Technology and Scholarship in Education Open Access

Winter (2025) 5 (Special Issue): 55-73

https://doi.org/:10.30473/T-EDU. 2025. 75670.1322

ORIGINAL ARTICLE

The Role of Artificial Intelligence in Redefining Teacher s' Knowledge (TPACK): Findings from a Grounded Theory Study

Mehrnaz sadat Rezvanian[1], **Hossein Jafari Sani** [2 *], **Morteza Karami** [3]

1. Ph.D student, Department of Curriculum Studies and Instruction, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

2. Associate Professor, Department of Curriculum Studies and Instruction, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3. Professor, Department of Curriculum Studies and Instruction, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Correspondence:

Hossein Jafari Sani

Email: hsuny@um.ac.ir

Receive Date: 02/Sep/2025
Revise Date: 28/Sep/2025
Accept Date: 15/Nov/2025
Publish Date: 20/Feb/2026

How to cite:

Rezvanian, M.S. Jafari Sani, H. Karami, M. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Redefining Teacher s' Knowledge (TPACK): Findings from a Grounded Theory Study, Technology and Scholarship in Education, 5 (Special Issue), 55-73.

ABSTRACT

The present study proposed to identify the dimensions and components of effective teaching with artificial intelligence (AI) within the framework of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), based on the experiences of university professors and educational experts. This research employed a qualitative approach using Grounded Theory with the Strauss and Corbin coding paradigm. Data was collected through semi-structured interviews with 19 professors and specialists in the field of education. The data were analyzed through open, axial, and selective coding. The results revealed that the integration of AI in teaching redefines teachers' knowledge domains, including Technological Knowledge (TK), Pedagogical Knowledge (PK), Content Knowledge (CK), and their intersections such as TPK, PCK, and TCK. Key components identified included personalized learning, enhanced instructional interaction, visualization of complex concepts, and the design of creative learning activities through human–machine collaboration. Moreover, ethical concerns such as overreliance on AI, the validity of generated content, and the necessity of preserving human interaction were highlighted. The study concludes that the success of effective AI-based teaching depends on three fundamental conditions: (1) professional development and empowerment of teachers, (2) synergy between AI technologies and active learning approaches, and (3) establishment of transparent ethical frameworks and responsible policies. By expanding the TPACK framework in the context of AI, this research contributes both theoretically to the reconceptualization of teacher knowledge and practically to the design of teacher education programs and policy-making in smart learning ecosystems.

KEYWORDS

Effective Teaching, Artificial Intelligence, Grounded Theory, TPACK, Teacher Professional Development.

Copyright © 2025 The Authors. Published by Payame Noor University.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

فناوری و دانش‌پژوهی در تعلیم و تربیت

سال پنجم، پیاپی نوزدهم، ویژه نامه، زمستان ۱۴۰۴ (۵۵-۷۳)

https://doi.org/:10.30473/T-EDU. 2025. 75670.1322

«مقاله پژوهشی»

نقش هوش مصنوعی در بازتعریف دانش‌های مدرسان (TPACK): یافته‌هایی از نظریه داده‌بنیاد

مهرناز سادات رضوانیان [۱]، حسین جعفری ثانی [۲] * و مرتضی کرمی [۳]

۱. دانشجو دکتری رشته برنامه ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲. دانشیار، گروه مطالعات برنامه درسی و آموزش، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳. استاد، گروه مطالعات برنامه درسی و آموزش، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

نویسنده مسئول:

حسین جعفری ثانی

رایانامه: hsuny@um.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی در چارچوب مدل دانش محتوایی، پداگوژیکی و فناورانه (TPACK) و بر اساس تجارب اساتید و متخصصان آموزشی انجام شد. این مطالعه با رویکرد کیفی و بر اساس روش نظریه داده‌بنیاد با الگوی اشتراس و کوربین انجام شد. مشارکت‌کنندگان شامل ۱۹ نفر از اساتید دانشگاه، متخصصان و معلمان باتجربه در حوزه آموزش و یادگیری با فناوری‌های نوین بودند. نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند از نوع گلوله‌برفی انجام گرفت. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و تحلیل داده‌ها طی مراحل کدگذاری باز، محوری و انتخابی صورت گرفت. نتایج نشان داد که ادغام هوش مصنوعی در تدریس، ابعاد مختلف دانش معلم شامل دانش فناورانه (TK)، دانش پداگوژیکی (PK)، دانش محتوایی (CK) و همچنین تعاملات میان بعدی مانند TPK، PCK و TCK را بازتعریف می‌کند. مؤلفه‌هایی چون شخصی‌سازی یادگیری، تسهیل تعامل آموزشی، بازنمایی مفاهیم دشوار و طراحی فعالیت‌های خلاقانه با مشارکت انسان و ماشین به‌عنوان عناصر اصلی تدریس اثربخش شناسایی شدند. علاوه بر این، چالش‌ها و نگرش‌های اخلاقی نظیر وابستگی بیش‌ازحد به فناوری، صحت محتوای تولیدی و ضرورت حفظ تعامل انسانی نیز برجسته شد. تحلیل داده ها نشان داد که تحقق تدریس اثربخش با بهره‌گیری از هوش مصنوعی منوط به سه شرط بنیادین است: توانمندسازی حرفه‌ای معلمان، هم‌افزایی فناوری با رویکردهای فعال یادگیری و طراحی چارچوب‌های اخلاقی و سیاست‌گذاری شفاف. این پژوهش با توسعه چارچوب TPACK در بافت هوش مصنوعی، ضمن ارائه بینش‌های نظری، راهبردهای عملی نیز برای ارتقای برنامه‌های تربیت معلم و سیاست‌گذاری آموزشی در زیست‌بوم‌های هوشمند فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی

تدریس اثربخش، هوش مصنوعی، نظریه داده‌بنیاد، TPACK، توسعه حرفه‌ای معلمان.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۰۱

استناد به این مقاله:

رضوانیان، مهرناز سادات، جعفری ثانی، حسین و کرمی، مرتضی. (۱۴۰۴). نقش هوش مصنوعی در بازتعریف دانش‌های مدرسان (TPACK): یافته‌هایی از نظریه داده‌بنیاد، *فصلنامه علمی فناوری و دانش‌پژوهی در تعلیم و تربیت*، ۵ (ویژه نامه)، ۵۵-۷۳.

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۴ ©. ناشر این مقاله، دانشگاه پیام نور است.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشرشده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

مقدمه

شتاب تحولات فناورانه در آموزش، کلاس‌های درس را از محیط‌های تجهیزشده به زیست‌بوم‌های هوشمند یادگیری دگرگون کرده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند آمادگی و توانمندسازی معلمان در به‌کارگیری فناوری با پیشرفت یادگیری دانش‌آموزان پیوند عمیقی دارد، و شکاف قدیمیِ دسترسی جای خود را به شکاف کاربرد معنادار داده است؛ وضعیتی که با ظهور نسل «بومیان دیجیتال[1]» و ضرورت بازنگری در چارچوب‌های تدریس بیش از پیش برجسته شده است (دارلینگ هاموند[2]، ۲۰۰۹؛ پرنسکی[3]، ۲۰۰۱؛ داوسون[4] و همکاران، ۲۰۲۳). در تازه‌ترین مرور نظام‌مند، بیان شده است که علی‌رغم رشد سریع کاربرد هوش مصنوعی در آموزش، کمتر از نیمی از پژوهش‌ها به توانمندسازی معلمان پرداخته‌اند که نشان‌دهنده خلأ مهم در توسعه حرفه‌ای معلمان است(یو [5]و همکاران، ۲۰۲۴).

در چنین بستری، نقش معلم همچنان کانونی است: اگر فناوری‌های نو به‌صورت هدفمند و همسو با اهداف یادگیری تلفیق شوند، کیفیت یاددهی-یادگیری ارتقا می‌یابد؛ اما وجود ابزار به‌تنهایی کفایت نمی‌کند و بدون طراحی پداگوژیکی، یکپارچگی واقعی رخ نمی‌دهد (اوداجیما[6]، ۲۰۱۹؛ دولان[7]، ۲۰۱۶؛ چای[8] و همکاران، ۲۰۱۳). به‌ویژه در مواجهه با هوش مصنوعی، این پرسش اساسی پیش می‌آید که ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی از منظر تجربه‌ی مدرسان و متخصصان چگونه صورت‌بندی می‌شود.

هوش مصنوعی فرصت‌هایی چون شخصی‌سازی یادگیری، توصیه‌گری هوشمند و پشتیبانی از ارزیابی فراهم کرده است، اما بهره‌برداری تربیتی از آن مستلزم عاملیت و قضاوت حرفه‌ای معلم است (باکینگهام شوم[9] و لاکین[10]، ۲۰۱۹؛ هوانگ[11] و همکاران، ۲۰۲۲; لوان[12] و همکاران، ۲۰۲۰). حتی از منظر فلسفه تعلیم‌وتربیت، هوش مصنوعی می‌تواند یا به اصلاح شیوه‌های موجود بینجامد یا به طراحی نظمی نو در آموزش منتهی شود (بیستا[13] و همکاران، ۲۰۲۱)؛ مسیری که در این پژوهش بر شکل نخست آن، یعنی تلفیق سنجیده در خدمت اهداف یادگیری، تمرکز می‌شود.

تمایز «یادگیری از فناوری» و «یادگیری با فناوری» نشان می‌دهد که فناوری باید در ساخت یادگیری درگیر باشد نه صرفاً حامل محتوا (بارنت[14]، ۲۰۰۳). تجربه‌های آموزشی نیز نشان داده‌اند جداسازی آموزش فناوری از محتوا و پداگوژی نتیجه‌ای جز شکاف میان آن‌ها ندارد (فولگر[15] و همکاران، ۲۰۱۲). ازاین‌رو، نیاز به چارچوبی تلفیقی وجود دارد که رابطه‌ی میان دانش محتوا (CK)، پداگوژی (PK) و فناوری (TK) را برای طراحی تدریس با هوش مصنوعی روشن سازد.

بدنه پژوهش‌ها TPACK را به‌عنوان مدلی جامع برای تبیین شایستگی‌های معلم در تلفیق فناوری تأیید کرده است (چای و همکاران، ۲۰۱۳ ؛ جیپال-جمانی و فیگ[16]،۲۰۱۵؛کوه و همکاران، ۲۰۱۰؛ نینگ [17]و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، یافته‌ها حاکی از تأثیر این چارچوب بر بهبود یادگیری فراگیران است (وانگ[18] و همکاران، ۲۰۱۵; دباگ[19] و جونز[20]، ۲۰۱۵). همچنین مؤلفه TCK در نسخه‌های نوین AI-TPACK نقشی پیش‌بینی‌کننده در توانایی معلمان برای تلفیق مؤثر فناوری و محتوا ایفا می‌کند(یو و همکاران، ۲۰۲۴) و هارت‌های فناورانه و اخلاقی، پیش‌شرط‌های کلیدی برای تسلط بر AI-TPACK در میان معلمان پیش‌خدمت هستند(ژو [21]و همکاران، ۲۰۲۴). در این پژوهش، بُعد فناوری با تأکید بر هوش

1 Digital natives
2 Darling-Hammond
3 Prensky
4 Dawson
5 Yu
6 Odajima
7 Dolan
8 Chai
9 Buckingham Shum
10 Luckin
11 Huang
12 Luan
13 Biesta
14 Barnett
15 Foulger
16 Jaipal-Jamani & Figg
17 Ning
18 wang
19 Debbagh
20 Jones
21 Zhou

مصنوعی بازتعبیر می‌شود تا ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش با هوش مصنوعی ذیل TPACK استخراج گردند.

