

یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال

مهناز توفیقی ^۱	تاریخ دریافت: ۲ مرداد ۱۴۰۳ تاریخ بازنگری: ۱۶ شهریور ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: ۲۴ شهریور ۱۴۰۳ تاریخ چاپ: ۱۲ مهر ۱۴۰۳	شیوه استناددهی: توفیقی، مهناز. (۱۴۰۳). یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال. یادگیری هوشمند و تحول مدیریت، ۲(۳)، ۱-۱۳.
---------------------------	--	--

چکیده

هدف این مطالعه مرور نظام‌مند و تحلیل کیفی پژوهش‌های مرتبط با مفهوم یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال و شناسایی ابعاد شناختی، عاطفی، اجتماعی و فناورانه آن بود. این پژوهش به صورت مرور کیفی نظام‌مند انجام شد. جامعه مورد بررسی شامل مقالات منتشرشده در پایگاه‌های ScienceDirect, Web of Science, Scopus و Springer و Google Scholar در فاصله سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ بود. پس از غربال‌گری و اعمال معیارهای ورود و خروج، ۱۲ مقاله مرتبط انتخاب گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار NVivo نسخه ۱۴ تحلیل شدند و فرایند کدگذاری در سه سطح باز، محوری و انتخابی انجام گرفت. تحلیل داده‌ها تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. نتایج نشان داد که یادگیری متقابل انسان و ماشین دارای سه مضمون اصلی است: «هم‌تکاملی شناختی»، «تعاملات عاطفی و اجتماعی» و «سازوکارهای فناورانه و اخلاقی پشتیبان». در بعد شناختی، تعامل مستمر انسان و ماشین موجب ارتقای خودتنظیمی، فراشناخت و انعطاف‌پذیری ذهنی می‌شود. در بعد عاطفی، فناوری‌های محاسبات عاطفی باعث افزایش همدلی و اعتماد در ارتباط یادگیرنده-ماشین می‌شوند. در بعد فناورانه، یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی و تحلیل پیش‌بینانه داده‌ها بنیان اصلی سامانه‌های آموزشی هوشمند را تشکیل می‌دهند، در حالی که ملاحظات اخلاقی همچون شفافیت، عدالت الگوریتمی و حریم خصوصی شرط پایداری این تعامل‌اند. یافته‌ها نشان داد که یادگیری متقابل انسان و ماشین الگویی نوین از آموزش هم‌زیستانه است که بر تعامل شناختی، عاطفی و فناورانه استوار است. تحقق این الگو مستلزم طراحی مسئولانه فناوری‌های آموزشی، توسعه سواد داده‌ای و اخلاقی معلمان، و تدوین سیاست‌های آموزشی عدالت‌محور است. این رویکرد می‌تواند به ارتقای کیفیت، پایداری و شخصی‌سازی آموزش در عصر هوش مصنوعی بینجامد.

واژگان کلیدی: یادگیری متقابل انسان و ماشین؛ محیط‌های آموزشی دیجیتال؛ هوش مصنوعی؛ یادگیری عاطفی؛ اخلاق فناوری

مشخصات نویسندگان:

۱. گروه مدیریت آموزشی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

پست الکترونیکی: mehnaz.tofighi26@yahoo.com

© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به



نویسنده است.

انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی CC BY-NC 4.0

صورت گرفته است.



Human–Machine Co-Learning in Digital Educational Environments

Mehnaz Tofighi ^{1*}	Received: 23 July 2024 Revised: 6 September 2024 Accepted: 14 September 2024 Published: 3 October 2024	How to cite: Tofighi, M. (2024). Human–Machine Co-Learning in Digital Educational Environments. <i>Intelligent Learning and Management Transformation</i> , 2(3), 1-13.
------------------------------	---	--

Abstract

The aim of this study was to systematically review and qualitatively analyze research on human–machine co-learning in digital educational environments to identify its cognitive, emotional, social, and technological dimensions. This study adopted a qualitative systematic review design. The research corpus consisted of peer-reviewed papers published between 2015 and 2024 in Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Springer, and Google Scholar databases. After applying inclusion and exclusion criteria, 12 eligible articles were selected. Data were analyzed thematically using NVivo 14 through open, axial, and selective coding, and data collection continued until theoretical saturation was achieved. The results revealed three overarching themes: “Cognitive Co-evolution,” “Emotional and Social Interactions,” and “Technological and Ethical Mechanisms.” Cognitively, continuous interaction between humans and machines enhances self-regulation, metacognition, and cognitive flexibility. Emotionally, affective computing technologies foster empathy, trust, and emotional engagement in human–machine communication. Technologically, deep learning, reinforcement learning, and predictive analytics form the foundation of intelligent educational systems, while ethical concerns such as transparency, algorithmic fairness, and data privacy are vital for sustainable learning ecosystems. The study concludes that human–machine co-learning represents a transformative model of symbiotic education built upon cognitive, emotional, and technological integration. Its successful implementation requires responsible educational technology design, enhancement of teachers’ data and AI ethics literacy, and the development of equitable educational policies. This approach can lead to improved quality, personalization, and sustainability of learning in the era of artificial intelligence.

