Analyzing the Economic Impacts of Autonomous Vehicle Technology on Cities: A Systematic Literature Review with an Emphasis on Employment

Original Article

Sara Amiri[1*], Saber Mohammadpour[2], Ali Soltani[3]

1- Ph.D. Candidate in Urban Planning, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Art, University of Guilan, Rasht, Iran
2- Associate Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Art, University of Guilan, Rasht, Iran
3- Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran

ARTICLE INFO

Article History

Received: 2025-07-27
Revised: 2025-08-14
Accepted: 2025-08-31

Keywords

Autonomous Vehicles
Employment
Economic Impacts
Systematic Literature Review
Travel Time Productivity
Value of Travel Time

ABSTRACT

Introduction

Technological advancements in recent decades, particularly the emergence and development of Autonomous Vehicles (AVs), have fundamentally transformed the structure of urban transportation systems and, beyond that, the patterns of lifestyle and the economic dynamics of modern societies. At the intersection of advanced engineering, artificial intelligence, urban planning, and public policymaking, AVs leverage machine learning algorithms, sensor networks, and intelligent decision-making systems to redefine mobility within cities. AVs are expected to play a critical role in achieving sustainable urban transportation by improving traffic safety, reducing road accidents, optimizing traffic flow management, minimizing time lost in congestion, and decreasing pollutant emissions. However, beyond these technical achievements, the economic implications of AVs are broad, multifaceted, and often unpredictable, with significant effects on labor markets, the value of travel time, urban settlement patterns, vehicle ownership models, and large-scale infrastructure investments.

Although the positive role of innovative technologies in driving economic growth is undeniable, accurately assessing the economic impacts of AVs, especially on an urban scale, remains a significant challenge for researchers and policymakers. AVs' increasing affordability and reliability are expected to trigger substantial transformations across multiple industries, including automotive manufacturing, public transportation, urban services, real estate, energy, tourism, advertising, and digital media. Furthermore, a systematic review of the literature highlights a considerable research gap regarding AVs' economic and social consequences, particularly within the context of future smart cities. To address this gap, the present study adopts a systematic literature review approach combined with Grounded Theory to investigate and conceptualize the economic impacts of AVs. This analytical framework provides a comprehensive, evidence-based understanding of the challenges and opportunities posed by the widespread adoption of AVs. It serves as a foundation for designing data-driven smart urban policies.

Materials and Methods

This study employs a qualitative research approach grounded in a systematic literature review combined with Grounded Theory to provide an in-depth and evidence-based analysis of the economic impacts of AVs in urban contexts. The five-step framework proposed by Wolfswinkel et al. (2013) guided the research process, which consisted of defining the research scope, conducting a com-

* Corresponding author: saraamiri91@yahoo.com

prehensive search, screening relevant studies, extracting key data, and developing a conceptual framework. Data was collected using well-established scientific databases, including ScienceDirect, Google Scholar, Web of Science, and Scopus. The search strategy incorporated a combination of keywords related to the economic impacts of AVs, employment, travel-time productivity, and the value of travel time. In the initial phase, 231 articles were identified. After removing duplicates and irrelevant studies, 78 high-quality articles met the inclusion criteria and were selected for detailed analysis. The extracted data were analyzed using MaxQDA software and underwent a three-stage coding process:

• Open coding: Identification of 412 initial codes.

• Axial coding: Organization of codes into 19 intermediate categories.

• Selective coding: Integration of categories into three core themes: employment, travel-time productivity, and value of travel time (VTT).

To enhance the validity and reliability of the analysis, two verification procedures were implemented:

1. Peer review of findings by an independent researcher.

2. Cross-checking of coding between two analysts to minimize bias and ensure consistency.

This rigorous methodological approach enabled the development of a comprehensive conceptual framework to inform future urban economic policies related to AV adoption.

Findings

The systematic analysis reveals that the economic impacts of AVs are multidimensional, complex, and sometimes contradictory. The findings are categorized into three main themes:

1. Travel-Time Productivity

The introduction of AVs fundamentally changes how individuals use travel time. By eliminating the need for active driving, AVs allow travelers to convert travel time from a cost into an opportunity, directly enhancing personal and collective productivity.

• Enhanced personal efficiency: Passengers can hold virtual meetings, respond to emails, work on projects, or perform data analysis during travel, significantly improving productivity, especially for commuters.

• Better use of travel time for leisure and rest: AVs enable passengers to engage in reading, online learning, entertainment, or short naps, which improves mental health and overall travel satisfaction.

• Traffic optimization: Through advanced algorithms, AVs improve traffic flow, reduce congestion, and lower average travel delays.

• Smart interior design: Evolving AV interiors into mobile workstations, rest zones, and multimedia entertainment hubs further enhances productivity potential.

However, several challenges remain:

• Certain jobs are incompatible with in-vehicle environments.

• Motion sickness affects some users, reducing productivity gains.

• Concerns regarding safety, trust, and reliability may limit widespread adoption.

2. Value of Travel Time (VTT)

The introduction of AVs redefines the economic value of travel time. Traditionally, travel time was perceived as a cost, but AVs transform it into an opportunity for performing valuable tasks.

• Decreased VTT in personal AVs: Personal AVs enable relaxation, work, and entertainment, leading to a significant reduction in perceived travel costs.

• Higher VTT in shared AVs: In contrast, shared AVs often have limitations regarding privacy, comfort, and customization, resulting in a smaller reduction or even an increase in VTT.

• Spatial differences: Suburban travelers benefit more from VTT reductions due to longer commuting times, while urban users experience comparatively lower gains.

• Impact of vehicle design and trip purpose: Work-friendly designs and integrated multimedia systems substantially affect how travelers perceive the value of time, especially during business-related trips.

3. Employment and Labor Market Transformations

One of the most profound economic impacts of AVs involves structural shifts in the labor market, encompassing both job displacement and the creation of new employment opportunities.

a) Threats:

• Job losses among taxi, bus, truck, and delivery drivers.

• Decline in employment within roadside services, fuel stations, and traditional vehicle repair shops.

• Reduced income for professionals involved in traffic law enforcement and accident-related legal services.

b) Opportunities:

• Growth of high-demand jobs in artificial intelligence, software engineering, big data analytics, and cybersecurity.

• Expansion of digital services within AVs, including interactive entertainment and personalized advertising.

• Increased demand for AV systems engineers, data scientists, and infrastructure specialists.

• Industry forecasts predict the creation of over 100,000 new jobs globally within the next decade.

c) Sectoral Impacts:

• Digital media and entertainment: Rising consumption of streaming services and personalized content during travel.

• Targeted advertising: New avenues for personalized, data-driven marketing inside AVs.

• Energy sector: Reduced fossil fuel dependency and accelerated investments in renewable energy.

• Real estate and urban development: Freed-up parking spaces reshape land-use planning and property values.

• Tourism and hospitality: Shorter travel times enhance accessibility and enable innovative travel experiences.

• Automotive manufacturing and after-sales services: A shift toward software-centric vehicle design, specialized maintenance, and reduced accident-related repairs.

These employment transformations highlight significant opportunities and policy challenges, requiring governments and industries to focus on workforce reskilling and future-proof job strategies.

Conclusion

AVs are poised to reshape urban economies significantly. Their capacity to improve travel-time productivity, alter VTT, and restructure labor markets presents economic opportunities and social challenges. While AVs promise efficiency gains, reduced accident costs, and new business models, they risk job displacement and industry disruptions. Policymakers must proactively prepare by:

• Investing in workforce retraining programs.

• Supporting emerging AV-related industries.

• Redesigning cost–benefit frameworks to incorporate changing VTT.

• Updating urban infrastructure and legal frameworks for AV integration.

Effective adaptation will determine whether AVs' economic potential is maximized while minimizing adverse impacts. This research offers a conceptual foundation for further studies and practical guidance for shaping urban policy in the era of intelligent transportation.

COPYRIGHTS
©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

HOW TO CITE THIS ARTICLE
Amiri S. Mohammadpour S. Soltani A. Analyzing the Economic Impacts of Autonomous Vehicle Technology on Cities: A Systematic Literature Review with an Emphasis on Employment. Urban Economics and Planning Vol 6(4):16-40. [In Persian]

DOI: 10.22034/UEP.2025.536880.1678

تحلیل اثرات اقتصادی فناوری خودروهای خودران بر شهر: مرور نظام‌مند ادبیات با تأکید بر مبحث اشتغال

مقالهٔ پژوهشی

سارا امیری[۱*]؛ صابر محمدپور[۲]؛ علی سلطانی[۳]

۱- پژوهشگر دکتری شهرسازی، گروه شهرسازی، دانشکدهٔ معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- دانشیار گروه شهرسازی، دانشکدهٔ معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- استاد گروه شهرسازی، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۹

کلمات کلیدی

ارزش زمان سفر
اشتغال
بهره‌وری زمان سفر
پیامدهای اقتصادی
خودروهای خودران
مرور نظام‌مند ادبیات

چکیده

مقدمه

پیشرفت‌های فناورانه در دهه‌های اخیر، به‌ویژه ظهور و توسعهٔ خودروهای خودران (Autonomous Vehicles – Avs)، موجب دگرگونی بنیادین در ساختار سیستم‌های حمل‌ونقل شهری و فراتر از آن، در شیوه‌های زندگی و الگوهای اقتصادی جوامع شده است. این فناوری که در تقاطع مهندسی پیشرفته، هوش مصنوعی، برنامه‌ریزی شهری و سیاست‌گذاری عمومی قرار دارد، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، شبکه‌های حسگری و سیستم‌های تصمیم‌گیری هوشمند، قادر است شیوهٔ جابه‌جایی در شهرها را به طور کامل بازتعریف کند. انتظار می‌رود خودروهای خودران در آینده‌ای نزدیک با بهبود ایمنی ترافیکی، کاهش تصادفات رانندگی، بهینه‌سازی مدیریت جریان سفر، کاهش زمان اتلاف‌شده در ترافیک و کاهش انتشار آلاینده‌ها، نقشی تعیین‌کننده در دستیابی به حمل‌ونقل پایدار ایفا کنند. با این‌حال، فراتر از این دستاوردهای فنی، پیامدهای اقتصادی این فناوری بسیار گسترده، چندبعدی و در بسیاری موارد، پیچیده و پیش‌بینی‌ناپذیر است؛ پیامدهایی که مستقیم بر بازار کار، ارزش زمان سفر، الگوهای سکونت شهری، مدل‌های مالکیت خودرو و سرمایه‌گذاری‌های کلان در زیرساخت‌ها اثر می‌گذارند.

با وجود اینکه نقش مثبت فناوری‌های نوین در رشد اقتصادی انکارناپذیر است، برآورد دقیق میزان اثرگذاری AVs بر اقتصاد، به‌ویژه در مقیاس شهری، همچنان یک چالش علمی و سیاستی محسوب می‌شود. نفوذ روزافزون این فناوری و حرکت آن به سمت به‌صرفه و قابل‌اعتماد شدن، زمینه‌ساز تغییرات عمیق در صنایع متعدد از جمله خودروسازی، حمل‌ونقل عمومی، خدمات شهری، املاک و مستغلات، انرژی، گردشگری، تبلیغات و رسانه‌های دیجیتال خواهد بود. از سوی دیگر، مرور ادبیات موجود نشان می‌دهد علی‌رغم افزایش تحقیقات فنی پیرامون خودروهای خودران، همچنان خلأ پژوهشی قابل توجهی در حوزهٔ تحلیل پیامدهای اقتصادی و اجتماعی AVs، به‌ویژه در بستر شهرهای هوشمند آینده وجود دارد. در پاسخ به این نیاز، پژوهش حاضر با اتخاذ رویکرد مرور نظام‌مند ادبیات و بهره‌گیری از نظریهٔ داده‌بنیاد، به بررسی و تبیین اثرات اقتصادی Avs می‌پردازد. این رویکرد تحلیلی می‌تواند تصویری جامع و مبتنی بر شواهد علمی از چالش‌ها و فرصت‌های اقتصادی ناشی از نفوذ AVs ارائه دهد و مبنایی برای تدوین سیاست‌های شهری هوشمند فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با رویکرد کیفی و بر اساس مرور نظام‌مند ادبیات و نظریهٔ داده‌بنیاد انجام شده است تا تصویری دقیق و مبتنی بر شواهد از پیامدهای اقتصادی خودروهای خودران در بستر شهری ارائه دهد. چارچوب پنج‌مرحله‌ای ولفسوینکل و همکاران (۲۰۱۳) برای اجرای فرایند پژوهش انتخاب شد که شامل تعیین دامنهٔ مطالعه، جست‌وجوی جامع منابع، غربالگری مقالات، استخراج داده‌ها و توسعهٔ چارچوب مفهومی است. برای جمع‌آوری اطلاعات، پایگاه‌های علمی معتبر بین‌المللی شامل Web of Science، Google Scholar، ScienceDirect و Scopus مورد استفاده قرار گرفت. جست‌وجو با بهره‌گیری از کلیدواژه‌های ترکیبی مرتبط با پیامدهای اقتصادی AVs انجام شد. در گام نخست، تعداد ۲۳۱ مقاله شناسایی شد که پس از حذف مقالات تکراری و غیرمرتبط، ۷۸ مقالهٔ نهایی بر اساس معیارهای شمول و کیفیت علمی برای تحلیل انتخاب شد.

تحلیل داده‌های استخراج‌شده با استفاده از نرم‌افزار MaxQDA و بر مبنای سه مرحلهٔ کدگذاری باز، محوری

* نویسندهٔ مسئول: saraamiri91@yahoo.com

و انتخابی صورت گرفت. در مرحلهٔ نخست، ۴۱۲ کد اولیه از مقالات به دست آمد و سپس، در مرحلهٔ کدگذاری محوری، این کدها در قالب ۱۹ مفهوم میانی سازماندهی شدند. در نهایت، مفاهیم شناسایی‌شده به سه مقولهٔ اصلی شامل اشتغال، بهره‌وری زمان سفر و ارزش زمان سفر کاهش یافتند. برای اطمینان از اعتبار و پایایی تحلیل‌ها، دو اقدام کلیدی انجام شد: نخست، بازبینی نتایج توسط یک همتای علمی مستقل و دوم، مقایسهٔ کدگذاری‌ها توسط دو تحلیلگر مختلف برای کاهش سوگیری و افزایش دقت. این رویکرد موجب شد که چارچوبی مفهومی و مبتنی بر شواهد توسعه یابد که می‌تواند مبنای سیاست‌گذاری شهری و مطالعات آینده در حوزهٔ اثرات اقتصادی خودروهای خودران قرار گیرد.

یافته‌ها

تحلیل مقالات نشان می‌دهد اثرات اقتصادی فناوری خودروهای خودران چندوجهی، پیچیده و در بسیاری از موارد متناقض است. یافته‌ها در سه مقولهٔ اصلی زیر سازمان‌دهی شده‌اند:

۱. بهره‌وری زمان سفر

ورود خودروهای خودران موجب تحول بنیادین در نحوهٔ استفاده از زمان سفر می‌شود. حذف نیاز به رانندگی فعال باعث می‌شود که مسافران بتوانند زمان در مسیر بودن را به یک فرصت ارزشمند برای انجام فعالیت‌های شخصی و حرفه‌ای تبدیل کنند. این تغییر در ماهیت زمان سفر، تأثیر مستقیمی بر بهره‌وری فردی و جمعی دارد.

• افزایش کارایی فردی: در خودروهای خودران، امکان برگزاری جلسات آنلاین، پاسخ به ایمیل‌ها، انجام تحلیل‌های شغلی و حتی انجام پروژه‌های تیمی فراهم می‌شود. این موضوع برای کارکنانی که زمان زیادی را در رفت‌وآمد سپری می‌کنند، به طور قابل توجهی بهره‌وری را افزایش می‌دهد.

• استفادهٔ بهینه برای استراحت و سرگرمی: مسافران می‌توانند از این زمان برای مطالعه، یادگیری آنلاین، تماشای فیلم، گوش دادن به پادکست یا حتی خواب کوتاه‌مدت استفاده کنند. این تغییر، سلامت روان و رضایت از سفر را بهبود می‌بخشد.

• بهبود کیفیت ترافیک شهری: خودروهای خودران با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند برای مدیریت سرعت و فاصلهٔ بین خودروها، می‌توانند جریان ترافیک را روان‌تر کنند و زمان تأخیر سفرها را کاهش دهند.

• طراحی داخلی هوشمند: فضای داخل خودروها به سمت دفاتر کار متحرک، فضاهای استراحتی مجهز و امکانات سرگرمی چندرسانه‌ای حرکت می‌کند، که به افزایش رضایت و بهره‌وری مسافران کمک می‌کند.

با این‌حال، برخی چالش‌ها و محدودیت‌ها همچنان پابرجاست:

• ناسازگاری برخی مشاغل با شرایط محیطی داخل خودرو

• بروز بیماری حرکت در بخشی از کاربران

• نگرانی‌های مربوط به اعتمادپذیری و امنیت AVs که می‌تواند مانع استفادهٔ کامل از ظرفیت این فناوری شود.

در مجموع، ارتقای بهره‌وری زمان سفر نه‌تنها باعث افزایش کیفیت زندگی شهروندان می‌شود، بلکه در سطح کلان می‌تواند به افزایش بهره‌وری اقتصادی ملی و بهبود رقابت‌پذیری شهری کمک کند.

۲. ارزش زمان سفر

ورود خودروهای خودران موجب بازتعریف ارزش اقتصادی زمان سفر شده است. در سیستم‌های حمل‌ونقل سنتی، زمان صرف‌شده در سفر اغلب یک هزینه تلقی می‌شد؛ اما با امکان انجام فعالیت‌های ارزشمند طی سفر، این زمان می‌تواند به یک منبع اقتصادی و اجتماعی تبدیل شود.

• کاهش VTT در سفرهای شخصی: تحقیقات نشان می‌دهد استفاده از خودروهای خودران شخصی، به دلیل فراهم آوردن امکان استراحت، مطالعه و کار، موجب کاهش محسوس ارزش ذهنی زمان سفر می‌شود.

• افزایش VTT در مدل‌های اشتراکی: در مقابل، در خودروهای خودران اشتراکی، به دلیل محدودیت‌های حریم خصوصی، ازدحام یا عدم دسترسی به امکانات سفارشی، کاهش VTT کمتر است و در برخی موارد حتی ممکن است ارزش زمان سفر افزایش یابد.

• تفاوت مکانی: بررسی‌ها نشان می‌دهد کاهش ارزش زمان سفر در مناطق حومه‌ای به طور متوسط بیشتر از مراکز شهری است، زیرا مسافران این مناطق تمایل بیشتری به استفاده از زمان طولانی سفر برای کار و مطالعه دارند.

• نقش طراحی داخلی و هدف سفر: فضای کاربرپسند و امکانات چندرسانه‌ای در خودروهای خودران می‌تواند ارزش اقتصادی زمان سفر را به شکل قابل توجهی تغییر دهد، به‌ویژه در سفرهای کاری که زمان به عنوان یک منبع اقتصادی کمیاب تلقی می‌شود.

به طور کلی، بازتعریف ارزش زمان سفر می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای برای تحلیل هزینه ـ فایده پروژه‌های حمل‌ونقل، قیمت‌گذاری سفر و مدل‌های اقتصادی شهرهای آینده داشته باشد.

۳. اشتغال و تغییرات بازار کار

از برجسته‌ترین پیامدهای اقتصادی AVs، تغییر ساختار بازار کار است که هم‌زمان شامل حذف مشاغل سنتی و ایجاد فرصت‌های شغلی نوظهور می‌شود.

الف) تهدیدها:

کاهش تقاضا برای رانندگان تاکسی، اتوبوس، کامیون و خدمات باربری

کاهش اشتغال در حوزه‌های خدمات بین‌راهی، سوخت‌رسانی و تعمیرگاه‌های سنتی

افت درآمد مشاغل مرتبط با جرایم رانندگی و تصادفات

ب) فرصت‌ها:

ایجاد شغل در حوزه‌های هوش مصنوعی، مهندسی نرم‌افزار، تحلیل داده‌های بزرگ و امنیت سایبری

رشد صنایع جدید شامل سرویس‌های دیجیتال داخل خودرو، تبلیغات هوشمند و استریم محتوا

افزایش تقاضا برای متخصصان طراحی، مدیریت و نگهداری سیستم‌های AVs

پیش‌بینی ایجاد بیش از ۱۰۰ هزار شغل صنعتی جدید طی یک دههٔ آینده

ج) اثرات بخشی:

رسانه و سرگرمی: افزایش مصرف محتوای دیجیتال در سفر و توسعهٔ خدمات استریم

تبلیغات هدفمند: ارائهٔ تبلیغات تعاملی متناسب با پروفایل کاربران

انرژی: کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و رشد صنعت انرژی‌های پاک

املاک و مستغلات: آزادسازی زمین‌های پارکینگ و تغییر الگوهای توسعهٔ شهری

گردشگری: افزایش دسترسی، کاهش زمان سفر و تغییر الگوهای جابه‌جایی گردشگران

خودروسازی و خدمات پس از فروش: حرکت صنعت خودرو به سمت نرم‌افزار محوری، کاهش تصادفات و تغییر تقاضا برای خدمات تعمیرات سنتی

این تغییرات در ساختار اشتغال، ضمن ایجاد فرصت‌های بزرگ اقتصادی، چالش‌های مهمی برای سیاست‌گذاران شهری و ملی ایجاد می‌کند و ضرورت بازآموزی و ارتقای مهارت‌های نیروی کار را دوچندان می‌سازد.

نتیجه‌گیری

خودروهای خودران پتانسیل بالایی برای بازآفرینی اقتصاد شهری دارند. آن‌ها می‌توانند با بهبود بهره‌وری زمان سفر، تغییر در ارزش زمان و بازآرایی بازار کار، فرصت‌ها و چالش‌های اقتصادی تازه‌ای ایجاد کنند. در کنار مزایایی مانند صرفه‌جویی اقتصادی ناشی از کاهش تصادفات و توسعهٔ مدل‌های کسب‌وکار نو، تهدیدهایی مانند حذف مشاغل سنتی نیز وجود دارد. آماده‌سازی سیاست‌گذاران برای مواجهه با این پیامدها ضروری است و اقداماتی مانند:

• سرمایه‌گذاری در بازآموزی نیروی کار

• حمایت از صنایع نوظهور مرتبط با AVs

• بازنگری چارچوب‌های هزینه ـ فایده با توجه به تغییر VTT

• توسعهٔ زیرساخت‌ها و قوانین متناسب با AVs

برای بهره‌برداری بهینه و کاهش آسیب‌های احتمالی ضرورت دارد. یافته‌های این پژوهش، پایه نظری و راهنمای عملی برای سیاست‌گذاری در مسیر ادغام AVs در آیندهٔ شهری محسوب می‌شود.

