فصلنامه تحقیقات علوم تربیتی در نظام آموزشی

شماره مجوز: ۹۴۲۲۱ **((شماره یازدهم-زمستان ۱۴۰۴))** **ISSN : 2981-099X**

کاربرد هوش مصنوعی در شخصی‌سازی یادگیری فیزیک در مقطع متوسطه دوم: چالش‌ها، راهکارها و چشم‌اندازها[1]

(تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۱۱/۰۵، تاریخ تصویب ۱۴۰۴/۱۲/۰۴)

پرویز احمدی

دبیر فیزیک ، آموزش و پرورش شهرستان دهاقان، ایران

چکیده

پژوهش در زمینه کاربست هوش مصنوعی در آموزش علوم، به ویژه فیزیک، در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است. این مقاله به بررسی نقش فناوری‌های هوش مصنوعی در شخصی‌سازی فرایند یادگیری فیزیک برای دانش‌آموزان مقطع متوسطه دوم می‌پردازد. با مرور نظام‌مند پژوهش‌های بین‌المللی و تحلیل تجارب عملی اجراشده، ابعاد مختلف این پدیده شامل ابزارهای مبتنی بر مدل‌های زبانی بزرگ، سامانه‌های تطبیقی هوشمند، شبیه‌سازهای تعاملی و دستیارهای آموزشی مبتنی بر عامل هوشمند تحلیل می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی با فراهم آوردن امکان تشخیص دقیق کج‌فهمی‌ها، ارائه بازخورد هدفمند، ایجاد محتوای چندرسانه‌ای تطبیقی و شبیه‌سازی پدیده‌های انتزاعی، می‌تواند به طور معناداری کیفیت یادگیری مفاهیم پیچیده فیزیک را ارتقا بخشد. با این حال، چالش‌هایی نظیر دسترسی نابرابر به فناوری، نیاز به بازتعریف نقش معلم در مورد اتکای صرف به خروجی‌های هوش مصنوعی نیز مطرح است. مقاله با ارائه چارچوبی برای تلفیق هدفمند هوش مصنوعی در برنامه درسی فیزیک و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی به پایان می‌رسد.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، یادگیری فیزیک، متوسطه دوم، چالش ها و راهکارها

---

[1] بر اساس نظر هیات داوران همایش های بنیاد علمی قانون یار این مقاله، به عنوان یکی از مقالات برگزیده و منتخب دهمین همایش بنیاد علمی قانون یار تحت عنوان (همایش ملی تحقیقات و یافته های نوین علمی در حوزه علوم انسانی و فرهنگی) در تاریخ ۲۷ بهمن ماه ۱۴۰۴ در استان اصفهان (دانشگاه آزاد واحد دهاقان) برگزار شد، انتخاب گردید. این مقاله علاوه بر پذیرش در همایش، به صورت رایگان در فصلنامه تحقیقات علوم تربیتی در نظام آموزشی مورد پذیرش و چاپ قرار گرفت.

مقدمه

یادگیری فیزیک در مقطع متوسطه دوم همواره با چالش‌های متعددی همراه بوده است. ماهیت انتزاعی مفاهیمی مانند میدان‌های الکتریکی، رفتار موجی–ذره‌ای نور یا مفاهیم ترمودینامیک، همراه با نیاز به درک عمیق روابط ریاضی، فراگیری این درس را برای بسیاری از دانش‌آموزان دشوار ساخته است . رویکردهای سنتی آموزش، که عمدتاً مبتنی بر سخنرانی یکسان برای تمامی دانش‌آموزان است، نمی‌تواند نیازهای متنوع یادگیرندگان با سبک‌ها، پیش‌دانسته‌ها و سرعت یادگیری متفاوت را پاسخ گوید. در این میان، هوش مصنوعی به عنوان نیرویی تحول آفرین در عرصه آموزش ظاهر شده است. توانایی این فناوری در تحلیل حجم عظیمی از داده های یادگیری، شناسایی الگوهای شناختی و ارائه بازخورد به‌موقع و شخصی‌سازی‌شده، افق‌های نوینی را برای تحقق آرمان «یادگیری برای همه با مسیر منحصربه‌فرد» گشوده است . شخصی‌سازی یادگیری به معنای تطبیق محتوا، روش و سرعت آموزش با ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر زبان‌آموز، هسته مرکزی این تحول را تشکیل می‌دهد. مقاله حاضر با هدف واکاوی چیستی، چگونگی و چرایی کاربرد هوش مصنوعی در شخصی سازی آموزش فیزیک در مقطع متوسطه دوم، به تحلیل آخرین یافته‌های علمی و نمونه‌های عینی در این حوزه می‌پردازد.

