



## **The impact of technology-based mathematics education on the development of pedagogical content knowledge (PCK) among elementary education student -teachers**

**Moosa Ebadi<sup>1</sup>, Zohreh Karami<sup>2</sup>**

1. Associate Professor, Department of Mathematics Education, Farhangian University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). m.ebadi@cfu.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Farhangian University, Tehran, Iran. Karami.edu@cfu.ac.ir

### **Abstract**

**Objective:** The aim of this research is to examine the impact of technology-based mathematics education on the development of pedagogical content knowledge (PCK) among students-teachers in the primary education program. **Method:** This research is classified as applied research and was conducted using a quasi-experimental design with pre-tests and post-tests. The research population consisted of 320 female student - teachers from the primary education program at Farhangian University, Hamedan province. From this population, a group of 23 students-teachers with a diploma in humanities and another group of 23 students-teachers with diplomas in experimental and mathematical sciences were selected through simple random sampling. The data collection tool was a researcher-developed assessment designed to evaluate pedagogical content knowledge in mathematics. This assessment focused on the understanding of pedagogical content knowledge related to mathematical concepts and was administered in both the pre-test and post-test phases. In the classes of both groups, technology-based mathematics education was conducted based on MATLAB GUI and through the program (MathsApp) in 10 two-hour sessions. For data analysis, paired t-tests with a repeated measures design and independent t-tests were used. **Findings:** The results of the findings indicated that technology-based mathematics education significantly impacts the development of pedagogical content knowledge for student teachers in the field of elementary education with a diploma in humanities, as well as for student-teachers in the field of elementary education with diplomas in mathematics and experimental sciences. Additionally, the results showed that there is no significant difference between the two groups regarding the impact of technology-based mathematics education on the development of pedagogical content knowledge of student-teachers. **Conclusion:** Technology, through its unique capabilities, can present complex and abstract mathematical content in an objective and tangible manner. Therefore, mathematics education using these tools enables students-teachers to better understand mathematical concepts and also learn how to teach these concepts, thereby acquiring pedagogical content

knowledge. The capabilities of technology diminish the influence of background, allowing individuals from different backgrounds to understand the intended concepts in a nearly similar way.

**Keywords:** Mathematics education, technology, pedagogical content knowledge, student-teachers, primary education.

**Received:** 2024/9/24; **Revised:**2024/11/10; **Accepted:**2024/12/20 ;**Published Online:**2024/12/21

**Cite this article:** Ebadi, M. Karami, Z (2024). The impact of technology-based mathematics education on the development of pedagogical content knowledge (PCK) among elementary education student -teachers. *Interdisciplinary Studies in Education*, 3(4), p.5-34.

<https://doi.org/10.22034/ISE.2025.17935.1163>

**Publisher:** Farhangian University

**Article type:** Research

<https://ise.cfu.ac.ir/>

©the authors

## تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری بر توسعه دانش محتوایی تربیتی (PCK) دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی

موسی عبادی<sup>۱</sup>، زهره کرمی<sup>۲</sup>

۱. دانشیار، گروه آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)، m.ebadi@cfu.ac.ir

۲. استادیار، گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. Karami.edu@cfu.ac.ir

### چکیده:

هدف: هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری بر توسعه دانش محتوایی تربیتی (PCK) دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی است. روش: این پژوهش از لحاظ هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی است که با استفاده از روش پژوهش شبه تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شده است. جامعه پژوهش شامل ۳۲۰ نفر از دانشجومعلمان دختر رشته آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان همدان بود که از بین آنها یک گروه به تعداد ۲۳ دانشجومعلم با دیپلم علوم انسانی و یک گروه به تعداد ۲۳ دانشجومعلم با دیپلم تجربی و ریاضی از طریق نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، آزمون محقق‌ساخته دانش محتوایی تربیتی ریاضی بود که دانش محتوایی تربیتی مربوط به مفاهیم ریاضی را در دو بخش پیش‌آزمون و پس‌آزمون، مورد ارزیابی قرار داد. در کلاس‌های هر دو گروه، آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری بر اساس MATLAB GUI و از طریق برنامه (MathsApp) در ۱۰ جلسه دو ساعته انجام گرفت. در این پژوهش به منظور تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری  $t$  همبسته با طرح اندازه‌گیری مکرر و آزمون  $t$  مستقل استفاده شده است. یافته‌ها: نتایج یافته‌ها نشان داد آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی؛ و دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی، تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین نتایج نشان داد در زمینه تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلمان، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد. نتیجه‌گیری: فناوری از طریق قابلیت‌های منحصر به فردی که دارد می‌تواند محتوای پیچیده و انتزاعی ریاضیات را به شیوه‌ای عینی و ملموس ارائه دهد، بنابراین آموزش ریاضی به کمک این ابزارها باعث می‌شود دانشجومعلمان مفاهیم ریاضی را بهتر درک نموده و همچنین شیوه تدریس مفاهیم را نیز بیاموزند و دانش محتوایی تربیتی کسب کنند. قابلیت‌های فناوری، تأثیر زمینه را کم‌رنگ نموده؛ و باعث می‌شود افرادی با زمینه‌های متفاوت، مفاهیم مورد نظر را به‌طور تقریباً مشابه، درک کنند.

