فصلنامهٔ اندیشه‌های نوین تربیتی
دورهٔ ۲۱، شمارهٔ ٤، پیاپی ۷۸، زمستان ۱٤۰٤، ص ۹۲-۷۳

The Quarterly Journal of New thoughts on Education
Vol.21, No.4, Ser. 78, Winter 2026, Pp. 73-92

وب سایت نشریه: https://jontoe.alzahra.ac.ir/
10.22051/jontoe.2025.49321.4002

مقالهٔ پژوهشی

تحلیل کتاب‌سنجی روند پژوهش‌های کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴)

فرخ فیضی *[۱]، اسماعیل زارعی زوارکی [۲]، پرویز شریفی درآمدی[۳]، حسن رشیدی[۴]، فاطمه جعفرخانی [۵]

۱. دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.
۲. نویسندهٔ مسئول: استاد، گروه علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: ezaraii@yahoo.com
۳. استاد، گروه روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.
۴. استاد، گروه آموزشی رایانه، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.
۵. استادیار، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱۰/۰٤ **تاریخ پذیرش:** ۱٤۰۳/۱۲/۰۸

چکیده:

این پژوهش با هدف تحلیل و بررسی کتاب‌سنجی مطالعات مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی انجام شده است. این مطالعات در نشریات معتبر نمایه‌شده در نمایهٔ استنادی علوم اجتماعی از پایگاه داده Web of Science و با بهره‌گیری از نرم‌افزار VOS viewer مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مورد انتظار شامل شناسایی نشریات فعال در این حوزه، بررسی توزیع زمانی و جغرافیایی مقالات، شناسایی نویسندگان برجسته، مجلات تأثیرگذار، موضوعات کلیدی، کاربردهای هوش مصنوعی، گروه‌های نمونهٔ منتخب، روش‌های پژوهش استفاده شده و نیز بررسی نقش‌ها و الگوریتم‌های محبوب هوش مصنوعی بود. پژوهش به شیوهٔ تحلیل کمّی و با مراحلی از گردآوری داده‌ها، تحلیل کمّی، تحلیل شبکه و استفاده از نرم‌افزار انجام گرفت. منابع بررسی‌شده بر پایهٔ دو معیار اصلی انتخاب و ارزیابی شدند: نخست، استفاده از یک تکنیک مشخص هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری برای بهبود فرایند یادگیری یا آموزش، و دوم، برخورداری از شواهد تجربی مؤثر یا بررسی‌های جامع، و در یک بازهٔ زمانی معین (۲۰۰۰-۲۰۲٤) انجام گرفت. یافته‌های پژوهش در قالب جداول، نمودارها و نقشه‌های علمی ارائه گردید تا تفسیر آسان‌تر و ایجاد درک عمیق‌تری از این حوزهٔ علمی را امکان‌پذیر سازد.

کلیدواژه‌ها: کتاب‌سنجی، هوش مصنوعی، آموزش ریاضی، سیستم هوشمند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله:

فیضی، فرخ؛ زارعی زوارکی، اسماعیل؛ شریفی درآمدی، پرویز؛ رشیدی، حسن؛ جعفرخانی، فاطمه. (۱٤۰٤). تحلیل کتاب‌سنجی روند پژوهش‌های کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲٤). اندیشه‌های نوین تربیتی، ۹۲-۷۳: (٤)۲۱ . doi: 10. 2051/jontoe.2025.49321.4002

مقدمه

توانایی استدلال، حل مسئله و برقراری ارتباط در زمینه‌های ریاضی که به آن سواد ریاضی گفته می‌شود، یکی از اهداف اصلی آموزشی به شمار می‌رود (انجمن ملی معلمان ریاضی، ۱۹۸۹)، و نقشی اساسی در تمامی جنبه‌های زندگی دارد. اهمیت سواد ریاضی و مهارت حل مسئله به اندازه سواد خواندن و نوشتن مورد توجه بوده (واتسون، ۲۰۰۳، ص. ۱۵۷؛ استین، تورنر و بارکهارت، ۲۰۰۷، ص. ۲۸٦) و در اسناد مختلفی مانند (قانون آموزش آمریکا در سال ۱۹۹٤ و شورای ملی معلمان ریاضی ۲۰۰۰) مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین شواهد فزاینده‌ای وجود دارد که در قرن جدید، داشتن مهارت‌های پیشرفته ریاضی و فنی برای بسیاری از مشاغل ضروری است. بنابراین، اطمینان از این که تمامی دانش‌آموزان، نه فقط کسانی که به دنبال تحصیلات عالی هستند، به دانش و مهارت کافی ریاضی برای مقابله با چالش‌های قرن بیست و یکم مجهز باشند، امری حیاتی است (شین و همکاران، ۲۰۰۵، ص. ۱۸۱).

آموزش ریاضی همواره به‌عنوان موضوعی پیچیده و چالش‌برانگیز مورد توجه پژوهشگران قرار داشته است و بسیاری از پژوهشگران تلاش کرده‌اند تا با توسعهٔ راهبردها و ابزارهای گوناگون، به بهبود نتایج یادگیری ریاضی دانش‌آموزان کمک کنند (بری و تانگنی، ۲۰۱۷، ص. ۲۵٦). امروزه، پیشرفت فناوری‌های اطلاعاتی، ارتباطی و محاسباتی به‌عنوان نوعی بستر برای فراهم‌سازی آموزش متنوع و مورد نیاز مخاطبان (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۹، ص. ۱٤۰) و همچنین فراهم‌کنندهٔ فرصت‌های تازه‌ای برای ارتقای فرایند آموزش و یادگیری ریاضی است. یکی از این فناوری‌های نوین، هوش مصنوعی است که در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته به‌عنوان راه‌حلی بالقوه برای طیف وسیعی از مسائل مورد توجه قرار گرفته است (شیرین، ۲۰۲۲، ص. ٤).

اگر چه از اواخر دهه ۱۹۷۰، پژوهشگران به مطالعهٔ روش‌های بهره‌گیری از هوش مصنوعی در زمینه آموزش پرداخته‌اند. اما طی دهه گذشته، استفاده از هوش مصنوعی برای حمایت و تقویت فرایند یادگیری به‌طور چشمگیری افزایش یافته است (هولمز و همکاران، ۲۰۱۹، ص. ۱٤؛ ریزو و بوچارد، ۲۰۱۹)، و دامنهٔ کاربردهای آن در آموزش از کمک به ارزیابی خودکار عملکرد دانش‌آموزان و نظارت بر رشد آن‌ها گرفته تا ارائهٔ داربست‌ها و پیشنهادهای فردی به دانش‌آموزان، بی‌وقفه در حال افزایش بوده (پدرو، ۲۰۲۰، ص. ٦۲)، و توانسته است با پیشرفت سریع خود، سیستم‌های کامپیوتری را قادر بسازد تا برای شیوه‌های ارائه تدریس خصوصی، همانند یک مربی عمل کنند (چن و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۲).

کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش با وجودی که هنوز در مراحل اولیه خود است، اما در حال محبوب شدن است و پژوهشگران زیادی به این موضوع توجه نموده‌اند. به‌گونه‌ای که سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو) به کشورها پیشنهاد نموده است که سیاست‌هایی را در رابطه با اجرای هوش مصنوعی به‌منظور ارتقای نوآوری‌های آموزشی تدوین کنند. از جملهٔ کشورهای پیشرو در این زمینه می‌توان به ایالات متحده، سنگاپور و هند اشاره کرد که شیوه‌های اصلاحات آموزشی جدیدی را برای پژوهش، توسعه و پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی در آموزش ایجاد کرده‌اند (یوفیا و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ٥٤۸). پیشرفت هوش مصنوعی و فناوری‌های کامپیوتری، بسیاری از پژوهشگران را در جهان به انجام مطالعات متنوع در حوزهٔ کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش ترغیب نموده است. شناخت مجلات مهم و فعال در حوزهٔ انتشار پژوهش‌های مرتبط با هوش مصنوعی، نویسندگان مطرح و فعال، کلیدواژه‌های اصلی برای جست‌وجو و بسیاری از نکات دیگر، به پژوهشگران تازه‌کار در این حوزه کمک می‌نماید تا ضمن دسترسی به منابع معتبر و به‌روز، با جامعهٔ پژوهشی فعال، ارتباط داشته و بدین شکل کیفیت پژوهش‌ها تضمین گردد. ضمن اینکه به آنها کمک می‌کند با مطالعهٔ مقالات منتشرشده در مجلات معتبر، شکاف‌های پژوهشی موجود را شناسایی و موضوعات جدیدی برای پژوهش‌های آینده انتخاب کنند. بر این اساس، برای بررسی روند پژوهش‌های مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، در این مطالعه از پایگاه داده وب آو ساینس[1] برای انتخاب منابع استفاده شد و تحلیل نگاشت کتاب‌سنجی بر روی مطالعات استخراج‌شده از این پایگاه انجام گرفت. انتخاب این پایگاه

1. Web of Science

به دلیل اعتبار علمی بالا، نمایه‌سازی دقیق، و پوشش جامع آن از نشریات معتبر بین‌المللی بود. همچنین، این پایگاه با ارائه داده‌های استنادی و ساختاریافته، امکان تحلیل‌های دقیق کتاب‌سنجی، شناسایی الگوهای پژوهشی، و ارزیابی تأثیرگذاری مقالات را فراهم می‌کند. این پایگاه با پوشش گسترده موضوعی و تاریخی خود، منابع ارزشمندی برای پژوهش‌های میان‌رشته‌ای ارائه می‌دهد و با ابزارهای تحلیلی مانند VOS viewer سازگاری کامل دارد که این امر استخراج و تحلیل داده‌های مورد نیاز برای پژوهش را تسهیل می‌کند. بر این اساس پژوهش حاضر با هدف پاسخگویی به سؤالات زیر انجام گرفته است:

۱. روند تغییرات تعداد مقالات منتشر شده در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی بر اساس سال انتشار چگونه است؟
۲. کدام‌یک از مجلات حوزه آموزش، بیشترین تعداد مقالات مرتبط با هوش مصنوعی در آموزش ریاضی را منتشر کرده‌اند؟
۳. بیشترین استنادها در حوزهٔ کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، مربوط به کدام مجلات است؟
۴. پراستنادترین نویسندگان در حوزهٔ کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، چه کسانی هستند؟
۵. پرکاربردترین کلمات کلیدی در این حوزه که می‌تواند مورد استفادهٔ پژوهشگران قرار گیرد، چه کلماتی هستند؟
۶. کدام یک از حوزه‌های کاربردی هوش مصنوعی، گروه‌های نمونه پژوهشی، روش‌های پژوهش مورد استفاده در مطالعات، نقش‌های هوش مصنوعی و الگوریتم‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی بیشتر مورد توجه پژوهشگران بوده است؟