مقدمه

تحولات فناورانه در دهه‌های اخیر، سیمای نظام‌های حمل‌ونقل شهری را به طرز چشمگیری دگرگون ساخته است. یکی از این فناوری‌های نوظهور، توسعهٔ خودروهای خودران (Autonomous Vehicles – Avs) است که در تقاطع علوم مهندسی، هوش مصنوعی، برنامه‌ریزی شهری و سیاست‌گذاری عمومی جای گرفته‌اند (Litman, 2022). چنین ظرفیتی، نویدبخش تحولاتی بنیادین در حوزه‌هایی همچون ایمنی ترافیکی، کاهش تصادفات، مدیریت بهینهٔ سفر و حتی کاهش آلاینده‌هاست، اما در کنار این دستاوردهای فنی، این فناوری واجد پیامدهایی عمیق و گاه مبهم در سطح اقتصادی است؛ پیامدهایی که نیازمند بررسی نظری و تجربی دقیق‌اند. تأثیر مثبت فناوری بر اقتصاد موضوعی نیست که نیاز به اثبات داشته باشد، چرا که فناوری‌ها در برهه‌های مختلفی از تاریخ تأثیرات شگرف خود را بر اقتصاد کشورها نشان داده‌اند؛ اما بررسی مقدار اثرگذاری یک فناوری در اقتصاد خود به‌تنهایی موضوعی بحث‌انگیز و پرچالش است. هر تغییر واقعی مستلزم پذیرش یا نفوذ قابل توجهی در بازار است. AVs ممکن است به‌زودی بر صنعت خودرو تسلط پیدا کنند. هنگامی که این خودروها به اندازهٔ کافی قابل اعتماد و به‌صرفه باشند، به بازارها نفوذ می‌کنند و در نتیجه، تأثیر عمیقی بر بسیاری از صنایع و بازارها در سراسر جهان خواهد داشت (Clements & Kockelman, 2017).

در بستر شهری، سه متغیر کلیدی که بر اساس چارچوب مفهومی پژوهش و تحلیل نظام‌مند ادبیات شناسایی شده‌اند، در معرض تأثیر مستقیم فناوری AVs قرار دارند: اشتغال، بهره‌وری زمان و ارزش زمان سفر. از یک‌سو، حذف یا کاهش نقش نیروی انسانی در فرایند رانندگی، نگرانی‌هایی جدی در خصوص آیندهٔ شغلی طیف گسترده‌ای از مشاغل شهری ـ به‌ویژه رانندگان وسایل نقلیهٔ عمومی، تاکسی و باربری ـ به وجود آورده است (Frey & Osborne, 2017). از سوی دیگر، تغییر در ماهیت زمان صرف‌شده در سفرهای شهری، این ظرفیت را ایجاد می‌کند که زمان سفر از یک هزینه به فرصتی برای انجام فعالیت‌های مولد بدل شود، که خود می‌تواند بهره‌وری فردی و اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد (Harb et al., 2018). افزون بر آن، بازتعریف ارزش زمان سفر می‌تواند رفتارهای سفر، انتخاب وسیلهٔ نقلیه، و حتی نحوهٔ استفاده از فضاهای شهری را متحول سازد.

با این‌حال، علی‌رغم رشد سریع پژوهش‌های فنی دربارهٔ AVs، بررسی جامع و نظام‌مند اثرات اقتصادی آن‌ها ـ به‌ویژه در سطح شهری ـ هنوز در ادبیات علمی جای خالی دارد. بسیاری از مطالعات موجود یا بر رویکردهای پیش‌بینی مهندسی متمرکز بوده‌اند یا تنها به نتایج اقتصادی کلان بسنده کرده‌اند، در حالی که بررسی‌های کیفی با رویکرد بین‌رشته‌ای می‌تواند ابعاد پنهان و ساختاری این پدیده را بهتر آشکار سازد (Anderson et al., 2016). در چنین شرایطی، شناسایی چگونگی اثرگذاری AVs بر اشتغال، زمان مفید فردی و ارزش‌گذاری زمان سفر ضرورتی انکارناپذیر برای سیاست‌گذاری شهری و آماده‌سازی زیرساخت‌های انسانی، اقتصادی و نهادی در مسیر پذیرش این فناوری است. از این‌رو، این پژوهش با رویکردی کیفی و مبتنی بر مرور نظام‌مند ادبیات، در پی آن است که تصویر جامع‌تری از پیامدهای اقتصادی AVs ارائه دهد و شکاف‌های دانشی موجود در این زمینه را برجسته سازد. نتایج این پژوهش می‌تواند به مثابه پایه‌ای نظری برای پژوهش‌های آتی و نیز راهنمایی برای سیاست‌گذاران در مواجههٔ هوشمندانه با فناوری‌های خودکار حمل‌ونقل در بستر شهرهای آینده عمل کند. در ادامه، ابتدا پیشینهٔ پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه مرور می‌شود و سپس مبانی نظری مرتبط مورد بحث قرار می‌گیرد. پس از آن، روش پژوهش و فرایند اجرای مطالعه تشریح شده و یافته‌های به‌دست‌آمده تحلیل می‌شود. در ادامه، نتایج حاصل مورد بررسی و جمع‌بندی قرار گرفته و در پایان، پیشنهادهای سیاستی مبتنی بر یافته‌ها ارائه می‌شود.

پیشینهٔ پژوهش

طی یک دههٔ اخیر، رشد فناوری‌های هوشمند در صنعت حمل‌ونقل، به‌ویژه AVs موجب شکل‌گیری ادبیاتی گسترده در سطح بین‌المللی شده است. مطالعاتی همچون آتور (۲۰۱۵) و فری و آزبورن (۲۰۱۷) به تهدیدهای احتمالی AVs برای مشاغل با مهارت پایین پرداخته‌اند، در حالی که رویکرد مکملی توسط برینجولفسون و مک‌آفی (۲۰۱۴) و اندرسون و همکاران (۲۰۱۴) پیشنهاد شده که این فناوری را فرصت‌ساز برای توسعهٔ مشاغل نوظهور در حوزه‌های فناورانه تلقی می‌کند. از سوی دیگر، اسمال (۲۰۰۷)، مختاریان و سالومون (۲۰۰۱) با بهره‌گیری از نظریهٔ اقتصاد زمان و بازیابی زمان، نشان می‌دهند فناوری‌های خودران می‌توانند زمان سفر را به فضایی برای بهره‌وری تبدیل کنند. همچنین، پژوهش‌های کروگر و همکاران (۲۰۱۶) و چایلدرس و همکاران (۲۰۱۵) تأکید دارند که با افزایش راحتی و امکان فعالیت هنگام سفر، ارزش زمانی سفر برای کاربران دگرگون می‌شود و رویکردهای سنتی تحلیل هزینه ـ فایده حمل‌ونقل نیازمند بازنگری خواهند بود.

در ادبیات داخلی، پژوهش «بررسی جامع فناوری خودروهای خودران و تأثیر آن‌ها بر ایمنی حمل‌ونقل، زیرساخت‌های شهری و تغییرات اجتماعی» به عنوان یکی از نخستین تحلیل‌های ترکیبی در این حوزه، با دیدگاهی چندبُعدی به تبیین اثرات اجتماعی، فنی و سیاستی این فناوری پرداخته است. این مقاله با شناسایی چالش‌های فنی و حقوقی و تأکید بر مشارکت بین نهادی، زمینهٔ مناسبی برای سیاست‌گذاری در سطح ملی فراهم کرده است (Joushan, 2024). همچنین، مقالهٔ «مروری بر تأثیر استفاده از خودروهای خودران بر قیمت‌گذاری عوارض تراکم» به بررسی ارتباط بین رواج AVs و سیاست‌های مدیریت تقاضای سفر پرداخته است. یافته‌های این مقاله نشان می‌دهد ورود AVs موجب پیچیده‌تر شدن فرایند قیمت‌گذاری عوارض می‌شود، به طوری که وابستگی فزاینده به خودروی شخصی، افزایش چشمگیر مسافت طی‌شده و لزوم تعریف الگوهای قیمت‌گذاری بر اساس میزان کیلومتر پیموده‌شده را ایجاب می‌کند. این مطالعه با تمرکز بر سیاست‌های «اولین ـ بهترین» در اخذ عوارض، بر نقش پررنگ AVs در بازتعریف مفاهیم رفاه اجتماعی و بهره‌برداری بهینه از ظرفیت شبکه تأکید دارد (Mirzahosein et al, 2021). با جمع‌بندی این مطالعات، می‌توان گفت که اگرچه ادبیات پژوهشی در حال توسعه است، اما هنوز خلأهایی در تحلیل‌های کیفی، نظریه‌محور و بین‌رشته‌ای به‌ویژه در بستر شهری وجود دارد. پژوهش حاضر تلاش دارد با مرور نظام‌مند ادبیات و استفاده از رویکرد نظریهٔ داده‌بنیاد، تصویری منسجم از پیامدهای اقتصادی AVs ترسیم کرده و به غنای دانش در این زمینه کمک کند.

مبانی نظری

در دهه‌های اخیر، توسعهٔ فناوری‌های هوشمند در حوزهٔ حمل‌ونقل، به‌ویژه AVs، به عنوان یکی از نمادهای تحول دیجیتال در فضاهای شهری مطرح شده‌اند. AVs با تکیه بر سامانه‌های هوش مصنوعی، سنسورها، یادگیری ماشین و اتصال‌پذیری بالا، در پی ایجاد تحول در نحوهٔ جابه‌جایی، ساختار اشتغال، و بهره‌وری افراد در فضاهای شهری هستند (Litman, 2022). در ادامه، پس از ارائهٔ تعریف خودروهای خودران، اثرات این فناوری بر سطوح کلان اقتصادی و پیامدهای چندبعدی آن از منظر نظریه‌های حوزهٔ اقتصاد و جامعه‌شناسی فناوری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

خودروهای خودران

خودروی خودران به وسیله‌ای گفته می‌شود که قادر است بدون دخالت مستقیم انسان، محیط پیرامون خود را شناسایی کرده، تصمیم‌گیری کند و به صورت ایمن و مستقل در مسیر حرکت کند. این خودروها با بهره‌گیری از سامانه‌های پیچیده‌ای؛ همچون رادار، لیدار، دوربین‌های پیشرفته، GPS و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، می‌توانند بسیاری از وظایف رانندگی را به طور

خودکار انجام دهند (Litman, 2022). AVs بر اساس ویژگی‌هایشان در دسته‌های مختلفی طبقه‌بندی شده‌اند. معروف‌ترین تقسیم‌بندی AVs در جهان طبقه‌بندی به‌اصطلاح آمریکایی است که توسط ادارهٔ ملی ایمنی ترافیک بزرگراه National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA-) ارائه شده است. این تقسیم‌بندی شامل چهار سطح رانندگی مستقل و سطح صفر است که شرح آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است (Czech et al, 2018). در این پژوهش AVs در سطح ۴ و ۳ اتوماسیون (طبق طبقه‌بندی NHTSA) مد نظر قرار دارد.

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

سطح	شرح
۰	وظیفهٔ رانندهٔ پشتیبانی از تمام سیستم‌های موجود در وسیلهٔ نقلیه است.
۱	این وسیلهٔ نقلیه به برخی از امکانات سیستم‌های اتوماتیک (مانند سیستم‌های ABS، ESP، ترمز خودکار) مجهز است که می‌تواند به صورت خودبه‌خود یا با کمک‌راننده فعال شود. با این‌حال، وظیفهٔ راننده نظارت بر عملکرد سیستم است.
۲	این وسیلهٔ نقلیه مجهز به سیستم‌های اتوماتیک است که راننده را از کار با آن‌ها خلاص می‌کند. چنین سیستم‌هایی شامل سیستم نگهداری خودرو در مسیر و نقشهٔ سرعت تطبیقی می‌شود.
۳	این وسیلهٔ نقلیه قادر است تحت شرایط خاص به طور مستقل رانندگی کند و راننده عملکرد صحیح سیستم‌ها را هماهنگ می‌کند.
۴	اتوماسیون کامل وسیلهٔ نقلیه، راننده به عنوان مسافر بدون دخالت در عملکرد سیستم‌های اتوماتیک سفر می‌کند.

اثرات AVs بر سطوح کلان اقتصادی

فناوری AVs با ظرفیت ایجاد تغییرات بنیادین در حوزه‌های ایمنی حمل‌ونقل، بهره‌وری سفر و الگوهای مصرف زمان، پیامدهای اقتصادی گسترده‌ای را به همراه دارد که فراتر از تحولات صرفاً تکنولوژیک و فردی است. بهبود ایمنی از طریق کاهش خطاهای انسانی و تصادفات، ارتقای بهره‌وری زمان سفر با آزادسازی افراد از رانندگی فعال و دگرگونی در الگوهای سفر و تقاضا، موجب تحولات عمیق در ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود. این تغییرات در سطوح کلان اقتصادی شامل افزایش بهره‌وری کل اقتصاد، تغییرات ساختاری در بازار کار، سرمایه‌گذاری‌های گسترده در فناوری و زیرساخت‌های هوشمند و بازتوزیع منابع است.

به بیان دیگر، AVs موجب تحولات چندوجهی در سطح کلان اقتصادی می‌شود که اقتصاد ملی و جهانی را به طور گسترده تحت تأثیر قرار می‌دهد. نخستین و مهم‌ترین اثر، افزایش بهره‌وری کل اقتصاد (Total Factor Productivity) است که از طریق بهبود بهره‌وری در حمل‌ونقل کالا و مسافر حاصل می‌شود. کاهش زمان سفر، بهینه‌سازی مسیرها و کاهش هزینه‌های ناشی از تصادفات و ترافیک، باعث کاهش هزینه‌های عملیاتی بنگاه‌ها و بهبود کارایی تولید و توزیع می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند این بهره‌وری افزوده می‌تواند رشد اقتصادی پایدار را تسریع کند و ظرفیت جذب سرمایه‌گذاری در بخش‌های فناوری و زیرساخت‌های هوشمند را افزایش دهد (Fagnant & Kockelman, 2015; Litman, 2022). از سوی دیگر، فناوری AVs ساختار بازار کار را دچار تغییرات اساسی می‌کند. جایگزینی رانندگان انسانی در بخش‌های مختلف حمل‌ونقل، به‌ویژه در مشاغل با مهارت پایین و وظایف تکراری، موجب کاهش اشتغال در این بخش‌ها خواهد شد. اما هم‌زمان، نیاز به نیروی کار متخصص در حوزه‌هایی مانند فناوری اطلاعات، داده‌کاوی، امنیت سایبری و برنامه‌ریزی شهری افزایش می‌یابد. این تغییر ساختاری، ضمن ایجاد فرصت‌های شغلی جدید، نیازمند سیاست‌های حمایتی برای آموزش و بازآموزی نیروی کار است تا از افزایش نابرابری‌های اقتصادی جلوگیری شود (Brynjolfsson & McAfee, 2014; Autor, 2015).

سرمایه‌گذاری‌های گسترده در فناوری‌های هوشمند و زیرساخت‌های مرتبط نیز بخش مهمی از پیامدهای اقتصادی کلان AVs است. توسعهٔ شبکه‌های ارتباطی پرسرعت، مراکز داده، سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند و زیرساخت‌های شهری پیشرفته، علاوه بر تقویت زنجیرهٔ ارزش فناوری، موجب تحریک تقاضا و ایجاد فرصت‌های نوآوری و رشد صنعتی می‌شود. این امر به افزایش رقابت‌پذیری اقتصاد ملی در سطح جهانی کمک می‌کند (Anderson et al., 2014). در نتیجه، بازتوزیع منابع و تغییر در ساختار هزینه‌ها از طریق کاهش نیاز به مالکیت خودرو، کاهش هزینه‌های تصادفات، نگهداری و سوخت، باعث تغییر الگوهای مصرف و سرمایه‌گذاری می‌شود. این تحولات می‌توانند به تخصیص بهینه‌تر منابع و افزایش عدالت اقتصادی منجر شوند، البته مشروط بر آنکه سیاست‌های مناسب برای مدیریت این فرایندها اتخاذ شود (Litman, 2022). درنهایت، بررسی پیامدهای چندبعدی AVs از منظر نظریه‌های انتشار و پذیرش فناوری، تغییر ساختاری مبتنی بر مهارت در بازار کار و نظریه تغییر ساختاری مبتنی بر مهارت در بازار کار به درک عمیق‌تر و جامع‌تری از نقش این فناوری در برنامه‌ریزی شهری و توسعهٔ پایدار کمک می‌کند.

نظریهٔ انتشار و پذیرش فناوری

نظریهٔ انتشار نوآوری (Diffusion of Innovations) ارائه‌شده توسط راجرز (۲۰۰۳) فرایندی پویا را توصیف می‌کند که در آن نوآوری‌ها در یک سیستم اجتماعی پخش شده و توسط گروه‌های مختلف پذیرش می‌شوند. این نظریه بر عوامل کلیدی مانند مزیت نسبی (Relative Advantage)، سازگاری (Compatibility)، پیچیدگی (Complexity)، قابلیت آزمون (Trialability) و قابلیت مشاهده (Observability) تأکید دارد که تعیین‌کننده سرعت و گستردگی پذیرش فناوری است. در زمینهٔ خودروهای خودران، این چارچوب به تحلیل عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری توسط کاربران، شرکت‌های حمل‌ونقل و سیاست‌گذاران کمک کرده و موانع اجتماعی، فنی و نهادی را شناسایی می‌کند (Schoettle & Sivak, 2014).

نظریهٔ پذیرش فناوری (Technology Acceptance Model - TAM) توسط دیویس (۱۹۸۹) توسعه یافته و بیان می‌کند که دو عامل «ادراک سودمندی» و «ادراک سهولت استفاده» پیش‌بینی‌کننده‌های اصلی رفتار پذیرش فناوری هستند. در مورد AVs این نظریه به فهم نگرش‌ها و باورهای کاربران نهایی نسبت به فناوری، از جمله ادراک ایمنی بیشتر، کاهش خستگی رانندگی و افزایش کارایی سفر کمک می‌کند و می‌تواند به توسعهٔ استراتژی‌های تسهیل‌کننده پذیرش فناوری کمک کند (Lee & Hess, 2020).

نظریهٔ نوآوری‌های مخرب

نظریهٔ نوآوری‌های مخرب (Disruptive Innovation Theory) که نخستین‌بار توسط کریستنسن (۱۹۹۷) مطرح شد، توضیح می‌دهد که چگونه نوآوری‌هایی که ابتدا عملکرد یا کیفیت پایین‌تری نسبت به فناوری‌های موجود دارند، با گذشت زمان و بهبود مستمر می‌توانند بازارهای موجود را متحول کنند و حتی بازیگران اصلی را کنار بزنند. این نظریه بر این نکته تأکید دارد که نوآوری‌های

مخرب اغلب از بخش‌های کوچک یا نادیده‌گرفته شده بازار آغاز می‌شوند و سپس با ایجاد ارزش جدید، ساختار رقابتی و الگوهای مصرف را دگرگون می‌کنند. در زمینهٔ AVs، این نظریه کمک می‌کند تا فهمیده شود چگونه خودروهای خودران، با وجود محدودیت‌های اولیه در دقت، ایمنی یا پذیرش اجتماعی، می‌توانند به‌تدریج جایگزین سامانه‌های سنتی حمل‌ونقل شوند و مدل‌های کسب‌وکار، قوانین شهری و رفتار سفر را به طور بنیادی تغییر دهند (Fagnant & Kockelman, 2015).

نظریهٔ تغییر ساختاری مبتنی بر مهارت در بازار کار

نظریهٔ تغییر ساختاری مبتنی بر مهارت (Skill-Biased Technological Change - SBTC) که توسط برینیولفسون و مک‌آفی (۲۰۱۴) مطرح شده، به تأثیر فناوری‌های دیجیتال و اتوماسیون در تغییر ساختار تقاضای نیروی کار اشاره دارد. این نظریه معتقد است که فناوری‌های پیشرفته تقاضا برای مهارت‌های بالا و تخصصی را افزایش داده و هم‌زمان تقاضا برای مهارت‌های پایه و وظایف تکراری را کاهش می‌دهد. در زمینهٔ AVs، این امر به معنای حذف مشاغل رانندگی سنتی و ظهور مشاغل جدید در حوزه‌های هوش مصنوعی، مهندسی داده، امنیت سایبری، و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل هوشمند است (Anderson et al., 2014).

نظریهٔ جابه‌جایی شغلی ناشی از فناوری (Technology-Induced Job Displacement) از دیدگاه آتور (۲۰۱۵) بر این موضوع تمرکز دارد که مشاغل با ماهیت تکراری و قابل اتوماسیون در معرض خطر حذف قرار دارند و به سیاست‌های حمایتی مانند آموزش مجدد، توسعهٔ مهارت‌های جدید و تسهیل انتقال شغلی نیازمندند تا اثرات منفی بر بازار کار کاهش یابد.

اقتصاد زمان و نظریهٔ بهره‌وری زمان سفر

اقتصاد زمان، بنیان‌گذار آن گریگوری بکر (۱۹۶۵) است که زمان را به عنوان منبعی کمیاب و دارای ارزش اقتصادی در تصمیم‌گیری‌های فردی معرفی می‌کند. از منظر اقتصاد زمان، سفر به عنوان یک هزینه ـ فرصت در نظر گرفته می‌شود که افراد برای کاهش آن، هزینه می‌کنند. نظریهٔ بازیابی زمان (Time Reclamation Theory) موختاریان و سالومون (۲۰۰۱) توضیح می‌دهد که فناوری‌های نوین می‌توانند زمان ازدست‌رفتهٔ سفر را بازیابی کنند و فرصت استفادهٔ بهینه از این زمان را فراهم کنند. خودروهای خودران با حذف نیاز به کنترل مستقیم رانندگی، اجازه می‌دهند که مسافران از زمان سفر برای انجام فعالیت‌های مولد، تفریحی یا استراحت بهره ببرند که این امر به افزایش بهره‌وری زمانی و بهبود کیفیت زندگی منجر می‌شود (Krueger et al., 2016). ارزش زمان سفر (Value of Travel Time - VTT) مفهومی اقتصادی است که میزان تمایل افراد به پرداخت هزینه برای کاهش زمان سفر را بیان می‌کند (Small, 2012). در بستر AVs، به دلیل افزایش بهره‌وری زمانی و تبدیل زمان سفر به فرصتی برای فعالیت‌های مفید، ممکن است VTT دچار تغییرات پیچیده‌ای شود؛ برخی مطالعات کاهش این ارزش را به دلیل کاهش حس ازدست‌رفتگی زمان گزارش می‌کنند (Krueger et al., 2016) و برخی دیگر افزایش آن را به واسطهٔ افزایش راحتی و رفاه مسافران پیش‌بینی می‌کنند (Childress et al., 2015).

