

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

Soayeh sadat mirmoeini^{1*}, Nematollah azizi²

پدیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۱۰

Accepted Date: 2024/08/19

Received Date: 2023/10/02

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) : w

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 به کارگیری 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 به وجود می‌آورد. هدف این پژوهش به دست 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 (فرا ترکیب) 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 شیوه‌های آموزش جدید، تولید محتوا، ارزشیابی و ارتباطات استفاده کرد و به کارگیری آن در آموزش ریاضی نیازمند یک نگاه جامع و تلفیق دانش تکنولوژیکی، پداگوژی و محتوا است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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.

Email: mirmoeinii@yahoo.com

* (نویسنده مسئول):

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

مقدمه

هوش مصنوعی نقش های اساسی را در زندگی روزمره مردم ایفا می کند و به طور گسترده در زمینه های مختلف استفاده می شود (McCarthy, 2007; Su et al., 2023; Yang. 2022). هوش مصنوعی توانایی یک سیستم برای تفسیر داده های خارجی است؛ این سیستم با دیدن داده ها، یاد می گیرد و آموخته های خود را برای رسیدن به اهداف خاصی به کار می بندد (Greene, 2017) از دهه ۱۹۷۰، هوش مصنوعی در آموزش و پرورش، به عنوان یک رشته تخصصی میان رشته ای رشد کرده است که شامل کاربرد این فناوری در یادگیری و آموزش، عمدتاً در زمینه های آموزش عالی است. هدف آن این است که یادگیری شخصی تر، انعطاف پذیرتر، فراگیرتر و درگیرکننده تر 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 می توانند در روبات ها یا دستیارهای مجازی مجسم شوند و می توانند در محیط های واقعیت مجازی یا واقعیت افزوده ادغام شوند. همچنین ممکن است سنسورهایی برای جمع آوری داده های دیداری، شنیداری و فیزیولوژیکی دانش آموزان و معلمان داشته باشند. این نوع داده ها می تواند 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 فرصت های آموزشی، اخلاق، برابری و پایداری رویکردهای تازه ای پدیدار شود زیرا برای خودکار نمودن چیزی، ابتدا باید آن را کاملاً درک کرد. اما واضح است که صرفاً با معرفی ابزارهای جدید نمی توان به یادگیری بهتر رسید. کلید تأثیر آموزش، معلم است و معلم کمک می کند تا از فناوری در زمان مناسب استفاده شود. به عبارت دیگر، نتایج یادگیری بستگی به این دارد که معلمان چگونه می توانند از فناوری به روش های معنادار و مناسب استفاده کنند. در نتیجه روش مناسب، آگاهی معلمان از کاربردهای این فناوری ها است. بنابراین نقش فناوری در آموزش عالی تقویت تفکر انسان و تقویت روند آموزشی است نه کاهش آن به مجموعه ای از روش های کنترل و ارزیابی محتوا. با ظهور هوش مصنوعی، هوشیاری مؤسسات آموزشی اهمیت بیشتری پیدا می کند تا قدرت کنترل الگوریتم های پنهانی که آنها را اجرا می کنند، در انحصار اربابان فناوری نباشد (Tuomi, 2020). کیفیت آموزش و پرورش به پیشرفت تحصیلی دانش آموزان بستگی دارد که به طور مستقیم باعث بهبود کیفیت منابع انسانی و به طور غیر مستقیم با افزایش بهره وری، رشد اقتصادی و توانایی دولت ها برای کاهش فقر ارتباط دارد. در میان درس های مختلف، ریاضیات جایگاه ویژه ای در برنامه ریزی تحصیلی دارد و برای دانش آموزانی 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 دانش آموزان 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 دولت ها، دانشگاه ها و خود حرفة تدریس