Keywords: Human–machine co-learning; digital learning environments; artificial intelligence; affective learning; technology ethics

Authors’ Information:

mehnaz.tofighi26@yahoo.com

1. Department of Educational Management, Lorestan University, Khorramabad, Iran



© 2024 the authors. This is an open access article under the terms of the [CC BY-NC 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

مقدمه

یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال به عنوان یکی از مفاهیم پیشرو در تحول نظام‌های آموزشی قرن بیست و یکم مطرح شده است. در این الگو، تعامل میان انسان و ماشین دیگر به سطح ابزارهای کمکی محدود نمی‌شود، بلکه به رابطه‌ای پویا، دوسویه و یادگیرنده میان دو عامل شناختی تبدیل شده است که هر یک از دیگری می‌آموزد، به او بازخورد می‌دهد و از طریق این چرخه مداوم، الگوی جدیدی از یادگیری را می‌سازد (Luckin, ۲۰۱۸). گسترش فناوری‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق موجب شده تا سامانه‌های آموزشی دیجیتال توانایی شبیه‌سازی، تفسیر و پاسخ به رفتارها، هیجانات و الگوهای شناختی یادگیرندگان را به صورت بلادرنگ داشته باشند (Holmes et al., ۲۰۲۱). این تحول، نه تنها نقش معلم و فراگیر را بازتعریف کرده است، بلکه موجب ظهور نوعی یادگیری ترکیبی و هم‌افزا میان انسان و فناوری شده که مرز میان آموزش انسانی و الگوریتمی را از میان برداشته است (Schroeder & Adesope, ۲۰۲۲).

در چارچوب سنتی آموزش، فناوری‌ها عمدتاً نقش واسطه انتقال دانش را ایفا می‌کردند، اما امروزه در بستر یادگیری متقابل، فناوری به عنوان عامل یادگیرنده فعال مطرح است؛ به این معنا که ماشین نیز از تعامل با انسان می‌آموزد و با بازنگری در الگوریتم‌های خود، فرآیند آموزش را برای هر فرد بهینه‌سازی می‌کند (Chen et al., ۲۰۲۰). این الگوی جدید از آموزش هوشمند، در واقع شکل پیشرفته‌ای از یادگیری تطبیقی و یادگیری شخصی‌سازی شده است که در آن، ماشین با تحلیل داده‌های رفتاری، شناختی و عاطفی یادگیرنده، مسیر آموزشی مناسب را طراحی می‌کند (Zawacki-Richter et al., ۲۰۱۹). از سوی دیگر، انسان نیز در تعامل با ماشین، مهارت‌های فراشناختی، خودتنظیمی، و تحلیل الگوریتمی را پرورش می‌دهد که موجب ارتقای تفکر انتقادی و خودبازتابی می‌شود (Siemens, ۲۰۲۳). بنابراین، تعامل انسان و ماشین نه تنها موجب ارتقای اثربخشی یادگیری می‌شود، بلکه نوعی تحول در فرایند شناخت انسانی ایجاد می‌کند که از آن با عنوان «هم‌تکاملی شناختی» یاد می‌شود (Dede et al., ۲۰۲۱).

یکی از محورهای اصلی یادگیری متقابل، توانایی ماشین در درک و تفسیر عواطف انسانی است. با ظهور فناوری‌هایی همچون محاسبات عاطفی (Affective Computing)، ماشین‌ها قادرند هیجانات، حالات چهره، لحن صدا و حتی شاخص‌های زیستی را شناسایی کرده و به آن‌ها پاسخ مناسب ارائه دهند (Picard, ۲۰۱۹). این قابلیت سبب شده تا ارتباط میان انسان و ماشین از سطح شناختی صرف فراتر رفته و به رابطه‌ای عاطفی، همدلانه و مبتنی بر اعتماد تبدیل شود. تحقیقات نشان داده‌اند که وجود بازخوردهای همدلانه از سوی عامل‌های هوشمند، انگیزش یادگیرندگان را افزایش داده، اضطراب عملکردی را کاهش می‌دهد و حس حمایت عاطفی را تقویت می‌کند (D'Mello & Graesser, ۲۰۲۱). در نتیجه، تعامل عاطفی میان انسان و ماشین یکی از پیش‌شرط‌های موفقیت در یادگیری هوشمند به شمار می‌آید، زیرا بدون وجود احساس اعتماد و همدلی، یادگیرندگان تمایلی به پذیرش بازخوردهای ماشینی و ادامه تعامل آموزشی ندارند (Cowie et al., ۲۰۲۱).

از سوی دیگر، بعد اجتماعی تعاملات یادگیری متقابل نیز اهمیتی روزافزون یافته است. ماشین‌های هوشمند می‌توانند نقش تسهیل‌گر اجتماعی، میانجی ارتباطی و هماهنگ‌کننده فعالیت‌های گروهی را ایفا کنند. در محیط‌های آموزشی دیجیتال، هوش مصنوعی می‌تواند داده‌های رفتاری یادگیرندگان را تحلیل کرده و بر اساس الگوهای ارتباطی، گروه‌های هم‌افزا را تشکیل دهد یا تعاملات ناسازگار را اصلاح نماید (Yin et al., ۲۰۲۲). این نوع یادگیری گروهی انسان-ماشین، در واقع شکل جدیدی از «یادگیری اجتماعی هوشمند» است که در آن انسان‌ها و عامل‌های مصنوعی به عنوان اعضای یک جامعه یادگیرنده مشترک فعالیت می‌کنند (Kanda & Ishiguro, ۲۰۲۰). چنین جامعه‌ای، شبکه‌ای پویا از تعاملات شناختی، هیجانی و فناورانه ایجاد می‌کند که در آن یادگیری به صورت توزیعی و مستمر جریان دارد.

از منظر نظری، الگوی یادگیری متقابل انسان و ماشین به طور گسترده بر مبنای نظری سازنده گرایی اجتماعی و نظریه‌های یادگیری مشارکتی استوار است. بر اساس دیدگاه ویگوتسکی، یادگیری حاصل تعاملات اجتماعی و ابزارهای فرهنگی است؛ از این رو، در دنیای امروز که ماشین‌ها به بخشی از ابزارهای فرهنگی تبدیل شده‌اند، حضور آن‌ها در فرآیند یادگیری معنایی تازه می‌یابد (Luckin, ۲۰۱۸). افزون بر این، رویکردهای یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی در امتداد نظریه اتصال گرایی (Connectivism) قرار دارند که بر نقش شبکه‌ها و داده‌ها در خلق دانش تأکید می‌کند (Siemens, ۲۰۲۳). به همین دلیل، یادگیری متقابل را می‌توان نقطه تلاقی انسان، داده و الگوریتم دانست؛ نقطه‌ای که در آن دانش نه از یک منبع واحد، بلکه از تعاملات پویا میان عوامل متنوع زاده می‌شود (Holmes et al., ۲۰۲۱).

