Journal of Research in Teaching فصلنامه علمی تدریس پژوهی

Vol 12, No 3, Autumn , 2024 صفحات: ۲۸۴-۲۵۶ سال دوازدهم- شمارۀ سوم – پاییز ۱۴۰۳

Synthesis study of the application of artificial intelligence technologies in teaching students in the field of mathematics education

Soayeh sadat mirmoeini[1]*, Nematollah azizi[2]

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۱۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹

Received Date: 2023/10/02 **Accepted Date: 2024/08/19**

Abstract

Learning mathematics is a big challenge for many students. The advancement of artificial intelligence technology creates many opportunities for teaching and learning. The purpose of this research was to obtain a complete picture of artificial intelligence research in mathematics education and the approaches and dimensions of using this technology in mathematics education. The research method was research synthesis (metasynthesis). The statistical population of the research included all works published in this field from 2003 to 2023 in reliable scientific databases and the examined sample included 31 documents that were categorized and organized using MAXQDA18 software. Based on the obtained results, five categories were extracted to answer the question. The results showed that artificial intelligence technologies can be used in new teaching methods, content production, evaluation and communication, and its use in mathematics education requires a comprehensive view and integration of technological knowledge, pedagogy and content.
Learning mathematics is a big challenge for many students. The advancement of artificial intelligence technology creates many opportunities for teaching and learning. The purpose of this research was to obtain a complete picture of artificial intelligence research in mathematics education and the approaches and dimensions of using this technology in mathematics education. The research method was research synthesis (metasynthesis). The statistical population of the research included all works published in this field from 2003 to 2023 in reliable scientific databases and the examined sample included 31 documents that were categorized and organized using MAXQDA18 software. Based on the obtained results, five categories were extracted to answer the question. The results showed that artificial intelligence technologies can be used in new teaching methods, content production, evaluation and communication, and its use in mathematics education requires a comprehensive view and integration of technological knowledge, pedagogy and content.
Learning mathematics is a big challenge for many students. The advancement of

[1] . PhD in Higher Education Planning, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

***(Corresponding Author) : Email: mirmoeinii@yahoo.com**

[2] . Professor of Educational Planning, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

artificial intelligence technology creates many opportunities for teaching and learning. The purpose of this research was to obtain a complete picture of artificial intelligence research in mathematics education and the approaches and dimensions of using this technology in mathematics education. The research method was research synthesis (metasynthesis). The statistical population of the research included all works published in this field from 2003 to 2023 in reliable scientific databases and the examined sample included 31 documents that were categorized and organized using MAXQDA18 software. Based on the obtained results, five categories were extracted to answer the question. The results showed that artificial intelligence technologies can be used in new teaching methods, content production, evaluation and communication, and its use in mathematics education requires a comprehensive view and integration of technological knowledge, pedagogy and content.
Learning mathematics is a big challenge for many students. The advancement of artificial intelligence technology creates many opportunities for teaching and learning. The purpose of this research was to obtain a complete picture of artificial intelligence research in mathematics education and the approaches and dimensions of using this technology in mathematics education. The research method was research synthesis (metasynthesis). The statistical population of the research included all works published in this field from 2003 to 2023 in reliable scientific databases and the examined sample included 31 documents that were categorized and organized using MAXQDA18 software. Based on the obtained results, five categories were extracted to answer the question. The results showed that artificial intelligence technologies can be used in new teaching methods, content production, evaluation and communication, and its use in mathematics education requires a comprehensive view and integration of technological knowledge, pedagogy and content.
Learning mathematics is a big challenge for many students. The advancement of artificial intelligence technology creates many opportunities for teaching and learning. The purpose of this research was to obtain a complete picture of artificial intelligence research in mathematics education and the approaches and dimensions of using this technology in mathematics education. The research method was research synthesis (metasynthesis). The statistical population of the research included all works published in this field from 2003 to 2023 in reliable scientific databases and the examined sample included 31 documents that were categorized and organized using MAXQDA18 software. Based on the obtained results, five categories were extracted to answer the question. The results showed that artificial intelligence technologies can be used in new teaching methods, content production, evaluation and communication, and its use in mathematics education requires a comprehensive view and integration of technological knowledge, pedagogy and content.
Learning mathematics is a big challenge for many students. The advancement of artificial intelligence technology creates many opportunities for teaching and learning. The purpose of this research was to obtain a complete picture of artificial intelligence research in mathematics education and the approaches and dimensions of using this technology in mathematics education. The research method was research synthesis (metasynthesis). The statistical population of the research included all works published in this field from 2003 to 2023 in reliable scientific databases and the examined sample included 31 documents that were categorized and organized using

MAXQDA18 software. Based on the obtained results, five categories were extracted to answer the question. The results showed that artificial intelligence technologies can be used in new teaching methods, content production, evaluation and communication, and its use in mathematics education requires a comprehensive view and integration of technological knowledge, pedagogy and content.
Learning mathematics is a big challenge for many students. The advancement of artificial intelligence technology creates many opportunities for teaching and learning. The purpose of this research was to obtain a complete picture of artificial intelligence research in mathematics education and the approaches and dimensions of using this technology in mathematics education. The research method was research synthesis (metasynthesis). The statistical population of the research included all works published in this field from 2003 to 2023 in reliable scientific databases and the examined sample included 31 documents that were categorized and organized using MAXQDA18 software. Based on the obtained results, five categories were extracted to answer the question. The results showed that artificial intelligence technologies can be used in new teaching methods, content production, evaluation and communication, and its use in mathematics education requires a comprehensive view and integration of technological knowledge, pedagogy and content.

Keywords: Artificial Intelligence, Artificial Intelligence in Education, Artificial Intelligence in Mathematics Education, Technology-Based Mathematics Education, Research Synthesis

سنتز پژوهی به‌کارگیری فناوری‌های هوش مصنوعی در آموزش دانشجویان رشته آموزش ریاضی

سمیه سادات میرمعینی[۱]*، نعمت الله عزیزی[۲]

چکیده

هدف :یادگیری ریاضیات یک چالش بزرگ برای بسیاری از دانش‌آموزان و دانشجویان است. پیشرفت فناوری هوش مصنوعی، فرصت‌های متعددی برای آموزش و یادگیری به‌وجود می‌آورد. هدف این پژوهش به‌دست آوردن یک تصویر کامل از تحقیقات هوش مصنوعی در آموزش ریاضیات و رویکردها و ابعاد استفاده از این فناوری در آموزش ریاضیات بود.

روش: روش پژوهش سنتز پژوهی (فراترکیب) بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه آثار منتشر شده از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۳ در این حوزه در پایگاه‌های علمی معتبر و نمونه مورد بررسی شامل ۳۱ سند بود که با استفاده از نرم افزار MAXQDA18 دسته بندی و سازماندهی شد. بر اساس نتایج به دست آمده پنج مقوله برای پاسخ به سوال استخراج شد.

یافته‌ها: یافته پژوهش نتایج نشان داد که از فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توان در بکارگیری شیوه های آموزش جدید، تولید محتوا، ارزشیابی و ارتباطات استفاده کرد و به‌کارگیری آن در آموزش ریاضی نیازمند یک نگاه جامع و تلفیق دانش تکنولوژیکی، پداگوژی و محتوا است.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، هوش مصنوعی در آموزش، هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری، سنتز پژوهی

[۱] .دانشجوی دکتری برنامه ریزی آموزش عالی، گروه علوم تربیتی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

*(نویسنده مسئول): **Email: mirmoeinii@yahoo.com**

[۲] استادگروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی و علوم اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

مقدمه

هوش مصنوعی نقش‌های اساسی را در زندگی روزمره مردم ایفا می‌کند و به طور گسترده در زمینه‌های مختلف استفاده می‌شود(McCarthy, 2007; Su et al., 2023; Yang. 2022). هوش مصنوعی توانایی یک سیستم برای تفسیر داده‌های خارجی است؛ این سیستم با دیدن داده‌ها، یاد می‌گیرد و آموخته‌های خود را برای رسیدن به اهداف خاصی به کار می‌بندد (Greene ,2017) از دهه ۱۹۷۰، هوش مصنوعی در آموزش و پرورش، به‌عنوان یک رشته تخصصی میان رشته‌ای رشد کرده است که شامل کاربرد این فناوری در یادگیری و آموزش، عمدتاً در زمینه‌های آموزش‌عالی است. هدف آن این است که یادگیری شخصی‌تر، انعطاف پذیرتر، فراگیرتر و درگیرکننده‌تر داشته باشد و از اهداف آن خودکار کردن کارهای روزمره آموزش از طریق ارزیابی و بازخورد خودکار است (Gulson & et al.۲۰۱۸). دستیاران هوش مصنوعی در آموزش و پرورش می‌توانند در روبات‌ها یا دستیارهای مجازی مجسم شوند و می‌توانند در محیط‌های واقعیت مجازی یا واقعیت افزوده ادغام شوند. همچنین ممکن است سنسورهایی برای جمع‌آوری داده‌های دیداری، شنیداری و فیزیولوژیکی دانش‌آموزان و معلمان داشته باشند. این نوع داده‌ها می‌تواند برای درک بیشتر ما از چگونگی یادگیری و کمک به معلمان در انتخاب موثرترین رویکردهای آموزشی استفاده شود (Luckin, & Holmes. 2016). ورود هوش مصنوعی به آموزش موجب آن شده که نسبت به مباحثی مانند پداگوژی، ساختار سازمانی، دسترسی به فرصت‌های آموزشی، اخلاق، برابری و پایداری رویکردهای تازه‌ای پدیدار شود زیرا برای خودکار نمودن چیزی، ابتدا باید آن را کاملا درک کرد. اما واضح است که صرفاً با معرفی ابزارهای جدید نمی‌توان به یادگیری بهتر رسید. کلید تأثیر آموزش، معلم است و معلم کمک می‌کند تا از فناوری در زمان مناسب استفاده شود. به‌عبارت دیگر، نتایج یادگیری بستگی به این دارد که معلمان چگونه می‌توانند از فناوری به روش‌های معنادار و مناسب استفاده کنند. در نتیجه روش مناسب، آگاهی معلمان از کاربردهای این فناوری‌ها است. بنابراین نقش فناوری در آموزش‌عالی تقویت تفکر انسان و تقویت روند آموزشی است نه کاهش آن به مجموعه‌ای از روش‌های کنترل و ارزیابی محتوا. با ظهور هوش مصنوعی، هوشیاری موسسات آموزشی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند تا قدرت کنترل الگوریتم‌های پنهانی که آنها را اجرا می‌کنند، در انحصار اربابان فناوری نباشد (Tuomi, 2020). کیفیت آموزش و پرورش به پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بستگی دارد که به‌طور مستقیم باعث بهبود کیفیت منابع انسانی و به‌طور غیر مستقیم با افزایش بهره‌وری، رشد اقتصادی و توانایی دولت‌ها برای کاهش فقر ارتباط دارد. در میان درس‌های مختلف، ریاضیات جایگاه ویژه‌ای در برنامه‌ریزی تحصیلی دارد و برای دانش‌آموزانی که در پی کسب مشاغل علمی و فنی در سطح دانشگاه هستند به مثابه یک عامل مهم مطرح است. همچنین مطالعه ریاضی ابزار و وسیله مناسبی برای درک و فهم، استدلال و استنتاج دانش‌آموزان است بنابراین، افراد برای زندگی بهتر در قرن بیست و یکم نیاز به یادگیری ریاضی دارند. ارتقای کیفیت تدریس و یادگیری ریاضی، یکی از مباحثی است که در دستور کار دولت‌ها، دانشگاه‌ها و خودِ حرفهٔ تدریس