ریاضی، قرار گرفته است. مطالعات بین‌المللی تیمز نشان از وضعیت نامناسب دانش‌آموزان ایرانی دارد. یافته‌های 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 شرکت‌کننده 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 امکان‌پذیر نیست (گروه علوم پایه، ۱۳۹۵). در نتیجه مربیان و معلمان ریاضیات باید از ابزارهای نوآرانه‌ای 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 را بیان کردند. (Baran & et al, 2019). دیدگاه‌های معلمان پیش از خدمت را در مورد اینکه چگونه برنامه‌های آموزش معلمان به آنها در توسعه TPACK کمک می‌کند، 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 شده است. (Park, 2021) با استفاده از TPACK به عنوان 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. به عنوان مثال شرکت هندی Mind spark از ۴۵۰۰۰ سوال و دو میلیون پاسخ در روز استفاده

می کند تا الگوها را در پاسخ های نادرست شناسایی کند. هنگامی که چنین الگوهایی شناخته می شوند، سیستم تمرینات اصلاحی خاصی را توصیه می کند. در موارد دیگر دانش آموزان یک رابط طبیعی برای مطالب آموزشی مرسوم در قالب یک دستیار مجازی با هوش مصنوعی با قابلیت تشخیص گفتار و سنتر دارند. پروژه هایی نیز در کالیفرنیا در حال انجام است، این پروژه ها در مقیاس کوچک تر هستند و به طور خاص بر روی هوش مصنوعی متمرکز نیستند بلکه به طور کلی روی تکنیک های دیجیتال متمرکز هستند. یک مثال خوب از آن ها Alt Schools است که در آن تمرکز بر یادگیری شخصی است. دانش آموزان یک سابقه شخصی از پیشرفت خود و یک لیست پخش دارند که آنها را از طریق مجموعه ای از محتوای آموزش راهنمایی می کند. به این ترتیب معلمان از جزئیات دروس، ارزیابی و برنامه ریزی خلاص می شوند. در عوض آنها می توانند بر روی کار گروهی و مهارت های اجتماعی تک تک دانش آموزان خود تمرکز کنند. این موضوع در شبکه اجلاس سران مدارس که از روش های دیجیتالی نیز استفاده می کنند و دانش آموزان فقیرتر را هدف قرار می دهند، عنوان شده است.

در این حالت دانش آموزان حدود نیمی از وقت خود را صرف کار پروژه با هدایت معلمان از طریق روش های یادگیری دیجیتال می کنند. موبیوس ابتکار دیگری را که در آن آموزش دیجیتال برای ارائه آموزش بهتر به بیش از پنج میلیون دانش آموز مدارس دولتی در عربستان سعودی اعمال می شود، هدایت کرده است. این کار از طریق ترکیبی از دروس آنلاین، تدریس خصوصی مجازی شخصی و محتوای با کیفیت بالا انجام می شود (Carr, 2018). برنامه های کاربردی هوش مصنوعی که برای آموزش طراحی شده به سه دسته تقسیم شده اند: ۱- دسته ای که مخاطب سیستم آموزشی است ۲- دسته ای که مخاطب دانش آموزان (دانشجویان) می باشند ۳- دسته ای که مخاطب مدرسان می باشند. کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش ممکن است این پتانسیل را داشته باشد که 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 پژوهش های موجود هر کدام جنبه خاصی از فرآیند به کارگیری هوش مصنوعی را در نظر گرفته اند به منظور بررسی دقیق نقش ها 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 ببیند.

