادبیات علمی یک دهه اخیر با استفاده از روش نظریه داده بنیاد نشان می‌دهد که AVs صرفاً یک نوآوری فناورانه نیست، بلکه پیامدهای اجتماعی گسترده و چندلایه‌ای برای زیست شهری دارد. در این پژوهش سه محور اصلی اثرات اجتماعی این فناوری شناسایی شد: عدالت اجتماعی، سلامت عمومی و کیفیت زندگی. یافته‌ها نشان می‌دهد که AVs در صورت طراحی و سیاست‌گذاری مناسب می‌تواند موجب افزایش شمول اجتماعی و بهبود دسترسی گروه‌های به حاشیه رانده شده مانند سالمندان، افراد دارای ناتوانی و اقشار کم‌درآمد به خدمات و فرصت‌های شهری شود؛ با این حال، در نبود سیاست‌های حمایتی و باز توزیعی، وابستگی به زیرساخت‌های دیجیتال و گسترش مدل‌های مالکیت خصوصی ممکن است نابرابری‌های اجتماعی را تشدید کند. از منظر سلامت عمومی، این فناوری می‌تواند با کاهش تصادفات، آلودگی هوا و مصرف انرژی، آثار مثبتی بر سلامت جسمی و روانی شهروندان داشته باشد؛ به‌ویژه زمانی که با خودروهای برقی و ناوگان‌های اشتراکی تلفیق شود. در مقابل، افزایش مسافت پیموده شده، کاهش حمل‌ونقل فعال و گسترش پراکندگی شهری می‌تواند به کاهش فعالیت بدنی و افزایش بیماری‌های غیر واگیر منجر شود. در حوزه کیفیت زندگی نیز AVs می‌تواند با تسهیل تحرک مستقل، کاهش زمان سفر و آزادسازی فضاهای شهری از پارکینگ‌ها به ارتقای زیست‌پذیری شهرها کمک کند، هرچند در صورت غفلت از ملاحظات انسانی احتمال افزایش انزوای اجتماعی و تضعیف تعاملات شهری وجود دارد. بر این اساس، تحقق مزایای این فناوری نیازمند سیاست‌گذاری اجتماع‌محور و انسان‌محور است؛ از جمله کاهش شکاف دیجیتال، طراحی دسترس‌پذیر برای گروه‌های آسیب‌پذیر، توسعه مدل‌های اشتراکی به جای مالکیت خصوصی، ادغام AVs با حمل‌ونقل عمومی، حمایت از ناوگان‌های برقی و بازآفرینی فضاهای شهری در جهت تقویت فضاهای عمومی و سلامت شهری. همچنین ایجاد حکمرانی بین‌بخشی، تدوین مقررات مربوط به حریم خصوصی و مسئولیت‌پذیری، و استفاده از سناریوهای آینده‌نگر برای ارزیابی پیامدهای اجتماعی و فضایی این فناوری ضروری است. در مجموع، اثرگذاری مثبت AVs بر عدالت اجتماعی، سلامت عمومی و کیفیت زندگی شهری تنها در صورت هدایت آن در چارچوب سیاست‌های منسجم، اخلاق محور و عدالت‌گرا تحقق خواهد یافت؛ در غیر این صورت، خطر تشدید نابرابری‌ها و شکل‌گیری شکاف‌های جدید اجتماعی در شهرها وجود دارد.

حامی مالی

این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «ارائه الگوی شهرسازی متناسب با فناوری خودروی خودران (AV) در ایران» در دانشگاه گیلان می‌باشد. انجام این پژوهش با حمایت مالی مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی صورت گرفته و بدین‌وسیله نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از این مؤسسه محترم اعلام می‌دارند.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش، سهم برابر داشته‌اند.

تضاد منافع

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

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رسانده‌اند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام داده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

- Allahar, H. (2020). What are the challenges of building a smart city?. *Technology Innovation Management Review*, 10(9). [10.22215/timreview/1388](https://doi.org/10.22215/timreview/1388)
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Bezai, N. E., Medjdoub, B., Al-Habaibeh, A., Chalal, M. L., & Fadli, F. (2021). Future cities and autonomous vehicles: analysis of the barriers to full adoption. *Energy and Built Environment*, 2(1), 65-81. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.05.002>
- Bissell, D., Birtchnell, T., Elliott, A., & Hsu, E. L. (2020). Autonomous automobiles: The social impacts of driverless vehicles. *Current Sociology*, 68(1), 116-134. <https://doi.org/10.1177/0011392118816743>
- Bissell, D., Birtchnell, T., Elliott, A., & Hsu, E. L. (2020). Autonomous automobiles: The social impacts of driverless vehicles. *Current Sociology*, 68(1), 116-134. <https://doi.org/10.1177/0011392118816743>
- Bonnefon, J. F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576. <https://doi.org/10.1126/science.aaf2654>
- Campbell, A., Converse, P. E., & Rodgers, W. L. (1976). *The quality of American life: Perceptions, evaluations, and satisfactions*. Russell Sage Foundation.
- Cavoli, C., Phillips, B., Cohen, T., & Jones, P. (2017). Social and behavioural questions associated with automated vehicles: A literature review. *UCL Transport Institute January*.
- Chen, F., Song, M., & Ma, X. (2020). A lateral control scheme of autonomous vehicles considering pavement sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120669. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120669>
- Collidahi, C. Frey, S. & Kelemen, J. E. (2013). *Smart Cities: Strategic Sustainable Development for an Urban World*. (Master thesis). Karlskronauniversity. Sweden.
- Collingwood, L. (2017). Privacy implications and liability issues of autonomous vehicles. *Information & Communications Technology Law*, 26(1), 32-45. <https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1269871>
- Colonna, C., (2012), “Autonomous Cars and Tort Liability”, *J.L. Tech. & Internet*, 4(4), pp. 81-131. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2325879>
- Correia, D., Teixeira, L., & Marques, J. L. (2022). Study and analysis of the relationship between smart cities and Industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of technology management & sustainable development*, 21(1), 37-66. https://doi.org/10.1386/tmsd_00051_1
- Creutzig, F., Jochem, P., Edelenbosch, O. Y., Mattauch, L., Vuuren, D. P. V., McCollum, D., & Minx, J. (2015). Transport: A roadblock to climate change mitigation?. *Science*, 350(6263), 911-912. <https://doi.org/10.1126/science.aac8033>
- Czech, P., Turoń, K., & Barcik, J. (2018). Autonomous vehicles: basic issues. *Zeszyty Naukowe. Transport/Politechnika Śląska*. <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2018.100.2>
- Dirks, S., & Keeling, M. (2009). A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustainable future. *IBM Institute for business Value*, 8(2), 1-17.

