

عنوان: کاربرد هوش مصنوعی در سنجش و ارزشیابی آموزشی درس علوم چهارم ابتدایی

نویسنده اول^{*}: مهین شکوهی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته ارزشیابی آموزشی دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران

mahin.shokohi13m@gmail.com

خلاصه

هوش مصنوعی با قابلیت‌های خود، تحول قابل توجهی در نظام‌های آموزشی ایجاد کرده و نقش مؤثری در بهبود فرایندهای سنجش و ارزشیابی دارد. این پژوهش به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در ارزشیابی درس علوم پایه چهارم ابتدایی پرداخته است، درسی که به دلیل ماهیت ترکیبی خود نیازمند روش‌های نوینی برای افزایش دقت و کیفیت ارزشیابی و تقویت مشارکت دانش‌آموزان است. از مزایای هوش مصنوعی می‌توان به تحلیل دقیق عملکرد دانش‌آموزان، ارائه بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده، طراحی آزمون‌های تطبیقی و کاهش بار کاری معلمان اشاره کرد. با وجود این، چالش‌هایی مانند هزینه‌های بالا، نیاز به زیرساخت‌های فناوری، محدودیت در ارزیابی جنبه‌های خلاقانه یادگیری و دغدغه‌های اخلاقی مرتبط با حریم خصوصی وجود دارد که مدیریت آن‌ها ضروری است.

کلمات کلیدی: هوش مصنوعی، سنجش آموزشی، ارزشیابی، علوم چهارم ابتدایی، یادگیری شخصی‌سازی شده، فناوری آموزشی

۱. مقدمه

ارزشیابی در نظام‌های آموزشی یکی از ارکان اصلی فرآیند یادگیری محسوب می‌شود که به کمک آن می‌توان میزان پیشرفت دانش‌آموزان را سنجید و نقاط قوت و ضعف آنان را شناسایی کرد. اهمیت ارزشیابی از این جهت است که به معلمان و مربیان کمک می‌کند تا فرآیند یادگیری را بر اساس نیازهای واقعی دانش‌آموزان تنظیم کنند و بازخوردهای مؤثری را به آنها ارائه دهند. ارزشیابی مناسب و دقیق می‌تواند به ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان کمک کرده و آنان را برای تلاش بیشتر ترغیب کند. همچنین، ارزشیابی ابزار مناسبی برای سنجش کارایی برنامه‌های آموزشی و تأثیر روش‌های تدریس بر یادگیری دانش‌آموزان است. روش‌های سنتی ارزشیابی، علی‌رغم جایگاه و اهمیتشان، با چالش‌های متعددی

مواجه هستند. یکی از این چالش‌ها، زمان‌بر بودن فرآیند ارزشیابی است که نه تنها فشار مضاعفی بر معلمان می‌آورد بلکه ممکن است منجر به ارزیابی‌های نادرست و محدودیت در ارائه بازخورد فوری شود [1]. چالش دیگر، محدودیت این روش‌ها در شناسایی تفاوت‌های فردی میان دانش‌آموزان و انعطاف‌ناپذیری در توجه به نیازهای متفاوت یادگیری است. در ارزشیابی‌های سنتی، اغلب تنها به نمره نهایی توجه می‌شود و جزئیات مهارت‌ها و قابلیت‌های فردی دانش‌آموزان نادیده گرفته می‌شود. همچنین، ارزشیابی‌های سنتی ممکن است با ایجاد استرس و اضطراب، روحیه دانش‌آموزان را تحت تاثیر منفی قرار دهد و انگیزه یادگیری را کاهش دهد [2]. علوم تجربی در دوره ابتدایی نقش بی‌بدیلی در پرورش ذهن و تفکر دانش‌آموزان ایفا می‌کند. پایه چهارم ابتدایی یکی از مهم‌ترین دوره‌ها در آموزش علوم است که دانش‌آموزان را با مفاهیم اساسی جهان طبیعی آشنا می‌سازد. در این دوره، دانش‌آموزان مهارت‌های مهمی مانند مشاهده دقیق، تحلیل منطقی، پرسشگری و تجربه عملی را می‌آموزند و به تدریج درک عمیق‌تری از پدیده‌های علمی پیدا می‌کنند. آن‌ها از طریق این مفاهیم و مهارت‌ها به درکی بنیادین از موضوعاتی مانند فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی دست می‌یابند که نه تنها کنجکاو علمی آن‌ها را برمی‌انگیزد، بلکه به پرورش مهارت‌های حل مسئله و تفکر نقادانه در آن‌ها کمک می‌کند. در این راستا، اهمیت آموزش علوم در پایه چهارم دوجندان می‌شود، چرا که این مفاهیم و مهارت‌ها بنیانی محکم برای یادگیری علمی و مهارت‌های تحلیل در مقاطع بعدی فراهم می‌کنند [3]. چالش اساسی که در این میان وجود دارد، نحوه سنجش و ارزشیابی صحیح میزان یادگیری دانش‌آموزان است. روش‌های سنتی ارزشیابی، مانند آزمون‌های کتبی و شفاهی، اغلب به ارزیابی سطحی از حفظیات دانش‌آموزان محدود می‌شود و نمی‌تواند تصویر دقیقی از درک عمیق و کاربرد مهارت‌های علمی آن‌ها ارائه دهد. در واقع، آزمون‌های کتبی معمولاً بر یادگیری‌های موقتی و سطحی تکیه دارند و امکان ارزشیابی درک واقعی و توانایی‌های عملی دانش‌آموزان در به‌کارگیری اصول علمی را فراهم نمی‌کنند. این مسئله باعث می‌شود که سنجش میزان یادگیری علوم، به چالشی جدی برای معلمان و سیستم آموزشی تبدیل شود. چگونه می‌توان اطمینان حاصل کرد که دانش‌آموزان نه تنها مباحث را حفظ کرده‌اند، بلکه به‌طور کاربردی آن‌ها را درک کرده و می‌توانند در حل مسائل علمی به کار بگیرند؟ [4]

