Spring (2023) 3(1): 23-44
DOI: 10.30473/t-edu.2023.68819.1101
Received: 10 Apr 2023 Accepted: 12 Jun 2023

Technology and Scholarship in Education

Open Access

ORIGINAL ARTICLE

A systematic review of the promises and challenges of artificial intelligence for teachers

Alireza Matlabinejad[1*], Farzaneh Fazeli[2], Elham Navaei[3]

[1] Assistant Professor, Shahid Rajaei Campus of Farhangian University.
[2] Master Degree, Department of Educational Sciences and Psychology, Payam Noor University, Tehran, Iran.
[3] Teacher, Primary school.

Correspondence
Alireza Matlabinejad
Email: alireza63103@gmail.com

ABSTRACT

The advancement of technology has caused changes in many industries and the education industry is no exception. Since the education based on artificial intelligence is still developing and progressing, this study can help the development of educational systems based on artificial intelligence and also allows teachers to participate in the design process. In this meta-analysis, we have examined the experimental research on how teachers interact with artificial intelligence-based systems and how they participate in developing artificial intelligence-based educational systems, and we have explained the shortcomings in this field. The results showed that artificial intelligence provides teachers many opportunities to improve teaching planning, implementation, and evaluation, and teachers, in turn, play different roles in the development of artificial intelligence technology. Our findings also showed that there are many challenges in applying artificial intelligence in teaching, which can be a guide for developing this field.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

KEYWORDS

Artificial intelligence, Systematic review, Education, professional development of teachers.

How to cite
Matlabinejad, A., Fazeli, F. & Navaei, E. (2023). A systematic review of the promises and challenges of artificial intelligence for teachers. Technology and Scholarship in Education, 3(1), 23-44.

© 2023, by the author(s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

سال سوم، شماره یکم، پیاپی هفتم، بهار ۱۴۰۲ (۴۴-۲۳)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۲

DOI: 10.30473/t-edu.2023.68819.1101

نشریه علمی

فناوری و دانش‌پژوهی در تعلیم و تربیت

«مقاله پژوهشی»

بررسی نظام‌مند نویدها و چالش‌های هوش مصنوعی برای معلمان

علیرضا مطلبی‌نژاد[۱*]، فرزانه فاضلی[۲]، الهام نوائی[۳]

[۱] استادیار،گروه علوم تربیتی، پردیس شهید رجایی دانشگاه فرهنگیان.

[۲] کارشناس ارشد، گروه روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

[۳] آموزگار ابتدایی

نویسنده مسئول:
علیرضا مطلبی‌نژاد
رایانامه: alireza63103@gmail.com

چکیده

پیشرفت تکنولوژی باعث ایجاد تغییرات در بسیاری از صنایع شده است. صنعت آموزش نیز از این قاعده مستثنا نیست. از آنجا که آموزش متکی بر هوش مصنوعی کماکان در حال توسعه و پیشرفت است، این مطالعه در عین حال که می‌تواند به توسعه‌ی نظام‌های آموزشی متکی بر هوش مصنوعی کمک کند؛ به معلمان امکان مشارکت در فرایند طراحی را نیز می‌دهد. ما در این فراتحلیل، پژوهش‌های تجربی انجام شده در خصوص نحوه‌ی تعامل معلمان با سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و نحوه‌ی مشارکت آن‌ها در توسعه‌ی سامانه‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی را مورد بررسی قرار داده و به تبیین کاستی‌های موجود در این حوزه پرداخته‌ایم. نتایج پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی فرصت‌های متعددی را برای بهبود برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزشیابی تدریس در اختیار معلمان می‌گذارد و به طور متقابل معلمان نیز نقش‌های مختلفی را در توسعه‌ی فناوری هوش مصنوعی ایفا می‌کنند. یافته‌ها همچنین مبین این امر بود که چالش‌های متعددی در زمینه‌ی به‌کارگیری هوش مصنوعی در امر تدریس وجود دارد که می‌توان از آن‌ها به عنوان راهنمایی برای توسعه‌ی این حوزه استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی

هوش مصنوعی، بررسی نظام‌مند، آموزش، توسعه‌ی حرفه‌ای معلمان.

استناد به این مقاله:

مطلبی‌نژاد، علیرضا، فاضلی، فرزانه و الهام نوائی (۱۴۰۲)، بررسی نظام‌مند نویدها و چالش‌های هوش مصنوعی برای معلمان. فصلنامه فناوری و دانش‌پژوهی در تعلیم و تربیت، ۳(۱). ۴۴-۲۳.

https://t-edu.journals.pnu.ac.ir/

مقدمه

هوش مصنوعی[1] از مسیرهای مختلفی مانند موتورهای جستجوی وب، برنامه‌های کاربردی موبایل و سامانه‌های مراقبت سلامت درحال ورود به زندگی روزمره‌مان است (سانچز-پریتو[2] و همکاران، ۲۰۲۰). پیشرفت سریع فناوری‌های هوش مصنوعی برای یادگیری و تدریس نیز پیامدهایی دارد. در واقع، انتظار می‌رود که آموزش متکی بر هوش مصنوعی آموزش‌و پرورش را متحول سازد (زاواکی-ریشتر[3] و همکاران، ۲۰۱۹). به همین‌خاطر، سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی در زمینهٔ گنجاندن هوش مصنوعی در امر تدریس و یادگیری صورت گرفته است (کوپ[4] و همکاران، ۲۰۲۰). با این‌حال، یکی از چالش‌های مهم در زمینهٔ گنجاندن هوش مصنوعی در تدریس و یادگیری به شکلی کارآمد، سودمحوربودن اکثر کاربردهای فعلی هوش مصنوعی در آموزش و پرورش است. توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی اطلاعات چندانی درخصوص کم‌وکیف یادگیری علوم ندارند و از دانش تربیتی کافی برای پیاده‌سازی کارآمد هوش مصنوعی در امر تدریس برخوردار نیستند (لاکین و کوکوروا[5]، ۲۰۱۹).

توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی اغلب به انتظارات کاربران نهایی هوش مصنوعی در آموزش‌و پرورش توجهی ندارند (لاکین و کوکوروا، ۲۰۱۸، لاکین و کوکوروا، ۲۰۱۹). معلمان از جملهٔ مهم‌ترین ذی‌نفعان تدریسِ مبتنی بر هوش مصنوعی هستند (سوفرت[6] و همکاران، ۲۰۲۰) و به همین دلیل، برای ورود موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی به مدارس باید به دیدگاه‌ها، تجارب و انتظارات آن‌ها در این زمینه توجه کرد (هولمز[7] و همکاران، ۲۰۱۹). به بیان دقیق‌تر، برای پیوند دادن هوش مصنوعی به حوزه‌های تربیتی، باید مزایای این فناوری‌ها برای معلمان و چالش‌های پیش روی آن‌ها در زمینهٔ تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی را بهتر بشناسیم. با این وجود، تاکنون به آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی از نگاه معلمان توجه چندانی نشده است. همچنین، پژوهش‌ها به مهارت‌های معلمان در استفاده از هوش مصنوعی در حوزه‌های تربیتی و نقش آن‌ها در توسعهٔ هوش مصنوعی آن‌چنان‌که باید نپرداخته‌اند (لانگران و همکاران، ۲۰۲۰؛ سوفرت و همکاران، ۲۰۲۰). مطالعهٔ حاضر، با هدف پرداختن به این کاستی‌های پژوهشی، آن دسته از نویدها و چالش‌های هوش مصنوعی برای تدریس را که در پژوهش‌های قبلی مشخص شده‌اند بررسی می‌کند و می‌تواند به توسعهٔ نظام‌های آموزشی متکی بر هوش مصنوعی کمک کند.

استفادهٔ آموزشی از هوش مصنوعی

طی چند دههٔ قبل، چندین موج از فناوری‌های آموزشی نوظهور وارد صحنه شده‌اند و اکنون نوبت هوش مصنوعی است (بانک و ویلی، ۲۰۲۰). جان مکارتی[8] در سال ۱۹۵۶ برای نخستین‌بار از اصطلاح *هوش مصنوعی* استفاده کرد (راسل[9] و نرویگ[10]، ۲۰۱۰). بیکر و اسمیت (۲۰۱۹) به این نکته اشاره کردند که منظور از هوش مصنوعی فقط یک فناوری نیست، بلکه این اصطلاح بدین‌صورت تعریف می‌شود: «کامپیوترهایی که آن دسته از وظایف شناختی، خصوصاً یادگیری و حل مسئله را که معمولاً با ذهن انسان‌ها مرتبط دانسته می‌شود، انجام می‌دهند». هوش مصنوعی اصطلاحی کلی است که به مجموعه‌ای از روش‌های تحلیلی مختلف اشاره دارد. این روش‌ها را می‌توان در زیرمجموعه یادگیری ماشینی[11]، شبکه‌های عصبی[12]، و یادگیری عمیق[13] طبقه‌بندی کرد (آگاروال[14]، ۲۰۱۸). یادگیری ماشینی به‌صورت «ظرفیت یک الگوریتم کامپیوتریِ مبتنی بر یادگیری از داده‌ها برای اینکه بتواند بدون برنامه‌ریزی شدن تصمیم‌گیری کند» تعریف می‌شود (پوپنیسی[15] و کر[16]، ۲۰۱۷). مدل‌های یادگیری ماشینی متعددی وجود دارد که دو مدل یادگیری نظارت‌شده[17] و بدون نظارت[18] از جمله پرکاربردترین آن‌ها هستند (الوغانی و همکاران، ۲۰۲۰). الگوریتم‌های یادگیری ماشینی نظارت‌شده با استفاده از داده‌های نمونه (یا داده‌های آموزشی) اقدام به ساخت نوعی مدل می‌کنند، درحالی‌که الگوریتم‌های یادگیری ماشینی بدون نظارت از داده‌های فاقد برچسب[19] ساخته می‌شوند (النزی[20] و فیصل[21]، ۲۰۲۰). به عبارت دیگر، مدل بدون نظارت

1. Artificial Intelligence
2. Sánchez- Prieto
3. Zawacki-Richter
4. Cope
5. Luckin & Cukurova
6. Seufert
7. Holmes
8. John McCarthy
9. Russel
10. Norvig
11. machine learning
12. neural networks
13. deep learning
14. Aggarwal
15. Popenici
16. Kerr
17. supervised learning
18. unsupervised learning
19. untagged data
20. Alenezi
21. Faisal

به‌صورت مستقل اقدام به کشف الگوهایی می‌کند که انسان‌ها قبلاً از وجودشان بی‌خبر بوده‌اند.

هوش مصنوعی به شیوه‌های مختلفی در آموزش و پرورش به‌کار گرفته می‌شود. برای مثال، هوش مصنوعی در بطن چندین فناوری آموزشی مانند ربات های چت‌کننده[1] (کلارک[2]، ۲۰۲۰)، آموزش هوشمند و سامانه‌های نمره‌دهی خودکار (هفرنان[3] و هفرنان، ۲۰۱۴) گنجانده می‌شود. این سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی فرصت‌های متعددی را در اختیار کلیه ذی‌نفعان سرتاسر فرایند یادگیری و آموزش قرار می‌دهند (چن و همکاران، ۲۰۲۰). پژوهش‌های قبلی انجام‌شده در زمینهٔ استفاده از هوش مصنوعی در آموزش و پرورش نشان داده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند به مشارکت دانش‌آموزان و شخصی‌سازی تجربهٔ یادگیری آن‌ها (لاکین[4] و همکاران، ۲۰۱۶)، زمان‌بندی فعالیت‌های یادگیری و ارائهٔ بازخورد تطبیقی در خصوص فرایندهای یادگیری (کودینگر[5] و همکاران، ۲۰۲۳)، کاهش حجم کاری معلمان در ساخت دانش مشارکتی (رول و وایل[6]، ۲۰۱۶)، پیش‌بینی احتمال ترک تحصیل دانش‌آموز یا قبولی در مدرسه (پوپنیسی و کر، ۲۰۱۷)، ایجاد پروفایل براساس عقبه‌شان (کوهن و همکاران، ۲۰۱۷)، پایش پیشرفت(گاودیوسو[7] و همکاران، ۲۰۱۲؛ سویکی و همکاران، ۲۰۱۹) و ارزیابی‌های نهایی مانند نمره‌دهی خودکار آزمون‌های تشریحی را انجام دهد (اوکادا[8] و همکاران، ۲۰۱۹؛ ویج[9] و همکاران، ۲۰۲۰؛ یاون و همکاران، ۲۰۲۰). علی‌رغم چنین فرصت‌هایی و برخلاف سایر حیطه‌ها (مثلاً مالی و سلامت)، از هوش مصنوعی آن‌طور که انتظار می‌رود در آموزش و پرورش استفاده نشده است. برای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی در آموزش و پرورش، ذی‌نفعان مختلف، خصوصاً معلمان، باید در تولید، توسعه و به‌کارگیری هوش مصنوعی مشارکت کنند (لانگران و همکاران، ۲۰۲۰؛ کوین و همکاران، ۲۰۲۰).