پیشینه پژوهش

اولین پروژه های 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 پروژه های برجسته با داشتن ویژگی های آموزش ریاضیات بود. در دهه هشتاد پروژه هایی خاص آموزش و پرورش و هوش مصنوعی در مورد ریاضیات وجود داشت که از جمله آنها می توان 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 به عنوان یک چالش بزرگ برای بسیاری از دانش آموزان 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 به عنوان یک کار پیچیده و چالش برانگیز با هدف پرورش مهارت حل مسئله فراگیران مشخص شده است. چندین مطالعه گزارش داده‌اند که دانش آموزان به طور 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 دانش آموزان ایجاد کنند. آنها همچنین به اهمیت شناسایی عوامل موثر بر عملکرد یادگیری ریاضیات دانش آموزان مانند دانش قبلی ناکافی و عدم پشتیبانی شخصی از دانش آموزان اشاره کرده‌اند. در این میان پیشرفت هوش مصنوعی وسیله‌ای برای مقابله با این مشکلات فراهم کرده است. 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 دانش آموزان موثر دانستند (Hwang & Tu, 2021). آموزش ریاضیات مبتنی بر هوش مصنوعی، به رشد شخصیت دانش آموزان 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 به دست می‌آید، تخیل دانش آموزان 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 دانش آموزان و کاهش فضا، استفاده از ربات‌ها در تدریسشان مفید است 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 شده است 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 داده شد 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 فناوری‌های 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

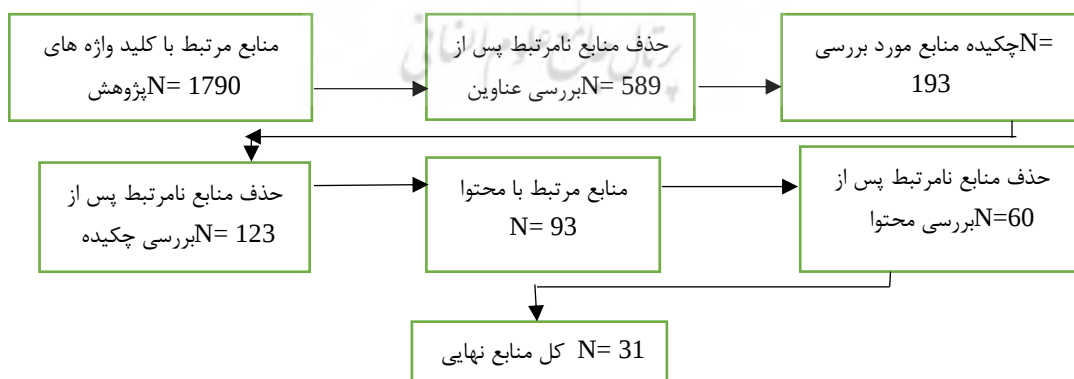
این پژوهش با استفاده از روش سنتز پژوهی (فرا ترکیب) انجام شده است. بنابراین رویکرد پژوهش، کیفی و روش آن، سنتز پژوهی است. سنتز پژوهی شامل بازنگری عمیق، دقیق و تحلیل کیفی محتوای مطالعات گذشته و یافته‌های پژوهش‌های اجرا شده در یک حوزه خاص است و ترکیب اطلاعات و داده‌های کیفی حاصل از این تحلیل به منظور ایجاد 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 سؤال 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. سنتز پژوهی 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 سنتز پژوهی کیفی عبارتند از: (۱) فرا خلاصه 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 تهیه گزارش باید به داده‌ها وفادار باشد ولی گزارش تهیه شده مشابه هیچکدام از اسناد پیشین نیست. در ترکیب اسناد به شیوه 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 پیشینه پژوهش گرفته می‌شوند. لذا تا حدودی وابسته به تئوری‌ها و یا نظریه‌های مرتبط با آن پدیده هستند. از توصیف مضامین و مفاهیم برای باز شکل 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 سنتز پژوهی در پژوهش حاضر از روش هفت مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو مطابق شکل ۱ 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 سنتز پژوهی باید پرسش اصلی پژوهش مشخص شود. پرسش اصلی پژوهش بدین صورت ارائه می‌شود: که ابعاد و رویکردهای استفاده از فناوری‌های 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 در بازه 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 ۱۷۹۰ منبع انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده‌است، از میان این منابع پس از چندین مرحله غربالگری به ترتیب براساس بررسی عنوان، چکیده و محتوای پژوهش، ۳۱ واحد مطالعاتی انتخاب و بررسی شد. در انجام این غربالگری CASP کمک فراوانی به بررسی کیفیت پژوهش‌ها نمود.