ریاضی، قرارگرفته است. مطالعات بین‌المللی تیمز نشان از وضعیت نامناسب دانش‌آموزان ایرانی دارد. یافته-های مطالعه تیمز بیانگر ضعف نسبی نظام آموزشی و توانایی پایین دانش‌آموزان ایرانی است. عوامل مختلفی بر پیشرفت دانش‌آموزان در درس ریاضی تأثیر می‌گذارند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تربیت معلمان کارآمد یکی از دلایل اصلی موفقیت بسیاری از کشورهای شرکت کننده در ارزیابی تیمز بوده است. تأثیر دانش معلمان ریاضی بر کیفیت تدریس و نیز بر عملکرد دانش‌آموزان آنها غیر قابل انکار است. موفقیت در تربیت دانش‌آموزانی شایسته بدون توفیق در تربیت دبیران کارآمد امکان پذیر نیست(گروه علوم پایه، ۱۳۹۵). در نتیجه مربیان و معلمان ریاضیات باید از ابزارهای نوآورانه‌ای که معمولاً در کلاس‌های درس دیده نمی‌شوند، در آموزش ریاضیات استفاده کنند، این ابزارها به آنها کمک می‌کند تا استدلال کردن و تجسم کردن و ایجاد ارتباط با جامعه در کودکان و سرمایه‌های فرهنگی تقویت شود (Harper & et al, 2021). دانش تکنولوژیکی، پداگوژیکی و محتوا (TPACK) یک چارچوب ضروری برای آموزش معلمان است. هر سه مؤلفه آموزش، محتوا و فناوری باید برای حمایت از آموزش بهتر، یکپارچه شوند. موضوع فقط استفاده از فناوری جدید نیست، اما نحوه استفاده از فناوری‌های نوظهور هوش مصنوعی در آموزش هنوز جدید است و نیاز به توجه و تحقیق دارد(Searson & et al, 2024). McKenney & Voogt(2017) یک مطالعه تحقیقاتی را برای بررسی چگونگی کمک برنامه‌های آموزش معلمان در توسعه TPACK انجام دادند. این دو پژوهشگر بر اساس یافته‌های خود عوامل مختلفی که بر یادگیری معلمان آینده در مورد نحوه استفاده از فناوری در آموزش تأثیر می‌گذارند رابیان کردند.(Baran& et al(2019 دیدگاه‌های معلمان پیش از خدمت را در مورد اینکه چگونه برنامه‌های آموزش معلمان به آنها در توسعه TPACK کمک می کنند، بررسی کردند و دریافتند که اساتید نقش اساسی در حمایت از معلمان پیش از خدمت و ارائه بازخورد دارند.

از آنجایی که ابزارهای هوش مصنوعی کاربرد بیشتری در زندگی روزمره پیدا کرده‌اند، تحقیقات بیشتری برای کشف استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش انجام شده‌است. Park (2021) با استفاده از TPACK به‌عنوان چارچوب، گروهی را مورد بررسی قرار داد؛ از تجربیات معلمان پیش از خدمت کره‌ای با ابزارهای هوش مصنوعی که قبلاً در دسترس بودند و دریافتند که هر چه معلمان پیش از خدمت آموزش‌های بیشتری در هوش مصنوعی داشته باشند، علاقه آنها به آموزش هوش مصنوعی بیشتر می‌شود. آنها مقاومت کمی نسبت به آموزش هوش مصنوعی داشتند و فکر می‌کردند که آموزش ابتدایی هوش مصنوعی ضروری است. از این رو فرض کرد که یادگیری هوش مصنوعی یک عامل اساسی در درک یادگیرندگان از هوش مصنوعی است. چندین روند کلیدی هوش مصنوعی در آموزش و پرورش وجود دارد که شامل سیستم‌های تدریس هوشمند، عوامل آموزشی، فناوری‌های هوشمند در کلاس درس و یادگیری انطباقی است. در حال حاضر هوش مصنوعی به روش‌های نسبتاً ساده‌ای در آموزش و پرورش اعمال می‌شود. به‌عنوان مثال شرکت هندی Mind spark از ۴۵۰۰۰ سوال و دو میلیون پاسخ در روز استفاده

می‌کند تا الگوها را در پاسخ‌های نادرست شناسایی کند. هنگامی که چنین الگوهایی شناخته می‌شوند، سیستم تمرینات اصلاحی خاصی را توصیه می‌کند. در موارد دیگر دانش‌آموزان یک رابط طبیعی برای مطالب آموزشی مرسوم در قالب یک دستیار مجازی با هوش مصنوعی با قابلیت تشخیص گفتار و سنتز دارند. پروژه‌هایی نیز در کالیفورنیا در حال انجام است، این پروژه‌ها در مقیاس کوچک‌تر هستند و به‌طور خاص بر روی هوش مصنوعی متمرکز نیستند بلکه به‌طور کلی روی تکنیک‌های دیجیتال متمرکز هستند. یک مثال خوب از آن ها Alt Schools است که در آن تمرکز بر یادگیری شخصی است. دانش‌آموزان یک سابقه شخصی از پیشرفت خود و یک لیست پخش دارند که آنها را از طریق مجموعه‌ای از محتوای آموزش راهنمایی می‌کند. به این ترتیب معلمان از جزئیات دروس، ارزیابی و برنامه‌ریزی خلاص می‌شوند. در عوض آنها می‌توانند بر روی کار گروهی و مهارت‌های اجتماعی تک تک دانش‌آموزان خود تمرکز کنند. این موضوع در شبکه اجلاس سران مدارس که از روش‌های دیجیتالی نیز استفاده می‌کنند و دانش‌آموزان فقیرتر را هدف قرار می‌دهند، عنوان شده است.

در این حالت دانش‌آموزان حدود نیمی از وقت خود را صرف کار پروژه با هدایت معلمان از طریق روش‌های یادگیری دیجیتال می‌کنند. موبیوس ابتکار دیگری را که در آن آموزش دیجیتال برای ارائه آموزش بهتر به بیش از پنج میلیون دانش‌آموز مدارس دولتی در عربستان سعودی اعمال می‌شود، هدایت کرده است. این کار از طریق ترکیبی از دروس آنلاین، تدریس خصوصی مجازی شخصی و محتوای با کیفیت بالا انجام می‌شود (Carr, 2018). برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی که برای آموزش طراحی شده به سه دسته تقسیم شده‌اند:۱- دسته‌ای که مخاطب سیستم آموزشی است ۲- دسته‌ای که مخاطب دانش‌آموزان(دانشجویان) می‌باشند ۳-دسته‌ای که مخاطب مدرسان می‌باشند. کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش ممکن است این پتانسیل را داشته باشدکه نیازهای مربوط به بیش از یک حوزه را برآورده نماید. برای مثال یک برنامه کاربردی ممکن است با هدف پشتیبانی از یادگیرندگان و نیز مدرسان طراحی شده باشد(UNESCO, 2021). به دلیل اینکه پژوهش‌های موجود هر کدام جنبه خاصی از فرآیند به‌گارگیری هوش مصنوعی را در نظر گرفته‌اند به منظور بررسی دقیق نقش‌ها و روندهای تحقیقات هوش مصنوعی در آموزش ریاضیات و ابعاد و رویکردهای استفاده از آن در آموزش ریاضی مطالعه حاضر به بررسی و تجزیه و تحلیل مطالعات منتشر شده پرداخته است تا تمام جوانب و ابعاد را در آموزش ریاضی ببینند.

پیشینه پژوهش

اولین پروژه‌های مهم هوش مصنوعی در زمینه فناوری آموزشی برای آموزش ریاضیات در اوایل دهه هفتاد ظاهر شد. در همان دوره پروژه لوگوتوسط Papert در سال ۱۹۷۳ آغاز شد که یکی از اولین پروژه‌های برجسته با داشتن ویژگی‌های آموزش ریاضیات بود. در دهه هشتاد پروژه‌هایی خاص آموزش و پرورش و هوش مصنوعی در مورد ریاضیات وجود داشت که از جمله آنها می‌توان به بوگی توسط Brown

and Burton در سال ۱۹۷۸، پیگسی توسط Sleeman در سال ۱۹۸۲، الجبرالاند توسط Brown در سال ۱۹۸۳، *مدرس هندسه* توسط Anderson et al در سال ۱۹۸۵ نام برد (Balacheff, 1993). یادگیری ریاضیات به‌عنوان یک چالش بزرگ برای بسیاری از دانش‌آموزان در نظر گرفته شده است. پیشرفت فناوری-های رایانه‌ای، به ویژه هوش مصنوعی، فرصتی برای کنار آمدن با این مشکل را با تشخیص مشکلات یادگیری دانشجویان و ارائه پشتیبانی‌های شخصی برای به حداکثر رساندن عملکرد یادگیری آنها در دوره-های ریاضیات فراهم می‌کند. ریاضیات به محتوای یادگیری گفته می‌شود که از زبان نمادین برای نمایش مفاهیمی مانند تعداد، کمیت، فضا و ساختار استفاده می‌کند. آموزش ریاضیات به‌عنوان یک کار پیچیده و چالش برانگیز با هدف پرورش مهارت حل مسئله فراگیران مشخص شده‌است. چندین مطالعه گزارش داده‌اند که دانش‌آموزان به‌طور کلی احساس می‌کنند که انجام کارهای ریاضیات، به ویژه مسائلی که باید طی چند مرحله حل شوند، دشوار است.

بنابراین، محققان تلاش کرده‌اند تا استراتژی‌ها و ابزارهای مختلف یادگیری را برای بهبود نتایج یادگیری ریاضیات دانش‌آموزان ایجاد کنند. آنها همچنین به اهمیت شناسایی عوامل موثر بر عملکرد یادگیری ریاضیات دانش‌آموزان مانند دانش قبلی ناکافی و عدم پشتیبانی شخصی از دانش‌آموزان اشاره کرده‌اند. در این میان پیشرفت هوش مصنوعی وسیله‌ای برای مقابله با این مشکلات فراهم کرده‌است. هوش مصنوعی به حوزه تحقیقات علوم رایانه‌ای اشاره دارد که هدف آن توسعه سیستم‌های رایانه‌ای است که قادر به انجام وظایفی هستند که به هوش انسان احتیاج دارند، مانند تشخیص دیداری و صوتی، استنباط و تصمیم‌گیری، به عنوان مثال (Chen & Liu, 2007) یک سیستم شخصی سازی حل مسئله ریاضیات با کمک رایانه ایجاد کردند و آن را برای بهبود عملکرد یادگیری و نگرش دانش‌آموزان موثر دانستند (Hwang& Tu, 2021). آموزش ریاضیات مبتنی بر هوش مصنوعی، به رشد شخصیت دانش‌آموزان با توجه به شرایط آموزشی موجود می‌پردازد و به آن توجه می‌کند (Wu, 2021).

فناوری‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، انیمیشن، شکل و نمایش ریاضی که با استفاده از نرم افزار مناسب به‌دست می‌آید، تخیل دانش‌آموزان و مهارت‌های حل مسئله را در آنها افزایش می‌دهد (Voskoglou, & Salem, 2020). تلفیق فناوری‌های هوش مصنوعی در برنامه‌های آموزشی، سیستم یادگیری مبتنی بر رایانه را قادر می‌سازد تا نقش معلم، ابزار یا مربی هوشمند و همچنین تسهیل‌کننده را ایفا کند (Mohamed et al. 2022). معلمان ادعا می‌کنند به دلیل تعداد زیاد دانش‌آموزان و کاهش فضا، استفاده از ربات‌ها در تدریسشان مفیداست و تمایل مثبتی به افزودن ربات‌ها در یادگیری و آموزش فرآیندهای ریاضی در سال‌های اول مدرسه وجود دارد (Mohamed et al,2022). یکی از انواع فناوری که نشان داده شده‌است برای یادگیری ریاضیات مفید است، رباتیک لگو، است. کودکان و مربیان منتخب

در ۲۰ سال گذشته به ربات لگو دسترسی داشته‌اند، با این حال، ربات‌ها استفاده گسترده‌ای را در کلاس ریاضیات تجربه نکرده است، در یک کلاس ریاضی متوسطه که با ربات لگو کار می‌کردند، نشان داده‌شد که ربات‌ها می‌توانند یادگیری و تعامل بیشتری را نسبت به یادگیری سنتی ارائه دهند (Casler-Failing, 2021).

