

کاربست هوش مصنوعی در تسهیل فرآیند آموزش کامپیوتر؛ فرصت‌ها و چالش‌های پیش روی هنرستان‌های فنی و حرفه‌ای

سمیه راه پیمای هنرآموز رشته کامپیوتر

چکیده

مقدمه و هدف: آموزش رشته کامپیوتر در هنرستان‌ها همواره با چالش‌هایی نظیر به‌روز نبودن محتوای کتب درسی، محدودیت تجهیزات کارگاهی و روش‌های سنتی تدریس مواجه بوده است. ظهور ابزارهای هوش مصنوعی مولد مانند چت‌بات‌های مبتنی بر پردازش زبان طبیعی، این امکان را فراهم آورده که فرآیند یاددهی-یادگیری متحول شود. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی بر کیفیت آموزش عملی کامپیوتر و انگیزه یادگیری هنرجویان انجام شده است.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر از نوع شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل است. جامعه آماری شامل کلیه هنرجویان رشته کامپیوتر (پایه یازدهم) هنرستان‌های فنی و حرفه‌ای شهر اصفهان در سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵ به تعداد ۶۴۰ نفر بود. نمونه پژوهش شامل ۶۰ نفر بود که به روش نمونه‌گیری در دسترس از دو هنرستان هم‌سان انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه آزمایش (۳۰ نفر) و کنترل (۳۰ نفر) جایدهی شدند. گروه آزمایش به مدت ۱۲ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای، آموزش دروس «برنامه‌نویسی پایتون» و «امنیت شبکه» را با کمک ابزارهای هوش مصنوعی (شامل چت‌بات ChatGPT و دستیار کدنویسی GitHub Copilot) دریافت کردند، در حالی که گروه کنترل با روش سنتی و بدون ابزارهای هوش مصنوعی آموزش دیدند. ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل آزمون عملکردی عملی (سنجش مهارت کدنویسی و عیب‌یابی) و پرسشنامه انگیزه یادگیری هرمنس (۱۹۷۰) بود. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین نمرات گروه آزمایش در پس‌آزمون عملکرد عملی (با میانگین ۸/۱۷ از ۲۰) به طور معناداری بالاتر از گروه کنترل (با میانگین ۲/۱۳ از ۲۰) بود ($P < ۰۰۱/۰$ و $F = ۳/۴۷$). همچنین، نمرات انگیزه یادگیری در گروه آزمایش افزایش معادل ۳۴ درصد نسبت به پیش‌آزمون داشت، در حالی که این افزایش در گروه کنترل تنها ۸ درصد بود. هنرجویان گروه آزمایش، زمان کمتری را برای عیب‌یابی کدها (به طور میانگین ۴۰ درصد کاهش زمان) صرف کردند و اعتماد به نفس بالاتری در مواجهه با پروژه‌های جدید گزارش دادند.

نتیجه‌گیری: هوش مصنوعی نه به عنوان جایگزین هنرآموز، بلکه به عنوان «دستیار هوشمند آموزشی» می‌تواند نقش بی‌بدیلی در تسهیل آموزش عملی، شخصی‌سازی مسیر یادگیری و کاهش اضطراب ناشی از پیچیدگی مباحث برنامه‌نویسی ایفا کند. با این حال، موفقیت این رویکرد منوط به توانمندسازی هنرآموزان در حوزه سواد هوش مصنوعی و بازطراحی برنامه درسی متناسب با این فناوری است.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، آموزش کامپیوتر، هنرستان فنی و حرفه‌ای، چت‌بات‌های آموزشی، انگیزه یادگیری.

در عصری که فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، مرزهای دانش و مهارت را با شتابی بی‌سابقه جابه‌جا می‌کنند، نظام‌های آموزشی سنتی ناگزیر از بازنگری در روش‌ها و ابزارهای خود هستند. هنرستان‌های فنی و حرفه‌ای که رسالت اصلی آن‌ها تربیت نیروی انسانی ماهر و آمادهٔ ورود به بازار کار است، بیش از سایر سطوح آموزشی با این چالش روبه‌رو هستند. رشتهٔ کامپیوتر، به دلیل ماهیت پویا و به‌روزرسانی مداوم مفاهیم آن، حساسترین بستر برای آزمودن کارآمدی فناوری‌های نوین آموزشی محسوب می‌شود (زارع و همکاران، ۱۴۰۲).

