Identifying the Dimensions of Artificial Intelligence Literacy and Proposing a Conceptual Framework for Its Instruction: A Systematic Review

Davoud Haseli[1]

Abstract

Purpose: In the era of rapidly expanding artificial intelligence (AI) technologies, AI literacy has emerged as a critical necessity of the 21st century. Research emphasizes the importance of equipping citizens—especially non-experts—with the knowledge, skills, and values needed to interact with AI technologies in an informed, effective, and ethical manner. The present study aims to identify the dimensions of AI literacy and to propose a conceptual framework for its Instruction through a systematic review of the literature.

Method: This applied research was conducted using a systematic literature review methodology based on the framework proposed by Kitchenham and Charters. The review process included three main stages: planning the review, conducting the review, and reporting the findings. A citation-based search strategy was applied in the Scopus database to retrieve comprehensive and relevant sources. After applying inclusion and exclusion criteria and validating the sources, 60 full-text studies published between 2020 and 2025 were selected. Reliability checks were conducted to ensure the validity of the extracted codes and their categorization.

Findings: Ten core dimensions of AI literacy were identified: understanding the structure and functioning of AI technologies, practical skills in using AI tools, critical evaluation and interpretation of AI outputs, ethical literacy in AI usage, socio-cultural and political awareness of AI implications, career readiness and professional responsibility in the AI era, computational and algorithmic thinking, inquiry-based learning and research with AI, metacognition and higher-order thinking in AI interaction, and self-efficacy and motivation in engaging with AI. The proposed educational framework is structured into four layers. The first layer, Cognitive-Technical, forms the foundation for users' technical and theoretical understanding of AI. The second layer, Analytical-Functional, emphasizes practical empowerment through the use of AI tools, problem-solving, and computational thinking. The third layer, Ethical-Social, strengthens cultural awareness, ethical responsibility, and critical sensitivity to algorithmic bias and social consequences. The fourth layer, Metacognitive-Developmental, focuses on self-assessment, lifelong learning, inquiry-driven engagement, career-oriented future thinking, and sustained motivation to adapt to ongoing developments in AI.

Conclusion: The findings indicate that AI literacy is a multidimensional concept that goes beyond technical understanding. Each layer of the proposed framework addresses distinct aspects—from foundational knowledge and practical skills to ethical awareness and self-directed learning. While prior research has addressed these dimensions individually, a cohesive, pedagogically grounded, multilayered, and adaptable framework has been lacking. The proposed model integrates cognitive, functional, ethical, social, metacognitive, and motivational elements and offers adaptability across educational levels, cultural contexts, and professional domains. It serves as both a theoretical foundation and a practical tool for designing AI literacy programs in schools, universities, and public education. This framework supports a more inclusive and future-oriented approach to AI education by addressing the needs of diverse learners. Future studies are recommended to evaluate the framework's pedagogical impact, develop assessment instruments for each dimension, and explore its effectiveness in various educational systems and learning environments.

Keywords

Artificial Intelligence, AI Literacy, AI Literacy Education, Dimensions of AI Literacy, Systematic Review

Citation: Haseli, D. (2026). Identifying the Dimensions of Artificial Intelligence Literacy and Proposing a Conceptual Framework for Its Instruction: A Systematic Review. *Librarianship and Information Organization Studies*, 37(1), 171-210.

Doi: 10.30484/nastinfo.2025.3833.2341

Article Type: Research Article
Article history:
Received: 27 Jun. 2025
Revised: 15 Oct. 2025
Accepted: 31 Oct. 2025
Available online: 12 May 2026

1. Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Psychology and Education, Kharazmi University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
dhaseli@khu.ac.ir

Publisher: National Library and Archives of I.R. of Iran
© The Author.

Introduction

Artificial intelligence (AI), as one of the major branches of science and engineering, has brought profound transformations to everyday life and diverse scientific and social domains through technologies such as machine learning and natural language processing. This expansion highlights the necessity of AI literacy education—literacy that goes beyond technical skills and encompasses the ability to critically engage with, evaluate, and responsibly utilize intelligent technologies.

Despite research efforts, significant gaps remain in this field. Most studies have focused on technical and cognitive dimensions, while essential aspects such as inquiry, metacognition, self-efficacy, and socio-cultural awareness have received less attention. Moreover, existing educational initiatives are often limited to specific groups, such as computer science students, and lack a comprehensive, multilayered framework for educating the general public. In the context of rapid technological change, the absence of such a framework hinders inclusive and responsible education.

Purpose

The aim of this study is to identify the key dimensions of AI literacy and propose a comprehensive and integrative framework for its education. This framework organizes relevant knowledge, skills, and attitudes and can be localized across different cultures and communities. It is intended to serve as a guide for policymakers, educators, and researchers in promoting AI literacy and ensuring responsible use of intelligent technologies in society.

Method

This applied study employed a systematic literature review. The Kitchenham and Charters (2007) framework was adopted to ensure a neutral and comprehensive process from planning to reporting.

In the design phase, the need for the study was established, as previous reviews had not fully addressed AI literacy dimensions. The main research questions were defined: What are the dimensions of AI literacy, and what is the optimal framework for its education? Scopus was selected as the primary database, with inclusion criteria requiring direct relevance to AI literacy, publication in reputable journals, and availability in English or Persian.

In the resource review phase, a systematic search using the

keywords *AI literacy* and *artificial intelligence literacy* retrieved 376 articles. These were screened in seven stages, from title and abstract review to the removal of outdated or duplicate studies. Ultimately, 60 articles published since 2020 were selected for analysis. Extracted data focused on AI literacy dimensions, categorized using a structured worksheet. Validation was conducted by independent experts, confirming approximately 90% overlap with the researchers' classifications.

In the reporting phase, findings were analyzed and synthesized into a framework addressing the research questions.

Findings

Table 1 presents the dimensions of AI literacy based on a systematic review of 60 scholarly articles. Ten key dimensions of AI literacy were identified.

Table 1. Dimensions of Artificial Intelligence Literacy

Dimension	Description
Understanding the structure and technical functioning of AI	Includes fundamental concepts such as machine learning, supervised learning, classification, regression, clustering, algorithms, data mining, and the functioning of large language models (LLMs) and large multimodal models (LMMs).
Practical skills in using AI tools	The ability to use, adapt, and design educational or practical activities with AI tools in everyday life, education, research, and professional contexts.
Critical analysis and evaluation of AI outputs	The ability to analyze performance, identify advantages and limitations, assess accuracy, bias, and reliability of AI outputs across different domains.
Ethical literacy in AI use	Understanding and analyzing ethical issues such as algorithmic bias, privacy, transparency, accountability, and the social implications of AI applications.
Awareness of social, cultural, and political contexts of AI	Examining the impacts of AI on society, culture, justice, policymaking, and digital inequality at local and global levels.
Career readiness and professional responsibility in the AI era	Understanding the impact of AI on future jobs, required skills, professional responsibilities, and the role of humans in collaboration with AI.
Computational and algorithmic thinking	The ability to conduct logical analysis, algorithm design, modeling, and problem-solving using digital technologies and AI.
Inquiry literacy and research-based learning with AI	Curiosity, questioning, and engaging with AI to explore data, analyze, and generate knowledge in research and educational processes.

Dimension	Description
Metacognition and higher-order thinking in AI interaction	The ability to evaluate one's own knowledge, reflect, and regulate learning strategies for effective and sustainable use of AI.
Self-efficacy and motivation in AI interaction	Belief in the ability to learn and use AI, interest, motivation for continuous engagement, and acceptance of technology in personal and professional life.

This table illustrates a comprehensive set of knowledge, skills, and attitudes essential for living and working in the age of intelligent technologies. These dimensions encompass understanding technical concepts such as machine learning and algorithms, practical skills in using and evaluating AI tools, and attention to ethical issues such as transparency, privacy, and social responsibility. Additionally, awareness of social and cultural contexts, career readiness, computational thinking, inquiry literacy, metacognition, and finally self-efficacy and motivation in engaging with technology are integral components of this framework. Together, these dimensions provide a multidimensional and dynamic picture of AI literacy that can serve as a foundation for designing educational programs and empowering citizens.

Conceptual Framework for AI Literacy Education

Based on the identified dimensions of AI literacy, a conceptual framework for AI literacy education was developed in four layers, along with the required competencies and skills (Table 2).

Table 2. Conceptual Framework for AI Literacy Education

Layer	Title	Competencies and Skills
1	Cognitive-Technical (Foundational knowledge and structural understanding)	• Fundamental concepts of AI (machine learning, algorithms, data mining, neural networks, large language models, and large multimodal models) • Understanding the functioning of intelligent systems and AI tools • Distinguishing between intelligent and non-intelligent technologies
2	Analytical-Application (Application, evaluation, and computational thinking)	• Practical use of AI tools in education, research, and everyday life • Analyzing and evaluating AI outputs, identifying bias and limitations • Computational thinking, algorithm design, and problem-solving
3	Ethical-Social (Responsibility, cultural	• Understanding ethical issues: privacy, transparency, algorithmic bias

Layer	Title	Competencies and Skills
	awareness, and digital citizenship)	• Awareness of social, cultural, and political implications of AI • Professional responsibility and participation in ethical technology development
4	Metacognitive-Developmental (Continuous learning, motivation, and future orientation)	• Self-assessment of knowledge and regulation of learning pathways • Curiosity, inquiry, and research-based learning with AI • Self-efficacy in engaging with technology and career planning in the AI era

The dimensions of AI literacy are organized into four main layers. The first layer, Cognitive-Technical, focuses on understanding fundamental concepts such as machine learning, algorithms, data mining, and AI tools, serving as the foundation for higher levels of learning. The second layer, Analytical-Application, emphasizes the development of practical skills and problem-solving, including the ability to use AI tools in education, research, and decision-making, as well as computational thinking. The third layer, Ethical-Social, highlights the cultivation of responsible attitudes and cultural awareness, addressing issues such as privacy, digital justice, and the social and political implications of AI. Finally, the fourth layer, Metacognitive-Developmental, addresses self-assessment, learning management, inquiry, intrinsic motivation, and career readiness in the digital age.

Conclusion

Through a systematic review of 60 articles, this study identified ten core dimensions of AI literacy and synthesized them into a four-layer framework. Each layer addresses essential aspects of citizen empowerment in the AI era: foundational knowledge, practical skills, ethical awareness, and self-directed development. The framework integrates knowledge, skills, human values, and self-regulation, offering a comprehensive and flexible model rooted in scientific literature and responsive to educational needs. Its distinctive contribution lies in emphasizing overlooked dimensions such as motivation, inquiry, and socio-cultural contexts, distinguishing it from one-dimensional models. This framework can guide educators, policymakers, and researchers in designing inclusive AI literacy programs and fostering responsible engagement with intelligent

technologies.

Acknowledgments

The author would like to thank the esteemed reviewers whose comments enhanced the scientific and content structure of this manuscript.

Conflict of Interest

The author declares no conflict of interest in this manuscript.

Declaration of AI Use

In the preparation of this paper, the author used Copilot, an AI technology based on the GPT-4 architecture developed by OpenAI, to improve the writing and fluency of certain parts of the text. The author has reviewed and edited the generated content and assumes full responsibility for the final content of the manuscript.

شناسایی ابعاد سواد هوش مصنوعی و ارائهٔ چهارچوب مفهومی برای آموزش آن: یک مرور نظام‌مند

داود حاصلی[1]

۱. استادیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران؛ (نویسنده مسئول)
dhaseli@khu.ac.ir

چکیده

هدف: در عصر گسترش روزافزون فناوری‌های هوش مصنوعی، آموزش سواد هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از ضرورت‌های مهم قرن ۲۱ مطرح شده است. پژوهش‌ها بر اهمیت یادگیری مفاهیم، مهارت‌ها و ارزش‌های مرتبط با هوش مصنوعی برای شهروندان، به‌ویژه افراد غیرمتخصص، تأکید دارند تا بتوانند به‌صورت آگاهانه، مؤثر و اخلاق‌محور با این فناوری تعامل داشته باشند. هدف پژوهش حاضر، شناسایی ابعاد سواد هوش مصنوعی و ارائهٔ چهارچوب مفهومی از آن برای آموزش با استفاده از مرور متون است.

روش: این پژوهش ازنظر هدف کاربردی است و با روش مرور نظام‌مند متون انجام شده است. فرایند مرور نظام‌مند براساس چهارچوب کیچن‌هام و چارترز در سه مرحلهٔ طراحی مرور، مرور منابع و تدوین گزارش مرور انجام شد. تلاش شده است براساس جستجوی زنجیرهٔ استنادی در پایگاه استنادی اسکوپوس منابع جامع و کامل بازیابی شوند. پس از اعتباریابی منابع و اعمال معیارهای ورود و خروج، تعداد ٦٠ پژوهش تمام متن در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ انتخاب شدند. اعتبارسنجی پژوهش نیز برای اطمینان از کدهای استخراجی و دسته‌بندی آن‌ها انجام شده است.