۱ .حوزه‌های کاربرد هوش مصنوعی در شخصی‌سازی آموزش فیزیک

۱.۱ .شبیه‌سازی و بصری‌سازی مفاهیم انتزاعی

یکی از برجسته‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی، کمک به درک مفاهیمی است که با حواس قابل درک نیستند. ابزارهایی مانند «یار همراه انرژی–جرم (Mass-Energy Companion) «با بهره‌گیری از فناوری واقعیت افزوده (AR) و مدل‌های زبانی بزرگ، قادرند مسائل فیزیک را به شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی پویا تبدیل کنند . به طور مثال، دانش‌آموز می‌تواند خطوط میدان الکتریکی حاصل از چند بار نقطه ای را به صورت زنده روی کاغذ یا صفحه نمایش ببیند و با تغییر پارامترها، تأثیر آن را بر پیکربندی میدان مشاهده کند. این بصری‌سازی، بار شناختی را کاهش داده و به شهودی‌سازی مفهوم کمک شایانی می‌کند.

۱.۲ .شناسایی و رفع کج‌فهمی‌ها

کج‌فهمی‌های ریشه‌دار در فیزیک (مانند این باور غلط که برای حرکت جسم حتماً نیرو لازم است) با روش‌های سنتی به سختی اصلاح می‌شوند. سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند با تحلیل پاسخ‌های دانش‌آموز به پرسش‌های تشخیصی (مانند پرسش‌های موجود در Force Concept Inventory، نقشه شناختی دقیقی از خطاهای او ترسیم کنند . سپس با طراحی پرسش های هدفمند و ارائه مثال‌های نقض مناسب، فرآیند بازسازی مفهومی را هدایت می‌نمایند. مطالعه ای روی پلاگین مودل مبتنی بر GPT نشان داد که بازخورد سقراطی هوش مصنوعی در رفع کج‌فهمی‌های مربوط به قانون سوم نیوتن از راهنمایی صرف معلم مؤثرتر بوده است.

۱.۳ .ایجاد مسیر یادگیری انطباقی

هر دانش‌آموز سرعت و سبک یادگیری منحصربه‌فردی دارد. پژوهشگران با الهام از مدل‌های یادگیری مانند سبک‌های یادگیری کلب(Kolb's Learning Styles) ، سیستم‌هایی طراحی کرده‌اند که سبک یادگیری دانش‌آموز (مانند سبک جذب‌کننده یا همگرا) را تشخیص داده و محتوا را بر اساس آن تطبیق می‌دهد . برای مثال، یک دانش‌آموز با سبک یادگیری «همگرا « (Convergent)که به کاربرد عملی مفاهیم علاقه دارد، مسائل چالش‌برانگیزتری دریافت می‌کند، در حالی که دانش‌آموزی با سبک «جذب‌کننده (Assimilator) «که به دنبال ایجاد مدل‌های نظری است، شبیه‌سازی‌های مفهومی بیشتری در اختیار او قرار می‌گیرد.

۱.٤ .ارائه بازخورد فوری و هدفمند

در کلاس های پرجمعیت، معلم فرصت پاسخگویی به همه سؤالات و رفع اشکالات تک تک دانش‌آموزان را ندارد. دستیارهای هوشمند مبتنی بر عامل (AI Agents) مانند «معلم هوشمند فیزیک» در پلتفرم «یار همراه انرژی–جرم» ، می توانند به صورت شبانه‌روزی به پرسش های دانش‌آموزان پاسخ دهند. این سیستم‌ها با بهره‌گیری از مدل‌های زبانی اختصاصی (مانند

Deepseek-R۱تنظیم‌شده)، صرفاً پاسخ نهایی را ارائه نمی‌دهند، بلکه با پرسش‌های راهنما، دانش‌آموز را به سمت کشف مستقل پاسخ هدایت می‌کنند.