روش پژوهش

این پژوهش با رویکرد کیفی انجام شده است، چرا که موضوع آن به بررسی عمیق تأثیرات فناوری AVs بر ساختارهای اقتصادی شهر می‌پردازد و تحلیل‌های کیفی برای درک دقیق این ارتباطات ضروری است. از منظر روش‌شناسی، تحقیق حاضر بر مبنای مرور نظام‌مند ادبیات و تحلیل داده‌ها بر پایهٔ نظریهٔ داده‌بنیاد صورت گرفته است؛ به این‌صورت که ابتدا داده‌ها به کدهای اولیه تفکیک شده و سپس این کدها در قالب مقوله‌های فرعی و اصلی دسته‌بندی شده‌اند. در نهایت، فرایند مفهوم‌سازی به شناسایی و تبیین «تأثیرات اقتصادی فناوری AVs بر شهر» اختصاص یافته است. این چارچوب تحلیلی که در سال ۲۰۱۳ توسط ولف سوئینکل و همکارانش تدوین شده، شامل پنج مرحلهٔ کلیدی است که هر مرحله مجموعه‌ای از گام‌های مشخص را در بر می‌گیرد. مراحل این پژوهش نیز بر اساس این مدل و مطابق جدول ۲ پیش رفته است (Wolfswinkel et al, 2013).

جدول ۲. گام‌های مرور سیستماتیک بر مبنای روش گراندد تئوری (Wolfswinkel et al, 2013)

گام‌ها	اقدامات	توضیحات	
۱. تعریف	۱.۱. تعریف معیارهای گنجاندن/حذف	الف) به دلایل زیر فقط مقالات ارائه‌شده در نشریات علمی خارجی مورد بررسی قرار گرفته‌اند: • وجود فرایند داوری سخت‌گیرانه جهت چاپ مقالات در مجلات که این امر به اعتبار نمونهٔ آماری مطالعهٔ حاضر می‌افزاید. • اکثر پایان‌نامه‌های مقطع تحصیلات تکمیلی و پروژه‌های پژوهشی مؤسسات تحقیقاتی درنهایت، به مقالات علمی ـ پژوهشی ختم می‌شوند. این موضوع از دوباره‌کاری پژوهشگر می‌کاهد. • پیشینهٔ مطالعات داخلی در رابطه با AVs در حوزه‌های محدودی (اغلب فنی) است و تمام جنبه‌های موضوع مورد پژوهش را پوشش نمی‌دهد. ب) کلیهٔ مقالات چاپ‌شده در ده سال اخیر یعنی بازهٔ زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ مورد جست‌وجو قرار گرفته‌اند.	
	۱.۲. شناسایی زمینه‌های تحقیق	از آنجا که مطالعات مربوط به اثرات اقتصادی AVs حوزهها و رشتههای مختلفی را در برمیگیرد، در این زمینه هیچ محدودیت و یا فیلتری اعمال نشده است.	
	۱.۳. تعیین منابع مناسب	ساینس دایرکت	www.sciencedirect.c
		گوگل اسکالر	scholar.google.com
		وب آف ساینس	www.webofscience.com
		اسکوپوس	www.scopus.com
	۱.۴. تصمیم‌گیری در مورد اصطلاحات جست‌وجو	(economic OR economic impact) AND (employment OR jobs) AND ((autonomous OR Self-driving) AND (vehicles OR car)) AND (city OR urban)	

گام‌ها	اقدامات	توضیحات	
۲. جستجو	۲.۱. جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی منتخب	ساینس دایرکت	۲۸
		گوگل اسکالر	۱۰۷
		وب آف ساینس	۶۲
		اسکوپوس	۳۴
		مجموع	۲۳۱
۳. انتخاب	۳.۱. پالایش نمونه	در این مرحله، ابتدا موارد تکراری حذف (۸۳) و سپس مقالات نامرتبط بر اساس عنوان، چکیده (۵۱) یا متن (۳۶) کنار گذاشته شدند. برای ارتقای کیفیت نمونه، منابع ارجاعی داخل متن و انتهای مقالات (۱۷) 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 مرحلهٔ 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 استخراج‌شده، یک ساختار درختی با هدف نمایش روابط سلسله‌مراتبی میان ابعاد و مؤلفه‌های اثرات اقتصادی AVs ترسیم شد (شکل ۱).	

داده‌ها از میان ۷۸ مقاله علمی بین‌المللی منتشرشده طی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ گردآوری شدند که به طور مستقیم به ابعاد اقتصادی AVs می‌پرداختند. تحلیل داده‌ها در سه مرحلهٔ کدگذاری باز، محوری و انتخابی و با استفاده از نرم‌افزار MaxQDA انجام گرفت؛ به گونه‌ای که ابتدا ۴۱۲ کد اولیه استخراج شد، سپس این کدها در قالب ۱۹ مفهوم میانی دسته‌بندی شدند و در نهایت، مفاهیم در سه مقولهٔ محوری «بهره‌وری زمان»، «ارزش زمان سفر» و «اشتغال» سازمان‌دهی شد. برای افزایش روایی تحلیل، از بازبینی همتای علمی و بازخوانی کدها توسط تحلیل‌گر دوم بهره گرفته شد تا اعتبار و انسجام نتایج پژوهش تضمین شود.

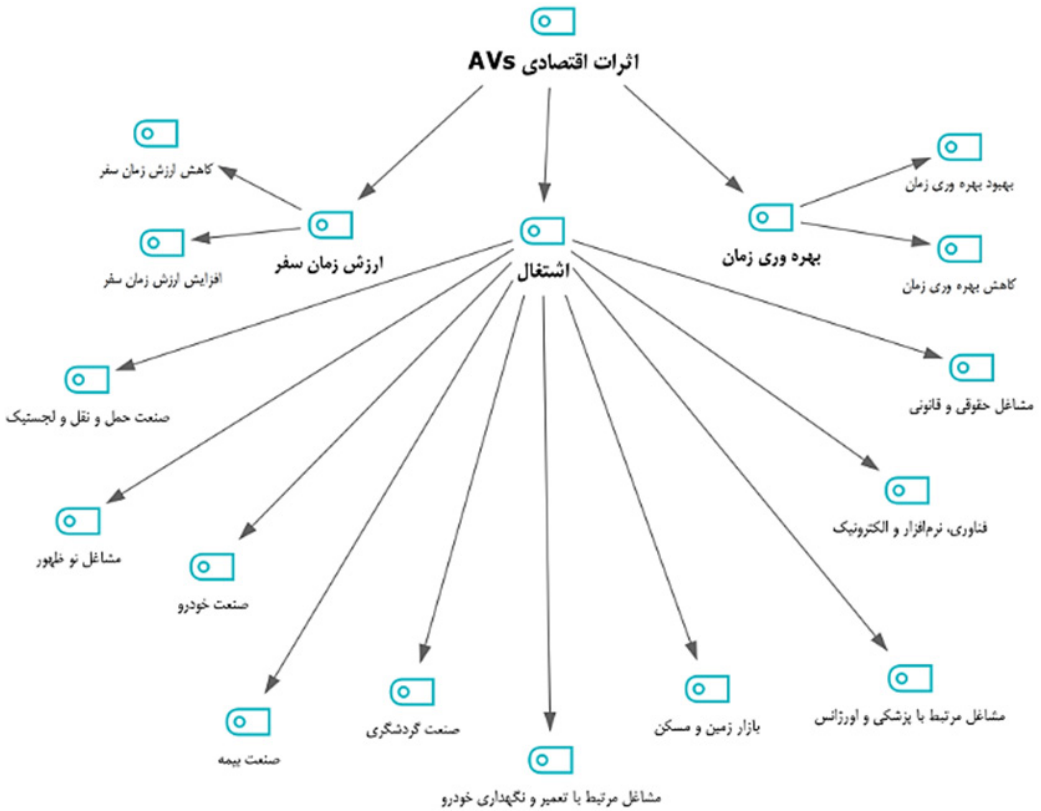
جدول ۳. مشخصات مقالات منتخب

شمارهٔ مقاله	نویسندگان	سال انتشار	شمارهٔ مقاله	نویسندگان	سال انتشار	شمارهٔ مقاله	نویسندگان	سال انتشار
۱	Taiebat et al	۲۰۱۸	۲۷	Bösch & Axhausen	۲۰۱۸	۵۳	Chan	۲۰۲۱
۲	Silva et al	۲۰۲۲	۲۸	Kaltenhäuser et al	۲۰۲۰	۵۴	de Almeida Correia & van Arem	۲۰۲۰
۳	Nikitas et al	۲۰۲۱	۲۹	Martínez-Díaz & Soriguera	۲۰۱۸	۵۵	Nugroho & Amelia	۲۰۲۲
۴	Cohen & Hopkinsb	۲۰۱۹	۳۰	Zhong et al	۲۰۲۰	۵۶	Jana et al	۲۰۱۹
۵	Berrada & Leurent	۲۰۱۷	۳۱	Winter et al	۲۰۲۱	۵۷	Fielbaum	۲۰۲۰
۶	Pettigrew	۲۰۱۷	۳۲	Yigitcanlar et al	۲۰۱۹	۵۸	Freemark et al	۲۰۱۹
۷	Kellett et al	۲۰۱۹	۳۳	Alessandrini et al	۲۰۱۵	۵۹	Huang et al	۲۰۲۰
۸	Olayode	۲۰۲۳	۳۴	Cordera et al	۲۰۲۱	۶۰	Camps-Aragó et al	۲۰۲۲
۹	Zhuge & Wang	۲۰۲۱	۳۵	Agriesti et al	۲۰۲۰	۶۱	Fagnant & Kockelman	۲۰۱۵
۱۰	Zhao & Kockelma	۲۰۱۸	۳۶	Cohen et al	۲۰۲۰	۶۲	Fraedrich et al	۲۰۱۹
۱۱	Zhang & Guhathakurta	۲۰۱۷	۳۷	Blas et al	۲۰۲۰	۶۳	Hansson et al	۲۰۲۱
۱۲	Webb et al	۲۰۱۹	۳۸	Moore et al	۲۰۲۰	۶۴	Juraev & Yena	۲۰۲۲
۱۳	Gelauff et al	۲۰۱۹	۳۹	Martínez-Díaz et al	۲۰۱۹	۶۵	Kim	۲۰۱۸
۱۴	Carrese et al	۲۰۱۹	۴۰	Parida et al	۲۰۲۱	۶۶	May et al	۲۰۲۰
۱۵	Turon & Kubik	۲۰۲۰	۴۱	Dubljević et al	۲۰۱۸	۶۷	Larson & Zhao	۲۰۲۰

شمارهٔ مقاله	نویسندگان	سال انتشار	شمارهٔ مقاله	نویسندگان	سال انتشار	شمارهٔ مقاله	نویسندگان	سال انتشار
۱۶	Peer et al	۲۰۲۴	۴۲	Heinrichs & Cyganski	۲۰۱۵	۶۸	ULU & ERDİN	۲۰۲۳
۱۷	Yu et al	۲۰۲۲	۴۳	Bahamonde-Birke et al	۲۰۱۸	۶۹	Kaplan et al	۲۰۱۹
۱۸	Silvestri et al	۲۰۲۴	۴۴	Duarte & Ratti	۲۰۱۸	۷۰	Milakis et al	۲۰۱۷
۱۹	Rebalski et al	۲۰۲۴	۴۵	Rouse	۲۰۱۹	۷۱	Ryan	۲۰۱۹
۲۰	Israel & Plaut	۲۰۲۴	۴۶	Adnan et al	۲۰۱۹	۷۲	Bagloee et al	۲۰۱۶
۲۱	De Chiara et al	۲۰۲۱	۴۷	Raposo et al	۲۰۱۸	۷۳	Othman	۲۰۲۲
۲۲	Lavoie et al	۲۰۲۴	۴۸	Zhou	۲۰۲۴	۷۴	Saghir & Sands	۲۰۲۰
۲۳	Martinez et al	۲۰۱۷	۴۹	Iroshnikov et al	۲۰۲۰	۷۵	Shubbak	۲۰۱۷
۲۴	Overtoom et al	۲۰۲۰	۵۰	Ng & Kim	۲۰۲۳	۷۶	Stead & Vaddadi	۲۰۱۹
۲۵	Gruel & Stanford	۲۰۱۶	۵۱	Banerjee	۲۰۱۷	۷۷	Zali et al	۲۰۲۲
۲۶	Kato et al	۲۰۲۴	۵۲	Sohrabi et al	۲۰۱۸	۷۸	Manivasakan et al	۲۰۲۱

یافته‌ها و تحلیل

در پی بررسی نظام‌مند منابع موجود، مفاهیم کلیدی مرتبط با موضوع پژوهش استخراج شد. این مفاهیم اولیه، پس از تحلیل و طبقه‌بندی، به زیرمقوله‌هایی تقسیم شدند و بر اساس هدف تحقیق، در سه مقولهٔ اصلی «اشتغال»، «بهره‌وری زمان سفر» و «ارزش زمان سفر» سازمان‌دهی شدند. به منظور ساماندهی مفهومی یافته‌های به‌دست‌آمده از تحلیل مقالات و کدگذاری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MaxQDA، ساختاری درختی ترسیم شد که روابط سلسله‌مراتبی میان ابعاد و مؤلفه‌های اثرات اقتصادی AVs را به تصویر می‌کشد (شکل ۱).



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

مقولهٔ اصلی اول: بهره‌وری زمان سفر

AVs به عنوان یکی از فناوری‌های پیشرفتهٔ حوزهٔ حمل‌ونقل، تأثیر قابل توجهی بر بهره‌وری زمان سفر دارند. تحلیل علمی این تأثیرات بر مبنای مطالعات مختلف به بهبود بهره‌وری، کاهش استرس و تغییر در الگوهای استفاده از زمان سفر اشاره دارد. Avs با حذف نیاز به مداخلهٔ انسانی در رانندگی، زمان سفر را به فعالیت‌های تولیدی و لذت‌بخش تبدیل می‌کنند. کاربران می‌توانند از زمان سفر برای انجام کارهایی مانند فعالیت‌های کاری از جمله نوشتن اسناد، پاسخ به ایمیل‌ها یا شرکت در جلسات مجازی استفاده کنند. همچنین، امکان استراحت و تفریح مانند خوابیدن، تماشای فیلم، یا خواندن کتاب نیز فراهم می‌شود. این امر در خودروهای کاملاً خودران سطح ۵ که نیاز به نظارت راننده به‌کلی حذف می‌شود، تأثیرگذارتر است. AVs استرس ناشی از رانندگی را کاهش می‌دهند، زیرا تمام مسئولیت رانندگی به عهدهٔ سیستم خودران است. این موضوع بهبود تجربهٔ سفر را به همراه دارد و به کاربران اجازه می‌دهد برنامه‌های کاری و تفریحی خود را به طور منعطف تنظیم کنند. همچنین، با کاهش اهمیت زمان سفر، انتخاب محل زندگی و محل کار نیز با آزادی بیشتری انجام می‌شود. طراحی داخلی AVs به سمت ایجاد فضاهای چندمنظوره پیش رفته است. این فضاها می‌توانند شامل دفاتر کار متحرک با میزهای کاری، صندلی‌های ارگونومیک و اینترنت پرسرعت باشند. همچنین، امکانات استراحت مانند صندلی‌های قابل تبدیل به تخت و نمایشگرهای بزرگ برای سرگرمی، خودرو را به فضای دلپذیری برای مسافران تبدیل می‌کنند. AVs می‌توانند از طریق پیش‌بینی موقعیت‌ها و تنظیم سرعت، جریان ترافیک را بهبود بخشند و زمان سفر را کاهش دهند. کاهش تصادفات جاده‌ای نیز یکی دیگر از مزایای قابل توجه این فناوری است، زیرا خطاهای انسانی به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد. این تغییرات نه تنها از اتلاف زمان جلوگیری می‌کند، بلکه هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی ناشی از حوادث را نیز کاهش می‌دهد. AVs می‌توانند به فضاهای اجتماعی یا حرفه‌ای تبدیل شوند. برای مثال، امکان برگزاری جلسات، تعاملات اجتماعی و حتی استراحت گروهی در این خودروها فراهم است. از سوی دیگر، بهره‌وری کلی جامعه نیز افزایش می‌یابد، زیرا افراد می‌توانند زمان رفت‌وآمد خود را به فعالیت‌های مولد اختصاص دهند. AVs و متصل زمان سفر را از یک «هزینه» به یک «سرمایه‌گذاری» تبدیل می‌کنند. این فناوری تجربهٔ سفر را بهبود می‌بخشد، فرصت‌های بیشتری برای بهره‌وری و تعامل اجتماعی ایجاد می‌کند، و با کاهش ترافیک و تصادفات، تأثیرات مثبت اجتماعی و اقتصادی قابل توجهی به همراه دارد.

از سوی دیگر، همهٔ مشاغل یا فعالیت‌ها قابل انجام در خودرو نیستند. بسیاری از مشاغل به مهارت‌های خاصی نیاز دارند که به تعامل فیزیکی، استفاده از ابزارهای خاص یا حضور در محیط‌های خاص وابسته است؛ بنابراین، برای درک کامل تأثیر AVs بر بهره‌وری زمان، ضروری است که توجه داشته باشیم که تنها بخشی از مشاغل قادر به انجام کارهای خود هنگام سفر هستند و بسیاری از مشاغل نیازمند شرایط خاص و محیطی هستند که در خودرو فراهم نمی‌شود. همچنین، اینکه برخی مسافران ممکن است با مشکلاتی مانند بیماری ماشین (تهوع) روبه‌رو شوند، استفاده از این فرصت‌ها محدود می‌شود. این بیماری می‌تواند به طور چشمگیری توانایی افراد در انجام فعالیت‌هایی مانند خواندن یا کار با رایانه را تحت‌تأثیر قرار دهد. به همین‌دلیل، بخشی از جمعیت ممکن است بهره‌وری مورد انتظار را از AVs نداشته باشند، زیرا وضعیت جسمانی آن‌ها مانع از انجام این فعالیت‌ها می‌شود. همچنین، نگرش‌های منفی مسافران نسبت به قابلیت اعتماد و پایداری AVs می‌تواند تأثیر منفی بر کیفیت تجربهٔ زمان داخل خودرو بگذارد. مطالعات نشان می‌دهند مسافران ممکن است زمان داخل AVs را کمتر مثبت و بهره‌ور ارزیابی کنند، به‌ویژه زمانی که احساس عدم اطمینان نسبت به عملکرد خودرو وجود داشته باشد. این احساس عدم اعتماد می‌تواند باعث شود که مسافران بیشتر بر وضعیت فیزیکی خود تمرکز کنند تا بر انجام فعالیت‌های مفید و در نتیجه، زمان سفر کمتر بهره‌ور به نظر برسد.

مقوله اصلی دوم: ارزش زمان سفر

عوامل مؤثر بر ارزش زمان سفر (VTT) به‌ویژه در زمینهٔ AVs شامل چندین جنبهٔ مهم است که هر یک نقش قابل توجهی در تغییر نحوهٔ ارزیابی زمان سفر ایفا می‌کنند. ابتدا قابلیت‌های AVs از جمله امکان انجام فعالیت‌های غیر رانندگی اهمیت ویژه‌ای دارد. AVs به مسافران اجازه می‌دهند تا هنگام سفر به فعالیت‌هایی مانند کار، استراحت یا سرگرمی بپردازند که این امر باعث کاهش ارزش زمان صرف‌شده در سفر می‌شود. علاوه بر این، کاهش استرس ناشی از رهایی از وظیفهٔ رانندگی موجب می‌شود زمان سفر دیگر به عنوان زمانی هدررفته تلقی نشود و به جای آن به عنوان زمانی برای انجام فعالیت‌های مفید مورد استفاده قرار گیرد. عامل دوم، کاهش زمان سفر است که از طریق مسیرهای بهینه و کاهش ترافیک محقق می‌شود. AVs قادر هستند مسیرهای بهینه‌ای ارائه دهند که می‌تواند میانگین زمان سفر را تا ۳۱ درصد کاهش دهد. این کاهش زمان سفر به نوبهٔ خود به افزایش ارزش زمان منجر می‌شود. همچنین، هماهنگی بین AVs باعث کاهش ترافیک و به تبع آن، کاهش زمان سفر می‌شود که این موضوع نیز تأثیر مثبتی بر ارزش زمان دارد. تأثیر نوع فعالیت‌ها نیز از عوامل مهم دیگر است. عواملی مانند نوع خودروی خودران (خصوصی یا اشتراکی)، امکانات داخلی خودرو (مانند فضای کار یا استراحت) و هدف سفر (رفت‌وبرگشت یا تفریحی) بر میزان کاهش ارزش زمان سفر تأثیرگذار هستند. به طور کلی، خودروهای خودران شخصی (Personal Autonomous Vehicles - PAVs) نسبت به خودروهای خودران اشتراکی (Shared Autonomous Vehicles -SAVs) و خودروهایی که فضای داخلی آن‌ها برای امور کاری طراحی‌شده نسبت به فضای تفریحی، کاهش ارزش زمان بیشتری را به همراه دارند. از سوی دیگر، تأثیرات اجتماعی و اقتصادی نیز نقش مهمی در تعیین ارزش زمان سفر دارند. تغییرات فرهنگی و درآمدی در مناطق مختلف باعث می‌شود افراد به طور متفاوتی نسبت به زمان صرف‌شده در سفر واکنش نشان دهند. همچنین، با افزایش استفاده از اینترنت و فعالیت‌های دیجیتال طی سفر، بازار جدیدی برای درآمدزایی ایجاد می‌شود که می‌تواند ارزش زمان سفر را تحت تأثیر قرار دهد. در نهایت، تفاوت‌های مکانی نیز بر ارزش زمان سفر تأثیرگذار است. کاهش ارزش زمان سفر در مناطق حومهٔ شهر بیشتر از مناطق شهری است که این موضوع نشان‌دهندهٔ تأثیر بافت محلی بر نحوهٔ ارزیابی زمان سفر است. با توجه به این عوامل، مشخص است که فناوری‌های نوین مانند AVs می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر نحوهٔ ارزیابی و تجربهٔ افراد از زمان صرف‌شده در سفر داشته باشند و به طور کلی، ارزش زمان سفر را به شکل قابل توجهی تغییر دهند.

