



بررسی کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضیات، با تأکید بر سامانه های یادگیری تطبیقی^۱ ALS

محمدصادق مهدی زاده^۱

^۱ دبیر آموزش و پرورش، کارشناسی ارشد، روانشناسی بالینی، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان

اداره آموزش و پرورش شهرستان لاهیجان، آموزشگاه شهید حاج قاسم سلیمانی

آدرس پست الکترونیک: sadegh271@hotmail.com

شماره تماس: ۰۹۱۱۱۴۰۶۵۲۰

چکیده:

هوش مصنوعی به عنوان یکی از جدیدترین پدیده های عصر حاضر به صورت چشمگیری حوزه های مختلف دانش را تحت تأثیر قرار داده و یا در حال ورود به آن است. حوزه آموزش نیز یکی از این زمینه ها است. هدف این مقاله ارائه ی یک تصویر کلی از مزیت ها و محدودیت های به کارگیری هوش مصنوعی در بستر سامانه های یادگیری تطبیقی (ALS) در زمینه آموزش بخصوص آموزش ریاضیات است. پیشرفت های فناوریانه باعث شده تا سامانه های یادگیری تطبیقی با بهره گیری از هوش مصنوعی بتوانند به صورت مستقل و یا با جهت دهی یک معلم کارشناس، ضمن تسهیل انتشار مواد آموزشی در سطوح مختلف، موجب کارایی و اثربخشی بیشتر در زمینه تکمیل وظایف اداری، بررسی فعالیت ها، درجه بندی و ارائه بازخورد به دانش آموزان در مورد تکالیف ارسالی و ... شود و تجربه یادگیری غنی تر و باارزش تری را به ویژه در ترکیب با فناوری های دیگر مانند واقعیت مجازی، سه بعدی، بازی ها و ... به یادگیرندگان ارائه نماید.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی؛ یادگیری تطبیقی؛ آموزش؛ ریاضی.

۱- مقدمه

از زمان طلوع تاریخ بشر، ما به عنوان اشرف مخلوقات، به دلیل توانایی های متمایز خود برتر بوده ایم. این توانایی ها در طول قرن ها رشد و تکامل یافته اند، به طوری که در دهه های اخیر، ما توانسته ایم ماشین هایی بسازیم که می توانند هوش ما را تقلید کنند تا آنجا که ما آن را درک می کنیم، شاید نوع جدیدی از جهان در انتظار ما باشد. تعیین زمان یا رویداد خاصی که هوش مصنوعی را به وجود آورده است دشوار است. برخی ممکن است استدلال کنند این ماجرا با فعالیت های فیلسوفانی شروع شد که می پرسیدند ما چه کسانی هستیم، درحالی که دیگران ممکن است بگویند که با ریاضیات یا با ظهور رایانه ها شروع شد. به همین دلیل به طور خلاصه می گوئیم همه چیز با مقاله آلن تورینگ «ماشین های محاسباتی و هوش» که در سال ۱۹۵۰ منتشر شد، آغاز شد که این سؤال را مطرح می کرد: آیا ماشین ها می توانند به گونه ای عمل کنند که هوشمند به نظر برسند؟ (تورینگ، ۱۹۵۰)

این مقاله چیزی را ارائه کرد که بعداً به عنوان آزمون تورینگ شناخته شد. این آزمایش اساساً یک ماشین و یک انسان را در ارتباط با یکدیگر قرار می دهد، اما انسان ها نمی دانند که با یک ماشین صحبت می کنند. اگر ماشین به اندازه کافی باهوش باشد که انسان را فریب دهد تا باور کند ماشین یک شخص است، آنگاه ماشین آزمون تورینگ را با موفقیت پشت سر می گذارد. به عبارت دیگر، این آزمون ارزیابی می کند که آیا یک کامپیوتر [می تواند] آن قدر خوب ارتباط برقرار کند که انسان را متقاعد کند که او نیز انسان است؟ درحالی که کار تورینگ و دیگر پیشگامان ممکن است جرقه ای را برانگیخته باشد، مفهوم هوش مصنوعی در طول سال ها فصول مختلفی را پشت سر گذاشته است (بوگین، ۲۰۱۷). تاریخچه هوش مصنوعی را می توان سفری دانست که با این سؤال آغاز شد: آیا یک ماشین می تواند فکر کند؟

همان طور که گفته شد، ایده هوش مصنوعی با این سؤال شروع شد که آیا می توان ماشینی ساخت که شبیه انسان باشد؟ آزمون تورینگ منجر به گردهمایی دانشمندان در آنچه به عنوان کارگاه دارتموث در سال ۱۹۵۶ شناخته می شود، شد. در این اجلاس بود که اصطلاح هوش مصنوعی ابداع

^۱ Adaptive intelligence system



شد. این جلسه میزبان گروهی از محققین بود - از جمله جان مک کارتی، ماروین مینسکی، آلن نیول و هربرت سایمون که بعداً به عنوان پیشگازان و بنیان‌گذاران هوش مصنوعی شناخته شدند. مک کارتی را پدر هوش مصنوعی می‌دانند. در طول این اجلاس، شرکت‌کنندگان این ایده را پیشنهاد کردند (بعضی به‌طور جسورانه، برخی دیگر ساده‌لوحانه می‌گویند) که در اصل هر جنبه از یادگیری یا هر ویژگی دیگری از هوش را می‌توان چنان دقیق توصیف کرد که می‌توان ماشینی برای شبیه‌سازی آن ساخت (راسل، ۲۰۲۱). این جلسه علاقه و انتظارات زیادی را در مورد این رشته ایجاد کرد. بسیاری از امکان‌آیدوارکننده ساخت یک ماشین تفکر استقبال کردند. در طول این سال‌های پرشور اولیه، تحقیقات به سمت ایجاد نرم‌افزاری که قادر به حل معماها و انجام بازی‌ها باشد، متمرکز شد. در طول دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، بازی کردن به عنوان یک نشانگر هوش در نظر گرفته می‌شد (راسل، ۲۰۲۱). با این حال، در اواخر دهه ۱۹۶۰، وعده ماشین‌های هوشمند بیشتر به یک فانتزی خیالی تبدیل شد تا یک واقعیت قابل‌دستیابی. با وجود اینکه برخی پیشرفت‌ها در سال‌های اولیه انجام شد، اما به تقلید از نحوه انجام یک کار توسط انسان به جای تجزیه و تحلیل یک مشکل و سپس اجرای یک راه حل، محدود شد و این مسئله، برنامه‌های مورد انتظار کاربردی درباره هوش مصنوعی را تولید نمی‌کرد (بوگین، ۲۰۱۷ و راسل، ۲۰۲۱). اواخر دهه ۱۹۹۰ و دهه اول قرن بیست و یکم درها را برای بازیگران بیشتری برای پیوستن به این سفر باز کرد. اینترنت در همه جا فراگیر شد و حجم داده‌های موجود شروع به رشد تصاعدی کرد که منجر به «داده‌های بزرگ» شد که به حجم عظیمی از داده‌های تولید شده و قابل دسترسی اشاره دارد. داده‌ها عمدتاً از مردم می‌آیند. ظهور «وب ۲.۰» (توانایی تولید محتوا به جای مصرف آن)، شبکه‌های اجتماعی، «اینترنت اشیا» و سایر فناوری‌ها، مخازن بزرگی از داده‌ها را ایجاد کردند که می‌توان از آن‌ها برای الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای ایجاد مدل‌ها استفاده کرد (فلاسینسکی، ۲۰۱۶).

با توسعه شبکه اینترنت و ظهور داده‌های بزرگ، خورشید هوش مصنوعی، شروع به درخشش کرد. قدرت محاسباتی به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و داده‌های فراوانی برای آموزش ماشین‌ها وجود داشت. زمینه‌های مرتبط با هوش مصنوعی برای ارائه ابزارها و درک بهتر، پیشرفت کرد و برنامه‌ها را قادر می‌ساخت تا هوش را بهتر تقلید کنند. در طول دهه ۲۰۱۰، فناوری‌های جدیدتر وابسته به هوش مصنوعی توسعه یافت. در دسترس بودن مراکز داده بزرگی که قدرت محاسباتی قابل توجهی را فراهم می‌کردند باعث شد «یادگیری عمیق» وارد صحنه شود. ساخت شبکه‌های عصبی بزرگ باعث ایجاد مدل‌های بسیار پیشرفته‌تر شد و بنابراین پیشرفت چشمگیری در این زمینه حاصل شد (فلاسینسکی، ۲۰۱۶).

با توجه به موارد ذکر شده، امروزه آموزش رسمی و عمومی، از مقطع ابتدایی تا دوره دبیرستان و حتی دوره تحصیلات تکمیلی، با چالشی نو و عظیم روبروست و آن آماده‌سازی دانش‌آموزان است برای انطباق زندگی خود با شرایط و مقتضیات دوره‌ی آتی، یعنی دوره‌ای که هنوز برای همگان به‌صراحت شناخته نشده است. شکی نیست که دانش‌آموزان ما باید از پتانسیل فناوری‌های دیجیتال جدید که هوش مصنوعی سرآمد و تازه‌ترین آن‌هاست، برای بهبود مهارت‌های یادگیری خود نهایت استفاده را ببرند. با این وجود، این سؤال وجود دارد که آیا این باید با روش‌های یادگیری سنتی موجود ترکیب شود، یا اینکه آیا روش مصنوعی می‌تواند به‌طور کامل جایگزین یادگیری سنتی در آینده شود و اقتضائات، روش‌های استفاده، موارد استفاده و چالش‌های مواجه با این فناوری‌ها به چه صورت خواهد بود (ووسکوگلو، ۲۰۲۰).