با پیشرفت فناوری در قرن ۲۱، هوش مصنوعی (AI) به یکی از فناوری‌های کلیدی در صنایع و حوزه‌های مختلف تبدیل شده است، از جمله آموزش و پرورش. این فناوری با قابلیت تحلیل داده‌های عظیم، پردازش اطلاعات با سرعت بالا، و شناسایی الگوهای پیچیده، ظرفیت‌های بی‌نظیری برای بهبود روش‌ها و فرآیندهای آموزشی ایجاد کرده است. در دنیای امروز، یکی از چالش‌های بزرگ نظام‌های آموزشی، چگونگی ارزشیابی دقیق و شخصی‌سازی شده دانش‌آموزان است که با روش‌های سنتی به دشواری قابل اجراست. بنابراین، استفاده از هوش مصنوعی در ارزیابی می‌تواند به رفع این چالش کمک شایانی کند. [5] پیشرفت فناوری، به‌ویژه ظهور هوش مصنوعی (AI)، راهکارهای جدیدی را برای بهبود و توسعه روش‌های آموزشی و ارزشیابی ایجاد کرده است. هوش مصنوعی با توانایی پردازش داده‌های کلان و شناسایی الگوهای یادگیری، می‌تواند به عنوان یک ابزار کلیدی در حل مشکلات سیستم‌های آموزشی مورد استفاده قرار گیرد. یکی از اصلی‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش، شخصی‌سازی فرآیند یادگیری است. به کمک الگوریتم‌های هوشمند، محتوا و فعالیت‌های یادگیری به صورت خودکار و بر اساس نیازهای فردی هر دانش‌آموز تنظیم می‌شوند. این تطبیق محتوا با توانایی‌ها و نیازهای فردی نه تنها باعث افزایش انگیزه یادگیری می‌شود، بلکه به بهبود کیفیت یادگیری و کاهش نابرابری‌های آموزشی کمک می‌کند. سیستم‌های هوش مصنوعی از طریق تحلیل داده‌های آموزشی، الگوهای یادگیری را شناسایی کرده و اطلاعات جامعی از پیشرفت دانش‌آموزان به دست می‌دهند. این اطلاعات برای معلمان ارزشمند است، زیرا آن‌ها را قادر می‌سازد تا تدریس خود را بر اساس نیازهای واقعی هر دانش‌آموز تنظیم کنند و آموزش را بهبود بخشند. یکی از جنبه‌های مهم و چالش‌برانگیز آموزش، ارزشیابی دقیق و عادلانه یادگیری دانش‌آموزان است که همواره به عنوان یک دغدغه اصلی مطرح بوده است. هوش مصنوعی با ارائه ابزارها و روش‌های نوین، می‌تواند مشکلات ارزشیابی‌های سنتی را

برطرف کرده و به بهبود کیفیت ارزشیابی کمک کند. یکی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در ارزشیابی، ارزیابی خودکار و نمره‌دهی به پاسخ‌های دانش‌آموزان است. سیستم‌های ارزیابی خودکار با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و پردازش زبان طبیعی (NLP)، می‌توانند به طور دقیق و منصفانه به تحلیل و ارزیابی پاسخ‌های نوشتاری و شفاهی دانش‌آموزان بپردازند. این سیستم‌ها قادر به شناسایی اشتباهات رایج و ارائه بازخوردهای سازنده هستند که به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا نقاط ضعف خود را بهبود بخشند. همچنین، ارزیابی خودکار به معلمان این امکان را می‌دهد که زمان و انرژی بیشتری را صرف فرآیند تدریس و ارائه محتوای آموزشی کنند و از بار کاری ناشی از ارزیابی‌های دستی کاسته شود. هوش مصنوعی به عنوان یکی از نوآوری‌های فناوری در عرصه آموزش می‌تواند نقش مهمی ایفا کند. کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و ارزشیابی، به ویژه در پایه‌های ابتدایی، امکانات جدیدی را برای ارتقای فرآیند یادگیری و بهبود دقت در سنجش فراهم می‌آورد. فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند فرایند ارزشیابی را از یک ابزار صرفاً سنجشی به ابزاری آموزش‌محور تبدیل کنند که قادر است با ارائه بازخوردهای دقیق و شخصی‌سازی‌شده، نقاط قوت و ضعف هر دانش‌آموز را شناسایی کرده و به آن‌ها در بهبود یادگیری کمک کند. برای مثال، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند از طریق تحلیل پاسخ‌ها و نتایج آزمون‌ها، الگوهای یادگیری دانش‌آموزان را شناسایی کنند، نقاط ضعف و چالش‌های آن‌ها را در درک مفاهیم علمی بررسی کنند و با ارائه توصیه‌های اختصاصی، مسیر یادگیری را متناسب با نیازها و سطح درک هر دانش‌آموز تنظیم کنند [6]. استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی درس علوم پایه چهارم ابتدایی، می‌تواند علاوه بر افزایش دقت و شفافیت ارزشیابی‌ها، فرصتی برای ارتقای یادگیری عمیق و مؤثر ایجاد کند. این فناوری با فراهم آوردن محیطی برای سنجش علمی‌تر و کاربردی‌تر، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا به جای حفظ مطالب، به فهم عمیق‌تری از مفاهیم علمی دست یابند و مهارت‌های تحلیل و حل مسئله خود را توسعه دهند. در این مقاله، به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در سنجش و ارزشیابی آموزشی درس علوم چهارم ابتدایی خواهیم پرداخت و به ارزیابی مزایا، چالش‌ها و پیشنهادهایی برای بهبود این فرآیند خواهیم پرداخت.