پیشرفت فناوری‌های مختلف اطلاعاتی و ارتباطی، فرصت‌ها و پتانسیل‌های خوبی برای تسهیل و بهبود شرایط آموزش و یادگیری و توسعهٔ مهارت‌های فناورانه فراهم نموده است (حامدی نسب و همکاران، ۱٤۰۳، ص. ٦۰). در بین دروس مختلف آموزشی در مدارس، ریاضیات افزون بر ارائهٔ دانش، به دلیل ویژگی‌هایی مانند پرورش تفکر مرتبهٔ بالاتر دانش‌آموزان، توانایی‌های پرسش‌گری، تفکر انتقادی، حل مسئله و تفکر خلاق، مهم است. چرا که ریاضیات پایه و اساس این توانایی‌هاست (دمایر و باسول، ۲۰۱٤، ص. ۲۰۲٦). از سوی دیگر در میان فناوری‌های موجود، هوش مصنوعی به‌عنوان پدیده‌ای مؤثر بیش از دیگر فناوری‌ها، مورد توجه محققان حوزهٔ آموزش و یادگیری قرار گرفته است. پژوهشگران زیادی از جمله (چن و همکاران، ۲۰۲۰؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱٤؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۲۰) نشان داده‌اند که تسهیل یادگیری شخصی از جمله اهداف کلیدی هوش مصنوعی در آموزش است، که امروزه با افزایش روزافزون یادگیری دانش‌آموزان در محیط‌های آنلاین، تمرکز بر عوامل هوش مصنوعی مبتنی بر وب، به‌عنوان معلم محتوا یا تسهیل‌کنندهٔ بحث آنلاین افزایش یافته است (آدامسون و همکاران، ۲۰۱٤، ص. ۲). مطالعات انجام شده تأکید کرده‌اند که در آموزش ریاضی، حمایت از دانش‌آموزان برای یادگیری تفکر انتقادی، برقراری ارتباط با دیگران، حل مسائل و ساختن دانش و همچنین ارائه مفاهیم و روش‌های ریاضی به آن‌ها مهم است. همچنین چندین پژوهشگر از جمله (داواداس و لای، ۲۰۱۷؛ چن و همکاران، ۲۰۲۰) اشاره کرده‌اند که استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی برای تجزیه‌وتحلیل وضعیت یا رفتارهای یادگیری دانش‌آموزان، امکان توسعهٔ مربیان هوشمندی را فراهم می‌کند که قادر به ارائه مداخلات مؤثر برای دانش‌آموزان به منظور بهبود عملکرد یادگیری آن‌ها هستند. ایجاد امکان ارتباط لحظه‌ای بین دانش‌آموزان و تعامل بین آنان و در عین حال دریافت بازخوردهای آنی، باعث تحول در آموزش ترکیبی، افزایش استقلال مربی و دانش‌آموز و در عین حال فراهم کنندهٔ یک محیط یادگیری جذاب‌تر و تعاملی‌تر است (الموساد و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۱).

هوش مصنوعی، جهشی در تفکر خلاق و نوآورانه در زمینه‌های مختلف، از جمله در آموزش ریاضی است (بین محمد و همکاران، ۲۰۲۲، ص. ۱). با کمک فناوری هوش مصنوعی، که هوش انسانی را برای استنتاج، قضاوت و یا پیش‌بینی، شبیه‌سازی می‌کند، سیستم‌های رایانه‌ای می‌توانند راهنمایی، پشتیبانی یا بازخورد شخصی برای دانش‌آموزان و همچنین کمک به معلمان در تصمیم‌گیری ارائه نمایند (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۱)، و زمینهٔ بهبود ظرفیت‌های دانش‌آموزان را فراهم نمایند (شیرین، ۲۰۲۲، ص. ۳). از جملهٔ دیگر ظرفیت‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، ایجاد زمینهٔ ارائه آموزش‌های انفرادی و تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی در دانش آموزان است که می‌تواند دانش آموزان نسل آلفا را برای نیازهای عصر دیجیتال آماده کند (ملکور و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۳۹). هوش مصنوعی

به معلمان و مربیان کمک نموده است تا وظایف اداری خود را در این بستر برای مواردی مانند بررسی تکالیف و نمره‌دهی به دانش‌آموزان به شکلی مؤثرتر و کارآمدتر انجام دهند و به کیفیت بالاتری در فعالیت‌های آموزشی خود دست بیابند (چن و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۳). ریاضی، به‌عنوان پایه و اساس بسیاری از نوآوری‌ها و زبانی جهانی برای درک و توصیف الگوها و روابط در دنیای اطراف ما، همواره نقش مهمی در علوم و فناوری‌ها ایفا کرده است. با این حال، آموزش و یادگیری آن همیشه با چالش‌های جدی مواجه بوده است. پیشرفت‌های فناوری، به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی، فرصتی برای ارائهٔ روش‌های نوین آموزشی و مقابله با این چالش‌ها فراهم کرده است. در دهه‌های اخیر، مطالعات انجام‌شده در این زمینه روند روبه‌رشدی داشته و توجه زیادی را به کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی جلب کرده است. اما با وجود این پیشرفت‌ها، کمبود بررسی‌های کتاب‌سنجی و تجزیه‌وتحلیل‌های جامع در این حوزه احساس می‌شود. این خلأ به‌ویژه برای پژوهشگران، مخصوصاً تازه‌کاران که نیاز دارند تا تصویری کامل از روندهای پژوهشی و نوآوری‌های موجود در این زمینه به دست آورند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بررسی‌های گذشته نشان می‌دهند که اگر چه در مطالعات بین‌المللی پژوهشگرانی همچون هوانگ و تو (۲۰۲۱)، سوبورتو و همکاران (۲۰۲٤)، پراهانی و همکاران (۲۰۲۲) و دیگران به تحلیل کتاب‌سنجی کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی پرداخته‌اند و تحقیقات مفیدی در این حوزه انجام داده‌اند، اما بیشتر پژوهش‌ها بر کاربردها، شیوه‌ها و نتایج استفاده از هوش مصنوعی در آموزش ریاضی تمرکز داشته‌اند و کمتر به تحلیل‌های کتاب‌سنجی پرداخته شده است. این مهم در سطح داخلی و به‌ویژه در مقالات منتشر شده به زبان فارسی، محسوس‌تر است. به‌طوری که جست‌وجوهای انجام‌شده تا زمان نگارش این مقاله نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که در ایران پژوهشی که به‌طور خاص به تحلیل کتاب‌سنجی در این زمینه پرداخته باشد، وجود ندارد. این امر اهمیت نگارش چنین تحقیقی را در بستر علمی ایران پررنگ‌تر می‌سازد و ضرورت انجام پژوهش‌های بیشتر در این حوزه را برجسته می‌کند. این مقاله می‌تواند به‌عنوان اولین گام در این راستا، نقشه‌ای جامع از روندهای پژوهشی و تحولات موجود در کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی ارائه دهد.

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش در این مطالعه به‌صورت تحلیل کمی و شامل مراحل مشخصی بود. در گام اول و در گردآوری داده‌ها (منابع اطلاعاتی و مشخص‌کردن پایگاه‌های داده معتبر، و تعیین معیارهای انتخاب مقالات شامل مشخص‌کردن کلمات کلیدی، بازه زمانی، حوزه علمی، و نوع اسناد) تعیین گردید. در گام دوم مقالات انتخابی از نظر توزیع زمانی، تحلیل جغرافیایی، شاخص‌های استنادی و شبکه‌های استنادی مورد بررسی قرار گرفت. در گام سوم و در تحلیل مقالات به شناسایی موضوعات کلیدی شامل استخراج مفاهیم، کلمات کلیدی و موضوعات پرکاربرد و در نهایت بررسی نظریه‌ها و رویکردهای علمی استفاده شده در مطالعات پرداخته شد و در گام چهارم با استفاده از نرم‌افزار (VOS viewer) تحلیل شبکه شامل بررسی همکاری‌های علمی بین نویسندگان، شناسایی ارتباطات میان موضوعات پژوهشی و ترسیم نقشه‌های بصری برای نشان‌دادن روندها و خوشه‌های پژوهشی پرداخته شد. استفاده از نرم‌افزار (VOS viewer) در این مطالعه به دلیل توانایی آن در تحلیل شبکه‌های استنادی و تجزیه‌وتحلیل هم‌استنادی بود. این نرم‌افزار می‌تواند ارتباطات پیچیده میان مقالات، نویسندگان و کلمات کلیدی را به‌صورت بصری نمایش دهد و روندهای علمی و خوشه‌های تحقیقاتی را شناسایی کند. همچنین، قابلیت ترسیم نقشه‌های بصری برای نمایش روندها، خوشه‌های موضوعی و ارتباطات علمی میان نویسندگان را فراهم می‌کند.

فرایند انتخاب مقالات در این مطالعه به پیروی از وو و همکاران (۲۰۱۳) در دو مرحله شناسایی و انتخاب مقالات صورت گرفت. در مرحله اول، یک مقاله زمانی که دارای دو معیار واجد شرایط بود به مجموعه بالقوه برای تحلیل اضافه گردید: (الف) پژوهش شامل یک تکنیک هوش مصنوعی خاص به‌عنوان مداخله‌ای برای کمک به یادگیری یا آموزش باشد و (ب) شواهد تجربی مؤثر یا بررسی‌های جامع باشند (معیارهای شواهد تجربی مؤثر به مقالاتی اشاره دارد که نتایج آن‌ها بر پایه داده‌های واقعی و تحقیقات میدانی یا آماری

معتبر استوار باشد .بررسی‌های جامع نیز به مقالاتی اطلاق می‌شود که به تحلیل و ارزیابی مجموعه‌ای از مطالعات پیشین پرداخته و تصویر کلی از وضعیت علمی حوزه مورد مطالعه ارائه دهند). بدین منظور در دهم ژانویه ۲۰۲٤، نشریات موجود در پایگاه داده (Web of Science) در دستهٔ آموزش و پژوهش‌های آموزشی با استفاده از دو رشته کلیدواژه هوش مصنوعی و کلیدواژه‌های مرتبط (“artificial intelligence” or “machine intelligence” or “intelligent support” or “intelligent virtual reality” or “chat bot*” or “machine learning” or “automated tutor*” or “personal tutor*” or “intelligent agent*” or “expert system*” or “neural network*” or “natural language processing” or “chatbot*” or “intelligent system” or “intelligent tutor*”) و ریاضی و آموزش ریاضی (“mathematics” or “math education*”) بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲٤ مورد جست‌وجو قرار گرفت. در مرحلهٔ اول جست‌وجو، مجموعاً تعداد ۸۹ مقاله به‌دست آمد. با بازبینی مقالات و مطالعهٔ عنوان و چکیده، تعداد ۱٦ مقاله از مقالات تعیین شده به دلایلی مانند عدم تطابق با موضوع، عدم رعایت معیارهای کیفی، تکراری بودن حذف شد و در نهایت ۷۳ مقاله برای تحلیل کتاب‌سنجی حفظ گردید.

یافته‌های پژوهش

در این مطالعه، به بررسی یافته‌های کلیدی در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی پرداخته شد. این یافته‌ها شامل شناسایی مجلات پیشرو در انتشار مقالات مرتبط، تحلیل استنادها، معرفی نویسندگان پراستناد، بررسی کلمات کلیدی پرکاربرد و تحلیل حوزه‌های کاربردی، روش‌های پژوهش و الگوریتم‌های مورد استفاده در این حوزه است. هدف از این بخش، ارائه تصویری جامع از روندها و جهت‌گیری‌های پژوهشی در این زمینه و کمک به پژوهشگران برای شناسایی فرصت‌های تحقیقاتی آینده است. بدین منظور با توجه به نتایج حاصل به بررسی سؤالات پژوهش پرداخته می‌شود.