۲- هوش مصنوعی

ارائه‌ی یک تعریف ثابت از هوش مصنوعی کار دشواری است. به این مثال توجه کنید: تصور کنید در اوایل قرن بیستم زندگی می‌کنید و طبق معمول به کار خود می‌پردازید و شخصی ناگهان ماشین حسابی را از جیب خود بیرون می‌آورد. ماشین حساب در قرون گذشته بسیار هیجان‌انگیز و عجیب بود اما امروزه یک ماشین حساب، وسیله علمی خارق‌العاده نیست. تلفن همراه نیست. فقط یک ماشین حساب ساده است یعنی جمع، تفریق، ضرب، تقسیم. در مورد آنچه فکر می‌کنید؟ که جادویی است؟ اینکه هوشمند است؟ اگر امروز کسی این کار را کند، اکثر مردم به آن نگاه می‌کنند و می‌گویند که ماشین حساب و کار با آن خیلی ساده است. همچنین می‌گویند که آن‌ها می‌توانند با برنامه ماشین حساب تلفن همراه خود کارهای بیشتری انجام دهند. به نظر می‌رسد که ماشین حساب نبوغ خود را از دست داده است! این یکی از دلایلی است که چرا تعریف هوش مصنوعی بسیار دشوار است. چون این مفهوم با گذشت زمان تغییر می‌کند، به‌خصوص وقتی دستگاه‌ها پیچیده‌تر و باهوش‌تر می‌شوند. علاوه بر این، تعریف مفهوم هوش نیز به‌تنهایی دشوار است (فلاسینسکی، ۲۰۱۶).

افراد متعددی از دیدگاه خود، هوش مصنوعی را تعریف نموده‌اند نظیر جان مک کارتی که عقیده داشت به توانایی‌های خاصی که برخی ماشین‌ها انجام می‌دهند و توسط انسان‌ها هوشمندانه خوانده می‌شود می‌گویند (برنستین، ۱۹۸۱) یا اندرو مور که گفت هوش مصنوعی علمی مهندسی است که باعث می‌شود رایانه‌ها طوری رفتار کنند که هوشمند تلقی شوند (های، ۲۰۱۷).



اما به طور کلی هوش مصنوعی (AI^۲) در واقع شاخه‌ای از علوم رایانه است که برنامه‌های رایانه‌ای مختلفی به آن وابسته است که با توانایی‌های ذهن انسان در اقدامات متعدد مطابقت دارد. از جمله مهم‌ترین قابلیت‌های آن می‌توان به توانایی دستگاه در آموزش و تصمیم‌گیری اشاره کرد. دستگاه‌ها و برنامه‌های هوش مصنوعی به گروهی از نرم‌افزارها، سخت‌افزارهای رایانه‌ای، روبات‌های آموزشی، تبلت‌ها، بردهای هوشمند، برنامه‌های کاربردی گوشی‌های هوشمند و بازی‌های آموزشی هوشمند اطلاق می‌شوند که دارای ظرفیت ذهن انسان برای عمل، تصمیم‌گیری و کار به روشی مشابه هستند (واردات و همکاران، ۲۰۲۴).

با توجه به ماهیت چند رشته‌ای هوش مصنوعی، ما یک تعریف اضافی را پیشنهاد می‌کنیم. هوش مصنوعی رشته‌ای علمی است که در آن علوم مختلف (از جمله علوم کامپیوتر، مهندسی کامپیوتر، فلسفه، روان‌شناسی، ریاضیات، علوم اعصاب، زبان‌شناسی، زیست‌شناسی و غیره) باهدف ایجاد یک محصول (هرچند به‌طور خام) همگرا می‌شوند در حال حاضر برای مدل‌سازی بر اساس داده‌های مختلف، پیش‌بینی بر اساس مدل‌ها و سپس تصمیم‌گیری مستقل یا کمک به تصمیم‌گیری انسانی بر اساس آن پیش‌بینی‌ها و هر داده محیطی به کار گرفته می‌شود (فلاسینسکی، ۲۰۱۶).

۳- هوش مصنوعی در آموزش

با توجه به مقالات و مطالعات مختلف، می‌توان دریافت که با توسعه نوآوری‌ها و پیشرفت‌های اخیر فناوری، رایانه‌ها و فناوری‌های مرتبط با آن‌ها نیز رشد داشته و منجر به ایجاد هوش مصنوعی و ارتقای آن شده است و این مهم، در بخش‌های مختلف جامعه کاربرد داشته و تأثیر آن بر صنایع مختلف که در آن استفاده می‌شود به‌طور بالقوه دارای اهمیت زیادی است. یکی از این حوزه‌هایی که هوش مصنوعی در آن به کار گرفته شده و تأثیر عمده‌ای دارد، بخش آموزش است. به‌عنوان پایه و اساس برای درک اینکه چگونه هوش مصنوعی بر آموزش تأثیر گذاشته است، تعریف و توصیف هوش مصنوعی ضروری است که در قسمت‌های قبل شرح داده شد. یکی از ویژگی‌ها و اصول اصلی هوش مصنوعی، همان‌طور که از نامش مشخص است، داشتن سطحی از هوش است؛ خصوصیتی که تنها تا قبل از زمان ابداع هوش مصنوعی در اختیار انسان‌ها بوده است (کوپین، ۲۰۰۴؛ ویتبای، ۲۰۰۸؛ تیمز، ۲۰۱۶؛ چاسینگول و همکاران، ۲۰۱۸). جذب و استفاده از هوش مصنوعی در آموزش اشکال مختلفی داشته است. هوش مصنوعی در آموزش در ابتدا به شکل رایانه و فناوری‌های مرتبط با رایانه بود که برای انجام طیف گسترده‌ای از وظایف اداری، آموزش و تقویت یادگیری در بین دانش‌آموزان مورد استفاده قرار می‌گرفت (چاسینگول و همکاران، ۲۰۱۸). پیشرفت‌ها و نوآوری‌های مستمر، به‌ویژه با انتقال هوش مصنوعی از رایانه‌ها به پلتفرم‌های آنلاین و مبتنی بر وب، منادی توسعه و استفاده از هوش مصنوعی در پلتفرم‌های مبتنی بر وب و پلتفرم‌های آنلاین و روباتیک بود. علاوه بر توسعه و استفاده از ربات‌های انسان‌نما (کوبات‌ها و ربات‌های گفتگو) که به‌طور مستقل یا به‌صورت همکار با مربیان انسانی، وظایف مربیان، از جمله انتشار مواد آموزشی به زبان‌آموزان در سطوح مختلف آموزشی را تسهیل نموده است، از تجزیه و تحلیل پلتفرم‌های ارائه‌شده در مقالات مختلف مشخص است که کاربرد هوش مصنوعی در آموزش، در اشکال مختلف آن، تجربه یادگیری غنی‌تر و بارزتری را به یادگیرندگان داده است (چانگ و همکاران، ۲۰۱۵؛ جونز و کاستلانو، ۲۰۱۸). بررسی کاربرد این فناوری در مؤسسات آموزشی خاص که در آن‌ها معلمان یا مربیان از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند، می‌تواند کارایی و اثربخشی بیشتر در زمینه تکمیل وظایف اداری، بررسی فعالیت‌ها، درجه‌بندی و ارائه بازخورد به دانش‌آموزان در مورد تکالیف ارسالی و ... را نمایش دهد. علاوه بر این، معلمان ضمن کار با هوش مصنوعی یا اشکال مختلف هوش مصنوعی، مانند سامانه‌های هوشمند مبتنی بر وب و آنلاین، ربات‌ها و چت‌بات‌ها، می‌توانند به بهبود کیفیت آموزشی دست یابند. از سوی دیگر، از آنجایی که هوش مصنوعی از یادگیری ماشینی برگرفته از مطالعات مختلف استفاده می‌کند، می‌تواند تجربه یادگیری بهتر و غنی‌تری داشته باشد زیرا هوش مصنوعی از یادگیری ماشینی برای ارزیابی قابلیت‌ها و نیازها استفاده می‌کند و متعاقباً با یافته‌های چنین تحلیلی، می‌تواند با ایجاد و انتشار محتوای شخصی یا سفارشی‌شده که جذب و حفظ بالاتر را تضمین می‌کند، یادگیری را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، هوش مصنوعی تجربیات یادگیری عملی یا تجربی را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد، به‌ویژه زمانی که همراه با فناوری‌های دیگر مانند واقعیت مجازی، سه‌بعدی، بازی و شبیه‌سازی استفاده می‌شود و در نتیجه تجارب یادگیری دانش‌آموزان را بهبود می‌بخشد (چن و لین، ۲۰۲۰).

