



# The Coevolution of Artificial Intelligence and the Future: A Systematic Analysis of the Theoretical Literature

1. Zohreh Karimmian  
2. Maryam Nozari  
3. Mostafa Hashemzadeh 

- **Article Type:** Review Paper
- **Vol. 35 | No. 3 | Serial 99 | Oct. 2025**
- **Received:** 2026.02.08
- **Revised:** 2026.04.21
- **Accepted:** 2026.06.20
- **Published Online:** 2026.08.20
- **Pages:**
- **P-ISSN:** 1027-2690
- **E-ISSN:** 2783-4514

## Keywords

Coevolution, Artificial Intelligence, Future, Scientometrics, Meta-synthesis.

1. PhD Assistant Professor of Management of Technology, STB.I.A.U., Islamic Azad University, Tehran, Iran  
zohreh.karimmian@iau.ac.ir  
**ORCID:** 0000-0002-4310-0074
2. PhD Assistant Professor of Management of Technology, CTB.I.A.U., Islamic Azad University, Tehran, Iran  
maryamnozari@iau.ac.ir  
**ORCID:** 0000-0002-5501-0033
3.  PhD Candidate in Management of Technology, SRB.I.A.U., Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding Author)  
m.hashemzadeh@srbiau.ac.ir  
**ORCID:** 0000-0002-2399-1615

**Cite This Paper:** Karimmian, Z., Nozari, M., Hashemzadeh, M. (2025). The Coevolution of Artificial Intelligence and the Future: A Systematic Analysis of the Theoretical Literature. *Rahyaft*, 35 (3), . (Persian).

**DOI:** 10.22034/RAHYAFT.2026.12228.1644



© The Author(s)  
Publisher: National Research Institute for Science Policy (N.R.I.S.P)

## Abstract

Artificial intelligence (AI) has evolved over the last decade from a predominantly technical field centered on machine learning algorithms into a transformative socio-technical force capable of reshaping economies, governance systems, organizational structures, and human interactions. Simultaneously, futures studies have gradually moved beyond narrow forecasting approaches toward broader frameworks concerned with uncertainty, scenario development, socio-technical transitions, and the responsible governance of emerging technologies. Despite the rapid expansion of research on AI and future-related topics, the literature at the intersection of these two domains remains fragmented, multidisciplinary, and conceptually dispersed. Existing studies often emphasize either “the future of AI” as a technological trajectory or “AI as a future-making force” that influences decision-making, governance, and societal transformation. Consequently, the reciprocal and dynamic relationship between AI and the future has rarely been analyzed within a unified conceptual framework. The present study addresses this gap by systematically mapping the intellectual structure, conceptual evolution, and thematic trajectories of the literature on “AI and the future” through an integrated quantitative–qualitative approach. The study seeks not only to identify dominant research streams and thematic patterns but

also to move beyond descriptive, forecasting-oriented analyses toward a future-oriented interpretive framework capable of explaining how AI development and future imaginaries mutually shape one another. In this sense, the research aligns with broader futures studies perspectives that view the future not merely as an object of prediction, but as a domain of strategic interpretation, governance, and socio-technical construction. Methodologically, the study employs a mixed-method design combining bibliometric analysis and qualitative meta-synthesis. In the quantitative phase, bibliometric data were extracted from the Web of Science database and analyzed using the bibliometrix package in the R environment, together with CiteSpace software. The analysis included co-occurrence networks, thematic mapping, thematic evolution, and citation structures in order to identify dominant concepts, research clusters, and intellectual trajectories across the field. The quantitative analysis was subsequently integrated with a qualitative meta-synthesis based on the Sandelowski and Barroso approach. From an initial corpus of 200 potentially relevant studies, 50 articles were selected through a multi-stage screening process based on thematic relevance, conceptual richness, methodological transparency, and policy significance. Coding procedures involved open coding, constant comparison, conceptual integration, and the development of higher-order themes.

One of the central contributions of the study is the development of a four-axis conceptual framework capable of integrating the fragmented streams of the literature. The framework consists of four interconnected dimensions: (1) the Future of AI, (2) Future-Making AI, (3) Future-Oriented Governance and Ethics, and (4) Human–AI Interaction. The first dimension, “the Future of AI,” captures literature concerned with the internal evolution of AI technologies themselves, including developments in deep learning, machine learning architectures, neural networks, and technological paradigms. This stream focuses on how AI systems evolve, which technological trajectories become dominant, and what factors influence future innovation pathways. The second dimension, “Future-Making AI,” refers to literature that conceptualizes AI as an active tool for shaping

future systems, decisions, and socio-economic processes. Research clusters related to tourism and hospitality, project management, market capability, forecasting systems, and organizational decision support fall within this dimension. AI here is understood not merely as an object of future development, but as an agent capable of influencing future realities through predictive analytics, automation, optimization, and strategic intervention. The third dimension, “Future-Oriented Governance and Ethics,” reflects the growing emphasis on regulation, explainability, transparency, institutional accountability, and ethical oversight. The emergence of explainable AI and governance-oriented research suggests that the legitimacy of future AI systems increasingly depends not only on efficiency and predictive performance but also on trustworthiness, auditability, and societal acceptance. The fourth dimension, “Human–AI Interaction,” highlights the relational and interpretive aspects of intelligent systems. This stream includes studies on AI adoption, user acceptance, collaborative intelligence, generative AI, natural language processing, and the changing relationship between humans and intelligent machines. The literature increasingly portrays AI not simply as an autonomous computational system but as a socio-technical actor embedded within organizational, cognitive, and communicative environments. The study further demonstrates that the relationship between AI and the future should not be interpreted as linear or deterministic. Rather, the findings support a co-shaping and mutually constitutive perspective in which technological development, governance structures, institutional arrangements, social imaginaries, and human practices continuously interact and reshape one another. In this regard, the study contributes to moving the discourse beyond conventional forecasting toward a broader futures studies perspective concerned with uncertainty, governance, and scenario-oriented thinking.

Another important finding concerns the imbalance between technical and socio-institutional dimensions within the literature. Bibliometric structures remain heavily concentrated around predictive modeling, deep learning, and forecasting-oriented applications, while governance, institutional legitimacy, and societal dimensions appear more strongly in qualitative and conceptual

discussions. This imbalance itself constitutes a meaningful finding, suggesting that the field is still transitioning from a predominantly technical paradigm toward a more integrated socio-technical understanding of AI futures. From a policy perspective, the study highlights the necessity of moving beyond one-dimensional approaches that prioritize either technological acceleration or restrictive regulation alone. Instead, future AI governance requires coordinated frameworks capable of simultaneously supporting innovation, accountability, transparency, and human-centered implementation. The findings also indicate that the rise of generative AI and automated decision-making systems intensifies the need for workforce reskilling, institutional adaptation, and new governance mechanisms capable of managing trade-offs between predictive efficiency and institutional responsibility. The study contributes theoretically by bridging fragmented debates across AI research, futures studies, governance studies, and socio-technical transition literature through an integrative framework grounded in both quantitative mapping and qualitative synthesis. Methodologically, it demonstrates the value of combining bibliometric analysis with meta-synthesis to move from descriptive mapping toward conceptual interpretation and theory development. Nevertheless, the proposed framework remains exploratory and interpretive in nature and therefore requires further empirical validation. Future research may employ Delphi methods, scenario planning, expert panels, and comparative case studies to evaluate the applicability and robustness of the four-axis framework across different sectors, such as healthcare, energy, education, finance, and public administration. Additionally, future studies could examine how emerging technological uncertainties, regulatory shifts, and societal expectations reshape the balance among the four dimensions identified in this research. In conclusion, the literature on AI and the future is undergoing a significant transformation from a predominantly algorithmic and forecasting-oriented paradigm toward a multi-layered socio-technical discourse in which predictive capability, explainability, governance, ethics, and human interaction jointly define the future trajectory of intelligent systems. By offering an integrative conceptual framework

and a systematic mapping of intellectual evolution, this study provides a future-oriented perspective for understanding the evolving relationship between AI and societal futures and contributes to the development of more responsible, interdisciplinary, and governance-aware AI research.



# هم تکاملی هوش مصنوعی و آینده: تحلیلی نظام‌مند بر ادبیات نظری

۱. زهره کریم‌میان

۲. مریم نوذری

۳. مصطفی هاشم‌زاده

• نوع مقاله: مروری

• دوره ۳۵ | شماره ۳ | پیاپی ۹۹ | مهر ۱۴۰۴

• تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۹

• تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۰۱

• تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

• تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۵/۲۹

• صفحات:

• شابای چاپی: ۱۰۲۷-۲۶۹۰

• شابای الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۵۱۴

## چکیده

هوش مصنوعی طی دهه اخیر از یک فناوری عمدتاً فنی فراتر رفته و به پیش‌رانی کلیدی برای تحول اقتصادی-اجتماعی و بازتعریف شیوه‌های تصمیم‌گیری و حکمرانی تبدیل شده است. هم‌زمان، مطالعات آینده از سطح «پیش‌بینی» فاصله گرفته و به رویکردی برای فهم پیامدهای فناوریانه و نیز جهت‌دهی مسئولانه به مسیرهای توسعه فناوری بدل شده است. با وجود رشد سریع پژوهش‌ها، ادبیات تقاطع «هوش مصنوعی» و «آینده» پراکنده و میان‌رشته‌ای است و غالباً یکی از دو جهت‌گیری «آینده هوش مصنوعی» یا «هوش مصنوعی آینده‌ساز» (به‌عنوان ابزاری برای شکل‌دهی به آینده و تصمیم‌سازی) را به صورت منفرد برجسته می‌کند. از این رو، تصویری یکپارچه از ارتباط دوسویه و هم‌تکاملی این دو جریان و مسیر تحول مفهومی آن‌ها کمتر ارائه شده است. پژوهش حاضر با هدف نگاشت ساختار دانشی و تبیین چهارچوب نظری این هم‌تکاملی، از رویکرد ترکیبی (کمی-کیفی) استفاده می‌کند. در بخش کمی، داده‌های کتاب‌سنجی از Web of Science استخراج و با بهره‌گیری از بسته bibliometrix در محیط R و نرم‌افزار CiteSpace تحلیل شد تا ساختار تولید علم، شبکه‌های مفهومی و استنادی، نقشه موضوعی و تکامل موضوعی ترسیم شود. سپس، در بخش کیفی، با استفاده از فراترکیب ساندلوسکی و باروسو و کدگذاری، مقالات منتخب تحلیل و مفاهیم و مضامین نظری یکپارچه‌سازی شد. خروجی پژوهش شامل نگاشت جریان‌ها و خوشه‌های غالب ادبیات، صورت‌بندی چهارچوبی مفهومی

## کلیدواژه‌ها

هم‌تکاملی، هوش مصنوعی، آینده، علم‌سنجی، فراترکیب.

۱. استادیار مدیریت فناوری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

zohreh.karimmian@iau.ac.ir

ORCID: 0000-0002-4310-0074

۲. استادیار مدیریت فناوری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

maryamnozari@iau.ac.ir

ORCID: 0000-0002-5501-0033

۳. دانشجوی دکتری مدیریت فناوری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (پدیدآور رابط)

m.hashemzadeh@srbiau.ac.ir

ORCID: 0000-0002-2399-1615

استناد به این مقاله: کریم‌میان، ز.، نوذری، م.، و هاشم‌زاده، م. (۱۴۰۴). هم‌تکاملی هوش مصنوعی و آینده: تحلیلی نظام‌مند بر ادبیات نظری. رهافت، ۳۵ (۳)، صص. .

DOI: 10.22034/RAHYAFT.2026.12228.1644

ناشر: مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور  
نویسندگان: © حق مؤلف



از اطلاعات شخصی اهمیت بسیاری یافته‌اند. مسائل مربوط به عدالت و انصاف با الگوریتم‌های تصمیم‌گیری هوش مصنوعی که می‌توانند ناخواسته شیوه‌های تبعیض‌آمیز را تداوم بخشند، پدیدار شده‌اند. افزون‌براین، تأثیر هوش مصنوعی بر استقلال انسان، پرسش‌های عمیقی دربارهٔ مرزهای بین عامل انسانی و نفوذ فناوری مطرح می‌کند (Stahl et al., 2023).

با وجود این چالش‌ها، هوش مصنوعی ظرفیت بالقوه فوق‌العاده‌ای برای آینده دارد (Kopalle et al., 2022). همکاری بین هوش مصنوعی و هوش انسانی این ظرفیت را دارد که به پیشرفت‌های خارق‌العاده‌ای در مهارت‌های انسانی و حل مسائل پیچیده منجر شود. تقویت هوش مصنوعی که در آن انسان و ماشین با یکدیگر همکاری می‌کنند، در زمینه‌های گوناگونی از مراقبت‌های پزشکی گرفته تا مطالعات علمی، از قابلیت توسعه برخوردار است. پیشرفت‌های هوش مصنوعی توضیح‌پذیر<sup>۱</sup> شفافیت و اعتماد را ارتقا می‌دهد و امکان درک بهتر و تصمیم‌گیری اخلاقی‌محور را فراهم می‌کند. افزون‌براین، وضع اصول و قوانین اخلاقی برای پژوهش‌ها و حکمرانی هوش مصنوعی، به‌مثابه نقشه راهی برای عملکرد مسئولانه هوش مصنوعی عمل می‌کند (Rawas, 2024). در واقع، اصول اخلاقی و چهارچوب‌های حکمرانی به پیاده‌سازی مسئولانه فناوری در اداره امور عمومی کمک می‌کنند، درحالی‌که تجربیات عملی استفاده از هوش مصنوعی باعث شکل‌گیری و تکامل این چهارچوب‌ها می‌شود (Aghayari & Karimmian, 2025).

مرور نظام‌مند بدنه پژوهش‌های موجود حاکی از آن است مطالعات مرتبط با هوش مصنوعی و آینده را می‌توان در چند محور اصلی تبیین کرد که هریک رویکردی متمایز به نقش این فناوری در آینده ترسیم می‌کنند. بخشی از این پژوهش‌ها، هوش مصنوعی را موضوع آینده‌پژوهی می‌دانند و با تمرکز بر روند تکامل فناوری‌های هوشمند از یادگیری عمیق تا الگوهای زاینده و شبکه‌های عصبی پیشرفته، به ترسیم مسیر تحول فنی و فناوریانه هوش مصنوعی می‌پردازند (Lu, 2019; Yu, Xu, Hu, & Deng, 2023). در گروهی دیگر از مطالعات، هوش مصنوعی ابزاری برای شکل‌دهی به آینده و آینده‌سازی تلقی می‌شود و بر نقش آن در پیش‌بینی، تصمیم‌یاری هوشمند و تحلیل داده‌محور در حوزه‌هایی چون انرژی، سلامت، صنعت و آموزش تأکید می‌شود (Zhang, Eddy Patuwo, & Hu, 1998; Baryannis, Validi, Dani, & Antoniou, 2019; Mariani, Machado, Magrelli, & Dwivedi, 2023). هم‌زمان، مجموعه‌ای از پژوهش‌ها به ابعاد اخلاقی و حکمرانی هوش مصنوعی پرداخته‌اند و موضوعاتی همچون شفافیت، عدالت الگوریتمی، مسئولیت‌پذیری و سیاست‌گذاری مسئولانه را به‌مثابه عناصر کلیدی

برای توضیح رابطه دوسویه «آینده هوش مصنوعی» و «هوش مصنوعی آینده‌ساز» و استخراج دلالت‌های سیاستی و حکمرانی برای بهره‌گیری مسئولانه از هوش مصنوعی در شکل‌دهی به آینده است. این پژوهش با ارائه چشم‌اندازی یکپارچه و آینده‌نگر، به پیوند مباحث پراکنده و تقویت پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در حوزه هوش مصنوعی کمک می‌کند.

## مقدمه

در دهه‌های اخیر، هوش مصنوعی که در لبه توسعه فناوری قرار دارد، از یک حوزه فنی محدود به الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به نیرویی اساسی در شکل‌دهی آینده فناوری، جامعه و انسان تبدیل شده و ظرفیت تأثیرگذاری عمیق و بی‌مانندی بر آینده بشر دارد (Järvelä, Nguyen, & Hadwin, 2023). سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نیز به‌طور چشمگیری در جنبه‌های مختلف زندگی ما نفوذ کرده‌اند و ابزارهای مفیدی برای استفاده انسان محسوب می‌شوند. این سامانه‌ها در حال تکامل‌اند تا به‌مثابه دستیار یا نیمه‌عامل در حوزه‌های خاص عمل کنند و به‌طور بالقوه بر تفکر، تصمیم‌گیری و عاملیت انسان تأثیر بگذارند (Afroogh, Akbari, Malone, Kargar, Alambeigi, & 2024). از این‌رو، درک پیامدهای هوش مصنوعی به‌دلیل توسعه و نفوذ آن در جنبه‌های گوناگون، اهمیت فزاینده‌ای یافته است. هوش مصنوعی، طیفی گسترده از کاربردهای تحول‌آفرین دارد که بر جنبه‌های گوناگون زندگی انسان‌ها تأثیر گذارند. در حوزه پزشکی و سلامت، هوش مصنوعی در حال متحول کردن تشخیص‌های پزشکی، امکان‌پذیر کردن درمان‌های شخصی‌سازی‌شده و کمک به انجام عمل‌های جراحی پیچیده است (Beets, Johnson, Ramirez, & Chen, 2023). بخش حمل‌ونقل شاهد ظهور وسایل نقلیه خودران و سامانه‌های مدیریت هوشمند ترافیک است که نویدبخش سفرهایی ایمن‌تر و کارآمدتر هستند (Nwakanma et al., 2023). در امور مالی و اقتصادی، هوش مصنوعی در حال تغییر شکل معاملات الگوریتمی، تشخیص تقلب‌ها و پیش‌بینی اقتصادی است و پویایی بازارهای جهانی را تغییر می‌دهد (Chang, Taghizadeh-Hesary, & Mohsin, 2023). علاوه‌براین، هوش مصنوعی با ارائه تجربیات یادگیری شخصی‌سازی‌شده و سامانه‌های تدریس هوشمند، رشد فردی را تقویت کرده و نتایج آموزشی را بهبود می‌بخشد (Gašević, Siemens, & Sadiq, 2023).

