



Qualitative Study of Opportunities and Challenges of Using New Technologies and Artificial Intelligence in Mathematics Education from Teachers' Perspectives

Fatemeh Raei¹ , Fatemeh Mardan Arbat² 

1. Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Mathematics Education, Farhangian University, Tehran, Iran (E-mail: f.raei@cfu.ac.ir)
2. Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Farhangian University, Tehran, Iran (E-mail: f.mardan@cfu.ac.ir)

Article Info

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 29 March 2025

Revised: 03 May 2025

Accepted: 19 May 2025

Published: 21 June 2026

Keywords:

mathematics education,
modern technologies, artificial
intelligence, opportunities and
challenges

ABSTRACT

Objective: Mathematics education has always faced numerous challenges for both teachers and students. The aim of this research was to examine the opportunities and challenges of utilizing modern technologies and artificial intelligence in mathematics education from the perspective of secondary school mathematics teachers.

Method: This study was conducted with a qualitative approach using phenomenological methods. The research population consisted of secondary school mathematics teachers with a minimum of five years of teaching experience in mathematics. A total of 20 participants were purposefully selected using snowball sampling. To collect data, semi-structured in-depth interviews were employed. The Brown and Clark (2006) method was used to analyze the data, which includes the steps of familiarizing with the data, initial coding, reviewing themes, and final definition of themes.

Results: Qualitative analysis revealed that mathematics teachers perceive key opportunities in the integration of emerging technologies and artificial intelligence, including personalized instruction, the development of intelligent and interactive educational content, expanded access to learning resources, and rapid and accurate student assessment. However, significant challenges were also identified, such as the need for teacher training and empowerment, inequality in access to technology, reduced human interactions, and concerns about trust and data security. These findings indicate that the successful integration of new technologies in mathematics education requires simultaneous attention to infrastructure development, teacher skill enhancement, and the design of supportive systems.

Conclusion: The results of this study suggest that the purposeful adoption of advanced technologies and artificial intelligence can enhance learning quality and educational equity in mathematics. However, achieving this goal depends on addressing infrastructural, educational, and ethical challenges. It is recommended that policymakers and educational designers develop comprehensive teacher empowerment programs and provide the necessary infrastructure to enable the effective utilization of these technologies.

Cite this article: Raei, F., & Mardan Arbat, F. (2026). Qualitative Study of Opportunities and Challenges of Using New Technologies and Artificial Intelligence in Mathematics Education from Teachers' Perspectives. *Journal of Learner Based Curriculum and Instruction*, 5(1), 58-80. DOI: 10.22034/cipj.2025.66582.1252



Extended Abstract

Introduction

The rapid expansion of digital technologies and Artificial Intelligence (AI) has transformed educational systems worldwide, including mathematics education, where individualized learning, automated feedback, and intelligent content generation have become increasingly significant. Despite these advancements, challenges such as digital inequality, lack of teacher readiness, ethical concerns, and reduced human interaction persist, especially in developing educational systems. This study aimed to explore mathematics teachers' lived experiences and perceptions regarding the integration of emerging technologies and AI into mathematics education. The goal was to provide an in-depth understanding of both opportunities and challenges, as well as the pedagogical and ethical considerations influencing successful implementation. Considering the limited empirical evidence in this field—particularly in the Iranian context—this research addressed a major gap by examining teachers' insights into AI-supported mathematics instruction.

Methods

This study employed a qualitative, descriptive phenomenological approach to reveal the lived experiences of mathematics teachers who have used emerging technologies and AI-based tools in their teaching practices. Participants were selected using purposeful sampling to ensure rich and relevant information. Semi-structured, in-depth interviews were conducted with mathematics teachers representing various educational levels. Interviews continued until data saturation was achieved. To enhance the validity of the interview protocol, feedback from experienced teachers and field experts was incorporated. Data trustworthiness was established through repeated data examination, constant comparison of findings, peer debriefing, and careful categorization without distortion. The collected qualitative data were analyzed using Smith's three-stage interpretative phenomenological analysis, which includes (1) data generation, (2) thematic analysis, and (3) synthesis of emerging cases into overarching themes.

Results

Analysis of teachers' perceptions revealed a dual nature of AI integration in mathematics education, comprising both significant opportunities and notable challenges.

A) Opportunities: Teachers emphasized AI's strong potential to personalize mathematics learning by identifying students' individual needs, adapting content to their level of understanding, and offering instant corrective feedback. AI-assisted tools also enhanced access to diverse learning materials, supported intelligent content creation, and simplified assessment processes. These findings aligned with theoretical foundations such as Vygotsky's social constructivism—where AI can extend the learner's zone of proximal development—and technology acceptance models, which highlight the importance of perceived usefulness.

B) Challenges: Teachers reported several barriers, including unequal access to digital infrastructure, insufficient training for effective AI integration, and concerns regarding reduced teacher–student interaction. Ethical issues such as data privacy, algorithmic bias, and over-reliance on commercial technology providers were frequently mentioned. Teachers also expressed concerns about potential increases in workload, particularly related to content preparation for AI-based platforms.

Furthermore, the findings indicated that while AI can reduce educational inequalities by personalizing instruction, digital divides between well-resourced and under-resourced schools might reinforce existing disparities. Teachers viewed AI not as a replacement for human instruction but as a complementary tool that enhances teaching when combined with strong pedagogical design and human facilitation.

Overall, seven major themes emerged: (1) personalization of learning, (2) intelligent content development, (3) expanded access and flexibility, (4) challenges in digital equity, (5) concerns about human interaction and teaching roles, (6) ethical and data security issues, and (7) the need for teacher empowerment and institutional support.

Conclusions

The findings highlight that while AI holds transformative potential for mathematics education—particularly through personalized learning, intelligent feedback, and enhancement of instructional quality—its successful implementation requires simultaneous attention to technological, pedagogical, and ethical dimensions.

Teachers emphasized that AI should function as a supportive tool rather than a replacement for human instruction, reinforcing the teacher’s evolving role as a learning facilitator and designer of meaningful mathematical experiences.

To maximize AI’s benefits, the study suggests several key actions: 1) developing legal and ethical frameworks to protect student data; 2) providing comprehensive teacher training that integrates both technical and pedagogical competencies; 3) prioritizing digital resource allocation for disadvantaged schools to reduce the digital divide; and 4) designing low-cost, open-source AI tools to reduce dependency on commercial platforms.

This extended abstract underscores the complexity of integrating emerging technologies into mathematics education and highlights the need for further research with larger and more diverse samples to examine long-term effects of AI on teaching and learning processes.



بررسی کیفی فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در آموزش ریاضی از دیدگاه معلمان

فاطمه راعی^۱ , فاطمه مردان^۲ 

۱. نویسنده مسئول، استادیار، گروه آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران (رایانامه: f.raei@cfu.ac.ir)

۲. استادیار، گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران (رایانامه: f.mardan@cfu.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>سابقه مقاله:</p> <p>تاریخ دریافت: ۰۹ فروردین ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۳ اردیبهشت ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ پذیرش: ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ انتشار: ۳۱ خرداد ۱۴۰۵</p> <p>کلیدواژه‌ها:</p> <p>آموزش ریاضی، فناوری‌های نوین، هوش مصنوعی، فرصت‌ها و چالش‌ها</p>	<p>هدف: آموزش ریاضی همواره با چالش‌های متعددی برای معلمان و دانش‌آموزان مواجه است. هدف این پژوهش بررسی فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در آموزش ریاضی از دیدگاه معلمان ریاضی دوره دوم متوسطه بود.</p> <p>روش پژوهش: این پژوهش با رویکرد کیفی و به روش پدیدارشناختی انجام شد. جامعه پژوهشی این مطالعه شامل معلمان ریاضی دوره دوم متوسطه با حداقل ۵ سال سابقه تدریس در درس ریاضی بود. به منظور انتخاب نمونه، تعداد ۲۰ نفر به صورت هدفمند و با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی انتخاب گردید. برای جمع‌آوری داده‌ها از مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختاریافته استفاده و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش براون و کلارک (۲۰۰۶)، که شامل مراحل آشنایی با داده‌ها، کدگذاری اولیه، بازبینی مضامین، و تعریف نهایی مضامین است، استفاده گردید.</p> <p>یافته‌ها: بر اساس تحلیل داده‌های کیفی، معلمان ریاضی فرصت‌های کلیدی فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی را در شخصی‌سازی آموزش، تولید محتوای هوشمند و تعاملی، گسترش دسترسی به منابع درسی و ارزیابی سریع و دقیق عملکرد دانش‌آموزان می‌دانند. با این حال، چالش‌هایی همچون نیاز به آموزش و توانمندسازی معلمان، نابرابری در دسترسی به فناوری، کاهش تعاملات انسانی و نگرانی‌های مربوط به اعتماد و امنیت داده‌ها نیز به طور جدی مطرح شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که موفقیت ادغام فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی، مستلزم توجه همزمان به توسعه زیرساخت، ارتقای مهارت‌های معلمان و طراحی نظام‌های حمایتی است.</p> <p>نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که بهره‌گیری هدفمند از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی می‌تواند کیفیت یادگیری و عدالت آموزشی در درس ریاضی را ارتقا بخشد، اما تحقق این هدف نیازمند رفع چالش‌های زیرساختی، آموزشی و اخلاقی است. توصیه می‌شود سیاست‌گذاران و طراحان آموزشی با تدوین برنامه‌های جامع توانمندسازی معلمان و تأمین زیرساخت‌های لازم، زمینه بهره‌برداری اثربخش از این فناوری‌ها را فراهم سازند.</p>

استناد: راعی، فاطمه؛ و مردان اربط، فاطمه (۱۴۰۵). بررسی کیفی فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در آموزش

ریاضی از دیدگاه معلمان. برنامه درسی و آموزش یادگیرنده محور، ۵(۱)، ۸۰-۵۸. DOI: 10.22034/cipj.2025.66582.1252



با پیشرفت فناوری‌های نوین، آموزش و یادگیری نیز دستخوش تغییرات شگرفی شده است. با تکنولوژی‌های جدید و افزایش قدرت محاسباتی، امکانات هوش مصنوعی در آموزش و یادگیری به طور چشمگیری بهبود یافته است و فناوری‌های مختلف به طور فزاینده‌ای در فرآیندهای آموزشی به کار گرفته می‌شود. توانایی هوش مصنوعی برای پردازش داده‌ها در مقیاس بزرگ، یادگیری از الگوها و تصمیم‌گیری هوشمندانه فرصت‌های جدیدی را در زمینه‌های مختلف از جمله آموزش باز کرده است (استرزلسکی^۱، ۲۰۲۳). آموزش ریاضی یکی از اساسی‌ترین و در عین حال چالش‌برانگیزترین حوزه‌های نظام‌های آموزشی جهان است که نقش کلیدی در پرورش تفکر منطقی، مهارت‌های حل مسئله و آمادگی دانش‌آموزان برای آینده‌ای فناورانه دارد (دوما و همکاران^۲، ۲۰۲۴). در طول دهه‌های گذشته، فناوری‌های دیجیتال در آموزش ریاضی نیز فراگیر شده‌اند (درایورس و سینکلر^۳، ۲۰۲۴). با پیشرفت سریع فناوری‌های نوین، به‌ویژه هوش مصنوعی، فرصت‌های تازه‌ای برای تحول در آموزش ریاضی فراهم شده است؛ به‌گونه‌ای که ابزارهای دیجیتال و سامانه‌های هوشمند می‌توانند آموزش را از حالت سنتی به سمت یادگیری شخصی‌سازی‌شده، تعاملی و داده‌محور سوق دهند (اینگلبرچ و بوربا^۴، ۲۰۲۳؛ استرزلسکی^۵، ۲۰۲۳).

