Journal of
New Approaches in Management and Marketing

https://www.jnamm.ir

Volume 5, Issue 1, Sping 2026, Pages 45 to 77

eISSN: 2981-1554

Original Article (Review Article)

Exploring Artificial Intelligence in the Automotive Industry: A Bibliometric Analysis, Systematic Review, and Future Research Directions

Majid Darvish[1], Seyed Hamid Khodadad Hosseini[2], Fereshteh Mansourimoayyed[1], Gholam Reza Goudarzi[3]

1- Department of Business Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2- Department of Business Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Department Management, Imam Sadiq University, Tehran, Iran.

Receive:
21 January 2026
Revise:
18 April 2026
Accept:
14 May 2026

Keywords:
Artificial Intelligence, Automotive Industry, Resource Management, Machine Learning, Core Technologies, Resource Optimization, Bibliometric Review.

Abstract

The aim of this study is to explore artificial intelligence in the automotive industry through a bibliometric analysis, systematic review, and identification of future research horizons. In this research, 179 international articles indexed in the Web of Science and Scopus databases were analyzed. The methodology consisted of two stages: first, a bibliometric analysis was conducted by VOSviewer software to identify thematic clusters in the literature related to artificial intelligence and the automotive industry. Second, a qualitative systematic review was carried out to provide deeper insights into these clusters. The findings revealed a significant focus on autonomous vehicles, deep learning, and machine learning as key artificial intelligence technologies. Four thematic clusters were identified: AI-based automotive ecosystems, core AI technologies and security, connectivity and resource management, and advanced vehicle technologies. In particular; safety, resource optimization, and legal frameworks emerged as key areas within these clusters. This study identified four emerging research areas that will play important roles in shaping the future of artificial intelligence in the automotive industry and provide transformative opportunities to address existing knowledge gaps.

Please cite this article as (APA): Darvish, M, Khodadad Hosseini, S H, Mansourimoayyed, F and Goudarzi, G R. (2026). Exploring Artificial Intelligence in the Automotive Industry: A Bibliometric Analysis, Systematic Review, and Future Research Directions. *Journal of New Approaches in Management and Marketing*, *5*(1), 45-77.

https://doi.org/10.22034/jnamm.2026.579268.1270

Authors retain the copyright and full publishing rights.
Published by Research Center of Resource Management Studies and Knowledge-Based Business. This article is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Publisher: Research Center of Resource Management Studies and Knowledge-Based Business

Corresponding Author: Majid Darvish | **Email:** majid.darvish@modares.ac.ir

Journal of
New Approaches in Management and Marketing
Volume 5, Issue 1, Sping 2026, Pages 45 to 77
https://www.jnamm.ir

Extended Abstract

Introduction

The automotive industry, which stands at the forefront of technological revolution, is undergoing a profound transformation through the integration of artificial intelligence (AI) (Gao & Bian, 2021; Nascimento et al., 2020). The role of AI as a key driver of innovation, efficiency, and safety in this industry has become increasingly evident, as vehicles are no longer merely means of transportation but are evolving into intelligent entities capable of perception, decision-making, and communication (Li et al., 2019). This transformation heralds a new era in the transportation sector in which AI-enabled vehicles provide enhanced safety, improved efficiency, and superior user experiences (Demlehner et al., 2021; Naz et al., 2022).

The convergence of the automotive industry and artificial intelligence has led to the rapid expansion of AI-based solutions and applications, including autonomous driving, predictive maintenance, and advanced driver-assistance systems (ADAS) (Li et al., 2023). These innovations have significantly improved road safety, optimized energy consumption, and redefined transportation solutions (Banerjee et al., 2023; Mehta et al., 2024). The successful implementation of AI in this industry promises technological advancement, economic growth, environmental sustainability, and improved social welfare (Dumitrascu et al., 2023; Shahedi et al., 2023). From advanced driver-assistance systems to in-vehicle voice recognition technologies, AI-driven technologies have enhanced vehicle performance, safety, and comfort (Mehta et al., 2024). Moreover, consumer expectations for AI-enabled features in vehicles have increased, prompting automotive companies to invest more heavily in research and development (Demlehner et al., 2021). The market for artificial intelligence in the automotive industry continues to expand, reflecting the growing recognition of its transformative potential (Jain & P. Kulkarni, 2022).

Recent review studies have examined the use of artificial intelligence techniques, such as machine learning and deep learning, to address various challenges in the automotive industry. For instance, Damaj et al. (2021) focused on the application of AI in vehicle maintenance and diagnostics, proposing AI-based models for fault detection, prediction of remaining useful life, and maintenance of automotive components.

Bibliometric analysis quantitatively maps publication trends and identifies key patterns and influential research areas, while systematic review provides a deeper examination of thematic clusters and conceptual developments (Van Eck & Waltman, 2017). This combined approach offers a more comprehensive understanding of the field and helps researchers and practitioners navigate the evolving landscape of artificial intelligence in the automotive industry more effectively. Therefore, the main research question of this study is: How can artificial intelligence in the automotive industry be explored through bibliometric analysis, systematic review, and the identification of future research horizons?

Theoretical Framework

Artificial Intelligence

Artificial intelligence enables the transformation of data into information, information into knowledge, and knowledge into intelligent action, thereby facilitating the development of decision-support systems in conditions characterized by uncertainty and intense competition. From a theoretical perspective, artificial intelligence can be considered a strategic resource within the frameworks of the Resource-Based View (RBV) and dynamic capabilities theory, through which organizations enhance their capacity for analysis, innovation, and responsiveness to environmental changes (Mahmood, 2023).

Journal of
New Approaches in Management and Marketing
https://www.jnamm.ir
Volume 5, Issue 1, Sping 2026, Pages 45 to 77

Hayatmehr et al. (2026) examined the impact of the application of artificial intelligence and intelligent learning on the strategic thinking skills and academic performance of management students, considering the moderating role of individual ethics. The results indicated that the use of artificial intelligence tools has a positive effect on strategic thinking (including systems thinking, creative thinking, future-oriented thinking, and critical thinking), intelligent learning, and academic performance. The mediating role of strategic thinking—particularly critical thinking and future-oriented thinking—was confirmed in the relationship between the use of artificial intelligence and academic performance, as well as between intelligent learning and academic performance. Furthermore, individual ethics not only positively influences intelligent learning but also plays a moderating role in the relationship between intelligent learning and strategic thinking (systems thinking, critical thinking, and future-oriented thinking). This study provides novel insights into the application of artificial intelligence tools in developing strategic thinking skills and performance, offering valuable implications for researchers, managers, students, and organizations.

Zolghadr et al. (2025) investigated the development of a model for the application of artificial intelligence in the export of electronic industry products. The findings showed that all composite reliability indices were above 0.7 and the convergent validity values for most constructs exceeded 0.5. The results of the hypothesis testing also indicated that all relationships among the model's constructs were fully supported at a significance level of $p < 0.001$. Moreover, to evaluate the overall model fit and measure the structural model, the Goodness-of-Fit (GoF) index was applied. The GoF value was reported as 0.815, indicating a strong model fit.

Research Methodology

In this study, 179 international articles indexed in the Web of Science and Scopus databases were analyzed. The research methodology consisted of two stages. First, a bibliometric analysis was conducted by VOS viewer software in order to identify thematic clusters within the literature related to artificial intelligence and the automotive industry. Subsequently, a qualitative systematic review was carried out to provide deeper insights into these identified clusters and to further interpret the main research trends and developments in this field.

Research Findings

To analyze the findings, VOS viewer software was employed to identify thematic clusters within the literature related to artificial intelligence and the automotive industry. The results revealed a significant concentration of research on autonomous vehicles, deep learning, and machine learning as core artificial intelligence technologies in the automotive domain.

Four major thematic clusters were identified:

1. AI-based automotive ecosystems
2. Core AI technologies and security
3. Connectivity and resource management
4. Advanced vehicle technologies

Within these clusters, safety, resource optimization, and regulatory frameworks emerged as particularly prominent and influential areas. The findings indicate that research in this field is increasingly moving toward integrated, intelligent, and sustainable mobility systems.

Furthermore, the study identified four emerging research domains that are expected to play a critical role in shaping the future trajectory of artificial intelligence in the automotive industry. These areas provide transformative opportunities to address existing knowledge

gaps and to advance both theoretical development and practical implementation in AI-driven automotive systems.

Conclusion

The present study was conducted with the aim of exploring artificial intelligence in the automotive industry through a bibliometric analysis, systematic review, and identification of future research horizons. The findings are consistent with prior studies (Hayatmehr et al., 2026; Zolghadr et al., 2025; Ahmadi Alinoudehi et al., 2025; Heidariyan et al., 2025; Haghighi, 2024; Rahimi Klor et al., 2024; Hasan & Ojala, 2024; Akbari Emami et al., 2023; Etemadi et al., 2023; Neethirajan, 2023), confirming the expanding strategic role of artificial intelligence across industries.

In particular, Hasan and Ojala (2024) demonstrated that AI management contributes to improved resource reconfiguration, reduced transaction costs, and the advancement of global sustainable development. These findings reinforce the view that artificial intelligence is not merely a technological tool but a transformative strategic capability within the automotive ecosystem.

Moreover, legal concerns surrounding the development of AI-driven vehicles require further scholarly attention. For instance, in the event that an autonomous vehicle causes an accident, critical questions arise regarding liability—whether it lies with the manufacturer, the software developer, or the vehicle owner. Existing legal frameworks may struggle to keep pace with rapid technological advancements. Given the diversity of regulatory systems across countries, this issue poses additional challenges for automotive companies operating in multiple jurisdictions. Therefore, aligning legal regulations with technological progress in the automotive industry represents a significant and promising avenue for future research.

فصلنامه
رویکردهای نوین در مدیریت و بازاریابی
https://www.jnamm.ir
دوره ۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات ۴۵ تا ۷۷
علمی پژوهشی (کیفی)
eISSN: 2981-1554

واکاوی هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی: تحلیل کتاب‌سنجی، مرور سیستماتیک و افق‌های آتی پژوهش

مجید درویش[۱]، سید حمید خداداد حسینی[۲]، فرشته منصوری موید[۲]، غلامرضا گودرزی[۳]

۱- گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲- گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳- گروه علوم تصمیم و سیستم‌های پیچیده، دانشکده معارف اسلامی و مدیریت، دانشگاه امام صادق علیه السلام، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۱ بهمن ۱۴۰۴
تاریخ بازنگری: ۲۹ فروردین ۱۴۰۵
تاریخ پذیرش: ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۵

چکیده

هدف این پژوهش واکاوی هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی: تحلیل کتاب‌سنجی، مرور سیستماتیک و افق‌های آتی پژوهش می‌باشد. در این پژوهش، ۱۷۹ مقاله‌ی بین المللی نمایه‌شده در پایگاه‌های وب آو ساینس و اسکوپس مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. روش تحقیق شامل دو مرحله بوده است: نخست، یک تحلیل کتاب‌سنجی با کمک نرم افزار Vosviewer به منظور شناسایی خوشه‌های موضوعی در ادبیات مرتبط با هوش مصنوعی و خودروسازی انجام شد. سپس، یک مرور سیستماتیک کیفی برای ارائه‌ی بینش عمیق‌تر درباره این خوشه‌ها صورت گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که تمرکز قابل توجهی بر خودروهای خودران، یادگیری عمیق، و یادگیری ماشین به‌عنوان فناوری‌های کلیدی هوش مصنوعی وجود دارد. چهار خوشه‌ی موضوعی شناسایی شد که شامل اکوسیستم‌های خودرویی مبتنی بر هوش مصنوعی، فناوری‌های هسته‌ای هوش مصنوعی و امنیت، اتصال‌پذیری و مدیریت منابع، و فناوری‌های پیشرفته‌ی وسایل نقلیه هستند. به‌طور ویژه، ایمنی، بهینه‌سازی منابع، و چارچوب‌های قانونی به‌عنوان حوزه‌های کلیدی در این خوشه‌ها ظاهر شدند. این مطالعه چهار حوزه‌ی پژوهشی نوظهور را شناسایی کرده است که نقش مهمی در شکل‌دهی آینده‌ی هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی خواهند داشت و فرصت‌های تحول‌آفرینی را برای رفع شکاف‌های موجود در دانش فراهم می‌کنند.

کلید واژه‌ها:
هوش مصنوعی،
صنعت خودروسازی،
مدیریت منابع،
یادگیری ماشین،
فناوری‌های هسته‌ای،
بهینه‌سازی منابع،
مرور کتاب‌سنجی.

لطفاً به این مقاله استناد کنید (APA): درویش، مجید، خداداد حسینی، سید حمید، منصوری موید، فرشته و گودرزی، غلامرضا. (۱۴۰۵). واکاوی هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی: تحلیل کتاب‌سنجی، مرور سیستماتیک و افق‌های آتی پژوهش. *فصلنامه رویکردهای نوین در مدیریت و بازاریابی*، ۵ (۱)، ۴۵-۷۷.

https://doi.org/10.22034/jnamm.2026.579268.1270

Authors retain the copyright and full publishing rights.
Published by Research Center of Resource Management Studies and Knowledge-Based Business.
This article is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

ناشر: مرکز پژوهشی مطالعات مدیریت منابع و کسب و کار دانش محور

نویسنده مسئول: مجید درویش
ایمیل: majid.darvish@modares.ac.ir

مقدمه

صنعت خودروسازی، که در خط مقدم انقلاب فناوری قرار دارد، با ادغام هوش مصنوعی در حال تجربه‌ی تحولی عمیق است (Nascimento et al, 2020؛ Gao & Bian, 2021). نقش هوش مصنوعی به‌عنوان عامل اصلی نوآوری، بهره‌وری و ایمنی در این صنعت به‌طور فزاینده‌ای مشهود است، زیرا خودروها دیگر تنها وسیله‌ای برای حمل‌ونقل نیستند، بلکه به موجوداتی هوشمند با توانایی درک، تصمیم‌گیری و ارتباط تبدیل شده‌اند (Li et al, 2019). این تحول نویدبخش عصری جدید در صنعت حمل‌ونقل است که در آن خودروهای مجهز به هوش مصنوعی ایمنی بیشتر، بهره‌وری بالاتر و تجربه‌ی کاربری برتری را ارائه می‌دهند (Demlehner et al, 2021؛ Naz et al, 2022).

همگرایی صنعت خودروسازی و هوش مصنوعی منجر به گسترش سریع راهکارها و کاربردهای مبتنی بر هوش مصنوعی شده است، از جمله رانندگی خودران، نگهداری هوشمند و سیستم‌های پیشرفته‌ی کمک‌راننده (Li et al, 2023). این نوآوری‌ها به‌شکل قابل‌توجهی ایمنی جاده‌ها را افزایش داده، مصرف انرژی را بهینه کرده و راه‌حل‌های حمل‌ونقل را بازتعریف کرده‌اند (Banerjee et al, 2023؛ Mehta et al, 2024). پیاده‌سازی موفق هوش مصنوعی در این صنعت نویدبخش پیشرفت‌های فناورانه، رشد اقتصادی، پایداری زیست‌محیطی و بهبود رفاه اجتماعی است (Dumitrascu et al, 2023؛ Shahedi et al, 2023). از سیستم‌های پیشرفته‌ی کمک‌راننده تا فناوری تشخیص صوتی داخل خودرو، فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی عملکرد، ایمنی و راحتی خودروها را بهبود بخشیده‌اند (Mehta et al, 2024). علاوه بر این، انتظار مصرف‌کنندگان برای ویژگی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در خودروها افزایش یافته است و این امر باعث شده که شرکت‌های خودروسازی سرمایه‌گذاری بیشتری در حوزه‌ی تحقیق و توسعه انجام دهند (Demlehner et al, 2021). بازار هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی همچنان در حال گسترش است و این امر نشان‌دهنده‌ی درک فزاینده‌ی این صنعت از پتانسیل تحول‌آفرین آن است (Jain & P. Kulkarni, 2022).