یافته‌ها: ابعاد سواد هوش مصنوعی در ۱۰ بُعد درک ساختار و عملکرد فنی هوش مصنوعی، مهارت عملی در استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، تحلیل انتقادی و ارزیابی خروجی‌های هوش مصنوعی، سواد اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی، شناخت زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هوش مصنوعی، آمادگی شغلی و مسئولیت‌پذیری در عصر هوش مصنوعی، تفکر محاسباتی و الگوریتمی، سواد پرسشگری و یادگیری پژوهش‌محور با هوش مصنوعی، فراشناخت و تفکر سطح بالا در تعامل با هوش مصنوعی، و خودکارآمدی و انگیزه در تعامل با هوش مصنوعی شناسایی شد. چهارچوب آموزشی برای سواد هوش مصنوعی نیز در قالب چهار لایه شناسایی شد. لایهٔ نخست «شناختی ـ فنی»، زیربنای درک فنی و نظری کاربران را شکل می‌دهد. لایهٔ دوم «تحلیلی ـ کاربردی»، بر توانمندسازی عملی کاربران در استفاده از هوش مصنوعی در موقعیت‌های واقعی تأکید دارد. لایهٔ سوم «اخلاقی ـ اجتماعی»، جنبه‌های فرهنگی و انسانی تعامل با فناوری را تقویت می‌کند. لایهٔ چهارم «فراشناختی ـ توسعه‌ای»، بر خودهدایتی و انگیزهٔ درونی یادگیرندگان برای سازگاری با تحولات هوش مصنوعی تمرکز دارد.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان داد که سواد هوش مصنوعی مفهومی چندبُعدی است و فقط به درک فنی از الگوریتم‌ها محدود نمی‌شود. در این چهارچوب مفهومی، ابعاد شناختی همچون درک ساختار و عملکرد فنی هوش مصنوعی، ازجمله یادگیری ماشین، الگوریتم‌ها، داده‌کاوی، شبکه‌های عصبی و مدل‌های زبانی بزرگ، زیربنای لایهٔ شناختی ـ فنی را تشکیل می‌دهند. لایهٔ تحلیلی ـ کاربردی بر توانایی استفاده عملی از ابزارهای هوش مصنوعی، تحلیل خروجی‌ها، تشخیص سوگیری‌ها و توسعهٔ تفکر محاسباتی و الگوریتمی تأکید دارد. لایهٔ اخلاقی ـ اجتماعی به درک مسئولیت‌های اخلاقی، پیامدهای فرهنگی و اجتماعی هوش مصنوعی، و آگاهی انتقادی نسبت به نابرابری‌های دیجیتال و تبعیض الگوریتمی می‌پردازد. لایهٔ فراشناختی ـ توسعه‌ای نیز بر خودارزیابی، یادگیری مادام‌العمر، سواد پرسشگری، آینده‌نگری شغلی و انگیزش در تعامل با فناوری تمرکز دارد. مقایسه با پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که هر یک از ابعاد این چهارچوب به‌طور پراکنده در ادبیات مطرح شده‌اند، اما تاکنون چهارچوبی منسجم، تربیتی، چندلایه و قابل تعمیم ارائه نشده است. چهارچوب پیشنهادی این پژوهش ضمن پوشش همه‌جانبهٔ ابعاد شناختی، کاربردی، اخلاقی، اجتماعی، فراشناختی و انگیزشی، قابلیت اجرا در سطوح مختلف تحصیلی، فرهنگی و حرفه‌ای را داراست. این چهارچوب مفهومی می‌تواند به‌عنوان مبنایی نظری و کاربردی برای طراحی برنامه‌های آموزشی در مدارس، دانشگاه‌ها و آموزش عمومی مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، اثربخشی این چهارچوب مفهومی در محیط‌های واقعی آموزش و گروه‌های مختلف یادگیرنده بررسی و ابزارهای سنجش دقیق برای آن طراحی شود.

کلیدواژه‌ها
هوش مصنوعی، سواد هوش مصنوعی، آموزش سواد هوش مصنوعی، ابعاد سواد هوش مصنوعی، مرور نظام‌مند

استناد: حاصلی، داود (۱٤۰۵). شناسایی ابعاد سواد هوش مصنوعی و ارائهٔ چهارچوب مفهومی برای آموزش آن: یک مرور نظام‌مند. *مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۳۷(۱)، ۲۱۰-۱۷۱.
Doi: 10.30484/nastinfo.2025.3833.2341

فصلنامهٔ مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات، ۳۷ (۱)، بهار ۱۴۰۵

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱٤۰٤/۰٤/۰٦
تاریخ بازنگری: ۱٤۰٤/۰۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۰۸/۰۹
تاریخ انتشار: ۱٤۰۵/۰۲/۲۲

ناشر: سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران
© نویسنده

مقدمه

هوش مصنوعی به‌عنوان شاخه‌ای از علم و مهندسی، ساخت ماشین‌های هوشمند را شامل می‌شود که توان حل مسائل متنوعی را از طریق فناوری‌هایی مانند پردازش زبان طبیعی، یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی دارند (Mondal, 2020). نفوذ گسترده این فناوری در حوزه‌های پزشکی، روانشناسی، علوم انسانی و سیاست عمومی، تحولاتی بنیادین در سبک زندگی و فرآیندهای کاری انسان‌ها ایجاد کرده است (Xu & Babaian, 2021; Pan, 2016). در نتیجه، اهمیت آموزش سواد هوش مصنوعی که توانایی استفاده هوشمندانه، آگاهانه و مسئولانه از این فناوری را فراهم می‌کند، به سطحی حیاتی در جوامع امروزی دست یافته است (Kimiafar et al., 2023; Steinbauer et al., 2021).

سواد هوش مصنوعی، فراتر از مهارت‌های فنی صرف، مجموعه‌ای از شایستگی‌ها است که افراد را قادر می‌سازد تا ضمن درک مفاهیم پایه‌ای مانند یادگیری ماشین، طبقه‌بندی، پیش‌بینی و استدلال آماری، با فناوری‌های هوشمند به تعامل مؤثر و انتقادی بپردازند و توانایی ارزیابی و بهره‌برداری از آن‌ها را در زندگی روزمره و محیط‌های کاری داشته باشند (Kong et al., 2021; Laupichler et al., 2022). این مدل مفهومی سواد هوش مصنوعی همگام با تعاریف سازمان‌های بین‌المللی نظیر سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD, 2018) طراحی شده و توسط محققان برجسته‌ای همچون بورگشتاینر و دیگران[1] (۲۰۱۶) و کاندلهوفر و دیگران[2] (۲۰۱۶) پایه‌گذاری شده است. آموزش سواد هوش مصنوعی برای همه شهروندان

[1] Burgsteiner et al.
[2] Kandlhofer et al.

اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است (Kimiafar et al., 2023). برای اینکه مردم بتوانند از هوش مصنوعی به‌درستی استفاده کنند و درعین‌حال با موفقیت از مزایا و حریم خصوصی خود محافظت کنند، باید به هر شهروندی آموزش داده شود (Steinbauer et al. 2021; Ng et al., 2021b). برای آموزش سواد هوش مصنوعی لازم است ابعاد سواد هوش مصنوعی مشخص شود.

محققان شروع به پیشنهاد مدل‌های مختلفی برای مفهوم‌سازی اصطلاح سواد هوش مصنوعی کرده‌اند. لانگ و ماگرکو[1] (۲۰۲۰) سواد هوش مصنوعی را «مجموعه‌ای از شایستگی‌ها تعریف می‌کنند که افراد را قادر می‌سازد تا به‌طور انتقادی فناوری‌های هوش مصنوعی را ارزیابی کنند، با هوش مصنوعی ارتباط برقرار کنند و به‌طور مؤثر همکاری کنند، و از هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری آنلاین، در خانه و در محل کار» استفاده کنند. در این تعریف از سواد هوش مصنوعی شایستگی ارزیابی فناوری هوش مصنوعی جزء مهمی است. لانگ و ماگرکو (۲۰۲۰) بر این عقیده هستند که توانایی استفاده از هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری برای حل مسئله در خانه و محل کار جزء جدایی‌ناپذیر سواد هوش مصنوعی است. نگ و دیگران[2] (۲۰۲۱ب) چهارچوبی از مفاهیم، شیوه‌ها و دیدگاه‌های هوش مصنوعی را طراحی کردند که بین فناوری ارتباطات و هوش مصنوعی در تعامل است تا دانش‌آموزان بتوانند دانش یادگیری ماشین، مهارت‌های آموزش مدل، مهارت‌های همکاری و ارتباط را بیاموزند. ازنظر کُنگ و دیگران[3] (۲۰۲۱) هنگامی که فراگیران مفاهیم اولیه را به دست آوردند، ممکن است دانش را برای قضاوت در مورد هوش مصنوعی به‌طور مستقل به کار گیرند، که از مفاهیم هوش مصنوعی برای ارزیابی استفاده می‌کند.

اگرچه پژوهش‌های متعددی به تعریف، تشریح و آموزش سواد هوش مصنوعی پرداخته‌اند، برخی ضعف‌ها و چالش‌ها همچنان برجسته‌اند. نخست اینکه، پژوهش‌ها غالباً به ابعاد فنی و شناختی سواد هوش مصنوعی محدود شده‌اند و جنبه‌های مهم دیگری نظیر سواد پرسشگری، فراشناخت، خودکارآمدی و آگاهی اجتماعی ـ فرهنگی، که برای تعامل آگاهانه و مسئولانه با فناوری حیاتی‌اند، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Wienrich & Carolus, 2021). دوم اینکه،

[1] Long & Magerko
[2] Ng et al.
[3] Kong et al.

آموزش‌های موجود اغلب به اقشار خاصی مانند دانش‌آموزان و دانشجویان علوم رایانه محدود شده و چهارچوب‌های استاندارد برای آموزش عمومی و فراگیر به عموم بدون پیش‌زمینه تخصصی طراحی نشده‌اند (Lin, 2021; Chai, 2020). همچنین، فقدان چهارچوب مفهومی جامع، تلفیقی و چندلایه که ابعاد گوناگون سواد هوش مصنوعی را یکپارچه نماید و مسیر آموزش مؤثر عمومی را هموار سازد، به‌وضوح احساس می‌شود.

علاوه‌بر این، در بستر سریع تغییرات فناوری، مواجهه با چالش‌های فرهنگی، سیاسی و اخلاقی در آموزش هوش مصنوعی اهمیت فراوانی یافته است که در پژوهش‌های پراکنده موجود به‌صورت تحلیلی و نقادانه بررسی نشده است (Kimiafar et al., 2023). بنابراین ، نیاز مبرم است تا چهارچوبی جامع و قابل تعمیم طراحی شود که ضمن پوشش ابعاد فنی، شناختی، روانشناختی و اجتماعی ـ فرهنگی، راهبردهای آموزشی نوین را برای گروه‌های مختلف جامعه پایه‌ریزی کند.

این پژوهش با هدف شناسایی ابعاد کلیدی سواد هوش مصنوعی و ارائهٔ چهارچوب مفهومی جامع آموزشی برای همگان بر پایه مرور نظام‌مند منابع پژوهشی، گامی مؤثر در پر کردن این خلأ علمی برمی‌دارد. هدف اصلی پژوهش حاضر شناسایی ابعاد سواد هوش مصنوعی و تبیین چهارچوبی تلفیقی است که آموزش سواد هوش مصنوعی را از منظر چندوجهی شامل دانش، مهارت و نگرش‌های مرتبط سازمان‌دهی کرده و قابلیت بومی‌سازی براساس نیازهای فرهنگ‌ها و گروه‌های مختلف را داشته باشد. این چهارچوب می‌تواند راهنمایی برای طراحان برنامه‌های آموزشی، سیاست‌گذاران و محققان در جهت تقویت سواد هوش مصنوعی و بهره‌برداری بهتر از فناوری هوشمند در جامعه باشد.

پیشینهٔ پژوهش

در سال‌های اخیر، با گسترش روزافزون فناوری‌های هوشمند، مفهوم «سواد هوش مصنوعی» به‌عنوان یکی از ابعاد کلیدی سواد دیجیتال در آموزش مطرح شده است. با توجه به نوظهور بودن این حوزه، پژوهش‌های متعددی تلاش کرده‌اند تا ابعاد، ویژگی‌ها و چهارچوب‌های آموزشی مرتبط با سواد هوش مصنوعی را شناسایی و تبیین کنند. مطالعات مروری در این زمینه نشان می‌دهد که مطالعات پیشین را می‌توان در چهار دسته اصلی طبقه‌بندی کرد: مطالعات نظری و مفهومی، مطالعات چهارچوب‌سازی و مدل‌پردازی، مطالعات تجربی و مرور نظام‌مند، و پژوهش‌های تربیتی و زمینه‌محور.