پژوهش‌های پیشین نشان داده است که یکی از اصلی‌ترین موانع یادگیری عمیق در هنرستان‌ها، «فاصلهٔ نظریه تا عمل» است. هنرجویان اغلب مفاهیم برنامه‌نویسی یا شبکه را به صورت حفظی فرا می‌گیرند، اما در مواجهه با یک خطای واقعی (Bug) یا یک پروژهٔ عملی، دچار سردرگمی و بی‌انگیزگی می‌شوند (محمدی، ۱۴۰۱). در همین حال، ابزارهای هوش مصنوعی مولد، با قابلیت تولید کد، اشکال‌زدایی تعاملی و ارائهٔ توضیحات گام‌به‌گام، این نوید را می‌دهند که بتوانند شکاف مذکور را پر کنند.

با این وجود، ورود هوش مصنوعی به کلاس‌های درس هنرستان، پرسش‌های اساسی را برمی‌انگیزد: آیا این ابزارها منجر به وابستگی شناختی هنرجویان می‌شوند؟ آیا می‌توانند جایگزین نقش تربیتی و انگیزشی هنرآموز گردند؟ و مهم‌تر آنکه، زیرساخت‌های فعلی هنرستان‌ها تا چه حد برای پذیرش این فناوری آماده است؟ پژوهش حاضر در پی پاسخ به این سوالات است و به طور مشخص، تأثیر کاربست ابزارهای هوش مصنوعی را بر دو مؤلفهٔ کلیدی یعنی «مهارت عملی» و «انگیزهٔ یادگیری» مورد سنجش قرار می‌دهد.

۲. پیشینه و چارچوب نظری

نظریهٔ یادگیری معنی‌دار آزوبل: بر اساس این نظریه، یادگیری زمانی معنی‌دار می‌شود که اطلاعات جدید با ساختار شناختی موجود یادگیرنده پیوند بخورد. ابزارهای هوش مصنوعی، با ارائهٔ مثال‌های متعدد، تشبیه‌های شخصی‌سازی‌شده و رفع سریع خطاها، می‌توانند به عنوان «پل‌های شناختی» عمل کرده و یادگیری سطحی را به عمیق تبدیل کنند (Ausubel, ۱۹۶۸).

نظریهٔ بار شناختی (Sweller): آموزش برنامه‌نویسی به دلیل ماهیت انتزاعی و چندلایه‌اش، بار شناختی بالایی بر حافظهٔ فعال تحمیل می‌کند. هوش مصنوعی با حذف بخش‌های تکراری و کم‌اهمیت (مانند حفظ کردن دقیق نحو دستوری) و متمرکز کردن توجه بر حل مسئله، می‌تواند بار شناختی بیرونی را کاهش و بار شناختی مطلوب (مرتبط با یادگیری عمیق) را افزایش دهد (Sweller, ۲۰۱۹).

پژوهش‌های داخلی و خارجی:

مطالعهٔ چن و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که استفاده از چت‌بات‌های هوش مصنوعی در آموزش برنامه‌نویسی به دانشجویان، نمرات عملکردی آن‌ها را به طور میانگین ۲۵ درصد افزایش داده است، اما هشدار داد که این ابزارها باید با نظارت مدرس استفاده شوند تا از انفعال فکری جلوگیری شود.

در ایران، تقی‌زاده و رحیمی (۱۴۰۳) در پژوهشی بر روی دانش‌آموزان متوسطه دوم نشان دادند که نگرش مثبت به هوش مصنوعی، با افزایش خودکارآمدی تحصیلی در دروس فنی رابطه دارد، اما این پژوهش به هنرستان‌ها و حوزه عملی تعمیم داده نشده است.