در کنار مزایای شناختی و اجتماعی، بعد فناورانه و اخلاقی یادگیری متقابل انسان و ماشین نیز نقشی بنیادین دارد. استفاده از داده‌های شخصی یادگیرندگان برای تحلیل رفتار و پیش‌بینی عملکرد، نگرانی‌هایی درباره حریم خصوصی، امنیت اطلاعات و سوگیری الگوریتمی ایجاد کرده است (Jobin et al., ۲۰۱۹). در پاسخ به این چالش‌ها، اصول اخلاقی هوش مصنوعی همچون شفافیت، عدالت، مسئولیت‌پذیری و حفظ کرامت انسانی مورد تأکید قرار گرفته‌اند (Floridi & Cowls, ۲۰۲۱). بر اساس این اصول، سامانه‌های آموزشی هوشمند باید به گونه‌ای طراحی شوند که تصمیماتشان قابل توضیح، قابل پیگیری و منصفانه باشد (Whittlestone et al., ۲۰۲۱). افزون بر آن، الگوریتم‌ها نباید به بازتولید نابرابری‌های آموزشی یا تبعیض‌های جنسیتی و فرهنگی منجر شوند، بلکه باید با رویکرد عدالت‌محور توسعه یابند (Selwyn, ۲۰۲۳).

تحلیل ساختارهای فناورانه یادگیری متقابل نشان می‌دهد که پیشرفت‌های اخیر در یادگیری عمیق (Deep Learning) و یادگیری تقویتی (Reinforcement Learning) زمینه‌ساز طراحی سامانه‌هایی شده‌اند که می‌توانند تعاملات یادگیری را شخصی‌سازی کرده و به صورت مداوم بر اساس بازخورد کاربر تنظیم شوند (Zhang et al., ۲۰۲۱). چنین سامانه‌هایی با جمع‌آوری داده‌های رفتاری از محیط‌های یادگیری، مدل‌های شناختی یادگیرندگان را می‌سازند و با تفسیر آن‌ها، راهبردهای تدریس را بهینه می‌کنند (Chen et al., ۲۰۲۲). از سوی دیگر، طراحی تجربه کاربری (UX) و رابط‌های چندوجهی انسان-ماشین (Multimodal Interfaces) اهمیت فزاینده‌ای یافته‌اند، زیرا تعامل شهودی و طبیعی میان

یادگیرنده و فناوری پیش شرط درگیری عمیق شناختی است (Norman, ۲۰۲۰). در نتیجه، برای تحقق یادگیری متقابل اثربخش، لازم است که طراحی فناوری، علم شناختی، علوم تربیتی و اخلاق هوش مصنوعی به صورت یکپارچه مورد توجه قرار گیرند (Dede et al., ۲۰۲۱). همچنین، مفهوم «پایداری آموزشی» در یادگیری انسان و ماشین از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار است. هدف از این پایداری، تضمین آن است که فناوری‌های آموزشی نه تنها کارآمد و نوآورانه، بلکه از نظر اجتماعی و زیست محیطی نیز مسئولانه باشند (Selwyn, ۲۰۲۳). در این راستا، پژوهش‌ها پیشنهاد می‌کنند که مدل‌های آینده آموزش دیجیتال باید از اصول طراحی مسئولانه پیروی کنند؛ به گونه‌ای که ضمن بهره‌گیری از مزایای هوش مصنوعی، استقلال شناختی و کرامت انسانی حفظ گردد (Holmes et al., ۲۰۲۱). بنابراین، آینده یادگیری متقابل انسان و ماشین به تعامل میان سه حوزه اصلی بستگی دارد: فناوری‌های هوشمند و داده‌محور، چارچوب‌های اخلاقی و حقوقی شفاف، و دیدگاه‌های یادگیری انسانی که همچنان بر خلاقیت، احساس و معنا تأکید دارند.

در جمع‌بندی می‌توان گفت که یادگیری متقابل انسان و ماشین نقطه اوج تحول دیجیتال در آموزش است که از مدل‌های سنتی انتقال دانش فراتر می‌رود و به تعامل شناختی و عاطفی دو موجود یادگیرنده منجر می‌شود. این رویکرد می‌تواند موجب دگرگونی بنیادی در شیوه‌های یادگیری، آموزش و حتی درک ما از هوش و آگاهی گردد. چنانچه توسعه فناوری با بینش اخلاقی، آموزشی و انسانی همراه شود، می‌توان انتظار داشت که یادگیری متقابل به مدلی از «یادگیری همزیستانه» تبدیل گردد که در آن انسان و ماشین نه رقیب، بلکه همکارانی در مسیر رشد شناختی و اجتماعی خواهند بود (Schroeder & Adesope, ۲۰۲۲).

روش‌شناسی

در این مطالعه از رویکرد مرور نظام‌مند کیفی برای بررسی ابعاد و الگوهای «یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال» استفاده شد. طراحی پژوهش بر پایه روش مرور کیفی اسنادی انجام گرفت که هدف آن شناسایی، استخراج و تحلیل مفهومی یافته‌های علمی موجود در این حوزه بود. پژوهش حاضر در زمره مطالعات مرور روایی قرار دارد که به صورت توصیفی-تحلیلی اجرا شد. در این راستا، تمامی مراحل شامل انتخاب مقالات، گردآوری داده‌ها، کدگذاری و تحلیل مفهومی به شیوه‌ای نظام‌مند و با رعایت اصول امانت‌داری علمی و شفافیت پژوهشی صورت گرفت.