نخستین تلاش‌ها برای تبیین سواد هوش مصنوعی عمدتاً با رویکردهای مفهومی و فلسفی صورت گرفته‌اند. لانگ و ماگرکو (۲۰۲۰) با مرور ادبیات، شایستگی‌هایی چون درک مفاهیم فنی و پایه‌ای مانند الگوریتم‌ها و داده‌کاوی، تحلیل انتقادی نسبت به ساختارها و پیامدهای اجتماعی فناوری، و توجه به اخلاق، خودآگاهی و زمینه‌های فرهنگی را به‌عنوان ارکان سواد هوش مصنوعی معرفی کردند. هرمان[1] (۲۰۲۲) از منظر فلسفه فناوری، استدلال می‌کند که سواد هوش مصنوعی صرفاً توانایی تعامل با نظام‌های هوشمند نیست، بلکه باید شامل درک انتقادی از ساختارهای قدرت، نابرابری و تبعیض الگوریتمی باشد. او بر ضرورت گنجاندن مفاهیمی همچون «شفافیت الگوریتمی»، «مسئولیت اجتماعی» و «سواد اخلاقی دیجیتال» در آموزش هوش مصنوعی تأکید دارد. این پژوهش با رویکرد نظری، نقش سواد هوش مصنوعی را در شکل‌گیری شهروندی دیجیتال اخلاق‌محور بررسی می‌کند. یی[2] (۲۰۲۱) نیز با تمرکز بر یادگیری فراشناختی، فهم و استفاده مؤثر از هوش مصنوعی را نیازمند نوعی سواد بازتابی می‌داند که در آن فرد توانایی ارزیابی دانش خود، تنظیم مسیر یادگیری و تحلیل انتقادی فناوری را داشته باشد. این رویکرد، آموزش سواد هوش مصنوعی را به فرآیندی خودتنظیم و مبتنی بر رشد مستمر تبدیل می‌کند.

در مطالعات چهارچوب‌سازی و مدل‌پردازی، پژوهشگران به طراحی چهارچوب‌های چندبُعدی برای آموزش و سنجش سواد هوش مصنوعی پرداخته‌اند. نگ و همکاران (۲۰۲۱الف، ۲۰۲۱ب، ۲۰۲۳) چهارچوب‌هایی شامل ابعاد شناختی (درک مفاهیم)، مهارتی (کاربرد ابزارها)، اخلاقی (درک مسائل عدالت و تعصب الگوریتمی) و انگیزشی (اعتماد به استفاده از هوش مصنوعی) ارائه داده‌اند. شیری[3] (۲۰۲٤) طبقه‌بندی گسترده‌تری با ۱۳ بُعد اصلی مفهوم‌سازی هوش مصنوعی، زمینه‌سازی سواد هوش مصنوعی، دانش کاربردی، کاربردهای میان‌رشته‌ای، مهارت‌ها، داده، ابعاد اخلاقی، قانونی و اجتماعی، محیط فیزیکی، محیط دیجیتال، زمینه‌سازمانی، زمینه فردی، تجسم و ملموس بودن، و زمان و سیر تاریخی پیشنهاد کرده است. شولر[4] (۲۰۲۲) با رویکرد فرارشته‌ای، سه منظر کاربردی، فنی ـ روش‌شناختی و اجتماعی ـ فرهنگی را در آموزش سواد هوش مصنوعی تلفیق کرده و بر

[1] Hermann
[2] Yi
[3] Shiri
[4] Schüller

توانمندسازی شهروندان قرن ۲۱ تأکید دارد. این پژوهش‌ها، بنیان نظری مهمی برای توسعهٔ چهارچوب‌های تربیتی فراهم کرده‌اند. پژوهش بُسکاردین و همکاران[1] (۲۰۲٤) نیز به‌صورت مفهومی بر نیاز به درک کاربردهای نوین هوش مصنوعی مانند چت‌جی‌پی‌تی[2] در آموزش پزشکی تمرکز دارد و پیشنهاد می‌کند که چهارچوب‌های سواد هوش مصنوعی نه‌فقط فنی، بلکه تعاملی و زمینه‌محور باشند. این پژوهش گرچه مختص حوزه سلامت است، اما ایده‌های قابل تعمیمی برای سایر حوزه‌های آموزشی ارائه می‌دهد.

دستهٔ دیگر، مطالعات تجربی و مرورهای نظام‌مند هستند که نقش مهمی در شناسایی روندهای آموزشی و ارزیابی پیامدهای یادگیری ایفا کرده‌اند. ریضوی و همکاران[3] (۲۰۲۳) با مرور نظام‌مند پژوهش‌های تجربی آموزش هوش مصنوعی به دانش‌آموزان، بهبود در پیامدهای یادگیری را گزارش کرده و چهارچوبی با عنوان «سطوح یادگیری هوش مصنوعی» شامل چهار دسته: موتورها، مدل‌ها، کاربردها و ملاحظات اجتماعی/ اخلاقی ارائه داده‌اند. این پژوهش بر رویکردهای یادگیرنده‌محور و آموزش متناسب با زمینه تأکید دارد. تان و تانگ[4] (۲۰۲۵) با مرور نظام‌مند ۲۲ مطالعهٔ تجربی آموزش سواد هوش مصنوعی در مدارس دوره‌های ابتدایی و متوسطهٔ اول و دوم سه محور اصلی را شناسایی کردند: شناخت ابعاد و ادراک سواد هوش مصنوعی، ادغام آن در برنامه‌های درسی، و سنجش و ارزیابی پیامدهای آموزشی. چی و همکاران[5] (۲۰۲۵) با مرور نظام‌مند ۲۹ پژوهش نشان دادند که در سطح مدارس دبستان و متوسطه، تمرکز بر دانش پایه‌ای هوش مصنوعی، استفاده از ابزارهای دیجیتال و اخلاق فناوری است؛ در آموزش عالی، درک داده‌ها، الگوریتم‌ها و حل مسئله اهمیت دارد؛ و در محیط‌های حرفه‌ای، تفسیر داده‌ها، تصمیم‌گیری مبتنی بر هوش مصنوعی و تشخیص خطاها برجسته است. لین و همکاران[6] (۲۰۲۵) با پژوهشی مروری نشان دادند که طراحی‌های آموزشی مبتنی بر تجربه، آزمایش، ساخت و بهینه‌سازی، موجب ارتقای دانش فنی، آگاهی اخلاقی و نگرش مثبت دانش‌آموزان نسبت به هوش مصنوعی می‌شود. این مرور همچنین پنج سازوکار یادگیری کلیدی در محیط‌های سازنده‌گرا را شناسایی کرده است: استفاده از ابزارهای ساخت به‌عنوان

[1] Boscardin et al.
[2] ChatGPT
[3] Rizvi et al.
[4] Tan & Tang
[5] Chee et al.
[6] Lin et al.

ابزار شناختی، درونی‌سازی دانش هوش مصنوعی از طریق شناخت تجسم‌یافته، تقویت شیوه‌های معرفتی، بهره‌گیری از هوش مصنوعی مولد به‌عنوان شریک یادگیری، و فعال‌سازی دانش زمینه‌ای دانش‌آموزان.

مطالعات تربیتی و زمینه‌محور به بررسی آموزش سواد هوش مصنوعی در زمینه‌های خاص مانند آموزش کودکان، آموزش پزشکی، یا آموزش در کشورهای خاص پرداخته‌اند. سو و همکاران[1] (۲۰۲۳) با مرور مقالات آموزش کودکان در زمینه هوش مصنوعی، نشان دادند که بیشتر برنامه‌های آموزشی فعلی به ابعاد فنی و شناختی تمرکز دارند و ابعاد اجتماعی، اخلاقی و پرسش‌محور یا نادیده گرفته شده‌اند یا به‌صورت ضمنی مطرح‌اند. آن‌ها تأکید کردند که چهارچوب‌های آموزشی باید ترکیبی از مفاهیم فنی، خلاقیت، و اخلاق را در خود جای دهند و به‌خصوص در آموزش سنین پایین، طراحی فعالیت‌های متنوع برای تحریک تفکر انتقادی ضروری است. ییم[2] (۲۰۲٤) با مرور ۱۹ مقاله، ۱۷ چهارچوب آموزشی را شناسایی کرده است که عمدتاً مبتنی بر مطالعات تجربی، مرور ادبیات و استانداردهای نهادی هستند. این چهارچوب‌ها از الگوهایی چون طبقه‌بندی بلوم، مدل‌های پیشرفت‌محور، سازنده‌گرایی و نظریه‌های علوم رایانه‌ای بهره می‌برند. ییم با تأکید بر ماهیت میان‌رشته‌ای سواد هوش مصنوعی در تقاطع سواد دیجیتال، داده، تفکر محاسباتی و اخلاق، نقد می‌کند که چهارچوب‌های فعلی برای کودکان تعامل عامل‌های انسانی و فناورانه را به‌درستی لحاظ نمی‌کنند. او ضرورت طراحی چهارچوبی جدید، تعاملی و زمینه‌محور را برای آموزش فراگیر و بومی‌پذیر سواد هوش مصنوعی در سنین پایه مطرح می‌سازد؛ موضوعی که به‌طور مستقیم با اهداف پژوهش حاضر هم‌راستا است. ییم و سو[3] (۲۰۲۵) نیز در مرور نظام‌مند خود نشان داد که سواد هوش مصنوعی در مدارس ابتدایی شامل تعامل با فناوری‌های هوشمند، تفکر محاسباتی، سواد داده انتقادی و اخلاق هوش مصنوعی است و اغلب با رویکردهای سازنده‌گرایانه، یادگیری مبتنی بر پروژه، برنامه‌نویسی و تعامل انسان ـ عامل آموزش داده می‌شود. همچنین، ابزارهای هوشمند و روش‌های ترکیبی پژوهش برای سنجش پیامدهای شناختی، عاطفی و رفتاری به‌کار رفته‌اند. نگ و همکاران[4] (۲۰۲٤) به بررسی رویکردهای آموزشی، ابزارهای یادگیری، محتوای درسی و

[1] Su et al.
[2] Yim
[3] Yim & Su
[4] Ng et al.

روش‌های ارزیابی پرداختند. نتایج نشان داد که یادگیری مبتنی بر پروژه‌های مشارکتی با حل مسائل میان‌رشته‌ای رایج‌ترین روش آموزشی بوده و ابزارهای مورد استفاده شامل سخت‌افزار، نرم‌افزار، عامل‌های هوشمند و ابزارهای بدون فناوری بوده‌اند. دانش‌آموزان پایه‌های پایین‌تر بیشتر با مفاهیم ابتدایی آشنا شده‌اند، درحالی‌که دانش‌آموزان پایه‌های بالاتر به مؤلفه‌های فنی پیشرفته پرداخته‌اند. ارزیابی‌ها در ابعاد شناختی، عاطفی، رفتاری و اخلاقی انجام شده و نشان‌دهندهٔ تأثیر چندبُعدی آموزش هوش مصنوعی بوده‌اند. ما و همکاران[1] (۲۰۲۵) به بررسی وضعیت آموزش اخلاق هوش مصنوعی در مدارس ابتدایی و متوسطه پرداختند و نشان دادند که باوجود تأکید جهانی بر سواد هوش مصنوعی، آموزش اخلاق مرتبط با آن در عمل آموزشی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش روندهای جهانی، طراحی‌های آموزشی مبتنی بر اصول هوش مصنوعی مسئولانه، و روش‌های ارزیابی یادگیری اخلاقی را در سه حوزهٔ شناختی، عاطفی و رفتاری تحلیل کرده است. در نهایت، چهارچوبی شایستگی‌محور برای سواد اخلاقی هوش مصنوعی پیشنهاد شده که اخلاق را به‌عنوان بُعدی تحول‌آفرین در آموزش سواد هوش مصنوعی بازتعریف می‌کند.

مرور پژوهش‌های این حوزه نشان می‌دهد که سواد هوش مصنوعی به‌عنوان حوزه‌ای میان‌رشته‌ای، از منظرهای متنوعی مورد بررسی قرار گرفته است؛ از تبیین مفهومی و فلسفی تا طراحی چهارچوب‌های آموزشی و مطالعات تجربی در سطوح مختلف تحصیلی. بااین‌حال، خلأهایی همچون فقدان چهارچوب‌های چندلایه، کم‌توجهی به ابعاد فراشناختی، پرسشگری، و زمینه‌های اجتماعی ـ فرهنگی به‌ویژه در آموزش عمومی مشهود است. پژوهش حاضر با هدف پاسخ به این خلأها، تلاش کرده است تا با تحلیل دقیق منابع علمی، چهارچوبی جامع، تربیتی و قابل تعمیم برای آموزش سواد هوش مصنوعی ارائه دهد. نوآوری پژوهش حاضر در گسترش همین مدل‌ها و افزودن لایه‌های مذکور قابل مشاهده است.

روش پژوهش

این پژوهش ازنظر هدف کاربردی است و با روش مرور نظام‌مند متون انجام شده است. طراحی فرایند مرور نظام‌مند براساس چهارچوب کیچن‌هام و چارترز[2] (۲۰۰۷) در سه مرحلهٔ

[1] Ma et al.
[2] Kitchenham & Charters

طراحی مرور، مرور منابع و تدوین گزارش مرور انجام شده است. در این چهارچوب پذیرفته‌شده هر مرحله به‌گونه‌ای طراحی شده است که فرآیند مرور نظام‌مند، بی‌طرفانه و جامعی را از برنامه‌ریزی و انجام مرور تا گزارش یافته‌ها تضمین کند (García-Peñalvo, 2022). این چهارچوب به‌طور گسترده در زمینه‌های تحقیقاتی مختلف، به‌ویژه در مطالعات بین‌رشته‌ای علوم رایانه و آموزش، برای اطمینان از دقت و قابلیت اطمینان مرور متون استفاده می‌شود (Astudillo-Rodriguez et al., 2024).

مرحلهٔ ۱) طراحی مرور: در این مرحله با توجه به اهداف پژوهش، اقدامات زیر صورت گرفت.