سؤالات پژوهش

هدف از انجام این پژوهش پاسخ به این سؤال کلی است که از فناوی‌های هوش مصنوعی چگونه می‌توان در آموزش ریاضی استفاده کرد. برای این منظور، یافتن پاسخ برای سؤال زیر در دستور کار محقق قرار گرفت: ابعاد و رویکردهای استفاده از فناوری هوش مصنوعی در آموزش ریاضی کدامند؟

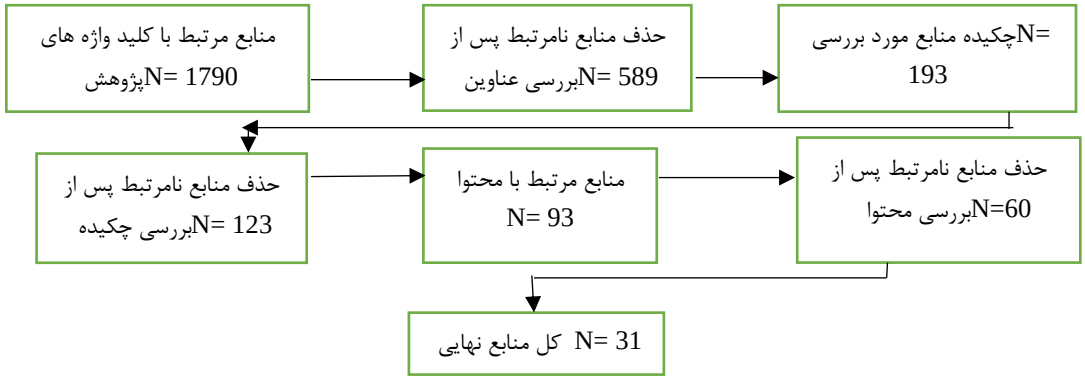
روش شناسی پژوهش

این پژوهش با استفاده از روش سنتز پژوهی(فراترکیب) انجام شده‌است. بنابراین رویکرد پژوهش، کیفی و روش آن، سنتزپژوهی است. سنتزپژوهی شامل بازنگری عمیق، دقیق و تحلیل کیفی محتوای مطالعات گذشته و یافته‌های پژوهش‌های اجرا شده در یک حوزه خاص است و ترکیب اطلاعات و داده‌های کیفی حاصل از این تحلیل به‌منظور ایجاد دانش جدید و نمایش جامع‌تری از پدیده در حال بررسی است (Bench & Day. 2010). سنتز پژوهی در پی عملیاتی کردن این اصل است که علم قابلیت تجمیع یا تراکم نظام‌مند دانش‌های تولیدشده پیشین را داشته (Chalmers et al. 2002) و در پی پاسخ به این سؤال است که نتیجه واحد همه یافته‌های پژوهشی گذشته چیست؟ برای پاسخگویی به این سوال دو رویکرد کمی و کیفی وجود دارد آنهایی که در دسته کمی قرار دارد را با مفهوم فراتحلیل می‌شناسیم و آنهایی که با رویکرد کیفی انجام می‌شود با انواع مختلفی از روش‌های مرور نظام‌مند از جمله سنتز پژوهی را شامل می‌شود. سنتزپژوهی کیفی را تحلیل و تولید علمی و کاوشی می‌دانند که در آن پژوهشگر یافته‌های مطالعات کیفی دیگر را مرور و تلفیق می‌کند. از نگاه آنها دو دسته بزرگ از سنتزپژوهی کیفی عبارتند از: ۱) فرا خلاصهٔ کیفی و ۲) فرا ترکیب کیفی. فراترکیب کیفی، تلفیقی تفسیری از داده شامل توصیف یا توضیح پدیده‌ها، وقایع یا موارد و تلفیق تفسیری فراتر از کنار هم جمع کردن قسمت‌های مختلف است. گرچه پژوهشگر هنگام تهیهٔ گزارش باید به داده‌ها وفادار باشد ولی گزارش تهیه شده مشابه هیچکدام از اسناد پیشین نیست. در ترکیب اسناد به شیوهٔ فراترکیب کیفی، پدیده، واقعه یا مورد در قالب مفاهیم و مضامین به صورت قیاسی توصیف می‌شوند. این مضامین یا توسط پژوهشگر در بافت پژوهشی ساخته می‌شوند و یا از چارچوب‌های نظری و یا ادبیات و پیشینهٔ پژوهش گرفته می‌شوند. لذا تا حدودی وابسته به تئوری‌ها و یا نظریه‌های مرتبط با آن پدیده هستند. از توصیف مضامین و مفاهیم برای بازشکل دهی پدیده یا مورد استفاده می‌شود و صرفاً نقش بازسازماندهی ندارد. بنابراین توصیف‌ها با تفسیر و تلفیق و در نتیجه قرائت مجدد داده‌ها همراه هستند(Sandelowski & Barroso. 2007: 17-18). برای اجرای

روش سنتزپژوهی در پژوهش حاضر از روش هفت مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو مطابق شکل۱ استفاده شد که در ادامه توضیحاتی در خصوص هر مرحله ارائه شده است.

شکل ۱: مراحل روش سندلوسکی و باروسو

آنچه در پژوهش حاضر مدنظر است ارائه سنتز پژوهی یافته‌های پژوهش‌های هوش مصنوعی و آموزش ریاضی از سال (۲۰۰۳) تا (۲۰۲۳) می‌باشد. گام یک: تنظیم پرسش پژوهش: در گام اول اجرای روش سنتزپژوهی باید پرسش اصلی پژوهش مشخص شود. پرسش اصلی پژوهش بدین صورت ارائه می‌شود که ابعاد و رویکردهای استفاده از فناوی‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی کدامند؟ گام دو و سه: مطالعه نظام‌مند ادبیات و انتخاب پژوهش‌های مناسب: جامعه آماری پژوهش شامل پژوهش‌ها، مطالعات، کتاب‌ها و مقالات دربازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۳ در حوزه هوش مصنوعی در آموزش ریاضی است که با کلید واژه‌های هوش مصنوعی/ هوش مصنوعی در آموزش / هوش مصنوعی در آموزش ریاضی/ سیستم‌های آموزشی هوشمند/ تحلیل یادگیری / داده کاوی آموزشی / سیستم تدریس خصوصی هوشمند / تکنولوژی-های هوش مصنوعی / پشتیبانی هوشمند/ یادگیری ماشین / مربی خودکار/ آموزگار هوشمند در پایگاه‌های اطلاعاتی ، مگیران، نورمگز، سامانه گنج، SID ، CIVILICA، Sciencedire ، Sage ، Wiley ، Sci-Hub ، ProQuest ، Springer و Research Gate و همچنین اپلیکیشن هوش مصنوعی consensus به جمع‌آوری آنها پرداخته شد و جمعاً 1790 منبع انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل۲ نشان داده شده‌است، از میان این منابع پس از چندین مرحله غربالگری به ترتیب براساس بررسی عنوان، چکیده و محتوای پژوهش، ۳۱واحد مطالعاتی انتخاب و بررسی شد. در انجام این غربالگریCASP کمک فراوانی به بررسی کیفیت پژوهش‌ها نمود.



شکل ۲ : مراحل گزینش، پالایش و سازماندهی پژوهش ها

ابزار CASP به کمک ۱۰ ســـؤال به محقق کمک می‌کند تا دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات پژوهش را مشـــخص کند. ابزار CASP برای هرکدام از ســـوال‌ها حداکثر نمره ۵ را در نظر گرفته اســـت و حداکثر نمره‌ای که برای هر مقاله به د ست می‌آید ۵۰ می‌با شد. این سؤال ها بر موارد زیر تمرکز دارند. ۱) اهداف پژوهش؛ ۲) منطق روش؛ ۳) طرح پژوهش؛ ۴) روش نمو نه برداری؛ ۵) جمع آوری داده ها؛ ۶) انعکاس پذیری؛ ۷) ملاحظات اخلاقی؛ ۸) دقت تجزیه وتحلیل داده‌ها ؛ ۹) بیان واضـــح و روشـــن یافته‌ها؛ و ۱۰) ارزش پژوهش (سندلو سکی و بارو سو ، ۲۰۰۷). در این پژوهش برای هر مدرک بر ا ساس معیارهای یاد شده امتیازی بدین ترتیب در نظر گرفته شد: عالی (۴۱ تا ۵۰) ، بـ سیار خوب (۳۱ تا ۴۰) ، خوب (۲۱تا ۳۰) ، متو سط (۱۱ تا ۲۰) و ضعیف (۰ تا ۱۰). بر این ا ساس تنها مطالعات با امتیاز عالی و بـ سیار خوب (مدارک با امتیاز بالاتر از ۳۰) انتخاب و سایر مطالعات از بررسی بیشتر حذف شدند. طبق نمره‌دهی فرد خبره به کمک این ابزار، تمامی پژوهش‌های انتخاب شـــده در مرحله پایانی نمره بالاتر از ۲۵ را به دســـت آورده‌اند که معیار قابل قبول برای این ابزار است. در جدول شماره ۱ اسنادی که در مرحله نهایی انتخاب و مورد تحلیل قرارگرفته‌اند، معرفی شده است.