۲ .مزایا و شواهد اثربخشی

یافته‌های پژوهشی حاکی از تأثیرات مثبت چندگانه این فناوری‌هاست:

·افزایش پیشرفت تحصیلی: پژوهش کمی در نیجریه با ۸۷ دانش‌آموز نشان داد که استفاده از پلتفرم شخصی‌سازی‌شده مبتنی بر هوش مصنوعی در مبحث الکترومغناطیس، به بهبود معنادار پیشرفت تحصیلی نسبت به گروه کنترل انجامیده است.

·بهبود کارایی و تعمیق یادگیری: چارچوب Physics-STAR توانست کارایی دانش‌آموزان را در پاسخ به مسائل پیچیده ٪۵.۹۵ و نمرات آنان را ٪۱۰۰ افزایش دهد.

·افزایش تعامل و انگیزه: داده‌های نظرسنجی از ۱۰۰ دانش‌آموز پایه یازدهم نشان داد که ۷۸ تا ۸۵ درصد آنان، استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی را در افزایش درک و تعامل خود با مفاهیم مغناطیس مؤثر ارزیابی کرده‌اند . همچنین در تجربه داخلی، بیش از ٪۹۰ دانش‌آموزان از این روش رضایت داشتند.

·توسعه مهارت‌های تفکر انتقادی: رویکردهای مبتنی بر «گفت‌وگوی سقراطی» و یادگیری بازتابی (Reflective Learning، دانش‌آموزان را به تفکر درباره فرآیند حل مسئله و نقد خروجی هوش مصنوعی ترغیب می‌کند.

۳ .چالش‌ها و محدودیت‌ها

با وجود مزایای چشمگیر، چالش‌های جدی نیز در مسیر به کارگیری این فناوری‌ها وجود دارد:

۳.۱ .چالش‌های فناورانه و زیرساختی

دسترسی به اینترنت پرسرعت، سخت‌افزار مناسب و نرم‌افزارهای به‌روز، به ویژه در مناطق محروم، یکی از موانع اصلی است . همچنین کیفیت خروجی مدل‌های زبانی و احتمال خطاهای محتوایی (Hallucination) نیازمند نظارت دائمی است.

۳.۲ .چالش‌های تربیتی و نقش معلم

نگرانی درباره تضعیف نقش معلم و تبدیل او به یک ناظر منفعل، جدی است. با این حال، تجارب موفق نشان می دهد که نقش معلم از «منبع دانش» به «طراح تجربه یادگیری»، «تسهیلگر» و «ارزیاب نقادانه» تغییر می یابد . در کلاس های موفق، معلم با راهنمایی دانش‌آموزان برای پرسش‌گری از هوش مصنوعی و بازسازی منطق پاسخ‌ها، نقشی بی‌بدیل ایفا می‌کند.

۳.۳ .چالش‌های شناختی و اخلاقی

اتکای صرف به هوش مصنوعی ممکن است توانایی حل مسئله مستقل دانش آموزان را تضعیف کند. تأکید بر «تفکر نقادانه نسبت به پاسخ هوش مصنوعی» که در برخی کلاس های پیشرو اجرا می‌شود، پادزهر این آفت است . از سوی دیگر، جمع‌آوری داده‌های یادگیری دانش‌آموزان، نگرانی‌هایی را در خصوص حریم خصوصی و امنیت داده‌ها ایجاد می‌کند.