مطالعات مروری اخیر استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی، مانند یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، را برای مقابله با چالش‌های مختلف در صنعت خودروسازی بررسی کرده‌اند. (Damaj et al, 2021) بر کاربرد هوش مصنوعی در نگهداری و تشخیص مشکلات خودرو تمرکز کردند و مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را برای تشخیص نقص، پیش‌بینی عمر مفید باقی‌مانده و نگهداری قطعات خودرو پیشنهاد دادند. همان‌طور که (Zhang et al, 2023) تأکید کرده‌اند، یکی دیگر از کاربردهای برجسته‌ی هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی توسعه‌ی سیستم‌های پیشرفته‌ی کمک‌رانندهو فناوری‌های رانندگی خودران است. آنان دریافتند که الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای شناسایی اشیا، بخش بندی معنایی و ترکیب داده‌های حسگرها به‌منظور ارتقای درک و تصمیم‌گیری خودروهای خودران مورد استفاده قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، (Bathla et al, 2022) یک بررسی جامع درباره‌ی پیشرفت‌ها، چالش‌ها و چشم‌انداز آینده‌ی خودروهای خودران و اتوماسیون هوشمند در صنایع مختلف ارائه کردند و بر یکپارچه‌سازی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا تمرکز داشتند. نتایج مطالعه‌ی آن‌ها نشان داد که جنبه‌های کلیدی فناوری، از جمله شناسایی اشیا، امنیت سایبری و ارتباطات وسیله-به-همه‌چیز، در این حوزه حیاتی هستند. همچنین تأکید کردند که باوجود نقش برجسته‌ی هوش مصنوعی در بهبود عملکرد خودروهای خودران، چالش‌هایی همچون نگرانی‌های ایمنی، مقیاس‌پذیری سیستم‌ها و نیاز به تدابیر امنیت سایبری بهتر همچنان پابرجاست.

در کنار این مطالعات، برخی تحقیقات مبتنی بر علم‌سنجی نیز در این حوزه انجام شده‌اند. به‌عنوان نمونه، (Todorovic et al, 2023) از روش‌های علم‌سنجی و کتاب‌سنجی استفاده کرده و مروری جامع بر پژوهش‌های مربوط به گذار به‌سوی خودروهای خودران و الکتریکی ارائه دادند. آن‌ها روندهای کلیدی، حوزه‌های پژوهشی و چالش‌های مرتبط با این گذار را شناسایی کرده و تلاش کردند تا مسیرهای آینده‌ی این حوزه‌ی در حال تکامل را روشن کنند. یافته‌های اصلی نشان داد که این گذار دارای ماهیت میان‌رشته‌ای بوده و ۵۴ حوزه‌ی علمی را در برمی‌گیرد، درحالی‌که تمرکز فزاینده‌ای بر پایداری، پیشرفت‌های هوش مصنوعی و چارچوب‌های نظارتی وجود دارد که همگی برای ادغام موفقیت‌آمیز خودروهای خودران و خودروهای الکترونیکی در اکوسیستم خودروسازی ضروری هستند.

باوجود حجم رو به رشد پژوهش‌ها درباره‌ی استفاده از هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی، همچنان شکاف قابل‌توجهی در درک ما از تکامل مفهومی و محورهای موضوعی این حوزه وجود دارد. ادبیات موجود پراکنده است و اغلب بر کاربردهای فنی خاص، مانند رانندگی خودران یا تعمیر و نگهداری خودرو، تمرکز دارد، بدون آنکه یک ترکیب جامع از مفاهیم کلیدی و تحولات گسترده‌تر ارائه دهد. این پراکندگی موجب کندی پیشرفت علمی و اجرایی شدن فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی می‌شود، زیرا ذی‌نفعان فاقد دیدگاهی جامع نسبت به وضعیت فعلی این حوزه هستند. برای پر کردن این شکاف، ترکیبی از مرور کتاب‌سنجی و مرور سیستماتیک ضروری است. تحلیل کتاب‌سنجی روندهای انتشار مطالعات را به‌طور کمی ترسیم کرده و الگوهای کلیدی و حوزه‌های پژوهشی تأثیرگذار را شناسایی می‌کند، درحالی‌که مرور سیستماتیک بررسی عمیق‌تری از خوشه‌های موضوعی و پیشرفت‌های مفهومی ارائه خواهد داد. (Van Eck & Waltman, 2017). این رویکرد دوگانه درک کامل‌تری از این حوزه فراهم می‌کند و به پژوهشگران و متخصصان کمک می‌کند تا در چشم‌انداز در حال تحول هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی به‌طور مؤثرتری حرکت کنند. بنابراین سؤال اصلی پژوهش آیت است که واکاوی هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی با استفاده از تحلیل کتاب‌سنجی، مرور سیستماتیک و افق‌های آتی پژوهش به چه صورت می‌باشد؟

ادبیات نظری

هوش مصنوعی

اصطلاح هوش مصنوعی اولین بار در سال ۱۹۵۶ در انجمن دارتموث ظاهر شد. از آن زمان، محققان علمی مرتبط بسیاری از نظریه‌های مرتبط جدید را ارائه کرده‌اند و مفهوم هوش مصنوعی نیز توسعه یافته است. هوش مصنوعی که به اختصار (AI) نامیده می‌شود یک علم فنی جدید است که به تحقیق و توسعه نظریه‌ها، روش‌ها، تکنیک‌ها و کاربردهایی می‌پردازد که هوش انسانی را شبیه سازی و گسترش می‌دهند (Bagherian et al, 2023). هوش مصنوعی فرآیند تبدیل داده به اطلاعات، اطلاعات به دانش و دانش به عمل هوشمند را ممکن می‌سازد و زمینه‌ساز توسعه سیستم‌های تصمیم‌یار در شرایط عدم قطعیت و رقابت شدید است .از منظر نظری، هوش مصنوعی را می‌توان منبعی راهبردی در چارچوب نظریه‌های مبتنی بر منبع و قابلیت‌های پویا دانست که سازمان‌ها از طریق آن توان تحلیل، نوآوری و پاسخ‌گویی خود به تغییرات محیطی را افزایش می‌دهند (Mahmood, 2023). هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم کامپیوتر با تاریخچه‌ای طولانی است. در حالی که در گذشته، هوش مصنوعی به یک حیطه عمدتاً نظری محدود می‌شد اما امروزه پیشرفتهای

اخیر در تولید داده و رایانش (محاسبات)، به هوش مصنوعی امکان داده‌اند تا از نظریه به سمت کاربرد حرکت کنند (Haenlein & Kaplan, 2019). هوش مصنوعی می‌تواند داده‌های مربوط به عملکرد را از سامانه‌های جزیره‌ای فعلی جمع‌آوری و یکپارچه کند. همچنین به جای اتکاء به گزارش‌های دستی، هوش مصنوعی می‌تواند فعالیت‌های دیجیتال کارکنان را به عنوان شاهد عملکرد رصد کند (Agoston, 2024). تکنیک‌های پیشرفته هوش مصنوعی براساس مطالعات انجام شده شامل ایمیل، ربات‌های گفتگو و چندین نوع ابزار تحلیلی است که به مدیران کمک می‌کند تا بتوانند ویژگی‌های کالای خود به صورت گسترده و بدون در نظر گرفتن بعد زمانی و مکانی به مشتری معرفی نموده و تجربه خرید و استفاده خوبی را برای مشتری بوجود آورند. همچنین، ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند به کارشناسان فروش محصولات صادراتی کمک کنند تا محتوای دیجیتالی با کیفیت منحصربه‌فردی تولید کنند که در ارائه ارزش به مشتریان و رقابتی شدن آنها سودآور و کارآمد باشد (Jain & Aggarwal, 2020).

پیشینه پژوهش

(Hayatmehr et al, 2026) به بررسی سنجش تأثیر کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری هوشمند بر مهارت تفکر استراتژیک و عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته مدیریت با نقش تعدیل‌کننده اخلاق فردی پرداختند. نتایج به دست آمده، نشان می‌دهد که کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی تأثیر مثبتی بر تفکر استراتژیک (تفکر سیستمی، تفکر خلاق، تفکر آینده‌نگر و تفکر انتقادی)، یادگیری هوشمند و عملکرد تحصیلی دارد. نقش میانجی تفکر استراتژیک (تفکر انتقادی و تفکر آینده‌نگر)، در رابطه میان کاربرد هوش مصنوعی و عملکرد تحصیلی و همچنین در رابطه میان یادگیری هوشمند و عملکرد تحصیلی تأیید گردید. از طرفی اخلاق فردی علاوه بر تأثیر مثبت بر یادگیری هوشمند، در رابطه میان یادگیری هوشمند و تفکر استراتژیک (تفکر سیستمی، تفکر انتقادی و تفکر آینده‌نگر) نقش تعدیل‌کننده دارد. پژوهش حاضر برای نخستین بار بینش‌هایی را در کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی در توسعه مهارت تفکر استراتژیک و عملکرد ارائه می‌دهد که محققان، مدیران، دانشجویان و سازمان‌ها می‌توانند از نتایج آن بهره‌مند شوند.

(Zolghadr et al, 2025) به بررسی ارائه مدل کاربرد هوش مصنوعی در صادرات محصولات صنایع الکترونیک پرداختند. نتایج نشان داد که، شاخص‌های پایایی ترکیبی همگی بیش از ۰,۷ و روایی همگرا برای اکثر مقوله‌ها بیش از ۰,۵ می‌باشد. نتایج آزمون فرضیه‌ها نیز حاکی از تأیید کامل روابط بین مقوله‌های مدل با سطح معنی‌داری $p<۰,۰۰۱$ می‌باشد. همچنین برای بررسی برازش کلی مدل و اندازه‌گیری برای مدل ساختاری، از معیار GoF استفاده شد. مقدار GOF برابر با ۰/۸۱۵ است که، نشان از برازش قوی مدل را دارد.

(Ahmadi Alinoudehi et al, 2025) به بررسی ارائه مدل کاربرد هوش مصنوعی در صادرات محصولات صنایع الکترونیک پرداختند. نتایج نشان داد که، شاخص‌های پایایی ترکیبی همگی بیش از ۰,۷ و روایی همگرا برای اکثر مقوله‌ها بیش از ۰,۵ می‌باشد. نتایج آزمون فرضیه‌ها نیز حاکی از تأیید کامل روابط بین مقوله‌های مدل با سطح معنی‌داری $p<۰,۰۰۱$ می‌باشد. همچنین برای بررسی برازش کلی مدل و اندازه‌گیری برای مدل ساختاری، از معیار GoF استفاده شد. مقدار GOF برابر با ۰/۸۱۵ است که، نشان از برازش قوی مدل را دارد.

(Heidariyan et al, 2025) به بررسی طراحی مدل بکارگیری هوش مصنوعی در یادگیری دانش‌آموزان مقطع ابتدایی پرداختند. یافته‌ها نشان داد که مدل بکارگیری هوش مصنوعی شامل ۱۹ مؤلفه و ۱۰۶ شاخص در قالب شش بعد مدل پارادایمی است. در این مدل، پدیده محوری شامل غنی‌سازی یادگیری و فردی‌سازی یادگیری، عوامل علی شامل زیرساخت‌های فنی، پشتیبانی هوشمند و رشد تکنولوژی در خانواده، عوامل زمینه‌ای شامل مدیریت یادگیری، محتوای یادگیری و توانمندی‌های معلمان، عوامل مداخله‌گر شامل اخلاق، امنیت اطلاعات و تکنولوژی آموزشی، راهبردها شامل شخصی‌سازی آموزش، بازخورد، ارزشیابی هوشمند، کیفی‌سازی محتوا و دستیار یادگیری و پیامدها شامل یادگیری عمیق، بهبود کارایی معلم، ارزشیابی باکیفیت و نوآوری آموزشی هستند. در نهایت، مدل به دست آمده در بخش کمی با تحلیل عاملی تأییدی سنجش شد و شاخص‌های برازش نشان از تأیید مدل داشتند.

(Haghighi, 2024) به بررسی ضرورت بکارگیری هوش مصنوعی در توسعه و پیشرفت صادرات و واردات کشور پرداخت و بیان داشت هوش مصنوعی می‌تواند نقش کلیدی در توسعه و پیشرفت صادرات و واردات کشور ایفا کند. با بهینه سازی زنجیره تأمین، پیش بینی تقاضا، شناسایی فرصت‌های جدید، بهبود مدیریت ریسک، و تسهیل فرآیندهای گمرکی، هوش مصنوعی می‌تواند به ارتقای تجارت بین الملل و رشد اقتصادی کمک کند. با این حال، چالش‌هایی مانند کمبود نیروی کار متخصص، هزینه‌های بالای پیاده سازی، و مسائل امنیتی و قانونی، مانعی برای تحقق این پتانسیل هستند. برای بهره مندی از مزایای هوش مصنوعی در تجارت بین الملل، ضروری است که دولت و بخش خصوصی در همکاری با یکدیگر، برنامه‌هایی را برای توسعه و کاربرد این فناوری اجرا کنند. تمرکز این برنامه‌ها باید بر آموزش نیروی کار متخصص، ایجاد زیرساخت‌های مناسب، و تدوین قوانین و مقررات شفاف باشد. با اتخاذ رویکردی جامع و برنامه ریزی شده، می‌توان از هوش مصنوعی به عنوان ابزاری برای ارتقای تجارت بین الملل و توسعه اقتصادی کشور استفاده کرد. همچنین، مسائل اخلاقی، حفظ حریم خصوصی، و ایمنی داده‌ها باید مورد توجه قرار گیرند. به طور کلی، هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند در تسریع روند توسعه صادرات و واردات کشورها نقش بسزایی ایفا کند.

(Rahimi Klor et al, 2024)، به بررسی طراحی مدل پیامدهای کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در تبلیغات و فروش پرداختند. مطابق با نتایج پژوهش، ۷ تم اصلی، ۲۲ تم فرعی و ۴۴ کد کشف شدند که شامل پیامدهای کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در تبلیغات و فروش بودند.

(Hasan & Ojala, 2024) به بررسی مدیریت هوش مصنوعی در تجارت بین‌المللی پرداختند. ادبیات اخیر پویایی مدیریت تجارت بین‌المللی نشان می‌دهد که مدیریت هوش مصنوعی مزایایی مانند پیکربندی مجدد منابع بهتر، کاهش هزینه‌های تراکنش و توسعه پایدار جهانی را به همراه دارد. با این حال، ادبیات پویایی مدیریت تجارت بین‌المللی موجود فقط دانش ناچیزی در مورد ویژگی‌های هوش مصنوعی و نحوه استفاده از این ویژگی‌ها برای گسترش بین‌المللی در تقاطع توسعه پایدار ارائه می‌کند. در پاسخ، هدف آنها ساختن این ویژگی‌ها با استفاده از تحلیل محتوای کیفی هدایت‌شده تحقیقات تجربی هوش مصنوعی است. بر اساس سه ویژگی ساخت‌شده هوش مصنوعی، این پژوهش با ارائه چارچوبی برای تعادل اهداف اقتصادی و اجتماعی و استفاده از هوش مصنوعی برای توسعه پایدار جهانی، به این نتیجه رسید که مدیریت هوش مصنوعی نقش بسزایی در بهبود تجارت بین المللی دارد.

(Akbari Emami et al, 2023) به بررسی طراحی چارچوب بکارگیری هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی پرداختند. چارچوبی برای به‌کارگیری هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی ارائه کردند که شامل سه پیشران (فناوری، رقابتی، سازمانی) و پنج فرآیند اصلی (جذب، آموزش، ارزیابی، جبران خدمات، نگهداشت) بود.