جدول شماره۱ : اسناد مورد بررسی در حوزه هوش مصنوعی و آموزش ریاضی

کد	قالب	عنوان / موضوع	سال	نویسنده
۱	مقاله پژوهشی	روندهای هوش مصنوعی در آموزش: یک مرور کلی	۲۰۱۸	Chassignola et al
۲	مقاله پژوهشی	نحوه ارتباط عوامل آموزشی با دانش‌آموزان: دو مرحله‌ای بررسی سیستماتیک	۲۰۲۲	Sikstr¨om et al
۳	مقاله پژوهشی	تحقیق در مورد ارزشیابی آموزشی در عصر هوش مصنوعی	۲۰۲۰	Lei Wang& Wang
۴	مقاله پژوهشی	هوش مصنوعی، وظایف معلم و آموزش و تربیت فردی	۲۰۲۱	Fermany et al
۵	مقاله پژوهشی	تاثیر یک برنامه ریاضیات مبتنی بر فناوری بعد از مدرسه (الکس) در مورد دانش و رفتار دانش‌آموزان	۲۰۱۳	Scotty et al
۶	مقاله پژوهشی	بررسی استفاده از پشتیبانی یادگیری دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی مبتنی بر بازی دیجیتال: یک رویکرد ترکیبی با استفاده از یادگیری ماشین و مطالعه چند موردی	۲۰۲۳	Pu Dai et al
۷	سند	آینده آموزش و مهارت ۲۰۳۰: چارچوب یادگیری مفهومی آموزش و هوش مصنوعی: آماده شدن برای آینده و هوش مصنوعی، نگرش‌ها و ارزش‌ها	۲۰۱۸	Taguma et al
۸	مقاله پژوهشی	نقش‌ها و روندهای تحقیقات در هوش مصنوعی آموزش ریاضی	۲۰۲۱	Hwang& Tu
۹	مقاله پژوهشی	هوش مصنوعی، تفکر محاسباتی و آموزش ریاضی	۲۰۱۷	Gadanidis
۱۰	مقاله پژوهشی	هوش مصنوعی انسان مدار در آموزش	۲۰۲۱	Yang et al
۱۱	مقاله مروری	هوش مصنوعی در آموزش:	۲۰۱۸	Carr

		هوش مصنوعی می‌تواند آموزش را متحول کند، اما یک رویکرد سنجیده و واقع بینانه مورد نیاز است		
۱۲	مقاله پژوهشی	هوش مصنوعی و آموزش ریاضی	۲۰۱۲	Garrido
۱۳		هوش مصنوعی و تدریس خصوصی در ریاضیات	۲۰۱۶	Pappas& Drigas
۱۴	مقاله پژوهشی	توسعه مدل هوش مصنوعی مدرن برای پیش بینی عملکرد دانشجویان مقطع کارشناسی: بررسی دروس ریاضیات مهندسی	۲۰۲۰	Deo et al
۱۵	سند پژوهشی	هوش مصنوعی و فناوری‌های نوظهور در مدارس	۲۰۱۹	Southgate et al
۱۶	مقاله پژوهشی	تجربه هوش مصنوعی در کالج ریاضی	۲۰۰۴	Knill et al
۱۷	مقاله پژوهشی	شکاف‌های کاربردی و تئوری در دوران هوش مصنوعی در آموزش	۲۰۲۰	Chen et al
۱۸	کتاب	هوش مصنوعی و نظام آموزشی: رهنمودی برای سیاستگذاران	۲۰۲۱	گروه متخصصان یونسکو
۱۹	مقاله پژوهشی	هوش مصنوعی در یاددهی و یادگیری ریاضی	۲۰۲۲	Orhani
۲۰	گزارش پژوهشی	تأثیر هوش مصنوعی بر یادگیری، تدریس و آموزش: سیاست‌هایی برای آینده	۲۰۱۸	Tuomi
۲۱	مقاله پژوهشی	تأثیر آموزش ریاضی بر اساس مدل محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه (TPACK) بر تغییر باورهای دبیران	۲۰۲۰	علیزاده و همکاران
۲۲	مقاله پژوهشی	استفاده از فناوری در تحقیقات آموزش ریاضی - مروری سیستماتیک از روندهای اخیر	۲۰۱۷	Bray& Tangney
۲۳	کتاب	هوش مصنوعی در آموزش و پرورش برای آموزش و یادگیری	۲۰۱۹	Holmes et al
۲۴	مقاله مروری	هوش مصنوعی در آموزش و پرورش: نیاز مبرم به آماده سازی معلمان برای مدارس فردا	۲۰۱۹	Karsenti
۲۵	مقاله مروری	برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی برای پشتیبانی از کودکستان تا پایه ۱۲ معلمان و تدریس	۲۰۱۹	Murphy
۲۶	گزارش تخصصی	استفاده از هوش مصنوعی در آموزش	۲۰۲۰	Tuomi
۲۷	مقاله پژوهشی	هوش مصنوعی در آموزش ریاضیات: یک سیستماتیک بررسی ادبیات	۲۰۲۲	Mohamed et al
۲۸	مقاله پژوهشی	مبانی طراحی و بهره برداری از یک سیستم کمک آموزشی هوشمند برای یادگیری روش حسابی و جبری حل مسائل	۲۰۱۳	Arnau et al
۲۹	مقاله پژوهشی	مطالعه تجربی یک مدل آموزش هوشمند فعال شده توسط *دیو متاورس* برای افزایش نتایج یادگیری بهتر برای دانش‌آموزان	۲۰۲۳	Shu& Gu

۳۰	مقاله پژوهشی	تحقیق در مورد کاربرد AHP و ارزیابی جامع فازی کیفیت تدریس در کلاس درس ریاضی پایه	۲۰۱۸	Zhang& Wan
۳۱	مقاله پژوهشی	AI-PACK - چارچوبی برای مهارت‌های دیجیتال مرتبط با هوش مصنوعی برای معلمان بر اساس DPACK	۲۰۲۳	Lorenz & Romeike

گام چهار و پنج: استخراج اطلاعات از پژوهش‌ها و تحلیل و ترکیب یافته‌ها

در سنتزپژوهی، متن پژوهش‌های انجام شده به‌عنوان داده محسوب شده که دقیقاً همانند متن مصاحبه مستند شده‌است (سهرابی،عظیمی و یزدانی، ۲۰۱۱). بنابراین اجرای پژوهش با روش سنتزپژوهی، مستلزم تحلیل کیفی محتوای مطالعات گذشته و یافته‌های پژوهش‌های انجام گرفته در یک حوزه خاص است. یکی از روش‌های کارآمد تحلیل کیفی، تحلیل محتوا به شیوه کدگذاری است که به شناخت و کشف چارچوب الگوهای موجود در داده‌های کیفی منجر می‌شود (Hsieh, & Shannon. 2005). پس از شناسایی متون مرتبط فناوری‌های هوش مصنوعی در آموزش، برقراری ارتباط بین متون به‌صورت مرور جامع و مفهومی انجام شد. با توجه به ماهیت کیفی متون تهیه شده (نظریه‌های موجود، طبقه‌ها) در تحلیل از کد گذاری خط به خط در MAXQDA18 استفاده شد. در این روش تحلیل، فرایند ترکیب داده‌ها شامل سه مرحله است (Thomas, & Harden. 2008) :

1-کدگذاری آزاد خط به خط (در قالب کدهای باز)

۲- سازماندهی کدهای باز در حوزه‌های مرتبط برای مقوله‌های توصیفی

3-تدوین مضمون‌های تحلیلی.

استفاده از کدگذاری خط به خط، به پژوهشگر امکان می‌دهد تا مفاهیم استخراج شده در یک مطالعه را به مفاهیم مطالعه‌های دیگر ترجمه کند و در حین تحلیل کردن، در صورت نیاز کدهای جدیدی را به فهرست کدهای استخراج شده در اسناد، اضافه کند. به عقیده توماس و هاردن، مرحلۀ تدوین مضمون-های تحلیل سخت‌ترین مرحلۀ سنتزپژوهی است زیرا در این مرحله است که پژوهشگر با بصیرت و قضاوت-های خود به تفسیر محتوای اولیه می‌پردازد. سنتزپژوهی اسناد به شیوۀ فراترکیب کیفی انجام شد و مفاهیم و مضامین توصیف شدند.

گام شش: کنترل کیفیت: در مورد حفظ کنترل کیفیت در این پژوهش، نخست سعی شد تا براساس شاخص‌هایی همچون هدف، منطق روش، طرح پژوهش، ملاحظات اخلاقی، بیان واضح و روش یافته‌ها، ارزش پژوهش مناسب‌ترین واحدهای مطالعاتی انتخاب شوند. برای اطمینان از نحوه کدگذاری‌ها از قابلیت اعتماد، تأییدپذیری و اطمینان پذیری برای یافته‌ها استفاده شده‌است و از دو نفر ارزشیاب جهت کدگذاری مجدد یافته‌ها استفاده شد که به‌منظور تأیید پایایی، از فرمول ضریب کاپای کوهن استفاده شد و در این پژوهش میزان توافق بین ارزیابان عدد ۰/۶۵ به‌دست آمد که نشان دهنده ۶۵ درصد توافق بین ارزیابان در کدگذاری‌ها بود.

یافته‌ها

به‌منظور تعیین ابعاد استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، در مرحلهٔ اول ۳۱ سند شامل کتاب، مقاله، پژوهش و سند مورد بررسی قرار گرفت. این اسناد پیاده‌سازی شده، به کمک نرم‌افزار MAXQDA18 خط به خط کدگذاری شدند. با تحلیل اسناد و متن‌ها، واحد معنایی با ۷۶۳ تکرار شناسایی شد. بر اساس کدهای شناسایی شده، ۵ مقوله و ۴۵ کد باز استخراج شد.

ابعاد و رویکردهای استفاده از هوش مصنوعی در آموزش ریاضی کدامند؟

بر اساس کدهای شناسایی شده از فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی در ابعاد مختلف در آموزش ریاضی می‌توان استفاده کرد که یکی از کاربردهای مهم آن، استفاده در آموزش و تربیت فراگیران است. فناوری‌های مرتبط بستر آموزش شخصی‌سازی شده و انطباقی را فراهم می‌کند، سیستم‌های تدریس خصوصی مبتنی بر گفتگو، ربات‌های دستیار هوشمند، معلمان هوشمند، چت بات‌های آموزشی، آزمایشگاه‌های مجازی، فناوری‌های ترکیبی هوش مصنوعی و واقعیت افزوده و مجازی، ادیو متاورس و فناوری‌های مرتبط وجود دارد که می‌توان از آنها در آموزش ریاضی استفاده کرد. در منابع و اسناد کدگذاری شده به فناوری‌های مرتبط با شخصی‌سازی آموزش و آموزش انطباقی تأکید فراوان شده بود. شکل ۳ ابعاد استفاده از فناوری-های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی را نشان می‌دهد و در جدول ۲ مصادیقی (کد باز یا واحد معنایی) از اسناد برای هر مقوله ارائه می‌شود.

شکل ۳: ابعاد استفاده از فناوری هوش مصنوعی در آموزش ریاضی

جدول ۲: ابعاد استفاده از فناوری هوش مصنوعی در آموزش ریاضی و مقوله‌های شناسایی شدهٔ آن

مضمون	مقوله	کد باز	نمونه‌ای از واحد معنایی (جملات متن)