با توجه به ابتکارات و فناوری‌های موجود در آینده، مطالعات مختلف (لانپر و همکاران، ۲۰۱۴؛ لوکین و همکاران، ۲۰۱۶؛ مایر و کوکیر، ۲۰۱۴؛ مونتبلو، ۲۰۱۷) اخیراً به روش‌هایی کمک کرده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرصت‌های یادگیری برای دانش‌آموزان و سامانه‌های مدیریتی کمک نماید. هدف توسعه پایدار، تضمین آموزش باکیفیت فراگیر و عادلانه و ارتقای فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر برای همه است و بر فرصت‌های یادگیری برابر برای همه در طول زندگی تأکید دارد. فناوری‌های هوش مصنوعی برای اطمینان از دسترسی عادلانه و فراگیر به آموزش

^۲ Artificial Intelligence



استفاده می‌شوند. به افراد و جوامع به حاشیه رانده‌شده، افراد دارای معلولیت، پناهندگان، کسانی که از مدرسه خارج می‌شوند و کسانی که در جوامع منزوی زندگی می‌کنند به فرصت‌های یادگیری مناسب دسترسی دارند. به‌عنوان مثال، ریاتیک از راه دور به دانش‌آموزان با نیازهای ویژه اجازه می‌دهد تا در مدارس در خانه یا بیمارستان حضور یابند یا تداوم یادگیری را در مواقع اضطراری یا بحران حفظ کنند. به‌این ترتیب قادر است از شمول و دسترسی همه‌جا پشتیبانی کند. هوش مصنوعی می‌تواند به پیشرفت یادگیری مشارکتی کمک کند. یکی از انقلابی‌ترین جنبه‌های یادگیری مشارکتی کامپیوتری در موقعیت‌هایی یافت می‌شود که یادگیرندگان از نظر فیزیکی در یک مکان نیستند. انتخاب‌های متغیری را برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند تا جایی که می‌خواهند در چه زمانی و در کجا تحصیل کنند. با توجه به یادگیری مشارکتی کامپیوتری، گروه‌های گفتگوی ناهم‌زمان آنلاین نقش اصلی را ایفا می‌کنند. بر اساس فن‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشینی و پردازش متن سطحی، دستگاه‌های هوش مصنوعی برای نظارت بر گروه‌های بحث ناهم‌زمان استفاده می‌شوند، بنابراین به معلمان اطلاعاتی در مورد بحث‌های یادگیرندگان و پشتیبانی برای هدایت تعامل و یادگیری یادگیرندگان می‌دهند. هوش مصنوعی می‌تواند به شخصی‌سازی یادگیری از طرق مختلف کمک کند. هوش مصنوعی می‌تواند به ایجاد یک محیط حرفه‌ای بهتر برای معلمان کمک کند تا بیشتر روی دانش‌آموزانی که مشکل دارند کار کنند. معلمان زمان زیادی را صرف کارهای روتین واداری مانند انجام تکالیف و پاسخگویی به سؤالات متداول در محیط‌های مدرسه می‌کنند. یک مدل معلم دوگانه که مستلزم یک معلم و یک دستیار آموزشی مجازی است که می‌تواند وظیفه معمول معلم را بر عهده بگیرد، وقت معلمان را آزاد می‌کند و آن‌ها را قادر می‌سازد تا بر راهنمایی دانش‌آموزان و ارتباط یک‌طرفه تمرکز کنند. معلمان در حال حاضر همکاری با دستیاران هوش مصنوعی را برای بهترین نتایج برای زبان‌آموزان خود آغاز کرده‌اند (پدرو و همکاران، ۲۰۱۹).

زمینه یادگیری به کمک رایانه (CAL) جایگزین‌هایی برای پشتیبانی از استراتژی‌های یادگیری دانش‌آموزان با فناوری دیجیتال و هوش مصنوعی ایجاد می‌کند (شیتک و همکاران، ۲۰۰۱). هوش مصنوعی می‌تواند به ترسیم برنامه‌ها و مسیرهای یادگیری فردی هر دانش‌آموز، نقاط قوت و ضعف آن‌ها، موضوعاتی که هزینه بیشتری دارند و به‌راحتی جذب یا آموخته می‌شوند و ترجیحات و فعالیت‌های یادگیری کمک کند. استفاده از الگوریتم‌ها به دانش‌آموزان کمک می‌کند در مسیرهای محتوایی مختلف حرکت کنند، هوش مصنوعی می‌تواند یادگیری را شخصی‌سازی کند و با کمک معلمان و مدارس فرصت‌ها را برای دانش‌آموزان بهبود بخشد. همان‌طور که در بررسی‌های اخیر نشان داده‌شده است، سامانه‌های آموزشی هوشمند بخشی از امکانات فن‌آوری جدید برای گسترش یادگیری آموزشی در کشورهای درحال توسعه هستند (نی، ۲۰۱۵) علاوه بر این، با توجه به زمان بسیار زیادی که برای نمره دادن به آزمون‌ها و تکالیف صرف می‌شود، هوش مصنوعی به‌عنوان یک ابزار ارزیابی می‌تواند برای یادگیری نحوه نمره دهی معلم و در نتیجه آزاد کردن وقت معلم استفاده شود. هوش مصنوعی نه تنها برای درجه‌بندی آزمون‌های چندگزینه‌ای، بلکه برای ارزیابی مقالات نیز استفاده می‌شود. این فرصت‌ها در کشورهای توسعه‌یافته شروع به آشکار شدن کرده‌اند. تعداد بی‌شماری از برنامه‌ها در حال حاضر در طرح‌های دولتی و خصوصی به‌طور یکسان تحت آزمایش هستند (پدرو و همکاران، ۲۰۱۹).

۴- هوش مصنوعی در آموزش مفاهیم ریاضی و بررسی مدل ALS

فناوری‌های پیشرفته اساساً بر پایه فناوری ریاضی هستند و اقتصاد مبتنی بر دانش، با استفاده موفق از ریاضیات نمایان می‌شود؛ بنابراین تقویت آموزش ریاضی برای اجرای علم در زندگی و نیز برای جوان‌سازی یک کشور مهم است. در حال حاضر، ریاضیات علاوه بر پیشرفت و توسعه مستمر خود، در زمینه‌های دیگر نیز نفوذ پیدا کرده و با رشته‌های دیگر ترکیب می‌شود و رشته‌های حاشیه‌ای بسیاری را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین، ریاضیات نه تنها نقش مهمی در توسعه علم و فناوری ایفا می‌کند، بلکه در علوم اقتصادی، علوم محیطی، علوم اجتماعی و حتی علوم انسانی نیز نقشی بی‌بدیل دارد (چن، ۲۰۲۲).

چند دهه پیش، روش تدریس غالب در آموزش ریاضی، آموزش صریح (EI)^۳ بود که عمدتاً مبتنی بر اصول شناخت‌گرایی است. معلم در «مرکز» این روش قرار دارد و سعی می‌کند با گزاره‌ها و توضیحات روشن از زمینه ریاضی و با تمرین پشتیبانی شده، دانش جدید را در قالب راه‌حل‌های از پیش مشخص‌شده و ثابت به بهترین شکل ممکن به دانش‌آموزان منتقل کند (اسمیت و دوبلر، ۲۰۱۶). انتقاد اصلی علیه EI این است که ممکن است از درک مفهومی و تحلیل انتقادی جلوگیری کند (کینارد، ۲۰۰۸). به‌علاوه در ریاضیات عموماً رسیدن به راه‌حل‌های متعدد برای یک مسئله و ارائه دیدگاه‌های نوین با کندی روبروست و چنین مسائلی موجب کسالت و خستگی دانش‌آموزان می‌شود و اشتیاق آن‌ها به درس ریاضی که اولین عامل حرکت و پیشرفت در این درس است را کاهش می‌دهد؛ بنابراین، بسیاری از معلمان سعی می‌کنند EI را با یک سری سؤالات چالش‌برانگیز

^۳ Computer assisted learning

^۴ Explicit learning



غنی کنند تا بتوانند گفت‌وگو با دانش‌آموزان به‌عنوان وسیله‌ای برای ترویج تفکر ریاضی داشته باشند (ووسکوگلو، ۲۰۱۰). با این حال، به دنبال عدم ورود «ریاضیات جدید» به آموزش مدرسه، نظریه‌های سازنده گرایی و اجتماعی-فرهنگی برای یادگیری در دهه‌های اخیر به‌عنوان پایه‌ای برای آموزش و یادگیری ریاضیات، به‌ویژه در بین معلمان دوره ابتدایی، بسیار رایج شده است؛ و در تحصیلات متوسطه. رویکردهای آموزشی جدیدی مانند یادگیری مبتنی بر مسئله (ووسکوگلو، ۲۰۰۵)، آموزش کاربردی گرا شامل مدل‌سازی ریاضی (جاورسکی، ۲۰۰۶)، یادگیری مبتنی بر تحقیق از طریق اکتشاف خلاق در بین دانش‌آموزان و معلمان معرفی شده است (ووسکوگلو، ۲۰۱۹). هوش مصنوعی می‌تواند نقش بسیار مهمی برای رفع مشکلات این حوزه ایفا نماید.