هوش مصنوعی می‌تواند کانال‌های نوینی برای تعامل، خلاقیت و ابتکار یادگیرندگان بگشاید و یادگیری خودرهبر را پشتیبانی کند (یانگ[1] و بای[2]، ۲۰۲۰). با این حال، الگوهای ادغام متفاوت‌اند: از «هدایت‌شده توسط هوش مصنوعی» تا «پشتیبانی‌شده توسط هوش مصنوعی» و «انسانِ مسلط بر هوش مصنوعی»، پارادایمی که در آن هوش مصنوعی تقویت‌کننده هوش انسانی است نه جایگزین آن (او یانگ[3] و جی آی او[4]، ۲۰۲۱؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۲۰). جهت‌گیری این پژوهش بر الگوی سوم و نقش راهبردی معلم تکیه دارد.

مرور پژوهش‌های نوین نشان می‌دهد هوش مصنوعی هم در سطح طراحی تدریس و هم در سطح شایستگی‌های معلمان در حال صورت‌بندی است (هدار[5] و همکاران، ۲۰۲۳؛ کلیک و همکاران، ۲۰۲۲). برای نمونه، مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۵ نشان داد ادغام ابزارهای هوش مصنوعی مولد در توسعه حرفه‌ای معلمان زبان، منجر به شکل‌گیری نگرش‌های فناورانه نوین و بازاندیشی در سواد هوشمند شد (لیانگ [6]و کیم[7]، ۲۰۲۵). یافته‌های دیگر بر فرصت‌های هوش مصنوعی در شخصی‌سازی، ارزیابی و پشتیبانی از استراتژی‌های مبتنی بر شواهد تأکید دارند و هم‌زمان، بر ضرورت توسعه حرفه‌ای و ملاحظات اخلاقی انگشت می‌گذارند (جمال[8]، ۲۰۲۳؛ مولیک[9] و مولیک[10] ، ۲۰۲۳؛ مورفی[11]، ۲۰۱۹؛ چاسیگنول[12]و همکاران، ۲۰۱۸). در مطالعات تخصصی، مجموعه‌ای از شایستگی‌های هوش مصنوعی برای معلمان مدارس و دانشگاه‌ها استخراج و در قالب TPACK خوشه‌بندی شده است (کیم[13] و لی[14]، ۲۰۲۳؛ ان جی[15] و همکاران، ۲۰۲۳؛ غزالی[16] و عبدالرحمان[17]، ۲۰۲۳؛ پلد[18] و پرزون[19]، ۲۰۲۲؛ کیو[20]و همکاران ، ۲۰۲۲؛ تورتزکی[21] و همکاران، ۲۰۱۹).

با وجود حرکت بسیاری از کشورها به‌سوی به‌روزرسانی برنامه‌های آماده‌سازی معلمان برای کار با فناوری‌های نو (سو[22] و همکاران، ۲۰۲۰؛ لاکنر[23]و همکاران، ۲۰۲۱)، در ایران عمده پژوهش‌ها به حوزه‌هایی چون زبان انگلیسی و ریاضی محدود مانده و اغلب رویکرد کمی و رابطه‌سنجیِ بین مؤلفه‌های TPACK را دنبال کرده‌اند (صفری‌پور، ۱۴۰۲؛ موثق‌پور، ۱۴۰۲؛ کیا، ۱۴۰۰). هنوز چارچوبی بومی و کاربردی برای «تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی» در آموزش رسمی تدوین نشده است.

بر این مبنا، هدف مقاله حاضر تبیین «ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی» با تکیه بر تجارب اساتید و متخصصان و صورت‌بندی آن‌ها در قالب TPACK است. پرسش راهنما چنین است: «ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی در تجارب اساتید و متخصصان چگونه است؟» انتظار می‌رود حاصل پژوهش، هم به توسعه نظریِ TPACK در بافت هوش مصنوعی یاری رساند و هم پیشنهادهای عملی برای سیاست‌گذاری تربیت معلم، طراحی حرفه‌برنامه‌های توسعه معلم و استانداردهای اخلاقی ادغام هوش مصنوعی ارائه کند.

سهم نظری این کار، بازخوانی تعاملات CK/PK/TK در مواجهه با ابزارهای مولد، سامانه‌های تطبیقی و محیط‌های یادگیری هوشمند است؛ و سهم کاربردی آن، ارائه خوشه‌ای از مؤلفه‌های عملیاتی (سواد هوش مصنوعی معلم، الگوهای هم‌افزایی انسان-ماشین، الزامات اخلاقی و زیرساختی) برای طراحی درس، ارزشیابی و مدیریت کلاس در زیست‌بوم‌های هوشمند است.

---

1 Yang
2 Bai
3 Ouyang
4 Jiao
5 Huddar
6 Liang
7 Kim
8 Jamal
9 Mollick
10 Mollick
11 Murphy
12 Chassignol
13 Kim
14 Lee
15 Ng
16 Ghazali
17 Abdul Rahman
18 Peled
19 Perzon
20 Qiu
21 Touretzky
22 Su
23 Lachner

در ادامه مقاله، با اتکا به داده‌های مصاحبه‌های تخصصی و پشتوانه‌ی پیشینه علمی فوق، ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی به‌صورت تحلیلی استخراج و در قالب TPACK تشریح خواهند شد.

روش

پژوهش حاضر از نوع کیفی و با بهره‌گیری از روش نظریه‌پردازی داده‌بنیاد[1] انجام شده است. دلیل انتخاب این رویکرد، ماهیت اکتشافی پرسش پژوهش بود؛ چراکه هدف، صرفاً توصیف تجارب اساتید و متخصصان در زمینه تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی نیست، بلکه دستیابی به یک چارچوب مفهومی بومی از ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش در چارچوب TPACK است. نظریه داده‌بنیاد با تأکید بر استنتاج مفاهیم و مقوله‌ها از دل داده‌های خام و سازمان‌دهی آن‌ها در قالب یک مدل نظری، امکان تحقق چنین هدفی را فراهم می‌سازد(اشتراوس و کوربین[2]، ۱۹۹۸).

مشارکت کنندگان در پژوهش شامل کلیه اساتید دانشگاهی، معلمان و مدرسان متخصص حوزه آموزش و فناوری‌های نوین در ایران بود که تجربه یا آگاهی کافی از به‌کارگیری هوش مصنوعی در فرایند تدریس داشتند(جدول ۱). نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند انجام شد تا افرادی انتخاب شوند که بیشترین اطلاعات را در این زمینه دارا بودند. معیار انتخاب شامل: الف) سابقه تدریس یا پژوهش در حوزه فناوری آموزشی، ب) تجربه یا شناخت در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در تدریس، و ج) تمایل به مشارکت در مطالعه بود. در نهایت، با ۱۹ نفر از اساتید ، معلمان و مدرسان متخصص حوزه آموزش و فناوری‌های نوین در ایران مصاحبه نیمه‌ساختاریافته انجام گرفت. تجربه استفاده مشارکت کنندگان از هوش مصنوعی در تدریس به طور میانگین بین ۱ تا ۲ سال بود.

جدول ۱.توصیف جمعیت شناختی مشارکت کنندگان

کد	جنسیت	مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	سمت	سابقه	دروس مورد تدریس	سطح آموزشی مورد تدریس
A	مرد	دکترا	برنامه ریزی درسی	استاد گروه مطالعات برنامه درسی و آموزش دانشگاه فردوسی مشهد	۲۰ سال	ارزشیابی آموزشی — دروس رشته برنامه ریزی درسی	کارشناسی- کارشناسی ارشد- دکتری
B	مرد	دکترا	فلسفه تعلیم و تربیت	استادیار گروه فلسفه تعلیم و تربیت دانشگاه فردوسی مشهد	۱۲سال(حق التدریس)-۱ سال رسمی ۲۶ سال(به عنوان هیئت علمی) — ۳ سال در شرکت کاپیوتری	مبانی تعلیم وتربیت- تاریخ آموزش و پرورش- مکاتب فلسفی- مبانی و فلسفه علم روانشناسی- فلسفه شناخت ذهن	کارشناسی- کارشناسی ارشد
C	مرد	دکترا	مهندسی کامپیوتر(گرایش مهندسی نرم افزار)	دانشیار گروه مهندسی کامپیوتر		هوش مصنوعی و کاربردها	کارشناسی- کارشناسی ارشد- دکتری
D	زن	دکترا	برنامه ریزی درسی	دانشیار گروه علوم تربیتی دانشگاه فرهنگیان	۱۳ سال	اصول و مبانی برنامه ریزی درسی، اصول و روش تدریس، کارورزی، پژوهش و توسعه حرفه ای، طراحی آموزشی	کارشناسی
E	زن	دکترا	مدیریت آموزشی	استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه فرهنگیان	۲۷ سال	مدیریت آموزشی، اصول و روش تدریس، کارورزی	کارشناسی
F	زن	دانشجو دکترا	برنامه ریزی درسی	دبیر ریاضی در آموزش و پرورش	۲۰	ریاضی- هندسه- کارورزی	دانشجویان کارشناسی- معلمان- دانش آموزان دبیرستان
G	زن	کارشناسی ارشد	تکنولوژی آموزشی	کارشناس تکنولوژی آموزشی در اداره آموزش و پرورش مشهد	۱۵سال	-	آموزش معلمان و کارمندان آموزش و پرورش