سؤال ۱. روند تغییرات تعداد مقالات منتشر شده در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی بر اساس سال انتشار چگونه است؟

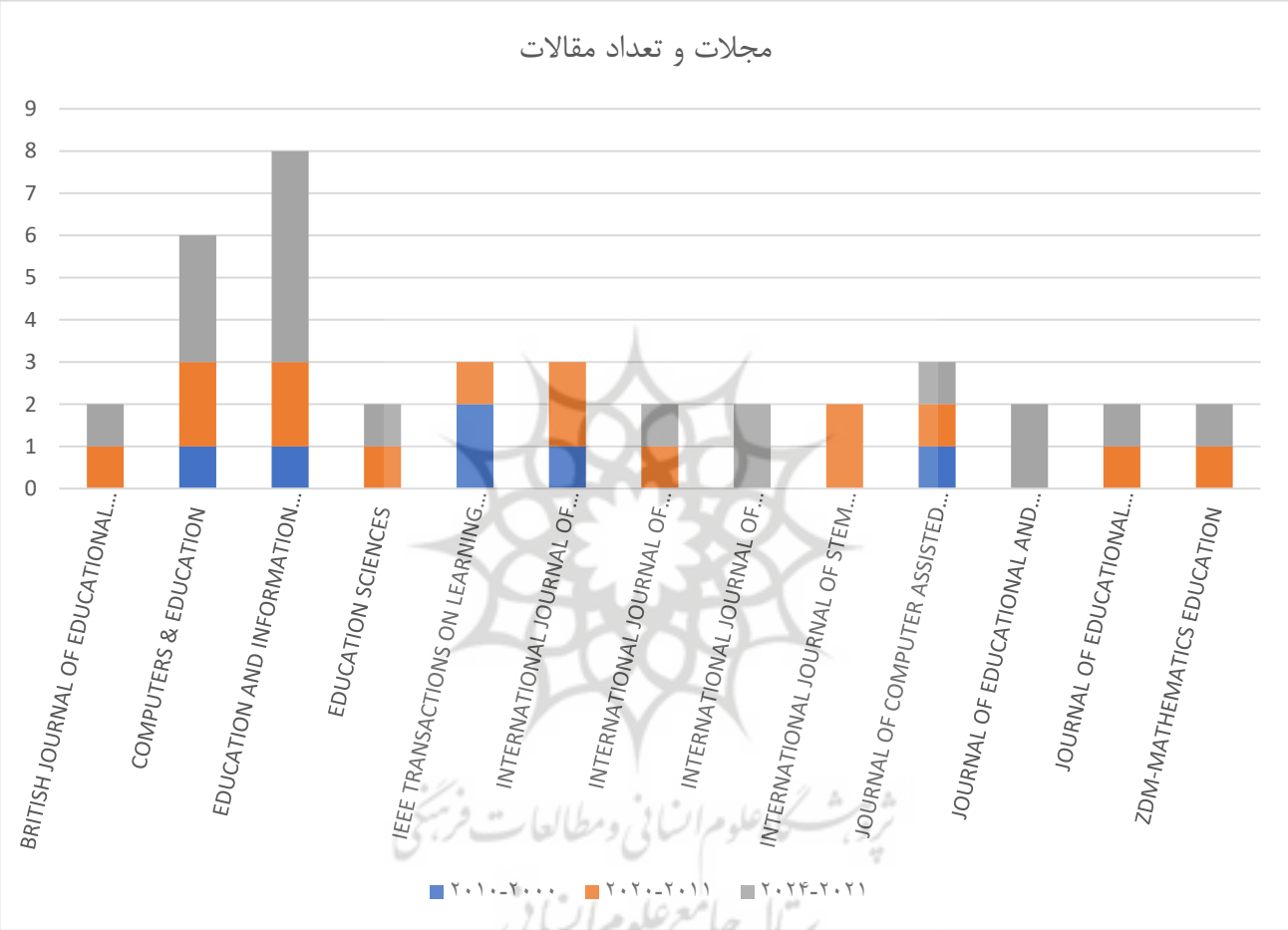
- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس سال انتشار

نمودار شمارهٔ ۱. تعداد مقالات مورد بررسی در هر سال

نمودار شمارهٔ ۱ سال نشر و تعداد مقالات انگلیسی مربوط به هر سال که در فرایند کتاب‌سنجی وارد شده‌اند را نشان می‌دهد. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ تعداد ۱۰ مقاله، از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ تعداد ۲۸ مقاله و از سال ۲۰۲۱ تا ۲۰۲٤ تعداد ۳۵ مقاله در این مطالعه وارد شده‌اند. بیشترین تعداد مقالات انتشاریافته که در فرایند کتاب‌سنجی وارد شده‌اند، مربوط به سال ۲۰۲۳ با تعداد ۱۹ مقاله بود. شکل نمودار به‌طور کلی بیانگر رشد تعداد مقالات مرتبط با حوزهٔ موضوعی پژوهش در سال‌های اخیر است.

سؤال ۲. کدام‌یک از مجلات حوزه آموزش، بیشترین تعداد مقالات مرتبط با هوش مصنوعی در آموزش ریاضی را منتشر کرده‌اند؟

- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس نوع مجله



نمودار شمارهٔ ۲. تعداد مقالات هر مجله در محدودهٔ سال‌های مورد نظر کتاب‌سنجی (فقط مجلات دارای بیش از یک مقاله)

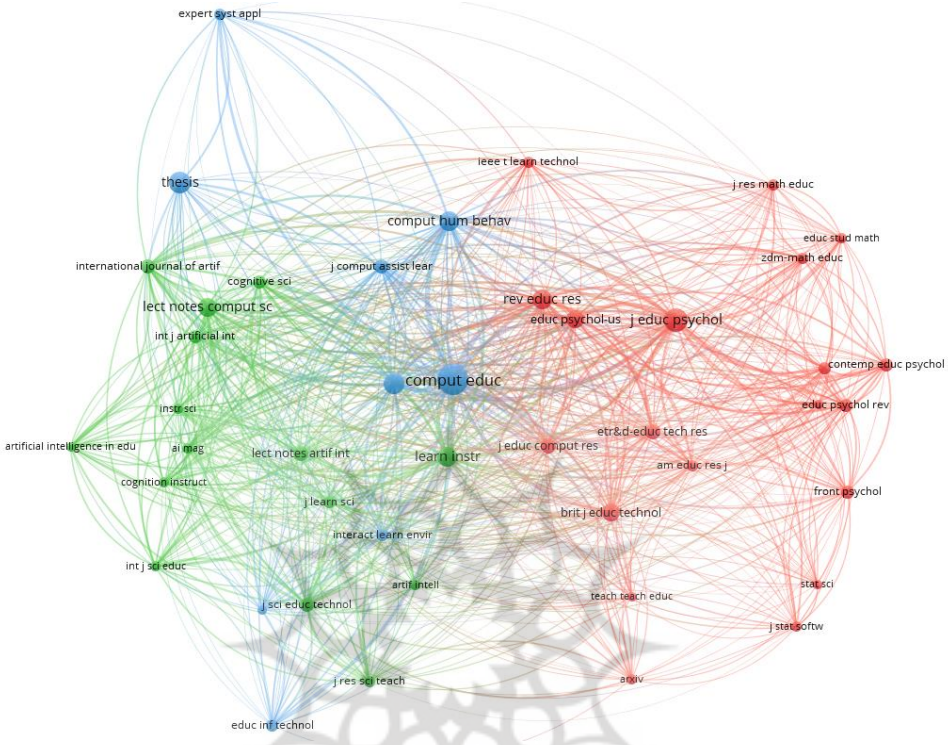
نمودار شمارهٔ ۲ مجلات با بیشترین تعداد مقاله در پژوهش‌های مربوط به کاربرد هوش مصنوعی در آموزش در بین سال‌های مورد نظر مطالعه برای کتاب‌سنجی (۲۰۰۰ تا ۲۰۲٤) را نشان می‌دهد.

مجلهٔ آموزش و فناوری اطلاعات[1] (با تعداد= ۸ مقاله) و مجلهٔ کامپیوتر و آموزش[2] (با تعداد = ٦ مقاله) دارای بیشترین مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی در این مطالعه بوده و دیگر مجلات دارای ۳ مقاله یا کمتر بوده‌اند.

سؤال ۳. بیشترین استنادها در حوزهٔ کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، مربوط به کدام مجلات است؟

1. Education and information technology
2. Computers & Education

به‌منظور تعیین مؤثرترین مجلات در حوزهٔ کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی در بین مجلات انتخابی، تجزیه‌وتحلیل هم‌استنادی بر اساس منابع استناد شده با استفاده از نرم‌افزار (VOS viewer) صورت گرفت (شکل شمارهٔ ۱). حداقل تعداد استنادها از منابع به ۱۰ مورد تنظیم گردید که بر اساس آن تعداد منابعی که باید انتخاب شوند به شکل خودکار روی ٤٤ تنظیم گردید. جدول زیر مجلات برتری را که دارای بیشترین استناد بوده‌اند را نشان می‌دهد. در بین ٤٤ مجلهٔ مورد بررسی، مجلهٔ کامپیوتر و آموزش با (۹۳ استناد مشترک) و مجلهٔ روان‌شناسی تربیتی[1] با (۵۲ استناد مشترک) دارای بیشترین استنادها در بین مجلات مورد نظر بوده‌اند.



شکل شمارهٔ ۱. مجلات با بیشترین استناد (تحلیل هم‌استنادی)

سؤال ٤. پراستنادترین نویسندگان در حوزهٔ کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، چه کسانی هستند؟

افزون بر تحلیل هم‌استنادی در مجلات، تحلیل استناددهی بر اساس مقالات نیز در بین مقالات صورت گرفت. تا مقالات با بالاترین میزان استناددهی مشخص شوند.

جدول شماره ۱، سه مقاله با بیشترین میزان استناد را در بین مقالات انتخابی نشان می‌دهد. این مقالات در مجلات (Computers & Education, International journal of STEM education, Educational Psychology) منتشر شده‌اند. این موضوع بیانگر آن است که این مجلات نسبت به سایر مجلات، کم و بیش مطالعات هوش مصنوعی و آموزش ریاضی را به‌عنوان کانون‌های پژوهشی مهم در نظر گرفته‌اند و مقالات بیشتری نسبت به دیگر مجلات در این حوزه منتشر کرده‌اند.