۱. شناسایی نیاز به مرور پژوهش‌ها: با مرور پژوهش‌های داخلی و خارجی، پژوهشی که با مرور نظام‌مند به شناسایی و ارائه ابعاد مختلف سواد هوش مصنوعی پرداخته باشند، یافت نشد. ازسوی‌دیگر، با توجه اهمیت ارائهٔ چهارچوبی برای آموزش سواد هوش مصنوعی، نیاز به انجام این پژوهش احساس می‌شود.

۲. مشخص کردن پرسش‌های پژوهش: پرسش اصلی پژوهش حاضر این است که ابعاد سواد هوش مصنوعی کدام‌اند و چهارچوب مطلوب آموزش سواد هوش مصنوعی کدام است؟

۳. شناسایی پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر و مرتبط: در مرحلهٔ شناسایی منابع اطلاعاتی، راهبرد اصلی جستجوی مقالات، بهره‌گیری از پایگاه استنادی اسکاپوس[1] بود. اسکاپوس اغلب در بررسی‌های مرور نظام‌مند ادبیات استفاده می‌شود (Martins de Souza et al., 2024; Firmanto et al., 2025) و انتخاب این پایگاه به‌دلیل جامعیت منابع، اعتبار علمی مدارک و امکان پیگیری زنجیره استنادی انجام شد (Baas et al., 2024). زنجیره استنادی اسکاپوس امکان گسترش دامنهٔ جستجو و شناسایی مطالعات مرتبط را فراهم می‌سازد و درعین‌حال، موانع زبانی را کاهش می‌دهد، چراکه بسیاری از مقالات مرتبط از طریق استنادات قابل‌شناسایی هستند، حتی اگر در ابتدا در جستجوی مستقیم ظاهر نشوند. سه معیار ورود اولیه مقاله‌ها به مرور نظام‌مند شامل موارد زیر بود: (۱) مقاله به‌طور مستقیم به سواد هوش مصنوعی پرداخته باشد، (۲) در مجله‌های نمایه‌شده در اسکاپوس منتشر شده باشد، و (۳) به زبان انگلیسی یا

[1] Scopus

فارسی در دسترس باشد.

مرحلهٔ ۲) مرور منابع: این مرحله شامل سه بخش بود.

۱. شناسایی و انتخاب منابع اولیه: ابتدا جستجوی نظام‌مند با استفاده از کلیدواژه‌های artificial intelligence literacy و AI literacy در عنوان مقالات نمایه‌شده در پایگاه اسکاپوس انجام شد. راهبرد جستجوی نهایی پس از اجرای آن در بخش جستجوی ساده پایگاه اسکاپوس به‌شکل زیر بود:

((TITLE("artificial intelligence literacy") OR TITLE("AI literacy")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar")).

تعداد ۳۷٦ مقاله اولیه بازیابی شد. این مدارک در هفت مرحله غربالگری شدند تا منابع مرتبط و معتبر برای تحلیل نهایی انتخاب شوند:

۱. انتخاب مقاله‌های دارای تمام متن: از ۳۷٦ مقاله انتخاب‌شده، متن کامل ۲٤۱ مقاله یافت شد.

۲. بررسی عنوان و چکیده با استفاده از سیاهه‌وارسی مرتبط بودن: در این مرحله، عنوان و چکیده ۲٤۱ مقاله بررسی شد و ۱۹۸ مورد واجد شرایط اولیه تشخیص داده شدند.

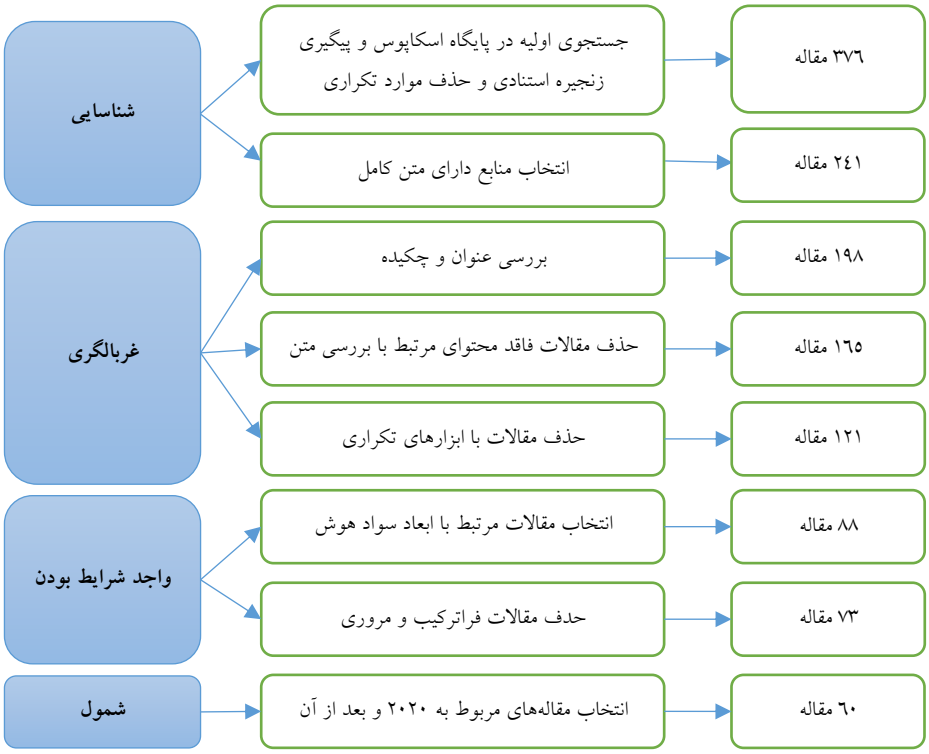
۳. ارزیابی متن کامل مقاله‌ها براساس معیارهای ورود: متن کامل ۱۹۸ مقاله مورد مطالعه قرار گرفت و ۱٦۵ مورد با محتوای مرتبط برای بررسی‌های بعدی انتخاب شدند.

٤. حذف مقاله‌ها با داده‌ها و ابزارهای تکراری: از میان ۱٦۵ مقاله، ٤٤ مورد به‌دلیل استفاده از پرسشنامه‌های تکراری کنار گذاشته شدند و ۱۲۱ مقاله باقی ماندند.

۵. الزام پرداختن به ابعاد سواد هوش مصنوعی: از میان ۱۲۱ مقاله، تعداد ۸۸ مورد به نحوی به یک یا چند بُعد سواد هوش مصنوعی اشاره کرده بودند و وارد مرحلهٔ بعد شدند.

٦. حذف مقاله‌های مرور نظام‌مند و فراترکیب برای استفاده در پیشینه: از میان مقالات تعداد ۱۵ مورد مقاله مروری و فراترکیب که صرفاً برای تدوین پیشینه مناسب بودند، کنار گذاشته شدند و ۷۳ مورد پژوهش انتخاب شدند.

۷. حذف مقالات با محتوای قدیمی: در نهایت، به‌دلیل تکامل سریع و تغییرات پویای حوزهٔ سواد هوش مصنوعی از میان ۷۳ مقاله ٦۰ مورد مربوط به سال ۲۰۲۰ و بعدازآن برای تحلیل و استخراج چهارچوب آموزشی انتخاب شدند.



نمودار ۱. الگوریتم انتخاب مقاله‌های مناسب براساس دیاگرام پریسما

۲. استخراج و ترکیب داده‌ها: کاربرگی برای استخراج اطلاعات براساس اهداف پژوهش از آثار طراحی شد که در آن تعیین می‌شد چه داده‌هایی از کل اثر باید استخراج شود. این داده‌ها شامل ابعاد سواد هوش مصنوعی بود. در نهایت، داده‌های استخراج‌شده دسته‌بندی شدند.

۳. اعتبارسنجی: انتخاب مقالات توسط دو پژوهشگر انجام شد. از منابع بازیابی‌شدهٔ اولیه، به‌صورت انتخابی حدود ۳۰ درصد به‌طور تصادفی انتخاب شد. عنوان و چکیدهٔ این منابع براساس معیارهای ورود به مطالعه، توسط یک متخصص دیگر مورد بررسی قرار گرفت و صحت انتخاب‌های پژوهشگران بررسی شد.

برای اطمینان از اعتبار دسته‌بندی نتایج، کنترل دیگری روی حدود ۳۰ درصد منابع صورت گرفت. این تعداد مقاله به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و توسط متخصص دیگری از حوزهٔ کتابسنجی و ارتباطات علمی بررسی شد. مقالات انتخاب‌شده توسط او مجدداً دسته‌بندی شد. دسته‌بندی انجام‌گرفته توسط متخصص با دسته‌بندی پژوهشگران مقایسه شد که حدود ۹۰

درصد هم‌پوشانی داشت.

مرحلهٔ ۳) تدوین گزارش مرور: در مرحلهٔ نهایی، تجزیه‌وتحلیل و ارائهٔ یافته‌های مرور نظام‌مند به پرسش پژوهش انجام شد.

یافته‌ها

در اینجا یافته‌های پژوهش شامل رویکرد و روش منابع مرور نظام‌مند، ابعاد سواد هوش مصنوعی و چهارچوب پیشنهادی برای آموزش سواد هوش مصنوعی ارائه شده است. در جدول (۱) رویکردها و روش‌های منابع استفاده‌شده در مرور نظام‌مند دسته‌بندی شده‌اند.

جدول ۱. روش مقاله‌های مورد بررسی در مرور نظام‌مند

رویکرد	روش‌ها	تعداد
رویکرد کمّی	تمرکز بر داده‌های عددی، مدل‌های آماری (مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری، تحلیل عاملی تأییدی، درخت تصمیم و تحلیل پروفایل نهفته) و نظرسنجی‌ها برای اندازه‌گیری متغیرها	۲۰
رویکرد کیفی	تحلیل مفهومی، مصاحبه، روایت‌ها، و کاوش تجربیات	۱۹
رویکرد ترکیبی	ترکیب کمی و کیفی شامل روش‌های اکتشافی و تشریحی	۱۱
تحلیل مفهومی و نظری	تحلیل مفهومی، تحلیل اسنادی و تحلیل نظری	٦
تجربی/ طراحی‌محور	طراحی برنامه‌های آموزشی و رویکردهای مبتنی بر پروژه (مانند قصه‌گویی دیجیتال یا کلاس معکوس)	٤

این دسته‌بندی نشان‌دهندهٔ تنوع روش‌ها در پژوهش‌های سواد هوش مصنوعی است و همان‌طور که مشاهده می‌شود غلبه با رویکردهای کمّی و کیفی است. روش‌های کمّی برای اعتبارسنجی ابزارها و مقیاس‌ها و ارزیابی سطوح سواد هوش مصنوعی و روش‌های کیفی برای استخراج دانش از متون، مصاحبه‌ها، و اسناد در مطالعات مفهوم‌سازی سواد هوش مصنوعی مناسب هستند. در مقابل رویکردهای ترکیبی بیشتر برای مطالعات عمیق و گسترده، اعتبارسنجی ابزارها، تحلیل زمینه‌ای، و تجربیات به کار می‌روند؛ تحلیل‌های مفهومی و نظری بیشتر برای تحلیل و تبیین نظریه‌های مختلف در سواد هوش مصنوعی و مطالعات تجربی و طراحی‌محور بیشتر برای آزمایش ابزارها و ارزیابی اثربخشی در محیط‌های آموزشی کاربرد دارند.

ابعاد سواد هوش مصنوعی

جدول (۲) ابعاد سواد هوش مصنوعی بر پایه مرور نظام‌مند ۶۰ مقاله علمی نشان می‌دهد. برای سواد هوش مصنوعی ۱۰ بُعد شناسایی شد. در این جدول، هر بُعد به‌همراه توضیح مفهومی و مصداقی و منابع علمی مرتبط آورده شده است.