برخلاف فن‌آوری‌های رایانه‌ای سنتی که بدون در نظر گرفتن نیازها و دانش فرد، توالی ثابتی را ارائه می‌کنند، هوش مصنوعی الگوهای اطلاعات جمع‌آوری شده (مانند درک دانش‌آموز و خطاها) را تفسیر می‌کند و تصمیمات معقولی برای ارائه وظایف زیر و به حداکثر رساندن نتایج می‌گیرد (شایبر و آنور، ۲۰۱۸؛ لامراس و آرناب، ۲۰۲۱). علاوه بر این، هوش مصنوعی نتایج فن‌های قبلی را بررسی می‌کند و فن‌های جدیدی را بر اساس فرآیند یادگیری و تفکر ثابت ابداع می‌کند؛ بنابراین، هوش مصنوعی بر پیشرفت دانش‌آموز، مهارت‌های تفکر خلاق و توانایی‌های حل مسئله تأثیر مثبت خواهد گذاشت (محمد و همکاران، ۲۰۲۲؛ محمد، ۲۰۱۴). اثرات مثبت هوش مصنوعی بر نتایج یادگیری ریاضیات را می‌توان با تئوری‌های رشد شناختی و عاطفی توضیح داد. دانش‌آموزان بیشتر بر یادگیری ریاضیات تمرکز می‌کنند زیرا هوش مصنوعی به آن‌ها کمک می‌کند نگرش خوبی نسبت به ریاضیات و مشارکت در یادگیری ریاضیات ایجاد کنند (محمد، ۲۰۱۴). آن‌ها مشتاق هستند که زمان و تلاش بیشتری را صرف کنند. برعکس، چند مطالعه نشان داده‌اند که هوش مصنوعی تأثیر قابل‌توجهی بر پیشرفت دانش‌آموزان ندارد (فانگ و همکاران، ۲۰۲۱). از آنجایی که دانش‌آموزان باید فرآیند یادگیری خود را به‌عنوان یادگیرندگان فعال با کمک اندک معلم کنترل کنند، برخی از دانش‌آموزان ممکن است نتوانند بر روی مطالعات خود تمرکز کنند و علاقه خود را به استفاده از هوش مصنوعی از دست بدهند (ژانگ و ژو، ۲۰۲۲). در میان انواع مختلف هوش مصنوعی، رایج‌ترین موارد مورد استفاده در آموزش عبارت‌اند از ITS^۵، سیستم یادگیری تطبیقی (ALS) و روباتیک (چو و همکاران، ۲۰۲۱). چندین نوع هوش مصنوعی به‌طور گسترده در آموزش ریاضیات برای بهبود نتایج آموزش و یادگیری ریاضیات استفاده شده است (تشتوش، ۲۰۰۸؛ فانچمپس، ۲۰۲۱؛ بوش، ۲۰۲۱). ITS دانش و ترجیحات ریاضی دانش‌آموزان را ارزیابی می‌کند و بازخورد و آموزش مناسب را با سرعت آن‌ها ارائه می‌دهد (تشتوش، ۲۰۰۸). ALS، مانند ITS، فرصت‌های یادگیری متناسب با نیازهای دانش‌آموزان را فراهم می‌کند. معلمان ممکن است در گذرنامه‌های یادگیری دانش‌آموز در محیط ALS شرکت کنند، درحالی‌که ITS و ALS محتوای درسی را ارائه می‌دهند، پیشرفت دانش‌آموز را ارزیابی می‌کنند و بازخورد مناسب ارائه می‌دهند (زاواکی و همکاران، ۲۰۱۹). معلمان می‌توانند از اطلاعات تولیدشده توسط ALS برای ارزیابی پیشرفت یادگیری دانش‌آموزان و توصیه فعالیت‌های یادگیری مناسب استفاده کنند. به‌عنوان مثال، معلمان ممکن است از داده‌های ارائه‌شده توسط ALS برای توسعه فن‌های آموزشی برای کمک به آموزش دانش‌آموزان استفاده کنند علاوه بر این، وظایف در ALS شامل تکالیف سنتی مبتنی بر درس و وظایف مبتنی بر بازی بود (چو و همکاران، ۲۰۲۱؛ وانسلار، ۲۰۲۱). از سوی دیگر، ITS آموزش سفارشی و بازخورد سریع بدون مداخله معلم را ارائه می‌دهد (کرولی، ۲۰۱۸). در نتیجه، چندین محقق تمایز ALS از ITS را پیشنهاد کرده‌اند (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۱؛ زاواکی و همکاران، ۲۰۱۹؛ چن و هوانگ، ۲۰۲۰). با دست‌کاری رباتیک، دانش‌آموزان می‌توانند مفاهیم مختلف ریاضی را کشف کنند. آن‌ها بازخورد تعاملی را ارائه می‌دهند. روباتیک به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا توانایی‌های تفکر و استدلال شناختی را توسعه دهند (کرولی، ۲۰۱۸؛ فانچمپس، ۲۰۲۱؛ بوش، ۲۰۲۱) برای مثال (هورن و همکاران، ۲۰۲۱) از روبات‌ها برای کمک به کودکان در یادگیری ضرب استفاده کردند و متوجه شدند که پیشرفت ریاضی آن‌ها بهبود یافته است. اثرات مثبت مشابهی در تحقیقات مربوط به سایر سطوح پایه و رشته‌های ریاضی ثبت شده است (فتانی، ۲۰۲۳؛ هدایت و واردات، ۲۰۲۳).

آکسمن و وانگ (۲۰۱۴) مروری بر ویژگی‌های اساسی سامانه‌های یادگیری تطبیقی و تفاوت‌های مهم بین این سامانه‌ها ارائه می‌دهند. در تعریف ALS، آن‌ها به دفتر فناوری آموزشی در وزارت آموزش ایالات متحده^۶ (۲۰۱۳) مراجعه می‌کنند: سامانه‌های یادگیری دیجیتال زمانی تطبیقی در نظر گرفته می‌شوند که بتوانند به‌طور پویا تغییر کنند تا در پاسخ به اطلاعات جمع‌آوری شده در طول دوره یادگیری، متناسب با یادگیری باشند. سامانه‌های یادگیری تطبیقی از اطلاعاتی استفاده می‌کنند که در حین کار یادگیرنده با آن‌ها به دست می‌آیند تا ویژگی‌هایی مانند نحوه نمایش یک مفهوم، دشواری آن، ترتیب مشکلات یا وظایف و ماهیت نکات و بازخورد ارائه‌شده را تغییر دهند. در بسیاری از موارد، دانش‌آموز قبل از پاسخ به مجموعه‌ای از سؤالات مربوط به آن موضوع، یک ویدیوی آموزشی را مشاهده می‌کند. ALS این پاسخ‌ها را تجزیه و تحلیل می‌کند و دو حالت اتفاق می‌افتد. در حالت اول در نظر می‌گیرد که اگر دانش‌آموز به اهداف یادگیری قبلی دست‌یافته است، مطالب آموزشی موفق را به دانش‌آموز ارائه می‌کند یا در حالت

^۵ intelligent tutoring systems

^۶ U.S. Department of Education, Office of Educational Technology



دوم اشتباهات دانش‌آموز را تجزیه و تحلیل می‌کند و مطالب آموزشی قبلی را با توجه به شکاف‌های دانش‌سناسایی شده ارائه می‌کند. در نتیجه، گروهی از دانش‌آموزانی که از ALS استفاده می‌کنند، به سرعت متوجه می‌شوند که وظایف مختلفی را انجام می‌دهند و زمان خود را صرف مواد آموزشی متفاوت و شخصی می‌کنند.

آکسمن و وانگ سه عنصر اصلی یک ALS را ارائه می‌کنند، یعنی ۱- مدل محتوا، ۲- مدل یادگیرنده و ۳- مدل آموزشی. مدل محتوا به نحوه سازمان‌دهی و ساختار محتوای ریاضی توسط ALS اشاره دارد، در این نقاط ALS دانش‌آموزان و مسیرهای مختلفی را که دانش‌آموزان را در آن هدایت می‌کند ارزیابی می‌کند. برخی از دستگاه‌ها دارای ارزیابی‌های مکرر و دقیق هستند، در حالی که سامانه‌های دیگر، بخش‌های بیشتری از محتوا را قبل از ارزیابی‌های عمومی‌تر ارائه می‌دهند. با توجه به پاسخ‌های دانش‌آموز، مدل یادگیرنده به این اشاره دارد که چگونه ALS سطح پیشرفت دانش‌آموز را پیگیری می‌کند. برخی از سامانه‌ها ممکن است یک رویکرد خطی داشته باشند که در آن دانش‌آموز نمره کلی را دریافت می‌کند که مسیر یادگیری بیشتر را تعیین می‌کند. سامانه‌های دیگر ممکن است دستاوردهای دانش‌آموز را در سطح زیر موضوعی پیگیری کنند و مسیر یادگیری را بر این اساس تطبیق دهند. مدل آموزشی به اصول آموزشی زیربنای تصمیم‌های ALS از طرف دانش‌آموز اشاره دارد. اینجاست که ALS اطلاعات مدل محتوا و مدل یادگیرنده را باهم ترکیب می‌کند و تصمیم می‌گیرد که چه مواد آموزشی را در زمان ارائه، چه از اطلاعات جمع‌آوری شده یا جدیدترین اطلاعات در مورد دانش‌آموز استفاده کند. پیچیده‌ترین سامانه‌های یادگیری تطبیقی نه تنها ممکن است مطالب متوالی را در اختیار یادگیرندگان موفق قرار دهند، این دستگاه‌ها ممکن است تعداد مثال‌ها و توضیحات را به بالاترین دستاوردها کاهش دهند. تعداد نمونه‌ها را در هر مرحله به حداقل می‌رسانند، در حالی که تضمین می‌کنند که مدل تولیدشده تفاوت قابل توجهی با مدلی که با داده‌های بی‌نهایت به دست می‌آید ندارد (زلیوبایت و همکاران، ۲۰۱۲).