کلیدواژه‌ها: آموزش ریاضی، فناوری، دانش محتوایی تربیتی، دانشجومعلمان، آموزش ابتدایی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۳؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۸/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۳۰؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۱۰/۱  
استناد به این مقاله: عبادی، موسی، کرمی، زهره. (۱۴۰۳). تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری بر توسعه دانش محتوایی  
تربیتی (PCK) دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی. مطالعات بین رشته‌ای در آموزش، ۳(۴)، ص ۵-۳۴  
<https://doi.org/10.22034/ISE.2025.17935.1163>

ناشر: دانشگاه فرهنگیان      نوع مقاله: پژوهشی      <https://ise.cfu.ac.ir/>      © نویسندگان

## مقدمه

ریاضیات، موضوعی است که باید در دوره ابتدایی به آن توجه جدی شود، چرا که کلید توسعه دانش یادگیرنده برای سطوح بعدی است؛ برخی دانش‌آموزان، ریاضیات را موضوعی دشوار می‌دانند. براساس مطالعه‌ای که توسط Arindiono & Ramadhani (2013) انجام گرفته، ریاضیات به‌عنوان یک موضوع دشوار در نظر گرفته شده، زیرا شامل فرمول‌ها و مفاهیم زیادی است که باید آموخته شوند و شامل مسائل زمینه‌ای است که درک آن‌ها دشوار است؛ با این حال، ریاضیات برای زندگی انسان، اهمیت دارد و یادگیری و تسلط بر آن بسیار ضروری است. مهارت‌های ریاضی که به اهداف یادگیری در مدارس ابتدایی تبدیل می‌شوند، شامل درک مفاهیم ریاضی، توضیح روابط بین مفاهیم و به‌کارگیری مناسب مفاهیم برای حل مسائل است. درک مفاهیم ریاضی، مهمترین جنبه در یادگیری ریاضیات است (Hidayat et al., 2018). براساس Asfar et al. (2019) درک مفاهیم ریاضی، مهم است تا دانش‌آموزان، یک دانش قوی برای فرآیندهای یادگیری بعدی داشته باشند. همان‌طور که اشاره شد مفاهیم ریاضی که در مدرسه ابتدایی آموخته می‌شود، پیش‌نیاز درک دانش‌آموزان در سطوح بعدی است؛ بنابراین در تدریس این مفاهیم، لازم است دقت شود و بهترین روش‌ها برای یادگیری مطلوب آنها فراهم شود.

مفهوم عدد (خواندن و نوشتن اعداد، مقایسه اعداد، کسر، اعشار و عدد مخلوط)؛ عملیات روی اعداد (جمع و تفریق، ضرب، تقسیم، بخش‌پذیری، محاسبه‌های تقریبی)؛ هندسه (زاویه، عمود و موازی، چندضلعی‌ها)؛ اندازه‌گیری (زاویه، زمان، طول/ محیط، مساحت، حجم و گنجایش)؛ آمار و احتمال (نمودار، احتمال)؛ و حل مسئله از جمله مفاهیم ریاضی ابتدایی هستند (راهنمای عمل معلم کلاس‌های چندپایه دوره ابتدایی، ۱۴۰۰: ۸۲-۶۴). دانشجو معلم در دانشگاه فرهنگیان برای تسلط بر تدریس ریاضیات، واحدهای درسی به نام مبانی ریاضی، آموزش ریاضی ۱ و آموزش ریاضی ۲ دارند. پس از این که دانشجویان در درس آموزش ریاضی ۱ با توسعه مفهومی اعداد طبیعی و اعداد گویا و تفکر نسبی، اندازه‌گیری و مفاهیم وابسته به آنها آشنا شدند، در ادامه و در درس آموزش ریاضی ۲، مفاهیم کلیدی، شکل‌گیری و راه‌های توسعه موضوعات تفکر هندسی، جبری،

آماری و مفاهیم وابسته به آنها بررسی می‌شوند. آشنایی و به‌کارگیری مدل‌های خاص مرتبط با درک و فهم مفهوم مورد نظر، روش‌های تدریس و ارزشیابی کارآمد آنها، بدفهمی‌های رایج و برنامه مداخله‌گر جهت تصحیح این بدفهمی‌ها، و تحلیل کتاب‌های درسی ریاضی ابتدایی مرتبط با مفهوم مورد نظر نیز جزو دانش و مهارت‌های ضروری برای دانشجومعلمان است که در درس آموزش ریاضی ۲ به آن پرداخته می‌شود (برنامه درسی رشته آموزش ابتدایی، ۱۳۹۹: ۱۵۵).

دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان از طریق واحدهای درسی مختلف، دانش‌ها و مهارت‌های مورد نیاز معلمی را کسب می‌کنند. از نظر شولمن، دانش معلم ترکیبی از دانش‌های عملی و نظری است که عبارتند از: دانش محتوایی مواد موضوعی، دانش محتوایی تربیتی<sup>۱</sup>، دانش برنامه درسی، دانش تربیتی عمومی، دانش در مورد یادگیرنده و ویژگی‌های آن‌ها، دانش بافت‌های آموزشی، و دانش آرمان‌ها، اهداف، و ارزش‌های آموزشی (Schlein, 2007). از نظر کوهلر و میشرای نیز دانش‌های معلمان شامل دانش محتوایی، دانش تربیتی، دانش فناورانه و تلفیقی از این دانش‌هاست. دانش محتوایی، دانش معلم درباره محتوای تدریس است. دانش تربیتی، دانش عمیق معلم درباره فرآیندها، رویکردها و روش‌های تدریس و یادگیری است. دانش محتوایی تربیتی، دانش روش‌های تدریس با توجه به مواد موضوعی است. تدریس خوب، مستلزم تلفیق پیچیده دانش محتوایی و دانش تربیتی است. دانش فناورانه نیز در دانش در مورد روش‌های استفاده از فناوری در تدریس است. دانش محتوایی تربیتی فناورانه، شامل دانش استفاده از فناوری برای اجرای روش‌های تدریس سازنده‌گرا جهت انواع مختلف محتوای مواد موضوعی است (Koehler & Mishra, 2009).

یکی از دانش‌های محتوایی بسیار مهم برای معلمان ابتدایی، دانش ریاضی است. ریاضیات یکی از مهم‌ترین دروس در برنامه درسی مدارس است که نقش حیاتی در توسعه علم و فناوری ایفا می‌کند. از طریق ریاضیات مدرسه، هدف ما تجهیز دانش‌آموزان به مهارت‌هایی مانند اثبات، فرضیه‌سازی، تفکر انتزاعی، حل مسئله، ارتباط، نمادسازی، استدلال، مدل‌سازی و خلاقیت است (Mendes, 2019; Santagata & Sandholtz, 2018). این مهارت‌ها معمولاً از طریق روش‌ها و راهبردهای آموزشی خاص به دست

می‌آیند. بنابراین، معلمان باید فرصت‌ها و فعالیت‌های یادگیری متنوعی را برای پرورش مهارت‌های فکری ریاضی دانش‌آموزان فراهم کنند (Mendes & Silva, 2018). معلمان باید با طراحی فرصت‌های یادگیری مختلف، یادگیرندگان را با محتوای درسی، درگیر نمایند (Glogger-Frey et al., 2017). ارائه فعالیت‌ها و روش‌های یادگیری متنوع می‌تواند مشارکت، انگیزه، کنجکاوی و مدل‌سازی دانش‌آموزان را افزایش دهد و آن‌ها را به تعامل با ریاضیات تشویق کند (Baumert et al., 2010; Ellerton, 2013).

نظریه‌های یادگیری مختلف از جمله شناخت‌گرایی، سازنده‌گرایی، انعطاف‌پذیری شناختی، عمل‌گرایی و ... بر اهمیت درگیر کردن یادگیرندگان از طریق فعالیت‌های متنوع، تأکید دارند (Joyce et al., 2018). فعالیت‌های یادگیری باید به گونه‌ای طراحی شوند که نه تنها محتوای دوره را عمیق و تثبیت کنند، بلکه باید تفکر سطح بالاتر و خودارزیابی، تأمل و کنجکاوی را نیز پرورش دهند (Trautwein et al., 2002). علاوه بر این، فعالیت‌ها باید با دنیای واقعی مرتبط باشند، با اهداف دوره هم‌راستا باشند، تفاوت‌های فردی را در نظر بگیرند و یادگیری گروهی را تشویق نمایند. همچنین فعالیت‌های یادگیری متنوع می‌توانند فرصت‌های مناسبی برای پاسخگویی به سبک‌های مختلف یادگیری، انواع تفکر و هوش‌های چندگانه، فراهم نمایند (Prast et al., 2018). فعالیت‌های یادگیری می‌توانند یادگیرندگان را در سطوح علمی، اجتماعی، شناختی و عاطفی درگیر کنند (Finn & Zimmer, 2012). یکی از فعالیت‌های مؤثر برای یادگیری، تلفیق فناوری در برنامه درسی است، در سپتامبر ۲۰۰۰، معلمان در آلبرتا، فرآیند سه‌ساله اجرای برنامه درسی فناوری اطلاعات و ارتباطات را برای دانش‌آموزان از مهد کودک تا کلاس دوازدهم، آغاز کردند. این برنامه درسی نوآورانه، که نیاز به تلفیق مؤثر فناوری برای برقراری ارتباط، تحقیق، حل مسئله و ... داشت، آلبرتا را در صدر قرار داد (Jacobsen et al., 2002). زمانی که فناوری با آموزش تلفیق می‌شود، یادگیرندگان از مزایای بسیاری و فراتر از کلاس درس، بهره‌مندی می‌برند (Tucker, 2013). با بهره‌گیری از ابزارهای دیجیتال مانند تبلت‌ها، لپ‌تاپ‌ها و نرم‌افزارهای تعاملی، معلمان می‌توانند محیط‌های یادگیری پویا و شخصی‌سازی‌شده‌ای ایجاد کنند که فراتر از روش‌های سنتی باشد (Cohen & McIntyre, 2024).