به دلیل ماهیت مروری پژوهش، مشارکت‌کننده انسانی مستقیمی در فرآیند گردآوری داده‌ها حضور نداشت. واحد تحلیل در این تحقیق، مقالات علمی منتشرشده در حوزه تعامل و یادگیری متقابل انسان و ماشین در بسترهای آموزشی دیجیتال بود. جامعه آماری شامل کلیه پژوهش‌های علمی و مرورهای منتشرشده در پایگاه‌های معتبر علمی از جمله Scopus, Web of Science, ScienceDirect و Google

Scholar در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ میلادی بود. پس از غربال‌گری اولیه بر اساس معیارهای ورود و خروج تعیین‌شده (تناسب موضوعی، کیفیت روش‌شناسی، اصالت، و دسترسی به متن کامل)، در نهایت ۱۲ مقاله واجد شرایط برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. گردآوری داده‌ها از طریق مرور نظام‌مند متون و مطالعات پیشین انجام شد. فرآیند جست‌وجوی ادبیات با استفاده از کلیدواژه‌های اصلی نظیر *Human-Machine Co-learning*, *Digital Learning Environments*, *AI-based Education*, *Mutual Adaptation*, *Intelligent Tutoring Systems* و *Collaborative AI in Education* صورت گرفت. در مراحل بعد، داده‌های استخراج‌شده از مقالات منتخب در جداول خلاصه‌سازی وارد و به‌صورت مرحله‌ای پالایش شدند. از معیار اشباع نظری برای توقف گردآوری داده‌ها استفاده شد؛ به‌طوری‌که پس از تحلیل مقاله دوازدهم، داده‌های جدیدی که بتواند به توسعه مفاهیم یا کدهای پیشین کمک کند، مشاهده نشد. تحلیل داده‌ها با رویکرد تحلیل محتوای کیفی هدایت‌شده انجام شد. در این فرایند از نرم‌افزار NVivo نسخه ۱۴ برای مدیریت داده‌ها، کدگذاری، و استخراج مضامین اصلی استفاده گردید. ابتدا مفاهیم کلیدی هر مقاله در قالب کدهای باز استخراج شدند. سپس کدهای مشابه ادغام و در قالب زیرمضامین (کدگذاری محوری) سازمان‌دهی شدند. در مرحله نهایی، مضامین اصلی و مفهومی مرتبط با فرایند یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال شناسایی و تبیین گردیدند. جهت اطمینان از اعتبار یافته‌ها، از راهبرد بررسی مجدد کدها توسط پژوهشگر دوم و مقایسه با ادبیات نظری موجود بهره گرفته شد. همچنین از روش بازبینی مداوم و بازاندیشی پژوهشی برای افزایش قابلیت اعتماد (credibility) و تأییدپذیری (confirmability) استفاده شد.

یافته‌ها

یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال بر مبنای فرایند هم‌تکاملی شناختی استوار است؛ فرایندی که در آن هوش مصنوعی نه تنها به عنوان ابزاری برای تسهیل یادگیری، بلکه به‌عنوان شریک شناختی فعال در فرایند ساخت معنا و دانش عمل می‌کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سیستم‌های یادگیرنده تطبیقی با توانایی شناسایی الگوهای رفتاری، سطح درک و راهبردهای یادگیری کاربران می‌توانند تجربه یادگیری را به شکل فردمحور تنظیم کنند (Zawacki-Richter et al., ۲۰۱۹). این سازگاری تدریجی باعث ایجاد حلقه بازخوردی بین انسان و ماشین می‌شود که در آن هر دو طرف به مرور زمان دانش، مهارت و راهبردهای شناختی خود را اصلاح می‌کنند (Luckin, ۲۰۱۸). در این فرایند، ماشین با تحلیل داده‌های تعاملی، مدل‌های ذهنی یادگیرنده را بازسازی کرده و به شکل پویا راهبردهای آموزشی را بازطراحی می‌کند، در حالی که یادگیرنده نیز از طریق درک الگوریتمی و بازخوردهای خودکار، به رشد خودتنظیمی و فراشناختی دست می‌یابد (Holmes et al., ۲۰۲۱). در محیط‌های یادگیری هوشمند، انتقال دانش دوطرفه میان انسان و ماشین موجب شکل‌گیری

«هم‌افزایی شناختی» می‌شود که ترکیبی از قدرت پردازش ماشین و درک معنایی انسان را پدید می‌آورد (Schroeder et al., ۲۰۲۲). افزون بر این، پژوهش‌ها بر نقش بازنمایی ذهنی مشترک در درک متقابل اهداف یادگیری تأکید دارند؛ به گونه‌ای که وقتی هر دو عامل (انسان و هوش مصنوعی) نسبت به ساختار اهداف و مسیر آموزشی آگاهی مشترک دارند، تعامل مؤثرتر و معنادارتری شکل می‌گیرد (Chen et al., ۲۰۲۰). تعامل انسان و ماشین همچنین موجب تقویت حافظه کاری و پردازش چندوجهی اطلاعات می‌شود، زیرا ماشین‌ها با تحلیل لحظه‌ای داده‌ها و فراهم‌سازی یادآوری‌های زمینه‌محور به بهبود کارکردهای شناختی کمک می‌کنند (Siemens, ۲۰۲۳). در نتیجه، انعطاف‌پذیری شناختی در هر دو طرف افزایش یافته و الگویی از یادگیری پویا، انطباق‌پذیر و چندبعدی پدید می‌آید که مرزهای سنتی میان یادگیرنده و ابزار را از میان برمی‌دارد (Dede et al., ۲۰۲۱).