جدول ۲. ابعاد سواد هوش مصنوعی

بُعد	توضیح	منابع
درک ساختار و عملکرد فنی هوش مصنوعی	شامل مفاهیم پایه‌ای مانند یادگیری ماشین، یادگیری تحت نظارت، طبقه‌بندی، رگرسیون، خوشه‌بندی، الگوریتم‌ها، داده‌کاوی، و نحوه عملکرد مدل‌های زبانی بزرگ (LLMs) و مدل‌های چندرسانه‌ای بزرگ (LMMs)	Long & Magerko, 2020; Kong et al., 2021; Lee et al., 2021; Kong et al., 2022; Zhang et al., 2023; Alamäki et al., 2024; Ayanwale et al., 2024; Chiu et al., 2024; De Silva et al., 2024; Chiu et al., 2024; Du & Lyublinskaya, 2024; Knoth et al., 2024; Kong et al., 2024; Stolpe & Hallström, 2024; Walter, 2024; El-Saman, 2025; Hutson, 2025; Cox, D. 2025; Dong et al., 2025; Hong, 2025; DAI & LI, 2025; Hornberger et al., 2025; Lin et al., 2024; Toker Gokce et al., 2025; Zhang et al., 2025; Yavuz et al., 2025; Mannila et al., 2025
مهارت عملی در استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی	توانایی استفاده، تطبیق و طراحی فعالیت‌های آموزشی یا کاربردی با ابزارهای هوش مصنوعی در زندگی روزمره، آموزش، پژوهش و حرفه	Wang et al., 2023a; Hwang et al., 2023; Ng et al., 2023; Ayanwale et al., 2024; Knoth et al., 2024; Du & Lyublinskaya, 2024; Kong et al., 2024; Ramnarain et al., 2024; Stolpe & Hallström, 2024; Tzirides et al., 2024; Walter, 2024; Wijaya et al., 2024; Gedik et al., 2025; Ke et al., 2025; Dong et al., 2025; Hong, 2025; Asghar et al., 2025; DAI & LI, 2025; Seker et al., 2025; Toker Gokce et al., 2025; Khademizadeh & Shekari, 2025; Yavuz et al., 2025; Gnoth & Novak, 2025; De Silva et al., 2024; Wang et al., 2025b; Simms, 2025; Changkui, 2025
تحلیل انتقادی و ارزیابی خروجی‌های هوش مصنوعی	توانایی تحلیل عملکرد، تشخیص مزایا و محدودیت‌ها، بررسی دقت، سوگیری، و قابلیت اعتماد خروجی‌های	Ng et al., 2021a; Ng et al., 2021b; Wang et al., 2023b; Celik, 2023; Alamäki et al., 2024; Knoth et al., 2024; Ramnarain et al., 2024; Stolpe & Hallström, 2024; Tzirides et al., 2024; Walter, 2024; Wijaya et al., 2024; Han & Han, 2025;

بُعد	توضیح	منابع
	هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف	Cox, D. 2025; Dong et al., 2025; Toker Gokce et al., 2025; Khademizadeh & Shekari, 2025; Yavuz et al., 2025; Gnoth & Novak, 2025; Wang et al., 2025b; Mannila et al., 2025; Changkui, 2025
سواد اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی	درک و تحلیل مسائل اخلاقی مانند تعصب الگوریتمی، حریم خصوصی، شفافیت، مسئولیت‌پذیری، و پیامدهای اجتماعی کاربردهای هوش مصنوعی	Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021a; Ng et al., 2021b; Hermann, 2022; Zhang et al., 2023; Ayanwale et al., 2024; Chiu et al., 2024; Kong et al., 2024; Stolpe & Hallström, 2024; Tzirides et al., 2024; El-Saman, 2025; Hutson, 2025; Cox, D. 2025; Asghar et al., 2025; DAI & LI, 2025; Khademizadeh & Shekari, 2025; Gnoth & Novak, 2025; De Silva et al., 2024; Wang et al., 2025a; Mannila et al., 2025; Simms, 2025; Changkui, 2025
شناخت زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هوش مصنوعی	بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر جامعه، فرهنگ، عدالت، سیاست‌گذاری، و نابرابری دیجیتال در سطح محلی و جهانی	Watkins, 2020; Henry et al., 2021; Yi, 2021; Su et al., 2023; Alamäki et al., 2024; Du & Lyublinskaya, 2024; Stolpe & Hallström, 2024; Walter, 2024; Gedik et al., 2025; Ke et al., 2025; El-Saman, 2025; Dong et al., 2025; Avsec & Rupnik, 2025; Asghar et al., 2025; DAI & LI, 2025; Khademizadeh & Shekari, 2025; Zhang et al., 2025; Skalka et al., 2025; Mannila et al., 2025; Simms, 2025
آمادگی شغلی و مسئولیت‌پذیری در عصر هوش مصنوعی	درک تأثیر هوش مصنوعی بر مشاغل آینده، مهارت‌های مورد نیاز، مسئولیت‌های حرفه‌ای، و نقش انسان در همکاری با هوش مصنوعی	Lee et al., 2021; Zhang et al., 2023; Ayanwale et al., 2024; Wijaya et al., 2024; El-Saman, 2025; Hutson, 2025; Cox, D. 2025; Avsec & Rupnik, 2025; Hong, 2025; Asghar et al., 2025; Hornberger et al., 2025; Toker Gokce et al., 2025; De Silva et al., 2024; Mannila et al., 2025; Simms, 2025
تفکر محاسباتی و الگوریتمی	توانایی تحلیل منطقی، الگوریتم‌نویسی، مدل‌سازی، و حل مسئله با استفاده از فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی	Wang et al., 2020; Michaeli et al., 2022; Celik, 2023; Wang et al., 2024; Lin et al., 2024; Seker et al., 2025; Gnoth & Novak, 2025
سواد پرسشگری و	کنجکاوی، طرح پرسش،	Kewalramani et al., 2021; Ng et al., 2022; Du & Lyublinskaya, 2024; Ramnarain et

بُعد	توضیح	منابع
یادگیری پژوهش‌محور با هوش مصنوعی	تعامل با هوش مصنوعی برای کشف داده‌ها، تحلیل، و تولید دانش در فرآیندهای پژوهشی و آموزشی	al., 2024; Han & Han, 2025; Zhang et al., 2025; Changkui, 2025
فراشناخت و تفکر سطح بالا در تعامل با هوش مصنوعی	توانایی ارزیابی دانش خود، بازتاب‌گری، و تنظیم راهبردهای یادگیری برای استفاده مؤثر و پایدار از هوش مصنوعی	Yi, 2021; Ng et al., 2023; Alamäki et al., 2024; Chiu et al., 2024; Kong et al., 2024; Hutson, 2025; Avsec & Rupnik, 2025; Hong, 2025; Lin et al., 2024; Zhang et al., 2025; Yavuz et al., 2025; Gnoth & Novak, 2025; Wang et al., 2025b; Changkui, 2025
خودکارآمدی و انگیزه در تعامل با هوش مصنوعی	باور به توانایی یادگیری و استفاده از هوش مصنوعی، علاقه‌مندی، انگیزه در تعامل مستمر، و پذیرش فناوری در زندگی و حرفه	Ng et al., 2023; Ayanwale et al., 2024; Ayanwale et al., 2024; Chiu et al., 2024; Du & Lyublinskaya, 2024; Kong et al., 2024; Ramnarain et al., 2024; Stolpe & Hallström, 2024; Tzirides et al., 2024; Wijaya et al., 2024; Gedik et al., 2025; Ke et al., 2025; Han & Han, 2025; Hutson, 2025; Avsec & Rupnik, 2025; Hong, 2025; Asghar et al., 2025; Hornberger et al., 2025; Seker et al., 2025; Yavuz et al., 2025; Gnoth & Novak, 2025; Skalka et al., 2025; Wang et al., 2025b; Wang et al., 2025b

ابعاد سواد هوش مصنوعی مجموعه‌ای چندوجهی و پویا از دانش، مهارت‌ها و نگرش‌هایی است که افراد را برای زیست، یادگیری و فعالیت حرفه‌ای در عصر فناوری‌های هوشمند توانمند می‌سازد. این سواد از درک ساختار و عملکرد فنی هوش مصنوعی آغاز می‌شود؛ مفاهیمی چون یادگیری ماشین، یادگیری تحت نظارت، الگوریتم‌ها، طبقه‌بندی، رگرسیون، خوشه‌بندی، داده‌کاوی، و شناخت مدل‌های زبانی بزرگ و چندرسانه‌ای، بنیان شناختی این حوزه را شکل می‌دهند.

در ادامه، مهارت عملی در استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی اهمیت می‌یابد؛ توانایی به‌کارگیری، تطبیق و طراحی فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی و کاربردی با بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند، ازجمله توانمندی‌های ضروری در این زمینه است. افراد باید بتوانند عملکرد سیستم‌های هوشمند را تحلیل کرده، خروجی‌ها را ارزیابی کنند، و با نگاهی انتقادی،

مزایا، محدودیت‌ها، دقت و سوگیری‌های احتمالی را بررسی نمایند.

سواد اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی نیز جایگاه ویژه‌ای دارد؛ درک مسائل مرتبط با شفافیت الگوریتم‌ها، حفظ حریم خصوصی، تعصب داده‌ای، و مسئولیت‌پذیری در برابر پیامدهای اجتماعی فناوری، از الزامات این بُعد است. در کنار آن، شناخت زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هوش مصنوعی، به افراد کمک می‌کند تا تأثیرات گسترده این فناوری را بر عدالت، سیاست‌گذاری، نابرابری دیجیتال و فرهنگ عمومی درک کنند.

سواد هوش مصنوعی همچنین شامل آمادگی شغلی و مسئولیت‌پذیری حرفه‌ای در مواجهه با تحولات بازار کار و نقش انسان در همکاری با سیستم‌های هوشمند است. تسلط بر تفکر محاسباتی و الگوریتمی، توانایی تحلیل منطقی، مدل‌سازی و حل مسئله با استفاده از فناوری‌های دیجیتال، از دیگر ارکان این سواد محسوب می‌شود.

در سطحی پژوهش‌محور، سواد پرسشگری و یادگیری مبتنی بر کشف با هوش مصنوعی، افراد را به کنجکاوی، طرح پرسش، تعامل داده‌محور و تولید دانش در فرآیندهای آموزشی و تحقیقاتی سوق می‌دهد. فراشناخت و تفکر سطح بالا نیز به افراد امکان می‌دهد تا دانش خود را ارزیابی کرده، مسیر یادگیری را تنظیم کنند و به‌صورت مستمر و هدفمند با فناوری تعامل داشته باشند.

در نهایت، خودکارآمدی و انگیزه در تعامل با هوش مصنوعی، به‌مثابه باور به توانایی یادگیری و استفاده از این فناوری، علاقه‌مندی و پذیرش آن در زندگی و حرفه، نقش کلیدی در بهره‌برداری مؤثر و پایدار از هوش مصنوعی ایفا می‌کند. این ابعاد در تعامل با یکدیگر، چهارچوبی جامع و کاربردی برای طراحی برنامه‌های آموزشی، توسعه حرفه‌ای و توانمندسازی شهروندان در عصر هوش مصنوعی فراهم می‌سازند.

چهارچوب مفهومی برای آموزش سواد هوش مصنوعی

براساس ابعاد استخراج‌شده در جدول (۲) برای سواد هوش مصنوعی، چهارچوب مفهومی پیشنهادی برای آموزش سواد هوش مصنوعی در چهار لایه تدوین شد. جدول (۳) چهارچوب مفهومی پیشنهادی برای آموزش برای سواد هوش مصنوعی به‌همراه مهارت‌های مورد نیاز نمایش می‌دهد.

جدول ۳. چهارچوب مفهومی برای آموزش سواد هوش مصنوعی

لایه	عنوان	شایستگی‌ها و مهارت‌ها
یک	شناختی ـ فنی (دانش‌پایه و درک ساختار)	• مفاهیم بنیادین هوش مصنوعی (یادگیری ماشین، الگوریتم‌ها، داده‌کاوی، شبکه‌های عصبی، مدل‌های زبانی بزرگ و مدل‌های چندرسانه‌ای بزرگ) • شناخت عملکرد سیستم‌های هوشمند و ابزارهای هوش مصنوعی • درک تفاوت فناوری‌های هوشمند و غیرهوشمند
دو	تحلیلی ـ کاربردی (کاربرد، ارزیابی و تفکر محاسباتی)	• استفاده عملی از ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش، پژوهش و زندگی روزمره • تحلیل و ارزیابی خروجی‌های هوش مصنوعی، تشخیص سوگیری و محدودیت‌ها • تفکر محاسباتی، الگوریتم‌نویسی و حل مسئله
سه	اخلاقی ـ اجتماعی (مسئولیت، آگاهی فرهنگی و شهروندی دیجیتال)	• درک مسائل اخلاقی: حریم خصوصی، شفافیت، تبعیض الگوریتمی • شناخت پیامدهای اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هوش مصنوعی • مسئولیت‌پذیری حرفه‌ای و مشارکت در توسعه اخلاق‌محور فناوری
چهار	فراشناختی ـ توسعه‌ای (یادگیری مستمر، انگیزه و آینده‌نگری)	• خودارزیابی دانش و تنظیم مسیر یادگیری • کنجکاوی، پرسش‌گری و یادگیری پژوهش‌محور با هوش مصنوعی • خودکارآمدی در تعامل با فناوری و برنامه‌ریزی شغلی در عصر هوش مصنوعی

- **لایهٔ نخست: شناختی ـ فنی (دانش‌پایه و درک ساختار)**

این لایه به‌عنوان نقطهٔ آغاز آموزش سواد هوش مصنوعی، بر توسعهٔ دانش نظری و مفهومی فراگیران تمرکز دارد. هدف آن آشنایی با ساختارهای بنیادین فناوری‌های هوشمند است. یادگیرندگان باید بتوانند مفاهیم کلیدی مانند یادگیری ماشین، الگوریتم‌ها، داده‌کاوی، شبکه‌های عصبی، مدل‌های زبانی بزرگ و مدل‌های چندرسانه‌ای بزرگ را درک کنند. همچنین، شناخت عملکرد ابزارهای هوش مصنوعی مانند چت‌بات‌ها، موتورهای توصیه‌گر، سیستم‌های پردازش تصویر و تفاوت میان فناوری‌های هوشمند و غیرهوشمند، زمینه‌ساز فهم عمیق‌تر از نقش هوش مصنوعی در زندگی روزمره و حرفه‌ای خواهد بود. این لایه پایه‌ای برای ورود به سطوح بالاتر یادگیری محسوب می‌شود.