جدول ۴. کدها و مقوله‌های مرتبط با اثرات اقتصادی

کدهای باز اولیه (مفاهیم)	شمارهٔ مقاله	فراوانی	مقولهٔ فرعی	مقولهٔ اصلی
با حذف وظیفهٔ رانندگی، مسافران می‌توانند زمان سفر را به فعالیت‌های دیگر اختصاص دهند	۷۸ و ۷۷ و ۷۶ و ۶۴ و ۶۰ و ۵۹ و ۵۳ و ۵۱ و ۵۰ و ۴۶ و ۲۸ و ۲۷ و ۲۵ و ۲۱ و ۱۸ و ۱۷ و ۱۶ و ۲۸ و ۱۴ و ۱۳ و ۴ و ۱	۲۱	بهبود بهره‌وری زمان	بهره‌وری زمان
کاهش استرس انسانی هنگام رانندگی و افزایش کارایی و ایمنی	۶۴ و ۷۸ و ۴۶ و ۱۴ و ۵۹ و ۲۱ و ۱	۷		
سفارشی‌سازی فضای خودرو می‌تواند راحتی و بهره‌وری زمان را به طور چشمگیری افزایش دهد.	۳۰	۱		
همهٔ مشاغل نیاز به کارهایی ندارند که بتوان آن‌ها را در ماشین انجام داد (مانند کار با لپ‌تاپ یا مطالعه)	۷۸	۱	کاهش بهره‌وری زمان	
بیماری ماشین (تهوع) می‌تواند مانعی برای انجام فعالیت‌هایی مانند مطالعه یا کار در AV باشد	۷۸	۱		
نگرش منفی به اعتمادپذیری AV می‌تواند تجربهٔ زمانی درون خودرو را نسبت به خودروهای دستی ناخوشایندتر کند.	۱	۱		
خودروی خودران تفریحی ارزش زمان سفر را افزایش داد.	۲۲	۱	افزایش ارزش زمان سفر	ارزش زمان سفر
افزایش ارزش زمان سفر در صورت استفاده از SAV نسبت به رانندگی با PAV	۲۲	۱		
ارائهٔ مسیرهای بهینه و کاهش ترافیک موجب کاهش زمان سفر است که به نوبهٔ خود به افزایش ارزش زمان منجر می‌شود	۶۸ و ۷۸ و ۶۶ و ۵۴ و ۴۲ و ۳۹	۶		
امکان انجام فعالیت‌های دیگر مانند کار یا استراحت در AVs، یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش ارزش زمان سفر است.	۷۸ و ۷۳ و ۷۲ و ۶۶ و ۶۲ و ۶۰ و ۵۴ و ۴۴ و ۴۰ و ۳۸ و ۳۷ و ۳۴ و ۳۰ و ۲۶ و ۲۴ و ۲۲ و ۹ و ۳ و ۲	۴۵	کاهش ارزش زمان سفر	
امکانات داخل خودرو و هدف سفر بر درک ارزش زمان سفر تأثیرگذار است. AVs با فضای داخلی طراحی‌شده برای کار، ارزش زمانی کمتری نسبت به AVs با فضای داخلی طراحی‌شده برای استراحت و تفریح دارند.	۲۲ و ۲۶	۶		
کاهش ارزش زمان برای PAVs در مقایسه با خودروهای فعلی	۳ و ۲۲ و ۲۶	۶		
در مناطق حومهٔ شهر این کاهش ارزش زمان سفر بیشتر از مناطق شهری است.	۳۰	۱		
افزایش ایمنی و کاهش نگرانی‌های ذهنی	۳۹	۱		
کاهش خستگی و استرس سفر	۳۴ و ۳۲ و ۲۰	۳		

مقولهٔ اصلی سوم: اشتغال

۱- رسانهٔ دیجیتال

ورود AVs تأثیرات قابل توجهی بر مشاغل مرتبط با رسانه‌های دیجیتال خواهد داشت. این خودروها با فراهم کردن زمان آزاد برای مسافران، بازار مصرف رسانه‌های دیجیتال را گسترش می‌دهند. از آنجا که مسافران دیگر نیازی به توجه مداوم به جاده ندارند، تقاضا برای استفاده از محتوای بصری و تعاملی مانند خدمات یوتیوب، نتفلیکس و شبکه‌های اجتماعی افزایش خواهد یافت. افزایش مدت‌زمان تعامل کاربران با این پلتفرم‌ها به طور مستقیم می‌تواند به رشد درآمد این شرکت‌ها منجر شود. همچنین، این تغییر رفتاری تأثیر چشمگیری بر تجارت الکترونیک خواهد گذاشت. زمان آزاد مسافران می‌تواند به گشت‌وگذار و خرید آنلاین اختصاص یابد. طبق تحقیقات، این زمان اضافی می‌تواند میلیاردها دلار درآمد جدید برای صنعت تجارت الکترونیک ایجاد کند و فرصت‌های بیشتری را برای فروشگاه‌های آنلاین و تبلیغات دیجیتال فراهم آورد. با این‌حال، این تغییرات ممکن است پیامدهای منفی برای برخی از صنایع سنتی داشته باشد. به عنوان مثال، کاهش تقاضا برای رسانه‌های صوتی مانند رادیو و موسیقی ضبط‌شده می‌تواند چالشی جدی برای این صنایع ایجاد کند، زیرا کاربران تمایل بیشتری به استفاده از محتوای بصری و تعاملی خواهند داشت. شرکت‌های فعال در این حوزه‌ها باید برای رقابت و بقا در بازار به توسعهٔ استراتژی‌های جدید مانند ارائهٔ خدمات چندرسانه‌ای یا تعاملی بپردازند.

در کنار این تحولات، فرصت‌های جدیدی برای توسعهٔ فناوری نیز ایجاد خواهد شد. تولیدکنندگان خودرو و شرکت‌های فناوری می‌توانند پلتفرم‌های سفارشی برای ارائهٔ خدمات رسانه‌ای داخل خودرو طراحی کنند، از جمله سیستم‌های استریم ویدئو، بازی‌های آنلاین یا فروشگاه‌های مبتنی بر موقعیت مکانی.

۲- صنعت تبلیغات و سرگرمی

AVs به دلیل آزادی عملی که برای سرنشینان فراهم می‌کنند، می‌توانند به سکویی جدید برای ارائهٔ محتواهای تبلیغاتی و سرگرمی تبدیل شوند. گزارش مورگان استنلی نشان می‌دهد ارزش محتوای سرگرمی در صنعت خودروسازی می‌تواند به ۲۰ درصد از ارزش کلی خودرو برسد. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت روبه‌رشد محتوای دیجیتال در این صنعت است. AVs بستری جدید برای ارائهٔ بازی‌های تعاملی، پخش فیلم و موسیقی فراهم می‌کنند که می‌تواند تقاضای سرنشینان برای این خدمات را به میزان چشمگیری افزایش دهد. از مهم‌ترین اثرات AVs بر صنعت تبلیغات، افزایش تعامل کاربران با تبلیغات است. از آنجا که سرنشینان دیگر نیازی به تمرکز بر رانندگی ندارند، می‌توانند زمان بیشتری را صرف مشاهده و تعامل با تبلیغات تعاملی کنند.

تبلیغاتی مانند ویدئوهای جذاب، بازی‌های تبلیغاتی یا پیشنهادهای مبتنی بر موقعیت مکانی می‌توانند تأثیر بیشتری بر رفتار مصرف‌کنندگان داشته باشند. این رویکرد تبلیغاتی می‌تواند تجربهٔ سرنشینان را بهبود دهد و درآمد بیشتری برای تبلیغ‌کنندگان ایجاد کند. از سوی دیگر، این تحول به ایجاد مدل‌های جدید درآمدی برای صنعت تبلیغات منجر خواهد شد. تبلیغ‌کنندگان می‌توانند از سیستم‌های سرگرمی داخل خودرو برای نمایش تبلیغات هدفمند استفاده کنند. به عنوان مثال، داده‌های مربوط به موقعیت مکانی یا ترجیحات شخصی کاربران می‌توانند برای ارائهٔ تبلیغات سفارشی مورد استفاده قرار گیرند. این تبلیغات هوشمند می‌توانند از طریق پلتفرم‌های سرگرمی یکپارچه داخل خودرو ارائه شوند. علاوه بر این، برندهای سرگرمی فرصت‌های جدیدی برای ارائهٔ خدمات خود خواهند داشت. به عنوان مثال، شرکت‌های تولیدکنندهٔ فیلم می‌توانند از فضای داخل خودرو به عنوان یک «سینمای کوچک» بهره ببرند. همچنین، ارائهٔ خدمات استریم زنده یا بازی‌های آنلاین چندنفره در داخل خودرو می‌تواند فضای رقابتی جدیدی بین برندها ایجاد کند. در نهایت، AVs رقابت شدیدی را برای ارائهٔ خدمات تبلیغاتی و سرگرمی به وجود خواهند آورد. شرکت‌های فعال در حوزهٔ فناوری و خودروسازی باید به توسعهٔ سیستم‌های سرگرمی پیشرفته، از جمله واقعیت افزوده یا واقعیت مجازی بپردازند تا تجربه‌ای متمایز برای کاربران ایجاد کنند. این تغییرات، وسایل نقلیهٔ خودران را به یک پلتفرم نوآورانه برای تبلیغات و سرگرمی تبدیل خواهد کرد و ارزش افزودهٔ چشمگیری برای صنعت ایجاد می‌کند.

۳- صنعت نفت و گاز

حرکت گروهی AVs و تعامل با زیرساخت‌ها می‌تواند مصرف سوخت را تا ۲۰ درصد در بزرگراه‌ها کاهش دهد. کاهش نیاز به پارکینگ نیز به دلیل توانایی AVs در جابه‌جایی مداوم و پارک خودکار، به کاهش مصرف سوخت در مناطق شهری کمک می‌کند. بر اساس تحقیقات، حدود ۴۰ درصد از مصرف سوخت خودروها در شهرها صرف یافتن پارکینگ می‌شود که با کاهش این نیاز، بهره‌وری سوخت افزایش می‌یابد. با گسترش استفاده از خودروهای برقی خودران، نیاز به سوخت‌های فسیلی کاهش خواهد یافت. این خودروها با استفاده از باتری‌های قابل شارژ، نیازی به بنزین و گازوئیل ندارند و همین امر می‌تواند به کاهش تقاضا برای سوخت‌های فسیلی منجر شود. کاهش تقاضا برای این نوع سوخت‌ها به‌تدریج درآمد شرکت‌های نفت و گاز را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد، چرا که بخش عمده‌ای از درآمد آن‌ها از فروش سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. این کاهش تقاضا تأثیرات گسترده‌ای بر کشورهای تولیدکنندهٔ نفت خواهد داشت، به‌ویژه برای آن‌هایی که اقتصادشان وابستگی زیادی به صادرات نفت و گاز دارد. با توجه به اینکه حدود ۶۳ درصد از مصرف نفت جهان مربوط به بخش حمل‌ونقل است، کاهش تعداد خودروهای مجهز به موتور احتراق داخلی می‌تواند به کاهش تقاضای جهانی برای نفت منجر شود. این وضعیت ممکن است اقتصادهای وابسته به نفت را با چالش‌های عمده‌ای روبه‌رو کند. از سوی دیگر، پیش‌بینی می‌شود استفاده از نفت برای تولید برق افزایش یابد. رشد تقاضا برای برق به دلیل گسترش خودروهای برقی، می‌تواند بخشی از کاهش مصرف نفت در حمل‌ونقل را جبران کند. با این‌حال، نیاز به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و حرکت به سمت منابع انرژی پاک همچنان ضروری است. تحول به سمت خودروهای برقی و خودران همچنین می‌تواند پیامدهای اجتماعی و شغلی داشته باشد. کاهش نیاز به سوخت‌های فسیلی ممکن است باعث کاهش فرصت‌های شغلی در بخش‌های مرتبط با تولید، پالایش و توزیع سوخت شود. این امر ممکن است به بیکاری در این بخش‌ها منجر شود و نیاز به بازآموزی و انتقال نیروی کار به بخش‌های دیگر را افزایش دهد.

۴- فناوری، نرم‌افزار و الکترونیک

توسعهٔ AVs تأثیر قابل توجهی بر صنایع فناوری، نرم‌افزار و الکترونیک خواهد داشت و شرکت‌های فعال در این حوزه‌ها بیشترین منافع را از این تحول خواهند برد. به دلیل نیاز روزافزون به سیستم‌های پیشرفتهٔ نرم‌افزاری و هوش مصنوعی برای مدیریت AVs، شرکت‌های فناوری به بازیگران کلیدی در فرآیند تولید خودرو تبدیل خواهند شد. این شرکت‌ها از فروش نرم‌افزارها و ارائهٔ راه‌حل‌های اختصاصی برای ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی در خودروها، فرصت‌های سودآوری قابل‌توجهی به دست خواهند آورد. بر اساس مطالعات، انتظار می‌رود بازار فناوری نرم‌افزارهای مرتبط با AVs از ۶۸۰ میلیون دلار در سال به ۱۵/۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۴۰ افزایش یابد. این رشد نمایانگر اهمیت روزافزون فناوری‌های نرم‌افزاری در این حوزه است و تحولات عمیق در ساختار اقتصادی این صنعت را نشان می‌دهد. در این بین، صنایع مرتبط با الکترونیک نیز نقش مهمی در توسعهٔ سخت‌افزارهای مرتبط با AVs، مانند حسگرها، رادارها، و سیستم‌های پردازش داده‌های پیشرفته، ایفا خواهند کرد. از سوی دیگر، چالش‌هایی نیز وجود دارند. صنعت خودرو به دلیل حساسیت آن به قیمت و نوسانات اقتصادی، ماهیتی چرخه‌ای دارد، در حالی که شرکت‌های نرم‌افزاری و فناوری، عموماً با این میزان نوسان روبه‌رو نیستند. این موضوع می‌تواند شرکت‌های فناوری را به پذیرش ریسک‌های جدید در این بازار وادار کند.

پیاده‌سازی AVs همچنین فرصت‌های شغلی جدیدی را در حوزه‌های مرتبط با فناوری، تحلیل داده و مهندسی ایجاد خواهد کرد. نیاز به متخصصان در حوزه‌هایی مانند برنامه‌نویسی، مهندسی نرم‌افزار، تحلیل داده‌های کلان و مدیریت سیستم‌های هوشمند روزافزون خواهد بود. از سوی دیگر، مشاغلی که به رانندگی وابسته‌اند، ممکن است کاهش یابند، اما شرکت‌هایی مانند اوبر با سرمایه‌گذاری در برنامه‌های بازآموزی و ارتقای مهارت، به دنبال انتقال نیروی کار به بخش‌های جدید مرتبط با فناوری‌های AVs هستند. این فناوری‌ها همچنین فرصت‌های سودآوری را برای بخش‌های مخابرات، خدمات داده و رسانه‌های دیجیتال فراهم می‌کنند. افزایش حجم داده‌های تولیدشده توسط AVs نیاز به تحلیل و مدیریت این داده‌ها را افزایش خواهد داد و فرصت‌های جدیدی برای شرکت‌های فعال در زمینهٔ خدمات داده و فناوری اطلاعات ایجاد خواهد کرد. این تحول، همچنین به رشد صنایع مرتبط با هوش مصنوعی، اینترنت اشیا (IoT)، و تحلیل داده‌های کلان کمک خواهد کرد. در حوزهٔ الکترونیک، تقاضا برای تولید قطعاتی مانند دوربین‌های پیشرفته، حسگرهای لیدار، و واحدهای پردازش مرکزی (CPU) به‌شدت افزایش خواهد یافت. این فناوری‌ها برای عملکرد AVs حیاتی هستند و شرکت‌های الکترونیکی باید در تولید سخت‌افزارهای پیشرفته و کارآمد سرمایه‌گذاری کنند.

۵- بازار زمین و مسکن

AVs باعث تغییرات قابل توجهی در ارزش زمین می‌شوند. در مناطق مرکزی شهرها، افزایش تقاضا برای کاربری‌های اقتصادی و مسکونی، به واسطهٔ آزادسازی زمین‌های پارکینگ و تسهیل دسترسی، ارزش زمین را افزایش می‌دهد. در مقابل، مناطق حومه‌ای ممکن است با کاهش ارزش مواجه شوند، زیرا مزیت‌های دسترسی آسان به مرکز شهر، بخشی از جذابیت این مناطق را کاهش می‌دهد. در واقع، ورود AVs به توزیع نابرابر ارزش املاک در مناطق شهری دامن می‌زند. افزایش ارزش در مناطق مرکزی و کاهش آن در حاشیه، وابستگی ارزش املاک به موقعیت مکانی را بازتعریف می‌کند. در نتیجه، الگوهای جدیدی از تراکم جمعیت و استفاده از زمین شکل می‌گیرد. از سوی دیگر، حذف نیاز به پارکینگ‌های ساختاری هزینهٔ ساخت‌وساز را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد و زمین‌های آزادشده می‌توانند به پروژه‌های جدید مانند مسکن به‌صرفه اختصاص یابند. این امر نه‌تنها هزینهٔ کلی توسعه را کاهش می‌دهد، بلکه انعطاف‌پذیری بیشتری در طراحی شهرها ایجاد می‌کند. هم‌زمان، افزایش عرضهٔ زمین و کاهش هزینه‌های رفت‌وآمد شهری می‌تواند توان خرید مسکن را برای خانوارها بهبود بخشد. با کاهش فشار بر هزینه‌های حمل‌ونقل و مسکن، خانوارها می‌توانند بودجهٔ بیشتری برای مسکن باکیفیت بالاتر یا سایر نیازهای زندگی اختصاص دهند. آزادسازی زمین‌های پارکینگ و استفاده از آن‌ها برای فعالیت‌های اقتصادی، بهبود قابل توجهی در رقابت‌پذیری و نشاط اقتصادی مناطق مرکزی شهرها به دنبال دارد. این

تغییرات فرصت‌هایی برای رشد اقتصادی و افزایش اشتغال در مناطق شهری فراهم می‌کند. افزون بر آن، اتوماسیون خودروها می‌تواند به تغییر در توزیع جمعیت منجر شود. اتوماسیون حمل‌ونقل عمومی باعث جذب جمعیت به مناطق شهری می‌شود، در حالی که اتوماسیون خودروهای شخصی باعث مهاجرت جمعیت به حومه‌ها و مناطق غیرشهری می‌شود. در نتیجهٔ ترکیب این دو، جمعیت از شهرهای کوچک‌تر به مناطق شهری بزرگ‌تر نقل‌مکان می‌کند. این تغییرات در توزیع جمعیت می‌تواند بر بازار مسکن و زمین تأثیر گذارد.

۶- هتل‌ها و رستوران‌ها

AVs این قابلیت را دارند که به رستوران‌های متحرک تبدیل شوند. این خودروها می‌توانند خدمات غذاخوری در حال حرکت یا حتی ترکیب غذاخوری و گردش شهری را ارائه دهند. این تحول می‌تواند رستوران‌های ثابت را با چالش جدی مواجه کند، زیرا مشتریان ممکن است تجربهٔ نوآورانه و انعطاف‌پذیری بیشتری را ترجیح دهند. AVs می‌توانند به مسافران امکان دهند طی سفر استراحت کنند یا حتی شب را در خودرو بگذرانند. این تحول ممکن است بر هتل‌های واقع در مجاورت بزرگراه‌ها و جاده‌های بین‌شهری تأثیر منفی داشته باشد، زیرا مسافران دیگر نیازی به توقف برای اقامت شبانه ندارند. اگرچه هتل‌های بزرگراهی ممکن است کاهش تقاضا را تجربه کنند، اما هتل‌های لوکس و مراکز اقامتی واقع در مناطق توریستی یا شهری ممکن است تأثیر کمتری ببینند. این امر ناشی از تمایل مشتریان به تجربه‌های متمایز در مقاصد خاص است. کاهش استفاده از هتل‌ها و رستوران‌های جاده‌ای می‌تواند بر اقتصاد محلی این مناطق تأثیر منفی بگذارد. به همین‌دلیل، این کسب‌وکارها ممکن است به بازطراحی خدمات خود یا ایجاد همکاری با فناوری‌های جدید نیاز داشته باشند. ورود AVs به بازار می‌تواند رقابت و فرصت‌های جدیدی را در صنعت رستوران‌ها و هتل‌ها ایجاد کند. کسب‌وکارهایی که به‌سرعت با این تحولات سازگار شوند، شانس بیشتری برای رشد خواهند داشت. با این‌حال، تغییرات قابل توجهی در الگوهای مصرف، تقاضا و استفاده از زیرساخت‌های شهری و بین‌شهری ایجاد خواهد شد که نیازمند برنامه‌ریزی و نوآوری است.

۷- صنعت خودرو

۷ـ ۱. تغییر در طراحی و تولید خودرو

AVs و متصل موجب تغییرات گسترده‌ای در نحوهٔ طراحی و تولید خودروها خواهند شد. یکی از این تغییرات، کاهش سهم سخت‌افزار و افزایش سهم نرم‌افزار در ارزش خودروها است. در حال حاضر، سخت‌افزار ۹۰ درصد ارزش خودرو را تشکیل می‌دهد، اما در آینده، با پیشرفت AVs، نرم‌افزار می‌تواند تا ۴۰ درصد ارزش خودرو را به خود اختصاص دهد. این تغییر، بازار را به سمت تخصص‌گرایی بیشتر هدایت می‌کند و شرکت‌ها را به دو دسته تولیدکنندگان سخت‌افزار و ارائه‌دهندگان نرم‌افزار تقسیم می‌کند. همچنین، نرم‌افزارها برای کنترل سیستم انتقال قدرت، سیستم‌های سرگرمی و ویژگی‌های خودکار در یک سیستم‌عامل یکپارچه ترکیب خواهند شد. این موضوع فرصت جدیدی برای شرکت‌های فناوری مانند گوگل و اپل فراهم می‌کند تا این سیستم‌ها را به تولیدکنندگان سخت‌افزار بفروشند. علاوه بر این، طراحی خودروها به گونه‌ای تغییر خواهد کرد که افراد بتوانند در زمان سفر، فعالیت‌های دیگری نظیر کار، تفریح یا استراحت انجام دهند.