استفاده از فناوری‌های نوین، مانند سیستم‌های یادگیری تطبیقی، نرم‌افزارهای تعاملی و پلتفرم‌های مبتنی بر فناوری‌ها، امکان ارائه بازخورد فوری، شناسایی نقاط ضعف و قوت دانش‌آموزان و طراحی مسیرهای یادگیری متناسب با نیازهای فردی را فراهم می‌کند. مطالعات نشان می‌دهند که یادگیری مبتنی بر فناوری و هوش مصنوعی می‌تواند در بخش‌های مختلف فرآیند آموزشی، نه تنها از نظر بهبود درک موضوعات خاص، بلکه در آماده‌سازی دانش‌آموزان برای ورود به بازار کار در آینده مفید باشند (گاندولفی^۶، ۲۰۲۴). پیچیدگی مفاهیم ریاضی و تغییرات در سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان نیازمند رویکردهای یادگیری انعطاف‌پذیرتر و سازگارتر است. در آموزش ریاضی فناوری‌های نوین به‌ویژه هوش مصنوعی به عنوان ابزاری تحولی شناخته می‌شوند. این فناوری‌ها به معلمان و دانش‌آموزان این امکان را می‌دهند که فرآیند یادگیری ریاضی را با افزایش درک مفاهیم، به شکلی مؤثرتر و جذاب‌تر تجربه کنند (لی و منظری^۷، ۲۰۲۵). این ابزارها همچنین می‌توانند با شبیه‌سازی مسائل واقعی و فراهم کردن محیط‌های یادگیری جذاب، انگیزه و مشارکت دانش‌آموزان را در درس ریاضی افزایش دهند (هیلمایر و همکاران^۸، ۲۰۲۰؛ مک‌کلوج و همکاران^۹، ۲۰۱۸). نتایج پژوهش سرین^{۱۰} (۲۰۲۳) به افزایش انگیزه و مشارکت دانش‌آموزان در یادگیری با کمک فناوری اشاره دارد، که ادغام فناوری در آموزش ریاضی می‌تواند به بهبود نتایج یادگیری و افزایش توانایی حل مسئله در دانش‌آموزان منجر شود. استفاده از نرم‌افزارهای هوش مصنوعی به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به صورت تعاملی و در زمان واقعی، با سوالات و چالش‌های ریاضی مواجه شوند و بازخوردهای فوری دریافت کنند (لامراس و آرناب^{۱۱}، ۲۰۲۱). این تعاملات باعث تقویت مهارت‌های تحلیلی و منطقی در دانش‌آموزان می‌شود و آن‌ها را برای مواجهه با چالش‌های پیچیده ریاضی در آینده آماده می‌سازند (مایولیدا و همکاران^{۱۲}، ۲۰۲۴). در عین حال، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که موفقیت ادغام فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی به عوامل متعددی مانند آمادگی معلمان، زیرساخت‌های فناوری، حمایت سازمانی و پذیرش فرهنگی بستگی دارد (لی و همکاران^{۱۳}، ۲۰۲۵). چالش‌هایی مانند کمبود منابع، نبود آموزش تخصصی برای معلمان، مقاومت برخی والدین و مدیران، و همچنین شکاف دیجیتالی

1. Strzelecki
2. Duma et al.
3. Drijvers & Sinclair
4. Engelbrecht & Borba
5. Strzelecki
6. Gandolfi
7. Li & Manzari
8. Hillmayr et al.
9. McCulloch et al.
10. Serin
11. Lameris & Arnab
12. Maulida et al.
13. Li et al.

میان مدارس، می‌تواند اثربخشی این فناوری‌ها را محدود کند (واردات و همکاران^۱، ۲۰۲۴). افزون بر این، برخی مطالعات تأکید دارند که استفاده صرف از فناوری، بدون توجه به طراحی آموزشی و نقش فعال معلم، لزوماً به بهبود یادگیری ریاضی منجر نمی‌شود و حتی ممکن است موجب سردرگمی یا افزایش بار شناختی دانش‌آموزان شود (هیلمایر و همکاران^۲، ۲۰۲۰). از منظر نظری، چارچوب ساخت‌گرایی اجتماعی (ویگوتسکی^۳، ۱۹۷۸) بر اهمیت تعاملات اجتماعی و ابزارهای فرهنگی در یادگیری ریاضی تأکید دارد و فناوری‌های نوین را می‌توان به‌عنوان ابزارهای فرهنگی جدیدی دانست که یادگیری مشارکتی و تعاملی را تقویت می‌کنند. همچنین، نظریه بار شناختی^۴ (اسولر^۵، ۲۰۲۰) بیان می‌کند که فناوری‌های آموزشی باید به گونه‌ای طراحی شوند که با کاهش بار اضافی ذهنی، یادگیری را تسهیل کنند. مدل پذیرش فناوری^۶ (ونکاتش و همکاران^۷، ۲۰۰۳) نیز نشان می‌دهد که نگرش معلمان، سهولت استفاده و سودمندی ادراک‌شده، نقش مهمی در پذیرش و استفاده مؤثر از فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی دارد.

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در آموزش ریاضی پرداخته‌اند. به عنوان مثال، مطالعه مک‌کلوج و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که فناوری‌های هوشمند می‌توانند با فراهم کردن بازخورد فوری، بهبود یادگیری مفاهیم ریاضی و افزایش مشارکت دانش‌آموزان را به دنبال داشته باشند. دبینگایا^۸ (۲۰۲۲)، در پژوهشی تجربی دریافتند که استفاده از سیستم‌های یادگیری تطبیقی مبتنی بر هوش مصنوعی، عملکرد دانش‌آموزان ابتدایی در ریاضی را به طور معناداری افزایش می‌دهد. در مقابل مصطفی و همکاران^۹ (۲۰۲۴) تأکید می‌کنند که چالش‌های فرهنگی و سازمانی، از جمله نگرش منفی برخی معلمان و کمبود آموزش‌های حرفه‌ای، می‌تواند مانع موفقیت این فناوری‌ها شود. همچنین، کوسکینن و پیتکانیمی^{۱۰} (۲۰۲۲) با مروری نظام‌مند بر مطالعات اخیر، به این نتیجه رسیدند که برای اثربخشی فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی، باید به طراحی آموزشی، حمایت معلمان و نیازهای زمینه‌ای هر مدرسه توجه ویژه داشت.

در ایران نیز، پژوهش‌هایی مانند سمیعی‌راد و شهرکی (۱۴۰۲)، جعفری و همکاران (۱۴۰۲) و حاجی‌زاده (۱۴۰۰) نقش هوش مصنوعی در آموزش ریاضی و ارتقاء سطح علمی محصلان را بررسی کرده و نشان داده‌اند که اگرچه معلمان به برخی پتانسیل فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی واقف‌اند، اما موانعی مانند کمبود زیرساخت، نبود آموزش کافی و نگرانی از جایگزینی نقش معلم با فناوری، همچنان وجود دارد. مطالعه فتحی و سعادت‌طلب (۱۴۰۳) نیز بیان می‌کند که فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی نحوه یادگیری و درک موضوعات پیچیده ریاضیات را برای فراگیران متحول کرده است.

با توجه به آنچه بیان شد، اگرچه شواهد کمی و تجربی زیادی درباره تأثیر مثبت فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی بر یادگیری ریاضی وجود دارد، اما پژوهش‌های کیفی که به بررسی عمیق تجربه‌ها و نگرش‌های معلمان نسبت به فرصت‌ها و چالش‌های واقعی پیاده‌سازی این فناوری‌ها در کلاس‌های ریاضی بپردازد، اندک است. این در حالی است که معلمان به عنوان عاملان کلیدی تغییر، نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا شکست نوآوری‌های فناورانه دارند. پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و تمرکز بر دیدگاه معلمان ریاضی، به دنبال پاسخ به این پرسش‌های اساسی است: معلمان ریاضی چه فرصت‌ها و مزایایی را در استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در آموزش ریاضی تجربه می‌کنند؟ چه موانع و چالش‌هایی در مسیر بهره‌برداری بهینه از این فناوری‌ها وجود دارد؟ پاسخ به این پرسش‌ها می‌تواند به سیاست‌گذاران، طراحان آموزشی و معلمان کمک کند تا با شناخت دقیق‌تر ظرفیت‌ها و محدودیت‌های فناوری‌های نوین، برنامه‌های موثرتری برای ارتقای کیفیت آموزش ریاضی تدوین نمایند و زمینه را برای تحقق عدالت آموزشی و یادگیری عمیق‌تر دانش‌آموزان فراهم سازند.

1. Wardat et al.
2. Hillmayr et al.
3. Vygotsky
4. Cognitive Load Theory
5. Sweller
6. Technology Acceptance Model
7. Venkatesh et al.
8. Dabingaya
9. Mustafa
10. Koskinen & Pitkaniemi

روش پژوهش

این پژوهش با استفاده از روش کیفی و رویکرد پدیدارشناسی انجام شده است. هدف اصلی این رویکرد درک ساختار پدیده‌های تجربه شده توسط افراد از طریق تجزیه و تحلیل توضیحات و روایت‌های شرکت‌کنندگان در پژوهش است. بدین ترتیب، این پژوهش به دنبال کشف و فهم عمیق تجربیات معلمان ریاضی در استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در فرآیند تدریس است. جامعه مورد مطالعه در این پژوهش شامل معلمان ریاضی دوره دوم متوسطه شهر تبریز در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ می‌باشد. انتخاب این جامعه به دلیل اهمیت و تأثیر معلمان در فرآیند یاددهی-یادگیری و همچنین آشنایی آن‌ها با فناوری‌های نوین انجام شده است. برای نمونه‌گیری، معلمان با تجربه‌ای که با فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی آشنایی داشتند، به صورت مبتنی بر هدف و با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی انتخاب شدند. این رویکرد نمونه‌گیری به ما این امکان را می‌دهد که به عمق تجربیات و دیدگاه‌های معلمان دست یابیم. نمونه‌گیری تا زمان اشباع داده‌ها ادامه یافت، برای تعیین کفایت نمونه از قاعده اشباع نظری بهره‌برداری شد؛ به این معنی که داده‌ها تا زمانی جمع‌آوری شدند که دیگر اطلاعات جدیدی حاصل نشود و در نهایت تعداد اعضای نمونه به ۲۰ نفر رسید.

برای جمع‌آوری داده‌ها، از روش مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استفاده گردید. این روش به ما این امکان را می‌دهد که اطلاعات دقیق و عمیقی از تجربیات و نظرات معلمان به دست آوریم. مصاحبه‌ها به صورت نیمه‌ساختاریافته طراحی شده‌اند تا انعطاف‌پذیری لازم برای کشف موضوعات جدید فراهم شود و امکان بررسی عمیق‌تر تجربیات و نظرات معلمان فراهم شود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش تحلیل مضمون براون و کلارک^۱ (۲۰۰۶)، استفاده شد که شامل مراحل آشنایی با داده‌ها، کدگذاری اولیه، بازبینی مضامین، و تعریف نهایی مضامین است.

برای ارزیابی اعتبار داده‌های پژوهش، از روش‌های متنوع کیفی بهره گرفته شد تا اطمینان حاصل شود که داده‌ها از دقت و قابلیت تأیید برخوردارند (شنتون^۲، ۲۰۰۴). این روش‌ها به شرح زیر است:

۱- ایجاد ارتباط مؤثر و جلب اعتماد: پژوهشگر با فراهم کردن فضایی دوستانه و برقراری ارتباط مؤثر با معلمان، تلاش کرد تا اعتماد آن‌ها را جلب کند. این رویکرد به مشارکت‌کنندگان این امکان را داد تا نظرات و تجربیات خود را با صداقت و بدون ترس از قضاوت بیان کنند.

۲- بازبینی مکرر داده‌ها: داده‌های به‌دست‌آمده بلافاصله پس از هر مصاحبه مورد بازبینی و تحلیل قرار گرفتند. این بررسی‌های اولیه به پژوهشگر کمک کرد تا نکات مهم را شناسایی کرده و در صورت لزوم، مصاحبه‌های تکمیلی را انجام دهد.

۳- بررسی کفایت داده‌ها: کفایت داده‌ها با استفاده از مفهوم اشباع نظری ارزیابی شد. بدین معنا که مصاحبه‌ها تا زمانی ادامه یافتند که دیگر اطلاعات جدیدی به مضامین موجود افزوده نشود.

۴- عودت نتایج به مشارکت‌کنندگان: نتایج اولیه مصاحبه‌ها به مشارکت‌کنندگان ارائه شد و از آن‌ها خواسته شد تا در صورت لزوم، اصلاحات یا توضیحات اضافی ارائه دهند. این فرآیند به تأیید محتوای استخراج شده و کاهش احتمال خطاهای موجود کمک کرد.

۵- مرور مضامین با مشارکت‌کنندگان: تعدادی از مضامین استخراج شده با گروهی از شرکت‌کنندگان مرور و درباره آن‌ها بحث شد. این اقدام به پژوهشگر اطمینان داد که مضامین به‌خوبی نمایانگر دیدگاه‌ها و تجربیات مشارکت‌کنندگان هستند.