در دانشگاه فرهنگیان نیز برای توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم، تلفیق

فناوری در برنامه درسی می‌تواند مؤثر باشد. امروزه تلفیق فناوری‌های دیجیتال در آموزش به یک شایستگی اساسی برای معلمان مدارس ابتدایی تبدیل شده است، به‌ویژه در آموزش ریاضی، جایی که ابزارهای نوآورانه می‌توانند نتایج یادگیری و مشارکت دانش‌آموزان را بهبود بخشند (Korenova, Krpec, & Barot, 2024). پژوهش (Hanifah et al. (2025) به بررسی مطالعاتی با هدف تلفیق فناوری، پداگوژی و دانش محتوا در آموزش ریاضیات پرداخت و نشان داد که چگونه این تلفیق بر آموزش ریاضی، مشارکت یادگیرندگان و نتایج یادگیری در ریاضیات، تأثیرگذار بوده است. مطالعه Ruas et al. (2024) اهمیت تلفیق فناوری در تدریس ریاضیات را برجسته نمود و تأکید کرد که استفاده مؤثر از فناوری، به چیزی بیش از مهارت‌های فنی نیاز دارد؛ و آن شامل ترکیبی از دانش‌ها و مهارت‌ها است. معلمان در فرایند مستمر توسعه دانش محتوایی تربیتی (TPACK<sup>1</sup>) خود هستند که برای سازگاری با خواسته‌های آموزشی جدید ضروری است. تجزیه و تحلیل روایات معلمان ریاضی نشان داد که آموزش اولیه و تداوم آن، نقش مهمی در توسعه دانش محتوای تربیتی فناورانه معلمان ایفا می‌کند و اهمیت تجارب حرفه‌ای در ارتقای توانایی معلمان برای گنجاندن فناوری در شیوه‌های تدریس آنها را برجسته می‌نماید.

نتایج پژوهش عبادی و همکاران (۱۴۰۱) نشان داده که تدریس مبتنی بر فاوا بر صلاحیت‌های تدریس ریاضی دانشجو معلمان و مهارت‌آموزان ماده ۲۸، تأثیر معنی‌داری داشته است. در این پژوهش، نمرات دانشجو - معلمان در مؤلفه‌های دانش محتوا، دانش پداگوژی، دانش فناوری، دانش آموزش محتوا، دانش پداگوژی/ فناوری و خودکارآمدی رایانه‌ای، بالاتر از مهارت‌آموزان ماده ۲۸ بود. بر این اساس می‌توان تبیین نمود که ممکن است یکی از علل برتری دانشجو معلمان نسبت به مهارت‌آموزان ماده ۲۸، وجود واحدهای درسی PCK و تلفیق فناوری در برنامه درسی دانشگاه فرهنگیان باشد. همچنین نتایج نشان داد میانگین نمرات گروه ماده ۲۸ در مؤلفه‌های دانش محتوا/ فناوری، دانش شناختی فناوری و مهارت به‌کارگیری فناوری، بالاتر از میانگین نمرات دانشجو - معلمان است. در واقع براساس نتایج پژوهش می‌توان گفت به‌طور کلی، تدریس مبتنی بر فاوا بر صلاحیت‌های تدریس ریاضی هر دو گروه، مؤثر بوده است. همچنین بخشی از یافته‌های پژوهش، نشان داده که هر دو گروه در نگرش به فاوا و عملکرد، تفاوتی با هم نداشتند،