۷ـ ۲. تغییر در بازار فروش خودرو

استفادهٔ گسترده از AVs می‌تواند مسافت طی‌شدهٔ خودروها (Vehicle Miles Traveled -VMT) را به دلیل امکان استفادهٔ افراد مسن، کودکان و افراد دارای معلولیت افزایش دهد. این موضوع تقاضا برای خودروهای جدید را افزایش می‌دهد. با این‌حال، اگر خودروهای خودران اشتراکی (SAVs) به گزینه‌ای محبوب تبدیل شوند، ممکن است مالکیت شخصی خودروها کاهش یابد و بهره‌وری ناوگان افزایش پیدا کند. مدل‌های کسب‌وکار جدید نیز بر بازار فروش تأثیر خواهند گذاشت. شرکت‌های تولیدکنندهٔ خودروهای لوکس ممکن است محصولات خود را به عنوان تجربه‌های تفریحی بازاریابی کنند. به عنوان مثال، شرکت‌هایی مانند فراری و لامبورگینی ممکن است با سرمایه‌گذاری در پیست‌های مسابقه و طرح‌های «رانندگی برای سرگرمی» به جذب مشتری بپردازند. از سوی دیگر، خودروهای اشتراکی می‌توانند هزینه‌های استفاده از خودرو را کاهش دهند و بازار جدیدی برای شرکت‌های نوآور ایجاد کنند، اما چالش‌هایی نیز در این مسیر وجود دارد. یکی از این چالش‌ها، تضاد منافع بین دولت‌ها و شرکت‌های خودروسازی در ترویج خودروهای اشتراکی (SAVs) است. در حالی که این مدل می‌تواند ترافیک و مصرف انرژی را کاهش دهد، منافع شرکت‌های خودروسازی به فروش خودروهای شخصی وابسته است و این امر می‌تواند باعث مقاومت لابی‌های این صنعت در برابر سیاست‌های دولت‌ها شود.

۷ـ ۳. تأثیر بر صنایع مرتبط

صنایع مرتبط با خودروسازی نیز تحت‌تأثیر تغییرات ناشی از AVs قرار خواهند گرفت. صنایعی مانند پمپ‌بنزین‌ها، تعمیر و نگهداری خودرو، خرده‌فروشی خودرو و اجارهٔ خودرو ممکن است به دلیل کاهش مالکیت شخصی و افزایش بهره‌وری ناوگان خودروها، دچار رکود شوند. علاوه بر این، کاهش تقاضا برای خودروهای شخصی و بهینه‌سازی استفاده از خودروها می‌تواند به کاهش فرصت‌های شغلی در بخش‌هایی مانند تولید، فروش و خدمات مالی مرتبط با خودرو منجر شود. به‌ویژه شرکت‌های کوچک‌تر که توانایی رقابت با غول‌های فناوری و خودروسازی را ندارند، ممکن است از بازار حذف شوند.

۸- صنعت گردشگری

AVs با پیشرفت‌های فناورانه خود تأثیرات گسترده‌ای بر صنعت گردشگری خواهند داشت. این اثرات را می‌توان در حوزه‌های مختلف از جمله تسهیل گردشگری داخلی، افزایش ایمنی، تغییر در رفتار گردشگران، و توسعه مقاصد جدید مورد بررسی قرار داد.

۸ـ ۱. تسهیل گردشگری داخلی و کمک به رفع چالش‌های گردشگران بین‌المللی

معرفی AVs می‌تواند گردشگری داخلی را افزایش دهد و فرصت‌های جدیدی برای توسعهٔ مناطق روستایی فراهم کند. آزمایش فعلی این خودروها در محیط‌های فرودگاهی و حمل‌ونقل رایگان برای گردشگران، فناوری را در محیط‌های کنترل‌شده آزموده و عموم مردم را با نوآوری‌های آن آشنا می‌کند. AVs می‌توانند به غلبه بر موانع گردشگران بین‌المللی برای اجارهٔ خودرو در محیط‌های خارجی کمک کنند. خستگی ناشی از سفر، سوءتفاهم در مورد قوانین رانندگی جدید و تفاوت‌های فرهنگی از جمله مواردی هستند که این فناوری می‌تواند آن‌ها را کاهش دهد. در کشورهایی مانند نیوزیلند که تصادفات رانندگی با مشارکت گردشگران خارجی به دلیل خستگی یا ناآشنایی با قوانین رخ می‌دهد، استفاده از AVs می‌تواند به کاهش تلفات کمک کند. همچنین، اگر سازندگان AVs مسئولیت بیمه و خسارت‌ها را بپذیرند، این امر به جذابیت بیشتر برای گردشگران خارجی منجر خواهد شد.

۸ـ ۲. تجربهٔ AVs به عنوان جاذبهٔ گردشگری

در مراحل ابتدایی پذیرش اجتماعی، تجربهٔ سفر با AVs می‌تواند به‌خودی‌خود یک جاذبهٔ گردشگری محسوب شود. نسل‌های جوان‌تر که به دنبال تجربهٔ فناوری‌های جدید هستند، ممکن است به استفاده از این خودروها علاقه‌مند شوند. این امر می‌تواند به‌ویژه در شهرهای بزرگ با زیرساخت‌های پیشرفته جذاب باشد. با این‌حال، اولویت‌بندی سایت‌هایی که هزینهٔ خدمات پرداخت می‌کنند، می‌تواند به تجاری شدن بیش از حد مسیرها و نادیده گرفتن کسب‌وکارهای محلی منجر شود. این موضوع ممکن است واکنش منفی گردشگرانی را به دنبال داشته باشد که به دنبال تجربیات اصیل محلی هستند.

۸ـ ۳. تغییر در خدمات حمل‌ونقل شهری و دسترسی برای گردشگران

AVs می‌توانند سیستم‌های حمل‌ونقل شهری را با ارائهٔ خدمات ۲۴ساعته متحول کنند. این خدمات که ممکن است شامل تاکسی‌های درخواستی و

خودروهـای اجـاره‌ای لحظه‌ای باشـند، می‌توانند مشـکلات زبـان و فرهنگ را برای گردشـگران کاهـش دهنـد. همچنین، جایگزینی تورهای اتوبوسـی بـا AVs کوچک و شخصی‌سازی‌شـده می‌توانـد تجربـهٔ گردشـگری شـهری را ارتقـا دهـد. ایـن تحـول می‌توانـد مزایایـی ماننـد دسترسـی بهتـر بـرای مسـافران معلـول و کاهش تصادفات عابران پیاده را به همراه داشته باشد.

۸ـ ۴. تأثیر بر اقتصاد شبانه و گردشگری شبانه

اقتصـاد شـبانه کـه اغلـب بـا فعالیت‌هایـی ماننـد تفریحـات شـبانه و گردشـگری مرتبـط اسـت، نیـز از نوآوری‌هـای AVs تأثیـر خواهـد پذیرفـت. تورهـای شـبانه با AVs می‌تواننـد بـه دلیـل ایمنـی و کاهـش خطـر رانندگـی در حالـت مسـتی محبوب‌تـر شـوند. ایـن امـر همچنیـن ممکـن اسـت بـه افزایـش مصـرف خدمات شبانه مانند رستوران‌ها و کافه‌ها منجر شود.

AVs پتانسـیل تغییـرات عمـده‌ای در صنعـت گردشـگری را دارنـد. از افزایـش دسترسـی و ایمنـی گرفتـه تا تغییـر در رفتار گردشـگران و ایجاد مقاصد جدید، این فنـاوری می‌توانـد تجربـهٔ گردشـگری را متحـول کنـد. بـا این‌حـال، چالش‌هایـی ماننـد تجـاری شـدن بیـش از حد و تغییـرات غیرمنتظره در مسـیرهای گردشـگری نیازمند مدیریت هوشمندانه و سیاست‌گذاری مناسب هستند.

۹- تحلیل اثرات AVs بر ایجاد مشاغل نوظهور

AVs تأثیـر قابـل توجهـی بـر ظهور مشـاغل جدیـد خواهند داشـت. ایـن فناوری‌ها نیازمنـد مهارت‌هـای تخصصـی در حوزه‌هایـی ماننـد هـوش مصنوعـی، یادگیـری ماشـین، علم داده، مهندسـی نرم‌افزار، مهندسـی رباتیک و امنیت سـایبری هسـتند. عـلاوه بر این، توسـعهٔ زیرسـاخت‌های مرتبـط با ایـن خودروها، مانند ایسـتگاه‌های شـارژ برقـی و تولیـد سنسـورها و فناوری‌هـای ارتباطـی، مشـاغل متعـددی را در بخش‌هـای مختلـف ایجـاد می‌کنـد. بـازار کار جدیـد بـه طـور طبیعی به دو دسـته تقسـیم می‌شـود. برخـی از مشـاغل جدیـد در حوزه‌هایـی بـا تخصـص و درآمد بالا ایجـاد خواهنـد شـد، ماننـد طراحـان سیسـتم و تحلیلگـران داده. در سـوی دیگـر، مشـاغل کم‌مهارت‌تـر نیـز در زمینه‌هایـی مانند تولیـد تجهیزات، تعمیـر و نگهداری خودروهـا و نصـب فناوری‌هـای ارتباطـی ظهـور خواهنـد کرد کـه این مشـاغل به اندازهٔ نقش‌های تخصصی سودآور نخواهند بود.

نیـروی کار فعلـی بـرای انطباق بـا نیازهـای فناوری‌های جدیـد، نیازمنـد آموزش و بازآموزی گسـترده اسـت. بسـیاری از کارکنانی که بر اثر خودکارسـازی شـغل خود را از دسـت می‌دهنـد، ممکـن اسـت قـادر بـه پذیـرش نقش‌هـای تخصصـی جدید نباشـند. ایـن امر به‌ویـژه برای افـراد کم‌مهـارت چالش‌برانگیز اسـت و احتمال دارد کـه ایـن افـراد در مشـاغل کم‌درآمد باقـی بمانند یـا حتی از بـازار کار کنار گذاشـته شـوند. عـلاوه بـر ایجـاد مشـاغل، AVs زمینه‌سـاز توسـعهٔ کسـب‌وکارهای جدیـد خواهنـد بـود. فرصت‌هایـی ماننـد طراحـی داخلـی خودروهـای مجهـز بـه فضـای کاری، مناطـق اسـتراحت، یـا سـرگرمی‌های دیجیتـال، امـکان ظهـور مدل‌هـای کسـب‌وکار نوآورانـه‌ای را فراهـم می‌کنـد که به نیازهای مسـافران پاسـخ دهد. این امـر می‌توانـد بـه رشـد کارآفرینـی و ایجـاد فرصت‌هـای جدیـد در صنایـع مختلف منجـر شـود. پیش‌بینی می‌شـود کـه AVs و برقـی، در دههٔ آینده بیـش از ۱۰۰ هزار شـغل جدیـد صنعتـی ایجـاد کننـد. همچنیـن، در کشـوری ماننـد بریتانیـا ایـن فناوری‌هـا ممکـن اسـت تـا ۳۲۰ هـزار شـغل جدیـد ایجـاد کننـد. ایـن فرصت‌هـا شـامل مشـاغلی در تولیـد، طراحـی سیسـتم‌های نرم‌افـزاری، و مدیریـت داده‌هـا خواهند بود.

۱۰- مشاغل مرتبط با تعمیر و نگهداری خودرو

فنـاوری AVs تأثیـرات گسـترده‌ای بـر صنایـع مرتبـط با تعمیـر و نگهـداری خودرو خواهـد داشـت؛ تأثیراتـی که هـم جنبه‌های منفی و هـم فرصت‌های جدیـدی را در بـر می‌گیـرد. یکـی از پیامدهـای مسـتقیم ایـن فنـاوری، کاهـش شـدید در تعـداد تصادفـات اسـت. AVs بـا بهره‌گیـری از سنسـورهای پیشـرفته، سیسـتم‌های دیـد ۳۶۰ درجـه، و حـذف عوامل انسـانی نظیر رانندگی در حالت مسـتی یـا حواس‌پرتی، می‌تواننـد سـهم بـالای خطاهـای انسـانی (بیـش از ۹۰ درصـد علل تصادفـات) را کاهـش دهنـد. در نتیجـه، میـزان مراجعـه بـه تعمیرگاه‌ها بـرای تعمیرات ناشـی از تصـادف بـه طور محسوسـی کاهـش می‌یابـد و این امـر موجب افت درآمد بخشـی از تعمیرگاه‌هـای سـنتی می‌شـود کـه عمدتاً بـه تعمیرات بدنـه و مکانیکی ناشـی از تصادفـات وابسـته‌اند. ایـن کاهـش در تعـداد تصادفـات نه‌تنهـا تعمیرگاه‌هـا، بلکـه زنجیـرهٔ تأمیـن قطعـات یدکـی و مـواد اولیـه ماننـد فـولاد را نیـز تحت‌تأثیـر قـرار می‌دهـد. تقاضـا بـرای قطعـات بدنه، سـپر، شاسـی، و قطعـات مکانیکـی مرتبط با تصـادف کاهـش می‌یابـد کـه ایـن امـر ممکـن اسـت بـه کاهش حجـم تولیـد در کارخانه‌هـای تولیـد قطعـات و مـواد اولیـه منجـر شـود. پیامدهـای اقتصـادی این تغییرات در سطوح مختلف صنعتی و شغلی قابل مشاهده خواهد بود.

در مقابـل، افزایـش عمـر عملیاتـی AVs می‌توانـد تقاضای جدیـدی در بخش تعمیر و نگهـداری ایجـاد کنـد. بـا توجه بـه اینکـه AVS می‌توانند تا ۱۲ سـاعت یا بیشـتر در روز مـورد اسـتفاده قـرار گیرنـد، مجمـوع مسـافت‌های طـی شـده در مقایسـه با خودروهـای سـنتی افزایـش خواهـد یافـت. ایـن افزایش به معنـای رشـد در نیاز به خدمـات تعمیـرات روتیـن، از جملـه تعویـض روغـن، سـرویس ترمـز، چرخـش لاسـتیک، و نگهـداری سیسـتم‌های الکترونیکـی پیچیـده اسـت؛ بنابرایـن، فرصت‌هایـی بـرای گسـترش خدمـات تعمیـر و نگهـداری پیشـگیرانه و تخصصی فراهـم می‌شـود. هم‌زمـان بـا ایـن تغییـرات، امـکان شـکل‌گیری مدل‌هـای جدید کسـب‌وکار نیـز فراهـم خواهـد شـد. شـرکت‌های نوپـا و کارآفرینـان می‌تواننـد بـا ارائـهٔ خدمـات تخصصی تعمیر و نگهداری برای سیسـتم‌های هوشـمند، حسـگرها، نرم‌افزارهـای خـودران و سـامانه‌های ارتباطـی وارد ایـن بازار در حال تحول شـوند. ایـن نـوع خدمـات نیازمند نیروی انسـانی آموزش‌دیـده و تجهیزات فناورانه اسـت و می‌تواند بازار کار جدیدی را در حوزهٔ خدمات فناوری‌محور خودرو ایجاد کند.

در مقیـاس کلان، کاهـش تصادفـات و بـه تبـع آن، کاهـش هزینه‌هـای تعمیرات، بیمـه و مراقبت‌هـای بهداشـتی، بـه صرفه‌جویی‌هـای اقتصادی قابـل توجهی برای مصرف‌کننـدگان و نظـام سـلامت منجـر خواهـد شـد؛ برخـی برآوردها ایـن میزان صرفه‌جویـی را تـا ۱۸۰ میلیـارد دلار در سـال تخمیـن زده‌انـد. بـا این‌حـال، ایـن صرفه‌جویـی بـه معنـای کاهـش درآمد بـرای صنایعـی ماننـد تعمیرگاه‌هـا، خدمات اورژانسـی، و درمان‌هـای مرتبـط با تصـادف نیز هسـت. در نتیجـه، پیامدهای AVs بـر صنعـت تعمیـر و نگهداری ترکیبـی از فرصت و تهدید اسـت. بـرای بهره‌برداری بهینـه از ایـن تغییرات سـاختاری، ضروری اسـت کـه بازیگران این صنعـت از جمله صاحبـان تعمیرگاه‌هـا، شـرکت‌های قطعه‌سـازی و نیـروی انسـانی، بـا حرکـت به‌سـوی یادگیـری فناوری‌هـای نویـن، به‌روزرسـانی مهارت‌هـا، و تطبیـق بـا مدل‌های جدید خدمات، موقعیت خود را در بازار آینده حفظ و تقویت کنند.

۱۱- مشاغل حقوقی، قانونی

بـا کاهـش تصادفـات ناشـی از خطای انسـانی، تعـداد پرونده‌های حقوقـی مرتبط با تصادفـات وسـایل نقلیـه که ۳۵ درصـد از کل محاکمات مدنی را تشـکیل می‌دهند، کاهـش می‌یابـد. ایـن تغییر باعث خواهد شـد که بخشـی از درآمد وکلا کـه در این زمینـه فعالیـت دارنـد، کاهـش پیـدا کنـد و در نتیجـه آینـدهٔ شـغلی آن‌ها بـا چالش مواجـه شـود. همچنیـن، AVs بـه دلیـل برنامه‌ریـزی دقیـق بـرای رعایـت قوانیـن ترافیکـی، احتمـال وقـوع تخلفاتـی ماننـد سـرعت غیرمجـاز، پـارک غیرقانونـی، و رانندگـی در حالـت مسـتی را کاهـش می‌دهنـد. ایـن تغییر، نیـاز به حضور افسـران راهنمایی‌ورانندگـی بـرای کنتـرل و اجـرای این تخلفـات را به‌شـدت کاهش خواهد داد. بـه عـلاوه، جریمه‌هـای رانندگـی بخـش قابـل توجهـی از درآمـد دولت‌هـا به‌ویـژه در شـهرهای کوچـک اسـت. بـرای مثـال، در شـهرهایی ماننـد کامپـو که بخـش عمـده‌ای از بودجهٔ خـود را از جریمه و مصـادره تأمین می‌کننـد، کاهش این درآمدهـا می‌توانـد مشـکلات مالـی جـدی ایجـاد کنـد. در ادامـه، AVs می‌توانند با کارایـی بیشـتر و برنامه‌ریـزی دقیق‌تـر از خدمـات پارکینـگ اسـتفاده کننـد یا حتی در حـال حرکـت باقـی بمانند که بـه کاهش نیـاز به نگهبانـان پارکینـگ و خدمات بازرسـی پارکینـگ منجـر خواهـد شـد. ایـن امـر موجـب کاهـش مشـاغل در این بخش می‌شود.

کاهـش تخلفـات رانندگی و پارکینـگ غیرقانونی بـه معنای کاهـش منابع درآمدی بـرای نهادهـای اجـرای قانـون اسـت. در شـهرهایی ماننـد لنـدن و مانتیـن ویـو کالیفرنیـا، ایـن رونـد به طـور تدریجی مشـاهده شـده اسـت. اگرچه رعایت بیشـتر قوانیـن ترافیکـی بـرای جامعـه سـودمند اسـت، امـا کاهـش ایـن درآمدهـا بـرای

نهادهای دولتی ممکن است چالش‌هایی ایجاد کند و نیاز به بازنگری در مدل‌های تأمین بودجه داشته باشد. با کاهش تخلفات، نقش افسران راهنمایی‌ورانندگی ممکن است از نظارت بر تخلفات به سمت نظارت بر سیستم‌های خودکار، بررسی خطاهای نرم‌افزاری خودروها، یا رسیدگی به حوادث غیرمعمول تغییر کند. این امر نیازمند آموزش‌های جدید برای نیروهای پلیس خواهد بود. در نتیجه، AVs تأثیر گسترده‌ای بر کاهش مشاغل مرتبط با حقوقی، قانونی، و اجرای قانون خواهند داشت. با این‌حال، فرصت‌های جدیدی نیز ممکن است در زمینه‌های نظارت بر سیستم‌های هوشمند و مدیریت قوانین مرتبط با AVs ایجاد شود. دولت‌ها و نهادهای مربوطه نیاز دارند تا برای این تغییرات آماده شوند و راهکارهایی برای کاهش اثرات منفی و بهره‌برداری از فرصت‌های جدید ارائه دهند.

۱۲- مشاغل مرتبط با پزشکی و اورژانس

کاهش ۹۰ درصدی تصادفات، ناشی از حذف خطای انسانی، نیاز به جراحی‌های اضطراری را به‌شدت کاهش می‌دهد. این امر فشار کاری روی بیمارستان‌ها، به‌خصوص اتاق‌های اورژانس، را کاهش می‌دهد. همچنین، نیاز به خدمات پزشکی اورژانس (EMS) مانند آمبولانس‌ها و مداخلات سریع پزشکی به میزان قابل توجهی کم خواهد شد. این شامل کاهش نیاز به تکنسین‌های اورژانس و پرستاران اتاق عمل است. همچنین، فروشندگان و تأمین‌کنندگان تجهیزات اورژانسی مانند برانکاردها، داروهای فوری، و تجهیزات جراحی مرتبط با تصادفات نیز با کاهش تقاضا مواجه خواهند شد. هزینه‌های پزشکی مربوط به تصادفات (۲۳ میلیارد دلار در سال در ایالات متحده) بخشی از درآمد مهم بیمارستان‌ها و مراکز پزشکی است. کاهش تصادفات می‌تواند منجر به کاهش ۱ تا ۲ درصد درآمد کل بیمارستان‌ها شود که سهم کوچکی از بازار ۱ تریلیون دلاری صنعت پزشکی است. همچنین، کاهش نیاز به تجهیزات و خدمات خاص مرتبط با تصادفات مانند پروتز، جراحی‌های ترمیمی، و درمان‌های مراقبتی درازمدت، درآمد ارائه‌دهندگان این خدمات را کاهش می‌دهد. اگرچه کاهش تصادفات به واسطهٔ AVs از لحاظ مالی چالش‌هایی را برای صنعت پزشکی ایجاد می‌کند، این تغییر می‌تواند به تخصیص بهتر منابع، کاهش فشار روی زیرساخت‌های درمانی، و بهبود کیفیت خدمات منجر شود. این تغییرات همچنین نیازمند تطبیق بیمارستان‌ها و خدمات درمانی با نیازهای جدید جامعه خواهد بود.

۱۳- راه‌سازی، مهندسی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

- تحلیل اثرات AVs بر حوزه‌های مختلف راه‌سازی، مهندسی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل می‌توانند به دو دستهٔ اصلی تقسیم شود: اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت.

- اثرات بلندمدت

با افزایش کارایی جاده‌ها و بهینه‌سازی استفاده از آن‌ها، نیاز به گسترش زیرساخت‌های جدید کاهش می‌یابد. این امر مستقیم به کاهش تقاضا برای مشاغل مرتبط با ساخت‌وساز جاده‌ای، مهندسی راه‌سازی و برنامه‌ریزی و مدل‌سازی حمل‌ونقل منجر خواهد شد. همچنین، کاهش طول قوس‌های محدب و مقعر در طراحی جاده‌ها باعث کاهش عملیات خاک‌برداری و خاک‌ریزی می‌شود. این موضوع ضمن کاهش هزینه‌های ساخت‌وساز، مصرف منابع طبیعی و مصالح پرکننده را نیز به حداقل می‌رساند. در نتیجه، جاده‌های طراحی‌شده برای ناوگان AVs سبک‌تر، ارزان‌تر و با ردپای زیست‌محیطی کمتر خواهند بود.