۵- نقش معلمان در عصر کاربرد هوش مصنوعی

آلن شوئنفلد (۱۹۹۲) چنین مسائلی را در فصلی از کتاب راهنمای تحقیق در مورد آموزش و یادگیری ریاضیات در سال ۱۹۹۲ بررسی کرد. فصلی با عنوان «یادگیری اندیشیدن در ریاضی: حل مسئله، فراشناخت و معنا سازی در ریاضیات» که چندین بار تجدید چاپ شده است. شوئنفلد اشاره می‌کند: «به عبارت ساده، احساس معلم از کار ریاضی، ماهیت محیط کلاسی را که معلم ایجاد می‌کند، تعیین می‌کند. آن محیط، به نوبه خود، باورهای دانش‌آموزان را در مورد ماهیت ریاضیات شکل می‌دهد». پس شوئنفلد مدعی است که دانش ریاضی از چه چیزی تشکیل شده است؟ ابتدا، ما باید در مورد باورهایی که اغلب دانش‌آموزان درباره ریاضیات دارند بررسی کنیم که البته این مهم از عقاید معلم نیز تأثیر می‌پذیرد. اغلب دانش‌آموزان اعتقاد دارند ریاضیات مجموعه‌ای از رویه‌های مجزا است، مسائل ریاضی فقط یک‌راه حل صحیح دارند و تنها یک‌راه صحیح برای حل آن‌ها وجود دارد و شما قانون صحیح ارائه شده توسط معلم را حفظ می‌کنید و آن را تا جایی که می‌توانید سریع اعمال می‌کنید. شوئنفلد و دیگران (مثلاً لامپرت، ۱۹۹۰) ادعا می‌کنند که این درک از ریاضیات همان چیزی است که دانش‌آموزان از سال‌ها تجربه در کلاس ریاضیات استنباط می‌کنند. به طور خلاصه، باورهای افراد در مورد ریاضیات بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از نظر شوئنفلد، دانستن ریاضیات به این معناست: ۱- کاوش در الگوها ۲- جستجوی درک ساختارهای ریاضی و روابط زیربنایی ۳- فرمول‌بندی و قالب‌بندی مسائل ۴- حدس زدن ۵- توجیه فرآیندهای استدلال ۶- تعمیم ایده‌های ریاضی ۷- انتقال ایده‌های ریاضی. اگر این فعالیت‌ها مشخصه کلاس‌های ریاضی باشد، «دانش‌آموزان فرصت‌هایی خواهند داشت تا ریاضیات را به عنوان یک رشته اکتشافی، پویا و در حال تکامل مطالعه کنند نه به عنوان مجموعه‌ای از قوانین سفت و سخت، مطلق و بسته که باید حفظ شوند» (شورای تحقیقات ملی^۷، ۱۹۸۹).

کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و پرورش در اشکال مختلف و انجام کارکردهای مختلف، تأثیر عمده‌ای بر عملکرد اجرایی و مدیریتی در آموزش و پرورش داشته است. مربیان یا معلمان را قادر می‌سازد تا وظایف اداری خود را مانند نمره دادن و ارائه بازخورد به دانش‌آموزان به طور مؤثرتری انجام دهند. برنامه‌هایی مانند AIWBE دارای عملکردهایی هستند که راهنماهای درجه‌بندی را در اختیار مربیان قرار می‌دهند که درجه‌بندی کار دانش‌آموزان و ارائه بازخورد را آسان‌تر می‌کند (پوکریواکووا، ۲۰۱۹). قابلیت‌ها و کارکردهای مشابهی در برنامه‌هایی مانند Knewton موجود است، مربیانی را با قابلیت‌های ساخته شده برای ارزیابی عملکرد، نمره دهی و ارائه بازخورد به دانش‌آموزان برای اطمینان از بهبود مستمر در یادگیری فراهم می‌کند (شارما و همکاران، ۲۰۱۹). هوش مصنوعی انجام وظایف اداری را آسان‌تر کرده و باعث بهبود کارایی و اثربخشی معلم یا مربی در ارائه دستورالعمل‌ها و راهنمایی‌ها به دانش‌آموزان شده است. سامانه‌های آموزشی هوشمند طیف گسترده‌ای از قابلیت‌ها را ارائه می‌کنند که

^۷ National Research Council



مربیان را قادر می‌سازد تا وظایف اداری مختلف از جمله درجه‌بندی و ارائه بازخورد را انجام دهند (روس و همکاران، ۲۰۱۳). برنامه‌های دیگری مانند TurnItIn، PaperRater، Ecree، Grammarly در میان برنامه‌های دیگر که از هوش مصنوعی بهره می‌برند، همچنین قابلیت‌هایی را برای انجام وظایف اداری مختلف، از جمله بررسی سرقت ادبی، رتبه‌بندی و درجه‌بندی و ارائه بازخورد به دانش‌آموزان در زمینه‌های بهبود ارائه می‌دهند.

هوش مصنوعی، به‌طور قابل‌توجهی کاغذبازی و حجم کاری مربیان را کاهش داده است، به‌ویژه در انجام وظایف مختلف اداری، در نتیجه آن‌ها را قادر می‌سازد تا بر وظایف اصلی، آموزش، انتشار محتوا و مطالب مطابق با برنامه درسی موجود در موسسه یا در سطح ملی تمرکز کنند. (شارما و همکاران، ۲۰۱۹؛ چاسینگول و همکاران، ۲۰۱۸).

۶- افق‌ها و چالش‌های کاربرد هوش مصنوعی

اینکه آیا هوش مصنوعی باید یک فناوری جایگزین انسان باشد یا یک فناوری کمک به انسان هنوز یکی از بحث‌های جدی است و حوزه آموزش نیز از این بحث مستثنا نیست (کوکوروو و همکاران، ۲۰۱۹). با این وجود، معلمان تمایل دارند به‌عنوان شغلی طبقه‌بندی شوند که نمی‌توان آن را با هوش مصنوعی جایگزین کرد. به‌عنوان مثال، فری و آزیورن (۲۰۱۷) میزان خودکارسازی ۷۰۲ شغل با رایانه و هوش مصنوعی را تجزیه و تحلیل کردند و دریافتند که احتمال خودکارسازی معلمان مدارس ابتدایی و راهنمایی با هوش مصنوعی کمتر از ۱ درصد است. آن‌ها همچنین استدلال کردند که هوش مصنوعی نمی‌تواند جایگزین نقش معلمان شود، زیرا آنچه هوش مصنوعی می‌تواند انجام دهد و نحوه عملکرد آن بسیار متفاوت از انسان است. با این حال، باید توجه داشت که این ادعا که هوش مصنوعی نمی‌تواند جایگزین معلمان شود، در مورد همه معلمان صدق نمی‌کند (ژائو و لیو، ۲۰۱۹). اگر نقش معلم به یک انتقال‌دهنده دانش تکراری محدود شود، هوش مصنوعی ممکن است به راحتی جایگزین نقش معلم شود (هو و شی، ۲۰۱۸). بر این اساس، عقیده‌ای در حال افزایش است که معلمان باید نقش تسهیل‌کننده‌ها و راهنماهای یادگیری را ایفا کنند که مطابق با نیازهای دانش‌آموزان کمک می‌کنند، نه انتقال‌دهنده دانش و اطلاعات (عالی، ۲۰۱۹؛ گیلهرم، ۲۰۱۹). یکی از برجسته‌ترین نقش معلمان در عصر هوش مصنوعی که توسط محققان در نظر گرفته شده، تعامل و مشاوره عاطفی است. روندهای آموزشی در سه دهه اخیر تمرکز را به سمت جنبه‌های اجتماعی یادگیری و دانش‌آموز به‌عنوان یک شرکت‌کننده فعال درگیر در فعالیت‌های اکتشافی تغییر داده است. مربیان ریاضیات در این زمینه مشارکت‌کنندگان مهمی بوده‌اند، زیرا دیدگاه‌های کلیشه‌ای از ریاضیات و شیوه‌های آن به‌ویژه در برابر تغییر مقاوم به نظر می‌رسد. بر این اساس معلمان با هنر خود می‌توانند از یادگیری انفرادی و بدون اثر روی روابط اجتماعی عبور کرده و به‌عنوان یک مدیر یادگیری، آموزش هوشمند را با روابط تعاملی بین اعضای کلاس درهم آمیزند (سجاستد، ۲۰۱۸). مانیکا و همکاران (۲۰۱۷) معتقد بودند که معلمان شایسته به دلیل هوش هیجانی، خلاقیت و توانایی‌های ارتباطی انسان، همچنان منبع ضروری در آینده خواهند بود. به‌طور خاص، مانیکا و همکاران پیشنهاد کردند که هوش مصنوعی می‌تواند وظایف تکراری مانند برنامه‌ریزی درسی را انجام دهد، اما تعاملات عاطفی و اجتماعی و انگیزه یادگیری دانش‌آموزان حوزه منحصربه‌فرد معلمان است. معلمان نه تنها یادگیری رویه‌ای انجام شده توسط هوش مصنوعی را طراحی و اجرا می‌کنند، بلکه کلاس‌های سفارشی‌سازی شده را نیز با استفاده از هوش مصنوعی و تفکر خلاق طراحی می‌کنند (شین، ۲۰۲۰).