بنابراین نوع جذب معلمان در صلاحیت‌های تدریس مبتنی بر فاوا تفاوتی ایجاد نکرده است؛ آنچه اهمیت دارد، تدریس مطلوب و استاندارد مبتنی بر فاوا است. تلفیق مطلوب فناوری در برنامه درسی، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و حساب شده دارد. بر اساس پژوهش سراجی و کرمی (۱۳۹۶) دانشجوی معلمان در زمینه تلفیق فناوری در برنامه درسی باید با قابلیت‌های فناوری جهت تسهیل فرایند یاددهی - یادگیری معنادار؛ اهمیت تلفیق فناوری در برنامه درسی؛ روش‌های تلفیق فناوری در برنامه درسی؛ و ... آشنا شوند و نگرش مثبتی نسبت به تلفیق فناوری در برنامه درسی پیدا کنند. براساس این پژوهش، تولید محصولات آموزشی نوآورانه مبتنی بر فناوری برای حل مسائل تدریس و یادگیری؛ و استفاده از فناوری برای توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجو - معلمان از راهبردهای تلفیق فناوری در برنامه درسی تربیت معلم است.

Cohen & McIntyre (2024) با مطالعه یافته‌های پژوهش‌ها به مزایای فناوری در افزایش مشارکت دانش‌آموزان، پرورش فضاهای یادگیری انعطاف‌پذیر و ترویج درگیری شناختی و تعاملی بالاتر، اشاره نموده‌اند. براساس پژوهش Saat et al. (2024) تلفیق ابزارهای دیجیتال در آموزش و یادگیری ریاضیات، روش‌های تدریس سنتی را متحول کرده است. این پژوهش شامل یک مرور سیستماتیک از ادبیات مطالعاتی است که به استفاده از فناوری دیجیتال در زمینه آموزش ریاضیات پرداختند. یافته‌های پژوهش نشان داد نتایج یادگیری دانش‌آموزان، مهارت‌های حل مسئله، مشارکت و کاوش می‌تواند با کمک ابزارهای دیجیتال، بهبود یابد. به‌طور کلی، یافته‌های پژوهش، درک عمیق‌تری از تأثیر فناوری دیجیتال و پتانسیل آن بر فرآیند تدریس و یادگیری ریاضیات را ارائه داد. Kumari & Bhumika (2024) در پژوهش خود به بررسی راهبردهای معلمان برای تلفیق مؤثر فناوری در آموزش ابتدایی به منظور توسعه مهارت‌های سواد دیجیتال پرداختند. در این پژوهش، توصیه‌ها و مثال‌های عملی از راهبردهای معلمان برای تلفیق فناوری در موضوعات مختلف، از جمله زبان‌آموزی، ریاضیات، علوم و مطالعات اجتماعی، ارائه شده است. با برجسته‌سازی بهترین شیوه‌ها و رویکردهای نوآورانه، این پژوهش سعی نمود دانش و منابع لازم را برای بهره‌برداری مؤثر از فناوری، در محیط‌های آموزشی ابتدایی به معلمان ارائه دهد. نتایج یافته‌های پژوهش Chapai (2023) در مورد نقش فناوری در آموزش و یادگیری ریاضیات، نشان داد که نگرش معلمان و دانش‌آموزان نسبت به استفاده

از فناوری در آموزش و یادگیری ریاضیات، مثبت است؛ ولی آن‌ها با مشکل تلفیق فناوری در ریاضیات در زمینه‌های جبر، آمار، بردارها، هندسه و تحلیل، مواجه هستند؛ بنابراین نتیجه گرفتند برای ادغام مؤثر فناوری در تدریس ریاضیات، مؤسسات آموزشی باید آموزش‌های لازم را به معلمان ارائه دهند. براساس Gurevich & Barchilon Ben-Av (2023) تلفیق فناوری در تدریس ریاضیات، دستیابی به سطح کیفی بالاتری از تدریس این موضوع در مدرسه را ممکن می‌سازد. همچنین نتایج پژوهش Karami et al. (2013) نشان داد فناوری مبتنی بر مسئله بر دانش محتوایی و مهارت تدریس دانشجومعلم، تأثیر معنی‌داری دارد.

یکی از روش‌های تلفیق فناوری در برنامه درسی استفاده از نرم‌افزارهای مختلف در آموزش است. نرم‌افزار MATLAB، محصول شرکت Mathworks، یک نرم‌افزار محاسباتی چندمنظوره برای تسهیل یادگیری مفاهیم ریاضی است. این نرم‌افزار شامل مجموعه‌ای وسیع از جعبه ابزارهای تخصصی است. این جعبه ابزار، عملیات جبر/ریاضی نمادین را با تعاملات بسیار زیاد انجام می‌دهد. بدون شک MATLAB در میان متخصصان کامپیوتر، مهندسان و به‌ویژه کارشناسان در زمینه ریاضیات محاسباتی، محبوب است. این نرم‌افزار، قابلیت‌های عددی، نمادین و تجسم گرافیکی پیشرفته را با محیط برنامه‌نویسی کاملاً شهودی، تلفیق می‌کند (Majid et al., 2023). با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و قابلیت‌های قدرتمند پردازش گرافیکی و انیمیشن آن، می‌توان به تدریس ریاضیات پیشرفته پرداخت. استفاده از انیمیشن‌های پویا به تدریس دانش نظری ایستا کمک می‌کند و از این طریق، ترکیب تدریس نظری و نمایش عملی ریاضی، محقق می‌گردد. این امر به ایجاد یک زاویه بصری شهودی برای درک تعاریف و مفاهیم ریاضیات پیشرفته کمک می‌کند، دشواری تدریس ریاضیات پیشرفته را کاهش می‌دهد، علاقه آن‌ها به یادگیری را افزایش داده و اثربخشی تدریس را بهبود می‌بخشد (Zha, 2021).

Yuliani (2019) در یک مقاله به توصیف استفاده از MATLAB به عنوان یک ابزار علمی برای تدریس آمار در مقطع کارشناسی پرداخت. کاربرد این نرم‌افزار در تدریس برخی موضوعات دشوار مانند مفاهیم احتمال، توزیع‌های احتمالی، معناداری آماری و ... نشان داده شده است. MATLAB خود را به عنوان ابزاری بسیار مؤثر در فرآیند آموزشی، ثابت کرده است؛ زیرا ابزاری ساده و قدرتمند برای تحلیل و تجسم نتایج شبیه‌سازی‌های

عددی و اندازه‌گیری‌ها ارائه می‌دهد. بسته نرم‌افزاری MATLAB، ابزارها و روش‌های پایه‌ای نسبتاً ساده‌ای برای آموزش مفاهیم ریاضی ارائه می‌دهد. این ابزار، نتایج بسیار قدرتمند در شبیه‌سازی‌های متحرک را ممکن می‌سازد که به‌عنوان منبع آموزشی و تسهیل‌کننده در فرآیند آموزش و یادگیری ریاضیات عمل می‌کنند (Carrera, 2018). Hubscher-Younger, & Fenelon (2017) در یک ارائه نشان دادند که می‌توان از MATLAB و ابزارهای شبیه‌سازی آن، یعنی Simulink و SimEvents، برای ساخت شبیه‌سازی‌های تعاملی؛ یادگیری ماشین و بهینه‌سازی برای درک مدل؛ استفاده از مدل برای اتخاذ تصمیمات؛ استفاده از Live Scripts و Apps برای سخنرانی‌های تعاملی و ... بهره برد. با استفاده از نرم‌افزار MATLAB مدل‌سازی ریاضی می‌تواند به طور گسترده‌ای در نمایش گراف و حل بسیاری از مسائل ریاضی به روشی آسان، بصری و پویا مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از نرم‌افزار MATLAB در آموزش ریاضی و سایر دروس می‌تواند تدریس و یادگیری را جالب‌تر و آسان‌تر نماید؛ کیفیت تدریس را بهبود بخشد و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان را ارتقا دهد (Sha & Xie, 2016). در سال‌های اخیر، استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی مانند GeoGebra، Maple و MATLAB و ...، از طرف پژوهشگران - که به بررسی فعالیت‌های یادگیری مبتنی بر نرم‌افزار و تأثیر آن‌ها بر یادگیری ریاضی و کیفیت آن می‌پردازند- مورد استقبال قرار گرفته است. (Ningsih & Paradesa (2018); Luu & Freeman (2011); Pei et al. (2018) به بررسی این موضوعات پرداخته‌اند.

براساس آنچه بحث شد می‌توان گفت تلفیق فناوری در برنامه درسی به بهبود کیفیت یادگیری کمک می‌کند؛ در دانشگاه فرهنگیان، دانشجومعلمانی باید دانش محتوایی تربیتی کسب کنند تا به مهارت‌های تدریس دروس مختلف دوره ابتدایی مجهز شوند؛ بنابراین هدف از این پژوهش، تلفیق فناوری در برنامه درسی آموزش ریاضی دانشگاه فرهنگیان به منظور توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلمانی در درس ریاضی است. دانشجومعلمانی دانشگاه فرهنگیان با گذراندن واحدهایی مانند «آموزش ریاضی»، دانش و مهارت‌های لازم برای تدریس ریاضی در دوره ابتدایی را کسب می‌کنند. با توجه به نقش و اهمیت فناوری در یادگیری، برای اینکه دانشجومعلمانی، دانش محتوایی تربیتی (PCK) لازم برای تدریس ریاضی را کسب کنند، لازم است اساتید دانشگاه فرهنگیان به شیوه‌های مختلف، فناوری را در برنامه‌های درسی خود تلفیق کنند. معلمان ابتدایی اغلب در تدریس مفاهیم ریاضی و در

تلفیق فناوری در برنامه درسی، ضعف دارند. در این پژوهش، آموزش دانش محتوایی تربیتی مبتنی بر فناوری، به دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی به عنوان مجریان برنامه کمک می‌کند تا علاوه بر کسب دانش محتوایی تربیتی ریاضی، روش تلفیق فناوری در برنامه درسی ریاضی را هم بیاموزند و در آینده در کلاس‌های درس ریاضی خود استفاده کنند.

یکی از جنبه‌های حیاتی تدریس ریاضی برای دانشجومعلم‌ان مقطع ابتدایی، در نظر گرفتن دانش ضمنی و سواد ریاضی آن‌ها است که در طول تحصیل خود کسب کرده‌اند. بر این اساس، در این پژوهش، دانشجویان براساس سواد ریاضی‌شان به دو گروه تقسیم می‌شوند: دانشجو معلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی و دانشجو معلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی. تمرکز اصلی این پژوهش، طراحی فعالیت‌های یادگیری نوآورانه مبتنی بر فناوری در آموزش ریاضیات ابتدایی برای دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی است که شامل کاربردهای ریاضی در مقطع ابتدایی، نمودارهای متحرک، اشکال و فعالیت‌های یادگیری تعاملی است که با استفاده از رابط کاربری گرافیکی (GUI) MATLAB توسعه یافته‌اند. هدف این است که تأثیر این فعالیت‌ها بر دانش محتوایی تربیتی دو گروه از دانشجومعلم‌ان بررسی شود. و اینکه آیا فعالیت‌های مبتنی بر فناوری، با در نظر گرفتن نوع دیپلم فراگیران در دانش محتوایی تربیتی هر دو گروه، مؤثر است؟ برای انجام این کار، با استفاده از MATLAB (GUI) برنامه‌ای به نام MathsApp طراحی شده است که از طریق این برنامه، مفاهیم مختلف ریاضی ابتدایی و شیوه تدریس آنها آموزش داده می‌شود. بنابراین این پژوهش قصد دارد با تلفیق فناوری در برنامه درسی آموزش ریاضی دو گروه از دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی، به بررسی دو فرضیه زیر بپردازد:

**فرضیه ۱.** آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی؛ دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی، تأثیر معنی‌داری دارد.

**فرضیه ۲.** بین تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی؛ و دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

## روش‌شناسی

این پژوهش از لحاظ هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی است که با استفاده از روش پژوهش شبه تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شده است. جامعه پژوهش شامل ۳۲۰ نفر از دانشجو معلمان دختر رشته آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان (پردیس دخترانه همدان) است که از بین آنها یک گروه به تعداد ۲۳ دانشجو معلم با دیپلم علوم انسانی؛ و گروه دیگر به تعداد ۲۳ دانشجو معلم با دیپلم تجربی و ریاضی از طریق نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، آزمون محقق‌ساخته دانش محتوایی تربیتی ریاضی بود که دانش محتوایی تربیتی مربوط به مفاهیم ارزش مکانی و عددنویسی، ضرب، تقسیم، و مساحت را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. برای بررسی روایی این آزمون از نظر متخصصان، استفاده شد و پس از رفع اشکالات، روایی آزمون محاسبه شد که میزان روایی آزمون، مطلوب بود. پایایی آزمون نیز در یک گروه نمونه با استفاده از آلفای کرونباخ، ۰/۹۶ محاسبه شد. پس از تقسیم‌بندی گروه‌ها و برگزاری پیش‌آزمونی در خصوص موضوع؛ کلاس‌هایی در ۱۰ جلسه دو ساعته تشکیل شد و براساس بسته مداخله آموزشی تهیه شده (بعد از بررسی و تأیید متخصصان) موضوعاتی مانند ارزش مکانی اعداد، آموزش ضرب، مساحت‌ها، تقسیم، کسرها و اعداد مخلوط با استفاده از فعالیت‌های یادگیری نوآورانه مبتنی بر MathsApp برای دانشجو معلمان در هر دو گروه ارائه شد. برنامه طراحی شده با استفاده از MATLAB GUI؛ MathsApp نام گرفت. شکل ۱، کد اصلی MATLAB را که برای طراحی MathsApp استفاده شده است، نشان می‌دهد. بعد از اجرای دوره، پس‌آزمون برگزار شد و داده‌ها از طریق آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت. سؤالات آزمون در دو بخش برای مفاهیم اصلی ریاضی ابتدایی یعنی عددنویسی و مبنا، جمع و تفریق و حل مسئله مربوطه، مفهوم ضرب و کاربردها، مفهوم تقسیم و کاربردها، اعداد مخلوط و اشکال هندسی با استفاده از یک نرم‌افزار کاربردی مبتنی بر GUI نرم‌افزار MATLAB (MathsApp) طراحی و ارائه گردید. سؤالات در مورد نحوه تدریس محتوای تخصصی با کمک فناوری بود. هدف، بررسی اثربخشی تأثیر فناوری بر دانش محتوایی تربیتی دانشجو - معلمان با در نظر گرفتن نوع دیپلم آنها بود؛ به همین منظور، فناوری در هر دو گروه، به طور یکسان، تلفیق شد. برای بررسی فرضیه ۱ در خصوص تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی هر دو گروه، از آزمون