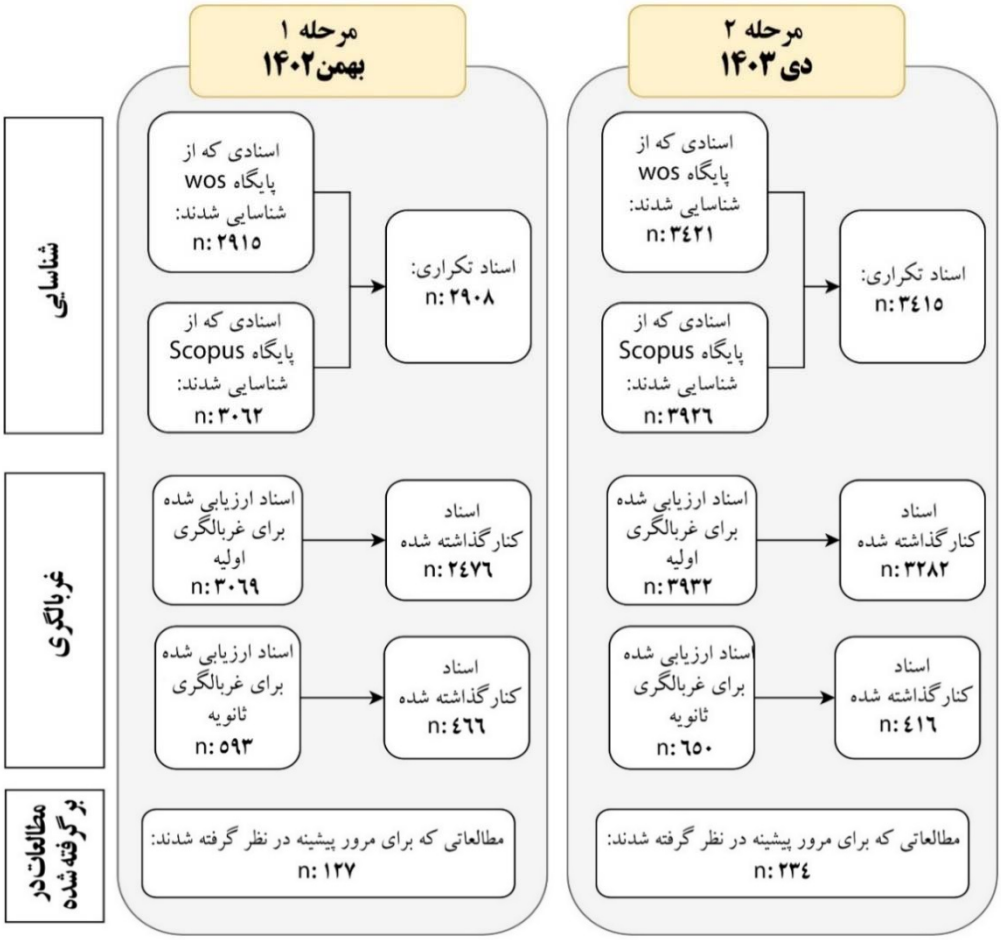
(Etemadi et al, 2023) به بررسی هوش مصنوعی درمقابل روش‌های هدایت انسانی در ارزیابی استخدام منابع انسانی پرداختند. نشان دادند که اگرچه روش‌های سنتی استخدام مزایا و معایبی دارند، اما هوش مصنوعی می‌تواند با کاهش تعصب و افزایش دقت، فرآیند جذب را بهبود بخشد؛ هرچند چالش‌هایی مانند امنیت داده و پذیرش فناوری نیز وجود دارد.

(Neethirajan, 2023) به بررسی پتانسیل تحول آفرین هوش مصنوعی و فناوری‌های حسگر در صنعت صادرات محصولات لبنی پرداخت. این پژوهش بر روی کاربرد جدید اینترنت اشیا در حمل و نقل دام از راه دور، به ویژه در شمارش و شناسایی دام برای قابلیت ردیابی دقیق تمرکز کرده است. این نوآوری‌ها مزایایی مانند بهبود استانداردهای رفاه حیوانات، کاهش عدم دقت زنجیره تأمین و افزایش بهره وری عملیاتی، گسترش دسترسی به بازار و افزایش رقابت جهانی را ارائه داد. با این حال، این فناوری‌ها چالش‌هایی از جمله سفارشی‌سازی فردی، تجزیه و تحلیل اقتصادی، امنیت داده‌ها، حریم خصوصی، سازگاری فن‌آوری، آموزش، مشارکت ذینفعان و نگرانی‌های پایداری را به همراه دارند. نتایج این مطالعه بر پتانسیل فناوری‌های هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و حسگر برای شکل دادن به آینده صنعت صادرات محصولات لبنی تاکید می‌کند و به بخش لبنیات جهانی پایدارتر و کارآمدتر کمک می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

با افزایش کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی، تحقیقات و سیاست‌گذاری در این حوزه توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است (Bathla et al, 2022؛ Ma et al, 2020). در نتیجه، تعداد مطالعات متمرکز بر هوش مصنوعی در بخش خودروسازی در سال‌های اخیر به‌طور تصاعدی افزایش یافته است و این امر نیازمند یک مرور جامع برای پیگیری تکامل این حوزه و وضعیت کنونی دانش در آن است. این مرور نظام‌مند از چک‌لیست پریسما برای اطمینان از گزارش‌دهی دقیق استفاده می‌کند. فرایند مرور شامل چهار مرحله متوالی است: شناسایی، غربالگری، ارزیابی، و در بر گرفتن (شکل ۱).

فصلنامه
رویکردهای نوین در مدیریت و بازاریابی
https://www.jnamm.ir
دوره ۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات ۴۵ تا ۷۷



شکل ۱. فرآیند جستجو و انتخاب منابع علمی

پایگاه داده تحقیق

داده‌های مربوطه با استفاده از پایگاه‌های داده اسکوپوس و وب آو ساینس جمع‌آوری شدند. در این بررسی، از یک رشته جستجوی گسترده برای پوشش حداکثری مطالعات مرتبط با هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی استفاده شد. جستجوی سیستماتیک پیشینه پژوهش در دو مرحله انجام شد، نخست در بهمن ۱۴۰۲ و سپس در دی ۱۴۰۳ (شکل ۱).

در مرحله نخست، جستجوی سیستماتیک متون علمی در پایگاه داده وب آو ساینس انجام شد که منجر به شناسایی ۲۹۱۵ سند گردید. همچنین، جستجوی مشابهی در پایگاه داده اسکوپوس صورت گرفت که ۳۰۶۲ سند یافت شد. پس از حذف موارد تکراری، حدود ۱۵۴ مورد به پایگاه داده تحقیق اضافه شد. در نتیجه، در مجموع ۳۰۶۹ سند برای مرحله غربالگری اولیه انتخاب شدند.

در مرحله غربالگری، ابتدا عناوین و چکیده‌های این اسناد بررسی شدند تا مطالعات نامرتبط حذف شوند. تمرکز این مرحله بر پژوهش‌هایی بود که به‌طور خاص بر صنعت خودروسازی و فناوری هوش مصنوعی تأکید داشتند. در این مرحله، مطالعات زیادی شناسایی شدند که به کاربرد هوش مصنوعی در سایر صنایع مانند کشاورزی، گردشگری، نفت و گاز و حتی حوزه سلامت پرداخته بودند، اما ارتباط مستقیمی با کاربرد هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی نداشتند.

در غربالگری اولیه، ۲۴۷۶ مطالعه حذف شدند. در نتیجه، ۵۹۳ مطالعه برای ارزیابی عمیق‌تر و بررسی معیارهای ورود انتخاب گردیدند. در این مرحله، اسناد با دقت بیشتری بررسی شدند تا میزان تطابق آن‌ها با معیارهای ورودی ارزیابی شود. در نهایت، ۴۶۶ مطالعه کنار گذاشته شد و ۱۲۷ سند برای این پژوهش انتخاب گردید. این فرآیند جستجوی سیستماتیک در دی ۱۴۰۳ مجدداً تکرار شد که مراحل آن در شکل (۱) نشان داده شده است. در این مرحله، ۱۰۷ سند جدید به مجموعه پژوهش اضافه گردید و در نهایت، تعداد کل مطالعات انتخاب‌شده برای تحلیل نهایی به ۲۳۴ سند رسید.

تحلیل داده

تحلیل‌های انجام‌شده در این مطالعه در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول، یک تحلیل کتاب‌سنجی انجام شد تا دیدگاه روشنی از خوشه‌های موضوعی در ادبیات مربوط به هوش مصنوعی و صنعت خودرو ارائه شود. در مرحله دوم، یک مرور سیستماتیک کیفی برای درک بهتر خوشه‌های موضوعی شناسایی‌شده در مرحله اول انجام گرفت.

تحلیل کتاب‌سنجی

در مراحل اولیه این مطالعه، از یک مجموعه کامل از مراجع استنادی به‌عنوان ورودی برای انجام تحلیل کتاب‌سنجی با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer بهره گرفته شد. یک تحلیل هم‌رخدادی برای شناسایی خوشه‌های اولیه و تمرکزهای موضوعی صورت گرفت. این تحلیل شامل شناسایی جفت‌ها و گروه‌هایی از کلیدواژه‌ها بود که به‌طور مداوم در یک مجموعه از اسناد در کنار یکدیگر ظاهر می‌شدند. این روش روابط بین اصطلاحات، روندهای نوظهور و خوشه‌های موضوعی در یک حوزه را بررسی می‌کند. در نتیجه، این تحلیل می‌تواند درک عمیقی از مفاهیم کلیدی و ارتباطات میان آن‌ها را برای پژوهشگران فراهم نماید (Van Eck & Waltman, 2010, 2017).

مرور سیستماتیک

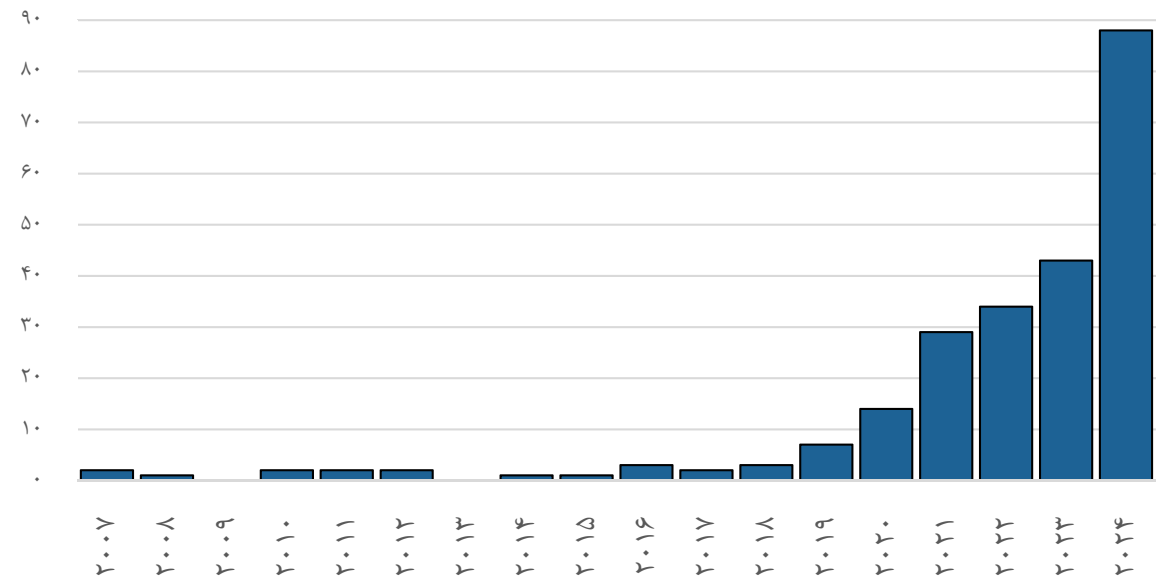
پس از تعیین خوشه‌های موضوعی اصلی، یک مرور سیستماتیک کیفی انجام شد. در این فرآیند، از یک استراتژی قیاسی برای جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز از اسناد اولیه که از طریق جست‌وجوی سیستماتیک به دست آمده بودند، استفاده شد. به این ترتیب، خوشه‌های موضوعی شناسایی‌شده در مرحله نخست، به‌عنوان کدهای اولیه هنگام مطالعه این اسناد مورد استفاده قرار گرفتند. هر زمان که نکته مرتبطی با این خوشه‌ها یافت می‌گردید، به آن‌ها برچسب‌هایی اختصاص داده شد. در نهایت، این برچسب‌های ایجادشده دسته‌بندی شدند و خوشه‌های فرعی موضوعی نمایان گردیدند.

یافته‌های پژوهش

روند انتشار مقالات

شکل (۲) روند انتشار مقالات در زمینه هوش مصنوعی و صنعت خودروسازی را نشان می‌دهد. از زمان انتشار نخستین مقاله در سال ۲۰۰۷، حدود ۲۳۴ تاکنون مقاله منتشر شده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، تعداد مقالات منتشرشده هر سال به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است. سال ۲۰۲۰ نقطه عطفی در این روند محسوب می‌شود، زیرا تعداد مقالات منتشرشده در این سال سه برابر بیشتر از سال قبل بود. این روند صعودی در سال ۲۰۲۱ نیز ادامه یافت و به

۲۹ مقاله رسید. در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ تعداد مقالات منتشرشده به ترتیب به ۳۴ و ۴۳ مورد افزایش یافت. در نهایت، در سال ۲۰۲۴ تعداد مقالات بصورت محسوسی افزایش دوبرابری را تجربه کرد تعداد مقالات به ۸۸ مورد رسید.



شکل ۲. روند سالانه انتشار مقالات در زمینه هوش مصنوعی و صنعت خودرو در بازه زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۲٤.

موضوعات اصلی، مجلات و نویسندگان

جدول (۱)، مجلات پیشرو را بر اساس تعداد اسناد منتشرشده و کل استنادها رتبه‌بندی کرده است. این جدول نشان‌دهنده سطوح مختلف تأثیر و اهمیت در میان مجلات علمی است. مجله Sensors با ۹ سند و ۶۴ استناد در صدر قرار دارد و پس از آن IEEE Access با ۸ سند و ۴۵ استناد قرار گرفته است. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systemsبا تعداد کمتری سند (۶) اما با بالاترین تأثیر و ۴۱۹ استناد برجسته شده است. Applied Sciences-Basel دارای ۵ سند با ۳۰ استناد است. مجله IEEE Internet of Things Journalو Vehicular Communications هر کدام ۳ سند دارند که به ترتیب ۷۶ و ۲۸ استناد دریافت کرده‌اند.

این جدول همچنین اسناد برجسته در زمینه هوش مصنوعی و صنعت خودرو را بر اساس تعداد استنادها رتبه‌بندی کرده است که نشان‌دهنده تأثیر و اهمیت آن‌هاست (Tang, 2020) با ۳۳۱ استناد پیشتاز است، که بر رویکردهای یادگیری ماشینی برای شبکه‌های خودرویی هوشمند و امن در آینده به سمت ۶ Gتمرکز دارد. (Ning, 2021) با ۱۹۲ استناد در رتبه بعدی قرار دارد، که به محاسبات لبه هوشمند در اینترنت وسایل نقلیه با راه‌حل مشترک تخلیه محاسبات و ذخیره‌سازی پرداخته است. (Ma, 2020) با ۱۸۵ استناد، مروری بر کاربردهای هوش مصنوعی در توسعه وسایل نقلیه خودران ارائه داده است. (Chatterjee, 2021) با ۱۳۹ استناد، پذیرش هوش مصنوعی در تولید را با استفاده از مدل یکپارچهTAM-TOE بررسی نمود. (Lu, 2021) با ۱۲۱ استناد، مدیریت منابع شبکه موبایل مجازی کاربرمحور را برای ارتباطات خودرویی مورد بحث قرار داده است.

در مورد کشورهای پیشرو، چین با ۲۶ سند و ۱۰۰۱ استناد در صدر قرار دارد، که خروجی و تأثیر پژوهشی قابل‌توجهی را نشان می‌دهد. پژوهشگران در ایالات متحده ۱۸ سند و ۳۳۶ استناد را دریافت نموده‌اند، که کشور آنها را در رتبه بعدی قرار می‌دهد. عربستان سعودی ۱۲ سند با ۲۸۶ استناد دارد، در حالی که انگلستان و هند هر کدام ۱۱ سند با ۲۷۱ و ۲۵۸ استناد دارند. کره جنوبی نیز ۱۱ سند منتشر نموده است، اما با تأثیر کمتری معادل ۳۸ استناد. این امر نقش غالب چین و مشارکت‌های قابل‌توجه ایالات متحده و سایر کشورها را در این حوزه پژوهشی برجسته می‌کند.

همچنین، جدول (۱) نویسندگان برجسته در زمینه هوش مصنوعی و صنعت خودرو را بر اساس تعداد انتشارات و استنادها معرفی می‌کند. لئو جیاجیا با ۳ سند و ۳۴۸ استناد پیشتاز است و تأثیر قابل‌توجه و مشارکت برجسته‌ای دارد. تمرکز پژوهشی او بر بهبود امنیت و هوشمندی شبکه‌های خودرویی و ارتباطات درون‌خودرویی با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته یادگیری ماشینی، به‌ویژه در زمینه فناوری‌های G5 و فراتر از آن است (Tang et al, 2020؛Chen et al, 2023). (Wang Ziran) با ۲ سند و ۴۷ استناد، بر مفهوم و معماری دوقلوهای دیجیتال متحرک تمرکز دارد که شامل مطالعات موردی و چالش‌های آینده است و هدف آن ارتقای درک و کاربرد دوقلوهای دیجیتال در سیستم‌های جابجایی و حمل‌ونقل است (Wang et al, 2022). دملهنر کوئیرین و لامر سون هر کدام ۲ سند با ۲۷ استناد دارند و تأثیر مشابهی را نشان می‌دهند. (Wang Jiadai) نیز ۲ سند، اما با تعداد استناد کمتری در حدود ۱۷ مورد دارد.