نقش معلمان در آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی

حرکت آموزش و پرورش به‌سوی آموزش دیجیتالی به این معنا نیست که در آینده به معلمان کمتری نیاز داریم (دیلن‌بورگ[10]، ۲۰۱۶). به‌جای گمانه‌زنی در مورد اینکه آیا هوش مصنوعی جایگزین معلمان خواهد شد یا خیر، منطقی‌تر این است که مزایای هوش مصنوعی برای معلمان و نحوهٔ تغییر نقش‌های معلمان در کلاس درس در نتیجهٔ این مزایا را بررسی کنیم (راستینسکی[11] و همکاران، ۲۰۱۹). در خصوص هوش مصنوعی، هولستین و همکاران (۲۰۱۹) عنوان کردند که در آینده، ماشین‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند با ایفای نقش در قالب آنچه دیلن‌بورگ آن را نوعی سازمان‌دهنده در فرایند یادگیری و تدریس می‌نامد، به معلمان در انجام کارشان کمک کنند. با این‌حال، برای اینکه هوش مصنوعی بدین‌شکل به معلمان کمک کند، ابتدا باید هماهنگ‌سازی یادگیری و تدریس به شکلی مؤثر را با بررسی داده‌های معلمان یاد بگیرد. علتش این است که تدریس کارآمد به توانایی معلم برای پیاده‌سازی روش‌های تربیتی مناسب در امر تدریس بستگی دارد (تاندر و همکاران، ۲۰۲۰) و تدریس‌های معنادار و مولد آن‌ها از منظر تربیتی می‌تواند الگویی برای سامانه‌های تربیتی مبتنی بر هوش مصنوعی باشد (پریتو و همکاران، ۲۰۱۸). این یعنی داده‌های جمع‌آوری‌شده از محیط آموزشی که توسط معلمان سازمان‌دهی شده‌اند، پایهٔ تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی را شکل می‌دهند. برای مثال، چنین داده‌هایی می‌تواند به پژوهشگران کمک کند تا بفهمند تدریس چه موقع و چگونه به شکلی مؤثر در حال پیشرفت است (لاکین و کوکوروا، ۲۰۱۹؛ لاکین و همکاران، ۲۰۱۶). برای اثبات اینکه معلمان با ارائه داده‌های مربوط به ویژگی‌های یادگیری مؤثر، نقشی حیاتی در توسعهٔ الگوریتم‌های هوش مصنوعی ایفا می‌کنند، نوع داده‌های جمع‌آوری‌شده از معلمان و نقش‌های معلمان در ایجاد الگوریتم‌های هوش مصنوعی را بررسی کردیم. برای گنجاندن آموزش مبتنی بر هوش مصنوعی در مدارس به شکلی اثربخش، باید با تجهیز معلمان به دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های لازم، آن‌ها را برای انجام چنین کاری توانمند سازیم (هاکینن و همکاران، ۲۰۱۷؛ کریسشنر، ۲۰۱۵؛ سوفرت و همکاران، ۲۰۲۰). با این‌وجود، چون هنوز از پتانسیل هوش مصنوعی در آموزش و پرورش به‌طور کامل استفاده نشده است، تعریف مناسبی از مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی معلمان نیز وجود ندارد (لاکین و همکاران، ۲۰۱۶). برای بررسی دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های مرتبط با هوش مصنوعی معلمان، باید تعامل آن‌ها با سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی موجود در محیط

1. chatbots
2. Clark
3. Heffernan
4. Luckin
5. Koedinger
6. Roll & Wylie
7. Gaudioso
8. Okada
9. Vij
10. Dillenbourg
11. Hrastinski

آموزشی‌شان را به‌طور دقیق بررسی کنیم (دیلن‌بورگ، ۲۰۱۶؛ سوفرت و همکاران، ۲۰۲۰). به همین خاطر، در این مطالعه پژوهش‌های تجربی انجام‌شده در خصوص نحوهٔ تعامل معلمان با سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و نحوهٔ مشارکت آن‌ها در توسعهٔ سامانه‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی را بازبینی کردیم. بر این باوریم که پژوهش حاضر به شناسایی مهارت‌های تدریس مرتبط با هوش مصنوعی و عملی‌کردن آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی در مدارس با حمایت معلمان کمک خواهد کرد.

در مطالعهٔ حاضر، دیدگاه و نقش‌های معلمان در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را از طریق بازبینی نظام‌مند آخرین تحقیقات در این زمینه بررسی کردیم.

سؤالات خاص پژوهش عبارت‌اند از:

سؤال ۱- توزیع زمانی مطالعاتی که استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی را بررسی کرده‌اند چگونه است؟

سؤال ۲- در مطالعات مربوط به آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی چه داده‌هایی از معلمان جمع‌آوری شده است؟

سؤال ۳- معلمان در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی چه نقش‌هایی داشته‌اند؟

سؤال ۴- هوش مصنوعی چه مزایایی در اختیار معلمان گذاشته است؟

سؤال ۵- معلمان هنگام استفاده از هوش مصنوعی در آموزش با چه چالش‌هایی مواجه شدند؟

سؤال ۶- در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که معلمان در آن‌ها مشارکت داشتند، از کدام روش‌های هوش مصنوعی استفاده شده بود؟

این سؤالات و مبنای منطقی آن‌ها در جدول ۱ فهرست شده‌اند.

جدول ۱. مضامین و مبنای منطقی سؤالات پژوهش

مضمون سؤال پژوهش	مبنای منطقی
توزیع مطالعات (سؤال پژوهشی ۱)	حوزهٔ آموزش و پرورش در استفاده از هوش مصنوعی از سایر حوزه‌ها (مانند مالی و سلامت) عقب‌تر است (کلارک، ۲۰۲۰). برای مقایسهٔ دقیق و هوشیارانهٔ کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و پرورش با کاربرد آن در سایر حوزه‌ها، باید روند پژوهش در زمینهٔ استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی را درک کنیم.
داده‌های جمع‌آوری‌شده از معلمان (سؤال پژوهشی ۲)	لحظات تدریسِ معنادار و مولد معلمان از منظر تربیتی می‌تواند الگویی برای مداخلات مبتنی بر هوش مصنوعی باشد (لاکین و کوکوروا، ۲۰۱۹). داده‌های مربوط به این لحظات برای آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی اهمیتی حیاتی دارند.
نقش معلمان در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی (سؤال پژوهشی ۳).	برای گنجاندن موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی در آموزش و پرورش، باید دیدگاه‌ها، تجارب و انتظارات معلمان در زمینهٔ هوش مصنوعی را بررسی کنیم (هولمز و همکاران، ۲۰۱۹). بااین‌حال، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی معمولاً انتظارات معلمان را نادیده می‌گیرند (کوکوروا و لاکین، ۲۰۱۸). درک نقش‌های معلمان در پیاده‌سازی اثربخش هوش مصنوعی می‌تواند دانش ما در خصوص مداخلات و پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را افزایش دهد.
مزایای هوش مصنوعی برای معلمان (سؤال پژوهشی ۴)	توجه به مزایایی که هوش مصنوعی در اختیار معلمان قرار می‌دهد و چالش‌هایی که معلمان هنگام تدریسِ مبتنی بر هوش مصنوعی با آن مواجه می‌شوند می‌تواند عاملی مهم در افزایش استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی باشد (هولمز و همکاران).
چالش‌هایی که معلمان هنگام استفاده از هوش مصنوعی با آن‌ها مواجه می‌شوند (سؤال پژوهشی ۵)	به بیان دقیق‌تر، برای درک مزایای و چالش‌هایی که معلمان هنگام استفاده از هوش مصنوعی تجربه خواهند کرد به اطلاعات بیشتری نیاز داریم.
روش‌های هوش مصنوعی در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی با مشارکت معلمان (سؤال پژوهشی ۶)	مشخص‌کردن آن دسته از رویکردهای هوش مصنوعی که معلمان به‌طور متداول از آن‌ها استفاده می‌کنند می‌تواند توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی که دانش چندانی از علوم تربیتی ندارند را آگاه کند.

روش پژوهش

جستجوی مقالات و معیارهای انتخاب

در بازبینی پژوهش‌ها، از چندین روش برای انتخاب مطالعاتی که قرار است مرور شوند استفاده کردیم. این منابع شامل مطالعات منتشر شده در ژورنال‌های مهم یک حوزهٔ خاص از پایگاه‌های داده‌ای ProQuest (هیتینک و همکاران، ۲۰۱۶)، مرکز اطلاعات منابع آموزشی (ERIC)، و نمایه استنادی علوم اجتماعی (SSCI) می‌باشد (آکر و آکر، ۲۰۱۷؛ کوکوک و همکارن، ۲۰۱۳). برای این مرور، مطالعاتی که به زبان انگلیسی طی ۲۰ سال گذشته و تا ۱۴

سپتامبر ۲۰۲۰ در زمینهٔ استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی در ژورنال‌های پایگاه دادهٔ وب آو ساینس[1] (WoS) منتشر شده بودند را انتخاب کردیم. از این روش به این خاطر استفاده کردیم چون امکان دسترسی آسان به عناوین مطالعات از پایگاه دادهٔ وب آو ساینس وجود داشت (لور و همکاران، ۲۰۰۸). عناوین مورد استفاده عبارت بود از: «هوش مصنوعی»، «یادگیری عمیق»، «یادگیری تقویتی»، «یادگیری نظارت‌شده»، «یادگیری بدون نظارت»، «شبکه عصبی»، «شبکه عصبی مصنوعی»، «پردازش زبان‌های طبیعی»، «منطق فازی»، «درخت‌های تصمیم‌گیری»، «جمعی»، «بیزی»، «خوشه‌بندی»، و «رگولاریزاسیون[2]». برای محدود کردن جستجو، از رشته جستجوهای «معلم»، «تربیت معلم»، «توسعه حرفه‌ای معلم»، «مقاطع ۱۲ گانه»، «مدرسه راهنمایی»، «دبیرستان»، «مدرسه ابتدایی»، و «مهدکودک» استفاده کردیم. رشته جستجوها را بر اساس مفاهیم اصلی هوش مصنوعی در آموزش و پرورش در مطالعات و مرورهای تحقیقات قبلی انتخاب کردیم (باران، ۲۰۱۴؛ زاواکی–ریشتر و همکاران، ۲۰۱۹). فرایند جستجوی مطالعهٔ ما در شکل ۱ نمایش داده شده است.

در اولین جستجوی‌مان، ۷۵۱ مطالعه به دست آمد. سپس، این مطالعات را به‌منظور اطلاع از تطابق آن‌ها با معیارهای شمول و خروج‌مان بررسی کردیم. معیارهای شمول ما عبارت بودند از: (الف) مطالعات تجربی دربارهٔ هوش مصنوعی در دورهٔ پیش از خدمت معلمان و حین خدمتشان و دربارهٔ استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی؛ (ب) مطالعات انجام‌شده درخصوص کاربردها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی (مثلاً معلم‌های خصوصیِ شخصی، نمره‌دهی خودکار، دستیار شخصی و درخت‌های تصمیم‌گیری، و شبکه‌های عصبی مصنوعی) برای تدریس یا تحلیل داده‌های معلمان؛ و (پ) مطالعات انجام‌شده بر روی داده‌های جمع‌آوری‌شده از معلمان در حال تدریس در مقاطع ۱۲گانه تحصیلی. سرمقاله‌ها، مرورها، و مطالعات انجام‌شده در سطح آموزش عالی را کنار گذاشتیم و پس از اعمال این فیلترها و معیارها، ۴۴ مقاله برای گنجاندن در این مطالعه باقی ماند.

کدگذاری و تحلیل داده‌ها

برای مشخص‌کردن توزیع مقاله‌ها در طول زمان، سال انتشار مقالات ذکر شد (سؤال ۱ پژوهش).

برای سؤال دوم پژوهش، داده‌های جمع‌آوری‌شده از معلمان در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قبلی به‌صورت زیر دسته‌بندی شد و به هر دسته یک عدد اختصاص یافت: خوداظهاری (۱)، ویدئو (۲)، مصاحبه (۳)، مشاهده (۴)، بازخورد/ افشاء (۵)، نمره‌دهی، (۶) دنبال‌کردن حرکات چشم (۷)، سمعی–بصری/ شتاب‌سنجی (۸)، و فایل لاگ (۹).