- اثرات کوتاه‌مدت و میان‌مدت

برای سازگاری جاده‌ها با ناوگان AVs، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های هوشمند ضروری است. این شامل نصب سنسورها، علائم دیجیتال و تجهیزات ارتباطی می‌شود. این روند به ایجاد میلیون‌ها شغل در بخش‌های مرتبط با ساخت و نصب زیرساخت‌های هوشمند، مهندسی پیشرفته و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل هوشمند منجر خواهد شد. همچنین، ظهور فناوری‌های مرتبط با AVs بازارهای شغلی جدیدی را ایجاد خواهد کرد. این شامل توسعهٔ نرم‌افزارهای کنترل ترافیک، مدیریت داده‌های جاده‌ای و ناوگان حمل‌ونقل و نگهداری زیرساخت‌های دیجیتال است. همچنین، تقاضا برای بازآموزی نیروی کار سنتی به مهارت‌های دیجیتال افزایش خواهد یافت. به عنوان جمع‌بندی می‌توان گفت که در بلندمدت، کاهش نیاز به زیرساخت‌های حمل‌ونقل و پروژه‌های ساخت‌وساز به کاهش برخی مشاغل سنتی منجر می‌شود، اما این تغییر با کاهش هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی همراه خواهد بود. در کوتاه‌مدت، نیاز به زیرساخت‌های هوشمند و فناوری‌های جدید باعث ایجاد فرصت‌های شغلی گسترده و تحول در اقتصادهای وابسته به حمل‌ونقل می‌شود.

۱۴- صنعت بیمه

AVs اثرات چشمگیری بر صنعت بیمه خواهند داشت. با توجه به کاهش خطای انسانی به عنوان عامل اصلی تصادفات، انتظار می‌رود تعداد تصادفات رانندگی به میزان قابل توجهی کاهش یابد، به طوری که تخمین‌ها نشان می‌دهند کاهش تا ۸۰ درصد ممکن است. این کاهش تصادفات منجر به کاهش قابل ملاحظه‌ای در حق بیمه و درآمد شرکت‌های بیمه خواهد شد. برآوردها حاکی از آن است که صنعت بیمهٔ خودرو ممکن است تا ۶۰ درصد کوچک‌تر شود، به‌طوری که کاهش ۱۰۸ میلیارد دلاری در درآمد فعلی این صنعت پیش‌بینی شده است. با ظهور خودروهای کاملاً خودران، مسئولیت تصادفات از رانندگان به تولیدکنندگان خودرو منتقل خواهد شد. این تغییر، نیاز به بیمه‌نامه‌های شخصی را کاهش می‌دهد و به جای آن، بیمه‌نامه‌های شرکتی بزرگ برای تولیدکنندگان ایجاد خواهد شد. شرکت‌های بیمه برای حفظ سودآوری باید تمرکز خود را از سیاست‌های شخصی به بیمه‌نامه‌های جامع و گسترده برای شرکت‌های تولیدکننده خودرو معطوف کنند.

از سوی دیگر، مالکان خودرو همچنان به بیمه‌هایی برای پوشش ریسک‌های خاص مانند سرقت، خسارات ناشی از بلایای طبیعی و سایر حوادث غیرقابل‌پیش‌بینی نیاز خواهند داشت. با این‌حال، کاهش تعداد تصادفات به معنای کاهش نیاز به بیمه‌های مسئولیت شخصی است. شرکت‌های بیمه باید مدل‌های جدیدی طراحی کنند که ریسک‌های مرتبط با AVs، از جمله خطرات نرم‌افزاری، هک، و مسائل فنی را پوشش دهند. علی‌رغم کاهش تعداد تصادفات، هزینهٔ هر تصادف ممکن است به دلیل استفاده از فناوری‌های پیشرفته و پیچیده در AVs افزایش یابد. این موضوع موجب ایجاد عدم قطعیت در کاهش فوری و گسترده هزینه‌های بیمه خواهد شد. از این‌رو، پیش‌بینی اثرات بلندمدت این تغییرات دشوار است. پیاده‌سازی AVs همچنین اثرات اقتصادی و اجتماعی مثبتی خواهد داشت. کاهش تصادفات به کاهش هزینه‌های مراقبت‌های پزشکی، خدمات اضطراری و خسارات مالی منجر می‌شود. این تغییر نه تنها بار اقتصادی را برای افراد و بیمه‌گذاران کاهش می‌دهد، بلکه فشار بر سیستم‌های درمانی و خدمات عمومی را نیز کم می‌کند. با این‌حال، کاهش تصادفات و خسارت‌های می‌تواند باعث کاهش تقاضا برای برخی مشاغل مرتبط مانند ارزیابان بیمه، افسران پلیس و تکنسین‌های خودرو شود. این امر ممکن است تأثیرات اقتصادی منفی در برخی بخش‌ها ایجاد کند، اما فرصت‌های جدیدی نیز برای کسب‌وکارهای مرتبط با AVs و فناوری‌های نوظهور به وجود خواهد آمد. در نهایت، تغییرات در صنعت بیمه به سمت رقابت بیشتر میان شرکت‌ها برای کسب قراردادهای شرکتی منجر خواهد شد. شرکت‌های کوچک ممکن است در این بازار رقابتی نتوانند دوام بیاورند، در حالی که شرکت‌های بزرگ که توانایی ارائهٔ بیمه‌های جامع برای تولیدکنندگان خودرو را دارند، رشد خواهند کرد. این تحولات صنعت بیمه را مجبور به بازتعریف نقش خود در یک جهان متصل و هوشمند خواهد کرد.

۱۵- صنعت حمل‌ونقل و لجستیک

- تأثیر بر ظرفیت و کارایی حمل‌ونقل

با استفاده از AVs، شرکت‌های لجستیک می‌توانند محموله‌های بیشتری را با کارایی بالاتر ارسال کنند. این افزایش ظرفیت به واسطهٔ بهینه‌سازی مسیرها، هماهنگی بهتر بین وسایل نقلیه و حذف محدودیت‌های انسانی در زمان

رانندگی (مانند زمان استراحت رانندگان) حاصل می‌شود. همچنین، AVs می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای قطارها و اتوبوس‌ها در مسافت‌های طولانی عمل کنند و راهکاری راحت‌تر و کم‌مصرف‌تر برای حمل‌ونقل انبوه ارائه دهند. این تحول ممکن است ساختار تقاضا در صنعت حمل‌ونقل را تغییر دهد.

- تأثیر بر اقتصاد انرژی و محیط زیست

پیش‌بینی می‌شود که سفرهای باری به‌ویژه در حوزهٔ مواد اولیه مانند زغال‌سنگ و مواد شیمیایی افزایش یابد. این امر ممکن است مصرف انرژی و آلودگی هوا را افزایش دهد. از سوی دیگر، کاهش تصادفات ناشی از خطای انسانی می‌تواند آلودگی زیست‌محیطی ناشی از ترافیک و آسیب‌های مربوط به زیرساخت‌ها را کاهش دهد.

- تأثیر بر شرکت‌های حمل‌ونقل عمومی و زیرساخت‌ها

AVs به دلیل راحتی و انعطاف‌پذیری می‌توانند باعث کاهش تقاضا برای خدمات حمل‌ونقل عمومی و تاکسی شوند. این امر ممکن است درآمد این شرکت‌ها را کاهش داده و ساختار بازار حمل‌ونقل را تغییر دهد. همچنین، استفادهٔ گسترده از AVs می‌تواند نیاز به فضاهای پارکینگ را کاهش دهد و به صرفه‌جویی در زیرساخت‌های شهری منجر شود که تأثیر مستقیمی بر درآمد شرکت‌های مدیریت پارکینگ خواهد داشت.

- کاهش هزینه‌های عملیاتی

از بزرگ‌ترین مزایای وسایل نقلیهٔ خودران در صنعت حمل‌ونقل بار، حذف هزینه‌های مربوط به دستمزد رانندگان است. این کاهش هزینه می‌تواند سود اقتصادی سالانه‌ای بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلیارد دلار برای شرکت‌های حمل‌ونقل بار فراهم کند. شرکت‌ها می‌توانند این صرفه‌جویی را به بهبود زیرساخت‌ها یا کاهش قیمت خدمات منتقل کنند. همچنین، وسایل نقلیهٔ خودران با استفاده از فناوری‌های هوشمند و سیستم‌های بهینه‌سازی مسیر، مصرف سوخت را کاهش می‌دهند. این کاهش نه تنها هزینه‌های عملیاتی شرکت‌ها را کم می‌کند؛ بلکه به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز منجر می‌شود. AVs به دلیل قابلیت اشتراک‌گذاری و هماهنگی بهتر، نیاز به فضاهای بزرگ پارکینگ را کاهش می‌دهند. این امر باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوط به نگهداری و ایجاد فضاهای پارکینگ برای شرکت‌ها و نهادهای دولتی می‌شود. AVs می‌توانند با ارتباطات بین وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها، مسیرهای بهینه‌ای را انتخاب کنند و زمان تحویل را کاهش دهند. این امر می‌تواند به افزایش کارایی زنجیرهٔ تأمین و کاهش هزینه‌های مرتبط کمک کند. شرکت‌های لجستیکی که از AVs استفاده می‌کنند، می‌توانند با کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود زمان تحویل، خدمات رقابتی‌تری ارائه دهند. این امر به جذب بیشتر مشتریان منجر می‌شود.

- اثرات بر هزینه‌های عمومی

با کاهش تصادفات جاده‌ای به دلیل دقت بالای سیستم‌های خودران، هزینه‌های عمومی در زمینهٔ مراقبت‌های بهداشتی، خدمات پلیس و اضطراری به‌شدت کاهش می‌یابد. این کاهش بار مالی می‌تواند منابع بیشتری را برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها فراهم کند. همچنین، AVs می‌توانند با زیرساخت‌های هوشمند مانند چراغ‌های راهنمایی و جاده‌های متصل تعامل کنند. این امر نیاز به تعمیرات مکرر یا ارتقای جاده‌های قدیمی را کاهش می‌دهد و به صرفه‌جویی در بودجه‌های عمرانی کمک می‌کند. ترکیب وسایل نقلیهٔ خودران با سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی می‌تواند کارایی خدمات را افزایش دهد و از هزینه‌های عملیاتی بکاهد. به عنوان مثال، استفاده از شاتل‌های خودران برای مسافت‌های کوتاه یا «اول و آخرین مایل» می‌تواند جایگزین به‌صرفه‌ای برای اتوبوس‌های معمولی باشد. در کوتاه‌مدت، هزینه‌های بالای تحقیق‌وتوسعه مرتبط با وسایل نقلیهٔ خودران می‌تواند هزینه‌های سفر و حمل‌ونقل را افزایش دهد. همچنین، هزینه‌های تولید این خودروها برای خریداران اولیه زیاد است که ممکن است سرعت پذیرش این فناوری را کاهش دهد. در صورت عدم مدیریت مناسب خدمات اشتراک‌گذاری AVs، ممکن است این سیستم‌ها به رقیبی برای حمل‌ونقل عمومی تبدیل شوند. کاهش تقاضا برای حمل‌ونقل عمومی می‌تواند به افزایش هزینه‌های آن و کاهش پایداری منجر شود.

بنابراین، وسایل نقلیهٔ خودران می‌توانند با کاهش هزینه‌های عملیاتی و عمومی، تحولی مثبت در صنعت حمل‌ونقل و لجستیک ایجاد کنند. این فناوری‌ها به شرکت‌های حمل‌ونقل امکان می‌دهند خدمات خود را با کارایی و هزینه‌های کمتر ارائه دهند و در عین حال، از هزینه‌های عمومی مرتبط با تصادفات و زیرساخت‌ها بکاهند. با این‌حال، هزینه‌های اولیه بالا و نیاز به برنامه‌ریزی دقیق برای ادغام با سیستم‌های موجود، چالش‌هایی هستند که باید مدیریت شوند.

- هزینهٔ حمل‌ونقل مسافر

هزینهٔ مالی سفر را می‌توان با مصرف سوخت کمتر کاهش داد. مطالعات صرفه‌جویی در مصرف سوخت را برای AVs تا ۳۱ درصد گزارش می‌کنند. همچنین، گفته می‌شود که ۷۰ درصد هزینه‌های اتوبوس به دستمزد رانندگان مربوط می‌شود؛ بنابراین، از نظر تئوری، هزینه‌ها را می‌توان کاهش داد و سطح خدمات را با خدمات اتوبوس خودکار افزایش داد. خدمات حمل‌ونقل با هزینه کمتری به کاربران ارائه خواهد شد و AVs با کاهش هزینه‌های فناوری، هزینه‌های سفر در هر مایل را کاهش خواهند داد. انتظار می‌رود قیمت هر کیلومتر استفاده از وسایل نقلیهٔ خودران مشترک نه‌تنها کمتر از کرایه تاکسی باشد، بلکه منطقی‌تر از مالکیت خودروهای شخصی نیز باشد. بر اساس مدل نظری زاخارنکو (۲۰۱۶)، مهم‌ترین تأثیرات AVs کاهش هزینهٔ سفر است؛ زیرا فعالیت‌های تولیدی بیشتری می‌توانند جایگزین زمان صرف شده در رانندگی شوند. پذیرش گستردهٔ این فناوری می‌تواند به بهبود جریان ترافیک، استفادهٔ بهینه‌تر از زیرساخت‌های حمل‌ونقل، کاهش تصادفات، کاهش هزینه‌های سفر، و استفادهٔ بیشتر از خدمات اشتراک خودرو و سفر کمک کند. اجازه دادن به «راننده» برای انجام فعالیت‌های دیگر می‌تواند هزینه‌های کلی سفر را کاهش دهد. در مورد وسایل نقلیهٔ خودران مشترک، نتایج نشان می‌دهد این وسایل می‌توانند زمان انتظار بسیار کمتری (به طور متوسط، ۵ دقیقه) نسبت به زمان انتظار فعلی حمل‌ونقل عمومی ارائه دهند و همچنین، هزینه‌های سفر به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. این ویژگی تقاضا برای اشتراک سفر را افزایش داده و در نتیجه، هزینه‌های سفر به طور چشمگیری کاهش خواهد یافت.

فناوری‌های خودران می‌توانند به تاکسی‌های بدون راننده یا طرح‌های مشابه اشتراک خودرو کمک کنند که در آن هزینهٔ جبران زمان و مهارت رانندگان تاکسی حذف می‌شود. این امر می‌تواند تاکسی‌های بدون راننده را ارزان‌تر کند و مالکیت خودرو را کاهش دهد. همچنین، با افزایش استفاده از AVs و خدمات اشتراکی، هزینه‌های سفر کاهش می‌یابد که این امر ناشی از کاهش نیاز به مالکیت خودرو و بهبود کارایی سیستم‌های حمل‌ونقل است. ویژگی‌های پارکینگ خودکار (والتی) یا اتوپایلوت AVs نیز می‌توانند زمان یا هزینهٔ سفر را کاهش دهند؛ چرا که پس از پیاده کردن مسافر، مکان‌های پارکینگ ارزان یا رایگان را پیدا می‌کنند. این ویژگی نیاز به جست‌وجوی پارکینگ یا پرداخت هزینه‌های پارکینگ گران‌قیمت را از بین می‌برد. علاوه بر این، AVs می‌توانند هزینهٔ خدمات حمل‌ونقل بر اساس تقاضا، مانند سفرهای تاکسی، را با کاهش هزینه‌های عملیاتی نظیر دستمزد راننده و سوخت کاهش دهند. اتوماسیون وسایل نقلیه می‌تواند به کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل عمومی و افزایش تعداد سفرهای انجام‌شده با خودرو منجر شود. طبق مطالعات، این فناوری‌ها باعث بهبود بهره‌وری سوخت، کاهش تصادفات، کاهش هزینه‌های سفر، و ارائهٔ خدماتی به‌صرفه‌تر برای مسافران کم‌درآمد می‌شوند. مدل‌های اقتصادی نشان می‌دهند که اشتراک AVs می‌تواند تحرک را با هزینهٔ کمتر از خودروهای شخصی افزایش دهد. در نتیجه، فناوری خودران نه‌تنها هزینه‌های مستقیم سفر را کاهش می‌دهد، بلکه با بهینه‌سازی مصرف انرژی، حذف هزینهٔ رانندگان و کاهش نیاز به زیرساخت پارکینگ، صرفه‌جویی‌های قابل توجهی ایجاد می‌کند. این مزایا به افزایش تقاضای

سفر و بهبود دسترسی به خدمات حمل‌ونقل منجر می‌شود. در عین حال، کاهش هزینه‌ها به افراد و کسب‌وکارها کمک می‌کند تا بهره‌وری بیشتری از سیستم حمل‌ونقل داشته باشند.

- هزینهٔ حمل‌ونقل کالا

AVs می‌توانند سفرهای طولانی را بدون نیاز به رانندهٔ انسانی انجام دهند. این امر هزینهٔ نیروی کار را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد، زیرا نیازی به پرداخت دستمزد رانندگان یا فراهم کردن زمان استراحت برای آن‌ها وجود نخواهد داشت. علاوه بر این، کارکنان انبار می‌توانند در نقاط بارگیری و تخلیه به مدیریت محموله‌ها بپردازند و بارگیری یا تخلیه را انجام دهند که باعث افزایش بهره‌وری می‌شود. فناوری AVs می‌تواند مصرف سوخت را بهینه کند و در نتیجه، هزینهٔ سوخت را کاهش دهد. این موضوع به‌ویژه در صنعت حمل‌ونقل کامیونی قابل توجه است، زیرا خودروهای سنگین مقادیر زیادی سوخت مصرف می‌کنند. همچنین، AVs قادر هستند بدون نیاز به توقف‌های اضافی برای استراحت یا تغییر راننده، به طور پیوسته مسافت‌های طولانی را طی کنند. این امر باعث افزایش کارایی و صرفه‌جویی بیشتر در سوخت و زمان می‌شود. اتوماسیون می‌تواند هزینه‌های حمل بار را تا ۲۵ درصد کاهش دهد. این کاهش هزینه‌ها نه تنها به دلیل صرفه‌جویی در نیروی انسانی است، بلکه شامل مزایایی همچون کاهش تصادفات، بهبود جریان ترافیک و کاهش تعمیرات مرتبط با رانندگی غیربهینه نیز می‌شود. همچنین، AVs می‌توانند هزینهٔ حمل‌ونقل در مناطق دورافتاده را کاهش دهند و اختلاف هزینهٔ بین مناطق روستایی و شهری را از بین ببرند. پیش‌بینی می‌شود که با کاهش هزینه‌های حمل بار توسط کامیون‌ها (تا ۲۵ درصد)، استفاده از حمل‌ونقل ریلی تا ۴/۸ درصد کاهش یابد، زیرا کامیون‌ها انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به قطارها ارائه می‌دهند. در عین حال، ارزش جریان کامیون‌ها (به واحد تن ـ مایل) پیش‌بینی می‌شود ۱۱ درصد افزایش یابد که نشان‌دهندهٔ نقش پررنگ‌تر کامیون‌ها در صنعت حمل‌ونقل کالا در آینده است. حذف هزینه‌های رانندگی و صرفه‌جویی در زمان باعث می‌شود شرکت‌های تحویل و لجستیک هزینه‌های عملیاتی خود را کاهش دهند. این کاهش هزینه‌ها می‌تواند به شکل خدمات ارزان‌تر و محصولات به‌صرفه‌تر به مصرف‌کنندگان منتقل شود. علاوه بر این، کسب‌وکارهایی که به حمل‌ونقل وابسته هستند، می‌توانند خدمات خود را در مناطق بیشتری گسترش دهند، زیرا هزینه‌ها کاهش یافته و سودآوری افزایش می‌یابد. فناوری AVs می‌تواند فشار کاری رانندگان کامیون را کاهش دهد و سفرهای طولانی را برای آن‌ها آسان‌تر کند. همچنین، این فناوری یک روش نوآورانه برای حمل کالاها در سراسر جهان ارائه می‌دهد که می‌تواند در بلندمدت به بهبود بهره‌وری و کارایی سیستم‌های حمل‌ونقل منجر شود. به طور کلی، پذیرش AVs می‌تواند تأثیرات شگرفی بر کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل کالا داشته باشد. این فناوری از طریق کاهش هزینه‌های نیروی انسانی، افزایش صرفه‌جویی در سوخت، کاهش هزینه‌های حمل بار و بهبود جریان‌های حمل‌ونقل، باعث افزایش کارایی صنعت لجستیک خواهد شد. همچنین، کسب‌وکارها و مصرف‌کنندگان از کاهش هزینه‌ها و افزایش دسترسی به خدمات حمل‌ونقل بهره‌مند خواهند شد.

- از دست رفتن شغل رانندگان

معرفی AVs و تأثیر آن‌ها بر بازار کار، به‌ویژه در بخش حمل‌ونقل و مشاغل مرتبط با رانندگی، پیامدهای اجتماعی و اقتصادی مهمی به همراه خواهد داشت. این تغییرات ممکن است به‌تدریج و به طور اساسی ساختار بازار کار را تغییر دهند. از مهم‌ترین پیامدهای معرفی AVs، از بین رفتن مشاغل مرتبط با رانندگی است. برآوردها نشان می‌دهند تا سال ۲۰۳۵، ۷۵ درصد از فروش جهانی خودروهای سبک به AVs اختصاص خواهد یافت. این تغییر به کاهش قابل توجهی در مشاغل رانندگی منجر خواهد شد. در ایالات متحده، تخمین زده می‌شود که حدود ۴۷ درصد از مشاغل ممکن است در دو دههٔ آینده به دلیل اتوماسیون از بین بروند، و این بخش عمده‌ای از صنعت حمل‌ونقل و لجستیک را شامل می‌شود که به‌شدت به رانندگان حرفه‌ای وابسته است.

اتوماسیون و AVs نه تنها مشاغل رانندگی بلکه مشاغل پشتیبانی از رانندگان مانند تعمیرکاران خودرو، نگهبانان پارکینگ و اپراتورهای تاکسی‌متر را نیز تحت‌تأثیر قرار خواهند داد. این اختلالات می‌توانند موجب بیکاری و از دست رفتن فرصت‌های شغلی در بخش‌های مختلف شوند. این امر به‌ویژه در مناطقی که وابستگی زیادی به مشاغل رانندگی دارند، مانند مناطق روستایی، می‌تواند به تشدید نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی منجر شود. اگرچه بسیاری از مشاغل در بخش حمل‌ونقل به‌ویژه مشاغل رانندگی از بین خواهند رفت، با معرفی AVs، شغل‌های جدیدی در حوزهٔ فناوری، مهندسی نرم‌افزار و خدمات مرتبط با AVs ایجاد خواهد شد. رانندگان کامیون ممکن است مجبور شوند نقش‌های فنی‌تری به عهده بگیرند که نیازمند آموزش‌های جدید خواهد بود. این تغییرات ممکن است به افزایش درآمد و بهبود شرایط کاری برخی از رانندگان منجر شود. از دست دادن مشاغل رانندگی و وابستگی به فناوری‌های جدید ممکن است به کاهش فرصت‌های شغلی در برخی مناطق، به‌ویژه در بخش حمل‌ونقل و لجستیک منجر شود. این امر می‌تواند باعث ایجاد مشکلات اقتصادی برای افرادی شود که به مشاغل رانندگی وابسته هستند. همچنین، بسیاری از مشاغل دستی و کم‌مهارت که به‌راحتی خودکار می‌شوند، مانند مکانیک‌ها و رانندگان تاکسی، با تهدید جدی مواجه خواهند شد.