استفاده از فناوری هوش مصنوعی در آموزش ریاضی	شیوه های آموزش	* سیستم های تدریس خصوصی مبتنی بر گفتگو * دستیاران آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی * سیستم‌های متمرکز بر فرایندهای عاطفی و شناختی * سیستم‌های یادگیری شخصی و انطباقی * هماهنگ سازهای شبکه یادگیری * واقعیت مجازی و واقعیت افزوده * محیط‌های یادگیری از طریق کاوشگری * سیستم‌های یادگیری هوشمند* معلم دو گانه هوش مصنوعی * آزمایشگاه مجازی * عوامل آموزش پذیر * چت بات‌های آموزشی * آموزش مبتنی بر رایانه * ربات‌های هوشمند * معلمان هوشمند * گیمیفیکیشن * مدلسازی پویا * ادیو متاورس * عوامل آموزشی	ادیومتاورس می‌تواند مرزهای مکان‌های یادگیری مختلف را بشکند و یادگیرندگان، معلمان، کارشناسان و آواتارهای آنها را در داخل و خارج از مدرسه از طریق جوامع یادگیری خودسازمان‌دهی شده به هم متصل کند. دوم، یک مدل آموزش هوشمند، که توسط ادیومتاورس توانمند شده است، حس غوطه‌وری را ممکن می کند، که کمک زیادی به تجربه یادگیری خواهد کرد(م-۲۹) محتوای ارائه شده به هر دانش آموز را بر اساس وضعیت دانش فعلی دانش‌آموز در یک حوزه خاص، مانند ریاضیات تنظیم می کند و سطح پشتیبانی و بازخورد مورد نیاز را فراهم می کند تا دانش‌آموز بتواند از طریق محتوا یاد بگیرد و پیشرفت کند. به دلیل ماهیت شخصی‌شده محیط یادگیری در یک سیستم تدریس هوشمند، بسیاری از این سیستم‌ها در مدارس برای کمک به معلمان برای تطبیق طیف وسیعی از توانایی‌های دانش‌آموز در کلاس‌های ناهمگن استفاده می‌شوند که چالشی شناخته شده برای بسیاری از معلمان است.(م-۲۵)روبات‌های انسان‌نما: اگرچه احتمالاً هرگز جای معلمان واقعی را نخواهند گرفت، با وجود خیال‌پردازی‌های هالیوود، ربات‌های شبیه به زندگی نقش بزرگ‌تری در کلاس‌های درس ایفا خواهند کرد. آنها با انجام کارهای پیچیده و وقت‌گیر به عنوان دستیار معلم عمل خواهند کرد.(م-۲۴) سیستم‌های یادگیری هوشمند، تطبیقی یا شخصی‌سازی شده به طور فزاینده‌ای در مدارس و دانشگاه‌ها به‌کار گرفته می‌شوند.(م-۲۳) مدلسازی پویا به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا با ریاضیات "بازی" کنند و به ملموس شدن مفاهیمی که دانش-آموزان در حال مطالعه هستند کمک می‌کند.(م-۹) چت باتها عبارت از برنامه‌های رایانه‌ای برخط هستند که از خدمات مبتنی برسیستم-های ابری و فنون هوش مصنوعی استفاده می‌کنند تا مکالمه‌های شبیه‌سازی شده با افراد انجام پذیرد(م-۱۸)
	ارتباطات	* سیستم‌های یادگیری تعاملی * سیستم تمرینات اصلاحی * چت بات‌ها * بازخورد	فرصت‌های گسترده برای فراگیران برای برقراری ارتباط و همکاری با یکدیگر.(م-۲۴) چت‌بات‌های پشتیبانی از دانش‌آموز، به کمک هوش مصنوعی(م-۲۳) در تدریس خصوصی متقابل، دانش‌آموزان می‌توانند در نقش استاد راهنما قرار بگیرند، زیرا دانشجویان با مهارت‌های جبری مشابه می‌توانند در هنگام حل مسئله در پنجره چت با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و از آنها پشتیبانی کنند. نتایج مطالعه نشان داد که هم معلم های همکار و هم معلمان می‌توانند از تعامل بهره‌مند شوند.(م-۱۳) اجازه دادن به دانش‌آموزان برای تعامل با ربات چت حساب دیفرانسیل و انتگرال به انواع ابزارها می‌افزاید.(م-۱۶)

	ارزشیابی	* داده کاوی جهت تحلیل یادگیری * مدلسازی عملکرد دانشجویان * تولید و ارزیابی خودکار آزمون * تخصصی و علمی شدن ارزیابی * تشخیص چهره و اعمال * تحلیل سوالات و پاسخ ها * ارزیابی خودکار نوشتار * ارزیابی مبتنی بر بازی * کاهش خطای انسانی * ارزیابی فراگیران * تشخیص گفتار * ارزیابی مدرسان * تشخیص تقلب * سنجش مستمر * ارزیابی بصری	علاوه بر این، معلمان همچنین می‌توانند منابع آموزشی و ابزارهای ارزشیابی را ایجاد و به صورت پویا ویرایش کنند، در حالی که ماشین‌ها می‌توانند فرآیند درجه‌بندی را خودکار کنند(م-۲۹) فناوری هوش مصنوعی قادر است به تجزیه و تحلیل دقیق داده‌های ارزیابی که از دانشجوها و دیگر منابع جمع‌آوری می‌شود، بپردازد. این تحلیل‌ها می‌توانند نقاط قوت و ضعف دانشجوها و الگوهای یادگیری را شناسایی کنند(م-۲) طبقه بندی الگوهای یادگیری دانش‌آموزان و پیش‌بینی تأثیر یادگیری آنها در بررسی ارتباط بین اثربخشی یادگیری و الگوهای یادگیری مفید است (Wong، ۲۰۱۹). مشاوره به موقع می‌تواند براساس الگوهای یادگیری دانش‌آموزان ارائه شود. تعریف و ارزیابی انگیزه ، توجه و تعامل دانش‌آموزان و طراحی فعالیت‌های یادگیری برای بهبود این زمینه‌ها می‌تواند یادگیری آنها را افزایش دهد(م-۱۰)در دوره کارشناسی ، اغلب بخش بزرگی از امتیاز نهایی را برای تولید نمره نهایی اختصاص می‌دهد. بنابراین تا حدودی منطقی است که بتوان فهمید که یک مدل پیش‌بینی، از طریق روش داده کاوی، شامل ارزیابی‌های مربوط به نتایج آزمون یا نمره ، ممکن است در بهبود نتایج دوره کمک کند و از این داده‌ها می‌توان برای طراحی بینش عملی برای بهبود یادگیری دانش‌آموز استفاده کرد. (م-۱۴)
	محتوا	* محتوای مشترک بین مدرس و دانشجو * محتوای شخصی سازی شده * محتوای آموزشی اقتباس شده * منابع آموزشی چند رسانه‌ای * پیش بینی نیازهای آتی *محتوای آموزشی پایه	منابع درسی در روش بصری، مانند تصاویر، نمودارها و متن، می‌توانند به‌طور موثر معنا را منتقل کنند. علاوه بر این، از زبان، تصاویر، صداها، حرکات و کانال‌های دیگر نیز می‌توان برای تحریک پاسخ‌های چندحسی دانش‌آموزان استفاده کرد(م-۲۹) ایجاد مواد، که در آن معلمان و دانش‌آموزان به‌طور مشترک سناریوهای وظایف متعدد را ویرایش و ایجاد می‌کنند(م-۲۹)
	مدل (AI-PACK)	* برنامه شخصی‌سازی شده و باز طراحی آن با توجه به اهداف رشته * مهارت‌های مورد نیاز معلمان در مدل AI_PACK * طراحی محتوای آموزشی به کمک هوش مصنوعی * ارزیابی از یادگیری به کمک هوش مصنوعی * استفاده از فناوری های مناسب در تدریس * قابل فهم کردن مفاهیم با هوش مصنوعی * شبکه های علمی، اجتماعی و فرهنگی * انتخاب ابزار با توجه به اهداف * مدلسازی فرایند یادگیر	آنچه ITS های مبتنی بر هوش مصنوعی را متمایز می‌کند این است، آنها همچنین شامل یک مدل یادگیرنده هستند: "نمایشی از وضعیت دانش فرضی دانش‌آموز". در واقع، بسیاری از آنها طیف وسیعی از دانش را در مورد دانش‌آموز در بر می‌گیرند - مانند تعاملات آنها، مطالبی که دانش‌آموز را به چالش می‌کشد، تصورات نادرست و حالات عاطفی آن‌ها در حین استفاده از سیستم - همه این‌ها می‌توانند برای اطلاع رسانی به آنچه در حال انجام است استفاده شوند. آموزش داده شده و چگونه، همراه با چه حمایتی و چه زمانی باید ارائه شود(م-۲۳) شورای ملی معلمان ریاضی NCTM در سال ۲۰۰۲، با ارائه اصل تکنولوژی به عنوان یکی از استانداردهای برنامه درسی ریاضی در قرن جدید، از دانش تکنولوژی- پداگوژی- دانش محتوایی، با بیان اینکه تکنولوژی در یاددهی و یادگیری ریاضی ضروری است؛ بر ریاضیاتی که تدریس میشود، تأثیر می‌گذارد و یادگیری دانش‌آموزان را ارتقا می‌بخشد، حمایت کرد.(م-۲۱) از آنجایی که معلمان شایستگی‌های آموزشی، فنی و دیجیتالی شدن را در کار خود ترکیب می‌کنند، ما به‌صورت قیاسی حوزه‌های "صلاحیت آموزشی مرتبط با هوش مصنوعی (AI-PK)، صلاحیت محتوای موضوعی مرتبط با هوش مصنوعی-AI CKو صلاحیت محتوای آموزشی مرتبط با هوش مصنوعیAI-PCK و آنها را با اهداف شایستگی نمونه نشان دهید. چارچوب "AI-PACK" ارائه ساختار یافته و تحقیق از الزامات آموزش هوش مصنوعی برای معلمان را امکان پذیر می‌کند.(الف-۳۱)

شیوه‌های آموزش: در میان همه برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی در آموزش ای.تی.اس (سیستم‌های تدریس هوشمند) از طولانی‌ترین سابقه پژوهشی، بیش از ۴۰ سا ل برخوردار هستند. به این سیستم‌ها، تدریس خصوصی هوشمند نیز گفته می‌شود. این برنامه‌های کاربردی رایج‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش می‌باشند و دانشجویان تجربه بیشتری نسبت به کار با آنها تا سایر برنامه‌ها به‌دست آورده‌اند و این برنامه‌ها بالاترین سهم سرمایه‌گذاری و علاقه‌مندی از سوی شرکت‌های جهانی مطرح در فناوری را جذب کرده‌اند. به‌طور کلی روش سیستم‌های آموزشی هوشمند چنان است که با رویکرد مرحله به مرحله، موضوعات درسی را به‌صورت انفرادی برای هر یادگیرنده تعیین می‌کند. این کار از طریق عرضه مطالب و مفاهیم به‌صورت سازمان یافته در مواد درسی مانند ریاضیات و یا فیزیک انجام می‌شود. کار این سیستم این است که یک مسیر بهینه را از طریق مواد و منابع یادگیری و فعالیت‌های یادگیری مبتنی بر دانش تخصصی موضوعی و علوم شناختی و پاسخگویی به نیازهای یادگیرندگان که برای موفقیت آنان لازم است، مشخص می‌کند. همان‌طور که دانشجو با فعالیت‌های یادگیری درگیر می‌شود؛ سیستم فعالیت‌های او را ردیابی می‌کند. با استفاده از یادگیری ماشین به‌طور خودکار سطح دشواری مطالب را متناسب با قوت و ضعف یادگیرنده تنظیم و با بیان نکات و راهنمایی‌های لازم او را یاری می‌دهد. برخی از این سیستم‌ها به ثبت داده‌های مربوط به جنبه‌های عاطفی یادگیرندگان نیز می‌پردازند. هرچند این سیستم به‌طور شهودی جذاب به‌نظر می‌رسد اما مبنای آن تدریس محور بوده و رویکرد انتقال دانش توسط مدرس در آن قالب است و کمتر به رویکردهای ارزشمند دیگر که در علوم یادگیری مطرح شده مانند یادگیری مشارکتی و اکتشافی هدایت شده توجه می‌شود (Pappas & Drigas. 2016). در جدول۳ برخی از سیستم‌های تدریس هوشمند در آموزش ریاضی نمایش داده شده‌است.

جدول۳: نمونه‌هایی از سیستم‌های تدریس هوشمند در آموزش ریاضیات

ردیف	نام برنامه	حوزه کاربرد	منبع
۱	MATHiaU	ابزارهای آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی را برای دانشجویان آموزش‌عالی که احساس می‌کنند در کلاس درس توسط مربیان نادیده گرفته شده‌اند، ارائه می‌کند. این برنامه توسط فرآیند یادگیری منحصر به فرد هر دانش آموز هدایت می‌شود، آنها را از پیشرفت روزانه خود آگاه می‌کند و به معلمان کمک می‌کند تا درس‌ها را متناسب با ویژگی‌های هر دانش آموز ارائه دهند.	Orhani (2022)
۴	Rain Brainly	بستری است که دانش‌آموزان می‌توانند سوالات تکالیف خود را بپرسند و پاسخ‌های خودکار را دریافت کنند که توسط همسالان خود تأیید شده‌است. این سایت حتی به آنها امکان همکاری و یافتن راه حل را می‌دهد. از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای فیلتر کردن نتایج ناخواسته استفاده می‌کند.	Orhani 2022
۵	Ster Thinkster Math	یک برنامه آموزشی است که برنامه‌درسی ریاضی واقعی را با یک سبک تدریس شخصی ترکیب می‌کند. او از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در برنامه معلم	Orhani 2022

	ریاضی خود استفاده می‌کند تا نحوه تفکر دانش‌آموز را در حین کار برای حل یک مسئله تجسم کند. به معلم اجازه می‌دهد تا به سرعت حوزه‌های تفکر و منطق دانش‌آموز را که باعث اشتباه آنها شده‌است، تشخیص دهد و از طریق بازخورد فوری و شخصی به او کمک کند.		
۶	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند برای یادگیری روش‌های ریاضی و جبری حل مشکلات کلمات طراحی کردند. حل مسئله مبتنی بر هایپرگراف قادر است ترجمه یک مسئله را به زبان جبری تقویت کند یا یک روش عددی برای حل یک مسئله ارائه دهد. این سیستم با استفاده از ابر نمودارها، درک آسان برای کاربران، جهت بازنمایی خواندن تحلیلی یک مسئله خاص و همچنین برای بازآفرینی یک فرایند حل، با بسیاری از مسیرهای جایگزین پاسخ فراهم می‌کند. هایپرگراف همچنین در صورت اشتباه کاربر بازخورد و نکاتی را به‌صورت خودکار ارائه می‌دهد.	Hypergraph Based Problem Solver(HBPS)	Arnau et al .(2013)
۷	یک سیستم آموزش ریاضی مبتنی بر وب، طراحی شده برای آموزش مهارت‌های حل مسئله ریاضی و روش‌های تست زنی برای دانش‌آموزان کلاس چهارم. این برنامه با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری هوش مصنوعی با سطح دانش دانشجویان سازگار می‌شود. محتوای ریاضیات این سیستم بر اساس چارچوب برنامه‌درسی ماساچوست است. چهار نوع سبک یادگیری ارائه شده است: • توضیح سوالات از نظر زبان استفاده شده. • عملیات محاسباتی ریاضی. • راهبردهای آزمون و حل مسئله. • رویکردهای بصری برای محاسبه.	*4MALITY*	Edwards et al (2010)
۸	یک سیستم آموزش هوشمند مبتنی بر وب برای ریاضیات که از یک مقیاس فرعی استفاده می‌کند تا دانش کودکان را در مورد عملکردهای اساسی حساب ارزیابی کند و آنها را با توجه به نیازهای آموزشی آنها در سه دسته طبقه بندی کند. برنامه *ایفیت*، برنامه درسی یادگیری فردی را بر اساس مهارت‌های ریاضی و فرایند یادگیری دانش‌آموز ارائه می‌دهد.	*Efit*	Graff et al (2008)
۹	در تدریس خصوصی همتایان، دانشجویان می‌توانند در نقش استاد راهنما قرار بگیرند زیرا دانشجویان با مهارت‌های جبری مشابه می توانند در هنگام حل مسئله در پنجره چت با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و از آنها پشتیبانی کنند.	*Cognitive Tutor Algebra*	Pappas& .(2016 Drigas
۱۰	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند برای ریاضیات است. این سیستم شامل فعالیت‌هایی از شش موضوع براساس برنامه درسی است: محاسبه عددی، گسترش و ساده‌سازی، فاکتورگیری، حل معادلات، حل نا معادله‌ها و حل دستگاه معادلات. دانشجو مجاز است که با توجه به بازخورد فوری از استاد راهنما و همچنین راهنمایی برای رسیدن به راه حل نهایی، در صورت لزوم، مسئله مورد نظر را به تدریج حل کند. با توجه به نتایج مطالعه، به‌طور کلی تأثیر بهتری روی کاربران نسبت به بازی شبیه سازی شده داشت.	*Aplusix*	Rodrigo et al (2008)
۱۱	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند برای حساب و کسر. این نرم افزار بر اساس الگوریتم‌های هوش مصنوعی به‌منظور پشتیبانی شخصی از دانشجویان ارائه شده. این برنامه دارای مشکلات کلمه‌ای است، از ساده‌تر تا چالش برانگیزتر، که برای	*AnimalWatch*	Carole et al (2010)

	آموزش مهارت‌های اساسی محاسبات و کسر کاربر طراحی شده است. یک سیستم تدریس هوشمند می‌تواند مهارت های دانش‌آموز را در هر مبحث ارزیابی کند و به ترتیب نکات مفیدی را ارائه دهد یا به یک موضوع جدید ریاضی بپردازد.		
۱۲	یک سیستم فوق رسانه‌ای تدریس خصوصی هوشمند که در گروه علوم کامپیوتر دانشگاه باری توسعه یافته است. هدف این نرم افزار آموزشی کمک به دانش‌آموزان دبستانی در درک مفاهیم اساسی منطق بود. محتوای آموزشی آن در چهار موضوع تنظیم شده بود: مجموعه‌ها، عملیات و نمودارها، ارائه توضیحات، بازی‌های منطقی و تست‌ها برای هر مبحث. این سیستم شامل یک مدرس تدریس خصوصی است که وظیفه ارزیابی دانش‌آموزان را در هر مبحث دارد یا تئوری قبلی را نشان می‌دهد.	*Logiocando*	Lanzilotti&R (2007) oselli
۱۳	یک وب سایت دسترسی آزاد مبتنی برسیستم تدریس خصوصی هوشمند برای یادگیری ریاضیات دوره راهنمایی است. سایت پنج موضوع برای پایه‌های ۶ تا ۸ را پوشش می‌دهد: اعداد و عملیات، جبر، تحلیل داده‌ها، هندسه، اندازه‌گیری. این سیستم با استفاده از روش ردیابی، نکات را گام به گام هنگام حل مشکلات ارائه می‌دهد. این مدرسان قادر به ارزیابی رفتار حل مسئله دانشجویان و همچنین ارائه راهنمایی برای حل مسئله‌های چند مرحله‌ای هستند. *مت تور* که یک سایت دسترسی آزاد است همچنین داده‌های عملکرد دقیق برای هر دانش‌آموز را در اختیار معلمان یا والدین قرار می‌دهد.	*Mathtutor*	Aleven et al (2009)
۱۴	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند است که برای پیش‌بینی مهارت ریاضی دانش‌آموزان طراحی شده‌است. سیستم ترکیبی از تدریس خصوصی مبتنی بر رایانه و تست معیار است. اگر دانش‌آموز مسئله داده شده را به درستی حل کند، مسئله جدیدی مطرح می‌شود. اگر دانش‌آموز اشتباه پاسخ دهد، سیستم یک جلسه تدریس خصوصی کوچک ارائه می‌دهد، جایی که برای دستیابی تدریجی به راه حل، مشکل تقسیم شده و در زیر آن مشکلات به دانش‌آموز توضیح داده می شود.	*ASSISTment*	Feng et al (2008)
۱۵	زواسمات برای هدایت دانش‌آموزان در هر مرحله از فرآیند یادگیری با استفاده از صفحات اچ تی ام ال، برنامه‌های تعاملی، انیمیشن‌ها، فایل‌های دیداری و فیلم‌ها طراحی شده‌است. این سیستم از طریق آزمون سنجش و همچنین تجزیه و تحلیل راه حل‌ها و خطاهای دانش‌آموزان، از تولید آزمون‌های سازگار پشتیبانی می‌کند. مربی هوشمند با نیازهای دانشجو تطبیق می‌دهد، نمونه‌هایی از حل مسئله و نکاتی را در روند حل مسئله ارائه می‌دهد. دانش‌آموز می‌تواند در صفحه گزارش عمومی یا در گزارش مبتنی بر موضوع تمرین بیشتری را ببیند. به گفته محققان این برنامه تلاشی است برای تقلید از رفتار یک معلم خصوصی متخصص انسانی.	*ZOSMAT*	*)Aleven et (al20009*
۱۶	فرمات یک شبکه اجتماعی هوشمند برای یادگیری ریاضیات است. فرمات معماری سنتی را با یک ماژول خبره، یک ماژول دانشجویی حاوی یک تست تشخیصی به‌منظور تعیین سطح یادگیری دانش‌آموز و روش تدریس مناسب و یک ماژول تدریس خصوصی که دانشجو می‌تواند مشکلات یا تمریناتی را برای حل پیدا کند، اتخاذ می‌کند، در حالی که راه حل‌های ارائه شده از نظر دشواری، کمک‌ها، خطاها و زمان ارزیابی می‌شوند. این سیستم از یک شخصیت برای بازخورد شناختی و عاطفی به دانش‌آموزان استفاده می‌کند.	*Fermat*	Cabada et al (2012)

۲۰	*DGBLE*	محیط‌های یادگیری ریاضی مبتنی بر بازی دیجیتال ریاضی، پلتفرم‌های هستند که فرصت‌هایی را برای دانش‌آموزان برای تسلط بر درک مفهومی و پرورش تفکر ریاضی فراهم می‌کنند، که آموزش ریاضی معاصر بر آن تأکید دارد. این برنامه مبتنی بر یادگیری ماشین است.	Dai et al (2023)

محتوا: از فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه تولید محتوا نیز استفاده‌های بی‌شماری می‌شود. تولید محتوای مشترک بین استاد و دانشجو، محتواهای شخصی سازی شده، محتوای اقتباس شده، محتوای آموزشی پایه از جمله مواردی است که بستر تولید آن با فناوری‌های هوش مصنوعی امکان پذیر است. در منابع و اسناد کد گذاری شده به تولید محتوای چند بعدی تاکید فراوان شده بود. در کلاس درس هوشمند چندوجهی، منابع درسی دیگر محدود به منابع متنی نیستند. فناوری های مختلف در حال ظهور در ادیو متاورس را می‌توان برای توسعه منابع دوره‌های چندوجهی هوشمند، همه جانبه و تعاملی به‌کار برد. به‌عنوان مثال، دستگاه‌های پوشیدنی به زبان‌آموزان این امکان را می‌دهند که واقعاً خود را در دوره‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده از منظر تماشاگران غوطه‌ورکنند. منابع درسی را به‌طور موثر با استفاده از روش بصری، مانند تصاویر، نمودارها و متن، منتقل کنند. علاوه بر این، از زبان، تصاویر، صداها، حرکات و کانال های دیگر نیز می‌توان برای تحریک پاسخ های چندحسی دانش‌آموزان استفاده کرد(shu &Gu.2023). هوش مصنوعی ممکن است فرصت‌های جدید هیجان‌انگیزی را برای تطبیق محتوای یادگیری بر اساس ویژگی‌های فردی و سبک یادگیری دانش‌آموز فراهم کند، حتی زمانی که تحقیقات تجربی زیادی نشان می‌دهد که مفهوم سبک یادگیری شاید به بهترین وجه به عنوان یک افسانه توصیف شود(Tuomi .2018).

ارتباطات: فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی در زمینه ارتباطات نیز کاربردهای فراوانی دارد، سیستم‌های یادگیری تعاملی، چت بات‌ها، سیستم‌های مبتنی بر بازخورد از این نمونه‌ها می‌باشند. در منابع و اسناد کد گذاری شده به سیستم‌های تعاملی و چت بات‌ها تاکید فراوان شده بود. هوش مصنوعی فرصت-های گسترده برای فراگیران برای برقراری ارتباط و همکاری با یکدیگر فراهم می‌کند(Karsentti. 2019). هوش مصنوعی همچنین شروع به استفاده برای تشخیص توجه، عواطف و پویایی مکالمه دانش‌آموز در محیط‌های آموزشی با پشتیبانی رایانه می‌کند، به‌عنوان مثال برای توسعه و مدیریت دوره، در تلاش برای ایجاد گروه‌های بهینه برای وظایف یادگیری مشترک است(Tuomi .2018).

ارزشیابی: از فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی در ارزشیابی نیز استفاده‌های فراوانی می‌شود، داده کاوی جهت تحلیل یادگیری، مدلسازی عملکرد فراگیران، تولید و ارزیابی خودکار، تحلیل سوال‌ها و پاسخ‌ها، ارزیابی مبتنی بر بازی، ارزیابی خودکار نوشتار، تشخیص تقلب، سنجش مستمر و ارزیابی بصری از جمله مواردی است که با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی بستر آن ها فراهم می‌گردد. در منابع و اسناد کد گذاری شده به ارزیابی خودکار، سنجش مستمر و تحلیل یادگیری فراگیران تاکید فراوان شده بود . توسعه ارزشیابی آموزشی در عصر هوش مصنوعی عمدتا مبتنی بر فناوری داده کاوی برای تجزیه و تحلیل یادگیری با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها برای انجام فعالیت‌های آموزشی هدفمند است(Wang .2020). بر اساس کلان داده‌های آموزش و پرورش می‌توان راه حل‌های جدید بیشتری را برای

سنجش آموزش ارائه کرد. کلان داده آموزشی نه تنها توسعه مفاهیم و موضوعات ارزشیابی آموزشی را ترویج می‌کند، بلکه دامنه ارزشیابی آموزشی را نیز گسترش می‌دهد (Wang .2020). این پتانسیل وجود دارد که هوش مصنوعی رویکردهای جدیدی برای سنجش آموخته‌ها مانند سنجش تطبیقی و مستمر مبتنی بر هوش مصنوعی را فراهم کند(UNESCO. 2021). هوش مصنوعی در حال حاضر در راستای گسترش وضع موجـود توسعه یافته است برای مثال، در آزمون‌های کامپیوتری مبتنی بر هوش مصنوعی از تشخیص چهره و صدا، پویایی صفحه کلید و اطلاعات متن به طور فزاینده‌ای برای تایید داوطلبان در امتحانات برای برنامه‌های آموزش از راه دور استفاده می‌شود. (shu &Gu.2023).

رویکرد استفاده از هوش مصنوعی در آموزش ریاضی اهمیت بسیاری دارد. یکی از مدل‌های مطرح شده برای به‌کارگیری آن در آموزش مدل (دانش تکنولوژیکی، پداگوژیکی و محتوا) است. در منابع و اسناد کد گذاری شده به انتخاب ابزار با توجه به اهداف، قابل فهم کردن مفاهیم با هوش مصنوعی، استفاده از فناوری‌های مناسب در تدریس، استفاده از فناوری‌های مرتبط مناسب در ارزشیابی، استفاده از فناوری‌های مناسب در تولید محتوا و مدلسازی فرایند یادگیری تاکید فراوان شده بود.

بحث و نتیجه گیری

نتایج این فرا تحلیل و یافته‌های حاصل از اسناد و متون مورد بررسی در فاصله سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۳ نشان داد مزایای متعددی در استفاده از هوش مصنوعی در یادگیری ریاضیات مترتب است که از جمله آنها می‌توان به ارتقای مهارت دانش‌آموزان در درک بهتر مسائل اشاره کرد. این مطالعات نشان می‌دهند کار معلمان و عمل تدریس، بر خلاف کارهای تکراری در طبقه تولید، نمی‌تواند کاملاً خودکار باشد. تدریس خوب پیچیده است و نیاز به خلاقیت، انعطاف پذیری، بداهه گویی و خودانگیختگی دارد. در عین حال، معلمان باید بتوانند منطقی فکر کنند و از عقل سلیم، شفقت، و همدلی برای مقابله با مسائل و مشکلات غیر آکادمیک روزمره که در کلاس درس به‌وجود می‌آیند، استفاده کنند. این توانایی‌ها حتی در پیشرفته‌ترین سیستم‌های هوش مصنوعی نیز وجود ندارد. علاوه بر این ما نباید خود را به یک دیدگاه ساده سودمند از هوش مصنوعی محدود کنیم. در عوض، می‌توانیم تصور کنیم که چگونه می‌توان یادگیری را پرورش و تغییر داد. طبق نتایج به‌دست آمده می‌توان از فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی در ابعاد مختلف در آموزش ریاضی استفاده کرد. یکی از کاربردهای مهم آن استفاده در آموزش و تربیت فراگیران است. فناوری‌های مرتبط بستر آموزش شخصی‌سازی شده و انطباقی را فراهم می‌کند، سیستم‌های تدریس خصوصی مبتنی بر گفتگو، ربات‌های دستیار هوشمند، معلمان هوشمند، چت بات‌های آموزشی، آزمایشگاه-های مجازی، فناوری‌های ترکیبی هوش مصنوعی و واقعیت افزوده و مجازی، ادیو متاورس و فناوری‌های مرتبط وجود دارد که می‌توان از آنها در آموزش ریاضی استفاده کرد. از فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه تولید محتوا نیز استفاده‌های بی‌شماری می‌شود. تولید محتوای مشترک بین استاد و دانشجو،

محتواهای شخصی‌سازی شده، محتوای اقتباس شده، محتوای آموزشی پایه از جمله مواردی است که بستر تولید آن با فناوری‌های هوش مصنوعی امکان پذیر است. از فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی در ارزشیابی نیز استفاده‌های فراوانی می‌شود، داده کاوی جهت تحلیل یادگیری، مدلسازی عملکرد فراگیران، تولید و ارزیابی خودکار، تحلیل سوال‌ها و پاسخ‌ها، ارزیابی مبتنی بر بازی، ارزیابی خودکار نوشتار، تشخیص تقلب، سنجش مستمر و ارزیابی بصری از جمله مواردی است که با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی بستر آن ها فراهم می‌گردد. فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی در زمینه ارتباطات نیز کاربردهای فراوانی دارد، سیستم‌های یادگیری تعاملی، چت بات‌ها، سیستم‌های مبتنی بر بازخورد از این نمونه‌ها هستند. با این حال، در حال حاضر به‌نظر می‌رسد که از سیستم‌های تدریس هوشمند بیش‌تر از سایر فناوری‌ها در فرایند آموزش استفاده می شود. با این تفاسیر شواهد موجود حاکی از آن است که کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و یادگیری ریاضیات در دنیا گسترش یافته و بیشتر کشورها در تلاشند تا هرچه بیشتر ازظرفیت-های هوش مصنوعی برای بهبود کیفیت تدریس و یادگیری استفاده کنند. با عنایت به این موضوع که آموزش، امری بین رشته‌ای است؛ دروس علوم تربیتی از اهمیت بسزایی برخوردارند. لذا تنها آموزش‌های لازم در حوزه هوش مصنوعی و استفاده از ابزارها و قابلیت‌های آن نمی‌تواند معلمان و اساتید را جهت استفاده از این فناوری توانمند سازد. آموزش‌های لازم در حوزه پداگوژی و قابلیت‌های هوش مصنوعی در آن و همچنین دانش تخصصی لازم در محتوا و قابلیت‌هایی که هوش مصنوعی در این قسمت دارد به همراه خود دانش هوش مصنوعی که در مدل TPACK به‌عنوان نقطه اشتراک بین محتوا، فناوری و پداگوژی مشخص شده‌است می‌تواند مهارت لازم را در معلمان و اساتید جهت استفاده از هوش مصنوعی ایجاد کند و هریک از آنها به تنهایی نتایج مطلوب را در استفاده از این فناوری در آموزش و به‌طور ویژه آموزش ریاضی نخواهد نداشت. و در نهایت بستر سازی جهت استفاده از این فناوری بسیار ضروری است. اما هوش مصنوعی همانند سایر ابزارهای آموزشی دارای مزایا، نقاط ضعف، محدودیت‌ها و فرصت‌هایی برای آموزش ریاضی است. کاربرد مؤثر این قابلیت فناورانه مستلزم آماده‌سازی معلمان برای کار با هوش مصنوعی است. اگر معلمان در زمینه استفاده از هوش مصنوعی آموزش ببینند، زمینه‌های استفاده سوء از این فناوری کاهش می‌یابد. نکته مهم دیگر این است که به رغم ظرفیت‌های بسیار گسترده هوش مصنوعی و نقش برجسته آن در موفقیت تحصیلی دانشجویان و دانش‌آموزان، لازم است بر نقش معلم همچنان در فرایند آموزش و شاید بیش از پیش، محوری باقی بماند. به‌طور خلاصه، با کمک هوش مصنوعی، آموزش و یادگیری موثرتر است، زیرا هیجان انگیز و خلاقانه، درک یک موضوع را برای دانش‌آموزان آسان کرده‌است. از نظر مزایای آموزش، هوش مصنوعی نه نوشدارویی است و نه جام مقدس؛ در عوض، ابزاری است با پتانسیل فوق‌العاده که باید یاد بگیریم از آن به بهترین نحو استفاده کنیم. یکی از چالش‌های اصلی، یافتن تعادل مناسب بین شیوه‌های آموزشی قدیمی که قرن‌ها وجود داشته و امکانات جدیدی که هوش مصنوعی ارائه می‌کند، است. علاوه بر این، ما نباید خود را به یک دیدگاه ساده سودمند از هوش مصنوعی محدود کنیم. در عوض، می

توانیم تصور کنیم که چگونه می‌توان یادگیری را پرورش داد و تغییر داد (Karsenti,2019) می‌توان گفت که برای رایانه‌ها و سایر ماشین‌های هوش مصنوعی "هوشمند" بسیار دشوار است که به نقطه‌ای برسند که در آینده جایگزین معلمان در آموزش دانش‌آموزان شوند. با این حال، احتمال ایجاد تغییراتی عمده در کلاس‌های آینده بسیار بالا است زیرا به‌نظر می‌رسد فناوری‌های جدید پتانسیل ارائه مزایای قابل توجهی برای آموزش و یادگیری ریاضیات دارند (Orhani2019) با این اوصاف آنجا که هوش مصنوعی تأثیر زیادی بر افراد و جوامع دارد نباید از طرح دیدگاه‌های انتقادی را در مورد مسائل هوش مصنوعی غلفت شود.

حامی مالی

هزینه‌های مطالب حاضر توسط نویسنده مقاله تأمین شد.

تعارض منافع

بنابراظهار نویسنده مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

Aleven, V., Mclaren, B. M., Sewall, J., & Koedinger, K. R. (2009). A new paradigm for intelligent tutoring systems: Exampletracing tutors. *International Journal of Artificial Intelligence inEducation, 19(2),* 105-154.

Alizadeh Jamal, m. Shahorani, A. Iranmanesh, A. Tehranian, A. (2019). The effect of mathematics education based on content-pedagogical and technological model (TPACK) on changing teachers' beliefs. Scientific Journal of Education Technology. 143: 591-602.[in Persian]

Arnau, D., Arevalillo-Herráez, M., Puig, L., & González-Calero, J. A. (2013). Fundamentals of the design and the operation of an intelligent tutoring system for the learning of the arithmetical andalgebraic way of solving word problems. *Computers & Education, 63, 119-130*. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.020

Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Albayrak Sari, A., & Tondeur, J. (2019). Investigating the impact of teacher education strategies on preservice teachers' TPACK. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 357-370

Balacheff, N. (1993*). Artificial Intelligence and Mathematics Education: Expectations and Questions*. 14th Biennal of the AAMT (pp.1-24). Perth Curtin Univ.

Bench, S., & Day, T. (2010). The user experience of critical care discharge: a meta-synthesis of qualitative research. *International journal of nursing studies, 47(4),* 487-499.

Bray, A., Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research—A systematic review of recent trends. *Computers & Education*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004

Cabada, R. Z., Estrada, M. L. B., Beltr'n, J. A., Cibrian, R., García, C. A. R., & Pérez, Y. H. (2012, July). *Fermat: merging affective tutoring systems with learning social networks*. In Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on (pp. 337-339) IEEE. Retrieved from: http://dx.doi.org/10.1109/ICALT.2012.140

Garrido, A. (2012). AI and Mathematical Education. *Education*, *2*, 22-32; **https://doi.org/10.3390/educ2010022**

Carr, A. (2018). AI in Education Artificial intelligence can transform education, but a measured and realistic approach is needed. (2023, July, 1). Retrieved from: https://www.mobiusconsultants.com/

Casler-Failing, S.L. (2021). Learning to teach mathematics with robots: Developing the 't' in technological pedagogical content knowledge. *Research in Learning Technology*, *29*. https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2555

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, *136*, 16–24. Retrieved From http://www.sciencedirect.com

Chalmers, I., Hedges, L. V., & Cooper, H. (2002). A brief history of research synthesis. *Evaluation & the health professions*, *25(1)*, 12-37.

Chen, C.J., & Liu, P.L. (2007). Personalized computer-assisted mathematics problem-solving program and its impact on Taiwanese students. J. *Comput. Math. Sci. Teach*, *26*, 105–121.

Chen, S. H., Jakeman, A. J., & Norton, J. P. (2008). Artificial intelligence techniques: an introduction to their use for modelling environmental systems. *Mathematics and Computers in Simulation*, *78(2)*, 379-400. http://dx.doi.org/10.1016/j.matcom.2008.01.028

Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G.J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Comput.Educ. Artif. Intell*, *1*, *100002*. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Craig, S. D., Hu, X., Graesser, A. C., Bargagliotti, A. E., Sterbinsky, A., Cheney, K. R., & Okwumabua, T. (2013). The impact of a technology-based mathematics after-school program using ALEKS on student's knowledge and behaviors. *Computers & Education*, *68*, 495-504. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.010

Dai, P., Ke, F., Pan, Y., & Liu, Y. (2023). Exploring students' learning support use in digital game-based math learning: A mixed-methods approach using machine learning and multi-cases study. *Computers & Education*, 194. https://doi.org/۱۰/۱۰۱۶/j.compedu.۲۰۲۲/۱۰۴۶۹۸

Deo, R. C., Yaseen, Z. M., Ansari. N., Nguyen-huy, T., Langland's, T. A. M., & Gallgan, L. (2020). Modern Artificial Intelligence Model Development for Undergraduate Student Performance Prediction: An Investigation on Engineering Mathematics Courses. *IEEE Access*, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.301093

Department of Basic Sciences. (2015). Curriculum of the course: continuous bachelor's degree, mathematics education of Farhangian University. Tehran: Ministry of Science, Research and Technology. .[in Persian]

Ferman, B., Lima, L., & Riva, F. (2021). Articial Intelligence, Teacher Tasks and Individualized Pedagogy. (2023, July, 12). Retrieved from https://www.povertyactionlab.org/

Gadanidis, G. (2017). "Artificial intelligence, computational thinking, and mathematics education", *International Journal of Information and Learning Technology*, *34 (2)*, 133-139. https://doi.org/10.1108/IJILT-09-2016-0048

Graff, M., Mayer, P., & Lebens, M. (2008). Evaluating a web based intelligent tutoring system for mathematics at German lower secondary schools. *Education and Information Technologies*, *13(3)*, 221-230. http://dx.doi.org/10.1007/s10639-008-9062-z

Greene, T. (2017). A glossary of basic artificial intelligence terms and concepts. (2023, July, 12). Retrieved from https://thenextweb.com/news/glossary-basic-artificial-intelligence-terms-concepts

Gulson, K. N., Murphie, A., Taylor, S., & Sellar, S. (2018). *Education, work and Australian society in an AI world. A review of research literature and policy recommendations*. (Research Report). Sydney: Gonski Institute for Education, UNSW.

Harper, F., Stumbo, Z., & Kim, N. (2021). When Robots invade the neighborhood: Learning to teach prek-5 mathematics leveraging both technology and community knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, *21*(1), 19-52.

Holmes, W., Maya, B., & Charles, F. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching & Learning. *Boston, MA: The Center for Curriculum Redesign0.* Retrieved from http://bit.ly/AIED-BOOK

Hsieh, H.-F., & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, *15(9)*, 1277-1288

Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and Research Trends of Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review. *Mathematics*, *9*, 584. https://doi.org/10.3390/math9060584

Karsenti, T. (2019). Artificial intelligence in education: The urgent need to prepare teachers for tomorrow's schools. *Formation et profession*, *27*(1), 105-111. http://dx.doi.org/10.18162/fp.2018.a166

Keles, A., Ocak, R., Kele!, A., & Gülcü, A. (2009). ZOSMAT: Web-based intelligent tutoring system for teaching–learning process. *Expert Systems with Applications*, *36(2)*, 1229-1239. http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.064

Knill, O., Carlsson, J., Chi, A., & Lezama, M. (2004). An artificial intelligence experiment in college math education. (2023, July, 9). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/254745457_An_artificial_intelligence_experiment_in_college_math_education

Lee, J. (2001). A grounded theory: Integration and internalization in ERP adoption and use. *ETD collection for University of Nebraska - Lincoln*. AAI3016318. Retrieved from https://digitalcommons.unl.edu/dissertations/AAI3016318

Lorenz,U. Romeike,R. (2023). AI-PACK – Ein Rahmen für KI-bezogene Digitalkompetenzen von Lehrkr‌ften auf Basis von DPACK. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/374350289

Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. UCL Knowledge Lab: London, UK. Retrieved From https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756/

McCarthy, J. (2007). From here to human-level AI. Artificial Intelligence, 171(18), 1174–1182.

Mohamed, M. Z. b., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. b., Sabri, N. b. M., Mahmud, M. K. H. b., & Baharuddin, S. N. b. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 17*(3), em0694. https://doi.org/10.29333/iejme/12132

Murphy, R. F. (2019). Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching A Review of Promising Applications, Opportunities, and Challenges. *Perspective* , https://doi.org/10.7249/PE315

Orhani, s. (2022). Artificial Intelligence in Teaching and Learning Mathematics. *Kosovo Educational Research Journal, 2(3),* 29-38. https://orcid.org/0000-0003-3965-0791

Pappas, M. A., & Drigas, A. S**.** (2016). Incorporation of Artificial Intelligence Tutoring Techniques in Mathematics. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), 6*(4), 12–16. https://doi.org/10.3991/ijep.v6i4.6063

Park, S. (2021). AI education perception of pre-service teachers according to AI learning experience, Interest in AI education, and Major. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(1), 103-111.

Rau, M. A., Aleven, V., & Rummel, N. (2011). *How to Schedule Multiple Graphical Representations? A Classroom Experiment with an Intelligent Tutoring System for Fractions*. Society for Research on Educational Effectiveness. Retrieved from https://repository.isls.org//handle/1/2244

Saini, M., Shlonsky, A. (2012). *Systematic synthesis of qualitative research*. OUP USA. Retrieved From https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195387216.001.0001

Sandelowski, M., & Barroso, J. (۲۰۰۷). *Handbook for synthesizing qualitative research*. New York, NY: Springer

Seldon, A,. & Abidoye, o. (2018). *The Forth Education: will artificial intelligence liberate or infantilise humanity*. Legend Press, University of Buckingham press.

Searson, M. Langran, E., Trumble J. (Eds). (2024). *Exploring new horizons: Generative artificial intelligence and teacher education*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/p/223928/

Shu, X., & Gu, X. (2023). An Empirical Study of a Smart Education Model Enabled by the Edu-Metaverse to Enhance Better Learning Outcomes for Students. *Systems*, *11*, 75. **https://doi.org/10.3390/systems11020075**

Sikstr¨om, P., Valentini, C., Sivunen, A., & K¨arkk¨ainen, T. (2022). How pedagogical agents communicate with students: A two-phase systematic

review. *Computers & Education, 188 , 104564.* Retrieved from www.elsevier.com/locate/compedu

Southgate, E., Blackmore, K., Pieschl, S., Grimes, S., McGuire, J., & Smithers, K. (2019). *Artificial intelligence and emerging technologies (virtual, augmented and mixed reality) in schools: A research report.* Newcastle: University of Newcastle, Australia.

Sohrabi, B., Azami, A., & Yazdani, H. (2011). The pathology of Islamic management research with synthesis approach. *The Perspective of Public Administration,2(6).*

Su, J., & Yang, W. (2023). Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education. ECNU Review of Education, 20965311231168423

Taguma, M., Feron, E., & Hwee, M. (2018). *Future of Education and Skills 2030: Conceptual Learning Framework Education and AI: preparing for the future & AI, Attitudes and Values.* 8th Informal Working Group (IWG) Meeti 29-31 October 2018 OECD Conference Centre, Paris, France.

Thomas, J., & Harden, A. (۲۰۰۸). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC medical research methodology*, ,(۱)۸ ٤٥. https://doi.org/۱٤۷۱/۱۰/۱۱۸٦-۲۲۸۸-۸-٤٥

Tuomi, I. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the future*, Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R & Punie, Y., EUR 29442 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. https://doi.org/10.2760/12297, JRC113226.

Tuomi, I. (2020). Research for CULT Committee -The use of Artificial Intelligence (AI) in education. *Policy Department for Structural and Cohesion Policies*. From www.europarl.europa.eu/supporting-analyses

Turbot, S. (2018). Artificial intelligence in education: don't ignore it, harness it!. (2023, July, 4). Retrieved from https://www.forbes.com/sites/sebastienturbot/2017/08/22/artificial-intelligence-virtual-reality-education/

UNESCO. (2021). *Artificial Intelligence and Education: Guidance for policy*. Makers.Paris: UNESCO

Voskoglou, M. G. (2011). Fuzzy logic and uncertainty in mathematics education. *International Journal of Applications of Fuzzy Sets and Artificial Intelligence*, *1*, 45-64.

Voskoglou, M. G., & Salem, A.-B. M. (2020). Benefits and limitations of the artificial with respect to the traditional learning of mathematics. *Mathematics, 8(4),* 611. https://doi.org/10.3390/math8040611

Waalkens, M., Aleven, V., & Taatgen, N. (2013). Does supporting multiple student strategies lead to greater learning and motivation? Investigating a source of complexity in the architecture of intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, *60(1),* 159-171. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.016

Walker, E., Rummel, N., & Koedinger, K. R. (2009). Integrating collaboration and intelligent tutoring data in the evaluation of a reciprocal peer tutoring

environment. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, *4(03)*, 221-251. http://dx.doi.org/10.1142/S179320680900074

Wang, L., & Wang, J. (2020). Research on Educational Evaluation in the Era of Artificial Intelligence. *International Journal of Frontiers in Sociology, 2(3*), 40-49. http://dx.doi.org/10.25236/IJFS.2020.020305

Wu, R. (2021). Visualization of basic mathematics teaching based on artificial intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*, *1992*(1), 042042. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1992/4/042042

Yang, W. (2022). Artificial Intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation. Computers and Education: Artificial Intelligence, 3, 100061.

Yang, J.H., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N.S. (2021). Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100008. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100008

Zhang, L., Fu, H. L., & Wan, N. (2018). Research on the Application of AHP and Fuzzy Comprehensive Evaluation of Teaching Quality in Basic Mathematics Classroom. *Creative Education*,9, 2615-2626. https://doi.org/10.4236/ce.2018.915197