1 Grounded Theory

2 Strauss, A; Corbin

کد	جنسیت	مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	سمت	سابقه	دروس مورد تدریس	سطح آموزشی مورد تدریس
H	مرد	دانشجو دکترا	روانشناسی شناختی	دبیر علوم اجتماعی	۲۹ سال	علوم اجتماعی– پژوهشگری مبتنی بر فناوری	آموزش معلمان و کارمندان آموزش و پرورش و دانش آموزان دبیرستان
I	زن	کارشناسی ارشد	مهندسی کامپیوتر	دبیر– مدرس دانشگاه	۱۳ سال	آموزش مبانی کامپیوتر– سوادرسانه– تولید محتوا الکترونیکی	دانشجویان کارشناسی– هنرآموزان فنی و حرفه ای
J	زن	کارشناسی ارشد	زبان انگلیسی	دبیر– مدرس دانشگاه	۵ سال	زبان انگلیسی– تربیت مدرس زبان– روش تدریس	دانشجویان کارشناسی– معلمان– دانش آموزان دبیرستان
K	زن	کارشناسی ارشد	آموزش ابتدایی	معلم پایه ششم ابتدایی	۱۵ سال	تمام دروس پایه ابتدایی(ریاضی، فارسی، علوم ...)	دوره دوم ابتدایی
L	زن	کارشناسی ارشد	علوم تربیتی	معلم پایه اول ابتدایی	۱۲ سال	تمام دروس پایه اول و دوم ابتدایی(ریاضی، فارسی، علوم ...)	پایه اول و دوم ابتدایی
M	زن	کارشناسی ارشد	فیزیک	دبیر دبیرستان(فرزانگان)	۱۴ سال	فیزیک، شیمی، ریاضی	دوره دوم متوسطه
N	زن	دکتری	ادبیات فارسی	دبیر دبیرستان	۸سال سابقه رسمی(۵سال حق التدریس)	ادبیات فارسی، نگارش، علوم و فنون ادبی	دوره دوم متوسطه
O	زن	کارشناسی	علوم تربیتی	دبیر دبیرستان	۱۰سال	علوم و مطالعات اجتماعی	دوره اول متوسطه
P	مرد	کارشناسی ارشد	مدیریت آموزشی	معلم ابتدایی	۱۳ سال	تمام دروس پایه ابتدایی(ریاضی، فارسی، علوم ...)	دوره ابتدایی
Q	زن	کارشناسی ارشد	مدیریت آموزشی	معلم ابتدایی	۱۲ سال	تمام دروس پایه ابتدایی(ریاضی، فارسی، علوم ...)	دوره ابتدایی
R	زن	کارشناسی	دبیری علوم اجتماعی	دبیر دبیرستان	۸ سال	علو اجتماعی، کارگاه های آموزش هوش مصنوعی	دوره اول و دوم متوسطه
S	زن	دکترا	ریاضیات کاربردی	دبیر دبیرستان	۵سال در آموزش و پرورش و ۱۱ در آموزش عالی	مجموعه دروس ریاضیات	دوره دوم متوسطه– دانشجویان کارشناسی

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها در این پژوهش، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته بود. این نوع مصاحبه به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و قابلیت ایجاد تعادل میان ساختار از پیش تعیین‌شده و آزادی عمل برای مشارکت‌کنندگان، متناسب‌ترین ابزار برای دستیابی به هدف پژوهش محسوب شد. در این روش، فهرستی از پرسش‌های محوری بر اساس ادبیات نظری و پرسش اصلی تحقیق طراحی گردید. پرسش‌ها به‌گونه‌ای تنظیم شدند که ضمن حفظ چارچوب کلی، امکان طرح پرسش‌های تکمیلی و پیگیری پاسخ‌ها در طول مصاحبه وجود داشته باشد. برای افزایش دقت، پرسش‌های مصاحبه ابتدا به‌صورت آزمایشی با دو نفر از متخصصان اجرا شد تا نقاط ضعف احتمالی در فرم پرسش‌ها شناسایی گردد. سپس پس از بازنگری نهایی، مصاحبه‌ها به‌طور رسمی با سایر مشارکت‌کنندگان به صورت مجازی انجام شد. هر مصاحبه بین ۴۵ تا ۷۵ دقیقه به طول انجامید و با اجازه مشارکت‌کنندگان ضبط گردید. در ادامه، فایل‌های صوتی مصاحبه‌ها به‌طور کامل پیاده‌سازی و به متن نوشتاری تبدیل شد تا امکان کدگذاری و تحلیل نظام‌مند فراهم آید.

تحلیل داده‌ها با استفاده از الگوی سه‌مرحله‌ای کدگذاری باز، محوری و انتخابی در نظریه داده‌بنیاد انجام شد. در مرحله کدگذاری باز، داده‌های مصاحبه‌ها و متون نظری به‌صورت خط‌به‌خط بازخوانی و مفاهیم کلیدی استخراج شدند. هر بخش

معنادار از داده‌ها در قالب یک برچسب اولیه کدگذاری گردید. این مرحله منجر به تولید مجموعه‌ای وسیع از کدهای اولیه شد که بیانگر تجربه‌ها، ادراکات و نگرش‌های اساتید و متخصصان نسبت به تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی بود. در مرحله کدگذاری محوری، کدهای باز در قالب مقوله‌های میانی و محوری سازمان‌دهی شدند. هدف این مرحله کشف روابط میان کدها و ادغام مفاهیم مشابه یا مکمل در طبقات مفهومی بود. در این بخش تلاش شد که بدون تحمیل چارچوب‌های نظری بیرونی، پیوندها و الگوهای برخاسته از داده‌ها آشکار شوند. به این ترتیب، چندین مقوله محوری در ارتباط با ابعاد تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی شناسایی شد که پایه شکل‌گیری مدل مفهومی نهایی را فراهم ساخت. در مرحله کدگذاری انتخابی، پژوهشگر به دنبال شناسایی مقوله هسته و یکپارچه‌سازی یافته‌ها بود. در این مرحله چارچوب TPACK به‌عنوان لنز نظری مورد استفاده قرار گرفت تا مقوله‌های به‌دست‌آمده در قالب یک ساختار جامع و منسجم سازمان‌دهی شوند. هسته مرکزی پژوهش «تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی در چارچوب TPACK» تعیین شد و مقوله‌های اصلی و فرعی حول ابعاد این مدل (دانش محتوایی، پداگوژیکی، فناورانه و تعاملات میان آن‌ها) بازآرایی گردیدند. به این ترتیب، چارچوب نظری TPACK نه در مرحله محوری، بلکه در مرحله انتخابی به‌عنوان الگوی نهایی برای تلفیق یافته‌ها به‌کار گرفته شد.

برای اطمینان از اعتبار و اعتمادپذیری داده‌های حاصل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، چند اقدام اصلی انجام شد. نخست، پرسش‌های مصاحبه با دقت و بر اساس ادبیات نظری تدوین و پیش از اجرا در قالب مطالعه مقدماتی با دو نفر از متخصصان بررسی و اصلاح گردید. دوم، بخشی از نتایج و خلاصه مصاحبه‌ها در اختیار مشارکت‌کنندگان قرار گرفت تا درستی آن‌ها را تأیید کنند. سوم، بخشی از فرایند کدگذاری توسط پژوهشگر دوم بازبینی شد تا از ثبات و پایایی کدها اطمینان حاصل شود. همچنین با مستندسازی دقیق مراحل پژوهش و ارائه توضیحات کافی درباره زمینه مشارکت‌کنندگان و شرایط مصاحبه، امکان قضاوت خوانندگان درباره تعمیم‌پذیری نتایج فراهم گردید.

یافته‌ها

در این بخش به بررسی مصاحبه ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها در راستای پاسخ به سوال پژوهش پرداخته می‌شود:
ابعاد و مؤلفه‌های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی در تجارب اساتید و متخصصان چگونه است؟

ابتدا فرایند استخراج داده ها از مصاحبه در قالب یک نمونه در جدول ۲ نشان داده شد.

جدول ۲. نمونه از فرایند تحلیل مصاحبه ها از متن مصاحبه تا ابعاد

کد مصاحبه شوندگان	بخشی از متن مصاحبه	مفهوم	مولفه	بعد
L	در هنگام استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، عمدتاً از روش‌هایی نظیر یادگیری مبتنی بر بازی و داستان بهره برده‌ام.	استفاده از بازی و داستان در آموزش	تجارب و روش‌های فعال آموزشی با AI	دانش پداگوژیکی(pk)

پس از دسته‌بندی نتایج مقایسه آن‌ها با یکدیگر ، نتایج با استفاده از رویکرد تجمیعی،ترکیب و در نهایت ابعاد و مولفه ها در جدول۳ ارائه شد.

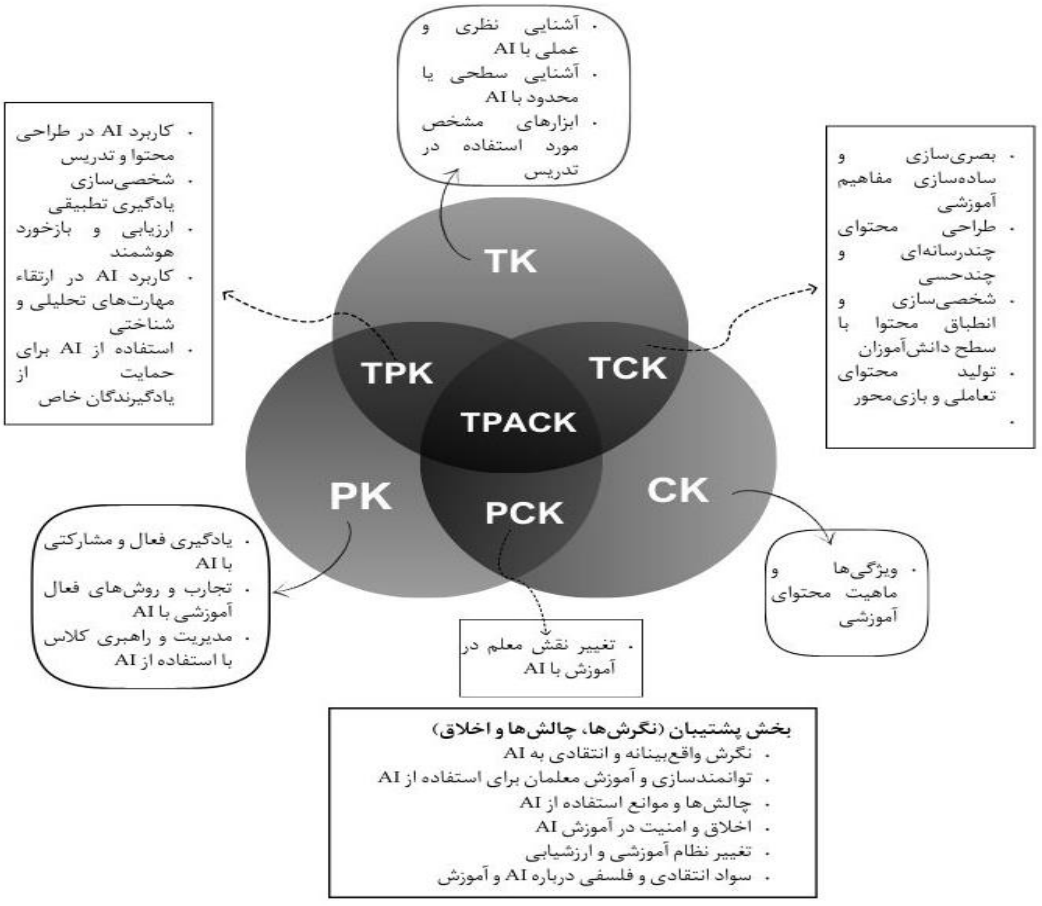
جدول ۳. کدگذاری تجارب اساتید و متخصصان جهت شناسایی ابعاد و مولفه های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی

کد مصاحبه شوندگان	مفهوم	مولفه	بعد
H, G, M	شناخت نظری و کاربردی هوش مصنوعی سواد نظری و کاربردی دانش مهندسی گفتگو(Prompt Engineering)	آشنایی نظری و عملی با هوش مصنوعی	دانش فناورانه(TK)
B, P, Q, C	آشنایی سطحی با هوش مصنوعی تجربه کم در استفاده از هوش مصنوعی نبود درک شفاف اولیه از هوش مصنوعی حرکت با آزمون و خطا	آشنایی سطحی یا محدود با هوش مصنوعی	
H, B, L, M, I, G, N, K, O, P, Q	ابزارهای عمومی و تولید محتوا(ChatGPT ، Canva) ابزارهای بومی و کودک محور (شادیار، کوییزیز فارسی) شبیه‌سازها و ابزارهای تعاملی Google Classroom ChatGPT Canva Gemini Notion Adobe Captivate Quizizz Edpuzzle	ابزارهای مشخص مورد استفاده در تدریس	
H, N,E,S, M, R, B, C	یادگیری مبتنی بر مسئله و پروژه‌محور یادگیری معکوس یادگیری مشارکتی و فعال	یادگیری فعال و مشارکتی با هوش مصنوعی	دانش پداگوژیکی(pk)
L, I, G, N, K, M, O, P	استفاده از بازی و داستان بازی وارسازی یادگیری ترکیبی(Blended Learning) یادگیری اکتشافی یادگیری چندرسانه‌ای یادگیری حل مسئله	تجارب و روش‌های فعال آموزشی با هوش مصنوعی	
C, B, P	کنترل معلم طراحی تکالیف مقاوم به تقلب اجتناب از استاد محوری حفظ تعامل انسانی	مدیریت و راهبری کلاس با استفاده از هوش مصنوعی	
H, L,S, I, M, N, K, O, P, G	سازگاری بالا در دروس نیازمند تحلیل و استدلال سازگاری در دروس فنی و مهارتی سازگاری کامل محتوای تخصصی کامپیوتر با فناوری تطابق با محتوای مهارتی و پایه‌ای	ویژگی‌ها و ماهیت محتوای آموزشی	دانش محتوایی(CK)
A, H, B, L, I	استفاده از هوش مصنوعی در تمام مراحل تدریس (طراحی، اجرا، ارزشیابی) تولید محتوا و جذاب‌سازی دروس طراحی اسلاید و تحقیق	کاربرد هوش مصنوعی در طراحی محتوا و تدریس	دانش فناورانه – پداگوژیکی(TPK)
L, I, E,G, K	یادگیری تعاملی و شخصی‌سازی‌شده تنظیم فعالیت‌ها متناسب با نیاز هر دانش‌آموز یادگیری تطبیقی بهره‌گیری از یادگیری چندرسانه‌ای	شخصی‌سازی یادگیری تطبیقی	
	ارزیابی خودکار	ارزیابی و بازخورد هوشمند	

	G, H, L, I,D, N, M, K, B, P	تاثیر هوش مصنوعی در طراحی سوال بازخورد سریع و فردی بازخورد صوتی شخصی‌سازی شده چت‌بات آموزشی پایش مداوم عملکرد	
	G, K, M, N, H,S	تحلیل متن با هوش مصنوعی مدل‌سازی مفاهیم تفکر انتقادی آموزش علوم کشف الگوها تقویت مهارت‌های حل مسئله	کاربرد هوش مصنوعی در ارتقاء مهارت‌های تحلیلی و شناختی
	L, H	آموزش نشانه‌ها با فناوری صوتی-تصویری کمک به دانش‌آموز کندآموز بهبود تلفظ توجه به روانشناسی رشد کودک	استفاده از هوش مصنوعی برای حمایت از یادگیرندگان خاص
دانش فناورانه- محتوایی(TCK)	N,K,S, B	بازنویسی متون پیچیده به زبان ساده‌تر نمایش مرحله‌ای مفاهیم انتزاعی (ریاضی) کمک به درک مفاهیم علوم با مدل‌سازی تولید جلوه‌های بصری با ابزارهای گرافیکی تصویرسازی مدرن برای متون قدیمی	بصری‌سازی و ساده‌سازی مفاهیم آموزشی
	L,G	ترکیب متن، تصویر، بازی و داستان‌گویی تولید تمرین‌های متناسب با سبک‌های یادگیری مختلف استفاده از واقعیت افزوده	طراحی محتوای چندرسانه‌ای و چندحسی
	I,M,D, H	تعیین سطح دشواری تمرین‌ها تولید تمرین‌های اضافی برای دانش‌آموزان سریع‌تر طراحی فعالیت‌های انفرادی متناسب با توان دانش‌آموزان	شخصی‌سازی و انطباق محتوا با سطح دانش‌آموزان
	M, K	طراحی بازی‌های آموزشی ایجاد شبیه‌سازی برای درک مفاهیم	تولید محتوای تعاملی و بازی‌محور
دانش محتوایی – پداگوژیکی(PCK)	H, K,D, A, C, B	تغییر نقش معلم معلم به عنوان تسهیل‌گر نقش راهبری معلم معلم به مثابه فیلسوف پداگوژیک حفظ عاملیت معلم و دانش‌آموز	تغییر نقش معلم در آموزش با هوش مصنوعی
بخش پشتیبان (نگرش‌ها، چالش‌ها و اخلاق	Q, P, B	نگاه واقع‌بینانه به هوش مصنوعی تردید در استفاده گسترده از هوش مصنوعی نگاه انتقادی به اتکای زیاد به فناوری نگرانی از حذف تعامل انسانی	نگرش واقع‌بینانه و انتقادی به هوش مصنوعی
	H,D, L, P, G, M, K	توانمندسازی معلمان آموزش کامل معلمان سواد هوش مصنوعی آموزش مسئولانه استفاده از هوش مصنوعی توسعه TPACK با هوش مصنوعی	توانمندسازی و آموزش معلمان برای استفاده از هوش مصنوعی
	H, M, Q,D,E, P, B	موانع زیرساختی محدودیت در استفاده به دلیل اهمیت امتحانات نهایی نقص همدلی در بازخورد خودکار هوش مصنوعی چالش‌های تقلب	چالش‌ها و موانع استفاده از هوش مصنوعی

	نگرانی از سلامت روان و خلاقیت کودکان	
H, I, L, G, K, N, O, P	لزوم دانش اخلاقی، فلسفی و امنیت سایبری	اخلاق و امنیت در آموزش
	نگرانی درباره سوگیری و حریم خصوصی	هوش مصنوعی
	تأثیر هوش مصنوعی بر سلامت روان و خلاقیت کودکان	
	آموزش مسئولانه استفاده از هوش مصنوعی	
R, L, t, I, H	نیاز به تغییر ارزشیابی	تغییر نظام آموزشی و ارزشیابی
	بازطراحی محتوای کتب درسی	
	طراحی مشارکتی چارچوب	
	مشارکت ذی‌نفعان	
	مخالفت با دوگانه انسان/هوش مصنوعی	سواد انتقادی و فلسفی درباره
H, B, C, A, M	آموزش انتقادی هوش مصنوعی	هوش مصنوعی و آموزش
	نقد نگاه ابزاری به هوش مصنوعی	
	نقش تربیتی معلم	
	سواد انتقادی و اخلاقی هوش مصنوعی	

طی فرایند کدگذاری داده‌های مصاحبه، در مجموع ۱۰۳ مفهوم استخراج گردید. این مفاهیم پس از ادغام و پالایش در مرحله کدگذاری محوری، در قالب ۲۳ مؤلفه سازمان‌دهی شدند. در نهایت، در مرحله کدگذاری انتخابی، این مؤلفه‌ها در چارچوب نظری TPACK بازآرایی گردیده و در قالب ۷ بعد اصلی معرفی شدند. خلاصه این یافته‌ها در قالب شکل شماره (۱) ارائه شده است.



شکل ۱. ابعاد و مولفه های تدریس اثربخش مبتنی بر هوش مصنوعی در چارچوب **TPACK** در تجارب اساتید و متخصصان

دانش فناورانه (TK)

یافته‌ها نشان داد که دانش فناورانه معلمان در حوزه تدریس با هوش مصنوعی طیفی از شناخت نظری و عملی تا تجربه‌های سطحی و آزمون و خطا را شامل می‌شود. بخشی از مشارکت‌کنندگان تأکید داشتند که بدون درک منطق عملکرد ابزارهای هوشمند، استفاده از آن‌ها به سطحی ابزاری و کم‌اثر محدود می‌ماند. یکی از معلمان در این زمینه تصریح کرد که «آشنایی من با هوش مصنوعی فقط در حد نظری نیست؛ من سعی کرده‌ام در عمل هم بفهمم که این ابزارها چگونه می‌توانند در یادگیری دانش‌آموز تأثیر بگذارند» (H). در مقابل، برخی دیگر از مصاحبه‌شوندگان تجربه‌ای بسیار محدود داشتند و استفاده از هوش مصنوعی را بیشتر به صورت آزمون و خطا پیش می‌بردند؛ چنان‌که یکی از آنان اشاره کرد: «من استفاده‌ام خیلی سطحی بوده، بیشتر برای کارهای ساده مثل جست‌وجو یا تولید متن. واقعیتش این است که درک دقیقی از نحوه کار هوش مصنوعی ندارم و معمولاً با آزمون و خطا جلو می‌روم» (B).

افزون بر این، داده‌ها نشان داد که انتخاب ابزارها غالباً بر اساس معیارهایی همچون سهولت دسترسی، رایگان‌بودن و پشتیبانی از زبان فارسی صورت می‌گیرد. به گفته یکی از مشارکت‌کنندگان، «اولین ملاک برای انتخاب ابزار برای من این است که رایگان باشد و بتوان در ایران و ترجیحا بدون فیلترشکن از آن استفاده کرد» (O). این در حالی است که برخی دیگر با ترکیب ابزارهای مختلف مانند ChatGPT، Canva یا Storyline تجربه‌های عمیق‌تری را در تلفیق فناوری با محتوای آموزشی گزارش کرده‌اند؛ همان‌طور که یکی از اساتید توضیح داد: «ترکیب ChatGPT برای تولید محتوا و Storyline برای ارائه تعاملی، بسیار مؤثر بوده است» (G).

در مجموع، تحلیل‌ها حاکی از آن است که دانش فناورانه (TK) معلمان صرفاً به کاربری ابزاری محدود نمی‌شود، بلکه شامل توانایی تحلیل و ارزیابی خروجی‌ها، شناخت محدودیت‌ها و استفاده خلاقانه از فناوری در طراحی سناریوهای یادگیری است. تفاوت میان تجربه‌های سطحی و تجربه‌های تلفیقی و پیشرفته نشان‌دهنده وجود شکاف در سواد فناورانه معلمان است؛ شکافی که می‌تواند بر کیفیت تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی تأثیرگذار باشد.