چالش بعدی تضمین شمول و برابری هوش مصنوعی در آموزش است. درحالی که هوش مصنوعی می‌تواند گشایش‌های متعددی را همان‌طور که در این مقاله ارائه شده است ایجاد کند، از طرفی می‌تواند یک فناوری مخرب نیز باشد و ممکن است نابرابری‌ها و شکاف‌های موجود را عمیق‌تر کند، زیرا جمعیت حاشیه‌نشین و محروم به احتمال زیاد از آموزش مبتنی بر هوش مصنوعی کنار گذاشته می‌شوند. در نتیجه نوع جدیدی از شکاف دیجیتال به وجود می‌آید (هیلبرت، ۲۰۱۵). برابری و شمول باید از ارزش‌های اصلی در هنگام طراحی سیاست‌های هوش مصنوعی در آموزش باشد؛ بنابراین، سیاست‌گذاران باید در هنگام توسعه سیاست‌های خود چندین سؤال در مورد شمول و برابری برنامه‌ها بپرسند. به‌عنوان مثال، چه شرایط زیرساختی در کشورهای درحال توسعه برای امکان‌پذیر ساختن هوش مصنوعی در آموزش ضروری است؟ ما از تجربیات قبلی برای ایجاد شرایط پایدار و عادلانه برای حقوق دیجیتال از نظر دسترسی به اینترنت چه آموخته‌ایم؟ هوش مصنوعی چگونه می‌تواند به آموزش ارائه شده به گروه‌ها و جمعیت‌های محروم خدمت کند؟ چگونه آموزش دیجیتال و هوش مصنوعی می‌تواند در کشورهای درحال توسعه سریع‌تر رشد کند تا شکاف آموزشی بین دانش‌آموزان ثروتمند و فقیر جهان کاهش یابد؟ اقدامات خوب در زمینه هوش مصنوعی برای زنان و دختران در از بین بردن شکاف‌های جنسیتی چیست؟ مطالعات اخیر موانعی را برای معرفی هوش مصنوعی در آموزش در کشورهای درحال توسعه ترسیم کرده است. موارد اصلی عبارت‌اند از ۱- در دسترس بودن سخت‌افزار، ۲- در دسترس بودن برق، ۳- قابلیت اطمینان اینترنت، ۴- هزینه داده‌ها، ۵- مهارت‌های پایه فناوری اطلاعات و ارتباطات دانش‌آموزان، ۶- زبان و ۷- فقدان محتوای فرهنگی مناسب (نی، ۲۰۱۵). بررسی‌های بیشتر در مورد معرفی داده‌های بزرگ در کشورهای



در حال توسعه نشان می دهد که فقدان زیرساخت های اساسی، شکاف دیجیتالی جدیدی در استفاده از دانش مبتنی بر داده برای تصمیم گیری هوشمند آگاهانه ایجاد می کند (هیلبرت، ۲۰۱۵). برای رفع این موانع، باید سیاست های متعددی در نظر گرفته شود. ضروری است که اینترنت به عنوان یکی از عناوین حقوق بشر تعریف شود و اتحاد های بین المللی متعدد برای ایجاد زیرساخت در فقیرترین بخش های جهان ایجاد شود (موتونی، ۲۰۱۷). به اشتباه گفته می شود که هوش مصنوعی می تواند جایگزین معلمان شود. از سوی دیگر استدلالی که حرفه معلمی را به انجام وظایف صرفاً شناختی و معمول کاهش می دهد، تحقیقاتی را نادیده می گیرد که بر اهمیت یک مربی انسانی برای حمایت از فرآیند یادگیری تأکید می کند و جنبه های خلاقانه و اجتماعی-عاطفی تدریس را نادیده می گیرد که فراتر از انتقال دانش صرف است (بالی، ۲۰۱۷). علاوه بر این، معلمان تصمیم خواهند گرفت که چگونه و چه زمانی استفاده از ابزارهای فعال شده با هوش مصنوعی مناسب است. به این ترتیب، توسعه این ابزارهای مجهز به هوش مصنوعی و ادغام آن ها در ارائه برنامه های آموزشی باید یک فرآیند مشارکتی باشد که برای «ارائه حمایتی که مربیان به آن نیاز دارند - نه حمایتی که فناوران یا طراحان فکر می کنند به آن نیاز دارند» طراحی شده است (لوکین و همکاران، ۲۰۱۶). گفتنی است، فناوری های مجهز به هوش مصنوعی فرصت هایی را برای خودکارسازی برخی از وظایف معمول و اداری مانند درجه بندی و ثبت سوابق که معلمان در حال حاضر انجام می دهند، فراهم می کنند. خودکار کردن چنین وظایفی می تواند وقت معلمان را آزاد کند و به معلمان این امکان را می دهد که انرژی بیشتری را به جنبه های خلاقانه، همدلانه و الهام بخش حرفه خود اختصاص دهند.

با توجه به افق های استفاده گسترده از هوش مصنوعی در کلاس درس، آموزش معلمان یک جنبه حیاتی برای توانمندسازی آن ها جهت استفاده از داده های آموزشی در مسیر بهبود آموزش است. معلمان برای اینکه بتوانند به طور مؤثر از فناوری های مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده کنند، باید شایستگی های جدید را به طور ویژه جذب کنند (لوکین و همکاران، ۲۰۱۶). شایستگی هایی نظیر:

- درک روشنی از اینکه چگونه سامانه های مجهز به هوش مصنوعی می توانند ارائه یادگیری را تسهیل کنند، به طوری که بتوانند در مورد محصولات آموزشی جدید مجهز به هوش مصنوعی قضاوت کنند.

- مهارت های تحقیق و تحلیل داده ها، به طوری که بتوانند داده های ارائه شده توسط سامانه های مجهز به هوش مصنوعی را تفسیر کنند، سوالات مفیدی درباره داده ها پرسند و بر اساس بینش هایی که از داده ها به دست می آیند، بازخورد ارائه کنند.

- مهارت های مدیریتی جدید، به طوری که بتوانند به طور مؤثر منابع انسانی و هوش مصنوعی را که در اختیار دارند مدیریت کنند. دیدگاه انتقادی در مورد روش هایی که هوش مصنوعی و فناوری های دیجیتال بر زندگی انسان ها تأثیر می گذارد و چارچوب های جدید تفکر محاسباتی و مهارت های دیجیتال می تواند ظرفیت های دانش آموزان را برای درک این موضوع افزایش دهد.

- توانایی بهره گیری از قدرت و امکانات هوش برای به عهده گرفتن وظایف تکراری تا بتوانند برای به ارمغان آوردن قابلیت های انسانی بیشتری که ممکن است قبلاً برای آن وقت نداشته اند مانند مربیگری، حمایت عاطفی، مهارت های بین فردی و غیره زمان صرف کنند (لوکین و همکاران، ۲۰۱۶).

۷- نتیجه گیری

در این پژوهش بررسی کردیم که مفهوم هوش مصنوعی از سال های دور مطرح بوده اما پس از فراگیر شدن اینترنت و افزایش سرعت آن، هوش مصنوعی به معنای امروزی به صورت بسیار چشمگیر و گسترده دنیا را تحت تأثیر قرار داده و تقریباً در تمام شاخه های علم وارد شده یا در حال ورود است. مسئله ای آموزش و پرورش نیز از این قاعده مستثنا نبوده است. دیدیم که آموزش در گذشته صرفاً انتقال اطلاعات و حفظ مطالب از یک مسیر بخصوص بوده است. نگرش سنتی دانش آموزان به درس ریاضیات آن را مجموعه ای از رویه های مجزا می داند، مسائل ریاضی را دارای تنها یک راه حل صحیح می داند و عقیده بر این است که باید قانون ارائه شده توسط معلم را حفظ کرد و به سرعت آن را اجرا کرد اما امروزه هوش مصنوعی می تواند به صورت مستقل و یا با جهت دهی یک معلم آگاه و کارشناس، انتشار مواد آموزشی را به دانش آموزان در سطوح مختلف آموزشی تسهیل نماید و کارایی و اثربخشی بیشتر در زمینه تکمیل وظایف اداری، بررسی فعالیت ها، درجه بندی و ارائه بازخورد به دانش آموزان در مورد تکالیف ارسالی و ... را اجرا کند و تجربه یادگیری غنی تر و با ارزش تری را به ویژه زمانی که همراه با فناوری های دیگر مانند واقعیت مجازی، سه بعدی، بازی و شبیه سازی استفاده می شود، به یادگیرندگان ارائه نماید. هوش مصنوعی در بستر سامانه های آموزش تطبیقی (ALS) می تواند به خوبی این مهم را تحقق بخشد. ALS فرصت های یادگیری متناسب با نیازهای دانش آموزان در درس ریاضی را فراهم می کند، محتوای درسی را ارائه می دهد، پیشرفت دانش آموز را ارزیابی می کند و بازخورد مناسب ارائه می دهد. معلمان می توانند از اطلاعات تولید شده توسط ALS برای ارزیابی پیشرفت یادگیری دانش آموزان و توصیه فعالیت های یادگیری مناسب استفاده کنند. ALS می تواند به طور پویا تغییر کند تا در پاسخ به اطلاعات جمع آوری شده در طول دوره یادگیری، متناسب با یادگیری باشد. سامانه های یادگیری تطبیقی از اطلاعاتی استفاده می کنند که در حین کار یادگیرنده



با آن‌ها به دست می‌آیند تا ویژگی‌هایی مانند نحوه نمایش یک مفهوم ریاضی، دشواری آن و همچنین سطح سؤالات و تمرین‌های ارائه‌شده، ترتیب مشکلات یا وظایف و ماهیت نکات و بازخورد ارائه‌شده را تغییر دهند.