۶- استفاده از بررسی همکار: داده‌ها و مضامین استخراج‌شده توسط یکی از همکاران پژوهشگر که با روش‌های کیفی آشنایی داشت، بررسی و تأیید شدند. این اقدام به شناسایی و رفع احتمالی سوگیری‌های پژوهشگر کمک کرد.

1. Braun & Clarke
2. Shenton

یافته‌ها

در این پژوهش ۲۰ نفر از معلمان ریاضی دبیرستان‌های دوره دوم شهر تبریز شرکت داشتند، که اطلاعات جمعیت شناختی مصاحبه‌شوندگان در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: اطلاعات جمعیت شناختی مصاحبه‌شوندگان

شماره شرکت‌کننده	سن	جنسیت	میزان تحصیلات	سابقه تدریس	شماره شرکت‌کننده	سن	جنسیت	میزان تحصیلات	سابقه تدریس
۱	۳۱	زن	کارشناسی	۱۲	۱۱	۳۸	زن	کارشناسی ارشد	۱۸
۲	۳۶	زن	کارشناسی ارشد	۱۰	۱۲	۴۲	مرد	کارشناسی ارشد	۱۶
۳	۲۸	مرد	کارشناسی	۸	۱۳	۲۸	زن	کارشناسی	۵
۴	۳۰	زن	کارشناسی	۶	۱۴	۳۳	زن	کارشناسی	۱۳
۵	۳۸	مرد	کارشناسی ارشد	۱۸	۱۵	۳۵	زن	کارشناسی ارشد	۱۲
۶	۳۴	مرد	کارشناسی	۱۱	۱۶	۳۴	مرد	کارشناسی ارشد	۱۰
۷	۲۹	مرد	کارشناسی ارشد	۸	۱۷	۲۹	زن	کارشناسی	۷
۸	۳۵	زن	دکتری	۶	۱۸	۳۶	مرد	کارشناسی ارشد	۱۴
۹	۳۴	زن	دانشجوی دکتری	۱۰	۱۹	۴۵	مرد	دکتری	۲۰
۱۰	۳۰	مرد	کارشناسی	۹	۲۰	۳۸	مرد	کارشناسی	۱۵

در کدگذاری باز، واحدهای معنایی کوچک و دقیق از متن مصاحبه‌ها و یافته‌ها استخراج شد که هر کدام بیانگر یک مفهوم یا تجربه خاص هستند. در ادامه، نمونه کدگذاری باز برای بخش «فرصت‌های ایجاد شده توسط فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در تدریس ریاضی» بر اساس مضامین و نمونه‌های مصاحبه آورده شده است.

جدول ۲: نمونه کدگذاری مرحله اول

کدگذاری باز (مفاهیم)	متن مصاحبه
شناسایی نقاط ضعف و قوت دانش‌آموزان	الگوهای خطاهای دانش‌آموز را مشخص می‌کنند و به من کمک می‌کنند برنامه آموزشی مناسب‌تری ارائه دهم.
ارائه تمرینات و آموزش‌های شخصی‌سازی شده	سایت‌هایی مثل <i>Khanacademy</i> و فرادرس آموزش‌های شخصی‌سازی شده ارائه می‌دهند.
تنظیم سرعت آموزش با توجه به پیشرفت فردی	دانش‌آموزی که مطلب را یاد می‌گیرد جلوتر می‌رود، دیگری بیشتر وقت می‌گذارد.
تطبیق محتوا با سبک یادگیری (بصری، شنیداری...)	برخی دانش‌آموزان به یادگیری بصری پاسخ می‌دهند، برخی شنیداری... امتیاز گرفتن در حل مسائل، انگیزه فوق‌العاده‌ای ایجاد می‌کند.
افزایش انگیزه از طریق بازی‌سازی	دانش‌آموزان با فایل‌های آموزشی و ابزارهای دیجیتال راحت‌تر هستند.
کاهش وابستگی به کتاب درسی	رسانه‌های به‌روز جذابیت بیشتری برای دانش‌آموزان دارند.
تولید محتوای به‌روز و متناسب با نیاز روز	نرم‌افزارهای آموزشی و پلتفرم‌های آنلاین مشارکت دانش‌آموزان را بیشتر می‌کند.
استفاده از ابزارهای یادگیری تعاملی	در هندسه از شبیه‌سازی برای بررسی ویژگی‌های اشکال استفاده می‌کنم.
شبیه‌سازی واقع‌گرایانه مفاهیم	تمرینات ساده‌تر برای ضعیف‌ترها، چالش‌های پیچیده‌تر برای قوی‌ترها... منابعی تهیه شده که دسترسی به آن‌ها بدون محدودیت زمانی است.
طراحی تمرینات و محتوای سفارشی	دانش‌آموزان مناطق دورافتاده با ابزارهای آنلاین همان مطالب را یاد می‌گیرند.
دسترسی به منابع آموزشی در هر زمان و مکان	در برنامه شاد خارج از ساعت کلاس با هم تبادل نظر می‌کنند.
رفع محدودیت جغرافیایی و زمانی	ویدیوهای آموزشی و نرم‌افزارهای تعاملی به ایجاد انگیزه و علاقه کمک می‌کند.
همکاری و تعامل گروهی خارج از کلاس	نرم‌افزارها میزان پیشرفت را به صورت نمودار نشان می‌دهند.
دسترسی به محتوای متنوع و چندرسانه‌ای	بازخورد فوری نقاط ضعف را مشخص می‌کند.
ارزیابی سریع و دقیق	سیستم‌ها اختلالات یادگیری را زود شناسایی می‌کنند.
ارائه بازخورد فوری به معلم و دانش‌آموز	
تحلیل داده‌های یادگیری برای شناسایی مشکلات	

این کدها از عبارات و جملات کلیدی معلمان در مصاحبه‌ها استخراج شده‌اند و هر کدام نماینده یک تجربه یا مشاهده خاص درباره فرصت‌های فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در آموزش ریاضی هستند. این کدها پایه تحلیل مضمون و دسته‌بندی‌های بعدی پژوهش را تشکیل داد.

پس از کدگذاری داده‌ها، پنج مضمون اصلی برای سوال اول استخراج گردید. مضامین اصلی و فرعی مرتبط با این سوال به‌طور خلاصه در جدول شماره ۳ ارائه شده است. در ادامه، به توضیح مفصل هر یک از مضامین پرداخته می‌شود.

سوال اول: فرصت‌های ایجاد شده توسط فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در تدریس ریاضی از دیدگاه معلمان ریاضی چیست؟

جدول ۳: مضامین اصلی و فرعی استخراج شده برای فرصت‌های ایجاد شده

مضامین اصلی	مضامین فرعی
ایجاد آموزش شخصی‌سازی شده	شناسایی نیازهای دانش‌آموزان ایجاد سازگاری میان میزان و سرعت یادگیری فرد و میزان آموزش ارائه شده تطبیق محتوا با نیازهای فرد و هدایت فرد به سمت سبک‌های یادگیری متناسب تأثیر مثبت بر انگیزه و مشارکت دانش‌آموز کاهش وابستگی به کتاب‌های درسی
تولید محتوای آموزشی هوشمند	تولید رسانه‌های آموزشی به‌روز ابزارهای یادگیری تعاملی شبیه‌سازی‌های واقع‌گرایانه توسعه محتوای سفارشی
گسترش دسترسی دانش‌آموزان به مواد درسی	دسترسی به مواد آموزشی بدون محدودیت زمانی و مکانی دسترسی به منابع آنلاین و ابزارهای یادگیری همکاری گروهی و تعامل میان دانش‌آموزان در ساعات غیر از کلاس دسترسی به محتوای آموزشی متنوع و چندرسانه‌ای
ارزیابی و بازخورد	ارزیابی سریع و با دقت بالا ارائه بازخورد مفید به معلمان و دانش‌آموزان تحلیل داده‌های یادگیری و شناسایی اختلالات یادگیری تشخیص زودهنگام مشکلات یادگیری

مضمون اصلی ۱ - ایجاد آموزش شخصی‌سازی شده:

در رابطه با تاثیر فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی بر ایجاد آموزش شخصی‌سازی شده از طریق مصاحبه با معلمان ریاضی مضامین زیر استخراج شده‌اند:

۱-۱) **شناسایی نیازهای دانش‌آموزان:** با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، معلمان ریاضی می‌توانند نیازهای خاص هر دانش‌آموز را شناسایی کنند. این شناسایی می‌تواند شامل نقاط قوت، ضعف، و علاقه‌مندی‌های فردی باشد که به طراحی برنامه‌های آموزشی مناسب‌تر کمک می‌کند.

نمونه مصاحبه: «دانش‌آموزانی که مشکلات خاصی در حل مسائل ریاضی دارند، به کمک نرم‌افزارهای هوش مصنوعی بهتر شناسایی می‌شوند. این ابزارها می‌توانند الگوهای خطاهای دانش‌آموز را مشخص کنند و به من کمک کنند که برنامه آموزشی مناسب‌تری ارائه دهم.» [مشارکت‌کننده شماره ۳]

«در تدریس درس ریاضی استفاده از سایت‌های مختلف مثل Brilliant, Mathway, Khanacademy و سایت‌های ایرانی فرادرس، مکتب‌خونه، ریاضی آنلاین و ... دارای آموزش‌های تعاملی و تمرینات متنوع دوره‌های آموزشی و ویدیوهای آموزشی در موضوعات مختلف ریاضی از پایه تا پیشرفته هستند که در زمینه ریاضی دبیرستان آموزش‌های شخصی‌سازی شده ارائه می‌دهند.

استفاده از این آموزش‌های شخصی‌سازی شده به دانش‌آموزان در یادگیری مباحث مختلف و تکرار و تمرین بسیار کمک کننده است. همچنین به معلمان در تشخیص میزان یادگیری دانش‌آموزان کمک می‌کنند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۰]

۱-۲) ایجاد سازگاری میان میزان و سرعت یادگیری فرد و میزان آموزش ارائه شده: فناوری‌های نوین می‌توانند به طور خودکار سرعت و سطح یادگیری هر دانش‌آموز را تجزیه و تحلیل کرده و محتوای آموزشی را بر اساس آن تنظیم کنند. این امر به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا بدون احساس فشار، در مسیر یادگیری خود پیشرفت کنند.

نمونه مصاحبه: «من برای تدریس درس نمودار توابع مثلثاتی از سایت جئوجبرا به صورت آنلاین در کلاس استفاده کردم و همه دانش‌آموزان بسته به سطح یادگیری خودشان توانستند توابع مثلثاتی با ضرایب مختلف مثل $\sin(2x)$ ، $2\sin(x)$ ، $\sin^2(x)$ را رسم کرده و تغییرات آن‌ها را با هم مقایسه نمایند. مزیتی که این کار داشتن این بود که دانش‌آموزی که مطلب را یاد می‌گرفت خودش می‌رفت جلوتر و مثال‌های مختلف را بررسی می‌کرد، ولی دانش‌آموزی که هنوز خود تابع سینوس و کسینوس را خوب یاد نگرفته بود می‌توانست روی آن بیشتر وقت بگذارد و مثلاً دامنه، برد و تغییرات تابع را با دقت بیشتری بررسی کند و یاد بگیرند.» [مشارکت‌کننده شماره ۸]

۱-۳) تطبیق محتوا با نیازهای فرد و هدایت فرد به سمت سبک‌های یادگیری متناسب: این مضمون به توانایی فناوری در تطبیق محتوا با نیازهای یادگیری خاص هر فرد اشاره دارد. با کمک فناوری‌های نوین می‌توان سبک‌های یادگیری مناسب هر فرد را شناسایی کرد و دانش‌آموزان را در هدایت به روش‌های یادگیری مؤثرتر یاری داد و از این طریق نقاط ضعف را پوشش داده و فرآیند یادگیری را برای دانش‌آموزان تسهیل کرد.