روش تحقیق

این پژوهش از نوع توصیفی-مروری است و به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در سنجش و ارزشیابی آموزشی درس علوم پایه چهارم ابتدایی می‌پردازد. در این نوع تحقیق، تلاش شده است با مطالعه و تحلیل منابع و پژوهش‌های پیشین، تصویری جامع و نظام‌مند از نقش و تأثیر هوش مصنوعی در ارتقای فرایندهای ارزشیابی در آموزش ابتدایی ارائه شود. روش مروری به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که به‌جای انجام پژوهش‌های تجربی، یافته‌های قبلی را گردآوری، تحلیل و دسته‌بندی کند و بر اساس آن‌ها بینش‌های جدیدی ایجاد نماید. برای انجام این پژوهش، فرآیند گردآوری داده‌ها در چند مرحله صورت گرفته است. ابتدا با استفاده از کلمات کلیدی مرتبط مانند "هوش مصنوعی"، "ارزشیابی آموزشی"، "سنجش دانش‌آموزان"، "علوم ابتدایی" و "یادگیری شخصی‌سازی‌شده"، منابع مرتبط از پایگاه‌های علمی معتبر نظیر Google Scholar, Springer, IEEE Xplore, Elsevier و PubMed جست‌وجو و انتخاب شدند. مقالات و مطالعاتی که به‌طور مستقیم به موضوع استفاده از هوش مصنوعی در نظام‌های آموزشی پرداخته‌اند، به‌ویژه آن‌هایی که بر ارزشیابی و سنجش متمرکز بوده‌اند، در اولویت بررسی قرار گرفتند. در مرحله بعد، منابع انتخابی از نظر کیفیت، اعتبار علمی و میزان ارتباط با موضوع تحقیق بررسی شدند. معیارهای انتخاب شامل انتشار مقاله در مجلات معتبر علمی، تعداد ارجاعات به مقاله، تازگی پژوهش و تمرکز بر آموزش ابتدایی بود. از میان این منابع، مقالاتی که رویکرد عملی و کاربردی‌تری نسبت به هوش مصنوعی در آموزش داشتند، به طور ویژه تحلیل شدند.

فرآیند تحلیل شامل مطالعه دقیق متن مقالات، استخراج اطلاعات کلیدی و دسته‌بندی یافته‌ها در محورهای اصلی تحقیق بود. این محورها شامل مزایای استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی آموزشی (مانند افزایش دقت، کاهش زمان و بار کاری معلمان، و ارائه بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده)، چالش‌های پیش‌رو (از جمله هزینه‌های پیاده‌سازی، پیچیدگی فناوری و دغدغه‌های اخلاقی)، و راهکارهای پیشنهادی برای استفاده بهینه از هوش مصنوعی بودند. همچنین، برای تعمیق تحلیل، مقالات نظری و مطالعات موردی در کنار هم مورد استفاده قرار گرفتند تا هم دیدگاه‌های نظری و هم شواهد عملی پوشش داده شوند.

این پژوهش فاقد جامعه آماری و نمونه‌گیری است، چراکه هدف آن تولید داده‌های جدید نیست، بلکه مرور و تحلیل داده‌های موجود برای دستیابی به نتایج جامع و کاربردی است. در این راستا، تلاش شده است تا یافته‌ها و تحلیل‌های پیشین به‌صورت منسجم دسته‌بندی شده و بر اساس چارچوب‌های نظری موجود تفسیر شوند. در نهایت، این پژوهش با هدف ارائه تصویری کلی از وضعیت موجود و بررسی پتانسیل‌های هوش مصنوعی در ارزشیابی آموزشی درس علوم چهارم ابتدایی انجام شده است. نتایج این بررسی می‌تواند به سیاست‌گذاران آموزشی، معلمان و پژوهشگران در طراحی و اجرای راهکارهای مؤثرتر و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در فرایند یادگیری و سنجش کمک کند.

یافته‌ها

بررسی و تحلیل منابع علمی و پژوهش‌های مرتبط در این مطالعه نشان داد که هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از نوآوری‌های تحول‌آفرین، ظرفیت‌های قابل‌توجهی در بهبود فرآیند سنجش و ارزشیابی آموزشی درس علوم چهارم ابتدایی دارد. یافته‌های کلیدی این پژوهش به شرح زیر است:

۱. افزایش دقت در ارزشیابی آموزشی درس علوم پایه چهارم ابتدایی با استفاده از هوش مصنوعی

درس علوم به‌عنوان یکی از دروس اصلی در پایه چهارم ابتدایی، نقش کلیدی در تقویت تفکر علمی، مشاهده دقیق، و درک پدیده‌های طبیعی ایفا می‌کند. با این حال، ارزشیابی عملکرد دانش‌آموزان در این درس به دلیل ماهیت ترکیبی آن که شامل مفاهیم نظری و مهارت‌های عملی است، همواره چالش‌هایی داشته است. استفاده از هوش مصنوعی در این حوزه توانسته است دقت ارزشیابی را به طور چشم‌گیری افزایش دهد و به معلمان و دانش‌آموزان در بهبود یادگیری کمک کند.

الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند نتایج آزمون‌های علوم را با دقت بیشتری تحلیل کنند. به‌عنوان مثال، در سوالات چندگزینه‌ای که مرتبط با مفاهیم علمی هستند، این فناوری قادر است نه تنها پاسخ صحیح یا غلط را تشخیص دهد، بلکه الگوی انتخاب گزینه‌های نادرست را بررسی کند. این بررسی می‌تواند نشان دهد که آیا دانش‌آموزان در درک مفهوم خاصی مانند چرخه آب یا سیستم‌های زیستی مشکل دارند یا اینکه دچار سوءتفاهم در سوال شده‌اند. این نوع تحلیل به معلمان کمک می‌کند تا دلایل اصلی ضعف دانش‌آموزان را شناسایی کرده و برای تقویت آن‌ها برنامه‌ریزی کنند. در آزمون‌های عملی، مانند ارزیابی مهارت دانش‌آموزان در طراحی یک آزمایش علمی یا تحلیل داده‌های آزمایشگاهی، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند عملکرد دانش‌آموزان را با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده و مقایسه آن‌ها با معیارهای استاندارد، تحلیل کنند. برای مثال، اگر دانش‌آموز در طراحی آزمایشی برای نشان دادن اثر گرما بر انبساط مواد دچار اشتباه شود، هوش مصنوعی می‌تواند این خطا را شناسایی و بازخوردهای دقیق ارائه دهد، مانند اشاره به مراحل فراموش شده یا انتخاب ابزار نامناسب. یکی دیگر از قابلیت‌های