- **لایهٔ دوم: تحلیلی ـ کاربردی (کاربرد، ارزیابی و تفکر محاسباتی)**

در این لایه، تمرکز بر توسعهٔ مهارت‌های عملی، تحلیلی و حل مسئله با استفاده از هوش مصنوعی است. یادگیرندگان می‌آموزند چگونه از ابزارهای هوش مصنوعی در موقعیت‌های واقعی مانند آموزش، پژوهش، تصمیم‌گیری و زندگی روزمره بهره ببرند. توانایی تحلیل خروجی‌های تولیدشده توسط سیستم‌های هوشمند، تشخیص سوگیری‌های احتمالی، ارزیابی دقت و محدودیت‌ها، و تفسیر نتایج ازجمله مهارت‌های کلیدی این بخش است. همچنین، آموزش تفکر محاسباتی شامل الگوریتم‌نویسی، مدل‌سازی منطقی و طراحی راه‌حل‌های فناورانه، به فراگیران کمک می‌کند تا با رویکردی ساخت‌یافته و خلاقانه با مسائل مواجه شوند.

- **لایهٔ سوم: اخلاقی ـ اجتماعی (مسئولیت، آگاهی فرهنگی و شهروندی دیجیتال)**

هوش مصنوعی نه‌تنها یک فناوری، بلکه پدیده‌ای اجتماعی و اخلاقی است. این لایه به پرورش نگرش‌های مسئولانه و آگاهی فرهنگی در مواجهه با فناوری‌های هوشمند اختصاص دارد. فراگیران باید با مفاهیمی مانند حریم خصوصی، شفافیت الگوریتمی، تبعیض داده‌محور و عدالت دیجیتال آشنا شوند. همچنین، شناخت پیامدهای اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هوش مصنوعی ـ ازجمله تأثیر آن بر اشتغال، آموزش، آزادی اطلاعات و نابرابری دیجیتال ـ ضروری است. این لایه به تربیت شهروندانی اخلاق‌محور، آگاه و مشارکت‌جو در توسعه فناوری کمک می‌کند و زمینه‌ساز شکل‌گیری شهروندی دیجیتال مسئولانه است.

- **لایهٔ چهارم: فراشناختی ـ توسعه‌ای (یادگیری مستمر، انگیزه و آینده‌نگری)**

این لایه به جنبه‌های درونی و تحول‌گرای یادگیری می‌پردازد. فراگیران باید بتوانند دانش و توانایی‌های خود را در زمینه هوش مصنوعی ارزیابی کرده، مسیر یادگیری خود را به‌صورت خودتنظیم مدیریت کنند، و انگیزه درونی برای یادگیری مداوم داشته باشند. کنجکاوی، پرسش‌گری، و تعامل پژوهش‌محور با فناوری‌های هوشمند از ارکان این بخش است. همچنین، درک فرصت‌های شغلی مرتبط با هوش مصنوعی، آمادگی برای مواجهه با تحولات آینده، و برنامه‌ریزی حرفه‌ای در عصر دیجیتال، فراگیران را برای حضور مؤثر، خلاقانه و مسئولانه در جامعه هوشمند آماده می‌سازد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ابعاد سواد هوش مصنوعی و ارائهٔ چهارچوب پیشنهادی برای آموزش سواد هوش مصنوعی ٦٠ مقاله را با روش مرور نظام‌مند بررسی کرده است. در این مرور، ١٠ بُعد کلیدی سواد هوش مصنوعی استخراج شد که هر یک نقش مؤثری در شکل‌گیری چهارچوبی چندلایه، منعطف و قابل تعمیم ایفا می‌کنند.

نخست، بُعد «درک ساختار و عملکرد فنی هوش مصنوعی» به‌عنوان پایه شناختی این سواد، در پژوهش‌های متعددی نظیر (Kong et al. 2021; Zhang et al. 2023) مورد تأکید قرار گرفته و شامل مفاهیمی چون الگوریتم‌ها، داده‌کاوی، یادگیری ماشین و مدل‌های زبانی بزرگ است. بااین‌حال، پژوهش حاضر این بُعد را نه صرفاً به‌عنوان دانش تخصصی، بلکه به‌مثابه پیش‌نیاز تعامل عمومی با فناوری‌های هوشمند در زندگی روزمره تلقی کرده و آن را در لایهٔ شناختی ـ فنی چهارچوب جای داده است.

در کنار آن، «مهارت عملی در استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی» بُعدی است که در پژوهش‌هایی چون (Hwang et al., 2023; Wang et al., 2023a) بررسی شده، اما در این پژوهش با پیوند آن به لایهٔ تحلیلی ـ کاربردی، بر قابلیت استفاده واقعی، حل مسئله و به‌کارگیری فناوری در موقعیت‌های آموزشی و حرفه‌ای تأکید شده است. پژوهش ریضوی و همکاران (٢٠٢٣) با تمرکز بر آموزش در مدارس و چهارچوب‌های سطح‌بندی، و پژوهش شیری (٢٠٢٤) با ارائه طبقه‌بندی مفهومی گسترده، هر دو به سازماندهی دانش و مهارت‌های پایه پرداخته‌اند؛ درحالی‌که پژوهش حاضر با رویکردی تربیتی و چندلایه، ابعاد انسانی، انگیزشی، فرهنگی و آینده‌نگر را نیز در چهارچوب خود لحاظ کرده است.

در سطح تحلیلی‌تر، بُعد «تحلیل انتقادی و ارزیابی خروجی‌های هوش مصنوعی» که در پژوهش‌های (Ng et al. 2021a; Celik, 2023) نیز منعکس شده، در این پژوهش با تمرکز بر ارزیابی عملکرد، تشخیص سوگیری و قضاوت مسئولانه نسبت به نتایج فناوری، در لایهٔ تحلیلی ـ کاربردی جای گرفته است. این بُعد به یادگیرندگان کمک می‌کند تا دیدگاهی نقادانه در مواجهه با سیستم‌های هوشمند اتخاذ کنند. بُعد «سواد اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی» نیز که در آثار (Long & Magerko, 2020; Hermann, 2022) برجسته شده، در این چهارچوب به‌صورت مستقل در لایهٔ اخلاقی ـ اجتماعی تعریف شده و به سطحی از مسئولیت‌پذیری اجتماعی، حقوق دیجیتال و مشارکت اخلاق‌محور در توسعه فناوری ارتقا

یافته است.

از سوی دیگر، بُعد «شناخت زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و سیاسی هوش مصنوعی» (Henry et al. 2021; Watkins, 2020) مطرح شده، در این پژوهش به‌عنوان مؤلفه‌ای مستقل در نظر گرفته شده و ارتباط آن با مفاهیمی چون عدالت الگوریتمی، نابرابری دیجیتال و قدرت رسانه‌ای هوش مصنوعی برجسته شده است. همچنین، بُعد «آمادگی شغلی و مسئولیت‌پذیری در عصر هوش مصنوعی» که در اغلب پژوهش‌های پیشین مغفول مانده، در این چهارچوب در لایهٔ فراشناختی ـ توسعه‌ای جای گرفته و به تربیت نسل آینده برای مواجهه با تحولات شغلی ناشی از هوش مصنوعی کمک می‌کند.

«تفکر محاسباتی و الگوریتمی» به‌عنوان مهارتی بنیادین در آموزش هوش مصنوعی در پژوهش‌هایی مانند (Wang et al., 2020; Michaeli et al., 2022) بررسی شده، اما در این پژوهش با تلفیق آن با مهارت‌های تحلیلی و حل مسئله، جایگاه آن در لایهٔ تحلیلی ـ کاربردی تقویت شده است.

دو بُعد مهم دیگر یعنی «سواد پرسشگری و یادگیری پژوهش‌محور با هوش مصنوعی» و «فراشناخت و تفکر سطح بالا در تعامل با هوش مصنوعی» که تنها در برخی پژوهش‌های محدود مانند (Kewalramani et al., 2021; Ng et al., 2022; 2023) ظاهر شده‌اند، در این چهارچوب به‌صورت متمایز و پررنگ در لایهٔ فراشناختی ـ توسعه‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند. این دو بُعد نمایانگر سطحی از تعامل فعال، خلاق و خودتنظیم با فناوری هستند که بدون آن‌ها، آموزش هوش مصنوعی صرفاً انتقال دانش خواهد بود.

در نهایت، بُعد «خودکارآمدی و انگیزه در تعامل با هوش مصنوعی» که در اکثر مدل‌ها مغفول مانده، در این پژوهش به‌عنوان نیروی محرکه برای یادگیری مستمر، استفاده آگاهانه و توسعه شخصی در مواجهه با فناوری تعریف شده و در لایهٔ فراشناختی ـ توسعه‌ای جای گرفته است. این نگاه با یافته‌های ییم و سو (۲۰۲۵) هم‌راستا است که بر نقش انگیزش، تعامل انسان ـ عامل و یادگیری مبتنی بر پروژه در آموزش کودکان تأکید دارند. همچنین، پژوهش ما و همکاران (۲۰۲۵) با تمرکز بر آموزش اخلاق هوش مصنوعی در مدارس، نشان داده که آموزش اخلاقی در عمل آموزشی کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ یافته‌ای که در پژوهش حاضر با برجسته‌سازی لایه اخلاقی ـ اجتماعی و تعریف اخلاق به‌عنوان بُعدی تحول‌آفرین، به‌طور مستقیم پاسخ داده شده است.

با تجمیع و یکپارچه‌سازی این ۱۰ بُعد در قالب یک چهارچوب چهار لایه (شکل ۲)،

پژوهش حاضر نه‌تنها ابعاد پراکنده پیشین را به شکلی ساختارمند گردآوری کرده، بلکه با توجه به تنوع مخاطبان، سطوح سنی، و بافت‌های فرهنگی، چهارچوبی جامع، منعطف، قابل تعمیم و قابل اجرا برای آموزش سواد هوش مصنوعی ارائه داده است؛ چهارچوبی که هم از حیث نظری ریشه در ادبیات علمی دارد و هم از منظر کاربردی، به نیازهای واقعی آموزش پاسخ می‌دهد. این چهار لایه (شناختی ـ فنی، تحلیلی ـ کاربردی، اخلاقی ـ اجتماعی، و فراشناختی ـ توسعه‌ای) هر یک از منظر نقش تربیتی، مهارت‌افزایی، نوآوری آموزشی و پاسخگویی به چالش‌های معاصر قابل بررسی هستند.

شکل ۲. چهارچوب مفهومی برای آموزش سواد هوش مصنوعی

لایهٔ نخست یعنی شناختی ـ فنی به‌منزلهٔ زیربنای یادگیری تلقی می‌شود و بر ابعاد دانشی و نظری تأکید دارد. آموزش مفاهیم بنیادین باعث می‌شود یادگیرندگان با ساختارهای درونی

فناوری‌های هوشمند آشنا شوند، نه صرفاً کاربران سطحی آن باشند. این سطح از دانش، امکان عبور از «مصرف منفعلانه» به «استفاده آگاهانه» را فراهم می‌کند. همچنین، آشنایی با ابزارهای هوش مصنوعی در این مرحله، پلی میان دانش نظری و کاربست روزمره فناوری ایجاد می‌کند.

لایهٔ دوم، تحلیلی ـ کاربردی، پیوند مستقیم با «عمل یادگیری» دارد و بخش کاربردی چهارچوب را نمایندگی می‌کند. تمرکز این لایه بر تسلط بر ابزارها، حل مسئله، و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها باعث می‌شود تا یادگیرنده نه‌فقط بفهمد فناوری چگونه کار می‌کند، بلکه بتواند آن را در مسائل واقعی به کار گیرد. آموزش تفکر محاسباتی در این سطح به پرورش ذهنی ساختاریافته، تحلیلی و خلاق منجر می‌شود؛ مهارت‌هایی که در اکوسیستم دیجیتال و مشاغل آینده بسیار کلیدی هستند.

لایهٔ سوم، اخلاقی ـ اجتماعی، این چهارچوب را از مدل‌های صرفاً فنی متمایز می‌سازد. در دنیایی که هوش مصنوعی بر تصمیم‌گیری‌های انسانی، داده‌های شخصی و نظام‌های عدالت اجتماعی اثر می‌گذارد، آموزش سواد اخلاقی و اجتماعی ضرورتی انکارناپذیر است. این لایه به پرورش «آگاهی انتقادی» می‌پردازد؛ یعنی توانایی تشخیص سوگیری الگوریتمی، نقد نابرابری‌های ناشی از فناوری و حساسیت نسبت به پیامدهای فرهنگی و اقتصادی هوش مصنوعی.

لایهٔ چهارم، فراشناختی ـ توسعه‌ای (خودارزیابی، یادگیری مستمر و آینده‌نگری)، نقش مهمی در پایداری و تکامل سواد هوش مصنوعی دارد. اگر لایه‌های پیشین بر دانش، مهارت و ارزش تمرکز دارند، این لایه به بُعد «خودهدایتی یادگیرنده» می‌پردازد. افراد باید بتوانند وضعیت یادگیری خود را بسنجند، شکاف‌های دانشی را تشخیص دهند و برای بهبود مستمر، انگیزش درونی داشته باشند. این نگاه با یافته‌های یی (۲۰۲۱) هم‌راستا است که سواد هوش مصنوعی را نوعی سواد بازتابی و خودتنظیم معرفی می‌کند. همچنین، پژوهش‌های ییم و سو (۲۰۲۵) و ییم (۲۰۲٤) با تأکید بر یادگیری مبتنی بر پروژه، تعامل انسان ـ عامل و آموزش فراگیر در سنین پایه، اهمیت این لایه را در آموزش عمومی برجسته کرده‌اند.