نمونه مصاحبه: «به عنوان مثال، من معلم می‌توانم از نرم‌افزارهای آموزشی استفاده کنم که محتوای درسی را بر اساس پیشرفت و نیازهای خاص هر دانش‌آموز تنظیم کنند و اهمیت این موضوع به‌ویژه در درس ریاضی بسیار آشکار می‌شود چون همه دانش‌آموزان اصلاً نمی‌توانند به سطوح بالای یادگیری مخصوصاً در درسی مانند هندسه برسند. لذا همان مطلبی را که توانایی یادگیری آن را دارند با استفاده از آموزش شخصی‌سازی شده می‌توانیم به‌درستی به دانش‌آموز ارائه دهیم تا به درک کامل در همان سطحی که توانایی‌اش را دارد برسد.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۵]

«با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، متوجه شدم که برخی دانش‌آموزان در درس ریاضی بیشتر به یادگیری بصری پاسخ می‌دهند، در حالی که برخی دیگر با روش‌های شنیداری و نوشتن بهتر یاد می‌گیرند. این داده‌ها به من کمک می‌کند که روش‌های تدریس را برای هر گروه تنظیم کنم.» [مشارکت‌کننده شماره ۷]

۱-۴) تأثیر مثبت بر انگیزه و مشارکت دانش‌آموز: آموزش شخصی‌سازی شده می‌تواند باعث افزایش انگیزه و مشارکت دانش‌آموزان شود. وقتی که محتوا و فعالیت‌ها متناسب با علایق و نیازهای فردی آن‌ها طراحی شود، احتمال مشارکت و انگیزه بیشتر می‌شود. نمونه مصاحبه: «برنامه‌هایی که از عناصر بازی‌سازی برای آموزش ریاضی استفاده می‌کنند، برای دانش‌آموزان بسیار جذاب هستند. آن‌ها با استفاده از این اپلیکیشن‌ها به نوعی سرگرم می‌شوند و یادگیری‌شان هم بهتر می‌شود. مثلاً در یک برنامه، امتیاز گرفتن در حل مسائل، انگیزه فوق‌العاده‌ای ایجاد می‌کند.» [مشارکت‌کننده شماره ۷]

«وقتی دانش‌آموز سوالی که حل می‌کند متناسب با سطح یادگیری خودش هست و می‌تواند به مساله فکر کرده و نقشه‌ای برای حل آن طراحی نماید، دانش‌آموز انگیزه ادامه راه را پیدا می‌کند و به یادگیری علاقه‌مند می‌شود. این کار را ما با استفاده از برخی سایت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که برای آموزش ریاضی طراحی شده‌اند می‌توانیم انجام دهیم و حتی با کمک برخی نرم‌افزارها خودمان هم می‌توانیم این مدل آزمون‌ها را طراحی نماییم.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۹]

۱-۵) کاهش وابستگی به کتاب‌های درسی: با ارائه منابع دیجیتال و فعالیت‌های تعاملی، دانش‌آموزانی که به استفاده از تبلت و رایانه تمایل دارند، می‌توانند به کتاب‌های درسی سنتی کمتر وابسته شوند. این تغییر می‌تواند به ایجاد یادگیری فعال‌تر و جذاب‌تر کمک کند.

نمونه مصاحبه: «یکی از مزیت‌های مهم فناوری‌های نوین این است که دانش‌آموزان با کمک آن می‌توانند به جای کتاب‌های سنتی، از ابزارهای دیجیتال استفاده کنند. وقتی برای تکالیفشان به سراغ نرم‌افزارهای آموزشی می‌روند، انگیزه بیشتری برای مطالعه دارند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۰]

«برخلاف نسل ما که دوست داشتیم روی کاغذ بنویسیم و حل کنیم و شکل بکشیم، الان دانش‌آموزان دوست دارند از تبلت و گوشی بیشتر استفاده کنند و خیلی از بچه‌ها فایل کتاب‌ها و فایل‌های آموزشی را دارند و با خواندن از روی صفحه راحت هستند لذا مطالب همیشه در دسترسشان هست و یکی از مزایای این کار این است که دانش‌آموز دیگر به کتاب وابسته نیست.» [مشارکت‌کننده شماره ۵]

مضمون اصلی ۲ - تولید محتوای آموزشی هوشمند:

تولید محتوای آموزشی هوشمند به معنای استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی برای ایجاد و ارائه محتوای آموزشی است که به طور خودکار و در زمان واقعی به نیازها و پیشرفت‌های یادگیری دانش‌آموزان پاسخ می‌دهد. این نوع محتوا می‌تواند شامل ویدئوها، شبیه‌سازی‌ها، بازی‌های آموزشی و منابع تعاملی باشد که جذابیت و تأثیر یادگیری را افزایش می‌دهند.

۲-۱) **تولید رسانه‌های آموزشی به‌روز:** تولید رسانه‌های آموزشی به‌روز به معنای ایجاد و ارائه محتوای آموزشی جدید و متناسب با آخرین تحولات علمی و فناوری است. این نوع محتوا می‌تواند شامل ویدئوهای آموزشی، پادکست‌ها، وبینارها، و منابع دیجیتال باشد که به روزرسانی مداوم دارند و به سرعت به تغییرات در حوزه‌های مختلف پاسخ می‌دهند.

نمونه مصاحبه: «رسانه‌های به‌روز معمولاً از تکنیک‌های نوین طراحی و تولید استفاده می‌کنند که می‌تواند جذابیت بیشتری برای دانش‌آموزان به خصوص در درس ریاضی داشته باشد. با استفاده از فناوری‌های جدید، دانش‌آموزان می‌توانند به راحتی به محتوای آموزشی دسترسی پیدا کنند و از آن به‌سهولت استفاده کنند. محتوای به‌روز می‌تواند به سرعت به تغییرات در نیازهای آموزشی و علمی پاسخ دهد و به دانش‌آموزان کمک کند تا با آخرین اطلاعات و تکنیک‌ها آشنا شوند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۵]

۲-۲) **ابزارهای یادگیری تعاملی:** فناوری‌های تعاملی مانند نرم‌افزارهای آموزشی و بازی‌های یادگیری می‌توانند به افزایش مشارکت و تعامل دانش‌آموزان کمک کنند. این ابزارها می‌توانند به صورت گروهی یا فردی استفاده شوند و به دانش‌آموزان اجازه می‌دهند تا در فرآیند یادگیری فعالانه شرکت کنند.

نمونه مصاحبه: «ابزارهای یادگیری تعاملی به طرز چشمگیری کیفیت تدریس ریاضی را بهبود بخشیده‌اند. این ابزارها، مانند نرم‌افزارهای آموزشی و پلتفرم‌های آنلاین، به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهند که به طور فعال در فرآیند یادگیری شرکت کنند. برای مثال، استفاده از برنامه‌های شبیه‌سازی و بازی‌های آموزشی، به آن‌ها کمک می‌کند تا مفاهیم پیچیده ریاضی را به صورت بصری و تعاملی درک کنند. این نوع یادگیری نه تنها جذابیت بیشتری برای دانش‌آموزان دارد، بلکه باعث تقویت مهارت‌های حل مسئله و تفکر انتقادی نیز می‌شود. همچنین، با استفاده از این ابزارها، می‌توانم بازخورد فوری به دانش‌آموزان ارائه دهم و نقاط ضعف آن‌ها را شناسایی کنم.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۱]

۲-۳) **شبیه‌سازی‌های واقع‌گرایانه:** استفاده از شبیه‌سازی‌ها به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که تجربیات عملی و واقعی را در محیط‌های کنترل‌شده تجربه کنند. این شبیه‌سازی‌ها می‌توانند در زمینه‌های مختلفی مانند ریاضی، علوم و تاریخ به کار گرفته شوند تا یادگیری عمیق‌تری را فراهم کنند.

نمونه مصاحبه: «به عنوان یک معلم ریاضی، من به شدت از شبیه‌سازی‌های واقع‌گرایانه در تدریس خود استفاده می‌کنم. برای مثال، در درس هندسه، از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی برای ایجاد اشکال هندسی و بررسی ویژگی‌های آن‌ها بهره می‌برم. این روش به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به طور تعاملی با مفاهیم هندسی درگیر شوند و نتایج تغییرات را در زمان واقعی مشاهده کنند. این نوع یادگیری نه تنها جذابیت بیشتری برای آن‌ها دارد، بلکه به تقویت مهارت‌های تحلیلی و حل مسئله نیز کمک می‌کند. دانش‌آموزان معمولاً از این روش استقبال می‌کنند و احساس می‌کنند که در فرآیند یادگیری خود فعال‌تر هستند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۶]

«وقتی از شبیه‌سازی‌ها و ابزارهای تعاملی در کلاس استفاده می‌کنم، دانش‌آموزان کاملاً درگیر مطلب درسی می‌شوند. آن‌ها می‌توانند مسائل ریاضی را به‌صورت زنده تجربه کنند و این تجربه یادگیری آن‌ها را هیجان‌انگیزتر می‌کند.» [مشارکت‌کننده شماره ۹]

۲-۴) **توسعه محتوای سفارشی:** فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند به تولید محتوای آموزشی سفارشی برای هر دانش‌آموز کمک کنند. این محتوا می‌تواند بر اساس سطح توانایی، علایق و نیازهای خاص هر فرد طراحی شود، که به یادگیری مؤثرتر و شخصی‌سازی شده منجر می‌شود.

نمونه مصاحبه: «اگر معلم ریاضی این امکان را داشته باشد که به نیازها و سطح یادگیری هر دانش‌آموز پاسخ دهد. در آموزش خود موفقیت بالاتری کسب خواهد کرد. من معلم با ایجاد محتوای خاص برای گروه‌های مختلف، می‌توانم مفاهیم را به شیوه‌ای متناسب با توانایی‌ها و علایق آن‌ها ارائه دهم. به عنوان مثال، برای دانش‌آموزانی که با مفاهیم پایه‌ای مشکل دارند، می‌توانم تمرینات و مثال‌های ساده‌تری طراحی کنم، در حالی که برای دانش‌آموزان پیشرفته‌تر، چالش‌های پیچیده‌تری ایجاد می‌کنم. این رویکرد نه تنها باعث افزایش مشارکت و انگیزه در کلاس می‌شود، بلکه به یادگیری عمیق‌تر و مؤثرتر نیز کمک می‌کند. در نهایت، توسعه محتوای سفارشی به من این امکان را می‌دهد که هر دانش‌آموز را به عنوان یک فرد منحصر به فرد ببینم و به او کمک کنم تا بهترین عملکرد خود را در درس ریاضی داشته باشد.» [مشارکت‌کننده شماره ۷]

«من برای درس ریاضی پایه دهم، که معمولاً هر سال ۲ تا کلاس دهم تدریس می‌کنم، یک نرم افزار تعاملی با استفاده از استوری لاین تهیه کردم و از تصاویر و اسامی مرتبط با شهر و مدرسه خودمان و حتی اسم و عکس خودم در آن استفاده کردم. این نرم افزار تعاملی را هر سال در اختیار بچه‌های کلاس قرار می‌دهم و از آن در آموزش بچه‌ها استفاده می‌کنم. واقعا این ابزار یادگیری برای دانش‌آموزانم بسیار جذاب است.» [مشارکت‌کننده شماره ۹]

مضمون اصلی ۳ - گسترش دسترسی دانش‌آموزان به مواد درسی:

در عصر دیجیتال، فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی به طور چشمگیری دسترسی دانش‌آموزان به مواد درسی را افزایش داده‌اند. این دسترسی به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که در هر زمان و مکانی به منابع آموزشی دسترسی داشته باشند و از ابزارهای یادگیری آنلاین بهره‌مند شوند.

۳-۱) **دسترسی به مواد آموزشی بدون محدودیت زمانی و مکانی:** این امکان به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا در هر زمان و مکانی که بایشان مناسب است، به مواد آموزشی دسترسی پیدا کنند. همچنین دانش‌آموزان می‌توانند از هر مکانی به منابع آموزشی دسترسی داشته باشند.

نمونه مصاحبه: «گسترش فناوری باعث شده منابعی برای آموزش ریاضی تهیه شود که دسترسی به آن‌ها بدون محدودیت زمانی است این به دانش‌آموزان کمک کند تا در زمان‌های مختلف به تمرین و مرور مسائل ریاضی بپردازند. این مساله مخصوصاً برای دانش‌آموزانی که بخاطر مسائل مختلف از کلاس غیبت می‌کند و در هنگام تدریس در کلاس حضور ندارند موثر است. زمان‌های فراغت خود، به یادگیری و تقویت مهارت‌های خود بپردازند.» [مشارکت‌کننده شماره ۲۰]

«بعضی وقت‌ها دانش‌آموز فکرش در کلاس مشغول است و حواسش به درس نیست و یا حتی بعضی وقت‌ها مریض است و نمی‌تواند در کلاس درس را یاد بگیرد، امروزه با وجود منابع آموزشی متنوع مانند ویدئوهای تدریس و نرم افزارهای آموزشی می‌توان مشکل محدودیت زمان و مکان برای یادگیری را حل شده دانست. تا دانش‌آموز در زمان‌های فراغت خود و در مکان مناسب، به یادگیری و تقویت مهارت‌های خود بپردازند. چه در خانه، مدرسه یا هر مکان دیگر، این ویژگی به ویژه در شرایطی که حضور فیزیکی در کلاس ممکن نیست، بسیار ارزشمند است.» [مشارکت‌کننده شماره ۴]

«دانش‌آموزانی که در مناطق دورافتاده زندگی می‌کنند، با کمک ابزارهای هوش مصنوعی مثل نرم‌افزارهای یادگیری آنلاین، می‌توانند همان مطالبی را یاد بگیرند که در شهرهای بزرگ تدریس می‌شود. این موضوع به برابری آموزشی کمک زیادی کرده است.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۲]

۲-۳) دسترسی به منابع آنلاین و ابزارهای یادگیری متنوع: وجود منابع آنلاین و ابزارهای یادگیری مانند ویدیوهای آموزشی، نرم‌افزارهای تعاملی و پلتفرم‌های یادگیری می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا مفاهیم را بهتر درک کنند و با روش‌های مختلف یادگیری آشنا شوند.