شکل ۱. روندنمای انتخاب مقالات

1. Web of Science
2. regularization

محتوی ۴۴ مقاله را به‌صورت کیفی تحلیل کردیم تا مزایا و چالش‌های هوش مصنوعی برای معلمان (به‌ترتیب سؤال ۴ و ۵ پژوهش) و نقش‌های معلمان در آموزش مبتنی بر هوش مصنوعی بر اساس نتایج پژوهش‌ها را مشخص کنیم (سؤال ۳ پژوهش). به‌جای کدگذاری مطالعات با استفاده از طرح کدگذاری مقدماتی یا پیش‌فرض، که با قرار دادن مطالعات در نوعی طرح کدگذاری از پیش تعیین‌شده آن‌ها را بی‌دلیل محدود می‌کرد (سیمسک و یلدیروم، ۲۰۱۱)، از فرایند کدگذاری باز که شامل گام‌های زیر می‌شود برای این‌کار استفاده کردیم (آکر و آکر، ۲۰۱۷؛ ویلیامسون، ۲۰۱۵): (۱) آشنایی با کل مقالات؛ (۲) انتخاب یکی از آن‌ها به‌طور تصادفی، توجه به معنای اصلی آن و نوشتن نظر خودتان دربارهٔ چنین معنایی در حاشیهٔ مقاله؛ (۳) فهرست‌کردن همهٔ نظراتتان دربارهٔ موضوع، ترکیب نظرات مشابه، ایجاد سه ستون برای افکار اصلی، منحصربه‌فرد و باقی‌مانده، و قرار دادن هر یک از افکار در ستون مناسب؛ (۴) کدگذاری کردن متن؛ (۵)؛ پیدا کردن گویاترین عبارات برای نظراتتان و تبدیل کردن آن‌ها به دسته؛ (۶) تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب مخفف برای هر دسته و مرتب‌کردن این مخفف‌ها براساس حروف الفبا؛ (۷) تلفیق کدهای نهایی و انجام تحلیل اولیه؛ و (۸) کدگذاری مجدد مطالعات در صورت نیاز. برای شفاف‌سازی روش‌های هوش مصنوعی (سؤال ۶ پژوهش)، از مرورهای قبلی منابع در خصوص استفاده از هوش مصنوعی در حوزه‌هایی مانند آموزش عالی، پزشکی و کسب و کار استفاده کردیم (بورگس و همکاران، ۲۰۲۰؛ کونترراس و ولی، ۲۰۱۸). از روش مثلث‌سازی محقق برای اطمینان از پایایی فرایند کدگذاری استفاده کردیم (دنزین، ۲۰۱۷). به همین ترتیب، اولین نویسنده به‌طور جداگانه مقالات را کدگذاری کرد و سپس کدها را در اختیار نویسندهٔ دوم قرار داد. اختلاف‌نظرها را از طریق بررسی فهرست کد و مطالعات مرتبط حل و فصل کردیم و برخی از دسته‌ها را تغییر نام داده و به‌روزرسانی کردیم. در نهایت، مطالعات را با استفاده از فهرست کد نهایی مجدداً کدگذاری کردیم.

یافته‌های پژوهش

توزیع مطالعات

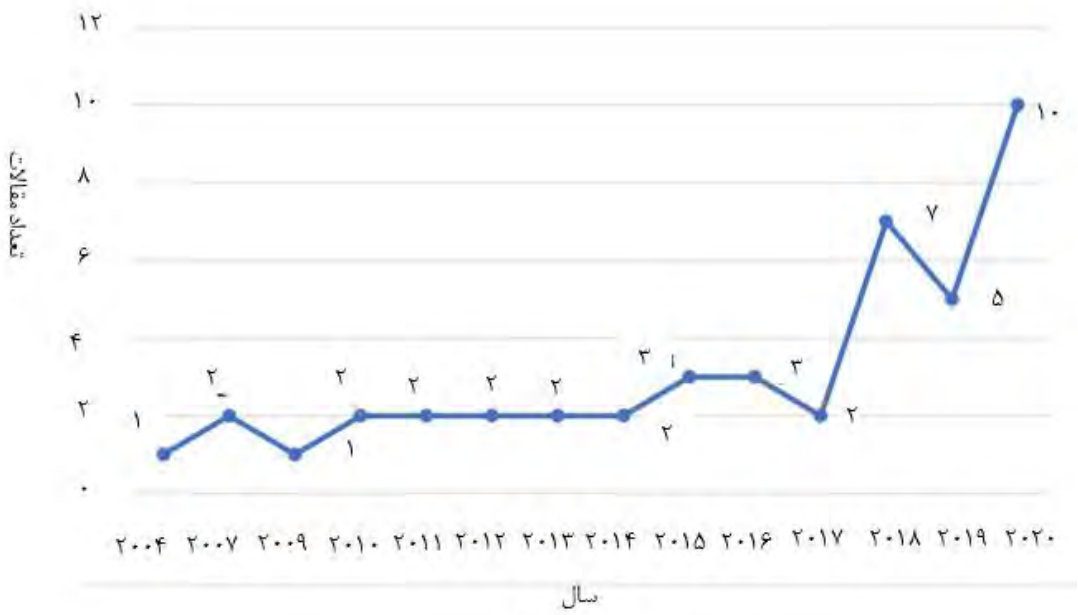
سؤال ۱ پژوهش – توزیع زمانی مطالعاتی که استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی را بررسی کرده‌اند چگونه است؟

تحلیل ما نشان داد که نخستین مقاله درخصوص استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی در سال ۲۰۰۴ منتشر شده بود. از ۴۴ مقاله‌ای که بازبینی کردیم، ۲۲ مورد در ۲۰۱۸ و سال‌های پس از آن انتشار یافته بودند. پیش‌بینی شده است که استفاده از برنامه‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی افزایش خواهد یافت (کوین و همکاران، ۲۰۲۰؛ زاواکی–ریشتر و همکاران، ۲۰۱۹). یافتهٔ ما مبنی بر بیشتر شدن مطالعات مربوط به تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی بعد از سال ۲۰۱۷ نیز حاکی از چنین افزایشی است. جریان‌های پژوهشی مربوط به هوش مصنوعی و معلمان در شکل ۲ نشان داده شده‌اند.

شکل ۲ نیز نشان می‌دهد پژوهش دربارهٔ استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی در آموزش و پرورش در ۴ سال اخیر شدت گرفته است. این یعنی احتمال اینکه تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی توسط معلمان در آیندهٔ نزدیک بیشتر شود زیاد است. همسو با این موضوع، مرور منابع دربارهٔ موضوعات «هوش مصنوعی» و «آموزش و پرورش» نشان داد که مطالعات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۹ مجموعاً ۷۰ درصد از مطالعات وب آو ساینس و گوگل اسکالر در این زمینه از سال ۲۰۱۰ را تشکیل می‌دهند (چن و همکاران، ۲۰۲۰). دسترسی‌پذیری به فناوری‌های هوش مصنوعی و شرکت‌های تولیدکنندهٔ نرم‌افزارهای آموزشی برای ساخت برنامه‌های کاربردی مبتنی بر هوش مصنوعی در سرتاسر دنیا به‌سرعت در حال افزایش است (رنز و هیل‌بیگ، ۲۰۲۰). بر همین اساس، محتمل به نظر می‌رسد که استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی در فرایند تدریس افزایش یابد و مطالعات بیشتری بر روی این مقوله انجام شود.

از طرف دیگر، مطالعات انجام‌شده در خصوص کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و پرورش کماکان کمتر از مطالعات مربوط به کاربرد هوش مصنوعی در سایر حوزه‌ها مانند پزشکی و کسب‌وکار است (بورگس و همکاران، ۲۰۲۰؛ لاکین و کوکوروا، ۲۰۱۹). بازار فناوری‌های آموزشی در مقایسه با سایر بازارها رشد بسیار آهسته‌تری از نظر پویایی‌های تحول دیجیتال دارد. یکی از دلایل این موضوع، مقاومت تصمیم‌گیرندگان امر مانند مربیان، معلمان، و منتشرکنندگان کتاب‌های درسی سنتی دربرابر استفاده از هوش مصنوعی است (گزارش جهانی ادتک‌ایکس[1]، ۲۰۱۶). با توجه به چنین مقاومتی، می‌توان عنوان کرد که برای نشان‌دادن کاربردهای آموزشی هوش مصنوعی در فرایندهای تربیتی و افزایش سرعت جذب فناوری‌های هوش مصنوعی در آموزش و پرورش به پژوهش‌های بیشتری در این زمینه نیاز است.

1. EdTechXGlobal Report



شکل ۲. تعداد مقالات منتشرشده در هر سال

انواع داده‌های جمع‌آوری‌شده از معلمان

(سؤال ۲ پژوهش – در مطالعات مربوط به آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی چه داده‌هایی از معلمان جمع‌آوری شده است؟)

در مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی، خوداظهاری متداول‌ترین شکلِ جمع‌آوری داده از معلمان بود. پژوهشگران از داده‌های خودگزارش‌شده برای پیش‌بینی متغیرهای مرتبط با معلم مانند میزان مشارکت، سطح عملکرد، و کیفیت تدریس استفاده کردند. در این مطالعات، به‌جای استفاده از تحلیل رگرسیون معمول، از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی برای مشخص‌کردن رابطهٔ غیرخطی میان متغیرهای مربوط به تدریس استفاده شد. برای مثال، ونگ و همکاران (۲۰۲۰) برای درک بهتر نشانگرهای تعاملِ با کیفیت میان معلم و کودک، داده‌های مربوط به ۱۶۵ معلم اوایل کودکی[1] را جمع‌آوری کردند. به‌طور مشابه، در مطالعهٔ یو و رو (۲۰۲۰) از نوعی تکنیک یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی رضایت شغلیِ خودگزارش شدهٔ معلمان استفاده شد. در برخی مطالعات هوش مصنوعی، از نحوهٔ نمره‌دهی معلمان به تکالیف یا آزمون‌های تشریحی دانش‌آموزان برای آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی استفاده شده است. برای مثال، یوان و همکاران (۲۰۲۰) برای تدوین نوعی رویکرد نمره‌دهی خودکار به معلمان خبره‌ای نیاز داشتند تا سامانه نمره‌دهی مبتنی بر هوش مصنوعی آن‌ها را اعتبارسنجی کنند.

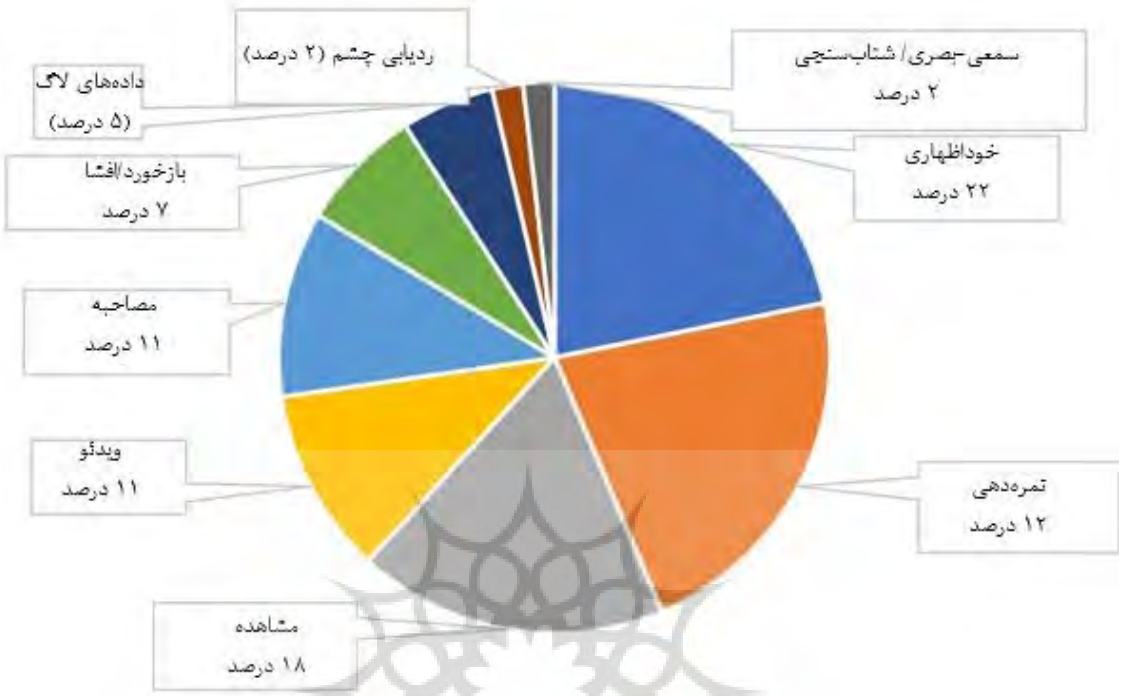
یکی از یافته‌های مهم مرور ما این است که نمرات و خوداظهاری‌های تقریباً ۴۴ درصد از کل داده‌های به‌دست‌آمده از معلمان را تشکیل می‌دهد (شکل ۳).