دانش پداگوژیکی (PK)

در تحلیل داده‌ها مشخص شد که معلمان برای بهره‌گیری اثربخش از هوش مصنوعی در تدریس، به تغییر در شیوه‌های آموزشی خود تأکید دارند. آن‌ها معتقدند که این فناوری باید در راستای یادگیری فعال، مشارکتی و مبتنی بر تجربه به کار گرفته شود. همچنین برخی تأکید داشتند که نقش خلاقیت معلم در آموزش ابتدایی غیرقابل جایگزین است. چنان‌که یک معلم بیان کرد: «برای آموزش مفاهیم دشوار، از روش‌های قصه و بازی استفاده می‌کنم. سعی می‌کنم مفاهیم را به صورت داستان‌های ساده و قابل درک برای کودکان بیان کنم. هوش مصنوعی در این زمینه کمک‌کننده نبوده است، زیرا من معتقدم که این داستان‌ها باید از ذهن خلاق خود معلم و بر اساس شناخت او از دانش‌آموزانش شکل بگیرند» (P).

همچنین بخش دیگری از معلمان بر اهمیت ارتباط انسانی در فرآیند آموزش تأکید کردند. به گفته یکی از مصاحبه‌شوندگان: «آموزش‌ها در ابتدایی عمدتاً بر پایه ارتباط و شناخت متقابل بین معلم و دانش‌آموز است» (Q). این دیدگاه نشان می‌دهد که حتی در استفاده از فناوری‌های نوین، تعامل انسانی هسته اصلی یادگیری باقی می‌ماند.

از سوی دیگر، برخی معلمان به قابلیت‌های هوش مصنوعی در طراحی فعالیت‌های نوین اشاره کرده‌اند. برای نمونه، یکی از آنان اظهار داشت: «یادگیری مبتنی بر پروژه یا معکوس‌کردن کلاس را می‌توان با کمک ابزارهای هوش مصنوعی جذاب‌تر کرد، چون به معلم کمک می‌کند محتوای متنوع و تعاملی تولید کند و فرصت بیشتری برای فعالیت‌های گروهی در کلاس داشته باشد» (K).

در مجموع، یافته‌ها بیانگر آن است که در بعد دانش پداگوژیکی، استفاده از هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری در خدمت یادگیری فعال و انسانی دیده می‌شود، نه جایگزینی برای نقش معلم.

دانش محتوایی (CK)

یافته‌ها نشان داد که معلمان از هوش مصنوعی برای ساده‌سازی و غنی‌سازی محتوا استفاده می‌کنند. در درس فارسی، یک معلم توضیح داد: «من اغلب از ChatGPT برای تولید تمرین‌های متنوع در درس فارسی استفاده می‌کنم. وقتی می‌خواهم متن‌های روخوانی جدید داشته باشم یا سوال‌های درک مطلب طراحی کنم، از آن کمک می‌گیرم و بعد خودم اصلاح می‌کنم.» (H).

با این حال، محدودیت‌هایی نیز گزارش شد. به گفته یکی از معلمان: «بعضی وقت‌ها محتوایی که تولید می‌کند، با سطح بچه‌های ابتدایی هماهنگ نیست و مجبورم خودم ساده‌سازی کنم.» (B) و دیگری تصریح کرد: «تلفیق به آن صورت که شما بیان می‌کنید، خیر. نهایتاً در حد سوال از چت جی پی تو برای ارائه مثال یا توضیح بیشتر بوده است.» (Q).

برخی تجربه‌های خلاقانه‌تر نیز بیان شد؛ مانند استفاده از ابزارهای ترکیبی برای تولید محتوا: «برای طراحی پرسش‌ها، مثال‌ها و محتوای آموزشی، بیشتر از ابزار Canva و ChatGPT استفاده کرده‌ام... این دو ابزار، به‌ویژه برای تهیه محتوا، ابزارهای اصلی من بوده‌اند.» (B) همچنین، یک معلم به شخصی‌سازی تمرین‌ها اشاره داشت: «بله چون امکان تعیین سطح دشواری و سطح فراگیران وجود داره میشه سوالات و مباحث خاص همون سطح و با سطح دشواری موردنظر رو دریافت کرد.» (I).

در مجموع، هوش مصنوعی در بعد دانش محتوایی بیشتر در سه مسیر به کار رفته است: تولید و تنوع‌بخشی به محتوا، ساده‌سازی و بومی‌سازی آن برای سطح دانش‌آموزان ابتدایی، و طراحی تمرین‌های متناسب با نیاز و سطح یادگیرندگان.

دانش پداگوژیکی–فناورانه (TPK)

یافته‌ها نشان داد که معلمان در به‌کارگیری هوش مصنوعی، بیش از همه بر رویکردهای فعال و دانش‌آموزمحور مانند کلاس معکوس و یادگیری مبتنی بر پروژه تأکید دارند. در این الگوها، هوش مصنوعی امکان تولید محتوای اولیه، شبیه‌سازی و ایده‌پردازی را برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند و معلم فرصت بیشتری برای بحث، تعامل و تعمیق مفاهیم در کلاس به دست می‌آورد. به گفته یکی از معلمان: «در روش پروژه‌ای، هوش مصنوعی کمک می‌کند بچه‌ها به منابع متنوع و پاسخ‌های باز دسترسی داشته باشند... حتی بعضی وقت‌ها خودشون با کمک هوش مصنوعی بخشی از پروژه‌شون رو طراحی یا تحلیل می‌کنن.» (K)

همچنین، داده‌ها نشان داد که هوش مصنوعی در مدیریت زمان و تنوع‌بخشی به فعالیت‌های کلاسی نقش مهمی دارد. برخی معلمان از این فناوری برای تولید تمرین‌های اضافی یا تنظیم فعالیت‌های فردی بهره برده‌اند تا دانش‌آموزانی که سریع‌تر پیش می‌روند، بدون اتلاف وقت درگیر شوند.

با وجود این، نگرانی‌ها نیز برجسته است. شماری از معلمان تأکید داشتند که در مقطع ابتدایی، ارتباط عاطفی و اجتماعی معلم با دانش‌آموزان جایگزین‌ناپذیر است. یکی از معلمان تصریح کرد: «تدریس در ابتدایی چیزی فراتر از انتقال اطلاعات است؛ ما باید مهارت‌های اجتماعی و همدلی را آموزش دهیم و هوش مصنوعی نمی‌تواند در این زمینه نقش معلم را ایفا کند.» (P)

در مجموع، یافته‌ها حاکی از آن است که کاربست دانش پداگوژیکی–فناورانه در تدریس با هوش مصنوعی، از یک سو فرصت نوآوری در روش‌های فعال یاددهی–یادگیری را فراهم می‌کند، و از سوی دیگر مستلزم حفظ نقش انسانی و تعاملی معلم است تا از تقلیل آموزش به صرف انتقال محتوا جلوگیری شود.

دانش پداگوژیکی–محتوایی (PCK)

تحلیل داده‌ها نشان داد که در بعد پداگوژیکی–محتوایی، تمرکز معلمان بر چگونگی انتقال مؤثر مفاهیم تخصصی هر درس با کمک هوش مصنوعی است. در این زمینه، هوش مصنوعی بیشتر به‌عنوان ابزاری برای توضیح، ساده‌سازی و تقویت یادگیری مفاهیم دشوار به کار گرفته شده است. برای مثال، یکی از معلمان ابتدایی توضیح داد: «در آموزش مفاهیم دشوار مانند تفاوت بین حروف مشابه (مثلاً ث، س، ش)، از روش‌هایی مثل آموزش چندحسی، داستان‌گویی، تصویرسازی ذهنی و بازی آموزشی استفاده می‌کنم. ابزارهای هوش مصنوعی به من کمک می‌کنند تا بتوانم برای هر کودک با سبک یادگیری خاص، تمرین متناسب طراحی کنم.» (L)

در حوزه علوم و ریاضی، توجه معلمان به بصری‌سازی مفاهیم انتزاعی و ایجاد تعامل چندجانبه با کمک هوش مصنوعی پررنگ است. یک معلم ریاضی بیان کرد: «برای آموزش تقسیم چندرقمی، از ابزارهایی که مرحله به مرحله راهنمایی می‌کردند استفاده کردم. هوش مصنوعی کمک می‌کند مفاهیم انتزاعی، بصری بشن، و همین باعث یادگیری عمیق‌تر می‌شه.» (K)

در دروس ادبیات و زبان نیز از هوش مصنوعی برای بازنویسی و تصویرسازی متن‌های دشوار استفاده شده است. به گفته یکی از معلمان: «مفاهیم دشوار در ادبیات مانند شرح اشعار عرفانی حافظ را با مقایسه و داستان‌سرایی تدریس می‌کنم... با استفاده از هوش مصنوعی، می‌توانم یک متن عرفانی را به یک داستان ساده‌تر بازنویسی کنم یا تصویرسازی مدرن ایجاد کنم.» (N)

با وجود این، شماری از معلمان به محدودیت‌های پداگوژیکی هوش مصنوعی اشاره داشتند. برخی معتقد بودند که داستان‌ها و مثال‌های آموزشی باید بر اساس شناخت معلم از دانش‌آموزان ساخته شود نه توسط ماشین: «برای آموزش مفاهیم دشوار، از روش‌های قصه و بازی استفاده می‌کنم... هوش مصنوعی در این زمینه کمک‌کننده نبوده است، زیرا این داستان‌ها باید از ذهن خلاق خود معلم شکل بگیرند.» (P)

در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهد که دانش پداگوژیکی–محتوایی در کاربست هوش مصنوعی بیشتر بر سه محور استوار است: (۱) طراحی تمرین‌های متناسب با سبک‌های یادگیری، (۲) بصری‌سازی و ساده‌سازی مفاهیم دشوار، و (۳) بازنویسی

محتوای پیچیده به زبان قابل فهم‌تر. در کنار این ظرفیت‌ها، همچنان بر ضرورت نقش تفسیرگر و خلاق معلم تأکید می‌شود تا خروجی‌های هوش مصنوعی متناسب با نیاز و سطح یادگیرندگان ابتدایی گردد.

دانش فناورانه–محتوایی (TCK)

تحلیل داده‌ها نشان داد که یکی از مهم‌ترین ابعاد تجربه اساتید و معلمان، توانایی درک رابطه میان ماهیت محتوا و ابزارهای فناورانه هوش مصنوعی است. در این زمینه، معلمان تأکید داشتند که فناوری صرفاً یک ابزار جانبی نیست، بلکه شیوه سازمان‌دهی و انتقال مفاهیم علمی را دگرگون می‌سازد. برای نمونه، برخی از معلمان به قابلیت هوش مصنوعی در بصری‌سازی و ساده‌سازی مفاهیم پیچیده اشاره کردند و بیان داشتند: «هوش مصنوعی وقتی برای توضیح یک مفهوم علمی نمودار یا انیمیشن تولید می‌کنه، بچه‌ها سریع‌تر متوجه می‌شن و درک‌شون عمیق‌تر می‌شه» (کد N).بعد دیگر در این زمینه، شخصی‌سازی محتوا بود. چند تن از مشارکت‌کنندگان اظهار کردند که هوش مصنوعی امکان انطباق محتوا با سطح و نیاز یادگیرندگان را فراهم می‌کند. یکی از معلمان تصریح کرد: «مثلاً وقتی موضوع ریاضی رو تدریس می‌کنم، هوش مصنوعی می‌تونه برای هر دانش‌آموز با توجه به سرعت یادگیریش تمرین متفاوت طراحی کنه» (کد K). این رویکرد نه تنها انگیزه یادگیری را تقویت می‌کند بلکه عدالت آموزشی را نیز ارتقا می‌دهد.