با این حال، گسترش هوش مصنوعی، پیامدهای اخلاقی و اجتماعی دارد که بررسی‌های دقیقی را طلب می‌کند. نگرانی‌ها دربارهٔ جابه‌جایی شغلی و آینده کار به‌دلیل جایگزینی فزاینده نیروی کار با خودکارسازی و فناوری‌های هوش مصنوعی افزایش یافته است. حریم خصوصی و امنیت داده‌ها با توجه به متکی بودن هوش مصنوعی به حجم بالایی

تحلیل تصویر، موتورهای جست‌وجو، سامانه‌های تشخیص گفتار و چهره) یا در دستگاه‌های سخت‌افزاری تعبیه شوند (مانند ربات‌های پیشرفته، ماشین‌های خودران، پهپادها یا برنامه‌های اینترنت اشیا)» (AI HLEG, 2019). سازمان توسعه و همکاری اقتصادی<sup>2</sup> نیز سامانه هوش مصنوعی را این‌گونه تعریف می‌کند: «سامانه هوش مصنوعی، سامانه‌ای مبتنی بر ماشین است که برای اهداف صریح یا ضمنی، از ورودی‌هایی که دریافت می‌کند، استنباط می‌کند چگونه خروجی‌هایی مانند پیش‌بینی‌ها، محتوا، توصیه‌ها یا تصمیماتی را تولید کند که می‌توانند بر محیط‌های فیزیکی یا مجازی تأثیر بگذارند؛ سامانه‌های مختلف هوش مصنوعی از نظر سطح استقلال و سازگاری پس از استقرار، متفاوت‌اند» (OECD, 2024).

### هوش مصنوعی و آینده

ارتباط میان هوش مصنوعی و آینده، ارتباطی دوسویه و پویا به‌شمار می‌رود؛ بدین معنا که از یک سو، هوش مصنوعی یکی از مهم‌ترین محرک‌های ایجاد تغییر در آینده بشر است و از سوی دیگر، تصویر ما از آینده، مسیر رشد هوش مصنوعی را تعیین می‌کند؛ در واقع انتظارات، سیاست‌ها و ارزش‌های آینده‌محور بشر تعیین می‌کنند که هوش مصنوعی چگونه توسعه یابد. در نتیجه می‌توان گفت هوش مصنوعی و آینده در چرخه‌ای متقابل و هم‌تکاملی قرار دارند.

مطالعات ژانگ و همکاران در زمینه پیش‌بینی مبتنی بر شبکه‌های عصبی نشان داد که این الگوها قادرند روابط غیرخطی و پیچیده میان متغیرها را بهتر از الگوهای آماری متداول شناسایی کنند (Zhang et al., 1998). این روند با توسعه یادگیری عمیق و ترکیب الگوهای مختلف تداوم یافت و پژوهش‌های اخیر کارایی بالای روش‌های یادگیری عمیق در پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی، انرژی و اقتصادی را تأیید کردند (Lim & Zohren, 2021; Lara-Benítez, Carranza-García, & Riquelme, 2021; Wei, Li, Peng, Zeng, & Lu, 2019; Gasparin, Lukovic, & Alippi, 2022). به‌ویژه استفاده از شبکه‌های عصبی بازگشتی و الگوهای ترکیبی توانسته است محدودیت‌های الگوهای کلاسیک را برطرف کند و پیش‌بینی‌های دقیق‌تری برای داده‌های ناپیوسته و متغیر ارائه دهد (Cifuentes, Marulanda, Bello, & Reneses, 2020).

پژوهش‌ها در حوزه انرژی و محیط‌زیست نیز نشان داده‌اند که به‌کارگیری یادگیری ماشین در پیش‌بینی تولید انرژی خورشیدی، مصرف برق و مدیریت منابع تجدیدپذیر می‌تواند نقش چشمگیری در پایداری شبکه‌های هوشمند ایفا کند (Ahmad & Chen, 2020; Kumbure, Lohrmann, Luukka, & Porras, 2022; Benti, Chaka, & Semie, 2023).

در آینده این فناوری مطرح کرده‌اند (Antoniadi et al., 2021; Wang & Siau, 2019; Madan & Ashok, 2023). در کنار این رویکردها، دسته‌ای از مطالعات نیز به جایگاه انسان در عصر هوش مصنوعی می‌پردازند و بر تعامل انسان با فناوری‌های هوشمند تأکید دارند (Han et al., 2019; Tang, Chang, & Hwang, 2023; Langer & Landers, 2021).

جمع‌بندی مرور پیشینه نشان می‌دهد با وجود گسترش چشمگیر مطالعات در حوزه «هوش مصنوعی و آینده»، این حوزه همچنان با شکاف مفهومی و ساختاری مهمی مواجه است. اغلب پژوهش‌ها یکی از دو رویکرد «آینده هوش مصنوعی» یا «هوش مصنوعی آینده‌ساز» را به‌طور منفرد بررسی کرده‌اند و کمتر تلاش شده است تا رابطه دوسویه، دستگاهی و هم‌تکاملی میان این دو جریان به‌صورت یکپارچه تبیین شود. همچنین، تاکنون نگاهی مبتنی بر شواهد از ساختار دانشی این عرصه، خوشه‌های مفهومی، شبکه‌های هم‌استنادی و مسیر تحول موضوعی در تقاطع مطالعات آینده و هوش مصنوعی ارائه نشده است. پژوهش حاضر با ترکیب تحلیل علم‌سنجی و فراترکیب کیفی می‌کوشد این شکاف را پر کند و تصویری یکپارچه از نحوه تأثیرگذاری متقابل توسعه هوش مصنوعی و آینده‌سازی مبتنی بر آن ارائه دهد. این پژوهش علاوه بر روشن‌سازی جریان‌های نظری پراکنده، چهارچوبی مفهومی برای فهم هم‌تکاملی هوش مصنوعی و آینده پیشنهاد می‌کند و با استخراج دلالت‌های سیاستی و حکمرانی، مسیرهایی برای توسعه مسئولانه و آینده‌نگر این فناوری ترسیم می‌کند.

### مرور ادبیات و پیشینه پژوهش

#### هوش مصنوعی

تعریف هوش مصنوعی آسان نیست؛ در واقع هیچ تعریف پذیرفته‌شده‌ای از این مفهوم وجود ندارد (Russell & Norvig, 2020). این واقعیت که تعریف هوش مصنوعی دشوار است، با ماهیت در حال تکامل آن مرتبط است (Sheikh, Prins, & Schrijvers, 2023).

گروه متخصصان ارشد کمیسیون اروپا در زمینه هوش مصنوعی<sup>1</sup>، هوش مصنوعی را بدین صورت تعریف می‌کند: «هوش مصنوعی به سامانه‌هایی اطلاق می‌شود که با تحلیل محیط خود و انجام اقداماتی - با درجه‌ای از خودمختاری - برای دستیابی به اهداف خاص، رفتار هوشمندانه‌ای از خود نشان می‌دهند. سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند صرفاً مبتنی بر نرم‌افزار باشند و در دنیای مجازی عمل کنند (همچون دستیاران صوتی، نرم‌افزارهای

1. AI HLEG: High-Level Expert Group on Artificial Intelligence

2. OECD

در حوزه آموزش، هوش مصنوعی و کلان داده‌ها توانسته‌اند مسیر یادگیری را شخصی‌سازی و فرایند ارزیابی را هوشمند کنند. پژوهش‌های هولمز و همکاران و لوان و همکاران نشان داده‌اند که این فناوری با تحلیل داده‌های آموزشی می‌تواند محتوا و روش تدریس را متناسب با نیاز هر یادگیرنده تنظیم کند؛ اما چالش‌هایی مانند سوگیری داده و حفظ حریم خصوصی هنوز مانع کاربرد گسترده آن در آموزش هستند (Luan et al., 2020; Holmes, Bialik, & Fadel, 2019).

افزون‌براین، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند ساختار سازمانی و الگوهای کسب‌وکار را بازتعریف کند. پژوهش بورگس و همکاران تأکید می‌کند ادغام هوش مصنوعی در نوآوری و راهبردهای سازمانی به ایجاد مزیت رقابتی پایدار منجر می‌شود (Borges, Laurindo, Spínola, Gonçalves, & Mattos, 2021). همچنین پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهند که سازمان‌های آینده، ناگزیر به اتخاذ تصمیم‌های داده‌محور و توسعه هوش مصنوعی مسئولانه هستند (Mariani et al., 2023; Giuggioli & Pellegrini, 2023).

از سوی دیگر، در حوزه مطالعات فناوری و آینده‌پژوهی، چهارچوب‌های نظری گوناگونی برای تحلیل تحول فناوری‌ها و تعامل آن‌ها با جامعه ارائه شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به الگوهای هم‌تکاملی فناوری و جامعه، رویکرد گذارهای فناورانه و الگوهای چرخه عمر فناوری همچون منحنی S اشاره کرد که برای تبیین مراحل شکل‌گیری، رشد، بلوغ و دگرگونی فناوری‌ها به کار می‌روند. برخی مطالعات نیز از این چهارچوب‌ها برای تحلیل مسیر توسعه فناوری‌های هوشمند و پیامدهای آن‌ها استفاده کرده‌اند. باین‌حال، در بخش شایان توجهی از پژوهش‌های مرتبط با هوش مصنوعی، این چهارچوب‌ها عمدتاً برای تحلیل مسیر تکامل فنی فناوری یا بررسی پیامدهای آن جداگانه به کار رفته‌اند و کمتر تلاش شده که رابطه دوسویه میان «تحول فناوری هوش مصنوعی» و «نقش آن در شکل‌دهی آینده‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی» به صورت یکپارچه بررسی شود. از این رو، همچنان رویکردی لازم است که بتواند این دو سطح تحلیل را در قالب چهارچوب مفهومی منسجمی تلفیق کند و ساختار دانشی این حوزه را به‌طور نظام‌مند ترسیم نماید.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی- توسعه‌ای و از نظر ماهیت، ترکیبی (کمی- کیفی) است و در دو مرحله مکمل انجام شد: (۱) تحلیل علم‌سنجی به‌عنوان مرحله کمی برای نگاشت ساختار دانشی، جریان‌ها و پویایی‌های موضوعی ادبیات و (۲) فراترکیب به‌عنوان مرحله کیفی برای تعمیق تبیین نظری (Marzi, Balzano, 2023).

با الگوریتم‌های بهینه‌سازی فراابتکاری در این مطالعات، بیانگر روند آینده‌نگرانه‌ای است که به‌سمت هوش مصنوعی چندمنبعی و خودتطبیق حرکت می‌کند.

از سوی دیگر، پیشرفت‌های چشمگیر در پردازش زبان طبیعی<sup>۱</sup> تحولی اساسی در نحوه تعامل انسان و ماشین ایجاد کرده‌اند. پژوهش یانگ و همکاران با بررسی روندهای نوین در یادگیری عمیق، نشان داد که الگوهای مبدل<sup>۲</sup> و سازوکار توجه<sup>۳</sup> موجب درک بهتر وابستگی‌های معنایی در زبان طبیعی شده‌اند (Young, Hazarika, Poria, & Cambria, 2018). این پیشرفت‌ها زمینه‌ساز توسعه الگوهای زبانی بزرگ و سامانه‌های چندوجهی شده‌اند که می‌توانند هم‌زمان متن، صدا و تصویر را تحلیل کنند و تجربه‌ای طبیعی از ارتباط انسان- ماشین فراهم آورند.

در حوزه سلامت، پژوهش‌های بسیاری بر نقش هوش مصنوعی در پزشکی دقیق و مراقبت‌های شخصی‌سازی شده تأکید کرده‌اند. مطالعه جانسون و همکاران نشان داد که استفاده از داده‌های ژنومی و تصویربرداری پزشکی همراه با الگوریتم‌های یادگیری ماشین، توانسته است تشخیص بیماری‌ها را تسریع و دقت تصمیم‌گیری بالینی را افزایش دهد (Johnson et al., 2021). باین‌حال، چالش‌هایی چون سوگیری داده، تفسیرپذیری نتایج و اعتماد کاربران از موانع اصلی پذیرش گسترده این فناوری در حوزه سلامت محسوب می‌شوند. پژوهش‌های جدیدتر نیز بر ضرورت طراحی الگوهای توضیح‌پذیر و مشارکت فعال انسان در تصمیم‌های هوشمند تأکید دارند (Varoquaux & Cheplygina, 2022; Antoniadis et al., 2021; Yu et al., 2023).

هوش مصنوعی همچنین نقش مهمی در تحول صنایع، ساخت‌وساز و زنجیره تأمین ایفا کرده است. نتایج پژوهش‌های متعددی نشان می‌دهد که ادغام هوش مصنوعی با فناوری‌های مکمل مانند اینترنت اشیا، بلاک‌چین و همزاد دیجیتال<sup>۴</sup>، باعث بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و افزایش ایمنی پروژه‌ها می‌شود (Abioye et al., 2021; Hwang & Tu, 2021; Ben Atitallah, Driss, & Boulila, 2020).

در بخش زنجیره تأمین، هوش مصنوعی توانسته است با تحلیل داده‌های بی‌درنگ، پیش‌بینی اختلالات و ریسک‌ها را ممکن سازد و بهینه‌سازی عملیات را تسهیل کند (Baryannis, Validi, Dani, & Antoniou, 2019; Ni, Xiao, & Lim, 2020). باین‌حال، نبود داده‌های باکیفیت و هزینه‌های بالا همچنان از چالش‌های اصلی به‌شمار می‌روند (Ganesh & Kalpana, 2022).

1. NLP
2. Transformer Models
3. Attention Mechanism
4. Digital Twin

تفکیک مضامین پایه، موتور، تخصصی و نوظهور یا رو به افول؛ (ج) تحلیل تکامل موضوعی برای ردیابی تغییرات مفهومی در طول زمان با برش‌های زمانی متوالی و ربطدهی مضمون‌ها میان دوره‌ها؛ و (د) تحلیل ساختار دانشی بر مبنای الگوهای استنادی (از جمله شناسایی اسناد و منابع کانونی و خوشه‌بندی آن‌ها) به‌منظور تشخیص جریان‌های معرفتی اثرگذار. آستانه‌های تحلیل (مانند حداقل فراوانی واژگان یا حداقل میزان رخداد برای ورود به شبکه) به‌صورت کنترل‌شده و متناسب با حجم داده‌ها تنظیم شد تا تعادل بین جامعیت و کاهش نویز برقرار شود.

برای تکمیل خوشه‌بندی و شناسایی نقاط جهش، داده‌ها در نرم‌افزار CiteSpace نیز پردازش شد. در CiteSpace، معیار انتخاب گر‌ها  $g$ -index با مقدار  $k=18$  به کار گرفته شد تا شبکه، نماینده اسناد اثرگذار باشد و هم‌زمان از تراکم و نویز بیش از حد جلوگیری شود. شبکه‌های هم‌استنادی یا هم‌رخدادی استخراج و خوشه‌بندی شدند و برای ارزیابی کیفیت خوشه‌ها از شاخص‌های استاندارد (مانند Modularity و Mean Silhouette) استفاده شد. همچنین تحلیل جهش (burst detection) برای شناسایی واژگان و مراجع دارای جهش استنادی به‌منظور ردیابی موضوعات نوپدید و نقاط عطف تحولی انجام شد.

در مرحله کیفی، فراترکیب براساس رویکرد ساندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷) و با اتکا به مخزن مرحله کمی انجام شد. فرایند فراترکیب در شش گام پیش رفت: (۱) تعیین هدف و پرسش‌های پژوهش؛ (۲) تعیین چهارچوب غربالگری از میان مخزن مقالات؛ (۳) ارزیابی و انتخاب مطالعات؛ (۴) استخراج داده‌های مفهومی؛ (۵) کدگذاری و ترکیب؛ و (۶) تلفیق نهایی و تدوین چهارچوب مفهومی. در غربالگری، ابتدا ۲۰۰ مقاله واجد شرایط براساس معیارهای ارتباط موضوعی و کیفیت علمی انتخاب شد و سپس ۵۰ مقاله پس از بررسی عنوان و چکیده (و در موارد لازم، متن کامل) گزینش شد. معیارهای گزینش شامل هم‌راستایی صریح با تقاطع «هوش مصنوعی و آینده»، برخورداری از سهم نظری یا ارائه چهارچوب سیاستی و کفایت اطلاعات روش و بحث برای استخراج گزاره‌های مفهومی بود؛ مقالات با ارتباط حاشیه‌ای یا فاقد محتوای تحلیلی قابل استخراج کنار گذاشته شدند. استخراج داده‌ها در قالب گزاره‌های کلیدی، مفاهیم، تعاریف، سازوکارهای پیشنهادی و دلالت‌های سیاستی و حکمرانی انجام شد. کدگذاری و تحلیل صورت گرفت و در طی آن، کدگذاری باز، مقایسه مستمر، ادغام مفاهیم مشابه و شکل‌دهی مضامین و مقولات انجام شد. برای کنترل کیفیت تحلیل، ثبت ردیابی تحلیلی شامل قواعد کدگذاری، تعریف کدها و منطق ادغام مضامین انجام گرفت. شایان ذکر است که با تعریف معیارهای شفاف ورود و خروج، پوشش دادن طیفی متنوع از مطالعات (اعم از

Caputo, & Pellegrini, 2025)، استخراج مضامین و تدوین چهارچوب مفهومی یکپارچه درباره رابطه دوسویه «آینده هوش مصنوعی» و «هوش مصنوعی آینده‌ساز».