شکل ۲: مراحل گزینش، پالایش و سازماندهی پژوهش‌ها

ابزار CASP به کمک ۱۰ سؤال به محقق کمک می کند تا دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات پژوهش را مشخص کند. ابزار CASP برای هر کدام از سوال ها حداکثر نمره ۵ را در نظر گرفته است و حداکثر نمره ای که برای هر مقاله به دست می آید ۵۰ می باشد. این سؤال ها بر موارد زیر تمرکز دارند. (۱) اهداف پژوهش؛ (۲) منطق روش؛ (۳) طرح پژوهش؛ (۴) روش نمونه برداری؛ (۵) جمع آوری داده ها؛ (۶) انعکاس پذیری؛ (۷) ملاحظات اخلاقی؛ (۸) دقت تجزیه و تحلیل داده ها؛ (۹) بیان واضح و روشن یافته ها؛ و (۱۰) ارزش پژوهش (سندلو سکی و بارو سو، ۲۰۰۷). در این پژوهش برای هر مدرک بر اساس معیارهای یاد شده امتیازی بدین ترتیب در نظر گرفته شد: عالی (۴۱ تا ۵۰)، بسیار خوب (۳۱ تا ۴۰)، خوب (۲۱ تا ۳۰)، متوسط (۱۱ تا ۲۰) و ضعیف (۰ تا ۱۰). بر این اساس تنها مطالعات با امتیاز عالی و بسیار خوب (مدارک با امتیاز بالاتر از ۳۰) انتخاب و سایر مطالعات از بررسی بیشتر حذف شدند. طبق نمره دهی فرد خبره به کمک این ابزار، تمامی پژوهش های انتخاب شده در مرحله پایانی نمره بالاتر از ۲۵ را به دست آورده اند که معیار قابل قبول برای این ابزار است. در جدول شماره ۱ اسنادی که در مرحله نهایی انتخاب و مورد تحلیل قرار گرفته اند، معرفی شده است.

جدول شماره ۱: 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 دانش آموزان: دو مرحله ای بررسی سیستماتیک	۲۰۲۲	Sikström 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 دانش آموزان	۲۰۱۳	Scotty et al
۶	مقاله پژوهشی	بررسی استفاده از پشتیبانی یادگیری دانش آموزان 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، نگرش ها و ارزش ها	۲۰۱۸	Taguma et al
۸	مقاله پژوهشی	نقش ها 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 کودکان 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 مهارت های دیجیتال مرتبط با هوش مصنوعی برای معلمان بر اساس DPACK	۲۰۲۳	Lorenz & Romeike

گام چهار و پنج: استخراج اطلاعات از پژوهش ها و تحلیل و ترکیب یافته ها

در سنتر پژوهی، متن پژوهش های انجام شده به عنوان داده محسوب شده که دقیقاً همانند متن مصاحبه مستند شده است (سهرابی، عظیمی و یزدانی، ۲۰۱۱). بنابراین اجرای پژوهش با روش سنتر پژوهی، مستلزم تحلیل کیفی محتوای مطالعات گذشته و یافته های پژوهش های انجام گرفته در یک حوزه خاص است. یکی از روش های کارآمد تحلیل کیفی، تحلیل محتوا به شیوه کدگذاری است که به شناخت و کشف چارچوب الگوهای موجود در داده های کیفی منجر می شود (Hsieh, & Shannon. 2005). پس از شناسایی متون مرتبط فناوری های هوش مصنوعی در آموزش، برقراری ارتباط بین متون به صورت مرور جامع و مفهومی انجام شد. با توجه به ماهیت کیفی متون تهیه شده (نظریه های موجود، طبقه ها) در تحلیل از کد گذاری خط به خط در MAXQDA18 استفاده شد. در این روش تحلیل، فرایند ترکیب داده ها شامل سه مرحله است (Thomas, & Harden. 2008):