جدول شمارهٔ ۱. مقالات با بیشترین میزان استناد

رتبه	عنوان مقاله	مجله	نویسنده/نویسندگان-سال	مجموع استناددهی
۱	A problem solving oriented intelligent tutoring system to improve students' acquisition of basic computer skills.	*Computers & Education*,	Wang, D., Han, H., Zhan, Z., Xu, J., Liu, Q., & Ren, G. (2015)	۹۰

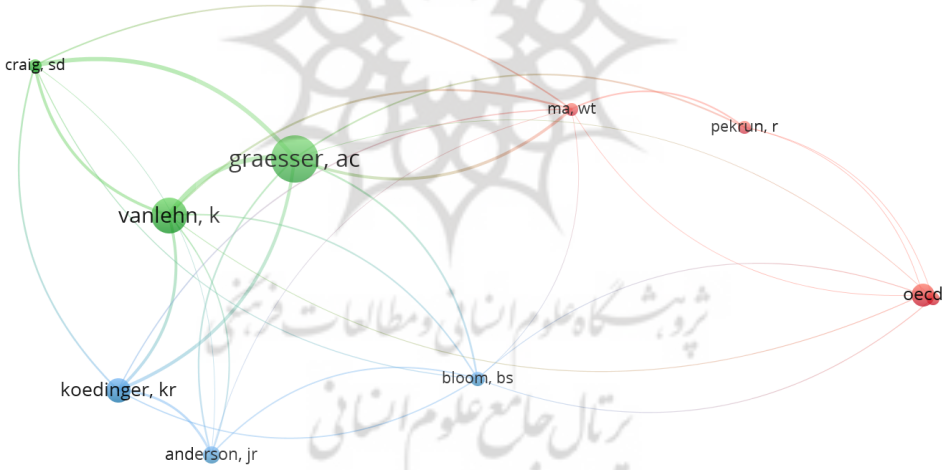
1. educational psychology

۲	SKOPE-IT (Shareable Knowledge Objects as Portable Intelligent Tutors): overlaying natural language tutoring on an adaptive learning system for mathematics.	*International journal of STEM education*	Nye, B. D., Pavlik, P. I., Windsor, A., Olney, A. M., Hajeer, M., & Hu, X. (2018).	۷۰
۳	An application of Chinese dialogue-based intelligent tutoring system in remedial instruction for mathematics learning.	*Educational Psychology*	Pai, K. C., Kuo, B. C., Liao, C. H., & Liu, Y. M. (2021).	۴۸

مطالعهٔ اول با بیشترین میزان استناد توسط وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۵ صورت گرفته است. این مطالعه سیستم آموزشی هوشمند را برای اجرای آموزش شخصی‌سازی‌شده و به‌منظور آموزش توانایی حل مسئله به‌کار گرفته است. نتایج این مطالعهٔ شبه‌تجربی بیانگر اثربخشی سیستم یادشده بر یادگیری دانش‌آموزان بوده است. مطالعهٔ دوم توسط نای و همکاران در سال ۲۰۱۸ صورت گرفته است. این مطالعه نتایج یادگیری و ادراک کاربر را که از تعامل با یک سیستم آموزشی هوشمند ترکیبی که برای ریاضیات ایجاد شده است می‌سنجد.

مطالعهٔ سوم توسط پای و همکاران در سال ۲۰۲۱ صورت گرفته است. به بررسی اثربخشی آموزشی یک سیستم آموزشی هوشمند مبتنی بر گفت‌وگو برای آموزش ریاضی پرداخته و نتایج امیدوارکننده‌ای را گزارش نموده است.

شکل شماره ۲، تحلیل هم‌استنادی برای نویسندگان مقالات با تعیین حداقل تعداد ۱۰ مورد برای هر نویسنده را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که مقالهٔ گریسر و همکاران (۲۰۱۸) دارای بیشترین میزان هم‌استنادی (٤٥ استناد)، مقالهٔ وانلهن و همکاران (۲۰۱٦) مرتبهٔ دوم مقالات پراستناد (۳۳ استناد) و مقالهٔ کودینگر و همکاران (۲۰۱۹) مرتبهٔ سوم مقالات پراستناد (۲۱ استناد) را در بین مقالات مورد بررسی به خود اختصاص داده‌اند.



شکل شمارهٔ ۲. نویسندگان با بیشترین میزان استناد (تحلیل هم‌استنادی)

سؤال ۵. پرکاربردترین کلمات کلیدی در این حوزه که می‌تواند مورد استفادهٔ پژوهشگران قرار گیرد، چه کلماتی هستند؟

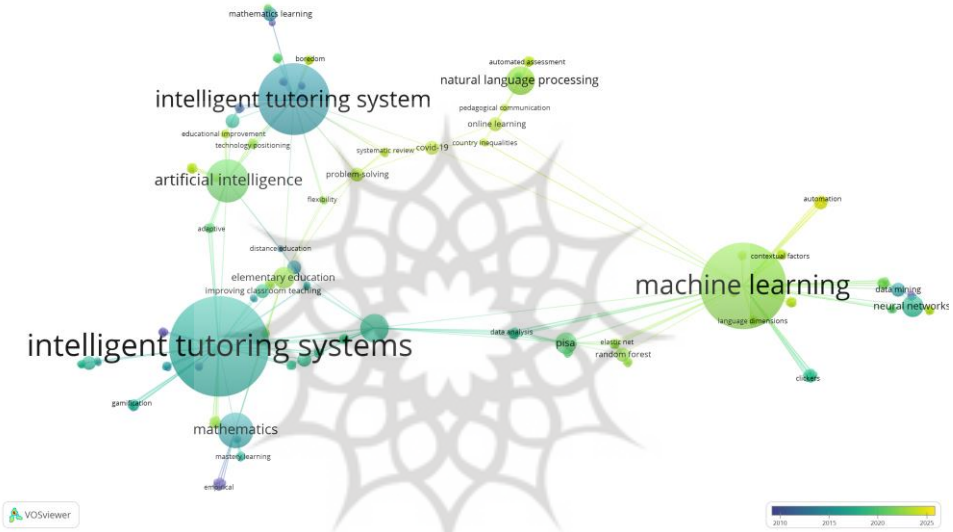
- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس بیشترین کلیدواژه‌های استفاده شده

در کل مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی (۷۳ مقاله)، تعداد ۲۷۷ کلمهٔ کلیدی نویسنده[1] گنجانده شده است. شکل زیر تحلیل خوشه‌ای ایجاد شده توسط نرم‌افزار (VOSviewer) را نشان می‌دهد. در مجموع ۲۷۷ کلمهٔ کلیدی با تعیین حداقل تعداد ۱ مورد برای هر کلمه کلیدی، در مجموع تعداد ۲۱۹ آیتم در ۲۷ خوشه دسته بندی و نتایج در شکل زیر نشان داده شده است.

1. auther keywords

پرکاربردترین کلمات کلیدی در بین مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی عبارت‌اند از: سیستم‌های آموزشی هوشمند[۱] (١٤ مورد)، یادگیری ماشینی[۲] (۱۲ مورد)، سیستم آموزشی هوشمند[۳] (۱۰ مورد)، هوش مصنوعی[٤] (٦ مورد)، ریاضیات[٥] (۵ مورد)، پردازش زبان طبیعی[٦] (٤ مورد)، آموزش ریاضی[۷] (٤ مورد). پرکاربرد بودن این کلمات کلیدی به دلیل تمرکز پژوهش‌ها بر به‌کارگیری فناوری‌های هوش مصنوعی برای بهبود کیفیت یادگیری و حل چالش‌های آموزش سنتی است. سیستم‌های هوشمند، یادگیری ماشینی و پردازش زبان طبیعی از فناوری‌های کلیدی هستند که امکان توسعهٔ آموزش شخصی‌سازی‌شده، تعاملی و تطبیقی را فراهم می‌کنند. از سوی دیگر، توجه ویژه به آموزش ریاضی و توسعهٔ ابزارهای مناسب برای بهبود یادگیری این درس پایه، به دلیل نیازهای آموزشی جهانی و چالش‌های موجود، باعث تکرار این مفاهیم در مقالات شده است.

افزون بر موارد یادشده، شکل شمارهٔ ۳، نشان می‌دهد که کلیدواژه‌های مورد توجه نویسندگان در مطالعات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس رنگ‌بندی موجود در سال‌های اخیر به سمت کلمات کلیدی مانند خودکارسازی[۸]، حوزه‌های زبانی[۹]، انعطاف پذیری[۱۰]، یادگیری آنلاین[۱۱]، حل مسئله[۱۲] و ارزیابی خودکار[۱۳] تغییر یافته است.

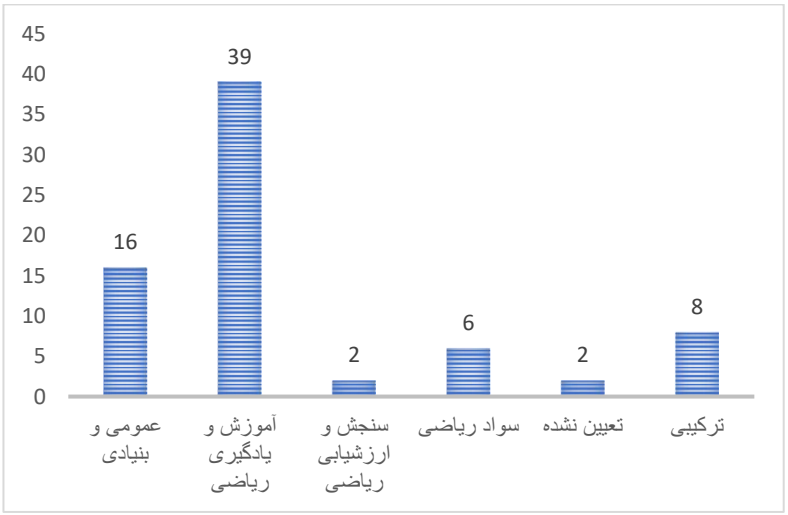


شکل شمارهٔ ۳. تحلیل همزمانی کلمه‌های کلیدی نویسندگان بین سال‌های (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴)

سؤال ٦. کدام یک از حوزه‌های کاربردی هوش مصنوعی، گروه‌های نمونهٔ پژوهشی، روش‌های پژوهش مورد استفاده در مطالعات، نقش‌های هوش مصنوعی و الگوریتم‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی بیشتر مورد توجه پژوهشگران بوده است؟

- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس حوزه‌های کاربرد

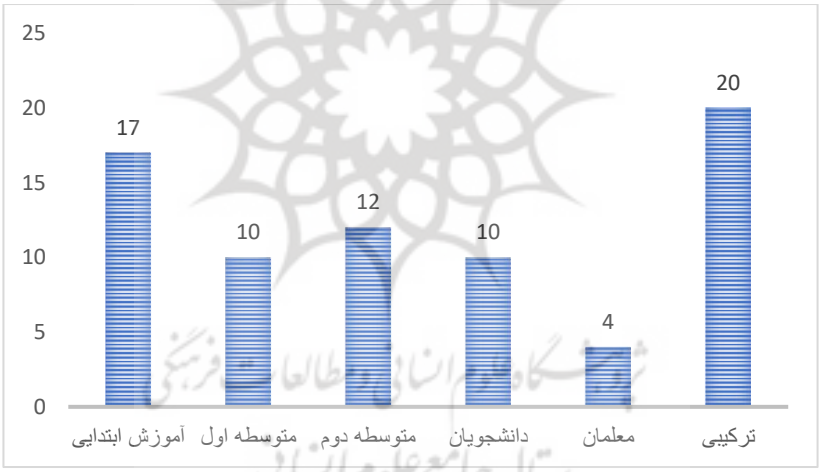
1. intelligent tutoring systems
2. machine learning
3. intelligent tutoring system
4. artificial intelligence
5. mathematics
6. natural language processing
7. mathematics education
8. automation
9. language dimension
10. flexibility
11. online learning
12. problem solving
13. automated assessment



نمودار شمارهٔ ۳. حوزه‌های کاربردی هوش مصنوعی در آموزش ریاضی (مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی)

نمودار شمارهٔ ۳، حوزه‌های کاربردی مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج ارائه‌شده در نمودار مورد نظر، می‌توان گفت بیشترین حوزه‌های کاربرد مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی به ترتیب در آموزش و یادگیری ریاضی (۳۹ مورد با حجمی معادل ۵۳/٤۲ درصد کل مطالعات) و عمومی و بنیادی (۱٦ مورد با حجمی معادل ۲۱/۹۲ درصد کل مطالعات) بوده است.