یافته‌ها همچنین نشان داد که استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به‌ویژه در دروس علوم و ریاضی، امکان طراحی سناریوهای شبیه‌سازی شده را فراهم آورده است. این شبیه‌سازی‌ها به دانش‌آموزان فرصت می‌دهد تا فرایندهای علمی پیچیده را در قالبی تعاملی تجربه کنند. یکی از معلمان علوم اظهار داشت: «من وقتی درباره چرخه آب تدریس می‌کنم، با کمک هوش مصنوعی می‌شه فیلم کوتاه یا شبیه‌سازی تولید کرد که بچه‌ها دقیقاً ببینن آب از تبخیر تا بارش چه مراحلی رو طی می‌کنه» (کد G).

با این حال، محدودیت‌ها نیز مورد توجه قرار گرفت. برخی مصاحبه‌شوندگان هشدار دادند که اگرچه هوش مصنوعی می‌تواند محتوای متنوع و خلاقانه تولید کند، اما بدون نظارت معلم، خطر سطحی‌سازی مفاهیم و ارائه اطلاعات ناقص وجود دارد. به تعبیر یکی از آن‌ها: «گاهی جواب‌های هوش مصنوعی خیلی سریع و آماده است، اما عمق لازم رو نداره و اگه بچه‌ها فقط به اون تکیه کنن، درک مفاهیم اصلی براشون سخت می‌شه» (کد P).

در مجموع، یافته‌ها نشان داد که بعد TCK زمانی بیشترین کارآمدی را دارد که معلمان بتوانند بین امکانات فناورانه هوش مصنوعی و ساختار محتوایی درس پیوندی معنادار برقرار کنند؛ به گونه‌ای که فناوری نه جایگزین محتوا بلکه بسط‌دهنده و تفسیرگر آن باشد.

بخش پشتیبان (نگرش‌ها، چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی)

تحلیل داده‌ها نشان داد که نگرش معلمان نسبت به تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی، طیفی از پذیرش فرصت‌ها تا نگرانی از چالش‌ها و پیامدهای اخلاقی را شامل می‌شود.از منظر نگرشی، بسیاری از معلمان هوش مصنوعی را دستیار آموزشی توانمند تلقی می‌کنند که می‌تواند با کاهش کارهای تکراری و تولید محتوای متنوع، زمان بیشتری برای تعامل انسانی در اختیار آن‌ها قرار دهد. به بیان یکی از معلمان: «هوش مصنوعی برای من به معنای دستیاری جدید و کارآمد است، نه یک جایگزین برای معلم. می‌تواند کارهای روتین را سریع‌تر انجام دهد و وقت بیشتری برای تعامل با دانش‌آموزان باقی بگذارد.» (O). با این حال، چالش‌ها و موانع زیرساختی از موضوعات پرتکرار در مصاحبه‌ها بود. برخی معلمان به ضعف دسترسی در مدارس دولتی و کمبود امکانات فنی اشاره کردند و تأکید داشتند که استفاده گسترده از هوش مصنوعی بدون فراهم‌شدن این پیش‌نیازها امکان‌پذیر نیست.

نگرانی مهم دیگر، خطر جایگزینی تعامل انسانی با ابزارهای هوشمند بود. معلمان ابتدایی به‌ویژه تأکید داشتند که آموزش در این مقطع بر پایه روابط عاطفی و اجتماعی بنا شده است و نمی‌توان این نقش را به فناوری سپرد: «تدریس در ابتدایی چیزی فراتر از انتقال اطلاعات است؛ ما باید مهارت‌های اجتماعی و همدلی را آموزش دهیم و هوش مصنوعی نمی‌تواند در این زمینه نقش معلم را ایفا کند.» (P)

از جنبه اخلاقی، برخی معلمان به موضوعاتی مانند وابستگی بیش از حد دانش‌آموزان به ابزارهای هوش مصنوعی، صحت و اعتبار محتوای تولیدشده، و ضرورت هدایت آگاهانه توسط معلم اشاره کردند. یک معلم توضیح داد که گاهی پاسخ‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی دقیق یا متناسب با سطح فراگیران نیست و نیاز به بازبینی دارد (B).

در نتیجه، درک و مدیریت نگرش‌ها و چالش‌های اخلاقی، شرط اصلی برای نهادینه‌سازی موفق تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی در است.

نتیجه گیری و بحث

برآیند مصاحبه‌ها در پژوهش حاضر نشان داد که ادغام هوش مصنوعی در تدریس، تحولی بنیادین در نقش معلم، محتوا و فرایند یاددهی–یادگیری به وجود آورده است. یافته‌ها در چهارچوب TPACK نمایانگر گذار از نقش معلم به‌عنوان انتقال‌دهنده محتوا به نقش تسهیل‌گر یادگیری هوشمند هستند؛ مفهومی که به‌روشنی با نظریه‌هایی مانند آموزگاری شناختی و رویکرد سازنده‌گرایی هم‌خوانی دارد (کالینز[1]، براون[2] و نیومن[3]، ۱۹۸۹). این جمع‌بندی با ادبیات بین‌المللی همسو است که ادغام هوش مصنوعی را محرّک دگردیسی در نقش معلم، سازمان محتوا و شیوه‌های ارزشیابی می‌داند(باند[4] و همکاران، ۲۰۱۹).

در بُعد دانش فناورانه (TK)، تجربه مشارکت‌کنندگان نشان می‌دهد معلمان باید از آشنایی صرف، به سطحی برسند که توانایی تحلیل فرایندها و شناخت محدودیت‌های هوش مصنوعی را در خود جای دهند. این یافته تأکید می‌کند که تربیت معلم در عصر هوش مصنوعی نیازمند برنامه‌های آموزشی تازه‌ای است که ترکیبی از سواد فناورانه، تفکر انتقادی و شناخت الگوریتمی را پرورش دهد(احمدی حاجی و همکاران، ۱۴۰۴؛ زاواکی–ریشتر[5]، مارین[6]، باند[7] و گوورنور[8]، ۲۰۱۹).

در بعد دانش پداگوژیکی (PK)، هوش مصنوعی به بازسازی رویکردهای فعال یاددهی مانند کلاس معکوس، پروژه‌محور، و مسئله‌محور کمک کرده است. این تطبیق با نظریه‌های یادگیری سازنده‌گرایانه و پژوهش‌هایی درباره یادگیری فعال هم‌راستاست که نشان می‌دهند رویکردهای تعاملی موجب بهبود عملکرد و انگیزه یادگیرندگان می‌شوند(یونسکو[9]، ۲۰۲۳ ؛ هولمز[10]، بیالیک[11] و فادل[12]، ۲۰۲۱).

در بعد دانش محتوایی (CK)، یافته‌ها حاکی از آن است که هوش مصنوعی اجازه می‌دهد محتوای دشوار، بازنویسی و ساده‌سازی شود؛ با این حال، معلم همچنان نقش حیاتی در بازتفسیر، تنظیم و بومی‌سازی این محتوا دارد(ادن[13]، چیسوم[14] و آدنیی[15]، ۲۰۲۴). این یافته با مطالعاتی درباره شخصی‌سازی و بازآفرینی محتوا در یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی نیز همسواست(پاندیتا[16] و کیران[17]، ۲۰۲۳).

در بُعد دانش پداگوژیکی–فناورانه (TPK)، مشارکت‌کنندگان بر تنظیم‌گری تعامل انسان–ماشین تأکید داشتند: هوش مصنوعی برای شخصی‌سازی و پایش مفید است، اما تعامل انسانی، به‌ویژه در پایه‌های ابتدایی و در پرورش مهارت‌های اجتماعی وهیجانی، غیرقابل جایگزین می‌ماند. ادبیات علمی نیز رویکرد، مکمل، نه جایگزین، را توصیه می‌کند و هشدار می‌دهد اتکای بی‌چون‌وچرا به توصیه‌های فناوری های پیشرفته چون هوش مصنوعی می‌تواند فهم موقعیت‌مند معلم از یادگیری را تضعیف کند (لاکین[18]، ۲۰۱۸؛ هولمز و همکاران، ۲۰۲۱).

در بُعد دانش فناورانه–محتوایی (TCK)، ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند محتوای تخصصی را به‌واسطه‌ی شبیه‌سازی، واقعیت افزوده و تولید چندرسانه‌ای بازآفرینی کنند و به فهم بهتر مفاهیم پیچیده یاری رسانند. این امر، امکان شخصی‌سازی محتوا متناسب با سطح و سبک یادگیری دانش‌آموزان را فراهم می‌سازد و سبب ارتقای دسترس‌پذیری آموزشی می‌شود. بااین‌حال، داده‌های مصاحبه‌ها نشان دادند که معلم همچنان باید نقش ناظر علمی و بومی‌ساز محتوا را ایفا کند، چراکه محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی نیازمند صحت‌سنجی و انطباق با شرایط فرهنگی و آموزشی است. مطالعات اخیر نیز این یافته را تأیید می‌کنند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که «دانش فناورانه–محتوایی» (TCK) در چارچوب‌های نوین AI-TPACK نقش تعیین‌کننده‌ای در توانایی معلمان برای تلفیق مؤثر فناوری و محتوا دارد. به‌طور مثال، پژوهش یوئه [19]و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که میزان آمادگی TPACK معلمان و نگرش آن‌ها به آموزش هوش مصنوعی، ارتباط مستقیمی با قابلیت به‌کارگیری اثربخش فناوری‌های هوشمند در تدریس دارد. همچنین، نتایج مطالعه‌ی

1 Collins
2 Brown
3 Newman
4 Bond
5 Zawacki-Richter
6 Marín
7 Bond
8 Gouverneur
9 UNESCO
10 Holmes
11 Bialik
12 Fadel
13 Eden
14 Chisom
15 Adeniyi
16 Pandita
17 Kiran
18 Luckin
19 Yue

نینگ [1](۲۰۲۴) با استفاده از مدل‌یابی معادلات ساختاری نشان داد که مؤلفه‌های فناورانه—پداگوژیکی و فناورانه—محتوایی مرتبط با AI، قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های شکل‌گیری AI-TPACK هستند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که بدون تقویت TCK و ابعاد همبسته با آن، ادغام هوش مصنوعی در برنامه‌های درسی نمی‌تواند به سطح مطلوبی از اثربخشی برسد. افزون بر این، پژوهش‌های سان [2]و همکاران (۲۰۲۳) و کونگ [3](۲۰۲۴) نیز بیانگر آن است که دوره‌های توانمندسازی معلمان که به‌طور خاص بر توسعه TCK و AI-TCK تمرکز دارند، نقش مهمی در ارتقای کیفیت تلفیق فناوری‌های هوشمند در تدریس و یادگیری ایفا می‌کنند. تحقیقات اخیر در ترکیه نیز بیانگر آن است که مهارت دیجیتالی معلمان تنها زمانی به توسعه‌ی TCK و AI-TPACK منجر می‌شود که با سواد محتوایی و پداگوژیکی ترکیب گردد (حسینی، ۱۴۰۴ ؛هاوا[4]، ۲۰۲۵).