هوش مصنوعی در درس علوم، ارائه آزمون‌های تطبیقی است. این آزمون‌ها به‌طور پویا سوالاتی را ارائه می‌دهند که سطح دشواری آن‌ها با عملکرد لحظه‌ای دانش‌آموز هماهنگ می‌شود. برای مثال، اگر دانش‌آموزی به سوالی در مورد شناسایی خواص فیزیکی مواد به درستی پاسخ دهد، سوال بعدی ممکن است مفهومی پیچیده‌تر مانند تغییرات شیمیایی ارائه شود. این فرآیند باعث می‌شود که توانایی واقعی دانش‌آموز با دقت بیشتری ارزیابی شود و از اتلاف زمان برای سوالات بسیار آسان یا بسیار دشوار جلوگیری گردد [7]. هوش مصنوعی همچنین می‌تواند در شناسایی الگوهای یادگیری دانش‌آموزان در درس علوم بسیار مؤثر باشد. با جمع‌آوری و تحلیل داده‌های آزمون‌های کلاسی، فعالیت‌های آزمایشگاهی، و حتی تعامل با منابع آموزشی دیجیتال، الگوریتم‌های هوشمند می‌توانند مشخص کنند که هر دانش‌آموز در چه زمینه‌هایی قوی یا ضعیف است. برای مثال، ممکن است مشخص شود که یک دانش‌آموز در درک مفاهیم مربوط به انرژی مشکل دارد، اما در موضوعاتی مانند سیستم‌های زیستی عملکرد خوبی دارد. این اطلاعات می‌تواند به معلم کمک کند تا برنامه آموزشی خود را برای تقویت نقاط ضعف و توسعه نقاط قوت دانش‌آموزان تنظیم کند.

در نهایت، استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی درس علوم، نه تنها دقت ارزیابی‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه محیط یادگیری را برای دانش‌آموزان جذاب‌تر و پویاتر می‌کند. این فناوری به معلمان این امکان را می‌دهد که به جای تمرکز بر فرایند تصحیح آزمون‌ها، بر آموزش مفهومی و خلاقانه‌تر متمرکز شوند. در مجموع، هوش مصنوعی ابزار قدرتمندی است که می‌تواند ارزشیابی درس علوم را از یک فرآیند ساده و سطحی به ابزاری مؤثر برای یادگیری عمیق و کاربردی تبدیل کند.

۲. کاهش بار کاری معلمان در ارزشیابی درس علوم پایه چهارم ابتدایی با استفاده از هوش مصنوعی

ارزشیابی یکی از مهم‌ترین و زمان‌برترین بخش‌های فرآیند آموزشی است که اغلب بار کاری سنگینی بر دوش معلمان می‌گذارد. در درس علوم پایه چهارم ابتدایی، این چالش به دلیل تنوع مفاهیم و نیاز به ارزیابی دقیق مهارت‌های علمی، مشهودتر است. استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در کاهش بار کاری معلمان در این زمینه ایفا کند.

هوش مصنوعی به‌ویژه در انجام وظایفی که به دقت و زمان زیادی نیاز دارند، کارآمد است. برای مثال، تصحیح آزمون‌های کلاسی یکی از بخش‌های پرزحمت تدریس است که می‌تواند با استفاده از سیستم‌های هوشمند به‌طور کامل خودکار شود. این فناوری نه تنها آزمون‌های چندگزینه‌ای را سریع و دقیق تصحیح می‌کند، بلکه در سوالات باز و تشریحی نیز با استفاده از پردازش زبان طبیعی (NLP)، پاسخ‌ها را بر اساس معیارهای از پیش تعیین شده ارزیابی می‌نماید. این ویژگی امکان تصحیح تعداد زیادی از آزمون‌ها در زمانی کوتاه را فراهم می‌آورد و معلمان را از وظایف تکراری و وقت‌گیر رها می‌سازد. علاوه بر تصحیح آزمون‌ها، هوش مصنوعی می‌تواند به طراحی خودکار سوالات متناسب با نیازها و سطح توانایی دانش‌آموزان کمک کند. معلمان می‌توانند با استفاده از سیستم‌های هوشمند، بانک سوالاتی بزرگ و متنوع ایجاد کنند که سوالات را بر اساس استانداردهای آموزشی درس علوم تولید می‌کند. این سوالات می‌توانند شامل مفاهیمی مانند خواص مواد، چرخه آب، یا سیستم‌های زیستی باشند و در سطح دشواری متناسب با توانایی‌های مختلف دانش‌آموزان تنظیم شوند. چنین قابلیت‌هایی نه تنها بار کاری معلمان را کاهش می‌دهد، بلکه کیفیت ارزشیابی را نیز بهبود می‌بخشد.

یکی دیگر از قابلیت‌های کاربردی هوش مصنوعی در کاهش بار کاری معلمان، ارائه تحلیل‌های خودکار از عملکرد دانش‌آموزان است. این سیستم‌ها می‌توانند نتایج آزمون‌ها را تحلیل کرده و گزارش‌هایی جامع از پیشرفت دانش‌آموزان ارائه دهند. برای مثال، گزارش‌ها می‌توانند شامل اطلاعاتی درباره نقاط قوت و ضعف هر دانش‌آموز در موضوعاتی مانند انرژی،

نیرو یا تغییرات شیمیایی باشند. چنین گزارش‌هایی به معلمان این امکان را می‌دهد که بدون صرف زمان زیاد برای تحلیل داده‌ها، راهکارهای آموزشی مناسبی طراحی کنند.

هوش مصنوعی همچنین می‌تواند در مدیریت فعالیت‌های کلاسی مرتبط با درس علوم مفید باشد. به عنوان نمونه، در فعالیت‌های آزمایشگاهی، سیستم‌های هوشمند می‌توانند به نظارت بر عملکرد دانش‌آموزان، جمع‌آوری داده‌ها و حتی ارائه بازخورد فوری بپردازند. این امر باعث می‌شود که معلمان بتوانند به جای نظارت مستقیم بر همه دانش‌آموزان، بر راهنمایی و رفع اشکال آن‌ها تمرکز کنند.

به طور کلی، استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی درس علوم پایه چهارم ابتدایی می‌تواند به کاهش چشمگیر وظایف زمان‌بر معلمان کمک کند. این کاهش بار کاری به معلمان اجازه می‌دهد تا زمان بیشتری را برای طراحی و اجرای فعالیت‌های خلاقانه آموزشی و تقویت ارتباطات با دانش‌آموزان اختصاص دهند. در نتیجه، کیفیت تدریس و یادگیری بهبود یافته و معلمان می‌توانند نقش حمایتی و هدایت‌گرانه خود را به شکلی مؤثرتر ایفا کنند [8].