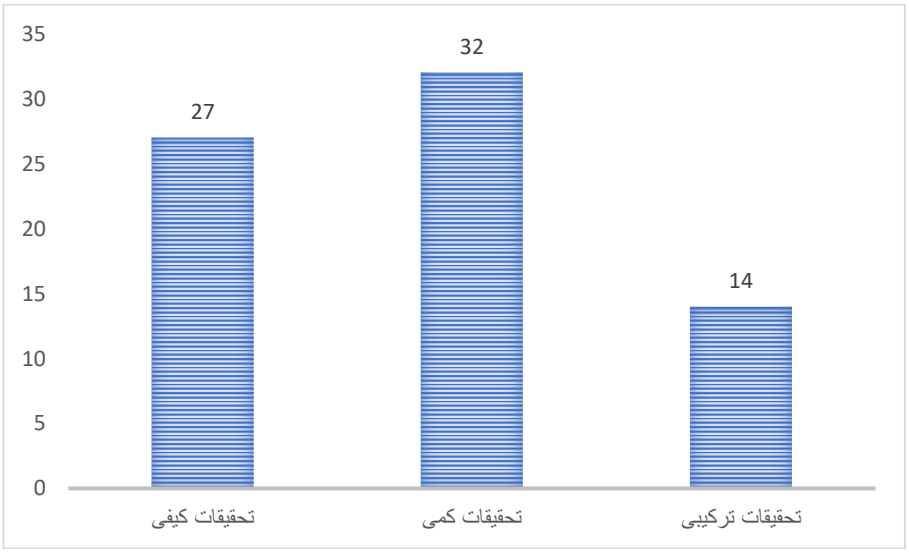
- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس گروه‌های نمونه



نمودار شمارهٔ ۴. گروه‌های نمونه پژوهشی مطالعات هوش مصنوعی در آموزش ریاضی (مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی)

نمودار شمارهٔ ٤، گروه‌های نمونه مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج ارائه‌شده در شکل زیر، می‌توان گفت که بیشترین گروه‌های نمونه به‌ترتیب در ترکیبی (۲۰ مورد و ۲۷/٤۰ درصد کل مطالعات)، آموزش ابتدایی (۱۷ مورد و ۲۳/۲۹ درصد کل مطالعات) بوده است.

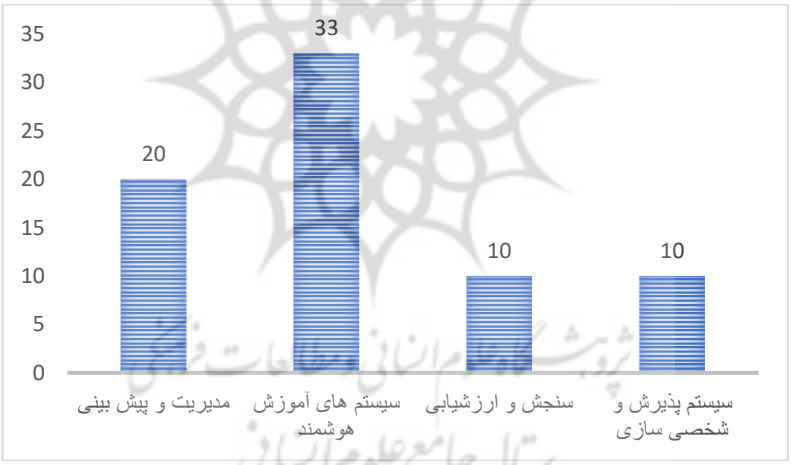
- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس روش‌های پژوهش



نمودار شمارهٔ ۵. روش‌های پژوهش در مطالعات هوش مصنوعی در آموزش ریاضی (مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی)

نمودار شمارهٔ ۵ روش‌های پژوهش به‌کار گرفته شده توسط مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج ارائه‌شده در شکل زیر، می‌توان گفت بیشترین مقالات به‌ترتیب به شیوهٔ کمی (۳۲ مورد و ٤۳/۸٤ درصد کل مطالعات)، کیفی (۲۷ مورد و ۳٦/۹۹ درصد کل مطالعات) و ترکیبی (١٤ مورد و ۱۹/۱۸ درصد کل مطالعات) بوده است.

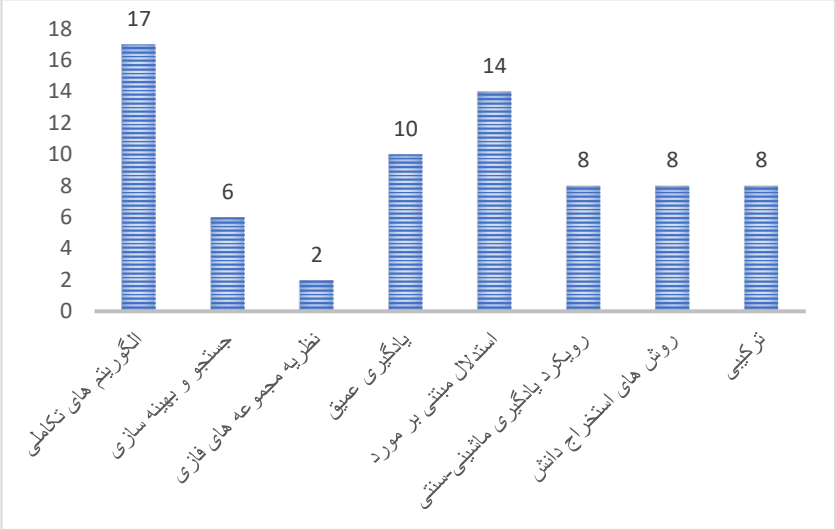
- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس نقش‌های هوش مصنوعی در آموزش



نمودار شمارهٔ ۶. نقش‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی (مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی)

نمودار شماره ٦، نقش‌های هوش مصنوعی در آموزش را بر اساس محتوای مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج ارائه شده در شکل زیر می‌توان گفت بیشترین نقش‌های هوش مصنوعی در آموزش به‌ترتیب سیستم‌های آموزشی هوشمند (۳۳ مورد و ٤٥/۲۱ درصد کل مطالعات)، مدیریت و پیش‌بینی (۲۰ مورد و ۲۷/٤۰ درصد کل مطالعات) و سنجش و ارزشیابی (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات) و سیستم پذیرش و شخصی‌سازی (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات) بوده است.

- آنالیز مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی بر اساس الگوریتم‌های هوش مصنوعی در آموزش



نمودار شمارهٔ ۷. الگوریتم‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی (مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی)

نمودار شمارهٔ ۷، الگوریتم‌های هوش مصنوعی در آموزش را بر اساس محتوای مقالات واردشده در فرایند کتاب‌سنجی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج ارائه شده در شکل زیر می‌توان گفت بیشترین الگوریتم‌های هوش مصنوعی در آموزش به‌ترتیب الگوریتم‌های تکاملی (۲۰ مورد و ۲۷/٤۰ درصد کل مطالعات)، جست‌وجو و بهینه‌سازی (۳۳ مورد و ٤۵/۲۱ درصد کل مطالعات)، نظریهٔ مجموعه‌های فازی (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات)، یادگیری عمیق (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات)، استدلال مبتنی بر مورد (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات)، رویکرد یادگیری ماشینی- سنتی (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات)، روش‌های استخراج دانش (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات) و ترکیبی (۱۰ مورد و ۱۳/۷۰ درصد کل مطالعات) بوده است.

نتیجه‌گیری و بحث

در این مطالعه به شیوهٔ کتاب‌سنجی، تعداد ۷۳ مقاله که در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲٤ در پایگاه داده (WOS) در دستهٔ آموزش و پژوهش‌های آموزشی منتشر شده بودند، انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بیشترین مقالات در بین مقالات مورد بررسی، مربوط به سال‌های اخیر و مخصوصاً سال ۲۰۲۳ است. این یافته می‌تواند مربوط به پیشرفت سریع فناوری‌های رایانه‌ای، دسترسی گسترده به داده‌ها و افزایش استفاده از سامانه‌های آموزش آنلاین، افزایش علاقه و سرمایه گذاری در هوش مصنوعی، کاربردهای گستردهٔ آن در آموزش، نیاز به بهبود کیفیت آموزش، افزایش همکاری‌های بین رشته‌ای، تأکید بر یادگیری شخصی‌سازی‌شده و توجه پژوهشگران به این حوزهٔ مهم در آموزش و یادگیری در سال‌های اخیر باشد.

فعال‌ترین مجلات در حوزه نشر مقالات مرتبط با موضوع به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، دو مجلهٔ آموزش و فناوری اطلاعات با تعداد ۸ مقاله و مجلهٔ کامپیوتر و آموزش با تعداد ٦ مقاله بودند. این دو مجله، به دلیل چند عامل کلیدی در سال‌های اخیر بیشترین انتشارات را در حوزه هوش مصنوعی داشته‌اند. این مجلات به دلیل ماهیت بین رشته‌ای و محتوای تخصصی، به‌طور خاص بر تلاقی فناوری اطلاعات و آموزش تمرکز دارند. و از آنجا که هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از پیشروترین فناوری‌های اطلاعاتی مطرح شده است، انتشار مقالات مرتبط با کاربردهای آن در آموزش به‌طور طبیعی در اولویت این مجلات قرار دارد. همچنین به دلیل افزایش نقش فناوری در آموزش در سال‌های اخیر، به‌ویژه پس از گسترش آموزش آنلاین و یادگیری الکترونیکی، تقاضا برای استفاده از ابزارهای هوشمند مانند هوش مصنوعی در سیستم‌های آموزشی افزایش یافته است. این مجلات بستری مناسب برای انتشار پژوهش‌هایی فراهم می‌کنند که به بررسی چگونگی استفاده از فناوری‌های نوین در آموزش می‌پردازند. در نهایت اینکه با افزایش پژوهش‌ها و مقالات علمی، رشد سریع پژوهش‌ها در زمینه هوش مصنوعی و کاربردهای آن در آموزش، منجر به افزایش تقاضا برای

انتشار این مقالات شده است. این دو مجله به دلیل اعتبار بالا و ضریب تأثیر[1] قابل‌توجه، به مجلات مرجع برای پژوهشگران این حوزه تبدیل شده‌اند.

پراستنادترین مجلات در بین ٤٤ مجله برای تحلیل هم‌استنادی دو مجلهٔ کامپیوتر و آموزش با (۹۳ استناد مشترک) و مجلهٔ روان‌شناسی تربیتی[2] با (۵۲ استناد مشترک) در بین مجلات مورد نظر بوده‌اند. این بدان معناست که پژوهشگران حوزهٔ IT علاقه‌مندی بیشتری به پژوهش در حوزهٔ کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی دارند. افزون بر تحلیل هم‌استنادی در مجلات، تحلیل استناددهی بر اساس مقالات نیز در بین مقالات صورت گرفت. مقالات با بالاترین میزان استناددهی، مقالهٔ وانگ و همکاران (۲۰۱۵) در مجلهٔ کامپیوتر و آموزش، مقالهٔ نای و همکاران (۲۰۱۸) در مجله بین المللی آموزش و مقالهٔ پای و همکاران (۲۰۲۱) در مجلهٔ روان‌شناسی تربیتی بودند. مقاله وانگ و همکاران (۲۰۱۵) با تمرکز بر ارتقاء مهارت‌های پایه‌ای کامپیوتر از طریق یک سیستم آموزشی هوشمند و استفاده از یک رویکرد مسأله محور برای یادگیری، روشی نوآورانه برای بهبود آموزش ارائه کرده است. همچنین کاربردپذیری و ارائهٔ شواهد تجربی قوی، مقاله را به منبعی معتبر و پرارجاع تبدیل کرده است. ضمن اینکه ساختار، طراحی و نتایج این پژوهش به‌گونه‌ای است که پژوهشگران می‌توانند از آن به‌عنوان پایه‌ای برای توسعهٔ سیستم‌های مشابه در زمینه‌های دیگر یا ارتقای بیشتر سیستم‌های موجود استفاده کنند و در نهایت اینکه مقاله در مجله‌ای با ضریب تأثیر بالا منتشر شده است.