اینکه هوش مصنوعی می‌تواند کاملاً جای یک معلم را پر نماید یا خیر، موضوع دیگری است که به آن پرداخته شد. اگر معلم را به‌عنوان صرفاً انتقال‌دهنده دانش و اطلاعات در نظر بگیریم پاسخ مثبت است اما با توجه به اهمیت تعاملات عاطفی و برقراری روابط انسانی، معلمان باید نقش تسهیل‌کننده‌ها و راهنماهای یادگیری را ایفا کنند که در این صورت هوش مصنوعی در عصر حاضر قادر نخواهد بود این نقش را به‌اندازه‌ی یک معلم توانمند ایفا کند. معلمان شایسته به دلیل هوش هیجانی، خلاقیت و توانایی‌های ارتباطی انسان، همچنان منبع ضروری در آینده خواهند بود. تعاملات عاطفی و اجتماعی و انگیزه یادگیری دانش‌آموزان حوزه منحصربه‌فرد معلمان است. معلمان توانمند نه‌تنها یادگیری رویه‌ای انجام‌شده توسط هوش مصنوعی را طراحی و اجرا می‌کنند، بلکه کلاس‌های سفارشی‌سازی شده را نیز با استفاده از هوش مصنوعی و تفکر خلاق طراحی می‌کنند. در آخر می‌توان بیان نمود که ممکن است هوش مصنوعی در دنیای امروز باعث ایجاد نوعی شکاف در بین دانش‌آموزان جامعه شود. مدارس و خانواده‌هایی که از زیرساخت‌های لازم برخوردار نیستند و فاقد یک معلم به معنای تسهیلگر و راهنما باشند، در بهره‌گیری از امکانات هوش مصنوعی دچار عقب‌ماندگی خواهند شد و این شکاف می‌تواند تبدیل به نوعی نابرابری در استفاده از امکانات آموزشی شود که در هیچ جامعه‌ای موردپذیرش نخواهد بود و اصل برخورداری از عدالت آموزشی را زیر سؤال خواهد برد لذا افراد مسئول در آموزش و پرورش لازم است با توجه به شتاب چشمگیر استفاده از هوش مصنوعی، به تدارک زیرساخت‌های لازم و همچنین آموزش معلمان خبره و توانمند بپردازند تا بتوانند در تحقق عدالت آموزشی و پیشرفت دانش‌آموزان نقش ایفا کنند.

منابع

Ally, M. (۲۰۱۹). *Competency profile of the digital and online teacher in future education*. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, ۲۰(۲), ۳۰۲-۳۱۸.

Bali, M. (۲۰۱۷). 'Against the ۳A's of EdTech: AI, Analytics, and Adaptive Technologies in Education'. *The Chronicle of Higher Education*. Available at: <https://www.chronicle.com/blogs/profhacker/against-the-3as-of-edtechai-analytics-and-adaptive-technologies-ineducation/> ۶۴۶۰۴.

Bernstein, Jeremy. (۱۹۸۱). "Marvin Minsky's Vision of the Future." *New Yorker*, December ۱۴, <https://www.newyorker.com/magazine/1981/12/14/a-i>.

Bughin, J., Hazan, E., Sree Ramaswamy, P., DC, W., & Chu, M. (۲۰۱۷). *Artificial intelligence the next digital frontier*.

Bush, J. B. (۲۰۲۱). *Software-based intervention with digital manipulatives to support student conceptual understandings of fractions*. *British Journal of Educational Technology*, ۵۲(۶), ۲۲۹۹-۲۳۱۸.

Chang, C.W. Lee, J. H. Chao, P. Y. Wang, C. Y. and Chen, G. D. (۲۰۱۵). *Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school*, *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. ۱۳, no. ۲, pp. ۱۳۲۴.

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (۲۰۱۸). *Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview*. *Procedia computer science*, ۱۳۶, ۱۶-۲۴.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (۲۰۲۰). *Artificial intelligence in education: A review*. *Ieee Access*, ۸, ۷۵۲۶۴-۷۵۲۷۸.

Chen, X., Xie, H., & Hwang, G. J. (۲۰۲۰). *A multi-perspective study on artificial intelligence in education: Grants, conferences, journals, software tools, institutions, and researchers*. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, ۱, ۱۰۰۰۰۵.



Chen, Z. (۲۰۲۲). *Artificial intelligence evaluation for mathematics teaching in colleges under the guidance of wireless network*. Mobile information systems, ۲۰۲۲(۱), ۳۲۰۱۰۰۴.

Chu, H. C., Chen, J. M., Kuo, F. R., & Yang, S. M. (۲۰۲۱). *Development of an adaptive game-based diagnostic and remedial learning system based on the concept-effect model for improving learning achievements in mathematics*. Educational Technology & Society, ۲۴(۴), ۳۶۰۵۳.

Coppin, B. (۲۰۰۴). *Artificial intelligence illuminated*. Jones & Bartlett Learning.

Crowley, K. (۲۰۱۸). *The Impact of Adaptive Learning on Mathematics Achievement*. New Jersey City University.

Cukurova, M., Kent, C., & Luckin, R. (۲۰۱۹). *Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring*. British Journal of Educational Technology, ۵۰(۶), ۳۰۳۲-۳۰۴۶.

Fanchamps, N. L., Slangen, L., Hennissen, P., & Specht, M. (۲۰۲۱). *The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using Lego robotics in two types of instruction*. International Journal of Technology and Design Education, ۳۱, ۲۰۳-۲۲۲.

Fang, Y., Ren, Z., Hu, X., & Graesser, A. C. (۲۰۱۹). *A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning*. Educational Psychology, ۳۹(۱۰), ۱۲۷۸-۱۲۹۲.

Fatani, H. (۲۰۲۳). *"Challenges of artificial intelligence and its uses in education," New education*. Retrieved at January ۲۱-۲۰۲۳.

Flasiński, M. (۲۰۱۶). *Introduction to artificial intelligence*. Springer.

Francis, K., Rothschild, S., Poscente, D., & Davis, B. (۲۰۲۲). *Malleability of spatial reasoning with short-term and long-term robotics interventions*. Technology, Knowledge and Learning, ۲۷(۲), ۹۲۷-۹۵۶.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (۲۰۱۷). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?*. Technological Forecasting and Social Change, ۱۱۴, ۲۵۴-۲۸۰.

Gavoy Small, (۲۰۲۴). <https://training.safetyculture.com/blog/adaptive-learning-platforms>.

Guilherme, A. (۲۰۱۹). *AI and education: the importance of teacher and student relations*. AI & Society, ۳۴(۱), ۴۷-۵۴.

Hidayat, R., & Wardat, Y. (۲۰۲۳). *A systematic review of augmented reality in science, technology, engineering and mathematics education*. Education and Information Technologies, ۱-۲۶.

High, Peter. *"Carnegie Mellon Dean of Computer Science on the Future of AI."* (۲۰۱۷), Forbes, October ۳۰, ۲۰۱۷. <https://www.forbes.com/sites/peterhigh/۲۰۱۷/۱۰/۳۰/carnegie-mellon-dean-of-computer-science-on-the-future-of-ai/>.

Hilbert, M. (۲۰۱۹). *Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges*. Development Policy Review, Volume ۳۴, Issue ۱, pp. ۱۳۵-۱۷۴. Available at: <https://doi.org/۱۰.۱۱۱۱/dpr.۱۲۱۴۲>.

Hoorn, J. F., Huang, I. S., Konijn, E. A., & van Buuren, L. (۲۰۲۱). *Robot tutoring of multiplication: Over one-third learning gain for most, learning loss for some*. Robotics, ۱۰(۱), ۱۶.



Hu, W., & Shi, Y. B. (۲۰۱۸). **Research on the role predicament of teachers in the era of artificial intelligence.** *US-China Education Review*, ۸(۶), ۲۷۳-۲۷۸.