در این لایه، «فراشناخت و تفکر سطح بالا» به‌عنوان توانایی ارزیابی دانش، تنظیم راهبردهای یادگیری و بازتاب‌گری نسبت به تجربه‌های فناورانه، به یادگیرندگان کمک می‌کند تا مسیر یادگیری خود را به‌صورت پویا و هدفمند مدیریت کنند. همچنین، «سواد پرسشگری و یادگیری پژوهش‌محور با هوش مصنوعی» به‌عنوان مؤلفه‌ای کلیدی در این لایه، کنجکاوی، طرح پرسش و تعامل داده‌محور با فناوری را تقویت می‌کند؛ مؤلفه‌ای که در پژوهش‌هایی مانند

(Kewalramani et al., 2021; Ng et al., 2022; 2023) به‌صورت محدود مطرح شده، اما در این پژوهش به‌طور برجسته و مستقل مورد توجه قرار گرفته است.

«خودکارآمدی و انگیزه در تعامل با هوش مصنوعی» نیز در این لایه جای گرفته و به‌عنوان نیروی محرکه برای یادگیری مستمر، استفاده آگاهانه و توسعه شخصی تعریف شده است. این مؤلفه در پژوهش‌های پیشین کمتر به‌صورت مستقیم بررسی شده، اما در پژوهش حاضر با توجه به نقش آن در پذیرش فناوری، تعامل مؤثر و آمادگی برای تغییرات آینده، جایگاه ویژه‌ای یافته است. همچنین، «آمادگی شغلی و مسئولیت‌پذیری در عصر هوش مصنوعی» در این لایه به‌عنوان مؤلفه‌ای آینده‌نگر مطرح شده و با پژوهش‌هایی مانند (Chee et al., 2025; Lin et al., 2025) به تفاوت‌های آموزش در سطوح مدرسه، دانشگاه و محیط حرفه‌ای تأکید دارند، هم‌راستا است.

در مجموع، این چهار لایه در تعامل با یکدیگر ساختاری پویا و جامع برای آموزش سواد هوش مصنوعی فراهم می‌کنند که هم به نیازهای دانشی پاسخ می‌دهد، هم به مهارت‌های عملی، هم به ارزش‌های انسانی و هم به خودتنظیمی یادگیری در عصر هوش مصنوعی. از مهم‌ترین ویژگی‌های چهارچوب مفهومی پیشنهادی می‌توان به تلفیق مؤلفه‌های شناختی، عملکردی، اجتماعی و اخلاقی اشاره کرد که آن را از مدل‌های تک‌بُعدی متمایز می‌سازد. این چهارچوب در صورت اعتبارسنجی و تناسب‌سازی قابلیت اجرا برای سطوح تحصیلی مختلف (مدارس، دانشگاه‌ها، آموزش‌های عمومی) را دارد و می‌تواند برای گروه‌های مختلف مخاطب ازجمله معلمان، دانش‌آموزان، سیاست‌گذاران آموزشی و کاربران عمومی به‌عنوان پایه‌ای برای آموزش مورد استفاده قرار گیرد. بهره‌گیری از داده‌های تجربی مقالات بررسی‌شده در تدوین ابعاد، بر واقع‌گرایی، اعتبار علمی و قابلیت کاربردی این چهارچوب افزوده است. افزون بر این، ساختار چندلایه‌ای چهارچوب به‌گونه‌ای طراحی شده است که هم مفاهیم نظری را پوشش دهد و هم در محیط‌های آموزشی مختلف قابل پیاده‌سازی باشد.

پیشنهادها

پژوهش حاضر باوجود تلاش برای ارائه چهارچوب مفهومی جامع و قابل اجرا، با محدودیت‌هایی مواجه است که در تفسیر نتایج و اجرای آن باید مورد توجه قرار گیرد. نخست، این چهارچوب به‌صورت تجربی اعتبارسنجی نشده و برای اطمینان از کارایی آن، لازم است در پژوهش‌های آینده با طراحی مطالعات تجربی در محیط‌های آموزشی واقعی مورد

ارزیابی قرار گیرد. دوم، اتکای صرف به منابع علمی و مرور نظام‌مند بدون بهره‌گیری از داده‌های میدانی ممکن است موجب نادیده گرفتن برخی مؤلفه‌های عملیاتی شود؛ ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با استفاده از روش‌های کیفی مانند مصاحبه با معلمان و سیاست‌گذاران، ابعاد عملیاتی سواد هوش مصنوعی را شناسایی و به چهارچوب اضافه کنند. سوم، غلبه مقالات غربی در منابع بررسی‌شده و کم‌توجهی به بافت‌های فرهنگی غیرغربی، به‌ویژه ایران، می‌تواند تعمیم‌پذیری نتایج را محدود سازد؛ بنابراین، پژوهش‌های آینده باید با تمرکز بر مطالعات بومی و منطقه‌ای، چهارچوب را با شرایط فرهنگی، اجتماعی و آموزشی کشور تطبیق دهند.

برای ارتقای سواد هوش مصنوعی در میان عموم مردم، پیشنهاد می‌شود مفاهیم پایه این حوزه از طریق رسانه‌های عمومی، شبکه‌های اجتماعی و برنامه‌های آموزشی ساده در مدارس و مراکز فرهنگی آموزش داده شود. برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و رایگان در فرهنگ‌سراها و کتابخانه‌های عمومی می‌تواند به خانواده‌ها و شهروندان کمک کند تا با کاربردهای روزمره هوش مصنوعی آشنا شوند. همچنین تولید محتوای چندرسانه‌ای جذاب مانند انیمیشن‌ها، ویدیوهای آموزشی و بازی‌های تعاملی می‌تواند درک عمومی را افزایش دهد.

قدردانی

از داوران محترم که با ارائهٔ نظرهای خود موجب ارتقای ساختار علمی و محتوایی این مقاله شدند، سپاسگزاری می‌شود.

بیانیهٔ استفاده از هوش مصنوعی

در تهیهٔ این مقاله، از فناوری هوش مصنوعی Copilot، برپایهٔ معماری GPT-4 ساخته‌شده توسط شرکت OpenAI برای بهبود نگارش و روان‌سازی بخش‌هایی از متن استفاده شده است. نویسنده محتوای تولیدشده را بازبینی و ویرایش کرده و مسئولیت کامل محتوای نهایی مقاله را برعهده دارد.

تضاد منافع

در این مقاله تضاد منافعی وجود ندارد.

منابع

خادمی‌زاده، شهناز؛ و شکاری، محمدرضا (۱٤۰٤). سواد هوش مصنوعی: ضرورت تحول در برنامه‌های درسی و نقش کتابداران در آموزش آن. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ٤۰(۳)، ۸٦٤-۸۲۵ https://doi.org/10.22034/jipm.2025.2047608.1869

References

Alamäki, A., Nyberg, C., Kimberley, A., & Salonen, A. O. (2024, March). Artificial intelligence literacy in sustainable development: A learning experiment in higher education. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1343406). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1343406

Asghar, M. Z., Iqbal, J., Özbilen, F. M., Abedin, J., Järvenoja, H., & Widanapathirana, U. (2025). The nexus of artificial intelligence literacy collaborative knowledge practices and inclusive leadership development among higher education students in Bangladesh China Finland and Turkey. *Discover Computing*, *28*(1), 1-30. https://doi.org/10.1007/s10791-025-09695-y

Astudillo-Rodriguez, C., Carvallo, J. P., Diaz, J., Harari, I., & Camacho, D. (2024, August). A Systematic Literature Review of Usability Evaluation in Early Stages of Software Development. In 2024 L Latin American Computer Conference (CLEI) (pp. 1-10). IEEE. https://doi.org/10.1109/CLEI64178.2024.10700097

Avsec, S., & Rupnik, D. (2025). From Transformative Agency to AI Literacy: Profiling Slovenian Technical High School Students Through the Five Big Ideas Lens. *Systems*, *13*(7), 562. https://doi.org/10.3390/systems13070562

Ayanwale, M. A., Adelana, O. P., Molefi, R. R., Adeeko, O., & Ishola, A. M. (2024). Examining artificial intelligence literacy among pre-service teachers for future classrooms. *Computers and education open*, *6*, 100179. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100179

Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative science studies*, 1(1), 377-386. https://doi.org/10.1162/qss_a_00019

Boscardin, C. K., Gin, B., Golde, P. B., & Hauer, K. E. (2024). ChatGPT and generative artificial intelligence for medical education: potential impact and opportunity. *Academic Medicine*, *99*(1), 22-27. https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000005439

Burgsteiner, H., Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016, March). Irobot: Teaching the basics of artificial intelligence in high schools. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence*, 30(1).

https://doi.org/10.1609/aaai.v30i1.9864

Celik, I. (2023). Exploring the determinants of artificial intelligence (Ai) literacy: Digital divide, computational thinking, cognitive absorption. *Telematics and Informatics*, *83*, 102026. https://doi.org/10.1016/j.tele.2023.102026

Chai, C. S., Lin, P. Y., Jong, M. S. Y., Dai, Y., Chiu, T. K., & Huang, B. (2020, August). Factors influencing students' behavioral intention to continue artificial intelligence learning. In 2020 international symposium on educational technology (ISET) (pp. 147-150). IEEE. https://doi.org/10.1109/ISET49818.2020.00040

Changkui, C. L. (2025). Applications of Large Multimodal Models (LMMs) in STEM Education: From Visual Explanations to Virtual Experiments. *Artificial Intelligence Education Studies*, *1*(2), 1-18. https://doi.org/10.6914/aiese.010201

Chee, H., Ahn, S., & Lee, J. (2025). A competency framework for AI literacy: Variations by different learner groups and an implied learning pathway. *British Journal of Educational Technology*, *56*(5), 2146-2182. https://doi.org/10.1111/bjet.13556

Chiu, T. K., Ahmad, Z., Ismailov, M., & Sanusi, I. T. (2024). What are artificial intelligence literacy and competency? A comprehensive framework to support them. *Computers and Education Open*, *6*, 100171. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100171

Cox, D. J. (2025). Ethical Behavior Analysis in the Age of Artificial Intelligence (AI): The Importance of Understanding Model Building while Formal AI Literacy Curricula Are Developed. *Perspectives on Behavior Science*, 1-11. https://doi.org/10.1007/s40614-025-00459-z

DAI, X., & LI, F. (2025). Enlightenment of AI Literacy Educational Designs and Practices at Japanese MDASH Literacy-level Approved Universities. *Journal of Library & Information Science in Agriculture*, *37*(5). https://doi.org/10.13998/j.cnki.issn1002-1248.25-0148

De Silva, D., Jayatilleke, S., El-Ayoubi, M., Issadeen, Z., Moraliyage, H., & Mills, N. (2024). The human-centred design of a universal module for artificial intelligence literacy in tertiary education institutions. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, *6*(2), 1114-1125. https://doi.org/10.3390/make6020051

Dong, Y., Xu, W., Huang, J., & Yann, K. (2025). Validating and refining a multi-dimensional scale for measuring AI literacy in education using the Rasch Model. *Humanities and Social Sciences Communications*, *12*(1), 1-13. https://doi.org/10.1057/s41599-025-05670-6

Du, X., & Lyublinskaya, I. (2024, March). Integrating AI Literacy into Mathematics Curriculum for Middle School Educators to Design Inquiry-based Instruction. In *Society for Information Technology &*

Teacher Education International Conference (pp. 1042-1049). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/primary/p/224086/

El-Saman, A. H. (2025). Toward new literacy: exploring students' and faculty perspectives on AI integration in Egyptian media curricula. *Media Practice and Education*, 1-14. https://doi.org/10.1080/25741136.2025.2475045

Firmanto, A. B., Wibisono, D., Siallagan, M. P. S., & Mubarok, M. Z. (2025). Scoping review: competitive and comparative advantages in the midstream mineral industry. *Mineral Economics*, 1-14. https://doi.org/10.1007/s13563-025-00543-5

García-Peñalvo, F. J. (2022). Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews. *Education in the Knowledge Society*, 23(1), 1-21. https://doi.org/10.14201/eks.28600

Gedik, N., Işıkoğlu, M. A., & Şendağ, S. (2025). Encompassing AI attitudes: the role of AI literacy and several human and technology-oriented variables. *Interactive Learning Environments*, 1-16. https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2523379

Gnoth, S., & Novak, J. (2025, May). Supporting AI Literacy Through Experiential Learning: An Exploratory Study. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 233-251). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93746-0_17

Han, A., & Han, S. (2025). Empowering Children's AI Literacy Through Co-Creating Stories with LLM. In *Proceedings of the 24th Interaction Design and Children* (pp. 994-999). https://doi.org/10.1145/3713043.3731520

Henry, J., Hernalesteen, A., & Collard, A. S. (2021). Teaching artificial intelligence to K-12 through a role-playing game questioning the intelligence concept. *KI-Künstliche Intelligenz*, *35*(2), 171-179. https://doi.org/10.1007/s13218-021-00733-7

Hermann, E. (2022). Artificial intelligence and mass personalization of communication content—An ethical and literacy perspective. *New Media & Society*, *24*(5), 1258-1277. https://doi.org/10.1177/14614448211022702

Hong, L. (2025). Development and validation of a competency-based ladder pathway for AI literacy enhancement among higher vocational students. *Scientific Reports*, *15*(1), 29898. https://doi.org/10.1038/s41598-025-15202-6