برای مقابله با این پیامدها، نیاز به برنامه‌ریزی‌های اجتماعی و اقتصادی جدید وجود دارد. به‌ویژه در مناطقی که بازار کار به‌شدت به مشاغل رانندگی وابسته است، راه‌حل‌هایی همچون برنامه‌های آموزشی و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید باید مد نظر قرار گیرد. در غیر این‌صورت، انتقال به بازار کار جدید می‌تواند مشکلاتی جدی را برای این جوامع ایجاد کند. از دست رفتن میلیون‌ها شغل در بخش‌های مختلف حمل‌ونقل می‌تواند بر اقتصادهای محلی تأثیرات منفی گسترده‌ای بگذارد. این تغییرات ممکن است به کاهش تقاضا برای کالاها و خدمات در صنایع دیگر منجر شود. علاوه بر این، تأثیرات اجتماعی و اقتصادی این تغییرات می‌تواند نابرابری‌های موجود را تشدید کند و نیاز به سازگاری در سیاست‌های بازار کار و آموزش حرفه‌ای را بیشتر کند. در حالی که رانندگان از فناوری‌های جدید بهره‌برداری می‌کنند، نگرانی‌هایی در مورد آسیب‌های احتمالی به معیشت آن‌ها وجود دارد. بسیاری از رانندگان معتقدند که اتوماسیون و جایگزینی رانندگان با ماشین‌ها تهدیدی برای آیندهٔ شغلی آن‌ها است، اما در عین حال برخی دیگر معتقدند که این تغییرات می‌توانند به یک فرایند تدریجی تبدیل شوند که در آن رانندگان همچنان نقش‌های جدید و تخصصی‌تری پیدا می‌کنند.

اتوماسیون و ظهور AVs می‌تواند به طور عمده‌ای ساختار بازار کار در بخش حمل‌ونقل را تغییر دهد. این تغییرات می‌تواند به از دست رفتن مشاغل رانندگی و ایجاد مشکلات اقتصادی در برخی از مناطق منجر شود. با این‌حال، این تغییرات همچنین فرصت‌هایی برای ایجاد شغل‌های جدید در زمینهٔ فناوری و خدمات مرتبط با AVs فراهم خواهد آورد. برای مدیریت این انتقال، نیاز به برنامه‌ریزی و سیاست‌های حمایتی جهت آموزش مجدد کارگران و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید وجود دارد.

جدول ۵. کدها و مقوله‌های مرتبط با اثرات اقتصادی

کدهای باز اولیه (مفاهیم)	شماره مقاله	فراوانی	مقولهٔ فرعی	مقولهٔ اصلی
ظرفیت و کارایی حمل‌ونقل	۷۸ و ۱۹	۴	صنعت حمل‌ونقل و لجستیک	اشتغال
شرکت‌های حمل‌ونقل عمومی و زیرساخت‌ها	۷۸ و ۱۹ و ۱۰ و ۳	۴		
اقتصاد انرژی و محیط زیست	۵۹	۱		
هزینه‌های عمومی و عملیاتی	۷۸ و ۷۷ و ۷۰ و ۶۶ و ۶۰ و ۵۵ و ۵۰ و ۴۹ و ۴۸ و ۳۹ و ۶۹ و ۴۶ و ۱۶ و ۷	۲۱		
هزینهٔ حمل‌ونقل مسافر	۷۸ و ۷۷ و ۷۴ و ۷۳ و ۷۲ و ۷۰ و ۶۴ و ۶۰ و ۵۸ و ۵۷ و ۵۵ و ۵۴ و ۵۰ و ۳۹ و ۱۰۹ و ۷۶ و ۳۱ و ۲۷ و ۲۴ و ۲۳ و ۱۵ و ۱۲ و ۱۱ و ۸ و ۶ و ۵ و ۴ و ۳ و ۲ و ۱	۵۷		
هزینهٔ حمل‌ونقل کالا	۶۹ و ۶۱ و ۵۹ و ۵۵ و ۸	۵		
از دست رفتن شغل رانندگان	۷۸ و ۷۷ و ۷۴ و ۷۳ و ۷۱ و ۶۴ و ۶۳ و ۶۱ و ۶۰ و ۵۹ و ۵۵ و ۵۲ و ۵۱ و ۵۰ و ۴۵ و ۴۳ و ۴۱ و ۳۹ و ۳۷ و ۳۶ و ۳۳ و ۳۵ و ۲۹ و ۱۹ و ۹ و ۴ و ۳	۲۲		
تقاضای بیشتر برای رسانه‌های بصری و دیجیتال	۷۸	۱	رسانهٔ دیجیتال	
افزایش زمان تعامل با رسانه‌های بصری و دیجیتال		۱		
تغییر رفتار مصرف‌کنندگان رسانه (تغییر از صوت به تصویر)		۱		
کاهش سهم رادیو و موسیقی ضبط‌شده		۱		
تأثیر بر تجارت الکترونیک (افزایش خرید آنلاین)		۱		
توسعهٔ پلتفرم‌های سفارشی		۱		
ایجاد ارزش افزوده برای صنعت سرگرمی	۷۸	۱	تبلیغات و سرگرمی	
افزایش تعامل با تبلیغات	۵۵	۱		
تحول در مدل‌های درآمدی تبلیغات		۱		
فرصت‌های جدید برای برندهای سرگرمی		۱		
کاهش تقاضای سوخت فسیلی و کاهش درآمد	۷۸	۶	نفت و گاز	
کاهش تولید و صادرات نفت و گاز	۷۸	۱		
افزایش استفاده از نفت برای تولید برق	۶۵	۱		
کاهش نیاز به نیروی کار در بخش‌های مرتبط با تولید، پالایش و توزیع سوخت	۵۱	۱		
ایجاد فرصت‌های سودآوری بزرگی برای شرکت‌های فناوری و نرم‌افزار	۷۸ و ۷۳ و ۴۷ و ۲۹	۵	فناوری، نرم‌افزار و الکترونیک	
رشد فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، اینترنت اشیا (IoT)، و تحلیل داده‌های کلان	۷۸	۱		
توسعهٔ سخت‌افزارهای مرتبط با AVs، مانند حسگرها، رادارها، و سیستم‌های پردازش داده‌های پیشرفته	۷۸	۱		
پذیرش ریسک‌های جدید برای شرکت‌های فناوری در این بازار	۷۸	۱		
ایجاد فرصت‌های شغلی جدیدی در حوزه‌های مرتبط با فناوری، تحلیل داده، و مهندسی	۷۱ و ۵۲ و ۳۹ و ۳۵	۵		
تأثیر بر ارزش زمین و توزیع ارزش املاک	۷۴ و ۷۳ و ۳۹ و ۳۲	۵	بازار زمین و مسکن	
تأثیر بر ساختار و هزینه‌های توسعه مسکن	۷۸ و ۶۰	۳		
افزایش قابلیت خرید مسکن	۶۷	۱		
ارتقای رقابت‌پذیری اقتصادی مناطق شهری	۶۰	۱		
تغییرات جمعیتی	۱۳	۱		

کدهای باز اولیه (مفاهیم)	شماره مقاله	فراوانی	مقولهٔ فرعی	مقولهٔ اصلی
AVs به عنوان رستوران‌های متحرک و ترکیب خدمات	۴	۱	بازار هتل‌ها و رستوران‌ها	اشتغال
AVs به عنوان «متل‌های متحرک»	۴ و ۷۴	۲		
تغییر در طراحی و تولید خودرو	۷۸ و ۶۹	۷	صنعت خودرو	
تغییر در بازار فروش خودرو	۷۸ و ۷۴ و ۷۱ و ۳	۷		
تأثیر بر صنایع مرتبط	۳ و ۴۷ و ۵۵ و ۷۸	۴		
تضاد منافع بین دولت‌ها و شرکت‌های خودروسازی در ترویج خودروهای اشتراکی (SAVs) است.	۴	۲		
تسهیل گردشگری داخلی و دسترسی به مناطق دورافتاده	۶۹ و ۴	۲	صنعت گردشگری	
کمک به رفع چالش‌های گردشگران بین‌المللی	۴	۱		
تجربه AVs به عنوان جاذبه گردشگری	۴	۳		
تغییر در ساختار سفرهای شهری و بین‌شهری	۴	۱		
تغییر در خدمات حمل‌ونقل شهری و دسترسی برای گردشگران	۴	۲		
تأثیر بر اقتصاد شبانه و گردشگری شبانه	۴	۲		
ایجاد مشاغل جدید در زمینه‌های نوظهور فناوری	۷۸ و ۷۳ و ۷۰ و ۵۵ و ۵۱ و ۵۰ و ۳۷ و ۱۹ و ۱۰ و ۹ و ۳	۲۸	مشاغل نوظهور	
کاهش تصادفات و تأثیر بر تعمیرگاه‌ها	۷۸ و ۷۴ و ۷۱ و ۵۲ و ۴۷ و ۳۹ و ۳	۱۱	مشاغل مرتبط با تعمیر و نگهداری خودرو	
تأثیر بر زنجیرهٔ تأمین قطعات خودرو	۷۸	۱		
افزایش مسافت طی‌شده و فرصت‌های جدید تعمیر و نگهداری	۷۸	۱		
ظهور مدل‌های کسب‌وکار جدید	۵۵	۱		
تأثیرات اقتصادی گسترده‌تر	۷۸	۱		
کاهش تقاضا برای وکلا و پرونده‌های حقوقی	۷۸	۲	مشاغل حقوقی و قانونی	
کاهش نیاز به پلیس راهنمایی‌ورانندگی	۷۸ و ۷۱ و ۵۲ و ۵۰ و ۵	۵		
کاهش درآمد دولت‌ها از جریمه‌های رانندگی	۷۸	۱		
کاهش نیاز به خدمات پارکینگ و بازرسی مرتبط	۷۸	۱		
تأثیر بر درآمد اجرای قانون	۷۸ و ۷۱	۲		
تغییرات احتمالی در ساختار شغلی پلیس	۷۸	۱		
کاهش نیاز به خدمات پزشکی و اورژانس	۷۸ و ۷۳ و ۵۰ و ۳	۴	مشاغل مرتبط با پزشکی و اورژانس	
اثرات اقتصادی بر بخش پزشکی	۷۸ و ۷۳ و ۵۵	۴		
تغییر در تخصیص منابع بیمارستانی	۷۳	۱		
اثرات منفی برای مشاغل مرتبط با پزشکی و اورژانس	۷۸	۲		
کاهش نیاز به زیرساخت‌های حمل‌ونقل و مشاغل مرتبط با آن	۷۸ و ۳	۲	راه‌سازی، مهندسی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل	
صرفه‌جویی اقتصادی و زیست‌محیطی	۷۸	۲		
افزایش نیاز به زیرساخت‌های هوشمند و مشاغل مرتبط با آن	۳	۱		
ایجاد فرصت‌های شغلی جدید	۳	۱		
کاهش تصادفات و اثر بر درآمد بیمه	۷۸ و ۷۵ و ۷۱ و ۶۰ و ۵۶ و ۵۲ و ۵۰ و ۴۷ و ۹ و ۳ و ۵۵	۱۶	صنعت بیمه	
انتقال مسئولیت از راننده به تولیدکننده	۷۸	۱		
تغییرات در نوع بیمه‌ها و حق بیمه	۷۸	۲		
بازنگری در مدل‌های کسب‌وکار شرکت‌های بیمه	۷۸ و ۵۵	۲		
رقابت در بازار بیمه	۷۸	۱		

بحث و نتیجه‌گیری

فناوری AVs به‌عنوان یکی از نمادهای تحول دیجیتال در عرصهٔ حمل‌ونقل شهری، واجد پیامدهایی چندلایه و میان‌رشته‌ای است که فقط در سطح فنی یا مهندسی قابل فهم نیست. تحلیل مرور نظام‌مند ادبیات این پژوهش نشان داد اثرات این فناوری در سه بُعد اصلی اشتغال، بهره‌وری زمان، و ارزش زمان سفر قابل‌تحلیل است؛ اما درک جامع این اثرات نیازمند بازخوانی مفهومی‌تری از نسبت میان انسان، فناوری و ساختارهای نهادی است. در بُعد اشتغال، یافته‌ها حاکی از آن است که ورود AVs می‌تواند موجب دگرگونی اساسی در ساختار بازار کار شهری شود. از یک‌سو، حذف تدریجی مشاغل با مهارت پایین و تکراری (نظیر رانندگی حرفه‌ای) پیامدهای نابرابری‌زا در سطح اقتصادی و اجتماعی به همراه دارد. از سوی دیگر، ظهور مشاغل نوظهور فناورانه در حوزه‌هایی همچون هوش مصنوعی، تحلیل داده، امنیت سایبری و طراحی سامانه‌های انسانی - ماشینی، فرصت‌هایی تازه برای بازآرایی نظام اشتغال فراهم می‌سازد. این تحولات تأییدکننده الگوی «جابه‌جایی ساختاری شغل» هستند، اما آنچه در ادبیات کمتر به آن پرداخته شده، نقش میانجی سیاست‌گذاری عمومی و نظام آموزش در چگونگی تبدیل تهدیدها به فرصت‌هاست. در واقع، بدون مداخلهٔ فعال نهادهای آموزشی و حمایتی، فناوری به‌جای توانمندسازی، محروم‌سازی تولید خواهد کرد. نکتهٔ کلیدی آن است که تأثیر نهایی AVs بر اشتغال، وابسته به عوامل متعددی از جمله سرعت پذیرش فناوری، سطح حمایت سیاست‌گذارانه، توانمندی نظام آموزشی در تطبیق با مهارت‌های جدید و میزان نابرابری دسترسی به فناوری خواهد بود؛ بنابراین، سیاست‌گذاری فعال در حوزهٔ آموزش مهارت‌های نو، بازآموزی نیروی کار و طراحی برنامه‌های حمایتی، نقشی اساسی در تعدیل اثرات منفی و بهره‌برداری از فرصت‌های شغلی این فناوری ایفا می‌کند.

در بُعد بهره‌وری زمان سفر، تحلیل‌های نظری و شواهد تجربی نشان می‌دهند AVs ظرفیت آن را دارند که زمان سفر را از یک عنصر «هزینه‌بر» به یک عنصر «فرصت‌ساز» تبدیل کنند. این بازتعریف از زمان سفر، تنها یک بهبود در تجربه سفر فردی نیست، بلکه واجد تبعات کلان برای اقتصاد شهری، برنامه‌ریزی مسکن، و الگوی فعالیت‌های روزانه است. امکان استفاده از زمان سفر برای انجام فعالیت‌های کاری، آموزشی یا تفریحی، می‌تواند نحوهٔ سازماندهی زندگی روزمره و حتی مفهوم فاصلهٔ مکانی را دگرگون سازد. با این‌حال، بهره‌وری زمان سفر برای تمام کاربران یکسان نیست؛ عوامل فردی نظیر سلامت جسمی (بیماری حرکت)، نگرش به فناوری، و دسترسی به زیرساخت دیجیتال، بر میزان بهره‌مندی تأثیرگذار است. این مسئله نشان می‌دهد بهره‌وری زمانی در AVs مفهومی نسبی و بافت‌محور است و نمی‌توان آن را به‌صورت همگن تحلیل کرد. در بُعد ارزش زمان سفر، شواهد حاکی از آن است که AVs موجب تغییر در برداشت افراد از ارزش زمانی می‌شوند. زمانی که مسافر، دیگر درگیر رانندگی نیست و می‌تواند هنگام سفر به کار یا استراحت بپردازد، تمایل او برای صرف هزینه در ازای کاهش مدت سفر ممکن است کاهش یابد. این دگرگونی در الگوهای رفتاری، پیامدهایی برای تحلیل‌های اقتصادی، مدل‌سازی حمل‌ونقل، و سیاست‌های قیمت‌گذاری (نظیر عوارض تردد یا ارزش‌گذاری پروژه‌های زیرساختی) خواهد داشت. به بیان دیگر، AVs ما را وادار می‌سازند تا مفاهیمی همچون «زمان مفید»، «رفاه سفر»، و «کارایی حمل‌ونقل» را بازتعریف کنیم.

تحلیل تلفیقی سه حوزهٔ اصلی این پژوهش نشان می‌دهد فناوری خودروهای خودران نه فقط یک نوآوری فنی، بلکه تجسم یک پارادایم نوین در بازتعریف روابط میان فضا، زمان و انسان در محیط شهری است. این نتیجه با مفروضات نظریهٔ «نوآوری‌های مخرب» هم‌راستاست؛ به این معنا که AVs، حتی در شرایط وجود محدودیت‌های عملکردی و پذیرشی اولیه، واجد ظرفیت بازآرایی بنیادین نظام‌های حمل‌ونقل، ساختارهای بازار و الگوهای مصرف شهری‌اند. از منظر «نظریهٔ انتشار نوآوری» و «مدل پذیرش فناوری»، یافته‌ها تأیید می‌کنند که متغیرهایی همچون مزیت نسبی، سازگاری نهادی و فرهنگی، ادراک سودمندی و سهولت استفاده، نقش تعیین‌کننده‌ای در شتاب یا کندی فرآیند پذیرش دارند، در حالی که موانع نهادی و اجتماعی می‌توانند این روند را تعدیل یا به تعویق اندازند. در بعد اقتصادی ـ اجتماعی، شواهد حاکی از همخوانی با نظریه «تغییر ساختاری مبتنی بر مهارت» و چارچوب «جابه‌جایی شغلی ناشی از فناوری» است، به‌گونه‌ای که پیامدهای AVs بر بازار کار، حذف تدریجی مشاغل تکراری و افزایش تقاضا برای مهارت‌های تخصصی را برجسته می‌سازد و مداخلات سیاستی در حوزه بازآموزی و ارتقای مهارت را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. همچنین، در پرتو «اقتصاد زمان» و «نظریهٔ بهره‌وری زمان سفر»، نتایج بیانگر آن است که AVs می‌توانند ارزش‌گذاری زمان سفر و الگوهای استفاده از آن را به نحو چشمگیری دگرگون سازند و پیامدهای مستقیمی بر رفاه و کیفیت زندگی شهری بر جا گذارند. این همبستگی نظام‌مند میان یافته‌های تجربی و چارچوب‌های نظری، نه‌تنها بنیان مفهومی مطالعه را تقویت می‌کند، بلکه افق‌های جدیدی را برای پژوهش‌های آتی در جهت توسعه مدل‌های بین‌رشته‌ای، زمینه‌محور و سازگار با پیچیدگی و عدم قطعیت در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری ترسیم می‌کند.

بر این اساس، مسیر توسعهٔ مطالعات آتی باید در سه محور اصلی دنبال شود: ۱) گسترش تحقیقات تطبیقی بین‌المللی برای بررسی نقش زمینه‌های فرهنگی و نهادی در پذیرش و انتشار AVs، ۲) توسعهٔ مدل‌های یکپارچه که هم‌زمان اثرات فنی، اقتصادی و اجتماعی AVs را شبیه‌سازی کنند و ۳) طراحی چارچوب‌های سیاست‌گذاری تطبیقی و یادگیرنده که بتوانند با عدم قطعیت‌های ذاتی این فناوری مواجه شوند. چنین رویکردی، علاوه بر تقویت بنیان نظری، امکان ارائهٔ توصیه‌های سیاستی کارآمد و متناسب با شرایط متغیر آینده را فراهم خواهد ساخت.

پیشنهادهای سیاستی

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد پیامدهای فناوری AVs محدود به ساحت فنی یا حمل‌ونقل نبوده، بلکه ابعاد گسترده‌ای از ساختارهای اجتماعی، اقتصادی، شغلی و فضایی را در بر می‌گیرد. برای مواجههٔ فعال با این پیامدها و بهره‌برداری حداکثری از فرصت‌های نوظهور، لازم است که سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و نهادهای دولتی رویکردی جامع، آینده‌نگر و تطبیقی اتخاذ کنند. در این راستا، مجموعه‌ای از پیشنهادهای سیاستی بر اساس تحلیل ابعاد مختلف تحقیق ارائه می‌شود تا به عنوان چارچوبی اولیه برای تدوین برنامه‌های اجرایی در سطح ملی و شهری مورد استفاده قرار گیرد.

۱. بازطراحی نظام آموزش و مهارت‌آموزی

با توجه به تحولاتی که فناوری AVs در ساختار اشتغال ایجاد می‌کند، بازنگری در برنامه‌های آموزشی کشور امری ضروری است. نظام آموزش عالی و فنی و حرفه‌ای باید تمرکز خود را بر توسعهٔ مهارت‌های آینده‌نگر همچون تحلیل داده، هوش مصنوعی، امنیت سایبری و نگهداری زیرساخت‌های هوشمند معطوف کند. این بازطراحی نه‌تنها برای نیروی کار در معرض حذف، بلکه برای تربیت نیروهای متخصص در مشاغل نوظهور نیز ضرورت دارد.

۲. حمایت از گذار عادلانهٔ شغلی

ورود فناوری‌های خودکار، بدون حمایت از اقشار آسیب‌پذیر، می‌تواند به نابرابری‌های گسترده منجر شود. پیشنهاد می‌شود که دولت با راه‌اندازی صندوق‌های جبرانی و برنامه‌های انتقال شغلی، از افرادی که در اثر این تحول شغل خود را از دست می‌دهند حمایت کند. این رویکرد با ادبیات «گذار عادلانه» (Just Transition) در سیاست‌گذاری فناوری هم‌راستا است و از بروز تنش‌های اجتماعی جلوگیری می‌کند.

۳. ارتقای زیرساخت‌های دیجیتال شهری

برای تحقق کارکردهای مطلوب AVS، شهرها نیازمند شبکهٔ ارتباطی پایدار، سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل، و پوشش اینترنت پرسرعت هستند؛ لذا، شهرداری‌ها و وزارت ارتباطات باید در قالب برنامه‌هایی همچون «شهر

هوشمند» به توسعه و نوسازی زیرساخت‌های دیجیتال اولویت دهند. بدون زیرساخت‌های فناورانه، نه بهره‌وری زمانی محقق خواهد شد و نه امنیت سفرهای خودکار تضمین می‌شود.