شکاف پژوهشی: تا کنون در ایران، پژوهشی که به صورت شبه‌آزمایشی، تأثیر همزمان هوش مصنوعی را بر عملکرد عملی و انگیزه یادگیری هنرجویان هنرستان در درس کامپیوتر سنجیده باشد، انجام نشده است.

۳. روش‌شناسی

نوع پژوهش: شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل.

جامعه و نمونه: جامعه آماری شامل ۶۴۰ هنرجوی پایه یازدهم رشته کامپیوتر در هنرستان‌های فنی و حرفه‌ای شهر اصفهان در سال ۱۴۰۵ بود. با توجه به محدودیت‌های دسترسی، از دو هنرستان که از نظر امکانات سخت‌افزاری، تعداد هنرجو و سطح علمی ورودی هم‌سان بودند، ۶۰ نفر به روش در دسترس انتخاب و سپس به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۳۰ نفر) و کنترل (۳۰ نفر) جایدهی شدند.

ابزارهای گردآوری داده‌ها:

۱. آزمون عملکردی عملی: محقق ساخته شامل ۵ مسئله برنامه‌نویسی در محیط پایتون (با درجات دشواری از ساده تا پیچیده) و ۳ سناریوی عیب‌یابی شبکه که نمره آن از صفر تا ۲۰ محاسبه شد. روایی محتوایی توسط ۳ استاد دانشگاه و ۲ هنرآموز با سابقه تأیید و پایایی آن با روش بازآزمایی (با فاصله دو هفته) برابر با ۸۲/۰ محاسبه شد.

۲. پرسشنامه انگیزه یادگیری هرمنس (۱۹۷۰): شامل ۲۴ گویه با طیف ۵ درجه‌ای لیکرت که پایایی آن در پژوهش‌های پیشین در ایران با آلفای کرونباخ بالای ۷۸/۰ گزارش شده است. در پژوهش حاضر، پایایی مجدد با آلفای کرونباخ برابر با ۸۴/۰ تأیید شد.

روش اجرا: ابتدا از هر دو گروه، پیش‌آزمون (عملکردی و انگیزه) به عمل آمد. سپس گروه آزمایش به مدت ۱۲ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای (۳ جلسه در هفته) با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی (ChatGPT برای توضیح مفاهیم، اشکال‌زدایی و پاسخ به سوالات؛ و GitHub Copilot برای تکمیل خودکار کد و پیشنهاد تابع‌ها) آموزش دیدند. هنرآموز در این جلسات، نقش راهنما و تسهیل‌گر را ایفا می‌کرد و از هنرجویان می‌خواست تا ابتدا خودشان راه‌حل را ببینند و سپس با کمک هوش مصنوعی آن را بهینه کنند. گروه کنترل همان محتوا را با روش سنتی (تدریس مستقیم هنرآموز، حل تمرین روی تخته و کدنویسی در محیط ساده IDLE) دریافت کردند. در پایان، پس‌آزمون از هر دو گروه به عمل آمد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها: با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ و به روش تحلیل کوواریانس (ANCOVA) با کنترل نمرات پیش‌آزمون، تفاوت بین گروه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مفروضه‌های همگونی واریانس و شیب رگرسیون نیز بررسی و تأیید شدند.

۴. یافته‌ها (نتایج)

۴-۱. تحلیل توصیفی

جدول ۱، میانگین و انحراف استاندارد نمرات دو گروه را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد. تفاوت چشمگیری بین میانگین پیش‌آزمون دو گروه وجود نداشت (همگونی اولیه)، اما در پس‌آزمون، گروه آزمایش عملکرد بهتری داشت.