در بعد دانش پداگوژیکی- محتوایی (PCK) مصاحبه‌ها نشان دادند هوش مصنوعی در بازنمایی گرافیکی، شبیه‌سازی و تولید مثال‌های چندرسانه‌ای برای مفاهیم پیچیده توانمند است؛ بااین‌حال، خلق استعاره‌های آموزشی، داستان‌پردازی و پل‌زدن میان دانش پیشین و جدید همچنان محصول قوه‌ی خلاقه‌ی معلم است. این یافته همسو با پژوهش‌هایی است که بر نقش هم‌آفرینی انسان و هوش مصنوعی در فرآیند یاددهی-یادگیری تأکید دارند(چن[5]، چن[6] و لین[7]، ۲۰۲۰).

در بخش پشتیبان (نگرش‌ها، چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی)، نگرش معلمان نسبت به هوش مصنوعی دوگانه بود: از یک سو، هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری برای صرفه‌جویی در زمان و افزایش کارآمدی تلقی می‌شد؛ از سوی دیگر، نگرانی‌هایی درباره وابستگی، صحت محتوا، و کاهش تعامل انسانی مطرح بود-که نیاز به چارچوب اخلاقی و سیاست‌گذاری دقیق را برجسته می‌سازد(مطلبی نژاد، فاضلی و نوائی،۱۴۰۲؛ پاندیتا و کیران، ۲۰۲۳؛ ادن و همکاران، ۲۰۲۴).

یافته‌های این پژوهش نشان دادند که ادغام هوش مصنوعی در آموزش نه صرفاً یک تغییر فناورانه، بلکه تحولی پارادایمی در نقش معلم، محتوا و فرایند یاددهی—یادگیری است. بر اساس تحلیل مصاحبه‌ها و پیشینه نظری، روشن شد که موفقیت در بهره‌گیری از هوش مصنوعی منوط به سه محور بنیادین است: توانمندسازی حرفه‌ای معلمان، هم‌افزایی با رویکردهای یادگیری فعال، و توجه به ملاحظات اخلاقی و سیاستی.

نخست، توانمندسازی معلمان کلید اصلی ادغام موفق است. نتایج نشان داد که معلمانی که آموزش‌های حرفه‌ای هدفمند دریافت کرده‌اند، نه‌تنها اعتماد بیشتری به استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی پیدا کرده‌اند بلکه در طراحی فعالیت‌های خلاقانه و شخصی‌سازی یادگیری نیز توانمندتر شده‌اند. پژوهش دانشگاه کلن در سال ۲۰۲۵ نیز نشان داد که گذراندن دوره‌های تخصصی هوش مصنوعی اعتماد به نفس و مهارت‌های معلمان را در بهره‌برداری آموزشی به‌طور معناداری ارتقا می‌دهد (بکر-گنشو[8]، لادمان [9]و هنزه[10]، ۲۰۲۵). این یافته‌ها بیانگر آن است که توسعه حرفه‌ای معلمان باید به بخشی پایدار از برنامه‌های ملی و نهادی بدل شود.

دوم، هم‌افزایی هوش مصنوعی با یادگیری فعال از اهمیت زیادی برخوردار است. معلمان در مصاحبه‌ها تأکید کردند که هوش مصنوعی بیشترین ارزش خود را زمانی نشان می‌دهد که در خدمت یادگیری پروژه‌محور، کلاس معکوس یا مسئله‌محور باشد؛ رویکردهایی که تعامل و انگیزه یادگیرندگان را تقویت می‌کنند. مطالعات اخیر نیز این دیدگاه را تأیید می‌کنند و نشان می‌دهند که همکاری معلم—هوش مصنوعی می‌تواند بهره‌وری و تعهد حرفه‌ای را افزایش دهد، بدون اینکه نقش انسانی معلم کمرنگ شود(علوم رفتاری[11]، ۲۰۲۴).

سوم، مدیریت اخلاقی و سیاست‌گذاری مسئولانه ضرورتی بنیادین است. نگرانی‌های مطرح‌شده در مصاحبه‌ها مانند صحت محتوای تولیدی، کاهش تعامل انسانی، و خطر وابستگی بیش از حد به هوش مصنوعی همگی مؤید نیاز به چارچوب‌های اخلاقی شفاف هستند. پژوهش‌های نظری و سیاستی نیز تأکید دارند که ادغام پایدار هوش مصنوعی در آموزش باید با توجه به شفافیت الگوریتمی، عدالت آموزشی و حفاظت از داده‌های یادگیرندگان طراحی شود (ریس[12]، ۲۰۲۱؛ شبکه اروپایی صداقت آکادمیک[13]، ۲۰۲۳) (,۲۰۲۱؛ ENAI۲۰۲۳). اسناد جهانی نظیر «توصیه‌نامه اخلاقی هوش مصنوعی» یونسکو

1 Ning
2 Sun
3 Kong
4 Hava
5 Chen
6 Chen
7 Lin
8 Becker-Genschow
9 Lademann
10 Henze
11 Behavioral Sciences
12 Reiss
13 ENAI

(۲۰۲۱) نیز بر ضرورت رویکردی انسان‌محور در آموزش آینده تأکید دارند.

از منظر چارچوب TPACK، تحلیل داده‌ها نشان داد که هوش مصنوعی هر یک از ابعاد دانش معلمی را بازتعریف می‌کند:

در TK، مهارت‌های فناورانه معلمان باید شامل درک کاربردها و محدودیت‌های ابزارهای هوشمند شود.

در PK، هوش مصنوعی ابزار پشتیبان طراحی فعالیت‌های یادگیری تعاملی است.

در CK، هوش مصنوعی می‌تواند به بازآفرینی و ساده‌سازی محتوای پیچیده کمک کند، اما بازتفسیر و بومی‌سازی همچنان بر عهده معلم است.

در TPK، هوش مصنوعی زمانی بیشترین اثر را دارد که در کنار رویکردهای فعال یاددهی به‌کار رود. ابزارهایی چون شبیه‌سازها و محیط‌های واقعیت افزوده آموزش را تعاملی‌تر می‌کنند، اما همچنان نیازمند طراحی پداگوژیکی معلم‌اند تا جایگزین تعامل انسانی نشوند.

در PCK، هوش مصنوعی می‌تواند با گرافیک و شبیه‌سازی مفاهیم دشوار را ساده کند، اما خلق استعاره‌ها و روایت‌های آموزشی همچنان به خلاقیت معلم وابسته است. بنابراین ارزش واقعی در هم‌افزایی توان فناورانه با ظرفیت انسانی معلم شکل می‌گیرد.

در TCK نیز هوش مصنوعی به بازنمایی محتوای فناورانه کمک می‌کند، ولی حساسیت فرهنگی و زمینه‌ای باید توسط معلم مدیریت شود.

در مجموع، این یافته‌ها بر یک اصل کلیدی دلالت دارند: هوش مصنوعی باید معلم را ارتقا دهد، نه جایگزین کند. بدین معنا که هوش مصنوعی وظایف تکراری و زمان‌بر را بر عهده گیرد تا معلم بتواند بر وجوه انسانی تدریس، خلاقیت، همدلی و قضاوت اخلاقی، تمرکز کند. آینده آموزش زمانی پایدار، عادلانه و اثربخش خواهد بود که هوش مصنوعی در خدمت توانمندسازی حرفه‌ای معلمان، ارتقای تجربه یادگیری و حفظ انسان‌محوری آموزش قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نویسندگان از تمامی شرکت کنندگان در این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می کنند.

ملاحظات اخلاقی

در جریان اجرای این پژوهش و تهیه مقاله، کلیه قوانین کشوری و اصول اخلاق حرفه ای مرتبط با پژوهش رعایت شده است.

تعارض منافع

در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

حامی مالی

کلیه هزینه های این پژوهش توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

References

Ahmadi Haji, O. Hadi Pour, S. T & Aghili, S. H. (2025). The function of visual arts within the context of photography for enhancing critical thinking among secondary school students, with an emphasis on the STEAM educational approach. *Technology and Knowledge Research in Education*, 5(2), 39–54 [In Persian]. doi: 10.30473/t-edu.2025.73187.1233

Becker-Genschow, S. Lademann, J & Henze, J. (۲۰۲۵). Study: AI Training Strengthens Teacher Confidence and Skills. University of Cologne, AG Digitale Bildung. (University of Cologne Digital Education Group)

Biesta, G. Takayama, K. Kettle, M & Heimans, S. (۲۰۲۰). Teacher education between principle, politics, and practice: A statement from the new editors of the Asia-Pacific Journal of Teacher Education. Asia-Pacific Journal of Teacher Education, ۴۸(۵), ۴۵۵–۴۵۹. https://doi.org/۱۳۵۹۸۶۶/۱۰/۱۰۸۰X.۲۰۲۰/۱۸۱۸۴۸۵

Celik, I. Dindar, M. Muukkonen, H & Järvelä, S. (۲۰۲۲). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. TechTrends, ۶۶(۴), ۶۱۶–۶۳۰. https://doi.org/۱۰/۱۰۰۷/s۱۱۵۲۸-۰۲۲-۰۰۷۱۵-y

Chai, C. Koh, J & Tsai, C.-C. (۲۰۱۳). A review of technological pedagogical content knowledge. Educational Technology & Society, ۱۶, ۳۱–.۵۱

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (۲۰۱۸). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. Procedia Computer Science, ۱۳۶, ۱۶–.۲۴

Chen, L. Chen, P & Lin, Z. (۲۰۲۰). Artificial intelligence in education: A review. IEEE Access, ۸, ۷۵۲۶۴–۷۵۲۷۸. https://doi.org/۱۰/۱۱۰۹/ACCESS.۲۰۲۰/۲۹۸۸۵۱۰

Collins, A. Brown, J. S & Newman, S. E. (۱۹۸۹). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser (pp. ۴۵۳–۴۹۴). Lawrence Erlbaum Associates.