جدول ۱. چشم اندازی از مطالعات منتشر شده در مورد هوش مصنوعی و صنعت خودرو

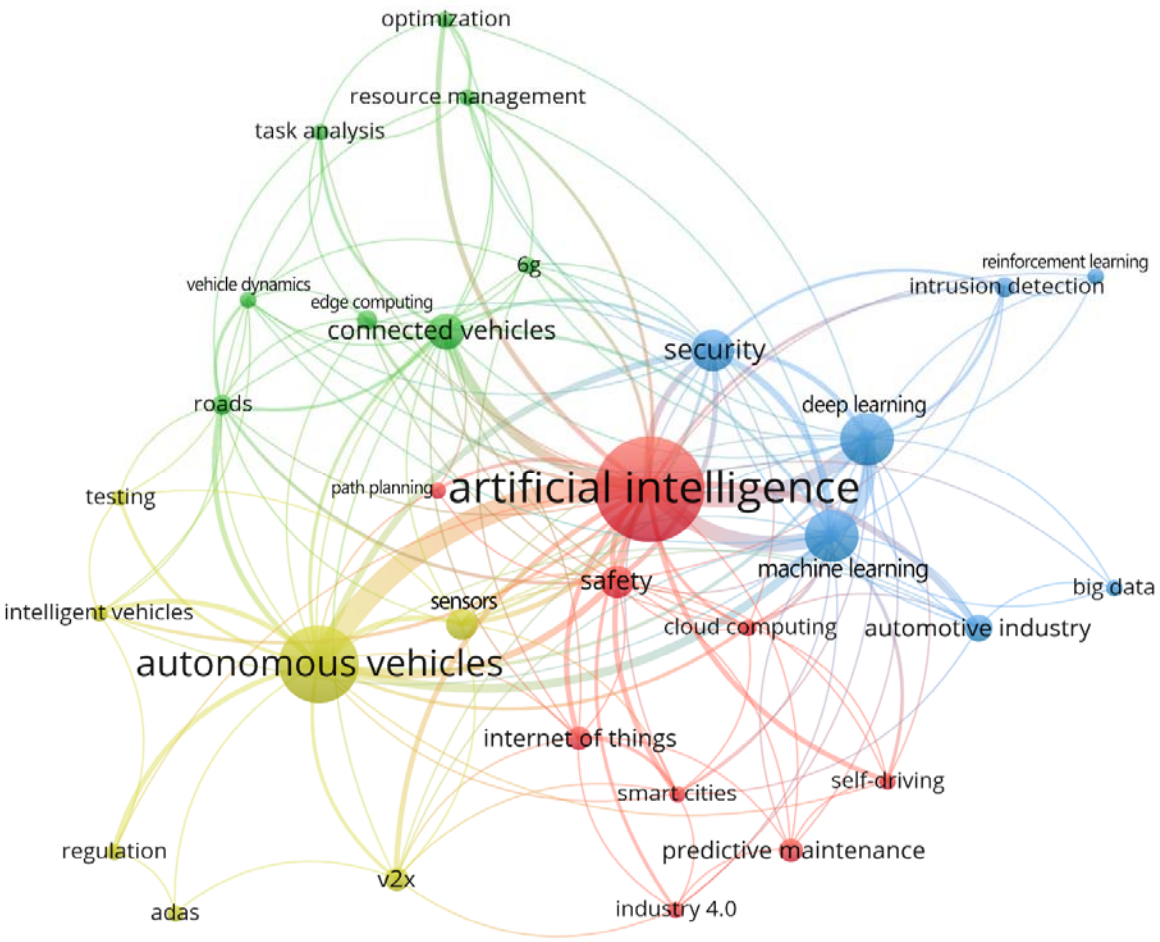
منابع پیشرو			
رتبه	**منبع**	**تعداد مقالات**	**تعداد استنادات**
۱	Sensors	۹	۶۴
۲	IEEE Access	۸	۴۵
۳	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	۶	۴۱۹
۴	Applied Sciences-Basel	۵	۳۰
۵	IEEE Internet of Things Journal	۳	۷۶
۶	Vehicular Communications	۳	۲۸
مقالات پیشرو			
رتبه	**سند**	**تعداد استنادات**	
۱	Tang (۲۰۲۰)	۳۳۱	
۲	Ning (۲۰۲۱)	۱۹۲	
۳	Ma (۲۰۲۰)	۱۸۵	
۴	Chatterjee (۲۰۲۱)	۱۳۹	
۵	Lu (۲۰۲۱)	۱۲۱	
کشورهای پیشرو			

رتبه	کشور	تعداد مقالات	تعداد استنادات
۱	چین	۲۶	۱۰۰۱
۲	ایالات‌متحده آمریکا	۱۸	۳۳۶
۳	عربستان سعودی	۱۲	۲۸۶
۴	انگلستان	۱۱	۲۷۱
۵	هند	۱۱	۲۵۸
۶	کره جنوبی	۱۱	۳۸
نویسندگان پیشرو			
رتبه	نام نویسنده	تعداد مقالات	تعداد استنادات
۱	Liu, Jiajia	۳	۳۴۸
۲	Wang, Ziran	۲	۴۷
۳	Demlehner, Quirin	۲	۲۷
۴	Laumer, Sven	۲	۲۷
۵	Wang, Jiadai	۲	۱۷

خوشه‌های موضوعی

این بخش از تحلیل هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها برای شناسایی خوشه‌های موضوعی در ادبیات مرتبط با هوش مصنوعی و صنعت خودرو استفاده می‌کند. فرض اساسی این است که کلیدواژه‌هایی که به‌طور مکرر در چندین مطالعه با هم ظاهر می‌شوند، یک خوشه موضوعی را تشکیل می‌دهند. شکل (۳) نتایج تحلیل هم‌رخدادی را نشان می‌دهد و ۳۱ کلیدواژه پرتکرار با حداقل آستانه ۳ بار رخداد را به نمایش می‌گذارد. آمارهای کمی پشتیبانی‌کننده در جدول (۳) ارائه شده است. این جدول ۱۱ کلیدواژه برتر هم‌رخدادی را از تحلیل هم‌رخدادی هوش مصنوعی و صنعت خودرو نشان می‌دهد. "هوش مصنوعی" پرتکرارترین اصطلاح است که ۸۸ بار (۲۱٪) ظاهر شده است. "خودروهای خودران" با ۵۷ تکرار (۱۳٪) در رتبه بعدی قرار دارد و ادغام هوش مصنوعی در فناوری رانندگی خودکار را برجسته می‌کند. "یادگیری عمیق" و "یادگیری ماشینی" به ترتیب ۳۹ و ۴۶ بار (هر کدام ۷٪) تکرار شده‌اند که اهمیت آن‌ها را در توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی نشان می‌دهد. "امنیت" با ۳۱ تکرار (۵٪) و "ایمنی" با ۲۱ تکرار (۴٪) نگرانی‌های مرتبط با کاربردهای هوش مصنوعی را مورد تأکید قرار می‌دهند. "خودروهای متصل" با ۳۰ تکرار (۵٪) و "حسگرها" با ۱۸ تکرار (۳٪) اهمیت سیستم‌های خودرویی شبکه‌ای و فناوری‌های حسی را نشان می‌دهند. "صنعت خودروسازی" و "اینترنت اشیا" به‌ترتیب با ۱۲ تکرار و ۱۳ تکرار حدود ۲٪) کمتر ظاهر شده‌اند که نشان‌دهنده نقش همچنان قابل‌توجه آن‌ها است.

بر اساس شکل (۳)، چهار خوشه موضوعی برای مطالعات هوش مصنوعی و صنعت خودرو شناسایی شده است که شامل اکوسیستم خودرویی مبتنی بر هوش مصنوعی (خوشه قرمز)، فناوری‌های اصلی هوش مصنوعی و امنیت (خوشه آبی)، اتصال و مدیریت منابع (خوشه سبز)، و فناوری‌های پیشرفته خودرو (خوشه زرد) می‌شوند.



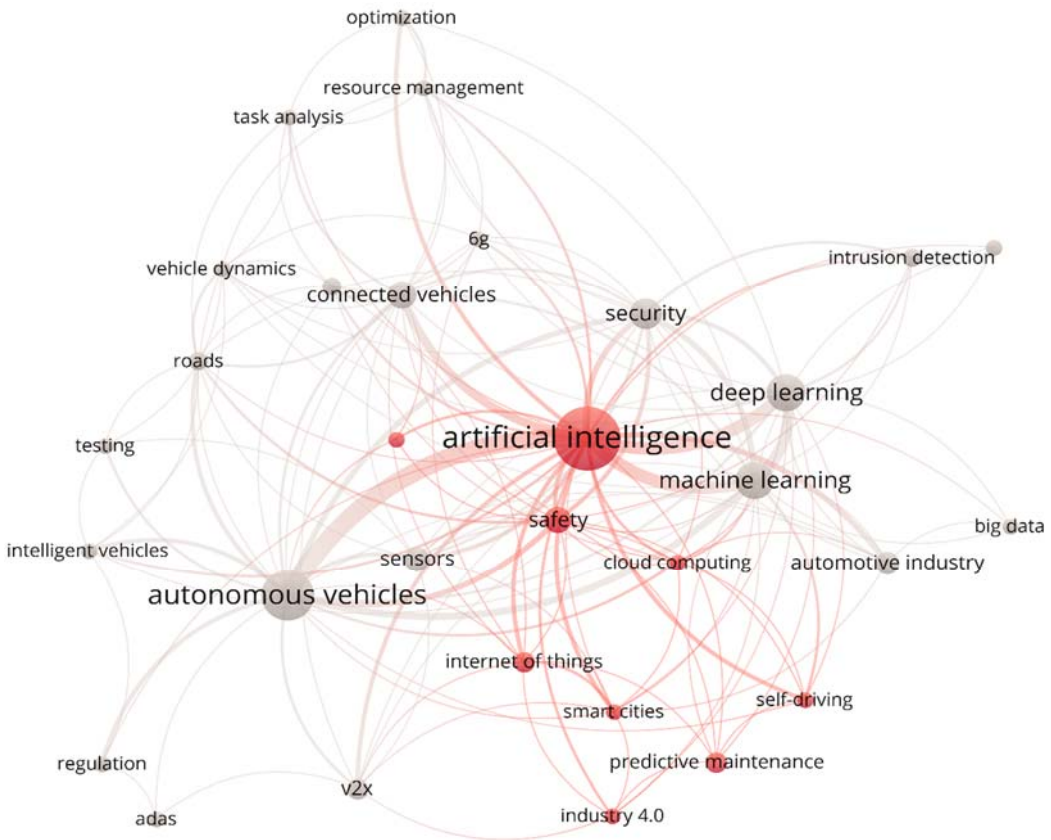
شکل ۳. نقشه هم رخدادی پرتکرارترین کلمات کلیدی در ادبیات هوش مصنوعی و صنعت خودروسازی

جدول ۲. ده واژه کلیدی پر تکرارتر استفاده شده توسط محققان حیطه هوش مصنوعی و صنعت خودروسازی

کلمه کلیدی	قدرت لینک	تعداد تکرار	درصد
هوش مصنوعی	۸۸	۴۷	۲۱٪
وسایل نقلیه خودران	۵۷	۲۹	۱۳٪
یادگیری عمیق	۳۹	۱۶	۷٪
یادگیری ماشین	۴۶	۱۶	۷٪
امنیت	۳۱	۱۱	۵٪
وسایل نقلیه متصل	۳۰	۹	۴٪
ایمنی	۲۱	۸	۴٪
حسگرها	۱۸	۷	۳٪
صنعت خودروسازی	۱۲	۶	۳٪
اینترنت اشیا	۱۳	۵	۲٪
سایر کلمات	-	۶۹	۳۱٪

خوشه قرمز: اکوسیستم خودرویی مبتنی بر هوش مصنوعی

خوشه قرمز نمایانگر مجموعه گسترده‌ای از کاربردها و نوآوری‌های هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی است (شکل ۴). همان‌طور که انتظار می‌رود، "هوش مصنوعی" بالاترین میزان پیوند و فراوانی وقوع را دارد. این فناوری به یکی از ستون‌های اصلی چشم‌انداز در حال تحول خودروسازی تبدیل شده و پایه بسیاری از پیشرفت‌های اخیر در این صنعت است (Ma et al, 2020). برای مثال، (Park et al, 2023) اشاره می‌کنند که الگوریتم‌های هوش مصنوعی داده‌های به‌دست‌آمده از حسگرهای مختلف را ترکیب کرده و از طریق تحلیل یادگیری ماشینی، به خودروهای خودران امکان می‌دهند تا در محیط‌های پیچیده حرکت کنند. هوش مصنوعی همچنین نقش کلیدی در بهینه‌سازی مسیریابی در نرم‌افزارهای ناوبری ایفا می‌کند (Hu et al, 2020). در حوزه خودروهای متصل و شهرهای هوشمند، (Hussain et al, 2021) بیان می‌کنند که هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های کلان تولیدشده توسط دستگاه‌های اینترنت اشیا، نگهداری پیش‌بینانه و ایمنی کلی را بهبود می‌بخشد. این فناوری فرآیندهای تولید، مدیریت منابع و حرکت صنعت خودروسازی به سمت صنعت ۴,۰ را تسهیل می‌کند (Vakaruk et al, 2021).



شکل ٤. موقعیت مفاهیم در خوشه قرمز

بررسی اجمالی خوشه قرمز، سه زیرخوشه را نشان می‌دهد: (۱) ایمنی، (۲) شهرهای هوشمند، و (۳) تولید پیشرفته و نگهداری. ایمنی یکی از نگرانی‌های اصلی در رانندگی خودران است (Farivar et al, 2010). (Murtaza et al, 2023) بیان می‌کنند که سیستم‌های رانندگی خودران برای کاهش خطرات ناشی از خطای انسانی، که یکی از علل اصلی

تصادفات رانندگی است، طراحی شده‌اند. ترکیب هوش مصنوعی، برنامه‌ریزی مسیر و قابلیت‌های خودران، ایمنی خودروها را افزایش می‌دهد. برای نمونه، الگوریتم‌های هوش مصنوعی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که در فرآیند تصمیم‌گیری خود ایمنی را در اولویت قرار دهند و به‌طور مداوم خطرات احتمالی را ارزیابی کرده و ایمن‌ترین مسیر عمل را انتخاب کنند (Bathla et al, 2022). علاوه بر این، برخی مطالعات ایمنی را از منظری گسترده‌تر بررسی کرده و چارچوب‌های مدیریت ایمنی را پیشنهاد داده‌اند، مانند (Banerjee et al, 2023) که چارچوبی به نام دستگاه هوشمند خودرویی مبتنی بر هوش مصنوعی برای محیط ارتباطی جهت ایمنی و امنیت پایدار با استفاده از تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند معرفی‌شده ارائه کرده‌اند.

خودروهای خودران، به‌عنوان آرزویی دیرینه برای انسان، با پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی به‌طور فزاینده‌ای ملموس شده‌اند. در خودروهای خودران، هوش مصنوعی و برنامه‌ریزی مسیر با هم ترکیب می‌شوند تا خودروها بتوانند بدون دخالت انسان حرکت کنند. (Vagale et al, 2023) پیشنهاد می‌کنند که هوش مصنوعی در تفسیر داده‌های حسگرها، تصمیم‌گیری و کنترل حرکات خودرو نقش اساسی دارد. برنامه‌ریزی مسیر، که یکی از اجزای اصلی رانندگی خودران است، به‌طور قابل‌توجهی با هوش مصنوعی بهبود یافته است (Rao & Yang, 2020). این فرآیند شامل شناسایی مسیر بهینه با در نظر گرفتن عوامل مختلفی مانند شرایط جاده، ترافیک، موانع و نگرانی‌های ایمنی است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی به‌طور مداوم مسیر برنامه‌ریزی‌شده را به‌روز می‌کنند و در صورت لزوم می‌توانند مسیرهای بهینه جایگزین را در زمان واقعی تعیین کنند (Rao & Yang, 2020؛ Vagale et al, 2021).