- 1- کدگذاری آزاد خط به خط (در قالب کدهای باز)
 - 2- سازماندهی کدهای باز در حوزه های مرتبط برای مقوله های توصیفی
 - 3- تدوین مضمون های تحلیلی.
- استفاده از کدگذاری خط به خط، به پژوهشگر امکان می دهد تا مفاهیم استخراج شده در یک مطالعه را به مفاهیم مطالعه های 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، مرحله تدوین مضمون - های تحلیل سخت ترین مرحله سنتر پژوهی است زیرا در این مرحله است که پژوهشگر با بصیرت و قضاوت - های خود به تفسیر محتوای اولیه می پردازد. سنتر پژوهی اسناد به شیوه 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 شاخص هایی همچون هدف، منطق روش، طرح پژوهش، ملاحظات اخلاقی، بیان واضح و روش یافته ها، ارزش پژوهش مناسب ترین واحدهای مطالعاتی انتخاب شوند. برای اطمینان از نحوه کدگذاری ها از قابلیت اعتماد، تأییدپذیری و اطمینان پذیری برای یافته ها استفاده شده است و از دو نفر ارزشیاب جهت کدگذاری مجدد یافته ها استفاده شد که به منظور تأیید پایایی، از فرمول ضریب کاپای کوهن استفاده شد و در این پژوهش میزان توافق بین ارزیابان عدد ۰/۶۵ به دست آمد که نشان دهنده ۶۵ درصد توافق بین ارزیابان در کدگذاری ها بود.

یافته‌ها

به‌منظور تعیین ابعاد استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، در مرحله 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 فناوری‌های 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 مقوله های شناسایی شده آن

مضمون	مقوله	کد	نمونه ای از واحد معنایی (جملات متن)

پایه های آموزشی	* سیستم های تدریس خصوصی مبتنی بر گفتگو * دستیاران آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی * سیستم های متمرکز بر فرایندهای عاطفی و شناختی * سیستم های یادگیری شخصی و انطباقی * هماهنگ سازهای شبکه یادگیری * واقعیت مجازی و واقعیت افزوده * محیط های یادگیری از طریق کاوشگری * سیستم های یادگیری هوشمند* معلم - دو گانه هوش مصنوعی * آزمایشگاه مجازی * عوامل آموزش پذیر * چت بات های آموزشی * آموزش مبتنی بر رایانه * ربات های هوشمند * معلمان هوشمند * گیمیفیکیشن * مدلسازی پویا * ادیو متاورس * عوامل آموزشی
پایه های تخصصی	فرصت های گسترده برای فراگیران برای برقراری ارتباط و همکاری با یکدیگر. (م-۲۴) چت بات های پشتیبانی از دانش آموز، به کمک هوش مصنوعی (م-۲۳) در تدریس خصوصی متقابل، دانش آموزان می توانند در نقش استاد راهنما قرار بگیرند، زیرا دانشجویان با مهارت های جبری مشابه می توانند 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 می توانند از تعامل بهره مند شوند. (م-۱۳) اجازه دادن به دانش آموزان برای تعامل با ربات چت حساب دیفرانسیل و انتگرال به انواع ابزارها می افزاید. (م-۱۶)

	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). مشاوه 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)	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	
	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)	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	محتوای
	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-CK و صلاحیت محتوای آموزشی مرتبط با هوش مصنوعی AI-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)	میل (AI-PACK) * برنامه شخصی سازی 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	

شیوه‌های آموزش: در میان همه برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی در آموزش ای.تی.اس (سیستم‌های تدریس هوشمند) از طولانی‌ترین سابقه پژوهشی، بیش از ۴۰ سال 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 جدول ۳ برخی از سیستم‌های تدریس هوشمند در آموزش ریاضی نمایش داده شده‌است.