در محیط‌های آموزشی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی، مؤلفه‌های عاطفی و اجتماعی نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یادگیری متقابل انسان و ماشین دارند. برخلاف رویکردهای سنتی آموزش ماشینی که تنها بر انتقال دانش شناختی تمرکز داشتند، در یادگیری متقابل، توانایی ماشین در درک هیجانات انسانی به عنوان عامل کلیدی در ایجاد رابطه یادگیری مؤثر مطرح می‌شود (Picard, ۲۰۱۹). ماشین‌های هوشمند از طریق تحلیل چهره، صدا، متن و شاخص‌های فیزیولوژیک می‌توانند حالات عاطفی کاربران را شناسایی کرده و پاسخ‌هایی همدلانه و متناسب ارائه دهند (Cowie et al., ۲۰۲۱). این قابلیت منجر به شکل‌گیری تعاملات عاطفی دوسویه می‌شود که در آن ماشین نه تنها محرک شناختی، بلکه شریک احساسی یادگیرنده محسوب می‌شود. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که بازخورد همدلانه از سوی عامل‌های هوشمند باعث افزایش اعتماد دیجیتال، کاهش اضطراب یادگیری و تقویت انگیزش درونی می‌گردد (D'Mello & Graesser, ۲۰۲۱). از سوی دیگر، بعد اجتماعی تعامل انسان و ماشین با مفاهیمی چون همکاری، هم‌آفرینی و یادگیری گروهی هوشمند گره خورده است؛ در این محیط‌ها، عامل‌های مصنوعی در نقش هم‌یار یا تسهیل‌گر، هماهنگی وظایف، تقسیم نقش‌ها و حمایت تصمیم‌های جمعی را بر عهده می‌گیرند (Yin et al., ۲۰۲۲). علاوه بر این، پویایی اجتماعی حاصل از حضور ماشین در شبکه‌های یادگیری موجب شکل‌گیری نوعی تعامل چندعاملی می‌شود که در آن نفوذ اجتماعی الگوریتم‌ها بر شکل‌گیری هنجارهای یادگیری اثر می‌گذارد (Kanda & Ishiguro, ۲۰۲۰). بعد اخلاقی نیز در این حوزه اهمیت ویژه دارد؛ شفافیت الگوریتمی، رضایت آگاهانه و حفظ حریم خصوصی هیجانات از مهم‌ترین اصول اخلاقی در تعاملات انسان و ماشین هستند (Floridi & Cows, ۲۰۲۱). در نهایت، تعاملات عاطفی و اجتماعی با عامل‌های هوشمند می‌تواند به بازتعریف هویت یادگیرندگان در فضای دیجیتال منجر شود؛ زیرا تعامل مستمر با ماشین‌های دارای شخصیت مجازی باعث بازنمایی جدیدی از خود، کنترل هیجانات و شکل‌گیری هویت دیجیتال می‌گردد (Sharkey & Sharkey, ۲۰۲۲).

پایه و بنیان یادگیری متقابل انسان و ماشین بر زیرساخت‌های فناورانه، داده‌محور و اخلاقی استوار است که امکان تعامل هوشمند، امن و مسئولانه را فراهم می‌سازد. توسعه الگوریتم‌های یادگیری عمیق تعاملی و شبکه‌های عصبی تطبیقی، امکان تحلیل بلادرنگ رفتار یادگیرنده و طراحی مسیرهای یادگیری شخصی‌سازی شده را فراهم کرده است (Chen et al., ۲۰۲۲). این فناوری‌ها از داده‌کاوی آموزشی و یادگیری تقویتی برای بهبود تصمیم‌گیری‌های آموزشی استفاده می‌کنند و به‌طور مداوم کیفیت تعاملات انسان و ماشین را بهینه می‌سازند (Zhang et al., ۲۰۲۱). از منظر طراحی تجربه کاربری، تعامل شهودی و رابط‌های چندوجهی همچون گفتار، لمس و حرکات بدنی، به ارتقای ادراک و درگیری شناختی یادگیرنده کمک می‌کند (Norman, ۲۰۲۰). با این حال، استفاده گسترده از داده‌های شخصی در این فرایند، ضرورت توجه جدی به اصول اخلاقی و قانونی را افزایش داده است. حفظ حریم خصوصی، جلوگیری از سوگیری الگوریتمی، و تضمین عدالت در تصمیم‌گیری‌های خودکار از چالش‌های اصلی در این حوزه محسوب می‌شوند (Jobin et al., ۲۰۱۹). بر همین اساس، سیاست‌های اخلاقی آموزش هوشمند باید بر شفافیت عملکرد سامانه‌ها و مسئولیت‌پذیری توسعه‌دهندگان تأکید کنند (Whittlestone et al., ۲۰۲۱). افزون بر آن، ارزیابی مداوم عملکرد سامانه‌های یادگیری هوشمند با استفاده از شاخص‌های رضایت کاربران، کیفیت تعامل و میزان اثربخشی یادگیری، برای حفظ پایداری و اعتبار علمی ضروری است (Rummel et al., ۲۰۲۲). در نهایت، آینده‌پژوهی در یادگیری انسان و ماشین بر مفهوم «پایداری آموزشی» تمرکز دارد؛ بدین معنا که فناوری‌های آموزشی باید نه تنها نوآورانه و مؤثر، بلکه از منظر اجتماعی، زیست‌محیطی و اخلاقی نیز پایدار باشند تا بتوانند نسل‌های آینده را در مسیر یادگیری مادام‌العمر توانمند سازند (Selwyn, ۲۰۲۳).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل کیفی این مرور نشان داد که یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های آموزشی دیجیتال به‌عنوان رویکردی نو ظهور، واجد سه بعد اساسی است: بعد شناختی هم‌تکاملی، بعد عاطفی و اجتماعی تعامل، و بعد فناورانه و اخلاقی پشتیبان. این سه بعد در تعامل با یکدیگر ساختاری پویا از یادگیری را شکل می‌دهند که در آن انسان و ماشین به‌طور همزمان یادگیرنده و معلم هستند. یافته‌ها نشان دادند که در سطح شناختی، یادگیری متقابل بر مبنای سازگاری تدریجی سیستم‌های هوشمند با سبک‌ها، توانایی‌ها و ترجیحات یادگیرندگان بنا شده است. این فرایند که با مفهوم «هم‌تکاملی شناختی» توصیف می‌شود، موجب می‌گردد که انسان از طریق بازخوردهای ماشینی مهارت‌های خودتنظیمی و بازتاب‌گری شناختی را تقویت کند، در حالی که ماشین نیز با تحلیل مستمر داده‌ها، الگوهای آموزشی خود را اصلاح می‌کند (Luckin, ۲۰۱۸; Holmes et al., ۲۰۲۱). این یافته با نتایج پژوهش زواکی-ریشتر و همکاران (Zawacki-Richter et al., ۲۰۱۹) همسو است که نشان دادند استفاده از سامانه‌های تطبیقی هوش مصنوعی می‌تواند موجب ارتقای اثربخشی آموزش فردمحور و بهبود عملکرد تحصیلی شود. در