۳. ارائه بازخوردهای شخصی‌سازی شده در ارزشیابی درس علوم پایه چهارم ابتدایی با استفاده از هوش مصنوعی

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مؤثر در یادگیری، ارائه بازخوردهای دقیق، مرتبط و شخصی‌سازی شده به دانش‌آموزان است. در درس علوم پایه چهارم ابتدایی، که مفاهیم علمی متنوعی همچون چرخه آب، خواص مواد، و سیستم‌های زیستی آموزش داده می‌شود، ارائه بازخوردهای فردی می‌تواند نقش مؤثری در رفع نقاط ضعف و تقویت یادگیری دانش‌آموزان ایفا کند. هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، این امکان را فراهم می‌کند که بازخوردها به صورت دقیق و بر اساس نیازها و عملکرد خاص هر دانش‌آموز ارائه شوند.

- تحلیل دقیق عملکرد دانش‌آموزان

هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل نتایج آزمون‌ها و فعالیت‌های کلاسی، اطلاعات دقیقی از عملکرد هر دانش‌آموز جمع‌آوری کند. این اطلاعات شامل مواردی مانند میزان درک مفاهیم علمی، نقاط قوت و ضعف، و حتی نحوه پاسخ‌دهی به سوالات است. برای مثال، اگر دانش‌آموزی در تشخیص تفاوت بین تغییرات فیزیکی و شیمیایی مشکل داشته باشد، سیستم هوشمند می‌تواند این مشکل را شناسایی کرده و بازخوردهایی متناسب با آن ارائه دهد، مانند توصیه منابع یا تمرین‌های اضافی.

- ارائه بازخوردهای فوری و دقیق

یکی از مزایای استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی، سرعت بالای تحلیل داده‌ها و ارائه بازخورد است. پس از تکمیل آزمون، دانش‌آموز می‌تواند بلافاصله بازخوردهایی دقیق و فردی دریافت کند. این بازخوردها می‌توانند شامل توضیحات مرتبط با پاسخ‌های اشتباه، پیشنهادهای برای بهبود یادگیری، و حتی منابع آموزشی مناسب برای مرور مفاهیم باشند. بازخورد فوری به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا اشتباهات خود را سریع‌تر شناسایی کرده و در جهت اصلاح آن‌ها گام بردارند.

- تشویق یادگیری هدفمند

بازخوردهای شخصی‌سازی شده باعث می‌شود که دانش‌آموزان توجه بیشتری به نقاط ضعف خود داشته باشند و در عین حال، از توانایی‌ها و نقاط قوت خود نیز آگاه شوند. برای مثال، اگر دانش‌آموزی در حل مسائل مربوط به نیروها و حرکت

مهارت خوبی داشته باشد، سیستم هوشمند می‌تواند او را تشویق به انجام فعالیت‌های پیچیده‌تر در این زمینه کند. این نوع بازخورد، علاوه بر تقویت انگیزه دانش‌آموز، او را به سمت یادگیری هدفمند و مؤثر هدایت می‌کند.

- پیشنهاد راهکارهای آموزشی فردی

هوش مصنوعی قادر است بر اساس الگوهای یادگیری هر دانش‌آموز، راهکارهای آموزشی خاصی ارائه دهد. برای مثال، اگر دانش‌آموزی در درک مفاهیم آزمایشگاهی مانند مراحل طراحی آزمایش مشکل داشته باشد، سیستم می‌تواند تمرین‌های بیشتری در قالب شبیه‌سازی‌های علمی یا ویدئوهای آموزشی به او پیشنهاد دهد. این روش، یادگیری را متناسب با نیازهای هر فرد تنظیم کرده و به بهبود یادگیری کمک می‌کند.

- کاهش استرس و افزایش اعتمادبه‌نفس دانش‌آموزان

با دریافت بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده، دانش‌آموزان احساس می‌کنند که فرآیند یادگیری آن‌ها به دقت بررسی می‌شود و معلمان یا سیستم آموزشی به پیشرفت آن‌ها اهمیت می‌دهند. این احساس می‌تواند استرس ناشی از آزمون‌ها را کاهش داده و اعتمادبه‌نفس آن‌ها را در یادگیری مفاهیم پیچیده‌تر افزایش دهد.

- حمایت از معلمان در ارائه بازخورد مؤثر

سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند گزارشی دقیق از عملکرد دانش‌آموزان را به معلمان ارائه دهند. این گزارش‌ها به معلمان کمک می‌کنند تا زمان و انرژی بیشتری را صرف طراحی فعالیت‌های خلاقانه و تدریس مفهومی کنند، چرا که ارائه بازخورد فردی به هر دانش‌آموز دیگر به صورت دستی نیاز نیست.

به طور کلی، استفاده از هوش مصنوعی در ارائه بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده، فرایند یادگیری در درس علوم را بهبود می‌بخشد. این فناوری به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا به طور دقیق‌تر و مؤثرتری بر روی نقاط ضعف خود کار کنند، در حالی که معلمان نیز با ابزارهایی دقیق‌تر و کارآمدتر در هدایت دانش‌آموزان همراه می‌شوند. بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده زمینه‌ساز یادگیری عمیق‌تر و موفقیت بیشتر دانش‌آموزان در درس علوم است.

- افزایش مشارکت دانش‌آموزان در درس علوم پایه چهارم ابتدایی با استفاده از هوش مصنوعی

مشارکت دانش‌آموزان یکی از مهم‌ترین عوامل در فرایند یادگیری مؤثر است. هرچه دانش‌آموزان فعالانه‌تر در فعالیت‌های آموزشی شرکت کنند، یادگیری آن‌ها عمیق‌تر و پایدارتر خواهد بود. درس علوم پایه چهارم ابتدایی، به دلیل ماهیت تعاملی و جذاب موضوعاتش، فرصت‌های زیادی برای افزایش مشارکت فراهم می‌کند. استفاده از هوش مصنوعی در این درس می‌تواند به شکل چشمگیری انگیزه و مشارکت دانش‌آموزان را افزایش دهد و آن‌ها را به یادگیری فعال‌تر وادار کند.

- جذابیت بیشتر از طریق فناوری‌های تعاملی

فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی با ایجاد محیط‌های یادگیری تعاملی و جذاب، علاقه دانش‌آموزان به مشارکت در درس علوم را افزایش می‌دهند. برای مثال، استفاده از ابزارهایی مانند شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی، بازی‌های آموزشی و آزمایشگاه‌های مجازی مبتنی بر هوش مصنوعی، به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که مفاهیم علمی را به صورت عملی تجربه کنند. این فعالیت‌ها نه تنها جذابیت درس را افزایش می‌دهد، بلکه باعث می‌شود دانش‌آموزان با اشتیاق بیشتری در فرایند یادگیری مشارکت کنند.

- شخصی‌سازی یادگیری برای افزایش انگیزه

هوش مصنوعی می‌تواند فرایند یادگیری را بر اساس توانایی‌ها، نیازها و علایق فردی هر دانش‌آموز تنظیم کند. برای مثال، اگر دانش‌آموزی علاقه بیشتری به موضوعاتی مانند فضا یا انرژی داشته باشد، سیستم‌های هوشمند می‌توانند محتوای

آموزشی مرتبط با این موضوعات را ارائه دهند. این شخصی سازی، احساس اهمیت فردی در دانش آموز ایجاد کرده و او را به مشارکت فعال تر در فعالیت های یادگیری تشویق می کند.

– ایجاد چالش های متناسب برای تقویت مشارکت

هوش مصنوعی قادر است چالش هایی متناسب با سطح توانایی هر دانش آموز طراحی کند. در درس علوم، این چالش ها می توانند شامل سوالات تعاملی، آزمایش های مجازی یا حل مسائل علمی باشند. دانش آموزانی که با چالش هایی متناسب با سطح توانایی خود مواجه می شوند، احساس اعتماد به نفس بیشتری پیدا کرده و با انگیزه بیشتری در فعالیت های آموزشی شرکت می کنند.

– بازخورد فوری و تقویت تعامل

سیستم های هوش مصنوعی می توانند بلافاصله پس از هر فعالیت، بازخوردهای دقیق و فوری ارائه دهند. این بازخوردها به دانش آموزان نشان می دهد که تلاش های آن ها دیده شده و در جهت یادگیری بهبود یافته اند. این تعامل دوطرفه، حس مشارکت را تقویت می کند و دانش آموزان را به فعالیت های بیشتری ترغیب می نماید.

– تقویت یادگیری گروهی و همکاری با فناوری هوش مصنوعی

برخی از ابزارهای هوش مصنوعی طراحی شده اند تا فعالیت های گروهی را تسهیل کنند. در درس علوم، دانش آموزان می توانند با همکاری در پروژه های تحقیقاتی گروهی یا آزمایش های مجازی، توانایی های خود را به اشتراک بگذارند. سیستم های هوشمند می توانند نقش هدایت کننده گروه را ایفا کنند و به بهبود مشارکت همه اعضای گروه کمک کنند.

۴. پیش بینی عملکرد آینده دانش آموزان در درس علوم پایه چهارم ابتدایی با استفاده از هوش مصنوعی

یکی از قابلیت های منحصربه فرد هوش مصنوعی در نظام های آموزشی، توانایی پیش بینی عملکرد آینده دانش آموزان است. در درس علوم پایه چهارم ابتدایی، که شامل موضوعاتی متنوع و ترکیبی از مفاهیم نظری و عملی است، پیش بینی عملکرد دانش آموزان می تواند به معلمان کمک کند تا برنامه های آموزشی هدفمند و متناسب با نیازهای هر دانش آموز طراحی کنند. این قابلیت از طریق تحلیل داده های عملکرد گذشته، شناسایی الگوهای یادگیری، و ترکیب آن ها با اطلاعات مرتبط با فرایند یادگیری حاصل می شود [9].

هوش مصنوعی با جمع آوری و تحلیل داده های مربوط به عملکرد دانش آموزان در آزمون ها، فعالیت های کلاسی و پروژه های علمی، می تواند الگوهای یادگیری آن ها را شناسایی کند. برای مثال، اگر دانش آموزی در آزمون های مرتبط با مفاهیمی همچون چرخه آب یا خواص مواد عملکرد ضعیفی داشته باشد، الگوریتم های هوش مصنوعی این اطلاعات را ذخیره کرده و پیش بینی می کنند که او در موضوعات مرتبط با این مفاهیم ممکن است نیاز به حمایت بیشتری داشته باشد. پیش بینی عملکرد آینده دانش آموزان به طور مستقیم بر اساس نقاط قوت و ضعف آن ها انجام می شود. برای مثال، اگر دانش آموزی در فعالیت های آزمایشگاهی مهارت خوبی داشته اما در درک مفاهیم نظری مانند انرژی و تغییرات شیمیایی مشکل داشته باشد، هوش مصنوعی می تواند با تحلیل این الگوها پیش بینی کند که در بخش های آینده درس علوم، احتمالاً نیاز به تمرین ها و توضیحات بیشتری خواهد داشت. این اطلاعات به معلمان کمک می کند تا محتوای آموزشی مناسب تری را برای او انتخاب کنند.

چالش ها و محدودیت ها در استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی درس علوم پایه چهارم ابتدایی

با وجود مزایای فراوان هوش مصنوعی در آموزش، به ویژه در ارزشیابی درس علوم، استفاده از این فناوری با چالش ها و محدودیت هایی همراه است. این چالش ها می توانند در مراحل مختلف، از پیاده سازی فناوری گرفته تا استفاده عملی و مدیریت، تأثیرگذار باشند. در ادامه به مهم ترین چالش ها و محدودیت های مرتبط پرداخته شده است:

۱. هزینه‌های بالای پیاده‌سازی و نگهداری

یکی از اصلی‌ترین چالش‌های استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی آموزشی، هزینه بالای طراحی، پیاده‌سازی و نگهداری سیستم‌های هوشمند است. مدارس، به‌ویژه در مناطق کم‌برخوردار، ممکن است نتوانند بودجه کافی برای تهیه زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم را تأمین کنند. علاوه بر این، هزینه‌های مربوط به ارتقاء فناوری، آموزش پرسنل و پشتیبانی فنی نیز قابل توجه است.