در ۱۱ مورد از مطالعاتی که بررسی کردیم، معلمان بیش از یک نوع داده ارائه کرده بودند. داده‌ها عمدتاً در حین تدریس یا پس از آن جمع‌آوری شده بود. یافته‌های مرور ما نقش حیاتی معلمان در فرایند تدریس را برجسته می‌کنند (مثلاً هاونگ و همکاران، ۲۰۱۰؛ لو، ۲۰۱۹؛ مک‌کارتی و همکاران، ۲۰۱۶؛ پلهام و همکاران، ۲۰۲۰). برای مثال، شوارتز و همکاران (۲۰۱۸) نوعی محیط یادگیری آنلاین را معرفی کردند که با استفاده از هوش مصنوعی برای ارسال هشدار به معلمان، آن‌ها را از لحظات مهم و حساس فراگیران در یادگیری مشارکتی آگاه می‌کند.

آن‌ها در مطالعه‌شان مشاهده کردند که معلم در کلاس ریاضی چندین گروه را در زمان‌های مختلفی راهنمایی کرد. آن‌ها علاوه‌بر مشاهداتشان داده‌های حاصل از مصاحبه با معلمان در خصوص اثربخشی محیط آنلاین را نیز جمع‌آوری کردند. بازبینی ما نشان می‌دهد که در زمینهٔ جمع‌آوری داده‌های فیزیولوژیک در مطالعات هوش مصنوعی با معلمان کمبود معناداری وجود دارد. فقط در یکی از مطالعاتی که مرور کردیم داده‌های فیزیولوژیک جمع‌آوری شده بودند. منظور از داده‌های فیزیولوژیک، داده‌های مربوط به ردیابی

1. early childhood

چشم و داده‌های سمعی-بصری/ شتاب‌سنجی‌ای است که از حسگرهای پوشیده شده توسط معلمان به دست می‌آیند (پریتو و همکاران، ۲۰۱۸). در حقیقت، داده‌های فیزیولوژیک برای ارائهٔ شاخص‌های اندازه‌گیری فرایندمحور و عینی در خصوص لحظات مهم و حساسی که بر کیفیت تدریس یا یادگیری طی فعالیت تربیتی تأثیر می‌گذارند، مفید و قابل استناد هستند (یارولا و همکاران، ۲۰۲۱).



شکل ۳. نوع داده‌ها

نقش معلمان در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی

سؤال ۳ پژوهش- معلمان در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی چه نقش‌هایی داشته‌اند؟

یافته‌های تحلیل کدگذاریِ باز ما نشان می‌دهد که معلمان هفت نقش را در پژوهش‌های هوش مصنوعی ایفا می‌کنند. این نقش‌ها و شرح آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. همان‌طور که از این جدول برمی‌آید، معلمان به‌عنوان الگویی برای آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی در پژوهش‌های حوزهٔ هوش مصنوعی شرکت کردند. این متداول‌ترین نقش معلمان در تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی است (f=۱۸). این یافته نشان‌دهندهٔ نقش اساسی معلمان در توسعهٔ نظام‌های تربیتی مبتنی بر هوش مصنوعی است. برای مثال، کلی و همکاران (۲۰۱۸) در یک مطالعه الگوریتم‌های هوش مصنوعی را برای تشخیص خودکار سؤالات اصیل[1] معلمان در کلاس‌های واقعی آموزش دادند. در طول آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی، سؤالات اصیلِ کارآمد معلمان به‌عنوان نمونه در اختیار سامانه هوش مصنوعی قرار گرفت. پس از آموزش هوش مصنوعی، پژوهشگران هوش مصنوعی را در کلاس دیگری امتحان کردند و دیدند که این فناوری به‌طور موفقیت‌آمیزی سؤالات اصیل را شناسایی کرد.

نقش دیگر معلمان در پژوهش‌های هوش مصنوعی ارائهٔ کلان‌داده‌ها به سامانه‌های هوش مصنوعی برای دادن قدرت پیش‌بینی توسعهٔ حرفه‌ای معلمان به آن‌ها بود. در این حوزه از پژوهش، معلمان عمدتاً داده‌هایی را در اختیار سامانه‌های هوش مصنوعی قرار دادند که امکان پیش‌بینی متغیرهای مختلف توسعهٔ حرفه‌ای معلمان از قبیل رضایتمندی شغلی، سطح عملکرد و میزان مشارکت را به این سامانه‌ها می‌داد. برای مثال، در یکی از مطالعات ۱۰۶۴۲ معلم به سؤالات یک پیمایش پاسخ دادند (بودتها، ۲۰۱۹). سپس با استفاده از هوش مصنوعی، پیش‌بین‌های سطح مشارکت معلم مشخص شد. مشابه با سایر حوزه‌ها، کلان‌داده‌ها نقش مهمی در آموزش داشته‌اند و معلمان از جملهٔ مهم‌ترین منابع کلان‌داده محسوب می‌شوند (رویز-پالمرو و همکاران، ۲۰۲۰). یافته‌های ما نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به‌طور کارآمدی معلمان را از توسعهٔ حرفه‌ای‌شان آگاه کند.

1. authentic questions

این مطالعه همچنین نشان داد که مشارکت معلمان در پژوهش‌های هوش مصنوعی، اطلاعات ورودی دربارهٔ خصیصه‌های دانش‌آموزان را، که برای پیاده‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی مورد نیاز هستند، فراهم کرد. برای مثال، نیکیفوروس و همکاران (۲۰۲۰) امکان تشخیص خودکار رفتار پرخاشگرانهٔ فراگیران در محیط‌های یادگیری مجازی را بررسی کردند. در این مطالعه، سامانه هوش مصنوعی از مشاهدات معلمان دربارهٔ خصیصه‌های رفتاری دانش‌آموزان برای پیش‌بینی دانش‌آموزانی استفاده کرد که به احتمال بیشتری اقدام به قلدری علیه سایرین در فضای مجازی می‌کردند. بازبینی ما همچنین نشان داد که معلمان برای آزمودن دقت الگوریتم‌های هوش مصنوعی در نمره‌دادن به عملکرد دانش‌آموزان، نقش نمره‌دهی به تکالیف و آزمون‌های تشریحی را برعهده گرفته‌اند. در چنین مطالعاتی، میزان دقت ارزیابی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی با کمک ارزیابی‌های معلمانِ باتجربه تعیین می‌شد.

در برخی از مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی، معلمان شاخص‌های برخی مولفه‌های سامانه‌ها و ارزیابی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را تعیین کردند. برای مثال، هاونگ و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر نوعی ابزار کمک‌آموزشی به نام *ICT Literacy* (سواد در زمینهٔ اطلاعات و ارتباطات) را بررسی کردند. این ابزار از یادگیری ماشینی استفاده می‌کرد. در این مطالعه، معلمان باتجربه با تعریف معیارهای بازخورد اثربخش و به موقع، سامانهٔ هوش مصنوعی را راهنمایی کردند. در برخی مطالعات، معلمان همچنین راهنمایی‌های لازم در زمینهٔ امور تربیتی برای انتخاب مواد مرتبط با پیاده‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی (مداخله) را ارائه کردند. برای مثال، فیتزجرالد و همکاران (۲۰۱۵) از هوش مصنوعی برای آموزش انواع مطالب با سطوح مختلف پیچیدگیِ متن به دانش‌آموزان ابتدایی استفاده کردند. آن‌ها می‌خواستند ویژگی‌هایی که باعث پیچیدگی متونِ سال‌های اولیه مدرسه می‌شوند را بررسی کنند. پیچیدگی متن در سامانه هوش مصنوعی براساس راهنمایی آموزشی معلمان تعیین شد. معلمان همچنین نظراتشان را دربارهٔ کاربردی بودن و طراحی فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی بیان کردند (بوراستین و همکاران، ۲۰۰۴).

جدول ۲. نقش معلمان در پژوهش‌های مرتبط با آموزش هوش مصنوعی

نقش معلمان	شرح	تعداد	نمونه پژوهش
ایفای نقش به‌عنوان الگو برای آموزش هوش مصنوعی	معلمان به عنوان منبع داده در زمینهٔ فرایند یا لحظهٔ تدریس اثربخش ایفای نقش کردند	۱۸	سو و همکاران (۲۰۱۴)؛ کلی و همکاران (۲۰۱۸)
ارایهٔ داده در خصوص توسعهٔ حرفه‌ای خود به سامانه‌های هوش مصنوعی	معلمان برای پیش‌بینی دقیق‌تر متغیرهای مرتبط با معلم (مثلاً کیفیت تدریس، سطح مشارکت و عملکرد معلم) در پژوهش شرکت کردند.	۹	الزهرانی و همکاران (۲۰۲۰)؛ یو و رو (۲۰۲۰)
ارایهٔ اطلاعات و رفتارهای دانش‌آموزان به الگوریتم‌های هوش مصنوعی	معلمان اطلاعات مربوط به خصیصه‌های دانش‌آموزان را برای پیاده‌سازی هوش مصنوعی (یا مداخلات) ارائه کردند.	۸	بونتون–بوته و همکاران (۲۰۲۰)؛ نیکوفوروس و همکاران (۲۰۲۰)
بررسی دقت ارزیابی‌ها	معلمان برای آزمودن دقت الگوریتم‌های نمره‌دهی مبتنی بر هوش مصنوعی، به تکالیف و آزمون‌ها تشریحی نمره دادند.	۵	یوان و همکاران (۲۰۲۰)
تعیین معیارهای ارزیابی	معلمان معیارهای ارزیابی مبتنی بر هوش مصنوعی را تعریف کردند.	۴	هاونگ و همکاران (۲۰۱۰)
ارایهٔ راهنمایی در زمینهٔ امور تربیتی برای انتخاب مواد	معلمان راهنمایی‌های لازم در زمینهٔ امور تربیتی برای انتخاب مواد مرتبط با پیاده‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی (مداخله) را ارائه کردند.	۳	دالویان و انخایار (۲۰۱۸)؛ فیتزجرالد و همکاران (۲۰۱۵)
ارایهٔ بازخورد دربارهٔ مسائل فنی	معلمان بازخورد و نظراتشان را دربارهٔ مسائل فنی مرتبط با آموزش و پرورش مبتنی بر هوش مصنوعی (مثلاً طراحی یا کاربرد هوش مصنوعی) ارائه کردند.	۳	بوراستین و همکاران (۲۰۰۴)

در نهایت، نتایج ما حاکی از عدم مشارکت چشم‌گیر دانشجو معلمان در مطالعات مربوط به استفاده از هوش مصنوعی بود. به بیان‌دیگر، هیچ مطالعه‌ای وجود نداشت که طی آن دانشجو معلمان به‌طور فعالانه‌ای با فناوری‌های هوش مصنوعی تعامل داشته باشند.

مزایای هوش مصنوعی برای معلمان

(سؤال ۴ پژوهش– هوش مصنوعی چه مزایایی در اختیار معلمان گذاشته است؟)

مرور مطالعات تجربیِ انتخابی‌مان حاکی نشان داد که استفاده از هوش مصنوعی چندین مزیت برای معلمان دارد. کدگذاری باز[1] نشان داد که مزایای هوش مصنوعی در سه دسته قرار می‌گیرند: برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزیابی (جدول ۳ را ببینید).