زیرخوشه دوم بر شهرهای هوشمند تمرکز دارد. اینترنت اشیا، رایانش ابری و سایر فناوری‌های شهر هوشمند با هوش مصنوعی ادغام می‌شوند تا شبکه‌ای گسترده و متصل برای خودروها ایجاد کنند. اینترنت اشیا، که شامل شبکه‌ای از دستگاه‌ها و زیرساخت‌های متصل است، حجم عظیمی از داده‌ها تولید می‌کند (Campero-Jurado et al, 2019). هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های حسگرهای اینترنت اشیا، تصمیم‌گیری در زمان واقعی را برای مدیریت ترافیک و بهبود ارتباط خودرو به خودرو ممکن می‌سازد (Biswas & Wang, 2023). در واقع، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند حجم عظیمی از داده‌های دستگاه‌های اینترنت اشیا را پردازش کنند تا بینش‌هایی برای پیش‌بینی ترافیک و انتخاب مسیر بهینه ارائه دهند (Campero-Jurado et al, 2019). رایانش ابری قدرت محاسباتی و ظرفیت ذخیره‌سازی لازم برای مدیریت داده‌های عظیم تولیدشده توسط خودروهای متصل را فراهم می‌کند. هوش مصنوعی از منابع ابری برای محاسبات پیچیده، اجرای مدل‌های یادگیری ماشینی و ذخیره نتایج محاسباتی در طول زمان بهره می‌برد (Ning et al, 2021). در نتیجه، ادغام رایانش ابری با قابلیت‌های هوش مصنوعی، پردازش به‌موقع جریان‌های داده‌ای در مقیاس بزرگ از ترافیک خودرویی را امکان‌پذیر می‌کند و ویژگی‌های پیشرفته‌ای مانند نگهداری پیش‌بینانه و تجربه‌های رانندگی شخصی‌سازی‌شده را فراهم می‌آورد (Campero-Jurado et al, 2019؛ Menon et al, 2022). در مقیاس بزرگ‌تر، اکوسیستم خودروهای متصل در چارچوب شهرهای هوشمند به‌طور گسترده مطالعه شده است. در یک شهر هوشمند مجهز به فناوری‌های مختلف برای بهینه‌سازی تصمیم‌گیری، هوش مصنوعی به‌عنوان مغز پردازشگر مرکزی عمل می‌کند و داده‌ها را از سیستم‌های شهری متنوع، از جمله حمل‌ونقل، تحلیل می‌کند. خودروهای متصل بخش مهمی از پازل

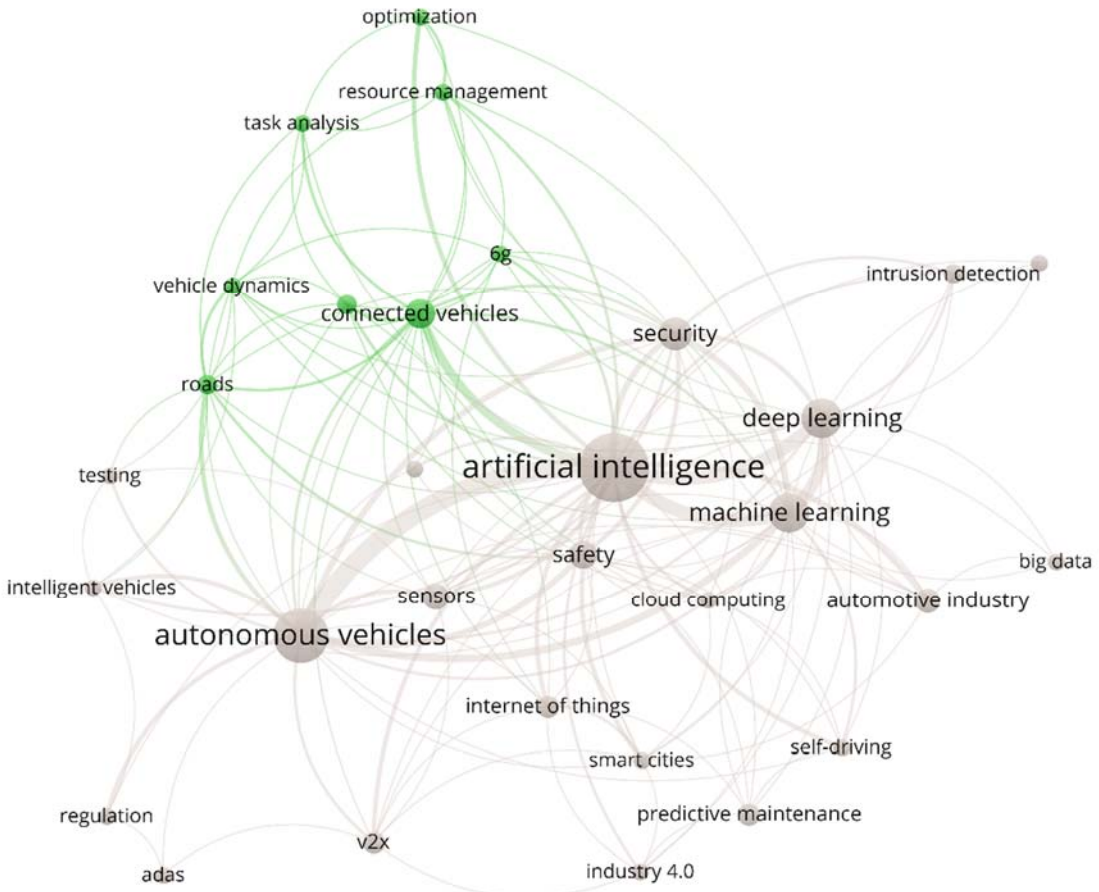
مدیریت جریان ترافیک، سیستم‌های پارکینگ و بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل عمومی را تشکیل می‌دهند (Damaj et al, 2021).

زیرخوشه سوم بر تولید پیشرفته و نگهداری تمرکز دارد. انقلاب صنعتی چهارم و نگهداری پیش‌بینانه از هوش مصنوعی به‌عنوان موتور شناختی برای پردازش و تفسیر جریان‌های داده استفاده می‌کنند که منجر به تصمیم‌گیری هوشمند و خودکارسازی می‌شود (Ersöz et al, 2022). صنعت ۴,۰، که به‌عنوان انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود، تغییر پارادایمی در فرآیندهای تولید ایجاد کرده که به شدت به هوش مصنوعی وابسته است (Vakaruk et al, 2021). در صنعت خودروسازی، هوش مصنوعی نقش محوری در پیاده‌سازی صنعت ۴,۰ با ایجاد کارخانه‌های هوشمند با سیستم‌های متصل ایفا می‌کند که تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده را انجام می‌دهند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی زمان‌بندی خط تولید در یک کارخانه خودروسازی را بهینه می‌کنند، فرآیندهای تولید را سازگار می‌کنند و منابع را به‌صورت هوشمند تخصیص می‌دهند.

در زمینه نگهداری پیش‌بینانه، هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری تحول‌آفرین عمل می‌کند و سیستم‌های نگهداری سنتی در تولید خودرو را دگرگون می‌سازند (Ersöz et al, 2022). سیستم‌های نگهداری پیش‌بینانه مبتنی بر هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشینی و تحلیل داده‌ها می‌توانند خرابی‌های احتمالی در خودروها و تجهیزات را پیش‌بینی کنند (Arena et al, 2022). برای پیش‌بینی دقیق، مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند متغیرهای متعددی مانند الگوهای استفاده، شرایط محیطی و داده‌های تاریخی نگهداری را در نظر بگیرند. در نتیجه، نگهداری پیش‌بینانه ایمنی خودرو را افزایش می‌دهد و با جلوگیری از خرابی‌های غیرمنتظره و تضمین عملکرد قابل‌اعتماد خودرو، رضایت مشتری را بهبود می‌بخشد (Banerjee et al, 2023).

خوشه سبز: خودروهای متصل: بهینه‌سازی و پویایی هوش مصنوعی

خوشه سبز بر روی اتصال‌پذیری و مدیریت منابع در صنعت خودروسازی تمرکز دارد (شکل ۵). سه زیرخوشه قابل شناسایی است: (۱) فناوری‌های ارتباطی و اتصال‌پذیری خودروها، (۲) مدیریت منابع و بهینه‌سازی برنامه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، و (۳) پویایی خودروها و تحلیل وظایف. زیرخوشه اول، که بزرگ‌ترین حوزه موضوعی است، شامل کلمات کلیدی مانند خودروهای متصل، G۶، و محاسبات لبه‌ای می‌شود. هوش مصنوعی نقش کلیدی در توسعه خودروهای متصل ایفا می‌کند. این خودروها با یکدیگر یا با زیرساخت‌ها بر اساس داده‌های لحظه‌ای ارتباط برقرار می‌کنند (Sadaf et al, 2023). به گفته (Damaj et al, 2021)، خودروهای متصل می‌توانند از طریق ارتباط لحظه‌ای و افزایش آگاهی، از تصادفات جلوگیری کنند، مدیریت ترافیک شهری را با بهینه‌سازی جریان ترافیک و تصمیم‌گیری بهبود دهند، و با یکپارچه‌سازی سیستم‌های پیشرفته، توسعه فناوری‌های رانندگی خودکار را تسهیل کنند. همکاری این عناصر برای توسعه شبکه‌های حمل‌ونقل ایمن‌تر، کارآمدتر و پایدار در مناطق شهری حیاتی است. علاوه بر این، داده‌های خودروهای متصل می‌توانند به خودروسازان و ارائه‌دهندگان خدمات ارسال شوند تا سلامت اجزای مختلف خودرو را نظارت کنند. در این زمینه، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند از این داده‌ها برای پیش‌بینی خرابی‌های احتمالی، برنامه‌ریزی تعمیرات و بهبود عملکرد و عمر خودرو استفاده کنند (Kumar et al, 2023؛ Singh et al, 2020).



شکل ۵. موقعیت مفاهیم در خوشه سبز

فناوری G۶ یک فناوری اصلی برای اتصال‌پذیری درون خودرویی است، زیرا تأخیرها را بهبود می‌بخشد، پهنای باند را افزایش می‌دهد و قابلیت اطمینان را ارتقا می‌دهد، و بستری مناسب برای ارتباطات فراهم می‌کند (Shahzadi et al, 2023). واکنش‌های لحظه‌ای و تصمیم‌گیری در رانندگی خودکار به اینترنت پرسرعت وابسته است که قادر به انتقال حجم عظیمی از داده‌ها مانند نقشه‌های با وضوح بالا، داده‌های حسگرها و تصاویر خودرو باشد (Ahmedov et al, 2021؛ Azam et al, 2020). در نتیجه، G۶ می‌تواند داده‌های گسترده مورد نیاز برای برنامه‌های هوش مصنوعی مانند مدل‌های یادگیری ماشینی را تأمین کند و نسبت به نسل‌های قبلی خود ثبات بیشتری ارائه دهد، که عملکرد بی‌وقفه را در محیط‌های شهری متراکم یا مناطق دورافتاده تضمین می‌کند. (Tang et al, 2020) اشاره کردند که توسعه شبکه‌های G۶ به‌طور قابل‌توجهی قابلیت‌های هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی را با فعال کردن سیستم‌های هوشمندی که می‌توانند به‌طور پویا با نیازهای مختلف خودرویی سازگار شوند، تقویت می‌کند. تکنیک‌های یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق در G۶ برنامه‌هایی مانند دسترسی چندگانه رادیویی، تخصیص منابع، کنترل ترافیک و امنیت را توانمند می‌سازند، که همگی برای پیشرفت فناوری‌های خودروهای متصل و خودکار حیاتی هستند.

محاسبات لبه‌ای یک فناوری محوری در یکپارچه‌سازی هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی است که تجزیه‌وتحلیل داده‌ها را به منبع آن نزدیک‌تر می‌کند. این امر زمان تجزیه‌وتحلیل داده‌ها را با انجام محاسبات در لبه شبکه، نزدیک به

محل تولید داده‌ها، به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد، که برای تصمیم‌گیری به‌موقع به منظور بهبود ایمنی، سرعت و قابلیت اطمینان تصمیمات هوش مصنوعی در برنامه‌های خودروهای خودکار ضروری است (Shahzadi et al, 2023؛ Tang et al, 2020).

زیرخوشه دوم بر مدیریت منابع و بهینه‌سازی تمرکز دارد. اصطلاحات کلیدی شامل "بهینه‌سازی" و "مدیریت منابع" است. از نظر بهینه‌سازی، برنامه‌های هوش مصنوعی از روش‌های مختلفی برای بهینه‌سازی عملکرد خودرو استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند با تجزیه‌وتحلیل داده‌های سری زمانی و پیش‌بینی الگوهای ترافیک، مسیرهای بهینه را تعیین کنند، که مصرف سوخت، تراکم ترافیک و زمان رانندگی را کاهش می‌دهد (An & Kim, 2021). این سیستم‌ها همچنین روش‌های بهینه‌سازی سوخت را بر اساس رفتار رانندگی و تنظیمات خودرو ارائه می‌دهند. برای مثال، این سیستم‌ها می‌توانند از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی برای یادگیری الگوهای رانندگی بهینه و سازگاری با شرایط مختلف رانندگی استفاده کنند، که منجر به کاهش مصرف سوخت و انتشار کربن می‌شود (Ming et al, 2021). علاوه بر این، هوش مصنوعی به مدیریت بهینه منابع مختلف مانند قدرت محاسباتی، پهنای باند و انرژی مورد نیاز برای عملکرد کارآمد خودروهای متصل و خودکار کمک می‌کند. به‌عنوان مثال، مدیریت منابع در مورد منابع محاسباتی برای حفظ عملکرد، به‌ویژه برای وظایف حیاتی و با اولویت بالا ضروری است (Aadil et al, 2023؛ Joshi et al, 2023؛ Zhang & Huang, 2024). خودروهای متصل با عناصر متعددی از جمله زیرساخت‌ها و سایر خودروها تعامل دارند، که نیازمند اولویت‌بندی برای استفاده کارآمد از پهنای باند در ارتباطات بر اساس شرایط است (Khan, 2021؛ Yan et al, 2024).

در نهایت، زیرخوشه سوم بر پویایی خودرو و تحلیل وظایف تمرکز دارد. چندین مطالعه بر نقش هوش مصنوعی در تحلیل وظایف و کنترل خودرو متمرکز شده‌اند. به‌عنوان مثال، سیستم‌های کنترلی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند پایداری، هندلینگ و بهینه‌سازی سوخت را بهبود دهند (Barbado & Corcho, 2021؛ Muzahid et al, 2023). مدل‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه در یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق، می‌توانند پیش‌بینی کنند که یک خودرو چگونه به ورودی‌های خاصی مانند فرمان یا ترمز پاسخ می‌دهد. این مدل‌ها به سیستم‌های کنترل خودرو کمک می‌کنند تا در شرایط مختلف از طریق پیش‌بینی دقیق‌تر رفتار خودرو، پایداری و ایمنی را حفظ کنند (Kolekar et al, 2022).