نمونه مصاحبه: «استفاده از منابع آنلاین می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا با روش‌های مختلف حل مسائل آشنا شوند و درک عمیق‌تری از مفاهیم ریاضی پیدا کنند. این ابزارها می‌توانند به ایجاد انگیزه و تعامل بیشتر در یادگیری کمک کنند.» [مشارکت‌کننده شماره ۲]

۳-۳) همکاری گروهی و تعامل میان دانش‌آموزان در ساعات غیر از کلاس: این ویژگی به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که در ساعات غیر از کلاس با یکدیگر همکاری کنند و از تجربیات و دانش یکدیگر بهره‌مند شوند. این تعامل می‌تواند به یادگیری عمیق‌تر و تقویت مهارت‌های اجتماعی کمک کند.

نمونه مصاحبه: «همکاری گروهی در یادگیری ریاضی می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا با هم به حل مسائل بپردازند و از یکدیگر بیاموزند. این نوع تعامل می‌تواند به تقویت اعتماد به نفس و مهارت‌های ارتباطی آن‌ها کمک کند.» [مشارکت‌کننده شماره ۶]

«دانش‌آموزان در گروه‌های درسی خارج از ساعات مدرسه در برنامه شاد با هم تبادل نظر می‌کنند و وقتی برایشان سوالی پیش می‌آید یا مفهومی را متوجه نشده‌اند با هم مشورت می‌کنند و اشکالاتشان را از هم می‌پرسند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۱]

۴-۳) دسترسی به دسترس به محتوای آموزشی متنوع و چندرسانه‌ای: این ویژگی به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به انواع مختلفی از محتوای آموزشی، از جمله ویدیوها، پادکست‌ها، مقالات و نرم‌افزارهای تعاملی دسترسی داشته باشند. این تنوع در محتوا می‌تواند به یادگیری بهتر و جذاب‌تر کمک کند و به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که با توجه به سبک یادگیری خود، منابع مناسب را انتخاب کنند.

نمونه مصاحبه: «دسترس به محتوای آموزشی متنوع می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا مفاهیم پیچیده ریاضی را از زوایای مختلف درک کنند. استفاده از ویدیوهای آموزشی و نرم‌افزارهای تعاملی می‌تواند به ایجاد انگیزه و علاقه در یادگیری ریاضی کمک کند و به آن‌ها این امکان را بدهد که با روش‌های مختلف حل مسائل آشنا شوند. این تنوع در یادگیری می‌تواند به بهبود درک و تسلط آن‌ها بر مفاهیم ریاضی کمک کند.» [مشارکت‌کننده شماره ۳]

«سبک یادگیری دانش‌آموزان با هم متفاوت است، انواع مختلف منابع آموزشی که امروزه در دسترس دانش‌آموزان قرار می‌گیرد، برای انواع مختلف روش‌های یادگیری‌های دانش‌آموزان بسیار مفید است.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۸]

مضمون اصلی ۴ - ارزیابی و بازخورد:

سیستم‌های یادگیری مجهز به هوش مصنوعی که پیشرفت دانش‌آموز را ردیابی می‌کنند و برای ارتقای پیشرفت بازخورد ارائه می‌کنند، می‌توانند برای پیاده‌سازی رفتارگرایی، که بر تقویت رفتارهای مطلوب از طریق پاداش‌ها و مجازات‌ها تمرکز دارد، استفاده شوند. هوش مصنوعی با سنجش مهارت‌ها و توانایی‌های دانش‌آموزان در کمترین زمان به تشخیص نقاط ضعف و قوت آن‌ها کمک می‌کند. مضامین زیر در این زمینه استخراج شده‌اند:

۱-۴) ارزیابی سریع و با دقت بالا: هوش مصنوعی امکان ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان را با دقت بالا و در زمان کوتاه فراهم می‌کند. ابزارهای هوش مصنوعی، از طریق تحلیل داده‌ها و پاسخ‌های آزمون‌ها، می‌توانند نقاط ضعف و قوت دانش‌آموزان را مشخص کرده و اطلاعات دقیقی به معلمان ارائه دهند. این ارزیابی‌ها با کاهش زمان تصحیح و تحلیل، فرآیند آموزش را کارآمدتر می‌کند.

نمونه مصاحبه: «یکی از ویژگی‌های هوش مصنوعی این است که بلافاصله بعد از امتحان می‌توانیم نتایج دقیق و تحلیلی دانش‌آموزان را ببینیم. این کار به ما اجازه می‌دهد سریع‌تر روی نقاط ضعف و قوت آن‌ها تمرکز کنیم.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۵]

«من برای درس ریاضی دهم، که سه تا هم کلاس ریاضی دهم داشتم، آزمون‌های آنلاین با استفاده از آزمون‌سازها، طراحی کرده بودم و هر ماه در سایت مدرسه از بچه‌ها امتحان می‌گرفتم. بچه‌ها و خودم بلافاصله بعد از آزمون نتیجه‌ها را می‌دیدیم و

بررسی می‌کردیم. هر دانش‌آموزی می‌دید چه سوالاتی را اشتباه جواب داده و می‌توانست از راهنمایی که برایشان طراحی کرده بودم استفاده کند و به سوالاتی که اشتباه پاسخ داده بود، مجدد پاسخ دهد و نصف نمره آن سوال را بگیرد. و این در یادگیری دانش‌آموزان تاثیر فوق‌العاده‌ای داشت. من خودم هم با مشاهده نتیجه آزمون اصلی می‌دیدم دانش‌آموزان در کدام سوال‌ها نتیجه خوبی نگرفته‌اند و تلاش می‌کردم در جلسات بعدی آن مطالب را دوباره با روش دیگری تدریس کنم. مزیت دیگر این بود که آزمون‌ها را یکبار طراحی کردم و با رندم قرار دادن سوالات و حتی گزینه‌ها برای همه کلاس‌های دهم که داشتم از آن‌ها استفاده کردم.» [مشارکت‌کننده شماره ۹]

۲-۴) ارائه بازخورد مفید به معلمان و دانش‌آموزان: یکی از قابلیت‌های کلیدی هوش مصنوعی، ارائه بازخوردهای هدفمند و دقیق به معلمان و دانش‌آموزان است.

نمونه مصاحبه: «یکی از ویژگی‌های هوش مصنوعی این است که بلافاصله بعد از امتحان می‌توانیم نتایج دقیق و تحلیلی دانش‌آموزان را ببینیم. این کار به ما اجازه می‌دهد سریع‌تر روی نقاط ضعف و قوت آن‌ها تمرکز کنیم.» [مشارکت‌کننده شماره ۶] «بازخوردهایی که از آزمون‌سازها می‌گیریم شامل تحلیل جزئیات عملکرد هر دانش‌آموز، پیشنهاد راهکارهایی برای بهبود نقاط ضعف و تقویت نقاط قوت است. ما معلمان می‌توانیم با استفاده از این اطلاعات، برنامه‌های آموزشی مؤثرتری طراحی کنیم و همچنین دانش‌آموزان می‌توانند درک بهتری از پیشرفت تحصیلی خود پیدا کنند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۷]

۳-۴) تحلیل داده‌های یادگیری و شناسایی اختلالات یادگیری: هوش مصنوعی می‌تواند با ارائه تحلیل‌های پیشرفته، معلمان و مدیران آموزشی را در پیش‌بینی عملکرد دانش‌آموزان و بهبود تصمیم‌گیری‌های آموزشی یاری دهد.

نمونه مصاحبه: «هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل دقیق عملکرد دانش‌آموزان در تکالیف و آزمون‌ها، اختلالات یادگیری و مشکلات شناختی را شناسایی کند. این فناوری راهکارهایی برای رفع این اختلالات ارائه داده و دانش‌آموزان را در یادگیری بهتر یاری می‌کند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۲]

«استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های یادگیری، به معلمان ریاضی این امکان را می‌دهد که به‌طور دقیق‌تر و سریع‌تر نیازها و نقاط ضعف دانش‌آموزان را شناسایی کنند. با تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به عملکرد دانش‌آموزان، معلمان می‌توانند الگوهای یادگیری را شناسایی کرده و اختلالات یادگیری را به موقع تشخیص دهند. این فناوری‌ها با ارائه بازخوردهای فوری و شخصی‌سازی شده، به معلمان کمک می‌کنند تا روش‌های تدریس خود را بهینه‌سازی کرده و برنامه‌های آموزشی متناسب با نیازهای خاص هر دانش‌آموز طراحی کنند. لذا، این رویکرد نه تنها به بهبود کیفیت آموزش کمک می‌کند، بلکه می‌تواند انگیزه و اعتماد به نفس دانش‌آموزان را نیز افزایش دهد.» [مشارکت‌کننده شماره ۲]

۴-۴) تشخیص زود هنگام مشکلات یادگیری: تشخیص زود هنگام مشکلات یادگیری به فرایند شناسایی و ارزیابی مشکلاتی اشاره دارد که ممکن است بر توانایی‌های یادگیری یک فرد تأثیر بگذارد. این مشکلات می‌توانند شامل اختلالات یادگیری مانند دیسکسیلیا (اختلال در خواندن)، دیسگرافیا (اختلال در نوشتن) و دیسکالکولیا (اختلال در ریاضی) باشند. شناسایی زود هنگام این مشکلات به معلمان و والدین این امکان را می‌دهد که به سرعت اقدام کنند و حمایت‌های لازم را فراهم آورند، که می‌تواند به بهبود عملکرد تحصیلی و اجتماعی دانش‌آموزان کمک کند.

نمونه مصاحبه: «فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی به معلمان این امکان را می‌دهند که با تحلیل داده‌های یادگیری، مشکلات یادگیری را به‌طور سریع و دقیق شناسایی کنند. این ابزارها می‌توانند رفتارها و الگوهای یادگیری دانش‌آموزان را زیر نظر بگیرند و از طریق الگوریتم‌های پیشرفته، نقاط ضعف و نیازهای خاص هر فرد را شناسایی کنند. با ارائه بازخوردهای فوری و ابزارهای ارزیابی تعاملی، معلمان می‌توانند به‌سرعت به مشکلات یادگیری پاسخ دهند و برنامه‌های آموزشی متناسب با نیازهای هر دانش‌آموز طراحی کنند. تشخیص زود هنگام مشکلات یادگیری با استفاده از فناوری‌های هوشمند می‌تواند زمینه‌ساز موفقیت‌های تحصیلی بیشتر برای دانش‌آموزان باشد.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۲]

«در آموزش ریاضی زمان خیلی مهم است. معلم‌های ریاضی خیلی وقت‌ها فکر می‌کنند که زمان برای تدریس خیلی محدود هست و برای ارزشیابی کلاسی فرصتی ندارند. درحالی‌که ارزیابی و بازخورد به‌موقع می‌تواند مسیر یادگیری یک دانش‌آموز را عوض کند. امروزه ابزارهای خیلی خوبی برای ارزیابی سریع و تحلیل نتایج آزمون‌ها وجود دارد که استفاده از آن‌ها مخصوصاً در درس

ریاضی می‌تواند به ذخیره زمان برای معلم و از دست ندادن زمان طلایی یادگیری در کلاس برای دانش‌آموزان کمک کند.» [مشارکت‌کننده شماره ۲۰]

پس از کدگذاری داده‌ها، چهار مضمون اصلی برای سوال دوم پژوهش استخراج گردید. مضامین اصلی و فرعی مرتبط با این سوال به‌طور خلاصه در جدول شماره ۴ ارائه شده است. در ادامه، به توضیح مفصل هر یک از مضامین پرداخته می‌شود.