مقالهٔ نای و همکاران (۲۰۱۸)، در مجله بین المللی آموزش، با سنجش نتایج یادگیری و ادراک کاربران از تعامل با یک سیستم هوشمند آموزشی ترکیبی، یک سیستم یادگیری تطبیقی برای آموزش ریاضیات ارائه می‌دهد که با استفاده از تدریس زبان طبیعی و اشیای دانشی قابل اشتراک‌گذاری، راهکاری جامع و نوآورانه را برای آموزش مؤثر ریاضی ارائه کرده است. این ترکیب نوین باعث شده توجه پژوهشگران بسیاری در حوزه‌های هوش مصنوعی، آموزش و زبان‌شناسی رایانشی به مقاله جلب شود. از جمله نقاط قوت این مقاله، استفاده از فناوری پردازش زبان طبیعی (NLP) برای ارائه تدریس به شیوه‌ای شبیه به تعاملات انسانی است. این قابلیت باعث شده تا یادگیری ریاضیات به شیوه‌ای طبیعی و تعاملی‌تر صورت گیرد، که این خود یکی از موضوعات جذاب در پژوهش‌ها آموزش و هوش مصنوعی است. همچنین ساختار ماژولار و قابل اشتراک‌گذاری سیستم آزمایش شده در این مطالعه، امکان استفاده مجدد و توسعهٔ آن در محیط‌ها و زمینه‌های مختلف آموزشی را فراهم کرده است. این ویژگی، مقاله را به منبعی الهام‌بخش برای پژوهش‌ها و پروژه‌های آتی تبدیل کرده است.

مقالهٔ پای و همکاران (۲۰۲۱)، در مجلهٔ روان‌شناسی تربیتی، با بررسی اثربخشی آموزشی یک سیستم آموزشی هوشمند مبتنی بر گفت‌وگو برای آموزش ریاضی، به یکی از نیازهای مهم نظام‌های آموزشی، یعنی آموزش ترمیمی برای رفع ضعف‌های یادگیری دانش آموزان در ریاضیات پرداخته است. همچنین مقاله با ارائهٔ شواهد تجربی نشان داده است که استفاده از این سیستم مکالمه‌محور در یادگیری ترمیمی ریاضی، به بهبود قابل‌توجه عملکرد دانش‌آموزان منجر می‌شود. این نتایج قوی و مستند، ارزش مقاله را در میان پژوهشگران افزایش داده است. افزون بر این، مقاله، در یک حوزه بین‌رشته‌ای جذاب قرار دارد که شامل هوش مصنوعی، پردازش زبان طبیعی و آموزش ریاضیات است. این ترکیب باعث شده است که پژوهشگران از حوزه‌های مختلف به مقاله استناد کنند.

تحلیل هم استنادی برای نویسندگان مقالات که به‌ترتیب مقالهٔ گریسر و همکاران دارای بیشترین میزان هم‌استنادی (٤۵ استناد)، مقالهٔ وانلهن و همکاران (۳۳ استناد) و مقالهٔ کودینگر و همکاران (۲۱ استناد) بوده‌اند. این موضوع بیانگر اهمیت این سه مطالعهٔ در حوزهٔ موضوعی پژوهش حاضر برای استفادهٔ سایر پژوهشگران است. از نتایج استفاده از تحلیل خوشه‌ای برای کلیدواژهٔ نویسندگان، سه خوشهٔ سیستم‌های آموزشی هوشمند[3]، یادگیری ماشینی[4] و سیستم آموزشی هوشمند[5] (۱۰ مورد)، بود. افزون بر این، به خوشه‌های

1. Impact Factor
2. educational psychology
3. intelligent tutoring systems
4. machine learning
5. intelligent tutoring system

کوچک‌تر مانند هوش مصنوعی[1]، ریاضیات[2]، پردازش زبان طبیعی[3] و آموزش ریاضی[4] می‌توان اشاره کرد. کلیدواژه‌های مورد توجه نویسندگان در مطالعات واردشده بر اساس رنگ‌بندی موجود در سال‌های اخیر به سمت کلمات کلیدی مانند خودکارسازی[5]، حوزه‌های زبانی[6]، انعطاف‌پذیری[7]، یادگیری آنلاین[8]، حل مسئله[9] و ارزیابی خودکار[10] تغییر یافته است. تغییر رویکرد کلیدواژه‌ها در حوزهٔ هوش مصنوعی به سمت کلمات کلیدی مطرح شده در اثر توسعهٔ ابزارهای خودکارسازی، تنوع زبانی در کلاس‌های درس به دلیل جهانی‌شدن آموزش، افزایش انعطاف‌پذیری در آموزش و تطبیق آنها با نیازهای مختلف دانش‌آموزان و نیز افزایش محبوبیت آموزش‌های آنلاین با شیوع همه‌گیری کووید-۱۹ بوده است. به طور خلاصه تغییر رویکرد کلیدواژه‌ها در حوزهٔ هوش مصنوعی در آموزش نشان‌دهنده تلاش پژوهشگران برای توسعهٔ سیستم‌های هوش مصنوعی است که بتوانند آموزش را مؤثرتر، شخصی‌تر و انعطاف‌پذیرتر کنند. این موضوع می‌تواند برای پژوهشگران علاقه‌مند به موضوع به‌منظور جست‌وجو و یافتن مطالعات مرتبط و یافتن موضوعات جدید برای مطالعه بسیار راه‌گشا باشد.

بیشترین کاربرد هوش مصنوعی در بین مطالعات در موضوع آموزش و یادگیری ریاضیات بوده، حوزه‌های دیگر مانند سواد ریاضی و سنجش و ارزشیابی ریاضی کمتر مورد توجه پژوهشگران بوده است. گروه‌های هدف برای به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش ریاضی به ترتیب نمونه‌های ترکیبی و آموزش ابتدایی بیشترین میزان را داشته‌اند. شاید این موضوع به دلیل ضعف پایه‌ای دانش‌آموزان ابتدایی در ریاضی به دلیل ظهور و بروز بیماری کرونا باشد. همچنین مقطع ابتدایی به دلیل حساسیت‌های خاص آموزشی در حوزهٔ ریاضی، و وجود دانش‌آموزان با نیازهای ویژه در این مقطع از شرایط ویژه‌تری برای توجه پژوهشگران برخوردار بوده است. در بین این گروه‌های نمونه، معلمان کمترین میزان توجه را از طرف پژوهشگران داشته‌اند. این بدان معناست که استفاده از هوش مصنوعی برای معلمان در ابتدای مسیر است و پژوهشگران بیشتر بر روی دانش‌آموزان تمرکز کرده‌اند. از نظر رویکرد پژوهشی بیشتر مطالعات از نوع مطالعات کمی بوده‌اند. این موضوع بیانگر علاقه‌مندی پژوهشگران به استفاده از هوش مصنوعی در میدان و تعیین اثربخشی آن بر مهارت‌های مختلف دانش‌آموزان در درس ریاضی است. بیشترین نقش هوش مصنوعی در آموزش به ترتیب در حوزهٔ سیستم‌های آموزشی هوشمند، مدیریت و پیش‌بینی و سنجش و ارزشیابی بوده است. بیشتر مطالعات به دنبال رویکردهای تکاملی و استدلال مبتنی بر مورد بوده‌اند این می‌تواند بیشتر ناشی از واقعیت نوپا بودن این حوزه در آموزش و همچنین تأکید بر اثربخشی آن به‌عنوان یک فناوری مهم و به‌روز در حوزهٔ آموزش و یادگیری باشد.

پیشنهادهای کاربردی

- طراحی و توسعهٔ سیستم‌های آموزشی هوشمند که بر مبنای نیازهای شخصی‌سازی شده دانش‌آموزان، روش‌های حل مسئله، و یادگیری تعاملی عمل کنند، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود فرایند یادگیری ریاضی ایفا کند.
- استفاده از هوش مصنوعی برای خودکارسازی فرایندهای ارزیابی، طراحی آزمون‌ها، و تحلیل عملکرد دانش‌آموزان می‌تواند زمان معلمان را برای تمرکز بیشتر بر یادگیری مفهومی آزاد کند.
- توسعهٔ سیستم‌های آموزشی تطبیقی مبتنی بر هوش مصنوعی که به طور خاص برای یادگیری آنلاین طراحی شده‌اند، می‌تواند یادگیری را متناسب با توانایی‌ها و نیازهای هر دانش‌آموز شخصی‌سازی کند.

1. artificial intelligence
2. mathematics
3. natural language processing
4. mathematics education
5. automation
6. language dimension
7. flexibility
8. online learning
9. problem solving
10. automated assessment

- ارائه ابزارهای هوش مصنوعی برای توانمندسازی معلمان در فرایند تدریس، طراحی درس، و مدیریت کلاس، می‌تواند منجر به بهبود کیفیت آموزش در ریاضیات شود.

پیشنهادهای پژوهشی

- از آنجا که کمترین توجه به معلمان در پژوهش‌های موجود مشاهده شده است، پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌هایی با تمرکز بر کاربرد هوش مصنوعی در توانمندسازی معلمان، ارتقای مهارت‌های آموزشی آن‌ها، و تسهیل فرایند تدریس طراحی شود. این پژوهش‌ها می‌توانند به توسعهٔ ابزارهایی بپردازند که معلمان را در ارائه تدریس بهتر یاری دهند.
- با توجه به اینکه بیشتر پژوهش‌ها از رویکرد کمی استفاده کرده‌اند، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های کیفی بیشتری انجام شود تا دیدگاه‌ها، تجربیات، و چالش‌های معلمان و دانش‌آموزان در استفاده از سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی بررسی شود.
- با وجود تمرکز عمده پژوهش‌ها بر آموزش و یادگیری ریاضیات، حوزه‌هایی مانند سواد ریاضی و ارزشیابی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌هایی در این حوزه‌ها انجام شود تا بتوان از پتانسیل هوش مصنوعی برای بهبود این جنبه‌ها نیز استفاده کرد.
- با توجه به روند اخیر در استفاده از کلمات کلیدی مانند خودکارسازی و یادگیری آنلاین، پیشنهاد می‌شود ابزارهای خودکارسازی برای انجام فرایندهایی مانند ارزیابی خودکار و شخصی‌سازی مسیر یادگیری طراحی و آزمایش شوند.
- به دلیل ماهیت بین‌رشته‌ای حوزه هوش مصنوعی و آموزش، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران از حوزه‌های مختلف مانند روان‌شناسی، زبان‌شناسی رایانشی، و فناوری آموزشی همکاری کنند تا راه‌حل‌های جامع‌تری ارائه دهند.