Dawson, S. Joksimovic, S. Mills, C. Gašević, D & Siemens, G. (۲۰۲۳). Advancing theory in the age of artificial intelligence. British Journal of Educational Technology, ۵۴, ۱۰۵۱–۱۰۵۶. https://doi.org/۱۰/۱۱۱۱/bjet.۱۳۳۴۳

Debbagh, M & Jones, W. M. (۲۰۱۵). Examining English language teachers' TPACK in Morocco. International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology (IJEDICT), ۱۱(۳), ۴۲–.۵۶

Dolan, J. (۲۰۱۶). Splicing the divide: A review of research on the evolving digital divide among K-۱۲students. Journal of Research on Technology in Education, ۴۸(۱), ۱۶–.۳۷

Eden, C. A. Chisom, O. N & Adeniyi, I. S. (۲۰۲۴). Integrating AI in education: Opportunities, challenges, and ethical considerations. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, ۱۰(۲), ۰۰۶–۰۱۳. https://doi.org/۱۰/۳۰۵۷۴/msarr.۲۰۲۴/۱۰/۲/۰۰۳۹

ENAI: Recommendations on the ethical use of Artificial Intelligence in Education. (۲۰۲۳). International Journal for Educational Integrity. (ENAI Guidelines)

Foulger, T. S. Wetzel, K & Williams, M. K. (۲۰۱۲). TPACK: A framework for teacher knowledge. In R. Ferdig (Ed.), Research highlights in technology and teacher education ۲۰۱۲(pp. ۱۳–۲۱). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Hava, K. (۲۰۲۵). Correlation of digital proficiency and AI-TPACK competencies among teachers in Turkey. Education and Information Technologies. (Hava, ۲۰۲۵)

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (۲۰۲۱). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning (۲nd ed.). Center for Curriculum Redesign.

Hosseini, N. (2025). Explaining the role of artificial intelligence literacy in strengthening higher-order thinking skills of student teachers, mediated by behavioral engagement and peer interaction. *Technology and Knowledge Research in Education*, 5(2), 55–75 [In Persian]. doi: 10.30473/t-edu.2025.74462.1271

Huddar, R. M. Kharade, K. G & Kamat, R. K. (۲۰۲۳). Designing of AI-based teaching-learning model for revitalizing education. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/۳۷۰۵۶۱۰۵۲

Hwang, G. J. Xie, H. Wah, B. W & Gašević, D. (۲۰۲۰). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. Computers & Education: Artificial Intelligence, ۱, ۱۰۰۰۰۱. https://doi.org/۱۰/۱۰۱۶/j.caeai.۲۰۲۰/۱۰۰۰۰۱

Ibragimov, G. I et al. (۲۰۲۵). Science teachers' use of AI in education from a TCK perspective. Online Journal of Communication and Media Technologies, ۱۵(۳), e۲۰۲۵۲۳. (Ibragimov et al., ۲۰۲۵)

Jaipal-Jamani, K & Figg, C. (۲۰۱۵). A case study of a TPACK-based approach to teacher professional development: Teaching science with blogs. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, ۱۵(۲), ۱۶۱–.۲۰۰

Jamal, A. (۲۰۲۳). The role of artificial intelligence (AI) in teacher education: Opportunities & challenges. International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), ۱۰(۱), ۱۳۹–۱۴۸. https://www.researchgate.net/publication/۳۶۹۳۸۴۱۸۴

Kia, A. (2021). An investigation of the extent of the impact of perceived TPACK knowledge on

the professional development of non-governmental primary school teachers in Amol County. Master's thesis. Amol Institute of Higher Education [In Persian].

Kim, J & Lee, S. (۲۰۲۳). Exploring elementary school teachers' competencies in AI education: A South Korean perspective. Computers and Education: Artificial Intelligence, ۴, ۱۰۰۱۳۷. https://doi.org/۱۰/۱۰۱۶/j.caeai.۲۰۲۳/۱۰۰۱۳۷

Koh, J. H. L. Chai, C. S & Tsai, C. C. (۲۰۱۰). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. Journal of Computer Assisted Learning, ۲۶(۶), ۵۶۳–۵۷۳. https://doi.org/۱۰/۱۱۱۱/j.۱۳۶۵-۲۷۲۹/۲۰۱۰/۰۰۳۷۲.x

Kong, S. C. (2024). *A proposed TPACK model of teaching STEM with AI.* (Proceedings / Journal).

Lachner, A. Fabian, A. Franke, U. Preiß, J. Jacob, L. Führer, C et al. (۲۰۲۱). Fostering pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): A quasi-experimental field study. Computers & Education, ۱۷۴, ۱۰۴۳۰۴. https://doi.org/۱۰/۱۰۱۶/j.compedu.۲۰۲۱/۱۰۴۳۰۴

Liang, M & Kim, H. J. (2025). *Generative AI in teacher professional development: Opportunities and challenges*. Computers & Education, 210, 105015. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105015

Luckin, R. (۲۰۱۸). Machine learning and human intelligence: The future of education for the ۲۱st century. UCL Institute of Education Press.

Mollick, E & Mollick, L. (۲۰۲۳). Using AI to implement effective teaching strategies in classrooms: Five strategies, including prompts. Wharton School of the University of Pennsylvania & Wharton Interactive. https://ssrn.com/abstract=۴۳۹۱۲۴۳

Motalebi Nejad, A. Fazeli, F & Navaei, E. (2023). A systematic review of the promises and challenges of artificial intelligence for teachers. *Technology and Knowledge Research in Education*, 3(1), 23–44 [In Persian]. doi: 10.30473/t-edu.2023.68819.1101

Movasaghpour, Z. (2023). An examination of the structural model of the effect of technological integration knowledge (TPACK) of novice primary school teachers in Khuzestan Province on perceived barriers to technology integration. Master's thesis. University of Tehran [In Persian].

Murphy, R. F. (۲۰۱۹). Artificial intelligence applications to support K– ۱۲teachers and teaching: A review of promising applications, opportunities, and challenges. RAND Corporation. http://www.jstor.org/stable/resrep۱۹۹۰۷

Ng, D. T. K. Leung, J. K. L. Su, J. Ng, R. C. W & Chu, S. K. W. (۲۰۲۳). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. Educational Technology Research and Development, ۷۱(۱), ۱۳۷–۱۶۱. https://doi.org/۱۰/۱۰۰۷/s۱۱۴۲۳-۰۲۳-۱۰۲۰۳-۶

Ning, M. Li, S & Luo, Y. (۲۰۲۲). Examining teachers' TPACK for integrating emerging technologies in education: A systematic review. Education and Information Technologies, ۲۷(۹), ۱۲۶۸۹–۱۲۷۱۲. https://doi.org/۱۰/۱۰۰۷/s۱۰۶۳۹-۰۲۲-۱۱۲۴۷-۳

Ning, Y. (۲۰۲۴). Structural relationships among AI-TPACK components via SEM/EFA. Sustainability. (Ning, ۲۰۲۴)

Ouyang, F & Jiao, P. (۲۰۲۱). Artificial intelligence in education: The three paradigms. Computers and Education: Artificial Intelligence, ۲, ۱۰۰۰۲۰. https://doi.org/۱۰/۱۰۱۶/j.caeai.۲۰۲۱/۱۰۰۰۲۰

Pandita, R & Kiran, K. (۲۰۲۳). Artificial intelligence in education: Opportunities, challenges, and ethical considerations. International Journal of Information Management, ۶۹, ۱۰۲–۱۱۸. https://doi.org/۱۰/۱۰۱۶/j.ijinfomgt.۲۰۲۲/۱۰۲۵۱۸

Paydicán Soto, M. Á & Arredondo Herrera, P. A. (۲۰۲۴). Literature review on TCK in AI-TPACK contexts. (Paidicán Soto & Arredondo Herrera, ۲۰۲۴)

Peled, Y & Perzon, S. (۲۰۲۲). Systemic model for technology integration in teaching. Education and Information Technologies, ۲۷, ۲۶۶۱–۲۶۷۵. https://doi.org/۱۰/۱۰۰۷/s۱۰۶۳۹-۰۲۱-۱۰۶۹۴-x

Prensky, M. (۲۰۰۱). Digital natives, digital immigrants part ۱. On the Horizon, ۹(۵), ۱–.۶

Qiu, C. He, H. Chen, G & Xiong, M. (۲۰۲۲). Pre-service teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge in mainland China: A survey of teachers of Chinese as a second language. Education and Information Technologies, ۲۷, ۶۳۶۷–۶۳۹۱. https://doi.org/۱۰/۱۰۰۷/s۱۰۶۳۹-۰۲۲-۱۰۸۸۸-x

Reiss, M. J. (۲۰۲۱). The use of AI in education: Practicalities and ethical considerations. London Review of Education, ۱۹(۱). (Reiss, ۲۰۲۱)

Safaripour, S. (2023). An examination of the role of technological pedagogical content knowledge and teaching experience in the instructional quality of Iranian teachers of English as a foreign language. Master's thesis. Khatam University [In Persian].

Su, J. Zhong, Y & Ng, D. T. K. (۲۰۲۲). A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at the K– ۱۲levels in the Asia-Pacific region. Computers and Education: Artificial Intelligence, ۳, ۱۰۰۰۶۵. https://doi.org/۱۰/۱۰۱۶/j.caeai.۲۰۲۲/۱۰۰۰۶۵

Sun, J. Ma, H. Zeng, Y. Han, D & Jin, Y. (2023). *Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach.* Education and Information Technologies, 28(2), 1509–1533.

Touretzky, D. Gardner-McCune, C. Martin, F & Seehorn, D. (۲۰۱۹). Envisioning AI for K–۱۲: What should every child know about AI? Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, ۳۳(۱), ۹۷۹۵–۹۷۹۹. https://doi.org/۱۰/۱۶۰۹/aaai.v۳۳i۰۱/۳۳۰۱۹۷۹۵

Wang, W. Schmidt-Crawford, D & Jin, Y. (۲۰۱۵). Preservice teachers' TPACK development: A review of literature. Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE), ۸(۲), ۶۳–۸۴. https://doi.org/۱۰/۱۸۷۸۵/jetde.۰۸۰۲/۰۵

Will Teacher–AI Collaboration Enhance Teaching Engagement? (۲۰۲۴). Behavioral Sciences, ۱۵(۷), ۸۶۶. (Teacher–AI Collaboration study)

Yang, S & Bai, H. (۲۰۲۰). The integration design of artificial intelligence and normal students' education. Journal of Physics: Conference Series, ۱۴۵۳(۱), Article ۰۱۲۰۹۰. https://doi.org/۱۷۴۲-/۱۰/۱۰۸۸ ۰۱۲۰۹۰/۱/۱۴۵۳/۶۵۹۶

Yue, M. Jong, M. S. Y & Ng, D. T. K. (2024). *Understanding K–12 teachers' technological pedagogical content knowledge readiness and attitudes toward artificial intelligence education.* Education and Information Technologies. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12621-2

Yue, X. Zhang, W & Chen, L. (2024). *The predictive role of TCK in AI-TPACK integration*. Computers & Education, 195, 104678. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104678

Zawacki-Richter, O. Marín, V. I. Bond, M & Gouverneur, F. (۲۰۱۹). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, ۱۶(۱), ۳۹. https://doi.org/۱۰/۱۱۸۶/s۴۱۲۳۹-۰۱۹-۰۱۷۱-۰

Zhou, M. Wu, D & Lee, J. (2024). *When TPACK meets AI: Teacher competencies for the age of intelligent education*. British Journal of Educational Technology, 55(2), 451–467. https://doi.org/10.1111/bjet.13380