جدول زیر خلاصه‌ای از کاربردها، ابزارها و چالش‌های مرتبط را نشان می‌دهد:

- حوزه کاربرد ابزارها/روش‌های نمونه مزایای اصلی چالش‌های کلیدی

- شبیه‌سازیAR/VR ، پلتفرم‌هایی مثل "یار همراه انرژی–جرم" درک شهودی، کاهش انتزاع نیاز به سخت‌افزار پیشرفته
- تشخیص و رفع کج‌فهمی چتبات‌های سقراطی (پلاگین مودل) بازخورد هدفمند، اصلاح خطاهای ریشه‌ای کیفیت متغیر پاسخ‌های هوش مصنوعی
- مسیر یادگیری انطباقی سیستم های مبتنی بر مدل کلب تطبیق با سبک و سرعت یادگیرنده پیچیدگی طراحی الگوریتم

ارزیابی شخصی‌سازی‌شده تحلیل پیشرفته داده‌های عملکرد سنجش دقیق توانمندی‌ها نگرانی‌های حریم خصوصی

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی دیگر یک گزینه تجملی در آموزش فیزیک نیست، بلکه به ضرورتی انکارناپذیر برای پاسخگویی به نیازهای متنوع یادگیرندگان در قرن بیست و یکم تبدیل شده است. شواهد پژوهشی و تجارب عملی داخلی و بین المللی به روشنی نشان می دهد که کاربرد هدفمند ابزارهای هوش مصنوعی می تواند با شخصی سازی فرایند یادگیری، عمق فهم مفاهیم، انگیزه و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را به طور چشمگیری بهبود بخشد . از بصری‌سازی پدیده‌های انتزاعی گرفته تا ارائه بازخورد هوشمند و طراحی مسیرهای یادگیری منحصربه فرد، هوش مصنوعی مرزهای ممکن را در آموزش فیزیک گسترش داده است.

با این حال، موفقیت این تحول در گرو عبور آگاهانه از چالش های پیش روست. فناوری به تنهایی کافی نیست؛ آنچه تعیین‌کننده است، کیفیت تلفیق آن با دانش تربیتی و محتوایی (*TPACK*) و نقش هدایت‌گر معلم به عنوان مغز متفکر این اکوسیستم جدید یادگیری است. معلم در این الگو، نه کنار گذاشته می شود، بلکه به جایگاه والاتر خود یعنی «طراح تجربه یادگیری» و «پرورش دهنده تفکر نقادانه» ارتقا می‌یابد.

پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های آتی به طور ویژه بر روی طراحی الگوهای بومی تلفیق هوش مصنوعی در برنامه درسی فیزیک ایران، متناسب با زیرساخت‌ها و نیازهای فرهنگی–آموزشی کشور متمرکز شوند. همچنین بررسی تأثیرات بلندمدت این ابزارها بر مهارت‌های شناختی مرتبه بالاتر و طراحی چارچوب‌های اخلاقی مشخص برای حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌های دانش‌آموزان، از اولویت‌های پژوهشی آینده است.

منابع و ماخذ

- *Kahaleh, R., et al. (۲۰۲۵). Evaluating an AI-Powered Moodle Plugin for Enhancing Conceptual Understanding in Secondary Physics. International Journal of Emerging Technologies in Learning, ۲۰(٤), ۸۱-۹۷.*
- *Jemirigbe, E., & Ado, I. B. (۲۰۲۵). Effects of Artificial Intelligence (AI)-Powered Personalized Learning Platforms On Students' Academic Interest and Achievement. FUO-Journal of Educational Research.*
- *Jiang, Z., et al. (۲۰۲٤). Beyond Answers: Large Language Model-Powered Tutoring System in Physics Education for Deep Learning and Precise Understanding. arXiv preprint arXiv: ۲٤۰٦.۱۰۹۳٤.*
- *Enhancing Conceptual Understanding in Magnetism through AI-Powered Tools: A Mixed-Methods Study with High School Students. Educational Studies in Physics.*
- *Kemouss, H., & Khaldi, M. (۲۰۲۵). Physics Teaching with Artificial Intelligence (AI): A Personalized Approach for Accommodator-Style Learners According to Kolb. International Journal of Instruction, ۱۸(۳), ٤۹-٥۸.*
- *Graesser, A. C., et al. (۲۰۰٥). AutoTutor: an intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue.*