سوال دوم: معلمان ریاضی برای استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی در کلاس درس با چه چالش‌هایی مواجه هستند؟

جدول ۴: مضامین اصلی و فرعی استخراج شده برای چالش‌های ایجاد شده

مضامین اصلی	مضامین فرعی
آموزش و توانمندسازی معلمان	دشواری استفاده از فناوری‌ها توسط معلمان ریاضی نیاز به آموزش مجدد معلمان ریاضی در دسترس نبودن متخصصان و کارشناسان فناوری‌های برای رفع آئی مشکلات بار اضافی تولید محتوا بر عهده معلمان مقاومت معلمان در برابر تغییرات عدم توانایی استفاده از فناوری‌های موجود توسط همه دانش‌آموزان هزینه‌های بالا و تفاوت‌های اقتصادی تفاوت فرصت‌های یادگیری بین دانش‌آموزان نیاز به زیرساخت‌های مناسب کاهش ارتباط و تعامل بین معلم و دانش‌آموز و خود دانش‌آموزان
نابرابری در دسترسی به فناوری	کاهش روحیه مشارکت و کار گروهی افزایش اضطراب معلم در استفاده از فناوری تأثیر ارزیابی‌های نادرست بر انگیزه دانش‌آموزان تطبیق با سبک‌های یادگیری مختلف خطاهای احتمالی در تحلیل داده‌ها عدم اعتماد کامل به دقت فناوری نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی دشواری کنترل فعالیت‌های غیرمرتبط دانش‌آموزان در فضای مجازی نیاز به تأیید انسانی
تعملات و روابط انسانی	
کنترل و اعتماد در فضای دیجیتال	

مضمون اصلی الف- آموزش و توانمندسازی معلمان: معلمان ریاضی ممکن است در استفاده از فناوری‌های نوین با چالش‌هایی مواجه شوند. در ارتباط با این چالش‌ها از طریق مصاحبه با معلمان ریاضی مضامین زیر استخراج شده‌اند:

الف-۱) دشواری استفاده از فناوری‌ها توسط معلمان ریاضی: استفاده از فناوری‌های نوین برای همه معلمان راحت و ساده نیست. معلمان ریاضی هم مانند سایر معلمان در مورد استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی با مشکلات مواجه می‌شوند.

نمونه مصاحبه: «به عنوان یک معلم در مدرسه می‌بینم که خیلی از همکارانم و حتی معلمان رشته ریاضی و کامپیوتر هم در استفاده از ابزارهای جدید فناوری و هوش مصنوعی در کلاس درس مشکل دارند. برخی از این فناوری‌ها پیچیده هستند و نیاز به زمان و تمرین دارند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۳]

«این چالش‌ها شامل دشواری به‌کارگیری سیستم‌های هوش مصنوعی و برنامه‌های کاربردی تجربه شده توسط معلمان و دانش‌آموزان تلاش اضافی مورد نیاز معلمان برای استفاده از این فناوری‌ها در مقایسه با روش‌های تدریس سنتی است.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۱]

الف-۲) نیاز به آموزش مجدد معلمان ریاضی: معلمان برای بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های نوین نیاز به آموزش مجدد دارند. این آموزش‌ها می‌تواند شامل دوره‌های تخصصی در زمینه ابزارهای آموزشی و نرم‌افزارهای تحلیلی باشد تا آن‌ها بتوانند به‌روز بمانند و از این فناوری‌ها به بهترین نحو استفاده کنند.

نمونه مصاحبه: «من احساس می‌کنم ما معلم‌ها واقعا نیاز داریم که تکنولوژی روز را یاد بگیریم، روش‌های قدیمی دیگر کارساز نیست و در آینده هم اصلا کارساز نخواهند بود. پس برای استفاده مؤثر از فناوری‌های نوین، نیاز به آموزش دوباره و جدی دارم.» [مشارکت‌کننده شماره ۵]

الف-۳) در دسترس نبودن متخصصان و کارشناسان فناوری برای رفع آنی مشکلات: بسیاری از معلمان به هنگام مواجهه با مشکلات فناوری، به متخصصان و کارشناسان فناوری نیاز دارند. اما عدم دسترسی به این افراد می‌تواند باعث ایجاد وقفه در روند آموزش و یادگیری شود و معلمان را در حل مشکلات فناوری ناتوان کند.

نمونه مصاحبه: «وقتی با مشکلات فناوری مواجه می‌شوم، معمولاً دسترسی به کارشناسان فناوری در مدرسه ندارم. این موضوع باعث می‌شود که نتوانم به سرعت مشکلات را در کلاس حل کنم و کلاس را به درستی مدیریت کنم.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۸]

«این به دلیل کمبود افراد با مهارت‌های لازم در این حوزه است که نسبت به سایر زمینه‌ها کمتر هستند.» [مشارکت‌کننده شماره ۴]

الف-۴) بار اضافی تولید محتوا بر عهده معلمان: معلمان به‌ویژه در زمان استفاده از فناوری‌های جدید، ممکن است با بار اضافی تولید محتوا مواجه شوند. این بار اضافی می‌تواند شامل طراحی فعالیت‌ها، تهیه منابع آموزشی و ایجاد محتوای دیجیتال باشد که زمان و انرژی زیادی از آن‌ها می‌گیرد.

نمونه مصاحبه: «تولید محتوای هوشمندانه و متناسب با ابزارهای هوش مصنوعی، به بار کاری سنگین معلمان می‌افزاید.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۶]

الف-۵) مقاومت معلمان در برابر تغییرات: تغییرات فناوری ممکن است با مقاومت‌هایی از سوی برخی معلمان مواجه شود. این مقاومت می‌تواند ناشی از عدم آشنایی با فناوری‌های جدید یا ترس از تغییر روش‌های سنتی تدریس باشد. ایجاد فرهنگ پذیرش و تشویق به نوآوری می‌تواند به کاهش این مقاومت کمک کند.

نمونه مصاحبه: «من متوجه شدم که برخی از همکارانم نسبت به تغییرات جدید مقاومت دارند. مثلا یکی از معلم‌های قدیمی مدرسه ما می‌گوید ما با همین روش‌های سنتی و با قلم و کاغذ ریاضی و همه درس‌های دیگر را یاد گرفتیم و خیلی هم موفق بودیم. این طرز فکر را باید اصلاح کنیم. باید به هم کمک کنیم و با هم به این تغییرات عادت کنیم و به سمت نوآوری حرکت کنیم.» [مشارکت‌کننده شماره ۹]

مضمون اصلی ب- نابرابری در دسترسی به فناوری: نابرابری در دسترسی به فناوری می‌تواند تأثیرات منفی بر فرآیند یادگیری و آموزش دانش‌آموزان داشته باشد. این نابرابری می‌تواند به دلایل مختلفی بروز کند. در ادامه، مضامین فرعی مرتبط با این موضوع توضیح داده شده است:

ب-۱) عدم توانایی استفاده از فناوری‌های موجود توسط همه دانش‌آموزان: برخی از دانش‌آموزان ممکن است به دلیل نداشتن مهارت‌های لازم یا عدم دسترسی به آموزش‌های کافی نتوانند از فناوری‌های موجود به خوبی استفاده کنند. این مشکل مسلماً می‌تواند بر یادگیری آن‌ها تأثیر منفی بگذارد.

نمونه مصاحبه: «یکی از نگرانی‌های من در استفاده از فناوری این است که برخی از دانش‌آموزان به دلیل عدم آشنایی با فناوری‌های جدید نمی‌توانند به خوبی در کلاس مشارکت کنند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۷]

ب-۲) عدم توانایی استفاده از فناوری‌های موجود توسط همه دانش‌آموزان: برخی از دانش‌آموزان ممکن است به دلیل نداشتن مهارت‌های لازم یا عدم دسترسی به آموزش‌های کافی نتوانند از فناوری‌های موجود به خوبی استفاده کنند. این مشکل مسلماً می‌تواند بر یادگیری آن‌ها تأثیر منفی بگذارد.

نمونه مصاحبه: «یکی از مشکلاتم در استفاده از فناوری این است که برخی از دانش‌آموزان به دلیل عدم آشنایی با فناوری‌های جدید نمی‌توانند به خوبی در کلاس مشارکت کنند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۰]

«به عنوان یک معلم ریاضی، یکی از نگرانی‌های من این است که برخی از دانش‌آموزان مهارت‌های لازم را ندارند و یا دسترسی به آموزش‌های کافی برای استفاده از فناوری را ندیده‌اند، لذا نمی‌توانند از فناوری‌های جدید به خوبی استفاده کنند و این موضوع نه تنها بر مشارکت آن‌ها در کلاس تأثیر می‌گذارد، بلکه ممکن است باعث افت یادگیری و ناتوانی در درک مفاهیم ریاضی آنان نیز بشود.» [مشارکت‌کننده شماره ۶]

ب-۳) هزینه‌های بالا و تفاوت‌های اقتصادی: هزینه‌های بالای فناوری، از جمله دستگاه‌ها و نرم‌افزارها، می‌تواند مانع از دسترسی برخی دانش‌آموزان به منابع آموزشی شود. این تفاوت‌های اقتصادی می‌تواند باعث ایجاد شکاف‌های عمیق‌تری در نظام آموزشی شود.

نمونه مصاحبه: «متأسفانه، بسیاری از خانواده‌ها قادر به تأمین هزینه‌های خرید تجهیزات آموزشی نیستند و این موضوع باعث ایجاد نابرابری در کلاس می‌شود.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۴]

«یکی از چالش‌های اصلی ما در آموزش ریاضی این است که بسیاری از دانش‌آموزان به دلیل هزینه‌های بالای تجهیزات آموزشی و نرم‌افزارها نمی‌توانند به منابع لازم دسترسی پیدا کنند، و این موضوع باعث می‌شود که شکاف‌های عمیق‌تری در یادگیری بین دانش‌آموزان با شرایط اقتصادی متفاوت ایجاد شود.» [مشارکت‌کننده شماره ۲۰]

ب-۴) تفاوت فرصت‌های یادگیری بین دانش‌آموزان: نابرابری در دسترسی به فناوری می‌تواند تأثیر مستقیمی بر فرصت‌های یادگیری دانش‌آموزان در یک کلاس داشته باشد. دانش‌آموزانی که به فناوری‌های نوین دسترسی دارند، ممکن است نسبت به همکلاسی‌های خود که از این منابع بی‌بهره‌اند، مزیت‌های بیشتری داشته باشند.

نمونه مصاحبه: «من همیشه نگران این هستم که وقتی برخی از دانش‌آموزان به فناوری‌های پیشرفته و منابع آموزشی آنلاین دسترسی دارند و دیگران نه، این نابرابری نه تنها بر فرصت‌های یادگیری آن‌ها تأثیر می‌گذارد، بلکه باعث ایجاد حس ناامیدی و عدم انگیزه در دانش‌آموزانی می‌شود که از این منابع محروم هستند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۹]

«وقتی برخی از دانش‌آموزان به فناوری‌های پیشرفته دسترسی دارند و دیگران نه، این موضوع باعث می‌شود که فرصت‌های یادگیری برای همه برابر نباشد.» [مشارکت‌کننده شماره ۴]

ب-۵) نیاز به زیرساخت‌های مناسب: وجود زیرساخت‌های مناسب، از جمله اتصال اینترنت پایدار و تجهیزات کافی، برای استفاده مؤثر از فناوری‌های آموزشی ضروری است. بدون این زیرساخت‌ها، حتی بهترین فناوری‌ها نیز نمی‌توانند به درستی مورد استفاده قرار گیرند و این امر می‌تواند به نابرابری در یادگیری دامن بزند.

نمونه مصاحبه: «به عنوان یک معلم، من به وضوح می‌بینم که بدون وجود زیرساخت‌های مناسب مانند اینترنت خوب و تجهیزات لازم، از فناوری‌های جدید و نرم‌افزارهای موجود هم نمی‌توان به درستی استفاده کرد.» [مشارکت‌کننده شماره ۲]

«در برخی مناطق روستای حتی در کل مدرسه یک پروژکتور سالم وجود ندارد و بودجه اختصاص داده شده نیز طوری نیست که از مدیر مدرسه انتظار داشت به توسعه فناوری کمک کند. مسائل اقتصادی برای رشد آموزش واقعا مهم و تاثیرگذار هستند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۳]

«در خیلی از مدارس کشور حتی اینترنت پرسرعت وجود ندارد. چطور می‌توانیم از ابزارهای هوش مصنوعی استفاده کنیم وقتی زیرساخت اولیه فراهم نیست؟» [مشارکت‌کننده شماره ۹]

مضمون اصلی ج- تعاملات و روابط انسانی: تعاملات و روابط انسانی در محیط آموزشی نقش حیاتی دارند. این روابط نه تنها به یادگیری بهتر کمک می‌کنند، بلکه باعث ایجاد احساس تعلق و انگیزه در دانش‌آموزان می‌شوند. با پیشرفت فناوری و افزایش استفاده از آن در آموزش، برخی از این تعاملات ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند و چالش‌هایی را ایجاد کنند.