References

Adamson, D., Dyke, G., Jang, H. and Rose, C.P. (2014), "Towards an agile approach to adapting dynamic collaboration support to student needs", *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 24, pp. 2-6. https://doi.org/10.1007/s40593-013-0012-6

*Aleven, V., McLaren, B. M., & Sewall, J. (2009). Scaling up programming by demonstration for intelligent tutoring systems development: An open-access web site for middle school mathematics learning. *IEEE transactions on learning technologies*, *2*(2), 64-78. https://doi.org/10.1109/TLT.2009.22

Almusaed, A., Almssad, A., Yitmen, I., Homod, R. Z. (2023). Enhancing Student Engagement: Harnessing "AIED"'s Power in Hybrid Education—A Review Analysis. *Education Sciences*, 13(7), 632. https://doi.org/10.3390/educsci13070632

*Bahadir, E. (2016). Using Neural Network and Logistic Regression Analysis to Predict Prospective Mathematics Teachers' Academic Success upon Entering Graduate Education. Educational Sciences: *Theory and Practice*, 16(3), 943-964. https://doi.org/10.12738/estp.2016.3.0214

*Beal, C. R., Galan, F. C. (2015). Math word problem solving by English learners and English primary students in an intelligent tutoring system. *International Journal of Learning Technology*, *10*(2), 170-184. https://doi.org/10.1504/IJLT.2015.070686

*Beal, C. R., Arroyo, I. M., Cohen, P. R., & Woolf, B. P. (2010). Evaluation of AnimalWatch: An intelligent tutoring system for arithmetic and fractions. *Journal of Interactive Online Learning*, *9*(1).

*Bednorz, D., Kleine, M. (2023). Unsupervised machine learning to classify language dimensions to constitute the linguistic complexity of mathematical word problems. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *18*(1), em0719. https://doi.org/10.29333/iejme/12588

Bin Mohamed, M. Z., Hidayat, R., binti Suhaizi, N. N., bin Mahmud, M. K. H., & binti Baharuddin, S. N. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *17*(3), em0694. https://doi.org/10.29333/iejme/12132

*Botelho, A., Baral, S., Erickson, J. A., Benachamardi, P., & Heffernan, N. T. (2023). Leveraging natural language processing to support automated assessment and feedback for student open responses in mathematics. *Journal of Computer Assisted Learning*. https://doi.org/10.1111/jcal.12793

Bray, A., Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research–A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, *114*, 255-273. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004

*Bringula, R. P., Basa, R. S., Dela Cruz, C., Rodrigo, M. M. T. (2016). Effects of prior knowledge in mathematics on learner-interface interactions in a learning-by-teaching intelligent tutoring system. *Journal of Educational Computing Research*, *54*(4), 462-482. https://doi.org/10.1177/0735633115622213

*Bu, Y., Chen, F. (2023). What key contextual factors contribute to students' reading literacy among top-performing countries and economies? Statistical and machine learning analyses. *International Journal of Educational Research*, *122*, 102267. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.102267

Chen, C. J., Liu, P. L. (2007). Personalized computer-assisted mathematics problem-solving program and its impact on Taiwanese students. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *26*(2), 105-121.

Chen, L., Chen, P., Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. Ieee Access, 8, 75264-75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

Chen, X., Xie, H., Zou, D., Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, 100002. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

*Chevalère, J., Yun, H. S., Henke, A., Pinkwart, N., Hafner, V. V., Lazarides, R. (2023). A sequence of learning processes in an intelligent tutoring system from topic-related appraisals to learning gains. *Learning and Instruction*, *87*, 101799. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101799

*Chien, T. C., Yunus, A. S. M., Ali, W. Z. W., Bakar, A. R. (2008). The effect of an intelligent tutoring system (ITS) on student achievement in algebraic expression. *International Journal of Instruction*, *1*(2).

*Cronin, A., Intepe, G., Shearman, D., Sneyd, A. (2019). Analysis using natural language processing of feedback data from two mathematics support centres. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *50*(7), 1087-1103. https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1656831

*Dai, C. P., Ke, F., Pan, Y., Liu, Y. (2023). Exploring students' learning support use in digital game-based math learning: A mixed-methods approach using machine learning and multi-cases study. *Computers & Education*, *194*, 104698. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104698

Davadas, S. D., Lay, Y. F. (2017). Factors affecting students' attitude toward mathematics: A structural equation modeling approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(1), 517-529. https://doi.org/10.12973/ejmste/80356

*Del Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., Arevalillo-Herráez, M. (2023). Intelligent tutoring systems for word problem solving in COVID-19 days: could they have been (part of) the solution? *ZDM–Mathematics Education*, *55*(1), 35-48. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01396-w

*Del Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., Arevalillo-Herráez, M. (2022). Using intra-task flexibility on an intelligent tutoring system to promote arithmetic problem-solving proficiency. *British Journal of Educational Technology*, *53*(6), 1976-1992. https://doi.org/10.1111/bjet.13228

Demir, S., Basol, G. (2014). Effectiveness of Computer-Assisted Mathematics Education (CAME) over Academic Achievement: A Meta-Analysis Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *14*(5), 2026-2035. https://doi.org/10.12738/estp.2014.5.2311

*Dermeval, D., Leite, G., Almeida, J., Albuquerque, J., Bittencourt, I. I., Siqueira, S. W., Silva, A. P. D. (2017). An ontology-driven software product line architecture for developing gamified intelligent tutoring systems. *International Journal of Knowledge and Learning*, *12*(1), 27-48. https://doi.org/10.1504/IJKL.2017.088181

*Druzhinina, O. V., Karpacheva, I. A., Masina, O. N., Petrov, A. A. (2021). Development of an integrated complex of knowledge base and tools of expert systems for assessing knowledge of students in mathematics within the framework of a hybrid intelligent learning environment. *International Journal of Education and Information Technologies*, *15*, 122. https://doi.org/10.46300/9109.2021.15.12

*Duzhin, F., Gustafsson, A. (2018). Machine learning-based app for self-evaluation of teacher-specific instructional style and tools. *Education Sciences*, *8*(1), 7. https://doi.org/10.3390/educsci8010007

*El Mamoun, B., Erradi, M., El Mhouti, A. (2018). Using an intelligent tutoring system to support learners' WMC in e-learning: Application in mathematics learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, *13*(12), 142. https://doi.org/10.3991/ijet.v13i12.8938

*Erümit, A. K., Çetin, İ. (2020). Design framework of adaptive intelligent tutoring systems. *Education and Information Technologies*, *25*(5), 4477-4500. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10182-8

*Feng, M., Heffernan, N. T., Heffernan, C., Mani, M. (2009). Using mixed-effects modeling to analyze different grain-sized skill models in an intelligent tutoring system. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *2*(2), 79-92. https://doi.org/10.1109/TLT.2009.17

*Gabriel, F., Signolet, J., Westwell, M. (2018). A machine learning approach to investigating the effects of mathematics dispositions on mathematical literacy. *International Journal of Research & Method in Education*, *41*(3), 306-327. https://doi.org/10.1080/1743727X.2017.1301916

*Graesser, A. C., Hu, X., Nye, B. D., VanLehn, K., Kumar, R., Heffernan, C.,... & Baer, W. (2018). ElectronixTutor: an intelligent tutoring system with multiple learning resources for electronics. *International journal of STEM education*, *5*, 1-21. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0110-y

*Graff, M., Mayer, P., Lebens, M. (2008). Evaluating a web based intelligent tutoring system for mathematics at German lower secondary schools. *Education and Information Technologies*, *13*, 221-230. https://doi.org/10.1007/s10639-008-9062-z

*Gunel, K., Asliyan, R. (2009). Determining difficulty of questions in intelligent tutoring systems. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, *8*(3), 14-21.

*Guo, Z., Barmaki, R. (2020). Deep neural networks for collaborative learning analytics: Evaluating team collaborations using student gaze point prediction. *Australasian Journal of Educational Technology*, *36*(6), 53-71. https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.12012

*Gurcan, F., Erdogdu, F., Cagiltay, N. E., Cagiltay, K. (2023). Student engagement research trends of past 10 years: A machine learning-based analysis of 42,000 research articles. *Education and Information Technologies*, 1-25. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11803-8

Hamedinasab, S., Golkari, S., Ayati, M., Rostaminejad, M. A. (2024). Design and Validation of a Digital Literacy Model for Teachers of South Khorasan. *The Journal of New Thoughts on Education*, 20(3), 49-64. doi: 10.22051/jontoe.2023.42945.3742 (Text in Persian).

*Haraty, R.,Sharif, A. (2008). The Relationship between Using of an Intelligent Tutoring System and Class Achievement in a Basic Mathematics Course. *International Journal of Emerging technologies in Learning (iJET)*, *3*(2), 20-23.

*Haridas, M., Gutjahr, G., Raman, R., Ramaraju, R., Nedungadi, P. (2020). Predicting school performance and early risk of failure from an intelligent tutoring system. *Education and Information Technologies*, *25*, 3995-4013. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10144-0

Holmes, W., Bialik, M., Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education. Boston: Center for Curriculum Redesign*.

Hwang, G. J., Hung, P. H., Chen, N. S., Liu, G. Z. (2014). Mindtool-assisted in-field learning (MAIL): An advanced ubiquitous learning project in Taiwan. *Journal of Educational Technology & Society,* 17(2), 4-16.

Hwang, G. J., Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, *9*(6), 584. https://doi.org/10.3390/math9060584

Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *1*, 100001. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001

*Immekus, J. C., Jeong, T. S., Yoo, J. E. (2022). Machine learning procedures for predictor variable selection for schoolwork-related anxiety: evidence from PISA 2015 mathematics, reading, and science assessments. *Large-scale Assessments in Education*, *10*(1), 1-21. https://doi.org/10.1186/s40536-022-00150-8

*Jehan, S., Akram, P. (2023). Introducing Computer Science Unplugged in Pakistan: A Machine Learning Approach. *Education Sciences*, *13*(9), 892. https://doi.org/10.3390/educsci13090892

*Joaquim, S., Bittencourt, I. I., de Amorim Silva, R., Espinheira, P. L., Reis, M. (2022). What to do and what to avoid on the use of gamified intelligent tutor system for low-income students. *Education and Information Technologies*, *27*(2), 2677-2694. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10728-4

*Jugo, I., Kovačić, B., Slavuj, V. (2016). Increasing the adaptivity of an intelligent tutoring system with educational data mining: a system overview. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, *11*(3), 67. https://doi.org/10.3991/ijet.v11i03.5103

*King, C. L., Vincent, Kelvin, Warnars, H. L., Nordin, N., Utomo, W. H. (2021). Intelligent tutoring system: learning math for 6th-grade primary school students. *Education Research International*, *2021*, 1-10. https://doi.org/10.1155/2021/5590470

*Le, H., Jia, J. (2022). Design and implementation of an intelligent tutoring system in the view of learner autonomy. *Interactive Technology and Smart Education*, *19*(4), 510-525. https://doi.org/10.1108/ITSE-12-2021-0210

*Lee, D., Yeo, S. (2022). Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. *Computers & Education*, *191*, 104646. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104646

*Lezhnina, O., Kismihók, G. (2022). Combining statistical and machine learning methods to explore German students' attitudes towards ICT in PISA. *International Journal of Research & Method in Education*, *45*(2), 180-199. https://doi.org/10.1080/1743727X.2021.1963226

*Lippert, A., Shubeck, K., Morgan, B., Hampton, A., Graesser, A. (2020). Multiple agent designs in conversational intelligent tutoring systems. *Technology, Knowledge and Learning*, *25*, 443-463.