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (میانگین $\pm$ انحراف)	پس‌آزمون (میانگین $\pm$ انحراف)
عملکرد عملی (از ۲۰)	آزمایش	۱۰/۴ $\pm$ ۲/۱	۱۷/۸ $\pm$ ۱/۴
عملکرد عملی (از ۲۰)	کنترل	۱۰/۶ $\pm$ ۲/۳	۱۳/۲ $\pm$ ۱/۹
انگیزه یادگیری (از ۱۲۰)	آزمایش	۷۲/۵ $\pm$ ۸/۳	۹۷/۲ $\pm$ ۶/۱
انگیزه یادگیری (از ۱۲۰)	کنترل	۷۳/۱ $\pm$ ۷/۹	۷۹/۰ $\pm$ ۷/۵

۴-۲. آزمون فرضیه‌ها (تحلیل کوواریانس)

با حذف اثر پیش‌آزمون (کاهش خطای اندازه‌گیری)، تفاوت معناداری بین دو گروه در هر دو متغیر وابسته مشاهده شد.

فرضیه اول (عملکرد عملی): با کنترل نمرات پیش‌آزمون، میانگین نمرات پس‌آزمون عملکرد عملی در گروه آزمایش به طور معناداری بالاتر از گروه کنترل بود ($P < ۰۰۱/۰$ ، $F = ۳/۴۷$ و $۱ = ۵۷$). (اندازه اثر η^2 برابر با ۴۵/۰ محاسبه شد که نشان‌دهنده تأثیر قوی مداخله است).

فرضیه دوم (انگیزه یادگیری): با کنترل نمرات پیش‌آزمون انگیزه، میانگین نمرات پس‌آزمون در گروه آزمایش به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود ($P < ۰۰۱/۰$ ، $F = ۲/۳۴$ و $۱ = ۵۷$). (اندازه اثر η^2 برابر با ۳۸/۰ محاسبه شد).

۴-۳. یافته‌های جانبی (مشاهدات کیفی)

بر اساس گزارش هنرآموز گروه آزمایش، هنرجویان این گروه در جلسات پایانی، تمایل بیشتری به پرسیدن سوالات سطح بالا (چرا و چگونه) نشان می‌دادند و کمتر دچار خستگی و دلزدگی از خطاهای مکرر برنامه‌نویسی می‌شدند. همچنین، ۸۶ درصد هنرجویان گروه آزمایش اعلام کردند که ترجیح می‌دهند آموزش سایر دروس تخصصی نیز با کمک هوش مصنوعی انجام شود.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش به طور قطعی نشان داد که استفاده هدفمند از ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش دروس عملی کامپیوتر، نه تنها منجر به ارتقاء چشمگیر مهارت‌های کدنویسی و عیب‌یابی هنرجویان می‌شود، بلکه انگیزه درونی آن‌ها را برای ادامه مسیر یادگیری به شدت تقویت می‌کند. این نتیجه با نظریه بار شناختی سوئلر هماهنگ است؛ زیرا هوش مصنوعی با حذف بخش‌های خسته‌کننده حفظی، فضای ذهنی هنرجو را برای درک مفاهیم بنیادین و حل خلاقانه مسئله آزاد کرده است.

یک نکته ظریف اما حیاتی در این پژوهش، نقش تغییرکرده هنرآموز بود. در گروه آزمایش، هنرآموز از جایگاه «منبع دانسته‌ها» خارج و به یک «طراح سناریوی یادگیری» و «ارزیاب راهبردهای حل مسئله» تبدیل شد. این تغییر، خود یکی از دلایل اصلی افزایش انگیزه هنرجویان بود؛ زیرا آن‌ها احساس می‌کردند که در یک فرآیند دوسویه و مشارکتی، به جای یک جلسه یک‌سویه انتقال اطلاعات، حضور دارند. این یافته با هشدار چن و همکاران (۲۰۲۳) مبنی بر لزوم نظارت هنرآموز برای جلوگیری از انفعال فکری، همخوانی کامل دارد.

با این حال، چالش‌هایی نیز در طول اجرای پژوهش مشاهده شد:

۱. وابستگی اولیه: در جلسات ابتدایی، برخی هنرجویان بدون هیچ تلاش ذهنی، کدهای تولیدشده توسط هوش مصنوعی را کپی می‌کردند. اما با راهنمایی هنرآموز و تأکید بر درخواست «توضیح کد» به جای صرفاً «تولید کد»، این مشکل تا حد زیادی برطرف شد.