۲. نیاز به زیرساخت‌های فناوری پیشرفته

برای استفاده از هوش مصنوعی، دسترسی به زیرساخت‌های پیشرفته فناوری، از جمله اینترنت پرسرعت، سخت‌افزارهای قدرتمند و سیستم‌های نرم‌افزاری پیشرفته، ضروری است. در بسیاری از مدارس، به‌ویژه در مناطق روستایی، نبود این امکانات یک مانع جدی برای استفاده از این فناوری محسوب می‌شود.

۳. کمبود آگاهی و مهارت معلمان

یکی از چالش‌های کلیدی در استفاده از هوش مصنوعی در آموزش، عدم آگاهی و مهارت کافی معلمان در استفاده از این فناوری است. بسیاری از معلمان ممکن است با ابزارها و سیستم‌های هوش مصنوعی آشنا نباشند یا نحوه به‌کارگیری آن‌ها در فرایند ارزشیابی را ندانند. آموزش معلمان برای استفاده مؤثر از این فناوری نیازمند زمان، هزینه و برنامه‌ریزی دقیق است.

۴. دغدغه‌های اخلاقی و حریم خصوصی

هوش مصنوعی برای ارائه بازخوردها و تحلیل عملکرد دانش‌آموزان به جمع‌آوری و تحلیل داده‌های شخصی نیاز دارد. این مسئله می‌تواند نگرانی‌هایی درباره حریم خصوصی دانش‌آموزان و استفاده از داده‌های آن‌ها ایجاد کند. همچنین، سواباتی درباره مالکیت داده‌ها، امنیت اطلاعات و نحوه مدیریت داده‌های حساس دانش‌آموزان مطرح می‌شود که باید با سیاست‌گذاری‌های دقیق برطرف شوند.

۵. خطر وابستگی بیش از حد به فناوری

یکی از محدودیت‌های احتمالی استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی، ایجاد وابستگی بیش از حد به فناوری است. اگر معلمان و دانش‌آموزان بیش از اندازه به این سیستم‌ها تکیه کنند، ممکن است توانایی‌های تفکر انتقادی و تحلیلی آن‌ها کاهش یابد. علاوه بر این، خرابی یا اختلال در سیستم‌های هوش مصنوعی می‌تواند فرایند آموزش را دچار مشکل کند.

۶. عدم انعطاف‌پذیری در موارد خاص

در حالی که هوش مصنوعی توانایی تحلیل داده‌ها و ارائه بازخوردهای دقیق را دارد، ممکن است در برخی موارد خاص، مانند تحلیل جنبه‌های خلاقانه یا احساسی عملکرد دانش‌آموزان، عملکرد مناسبی نداشته باشد. این موضوع می‌تواند منجر به ارائه نتایجی شود که از واقعیت دور باشد یا نتواند همه جنبه‌های یادگیری دانش‌آموز را پوشش دهد.

۷. مقاومت در برابر تغییرات

معلمان، مدیران مدارس، و حتی والدین ممکن است نسبت به استفاده از هوش مصنوعی در آموزش مقاومت نشان دهند. این مقاومت می‌تواند به دلیل ترس از تغییر، عدم اعتماد به فناوری، یا نگرانی درباره کاهش نقش معلمان در فرایند آموزشی باشد. غلبه بر این مقاومت نیازمند اطلاع‌رسانی، آموزش و نشان دادن مزایای واقعی این فناوری است.

استفاده از هوش مصنوعی ممکن است نابرابری‌های آموزشی را تشدید کند. مدارس که امکانات کافی برای استفاده از این فناوری ندارند، ممکن است از مزایای آن بی‌بهره بمانند و این موضوع می‌تواند شکاف میان مدارس برخوردار و کم‌برخوردار را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

هرچند هوش مصنوعی ظرفیت‌های بالقوه‌ای برای بهبود ارزشیابی آموزشی درس علوم پایه چهارم ابتدایی دارد، اما چالش‌ها و محدودیت‌های آن نمی‌توانند نادیده گرفته شوند. مدیریت این چالش‌ها نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، آموزش معلمان و تدوین سیاست‌های اخلاقی و حریم خصوصی است. با رفع این محدودیت‌ها، می‌توان از ظرفیت‌های هوش مصنوعی برای ارتقای کیفیت آموزشی و یادگیری به بهترین نحو بهره برد.

در عصر حاضر، هوش مصنوعی به یکی از ابزارهای تحول‌آفرین در حوزه‌های مختلف تبدیل شده است، و آموزش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین این حوزه‌ها، توانسته است از مزایای آن بهره‌مند شود. به‌ویژه در فرآیند سنجش و ارزشیابی آموزشی درس علوم پایه چهارم ابتدایی، هوش مصنوعی فرصتی بی‌نظیر برای بهبود دقت، کارایی، و شخصی‌سازی یادگیری فراهم آورده است. این درس به دلیل ماهیت ترکیبی از مفاهیم نظری و عملی، نیازمند رویکردهای ارزشیابی دقیق و چندجانبه است. هوش مصنوعی با قابلیت‌های پیشرفته‌ای نظیر تحلیل داده‌های پیچیده، پیش‌بینی عملکرد آینده دانش‌آموزان، و ارائه بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده، می‌تواند تحولی بنیادین در ارزشیابی این درس ایجاد کند. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی، توانایی آن در افزایش دقت و کاهش خطاهای انسانی است. در روش‌های سنتی ارزشیابی، احتمال بروز خطا در تصحیح آزمون‌ها یا تفسیر نتایج به دلیل عوامل انسانی مانند خستگی، سوگیری، یا محدودیت زمانی، همواره وجود دارد. اما سیستم‌های هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته می‌توانند داده‌های مربوط به عملکرد دانش‌آموزان را با دقت بالا تحلیل کرده و گزارش‌هایی جامع و دقیق ارائه دهند. این فناوری قادر است نه تنها پاسخ‌های صحیح و غلط را شناسایی کند، بلکه علل اشتباهات را نیز تحلیل کرده و به معلمان کمک کند تا به‌جای تمرکز صرف بر نتایج نهایی، به فرآیند یادگیری توجه کنند.