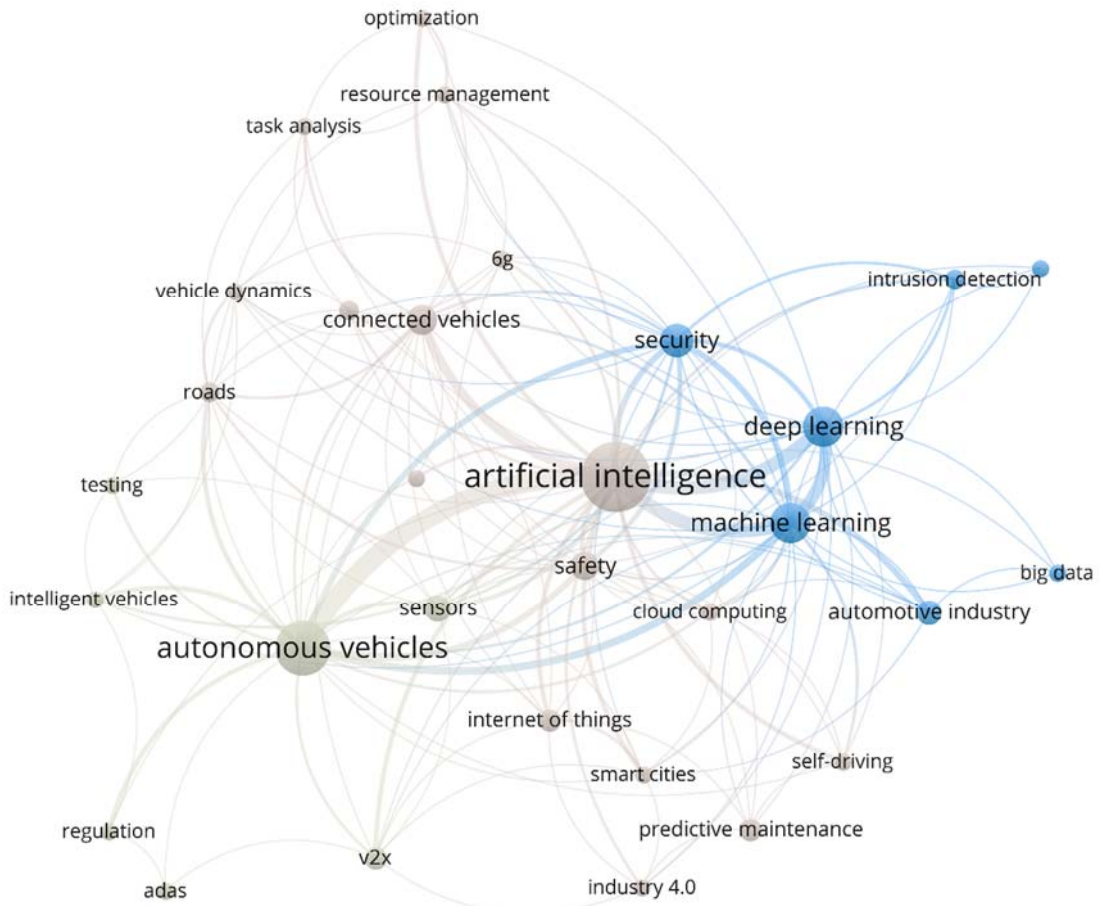
علاوه بر این، سیستم‌های پیشرفته کمک‌راننده، رادار حرکت بین خطوط، کنترل کروز تطبیقی و ترمز اضطراری خودکار، از هوش مصنوعی و داده‌های پویایی خودرو استفاده می‌کنند

(Alsanwy et al, 2024؛ Vishal Goyal & Kamal Sharma, 2024). در نتیجه، هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از داده‌های پویایی خودرو خطرات احتمالی را پیش‌بینی کرده و اقدامات لحظه‌ای برای جلوگیری از تصادفات انجام دهد. علاوه بر این، هوش مصنوعی نقش مهمی در تحلیل وظایف خودرو ایفا می‌کند. با تجزیه وظایف، شناسایی مسیر درست و اتخاذ تصمیمات صحیح در مورد حرکت خودرو، می‌تواند کارایی منابع را افزایش دهد، برنامه‌ریزی مناسب را امکان‌پذیر کند و ایمنی را بهبود بخشد

(Arshathkhan & Priya, 2024؛ Pan et al, 2023).

خوشه آبی: تحلیل داده‌ها و امنیت مبتنی بر هوش مصنوعی

خوشه آبی بر فناوری‌های تحلیل داده مبتنی بر هوش مصنوعی و مسائل امنیتی مرتبط با آن‌ها تمرکز دارد (شکل ۶). دو زیرخوشه برای آن قابل‌توجه است: ابزارهای تحلیل داده مبتنی بر هوش مصنوعی و امنیت. زیرخوشه اول بر ابزارهای تحلیل داده مبتنی بر هوش مصنوعی تمرکز دارد که شامل اصطلاحاتی مانند یادگیری ماشینی، یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی و داده‌های بزرگ می‌شود. این زیرخوشه بر چگونگی تحول جنبه‌های مختلف فناوری خودرو از طریق یکپارچه‌سازی هوش مصنوعی، از تعمیر و نگهداری تا رانندگی خودکار، تأکید دارد. در این خوشه، تمرکز اصلی تحقیقات اخیر بر کاربرد یادگیری عمیق در شناسایی علائم ترافیکی و تشخیص عابران پیاده است، که هر دو برای ایمنی خودروهای خودکار حیاتی هستند. به‌عنوان مثال، مدل‌های یادگیری عمیق مانند شبکه‌های کانولوشنی در شناسایی لحظه‌ای علائم ترافیکی و تشخیص عابران پیاده استفاده می‌شوند و زمان پاسخگویی و دقت خودرو را افزایش می‌دهند (Triki et al, 2023؛ Reveles-Gómez et al, 2023). علاوه بر این، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت خودرو از یادگیری تقویتی برای تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه استفاده می‌کنند، که مدیریت انرژی را بهینه کرده و هزینه‌های عملیاتی را، به‌ویژه در خودروهای برقی هیبریدی، کاهش می‌دهد (Arena et al, 2022؛ Zhang et al, 2023).

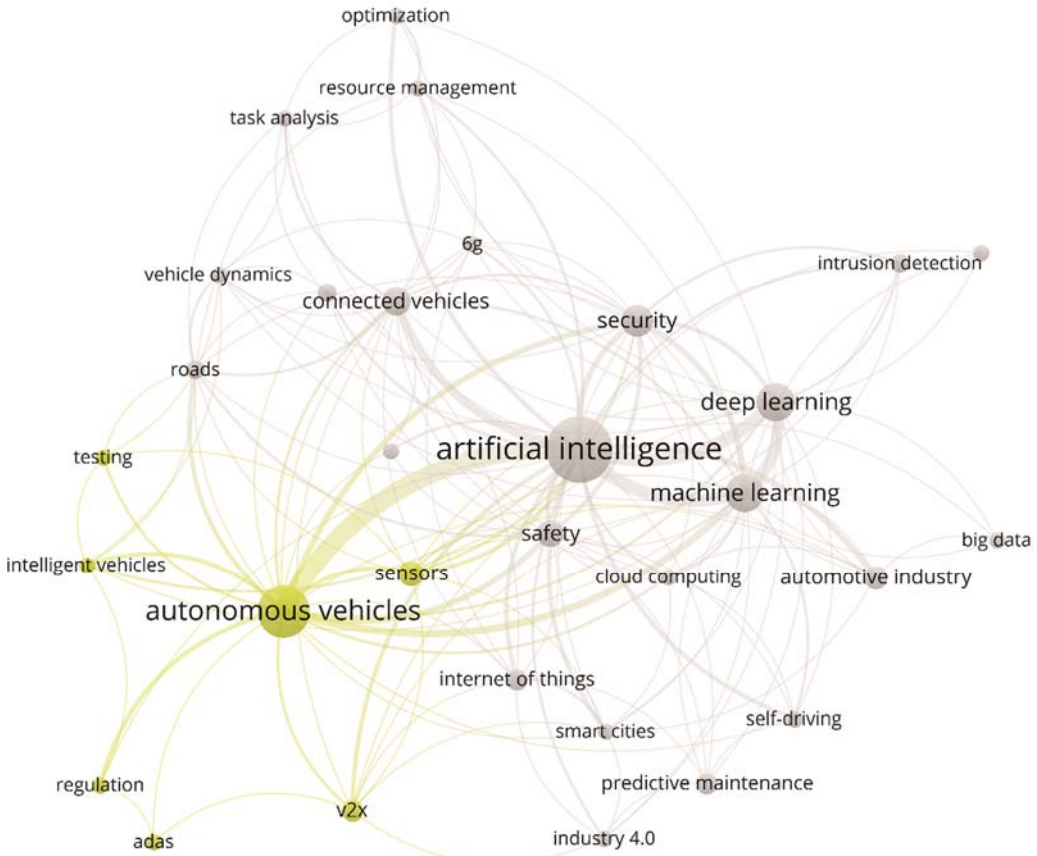


شکل ٦. موقعیت مفاهیم در خوشه آبی

افزایش یکپارچه‌سازی هوش مصنوعی در صنعت خودرو چالش‌های امنیتی قابل‌توجهی را به همراه دارد. سیستم‌های تشخیص و پیشگیری از نفوذ نقش مهمی در حفظ یکپارچگی خودروهای متصل ایفا می‌کنند. به‌عنوان مثال، سیستم‌های حفاظت از تشخیص نفوذ برای اینترنت خودروها به‌عنوان یک جزء کلیدی در افزایش آگاهی موقعیتی و جلوگیری از دسترسی غیرمجاز به شبکه‌های خودروها ظهور کرده‌اند (Bai et al, 2022). پردازش داده‌های لحظه‌ای در این سیستم‌ها، مانند پایگاه‌های داده کدگذاری تطبیقی بهینه‌شده برای الگوریتم‌های GPU، امکان تجزیه‌وتحلیل سریع تصویر را برای کنترل ترافیک مبتنی بر هوش مصنوعی و جلوگیری از برخورد فراهم می‌کند (An & Kim, 2022؛ Chen et al, 2022). شبکه‌های کانولوشنی چندوجهی (CNN) امنیت سیستم‌های کمک‌راننده را با تشخیص عابران پیاده از طریق دوربین‌ها افزایش می‌دهند (Reveles-Gómez et al, 2023)، در حالی که شبکه‌های کانولوشنی مبتنی بر توجه برای شناسایی علائم ترافیکی، پاسخگویی لحظه‌ای خودروهای هوشمند را تقویت می‌کنند (Triki et al, 2023). برای مثال، (Reveles-Gómez et al, 2023) یک مدل CNN مبتنی بر معماری یک‌بعدی و معماری اینسپشن ۳V را برای یکپارچه‌سازی داده‌ها از دوربین پشتی و فاصله محاسبه‌شده توسط حسگرهای اولتراسونیک برای تشخیص عابران پیاده هنگام حرکت خودرو به عقب ارائه کردند. مدل آن‌ها دقت حدود ۹۹٫۸۵٪ و عملکرد طبقه‌بندی دقیق ۹۹٫۸۶٪ را نشان داد، که نمایان گر آن است تشخیص عابران پیاده می‌تواند با استفاده از CNN از طریق یکپارچه‌سازی دو مجموعه داده انجام شود.

خوشه زرد: اکوسیستم خودروهای خودکار

خوشه زرد بر اصطلاحاتی متمرکز است که حول خودروهای خودکار (AV) می‌چرخد و هدف آن ایجاد چارچوبی جامع برای نوآوری، اعتبارسنجی و حاکمیت است (شکل ۷). به عبارت دیگر، اصطلاحات در این زیرخوشه بر ایجاد ساختاری جامع تأکید دارد که هم پیشرفت‌های فناوری رانندگی خودروهای خودکار را در بر می‌گیرد و هم استقرار قانونی و ایمن آن‌ها را تضمین می‌کند.



شکل ۷. موقعیت مفاهیم در خوشه زرد

دو زیرخوشه اصلی، "فعال‌کننده‌های فناوری خودروهای خودکار" و "آزمایش و تنظیم"، این خوشه را تشکیل می‌دهند. زیرخوشه اول بر ستون فناوری خودروهای خودکار تأکید دارد، شامل سیستم‌های پیشرفته کمک‌راننده، دستگاه‌های هوشمند، حسگرها و خودرو به همه چیز. (Mehta et al, 2024) پیشنهاد می‌کنند که سیستم‌های پیشرفته کمک‌راننده نقش محوری در ارتقای ویژگی‌های ایمنی ایفا می‌کنند. حسگرها برای تشخیص عابران پیاده و پردازش تصویر لحظه‌ای اساسی هستند، که از طریق شبکه‌های کانولوشنی چندوجهی (Reveles-Gómez et al, 2023) و مدل‌های یادگیری عمیق مبتنی بر توجه (Triki et al, 2023) پیاده‌سازی می‌شوند و دقت تشخیص و تصمیم‌گیری در خودروهای خودکار را بهبود می‌دهند (Bai et al, 2022). علاوه بر این، خودروهای هوشمند به شدت به نوآوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی مانند سیستم‌های شناسایی علائم ترافیکی (Triki et al, 2023) و کنترل هوشمند از طریق تشخیص اشیا (Kim et al, 2023) وابسته هستند، که خودمختاری خودرو را تقویت می‌کنند. همچنین، ارتباطات خودرو به همه چیز، که جزء ضروری شبکه‌های خودروهای خودکار است، توسط تکنیک‌های تحلیل سیگنال مبتنی بر هوش مصنوعی توانمند شده است (Liu & Cao, 2023). این یکپارچه‌سازی خودرو به همه چیز با محاسبات لبه‌ای و کنترل ترافیک لحظه‌ای، قابلیت‌های تصمیم‌گیری خودروهای هوشمند را بیشتر تقویت می‌کند (Chen et al, 2022؛ Ning et al, 2021). این فناوری‌ها به‌طور جمعی به ساخت زیرساختی قوی برای رانندگی خودکار کمک می‌کنند، جایی که ترکیب پیشرفته

حسگرها، الگوریتم‌های تصمیم‌گیری هوشمند و ارتباطات امن خودرو به شبکه، فعال‌کننده‌های کلیدی برای نوآوری‌های آینده در بخش خودروسازی هستند (Medrano-Berumen & Akbas, 2021؛ Aldhyani & Alkahtani, 2022).

زیرخوشه دوم بر آزمایش و تنظیم رانندگی خودکار تمرکز دارد، که برای اطمینان از ایمنی، قانونی بودن و پذیرش این فناوری‌ها حیاتی است. چارچوب‌های تنظیم در مناطق مختلف در حال توسعه است، همان‌طور که در رویکرد اروپایی و سازگاری بالقوه آن با کشورهای آسه‌آن دیده می‌شود (Tran & Le, 2022). این چارچوب‌ها باید ملاحظات اخلاقی و قانونی پیرامون هوش مصنوعی را، همان‌طور که (Luetge et al, 2021) در دستورالعمل‌های People۴AI برای بخش خودروسازی پیشنهاد کرده‌اند، مورد توجه قرار دهند. آن‌ها بر اهمیت عاملیت انسانی، استحکام فنی، حفاظت از حریم خصوصی، شفافیت، شمولیت، تأثیر اجتماعی و پاسخگویی در اطمینان از توسعه و استقرار مسئولانه فناوری‌های خودروهای خودکار تأکید دارند.

آزمایش نقش مهمی در اطمینان از استحکام سیستم‌های خودکار ایفا می‌کند. به‌عنوان مثال، تکنیک‌های تشخیص ناهنجاری برای شناسایی تهدیدات امنیت سایبری در حین عملکرد خودرو حیاتی هستند (Dini & Saponara, 2023). در حالی که الگوریتم‌های ردیابی مسیر از طریق روش‌های پردازش تصویر آزمایش می‌شوند. به‌عنوان مثال، (Rao & Yang, 2020) رویکردی نوین به ناوبری بصری مبتنی بر تصویر برای خودروهای هوشمند ارائه کردند که هدف آن بهبود عملکرد لحظه‌ای و دقت ردیابی مسیر است. سیستم پیشنهادی آن‌ها به‌طور مؤثری تجزیه‌وتحلیل تصویر، پردازش رد مسیر، ردیابی خودرو و قوانین رانندگی خودکار را ترکیب می‌کند تا کنترل خودروهای خودکار را امکان‌پذیر کند و کارایی و استحکام بهبودیافته‌ای را در سناریوهای رانندگی با سرعت بالا نشان می‌دهد. فرآیندهای تله‌عملیات خودکار خودرو و اعتبارسنجی تصمیم‌گیری به ارزیابی‌های دنیای واقعی عملکرد رانندگی خودکار کمک بیشتری می‌کنند (Medrano-Berumen & Akbas, 2021؛ Zhang, 2020). به‌طور همزمان، چارچوب‌هایی مانند آنتولوژی جهانی خودروسازی (AGO) به برچسب‌گذاری معنایی و آزمایش برای سازگاری و قابلیت اطمینان کمک می‌کنند (Urbieta et al, 2021). این ترکیب از آزمایش دقیق و چارچوب‌های تنظیم‌شده به‌خوبی پایه‌ای محکم برای استقرار ایمن خودروهای خودکار فراهم می‌کند (Aizat et al, 2024؛ Kiss, 2019)، و اطمینان می‌دهد که پیشرفت‌های فناوری با انتظارات اجتماعی و قانونی هم‌راستا هستند.

بحث و نتیجه گیری

تقاطع صنعت خودروسازی و هوش مصنوعی منجر به گسترش سریع راه‌حل‌ها و کاربردهای مبتنی بر هوش مصنوعی مانند رانندگی خودکار، نگهداری هوشمند و سیستم‌های پیشرفته کمک‌راننده شده است. این پیشرفت‌ها به افزایش ایمنی جاده‌ها، بهینه‌سازی مصرف انرژی و بازتعریف راه‌حل‌های حمل‌ونقل منجر شده‌اند. در نتیجه، در سال‌های اخیر تعداد فزاینده‌ای از مطالعات بر کاربردهای هوش مصنوعی در این صنعت متمرکز شده‌اند. هدف اصلی این مطالعه ارائه یک تحلیل کتاب‌سنجی از این مجموعه گسترده پژوهشی و مرور نظام‌مند خوشه‌های موضوعی مرتبط با آن است. بنابراین، برخلاف مطالعات مروری پیشین که بر جنبه خاصی از کاربردهای هوش مصنوعی در این صنعت تمرکز داشتند، این مطالعه با ترسیم وضعیت کلی دانش و ارائه دیدگاهی جامع از پیشرفت‌های کنونی در این حوزه، مکمل آن‌ها است.

روند انتشار نشان داد که تا سال ۲۰۱۹، تعداد کمی مطالعه به‌صورت سالانه منتشر می‌شد. با این حال، از سال ۲۰۱۹ به بعد، تعداد مطالعات به‌صورت انفجاری افزایش یافته است. این می‌تواند نشان‌دهنده موفقیت کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی در سال‌های اخیر باشد که توجه شرکت‌های خودروسازی و پژوهشگران را به خود جلب کرده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تمرکز قابل‌توجهی بر خودروهای خودران (AVs) و نقش محوری هوش مصنوعی در پیشبرد این نوآوری وجود دارد. علاوه بر این، یادگیری عمیق و یادگیری ماشینی به‌عنوان فناوری‌های پایه در توسعه هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی ظهور کرده‌اند. همزمان، نگرانی‌ها درباره ایمنی و امنیت باعث شده تا بخش قابل‌توجهی از مطالعات به این مسائل اختصاص یابد.

تحلیل هم‌رخدادی در نرم‌افزار VOSviewer نشان داد که مطالعات کنونی را می‌توان به چهار خوشه موضوعی اصلی تقسیم کرد: اکوسیستم خودروسازی مبتنی بر هوش مصنوعی، فناوری‌های هسته‌ای هوش مصنوعی و امنیت، اتصال و مدیریت منابع، و فناوری‌های پیشرفته خودرو. نتایج نشان داد که اکوسیستم خودروسازی مبتنی بر هوش مصنوعی به چندین زیرخوشه تقسیم می‌شود. زیرخوشه نخست نقش هوش مصنوعی را در ایمنی، شهرهای هوشمند و تولید برجسته می‌کند، با کاربردهایی مانند خودروهای خودران، مدیریت ترافیک در زمان واقعی و نگهداری پیش‌بینانه. هوش مصنوعی با اینترنت اشیا و رایانش ابری ادغام شده و از طریق فناوری‌های صنعت ۴,۰، ایمنی خودروها و فرآیندهای تولید را متحول می‌کند. خوشه دوم، یعنی فناوری‌های هسته‌ای هوش مصنوعی و امنیت، بر اتصال و مدیریت منابع تمرکز دارد و به سه زیرخوشه تقسیم می‌شود: فناوری‌های ارتباطی (ارتباط خودرو با خودرو یا V۲V، نسل ششم یا G۶، رایانش لبه‌ای)، بهینه‌سازی منابع (بازده سوخت، توان محاسباتی) و دینامیک خودرو (سیستم‌های کنترلی مبتنی بر هوش مصنوعی برای ایمنی و عملکرد). خوشه سوم، یعنی خوشه تحلیل داده‌ها و امنیت، بر ابزارهای هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق برای شناسایی علائم ترافیکی، تشخیص عابران پیاده و نگهداری پیش‌بینانه تأکید دارد و همزمان نگرانی‌های امنیتی را از طریق سیستم‌های تشخیص نفوذ و کنترل ترافیک پیشرفته در زمان واقعی برطرف می‌کند. در نهایت، خوشه فناوری‌های پیشرفته خودرو بر نوآوری، آزمایش و تنظیم مقررات خودروهای خودران تمرکز دارد، با فناوری‌های کلیدی مانند سیستم‌های پیشرفته کمک‌راننده، ارتباط خودرو با همه‌چیز و سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که توسط چارچوب‌های نظارتی و آزمایش‌های دقیق پشتیبانی می‌شوند تا استقرار ایمن خودروهای خودران تضمین شود.

نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش (Zolghadr et al, 2025) (Hayatmehr et al, 2026) (Ahmadi Alinoudehi et al, 2025) (Heidariyan et al, 2025) (Haghighi, 2024) (Rahimi Klor et al, 2024)، (Hasan & Ojala, 2024) (Neethirajan, 2023) (Etemadi et al, 2023) (Akbari Emami et al, 2023) همسو می‌باشد. (Hasan & Ojala, 2024) نشان دادند که مدیریت هوش مصنوعی مزایایی مانند پیکربندی مجدد منابع بهتر، کاهش هزینه‌های تراکنش و توسعه پایدار جهانی را به همراه دارد. (Etemadi et al, 2023) به بررسی هوش مصنوعی درمقابل روش‌های هدایت انسانی در ارزیابی استخدام منابع انسانی پرداختند. نشان دادند که اگرچه روش‌های سنتی استخدام مزایا و معایبی دارند، اما هوش مصنوعی می‌تواند با کاهش تعصب و افزایش دقت، فرآیند جذب را بهبود بخشد؛ هرچند چالش‌هایی مانند امنیت داده و پذیرش فناوری نیز وجود دارد.

شناسایی خوشه‌های موضوعی و مفاهیمی که تمرکز اصلی پژوهش‌های موجود بوده‌اند، می‌تواند شکاف‌های پژوهشی را روشن کرده و جهت‌گیری‌های آینده پژوهش را مشخص کند. به‌طور خاص، مطالعات پیشین توجه محدودی به بومی‌سازی فناوری هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی و تقاطع آن با تفاوت‌های فرهنگی، زبانی و جمعیتی داشته‌اند. پژوهش‌های آینده باید بر سازگاری فرهنگی راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در بخش خودروسازی اولویت دهند. برای مثال، دستیارهای صوتی داخل خودرو مبتنی بر هوش مصنوعی نیازمند توانایی درک و سازگاری با زبان‌ها و گویش‌های محلی هستند. کاربران در کشورهای مختلف ممکن است با لهجه‌های متفاوت صحبت کنند یا از اصطلاحات و عباراتی استفاده کنند که در مناطق دیگر رایج نیست. علاوه بر این، ویژگی‌های بازارهای محلی، انتظارات مصرف‌کنندگان و عادات رانندگی به‌طور قابل‌توجهی در کشورها متفاوت است. پژوهش‌های آینده باید به‌طور مشخص این تفاوت‌ها را بررسی کنند تا شرکت‌های خودروسازی بتوانند راه‌حل‌های هوش مصنوعی را با نیازهای خاص مصرف‌کنندگان در هر بازار جهانی هماهنگ کنند.

جهت‌گیری دوم پژوهش به استراتژی‌های مقابله با بدبینی و تقویت اعتماد به راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی مربوط می‌شود. در واقع، پذیرش این فناوری از سوی مشتریان هنوز حوزه‌ای کمتر مطالعه‌شده است. پژوهش‌های آینده باید عواملی را که بر پذیرش خودروهای خودران و فناوری‌های خودرویی مبتنی بر هوش مصنوعی اثر می‌گذارند، مشخص کنند. علاوه بر این، این مطالعات می‌توانند چگونگی افزایش احساس ایمنی کاربران هنگام استفاده از خودروهای مجهز به هوش مصنوعی را ارزیابی کنند.

سومین حوزه، نگرانی‌های اخلاقی قابل‌توجه درباره خودروهای مبتنی بر هوش مصنوعی است که نیازمند پژوهش بیشتر است. توانایی تصمیم‌گیری خودروهای خودران، به‌ویژه در موقعیت‌های مرگ و زندگی که خودرو باید بین دو نتیجه زیان‌بار انتخاب کند، چالشی اساسی ایجاد می‌کند. علاوه بر این، حجم عظیم داده‌های تولیدشده و جمع‌آوری‌شده توسط سیستم‌های پیشرفته کمک‌راننده و خودروهای خودران، نگرانی‌های اخلاقی درباره حریم خصوصی داده‌ها، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و اشتراک‌گذاری آن‌ها را به‌وجود می‌آورد. پژوهش‌های آینده باید سیاست‌هایی برای مصرف شفاف داده‌ها، رضایت آگاهانه و محافظت از افراد در برابر سوءاستفاده از داده‌هایشان تدوین کنند.

علاوه بر این، نگرانی‌های قانونی پیرامون توسعه خودروهای مبتنی بر هوش مصنوعی نیازمند بررسی بیشتر است. برای مثال، اگر یک خودروی خودران باعث تصادف شود، سؤالاتی درباره مسئولیت مطرح می‌شود که آیا این مسئولیت بر عهده تولیدکننده، توسعه‌دهنده یا مالک است. همچنین، چارچوب‌های قانونی موجود ممکن است نتوانند با پیشرفت‌های سریع فناوری همگام شوند. با توجه به تنوع چارچوب‌های قانونی در کشورها، این موضوع می‌تواند چالش‌هایی برای خودروسازانی که در چندین حوزه قضایی فعالیت می‌کنند، ایجاد کند. بنابراین، همسویی مقررات قانونی با پیشرفت‌های فناوری در صنعت خودروسازی، حوزه پژوهشی مهمی برای پژوهشگران این زمینه است.

Reference

Aadil, F., & Song, O., & Mushtaq, M., & Maqsood, M., & Ejaz Sheikh, S., & Baber, J. (2023). An efficient cluster optimization framework for internet of things (IoT) based Wireless Body Area Networks. Journal of Enterprise Information Management, 36(3), 839–860. https://doi.org/10.1108/JEIM-02-2020-0075

Ahmadi Alinoudehi, K., & Ashouri, H., & Hakibaei, Z. S. (2026). Analysis of the Dimensions and Components of AI-Based Digital Transformation Management. (e242146). Journal of New Approaches in Management and Marketing, 4(4), e242146 doi: 10.22034/jnamm.2026.550414.1173.. (In Persian)

Agoston, D. V. (2024). Of artificial intelligence, machine learning, and the human brain: Celebrating Miklos Palkovits' 90th birthday. Frontiers in Neuroanatomy, 18, Article 1374864. https://doi.org/10.3389/fnana.2024.1374864

Ahmedov, H., & Yi, D., & Sui, J. (2021). Application of a brain-inspired deep imitation learning algorithm in autonomous driving. Software Impacts, 10. https://doi.org/10.1016/j.simpa.2021.100165

Akbari emami, S., & Jamipour, M., & Fathi, S. (2023). Designing a framework for using artificial intelligence in human resource management: An exploratory approach. Journal of Sustainable Human Resource Management, 5(9), 284-263. doi: 10.22080/shrm.2023.4416 (In Persian)

Aizat, M., & Qistina, N., & Rahiman, W. (2024). A Comprehensive Review of Recent Advances in Automated Guided Vehicle Technologies: Dynamic Obstacle Avoidance in Complex Environment Toward Autonomous Capability. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 73. https://doi.org/10.1109/TIM.2023.3338722

Aldhyani, T., & Alkahtani, H. (2022). Attacks to Automatous Vehicles: A Deep Learning Algorithm for Cybersecurity. SENSORS, 22(1). https://doi.org/10.3390/s22010360

Alsanwy, S., & Chalak Qazani, M. R., & Al-Ashwal, W., & Shajari, A., & Nahvandi, S., & Asadi, H. (2024). Vehicle Trajectory Prediction Using Deep Learning for Advanced Driver Assistance Systems and Autonomous Vehicles. 2024 IEEE International Systems Conference (SysCon), 1–8. https://doi.org/10.1109/SysCon61195.2024.10553601

An, B., & Kim, Y. (2021). Real-time Camera and Video Streaming Through Optimized Settings of Ethernet AVB in Vehicle Network System. KSII Transactions on Internet And Information Systems, 15(8), 3025–3047. https://doi.org/10.3837/tiis.2021.08.018

An, B., & Kim, Y. (2022). Image Link Through Adaptive Encoding Data Base and Optimized GPU Algorithm for Real-time Image Processing of Artificial Intelligence. JOURNAL OF WEB ENGINEERING, 21(2), 459–496. https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.21215

Arena, F., & Collotta, M., & Luca, L., & Ruggieri, M., & Termine, F. (2022). Predictive Maintenance in the Automotive Sector: A Literature Review. Mathematical AND Computational APPLICATIONS, 27(1). https://doi.org/10.3390/mca27010002

Arshathkhan A & Priya R. (2024). Smart Traffic Management: Enhancing Urban Mobility through Predictive Analysis and AI-Driven Solutions. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, 234–240. https://doi.org/10.48175/IJETIR-1243

Azam, S., & Munir, F., & Sheri, A., & Kim, J., & Jeon, M. (2020). System, Design and Experimental Validation of Autonomous Vehicle in an Unconstrained Environment. SENSORS, 20(21). https://doi.org/10.3390/s20215999

Bagherian M., & Saadat P., & Besamili M. (2023). The role of artificial intelligence and its importance in accounting systems. Scientific Journal of Modern Research Approaches to Management and Accounting, 7(24), 713-727. Retrieved from https://www.majournal.ir/index.php/ma/article/view/1900. (In Persian)

Bai, J., & Zhang, Z., & Shen, B. (2022). Internet of vehicles security situation awareness based on intrusion detection protection systems. Journal of Computational Methods in Sciences And Engineering, 22(1), 189–195. https://doi.org/10.3233/JCM-215889

Banerjee, S., & Das, D., & Chatterjee, P., & Blakely, B., & Ghosh, U. (2023). A Blockchain-Enabled Sustainable Safety Management Framework for Connected Vehicles. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS. https://doi.org/10.1109/TITS.2023.3330159

Barbado, A., & Corcho, Ó. (2021). Vehicle Fuel Optimization Under Real-World Driving Conditions: An Explainable Artificial Intelligence Approach (Version 3). arXiv. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2107.06031

Bathla, G., & Bhadane, K., & Singh, R., & Kumar, R., & Aluvalu, R., & Krishnamurthi, R., & Kumar, A., & Thakur, R., & Basheer, S. (2022). Autonomous Vehicles and Intelligent Automation: Applications, Challenges, and Opportunities. Mobile Information Systems, 2022. https://doi.org/10.1155/2022/7632892

Biswas, A., & Wang, H. (2023). Autonomous Vehicles Enabled by the Integration of IoT, Edge Intelligence, 5G, and Blockchain. SENSORS, 23(4). https://doi.org/10.3390/s23041963

Campero-Jurado, I., & Quintanar-Gómez, J., & Vargas-Buitrón, O., & Trejo-Macotela, F., & Robles-Camarillo, D., & Simancas-Acevedo, E. (2019). Embedded system based on IoT and V2X for Smart Cities. International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics, 10(3), 50–58.