ج-۱) کاهش ارتباط و تعامل بین معلم و دانش‌آموز و خود دانش‌آموزان: استفاده بیش از حد از فناوری در آموزش می‌تواند منجر به کاهش ارتباطات چهره به چهره شود. این نوع ارتباطات برای فهم بهتر مفاهیم و ایجاد یک فضای یادگیری مثبت ضروری هستند. وقتی تعاملات انسانی کاهش یابد، دانش‌آموزان ممکن است احساس تنهایی کنند و در درک مطالب دچار مشکل شوند.

نمونه مصاحبه: «استفاده بیش از حد از فناوری می‌تواند منجر به کاهش ارتباط چهره به چهره بین من و دانش‌آموزان شود، که این موضوع بر فهم و یادگیری آن‌ها تأثیر منفی می‌گذارد. من معتقدم که تعاملات انسانی برای ایجاد یک فضای یادگیری مثبت و مؤثر ضروری هستند.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۵]

ج-۲) کاهش روحیه مشارکت و کار گروهی: کلاس‌های آنلاین و استفاده از فناوری می‌توانند روحیه مشارکت و کار گروهی را تحت تأثیر قرار دهند. در محیط‌های دیجیتال، دانش‌آموزان کمتر فرصتی برای تعامل و تبادل نظر با یکدیگر دارند. این موضوع می‌تواند به کاهش توانایی آن‌ها در حل مسائل ریاضی به صورت گروهی منجر شود و مانع از یادگیری مؤثر آن‌ها شود.

نمونه مصاحبه: «در کلاس‌های آنلاین، مشاهده می‌کنم که روحیه مشارکت و کار گروهی بین دانش‌آموزان کاهش یافته است، زیرا آن‌ها کمتر فرصت دارند تا با یکدیگر تعامل کنند و ایده‌های خود را به اشتراک بگذارند. این موضوع می‌تواند بر توانایی آن‌ها در حل مسائل ریاضی به صورت گروهی تأثیر منفی بگذارد.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۲]

ج-۳) افزایش اضطراب معلم در استفاده از فناوری: معلمان ممکن است در استفاده از فناوری احساس اضطراب کنند، به ویژه اگر تجربه کافی در این زمینه نداشته باشند. این اضطراب می‌تواند بر کیفیت تدریس تأثیر بگذارد و مانع از ایجاد یک محیط یادگیری آرام و مؤثر شود. معلمانی که نگران عملکرد خود هستند، ممکن است نتوانند به بهترین شکل ممکن به دانش‌آموزان خدمت کنند.

نمونه مصاحبه: «معلمان ممکن است در استفاده از فناوری احساس اضطراب کنند، به ویژه اگر تجربه کافی در این زمینه نداشته باشند. این اضطراب می‌تواند بر کیفیت تدریس تأثیر بگذارد و مانع از ایجاد یک محیط یادگیری آرام و مؤثر شود. معلمانی که نگران عملکرد خود هستند، ممکن است نتوانند به بهترین شکل ممکن به دانش‌آموزان خدمت کنند.» [مشارکت‌کننده شماره ۸]

ج-۴) تأثیر ارزیابی‌های نادرست بر انگیزه دانش‌آموزان: ارزیابی‌های نادرست می‌توانند تأثیر منفی بر انگیزه دانش‌آموزان داشته باشند. زمانی که دانش‌آموزان احساس کنند که تلاش‌هایشان نادیده گرفته می‌شود یا به درستی ارزیابی نمی‌شوند، ممکن است انگیزه خود را برای یادگیری از دست بدهند. ارزیابی‌های عادلانه و منصفانه می‌توانند به افزایش انگیزه و اعتماد به نفس دانش‌آموزان کمک کنند.

نمونه مصاحبه: «زمانی که ارزیابی‌ها به درستی انجام نمی‌شوند، ممکن است دانش‌آموزان احساس کنند که تلاش‌هایشان نادیده گرفته می‌شود و این موضوع می‌تواند انگیزه آن‌ها را کاهش دهد. من همیشه سعی می‌کنم ارزیابی‌های عادلانه و منصفانه‌ای داشته باشم تا دانش‌آموزان احساس کنند که تلاش‌هایشان ارزشمند است.» [مشارکت‌کننده شماره ۲]

ج-۵) تطبیق با سبک‌های یادگیری مختلف: هر دانش‌آموز دارای سبک یادگیری منحصر به فردی است، و فناوری ممکن است نتواند به خوبی با همه این سبک‌ها تطبیق پیدا کند. معلمان باید تلاش کنند تا روش‌های مختلفی را برای تدریس به کار ببرند تا همه دانش‌آموزان بتوانند از یادگیری بهره‌مند شوند. این تطبیق به معلمان کمک می‌کند تا نیازهای خاص هر دانش‌آموز را شناسایی و برآورده کنند.

نمونه مصاحبه: «هر دانش‌آموز سبک یادگیری منحصر به فردی دارد، و من متوجه شده‌ام که استفاده از فناوری ممکن است نتواند به خوبی با این سبک‌ها تطبیق پیدا کند. به همین دلیل، من تلاش می‌کنم تا روش‌های مختلفی را برای تدریس ریاضی به کار ببرم تا همه دانش‌آموزان بتوانند از یادگیری بهره‌مند شوند.» [مشارکت‌کننده شماره ۲]

مضمون اصلی د- کنترل و اعتماد در فضای دیجیتال: در فضای دیجیتال، کنترل و اعتماد به فناوری و داده‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با افزایش استفاده از فناوری در آموزش، معلمان و دانش‌آموزان باید نسبت به دقت و امنیت این فناوری‌ها اطمینان حاصل کنند. عدم اعتماد به داده‌ها و ابزارهای دیجیتال می‌تواند بر کیفیت یادگیری و تعاملات آموزشی تأثیر منفی بگذارد. ارتباط با این موضوع از طریق مصاحبه با معلمان ریاضی مضامین زیر استخراج شده‌اند:

د-۱) خطاهای احتمالی در تحلیل داده‌ها: تحلیل داده‌ها در فضای دیجیتال ممکن است با خطاهایی همراه باشد. این خطاها می‌توانند ناشی از الگوریتم‌های نادرست، داده‌های ناقص یا سوگیری‌های انسانی باشند. اگر معلمان به نتایج تحلیل داده‌ها اعتماد نکنند، ممکن است تصمیمات نادرستی در مورد روش‌های تدریس و ارزیابی دانش‌آموزان اتخاذ کنند.

نمونه مصاحبه: «تحلیل داده‌ها در آموزش می‌تواند به ما کمک کند تا نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان را شناسایی کنیم، اما باید مراقب خطاهای احتمالی باشیم. اگر نتایج تحلیل‌ها نادرست باشند، ممکن است ما تصمیمات نادرستی بگیریم که به یادگیری دانش‌آموزان آسیب برساند.» [مشارکت‌کننده شماره ۲۰]

د-۲) **عدم اعتماد کامل به دقت فناوری:** فناوری‌های آموزشی ممکن است در برخی موارد دقت کافی نداشته باشند. معلمان ممکن است نسبت به ابزارهای دیجیتال شک و تردید داشته باشند، به ویژه زمانی که نتایج آن‌ها با تجربیات واقعی همخوانی ندارد. این عدم اعتماد می‌تواند مانع از پذیرش و استفاده مؤثر از فناوری در کلاس درس شود.

نمونه مصاحبه: «فناوری آموزشی می‌تواند ابزارهای مفیدی باشد، اما من همیشه نسبت به دقت آن‌ها احتیاط می‌کنم. زمانی که یک نرم‌افزار نتایج غیرمنتظره‌ای ارائه می‌دهد، این موضوع می‌تواند باعث تردید در استفاده از آن در کلاس درس شود و بر اعتماد دانش‌آموزان به فرآیند یادگیری تأثیر بگذارد.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۱]

د-۳) **نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی:** حریم خصوصی یکی از نگرانی‌های اصلی در فضای دیجیتال است. جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌های شخصی دانش‌آموزان می‌تواند خطراتی را به همراه داشته باشد. معلمان و والدین باید مطمئن شوند که اطلاعات دانش‌آموزان به درستی محافظت می‌شود و از سوءاستفاده جلوگیری می‌شود.

نمونه مصاحبه: «حفاظت از حریم خصوصی دانش‌آموزان در فضای دیجیتال برای من بسیار مهم است. من همواره سعی می‌کنم از ابزارهایی استفاده کنم که اطلاعات شخصی دانش‌آموزان را به درستی مدیریت کرده و از هرگونه سوءاستفاده جلوگیری کنند.» [مشارکت‌کننده شماره ۳]

د-۴) **دشواری کنترل فعالیت‌های غیرمرتبط دانش‌آموزان در فضای مجازی:** در فضای مجازی، کنترل فعالیت‌های غیرمرتبط دانش‌آموزان دشوار است. با دسترسی به منابع و سرگرمی‌های مختلف، دانش‌آموزان ممکن است به فعالیت‌های غیرآموزشی مشغول شوند که بر تمرکز و یادگیری آن‌ها تأثیر منفی می‌گذارد. معلمان باید راهکارهایی برای مدیریت این چالش پیدا کنند.

نمونه مصاحبه: «در کلاس‌های آنلاین، کنترل فعالیت‌های غیرمرتبط دانش‌آموزان بسیار چالش‌برانگیز است. من متوجه شده‌ام که دانش‌آموزان ممکن است به راحتی حواسشان پرت شود و این موضوع می‌تواند بر کیفیت یادگیری آن‌ها تأثیر منفی بگذارد.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۸]

«در مواجهه با فناوری نظارت بر فعالیت‌های دانش‌آموزان بسیار چالش‌برانگیز است و این می‌تواند بر کیفیت یادگیری آن‌ها تأثیر بگذارد. من خیلی دیده‌ام برخی از دانش‌آموزان در حین درس خواندن به فعالیت‌های غیرمرتبط بپردازند و این موضوع باعث افت تمرکز آن‌ها می‌شود.» [مشارکت‌کننده شماره ۱]

د-۵) **نیاز به تأیید انسانی:** با وجود پیشرفت‌های فناوری، نیاز به تأیید انسانی هنوز هم احساس می‌شود. در بسیاری از موارد، تصمیم‌گیری‌های مهم باید توسط انسان‌ها انجام شود تا اطمینان حاصل شود که اطلاعات به درستی تفسیر و استفاده می‌شوند. این نیاز به تأیید انسانی می‌تواند به ایجاد اعتماد بیشتر در فرآیندهای آموزشی کمک کند.

نمونه مصاحبه: «با وجود پیشرفت‌های فناوری، من هنوز بر این باورم که تأیید انسانی در فرآیندهای آموزشی ضروری است. تصمیم‌گیری‌های مهم باید با دقت و توجه ویژه‌ای انجام شوند تا اطمینان حاصل شود که تمامی جوانب مورد بررسی قرار گرفته و به درستی تفسیر شده‌اند.» [مشارکت‌کننده شماره ۵]

«با وجود پیشرفت‌های فناوری، من هنوز بر این باورم که تأیید انسانی در فرآیندهای آموزشی ضروری است. استفاده از الگوریتم‌ها و نرم‌افزارها باید به عنوان ابزاری برای تسهیل یادگیری در نظر گرفته شود، نه جایگزینی برای قضاوت انسانی.» [مشارکت‌کننده شماره ۱۴]

«من همواره تأکید می‌کنم که تصمیم‌گیری‌های مهم باید با دقت و توجه ویژه‌ای انجام شوند تا اطمینان حاصل شود که تمامی جوانب به درستی بررسی شده‌اند. این رویکرد به ما کمک می‌کند تا نتایج بهتری در فرآیند یادگیری به دست آوریم.» [مشارکت‌کننده شماره ۲۰]

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی، فرصت‌های مهمی همچون یادگیری شخصی‌سازی شده، تولید محتوای هوشمند، شبیه‌سازی‌های تعاملی، گسترش دسترسی به منابع درسی و ارائه بازخوردهای فوری فراهم می‌سازند. این فرصت‌ها با مبانی نظری مطرح شده نیز همخوانی دارد. به‌عنوان مثال، مطابق چارچوب ساخت‌گرایی اجتماعی ویگوتسکی (۱۹۷۸)، یادگیری در بستر تعاملات اجتماعی و ابزارهای فرهنگی شکل می‌گیرد و فناوری‌های نوین را می‌توان ابزارهای فرهنگی جدیدی دانست که امکان تعامل، بازخورد و مشارکت را تقویت می‌کنند. همچنین هوش مصنوعی، از طریق ارائه بازخورد فوری و تطبیق محتوا با سطح یادگیری، می‌تواند منطقه تقریبی رشد^۱ را برای هر دانش‌آموز بازتعریف کند؛ با این حال، در صورت نادیده گرفتن نقش معلم در ایجاد تعامل اجتماعی، ممکن است کیفیت یادگیری مشارکتی کاهش یابد (جکسون^۲، ۲۰۲۴).