هوش مصنوعی همچنین امکان شخصی‌سازی فرآیند یادگیری را فراهم می‌کند. در درس علوم، که مفاهیمی متنوع مانند چرخه آب، خواص مواد، و تغییرات شیمیایی مطرح می‌شود، نیازهای یادگیری دانش‌آموزان می‌تواند بسیار متفاوت باشد. ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند الگوهای یادگیری هر دانش‌آموز را شناسایی کرده و محتوای آموزشی یا تمرین‌های مناسب را بر اساس نیازهای فردی آن‌ها ارائه دهند. این شخصی‌سازی نه تنها باعث افزایش یادگیری مؤثر می‌شود، بلکه انگیزه دانش‌آموزان را برای مشارکت در فرآیند یادگیری تقویت می‌کند.

یکی دیگر از مزایای مهم هوش مصنوعی در ارزشیابی، کاهش بار کاری معلمان است. معلمان اغلب زمان زیادی را صرف طراحی آزمون‌ها، تصحیح پاسخ‌ها و تحلیل نتایج می‌کنند. سیستم‌های هوش مصنوعی با خودکارسازی این فرآیندها، به معلمان کمک می‌کنند تا زمان و انرژی بیشتری برای طراحی فعالیت‌های خلاقانه و تقویت مهارت‌های عملی دانش‌آموزان اختصاص دهند. این فناوری همچنین قادر است گزارش‌های دقیق و تحلیلی از عملکرد دانش‌آموزان را در اختیار معلمان قرار دهد، که به آن‌ها در تصمیم‌گیری‌های آموزشی کمک می‌کند. علاوه بر این، ابزارهای هوش مصنوعی با ارائه

بازخوردهای فوری و هدفمند به دانش‌آموزان، فرآیند یادگیری را بهبود می‌بخشند. این بازخوردها، که متناسب با نقاط ضعف و قوت هر دانش‌آموز طراحی می‌شوند، به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا اشتباهات خود را سریع‌تر شناسایی کرده و برطرف کنند. همچنین، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند چالش‌هایی متناسب با سطح توانایی هر دانش‌آموز ارائه دهند، که این امر باعث افزایش مشارکت و انگیزه آن‌ها در یادگیری می‌شود.

با وجود این مزایا، استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی درس علوم با چالش‌ها و محدودیت‌هایی همراه است. یکی از اصلی‌ترین این چالش‌ها، هزینه‌های بالای پیاده‌سازی و نگهداری سیستم‌های هوش مصنوعی است. مدارس، به‌ویژه در مناطق کم‌برخوردار، ممکن است نتوانند منابع مالی لازم برای تهیه زیرساخت‌های فناوری پیشرفته را فراهم کنند. علاوه بر این، نبود آموزش کافی برای معلمان در استفاده از این فناوری و نگرانی‌های مرتبط با حفظ حریم خصوصی دانش‌آموزان از دیگر موانع اصلی در این زمینه است.

دغدغه‌های اخلاقی مرتبط با استفاده از داده‌های دانش‌آموزان نیز از جمله مسائل مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد. برای استفاده مؤثر از هوش مصنوعی، لازم است سیاست‌های دقیقی برای مدیریت داده‌ها و حفاظت از حریم خصوصی تدوین شود. همچنین، خطر وابستگی بیش از حد به فناوری و احتمال کاهش نقش انسانی در فرآیند آموزش، نگرانی‌هایی است که باید به دقت مدیریت شوند.

به طور کلی، این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی آموزشی درس علوم پایه چهارم ابتدایی می‌تواند تحولات اساسی در نظام آموزشی ایجاد کند. با این حال، برای بهره‌گیری کامل از این فناوری، لازم است چالش‌ها و محدودیت‌های آن به‌طور جدی مدیریت شود. این امر شامل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری، آموزش معلمان، و تدوین سیاست‌های حمایتی و اخلاقی است.

در نهایت، هوش مصنوعی می‌تواند با فراهم کردن ابزارهای دقیق و کارآمد، فرآیند ارزشیابی را از یک فعالیت سنتی و زمان‌بر به ابزاری هوشمند و هدفمند تبدیل کند. این تحول نه تنها به بهبود کیفیت یادگیری دانش‌آموزان منجر می‌شود، بلکه به معلمان این امکان را می‌دهد که نقش هدایت‌گرانه و حمایتی خود را به شکل مؤثرتری ایفا کنند. با مدیریت مناسب چالش‌ها و بهره‌گیری از مزایای این فناوری، می‌توان آینده‌ای روشن‌تر برای آموزش درس علوم و به‌طور کلی نظام آموزشی متصور بود.

مراجع

1. Xia, Q., Chiu, T. K., Lee, M., Sanusi, I. T., Dai, Y., & Chai, C. S. (2022). A self-determination theory (SDT) design approach for inclusive and diverse artificial intelligence (AI) education. *Computers & Education*, 189, 104582.
2. Shin, W. S., & Shin, D. H. (2020). A study on the application of artificial intelligence in elementary science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39(1), 117-132.
3. Ugli, U. K. Q. (2023, November). Artificial intelligence technologies in creating personalized science tasks for 4th grade students. In *Next Scientists Conferences* (pp. 100-102).
4. Hu, X., Liu, Y., Huang, J., & Mu, S. (2022). The effects of different patterns of group collaborative learning on fourth-grade students' creative thinking in a digital artificial intelligence course. *Sustainability*, 14(19), 12674.
5. Chai, C. S., Lin, P. Y., Jong, M. S. Y., Dai, Y., Chiu, T. K., & Qin, J. (2021). Perceptions of and behavioral intentions towards learning artificial intelligence in primary school students. *Educational Technology & Society*, 24(3), 89-101.
6. Liu, F., Shi, Y., & Liu, Y. (2017). Intelligence quotient and intelligence grade of artificial intelligence. *Annals of Data Science*, 4, 179-191.
7. García-Martínez, I., Fernández-Batanero, J. M., Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the impact of artificial intelligence and computational sciences on student performance: Systematic review and meta-analysis. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 171-197.
8. Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444-452.
9. Tedre, M., Toivonen, T., Kahila, J., Vartiainen, H., Valtonen, T., Jormanainen, I., & Pears, A. (2021). Teaching machine learning in K-12 classroom: Pedagogical and technological trajectories for artificial intelligence education. *IEEE Access*, 9, 110558-110572.