Jaworski, B. (۲۰۰۶). **Theory and practice in mathematics teaching development: Critical inquiry as a mode of learning in teaching.** *J. Math. Teach. Educ.* ۲۰۰۶, ۹, ۱۸۷-۲۱۱.

Jones, A. Bull, S. and Castellano, G. (۲۰۱۸). **I know that now, I'm going to learn this next' promoting self-regulated learning with a robotic tutor,"** *Int. J. Social Robot.*, vol. ۱۰, no. ۴, pp. ۴۳۹۴۵۴, ۲۰۱۸.

Kinard, J.T.(۲۰۰۸). **Rigorous Mathematical Thinking: Conceptual Formation in the Mathematics Classroom;** Cambridge University Press: Cambridge, UK, ۲۰۰۸.

Laanpere, M., Pata, K., Normak, P. & Põldoja, H.(۲۰۱۴). **Pedagogy-driven Design of Digital Learning Ecosystems.** *Computer Science and Information Systems*, ۱۱(۱): ۴۱۹-۴۴۲. DOI: ۱۰.۲۲۹۸/CSIS.۱۲۱۲۰۴۰۱۵.

Lameras, P. Arnab, S. (۲۰۲۱). **"Power to the teachers: An exploratory review on artificial intelligence in education,"** *Information*, vol. ۱۳, no. ۱۴, ۲۰۲۱.

Lampert, M. (۱۹۹۰). **When the problem is not the problem and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching.** *American Educational Research Journal*, ۲۷(۱), ۲۹-۶۳.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L.B. (۲۰۱۶). **Intelligence Unleashed: an argument for AI in Education.** London: Pearson.

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (۲۰۱۷). **A future that works: Automation, employment, and productivity.** New York: McKinsey Global Institute.

Mayer-Schönberger, V. & Cukier, K. (۲۰۱۴). **Learning with Big Data: the future of education.** Boston/ New York: Eamon Dolan Book.

Mohamed, M. Z., Hidayat, R., binti Suhaizi, N. N., bin Mahmud, M. K. H., & binti Baharuddin, S. N. (۲۰۲۲). **Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review.** *International Electronic Journal of Mathematics Education*, ۱۷(۳), em ۰۶۹۴.

Mohamed, N. (۲۰۱۴). **"Application of motivation in artificial intelligence". Unpublished master's thesis. Faculty of Arts, Al-Neelain University, Sudan, ۲۰۱۴.**

Montebello, M. (۲۰۱۷). **AI injected e-learning: the future of Online Education.** Berlin, Germany: Springer.

Mutoni, D. (۲۰۱۷). **A revolutionary connectivity: internet access as the ultimate human right and socioeconomic force.** Washington DC: New Degree Press.

National Research Council. (۱۹۸۹). **Everybody counts: A report to the nation on the future of mathematics education.** Washington, DC: National Academy Press.

Nye, B.D. (۲۰۱۵). **Intelligent Tutoring Systems by and for the Developing World: a review of trends and approaches for Educational Technology in a Global Context.** *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Volume ۲۵, Issue ۲, pp. ۱۷۷-۲۰۳.

Oxman, S., & Wong, W. (۲۰۱۴). **White paper: Adaptive learning systems.** DV X/DeVry Education Group and Integrated Education Solutions.



- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (۲۰۱۹). **Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development.**
- Pokrivcakova, S. (۲۰۱۹). **Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education.** Journal of Language and Cultural Education, ۷(۳), ۱۳۵-۱۵۳.
- Rus, V., D'Mello, S., Hu, X., & Graesser, A. (۲۰۱۳). **Recent advances in conversational intelligent tutoring systems.** AI magazine, ۳۴(۳), ۴۲-۵۴.
- Russell, Stuart J., and Peter Norvig. (۲۰۲۱). **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** ۴th ed. Pearson Series in Artificial Intelligence. Hoboken, NJ: Pearson.
- Schitteck Janda, M., Mattheos, N., C. Lyon, H & Attström, R. (۲۰۰۱). **Computer assisted learning. A Review.** European journal of dental education: official journal of the Association for Dental Education in Europe. DOI: ۱۰.۱۰۰۶/j.۱۶۰۰-۰۵۷۹.۲۰۰
- Schoenfeld, A. H. (۱۹۸۲). **Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics.** In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. ۳۳۴-۳۷۱). New York: Macmillan.
- Shabbir, J. Anwer, (۲۰۱۸).T “**Artificial intelligence and its role in near future**” J. Latex. Class., vol. ۱۴, pp. ۱-۱۰, ۲۰۱۸.
- Sharma, R. C., Kawachi, P., & Bozkurt, A. (۲۰۱۹). **The landscape of artificial intelligence in open, online and distance education: Promises and concerns.** Asian Journal of Distance Education, ۱۴(۲), ۱-۲.
- Shin, D. (۲۰۲۰). **An analysis prospective mathematics teachers' perception on the use of artificial intelligence (AI) in mathematics education.** Communications of Mathematical Education, ۳۴(۳), ۲۱۵-۲۳۴.
- Sjaastad, J., & Tømte, C. (۲۰۱۸). **Adaptive learning systems in mathematics classrooms. Education research highlights in mathematics,** science and technology, ۳۰-۴۶.
- Smith, J.L.M.; Saez, L.; Doabler, C.T. (۲۰۱۶). **Using explicit and systematic instruction to support working memory.** Teach. Except. Child. ۲۰۱۶, ۴۸, ۲۷۵-۲۸۱.
- Tashtoush, M. (۲۰۰۸). **Weakly c-Normal and cs-Normal Subgroups of Finite Groups.** Jordan Journal of Mathematics and Statistics, ۱(۲), ۱۲۳-۱۳۲.
- Timms, M. J. (۲۰۱۶). “**Letting articial intelligence in education out of the box: Educational cobots and smart classrooms,**” Int. J. Artif. Intell. Edu., vol. ۲۶, no. ۳, pp. ۷۰۱۷۱۲, Jan.
- Turing, A. M. (۱۹۵۰). **Computing machinery and intelligence,** Mind, Volume LIX, Issue ۲۳۶, October ۱۹۵۰, Pages ۴۳-۴۶, <https://doi.org/۱۰.۱۰۹۳/mind/LIX.۲۳۶.۴۳۳>
- U.S. Department of Education, Office of Educational Technology (۲۰۱۳). **Expanding evidence approaches for learning in a digital world.** Washington D. C.
- Vanbecelaere, S., Cornillie, F., Sasanguie, D., Reynvoet, B., & Depaepe, F. (۲۰۲۱). **The effectiveness of an adaptive digital educational game for the training of early numerical abilities in terms of cognitive, noncognitive and efficiency outcomes.** British Journal of Educational Technology, ۵۲(۱), ۱۱۲-۱۲۴.



Voskoglou, M.G. (۲۰۰۵). *The application-oriented teaching of mathematics. In Proceedings of the International Conference on Mathematics Education, Svishtov, Bulgaria, ۳-۵ June ۲۰۰۵; pp. ۸۵-۹۰.*

Voskoglou, M.G. (۲۰۱۰). *Problem-solving as a component of the constructivist view of learning. J. Educ. Res. ۲۰۱۰, ۴, ۹۳-۱۱۲.*

Voskoglou, M.G. (۲۰۱۹). *Communities of practice for teaching and learning mathematics. Am. J. Educ. Res. ۲۰۱۹, ۷, ۱۸۷-۱۹۱.*

Voskoglou, M. G., & Salem, A. B. M. (۲۰۲۰). *Benefits and limitations of the artificial with respect to the traditional learning of mathematics. Mathematics, ۸(۴), ۶۱۱.*

Wardat, Y., Tashtoush, M., AlAli, R., & Saleh, S. (۲۰۲۴). *Artificial Intelligence in Education: Mathematics Teachers' Perspectives, Practices and Challenges. Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics, ۲(۱), ۶۰-۷۷.*

Whitby, B. (۲۰۰۸). *Artificial Intelligence: A Beginner's Guide. Oxford, U.K.: Oneworld.*

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (۲۰۱۹). *Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. International Journal of Educational Technology in Higher Education, ۱۶(۱), ۱-۲۷.*

Zhang, Y. Zhu, Y. (۲۰۲۲). *"Effects of educational robotics on the creativity and problem-solving skills of K-۱۲ students: A meta-analysis," Edu. Stud., vol. ۲۲, ۱-۱۹, ۲۰۲۲.*

Zhao, Y., & Liu, G. (۲۰۱۹, January). *How do teachers face educational changes in artificial intelligence era. In ۲۰۱۸ International Workshop on Education Reform and Social Sciences (ERSS ۲۰۱۸) (pp. ۴۷-۵۰). Atlantis Press.*

Zheng, L., Niu, J., Zhong, L., & Gyasi, J. F. (۲۰۲۳). *The effectiveness of artificial intelligence on learning achievement and learning perception: A meta-analysis. Interactive Learning Environments, ۳۱(۹), ۵۶۵۰-۵۶۶۴.*

Zliobaite, I., Bifet, A., Gaber, M., Gabrys, B., Gama, J., Minku, L., & Musial, K. (۲۰۱۲). *Next challenges for adaptive learning systems. SIGKDD Explorations, ۱۴(۱), ۴۸-۵۵.*