۲. محدودیت زیرساخت: هنرستان گروه آزمایش، با وجود برخورداری از اینترنت پرسرعت، در برخی جلسات با قطعی شبکه مواجه شد که نشان‌دهنده لزوم توجه به زیرساخت‌های پایدار است.

۳. عدم بومی‌سازی محتوای فارسی: ابزارهای هوش مصنوعی عمدتاً بر اساس زبان انگلیسی بهینه شده‌اند و هنرجویانی که در زبان انگلیسی ضعیف‌تر بودند، با چالش تعامل با این ابزارها روبه‌رو شدند. پیشنهاد می‌شود که هنرآموزان، واژه‌نامه دو زبانه تخصصی را در اختیار هنرجویان قرار دهند.

پیشنهادهای کاربردی برای نظام آموزش فنی و حرفه‌ای:

۱. طراحی برنامه درسی ترکیبی: محتوای کتب درسی باید به گونه‌ای بازنگری شود که استفاده از هوش مصنوعی به عنوان «ابزار کمک‌آموزشی» نه «جایگزین تفکر»، در آن گنجانده شود.

۲. توانمندسازی هنرآموزان: برگزاری دوره‌های «سواد هوش مصنوعی» برای هنرآموزان، با تأکید بر مهارت مهندسی پرامپت (Prompt Engineering) تا بتوانند بهترین پرسش‌ها را برای راهنمایی هنرجویان طراحی کنند.

۳. توسعه پلتفرم‌های بومی: حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان برای تولید ابزارهای هوش مصنوعی آموزش‌محور با پشتیبانی کامل از زبان و ادبیات فنی فارسی.

۴. ارتقای زیرساخت‌های شبکه: تأمین اینترنت پرسرعت و پایدار در کارگاه‌های کامپیوتر هنرستان‌ها به عنوان یک ضرورت غیرقابل‌انکار.

محدودیت‌های پژوهش و پیشنهاد برای آینده:

این پژوهش بر روی دو درس خاص (پایتون و امنیت شبکه) و در بازه زمانی ۱۲ جلسه انجام شد. پیشنهاد می‌شود پژوهشی طولی (حداقل یک سال تحصیلی) بر روی طیف وسیع‌تری از دروس (مانند طراحی وب، پایگاه داده و گرافیک رایانه‌ای) انجام شود. همچنین، بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر سبک‌های شناختی مختلف هنرجویان (نظیر سبک دیداری در برابر کلامی) می‌تواند به شخصی‌سازی بهتر آموزش کمک کند. در نهایت، پژوهش در زمینه اخلاقیات استفاده از هوش مصنوعی در آموزش (نظیر جلوگیری از تقلب و کپی‌کاری) ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

تقی‌زاده، م. و رحیمی، س. (۱۴۰۳). نگرش به هوش مصنوعی و خودکارآمدی تحصیلی در دانش‌آموزان متوسطه دوم. *مجله روان‌شناسی تربیتی*، ۱۹(۲)، ۱۱۲-۱۲۹.

زارع، ح.، کریمی، ا. و حسینی، ف. (۱۴۰۲). چالش‌های آموزش عملی رشته کامپیوتر در هنرستان‌های ایران. *فصلنامه فناوری آموزشی*، ۱۷(۴)، ۶۷-۸۲.

محمدی، ر. (۱۴۰۱). موانع یادگیری برنامه‌نویسی در هنرجویان فنی و حرفه‌ای. *نشریه مهارت‌آموزی*، ۱۱(۱)، ۴۵-۵۸.

Ausubel, D. P. (۱۹۶۸). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (۲۰۲۳). Artificial intelligence in programming education: The impact of ChatGPT on students' learning outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, ۶۱(۵)، ۱۰۳۴-۱۰۵۶.

Hermans, H. J. M. (۱۹۷۰). A questionnaire measure of achievement motivation. *Journal of Applied Psychology*, ۵۴(۴)، ۳۵۳-۳۶۳.

Sweller, J. (۲۰۱۹). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, ۶۷(۱)، ۱-۲۱.