جدول ۳. مزایای استفاده از هوش مصنوعی برای معلمان

دسته‌های فرعی	مزایای هوش مصنوعی برای دسته‌های فرعی	شرح	فراوانی	نمونه پژوهش
برنامه‌ریزی	ارائهٔ اطلاعات دربارهٔ عقبهٔ دانش‌آموزان	معلمان می‌توانند از سامانه‌های هوش مصنوعی دربارهٔ عقبهٔ دانش‌آموزان خود اطلاعات کسب کنند	۴	پلهام و همکاران (۲۰۲۰)
	تصمیم‌گیری دربارهٔ محتوای تدریس	معلمان می‌توانند از هوش مصنوعی برای تصمیم‌گیری دربارهٔ تناسب محتوی آموزشی‌شان با نیازها و سطح تبحر دانش‌آموزان استفاده کنند.	۲	فیتزجرالد و همکاران (۲۰۱۵)
	برنامه‌ریزی فعالیت‌های	هوش مصنوعی می‌توانند به معلمان در برنامه‌ریزی فعالیت‌های طول سال کمک کند	۲	دالوین و انخبایار (۲۰۱۸)
پیاده‌سازی	پایش لحظه‌ای	معلمان می‌توانند با استفاده از هوش مصنوعی دانش‌آموزان‌شان را تحت پایش قرار دهند	۱۲	سویکی و همکاران (۲۰۱۹)
	کاهش بار کاری معلم	هوش مصنوعی می‌تواند بار کاری معلمان را کاهش دهد	۸	ویج و همکاران (۲۰۲۰)
	ارائهٔ بازخورد فوری	هوش مصنوعی امکان ارائهٔ بازخورد فوری را به معلمان می‌دهد	۷	هاونگ و همکاران (۲۰۱۱)
	انتخاب/ اتخاذ مناسب‌ترین فعالیت برای یادگیری براساس بازخورد هوش مصنوعی	هوش مصنوعی می‌تواند به معلمان کمک کند تا مناسب‌ترین تمرین‌ها را بر اساس خصیصه‌های دانش‌آموزان‌شان انتخاب کنند.	۵	بونتون-بوته و همکاران (۲۰۲۰)
ارزیابی	پیش‌بینی/ ارزیابی بهتر از عملکرد و دستاوردهای معلمان	هوش مصنوعی، در مقایسه با رگرسیون خطی، می‌تواند اطلاعات مهم در خصوص توسعهٔ معلمان را به‌شکلی دقیق‌تر در اختیارمان قرار دهد.	۱۴	کلی و همکاران (۲۰۱۸)
	ارزیابی و سنجش خودکار	هوش مصنوعی به معلمان در خودکارسازی امتحانات، نمره‌دهی به نوشته‌ها و تصمیم‌گیری کمک می‌کند.	۷	کرستینگ و همکاران (۲۰۱۴)
	ارائهٔ بازخورد دربارهٔ اثربخشی تدریس	هوش مصنوعی می‌تواند میزان اثربخشی تدریس معلمان را به آن‌ها نشان دهد.	۵	پریتو و همکاران (۲۰۱۸)
	کمک در اتخاذ تصمیمات بالینی	هوش مصنوعی به معلمان در تصمیم‌گیری درخصوص مسائل بالینی دانش‌آموزان (مثلاً اختلال طیف درخودماندگی) کمک می‌کند.	۲	کوهن و همکاران (۲۰۱۷)

برنامه‌ریزی

در زمینهٔ برنامه‌ریزی، مزایای هوش مصنوعی شامل دریافت اطلاعات دربارهٔ سوابق دانش‌آموزان و کمک به معلمان برای تصمیم‌گیری در خصوص محتوی تدریس در حین تدوین طرح درس می‌شد. در یکی از مطالعات، سامانهٔ هوش مصنوعی اطلاعات پیش‌زمینه‌ای دانش‌آموزان در خصوص عوامل خطرسازِ بزهکاری، مثلاً پرخاشگری، را در اختیار معلمان قرار داد (پلهام و همکاران، ۲۰۲۰). در زمینهٔ کمک معلمان در برنامه‌ریزی محتوی یادگیری، دلویان و انخبایار (۲۰۱۸) از یادگیری ماشینی برای طبقه‌بندی میزان خوانایی متون داستانی انگلیسی استفاده کردند. مطالعهٔ آن‌ها نشان داد که طبقه‌بندی این‌چنینی می‌تواند به معلمان زبان انگلیسی در برنامه‌ریزی محتوی درسی کل سال براساس میزان خوانایی آن‌ها کمک کند.

1. Open coding

پیاده‌سازی

براساس مرور ما (جدول ۳ را ببینید)، پایش به موقع فرایندهای یادگیری مهم‌ترین مزیت هوش مصنوعی است (فراوانی=۱۲). برای مثال، سو و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از هوش مصنوعی نوعی سامانه تشخیص تمرکز بر یادگیری مبتنی بر حسگر را در محیط کلاس ساختند. این سامانه به معلمان امکان پایش میزان تمرکز دانش‌آموزان بر فعالیت‌های درسی را می‌داد. پایش این‌چنینی با هوش مصنوعی می‌تواند به معلمان در دادن بازخورد فوری (بوراستین، ۲۰۰۴؛ هاونگ و همکاران، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱) و انجام سریع مداخلات مورد نیاز (نیکیفوروس و همکاران، ۲۰۲۰؛ شوارتز و همکاران، ۲۰۱۸) کمک کند. برای مثال، معلمان توانستند لحظات حساس و مهم در تدریس گروهی را مشخص کنند و مداخلات متناسب را برای همهٔ گروه‌ها ارائه کنند (شوارتز و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین، سامانه‌های هوش مصنوعی می‌توانند با ارائهٔ بازخورد به معلمان و کمک به آن در برنامه‌ریزی مداخلات و پایش دانش‌آموزان، بار تدریسی که بر دوش معلمان قرار دارد را کم کنند. این مزایای هوش مصنوعی برای معلمان در چندین مطالعه به‌طور خاصی خود را نشان دادند (لو، ۲۰۱۹؛ ما و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین، به نظر ما کاهش بار تدریس معلمان یکی دیگر از مزایای مهم استفاده از سامانه‌های هوش مصنوعی در آموزش و پرورش است. برای مثال، پژوهشگران گزارش دادند که استفاده از نوعی سامانهٔ مبتنی بر هوش مصنوعی که دانش‌آموزان مناسب برای روش آموزش به هم‌شاگردی[1] را به معلم پیشنهاد می‌کند، مزایایی برای معلمان داشته و وقتشان را برای استفاده در سایر فعالیت‌ها آزاد کرده است (ما و همکاران، ۲۰۲۰).

یافته‌های ما همچنین نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند معلمان را قادر سازد تا بهترین فعالیت یادگیری را براساس بازخورد هوش مصنوعی انتخاب یا اتخاذ کنند. برای مثال، در مطالعهٔ بونتون–بوته و همکاران (۲۰۲۰)، معلمان تصمیم گرفتند تا براساس بازخورد دریافتی از هوش مصنوعی، تمرین‌هایی مانند نوشتن حروف و اعداد را برای دانش‌آموزانِ ضعیف از نظر نوشتاری–حرکتی در نظر بگیرند. بررسی ما نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند فرایند تدریس را برای معلمان جذاب‌تر کند. آن‌ها عنوان کردند که برنامهٔ مبتنی بر هوش مصنوعی با از بین بردن یک‌نواختی کلاس درس، تجربهٔ تدریس را برایشان لذت‌بخش‌تر می‌کنند (مک‌کارتی و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین متوجه شدیم که الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند با جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مربوط به لحظات پربار (لمب و پرمو، ۲۰۱۵) و پیگیری پیشرفت دانش‌آموزان (فرهان و همکاران، ۲۰۱۸)، فرصت‌های تعامل میان معلم و دانش‌آموزان را افزایش دهند.

ارزیابی

بررسی ما نشان می‌دهد که هوش مصنوعی به معلمان در خودکارسازی امتحانات و نمره‌دهی به آزمون‌های تشریحی و همچنین تصمیم‌گیری در مورد عملکرد دانش‌آموزان کمک می‌کند. مشخص شده است که سامانه‌های نمره‌دهی خودکار آزمون‌ها نه‌تنها اثربخشی نمره‌دهی را به‌شکل معناداری افزایش می‌دهند، بلکه نمره‌دهی را عینی‌تر و منصفانه‌تر نیز می‌کنند (یوان و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین، پژوهشگران تمایل دارند از قابلیت‌های هوش مصنوعی در سامانه‌های خودکار استفاده کنند. یکی از کاربردهای مهم برنامه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در ارزیابی، کشف سرقت ادبی در نوشته‌های دانش‌آموزان است (داوسون و همکاران، ۲۰۲۰). در حال حاضر سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی متعددی وجود دارند (مانند تورنیتین[2]) که به اساتید امکان بررسی اصالت مقاله‌های ارائه‌شده توسط دانشجویان در دوره‌های تحصیلات تکمیلی را می‌دهند (الحربی و الحوری، ۲۰۲۰).

این مورد را می‌توان از کاربردهای مهم هوش مصنوعی در ارزیابی دانش‌آموزان دانست. ما هفت مطالعه دربارهٔ مزایای خودکارسازی امتحانات و نمره‌دهی به تکالیف را کدگذاری کردیم. در شش مورد از این مطالعات، نمره‌دهی به دستاوردهای دانش‌آموزان بررسی شد (عنابستانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ هاونگ و همکاران، ۲۰۱۰؛ تپرمن و همکاران، ۲۰۱۰؛ یاون و همکاران، ۲۰۲۰؛ ویج و همکاران، ۲۰۲۰؛ ینگ و همکاران، ۲۰۱۲)، و یک مطالعه نیز از سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای نمره‌دهی به پاسخ‌های تشریحی معلمان به‌منظور ارزیابی دانش کاربردی تدریس ریاضی استفاده کرد (کرستینگ و همکاران، ۲۰۱۴).

پیشنهاد می‌کنیم که بر روی متغیرهای مرتبط با معلم، مانند دانش در زمینهٔ مسائل تربیتی و فناوری، مطالعات بیشتری انجام شود. با توجه به اینکه تحلیل ویدیویی کلاس درس توانایی نمره‌دهی و ارزیابی دانش معلم را فراهم می‌کند (کرستینگ و همکاران، ۲۰۱۴)، می‌توان از آن برای آموزش معلمان پیش از خدمت و در حین خدمت، خصوصاً در زمینهٔ روش‌های تدریس خرد[3]، استفاده کرد. برای مثال، روش‌های پردازش زبان‌های طبیعی (بایواتر و همکاران، ۲۰۱۹) می‌توانند با استفاده از طرح‌های موجود برای نمره‌دهی به تحلیل ویدیویی کلاس،

1. peer tutor
2. Turnitin
3. micro-teaching

الگوهای ارتباط کلامی معلمان در انتقال محتوی تدریس به دانش‌آموزان را مشخص کنند. همچنین، می‌توان از روش‌های بینایی ماشینی (اوزدمیر و تکین، ۲۰۱۶) بر روی فیلم‌های ضبط‌شده از معلمان استفاده کرد و الگوهای حالت بدنی‌شان در حین تدریس را تشخیص داد. چنین روش‌هایی می‌توانند بازخوردهای ارزشمندی را برای بهبود مهارت‌های تدریس در اختیار معلمان تازه‌کار قرار دهند.

هوش مصنوعی همچنین می‌تواند به معلمان در خصوص میزان اثربخشی روش تدریس‌شان بازخورد ارائه کند (فرهان و همکاران، ۲۰۱۸؛ لمب و پرمو، ۲۰۱۵). با استفاده از چندین منبع داده و هوش مصنوعی می‌توان جنبه‌های تدریسِ معنادار و مولد از منظر تربیتیِ معلمان را به‌طور خودکار مدل‌سازی کرد (دیلن‌بورگ، ۲۰۱۶؛ پریتو و همکاران، ۲۰۱۸). معلمان می‌توانند با استفاده از این مدل‌ها روش تدریس‌شان را بهتر کنند. به‌علاوه، این مدل‌های اثربخش از نظر تربیتی می‌توانند الگوریتم‌های هوش مصنوعی را آموزش دهند و آن‌ها را پیچیده‌تر کنند.

همچنین، از فناوری‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی یا ارزیابی بهتر دستاوردها یا عملکرد معلمان استفاده شد. پژوهشگران با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، که در نشان‌دادن روابط پیچیده و غیرخطی کاربرد دارند، شاخص‌های توسعهٔ حرفه‌ای معلمان پیش از خدمت و حین خدمت را پیش‌بینی کردند.

هفت مطالعه داده‌های معلمان را جمع‌آوری کردند و در دو مطالعه نیز داده‌های دانشجومعلمان جمع‌آوری شد (اکگون و دمیر، ۲۰۱۸؛ دمیر، ۲۰۱۵).

به‌علاوه، کوهن و همکاران مطالعه‌ای را بر روی دو نمونه از آزمودنی‌ها انجام دادند که گروه اول تشخیص اختلال طیف درخودماندگی گرفته بودند و گروه دوم چنین اختلالی نداشتند. نتایج نشان داد که یک ابزار یادگیری ماشینی می‌تواند داده‌های دقیق و مفیدی را برای تشخیص اختلال طیف درخودماندگی در اختیار قرار دهد. در مطالعهٔ کوهن و همکاران، معلمان نظرات خود را دربارهٔ دقت این ابزار بیان کردند.

نقش معلمان در پژوهش‌های هوش مصنوعی و همچنین مزایای هوش مصنوعی برای معلمان در شکل ۴ نشان داده شده است. در این شکل برخی انتظارات هوش مصنوعی از معلمان و فرصت‌هایی که این فناوری پیش روی آن‌ها قرار می‌دهد مشخص شده است.