*Martínez, I. G., Batanero, J. M. F., Cerero, J. F., León, S. P. (2023). Analysing the impact of artificial intelligence and computational sciences on student performance: systematic review and meta-analysis. *NAER: Journal of New Approaches in Educational Research*, *12*(1), 171-197. https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1240

*McIntyre, N. A. (2023). Access to online learning: Machine learning analysis from a social justice perspective. *Education and Information Technologies*, *28*(4), 3787-3832. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11280-5

Melchor, P. J. M., Lomibao, L. S., Parcutilo, J. O. (2023). Exploring the Potential of AI Integration in Mathematics Education for Generation Alpha—Approaches, Challenges, and Readiness of Philippine Tertiary Classrooms: A Literature Review. *Journal of Innovations in Teaching and Learning*, *3*(1), 39-44. https://doi.org/10.12691/jitl-3-1-8

*Musso, M. F., Cascallar, E. C., Bostani, N., Crawford, M. (2020, July). Identifying reliable predictors of educational outcomes through machine-learning predictive modeling. *In Frontiers in Education* (Vol. 5, p. 104). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00104

*Nabiyev, V., Çakiroğlu, Ü., Karal, H., ERÜMİT, A. K., Ayça, Ç. E. B. İ. (2016). Application of graph theory in an intelligent tutoring system for solving mathematical word problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *12*(4), 687-701. https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1401a

*Nabiyev, V., Karal, H., Arslan, S., ERUMIT, A. K., Ayça, C. E. B. I. (2013). An artificial intelligence-based distance education system: Artimat. *Turkish Online Journal of Distance Education*, *14*(2), 81-98.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics.* Reston, VA: Autho.

*Nussbaum, M., Rosas, R., Peirano, I., Cárdenas, F. (2001). Development of intelligent tutoring systems using knowledge structures. *Computers & Education*, *36*(1), 15-32. https://doi.org/10.1016/S0360-1315(00)00048-8

*Nye, B. D., Pavlik, P. I., Windsor, A., Olney, A. M., Hajeer, M., Hu, X. (2018). SKOPE-IT (Shareable Knowledge Objects as Portable Intelligent Tutors): overlaying natural language tutoring on an adaptive learning system for mathematics. *International journal of STEM education*, *5*, 1-20.

*Nygren, E., Blignaut, A. S., Leendertz, V., Sutinen, E. (2019). Quantitizing affective data as project evaluation on the use of a mathematics mobile game and intelligent tutoring system. *Informatics in Education*, *18*(2), 375-402. https://doi.org/10.15388/infedu.2019.18

*Pai, K. C., Kuo, B. C., Liao, C. H., Liu, Y. M. (2021). An application of Chinese dialogue-based intelligent tutoring system in remedial instruction for mathematics learning. *Educational Psychology*, *41*(2), 137-152. https://doi.org/10.1080/01443410.2020.1731427

*Paiva, R. C., Ferreira, M. S., Frade, M. M. (2017). Intelligent tutorial system based on personalized system of instruction to teach or remind mathematical concepts. *Journal of Computer Assisted Learning*, *33*(4), 370-381. https://doi.org/10.1111/jcal.12186

*Park, S. (2023). Discovering Unproductive Learning Patterns of Wheel-spinning Students in Intelligent Tutors Using Cluster Analysis. *TechTrends*, 1-9. https://doi.org/10.1007/s11528-023-00847-9

Pedró, F. (2020). Applications of Artificial Intelligence to higher education: possibilities, evidence, and challenges. *IUL Research*, *1*(1), 61-76. https://doi.org/10.57568/iulres.v1i1.43

Prahani, B., Rizki, I., Jatmiko, B., Suprapto, N., Tan, A. (2022). Artificial intelligence in education research during the last ten years: A review and bibliometric study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *17*(8), 169-188. https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.29833

*Rau, M. A., Michaelis, J. E., Fay, N. (2015). Connection making between multiple graphical representations: A multi-methods approach for domain-specific grounding of an intelligent tutoring system for chemistry. *Computers & Education*, *82*, 460-485. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.009

*Richard, P. R., Fortuny, J. M., Gagnon, M., Leduc, N., Puertas, E., Tessier-Baillargeon, M. (2011). Didactic and theoretical-based perspectives in the experimental development of an intelligent tutorial system for the learning of geometry. *ZDM*, *43*, 425-439. https://doi.org/10.1007/s11858-011-0320-y

Rizzo, A., Bouchard, S. (2019). *Virtual Reality for Psychological and Neurocognitive Interventions*. (E, Azad., M.H, Abdoolahi., H, Zare). Arjmand Pub. (2022) (Text in Persian)

*Rojano, T., García-Campos, M. (2017). Teaching mathematics with intelligent support in natural language. Tertiary education students working with parametrized modelling activities. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, *36*(1), 18-30. https://doi.org/10.1093/teamat/hrw009

*Rosé, C. P., McLaughlin, E. A., Liu, R., Koedinger, K. R. (2019). Explanatory learner models: Why machine learning (alone) is not the answer. *British Journal of Educational Technology*, *50*(6), 2943-2958. https://doi.org/10.1111/bjet.12858

*Schumacher, P., Olinsky, A., Quinn, J., Smith, R. (2010). A comparison of logistic regression, neural networks, and classification trees predicting success of actuarial students. *Journal of Education for Business*, *85*(5), 258-263. https://doi.org/10.1080/08832320903449477

*Sevarac, Z., Jovanovic, J., Devedzic, V., Tomic, B. (2023). EXPLODE–a new model of exploratory learning environment for neural networks to improve learning outcomes. *Interactive Learning Environments*, *31*(10), 6542-6554. https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2042030

*Shih, S. C., Chang, C. C., Kuo, B. C., Huang, Y. H. (2023). Mathematics intelligent tutoring system for learning multiplication and division of fractions based on diagnostic teaching. *Education and Information Technologies*, 1-22. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11553-z

*Shin, D. (2022). Teaching mathematics integrating intelligent tutoring systems: Investigating prospective teachers' concerns and TPACK. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *20*(8), 1659-1676. https://doi.org/10.1007/s10763-021-10221-x

*Shin, J., Balyan, R., Banawan, M. P., Arner, T., Leite, W. L., McNamara, D. S. (2023). Pedagogical discourse markers in online algebra learning: Unraveling instructor's communication using natural language processing. *Computers & Education*, *205*, 104897. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104897

Shirin, A. (2022). Artificial Intelligence Technology on Teaching-Learning: Exploring Bangladeshi Teachers' Perceptions. *Embedded Selforganising Systems*, *9*(4), 3-9. https://doi.org/10.14464/ess.v9i4.553

*Sperling, K., Stenliden, L., Nissen, J., Heintz, F. (2022). Still w (AI) ting for the automation of teaching: An exploration of machine learning in Swedish primary education using Actor-Network Theory. *European Journal of Education*, *57*(4), 584-600. https://doi.org/10.1111/ejed.12526

Steen, L. A., Turner, R., Burkhardt, H. (2007). Developing mathematical literacy. *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study*, 285-294. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_30

Subroto, P. W., Malik, M., Raditya, A., Saputra, N. N. (2024). A Bibliometric Analysis on Artificial Intelligence in Mathematics Education. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, *9*(1), 1-15. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v9i1.2429

*Suk, Y. (2024). A within-group approach to ensemble machine learning methods for causal inference in multilevel studies. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *49*(1), 61-91. https://doi.org/10.3102/10769986231162096

*Suk, Y., Kim, J. S., Kang, H. (2021). Hybridizing machine learning methods and finite mixture models for estimating heterogeneous treatment effects in latent classes. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *46*(3), 323-347. https://doi.org/10.3102/1076998620951983

*Takami, K., Flanagan, B., Dai, Y., Ogata, H. (2023). Personality-based tailored explainable recommendation for trustworthy smart learning system in the age of artificial intelligence. *Smart Learning Environments*, *10*(1), 65. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00282-6

*Toprak, E., Gelbal, S. (2020). Comparison of classification performances of mathematics achievement at PISA 2012 with the artificial neural network, decision trees and discriminant analysis. *International Journal of Assessment Tools in Education*, *7*(4), 773-799. https://doi.org/10.21449/ijate.778864

*Urrutia, F., Araya, R. (2024). Who's the Best Detective? Large Language Models vs. Traditional Machine Learning in Detecting Incoherent Fourth Grade Math Answers. *Journal of Educational Computing Research*, *61*(8), 187-218. https://doi.org/10.1177/07356331231191174

*VanLehn, K., Wetzel, J., Grover, S., Van De Sande, B. (2016). Learning how to construct models of dynamic systems: an initial evaluation of the dragoon intelligent tutoring system. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *10*(2), 154-167. https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2514422

*Virvou, M., Tsiriga, V. (2001). An object-oriented software life cycle of an intelligent tutoring system. *Journal of Computer Assisted Learning*, *17*(2), 200-205. https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2001.00172.x

*Wang, D., Han, H., Zhan, Z., Xu, J., Liu, Q., Ren, G. (2015). A problem solving oriented intelligent tutoring system to improve students' acquisition of basic computer skills. *Computers & Education*, *81*, 102-112. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.003

*Wang, F., King, R. B., Leung, S. O. (2023). Why do East Asian students do so well in mathematics? A machine learning study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *21*(3), 691-711. https://doi.org/10.1007/s10763-022-10262-w

Watson, A. (2003). Teaching for understanding. *In Aspects of teaching secondary Mathematics* (pp. 169-179). Routledge.

Wu, Y. T., Hou, H. T., Hwang, F. K., Lee, M. H., Lai, C. H., Chiou, G. L.,... & Tsai, C. C. (2013). A review of intervention studies on technology-assisted instruction from 2005-2010. *Journal of Educational Technology & Society*, *16*(3), 191-203.

*Wulff, P., Buschhüter, D., Westphal, A., Mientus, L., Nowak, A., Borowski, A. (2022). Bridging the gap between qualitative and quantitative assessment in science education research with machine

learning—A case for pretrained language models-based clustering. *Journal of Science Education and Technology*, *31*(4), 490-513. https://doi.org/10.1007/s10956-022-09969-w

Xin, Y. P., Jitendra, A. K., Deatline-Buchman, A. (2005). Effects of mathematical word Problem—Solving instruction on middle school students with learning problems. *The Journal of Special Education*, *39*(3), 181-192. https://doi.org/10.1177/00224669050390030501

*Xu, W., Zhao, K., Li, Y., Yi, Z. (2012). FUDAOWANG: a web-based intelligent tutoring system implementing advanced education concepts. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, *10*(3), 67-90. https://doi.org/10.4018/jdet.2012070105

Yazdani, F., Ebrahimzadeh, I., Zandi, B., Alipour, A., and Zarif, H. (2010). Evaluation of the effectiveness of the electronic learning system at the Virtual Faculty of Islamic Sciences. *New Educational Thoughts*, 6(3), 137-183. doi:0.22051/jontoe.2010.215 (Text in Persian).

*Ye, L., Yuan, Y. (2022). Using a Machine Learning Approach to Explore Non-Cognitive Factors Affecting Reading, Mathematics, and Science Literacy in China and the United States. *Journal of Baltic Science Education*, *21*(4), 575-593. https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.575

*Yin, H., Zhang, Z., Liu, Y. (2023). The Exploration of Integrating the Midjourney Artificial Intelligence Generated Content Tool into Design Systems to Direct Designers towards Future-Oriented Innovation. *Systems*, *11*(12), 566. https://doi.org/10.3390/systems11120566

*Yoo, J., Kim, M. K. (2023). Using natural language processing to analyze elementary teachers' mathematical pedagogical content knowledge in online community of practice. *Contemporary Educational Technology*, *15*(3), ep438. https://doi.org/10.30935/cedtech/13278

Yufeia, L., Salehb, S., Jiahuic, H., Syed, S. M. (2020). Review of the application of artificial intelligence in education. *Integration (Amsterdam)*, *12*(8).

*Zhou, C. (2023). Integration of modern technologies in higher education on the example of artificial intelligence use. *Education and Information Technologies*, *28*(4), 3893-3910.

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons AttributionNoncommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی