8(27), 2025, 115-143 ISSN: 2476-3183 eISSN: 2476-3861 **Article Type:** Reserch Article **Received** Novemnber 04, 2023 **Received** in revised form January 25, 2025 **Accepted** February 14, 2024 **Published** Online March 25, 2025

Educational Technologies in Learning
https://jti.atu.ac.ir/

ATU PRESS

Designing an AI-Based Learning Program and Evaluating its Effectiveness on Problem-Solving Skills of Students with Mathematical Learning Disabilities

Farokh Feizi Ph.D. Student in Educational Technology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: Farokh.feizi@gmail.com

Esmaeil Zaraii Zavaraki* *Corresponding Author*, Professor, Department of Educational Technology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: ezaraii@yahoo.com

Parviz Sharifi Daramadi Professor, Department of Psychology and Education of Exceptional Children, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: sharifidaramadi@atu.ac.ir

Hassan Rashidi Professor, Department of Computer, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: hrashi@gmail.com

Fatemeh Jafarkhani Assistant Professor, Department of Educational Technology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: jafarkhanifatemeh6@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to design an AI-based learning program and evaluate its effectiveness on problem-solving skills of students with mathematical learning disabilities. In terms of purpose, this research is classified as developmental with an exploratory nature and was conducted using a quasi-experimental method with a control group. The statistical population included all fourth to sixth-grade elementary students with suspected mathematical learning disabilities in Mahidasht, Kermanshah Province, during the 2023–2024 academic year. After screening using the Bryant and Hammill Scale (2000), 20 students with access to online education were selected and divided into two groups of 10 (10 in the experimental group and 10 in the control group). Prior to implementing the program, a problem-solving skills test was administered as a pre-test for students. Subsequently, the designed program was implemented over six weeks. At the end, a post-test was conducted for both groups, and the results were analyzed based on the standardized Problem-Solving Skills Scale by Ahdhianto et al (2020). The findings revealed that integrating artificial intelligence into the mathematics educational program significantly improved problem-solving skills and related sub-skills among students.

Keywords: Artificial intelligence, Mathematics education, Problem-solving skills, Mathematical learning disability.

Cite this Article: Feizi, F., Zaraii Zavareki, E., Sharifi Daramadi, P., Rashidi, H., & Jafarkhani, F. (2025). Designing an AI-Based Learning Program and Evaluating its Effectiveness on Problem-Solving Skills of Students with Mathematical Learning Disabilities. *Technology of Instruction and Learning*, *8*(27), 115-143. https://doi.org/10.22054/jti.2025.83671.1535

© 2016 by Allameh Tabataba'i University Press
Publisher: Allameh Tabataba'i University Press

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

One of the emerging approaches in educational technology is the integration of artificial intelligence (AI) into learning environments. AI-based learning programs can personalize instruction, adapt content to individual needs, and provide immediate feedback. One of the areas where this approach shows particular promise is in supporting students with learning disabilities, especially those with mathematical learning disorders. These students often struggle with abstract reasoning, problem-solving, and retention of numerical concepts, which significantly affects their academic performance. With AI, it is possible to create intelligent tutoring systems that simulate one-on-one instruction and dynamically respond to each student's cognitive profile. While traditional instructional models have relied on Behaviorism, Cognitivism, and Constructivism, AI introduces a new paradigm that combines elements of these theories with data-driven personalization. However, a key challenge remains: how effective are AI-based learning programs in practice, particularly for students with learning disabilities? How can these technologies be designed to enhance specific cognitive skills such as problem-solving? In response to this gap, the present study was conducted with the aim of designing an AI-based learning program and evaluating its effectiveness on improving the problem-solving skills of students with mathematical learning disabilities.

Research Questions

What does a mathematics learning program using artificial intelligence for enhancing problem-solving skills in fourth to sixth-grade students with math learning disabilities look like? To what extent is an AI-based learning program effective in improving problem-solving skills in fourth to sixth-grade students with math learning disabilities?

Literature Review

Shiah et al. (1994) demonstrated that computer-assisted educational programs can improve problem-solving skills and attitudes in students with learning disabilities in mathematics. Babbitt and Miller (1996) reported the positive impact of using hypermedia on enhancing problem-solving skills in students with learning disabilities. Chen and Liu (2007) showed the positive effects of problem-solving instruction using personalized computers on fourth-grade students. Athanasios and Ioannidou (2012), by examining a decade of artificial intelligence applications in special education, stated that AI tools have been

successfully used to address challenges in the field of special education. Walkington (2013), in an experimental study involving 145 students, found that personalizing algebra instruction through intelligent technologies enables students to form more accurate and meaningful models of word problems and facilitates algebraic symbolization. Pai et al. (2021) reported the effectiveness of teaching multiplication and division concepts using an intelligent tutoring system for elementary school students. Rajendran et al. (2018) showed that students who use intelligent tutoring systems to learn mathematics experience lower levels of frustration in learning. Garg and Sharma (2020), by examining how AI affects the education of students with special needs, concluded that such technologies can make the educational and learning process easier for individuals with special needs.

Methodology

This developmental and exploratory study with applied objectives aimed to design and implement an AI-based educational intervention to enhance mathematics learning in students with learning disabilities. The research employed a quasi-experimental design using a pre-test–post-test method with a control group. The statistical population included students in grades 4 to 6 with mathematical learning disabilities in Mahidasht County, Kermanshah Province, during the 2023–2024 academic year. Initially, students performing below the 25th percentile were identified, and then the Bryant et al. (2000) scale was used for more accurate diagnosis. This scale was distributed electronically to teachers and completed for 127 students. Ultimately, 45 students were identified as having mathematical learning disabilities. From these, 20 students with access to online learning were randomly assigned to experimental and control groups. The data collection tools included a researcher-developed mathematics problem-solving test, designed in collaboration with teachers, and a problem-solving skill scale based on Polya's model, revised and validated by Ahdhianto et al. (2020). The test consisted of four components: understanding the problem, planning the solution, executing the plan, and drawing conclusions. Content validity of the instruments was confirmed by education experts, and their reliability was assessed using the test-retest method, yielding a Cronbach's alpha of 0.91. The Bryant scale also demonstrated high reliability in its original sources.

Results

The results showed that the students in the experimental group outperformed those in the control group in all criteria, including understanding the problem, planning a solution, solving the problem

Homepage://jti.atu.ac.ir/

according to the designed plan, drawing conclusions, and overall mathematical problem-solving performance.

Conclusion

The present study indicates that the use of an integrated teaching approach combined with artificial intelligence can have a significant impact on improving the learning process of students, especially those with learning disabilities in mathematics. Artificial intelligence, with its ability to personalize education based on individual needs and abilities, enables students to progress at their own pace and focus more on difficult concepts. Additionally, the immediate and continuous feedback provided by intelligent educational systems facilitates quick error correction and enhances the quality of learning. Moreover, the use of gamification and interactive environments increases the engagement of learners and reduces their frustration, ultimately improving their attitudes toward mathematics. These systems also strengthen critical thinking and problem-solving skills by helping students approach the learning process in a more structured and in-depth manner. Therefore, the integration of artificial intelligence technology into educational processes can play an effective role in enhancing the quality of teaching and learning and serves as an efficient and effective solution, especially for students with special needs.

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

فناوری‌های آموزشی در یادگیری
https://jti.atu.ac.ir/

دوره ۸، شماره ۲۷، ۱۴۰۴، ۱۱۵-۱۴۳
eISSN: 2476-3861 ISSN: 2476-3183
نوع مقاله: مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۴؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۶؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۵

طراحی برنامه یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی و بررسی اثربخشی آن بر مهارت حل مسئله دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی

فرخ فیضی — دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: farokh.feizi@gmail.com

اسماعیل زارعی زوارکی* — *نویسنده مسئول*، استاد، گروه علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: ezaraii@yahoo.com

پرویز شریفی درآمدی — استاد، گروه روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: sharifidaramadi@atu.ac.ir

حسن رشیدی — استاد، گروه آموزشی رایانه، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: hrashi@gmail.com

فاطمه جعفرخانی — استادیار، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: jafarkhanifatemeh6@gmail.com

چکیده

این مطالعه با هدف طراحی برنامه یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی و بررسی اثربخشی آن بر مهارت حل مسئله دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی صورت گرفت. ازنظر هدف، پژوهش حاضر ازجمله‌ی پژوهش‌های توسعه‌ای با ماهیت اکتشافی است و انجام آن به شیوه‌ی نیمه آزمایشی با گروه کنترل انجام گرفت. جامعه‌ی آماری مطالعه، شامل کلیه دانش‌آموزان مشکوک به اختلال یادگیری ریاضی پایه‌های چهارم تا ششم ابتدایی شهرستان ماهیدشت استان کرمانشاه در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بود؛ که پس از غربالگری با استفاده از مقیاس برایانت و هامیل (۲۰۰۰) تعداد ۲۰ نفر که امکان دسترسی به آموزش آنلاین را داشتند، انتخاب و در دو گروه ۱۰ نفری (۱۰ نفر گروه آزمایش و ۱۰ نفر گروه کنترل) قرار داده شدند. قبل از اجرای برنامه، آزمون مهارت حل مسئله برای دانش‌آموزان به شکل پیش‌آزمون اجرا و سپس برنامه‌ی طراحی‌شده به مدت ۶ هفته‌ی آموزشی اجرا گردید. در پایان پس‌آزمون برای هر دو گروه اجرا و نتایج بر اساس مقیاس استاندارد مهارت حل مسئله احدیانتو و همکاران (۲۰۲۰) مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که با به‌کارگیری هوش مصنوعی به شکل تلفیقی در برنامه‌ی آموزشی ریاضی، مهارت حل مسئله و خرده مهارت‌های مربوط به آن در دانش‌آموزان افزایش معناداری دارد.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، آموزش ریاضی، مهارت حل مسئله، اختلال یادگیری ریاضی

استناد به این مقاله: فیضی، فرخ، زارعی زوارکی، اسماعیل، شریفی درآمدی، پرویز، رشیدی، حسن و جعفرخانی، فاطمه. (۱۴۰۴). طراحی برنامه یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی و بررسی اثربخشی آن بر مهارت حل مسئله دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی. *فناوری‌های آموزشی در یادگیری*، ۸(۲۷)، ۱۱۵-۱۴۳.
https://doi.org/10.22054/jti.2025.83671.1535

© ۲۰۱۶ دانشگاه علامه طباطبائی
ناشر: دانشگاه علامه طباطبائی

مقدمه

توانایی استدلال، حل مسئله و برقراری ارتباط در مورد موقعیت‌های ریاضی، که به‌عنوان سواد ریاضی شناخته می‌شود، هدفی کلیدی برای یادگیری ریاضی، روشی اساسی برای انجام آن (National Council of Teachers of Mathematics, 1989)، و جزئی جدایی‌ناپذیر در تمام زمینه‌های زندگی است. اهمیت سواد ریاضی و حل مسئله برابر با سواد خواندن و نوشتن (Watson, 2003; Steen et al., 2007; Swanson & Siegel, 2011) و در مجامع مختلف ازجمله قانون آموزش آمریکا در سال ۱۹۹۴ و شورای ملی معلمان ریاضی در سال ۲۰۰۰ مورد تأکید قرار گرفته و شواهد روزافزونی وجود دارد که نشان می‌دهد سطوح بالایی از مهارت‌های ریاضی و فنی برای اکثر مشاغل در قرن جدید، موردنیاز است؛ بنابراین ضروری است که همه‌ی دانش‌آموزان، نه فقط آن‌هایی که قصد ادامه تحصیلات عالی را دارند، از دانش کافی ریاضی برای رویارویی با چالش‌های قرن بیست و یکم برخوردار باشند (Xin et al., 2005).

با رشد انتظارات در حوزه ریاضیات، اهمیت حل مسئله به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مهارت‌ها و مفاهیم در برنامه‌های درسی ریاضی بسیاری از کشورها افزایش یافته است. به‌گونه‌ای که شورای ملی معلمان ریاضی نیز در تعیین استانداردهای برنامه‌ریزی و ارزیابی درسی، بر اهمیت آموزش ریاضیات از طریق حل مسئله تأکید کرده و بیان داشته است که تقویت مهارت حل مسئله باید به‌عنوان اولویت اصلی در آموزش ریاضی در نظر گرفته شود و ازاین‌رویکرد برای تدریس محتوای ریاضی بهره گرفته شود (Babbitt & Miller, 1996). این در حالی است که با وجود اهمیت سواد ریاضی و حل مسئله، بسیاری از دانش‌آموزان با اختلالات یادگیری و رفتاری، در تسلط و تعمیم مهارت‌ها و مفاهیم ریاضی، مشکل دارند (Swanson & Siegel, 2011).

دانش‌آموزان ناتوان در یادگیری ریاضی، با وجود درک کافی و تلاش زیاد برای یادگیری حقایق عددی و انجام عملیات ریاضی، با مشکلاتی مواجه هستند، که درنهایت یک اختلال و ناتوانی در یادگیری را به آن‌ها تحمیل می‌نماید (Arroyo et al., 2011). آثار زیان‌بار این ناتوانی انکارناپذیر است به‌گونه‌ای که ممکن است این دانش‌آموزان، به دلیل شکست‌های مکرر در یادگیری، با عدم تلاش، کاهش عزت‌نفس و یا رفتارهای اجتنابی نظیر پرخاشگری، عدم تبعیت و ... پاسخ دهند. علاوه بر این، ضعف قابل‌توجه ریاضی، می‌تواند

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

عواقب جدی بر مدیریت زندگی روزمره و همچنین چشم‌انداز شغلی و ارتقاء شغلی این گروه از دانش‌آموزان در آینده داشته باشد. دشواری شدید و مداوم در انجام محاسبات حسابی، منجر به اختلال قابل‌توجه در مدرسه، محل کار و زندگی روزمره می‌گردد و خطر ابتلا به اختلالات روانی را افزایش می‌دهد (Haberstroh et al., 2019). این موضوع می‌تواند تأثیر منفی بر چشم‌انداز شغلی افراد، سلامت روانی و جسمی، نرخ بیکاری، دستگیری و حبس افراد مبتلا داشته باشد (Kucian & Von Aster, 2015; Duncan et al., 2007; Parsons & Bynner, 2005). لذا ضعف در این مهارت‌ها همواره برای دست‌اندرکاران امر آموزش در بسیاری از کشورها منشأ نگرانی بوده است.

آموزش ریاضی همواره به‌عنوان یک موضوع پیچیده و چالش‌برانگیز موردتوجه پژوهشگران بوده است. بسیاری از آن‌ها تلاش کرده‌اند با توسعه راهبردها و ابزارهای گوناگون، نتایج یادگیری ریاضی دانش‌آموزان را بهبود بخشند (Bray & Tangney, 2017). امروزه، با پیشرفت فناوری‌های مختلف اطلاعاتی، ارتباطاتی و محاسباتی، فرصت‌های جدیدی برای بهبود آموزش و یادگیری ریاضی فراهم گردیده است. ازجمله‌ی این فناوری‌ها، هوش مصنوعی است که نقش آن برای یادگیری ریاضیات در بسیاری از مطالعات موردتوجه قرار گرفته و استفاده از آن برای کمک به دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی به یک موضوع مهم تحقیقاتی تبدیل شده است (Shirin, 2022; Mokmin, 2020; AbuEloun & Naser, 2017; Paiva et al., 2017; Hsieh & Chen, 2019).

اگرچه از اواخر دهه ۱۹۷۰، پژوهشگران به مطالعه روش‌های بهره‌گیری از هوش مصنوعی در زمینه آموزش پرداخته‌اند؛ اما طی دهه گذشته، استفاده از هوش مصنوعی برای حمایت و تقویت فرآیند یادگیری به‌طور چشمگیری افزایش یافته است (Holmes et al., 2019)، و دامنه‌ی کاربردهای آن در آموزش از کمک به ارزیابی خودکار عملکرد دانش‌آموزان و نظارت بر رشد آن‌ها گرفته تا ارائه‌ی داربست‌ها و پیشنهادهای فردی به دانش‌آموزان، بی‌وقفه در حال افزایش است (Pedro, 2020) و توانسته با پیشرفت سریع خود، سیستم‌های کامپیوتری را قادر بسازد تا برای شیوه‌های ارائه تدریس خصوصی، همانند یک مربی عمل کنند (Chen et al., 2020).

کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش در حال محبوب شدن است و پژوهشگران زیادی به این موضوع توجه نموده‌اند. به‌گونه‌ای که سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

(یونسکو) به کشورها پیشنهاد نموده است که سیاست‌هایی را در رابطه با اجرای هوش مصنوعی به‌منظور ارتقاء نوآوری‌های آموزشی تدوین کنند. در همین راستا، کشورهایی نظیر ایالات‌متحده، سنگاپور و هند شیوه‌های اصلاحات آموزشی جدیدی را برای تحقیق، توسعه و پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی در آموزش ایجاد کرده‌اند (Yufeia et al., 2020). پیشرفت هوش مصنوعی و فناوری‌های کامپیوتری، بسیاری از پژوهشگران را در جهان به انجام مطالعات متنوع در حوزه‌ی کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش نموده است.

محققان زیادی ازجمله Chen and Lin (2007)، Hwang و همکاران (2014)، Hwang و همکاران (2020) و Garg and Sharma (2020) نشان داده‌اند که تسهیل یادگیری شخصی ازجمله 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 تسهیل‌کننده‌ی بحث آنلاین افزایش یافته است (Adamson et al., 2014). مطالعات انجام‌شده تأکید کرده‌اند که در آموزش ریاضی، حمایت از دانش‌آموزان برای ایجاد انگیزه و افزایش علاقه (گوهری اصل و همکاران، ۱۴۰۲)، 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 محقق ازجمله DavaDas and Lay (2017) و Chen و همکاران (2020) اشاره کرده‌اند که استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی برای تجزیه‌وتحلیل وضعیت یا رفتارهای یادگیری دانش‌آموزان، امکان توسعه مربیان هوشمندی را فراهم می‌کند که قادر به ارائه مداخلات مؤثر برای دانش‌آموزان به‌منظور بهبود عملکرد یادگیری آن‌ها هستند. ایجاد امکان ارتباط لحظه‌ای بین دانش‌آموزان و تعامل بین آنان و درعین‌حال دریافت بازخوردهای آنی، باعث تحول در آموزش تلفیقی، افزایش استقلال مربی و دانش‌آموز و درعین‌حال فراهم‌کننده‌ی یک محیط یادگیری جذاب‌تر و تعاملی‌تر است (Almusaed et al., 2023).

هوش مصنوعی، جهشی در تفکر خلاق و نوآورانه در زمینه‌های مختلف، ازجمله در آموزش ریاضی است (Bin Mahamed et al., 2022). 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 با نیازهای ویژه و همچنین کمک به معلمان در تصمیم‌گیری ارائه نمایند (Hwang et al., 2020)؛ و زمینه‌ی

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

بهبود ظرفیت‌های دانش‌آموزان را فراهم نمایند (Shirin, 2022). ازجمله‌ی دیگر ظرفیت‌های هوش مصنوعی در آموزش ریاضی به دانش‌آموزان با نیازهای ویژه، ایجاد زمینه‌ی ارائه آموزش‌های انفرادی و تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی در آنان است که می‌تواند دانش‌آموزان نسل آلفا را برای نیازهای عصر دیجیتال آماده کند (Melchor et al., 2023). هوش مصنوعی به معلمان و مربیان کمک نموده است تا وظایف اداری خود را در این بستر برای مواردی نظیر بررسی تکالیف و نمره دهی به دانش‌آموزان به شکلی مؤثرتر و کارآمدتر انجام دهند و به کیفیت بالاتری در فعالیت‌های آموزشی خود دست یابند (Chen et al., 2020). به همین دلیل، Gartner (2017) در گزارش سالانه خود در مورد فناوری‌های نوظهور اطلاعاتی را ارائه کرده است که ورود هوش مصنوعی به بازار را به‌عنوان یک فناوری امیدوارکننده توصیف می‌کند (Chassignol et al., 2018)، اگرچه ویژگی‌های چند رشته‌ای و به‌سرعت در حال رشد، هوش مصنوعی را به حوزه‌ای تبدیل کرده است که درک آن به‌آسانی ممکن نیست (Liu et al., 2018)، اما پیشرفت هوش مصنوعی این امکان را به وجود آورده است که سیستم‌های کامپیوتری بتوانند در آموزش، شبیه یک معلم خصوصی برای دانش‌آموزان عمل کنند (Chen et al., 2020)، که با توجه به اهمیت آموزش انفرادی برای دانش‌آموزان با نیازهای ویژه، لازم است به این موضوع توجه بیشتری شود.

هوش مصنوعی دارای ظرفیت‌ها و قابلیت‌های بسیار بالایی در آموزش ویژه است و در مقایسه با گذشته تقویت و ارتقا یافته است به‌ویژه در حوزه‌ی آموزش، تدریس و یادگیری، پیشرفت‌های قابل‌توجهی رخ داده و همچنان در حال وقوع است (Zaraii Zavaraki, 2024). شاهد این مدعا، نتایج مطالعات تجربی است که بیانگر آن است که فعالیت‌های صورت گرفته نویدبخش دریچه‌ای تازه از به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش کودکان با نیازهای ویژه است. Shiah و همکاران (1994) نشان دادند که برنامه‌های آموزشی به کمک رایانه می‌تواند بر بهبود مهارت حل مسئله و نگرش دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی یادگیری در ریاضی کمک کند. Babbitt and Miller (1996) تأثیر مثبت به‌کارگیری ابر رسانه را بر بهبود مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری گزارش کرده‌اند. Chen and Liu (2007) اثرات مثبت آموزش حل مسئله با کمک رایانه‌های شخصی‌سازی‌شده بر دانش‌آموزان کلاس چهارم نشان داده‌اند. Athanasios and Loannidou (2012) با بررسی یک دهه کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ویژه، بیان کردند که ابزارهای کاربردی هوش مصنوعی با

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

موفقیت برای حل مشکلات در زمینه‌ی آموزش ویژه استفاده شده است. Walkington (2013) با انجام یک مطالعه‌ی تجربی روی ۱۴۵ دانش‌آموز نشان داد که شخصی‌سازی آموزش جبر با استفاده از فناوری‌های هوشمند به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا مدل‌های دقیق‌تر و معنادارتری از مسائل کلامی را شکل دهند و نمادسازی جبر را تسهیل کنند. Pai و همکاران (2021) اثربخشی آموزش مفاهیم ضرب و تقسیم با استفاده از یک سیستم هوشمند آموزشی را برای دانش‌آموزان ابتدایی گزارش کرده‌اند. Rajendran و همکاران (2018) نشان دادند دانش‌آموزانی که از سیستم‌های هوشمند آموزشی برای یادگیری ریاضی استفاده می‌کنند سطوح پایین‌تری از ناامیدی در یادگیری را تجربه می‌کنند. Garg and Sharma (2020) با بررسی چگونگی تأثیر هوش مصنوعی بر آموزش دانش‌آموزان یا نیازهای ویژه، نشان دادند که این فناوری‌ها می‌توانند زندگی افراد با نیازهای ویژه را در حوزه‌ی آموزش و یادگیری، آسان‌تر کنند.

درحالی‌که هوش مصنوعی موهبتی برای افراد با نیازهای ویژه است، کمبود تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نتوانسته است ظرفیت استفاده از تمام پتانسیل این حوزه را برای آنان فراهم نماید، لذا لازم است تا با بررسی دیدگاه‌ها و زوایای مختلف شیوه‌های به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش این افراد، به معلمان و افراد درگیر در امر آموزش این گروه از کودکان، تصویری کامل از کاربردهای هوش مصنوعی برای آن‌ها فراهم گردد. بنا بر ملاحظات فوق نیاز به مطالعه و تحقیق در بخش‌های مختلف و قابل‌اجرا، خصوصاً در حوزه‌ی فناوری‌های نوین وجود دارد که کمتر به آن‌ها پرداخته شده است. با این دیدگاه در این مطالعه، یک سؤال و یک فرضیه مطرح گردید که در ادامه مورداشاره قرار گرفته‌اند:

برنامه یادگیری ریاضی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای تقویت مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان پایه‌های چهارم تا ششم ابتدایی با اختلال ریاضی چگونه است؟

برنامه یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی، در مقایسه با روش‌های سنتی آموزش، تأثیر بیشتری بر تقویت مهارت حل مسئله در دانش‌آموزان پایه‌های چهارم تا ششم با اختلال یادگیری ریاضی دارد.

روش

پژوهش حاضر ازنظر هدف، ازجمله‌ی پژوهش‌های توسعه‌ای با ماهیت اکتشافی است، ضمن اینکه اهداف کاربردی را دنبال می‌کند. توسعه‌ای بودن پژوهش ازآن‌جهت است که درصدد

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

است تا با انجام مطالعه و اقدامات تکمیلی، ضعف تئوری پردازی و نبود مدل و یا برنامه‌ی یادگیری مناسب در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضی، این نقیصه را برطرف نماید. در اجرا نیز ازجمله‌ی پژوهش‌های نیمه آزمایشی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری این مطالعه، دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی پایه‌های چهارم تا ششم ابتدایی شهرستان ماهیدشت استان کرمانشاه در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بودند. به‌منظور انتخاب نمونه‌ها، در ابتدا نسبت به تعیین کل افراد مشکوک به اختلال یادگیری ریاضی در جامعه‌ی هدف با ابزارهای مختلف پرداخته شد. به‌منظور شناسایی دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی، مراحلی برای شناسایی و تعیین آن‌ها در نظر گرفته شده است. در ابتدا دانش‌آموزانی که طبق مقررات در محیط مدرسه، دو سطح پایین‌تر از نمره مورد انتظار خود بودند. دوم دانش‌آموزانی که زیر صدک ۳۵ قرار می‌گیرند و سوم دانش‌آموزان که میانگین نمرات آن‌ها زیر صدک ۲۵ قرار دارد. با توجه به تنوع تعریفی و کاربرد مشکوک نقاط برش نسبتاً بالا برای تعیین ناتوانی، ما اصطلاح خطر مشکلات ریاضی[1] را انتخاب کردیم که آن را به‌عنوان عملکرد زیر صدک ۲۵ تعریف کردیم. نقطه‌ی برشی که اغلب برای تعیین خطر ناتوانی استفاده می‌شود.

پس از تعیین افراد فوق، به‌منظور تعیین دقیق‌تر دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری در درس ریاضی که درواقع جامعه‌ی هدف مطالعه‌ی حاضر بودند، از مقیاس تعیین ناتوانی یادگیری ریاضی Brayant و همکاران (2000) استفاده گردید تا کمترین میزان خطای ممکن در تفکیک این گروه از دانش‌آموزان، نسبت به سایر دانش‌آموزان، در ابتدای پژوهش داشته باشیم.

انتخاب نمونه‌ها در مرحله‌ی اول و به‌منظور تعیین دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی، با استفاده از مقیاس Brayant و همکاران (2000) صورت گرفت. بدین منظور مقیاس موردنظر در بستر پلتفرم گوگل فرم به‌صورت یک پرسشنامه‌ی الکترونیکی در آمد و لینک پرسشنامه‌ی مربوطه به همراه توضیحات لازم برای کلیه‌ی معلمان پایه‌های چهارم تا ششم ابتدایی در جامعه‌ی آماری موردنظر ارسال گردید. این فرم برای تعداد ۱۲۷ دانش‌آموز پایه‌های چهارم تا ششم مشکوک به ناتوانی ریاضی و با عملکرد زیر صدک ۲۵، توسط

1. risk of mathematics difficulties

معلمان تکمیل گردید. مشخصات جمعیت شناختی ارزیابان و دانش‌آموزان نمونه در جدول زیر ارائه گردیده است.

از ارزیابان خواسته شد تا مشخص کنند که دانش‌آموزان رتبه‌بندی شده در هر یک از شش حوزه‌ی (گوش کردن، صحبت کردن، خواندن، نوشتن، ریاضیات، استدلال) که در تعریف کمیته مشترک ملی ناتوانی‌های یادگیری[1] (۱۹۹۴-۱۹۹۰) به‌عنوان ناتوان یادگیری شناسایی شده‌اند، ضعف دارند یا خیر. از تعداد ۱۲۷ دانش‌آموز ارزیابی‌شده توسط معلمان، تعداد ۶۲ نفر به‌عنوان دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی یادگیری و از میان این مجموعه تعداد ۴۵ نفر به‌عنوان دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی توسط ارزیابان مشخص شدند. از میان این ۴۵ نفر، تعداد ۲۰ نفر را که امکان دسترسی به آموزش آنلاین را داشتند، انتخاب گردید و در دو گروه ۱۰ نفری آزمایش و کنترل قرار گرفتند.

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی افراد نمونه آماری

ویژگی‌های جمعیت شناختی ارزیابان		ویژگی‌های جمعیت شناختی دانش‌آموزان نمونه	
سن:	تعداد	سن:	تعداد
۲۰ تا ۳۰ سال	۱۳	۹ سال	۲
۳۱ تا ٤٠ سال	۷	۱۰ سال	۱۵
٤۱ تا ۵۰ سال	۱۵	۱۱ سال	۲۰
بالاتر از ۵۰ سال	۵	۱۲ سال	۱۳
		۱۳ سال	۱۲
جنس:	تعداد	جنس:	تعداد
مرد	۲۲	دختر	۱۷
زن	۱۸	پسر	٤۵
تجربه‌آموزشی:	تعداد	پایه تحصیلی:	تعداد
کمتر از ۵ سال	۱۲	چهارم ابتدایی	۱۸
٦ تا ۱۰ سال	۵	پنجم ابتدایی	۱٦
۱۱ تا ۱۵ سال	۲	ششم ابتدایی	۲۸
۱٦ تا ۲۰ سال	۵		
۲۱ تا ۲۵ سال	۹		
بالاتر از ۲۵ سال	۷		

1. National Joint Committee on Learning Disabilities

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

ویژگی‌های جمعیت شناختی ارزیابان		ویژگی‌های جمعیت شناختی دانش‌آموزان نمونه	
مدرک تحصیلی:	تعداد	وضعیت در پرونده تحصیلی:	تعداد
فوق‌دیپلم	۲	ناتوان یادگیری	۸
لیسانس	۲۰	دانش‌آموز عادی	٥٤
فوق‌لیسانس	۱٦		
دکتری	۲		

ابزار گردآوری داده‌ها، شامل آزمون مهارت حل مسئله محقق ساخته با همکاری ۳ نفر از معلمان متخصص در حوزه‌ی آموزش ریاضی بود که درنهایت تعداد ۱۰ سؤال در زمینه‌ی مهارت حل مسئله از مباحث مشترک بین پایه‌های چهارم تا ششم، طراحی گردید. همچنین از مقیاس تعیین میزان مهارت حل مسئله استفاده گردید. این آزمون مقیاسی برای تعیین میزان توانایی دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی است. این آزمون در اصل از Polya (1973) اقتباس گردیده و توسط Ahdhianto و همکاران (2020) اصلاح و اعتباریابی گردیده است. این آزمون شامل ۴ مقیاس فرعی است. این مقیاس‌ها درواقع همان مهارت‌های لازم برای حل یک مسئله است که شامل: درک و فهم مسئله، ایجاد نقشه برای حل مسئله، حل مسئله مطابق با نقشه‌ی طراحی‌شده و درنهایت نتیجه‌گیری است. در هرکدام از شاخص‌های چهارگانه، مقیاس‌هایی برای سنجش عملکرد دانش‌آموزان در نظر گرفته شده است که در جدول زیر ارائه گردیده است.

جدول ۲. شاخص‌های حل مسئله و مقیاس‌های سنجش هر شاخص

زیر مهارت‌ها	نمره	معیارهای امتیازدهی
درک و فهم مسئله	۲	دانش‌آموز درک و فهم خود از مشکل مطرح‌شده به‌وضوح می‌نویسد.
	۱	دانش‌آموز درک و فهم خود از مشکل را می‌نویسد اما مطالب او به مشکل مطرح‌شده مربوط نمی‌شود که نشان‌دهنده‌ی عدم درک مشکل است.
	۰	دانش‌آموز مطلبی نمی‌نویسد که بیانگر فهم او از مشکل مطرح شده باشد.
ایجاد نقشه برای حل مسئله	۲	دانش‌آموز نقشه‌ها و شرایط لازم (فرمول) موردنیاز برای حل مسئله‌ی مطرح‌شده را می‌نویسد و از تمام اطلاعات جمع‌آوری‌شده، استفاده می‌کند.

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

زیر مهارت‌ها	نمره	معیارهای امتیازدهی
	۱	دانش‌آموز طرحی برای حل مشکل مطرح‌شده می‌نویسد، اما طرح او به شکل منسجم نیست.
	۰	دانش‌آموز برای حل مسئله طرحی ندارد و نمی‌نویسد.
حل مسئله مطابق با نقشه‌ی طراحی‌شده	۲	دانش‌آموز طبق برنامه‌ریزی‌هایی که به‌طور دقیق انجام شده، مسائل را حل می‌کند. هیچ خطای رویه‌ای و محاسباتی وجود ندارد.
	۱	دانش‌آموز طبق برنامه‌ریزی‌هایی که انجام‌شده مسائل را حل می‌کند، اما اشتباهات رویه‌ای و محاسباتی وجود دارد.
	۰	دانش‌آموز طبق برنامه‌ریزی‌هایی که انجام‌شده مسائل را حل نمی‌کند.
نتیجه‌گیری	۲	دانش‌آموز با پیگیری مسئله و نتایج نتیجه‌گیری می‌کند.
	۱	دانش‌آموز نتیجه‌گیری می‌کند، اما مشکل و نتیجه را دنبال نمی‌کند.
	۰	دانش‌آموز هیچ نتیجه‌گیری نمی‌کند.

روایی مقیاس رتبه‌بندی دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی، توسط برایانت و همکاران (Brayant et al., 2000)، با کمک ۷۵ متخصص در LD تعیین و گزارش گردیده است. همچنین ضرایب پایایی همسانی درونی این مقیاس توسط طراحان مقیاس، برای گروه‌های ضعیف ریاضی و غیر ضعیف ریاضی به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۶ گزارش گردیده که نشان‌دهنده‌ی پایایی مقیاس موردنظر است همچنین این محققان در یک مطالعه با استفاده از ۱۵ مورد (نسخه کوتاه شده) از ۳۳ مورد مقیاس اصلی، آزمایش آزمون مجدد و مطالعات پایایی بین ارزیاب‌ها را انجام دادند. ازآنجاکه این نسخه‌ی کوتاه شده مقیاس با مقیاس اصلی دارای ضریب ۰/۹۷ بود و ضرایب برای بازآزمایی مجدد ۰/۸۸ و ۰/۹۱ برای قابلیت اطمینان بین ارزیابان، شواهد بیشتری از پایایی مقیاس ارائه می‌دهد.

ازآنجایی‌که آزمون مهارت حل مسئله دانش‌آموزان به شکل محقق ساخته و با همکاری معلمان باتجربه در آموزش پایه‌های چهارم تا ششم تهیه گردید. به‌منظور تعیین روایی صوری و محتوایی آزمون ازنظر متخصصان بهره گرفته شد به همین منظور آزمون مذکور پس از طراحی، در اختیار تعداد ۵ نفر از معلمان متخصص در آموزش مقطع ابتدایی قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا نظرات اصلاحی خود را نسبت به محتوا و فرم آزمون اعلام نمایند. نظرات اصلاحی معلمان موردنظر در آزمون اعمال گردید و برای تأیید نهایی دوباره در اختیار آن‌ها قرار گرفت. به‌منظور تعیین پایایی آزمون نیز از شیوه‌ی آزمون مجدد (بازآزمایی)

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

بهره گرفته شد. این روش عبارت از ارائه یک آزمون بیش از یک‌بار در یک گروه آزمودنی تحت شرایط یکسان است. برای محاسبه ضریب قابلیت اعتماد با این روش، ابتدا ابزار اندازه‌گیری بر روی یک گروه آزمودنی اجرا شده و سپس در فاصله زمانی کوتاهی دوباره در همان شرایط، آزمون بر روی همان گروه اجرا می‌شود. نمرات به‌دست‌آمده از دو آزمون موردنظر قرار گرفته و ضریب همبستگی آن‌ها محاسبه می‌شود. این ضریب نمایانگر قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار است. بدین منظور پس از تعیین روایی آزمون، بافاصله‌ی زمانی ۱۵ روز، آزمون روی یک گروه از دانش‌آموزان پایه‌های چهارم تا ششم به تعداد ۳۰ نفر (هر پایه تحصیلی ۱۰ نفر) اجرا گردید و پس از جمع‌آوری و تصحیح نتایج، میزان همبستگی درونی نتایج دو آزمون با استفاده از آلفای کرونباخ معادل ۰/۹۱ محاسبه گردید که بیانگر پایایی آزمون موردنظر است.

یافته‌ها

در این مطالعه یک سؤال و یک فرضیه مطرح گردید که بر اساس داده‌های گردآوری‌شده به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود.

سؤال پژوهش: برنامه یادگیری ریاضی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای تقویت مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان پایه‌های چهارم تا ششم ابتدایی با اختلال ریاضی چگونه است؟

در این مطالعه طرح‌های مختلفی برای اجرای برنامه یادگیری ریاضی به شیوه‌ی تلفیقی و مبتنی بر هوش مصنوعی طراحی گردید. یک نمونه از طرح‌های ایجادشده در ادامه ارائه می‌گردد.

جدول ۳. برنامه یادگیری ریاضی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و به روش تلفیقی (طرح شماره ۱)

مؤلفه‌ها	توضیحات	مفاهیم هوش مصنوعی
موضوع تحت پوشش	تقارن	
کتاب و پایه‌ها	ریاضی چهارم تا ششم	
موضوع و هوش مصنوعی تلفیق‌شده	درک مفهوم تقارن با استفاده از برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی	
اهداف	• درک مفهوم تقارن	اتودراو (Autodraw.com)

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

مؤلفه‌ها	توضیحات	مفاهیم هوش مصنوعی
	• درک مفهوم تقارن و عدم تقارن با استفاده از بازی‌های هوش مصنوعی • شناسایی تعداد خطوط تقارن در هر شکل (یک خط، دو خط و یا بیش از دو خط)	
زمان موردنیاز	دو جلسه‌ی ٤٠ دقیقه‌ای	
ترکیب کلاسی (چینش، زمان و مکان)	انعطافی	
مواد موردنیاز	قلم، کاغذ، لپ‌تاپ یا کامپیوتر، اتصال اینترنتی	
فعالیت‌های آماده‌سازی	از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تا بعضی از اشکال، اشیاء و ... را جمع‌آوری کرده و الگوی تقارن آن‌ها را موردبررسی و مشاهده قرار دهند.	
فعال‌سازی دانش قبلی	از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تا اشیایی را که نیمه‌های آن‌ها دارای تصویر آینه‌ای است مشخص و خط تقارن آن‌ها را رسم کنند.	
مقدمه	معلم مفهوم تقارن را با کمک اشیایی که دانش‌آموزان آورده‌اند، معرفی می‌کند.	
روش اجرا	چهار فعالیت برای هر یک از دانش‌آموزان تعریف می‌گردد: **فعالیت شماره یک:** از دانش‌آموزان خواسته می‌شود بسته به ماهیت اشیاء و اشکالی که در اختیار دارند نسبت به رسم خطوط تقارن هر یک اقدام و تعداد خطر هر یک را یادداشت کنند. در این فعالیت دانش‌آموزان قادر به شناسایی اشکال و اشیاء دارا یا فاقد خط تقارن مسلط خواهند شد. **فعالیت شماره دو:** از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تا اشیاء و اشکالی را که در اختیار دارند در آینه مورد مشاهده قرار دهند و اطمینان حاصل کنند که اگرچه تصویر نشان داده‌شده در آینه معکوس است اما خط تقارن را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. **فعالیت شماره سه:** از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تا با مراجعه به کتاب درک خود را از تقارن برای امتحان سؤالات مطرح‌شده در کتاب به کار بگیرند.	توانایی رسم دیداری رایانه، سیستم هوش مصنوعی رسم اتوماتیک را فعال می‌کند.

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

مؤلفه‌ها	توضیحات	مفاهیم هوش مصنوعی
	فعالیت شماره چهار: برای این فعالیت از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تا به سایت اتودراو (Autodraw.com) مراجعه کنند. پس از ورود به این وب‌سایت، از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که اولین نماد را از نوارابزار سمت چپ انتخاب کنند. این نماد عنصر هوش مصنوعی ابزار را فعال می‌کند. حال از دانش‌آموزان خواسته می‌شود هر شکلی را که دوست دارند ترسیم کنند. الگوریتم هوش مصنوعی نقاشی‌های احتمالی مشابه آن را شناسایی و پیش‌بینی می‌کند. پیش‌بینی‌های هوش مصنوعی در ردیف بالای صفحه‌ی فعال ظاهر می‌شود. پس از مشاهده‌ی پیش‌بینی‌ها و تجزیه‌وتحلیل میزان دقت دستگاه، از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تصویری را که در ذهن خود دارند (مثلاً یک شکل خاص هندسی یا یک بنای یادبود یا هر چیز دیگری) را ادامه داده و به شکل تقریبی نسبت به رسم آن اقدام کنند و هم‌زمان فعالیت‌ها و پیشنهادهای هوش مصنوعی را زیر نظر داشته باشند تا ببینند که در چه مرحله‌ای سیستم می‌تواند رسم دقیقی به آن‌ها بدهد. در این مرحله دانش‌آموزان ترسیم را متوقف و نسبت به تعیین خطوط تقارن شکل ایجادشده اقدام می‌کنند. پس از رسم خطوط هر دانش‌آموزان باید نسبت به ارائه‌ی دلایل خود برای خطوط رسم شده اقدام نماید.	
بحث در مورد متن	بحث آزاد و ارائه آن: تقارن و کاربرد آن در زندگی واقعی مانند علائم جاده، الگوهای روی تخته بازی‌های مختلف نظیر لودو (Ludo) یا شطرنج و ... ارائه‌ی نمونه‌های بیشتر از انعکاس و تقارن	
نتایج یادگیری	دانش‌آموزان: - مفهوم تقارن را درک خواهند کرد. - خطوط تقارن را درک خواهند کرد - رابطه‌ی بین انعکاس و تقارن را درک خواهند کرد.	
خودارزیابی و پیگیری	از دانش‌آموزان خواسته می‌شود: - نموداری با شکل‌های مختلف که الگوها و خطوط متقارن روی تقارن را نشان می‌دهد، بسازند. - ارزیابی کنند که در ارائه‌های خود چقدر موفق بوده‌اند.	

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

فرضیه پژوهش: برنامه یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی، در مقایسه با روش‌های سنتی آموزش، تأثیر بیشتری بر تقویت مهارت حل مسئله در دانش‌آموزان پایه‌های چهارم تا ششم با اختلال یادگیری ریاضی دارد.

در جدول زیر، شاخص‌های توصیفی نمرات به‌دست‌آمده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های کنترل و آزمایش شامل میانگین و انحراف استاندارد در سنجش خرده مهارت‌های حل مسئله و مهارت اصلی حل مسئله نشان داده شده است.

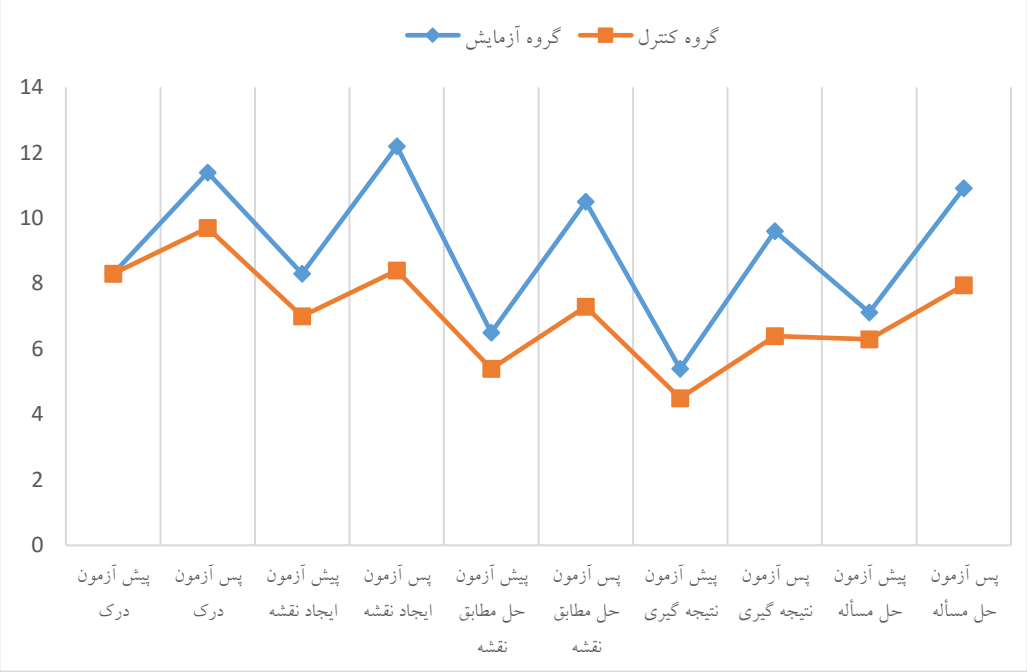
جدول ٤. شاخص‌های توصیفی خرده مهارت‌ها و مهارت اصلی حل مسئله در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

شاخص‌ها / متغیرها	گروه	پیش‌آزمون N	پیش‌آزمون M	پیش‌آزمون SD	پس‌آزمون N	پس‌آزمون M	پس‌آزمون SD
درک و فهم مسئله	آزمایش	۱۰	۸/۳	٤/۳٥	۱۰	۱۱/٤	۳/٤
	گواه	۱۰	۸/۳	۲/٤٥	۱۰	۹/۷	۲/٥٤
ایجاد نقشه برای حل مسئله	آزمایش	۱۰	۸/۳	۳/۳۷	۱۰	۱۲/۲	۳/۷۷
	گواه	۱۰	۷	۲/٥۸	۱۰	۸/٤	۳/۱۷
حل مسئله مطابق با نقشه	آزمایش	۱۰	٦/٥	۳/۷۲	۱۰	۱۰/٥	۳/۹۸
	گواه	۱۰	٥/٤	۲/۹۱	۱۰	۷/۳	۲/۹٥
نتیجه‌گیری	آزمایش	۱۰	٥/٤	۲/٥۹	۱۰	۹/٦	۳/۱
	گواه	۱۰	٤/٥	۲/۸۸	۱۰	٦/٤	۳/۲۷
مهارت اصلی حل مسئله	آزمایش	۱۰	۷/۱۲	۳/٤	۱۰	۱۰/۹۲	۳/۲۸
	گواه	۱۰	٦/۳	۲/٦۱	۱۰	۷/۹٥	۲/۸٤

نتایج ارائه‌شده در جدول فوق نشان‌دهنده‌ی آن است که اگرچه میانگین نمرات دو گروه در خرده مهارت‌های حل مسئله و همچنین مهارت کلی حل مسئله در پیش‌آزمون نزدیک به هم بوده، و در پس‌آزمون میانگین نمرات هر دو گروه رشد داشته این رشد در گروه آزمایش محسوس‌تر بوده است. در نمودار زیر میانگین نمرات دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مهارت‌های موردنظر مورد مقایسه قرار گرفته است.

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

نمودار ۱. رشد خرده مهارت درک و فهم مسئله در هر دو گروه



با توجه به نمودار می‌توان گفت اگرچه عملکرد دو گروه در پیش‌آزمون به هم نزدیک بوده است اما در پس‌آزمون‌ها تفاوت‌ها به نفع گروه آزمایش بیشتر گردیده است. این تفاوت در عملکرد دو گروه در مهارت کلی حل مسئله که دربرگیرنده‌ی خرده مهارت‌های حل مسئله است، به نفع گروه آزمایش، مشهودتر است.

آمار استنباطی با هدف رسیدن به نتیجه‌گیری نهایی و تأیید یا رد فرضیه‌های مطرح‌شده در یک مطالعه مورداستفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه طرح این تحقیق شامل ۴ خرده مهارت و یک مهارت اصلی حل مسئله با برگزاری پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه آزمایش و گواه بود. از تحلیل کوواریانس برای تحلیل داده‌های این مطالعه استفاده گردید. برتری این آزمون نسبت به سایر آزمون‌های هم گروه و مشابه در این است که در این آزمون، تأثیر نمرات پیش‌آزمون تعدیل می‌شود و در فرایند تحلیل در نظر گرفته می‌شوند.

استفاده از این آزمون نیازمند بررسی ۲ فرض اصلی (نرمال بودن توزیع نمرات و برابری واریانس‌ها) است که به‌عنوان مفروضه‌های این آزمون مطرح می‌شوند. اگر این فرض‌ها رعایت نشود، نتایج (ANCOVA) صحیح نخواهد بود.

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

جدول ۵. آزمون K-S جهت بررسی نرمال بودن متغیرهای پژوهش

متغیرها	آزمون‌ها	آزمون کولموگراف-اسمیرنوف		
		n	K-S	p-Value
درک و فهم مسئله	پیش‌آزمون	۲۰	۰/۱۹	۰/۰۵۸
	پس‌آزمون	۲۰	۰/۱٤۸	۰/۲۰۰
ایجاد نقشه	پیش‌آزمون	۲۰	۰/۱۸٤	۰/۰۷٦
	پس‌آزمون	۲۰	۰/۱۲۸	۰/۱۹۳
حل مطابق نقشه	پیش‌آزمون	۲۰	۰/۱۸۳	۰/۰۷۹
	پس‌آزمون	۲۰	۰/۱٤۹	۰/۱۹۸
نتیجه‌گیری	پیش‌آزمون	۲۰	۰/۱۷۰	۰/۱۳۱
	پس‌آزمون	۲۰	۰/۱۱٦	۰/۱۸۹
حل مسئله	پیش‌آزمون	۲۰	۰/۲۳٦	۰/۰۵۱
	پس‌آزمون	۲۰	۰/۱٦۰	۰/۱۹٦

نتایج تحلیل خروجی آزمون کولموگراف-اسمیرنوف به‌منظور بررسی وضعیت نرمالیتی داده‌ها در جدول فوق نشان می‌دهد که مقدارهای P در آزمون فوق‌الذکر برای تمام متغیرهای موردبررسی هم در پیش‌آزمون و هم در پس‌آزمون، از ۰/۰۵ بزرگ‌تر است. فرضیه صفر در آزمون کولموگراف-اسمیرنوف پیروی داده‌ها از توزیع موردنظر (که در اینجا توزیع نرمال است) است. فرضیه مقابل آن عبارت است از عدم پیروی داده‌ها از توزیع موردنظر (که در اینجا توزیع نرمال است)، با توجه به مقدار P و عدم رد فرضیه صفر، توزیع داده‌ها منطبق بر توزیع نرمال قلمداد می‌گردد.

جدول ٦. آزمون لون جهت بررسی برابری واریانس‌ها

متغیرها	آزمون‌ها	آزمون همگونی واریانس‌ها (Levene)			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig
درک و فهم مسئله	پیش‌آزمون	٤/٤۸	۱	۱۸	۰/۰۵۱
	پس‌آزمون	۱/۸۳	۱	۱۸	۰/۱۹۳
ایجاد نقشه	پیش‌آزمون	٤/۲٦	۱	۱۸	۰/۰۵٤
	پس‌آزمون	۱/٦۷	۱	۱۸	۰/۵۹۵
حل مطابق نقشه	پیش‌آزمون	۱/۰۲	۱	۱۸	۰/۳۲٦
	پس‌آزمون	۰/۲٤	۱	۱۸	۰/٤۱٤
نتیجه‌گیری	پیش‌آزمون	۰/٤٦٦	۱	۱۸	۰/۵۰۳
	پس‌آزمون	۰/۳۰۸	۱	۱۸	۰/۵۸٦

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

متغیرها	آزمون‌ها	آزمون همگونی واریانس‌ها (Levene)			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig
حل مسئله	پیش‌آزمون	۰/۵۰۷	۱	۱۸	۰/٤۸٦
	پس‌آزمون	۰/۱۱۱	۱	۱۸	۰/۷٤۳

یکی دیگر از شروط استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس همسانی (برابری) واریانس‌هاست. نتایج بررسی داده‌ها در جدول فوق نشان می‌دهد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد سطح معناداری محاسبه‌شده در آزمون لون برای تمام متغیرها بیشتر از ۰/۰۵ است ازاین‌رو می‌توان گفت واریانس گروه‌ها در تمام متغیرها از تجانس لازم برخوردار است. فرض صفر در این آزمون این است که واریانس گروه‌ها از تجانس برخوردار است. با توجه به معناداری محاسبه‌شده در جدول که از ۰/۰۵ بیشتر است، فرض مقابل رد و فرض صفر قبول می‌شود.

جدول ۷. آزمون تحلیل کوواریانس جهت بررسی فرضیه پژوهش

متغیرها	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
درک و فهم مسئله	پیش‌آزمون	۱٤٤/۰۳	۱	۱٤٤/۰۳	۱۳۲/۵۹	۰/۰۰۰
	گروه	۱٤/٤۵	۱	۱٤/٤۵	۱۳/۳	۰/۰۰۲
	خطا	۱۸/٤۷	۱۷	۱/۰۹	–	–
	کل	۲٤۰۳	۲۰	–	–	–
ایجاد نقشه	پیش‌آزمون	۱۸۷/٦۳	۱	۱۸۷/٦۳	۱۰۵/۰٤	۰/۰۰۰
	گروه	۲۷/٤	۱	۲۷/٤	۱۵/۳٤	۰/۰۰۱
	خطا	۳۰/۳۷	۱۷	۱/۷۹	–	–
	کل	۲٤۱۲	۲۰	–	–	–
حل مطابق نقشه	پیش‌آزمون	۱۹۷/۷۱	۱	۱۹۷/۷۱	۱٤٦/۸۵	۰/۰۰۰
	گروه	۲۱/۵۸	۱	۲۱/۵۸	۱٦/۰۳	۰/۰۰۱
	خطا	۲۲/۸۹	۱۷	۱/۳۵	–	–
	کل	۱۸۵٦	۲۰	–	–	–
نتیجه‌گیری	پیش‌آزمون	۱٦۱/۵	۱	۱٦۱/۵	۱۲۸/۸۷	۰/۰۰۰
	گروه	۲۳/۸۲	۱	۲۳/۸۲	۱۹	۰/۰۰۰
	خطا	۲۱/۳	۱۷	۱/۲۵	–	–
	کل	۱۵۱٤	۲۰	–	–	–

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

متغیر وابسته	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
	پیش‌آزمون	۱۶۲/۴۹	۱	۱۶۲/۴۹	۴۰۲/۴۸	۰/۰۰۰
حل مسئله	گروه	۲۲/۷۹	۱	۲۲/۷۹	۵۶/۴۵	۰/۰۰۰
	خطا	۶/۸۶	۱۷	۰/۴۰۴	–	–
	کل	۱۹۹۴/۹۴	۲۰	–	–	–

نتایج بررسی داده‌های در جدول فوق نشان می‌دهد که پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، در سطح اطمینان ۹۵ درصد (α=۰/۰۵) اختلاف معناداری در میانگین نمرات مهارت حل مسئله دانش‌آموزان و ۴ خرده مهارت مربوط به آن وجود دارد. نسبت F برای گروه آزمایش و کنترل در خرده مهارت درک و فهم مسئله برابر با ۱۳/۳ و در سطح P<۰/۰۵ ازلحاظ آماری معنادار است بنابراین فرض پژوهش مورد تأیید قرار می‌گیرد. نسبت F برای گروه آزمایش و کنترل در خرده مهارت ایجاد نقشه برای حل مسئله برابر با ۱۵/۳۴ و در سطح P<۰/۰۵ ازلحاظ آماری معنادار است بنابراین فرض پژوهش در این خرده مهارت هم مورد تأیید قرار می‌گیرد. نسبت F برای گروه آزمایش و کنترل در خرده مهارت حل مسئله مطابق نقشه طراحی‌شده برابر با ۱۶/۰۳ و در سطح P<۰/۰۵ ازلحاظ آماری معنادار است بنابراین فرض پژوهش در این خرده مهارت هم مورد تأیید قرار می‌گیرد. نسبت F برای گروه آزمایش و کنترل در خرده مهارت نتیجه‌گیری برابر با ۱۹ و در سطح P<۰/۰۵ ازلحاظ آماری معنادار است بنابراین فرض پژوهش در این خرده مهارت هم مورد تأیید قرار می‌گیرد؛ و درنهایت نسبت F برای گروه آزمایش و کنترل در مهارت اصلی حل مسئله برابر با ۵۶/۴۵ و در سطح P<۰/۰۵ ازلحاظ آماری معنادار است بنابراین فرض پژوهش در مهارت اصلی هم مورد تأیید قرار می‌گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به شیوه‌ی نیمه آزمایشی به مقایسه اثرات افتراقی آموزش با استفاده از برنامه‌ی طراحی‌شده مبتنی بر هوش مصنوعی و آموزش مرسوم، بر مهارت حل مسئله و خرده مهارت‌های مرتبط با آن در دانش‌آموزان پایه‌های چهارم تا ششم ابتدایی با اختلال یادگیری ریاضی پرداخته است. نتایج نشان داد که دانش‌آموزان گروه آزمایش نسبت به دانش‌آموزان گروه کنترل در تمامی معیارهای درک و فهم مسئله، ایجاد نقشه برای حل مسئله، حل مسئله

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

مطابق با نقشه طراحی‌شده، نتیجه‌گیری و به‌طورکلی حل مسئله در ریاضی، عملکرد بهتری داشتند. این یافته‌ها، نتایج تحقیقات موجود در رابطه با اثربخشی کاربرد کامپیوتر و هوش مصنوعی در آموزش ریاضی و حل مسئله به دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی را پشتیبانی و توسعه می‌دهد. ازجمله‌ی مطالعاتی که همسو با نتایج این پژوهش هستند می‌توان به مطالعات انجام‌شده Shiah و همکاران (1994)، Babbitt and Miller (1996)، Chen and Liu (2007)، Athanasios and Loannidou (2012)، Walkington (2013)، Pai و همکاران (2021)، Rajendran و همکاران (2018) و Garg and Sharma (2020) اشاره کرد.

در تأیید اثربخشی سیستم‌های هوشمند بر یادگیری دانش‌آموزان، ون لن (VanLehn, 2011) با برجسته نمودن تأثیرات مثبت سیستم‌های تدریس خصوصی هوشمند بر یادگیری دانش‌آموزان، نشان می‌دهد که سیستم‌های آموزشی هوشمند این فرصت را دارند که تقریباً به اندازه معلمان انسانی مؤثر باشند. شواهد از چندین مطالعه تجربی دیگر نیز نشان می‌دهد که سیستم‌های آموزشی هوشمند می‌توانند به‌طور موفقیت‌آمیزی مدل‌های آموزشی دیگر را در بسیاری از موقعیت‌ها تکمیل کنند و یا جایگزین سایر مدل‌های آموزشی در بسیاری از موقعیت‌ها شوند (Du Boulay, 2016). البته باید اذعان کرد که در بین مطالعات موجود مطالعاتی نیز وجود دارند که نتایج متفاوتی از به‌کارگیری سیستم‌های هوشمند و اثرات آن‌ها در آموزش گزارش نموده‌اند. لذا به نظر می‌رسد نتایج این مطالعه تا حدی با یافته‌های Steenbergen and Cooper (2013) در تضاد باشد آن‌ها در مطالعه‌ای که بخشی از آن به بحث در مورد اینکه چگونه استفاده از فناوری، شکاف پیشرفت را بین گروه‌های مختلف دانش‌آموزان افزایش می‌دهد اشاره کرده‌اند که اثربخشی سیستم‌های هوشمند آموزشی برای دانش‌آموزان کم‌توان، کمتر است.

در تبیین یافته‌های حاصل در این مطالعه می‌توان گفت آموزش با رویکرد تلفیقی و با بهره‌گیری از هوش مصنوعی، شرایطی را برای یادگیرندگان فراهم می‌نماید که متفاوت از شیوه‌های مرسوم آموزش است. این موضوع در مطالعه‌ی سالاری چینه و قانع ملاطی (۱۴۰۳) نیز مورد تأکید قرار گرفته است. درواقع هوش مصنوعی می‌تواند فرایند یادگیری را بر اساس نیازها و توانایی‌های خاص هر دانش‌آموز تنظیم کند. این شخصی‌سازی باعث می‌شود دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی با سرعت مناسب خود پیش بروند و تمرکز بیشتری

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

بر مفاهیم دشوار داشته باشند (Chen & Liu, 2007; Walkington, 2013). همچنین ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند بازخورد فوری در مورد عملکرد دانش‌آموزان ارائه دهند، که این امر به بهبود مستمر یادگیری کمک می‌کند. بازخورد فوری به کودکان کمک می‌کند تا اشتباهات خود را شناسایی کرده و به‌طور مؤثر اصلاح کنند (Rajendran et al., 2018). سیستم‌های هوشمند آموزشی از طریق بازی وار سازی محتوا و ارائه محیطی تعاملی، یادگیری را جذاب‌تر کرده و ناامیدی دانش‌آموزان را کاهش می‌دهند. این سیستم‌ها با ایجاد تجربه یادگیری مثبت، نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضی را بهبود می‌بخشند (Garg & Sharma, 2020; Pai et al., 2021). برنامه‌های هوشمند آموزشی می‌توانند مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مسئله را تقویت کنند. آن‌ها با ارائه مسائل پیچیده به همراه راهنمایی گام‌به‌گام، به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا فرایند حل مسئله را به‌صورت ساختاریافته‌تر بیاموزند (Shiah et al., 1994; Babbitt & Miller, 1996).

هوش مصنوعی می‌تواند مفاهیم ریاضی را به روش‌های بصری و تعاملی آموزش دهد، که درک موضوعات انتزاعی مانند جبر و هندسه را برای دانش‌آموزان با اختلال یادگیری آسان‌تر می‌کند (Walkington, 2013). به‌طورکلی می‌توان گفت هوش مصنوعی با ایجاد امکان ارتباط لحظه‌ای بین دانش‌آموزان و تعامل بین آنان و درعین‌حال دریافت بازخوردهای آنی، باعث تحول در آموزش تلفیقی می‌شود چون استقلال مربی و دانش‌آموز را افزایش داده و درعین‌حال یک محیط یادگیری جذاب‌تر و تعاملی‌تر را ایجاد می‌کند؛ اما اگر بخواهیم به شکل دقیق‌تر به دلایل اثرگذاری برنامه‌ی یادگیری طراحی‌شده در این مطالعه بر توانایی حل مسئله دانش‌آموزان نمونه‌ی آماری اشاره کنیم می‌توان گفت از دلایلی که باعث ایجاد تأثیرات آموزش مطابق برنامه‌ی ارائه‌شده در این مطالعه گردیده است، تحسین تصویرگری و تجسم در آموزش است که به دانش‌آموزان کمک کرده است تا مفاهیم ریاضی را به‌صورت بصری درک کنند. این نوع آموزش مرتبط با یادگیری عملکردی است و مبهم بودن انتزاعات ریاضی را کاهش می‌دهد. در این برنامه دانش‌آموزان می‌توانند در روند یادگیری خود از برنامه‌های موجود به شکل شخصی استفاده کنند و به‌این‌ترتیب، مسائل را به روش‌های مختلف بررسی کنند و از اشتباهات خود یاد بگیرند. همچنین به‌کارگیری حواس چندگانه کودکان در امر آموزش از طریق نمایش تصویر، صدا، رنگ، حرکت و انیمیشن، فعال بودن دانش‌آموزان در امر یادگیری، گرفتن بازخورد مناسب و فوری با هر

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

انتخاب دانش‌آموز، قابلیت تکرار برنامه در هر زمان به مقدار دلخواه، امکان کنترل سرعت پیشروی و درنهایت فردی بودن آموزش ازجمله‌ی عوامل اثرگذار بوده است.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

سپاسگزاری

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته تکنولوژی آموزشی دانشگاه علامه طباطبایی است. از کلیه اساتید، معلمان و دانش‌آموزانی که در انجام این مهم ما را یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزاریم.

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

منابع

سالاری چینه، پروین و قانع ملاطی، مژگان. (۱٤۰۳). طراحی محیط یادگیری مبتنی بر رویکرد تلفیقی با تأکید بر حوزه‌های آموزش و یادگیری. *فناوری‌های آموزشی در یادگیری*، ۷(۲۳)، ۱۰۷-٦٥. https://doi.org/10.22054/jti.2024.79502.1462

گوهری اصل، احمد، ایرانمنش، علی، تهرانیان، ابوالفضل، و شاهورانی سمنانی، احمد. (۱٤۰۲). اثربخشی آموزش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات بر عملکرد معلمان در تدریس ریاضی. *فناوری‌های آموزشی در یادگیری*، ٦(۲۲)، ٤۰-۵۷. https://doi.org/10.22054/JTI.2024.77293.

References

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

Ahdhianto, E., Marsigit, H., Haryanto, H., & Nurfauzi, Y. (2020). Improving fifth-grade students' mathematical problem-solving and critical thinking skills using problem-based learning. *Universal Journal of Educational Research, 8*(5), 2012-2021. https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080539

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

Arroyo, I., Royer, J. M., & Woolf, B. P. (2011). Using an intelligent tutor and math fluency training to improve math performance. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 21*(1-2), 135-152. https://doi.org/10.3233/JAI-2011-020

Athanasios, S., & Ioannidou, R. (2012). Artificial intelligence in special education: A decade review. *International Journal of Engineering Education, 28*(6), 1366-1372.

Babbitt, B. C., & Miller, S. P. (1996). Using hypermedia to improve the mathematics problem-solving skills of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 29*(4), 391-401. https://doi.org/10.1177/002221949602900407

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

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

Bryant, D. P., Bryant, B. R., & Hammill, D. D. (2000). Characteristic behaviors of students with LD who have teacher-identified math weaknesses. *Journal of Learning Disabilities, 33*(2), 168-177. https://doi.org/10.1177/002221940003300205

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science, 136*, 16-24. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233

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. 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

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

Du Boulay, B. (2016). Recent meta-reviews and meta-analyses of AIED systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26*(1), 536-537. https://doi.org/10.1007/s40593-015-0060-1

Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., ... & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology, 43*(6), 1428-1446. https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428

Garg, S., & Sharma, S. (2020). Impact of artificial intelligence in special need education to promote inclusive pedagogy. *International Journal of Information and Education Technology, 10*(7), 523-527. https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.7.1418

Gohari Asl, A., Iranmanesh, A., Tehranian, A., & Shahvarani Semnani, A. (2024). The effectiveness of instruction using information and communication technology on the performance of teachers in teaching mathematics. *Technology of Instruction and Learning, 6*(22), 40-57. https://doi.org/10.22054/JTI.2024.77293.1421

Haberstroh, S., & Schulte-Körne, G. (2019). The diagnosis and treatment of dyscalculia. *Deutsches Ärzteblatt International, 116*(7), 107-114. https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0107

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

Hsieh, M. C., & Chen, S. H. (2019). Intelligence augmented reality tutoring system for mathematics teaching and learning. *Journal of Internet Technology, 20*(5), 1673–1681. https://doi.org/10.3966/160792642019092005031

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., 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

Kucian, K., & von Aster, M. (2015). Developmental dyscalculia. *European Journal of Pediatrics, 174*(1), 1-13. https://doi.org/10.1007/s00431-014-2455-7

Liu, J., Kong, X., Xia, F., Bai, X., Wang, L., Qing, Q., & Lee, I. (2018). Artificial intelligence in the 21st century. *IEEE Access, 6*, 34403-34421. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2819688

Melchor, P. J. M., Lomibao, L. S., & Parcutilo, J. O. (2023). Exploring the potential of AI integration in mathematics education for Generation Alpha—

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

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

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*.

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

Parsons, S., & Bynner, J. (2005). *Does numeracy matter more?* NRDC.

Pedro, 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

Rajendran, R., Iyer, S., & Murthy, S. (2018). Personalized affective feedback to address students' frustration in ITS. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *12*(1), 87–97. https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2807447

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

Salari Chineh, P., & Ghane Malati, M. (2024). Designing a learning environment based on a blended approach with an emphasis on the areas of teaching and learning. *Technology of Instruction and Learning*, *7*(23), 65-107. https://doi.org/10.22054/jti.2024.79502.1462

Shiah, R. L., Mastropieri, M. A., Scruggs, T. E., & Mushinski Fulk, B. J. (1994). The effects of computer-assisted instruction on the mathematical problem solving of students with learning disabilities. *Exceptionality*, *5*(3), 131-161. https://doi.org/10.1207/s15327035ex0503_2

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

Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing mathematical literacy. In *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 285-294). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_30

Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K–12 students' mathematical learning. *Journal of Educational Psychology*, *105*(4), 970–987. https://doi.org/10.1037/a0032447

Swanson, H. L., & Siegel, L. (2011). Learning disabilities as a working memory deficit. *Experimental Psychology*, *49*(1), 5-28.

VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, *46*(4), 197–221. https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369

Walkington, C. A. (2013). Using adaptive learning technologies to personalize instruction to student interests: The impact of relevant contexts on performance and learning outcomes. *Journal of Educational Psychology*, *105*(4), 932-945. https://doi.org/10.1037/a0031882

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/

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

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

Yufeia, L., Salehb, S., Jiahuic, H., & Syed, S. M. (2020). Review of the application of artificial intelligence in education. *Integration (Amsterdam)*, *12*(8). https://doi.org/10.53333/IJICC2013/12850

Zaraii Zavaraki, E. (2024). *Artificial intelligence for people with special educational needs*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.1004158

Homepage: https://jti.atu.ac.ir/