جدول ۳: 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 آموزش عالی 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 می کند تا نحوه تفکر دانش آموز را در حین کار برای حل یک مسئله تجسم کند. به معلم اجازه می دهد تا به سرعت حوزه های تفکر و منطق دانش آموز را که باعث اشتباه آنها شده است، تشخیص دهد و از طریق بازخورد فوری و شخصی به او کمک کند.		
Arnau et al (2013).	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند برای یادگیری روش های 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 می کند. هایپرگراف همچنین در صورت اشتباه کاربر بازخورد و نکاتی را به صورت خودکار ارائه می دهد.	Hypergraph Based Problem Solver(HBPS)	۶
Edwards et al (2010)	یک سیستم آموزش ریاضی مبتنی بر وب، طراحی شده برای آموزش مهارت های حل مسئله ریاضی و روش های تست زنی برای دانش آموزان کلاس چهارم. این برنامه با استفاده از سیستم تصمیم گیری هوش مصنوعی با سطح دانش دانشجویان سازگار می شود. محتوای ریاضیات این سیستم بر اساس چارچوب برنامه درسی 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	۷
Graff et al (2008)	یک سیستم آموزش هوشمند مبتنی بر وب برای ریاضیات که از یک مقیاس فرعی استفاده می کند 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 /یفیت، برنامه درسی یادگیری فردی را بر اساس مهارت های ریاضی و فرایند یادگیری دانش آموز ارائه می دهد.	Efit	۸
Pappas& (2016 Drigas).	در تدریس خصوصی همتایان، دانشجویان می توانند در نقش استاد راهنما قرار بگیرند زیرا دانشجویان با مهارت های جبری مشابه می توانند در هنگام حل مسئله در پنجره چت با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و از آنها پشتیبانی کنند.	Cognitive Tutor Algebra	۹
Rodrigo et al (2008)	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند برای ریاضیات است. این سیستم شامل فعالیت هایی از شش موضوع براساس برنامه درسی است: محاسبه عددی، گسترش و ساده سازی، فاکتورگیری، حل معادلات، حل نا معادله ها 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، به طور کلی تأثیر بهتری روی کاربران نسبت به بازی شبیه سازی شده داشت.	Aplusix	۱۰
Carole et al (2010)	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند برای حساب و کسر. این نرم افزار بر اساس الگوریتم های هوش مصنوعی به منظور پشتیبانی شخصی از دانشجویان ارائه شده. این برنامه دارای مشکلات کلمه ای است، از ساده تر تا چالش برانگیزتر، که برای	AnimalWatch	۱۱

	آموزش مهارت‌های اساسی محاسبات و کسر کاربر طراحی شده است. یک سیستم تدریس هوشمند می‌تواند مهارت‌های دانش‌آموز را در هر مبحث ارزیابی کند و به ترتیب نکات مفیدی را ارائه دهد یا به یک موضوع جدید ریاضی بپردازد.		
Lanzilotti&R (2007) oselli	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	۱۲
Aleven et al (2009)	یک وب سایت دسترسی آزاد مبتنی بر سیستم 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. مت‌تور که یک سایت دسترسی آزاد است همچنین داده‌های عملکرد دقیق برای هر دانش‌آموز را در اختیار معلمان یا والدین قرار می‌دهد.	Mathtutor	۱۳
Feng et al (2008)	یک سیستم تدریس خصوصی هوشمند است که برای پیش‌بینی مهارت ریاضی دانش‌آموزان طراحی شده است. 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 می‌شود.	ASSISTment	۱۴
Aleven et (al20009)	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 شده است. 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	۱۵
Cabada et al (2012)	فرمات یک شبکه اجتماعی هوشمند برای یادگیری ریاضیات است. فرمات معماری سنتی را با یک ماژول خبره، یک ماژول دانشجویی حاوی یک تست تشخیصی به-منظور 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	۱۶

۲۰	DGBLE	محیط های یادگیری ریاضی مبتنی بر بازی دیجیتال ریاضی، پلتفرم های هستند که فرصت هایی را برای دانش آموزان برای تسلط بر درک مفهومی و پرورش تفکر ریاضی فراهم می کنند، که آموزش ریاضی معاصر بر آن تأکید دارد. این برنامه مبتنی بر یادگیری ماشین است.	Dai et al (2023)
----	-------	---	------------------

محتوا: از فناوری های هوش مصنوعی در حوزه تولید محتوا نیز استفاده های بی شماری می شود. 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 فناوری های هوش مصنوعی امکان پذیر است. در منابع و اسناد کد گذاری شده به تولید محتوای چند بعدی تأکید 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 می توان برای توسعه منابع دوره های چندوجهی هوشمند، همه جانبه و تعاملی به کار برد. به عنوان مثال، دستگاه های پوشیدنی به زبان آموزان این امکان را می دهند که واقعاً خود را در دوره های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده از منظر تماشاگران غوطه ور کنند. منابع درسی را به طور 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 می توان برای تحریک پاسخ های چندحسی دانش آموزان استفاده کرد (Shu & Gu, 2023). هوش مصنوعی ممکن است فرصت های جدید هیجان انگیزی را برای تطبیق محتوای یادگیری بر اساس ویژگی های فردی و سبک یادگیری دانش آموز فراهم کند، حتی زمانی که تحقیقات تجربی زیادی نشان می دهد که مفهوم سبک یادگیری شاید به بهترین وجه به عنوان یک افسانه توصیف شود (Tuomi, 2018). ارتباطات: فناوری های مرتبط با هوش مصنوعی در زمینه ارتباطات نیز کاربردهای فراوانی دارد، سیستم های یادگیری تعاملی، چت بات ها، سیستم های مبتنی بر بازخورد از این نمونه ها می باشند. در منابع و اسناد کد گذاری شده به سیستم های تعاملی و چت بات ها تأکید فراوان شده بود. هوش مصنوعی فرصت های گسترده برای فراگیران برای برقراری ارتباط و همکاری با یکدیگر فراهم می کند (Karsentti, 2019). هوش مصنوعی همچنین شروع به استفاده برای تشخیص توجه، عواطف و پویایی مکالمه دانش آموز در محیط های آموزشی با پشتیبانی رایانه می کند، به عنوان مثال برای توسعه و مدیریت دوره، در تلاش برای ایجاد گروه های بهینه برای وظایف یادگیری مشترک است (Tuomi, 2018).

ارزشیابی: از فناوری های مرتبط با هوش مصنوعی در ارزشیابی نیز استفاده های فراوانی می شود، داده کاوی جهت تحلیل یادگیری، مدلسازی عملکرد فراگیران، تولید و ارزیابی خودکار، تحلیل سوال ها و پاسخ ها، ارزیابی مبتنی بر بازی، ارزیابی خودکار نوشتار، تشخیص تقلب، سنجش مستمر و ارزیابی بصری از جمله مواردی است که با استفاده از فناوری های هوش مصنوعی بستر آن ها فراهم می گردد. در منابع و اسناد کد گذاری شده به ارزیابی خودکار، سنجش مستمر و تحلیل یادگیری فراگیران تأکید فراوان شده بود. توسعه ارزشیابی آموزشی در عصر هوش مصنوعی عمدتاً مبتنی بر فناوری داده کاوی برای تجزیه و تحلیل یادگیری با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل داده ها برای انجام فعالیت های آموزشی هدفمند است (Wang, 2020). بر اساس کلان داده های آموزش و پرورش می توان راه حل های 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 موجود 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 به کارگیری 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 خودانگیزگی 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 به وجود 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 به دست 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 شخصی سازی 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. از فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه تولید محتوا نیز استفاده‌های بی شماری می‌شود. تولید محتوای مشترک بین استاد و دانشجو،

محتوای شخصی سازی شده، محتوای اقتباس شده، محتوای آموزشی پایه از جمله مواردی است که بستر تولید آن با فناوری های هوش مصنوعی امکان پذیر است. از فناوری های مرتبط با هوش مصنوعی در ارزشیابی نیز استفاده های فراوانی می شود، داده کاوی جهت تحلیل یادگیری، مدلسازی عملکرد فراگیران، تولید و ارزیابی خودکار، تحلیل سوال ها و پاسخ ها، ارزیابی مبتنی بر بازی، ارزیابی خودکار نوشتار، تشخیص تقلب، سنجش مستمر و ارزیابی بصری از جمله مواردی است که با استفاده از فناوری های هوش مصنوعی بستر آن ها فراهم می گردد. فناوری های مرتبط با هوش مصنوعی در زمینه ارتباطات نیز کاربردهای فراوانی دارد، سیستم های یادگیری تعاملی، چت بات ها، سیستم های مبتنی بر بازخورد از این نمونه ها هستند. با این حال، در حال حاضر به نظر می رسد که از سیستم های تدریس هوشمند بیش تر از سایر فناوری ها 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 از ظرفیت های هوش مصنوعی برای بهبود کیفیت تدریس و یادگیری استفاده کنند. با عنایت به این موضوع که آموزش، امری بین رشته ای است؛ دروس علوم تربیتی از اهمیت بسزایی برخوردارند. لذا تنها آموزش های لازم در حوزه هوش مصنوعی و استفاده از ابزارها و قابلیت های آن نمی تواند معلمان و اساتید را جهت استفاده از این فناوری توانمند سازد. آموزش های لازم در حوزه پداگوژی و قابلیت های هوش مصنوعی در آن و همچنین دانش تخصصی لازم در محتوا و قابلیت هایی که هوش مصنوعی در این قسمت دارد به همراه خود دانش هوش مصنوعی که در مدل TPACK به عنوان نقطه اشتراک بین محتوا، فناوری و پداگوژی مشخص شده است می تواند 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 به طور ویژه آموزش ریاضی نخواهد داشت. و در نهایت بستر سازی جهت استفاده از این فناوری بسیار ضروری است. اما هوش مصنوعی همانند سایر ابزارهای آموزشی دارای مزایا، نقاط ضعف، محدودیت ها و فرصت هایی برای آموزش ریاضی است. کاربرد مؤثر این قابلیت فناورانه مستلزم آماده سازی معلمان برای کار با هوش مصنوعی است. اگر معلمان در زمینه استفاده از هوش مصنوعی آموزش ببینند، زمینه های استفاده سوء از این فناوری کاهش می یابد. نکته مهم دیگر این است که به رغم ظرفیت های بسیار گسترده هوش مصنوعی و نقش برجسته آن در موفقیت تحصیلی دانشجویان و دانش آموزان، لازم است بر نقش معلم همچنان در فرایند آموزش و شاید بیش از پیش، محوری باقی بماند. به طور خلاصه، با کمک هوش مصنوعی، آموزش و یادگیری موثرتر است، زیرا هیجان انگیز و خلاقانه، درک یک موضوع را برای دانش آموزان آسان کرده است. از نظر مزایای آموزش، هوش مصنوعی نه نوشدارویی است و نه جام مقدس؛ در عوض، ابزاری است با پتانسیل فوق العاده که باید یاد بگیریم از آن به بهترین نحو استفاده کنیم. یکی از چالش های اصلی، یافتن تعادل مناسب بین شیوه های آموزشی قدیمی که قرن ها وجود داشته و امکانات جدیدی که هوش مصنوعی ارائه می کند، 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 به نظر می‌رسد فناوری‌های جدید پتانسیل ارائه مزایای قابل توجهی برای آموزش و یادگیری ریاضیات دارند (Orhani 2019) 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 غفلت 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 in Education*, 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 and algebraic 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 Biennial 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/10.1016/j.compedu.2022.104698>
- 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). Artificial 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 Redesign*. 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., Keleş, 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 Lehrkräften 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., Alevan, 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>
- Sikström, P., Valentini, C., Sivunen, A., & Kärkkäinen, 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*, ۸(۱) ۴۵. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>
- 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/S1793206809000074>
- 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>