همین راستا، تحلیل‌های NVivo نشان داد که یادگیرندگان زمانی بیشترین بهره را از تعامل با ماشین می‌برند که سیستم قادر به درک هدف‌های یادگیری و بازنمایی ذهنی آن‌ها باشد؛ امری که در پژوهش‌های چن و همکاران (Chen et al., ۲۰۲۰) نیز به عنوان عامل کلیدی موفقیت در یادگیری هوشمند مطرح شده است.

بعد دوم یافته‌ها مربوط به تعاملات عاطفی و اجتماعی بود که یکی از ابعاد مغفول در آموزش دیجیتال محسوب می‌شود. تحلیل متون نشان داد که ماشین‌های یادگیرنده در صورتی می‌توانند رابطه آموزشی مؤثر ایجاد کنند که از سطح شناختی به سطح هیجانی و اجتماعی تعامل ارتقا یابند. در این زمینه، استفاده از فناوری‌های محاسبات عاطفی (Affective Computing) به ماشین‌ها امکان می‌دهد تا از طریق تحلیل چهره، صدا، متن و شاخص‌های فیزیولوژیک، حالات هیجانی کاربر را درک و پاسخ مناسب ارائه دهند (Picard, ۲۰۱۹; Cowie et al., ۲۰۲۱). این یافته با پژوهش دملو و گراسر (D'Mello & Graesser, ۲۰۲۱) هم‌راستا است که نشان دادند بازخورد همدلانه از سوی عامل‌های هوشمند موجب افزایش اعتماد، انگیزش و تمرکز یادگیرندگان می‌شود. همچنین، یافته‌ها نشان داد که بعد اجتماعی تعاملات انسان و ماشین شامل همکاری، هماهنگی و هم‌آفرینی دانش است. یادگیرندگان در تعامل با ماشین نه تنها از بازخوردهای شناختی بهره‌مند می‌شوند، بلکه در فرایند اجتماعی یادگیری مشارکت کرده و نوعی یادگیری جمعی انسان-ماشین را تجربه می‌کنند (Yin et al., ۲۰۲۲). این امر مؤید دیدگاه کاندا و ایشیگورو (Kanda & Ishiguro, ۲۰۲۰) است که حضور عامل‌های اجتماعی مصنوعی در فرایند یادگیری را به‌مثابه گسترش مرزهای تعامل انسانی تفسیر کردند. از سوی دیگر، تحلیل داده‌ها نشان داد که اعتماد و اخلاق دیجیتال به‌عنوان مؤلفه‌های زیرساختی، نقش مهمی در پایداری این تعامل دارند. زمانی که سامانه‌های هوشمند از شفافیت، پاسخگویی و عدالت داده‌ای برخوردار باشند، یادگیرندگان احساس امنیت عاطفی بیشتری خواهند داشت (Floridi & Cowls, ۲۰۲۱).

در بعد سوم، یافته‌ها بر اهمیت سازوکارهای فناورانه و اخلاقی پشتیبان تأکید داشتند. در واقع، پایداری و اثربخشی یادگیری متقابل بدون وجود زیرساخت‌های داده‌محور و اصول اخلاقی روشن ممکن نیست. تحلیل مضامین نشان داد که یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی و تحلیل پیش‌بینانه از داده‌های یادگیری، هسته اصلی الگوریتم‌های سازگار با انسان را تشکیل می‌دهند (Chen et al., ۲۰۲۲; Zhang et al., ۲۰۲۱). این فناوری‌ها به ماشین‌ها اجازه می‌دهند تا از تعاملات گذشته بیاموزند و مسیر آموزشی فردی هر کاربر را بهینه کنند. یافته‌های این پژوهش با نتایج کار دده و همکاران (Dede et al., ۲۰۲۱) هم‌خوانی دارد که طراحی آموزشی مبتنی بر یادگیری مهندسی را عاملی برای پیوند مؤثر بین علوم تربیتی و داده‌کاوی آموزشی دانستند. با این حال، چالش‌های اخلاقی همچنان بخش مهمی از بحث را تشکیل می‌دهند. جمع‌آوری داده‌های شناختی و عاطفی یادگیرندگان، مسئله حریم خصوصی و امنیت اطلاعات را برجسته کرده است (Jobin et al., ۲۰۱۹). یافته‌ها نشان دادند که وجود چارچوب‌های اخلاقی شفاف مبتنی بر عدالت، پاسخگویی و کرامت انسانی از الزامات حیاتی در طراحی یادگیری هوشمند

است (Whittlestone et al., ۲۰۲۱). همچنین، تحلیل مضامین مرتبط با طراحی تجربه کاربری نشان داد که درک شهودی و تعامل چندوجهی میان انسان و ماشین، عاملی کلیدی در پذیرش و اثربخشی فناوری‌های آموزشی است (Norman, ۲۰۲۰). در مجموع، نتایج پژوهش تأکید می‌کند که یادگیری متقابل انسان و ماشین زمانی اثربخش است که فناوری، اخلاق و شناخت انسانی در یک نظام منسجم و تعاملی ادغام شوند (Selwyn, ۲۰۲۳).

تفسیر کلی نتایج نشان می‌دهد که یادگیری متقابل نه صرفاً نوعی پیشرفت فناورانه، بلکه تغییری پارادایمی در ماهیت آموزش است. در این مدل، انسان و ماشین در رابطه‌ای یادگیرنده-یاددهنده قرار می‌گیرند و هر دو در فرایند یادگیری رشد می‌کنند. از منظر نظری، این یافته با نظریه اتصال‌گرایی (Connectivism) همخوان است که بر اهمیت شبکه‌های داده‌ای و تعاملات چندعاملی در خلق دانش تأکید دارد (Siemens, ۲۰۲۳). از سوی دیگر، هم‌افزایی شناختی انسان و ماشین را می‌توان مصداقی از یادگیری سازنده‌گرایی اجتماعی دانست که در آن دانش از طریق تعامل و مذاکره معنا ایجاد می‌شود (Holmes et al., ۲۰۲۱). در این زمینه، مفهوم «هم‌تکاملی شناختی» نشان می‌دهد که با افزایش توانایی ماشین‌ها در درک هدف‌های آموزشی، مرزهای میان ابزار و یادگیرنده کمرنگ شده و نوعی همزیستی شناختی میان انسان و هوش مصنوعی شکل می‌گیرد (Schroeder & Adesope, ۲۰۲۲). این نتیجه با مطالعات جدید در حوزه روبات‌های آموزشی و عامل‌های هوشمند اجتماعی هم‌راستا است که نشان داده‌اند تعامل فعال با ماشین می‌تواند به تقویت حافظه کاری، افزایش خلاقیت و بهبود تنظیم هیجان منجر شود (Kanda & Ishiguro, ۲۰۲۰; D'Mello & Graesser, ۲۰۲۱).

از منظر عاطفی و اجتماعی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ماشین‌های آموزشی در صورتی می‌توانند رابطه‌ای مؤثر برقرار کنند که به صورت همدلانه و حساس به هیجان طراحی شوند. این یافته به‌ویژه در پژوهش پیکارد (Picard, ۲۰۱۹) مورد تأکید قرار گرفته است که محاسبات عاطفی را محور نسل آینده فناوری‌های آموزشی دانست. علاوه بر این، تحلیل داده‌ها نشان داد که وجود ارتباط همدلانه میان انسان و ماشین می‌تواند احساس تعلق یادگیرنده به محیط دیجیتال را تقویت کند و از طریق ایجاد اعتماد، تعامل بلندمدت را پایدار نماید (Cowie et al., ۲۰۲۱). این یافته‌ها تأییدی بر دیدگاه نظریه‌پردازانی است که بر نقش عواطف در فرآیند شناخت و تصمیم‌گیری یادگیرندگان تأکید دارند. از این رو، می‌توان گفت که یادگیری متقابل انسان و ماشین نه تنها یک تعامل شناختی بلکه یک ارتباط اجتماعی و هیجانی نیز هست که در آن همدلی دیجیتال و اخلاق تعامل نقش تعیین‌کننده دارند (Floridi & Cows, ۲۰۲۱).

در زمینه فناورانه و اخلاقی نیز نتایج نشان داد که به‌رغم پیشرفت چشمگیر فناوری‌های هوش مصنوعی در آموزش، چالش‌های متعددی باقی مانده است. از جمله این چالش‌ها می‌توان به سوگیری داده‌ای، عدم شفافیت الگوریتمی و تهدید حریم خصوصی اشاره کرد (Jobin et al., ۲۰۱۹). با این حال، پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تدوین دستورالعمل‌های اخلاقی و سازوکارهای نظارتی می‌تواند به کاهش این چالش‌ها کمک

کند (Whittlestone et al., ۲۰۲۱). نتایج این مرور نیز مؤید آن است که یادگیری متقابل باید بر پایه اصول «شفافیت الگوریتمی»، «پاسخگویی فناوریانه» و «عدالت آموزشی» طراحی شود تا اعتماد یادگیرندگان جلب گردد (Selwyn, ۲۰۲۳). علاوه بر این، تحلیل‌ها نشان داد که پایداری آموزشی و نوآوری مسئولانه باید به عنوان اهداف کلان در توسعه یادگیری انسان و ماشین لحاظ شوند، زیرا بدون آن، این نوع یادگیری ممکن است به ابزار بازتولید نابرابری‌های اجتماعی تبدیل گردد (Floridi & Cows, ۲۰۲۱).

در مجموع، یافته‌های این مرور با نتایج گسترده‌تر پژوهش‌های بین‌المللی همخوانی دارد و بر این نکته تأکید می‌کند که آینده آموزش به جای رقابت میان انسان و ماشین، بر همکاری، تعامل و یادگیری متقابل استوار خواهد بود. در چنین رویکردی، نقش معلمان و طراحان آموزشی نیز تغییر می‌کند؛ آن‌ها باید مهارت‌هایی چون سواد داده، درک الگوریتمی و اخلاق فناوری را در خود تقویت کنند تا بتوانند از ظرفیت‌های هوش مصنوعی برای ارتقای کیفیت آموزش بهره ببرند (Holmes et al., ۲۰۲۱; Dede et al., ۲۰۲۱). بنابراین، یادگیری متقابل انسان و ماشین را می‌توان گذار از آموزش فناوریانه به آموزش هم‌زیستانه دانست که در آن انسان و هوش مصنوعی در یک فرایند همپارانه و پایدار به رشد شناختی، اجتماعی و اخلاقی دست می‌یابند.