در مرحله کمی، داده‌های کتاب‌سنجی از پایگاه Web of Science Core Collection استخراج شد. جست‌وجو بدون محدودیت زمانی (از ابتدای پوشش پایگاه تا تاریخ اجرای جست‌وجو) و با تمرکز بر نمایه‌های Social Sciences Citation Index (SSCI) و Arts and Humanities Citation Index (A&HCI) انجام گرفت. راهبرد جست‌وجو بر مبنای دو بلوک مفهومی (هوش مصنوعی و آینده‌پژوهی) و در فیلد عنوان (TI) تنظیم شد تا ارتباط موضوعی رکوردهای بازبازی شده در سطح بالایی حفظ شود. عبارت جست‌وجو به‌صورت زیر بود:

((“artificial intelligence” OR AI OR “machine learning” OR “deep learning” OR “neural network\*” OR “large language model\*” OR LLM\*) AND (forecast\* OR futur\* OR foresight OR scenario\* OR “horizon scan\*” OR Delphi OR roadmap\* OR trajectory OR outlook OR trend\*))

در مرحله بازبازی اولیه، ۲۸۰۰ رکورد استخراج و با فرمت‌های استاندارد خروجی WoS برای تحلیل در محیط R و CiteSpace ذخیره شد. با توجه به هم‌پوشانی نمایه‌ها و برچسب‌ها در WoS (مثلاً Early Access می‌تواند هم‌زمان Article نیز باشد و یک رکورد ممکن است در بیش از یک نمایه ظاهر شود)، گزارش برخی شمارش‌های فیلترهای WoS الزاماً با تعداد رکوردهای یکتا یکسان نیست.

پیش از اجرای تحلیل‌ها، داده‌ها پیش‌پردازش شد تا کیفیت و تکرارپذیری نتایج افزایش یابد. این مرحله شامل کنترل رکوردهای تکراری (در صورت وجود)، استانداردسازی نام نویسندگان و منابع (تا حد امکان با تکیه بر فراداده پایگاه) و یکسان‌سازی کلیدواژه‌ها بود. برای کاهش نویز مفهومی، هم‌ارزی واژگان (thesaurus) برای صورت‌های نزدیک و هم‌معنا به کار رفت (مانند Artificial Intelligence, Large Language Model, LLM و صورت‌های مفرد و جمع). همچنین کنترل واژگان عمومی و کم‌تمایز در شبکه هم‌رخدادی، به‌منظور افزایش تفسیرپذیری خوشه‌ها انجام شد. تحلیل‌های علم‌سنجی با بسته bibliometrix در محیط R (و در صورت نیاز با رابط Biblioshiny) انجام گرفت. در این مرحله، ابتدا تحلیل توصیفی تولید علم (روند زمانی انتشار، نشریات کانونی، نویسندگان، کشورها و سازمان‌های پرتولید و پراستاد) گزارش شد. سپس تحلیل‌های نگاشت علم در چند خروجی مکمل انجام گرفت: (الف) شبکه هم‌رخدادی واژگان براساس کلیدواژه‌ها (Author Keywords و در صورت نیاز Keywords Plus) برای شناسایی مفاهیم غالب و روابط میان آن‌ها؛ (ب) نقشه موضوعی برای

## یافته‌های پژوهش

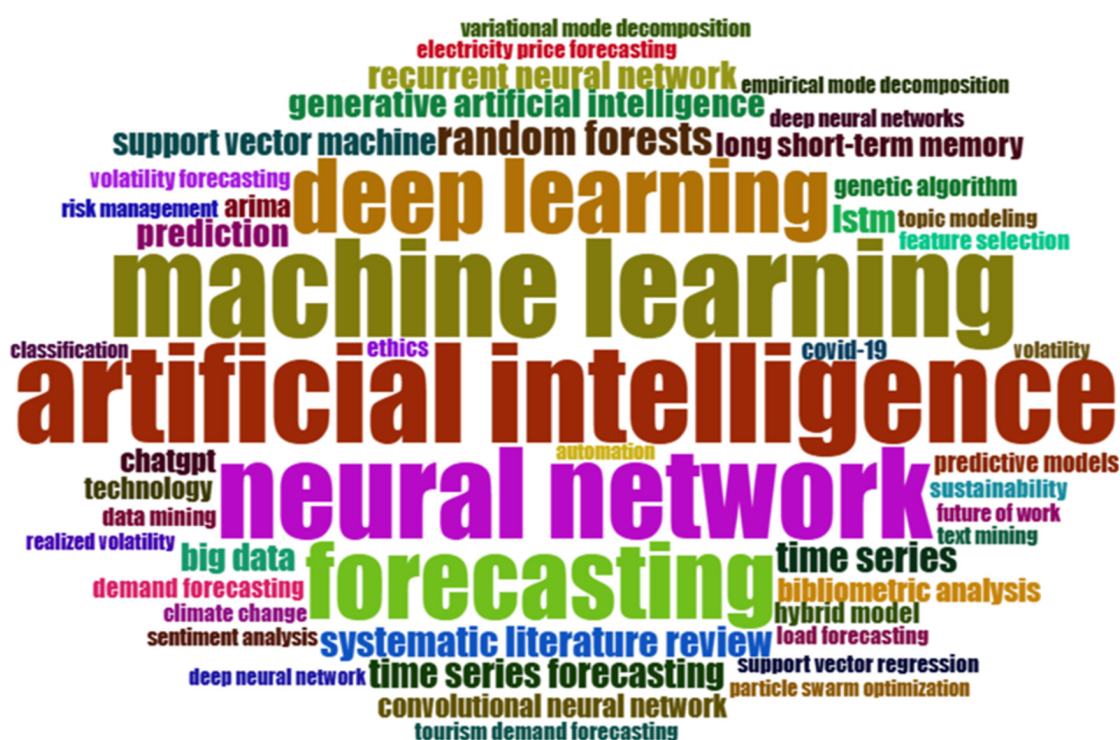
### یافته‌های بخش کمی

#### ۱- ابر واژگان

ابر واژگان<sup>۲</sup> تصویری گرافیکی از واژگان پرتکرار در مجموعه‌ای از اسنادهاست که در آن، اندازه هر واژه متناسب با میزان تکرار یا اهمیت آن نمایش داده می‌شود؛ بر این اساس ابر واژگان موضوعات غالب و پرتوجه حوزه بررسی شده را به تصویر می‌کشد.

فنی، کاربردی و حکمرانی) و تکیه بر اصل اشباع مفهومی، تلاش شد سوگیری انتخاب مقالات به حداقل برسد.

در نهایت، ادغام نتایج کمی و کیفی به صورت تبیینی انجام شد؛ به این معنا که خروجی‌های علم‌سنجی به عنوان نقشه کلان جریان‌ها و خوشه‌ها، مبنای هدفمند کردن فراترکیب و تفسیر کیفی قرار گرفت و یافته‌های فراترکیب نیز برای توضیح سازوکارها و پیوندهای میان خوشه‌ها و تکمیل صورت‌بندی نظری هم‌تکاملی به کار رفت. این رویکرد دوگانه (علم‌سنجی + فراترکیب) امکان شناسایی ساختار دانش، ردیابی پویایی‌های موضوعی و ارائه چهارچوب مفهومی یکپارچه برای تحلیل رابطه دوسویه هوش مصنوعی و آینده را فراهم کرد.



شکل ۱. فراوانی واژگان براساس ابر واژگان

بیانگر هم‌تکاملی فناوری و آینده‌های اجتماعی-اقتصادی است که در آن، هوش مصنوعی از یک سو موضوع مطالعه آینده فناوری است و از سوی دیگر ابزار ساخت و شکل‌دهی به آینده‌های بدیل. پیرامون واژه هوش مصنوعی، واژگان فنی پرتکراری چون یادگیری ماشین<sup>۳</sup>، یادگیری عمیق<sup>۴</sup>، شبکه عصبی<sup>۵</sup>، شبکه عصبی

ابر واژگان در شکل ۱ تصویری از میدان گفتمانی پژوهش‌های تلافی هوش مصنوعی و آینده است که همچون ردپای برجستگی مفاهیم، جهت‌گیری‌های مسلط و نشانه‌های نوظهور در ادبیات موضوع عمل می‌کند. در مرکز شکل، واژه هوش مصنوعی<sup>۱</sup> با بیشترین بسامد دیده می‌شود و پیونددهنده دیگر واژگان است که شبکه‌ای از پیشران‌های فناوریانه، حوزه‌های کاربردی و دغدغه‌های حکمرانی را شکل می‌دهند. در ادبیات مطالعات آینده، چنین الگویی

2. Word Cloud
3. Machine Learning
4. Deep Learning
5. Neural Network

1. Artificial Intelligence

پیش‌بینی نوسان<sup>۲۸</sup>، نوسانِ تحقق‌یافته<sup>۲۹</sup>، پیش‌بینی سری‌های زمانی<sup>۳۰</sup>، پیش‌بینی تقاضای گردشگری<sup>۳۱</sup> و بهینه‌سازی ازدحام ذرات<sup>۳۲</sup> برجسته‌اند که جهت‌گیری پررنگ ادبیات موضوع به‌سمت کاربردهای پیش‌بینانه را آشکار و محور دوم را نمایندگی می‌کنند: تأثیر هوش مصنوعی بر آینده. این واژه‌ها نشان می‌دهند که پژوهش‌ها چگونه از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی آینده در حوزه اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی و ... استفاده می‌کنند. با وجود این، باید توجه داشت که «پیش‌بینی» تنها یکی از ابزارهای مطالعه آینده است و عمدتاً به آینده‌های محتمل<sup>۳۳</sup> می‌پردازد؛ درحالی‌که آینده‌پژوهی افزون‌بر آن به کاوش آینده‌های «ممکن»<sup>۳۴</sup> و «باورپذیر»<sup>۳۵</sup> و ترسیم آینده‌های «مطلوب»<sup>۳۶</sup> می‌پردازد. بر این اساس، حضور پررنگ واژه‌های پیش‌بینانه در ابر واژگان را می‌توان نشانه بنیان داده‌محور برای فهم آینده دانست که در صورت پیوند با سناریونگاری، تحلیل پیامدها<sup>۳۷</sup> و طراحی سیاست<sup>۳۸</sup>، به آینده‌نگری داده‌محور تبدیل می‌شود. در پیرامون این خوشه‌های فنی، واژگان میان‌رشته‌ای مانند اخلاق<sup>۳۹</sup>، مرور نظام‌مند ادبیات<sup>۴۰</sup>، تحلیل علم‌سنجی<sup>۴۱</sup>، پایداری<sup>۴۲</sup>، آینده کار<sup>۴۳</sup> و خودکارسازی<sup>۴۴</sup> دیده می‌شود که در محور سوم جای می‌گیرند: حکمرانی و اخلاق آینده‌محور. این واژگان نشان‌دهنده حرکت گفتمان علمی از سطح صرفاً فناورانه به سطحی بازتابی، انسانی و سیاست‌گذارانه هستند؛ جایی که پژوهشگران نه‌فقط درباره آنچه هوش مصنوعی انجام می‌دهد، بلکه درباره چگونگی و چرایی آن نیز می‌اندیشند. این محور بر ضرورت اخلاق داده، تنظیم‌گری هوشمند، عدالت فناورانه و پایداری تأکید دارد و به‌نوعی بیانگر تلاش جامعه علمی برای مسئولانه کردن آینده فناوری‌های هوشمند است.

در لایه بیرونی‌تر، واژه‌های الگوسازی موضوعی<sup>۴۵</sup>، متن‌کاوی<sup>۴۶</sup>

بازگشتی<sup>۱</sup>، شبکه عصبی پیچشی<sup>۲</sup>، شبکه عصبی عمیق<sup>۳</sup>، ماشین بردار پشتیبان<sup>۴</sup>، جنگل تصادفی<sup>۵</sup>، الگوریتم ژنتیک<sup>۶</sup>، شبکه عصبی حافظه طولانی کوتاه‌مدت<sup>۷</sup> و انتخاب ویژگی<sup>۸</sup>، الگوهای ترکیبی<sup>۹</sup>، آریما (میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه)<sup>۱۰</sup>، تجزیه حالت تجربی<sup>۱۱</sup>، تجزیه حالت متغیر<sup>۱۲</sup> و دسته‌بندی<sup>۱۳</sup> چیده شده‌اند که نشان‌دهنده محور نخست‌اند: آینده هوش مصنوعی. همه این واژه‌ها به درون فناوری هوش مصنوعی اشاره دارند که به‌معنای پیشرفت هوش مصنوعی و الگوهای یادگیری است. به بیان دیگر نشان‌دهنده گذار از یادگیری سطحی به یادگیری عمیق و ترکیبی هستند که در آن، الگوها خودیادگیرنده و خلاق می‌شوند. باین‌حال، خوانش این واژگان با عدسی آینده‌نگری صرفاً بیانگر روند فناوری نیست؛ بلکه نشان می‌دهد چگونه برخی مسیرهای فناورانه به‌تدریج به نظام مسلط تبدیل می‌شوند و در نتیجه، دامنه آینده‌های محتمل هوش مصنوعی در کوتاه‌مدت و میان‌مدت را شکل می‌دهند؛ درحالی‌که همچنان عدم قطعیت‌هایی مانند محدودیت‌های انرژی و سخت‌افزار، دسترسی‌پذیری داده‌ها و مسیرهای تنظیم‌گری می‌توانند این مسیرها را تقویت یا بازپیکربندی کنند.

در امتداد این لایه، واژگانی چون پیش‌بینی<sup>۱۴</sup>، پیش‌نگری<sup>۱۵</sup>، سری‌های زمانی<sup>۱۶</sup>، پیش‌بینی تقاضا<sup>۱۷</sup>، پیش‌بینی بار<sup>۱۸</sup>، پیش‌بینی قیمت برق<sup>۱۹</sup>، مدیریت ریسک<sup>۲۰</sup>، تغییر اقلیم<sup>۲۱</sup>، کووید-۱۹<sup>۲۲</sup>، کلان‌داده<sup>۲۳</sup>، داده‌کاوی<sup>۲۴</sup>، فناوری<sup>۲۵</sup>، الگوهای پیش‌بینی<sup>۲۶</sup>، نوسان<sup>۲۷</sup>

1. Recurrent Neural Network
2. Convolutional Neural Network
3. Deep Neural Network
4. Support Vector Machine
5. Random Forest
6. Genetic Algorithm
7. Long Short-Term Memory
8. Feature Selection
9. Hybrid Model
10. ARIMA
11. Empirical Mode Decomposition (EMD)
12. Variational Mode Decomposition (VMD)
13. Classification
14. Forecasting
15. Prediction
16. Time Series
17. Demand Forecasting
18. Load Forecasting
19. Electricity Price Forecasting
20. Risk Management
21. Climate Change
22. Covid-19
23. Big Data
24. Data Mining
25. Technology
26. Predictive Models
27. Volatility

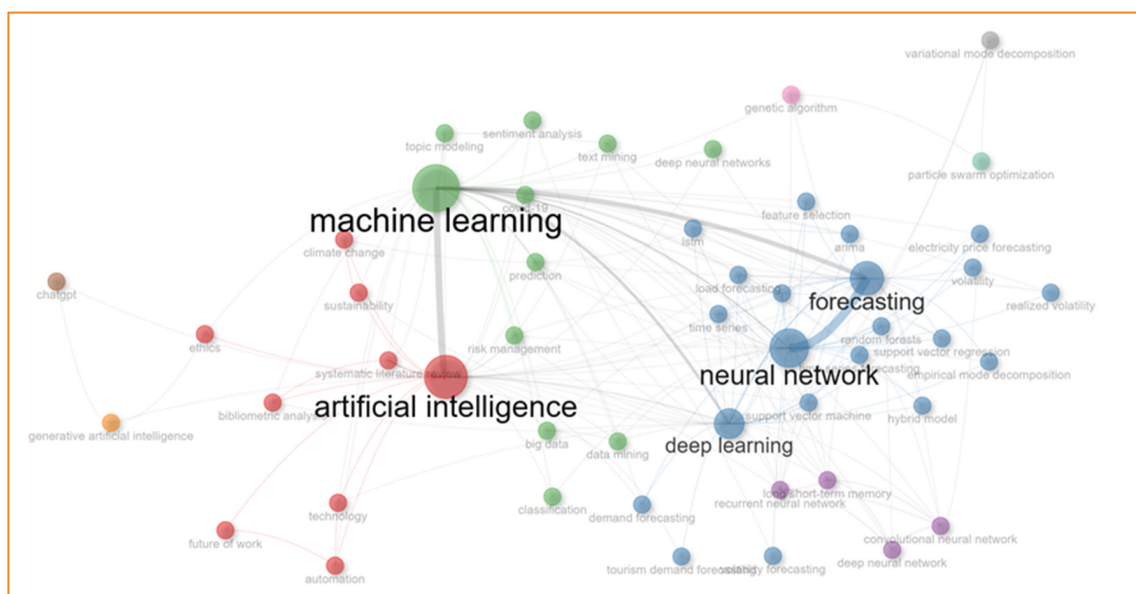
28. Volatility Forecasting
29. Realized Volatility
30. Time Series Forecasting
31. Tourism Demand Forecasting
32. Particle Swarm Optimization (PSO)
33. Probable
34. Possible
35. Plausible
36. Preferable
37. Consequence Analysis
38. Policy Design
39. Ethics
40. Systematic Literature Review
41. Bibliometric Analysis
42. Sustainability
43. Future of Work
44. Automation
45. Topic Modeling
46. Text Mining

می‌کند: (۱) پیشران‌های فناوریانه و مسیر تکامل قابلیت‌های هوش مصنوعی؛ (۲) کاربردهای پیش‌بینانه و تصمیم‌یار؛ (۳) حکمرانی، اخلاق و پایداری به‌عنوان لایهٔ هنجاری آینده‌محور؛ و (۴) موج نوظهور هوش مولد و تعاملات انسان-ماشین. این چهارچوب مبنایی فراهم می‌کند تا یافته‌های علم‌سنجی از سطح توصیف بسامدی فراتر روند و به‌عنوان ورودی طراحی سناریوها، صورت‌بندی عدم قطعیت‌های اصلی و بحث دربارهٔ پیامدهای سیاستی و اجتماعی آینده‌های بدیل هوش مصنوعی به کار گرفته شود.

## ۲- شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان

شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان<sup>۵</sup> یکی از روش‌های تحلیل علم‌سنجی است که به‌منظور کشف مفاهیم اصلی پژوهش و شناسایی ارتباط میان این مفاهیم به کار می‌رود.

چت جی‌پی‌تی<sup>۱</sup>، تحلیل احساسات<sup>۲</sup> و هوش مصنوعی مولد<sup>۳</sup> محور چهارم را بازتاب می‌دهند: تعاملات انسان و هوش مصنوعی. واژگانی زبانی، شناختی و معنای‌محور که نشان‌دهندهٔ ورود هوش مصنوعی به عرصهٔ زبان، احساس، خلاقیت و ارتباط انسان-ماشین است. در خوانش این واژگان با عدسی آینده‌نگری، چنین مفاهیمی می‌توانند نقش سیگنال‌های نوظهور را داشته باشند که ظرفیت بازتعریف بازار کار دانشی، تحول آموزش، بازیگربندی تولید محتوا و همچنین تشدید بحث‌های اعتماد، اسالت و مالکیت فکری را در آینده‌های بدیل برجسته می‌سازند. همچنین، ظهور واژه‌هایی مانند تغییر اقلیم و کووید-۱۹ در همسایگی واژگان پیش‌بینانه، یادآور نقش شوک‌ها و دگرگونی‌های برون‌زا<sup>۴</sup> در تغییر مسیر آینده‌هاست؛ رخدادهایی که می‌توانند روندهای مسلط را تسریع، متوقف یا منحرف کنند. در مجموع، ابر واژگان در شکل ۱ چهار کانون معنایی را آشکار



شکل ۲. شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان

در سمت راست شبکه، خوشه‌ای متشکل از واژگان شبکهٔ عصبی، یادگیری عمیق، پیش‌بینی، سری زمانی، ماشین بردار پشتیبان، جنگل‌های تصادفی و پیش‌بینی بار دیده می‌شود که هستهٔ تحلیلی و محاسباتی حوزه را می‌سازد. تراکم بالای اتصالات در این ناحیه نشان می‌دهد که پژوهش‌های مربوط به آینده عمدتاً با رویکرد الگوسازی پیش‌بینانه و الگوریتمی انجام می‌شوند؛ یعنی تمرکز بر بهینه‌سازی دقت پیش‌بینی، ترکیب الگوهای آماری و یادگیری ماشین و کاربرد در زمینه‌هایی مانند انرژی، اقتصاد و آب و هوا. حضور گره‌هایی چون آریم، الگوهای ترکیبی و تجزیهٔ حالت تجربی در پیرامون این خوشه

شکل ۲ شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان حوزهٔ هوش مصنوعی و آینده براساس پژوهش‌های بررسی‌شده را نمایش می‌دهد. در مرکز شبکه، دو گره بزرگ و پراتصال، یعنی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، قرار دارند که نقش ستون‌های پیونددهنده میان خوشه‌های دیگر را ایفا می‌کنند. این تمرکز مرکزی بیانگر آن است که بیشتر مطالعات در این حوزه، هوش مصنوعی را نه شاخه‌ای مستقل، بلکه بستر مشترک میان پیش‌بینی، تحلیل داده و الگوسازی فناوریانه در نظر گرفته‌اند.

1. ChatGPT
2. Sentiment Analysis
3. Generative Artificial Intelligence
4. Wild Cards

5. Co-occurrence Network

به‌طور کلی، ساختار شبکه‌ای از مرکز به پیرامون، گذار از مفاهیم فنی و الگوریتمی به مفاهیم اجتماعی و انتقادی را ترسیم می‌کند. تراکم پیوندها میان خوشه‌های فنی و مفهومی نشان می‌دهد که گفتمان هوش مصنوعی و آینده در حال یکپارچه شدن در قالب اکوسیستمی است که در آن الگوسازی، تحلیل داده، اخلاق و سیاست‌گذاری، به‌صورت هم‌زمان در تولید دانش آینده نقش دارند.

در مجموع می‌توان گفت شبکه هم‌رخدادی شکل ۲ تصویری ارائه می‌کند که در آن یک قطب مسلط الگوریتمی-پیش‌بینانه و شبکه‌های عصبی در کنار قطب بازتابی-حکمرانی (اخلاق، پایداری، آینده کار) در حال هم‌زیستی و به‌تدریج هم‌پیوندی است. این الگو نشان می‌دهد که ادبیات موجود، ظرفیت آن را دارد که از توصیف و پیش‌بینی آینده‌های محتمل فراتر رود و با افزودن لایه‌های آینده‌پژوهانه مانند صورت‌بندی عدم قطعیت‌های اصلی (فناورانه، حکمرانی، اقتصادی و اجتماعی)، تحلیل پیامدها و سناریونویسی به‌سوی تولید آینده‌نگری داده‌محور حرکت کند. بر این اساس، یافته‌های این شبکه را می‌توان به‌طور مستقیم به‌عنوان ورودی برای تعریف پیش‌ران‌ها، تعیین محورهای عدم قطعیت و طراحی سناریوهای بدیل آینده هوش مصنوعی به کار گرفت.

### ۳- نمودار تحلیل موضوعی<sup>۱</sup>

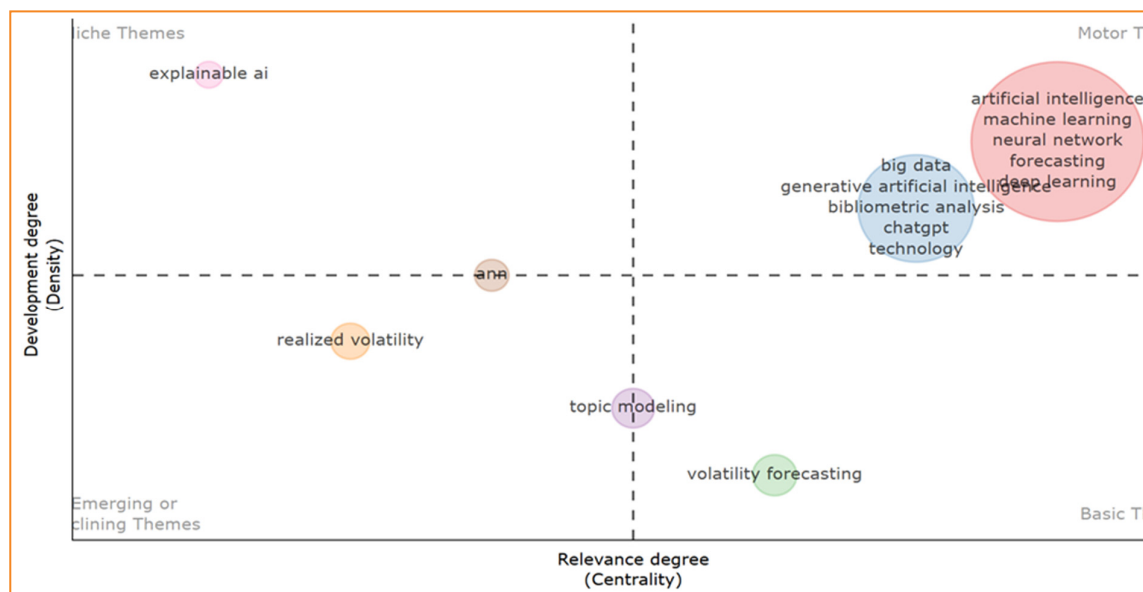
تحلیل موضوعی یکی دیگر از ابزارهای اصلی در تحلیل علم‌سنجی است که برای شناسایی و بررسی پویایی‌های موضوعات پژوهشی در

تأکیدی بر استمرار پیوند میان روش‌های سنتی آماری و الگوهای یادگیری عمیق در تحلیل آینده است.

در بخش چپ شکل، خوشه هوش مصنوعی با پیوندهایی به واژگان مرور نظام‌مند ادبیات، تحلیل علم‌سنجی، فناوری، خودکارسازی و آینده کار دیده می‌شود. این خوشه معرف جریان پژوهشی است که بیشتر بر ابعاد روش‌شناسی و سیاستی هوش مصنوعی تمرکز دارد. حضور هم‌زمان واژگانی مانند پایداری، تغییرات اقلیمی و اخلاق در مجاورت آن نشان می‌دهد که پژوهش‌ها در حال حرکت از مطالعات فنی صرف به‌سمت رویکردهای میان‌رشته‌ای با دغدغه‌های پایداری و مسئولیت اجتماعی هستند.

در بالای شکل، خوشه‌ای پراکنده‌تر شامل الگوسازی موضوعی، متن‌کاوی و تحلیل احساسات به چشم می‌خورد که بر روش‌های استخراج معنا از کلان‌داده‌ها دلالت دارد. این بخش نشان‌دهنده تلاش برای ادغام تحلیل متنی و یادگیری ماشین در فهم پویایی‌های آینده به‌ویژه در مطالعات مربوط به نگرش‌ها، ریسک‌ها و گرایش‌های نوظهور است.

در ناحیه چپ شبکه، گره‌های کوچک‌تری مانند چت جی‌پی‌تی، هوش مصنوعی مولد و اخلاق، تشکیل یک خوشه نوظهور داده‌اند که به موضوعات معاصرتر مانند هوش مولد و پیامدهای اجتماعی آن اشاره دارند. این گره‌ها گرچه هنوز تراکم و پیوند کمتری دارند، اما جهت تحولات آینده پژوهش را مشخص می‌کنند که حرکت از تحلیل داده به‌سمت تولید معنا و آینده‌های مصنوعی است.



شکل ۳. نمودار تحلیل موضوعی

### گروه دوم: مضمون‌های پایه‌ای

در ناحیه پایین و راست نقشه، مفاهیمی مانند پیش‌بینی نوسان و الگوسازی موضوعی (در میانه دو ناحیه راست و چپ پایین) قرار گرفته‌اند. این‌ها نماینده مطالعاتی‌اند که هوش مصنوعی را در تحلیل نوسانات واقعی بازار، پیش‌بینی بی‌ثباتی‌ها و شناسایی الگوهای معنایی در متون به کار می‌برند. به بیان ساده‌تر، این بخش حوزه کاربردی‌تر پژوهش‌هاست که بر داده‌های تجربی و واقعی تکیه دارد؛ از تحلیل روند قیمت و ریسک در اقتصاد تا کشف موضوعات نوظهور در داده‌های متنی. الگوسازی موضوعی و متن‌کاوی را می‌توان برای شناسایی تغییرات نگرشی، ریسک‌های نوپدید و نشانه‌های تغییر در سیاست‌گذاری و جامعه به کار برد؛ یعنی ورودی‌هایی که در تحلیل سناریو، افق‌پژوهی و پایش سیگنال‌های ضعیف نقشی کلیدی دارند. به همین دلیل، این دسته ظرفیت آن را دارد که نقطه اتصال پیش‌بینی و مطالعات آینده باشد.

### گروه سوم: مضمون‌های در حال افول و مضمون‌های نوظهور

در ناحیه پایین و چپ نقشه، نوسان تحقق‌یافته به چشم می‌خورد که می‌تواند ناشی از کاهش تمرکز پژوهش‌ها بر الگوهای سنتی و جایگزینی با الگوهای مبتنی بر هوش مصنوعی و پیش‌بینی نوسان باشد. می‌توان این نتیجه را تقویت کرد که ادبیات موضوع، به جای بازتولید شاخص‌های سنتی به سمت الگوهای سازگارتر با محیط‌های پرتلاطم و داده‌فشرده حرکت می‌کند؛ تغییری که در ادبیات آینده‌پژوهی نیز اهمیت دارد، زیرا نشان می‌دهد چه نوع عدم قطعیت‌هایی (مانند بی‌ثباتی‌های مالی، دگرگونی‌های برون‌زا و ریسک‌های سیستمی) در حال بازتعریف ابزارهای تحلیل آینده‌اند.

### گروه چهارم: مضمون‌های کلام

در ناحیه بالا و چپ نقشه، واژه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر قرار دارد. این بخش گرچه نسبتاً جدا از جریان اصلی است، اما چگالی بالایی دارد و بیانگر رشد یک شاخه تخصصی و ضروری است که هدف آن قابل فهم کردن عملکرد الگوریتم‌ها برای انسان است. در واقع، پژوهش‌های هوش مصنوعی توضیح‌پذیر تلاش می‌کنند تا الگوهای پیچیده یادگیری عمیق از حالت جعبه سیاه خارج شوند و بتوانند توضیح دهند چرا و چگونه به یک تصمیم یا پیش‌بینی رسیده‌اند که موضوعی حیاتی در جهت حفظ اعتماد، اخلاق و کاربردهای حساس مانند حوزه‌های پزشکی و سلامت یا مالی به‌شمار می‌رود و اهرمی تعیین‌کننده برای شکل‌دهی به آینده‌های مطلوب محسوب می‌شود. به‌طور کلی، نمودار تحلیل موضوعی نشان می‌دهد میدان پژوهش در تقاطع هوش مصنوعی و آینده، از یک سو تحت سیطره

یک حوزه علمی استفاده می‌شود. این روش با بهره‌گیری از تحلیل هم‌خدادی کلیدواژه‌ها، نقشه‌ای از ارتباطات موضوعی ایجاد می‌کند که نشان‌دهنده نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در یک حوزه پژوهشی است. در این فرایند پژوهشگران قادرند موضوعات مختلف را شناسایی کنند و آن‌ها را در قالب مضامینی دسته‌بندی کنند که هریک نشان‌دهنده وضعیت خاصی در چرخه حیات علم‌اند (Hosseini, Taghizadeh Milani, & Sabetnasab, 2025). شاخص‌های چگالی (قوی و معنادار بودن ارتباطات میان کلیدواژه‌ها داخل یک خوشه) (Cobo, López-Herrera, Herrera-Viedma, 2011 & Herrera, 2011) و مرکزیت (میزان ارتباط یک مضمون با دیگر مضمون‌ها و شبکه موضوعات کلی) (Bai, Li, & Liu, 2020) نقش محوری در این تحلیل دارند.

مضمون‌ها در تحلیل موضوعی پژوهش حاضر، براساس نمودار بالا و ترکیب شاخص‌های چگالی و مرکزیت به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

### گروه اول: مضمون‌های موتور

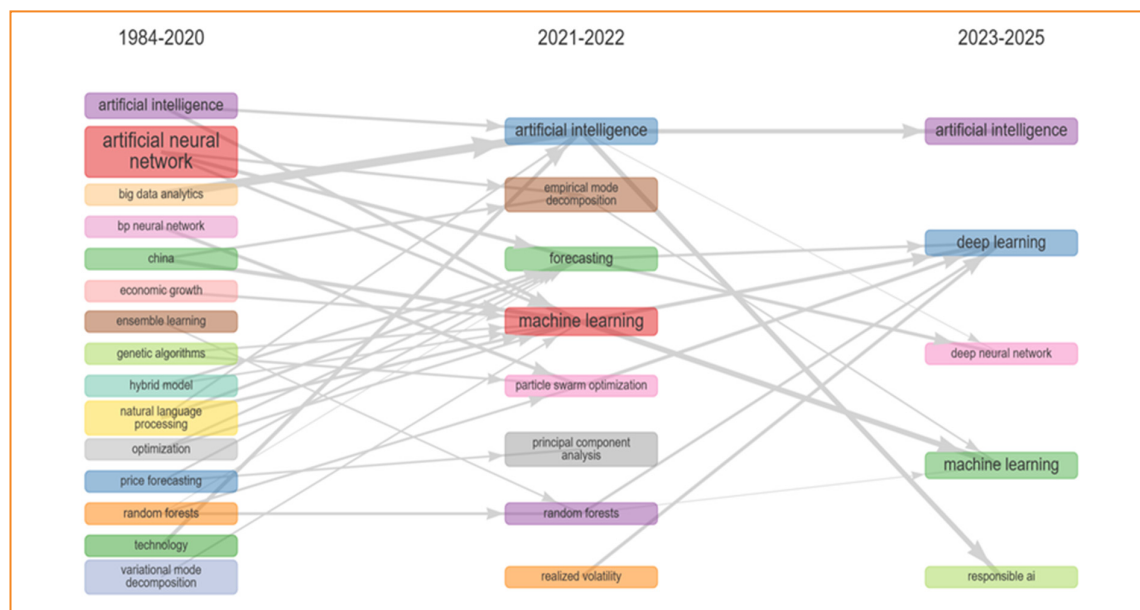
در ناحیه بالا و راست شکل ۳، خوشه بزرگ و پویایی به رنگ قرمز دیده می‌شود که شامل واژگان هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، شبکه عصبی، پیش‌بینی و یادگیری عمیق است. این بخش هسته اصلی پژوهش‌ها را نشان می‌دهد؛ یعنی جایی که تمرکز بر طراحی الگوهای یادگیری و الگوریتم‌هایی است که با تحلیل داده‌ها، رفتار آینده پدیده‌ها را پیش‌بینی می‌کنند. چنین رویکردی ستون فقرات حوزه هوش مصنوعی در کاربردهای اقتصادی، انرژی یا سیاست‌گذاری فناوری محسوب می‌شود. در خوانش این خوشه با عدسی آینده‌نگری، این خوشه را می‌توان چهارچوب غالب دانست که به تولید آینده‌های محتمل کمک می‌کند؛ با این تفاوت که ظرفیت آن زمانی به‌طور کامل بالفعل می‌شود که خروجی‌های پیش‌بینانه به لایه‌های آینده‌نگری (سناریو، تحلیل پیامدها، طراحی سیاست و حکمرانی) متصل شوند.

در اطراف این خوشه اصلی، خوشه‌ای شامل کلان‌داده، هوش مصنوعی مولد، تحلیل علم‌سنجی، چت‌جی‌پی‌تی و فناوری قرار دارد که به‌نوعی نقش زیربنایی و میانجی دارد. این واژگان نشان می‌دهند که پژوهش‌ها در حال گذار از تحلیل داده‌های ایستا به سمت ترکیب فناوری‌های مولد (مثل چت‌جی‌پی‌تی یا هوش مصنوعی مولد) و تحلیل علم‌سنجی برای بازآفرینی دانش و سنجش پویایی علمی هستند. به عبارتی، این مجموعه می‌تواند زیرساخت دیدهبانی آینده را تقویت کند (پایش روندها، استخراج سیگنال‌های نوظهور و بازنمایی جهش‌های فناورانه) و دامنه آینده‌های باورپذیر را گسترده‌تر سازد.

#### ۴- نمودار تکامل موضوعی<sup>۵</sup>

نمودار تکامل موضوعی تغییرات و روند یک موضوع را در طول زمان توصیف می‌کند؛ در این نمودار هر ستون نمایانگر یک دوره زمانی است و خطوط بین آن‌ها نشان می‌دهد که موضوعات از یک بازه به بازه بعدی چگونه مرتبط شده‌اند.

مضمون‌های موتور فناوریانه-پیش‌بینانه است و از سوی دیگر در حال توسعه مضمون‌های مکملی است که می‌توانند مسیر را به سمت آینده کامل‌تری سوق دهند: ابزارهای معناکاو و پایش گفتمان برای افق‌پژوهی و حوزه‌های حکمرانی‌پذیری مانند توضیح‌پذیری به‌منظور اتصال فناوری به اعتماد، اخلاق و سیاست.



شکل ۴. نمودار تکامل موضوعی

الگوریتم‌های ژنتیک<sup>۶</sup>، یادگیری جمعی<sup>۷</sup> و بهینه‌سازی<sup>۸</sup> در کنار رشد اقتصادی<sup>۹</sup> و پیش‌بینی قیمت<sup>۱۰</sup> غالب بودند. این مرحله دوره شکل‌گیری زیربنای ریاضی و الگوریتمی است. پژوهشگران می‌کوشیدند هوش مصنوعی را به‌عنوان ابزار پیش‌بینی اقتصادی و تحلیل داده‌های پیچیده تعریف کنند. در این زمان، یادگیری ماشین بیشتر با مفاهیمی مانند الگوهای ترکیبی و تحلیل کلان‌داده<sup>۱۱</sup> در پیوند است که به‌معنای ترکیب رویکردهای آماری و الگوریتمی برای افزایش دقت پیش‌بینی‌هاست.

در مرحله دوم، ۲۰۲۱-۲۰۲۲، میدان پژوهش به‌وضوح منسجم‌تر و داده‌محورتر می‌شود. واژه‌هایی مانند یادگیری ماشین، پیش‌بینی، تجزیه حالت تجربی، جنگل‌های تصادفی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی<sup>۱۲</sup>

نمودار تکامل موضوعی در شکل ۴ به‌خوبی مسیر تحول فکری و فناوریانه پژوهش‌های هوش مصنوعی را از آغاز تا امروز نشان می‌دهد و در واقع می‌توان آن را روایتی از بلوغ تدریجی هوش مصنوعی از مرحله یادگیری ماشینی خام به یادگیری مسئولانه و تبیین‌پذیر دانست. روایتی که نشان می‌دهد میدان پژوهش چگونه از تمرکز بر بنیان‌های الگوریتمی و کاربردهای پیش‌بینانه به‌سوی صورت‌بندی‌های پیچیده‌تر اجتماعی-حکمرانی و دغدغه‌های هنجاری حرکت کرده است. اهمیت این نمودار صرفاً در نمایش تغییر واژگان نیست، بلکه در آشکارسازی مسیرهای غالب<sup>۱</sup>، وابستگی مسیر<sup>۲</sup> و نقاط گذار<sup>۳</sup> است؛ به‌ویژه آنجا که دوره‌های زمانی نامتقارن (طولانی بودن بازه ۱۹۸۴-۲۰۲۰ در برابر فشردگی بازه‌های ۲۰۲۱-۲۰۲۲ و ۲۰۲۳-۲۰۲۵) به‌طور ضمنی به شتاب تغییر و وقوع جهش‌های فناوریانه-گفتمانی اشاره می‌کند.

در بازه ۱۹۸۴-۲۰۲۰، مفاهیمی چون شبکه عصبی مصنوعی<sup>۴</sup>،

5. Thematic Evolution  
6. Genetic Algorithms  
7. Ensemble Learning  
8. Optimization  
9. Economic Growth  
10. Price Forecasting  
11. Big Data Analytics  
12. Principal Component Analysis

1. Pathways  
2. Path Dependency  
3. Transition Points  
4. Artificial Neural Network

و نوسان تحقق یافته نشان می‌دهد که هوش مصنوعی از مرحله صرفاً نظری به مرحله کاربردی و تجربی رسیده است. تمرکز اصلی در این مقطع بر پیش‌بینی و تحلیل نوسانات است؛ از بازارهای مالی گرفته تا انرژی و اقلیم. یادگیری ماشین در این دوره نقش پل انتقال را میان مفاهیم کلاسیک (مانند شبکه‌های عصبی اولیه) و نسل جدید الگوریتم‌های یادگیری عمیق بر عهده دارد.

اما در بازه ۲۰۲۳-۲۰۲۵، ساختار معنایی میدان به‌سوی کیفیت و

اخلاق حرکت کرده است. واژگانی چون یادگیری عمیق، شبکه عصبی عمیق، یادگیری ماشین، هوش مصنوعی و به‌ویژه هوش مصنوعی مسئولانه<sup>۲</sup> نشان‌دهنده چرخشی از صرفاً پیش‌بینی دقیق‌تر به پیش‌بینی مسئولانه‌تر است؛ به این معنا که درک آینده در هوش مصنوعی دیگر صرفاً وابسته به توان محاسباتی نیست، بلکه به شفافیت، عدالت و پاسخ‌گویی اجتماعی سامانه‌ها گره خورده است.

این مسیر سه مرحله‌ای در جدول ۱ خلاصه شده است.

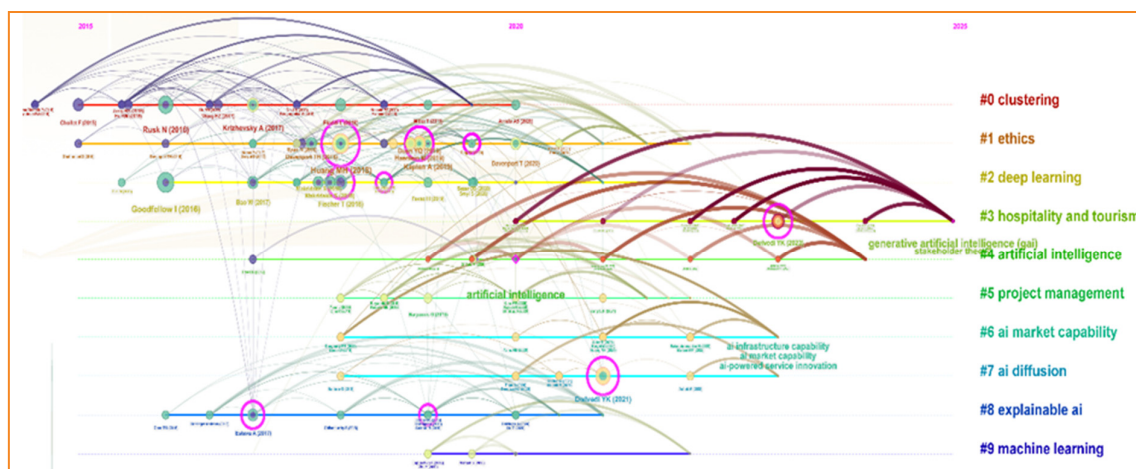
جدول ۱. مسیر تحول فکری و فناوری پژوهش‌های هوش مصنوعی

| مسیر                       | دوره زمانی | ویژگی                                                                                            | دالالت آینده پژوهانه                                                                                                             |
|----------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| پایه‌گذاری و الگوریتم‌سازی | ۱۹۸۴-۲۰۲۰  | تمرکز بر ساخت الگوهای هوشمند برای تحلیل داده و رشد اقتصادی                                       | تمرکز بر ظرفیت‌سازی و الگوسازی؛ آینده عمدتاً به‌صورت آینده‌های محتمل و روندپایه صورت‌بندی می‌شود.                                |
| کاربرد و داده‌محوری        | ۲۰۲۱-۲۰۲۲  | تثبیت یادگیری ماشینی در الگوسازی تجربی و پیش‌بینی پدیده‌های واقعی                                | گذار از نظریه به کاربرد؛ تقویت نقش هوش مصنوعی در تصمیم‌سازی داده‌محور و مدیریت عدم قطعیت‌های کوتاه‌مدت و عملیاتی.                |
| تکامل اخلاقی و شناختی      | ۲۰۲۳-۲۰۲۵  | حرکت به‌سوی هوش مصنوعی مسئولانه و یادگیری عمیق به‌عنوان نمادهای بلوغ معرفتی و اجتماعی هوش مصنوعی | چرخش از کارایی صرف به مشروعیت اجتماعی و پاسخ‌گویی؛ نزدیک شدن به دستورکارهای آینده‌نگری (حکمرانی، اخلاق، اعتماد، سناریوهای مطلوب) |

درون خوشه‌ای) را بیان می‌کند. رنگ خطوط و گره‌ها بیانگر خوشه‌های موضوعی هستند که در سمت راست تصویر فهرست شده‌اند. دایره‌های صورتی رنگ به‌عنوان نقاط عطف<sup>۳</sup> مشخص شده‌اند. این دایره‌ها بیشترین میزان استناد را دارند، در اتصال خوشه‌های مختلف نقش دارند و جهت آینده پژوهش را شکل داده‌اند.

## ۵- نمودار تکامل هم‌استنادی<sup>۱</sup>

شکل ۵ نمودار تکامل هم‌استنادی روند تحول پژوهش‌های صورت‌گرفته در خصوص یک موضوع را طی یک بازه زمانی نشان می‌دهد. در این نمودار خطوط رنگی بین خوشه‌ها نشان‌دهنده ارجاع متقابل یا پیوند میان‌رشته‌ای است. هر گره (دایره) نشان‌دهنده یک پژوهش مهم است و اندازه آن میزان تأثیرگذاری (استنادها یا ارتباط



شکل ۵. نمودار تکامل هم‌استنادی و خوشه‌بندی مقالات پراستناد

2. Responsible AI
3. Landmark Nodes

1. Co-citation Evolution Map

ارجاع در حوزه هوش مصنوعی و آینده استخراج شده است تا بینش کامل‌تری به موضوع حاصل شود. جزئیات نمودار در جدول ۲ آمده است.

نمودار بالا، تکامل هم‌استنادی حوزه هوش مصنوعی و آینده را در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ نشان می‌دهد. در بخش‌های پیشین تمامی پژوهش‌های انجام‌شده موضوع بررسی بوده‌اند، اما این نمودار به‌صورت خاص از سیصد پژوهش دارای بیش از یک‌صد

جدول ۲. مقالات پراستناد هر خوشه در ۳۰۰ مقاله برتر دارای بیش از ۱۰۰ ارجاع

| شماره خوشه | نام خوشه                | توضیحات                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | مقالات پراستناد                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱          | اخلاق                   | تمرکز این خوشه بر اصول شفافیت، عدالت و انصاف، پرهیز از آسیب‌رسانی و پاسخگویی و مسئولیت است و پیوندی میان علوم رایانه و فلسفه ایجاد می‌کند؛ از ۲۰۱۸ به بعد رشد انفجاری دارد.                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>هوش مصنوعی در خدمات (۲۰۱۸)</li> <li>از تحلیل داده تا هوش مصنوعی (۲۰۱۸)</li> <li>هوش مصنوعی برای تصمیم‌گیری در عصر کلان‌داده: تکامل، چالش‌ها و دستورکار پژوهشی (۲۰۱۹)</li> <li>تاریخچه مختصری از هوش مصنوعی: گذشته، حال و آینده هوش مصنوعی (۲۰۱۹)</li> <li>سیری، سیری، در دست من: چه کسی در این سرزمین از همه زیباتر است؟ درباره تفاسیر، مثال‌ها و پیامدهای هوش مصنوعی (۲۰۱۹)</li> </ul> |
| ۲          | یادگیری عمیق            | هسته فتاورانه شبکه است؛ این خوشه بنیان روش‌شناختی همه شاخه‌های بعدی را می‌سازد و مفاهیمی چون شبکه‌های عصبی، یادگیری عمیق و آموزش داده‌محور را تثبیت می‌کند. نقش آن در نقشه، مرکزیت تاریخی و فنی دارد. خوشه‌های ۱ و ۲ بیشترین تعامل را دارند؛ این یعنی پژوهش‌های اخلاقی مستقیماً از پیشرفت‌های فنی تغذیه می‌شود. | <ul style="list-style-type: none"> <li>یادگیری عمیق (۲۰۱۶)</li> <li>روش‌های پیش‌بینی آماری و یادگیری ماشینی: نگرانی‌ها و راه‌های پیش رو (۲۰۱۸)</li> <li>رقابت ام<sup>۱</sup>: نتایج، یافته‌ها، نتیجه‌گیری و مسیر پیش رو (۲۰۱۸)</li> <li>یادگیری عمیق با شبکه‌های حافظه طولانی کوتاه‌مدت برای پیش‌بینی‌های بازار مالی (۲۰۱۸)</li> </ul>                                                                                         |
| ۳          | مهمان‌یاری و گردشگری    | حوزه عمودی کلیدی؛ پژوهش‌های توسیادیا (۲۰۲۰) و ایوانف و وبستر (۲۰۲۲) نشان می‌دهد که هوش مصنوعی و روباتیک چگونه تجربه مشتری و بهره‌وری را در صنعت گردشگری دگرگون می‌کنند. نقش این خوشه، ویرترین پذیرش فناوری است.                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>جنبه‌های روشن و تاریک هوش مصنوعی: چشم‌اندازی از آینده درباره تجربیات مقصد گردشگری (۲۰۲۱)</li> <li>«خب، اگر چت جی‌پی‌تی آن را بنویسد چه؟» دیدگاه‌های چندرشته‌ای درباره فرصت‌ها، چالش‌ها و پیامدهای هوش مصنوعی مولد مکالمه برای تحقیق، عمل و سیاست (۲۰۲۳)</li> </ul>                                                                                                                      |
| ۴          | هوش مصنوعی              | تمرکز بر ظرفیت‌های زیرساختی، انسانی و حکمرانی بنگاه‌ها برای خلق ارزش از هوش مصنوعی دارد؛ هسته محور پذیرش و قابلیت در این الگو است.                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>آینده اشتغال: مشاغل چقدر مستعد کامپیوتری شدن هستند؟ (۲۰۱۷)</li> <li>هوش مصنوعی و الگوهای کسب‌وکار در چشم‌انداز اهداف توسعه پایدار: مرور نظام‌مند ادبیات (۲۰۲۰)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                               |
| ۵          | مدیریت پروژه            | این خوشه به کاربردهای هوش مصنوعی در بهبود زمان‌بندی، هزینه و ریسک پروژه‌ها می‌پردازد. مرورهای نظام‌مند انجام‌شده نشان می‌دهند که هوش مصنوعی مولد به ابزاری جدید برای تصمیم‌گیری در مدیریت پروژه تبدیل شده است. خوشه‌های ۳ و ۵ نشان‌دهنده رشد سریع کاربردهای تجاری هوش مصنوعی است.                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>مدیریت ریسک زنجیره تأمین و هوش مصنوعی: وضعیت فعلی و مسیرهای تحقیقاتی آینده (۲۰۱۸)</li> <li>هوش مصنوعی انسان‌محور در آموزش: دیدن نامرئی از طریق مرئی (۲۰۲۱)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |
| ۶          | قابلیت بازار هوش مصنوعی | بررسی راهبردهای رقابتی و الگوهای تجاری نوآورانه با تکیه بر هوش مصنوعی. پژوهش‌های اخیر درباره هم‌افزایی هوش مصنوعی با بازاربایی داده‌محور و ارزش برند در این خوشه متمرکزند.                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>هوش مصنوعی در بازاریابی، تحقیقات مصرف‌کننده و روان‌شناسی: مرور نظام‌مند ادبیات و دستورکار پژوهشی (۲۰۲۱)</li> <li>چگونه می‌توان قابلیت تحلیل یک سرویس آب‌وهوای مبتنی بر هوش مصنوعی برای نوآوری و عملکرد در بازارهای صنعتی ایجاد کرد؟ (۲۰۲۱)</li> <li>یک چهارچوب استراتژیک برای هوش مصنوعی در بازاریابی (۲۰۲۱)</li> </ul>                                                                 |

| شماره خوشه | نام خوشه                  | توضیحات                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | مقالات پر استناد                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۷          | انتشار و پذیرش هوش مصنوعی | موضوع اصلی این خوشه، انتقال از پژوهش فنی به کاربرد اجتماعی و سازمانی است و پیوند مستقیم با خوشه‌های اخلاق و قابلیت دارد.                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>اینترنت اشیاء: ایجاد یک سیستم مدیریت دانش برای ظرفیت نوآوری باز و مدیریت دانش (۲۰۱۸)</li> <li>هوش مصنوعی: دیدگاه‌های چندرشته‌ای درباره چالش‌ها، فرصت‌ها و دستور کارهای نوظهور برای تحقیق، عمل و سیاست (۲۰۲۱)</li> <li>تعیین آینده تحقیقات بازاریابی رسانه‌های دیجیتال و اجتماعی: دیدگاه‌ها و گزاره‌های پژوهشی (۲۰۲۱)</li> <li>چهارچوب اخلاقی برای هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال (۲۰۲۲)</li> </ul> |
| ۸          | هوش مصنوعی توضیح‌پذیر     | این خوشه پایه فنی اخلاق هوش مصنوعی است؛ راهکارهایی برای توضیح تصمیمات الگوها ارائه می‌کند، با خوشه اخلاق بیشترین هم‌پوندی را دارد و پلی میان حوزه‌های فنی (خوشه‌های ۲ و ۹) و سیاستی (خوشه‌های ۱ و ۴) است.                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>طبقه‌بندی سرطان پوست در سطح متخصص پوست با شبکه‌های عصبی عمیق (۲۰۱۷)</li> <li>بررسی روش‌های توضیح الگوهای جعبه سیاه (۲۰۱۸)</li> <li>گزارش الگوهای پیش‌بینی هوش مصنوعی (۲۰۱۹)</li> <li>علیت و توضیح‌پذیری هوش مصنوعی در پزشکی (۲۰۱۹)</li> </ul>                                                                                                                                                       |
| ۹          | یادگیری ماشین             | آخرین و جوان‌ترین خوشه؛ پژوهش‌های اخیر همچون برینجلفسون و همکاران (۲۰۲۵) نشان می‌دهند که هوش مصنوعی مولد بهره‌وری نیروی کار را افزایش داده، الگوهای مهارت و طراحی شغل را تغییر می‌دهد. این خوشه ادامه طبیعی خوشه‌های انتشار و قابلیت است و آینده هوش مصنوعی را به‌عنوان نیروی تحول‌آفرین در کار و زندگی نشان می‌دهد. | <ul style="list-style-type: none"> <li>پیش‌بینی ریسک اعتباری شرکت‌های کوچک و متوسط در تأمین مالی زنجیره تأمین با رویکرد یادگیری ماشین گروهی ترکیبی پیشرفته (۲۰۱۹)</li> <li>افشای پیش‌بینی‌کننده‌های هوشمندانه هانس و ارزیابی آنچه ماشین‌ها واقعاً یاد می‌گیرند (۲۰۱۹)</li> <li>هوش مصنوعی برای پایداری: چالش‌ها، فرصت‌ها و دستور کار پژوهشی (۲۰۲۰)</li> </ul>                                                                              |

## یافته‌های بخش کیفی

چهارچوب مفهومی در بخش کیفی با اتکا به منطق «توسعه نظریه از طریق مرور تلفیقی کتاب‌سنجی - نظام‌مند» صورت‌بندی شده است؛ به این معنا که هدف، صرفاً گزارش روندها یا شمارش شاخص‌ها نیست، بلکه تولید تبیین نظری یکپارچه از پیوندهای مفهومی، سازوکارهای حاکم و مسیرهای معنا در ادبیات «هوش مصنوعی و آینده» است. در این رویکرد، خروجی تحلیل‌های کتاب‌سنجی به‌عنوان نقشه ساختاری حوزه به کار می‌آید تا تحلیل کیفی، هدفمند، قابل دفاع و متکی بر شواهد سامان یابد و در نهایت به صورت‌بندی چهارچوب و دلالت‌های نظری و سیاستی منجر شود (Marzi et al., 2025).

شکل ۶ خروجی نهایی این فرایند را در قالب یک نمودار خورشیدی<sup>۱</sup> نمایش می‌دهد و منطق سه‌لایه‌ای چهارچوب را روشن می‌سازد. در مرکز شکل، مفهوم کانونی «هوش مصنوعی و آینده» قرار دارد. لایه نخست (نزدیک به مرکز) چهار محور کلان را نشان می‌دهد که به‌مثابه چهار جریان غالب ادبیات در تقاطع مورد مطالعه هستند: آینده هوش مصنوعی، هوش مصنوعی آینده‌ساز، حکمرانی و اخلاق آینده‌محور و تعاملات انسان و هوش مصنوعی. لایه دوم، زیرمحورها را نمایش می‌دهد که از تجمع کدهای هم‌معنا شکل می‌گیرد و مؤلفه‌ها و منطق درونی هر محور را مشخص می‌کند. لایه سوم (حلقه بیرونی) کدهای باز را نشان می‌دهد که ریزترین سطح

داده کیفی و مستقیماً مستخرج از متن مقالات منتخب است؛ به‌دلیل محدودیت خوانایی شکل، تمام کدها و منابع مربوط در پیوست ۱ آمده است.

محور «آینده هوش مصنوعی» (بخش آبی) ناظر به ادبیاتی است که هوش مصنوعی را موضوع مطالعات آینده می‌داند و تلاش می‌کند مسیر تکامل خود فناوری را توضیح دهد. در این محور، زیرمحورها عمدتاً در سه دسته متمایز قرار می‌گیرند: نخست، زیرمحورهای مربوط به مسیرهای تحول و پارادایم‌های فناوریانه (چگونگی گذارها، موج‌های فناوریانه و افق‌های پیش رو)؛ دوم، زیرمحورهای مرتبط با رویکردها و روش‌های پیش‌نگری و الگوسازی آینده فناوری (از رهیافت‌های پیش‌بینی تا سناریونویسی و نقشه راه) و سوم، زیرمحورهای مرتبط با زمینه‌های اثرگذار بر آینده فناوری (نقش داده، زیرساخت، ظرفیت‌های سازمانی و زیست‌بوم نوآوری). کدهای باز این بخش معمولاً حول مفاهیمی می‌چرخند که «چه چیزی در هوش مصنوعی در حال تغییر است» و «چه نیروهایی آینده فنی آن را جهت می‌دهند».

محور «هوش مصنوعی آینده‌ساز» (بخش نارنجی) به ادبیاتی اشاره دارد که هوش مصنوعی را ابزار شکل‌دهی آینده می‌بیند؛ یعنی هوش مصنوعی به‌مثابه توانمندساز پیش‌بینی، تصمیم‌یاری و طراحی مداخلات آینده‌محور در حوزه‌های گوناگون. زیرمحورهای این بخش عمدتاً کاربست‌محورند و حول حوزه‌های مسئله‌ای شکل می‌گیرند؛ از جمله سلامت و پزشکی، صنعت و کسب‌وکار، آموزش و یادگیری، انرژی و زیرساخت و مسائل محیطی و پایداری. در این محور،

1. Sunburst

کدهای باز معمولاً به ظرفیت‌های تحلیل داده، پیش‌بینی روندها، بهینه‌سازی و تصمیم‌سازی در شرایط پیچیده و ایجاد قابلیت‌های نو برای سیاست‌گذاری و مدیریت آینده اشاره دارند. منطق این محور نشان می‌دهد که آینده فقط «موضوع مطالعه» نیست، بلکه «موضوع مداخله» نیز هست و هوش مصنوعی می‌تواند ابزار اصلی این مداخله باشد.

محور «حکمرانی و اخلاق آینده‌محور» (بخش خاکستری) سازوکارهای تنظیم‌گری و مسئولیت‌پذیری را در کانون قرار می‌دهد و نشان می‌دهد آینده‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی بدون چهارچوب‌های حکمرانی قابل اتکا، به ریسک‌های اجتماعی و نهادی منجر می‌شود. زیرمحورهای این بخش معمولاً حول شفافیت و تبیین‌پذیری، اعتماد و مسئولیت‌پذیری، عدالت و پیشگیری از تبعیض، حریم خصوصی و امنیت داده و سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری هوش مصنوعی سازمان می‌یابد. کدهای باز این محور غالباً از جنس شرط‌های امکان هستند؛ چه قواعدی باید برقرار باشد تا استفاده از هوش مصنوعی در شکل‌دهی به آینده مشروع، ایمن، منصفانه و پاسخگو شود. در واقع، این محور نقش جهت‌دهنده و محدودکننده را نسبت به محورهای فناوریانه و کاربری ایفا می‌کند.

محور «تعاملات انسان و هوش مصنوعی» (بخش زرد) بر این نکته تأکید دارد که آینده هوش مصنوعی صرفاً آینده فناوری نیست، بلکه آینده رابطه انسان-فناوری است. زیرمحورهای این بخش معمولاً به تعامل انسان-ماشین، اعتماد و پذیرش اجتماعی، همکاری و تکمیل‌کنندگی انسان و هوش مصنوعی، تغییر مهارت‌ها و آینده کار و پیامدهای هوش مصنوعی بر عاملیت و تصمیم‌انسانی مربوط می‌شوند. کدهای باز این محور نشان می‌دهد که حتی در کاربردهای موفق، کیفیت تعامل، سطح اعتماد و مرزبندی عاملیت انسانی تعیین می‌کند که هوش مصنوعی چگونه بر آینده فردی و جمعی اثر می‌گذارد.

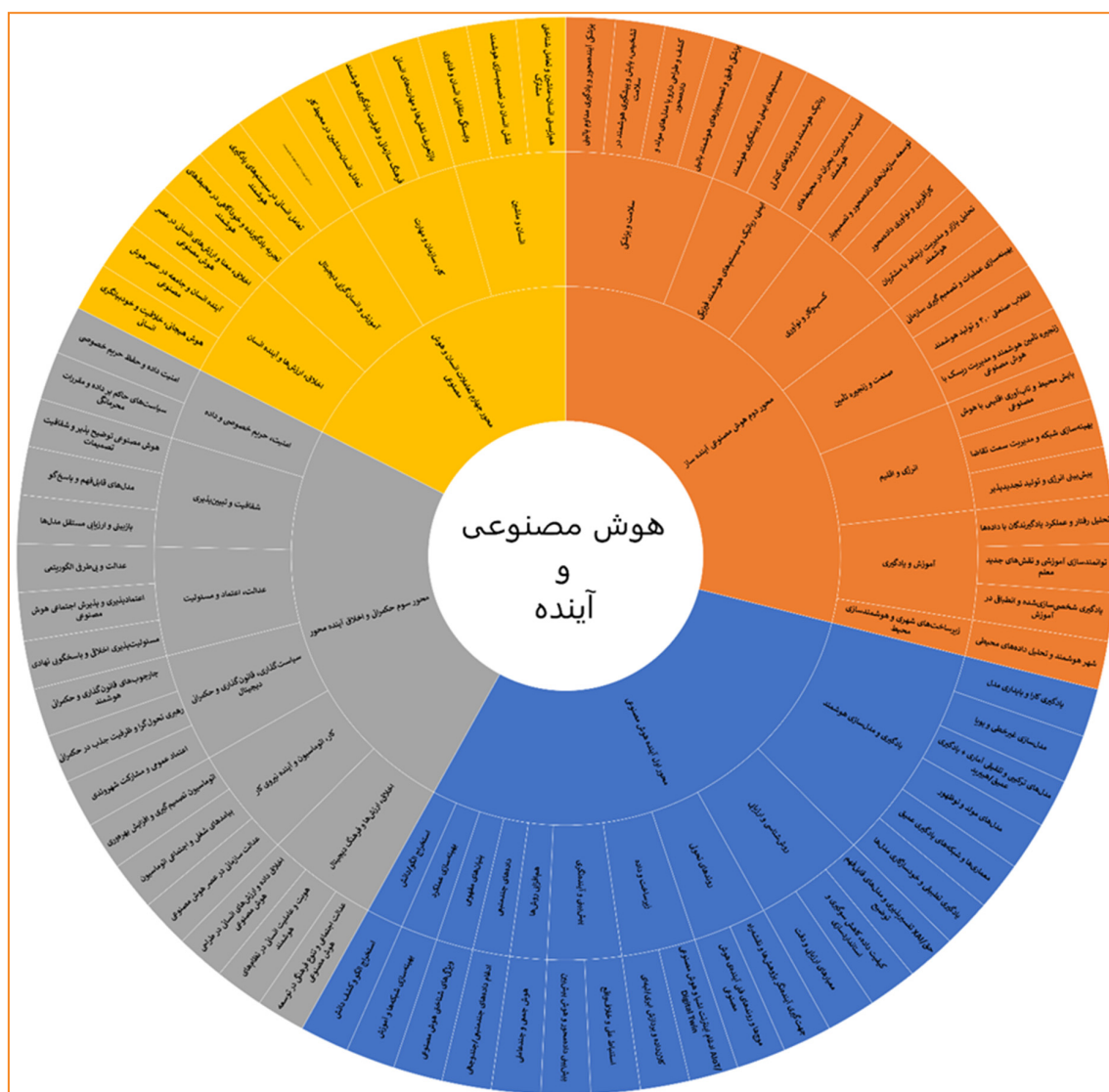
در مجموع، شکل ۶ علاوه بر دسته‌بندی موضوعی ایستا، پیامی نظری را نیز منتقل می‌کند: ادبیات «هوش مصنوعی و آینده» در چهار جریان هم‌زمان و درهم‌تنیده پیش می‌رود که هر کدام یکی از سطوح کلیدی مطالعات آینده را نمایندگی می‌کنند. دو جریان نخست (آینده هوش مصنوعی و هوش مصنوعی آینده‌ساز) بیشتر بر بعد فناوریانه و کاربری متمرکزند و به ترتیب به پرسش‌های «هوش مصنوعی چگونه تکامل می‌یابد؟» و «هوش مصنوعی چگونه آینده حوزه‌ها را بازپیکربندی می‌کند؟» پاسخ می‌دهند؛ درحالی که دو جریان دیگر (حکمرانی و اخلاق آینده‌محور و تعاملات انسان و هوش مصنوعی) نقش تنظیم‌گر، جهت‌دهنده و تضمین‌کننده مشروعیت و پذیرش را ایفا می‌کنند. به این معنا که مرزهای قابل قبول توسعه و به‌کارگیری

هوش مصنوعی را تعریف می‌کنند، ریسک‌ها را قالب‌بندی می‌نمایند و شروط اجتماعی اعتماد، پذیرش و اثربخشی را فراهم می‌سازند. خوانش آینده‌پژوهانه از این هم‌نشینی آن است که رابطه هوش مصنوعی و آینده، خطی و یک‌طرفه نیست، بلکه سازوکاری هم‌تکاملی است که در آن، چهار جریان یکدیگر را شکل می‌دهند: پیشرفت‌های فنی، دامنه کاربردهای آینده‌ساز را گسترش می‌دهد؛ کاربردهای آینده‌ساز، اولویت‌های سرمایه‌گذاری، استانداردهای و مسیرهای تحقیق را بازتعریف می‌کند؛ قواعد حکمرانی و اخلاق، سرعت و جهت تحول را تنظیم می‌کند و برخی مسیرها را تقویت یا محدود می‌سازد و کیفیت تعامل انسان-ماشین، به‌عنوان متغیر میانی اعتماد و کاربری‌پذیری، تعیین می‌کند کدام آینده‌ها از سطح امکان فنی به سطح تحقق اجتماعی نزدیک می‌شوند. بنابراین، شکل ۶ تصویری از اکوسیستم آینده‌محور ارائه می‌دهد که در آن آینده‌های محتمل هوش مصنوعی تنها محصول پیشرفت الگوریتمی نیستند، بلکه حاصل برهم‌کنش فناوری، سیاست‌گذاری، ارزش‌ها و تجربه زیسته کاربران هستند.

بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که ادبیات حاضر، ظرفیت گذار از پیش‌بینی‌های فنی به‌سمت آینده‌نگری سیاست‌گذارانه را در خود دارد، زیرا هم‌زمان هم پیشران‌های فناوریانه و کاربری را پوشش می‌دهد و هم لایه‌های هنجاری و انسانی را که برای ترسیم آینده‌های بدیل (ممکن، باورپذیر و مطلوب) و طراحی مسیرهای مسئولانه توسعه ضروری‌اند، در کنار آن‌ها قرار می‌دهد.

## بحث

یافته‌های مقاله در هر دو بخش کمی و کیفی نشان می‌دهد کاربردهای پیش‌بینی‌محور (مثلاً پیش‌بینی تولید انرژی، قیمت‌ها و نوسانات بازار) سهم قابل توجهی از ادبیات را تشکیل می‌دهند. این یافته با مرور مقالات وی و همکاران (۲۰۱۹)، اختر و همکاران (۲۰۱۹) و احمد و چن (۲۰۲۰) هم‌راستاست که گزارش کرده‌اند یادگیری ماشین و الگوهای ترکیبی در پیش‌بینی تولید انرژی و مدیریت شبکه‌های تجدیدپذیر کارآمد عمل می‌کنند (Akhter, Mekhilef, Mokhlis, 2020; Shah, 2019; Ahmad & Chen, 2020). در حوزه سلامت نیز با یافته‌های مطالعات جانسون و همکاران (۲۰۲۱) و مراجعی که بر کشف دارو و تصویربرداری پزشکی تأکید دارند، همخوانی دارد (Johnson et al, 2021). از این رو، یکی از یافته‌های درخور توجه پژوهش، نامتقارنی ساختاری میان جریان‌های فنی و نهادی در ادبیات است. نقشه‌های کمی نشان می‌دهند هسته میدان عمدتاً با مضمون‌های الگوریتمی-پیش‌بینانه سازمان یافته است؛ درحالی که مؤلفه‌های سازمانی و نهادی (حکمرانی، اخلاق، پذیرش و استقرار) بیشتر در تحلیل کیفی برجسته می‌شوند. این الگو را می‌توان به‌عنوان نشانه‌ای از شکاف بلوغ تفسیر کرد: ظرفیت‌های فنی سریع‌تر از



### شکل ۶. نمودار نتایج مرور نظام‌مند ادبیات موضوع

ممکن، باورپذیر و مطلوب تبدیل می‌شوند. به‌طور نمونه، در ادبیات آینده‌پژوهی سناریونویسی صرفاً به‌عنوان ابزار پیش‌بینی در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه به‌مثابه فرایندی برای ساخت الگوهای ذهنی از آینده و پشتیبانی از تصمیم‌سازی راهبردی تلقی می‌شود، به‌گونه‌ای که ترکیب رویکردهای «سناریو به‌عنوان محصول» و «سناریو به‌عنوان فرایند» برای فهم پیچیدگی‌های آینده ضروری دانسته شده است (Ghazinoory, Golkar, Saghafi, & Nozari, 2026). بر همین مبنا، این پژوهش نه‌تنها به سهم بالایی پیش‌بینی در ادبیات موضوع اشاره می‌کند، بلکه آن را در نسبت با ضرورت‌های اخلاقی، حکمرانی و تبیین‌پذیری به‌مثابه شروط پایداری آینده‌سازی قاب‌بندی می‌نماید.

سازوکارهای نهادی و حکمرانی استقرار مسئولانه رشد کرده‌اند؛ شکافی که خود یکی از گلوگاه‌های اصلی برای گذار از پیش‌بینی صرف به آینده‌سازی پایدار با هوش مصنوعی است.

با این حال، خوانش آینده‌پژوهانه از این غلبهٔ پیش‌بینانه نیز صرفاً بمعنای پیش‌بینی دقیق‌تر نیست، بلکه نشان می‌دهد چگونه بخش بزرگی از ادبیات، آینده را عمدتاً در قالب آینده‌های محتمل صورت‌بندی می‌کند. از منظر آینده‌پژوهی، ارزش افزودهٔ اصلی زمانی شکل می‌گیرد که این توان پیش‌بینی به لایه‌های آینده‌نگری (مانند تحلیل پیامدها، سناریونویسی، نقشه‌راه‌های فناوری و طراحی سیاست) متصل شود، زیرا در چنین اتصالی، خروجی‌های داده‌محور از سطح برون‌یابی روندها فراتر می‌روند و به ابزار ساختار یافته‌ای برای اندیشیدن، دربارهٔ آینده‌های

در این راستا مقاله حاضر بر پیوند میان توانایی‌های پیش‌بینی و نیازهای اخلاقی و تبیینی نیز تأکید کرده که در برخی پژوهش‌های سابق، مثلاً واروکواکس و چپلیگینا (۲۰۲۲) کمتر برجسته شده بود (Varoquaux & Cheplygina, 2022). همچنین، تحلیل تکاملی نشان می‌دهد که تقریباً از سال ۲۰۲۳، حرکت به سمت هوش مصنوعی توضیح‌پذیر و مسئول شدت گرفته است. این روند با مروری که در پژوهش‌های آنتونیادی و همکاران (۲۰۲۱) و واروکواکس و چپلیگینا (۲۰۲۲) صورت گرفته، سازگار است و تأکید می‌کند پژوهشگران اکنون نه فقط به عملکرد، بلکه به قابل فهم بودن و پاسخ‌پذیری الگوها اهمیت می‌دهند (Varoquaux & Cheplygina, 2022; Antoniadi et al., 2021). این چرخش را می‌توان نشانه ورود پررنگ‌تر بعد هنجاری و مشروعیت‌محور به میدان دانست؛ آینده هوش مصنوعی صرفاً با توان محاسباتی و دقت پیش‌بینی تعیین نمی‌شود، بلکه با سازوکارهایی پیوند می‌خورد که اعتماد عمومی، مسئولیت‌پذیری و قابلیت نظارت را ممکن می‌کنند؛ عناصری که برای کاربردهای پرخطر (مانند پزشکی، سلامت و مالی) نقشی تعیین‌کننده دارند.

هم‌زمان، نتایج نشان می‌دهد ادبیات اخیر، بیش از پیش به الزامات حکمرانی (قوانین داده، چهارچوب‌های قانونی، مسئولیت‌پذیری نهادی) پرداخته است؛ این امر با مباحث وانگ و سیائو (۲۰۱۹)، یو و همکاران (۲۰۲۳) و مادن و آشوک (۲۰۲۳) منطبق است که ضرورت سیاست‌گذاری هوشمند را در مواجهه با اثرات اجتماعی هوش مصنوعی برجسته کرده‌اند (Wang & Siau, 2019; Yu et al., 2023; Madan & Ashok, 2023). همچنین رشد خوشه انتشار و پذیرش نشان می‌دهد که انتقال روش به عمل و مقیاس‌پذیری سازمانی، مسئله‌ای محوری است. افزون‌براین، تحلیل خوشه‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی مولد، خودکارسازی تصمیم‌گیری و تغییر الگوهای مهارت در بازار کار (به‌ویژه با ظهور الگوهای مولد) از گرایش‌های جدیدند. این با یافته‌های اخیر مانند پژوهش برینجلفسون و همکاران (۲۰۲۵) و وانگ و سیائو (۲۰۲۵) همسوست که افزایش بهره‌وری و تغییر در طراحی شغل را گزارش کرده‌اند (Brynjolfsson & Raymond, 2025; Wang & Siau, 2025). در قاب مطالعات آینده، این محور را می‌توان در قالب یک عدم قطعیت راهبردی صورت‌بندی کرد؛ اینکه هوش مولد و خودکارسازی تصمیم‌گیری، به چه سمت و سویی از آینده کار منجر می‌شود: تقویت توانمندی انسانی و بازآرایی مهارت‌ها یا تشدید قطبی شدن شغلی و ریسک‌های بی‌ثباتی. در این پژوهش، این تحول در پیوند با بازتعریف نقش انسانی، آموزش و سازوکارهای سازگاری نهادی تفسیر می‌شود؛ یعنی همان نقطه‌ای که آینده‌پژوهی نیز از توصیف روندها به‌سوی طراحی مسیرهای سازگارانه و مطلوب حرکت می‌کند.

در نهایت، از منظر فنی، هسته اولیه بر شبکه‌های عصبی و

الگوریتم‌های کلاسیک استوار بوده و پژوهش‌ها به تدریج به سمت ساختارهای عمیق‌تر و الگوهای ترکیبی حرکت کرده‌اند. این پیوند با مطالعات پیشین همچون ژانگ و همکاران (۱۹۹۸) درباره توانایی شبکه‌ها در الگوسازی روابط غیرخطی و گزارش‌های بعدی درباره شبکه عصبی حافظه طولانی کوتاه‌مدت و یادگیری عمیق منطبق است (Zhang et al., 1998). افزون‌براین، مشاهدات درباره ادغام الگوهای آماری و هیبرید، بازتاب‌دهنده نتایج لارا-بنیتز و همکاران (۲۰۲۱) و لیم و زوهرن (۲۰۲۱) است که بر برتری الگوهای ترکیبی در پیش‌بینی سری‌های زمانی تأکید داشته‌اند. از دیدگاه مطالعه آینده، این همزیستی و همگرایی روش‌ها نشان‌دهنده استمرار وابستگی مسیر در کنار نوآوری است؛ روش‌های کلاسیک کنار گذاشته نمی‌شوند، بلکه در معماری‌های جدید جذب و بازپیکربندی می‌شوند؛ نکته‌ای که برای طراحی نقشه راه‌های فناوری و پیش‌بینی نقاط عطف اهمیت دارد.

در جمع‌بندی بحث می‌توان گفت که ادبیات «هوش مصنوعی و آینده» در حال گذار از یک نگاه صرفاً فنی و پیش‌بینانه به یک نگاه چندسطحی و اجتماعی-فناورانه است که در آن دقت پیش‌بینی، تبیین‌پذیری، حکمرانی و ابعاد انسانی هم‌زمان تعیین‌کننده‌اند. چهارچوب چهارمحوری استخراج‌شده در بخش کیفی دقیقاً همین وضعیت را توضیح می‌دهد: آینده هوش مصنوعی (به‌عنوان مسیر تحول فناوری)، هوش مصنوعی آینده‌ساز (به‌عنوان ابزار مداخله و تصمیم‌سازی)، حکمرانی و اخلاق آینده‌محور (به‌عنوان شرط‌های امکان و مشروعیت) و تعاملات انسان و هوش مصنوعی (به‌عنوان میدان اثرگذاری و پذیرش). این چهارچوب نشان می‌دهد آینده‌سازی با هوش مصنوعی زمانی پایدار و اثربخش خواهد بود که این چهار بعد نه به‌صورت مجزا، بلکه به‌عنوان سازوکار هم‌تکاملی و بازخوردی دیده شوند؛ سازوکاری که در آن فناوری، کاربرد، قواعد حکمرانی و تجربه انسانی به‌طور متقابل یکدیگر را شکل می‌دهند و در نهایت، دامنه آینده‌های ممکن، باورپذیر و مطلوب را تعیین می‌کنند.

به‌منظور تقویت یکپارچگی میان یافته‌های کمی و کیفی می‌توان نگاهی صریح میان خوشه‌های علم‌سنجی و چهارچوب چهارمحوری ارائه کرد. خوشه‌های یادگیری عمیق، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به محور «آینده هوش مصنوعی» نگاشت می‌شوند، زیرا ناظر به مسیرهای تحول درونی فناوری و پارادایم‌های یادگیری هستند. در مقابل، خوشه‌های مهمان‌یاری و گردشگری، مدیریت پروژه و قابلیت بازار به محور «هوش مصنوعی آینده‌ساز» مرتبط‌اند، زیرا هوش مصنوعی را به‌مثابه ابزار مداخله در شکل‌دهی به آینده به کار می‌گیرند. همچنین خوشه‌های اخلاق و هوش مصنوعی توضیح‌پذیر به‌طور مستقیم در محور «حکمرانی و اخلاق آینده‌محور» بازتاب می‌شوند و بیانگر لایه‌های تنظیمی و نهادی‌اند. در نهایت، خوشه انتشار و پذیرش هوش مصنوعی به محور «تعاملات انسان و هوش

مصنوعی» نگاشت می‌شوند که بیانگر گذار از تحلیل داده به تولید معنا و بازتعریف رابطه انسان و ماشین است.

### نتیجه‌گیری

این مقاله با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی شامل تحلیل علم‌سنجی و فراترکیب، ادبیات نظری درباره تقاطع «هوش مصنوعی و آینده» را به‌صورت نظام‌مند تحلیل کرد تا هم جریان‌های دانشی و روندهای تکاملی شناسایی شود و هم چهارچوب مفهومی یکپارچه‌ای برای تبیین رابطه دوسویه این دو حوزه ارائه شود. نتایج نشان می‌دهد که این تقاطع از مرحله صرفاً فنی و الگوریتم‌محور عبور کرده و وارد دورهای شده است که در آن دقت، تبیین‌پذیری، حکمرانی و ابعاد انسانی باید هم‌زمان اهداف پژوهشی و سیاستی در نظر گرفته شوند. از این منظر، آینده در این ادبیات نه صرفاً برون‌یابی داده‌محور، بلکه حوزه‌ای است که در آن مسیرهای فناوری، کاربردها، قواعد نهادی و تجربه انسانی به‌طور بازخوردی یکدیگر را شکل می‌دهند. بر این اساس، نوآوری پژوهش حاضر صرفاً در گردآوری منابع نیست، بلکه در ترکیب نظام‌مند شواهد کمی و کیفی، استخراج چهارچوب چهارمحوری و ارائه مسیر تکاملی زمانی است که به پژوهشگران و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تغییر اولویت‌ها و جهت حرکت ادبیات را بهتر درک کنند. این تحلیل نشان می‌دهد که ادبیات تقاطع هوش مصنوعی و آینده سه مرحله متمایز اما پیوسته را طی کرده است: دوره اول، دوره فنی و الگوریتم‌محور (۱۹۸۴-۲۰۲۰) که تمرکز اصلی بر توسعه روش‌ها و الگوهای پایه برای پیش‌بینی و الگوسازی بود؛ دوره دوم، دوره داده‌محور و کاربردی و پیش‌بینانه (۲۰۲۱-۲۰۲۲) که گسترش کاربردها و پررنگ شدن تحلیل‌های داده‌محور در حوزه‌های مسئله‌ای (مانند انرژی و سلامت) را نشان می‌دهد؛ و دوره سوم، دوره انسان‌محور و اخلاقی (۲۰۲۳-۲۰۲۵) که در آن دغدغه‌های تبیین‌پذیری، اعتماد، عدالت، حکمرانی داده و مسئولیت‌پذیری نهادی برجسته شده است. این سه‌گانه درعین‌حال بیانگر هم‌زمانی سه روند است: رشد روش‌شناختی (به‌ویژه حرکت به‌سمت الگوهای عمیق‌تر و ترکیبی)، گسترش حوزه‌های کاربردی و ظهور پررنگ‌تر مسائل نهادی و اجتماعی.

از منظر دلالت‌های سیاست علم و فناوری، یافته‌ها چند پیام روشن دارد: نخست، سیاست‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی باید از رویکرد تک‌بعدی (صرفاً توسعه فناوری یا صرفاً تنظیم‌گری) فاصله گرفته و به‌سمت سیاست‌گذاری همرستا حرکت کند که هم نوآوری و مقیاس‌پذیری را تسهیل کند و هم سازوکارهای اعتماد، پاسخ‌گویی و عدالت را تضمین نماید. دوم، رشد ادبیات مرتبط با پذیرش و مقیاس‌پذیری نشان می‌دهد که سیاست‌های حمایتی باید علاوه بر پژوهش و توسعه، به ظرفیت جذب سازمانی، مهارت‌آموزی و طراحی

سازوکارهای استقرار مسئولانه توجه کند. سوم، ظهور هوش مصنوعی مولد و خودکارسازی تصمیم‌گیری ضرورت توجه به سیاست‌های آینده‌کار، بازآموزی مهارت‌ها و بازتعریف نقش انسان در سازمان‌ها را برجسته می‌سازد.

به‌منظور عملیاتی‌سازی دلالت‌های حکمرانی، می‌توان یافته‌ها را به مجموعه‌ای از قواعد تصمیم‌محور صورت‌بندی کرد که نوع کاربرد و سطح پیامدها را به نوع سازوکار حکمرانی پیوند می‌دهد. چنانچه کاربرد هوش مصنوعی در حوزه‌های پرخطر و پیامد‌محور (مانند سلامت، مالی و اعتباری، زیرساخت‌های حیاتی، استخدام، آموزش و خدمات عمومی) باشد، آنگاه حکمرانی سخت‌گیرانه ضرورت دارد؛ از جمله ارزیابی اثرات، ممیزی مستقل، ثبت و گزارش رخدادها، پایش پس از استقرار و تعیین روشن مسئولیت نهادی و سازوکار جبران. در مقابل، اگر کاربرد کم‌خطر و غیرالزام‌آور باشد (مانند پیشنهاددهی عمومی یا تولید محتوا در زمینه‌های غیرحساس) آنگاه حکمرانی سهل‌گیرانه اما حداقلی همچنان لازم است؛ از جمله افشای استفاده از هوش مصنوعی، کنترل کیفیت، قواعد داده و مسیرهای گزارش‌دهی و رسیدگی به خطا.

از منظر درجه خودکار بودن تصمیم، چنانچه سیستم صرفاً تصمیم‌یار باشد و تصمیم نهایی در اختیار انسان باقی بماند، آنگاه حداقل الزامات شامل شفافیت در نحوه استفاده، ردپای تصمیم، آموزش کاربران و پایش سوگیری داده است. اما اگر سیستم در تصمیم‌های فردمحور به تصمیم‌گیر خودکار تبدیل شود (همچون پذیرش یا رد، تخصیص منابع، رتبه‌بندی افراد)، آنگاه استفاده باید محدود یا مشروط شود. همچنین چنانچه محیط مسئله، پویا و پرتلاطم باشد (شوک‌ها، شکست ساختاری، ناپایداری ساختاری داده و ...)، آنگاه اتکا به دقت تاریخی کافی نیست و باید آزمون‌های تنش، سنجش تاب‌آوری و پایش مستمر عملکرد، شرط استقرار در نظر گرفته شود. در نسبت میان شفافیت و کارایی، چنانچه الگو از نوع جعبه سیاه باشد و پیامد تصمیم بالا ارزیابی شود، آنگاه سطح توضیح‌پذیری و ممیزی‌پذیری باید افزایش یابد و در صورت نبود امکان کنترل، استفاده به گزینه‌های قابل ممیزی‌تر یا به نقش تصمیم‌یار محدود شود. به‌طور خاص، اگر کاربرد شامل هوش مصنوعی مولد در حوزه‌های حساس (پزشکی، حقوقی، مالی و ...) باشد، آنگاه باید کنترل دامنه، سازوکارهای کاهش خطای حقیقت‌مندی، الزام ارجاع‌پذیری و مستندسازی و نظارت انسانی اعمال شود و خروجی‌ها مشورتی تلقی شود، نه حکم. در آخر، اگر شواهدی از ریسک تبعیض ساختاری یا اثرات ناعادلانه مشاهده شود، آنگاه شرط ادامه استفاده، ارزیابی عدالت، آزمون سوگیری و طراحی سازوکار اصلاح و پاسخ‌گویی است و در صورت امکان ناپذیری کاهش ریسک، محدودسازی یا تعلیق کاربرد

قابل توجه خواهد بود.

این صورت‌بندی شرطی، همچنین موازنه میان دقت پیش‌بینی و پاسخ‌گویی نهادی را تصمیم‌پذیر می‌کند: هرچه پیامد تصمیم و نیاز به پاسخ‌گویی بالاتر باشد، وزن معیارهای حکمرانی‌پذیری (شفافیت، ممیزی‌پذیری، قابلیت اعتراض و مسئولیت نهادی) نسبت به معیار دقت افزایش می‌یابد؛ در کاربردهای کم‌خطر یا تصمیم‌یار، می‌توان وزن بیشتری به کارایی پیش‌بینی داد؛ مشروط بر آنکه حداقل‌های شفافیت و پایش رعایت شود.

این پژوهش نشان می‌دهد ادبیات تقاطع «هوش مصنوعی و آینده» ظرفیت آن را دارد که از تکیه بر پیش‌بینی‌های صرف عبور کرده، به سمت رویکردهای آینده‌پژوهانه جامع‌تر حرکت کند؛ رویکردهایی که در آن‌ها شواهد علم‌سنجی و تحلیل‌های داده‌محور، به‌عنوان ورودی برای صورت‌بندی پیشران‌ها، شناسایی عدم قطعیت‌های کلیدی و پشتیبانی از تصمیم‌سازی آینده‌نگر به کار گرفته می‌شوند. بر این اساس، چهارچوب و مسیر تکاملی ارائه‌شده می‌تواند مبنایی برای پژوهش‌های آتی، طراحی سناریوهای بدیل و تدوین سیاست‌های مسئولانه در مواجهه با پیامدهای چندوجهی هوش مصنوعی باشد.

همچنین از منظر سیاست‌گذاری، چهارچوب استخراج‌شده را می‌توان مبنای طراحی سازوکار سیاستی هم‌تکاملی برای حکمرانی هوش مصنوعی دانست. در مراحل اولیه بلوغ فناوری (تحقیق و توسعه)، ابزارهای سیاستی حمایتی و آینده‌نگرانه مانند برنامه‌های تحقیقات مشترک، کنترل روندها و تحلیل سناریو ضرورت دارند تا مسیرهای ممکن فناوری شناسایی شود. در مرحله رشد و آزمایش، تمرکز بر چهارچوب‌های تنظیم‌گری نرم (استانداردهای اخلاقی، دستورالعمل شفافیت، سازوکارهای ارزیابی ریسک) مناسب‌تر است تا نوآوری محدود نشود و درعین‌حال قابلیت پاسخ‌گویی تقویت شود. در مرحله پذیرش و استقرار در بازار، ابزارهای قانونی و نظارتی سخت‌تر (مقررات مسئولیت‌پذیری، گواهی صلاحیت الگوریتمی، سیاست‌های داده باز و قابل ردیابی) اهمیت می‌یابند؛ در نهایت، در مرحله بلوغ نهادی، لازم است سیاست‌های یادگیرنده و بازخوردی مستقر شوند تا به‌طور پیوسته عملکرد فناوری را در پرتو پیامدهای اجتماعی و اخلاقی، بازبینی و تنظیم کنند. بدین ترتیب، نظام سیاست‌گذاری هوش مصنوعی از حالت خطی و واکنشی به الگوی یادگیرنده هم‌تکاملی ارتقا می‌یابد؛ الگویی که بر مبنای یافته‌های این پژوهش می‌تواند گذار از «پیش‌بینی صرف» به «آینده‌سازی پایدار و مسئولانه» را نهادینه سازد.

با وجود این دستاوردها، پژوهش حاضر محدودیت‌هایی نیز دارد. نخست، دامنه داده‌ها به Web of Science Core Collection (با تمرکز بر SSCI و A&HCI) محدود بوده است؛ بنابراین، ممکن است

بخشی از ادبیات فنی‌تر، کنفرانسی یا نوظهور در علوم رایانه و مهندسی به‌طور کامل پوشش داده نشده باشد. دوم، انتخاب نهایی مقالات برای فراترکیب (۵۰ مقاله) اگرچه مبتنی بر فرایند غربالگری چندمرحله‌ای و معیارهای ارتباط و کیفیت بوده، اما همچنان می‌تواند تحت تأثیر ماهیت فراداده، دسترس‌پذیری متن کامل و تفسیر پژوهشگران از ارتباط مفهومی قرار گیرد. سوم، تمرکز بخش کیفی بر استخراج مضامین و تبیین نظری، مستلزم آن است که در پژوهش‌های بعدی با مطالعات تجربی (در سطح سازمان، صنعت یا سیاست عمومی) آزموده و اعتبارسنجی تجربی شود. در این راستا، به‌کارگیری روش‌هایی مانند دلفی آینده‌محور برای اخذ اجماع خبرگان، انجام مطالعات موردی در حوزه‌های کاربردی برای ارزیابی کاربست عملی چهارچوب و استفاده از رویکردهای سناریونویسی برای آزمون پویایی تعامل میان ابعاد چهارگانه می‌تواند به تقویت روایی و قابلیت تعمیم این چهارچوب کمک کند. از سوی دیگر چهارچوب چهارمحوری را می‌توان به‌عنوان مبنایی برای شناسایی پیشران‌ها، عدم قطعیت‌های کلیدی و طراحی سناریوهای بدیل در مطالعات آینده‌پژوهی به کار گرفت و از این طریق، به‌صورت غیرمستقیم نیز اعتبار مفهومی آن ارزیابی شود.

بر این اساس، چند مسیر و پرسش پژوهشی آینده پیشنهاد می‌شود: (۱) گسترش دامنه داده‌ها با ادغام پایگاه‌های مکمل و نیز منابع کنفرانسی و صنعتی تا چه حد ساختار خوشه‌ها، سیگنال‌های نوظهور و مسیر تکاملی ادبیات «هوش مصنوعی و آینده» را تغییر می‌دهد؟ (۲) در حوزه‌هایی مانند انرژی و سلامت چه ترکیبی از معیارهای کارایی فنی، مقیاس‌پذیری، ریسک‌های اخلاقی و پیامدهای اجتماعی، بیشترین توان تبیینی را برای ارزیابی هوش مصنوعی آینده‌ساز فراهم می‌کند؟ (۳) کدام سنجه‌های ارزیابی می‌توانند شفافیت، پاسخ‌گویی و قابلیت ممیزی در هوش مصنوعی توضیح‌پذیر را به‌صورت مقایسه‌پذیر و قابل استفاده در سیاست‌گذاری، استاندارد کنند؟ (۴) اثرات هوش مصنوعی مولد بر بهرهوری، طراحی شغل و مهارت‌ها در چهارچوب اقتصادی و سازمانی در افق میان‌مدت و بلندمدت چگونه توزیع می‌شود و چه متغیرهای سازمانی و بخشی این اثرات را تعدیل می‌کنند؟ (۵) چهارچوب چهارمحوری این پژوهش تا چه اندازه در بخش‌های مختلف (سلامت، انرژی، مالی، آموزش، خدمات عمومی و ...) تعمیم‌پذیر است و چگونه می‌توان آن را با روش‌هایی مانند مطالعات موردی، گروه کانونی خبرگان یا دلفی آینده‌محور اعتبارسنجی و پالایش کرد؟ پیگیری این پرسش‌ها می‌تواند پژوهش در این حوزه را از سطح توصیف و تحلیل نظری، به‌سمت طراحی سیاست‌ها و سازوکارهای اجرایی برای تحقق و اجرای مسئولانه و انسان‌محور هوش مصنوعی در شکل‌دهی به آینده هدایت کند.

## References

- Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L., Ajayi, A., Delgado, J. M. D., Bilal, M., Akinade, O. O., ... & Ahmed, A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal Of Building Engineering*, 44(1), 1-13. <http://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103299>
- Afroogh, S., Akbari, A., Malone, Kargar, M., & Alambeigi, H. (2024). Trust in AI: progress, challenges, and future directions. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1568. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04044-8>
- Aghayari, P., & Karimmian, Z. (2025). Governance and artificial intelligence: A scientometric narrative of two interwoven stories. *Journal of Science & Technology Policy*, 17(4), 1-17. (Persian) <https://doi.org/10.22034/jstp.2025.11814.1837>
- Ahmad, T., & Chen, H. X. (2020). A review on machine learning forecasting growth trends and their real-time applications in different energy systems. *Sustainable Cities and Society*, 54, 102020. <http://doi.org/10.1016/j.scs.2019.102010>
- AI HLEG. (2019). *Ethics guidelines for trustworthy AI*. European Commission. <https://doi.org/10.2759/346720>
- Akhter, M. N., Mekhilef, S., Mokhlis, H., & Shah, N. M. (2019). Review on forecasting of photovoltaic power generation based on machine learning and metaheuristic techniques. *IET Renewable Power Generation*, 13(7), 1009-1023. <http://doi.org/10.1049/iet-rpg.2018.5649>
- Antoniadi, A. M., Du, Y. H., Guendouz, Y., Wei, L., Mazo, C., Becker, B. A., & Mooney, C. (2021). Current challenges and future opportunities for XAI in machine learning-based clinical decision support systems: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(11), 5088. <http://doi.org/10.3390/app11115088>
- Bai, Y., Li, H., & Liu, Y. (2020). Visualizing research trends and research theme evolution in E-learning field: 1999-2018. *Scientometrics*, 126(2), 1389-1414. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03760-7>
- Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179-2202. <http://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>
- Beets, B., Johnson, L. A., Ramirez, T., & Chen, Y. (2023). Surveying public perceptions of artificial intelligence in health care in the United States: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e40337. <https://doi.org/10.2196/40337>
- Ben Atitallah, S., Driss, M., Boulila, W., & Ben Ghézala, H. (2020). Leveraging deep learning and IoT big data analytics to support the smart cities development: Review and future directions. *Computer Science Review*, 38, 100303. <http://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100303>
- Benti, N. E., Chaka, M. D., & Semie, A. G. (2023). Forecasting Renewable Energy Generation with Machine Learning and Deep Learning: Current Advances and Future Prospects. *Sustainability*, 15(9), 7087. <http://doi.org/10.3390/su15097087>
- Borges, A. F. S., Laurindo, F. J. B., Spínola, M. M., Gonçalves, R. F., & Mattos, C. A. (2021). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57(1), 102225. <http://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102225>
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2025). Generative AI at work. *The Quarterly Journal of Economics*, 140(2), 889-942. <https://doi.org/10.1093/qje/qjae044>
- Chang, L., Taghizadeh-Hesary, F., & Mohsin, M. (2023). Role of artificial intelligence on green economic development: Joint determinates of natural resources and green total factor productivity. *Resources Policy*, 82, 103508. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103508>
- Cifuentes, J., Marulanda, G., Bello, A., & Reneses, J. (2020). Air Temperature Forecasting Using Machine Learning Techniques: A Review. *Energies*, 13(16), 4215. <http://doi.org/10.3390/en13164215>
- Cobo, M., López-Herrera, A., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Ganesh, D., & Kalpana, P. (2022). Future of artificial intelligence and its influence on supply chain risk management - A systematic review. *Computers & Industrial Engineering*, 169, 108206. <http://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108206>
- Gašević, D., Siemens, G., & Sadiq, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence.

- Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130>
- Gasparin, A., Lukovic, S., & Alippi, C. (2022). Deep learning for time series forecasting: The electric load case. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 7(1), 1-25. <http://doi.org/10.1049/cit2.12060>
- Ghazinoory S., Golkar M.H., Saghaei M., & Nozari M. (2026). Scenario planning evolution in two parallel paths: French La Prospective School vs. English Shell School. *Foresight and STI Governance*, 20(2), 28328. <https://doi.org/10.17323/fstg.2026.28328>
- Giuggioli, G., & Pellegrini, M. M. (2023). Artificial intelligence as an enabler for entrepreneurs: A systematic literature review and an agenda for future research. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 29(4), 816-837. <http://doi.org/10.1108/IJEBR-05-2021-0426>
- Han, E. R., Yeo, S., Kim, M. J., Lee, Y. H., Park, K. H., & Roh, H. (2019). Medical education trends for future physicians in the era of advanced technology and artificial intelligence: An integrative review. *BMC Medical Education*, 19(1), 460. <http://doi.org/10.1186/s12909-019-1891-5>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Cambridge: Center for Curriculum Redesign.
- Hosseini, E., Taghizadeh Milani, K., & Sabetnasab, M. S. (2025). Development and maturity of Co-word thematic clusters: The field of linked data. *Library Hi Tech*, 43(1), 81-113. <https://doi.org/10.1108/lht-10-2022-0488>
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584. <http://doi.org/10.3390/math9060584>
- Ivanov, S., & Webster, C. (2019). *Robots, Artificial Intelligence and Service Automation in Travel, Tourism and Hospitality*. Leeds: Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/9781787566873>
- Järvelä, S., Nguyen, A., & Hadwin, A. (2023). Human and artificial intelligence collaboration for socially shared regulation in learning. *British Journal of Educational Technology*, 54(5), 1057-1076. <https://doi.org/10.1111/bjet.13325>
- Johnson, K. B., Wei, W., Weeraratne, D., Frisse, M. E., Misulis, K., Rhee, K., Zhao, J.,... & Snowdon, J. L. (2021). Precision medicine, AI, and the future of personalized health care. *Clinical And Translational Science*, 14(1), 86-93. <http://doi.org/10.1111/cts.12884>
- Kopalle, P. K., Gangwar, M., Kaplan, A., Ramachandran, D., Reinartz, W., & Rindfleisch, A. (2022). Examining Artificial Intelligence (AI) technologies in marketing via a global lens: Current trends and future research opportunities. *International Journal of Research in Marketing*, 39(2), 522-540. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2021.11.002>
- Kumbure, M. M., Lohrmann, C., Luukka, P., & Porras, J. (2022). Machine learning techniques and data for stock market forecasting: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 197, 116659. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116659>
- Langer, M., & Landers, R. N. (2021). The future of artificial intelligence at work: A review on effects of decision automation and augmentation on workers targeted by algorithms and third-party observers. *Computers In Human Behavior*, 123, 106878. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106878>
- Lara-Benítez, P., Carranza-García, M., & Riquelme, J. C. (2021). An experimental review on deep learning architectures for time series forecasting. *International Journal of Neural Systems*, 31(3), 2130001. <http://doi.org/10.1142/S0129065721300011>
- Lim, B., & Zohren, S. (2021). Time-series forecasting with deep learning: A survey. *Philosophical Transactions of The Royal Society A-Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 379(2194), 1-14. <http://doi.org/10.1098/rsta.2020.0209>
- Lu, Y. (2019). Artificial intelligence: A survey on evolution, models, applications and future trends. *Journal Of Management Analytics*, 6(1), 1-29. <http://doi.org/10.1080/23270012.2019.1570365>
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J., Ogata, H., ... & Tsai, C. C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers In Psychology*, 11, 580820. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.580820>
- Madan, R., & Ashok, M. (2023). AI adoption and diffusion in public administration: A systematic literature review and future research agenda. *Government Information Quarterly*, 40(1), 101774. <http://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101774>
- Mariani, M. M., Machado, I., Magrelli, V., & Dwivedi, Y. K. (2023). Artificial intelligence in innovation research: A systematic review, conceptual framework, and future research directions. *Technovation*, 122, 102623. <http://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102623>
- Marzi, G., Balzano, M., Caputo, A., & Pellegrini, M. M.

- (2025). Guidelines for bibliometric-systematic literature reviews: 10 steps to combine analysis, synthesis and theory development. *International Journal of Management Reviews*, 27(1), 81-103. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12381>
- Ni, D., Xiao, Z., & Lim, M. K. (2020). A systematic review of the research trends of machine learning in supply chain management. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 11(7), 1463-1482. <http://doi.org/10.1007/s13042-019-01050-0>
- Nwakanma, C. I., Ahakonye, L. A. C., Njoku, J. N., Odirichukwu, J. C., Okolie, S. A., Uzundu, C., ... & Kim, D. S. (2023). Explainable Artificial Intelligence (XAI) for intrusion detection and mitigation in intelligent connected vehicles: A review. *Applied Sciences*, 13(3), 1252. <https://doi.org/10.3390/app13031252>
- OECD (2024). *Explanatory memorandum on the updated OECD definition of an AI system*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/623da898-en>
- Rawas, S. (2024). AI: The future of humanity. *Discover Artificial Intelligence*, 4(25), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s44163-024-00118-3>
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4<sup>th</sup> Ed.). London: Pearson Education.
- Sheikh, H., Prins, C., & Schrijvers, E. (2023). Artificial intelligence: definition and background. In H. Sheikh, C. Prins & E. Schrijvers (Eds.), *Mission AI: The new system technology* (pp. 15-41). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2)
- Stahl, B. C., Antoniou, J., Bhalla, N., Brooks, L., Jansen, P., Lindqvist, B., ... & Wright, D. (2023). A systematic review of artificial intelligence impact assessments. *Artificial Intelligence Review*, 56(11), 12799-12831. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10420-8>
- Tang, K. Y., Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2023). Trends in artificial intelligence-supported e-learning: A systematic review and co-citation network analysis (1998-2019). *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2134-2152. <http://doi.org/10.1080/10494820.2021.1875001>
- Tussyadiah, I. (2020). A review of research into automation in tourism: Launching the Annals of tourism research curated collection on artificial intelligence and robotics in tourism. *Annals of Tourism Research*, 81, 102883. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.102883>
- Varoquaux, G., & Cheplygina, V. (2022). Machine learning for medical imaging: methodological failures and recommendations for the future. *Npj Digital Medicine*, 5(1), 48-54. <http://doi.org/10.1038/s41746-022-00592-y>
- Wang, W., & Siau, K. (2019). Artificial intelligence, machine learning, automation, robotics, future of work and future of humanity: A review and research agenda. *Journal of Database Management*, 30(1), 61-79. <http://doi.org/10.4018/JDM.2019010104>
- Wei, N., Li, C., Peng, X., Zeng, F., & Lu, X. (2019). Conventional models and artificial intelligence-based models for energy consumption forecasting: A review. *Journal Of Petroleum Science and Engineering*, 181, 106187. <http://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106187>
- Young, T., Hazarika, D., Poria, S., & Cambria, E. (2018). Recent trends in deep learning based natural language processing. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 13(3), 55-75. <http://doi.org/10.1109/MCI.2018.2840738>
- Yu, P., Xu, H., Hu, X., & Deng, C. (2023). Leveraging generative AI and large language models: A comprehensive roadmap for healthcare integration. *Healthcare*, 11(20), 2776. <http://doi.org/10.3390/healthcare11202776>
- Zhang, G., Eddy Patuwo, B., & Hu, M. Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14(1), 35-62. [http://doi.org/10.1016/S0169-2070\(97\)00044-7](http://doi.org/10.1016/S0169-2070(97)00044-7)



### زهره کریم‌میان

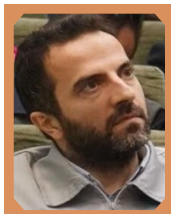
دانش‌آموخته دکتری سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری از دانشگاه تهران و هم‌اکنون از اعضای هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب است. تمرکز اصلی وی در پژوهش بر سیاست‌گذاری نوآوری، حکمرانی علم و فناوری و شبکه‌های سیاست‌گذاری در ایران است. مقالات او در نشریات بین‌المللی معتبری مانند Science and Public Policy و Foresight and STI Governance منتشر شده‌اند. پژوهش‌های اخیر وی به بررسی مأموریت‌ها و عملکرد نهادهای پژوهش عمومی و تدوین چهارچوب‌های حکمرانی پژوهش‌های پایه اختصاص دارد. ایشان همچنین با معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری همکاری داشته و با تلفیقی از دانش علمی و تجربه سیاستی، در تقویت ارتباط میان دانشگاه و سیاست‌گذاری در اقتصاد دانش‌بنیان ایران نقش‌آفرینی کرده است.





#### مریم نوذری

دانش‌آموخته دکتری مدیریت فناوری و عضو هیئت علمی گروه مدیریت فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی است. حوزه اصلی پژوهش ایشان، همکاری و یادگیری فناوریانه، به‌ویژه در حوزه انرژی، است و تاکنون مقالاتی از وی در نشریه‌های معتبر بین‌المللی مانند Energy Strategy Reviews و Resource Policy منتشر شده است. افزون‌برآن، ایشان سابقه مدیریت تجاری‌سازی و تبادل فناوری در چندین مجموعه دولتی و خصوصی را در کارنامه خود دارد.



#### مصطفی هاشم‌زاده

دانش‌آموخته کارشناسی مهندسی صنایع، کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی و دانشجوی دکتری مدیریت فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات است. ایشان سابقه نزدیک به بیست سال فعالیت در صنعت کشور را دارد و حوزه‌های پژوهشی وی، بوم‌سازگان نوآوری، نوآوری باز و هوش مصنوعی است.