- Duffy, S. H., & Hopkins, J. P., (2014), "Sit, Stay, Drive: The Future of Autonomous Car Liability", *SMU Science & Technology Law Review*, 16, pp 101-123. <https://ssrn.com/abstract=2379697>
- Duhl, L. J., & Hancock, T. (1986). Promoting healthy cities: A manual for municipal leaders. WHO Regional Office for Europe.
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167-181. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003>
- Fraser, N. (2008). Scales of justice: Reimagining political space in a globalizing world. Polity Press.
- Giffinger, R., & Gudrun, H. (2010). Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities?. *ACE: architecture, city and environment*, 4(12), 7-26. <https://doi.org/10.5821/ace.v4i12.2483>
- Harb, M., Xiao, Y., Circella, G., Mokhtarian, P. L., & Walker, J. L. (2018). Projecting travelers into a world of self-driving vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 94, 230–245. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.05.024>
- Litman, T. (2003). Integrating public health objectives in transportation decision-making. *American Journal of Health Promotion*, 18(1), 103-108. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-18.1.103>
- Mallik, S. (2014). Intelligent transportation system. *International Journal of Civil Engineering Research*, 5(4), 367-372. <http://www.ripublication.com/ijcer.htm>
- Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B., & Winner, H. (2016). *Autonomous driving: technical, legal and social aspects*. Springer Nature.
- Milakis, D., & Müller, S. (2021). The societal dimension of the automated vehicles transition: Towards a research agenda. *Cities*, 113, 103144. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103144>
- Mohanty, S. P., Choppali, U., & Kougiannos, E. (2016). Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), 60-70. <https://doi.org/10.1109/MCE.2016.2556879>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. Enhancing the contribution of digitalisation to the smart cities of the future. Paris: OECD Publications; 2019.
- Pacione, M. (2003). Urban environmental quality and human wellbeing: A social geographical perspective. *Landscape and Urban Planning*, 65(1–2), 19–30. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00234-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00234-7)
- Pettigrew, S., & Cronin, S. L. (2019). Stakeholder views on the social issues relating to the introduction of autonomous vehicles. *Transport policy*, 81, 64-67. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.06.004>
- Porter, L., Stone, J., Legacy, C., Curtis, C., Harris, J., Fishman, E., ... & Stilgoe, J. (2018). The autonomous vehicle Revolution: Implications for planning/The driverless city?/autonomous vehicles—a planner’s response/autonomous vehicles: Opportunities, challenges and the need for government action/three signs autonomous vehicles will not lead to less car ownership and less car use in car dependent cities—a case study of Sydney, Australia/planning for autonomous vehicles? Questions of purpose, place and pace/ensuring good governance: The role of planners in the development of autonomous vehicles *Planning Theory & Practice*, 19(5), 753-778. <https://doi.org/10.1080/14649357.2018.1537599>
- Rawls, J. (1971). *A theory of justice*. Harvard University Press.
- Schwartz, W., Pierson, A., Alonso-Mora, J., Karaman, S., & Rus, D. (2019). Social behavior for autonomous vehicles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(50), 24972-24978. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820676116>
- Singh, T., Solanki, A., Sharma, S. K., Nayyar, A., & Paul, A. (2022). A Decade Review on Smart Cities: Paradigms, Challenges and Opportunities. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3184710>
- van Twist, A., Ruijter, E., & Meijer, A. (2022). Smart cities & citizen discontent: A systematic review of the literature. *Government Information Quarterly*, 101799. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101799>

- Vinkhuyzen, E., & Cefkin, M. (2016, November). Developing socially acceptable autonomous vehicles. In *Ethnographic Praxis in Industry Conference Proceedings* (Vol. 2016, No. 1, pp. 522-534). <https://doi.org/10.1111/1559-8918.2016.01108>
- Wolf, J., Borges, M., Marques, J. L., & Castro, E. (2019). Smarter decisions for smarter cities: Lessons learned from strategic plans. *New Paths of Entrepreneurship Development: The Role of Education, Smart Cities, and Social Factors*, 7-30. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96032-6_2
- Wolfswinkel, J. F., Furtmueller, E., & Wilderom, C. P. (2013). Using grounded theory as a method for rigorously reviewing literature. *European journal of information systems*, 22(1), 45-55. <https://doi.org/10.1057/ejis.2011.51>