از سوی دیگر، یافته‌ها وجود چالش‌هایی مانند کمبود زیرساخت، ضعف مهارت‌های فناورانه معلمان، شکاف دیجیتالی، نگرانی‌های اخلاقی و امنیت داده‌ها و کاهش تعاملات انسانی را برجسته می‌کند. در چارچوب مدل پذیرش فناوری^۳ (TAM)، مقاومت معلمان تنها ناشی از پیچیدگی فنی ابزارها نیست، بلکه به «سودمندی ادراک شده» پایین این فناوری‌ها نیز مربوط است. پژوهش سیوانگانام و همکاران^۴ (۲۰۲۵) نشان می‌دهد معلمان زمانی از فناوری استقبال می‌کنند که به کاهش بار آموزشی و افزایش فرصت برای فعالیت‌های تعاملی و تفکر انتقادی کمک کند، نه زمانی که به‌عنوان جایگزین روش‌های سنتی مطرح شود. این موضوع با یافته‌های پژوهش حاضر درباره «افزایش بار تولید محتوا برای معلمان» همسو است.

همچنین، اگرچه هوش مصنوعی می‌تواند نابرابری آموزشی را از طریق محتوای شخصی‌سازی شده کاهش دهد (واردات و همکاران^۵، ۲۰۲۴)، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد شکاف دیجیتالی و دسترسی نابرابر به فناوری در مدارس، ممکن است نابرابری‌ها را تشدید کند. این تناقض در پژوهش‌های کندی^۶ (۲۰۲۵) نیز مطرح شده است. از منظر اخلاقی، نگرانی معلمان درباره حریم خصوصی داده‌ها، احتمال خطاهای الگوریتمی و انحصار داده‌ها، با هشدارهای برادنی و توتاک^۷ (۲۰۲۵) درباره ضرورت شفافیت الگوریتمی^۸ و نظارت انسانی همخوان است.

نکته قابل توجه دیگر آن است که معلمان، هوش مصنوعی را «مکمل» نقش خود می‌دانند نه «جایگزین» آن. این نگاه با نظریه تحول نقش معلم در عصر دیجیتال (فیتریا و سومینا^۹، ۲۰۲۰) همسوست؛ جایی که معلم از یک انتقال‌دهنده دانش به «طراح تجربه‌های یادگیری» و «تسهیل‌گر تفکر انتقادی» تبدیل می‌شود.

به‌طور کلی، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که ادغام فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی یک پدیده دوجبهی است: از یک‌سو زمینه ارتقای یادگیری را فراهم می‌کند و از سوی دیگر چالش‌هایی مانند شکاف دیجیتالی، کاهش تعاملات انسانی و نگرانی‌های اخلاقی را ایجاد می‌کند. این تناقض ضرورت بازنگری در رویکردهای آموزشی و سیاست‌گذاری‌های فناورانه را برجسته می‌سازد.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش، فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی می‌توانند با ایجاد آموزش شخصی‌سازی شده، ارائه بازخورد فوری، تولید محتوای هوشمند و توسعه دسترسی به منابع آموزشی، کیفیت یادگیری ریاضی را ارتقا دهند. با این حال، چالش‌هایی

1. ZPD
2. Jackson
3. TAM
4. Sivanganam et al.
5. Wardat et al.
6. Kennedy
7. Brodny & Tutak
8. Algorithmic Transparency
9. Fitria & Suminah

همچون کمبود مهارت‌های فناورانه معلمان، محدودیت‌های زیرساختی، شکاف دیجیتالی، نگرانی‌های مرتبط با امنیت داده‌ها و احتمال کاهش تعاملات انسانی مانع بهره‌برداری کامل از این ظرفیت‌ها می‌شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تحقق بهره‌وری مؤثر از فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی نیازمند یکپارچه‌سازی سه‌جانبه است:

۱. توسعه زیرساخت‌های فناورانه در مدارس،
 ۲. توانمندسازی معلمان در حوزه‌های فنی و پداگوژیک،
 ۳. طراحی آموزشی مبتنی بر اصول یادگیری و اخلاق فناوری.
- بر این اساس، پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می‌شود:
- توسعه چارچوب‌های حقوقی برای حفاظت از داده‌های دانش‌آموزان و جلوگیری از سوءاستفاده شرکت‌های فناوری.
 - طراحی دوره‌های آموزشی ترکیبی (فنی-پداگوژیک) ویژه معلمان با تمرکز بر کاربرد هوش مصنوعی در پرورش تفکر ریاضی.
 - اولویت‌دهی به مدارس کمتر برخوردار در توزیع امکانات فناورانه برای کاهش شکاف دیجیتالی.
 - توسعه سامانه‌های هوشمند کم‌هزینه و متن‌باز که نیاز به مداخله و مهارت فنی زیاد از سوی معلم نداشته باشند.
 - تقویت مدل‌های آموزشی ترکیبی که نقش فعال معلم و تعامل انسانی را حفظ کند.
- این پژوهش به دلیل تعداد محدود شرکت‌کنندگان ممکن است قابلیت تعمیم کامل نداشته باشد. همچنین، نظرات معلمان تحت تأثیر شرایط و تجربیات محلی آن‌ها قرار دارد.
- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده:
- انجام مطالعات گسترده‌تر با نمونه‌های بزرگ و متنوع برای افزایش دقت و تعمیم‌پذیری.
 - بررسی طولانی‌مدت تأثیرات هوش مصنوعی بر یادگیری ریاضی و کیفیت تعاملات دانش‌آموز-معلم.
 - مقایسه نظام‌مند روش‌های سنتی و فناورانه در آموزش ریاضی.

تقدیر و تشکر

از تمامی معلمان گرامی که در این پژوهش نقش داشته‌اند، کمال سپاس را داریم. از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

References

- Ahmadi, F., Farhadipour, Z., Arabi Matinabadi, M., Khazaei, M., & Shahnazi Badi, M. (2023). The role of artificial intelligence in improving learning quality in education. In *Proceedings of the 1st International Conference on Humanities, Social Sciences, and Law* (pp. 1–6). [in Persian]
- Brodny, J., & Tutak, M. (2025). Stakeholder interactions and ethical imperatives in big data and AI development. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(1), Article 100491. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100491>
- Dabingaya, M. (2022). Analyzing the effectiveness of AI-powered adaptive learning platforms in mathematics education. *Interdisciplinary Journal of Human Review*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.47667/ijphr.v3i1.226>
- Drijvers, P., & Sinclair, N. (2024). The role of digital technologies in mathematics education: purposes and perspectives. *ZDM Mathematics Education*, 56, 239–248. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01535-x>
- Duma, S., Modjo, A., & Walid, A. (2024). The role of mathematics education in developing critical thinking skill in the industrial Era 5.0. *Aksioma Education Journal*, 1(4), 1–10. <https://doi.org/10.62872/rca4py44>
- Engelbrecht, J., & Borba, M. (2023). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM: Mathematics Education*, 56(6). <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Fathi Hafshejani, F., & Saadat Talab, A. (2024). The functioning of artificial intelligence in improving the quality of teaching mathematics to students. *Pajouhesh-e Tarbiyati (Educational Research)*, 14(48), 16–41. [in Persian]
- Fitria, H., & Suminah, S. (2020). Role of teachers in the digital instructional era. *Journal of Social Work and Science Education*, 1(1), 70–77. <https://doi.org/10.52690/jswse.v1i1.11>
- Gandolfi, A. (2025). GPT-4 in education: evaluating aptness, reliability, and loss of coherence in solving calculus problems and grading submissions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35, 367–397. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00403-3>
- Garlinska, M., Osial, M., Proniewska, K., & Pregowska, A. (2023). The influence of emerging technologies on distance education. *Electronics*, 12(7), 1550. <https://doi.org/10.3390/electronics12071550>
- Hajizadeh, M. (2021). The role of artificial intelligence in mathematics education and improving students' academic achievement. In *Proceedings of the 8th International Conference on Management and Humanities Research in Iran* [in Persian]
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S., & Reiss, K. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: a context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, Article 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Jackson, E. A. (2024). The evolution of artificial intelligence: a theoretical review of its impact on teaching and learning in the digital age. ZBW – Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg.
- Jafari, D., Shah Mohammadi, M., & Ghandali, A. (2023). Artificial intelligence and new technologies in educational systems: opportunities and challenges. *Electronic Education and New Educational Technologies*, 4, 129–139. [in Persian]
- Kennedy, G. (2025). Digital inclusion in Liberia's education sector: review of barriers, policy gaps, and strategic interventions. *American Journal of Educational Research*, 13(3), 102–110. <https://doi.org/10.12691/education-13-3-1>
- Koskinen, R., & Pitkäniemi, H. (2022). Meaningful learning in mathematics: a research synthesis of teaching approaches. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(2), Article em0679. <https://doi.org/10.29333/iejme/11715>

- Lameras, P., & Arnab, S. (2022). Power to the teachers: an exploratory review on artificial intelligence in education. *Information*, 13(1), Article 14. <https://doi.org/10.3390/info13010014>
- Li, M., & Manzari, E. (2025). AI utilization in primary mathematics education: a case study from a southwestern Chinese city. *Education and Information Technologies*, 30, 11717–11750. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13315-z>
- Li, M., Vale, C., Tan, H., & Blannin, J. (2025). Factors influencing the use of digital technologies in primary mathematics teaching: Voices from Chinese educators. *Education and Information Technologies*, 30(9), 12573-12608. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13309-3>
- Maulida, L., Nurossobah, P., Aura, B. A., Nengsih, E. D., & Rasilah, R. (2024). Improving the effectiveness of mathematics learning through artificial intelligence: literature review. *Journal of General Education & Humanities*, 3(4), 323–338. <https://doi.org/10.58421/gehu.v3i4.267>
- McCulloch, A., Hollebrands, K., Lee, H., Harrison, T., & Mutlu, A. (2018). Factors that influence secondary mathematics teachers' integration of technology in mathematics lessons. *Computers & Education*, 123, 4. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.008>
- Mustafa, F., Nguyen, H. T. M., & Gao, X. (2024). The challenges and solutions of technology integration in rural schools: a systematic literature review. *International Journal of Educational Research*, 126, Article 102380. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102380>
- Samiei Rad, M., & Shahreki, A. (2023). Artificial intelligence in education with emphasis on mathematics. In *Proceedings of the International Conference on Management Research and Education in Education*. [in Persian]
- Serin, H. (2023). The role of technology in mathematics education: promoting student achievement. *International Journal of Social Sciences and Educational Studies*, 10(2), 390.
- Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for Information*, 22(2), 63–75.
- Sivanganam, J., Yunus, M. M., & Said, N. E. M. (2025). Teachers' perceptions in using artificial intelligence (AI) in ESL classrooms. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 14(01), Article.
- Strzelecki, A. (2023). Students' acceptance of ChatGPT in higher education: an extended unified theory of acceptance and use of technology. *Innovative Higher Education*, 49(2), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10755-023-09686-1>
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2023). Unified theory of acceptance and use of technology 2: a revised model. *MIS Quarterly*, 47(1), 1–35.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Zafari, M., Esmaili, A., & Sadeghi Niyarki, A. (2021). A review of the applications of artificial intelligence and virtual reality in education. *Studies in Educational Measurement and Evaluation*, 11(36), 89–116. [in Persian]