۴. بازنگری در چارچوب‌های حقوقی و قانونی

کارکرد ایمن و عادلانهٔ AVS در گرو تدوین قوانین جدیدی است که موضوعاتی چون مسئولیت در تصادف، حفاظت از داده‌های کاربران، بیمهٔ خودروهای خودکار و تداخل با قوانین راهنمایی‌ورانندگی را پوشش دهد. سیاست‌گذاران باید با مشارکت حقوق‌دانان فناوری، نهادهای ناظر، و متخصصان اخلاق، چارچوبی جامع و به‌روز برای این فناوری تدوین کنند.

۵. بازمهندسی سیاست‌های حمل‌ونقل و قیمت‌گذاری

با دگرگونی ارزش زمان سفر، مدل‌های سنتی قیمت‌گذاری (عوارض، مالیات سوخت، تعرفه‌های ثابت) ناکارآمد می‌شوند. پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران از الگوهای قیمت‌گذاری پویا مبتنی بر تقاضا، زمان، و مسافت استفاده کنند تا کارایی اقتصادی سیستم حمل‌ونقل حفظ شود و رفتار سفر کاربران نیز مدیریت شود.

۶. تقویت اعتماد عمومی و مشارکت شهروندان

پذیرش اجتماعی فناوری‌های نو به‌شدت به سطح اعتماد عمومی وابسته است. دولت‌ها باید از طریق برنامه‌های آموزشی، آزمایش‌های میدانی، و شفاف‌سازی دربارهٔ عملکرد و مخاطرات AVS، شهروندان را در فرایند پذیرش مشارکت دهند. هرگونه اجبار یا غفلت از ملاحظات روانی ـ فرهنگی می‌تواند به مقاومت عمومی منجر شود.

۷. طراحی سناریوهای تطبیقی برای آیندهٔ شهری

ورود AVS تنها یک تغییر فناورانه نیست، بلکه موجب تحول در الگوی سکونت، تقاضای پارکینگ، و استفاده از فضاهای شهری می‌شود؛ لذا ضروری است که نهادهای برنامه‌ریزی شهری، سناریوهای متفاوتی را برای آینده طراحی و سیاست‌گذاری‌های فضایی را به‌گونه‌ای بازتنظیم کنند که آمادگی تطبیق با سناریوهای مختلف را داشته باشند.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در تمامی مراحل پژوهش، از طراحی تا نگارش و بازبینی نهایی مقاله، مشارکت برابر داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از رسالهٔ دکتری نویسندهٔ اول با عنوان «آیندهٔ شهرها و خودروی خودران: ارائهٔ الگوی برنامه‌ریزی شهری متناسب با فناوری خودروی خودران در ایران» در دانشگاه گیلان است. انجام این پژوهش با حمایت مالی مؤسسهٔ آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی صورت‌گرفته و به این‌وسیله نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از این مؤسسه محترم اعلام می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در رابطه با انجام پژوهش، نگارش و/یا انتشار این مقاله وجود ندارد.

منابع

Adnan, N., Nordin, S. M., bin Bahruddin, M. A., & Ali, M. (2018). How trust can drive forward the user acceptance to the technology? In-vehicle technology for autonomous vehicle. *Transportation research part A: policy and practice*, 118, 819-836. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.019

Agriesti, S., Brevi, F., Gandini, P., Marchionni, G., Parmar, R., Ponti, M., & Studer, L. (2020). Impact of driverless vehicles on urban environment and future mobility. *Transportation Research Procedia*, 49, 44-59. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.09.005

Alessandrini, A., Campagna, A., Delle Site, P., Filippi, F., & Persia, L. (2015). Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities. *Transportation Research Procedia*, 5, 145-160. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.01.002

Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A. (2016). Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers (Research Report RR-443-2). RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of economic perspectives*, 29(3), 3-30. http://dx.doi.org/10.1257/jep.29.3.3

Bagloee, S. A., Tavana, M., Asadi, M., & Oliver, T. (2016). Autonomous vehicles: challenges, opportunities, and future implications for transportation policies. *Journal of modern transportation*, 24(4), 284-303. https://doi.org/10.1007/s40534-016-0117-3

Bahamonde-Birke, F. J., Kickhöfer, B., Heinrichs, D., & Kuhnimhof, T. (2018). A systemic view on autonomous vehicles: Policy aspects for a sustainable transportation planning. *disP-The Planning Review*, 54(3), 12-25. https://doi.org/10.1080/02513625.2018.1525197

Banerjee, S. (2021). Autonomous vehicles: a review of the ethical, social and economic implications of the AI revolution. *International Journal of Intelligent Unmanned Systems*, 9(4), 302-312. https://doi.org/10.1108/IJIUS-07-2020-0027

Becker, G. S. (1965). A Theory of the Allocation of Time. *The economic journal*, 75(299), 493-517.

Berrada, J., & Leurent, F. (2017). Modeling transportation systems involving autonomous vehicles: a state of the art. *Transportation Research Procedia*, 27, 215-221. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.077

Blas, F., Giacobone, G., Massin, T., & Tourón, F. R. (2022). Impacts of vehicle automation in public revenues and transport equity. Economic challenges and policy paths for Buenos Aires. *Research in Transportation Business & Management*, 42, 100566. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100566

Bösch, P. M., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2018). Transport policy optimization with autonomous vehicles. *Transportation Research Record*, 2672(8), 698-707. https://doi.org/10.1177/0361198118791391

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. W. W. Norton & Company. https://wwnorton.com/books/9780393239355

Camps-Aragó, P., Temmerman, L., Vanobberghen, W., & Delaere, S. (2022). Encouraging the sustainable adoption of autonomous vehicles for public transport in Belgium: citizen acceptance, business models, and policy aspects. *Sustainability*, 14(2), 921. https://doi.org/10.3390/su14020921

Carrese, S., Nigro, M., Patella, S. M., & Toniolo, E. (2019). A preliminary study of the potential impact of autonomous vehicles on residential location in Rome. *Research in transportation economics*, 75, 55-61. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.02.005

Chan, C. Y. (2017). Advancements, prospects, and impacts of automated driving systems. *International journal of transportation science and technology*, 6(3), 208-216. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.07.008

Childress, S., Nichols, B., Charlton, B., & Coe, S. (2015). Using an activity-based model to explore the potential impacts of automated vehicles. *Transportation Research Record*, 2493(1), 99-106. https://doi.org/10.3141/2493-11

Clements, L. M., & Kockelman, K. M. (2017). Economic effects of automated vehicles. *Transportation research record*, 2606(1), 106-114. https://doi.org/10.3141/2606-14

Cohen, S. A., & Hopkins, D. (2019). Autonomous vehicles and the future of urban tourism. *Annals of tourism research*, 74, 33-42. https://doi.org/10.1016/j.annals.2018.10.009

Cohen, T., Stilgoe, J., Stares, S., Akyelken, N., Cavoli, C., Day, J., ... & Wigley, E. (2020). A constructive role for social science in the development of automated vehicles. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, 100133. https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100133

Cordera, R., Nogués, S., González-González, E., & Moura, J. L. (2021). Modeling the impacts of autonomous vehicles on land use using a LUTI model. *Sustainability*, 13(4), 1608. https://doi.org/10.3390/su13041608

Czech, P., Turoń, K., & Barcik, J. (2018). Autonomous vehicles: basic issues. Zeszyty Naukowe. Transport/Politechnika Śląska. 10.20858/sjsutst.2018.100.2

De Almeida Correia, G. H., & van Arem, B. (2016). Solving the User Optimum Privately Owned Automated Vehicles Assignment Problem (UO-POAVAP): A model to explore the impacts of self-driving vehicles on urban mobility. *Transportation Research Part B: Methodological*, 87, 64-88. https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.03.002

De Chiara, A., Elizalde, I., Manna, E., & Segura-Moreiras, A. (2021). Car accidents in the age of robots. *International Review of Law and Economics*, 68, 106022. https://doi.org/10.1016/j.irle.2021.106022

Duarte, F., & Ratti, C. (2018). The impact of autonomous vehicles on cities: A review. *Journal of Urban Technology*, 25(4), 3-18. https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1493883

Dubljević, V., Douglas, S., Milojevich, J., Ajmeri, N., Bauer, W. A., List, G. F., & Singh, M. P. (2021). Moral and social ramifications of autonomous vehicles. arXiv preprint arXiv:2101.11775. https://doi.org/10.48550/arXiv.2101.11775

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

Fielbaum, A. (2020). Strategic public transport design using autonomous vehicles and other new technologies. *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, 18(2), 183-191. https://doi.org/10.1007/s13177-019-00190-5

Fraedrich, E., Heinrichs, D., Bahamonde-Birke, F. J., & Cyganski, R. (2019). Autonomous driving, the built environment and policy implications. *Transportation research part A: policy and practice*, 122, 162-172. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.02.018

Freemark, Y., Hudson, A., & Zhao, J. (2019). Are cities prepared for autonomous vehicles? Planning for technological change by US local governments. *Journal of the American Planning Association*, 85(2), 133-151. https://doi.org/10.1080/01944363.2019.1603760

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

Gelauff, G., Ossokina, I., & Teulings, C. (2019). Spatial and welfare effects of automated driving: Will cities grow, decline or both?. *Transportation research part A: policy and practice*, 121, 277-294. https://doi.

org/10.1016/j.tra.2019.01.013

Gruel, W., & Stanford, J. M. (2016). Assessing the long-term effects of autonomous vehicles: a speculative approach. *Transportation research procedia*, 13, 18-29. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.003

Hansson, S. O., Belin, M. Å., & Lundgren, B. (2021). Self-driving vehicles—an ethical overview. *Philosophy & Technology*, 34(4), 1383-1408. https://doi.org/10.1007/s13347-021-00464-5

Harb, M., Xiao, Y., Circella, G., Mokhtarian, P. L., & Walker, J. L. (2018). Projecting travelers into a world of self-driving vehicles: estimating travel behavior implications via a naturalistic experiment. *Transportation*, 45(6), 1671-1685. https://doi.org/10.1007/s11116-018-9937-9

Heinrichs, D., & Cyganski, R. (2015). Automated driving: How it could enter our cities and how this might af fect our mobility decisions. *disP-The Planning Review*, 51(2), 74-79. https://doi.org/10.1080/02513625.2015.1064650

Huang, Y., Kockelman, K. M., & Quarles, N. (2020). How will self-driving vehicles affect US megaregion traffic? The case of the Texas triangle. *Research in Transportation Economics*, 84, 101003. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.101003

Iroshnikov, D. V., Larina, L. Y., & Sidorkin, A. I. (2020). Autonomous vehicles within the urban space and transport security challenges: Legal aspect. *J. Pol. & L.*, 13, 133. https://doi.org/10.5539/jpl.v13n3p133

Israel, F., & Plaut, P. (2024). The relevance of social factors in sharing a trip with strangers: Creating travel communities in the autonomous vehicles era. *Travel Behaviour and Society*, 35, 100740. https://doi.org/10.1016/j.tbs.2024.100740

Jana, A., Sarkar, A., Kallakurchi, J. V., & Kumar, S. (2019, September). Autonomous vehicle as a future mode of transport in India: analyzing the perception, opportunities and hurdles. In *Proceedings of the eastern Asia society for transportation studies* (Vol. 12, No. 3, pp. 1-15).

Joushan, A. (2024). A comprehensive study of AV technology and its impact on transportation safety, urban infrastructure, and social changes in the near future. *Journal of Applied Research in Engineering*, 4(35). https://civilica.com/doc/2077371 *[In Persian]*

Juraev, Z., & Yena, S. (2022). Social And Environmental Impacts of Driverless Cars. Available at SSRN 4157919. https://ijcm.academicjournal.io

Kaltenhäuser, B., Werdich, K., Dandl, F., & Bogenberger, K. (2020). Market development of autonomous driving in Germany. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132, 882-910. https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.001

Kaplan, S., Gordon, B., El Zarwi, F., Walker, J. L., & Zilberman, D. (2019). The future of autonomous vehicles: Lessons from the literature on technology adoption. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 41(4), 583-597. https://doi.org/10.1093/aepp/ppz005

Kato, H., Sanko, N., Ishibe, M., & Sakashita, A. (2024). Value of travel time savings for leisure trip in autonomous vehicles: Case study from the Tokyo Metropolitan Area. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 24, 101080. https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101080

Kellett, J., Barreto, R., Hengel, A. V. D., & Vogiatzis, N. (2019). How might autonomous vehicles impact the city? The case of commuting to central Adelaide. *Urban policy and research*, 37(4), 442-457. https://doi.org/10.1080/08111146.2019.1674646

Kim, T. J. (2018). Automated autonomous vehicles: Prospects and impacts on society. *Journal of Transportation Technologies*, 8(03), 137. 10.4236/jtts.2018.83008

Krueger, R., Rashidi, T. H., & Rose, J. M. (2016). Preferences for shared autonomous vehicles. *Transportation research part C: emerging technologies*, 69, 343-355. https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.06.015

Larson, W., & Zhao, W. (2020). Self-driving cars and the city: Effects on sprawl, energy consumption, and housing affordability. *Regional Science and Urban Economics*, 81, 103484. https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2019.103484

Lavoie, B., Ong, F., & Habib, K. N. (2024). Relax on the way to work or work on the way to relax? Influences of vehicle interior on travel time perceptions in autonomous vehicles. *Transportation research part A: policy and practice*, 183, 104073. https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104073

Lee, D., & Hess, D. J. (2020). Regulations for on-road testing of connected and automated vehicles: Assessing the potential for global safety harmonization. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 136, 85-98. https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.03.026

Litman, T. (2022). Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning. Victoria Transport Policy Institute.

Manivasakan, H., Kalra, R., O'Hern, S., Fang, Y., Xi, Y., & Zheng, N. (2021). Infrastructure requirement for autonomous vehicle integration for future urban and suburban roads–Current practice and a case study of Melbourne, Australia. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 152, 36-53. https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.07.012

Martinez, L. M., & Viegas, J. M. (2017). Assessing the impacts of deploying a shared self-driving urban mobility system: An agent-based model applied to the city of Lisbon, Portugal. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 6(1), 13-27. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.05.005

Martínez-Díaz, M., & Soriguera, F. (2018). Autonomous vehicles: theoretical and practical challenges. *Transportation research procedia*, 33, 275-282. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.103

Martínez-Díaz, M., Soriguera, F., & Pérez, I. (2019). Autonomous driving: a bird's eye view. *IET intelligent transport systems*, 13(4), 563-579. https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5061

May, A. D., Shepherd, S., Pfaffenbichler, P., & Emberger, G. (2020). The potential impacts of automated cars on urban transport: An exploratory analysis. *Transport Policy*, 98, 127-138. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.05.007

Milakis, D., Van Arem, B., & Van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of intelligent transportation systems*, 21(4), 324-348. https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1291351

Mirzahosein, H., Jedi Sani, K., & Najafi, P. (2021). A review on the impact of AV utilization on congestion pricing. *Traffic Management Studies*, (61), 65–94. https://sid.ir/paper/954307/fa *[In Persian]*

Mokhtarian, P. L., & Salomon, I. (2001). How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations. *Transportation research part A: Policy and practice*, 35(8), 695-719. https://doi.org/10.1016/S0965-8564(00)00013-6

Moore, M. A., Lavieri, P. S., Dias, F. F., & Bhat, C. R. (2020). On investigating the potential effects of private autonomous vehicle use on home/work relocations and commute times. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 110, 166-185. https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.11.013

Ng, V., & Kim, H. M. (2021). Autonomous vehicles and smart cities: A case study of Singapore. In *Smart cities for technological and social innovation* (pp. 265-287). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818886-6.00014-9

Nikitas, A., Vitel, A. E., & Cotet, C. (2021). Autonomous vehicles and employment: An urban futures revolution or catastrophe?. *Cities*, 114, 103203. https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103203

Nugroho, A., & Amelia, P. (2022). Driving into the Future: Social and Economic Implications of Intelligent Vehicles. *Tensorgate Journal of Sustainable Technology and Infrastructure for Developing Countries*, 5(2), 27–41. Retrieved from https://research.tensorgate.org/index.php/tjstidc/article/view/35

Olayode, I. O., Du, B., Severino, A., Campisi, T., & Alex, F. J. (2023). Systematic literature review on the applications, impacts, and public perceptions of autonomous vehicles in road transportation system. *Journal of traffic and transportation engineering* (English edition), 10(6), 1037-1060. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.07.006

Othman, K. (2022). Exploring the implications of autonomous vehicles: A comprehensive review. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(2), 165. https://doi.org/10.1007/s41062-022-00763-6

Overtoom, I., Correia, G., Huang, Y., & Verbraeck, A. (2020). Assessing the impacts of shared autonomous vehicles on congestion and curb use: A traffic simulation study in The Hague, Netherlands. *International journal of transportation science and technology*, 9(3), 195-206. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2020.03.009

Parida, S., Franz, M., Abanteriba, S., & Mallavarapu, S. (2018, June). Autonomous driving cars: future prospects, obstacles, user acceptance and public opinion. In *International conference on applied human factors and ergonomics* (pp. 318-328). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93885-1_29

Peer, S., Müller, J., Naqvi, A., & Straub, M. (2024). Introducing shared, electric, autonomous vehicles (SAEVs) in sub-urban zones: Simulating the case of Vienna. *Transport policy*, 147, 232-243. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.12.002

Pettigrew, S. (2017). Why public health should embrace the autonomous car. *Australian and New Zealand journal of public health*, 41(1), 5-7. 10.1111/1753-6405.12588

Raposo, M. A., Grosso, M., Mourtzouchou, A., Krause, J., Duboz, A., & Ciuffo, B. (2022). Economic implications of a connected and automated mobility in Europe. *Research in transportation economics*, 92, 101072. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101072

Rebalski, E., Adelfio, M., Sprei, F., & Johansson, D. J. (2024). Brace for impacts: Perceived impacts and responses relating to the state of connected and autonomous vehicles in Gothenburg. *Case Studies on Transport Policy*, 15, 101140. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101140

Rouse, D. (2021). Commentary: what are the implications of autonomous vehicles for urban design practice?. *Journal of Urban Design*, 26(2), 178-183. https://doi.org/10.1080/13574809.2019.1686351

Ryan, M. (2019). The Future of Transportation: Ethical, Legal, Social and Economic Impacts of Self driving Vehicles in the Year. *Science and engineering ethics*(). https://doi.org/10.1007/s11948-019-00130-2

Saghir, C., & Sands, G. (2020). Realizing the potential of autonomous vehicles. *Planning Practice & Research*, 35(3), 267-282. https://doi.org/10.1080/02697459.2020.1737393

Shubbak, M. (2017). Self-driving cars: legal, social, and ethical aspects. *Social, and Ethical Aspects* (March 13, 2017). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2931847

Silva, Ó., Cordera, R., González-González, E., & Nogués, S. (2022). Environmental impacts of autonomous vehicles: A review of the scientific literature. *Science of The Total Environment*, 830, 154615. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154615

Silvestri, F., De Fabiis, F., & Coppola, P. (2024). Consumers' expectations and attitudes towards owning, sharing, and riding autonomous vehicles. *Case Studies on Transport Policy*, 15, 101112. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101112

Small, K. A. (2012). Valuation of travel time, Economics of Transportation 1 (1–2): 2–14. Small, KA & Gomez-Ibanez, JA (1998), Road Pricing, Trafc Congestion and. https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2012.09.002

Sohrabi, S., Khreis, H., & Lord, D. (2020). Impacts of autonomous vehicles on public health: A conceptual model and policy recommendations. *Sustainable cities and society*, 63, 102457. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102457

Stead, D., & Vaddadi, B. (2019). Automated vehicles and how they may affect urban form: A review of recent scenario studies. *Cities*, 92, 125-133. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.020

Taiebat, M., Brown, A. L., Safford, H. R., Qu, S., & Xu, M. (2018). A review on energy, environmental, and sustainability implications of connected and automated vehicles. *Environmental science & technology*, 52(20), 11449-11465.10.1021 /acs.est.8b00127.

Turoń, K., & Kubik, A. (2020). Economic aspects of driving various types of vehicles in intelligent urban transport systems, including car-sharing services and autonomous vehicles. *Applied Sciences*, 10(16), 5580. https://doi.org/10.3390/app10165580

Ulu, İ. M., & Erdin, H. E. (2023). Autonomous vehicles impacts on quality of urban life: A review. *Megaron*, 18(2). https://doi.org/10.14744/megaron.2023.80217

Webb, J., Wilson, C., & Kularatne, T. (2019). Will people accept shared autonomous electric vehicles? A survey before and after receipt of the costs and benefits. *Economic analysis and policy*, 61, 118-135. https://doi.org/10.1016/j.eap.2018.12.004

Winter, K., Cats, O., Martens, K., & van Arem, B. (2021). Parking space for shared automated vehicles: How less can be more. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 143, 61-77. https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.11.008

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

Yigitcanlar, T., Wilson, M., & Kamruzzaman, M. (2019). Disruptive impacts of automated driving systems on the built environment and land use: An urban planner's perspective. *Journal of open innovation: Technology, market, and complexity*, 5(2), 24. https://doi.org/10.3390/joitmc5020024

Yu, X., van den Berg, V. A., & Verhoef, E. T. (2022). Autonomous cars and activity-based bottleneck model: How do in-vehicle activities determine aggregate travel patterns?. *Transportation research part C: emerging technologies*, 139, 103641. https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103641

Zali, N., Amiri, S., Yigitcanlar, T., & Soltani, A. (2022). Autonomous vehicle adoption in developing countries: Futurist insights. *Energies*, 15(22), 8464. https://doi.org/10.3390/en15228464

Zhang, W., Guhathakurta, S., & Khalil, E. B. (2018). The impact of private autonomous vehicles on vehicle ownership and unoccupied VMT generation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 90, 156-165. https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.03.005

Zhao, Y., & Kockelman, K. M. (2018). Anticipating the regional impacts of connected and automated vehicle travel in Austin, Texas. *Journal of Urban Planning and Development*, 144(4), 04018032. https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000463

Zhong, H., Li, W., Burris, M. W., Talebpour, A., & Sinha, K. C. (2020). Will autonomous vehicles change auto commuters' value of travel time?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 83, 102303. https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102303

Zhou, Q. (2020). Analysis of social effects of autonomous vehicles. *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, 3(1), 65-74. 10.25236/AJETS.2020.030109

Zhuge, C., & Wang, C. (2021). Integrated modelling of autonomous electric vehicle diffusion: From review to conceptual design. *Transportation research part D: transport and environment*, 91, 102679. https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102679