شکل ٤. مزایای هوش مصنوعی و نقش معلمان در پژوهش‌های هوش مصنوعی

چالش‌های استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی

(سؤال ۵ پژوهش – معلمان هنگام استفاده از هوش مصنوعی در آموزش با چه چالش‌هایی مواجه شدند؟)

جدول ٤. چالش‌های استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی

چالش در استفاده	شرح	فراوانی	نمونه پژوهش
اطمینان‌پذیری محدود الگوریتم‌های هوش مصنوعی	الگوریتم‌های هوش مصنوعی آن‌قدر قابل‌اطمینان نیستند که بتوانند اطلاعات مفیدی را در اختیار معلمان بگذارند	۶	شوارتز و همکاران (۲۰۱۸)
ظرفیت فنی محدود هوش مصنوعی	هوش مصنوعی ممکن است ظرفیت پردازش ویژگی‌های خاصی را نداشته باشد (مثلاً تصاویر یا متن‌های عکس‌دار)	۳	ما و همکاران (۲۰۲۰)
نبود زیرساخت‌های کافی در مدارس برای هوش مصنوعی	زیرساخت‌های لازم برای تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی وجود ندارد	۲	ازدمیر و تکین (۲۰۱۶)
عدم امکان استفاده از سامانه‌های هوش مصنوعی در چندین موقعیت	سامانه‌های هوش مصنوعی نمی‌توانند در چندین محیط یادگیری کار کنند	۲	نیکوفوروس و همکاران (۲۰۲۰)
ناکارآمدی ارزیابی و سنجش مبتنی بر هوش مصنوعی	هوش مصنوعی نمی‌تواند ساختار متن و منطق و انسجام محتوی را به درستی ارزیابی کند	۲	لو (۲۰۱۹)
دانش ناکافی معلمان در زمینهٔ استفاده از هوش مصنوعی	معلمان ممکن است دانش فنی موردنیاز برای تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی را نداشته باشند.	۱	چیو و چای (۲۰۲۰)
بی‌میلی معلمان به هوش مصنوعی	معلمان ممکن است استفاده از هوش مصنوعی در تدریس را جذاب یا لذت‌بخش تلقی نکنند.	۱	مک‌کارتی و همکاران
بازخورد کُند هوش مصنوعی	ارائهٔ بازخورد توسط هوش مصنوعی ممکن است بیش از انتظار طول بکشد	۱	مک‌کارتی و همکاران (۲۰۲۰)
توانایی پایین هوش مصنوعی در ارایهٔ بازخورد تطبیقی	هوش مصنوعی شاید نتواند بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده و تطبیقی جامعی ارایه کند.	۱	بوراستین و همکاران (۲۰۰۴)

یکی از رایج‌ترین چالش‌های مشاهده‌شده، ظرفیت فنی محدود هوش مصنوعی است. برای مثال، هوش مصنوعی احتمالاً برای نمره‌دهی به تصاویر یا شکل‌ها و متن کارایی مناسبی ندارد. در مطالعهٔ فیتزجرالد و همکاران (۲۰۱۵)، سامانهٔ مبتنی بر هوش مصنوعی در ارزیابی پیچیدگی متن‌ها، وقتی شامل عکس بودند، ناموفق بود. یکی دیگر از چالش‌های مهم، اطمینان‌پذیری محدود الگوریتم هوش مصنوعی بود. بنابراین، آن دسته از فناوری‌های خودکار ارزیابی نوشته‌ها که از الگوریتم‌های هوش مصنوعی استفاده می‌کنند باید بهتر شوند تا ارزشیابی‌های قابل‌اعتمادی را در اختیار معلمان قرار دهند (کویان و همکاران، ۲۰۲۰). ناکارآمدی سامانه‌های هوش مصنوعی در ارزیابی و سنجش بیش از آنکه به قابل‌اطمینان بودن آن‌ها مربوط باشد، به پایایی این سامانه ربط دارد. نمره‌دهی مبتنی بر هوش مصنوعی ممکن است گاهی اوقات عملکرد را به‌طور نادرستی ارزیابی کند (لو، ۲۰۱۹). بررسی ما همچنین نشان داد که سامانه‌های هوش مصنوعی ممکن است بیش‌از حد وابسته به زمینه باشند، به‌نحوی‌که استفاده از آن‌ها در محیط‌های آموزشی مختلف می‌تواند چالش‌آفرین باشد. برای مثال، الگوریتم هوش مصنوعی‌ای که برای تشخیص رفتاری خاص در یک محیط یادگیری آنلاینِ مشخص طراحی شده است، نمی‌تواند با زبان‌های مختلف کار کند (نیکیفوروس و همکاران، ۲۰۲۰). به عبارت دیگر، این محدودیت ریشه در تفاوت‌های فرهنگی دارد.

دانش ناکافی معلمان در زمینهٔ فناوری (چیو و چای، ۲۰۲۰) و نبود زیرساخت‌های فنی در مدارس (مک‌کارتی و همکاران، ۲۰۱۶) دو چالش دیگر در زمینهٔ گنجاندن هوش مصنوعی در آموزش و پرورش هستند.

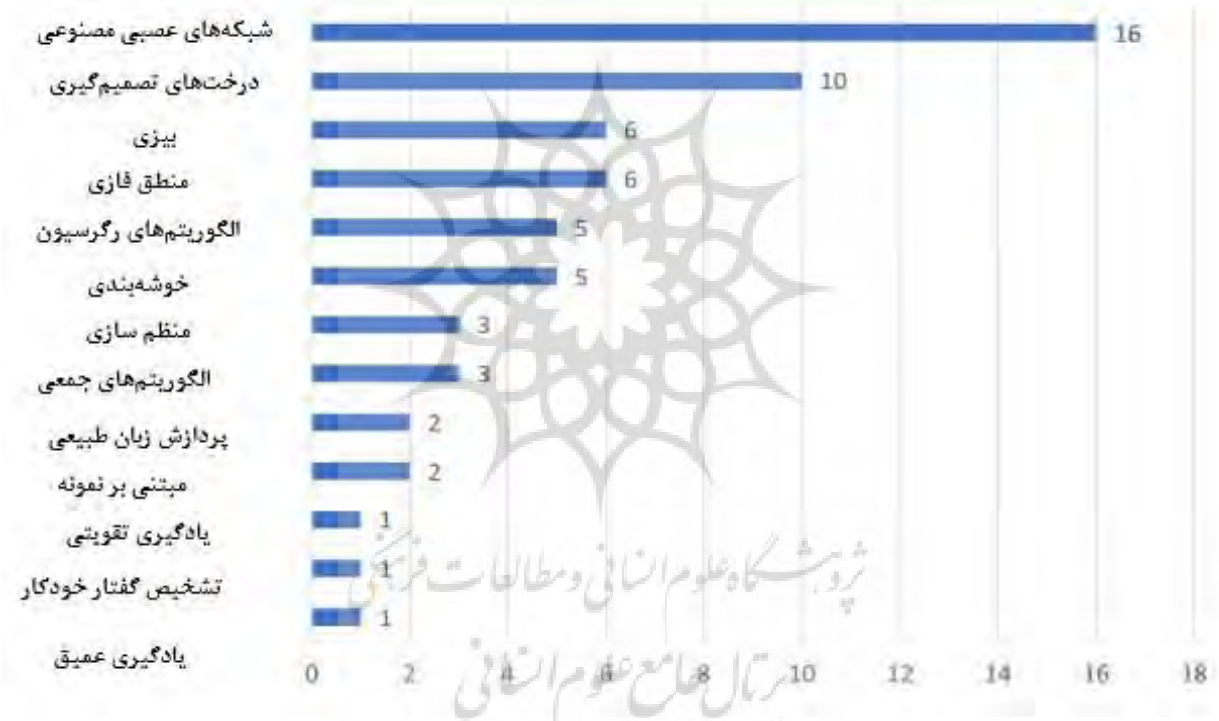
همچنین عنوان شده است که بازخورد مبتنی بر هوش مصنوعی گاهی اوقات کُند است. این موضوع می‌تواند منجر به دل‌زدگی معلم از به‌کارگیری هوش مصنوعی شود (مک‌کارتی و همکاران، ۲۰۱۶). گرچه بازخورد شخصی‌سازی‌شده و متناسب با شرایط برای کاهش بار کاری معلمان مهم است، سامانه‌های هوش مصنوعی همیشه توانایی ارائهٔ انواع مختلف بازخورد براساس نیازهای دانش‌آموزان را ندارند (بوراستین و همکاران، ۲۰۰۴).

بنابراین، سامانه‌های هوش مصنوعی درحال حاضر نمی‌توانند نیاز معلمان به بازخورد کارآمد را به‌خوبی رفع کنند (شکل ۵).

روش‌های هوش مصنوعی در پژوهش

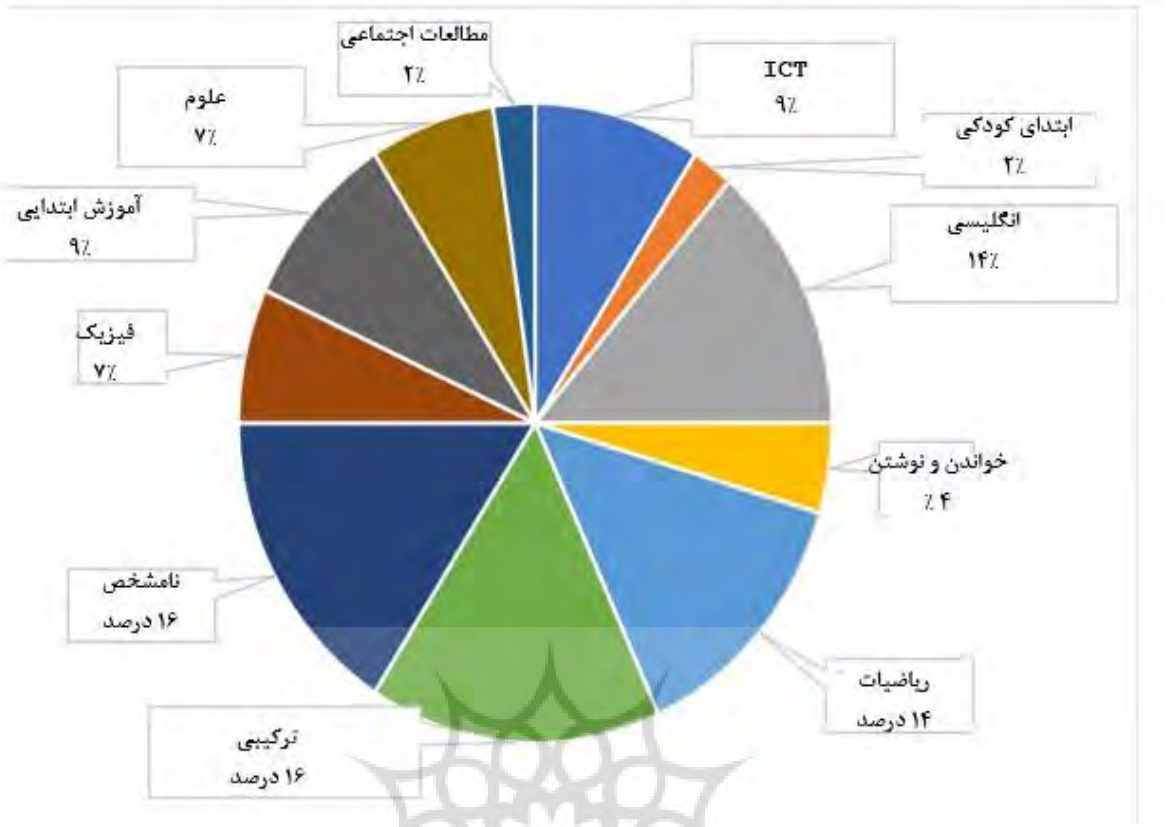
(سؤال ۶ پژوهش – در پژوهش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که معلمان در آن‌ها مشارکت داشتند، از کدام روش‌های هوش مصنوعی استفاده شده بود؟)

با اتکا به مرورهای پیشین، روش‌های هوش مصنوعی استفاده‌شده در مطالعات را کدگذاری کردیم (بورگس و همکاران، ۲۰۲۰؛ کنترراز و وهی، ۲۰۱۸؛ سا و همکاران، ۲۰۱۹). به نظر می‌رسد که شبکه‌های عصبی مصنوعی پرکاربردترین روش هوش مصنوعی (فراوانی=۱۶) در آن دسته از مطالعات حوزهٔ آموزش هستند که معلمان در آن‌ها مشارکت داشته‌اند. شبکهٔ عصبی مصنوعی یکی از روش‌های یادگیری ماشینی است که در حیطه‌های کسب‌وکار، اقتصاد، مهندسی و آموزش عالی کاربرد زیادی دارد (موسو و همکاران، ۲۰۱۳). براساس مرور ما، این شبکه‌ها همچنین داده‌های معمول جمع‌آوری‌شده از معلمان را نیز پردازش می‌کنند. برای مثال، الزهرانی و همکارانش (الزهرانی و همکاران، ۲۰۲۰) رابطهٔ بین آسایش دمایی و عملکرد معلم را بررسی کردند. آن‌ها داده‌های مرتبط با کارآمدی معلمان و دمای کلاس را با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی تحلیل کردند.