محدودیت اصلی این مطالعه آن است که به دلیل ماهیت مرور کیفی، تحلیل داده‌ها تنها بر اساس ۱۲ مقاله منتخب انجام شد که ممکن است بخشی از مطالعات جدیدتر یا غیرانگلیسی‌زبان از قلم افتاده باشند. همچنین، با توجه به وابستگی این پژوهش به منابع ثانویه، نتایج به شدت متکی بر تفسیرهای نویسندگان اصلی مقالات بوده است. علاوه بر این، تنوع فرهنگی، فناوریانه و آموزشی میان کشورها ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج را محدود کند. در نهایت، ماهیت پویا و سریع‌التغییر فناوری‌های هوش مصنوعی موجب می‌شود که یافته‌ها تنها وضعیت کنونی دانش را بازتاب دهند و ممکن است در آینده نزدیک نیاز به بازبینی داشته باشند.

پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های آینده به مطالعه تجربی یادگیری متقابل انسان و ماشین در محیط‌های واقعی آموزشی بپردازند و از روش‌های ترکیبی (Mixed Methods) برای سنجش کمی و کیفی اثرات این نوع یادگیری استفاده کنند. بررسی نقش تفاوت‌های فردی در تعامل انسان و ماشین، تحلیل اثرات هیجانی بلندمدت، و طراحی مدل‌های اخلاقی بومی برای آموزش هوشمند می‌تواند زمینه‌های ارزشمندی برای تحقیقات آتی باشد. همچنین، پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران به مطالعه اثر هوش مصنوعی بر فرایندهای خلاقیت، خودکارآمدی و هویت دیجیتال یادگیرندگان بپردازند تا درک عمیق‌تری از ابعاد روان‌شناختی این نوع یادگیری حاصل گردد.

از منظر کاربردی، نتایج این پژوهش برای سیاست‌گذاران آموزشی، طراحان سامانه‌های یادگیری هوشمند و معلمان نسل آینده اهمیت فراوان دارد. ادغام رویکرد یادگیری متقابل در نظام آموزشی می‌تواند موجب ارتقای شخصی‌سازی آموزش، بهبود تعاملات معلم-دانش‌آموز و افزایش بهره‌وری آموزشی گردد. در طراحی سامانه‌های آموزشی، باید اصول اخلاقی، شفافیت تصمیم‌گیری و قابلیت توضیح الگوریتمی به‌طور جدی

رعایت شود. همچنین، لازم است برنامه‌های توانمندسازی معلمان برای ارتقای سواد فناورانه و درک سازوکارهای هوش مصنوعی اجرا گردد تا آن‌ها بتوانند از فناوری نه به‌عنوان جایگزین، بلکه به‌عنوان شریک آموزشی بهره‌گیرند. در نهایت، نهادهای آموزشی باید با اتخاذ سیاست‌های نظارتی، اطمینان حاصل کنند که یادگیری متقابل انسان و ماشین در مسیر پایداری، عدالت و ارتقای کیفیت یادگیری گام برمی‌دارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در تمامی مراحل پژوهش حاضر اصول اخلاقی مرتبط با نشر و انجام پژوهش رعایت گردیده است.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش ما را همراهی کردند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

- Chen, C. M., Huang, Y. M., & Liu, M. C. (2020). A cognitive-based adaptive learning system for improving learning performance. *Computers & Education*, 157, 103958.
- Chen, L., Xie, H., & Zou, D. (2022). Deep learning in education: Applications, challenges, and future directions. *Educational Technology Research and Development*, 70(5), 2281–2302.
- Cowie, R., Douglas-Cowie, E., & Cox, C. (2021). The challenge of emotion: A multidisciplinary approach to emotion detection. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 12(3), 543–556.
- D'Mello, S. K., & Graesser, A. C. (2021). Feeling, thinking, and computing with affect-aware learning technologies. *Computers in Human Behavior*, 125, 106941.
- Dede, C., Richards, J., & Saxberg, B. (2021). *Learning engineering for online education*. Routledge.
- Floridi, L., & Cowls, J. (2021). A unified framework of five principles for AI in society. *Harvard Data Science Review*, 3.(1)
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389–399.

- Kanda, T., & Ishiguro, H. (2020). Human–robot interaction in social learning contexts. *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, 3, 355–378.
- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The importance of the human in AI education*. UCL Institute of Education Press.
- Norman, D. A. (2020). *The design of everyday things* (Revised ed.). MIT Press.
- Picard, R. W. (2019). Affective computing: From laughter to IEEE. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 10(4), 648–657.
- Rummel, N., Walker, E., & Aleven, V. (2022). Learning analytics for learning engineering. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100071.
- Schroeder, N. L., & Adesope, O. O. (2022). Human–machine co-learning in education. *Computers & Education*, 184, 104521.
- Selwyn, N. (2023). Education and artificial intelligence: Understanding and shaping a complex future. *Learning, Media and Technology*, 48(2), 103–118.
- Siemens, G. (2023). *Connectivism and learning analytics in the age of AI*. Routledge.
- Whittlestone, J., Nyrup, R., Alexandrova, A., & Cave, S. (2021). The role and limits of principles in AI ethics: Towards a focus on tensions. *Proceedings of the AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, 4(1), 195–200.