Hornberger, M., Bewersdorff, A., Schiff, D. S., & Nerdel, C. (2025). A multinational assessment of AI literacy among university students in Germany, the UK, and the US. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, *4*, 100132. https://doi.org/10.1016/j.chbah.2025.100132

Hutson, J. (2025). Scaffolded Integration: Aligning AI Literacy with Authentic Assessment through a Revised Taxonomy in Education. *FAR Journal of Education and Sociology*, *2*(1). https://digitalcommons.lindenwood.edu/faculty-research-papers/744

Hwang, H. S., Zhu, L. C., & Cui, Q. (2023). Development and Validation of a Digital Literacy Scale in the Artificial Intelligence Era for College Students. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, *17*(8), 2241-2258. https://doi.org/10.3837/tiis.2023.08.016

Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., & Huber, P. (2016, October). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. In *2016 IEEE frontiers in education conference (FIE)* (pp. 1-9). IEEE. https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757570

Ke, Q., Gong, Y., & Ke, C. (2025). Bridging AI literacy and UTAUT constructs: structural equation modeling of AI adoption among Chinese university students. *Humanities and Social Sciences Communications*, *12*(1), 1-13. https://doi.org/10.1057/s41599-025-05775-y

Kewalramani, S., Kidman, G., & Palaiologou, I. (2021). Using Artificial Intelligence (AI)-interfaced robotic toys in early childhood settings: a case for children's inquiry literacy. *European Early Childhood Education Research Journal*, *29*(5), 652-668. https://doi.org/10.1080/1350293X.2021.1968458

Khademizadeh, S., & Shekari, M. R. (2025). Artificial Intelligence Literacy: The Necessity of Curriculum Transformation and the Role of Librarians in Teaching It. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, *40*(3), 825-864. [In Persian] https://doi.org/10.22034/jipm.2025.2047608.1869

Kimiafar, K., Sarbaz, M., Tabatabaei, S. M., Ghaddaripouri, K., Mousavi, A. S., Mehneh, M. R., & Baigi, S. F. M. (2023). Artificial intelligence literacy among healthcare professionals and students: A systematic review. *Frontiers in Health Informatics*, *12*, 168. https://doi.org/10.30699/fhi.v12i0.524

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering version 2.3. *Engineering*, *45*(4ve): 1051. https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf

Knoth, N., Tolzin, A., Janson, A., & Leimeister, J. M. (2024). AI literacy and its implications for prompt engineering strategies. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *6*, 100225. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100225

Kong, S. C., Cheung, M. Y. W., & Tsang, O. (2024). Developing an artificial intelligence literacy framework: Evaluation of a literacy

course for senior secondary students using a project-based learning approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *6*, 100214. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100214

Kong, S. C., Cheung, W. M. Y., & Zhang, G. (2021). Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100026. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100026

Kong, S. C., Cheung, W. M. Y., & Zhang, G. (2022). Evaluating artificial intelligence literacy courses for fostering conceptual learning, literacy and empowerment in university students: Refocusing to conceptual building. *Computers in Human Behavior Reports*, *7*, 100223. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100223

Laupichler, M. C., Aster, A., Schirch, J., & Raupach, T. (2022). Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100101. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100101

Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021, March). Developing middle school students' AI literacy. In *Proceedings of the 52nd ACM technical symposium on computer science education* (pp. 191-197). https://doi.org/10.1145/3408877.3432513

Lin, P. Y., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Dai, Y., Guo, Y., & Qin, J. (2021). Modeling the structural relationship among primary students' motivation to learn artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100006. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100006

Lin, X. F., Zhou, Y., Shen, W., Luo, G., Xian, X., & Pang, B. (2024). Modeling the structural relationships among Chinese secondary school students' computational thinking efficacy in learning AI, AI literacy, and approaches to learning AI. *Education and Information Technologies*, *29*(5), 6189-6215. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12029-4

Lin, Z., Dai, Y., & Ng, O. L. (2025). Constructionism in K-12 AI Literacy Education: A Systematic Review of Pedagogical Designs, Student Outcomes, and Learning Mechanisms. *Journal of Educational Computing Research*, 07356331251360442. https://doi.org/10.1177/07356331251360442

Long, D., & Magerko, B. (2020, April). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-16). https://doi.org/10.1145/3313831.3376727

Ma, M., Ng, D. T. K., Liu, Z., & Wong, G. K. (2025). Fostering Responsible AI Literacy: A Systematic Review of K-12 AI Ethics Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100422. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100422

Mannila, L., Hallström, J., Nordlöf, C., Heintz, F., Sperling, K., & Stenliden, L. (2025, February). Framing AI Literacy for K-12 Education: Insights from Multi-Perspective and International Stakeholders. In *Proceedings of the 27th Australasian Computing Education Conference* (pp. 85-94). https://doi.org/10.1145/3716640.3716650

Martins de Souza, A., Puglieri, F. N., & de Francisco, A. C. (2024). Competitive Advantages of Sustainable Startups: Systematic Literature Review and Future Research Directions. *Sustainability*, 16(17), 7665. https://doi.org/10.3390/su16177665

Michaeli, T., Romeike, R., & Seegerer, S. (2022, August). What students can learn about artificial intelligence–recommendations for K-12 computing education. In *IFIP World Conference on Computers in Education* (pp. 196-208). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43393-1_19

Mondal, B. (2020). Artificial intelligence: state of the art. *Recent trends and advances in artificial intelligence and internet of things*, 389-425. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9_32

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, K. W. S., & Qiao, M. S. (2021a). AI literacy: Definition, teaching, evaluation and ethical issues. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, *58*(1), 504-509. https://doi.org/10.1002/pra2.487

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021b). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100041. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041

Ng, D. T. K., Luo, W., Chan, H. M. Y., & Chu, S. K. W. (2022). Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100054. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100054

Ng, D. T. K., Su, J., Leung, J. K. L., & Chu, S. K. W. (2024). Artificial intelligence (AI) literacy education in secondary schools: a review. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6204-6224. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2255228

Ng, D. T. K., Wu, W., Leung, J. K. L., & Chu, S. K. W. (2023, July). Artificial Intelligence (AI) literacy questionnaire with confirmatory factor analysis. In *2023 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 233-235). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICALT58122.2023.00074

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). In Future of education and skills 2030: Conceptual learning framework. OECD. https://www.oecd.org/education/2030/Education-and-AI-preparing-for-the-future-AI-Attitudes-and-Values.pdf

Pan, Y. (2016). Heading toward artificial intelligence 2.0. *Engineering*, *2*(4), 409-413. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.04.018

Ramnarain, U., Ogegbo, A. A., Penn, M., Ojetunde, S., & Mdlalose, N. (2024). Pre-service science teachers' intention to use generative artificial intelligence in inquiry-based teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 1-14. https://doi.org/10.1007/s10956-024-10159-z

Rizvi, S., Waite, J., & Sentance, S. (2023). Artificial Intelligence teaching and learning in K-12 from 2019 to 2022: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100145. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100145

Schüller, K. (2022). Data and AI literacy for everyone. *Statistical Journal of the IAOS*, 38(2), 477-490. https://doi.org/10.3233/SJI-220941

Seker, O., Kwon, K., & Kocak, O. (2025). Exploring researchers' artificial intelligence (AI) literacy: The mediating role of digital literacy and data literacy between 21st century skills and AI literacy. *Information Development*, 02666669251336368. https://doi.org/10.1177/02666669251336368

Shiri, A. (2024). Artificial intelligence literacy: a proposed faceted taxonomy. *Digital Library Perspectives*, *40*(4), 681-699. https://doi.org/10.1108/DLP-04-2024-0067

Simms, R. C. (2025). Generative artificial intelligence (AI) literacy in nursing education: A crucial call to action. *Nurse Education Today*, *146*, 106544. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106544

Skalka, J., Przybyła-Kasperek, M., Smyrnova-Trybulska, E., Klimeš, C., Farana, R., Dagien, V., & Dolgopolovas, V. (2025). Artificial Intelligence Literacy Structure and the Factors Influencing Student Attitudes and Readiness in Central Europe Universities. *IEEE Access*. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3573575

Steinbauer, G., Kandlhofer, M., Chklovski, T., Heintz, F., & Koenig, S. (2021). A differentiated discussion about AI education K-12. *KI-Künstliche Intelligenz*, *35*(2), 131-137. https://doi.org/10.1007/s13218-021-00724-8

Stolpe, K., & Hallström, J. (2024). Artificial intelligence literacy for technology education. *Computers and Education Open*, *6*, 100159. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100159

Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *4*, 100124. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100124

Tan, Q., & Tang, X. (2025). Unveiling AI literacy in K-12 education: A systematic literature review of empirical research. *Interactive Learning Environments*, 1-17. https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2482586

Toker Gokce, A., Deveci Topal, A., Kolburan Geçer, A., & Dilek Eren, C. (2025). Investigating the level of artificial intelligence literacy of

university students using decision trees. *Education and Information Technologies*, *30*(5), 6765-6784. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13081-4

Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019, July). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 33(1), 9795–9799. https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795. Palo Alto, United States.

Tzirides, A. O. O., Zapata, G., Kastania, N. P., Saini, A. K., Castro, V., Ismael, S. A., ... & Kalantzis, M. (2024). Combining human and artificial intelligence for enhanced AI literacy in higher education. *Computers and Education Open*, *6*, 100184. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100184

Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *21*(1), 15. https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3

Wang, B., Rau, P. L. P., & Yuan, T. (2023a). Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & information technology*, *42*(9), 1324-1337. https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2072768

Wang, C., Wang, H., Li, Y., Dai, J., Gu, X., & Yu, T. (2025a). Factors influencing university students' behavioral intention to use generative artificial intelligence: Integrating the theory of planned behavior and AI literacy. *International Journal of Human–Computer Interaction*, *41*(11), 6649-6671. https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2383033

Wang, H., Liu, Y., Han, Z., & Wu, J. (2020, June). Extension of media literacy from the perspective of artificial intelligence and implementation strategies of artificial intelligence courses in junior high schools. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)* (pp. 63-66). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICAIE50891.2020.00022

Wang, K., Cui, W., & Yuan, X. (2025b). Artificial intelligence in higher education: The impact of need satisfaction on artificial intelligence literacy mediated by self-regulated learning strategies. *Behavioral Sciences*, *15*(2), 165. https://doi.org/10.3390/bs15020165

Wang, S. I. C., Liu, E. Z. F., Huang, Y. Y., & Sang, H. Y. (2024, August). When Drone Meets AI Education: Boosting High School Students' Computational Thinking and AI Literacy. In *2024 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings (PNC)* (pp. 45-52). IEEE. https://doi.org/10.23919/PNC63053.2024.10697362

Wang, X., Li, X., & Huang, J. (2023b). Junior High School Artificial Intelligence Literacy: Connotation, Evaluation and Promotion Strategy. *Open Journal of Social Sciences*, *11*(5), 33-49. https://doi.org/10.4236/jss.2023.115004

Wang, Z. (2020, April). Exploring different notions of literacy: a literature review analysis of literacy research related to Artificial Intelligence and Big Data application. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 806, No. 1, p. 012023). IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1757-899X/806/1/012023

Watkins, T. (2020). Cosmology of artificial intelligence project: Libraries, makerspaces, community and AI literacy. *AI Matters*, *5*(4), 14-17. https://doi.org/10.1145/3375637.3375643

Wienrich, C., & Carolus, A. (2021). Development of an instrument to measure conceptualizations and competencies about conversational agents on the example of smart speakers. Frontiers of Computer Science, 3. https://doi.org/10.3389/fcomp.2021.685277

Wijaya, T. T., Yu, Q., Cao, Y., He, Y., & Leung, F. K. (2024). Latent profile analysis of AI literacy and trust in mathematics teachers and their relations with AI dependency and 21st-century skills. *Behavioral Sciences*, *14*(11), 1008. https://doi.org/10.3390/bs14111008

Xu, J. J., & Babaian, T. (2021). Artificial intelligence in business curriculum: The pedagogy and learning outcomes. International Journal of Management in Education, 19(3). https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100550

Yavuz, M., Balat, S., & Kayali, B. (2025). The effects of Artificial Intelligence supported flipped classroom applications on learning experience, perception, and Artificial Intelligence literacy in higher education. *Open Praxis*, *17*(2), 286-304. https://doi.org/10.55982/openpraxis.17.2.811

Yi, Y. (2021). Establishing the concept of AI literacy. *Jahr–European Journal of Bioethics*, *12*(2), 353-368. https://doi.org/10.21860/j.12.2.8

Yim, I. H. Y. (2024). A critical review of teaching and learning artificial intelligence (AI) literacy: Developing an intelligence-based AI literacy framework for primary school education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *7*, 100319. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100319

Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025). Artificial intelligence literacy education in primary schools: a review. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-30. https://doi.org/10.1007/s10798-025-09979-w

Zhang, H., Lee, I., Ali, S., DiPaola, D., Cheng, Y., & Breazeal, C. (2023). Integrating ethics and career futures with technical learning to promote AI literacy for middle school students: An exploratory study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *33*(2), 290-324. https://doi.org/10.1007/s40593-022-00293-

3
Zhang, H., Perry, A., & Lee, I. (2025). Developing and validating the artificial intelligence literacy concept inventory: An instrument to assess artificial intelligence literacy among middle school students. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *35*(1), 398-438. https://doi.org/10.1007/s40593-024-00398-x