شکل ۵. روش‌های هوش مصنوعی در مطالعات بررسی‌شده

درخت‌های تصمیم‌گیری، که یکی دیگر از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی به حساب می‌آیند، در مطالعاتی که مرور کردیم به‌طور مکرر استفاده شده بودند. برای مثال، گاودیوسو و همکاران (۲۰۱۲) برای کمک به معلمان در شناسایی لحظاتی از یک نظام آموزشی تطبیقی که دانش‌آموزان در آن‌ها با مشکل مواجه بودند، از الگوریتم‌های درخت تصمیم‌گیری استفاده کردند. همسو با یافته‌های ما، بررسی روش‌های یادگیری ماشینی پیش‌بینی‌کنندهٔ عملکرد تحصیلی دانشجویان نشان داد که الگوریتم درخت تصمیم‌گیری رایج‌ترین روش مورد استفاده در این زمینه است (سا و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ٦. توزیع مطالعات براساس درس

ما در مرورمان همچنین دروس مختلف در تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی معلمان را بررسی کردیم.

مطالعات انجام‌شده با مشارکت معلمانی که دروس مختلف را تدریس می‌کردند ۱۶ درصد از کل پژوهش‌ها در این زمینه را شامل می‌شد (شکل ۶ را ببینید). این مطالعات در مقایسه با مطالعاتی که با مشارکت معلمان یک درس خاص انجام شده بودند معمولاً اندازه نمونه بزرگ‌تری داشتند (مثلاً بودتها، ۲۰۱۶).

به نظر می‌رسد که معلمان ابتدایی و زبان انگلیسی بیشتر از معلمان سایر حوزه‌ها از هوش مصنوعی استفاده کرده‌اند. مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ نمره‌دهی خودکار به آزمون‌های تشریحی و بازخورد تطبیقی در دوره‌های زبان انگلیسی انجام شده بودند. متوجه شدیم که ۴۶ درصد از همهٔ مطالعاتی که مرورشان کردیم در زمینه‌های مرتبط با علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات انجام شده بودند و درصد بسیار کمتری نیز به حوزهٔ علوم انسانی و ابتدای کودکی تعلق داشتند. شاید علتش این باشد که معلمان رشته‌های مرتبط با علوم فناوری، مهندسی و ریاضیات بیشتر عادت به استفاده از فناوری دارند (چای و همکاران، ۲۰۲۰).

بحث و نتیجه‌گیری

به دلیل افزایش علاقه به استفاده از هوش مصنوعی، در چند سال اخیر تعداد مطالعات مربوط به استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی درحال افزایش بوده است و برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به مطالعات بیشتری نیاز است. با افزایش محبوبیت هوش مصنوعی در آموزش و پرورش، بدون شک پژوهش‌های بیشتری به مقولهٔ استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی در تدریس خواهند پرداخت. بررسی ما از مطالعات مرتبط با این موضوع نشان می‌دهد که تاکنون به مقولهٔ هوش مصنوعی در آموزش معلمان توجه چندانی نشده است. به همین دلیل، توصیه می‌کنیم مطالعات تجربی بیشتری در خصوص استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی انجام شود. گسترش آگاهی در زمینهٔ هوش مصنوعی و پرورش مهارت‌های آن در معلمان می‌تواند استفادهٔ راحت‌تر از تدریس مبتنی بر هوش مصنوعی در کلاس‌های آتی را تسهیل کند. همان‌گونه که والتونن و همکاران (۲۰۲۱) نشان داده‌اند، استفادهٔ معلمان و دانش‌آموزان از فناوری‌های نوظهور می‌تواند نقش مهمی در توسعهٔ رویه‌های قرن بیست‌ویکمی در مدارس داشته باشد.

خلأ دیگری که در مرورمان متوجه آن شدیم، تنوع محدود روش‌ها و کانال‌های داده‌ای است که در سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به‌کار رفته‌اند. به نظر می‌رسد که سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش و پرورش از پتانسیل داده‌های چندحالته بهره نمی‌برند. اکثر برنامه‌های هوش مصنوعیِ مورد استفادهٔ معلمان فقط از داده‌های خوداظهاری و/ یا مشاهده استفاده می‌کنند، درحالی‌که حالت‌های مختلف داده می‌توانند فرصت‌های بیشتری را برای درک تدریس و فرایندهای یادگیری فراهم کنند (یارولا و بنرت، ۲۰۲۱). غنی‌سازی سامانه‌های هوش مصنوعی با سایر انواع داده‌ها (مثلاً داده‌های فیزیولوژیک) می‌تواند درک بهتری از لایه‌های مختلف تدریس و یادگیری در اختیارمان قرار دهد و درنتیجه به معلمان کمک کند تا مداخلات یادگیری اثربخشی را برنامه‌ریزی کنند، بازخورد به موقعی ارائه دهند، ارزیابی‌های دقیق‌تری از وضعیت شناختی و هیجانی دانش‌آموزان در حین تدریس داشته باشند. استفاده از حالات مختلف داده می‌تواند به مدل‌سازی سامانه‌های هوش مصنوعی کارآمدتر و اثربخش‌تر برای آموزش نیز کمک کند. بنابراین، نتیجه می‌گیریم که برای بهبود ظرفیت‌های سامانه‌های هوش مصنوعی در استفاده از داده‌های چندوجهی به کار بیشتری نیاز است.

مرور ما نشان داد که معلمان مشارکت محدودی در توسعهٔ سامانه‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی دارند. گرچه در برخی مطالعات از معلمان باتجربه برای آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی استفاده شده بود ولی برای مشارکت جمع بیشتری از معلمان در توسعهٔ سامانه‌های هوش مصنوعی به تلاش بیشتری نیاز است. چنین مشارکتی باید فراتر از آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی باشد و معلمان باید در فرایندهای تصمیم‌گیری‌های مهم در خصوص نحوهٔ توسعهٔ سامانه‌های هوش مصنوعی برای تدریس بهتر شرکت داده شوند. توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی و شرکت‌های نرم‌افزاری باید معلمان را به خاطر نقش‌شان، بیشتر در فرایند توسعهٔ این فناوری‌ها لحاظ کنند.

براساس این مطالعه، مشخص شده است که هوش مصنوعی به‌طور کلی ابزاری مفید در تدریس معلمان ارزیابی شده است. معلمان می‌توانند از هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزیابی کارشان استفاده کنند. هوش مصنوعی به معلمان در شناسایی نیازهای دانش‌آموزان کمک می‌کند تا بتوانند مناسب‌ترین محتوی و فعالیت‌های یادگیری را برای دانش‌آموزان‌شان مشخص کنند. در حین فعالیت‌های تدریس، مثلاً در حین انجام یک کار گروهی، معلمان با کمک هوش مصنوعی می‌توانند در لحظه از وضعیت دانش‌آموزانشان آگاه شوند و بازخورد فوری ارائه کنند (سویکی و همکاران، ۲۰۱۹). پس از تدریس، سامانه‌های نمره‌دهی خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند به معلمان در ارزیابی کمک کنند (کرستینگ و همکاران، ۲۰۱۴). این مزایا عمدتاً بار کاری معلمان را کاهش می‌دهند و به آن‌ها کمک می‌کنند تا توجهشان را معطوف به مسائل مهمی مانند مداخله و ارزیابیِ به‌موقع نمایند (ویج و همکاران، ۲۰۲۰). با این‌حال، بسیاری از مطالعاتی که مرور کردیم به‌منظور پیش‌بینی متغیرهای پیامد (مثلاً عملکرد، مشارکت، و رضایت شغلی) از طریق الگوریتم‌های یادگیری ماشینی انجام شده بودند (یو و رو،۲۰۲۰). برای اینکه سامانه‌های هوش مصنوعی بتوانند اطلاعات و بازخورد مناسبی در خصوص نحوهٔ رخ‌دادن فرایندهای یادگیری از نظر زمانی در حین تدریس معلم ارائه کنند، به مطالعات بیشتری نیاز است. پس از آن، معلمان قادر خواهند بود برای درک بهتر فرصت‌های موجود در این زمینه با سامانه‌های هوش مصنوعی واقعی کار کنند.

این مطالعه چندین محدودیت و چالش در استفادهٔ معلمان از هوش مصنوعی را آشکار کرد که اطمینان‌پذیری محدود، ظرفیت فنی پایین و عدم امکان استفاده در محیط‌های مختلف از جملهٔ آن‌ها بود. برای پرداختن به چالش‌های مشخص‌شده در این مطالعه به پژوهش‌های تجربی بیشتری نیاز است و توسعهٔ سامانه‌های هوش مصنوعی که از نظر فنی و آموزشی توانایی کمک به آموزش و پرورش باکیفیت در محیط‌های یادگیری متنوع را داشته باشند هنوز محقق نشده است. برای تحقق این هدف، همکاری چندرشته‌ای میان ذی‌نفعان مختلف (شامل توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی، متخصصان علوم تربیتی، معلمان و دانش‌آموزان) ضروری است. امیدواریم که این مرور زیربنایی برای این نوع همکاری باشد.

References

Aggarwal, C. C. (2018). Neural networks and deep learning. Springer, 10, 978-3.

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educational Research Review, 20, 1–11.

Akgün, E., & Demir, M. (2018). Modeling course achievements of elementary education teacher candidates with artificial neural networks. International Journal of Assessment Tools in Education, 5(3), 491–509.

Alenezi, H. S., & Faisal, M. H. (2020). Utilizing crowdsourcing and machine learning in education: Literature review. Education and Information Technologies, 1-16.

Alharbi, M. A., & Al-Hoorie, A. H. (2020). Turnitin peer feedback: Controversial vs. non-controversial essays. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17, 1–17.

Alloghani, M., Al-Jumeily, D., Mustafna, J., Hussain, A., & Aljaaf, A. J. (2020). A systematic review on supervised and unsupervised machine learning algorithms for data science. In Supervised and Unsupervised Learning for Data Science (pp. 3–21). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22475-2_1

Alzahrani, H., Arif, M., Kaushik, A., Goulding, J., & Heesom, D. (2020) .Artificial neural network analysis of teachers' performance against thermal comfort. International Journal of Building Pathology and Adaptation. https://doi.org/10.1108/
IJBPA-11-2019-0098

Annabestani, M., Rowhanimanesh, A., Mizani, A., & Rezaei, A. (2020) Fuzzy descriptive evaluation system: Real, complete and fair evaluation of students. Soft Computing, 24(4), 3025–3035.

Baker, T., & Smith, L. (2019). Education rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Retrieved from Nesta Foundation website: https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf

Baran, E. (2014). A review of research on mobile learning in teacher education. Journal of Educational Technology & Society, 17(4), 32-17.

Bonneton-Botté, N., Fleury, S., Girard, N., Le Magadou, M., Cherbonnier, A., Renault, M., ... & Jamet, E. (2020). Can tablet apps support the learning of handwriting? An investigation of learning outcomes in kindergarten classroom. Computers & Education, 151, 103831.

Borges, A. F., Laurindo, F. J., Spínola, M. M., Gonçalves, R. F., & Mattos, C. A. (2020). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. International Journal of Information Management, 102225

Bonk, C. J., & Wiley, D. A. (2020). Preface: Refection's on the waves of emerging learning technologies. Educational Technology Research and Development, 68(4), 1595–1612.

Buddhtha, S., Natasha, C., Irwansyah, E., & Budiharto, W. (2019). Building an artificial neural network with backpropagation algorithm to determine teacher engagement based on the Indonesian teacher engagement index and presenting the data in a Web-Based GIS. International Journal of Computational Intelligence Systems, 1575, (2) 12

Burstein, J., Chodorow, M., & Leacock, C. (2004). Automated essay evaluation: The Criterion online writing service. Ai Magazine, 27-27, (3)25 https://doi.org/10.1609/aimag.v25i3.1774

Bywater, J. B., Chiu J. l., Hong J., & Sankaranarayanan, V. (2019). The teacher responding tool: Scaffolding the teacher practice of responding to student ideas in mathematics classrooms. Computers & Education 139, 16-30.

Chai, C. S., Jong, M., & Yan, Z. (2020). Surveying Chinese teachers 'technological pedagogical STEM knowledge: A pilot validation of STEM-TPACK survey. International Journal of Mobile Learning and Organization, 14(2), 203–214.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. IEEE Access, 8, 75264–75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

Chiu, T. K., & Chai, C. S. (2020). Sustainable curriculum planning for artificial intelligence education: A self-determination theory perspective. Sustainability, 12(14), 5568.

Clark, D. (2020). Artificial ıntelligence for learning: How to use AI to support employee development. Kogan Page Publishers.

Cohen, I. L., Liu, X., Hudson, M., Gillis, J., Cavalari, R. N., Romanczyk, R. G., ... & Gardner, J. M. (2017). Level 2 Screening with the PDD Behavior Inventory: Subgroup Profiles and Implications for Differential Diagnosis. Canadian Journal of School Psychology, 32(3-4), 299-315.