Chen, S., & Wen, H., & Wu, J. (2022). Artificial Intelligence Based Traffic Control for Edge Computing Assisted Vehicle Networks. Journal of Internet Technology, 23(5), 989–996. https://doi.org/10.53106/160792642022092305007

Damaj, I., & Serhal, D., & Hamandi, L., & Zantout, R., & Mouftah, H. (2021). Connected and Autonomous Electric Vehicles: Quality of Experience survey and taxonomy. Vehicular Communications, 28. https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2020.100312

Demlehner, Q., & Schoemer, D., & Laumer, S. (2021). How can artificial intelligence enhance car manufacturing? A Delphi study-based identification and assessment of general use cases. International Journal of Information Management, 58, 102317. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102317

Dini, P., & Saponara, S. (2023). Design and Experimental Assessment of Real-Time Anomaly Detection Techniques for Automotive Cybersecurity. SENSORS, 23(22). https://doi.org/10.3390/s23229231

Dumitrascu, O., & Dumitrascu, M., & Dobrota, D. (2020). Performance Evaluation for a Sustainable Supply Chain Management System in the Automotive Industry Using Artificial Intelligence. In PROCESSES (Vol. 8, Issue 11). MDPI. https://doi.org/10.3390/pr8111384

Ersöz, O., & Inal, A., & Aktepe, A., & Türker, A., & Ersöz, S. (2022). A Systematic Literature Review of the Predictive Maintenance from Transportation Systems Aspect. SUSTAINABILITY, 14(21). https://doi.org/10.3390/su142114536

Etemadi, M., & Chitsaz, E., & Koushki, S., & Jafari, S. M. (2024). Artificial Intelligence (AI) vs. Human-Led Approaches in Human Resource Recruitment Assessment: A Meta-Synthesis of Advantages and Disadvantages. Journal of Sustainable Human Resource Management, 6(11), 214-191. doi: 10.22080/shrm.2024.5100 (In Persian)

Farivar, F., & Haghighi, M., & Jolfaei, A., & Wen, S. (2021). Covert Attacks Through Adversarial Learning: Study of Lane Keeping Attacks on the Safety of Autonomous Vehicles. IEEE-ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, 26(3), 1350–1357. https://doi.org/10.1109/TMECH.2021.3064816

Gao, X., & Bian, X. (2021). Autonomous driving of vehicles based on artificial intelligence. JOURNAL OF INTELLIGENT & FUZZY SYSTEMS, 41(4), 4955–4964. https://doi.org/10.3233/JIFS-189982

Haenlein, M., & Kaplan& , A., & Chee, W. T., & Pengzhu, Zh. (2019). Artificial Intelligence (AI) and Management Analytics. Journal of Management Analytics. 6(4). 341-343. DOI: 10.1080/23270012.2019.1699876.

Haghighi, M. (2024). The necessity of using artificial intelligence in the development and progress of the country's exports and imports, 10th International Conference on Interdisciplinary Studies in Management and Engineering, Tehran, https://civilica.com/doc/2119142 (in Persian)

Hasan, R., & Ojala, A. (2024). Managing artificial intelligence in international business: Toward a research agenda on sustainable production and consumption. Thunderbird International Business Review, 66(2), 151-170. DOI:10.1002/tie.22369

Hayatmehr, Z., & Bairamzadeh, S., & jalalzadeh, S. R. (2026). The impact of artificial intelligence and smart learning on strategic thinking and performance with the moderating role of personal morality (Case study: Management students). Management and Educational Perspective, 8(1), 112-134. doi: 10.22034/jmep.2025.499739.1467. (in Persian)

Heidarian, A., & Shafizadeh, H., & Shariatmadari, N. (2025). Designing a model for using artificial intelligence in learning for elementary school students. Management and Educational Perspective, 7(2), 443-467. doi: 10.22034/jmep.2025.547563.1574. (in Persian)

Hu, W., & Wu, H., & Cho, H., & Tseng, F. (2020). Optimal Route Planning System for Logistics Vehicles Based on Artificial Intelligence. Journal of Internet Technology, 21(3), 757–764. https://doi.org/10.3966/160792642020052103013

Hussain, D., & Khan, M., & Abbas, S., & Naqvi, R., & Mushtaq, M., & Rehman, A., & Nadeem, A. (2021). Enabling Smart Cities with Cognition Based Intelligent Route Decision in Vehicles Empowered with Deep Extreme Learning Machine. CMC-Computers Materials & Continua, 66(1), 141–156. https://doi.org/10.32604/cmc.2020.013458

Jain, P., Aggarwal, K. (2020). Transforming marketing with artificial intelligence. Int. Res. J. Eng. Technol. 7(7), 3964–3976. DOI:10.13140/RG.2.2.25848.67844

Joshi, A., & Capezza, S., & Alhaji, A., & Chow, M.-Y. (2023). Survey on AI and Machine Learning Techniques for Microgrid Energy Management Systems. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 10(7), 1513–1529. https://doi.org/10.1109/JAS.2023.123657

Khan, M. (2021). Intelligent Environment Enabling Autonomous Driving. IEEE ACCESS, 9, 32997–33017. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3059652

Kim, W., & Yang, H., & Kim, J. (2023). Blind Spot Detection Radar System Design for Safe Driving of Smart Vehicles. APPLIED SCIENCES-BASEL, 13(10). https://doi.org/10.3390/app13106147

Kiss, G. (2019). The danger of using artificial intelligence in the development of autonomous vehicles. Interdisciplinary description of complex systems, 17(4), 716–722. https://doi.org/10.7906/indecs.17.4.3

Kolekar, S., & Gite, S., & Pradhan, B., & Alamri, A. (2022). Explainable AI in Scene Understanding for Autonomous Vehicles in Unstructured Traffic Environments on Indian Roads Using the Inception U-Net Model with Grad-CAM Visualization. SENSORS, 22(24). https://doi.org/10.3390/s22249677

Kumar, V., & Zhu, D., & Dadam, S. R. (2023). Connected Vehicle Data – Prognostics and Monetization Opportunity. 2023-01–1685. https://doi.org/10.4271/2023-01-1685

Li, W.,& Li, G., & Kamarthi, S. (2023). The Study of Trends in AI Applications for Vehicle Maintenance Through Keyword Co-occurrence Network Analysis. International Journal of Prognostics and Health Management, 14(2), 3583. https://doi.org/10.36001/IJPHM.2023.v14i2.3583

Li, Z., & Zhang, K., & Chen, B., & Dong, Y., & Zhang, L. (2019). Driver identification in intelligent vehicle systems using machine learning algorithms. In IET INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS (Vol. 13, Issues 1, SI, pp. 40–47). WILEY. https://doi.org/10.1049/iet-its.2017.0254

Liu, J., & Cao, X. (2023). Empowering autonomous systems with AI-enabled V2X communication based signal analysis using sliding window integrated ensemble machine learning model. COMPUTERS & ELECTRICAL ENGINEERING, 111. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2023.108936

Luetge, C., & Poszler, F., & Acosta, A. J., & Danks, D., & Gottehrer, G., & Mihet-Popa, L., & Naseer, A. (2021). AI4People: Ethical Guidelines for the Automotive Sector—Fundamental Requirements and Practical Recommendations. INTERNATIONAL JOURNAL OF TECHNOETHICS, 12(1), 101–125. https://doi.org/10.4018/IJT.20210101.oa2

M. Jain & P. Kulkarni. (2022). Application of AI, IOT and ML for Business Transformation of The Automotive Sector. 2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA), 1270–1275. https://doi.org/10.1109/DASA54658.2022.9765294

Ma, Y., & Wang, Z., & Yang, H., & Yang, L. (2020). Artificial intelligence applications in the development of autonomous vehicles: A survey. IEEE-CAA Journal of Automatica Sinica, 7(2), 315–329. https://doi.org/10.1109/JAS.2020.1003021

Mahmood, S. (2023). Artificial intelligence-driven innovation and export performance: Evidence from high-tech industries. Technological Forecasting and Social Change, 199, 122700. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122700

Medrano-Berumen, C., & Akbas, M. (2021). Validation of decision-making in artificial intelligence-based autonomous vehicles. Journal of Information and Telecommunication, 5(1), 83–103. https://doi.org/10.1080/24751839.2020.1824154

Mehta, A. A., & Padaria, A. A., & Bavisi, D. J., & Ukani, V., & Thakkar, P., & Geddam, R., & Kotecha, K., & Abraham, A. (2024). Securing the Future: A Comprehensive Review of Security Challenges and Solutions in Advanced Driver Assistance Systems. IEEE ACCESS, 12, 643–678. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3347200

Menon, V., & Jacob, S., & Joseph, S., & Sehdev, P., & Khosravi, M., & Al-Turjman, F. (2022). An IoT-enabled intelligent automobile system for smart cities. INTERNET OF THINGS, 18. https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100213

Ming, Y., & Li, Y., & Zhang, Z., & Yan, W. (2021). A Survey of Path Planning Algorithms for Autonomous Vehicles. Sae International Journal of Commercial Vehicles, 14(1), 97–109. https://doi.org/10.4271/02-14-01-0007

Murtaza, M., & Cheng, C., & Fard, M., & Zeleznikow, J. (2023). The importance of transparency in naming conventions, designs, and operations of safety features: From modern ADAS to fully autonomous driving functions. AI & SOCIETY, 38(2), 983–993. https://doi.org/10.1007/s00146-022-01442-x

Muzahid, A., & Kamarulzaman, S., & Rahman, M., & Murad, S., & Kamal, M., & Alenezi, A. (2023). Multiple vehicle cooperation and collision avoidance in automated vehicles: Survey and an AI-enabled conceptual framework. SCIENTIFIC REPORTS, 13(1). https://doi.org/10.1038/s41598-022-27026-9

Nascimento, A. M., & Vismari, L. F., & Molina, C. B. S. T., & Cugnasca, P. S., & Camargo, J. B., & Jr., de Almeida, J. R., & Jr., Inam, R., & Fersman, E., & Marquezini, M. V., & Hata, A. Y. (2020). A Systematic Literature Review About the Impact of Artificial Intelligence on Autonomous Vehicle Safety. In IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (Vol. 21, Issue 12, pp. 4928–4946). IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC. https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2949915

Naz, N., & Ehsan, M. K., & Amirzada, M. R., & Ali, M. Y., & Qureshi, M. A. (2022). Intelligence of Autonomous Vehicles: A Concise Revisit. JOURNAL OF SENSORS, 2022, 2690164. https://doi.org/10.1155/2022/2690164

Neethirajan, S. (2023). Artificial intelligence and sensor technologies in dairy livestock export: charting a digital transformation. Sensors, 23(16), 7045. doi.org/10.3390/s23167045

Ning, Z., & Zhang, K., & Wang, X., & Guo, L., & Hu, X., & Huang, J., & Hu, B., & Kwok, R. (2021). Intelligent Edge Computing in Internet of Vehicles: A Joint Computation Offloading and Caching Solution. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 22(4), 2212–2225. https://doi.org/10.1109/TITS.2020.2997832

Pan, C., & Gao, Y., & Gu, A. (2023). Enhancing reliability analysis of AI systems using STPA: A case study on the DroneResponse UAV system. In S. Saxena & C. Zhao (Eds.), International Conference on Algorithms, High Performance Computing, and Artificial Intelligence (AHPCAI 2023) (p. 43). SPIE. https://doi.org/10.1117/12.3011516

Park, J., & Quach, N., & Kim, Y., & Cheng, R., & Jenco, M., & Yin, C., & Lee, A., & Won, Y. (2023). Machine Learning Analysis of Autonomous Vehicle Sensors Under Extreme Conditions in Alaska. JOURNAL OF ELECTRONIC PACKAGING, 145(4). https://doi.org/10.1115/1.4063486

Rahimi Klor, H., & Mohammadkhani, R. (2024). Designing a model of the consequences of the use of artificial intelligence and machine learning in advertising and sales. Intelligent Business Management Studies, 12(48), 223-270. doi: 10.22054/ims.2024.76711.2403. (in Persian)

Rao, Y., & Yang, F. (2020). Research on Path Tracking Algorithm of Autopilot Vehicle Based on Image Processing. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 34(5). https://doi.org/10.1142/S0218001420540130

Reveles-Gómez, L., & Luna-García, H., & Celaya-Padilla, J., & Barría-Huidobro, C., & Gamboa-Rosales, H., & Solís-Robles, R., & Arceo-Olague, J., & Galván-Tejada, J., & Galván-Tejada, C., & Rondon, D., & Villalba-Condori, K. (2023). Detection of Pedestrians in Reverse Camera Using Multimodal Convolutional Neural Networks. SENSORS, 23(17). https://doi.org/10.3390/s23177559

Sadaf, M., & Iqbal, Z., & Javed, A., & Saba, I., & Krichen, M., & Majeed, S., & Raza, A. (2023). Connected and Automated Vehicles: Infrastructure, Applications, Security, Critical Challenges, and Future Aspects. TECHNOLOGIES, 11(5). https://doi.org/10.3390/technologies11050117

Shahedi, A., & Dadashpour, I., & Rezaei, M. (2023). Barriers to the sustainable adoption of autonomous vehicles in developing countries: A multi-criteria decision-making approach. HELIYON, 9(5). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15975

Shahzadi, S., & Chaudhry, N., & Iqbal, M. (2023). A Novel 6G Conversational Orchestration Framework for Enhancing Performance and Resource Utilization in Autonomous Vehicle Networks. SENSORS, 23(17). https://doi.org/10.3390/s23177366

Singh, P. K., & Singh, R., & Nandi, S. (2020). V-CARE: A Blockchain Based Framework for Secure Vehicle Health Record System (Version 1). arXiv. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2007.13647

Tang, F., & Kawamoto, Y., & Kato, N., & Liu, J. (2020). Future Intelligent and Secure Vehicular Network Toward 6G: Machine-Learning Approaches. PROCEEDINGS OF THE IEEE, 108(2), 292–307. https://doi.org/10.1109/JPROC.2019.2954595

Todorovic, M., & Aldakkhelallah, A., & Simic, M. (2023). Managing Transitions to Autonomous and Electric Vehicles: Scientometric and Bibliometric Review. WORLD ELECTRIC VEHICLE JOURNAL, 14(11). https://doi.org/10.3390/wevj14110314

Tran, D. V., & Le, C. T. Q. (2022). Developing a Regulatory Framework for Autonomous Vehicles: A Proximal Analysis of European Approach and Its Application to ASEAN Countries. TALTECH JOURNAL OF EUROPEAN STUDIES, 12(2), 165–188. https://doi.org/10.2478/bjes-2022-0016

Triki, N., & Karray, M., & Ksantini, M. (2023). A Real-Time Traffic Sign Recognition Method Using a New Attention-Based Deep Convolutional Neural Network for Smart Vehicles. APPLIED SCIENCES-BASEL, 13(8), 4793. https://doi.org/10.3390/app13084793

Urbieta, I., & Nieto, M., & García, M., & Otaegui, O. (2021). Design and Implementation of an Ontology for Semantic Labeling and Testing: Automotive Global Ontology (AGO). APPLIED SCIENCES-BASEL, 11(17). https://doi.org/10.3390/app11177782

Vagale, A., & Oucheikh, R., & Bye, R., & Osen, O., & Fossen, T. (2021). Path planning and collision avoidance for autonomous surface vehicles I: a review. JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY, 26(4), 1292–1306. https://doi.org/10.1007/s00773-020-00787-6

Vakaruk, S., & Sierra-García, J., & Mozo, A., & Pastor, A. (2021). Forecasting Automated Guided Vehicle Malfunctioning with Deep Learning in a 5G-Based Industry 4.0 Scenario. IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, 59(11), 102–108. https://doi.org/10.1109/MCOM.221.2001079

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, 84(2), 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. Scientometrics, 111(2), 1053–1070. https://doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7

Vishal Goyal, Kamal Sharma, A. J. (2024). Enhancing Reliability of Advanced Driver-Assistance Systems through Predictive Maintenance and Data-Driven Insights. Journal of Electrical Systems, 20(4s), 508–523. https://doi.org/10.52783/jes.2061

Yan, M., & Xiong, R., & Wang, Y., & Li, C. (2024). Edge Computing Task Offloading Optimization for a UAV-Assisted Internet of Vehicles via Deep Reinforcement Learning. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 73(4), 5647–5658. https://doi.org/10.1109/TVT.2023.3331363

Zhang, Q., & Tian, S., & Lin, X. (2023). Recent Advances and Applications of AI-Based Mathematical Modeling in Predictive Control of Hybrid Electric Vehicle Energy Management in China. ELECTRONICS, 12(2). https://doi.org/10.3390/electronics12020445

Zhang, T. (2020). Toward Automated Vehicle Teleoperation: Vision, Opportunities, and Challenges. IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, 7(12), 11347–11354. https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3028766

Zhang, W., & Huang, C. (2024). Timeliness Study of Home Energy Management System Based on Dynamic Allocation of Bandwidth. IEEE Access, 12, 46329–46346. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3381624

Zolghadr, A., & Sarmad saeidi, S., & Ghasemi, B. (2025). Presenting a model for applying artificial intelligence in exporting electronics products. Journal of New Approaches in Management and Marketing, 4(3), 209-228. doi: 10.22034/jnamm.2026.510320.1078. (in Persian)