Contreras, I., & Vehi, J. (2018). Artificial intelligence for diabetes management and decision support: Literature review. Journal of Medical Internet Research, 20(5), e10775. https://doi.org/10.10775/2196.

Cope, B., Kalantzis, M., & Searsmith, D. (2020). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. Educational Philosophy and Theory, 1–17.

Cukurova, M., & Luckin, R. (2018). Measuring the impact of emerging technologies in education: A pragmatic approach. Springer, Cham. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10068777

Dalvean, M., & Enkhbayar, G. (2018). Assessing the readability of fiction: a corpus analysis and readability ranking of 200 English fiction texts* 4. Linguistic Research, 35, 137–170.

Dawson, P., Sutherland-Smith, W., & Ricksen, M. (2020). Can software improve marker accuracy at detecting contract cheating? A pilot study of the Turnitin authorship investigate alpha. Assessment & Evaluation in Higher Education, 45(4), 473–482.

Demir, M. (2015). Predicting pre-service classroom teachers' civil servant recruitment examination's educational sciences test scores using artificial neural networks. Educational Sciences: Theory & Practice, 15(5).

Denzin, N. K. (2017). The research act: A theoretical introduction to sociological methods. Transaction publishers.

Dillenbourg, P. (2013). Design for classroom orchestration. Computers & Education, 69, 485–492.

Dillenbourg, P. (2016). The evolution of research on digital education. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 544–560. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0106-z

EdTechXGlobal. (2016). EdTechXGlobal report 2016—Global EdTech industry report: a map for the future of education and work. Retrieved from http://ecosystem.edtechxeurope.com/

Farhan, M., Jabbar, S., Aslam, M., Ahmad, A., Iqbal, M. M., Khan, M., & Maria, M. E. A. (2018). A real-time data mining approach for interaction analytics assessment: based student interaction framework. International Journal of Parallel Programming. (5), 46, 903-886 .

Fitzgerald, J., Elmore, J., Koons, H., Hiebert, E. H., Bowen, K., Sanford-Moore, E. E., & Stenner, A. J. (2015). Important text characteristics for early-grades text complexity. Journal of Educational Psychology, 107(1), 4.

Gaudioso, E., Montero, M., & Hernandez-Del-Olmo, F. (2012). Supporting teachers in adaptive educational systems through predictive models: A proof of concept. Expert Systems with Applications, 39(1), 621–625.

Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher students for 21st century learning practices (PREP 21): A framework for enhancing collaborative problem solving and strategic learning skills. Teachers and Teaching: Theory and Practice, 23(1), 25–41.

Hefernan, N. T., & Hefernan, C. L. (2014). The ASSISTments ecosystem: Building a platform that brings scientists and

teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 24(4), 470–497.

Heitink, M. C., Van der Kleij, F. M., Veldkamp, B. P., Schildkamp, K., &Kippers, W. B. (2016). A systematic review of prerequisites for implementing assessment for learning in classroom practice. Educational Research Review, 17, 50–62.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artifcial intelligence in education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.

Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019). Co-designing a real-time classroom orchestration tool to support teacher–AI complementarity. Journal of Learning Analytics, 6(2), 27–52.

Hrastinski, S., Olofsson, A. D., Arkenback, C., Ekström, S., Ericsson, E., Fransson, G., ... & Utterberg, M. (2019). Critical imaginaries and refections on artifcial intelligence and robots in post digital K-12 education. Post digital Science and Education, 1(2), 427- ٤٤٥. https://doi.org/10.1007/s42438-019-00046-x

Huang, C. J., Liu, M. C., Chang, K. E., Sung, Y. T., Huang, T. H., Chen, C. H., ... & Chang, T. Y. (2010). A learning assistance tool for enhancing ICT literacy of elementary school students. Journal of Educational Technology & Society, 13(3), 126-138.

Huang, C. J., Wang, Y. W., Huang, T. H., Chen, Y. C., Chen, H. M., & Chang, S. C. (2011). Performance evaluation of an online argumentation learning assistance agent. Computers & Education, (1)57, 1270-1280

Järvelä, S. & Bannert, M. (2021). Temporal and adaptive processes of regulated learning – What can multimodal data tell? Learning and Instruction, 72, https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019. 101268.

Järvelä, S., Malmberg, J., Haataja, E., Sobocinski, M., & Kirschner, P. A. (2021). What multimodal data can tell us about the students' regulation of their learning process. Learning and Instruction, 101203.

Kelly, S., Olney, A. M., Donnelly, P., Nystrand, M., & D'Mello, S. K. (2018). Automatically measuring question authenticity in real-world classrooms. Educational Researcher, 47(7), 451–464.

Kersting, N. B., Sherin, B. L., & Stigler, J. W. (2014). Automated scoring of teachers' open-ended responses to video prompts: Bringing the classroom-video-analysis assessment to scale. Educational and Psychological Measurement, 74(6), 950–974.

Kirschner, P. A. (2015). Do we need teachers as designers of technology enhanced learning? Instructional Science, 43(2), 309–322.

Koedinger, K. R., Corbett, A. T., & Perfetti, C. (2012). The Knowledge Learning-Instruction framework: Bridging the science-practice chasm to enhance robust student learning. Cognitive Science, 798-757, (5) 36.

Kucuk, S., Aydemir, M., Yildirim, G., Arpacik, O., & Goktas, Y. (2013). Educational technology research trends in Turkey from 1990 to 2011. Computers & Education, 68, 42–50.

Lamb, R., & Premo, J. (2015). Computational modeling of teaching and learning through application of evolutionary algorithms. Computation, 3(3), 427–443.

Langran, E., Searson, M., Knezek, G., & Christensen, R. (2020). AI in Teacher Education. In Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (pp. 735–740). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Lu, X. (2019). An empirical study on the artificial intelligence writing evaluation system in China CET. Big Data, 7(2), 121–129.

Luckin, R., & Cukurova, M. (2019). Designing educational technologies in the age of AI: A learning sciences-driven approach. British Journal of Educational Technology, 50(6), 2824–2838.

Luckin, R., Holmes, W., Grifths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson Education.

Luor, T., Johanson, R. E., Lu, H. P., & Wu, L. L. (2008). Trends and lacunae for future computer assisted learning (CAL) research: An assessment of the literature in SSCI journals from 1998–2006. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 59(8), 1313–1320. https://doi.org/10.1002/asi.20836

Ma, Z. H., Hwang, W. Y., & Shih, T. K. (2020). Effects of a peer tutor recommender system (PTRS) with machine learning and automated assessment on vocational high school students' computer application operating skills. Journal of Computers in Education, 462-435, (3) 7. https://doi.org/10.1007/s40692-020-00162-9

McCarthy, T., Rosenblum, L. P., Johnson, B. G., Dittel, J., & Kearns, D. M. (2016). An artificial intelligence tutor: A supplementary tool for teaching and practicing braille. Journal of Visual Impairment & Blindness, 110(5), 309–322.

Musso, M. F., Kyndt, E., Cascallar, E. C., & Dochy, F. (2013). Predicting general academic performance and ıdentifying the diferential contribution of participating variables using artifcial neural networks. Frontline Learning Research, 1(1), 42–71.

Nikiforos, S., Tzanavaris, S., & Kermanidis, K. L. (2020). Virtual learning communities (VLCs) rethinking: Influence on behavior modifcation—bullying detection through machine learning and natural language processing. Journal of Computers in Education, .551-531, 7. https://doi.org/10.1007/s40692-020-00166-5

Okada, A., Whitelock, D., Holmes, W., & Edwards, C. (2019). e-Authentication for online assessment: A mixed-method study. British Journal of Educational Technology, 50(2), 861–875.

Ozdemir, O., & Tekin, A. (2016). Evaluation of the presentation skills of the pre-service teachers via fuzzy logic. Computers in Human Behavior, 61, 288–299. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.013

Pelham, W. E., Petras, H., & Pardini, D. A. (2020). Can machine learning improve screening for targeted delinquency prevention programs? Prevention Science, 21(2), 158–170.

Popenici, S. A., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education.

Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12(1), 13-1.

Prieto, L. P., Sharma, K., Kidzinski, Ł, Rodríguez-Triana, M. J., & Dillenbourg, P. (2018). Multimodal teaching analytics: Automated extraction of orchestration graphs from wearable sensor data. Journal of Computer Assisted Learning, 34(2), 193–203.

Qian, L., Zhao, Y., & Cheng, Y. (2020). Evaluating China's automated essay scoring system write. Journal of Educational Computing Research, 58(4), 771–790.

Qin, F., Li, K., & Yan, J. (2020). Understanding user trust in artificial intelligence-based educational systems: Evidence from China. British Journal of Educational Technology, 51(5), 1693–1710.

Renz, A., & Hilbig, R. (2020). Prerequisites for artificial intelligence in further education: Identification of drivers, barriers, and business models of educational technology companies.

International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17, 21-1. https://doi.org/10.1186/s41239-020-00193-3

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. International Journal of Artificial

Intelligence in Education, 26(2), 582–599.

Ruiz-Palmero, J., Colomo-Magaña, E., Ríos-Ariza, J. M., & GómezGarcía, M. (2020). Big data in education: Perception of training advisors on its use in the educational system. Social Sciences,53, (4) 9. https://doi.org/10.3390/socsci9040053

Russel, S., & Norvig, P. (2010). Artificial intelligence - a modern approach. Pearson Education.

Saa, A. A., Al-Emran, M., & Shaalan, K. (2019). Factors affecting students' performance in higher education: A systematic

review of predictive data mining techniques. Technology, Knowledge and Learning, 24(4), 567–598. https://doi.org/10./1007/s10758-019-09408-7.

Salomon, G. (1996). Studying novel learning environments as patterns of change. In S. Vosiniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.). International Perspectives on the design of Technology Supported Learning. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Swiecki, Z., Ruis, A. R., Gautam, D., Rus, V., & Williamson Shafer, D. (2019). Understanding when students are active-in-thinking through modeling-in-context. British Journal of Educational Technology, 50(5), 2346–2364.

Sánchez-Prieto, J. C., Cruz-Benito, J., Therón Sánchez, R., & García Peñalvo, F. J. (2020). Assessed by machines: Development of a TAM-based tool to measure ai-based assessment acceptance among students. International Journal of Interactive Multimedia and Artifcial Intelligence, 6(4), 80–86.

Schwarz, B. B., Prusak, N., Swidan, O., Livny, A., Gal, K., & Segal, A. (2018). Orchestrating the emergence of conceptual learning: A case study in a geometry class. International Journal of TechTrends (2022) 66:616–630 629 31Computer-Supported Collaborative Learning, 13(2), 189–211. https://doi.org/10.1007/s11412-018-9276-z

Seufert, S., Guggemos, J., & Sailer, M. (2020). Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre-and in-service teachers: The current situation and emerging trends. Computers in Human Behavior, 115, 106552.

Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). Qualitative research methods in social sciences. Serkin Publishing.

Su, Y. N., Hsu, C. C., Chen, H. C., Huang, K. K., & Huang, Y. M. .(۲۰۱٤) Developing a sensor-based learning concentration detection system.

Engineering Computations., 31(2), 216–230

Tepperman, J., Lee, S., Narayanan, S., & Alwan, A. (2010). A generative student model for scoring word reading skills. IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 19(2), 348–360.

Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F., & Baran, E. (2020). Enhancing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): A mixed-method study. Educational Technology Research and Development, 68(1), 319–343.

Valtonen, T., Hoang, N., Sointu, E., Näykki, P., Virtanen, A., PöysäTarhonen, J., Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo, K., & Kukkonen, J. (2021). How pre-service teachers perceive their 21st-century skills and dispositions: A longitudinal perspective. Computers in Human Behavior, 116, 106643.

Vij, S., Tayal, D., & Jain, A. (2020). A machine learning approach for automated evaluation of short answers using text similarity based on WordNet graphs. Wireless Personal Communications, 111(2), 1282-1271.

Wang, S., Hu, B. Y., & LoCasale-Crouch, J. (2020). Modeling the nonlinear relationship between structure and process quality features in Chinese preschool classrooms. Children and Youth Services Review, 109, 104677.

Williamson, M. (2015). "I wasn't reinventing the wheel, just operating the tools": The evolution of the writing processes of online first year composition students (unpublished doctoral dissertation). Arizona State University.

Yang, C. H. (2012). Fuzzy fusion for attending and responding assessment system of affective teaching goals in distance learning. Expert Systems with Applications, 39(3), 2501–2508.

Yoo, J. E., & Rho, M. (2020). Exploration of predictors for Korean teacher job satisfaction via a machine learning technique, Group Mnet. Frontiers in psychology, 11, 441.

Yuan, S., He, T., Huang, H., Hou, R., & Wang, M. (2020). Automated Chinese essay scoring based on deep learning. CMC-Computers Materials & Continua, 65(1), 817–833.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education–where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(1), 39-43.