آماري  $t$  همبسته با طرح اندازه‌گیری مکرر به منظور ارزیابی دانش محتوایی تربیتی دانشجو معلمان هر دو گروه، استفاده گردید و میانگین نمرات هر گروه به طور جداگانه طی دو آزمون (پیش‌آزمون و پس‌آزمون؛ قبل و بعد از مداخله آموزشی)، مورد تحلیل قرار گرفت. همچنین برای بررسی فرضیه ۲ در خصوص بررسی تفاوت دانش محتوایی تربیتی دانشجو معلمان دو گروه مورد آزمایش، آزمون  $t$  مستقل، جهت تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت.

```

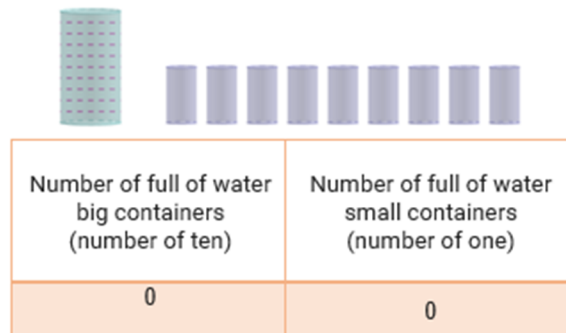
Editor - D:\Saemi_2020_new\Zarb\ESMath_GUI_App.m
1  function varargout = ESMath_GUI_App(varargin)
2  % ESMATH_GUI_APP MATLAB code for ESMath_GUI_App.fig %...
22 -  gui_Singleton = 1;
23 -  gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
24 -                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
25 -                  'gui_OpeningFcn',   @ESMath_GUI_App_OpeningFcn, ..
26 -                  'gui_OutputFcn',    @ESMath_GUI_App_OutputFcn, ..
27 -                  'gui_LayoutFcn',    [] , ...
28 -                  'gui_Callback',     []);
29 -  if nargin && ischar(varargin{1})
30 -      gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
31 -  end

```

شکل ۱: کد MATLAB برای طراحی MathsApp

مفاهیم ریاضی ابتدایی که با استفاده از MathsApp طراحی شده‌اند، به شرح زیر است:

۱. ارزش مکانی و عددنویسی: برای آموزش در مرحله اول، ۹ ظرف کوچک با حجم برابر، که نمایانگر اعداد تکی هستند، و یک ظرف بزرگ که حجم آن ده برابر ظرف کوچک است، طبق شکل ۲، طراحی شده‌اند (تمام ظرف‌ها خالی هستند):



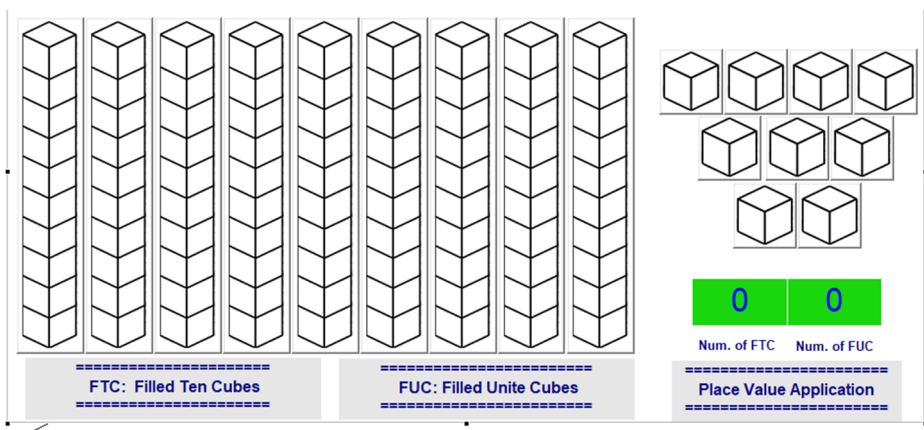
شکل ۲: آموزش ارزش مکانی و عددنویسی در مرحله اول

در ابتدا، دو صفر در مکان‌های ارقام یکان و دهگان نوشته می‌شود. به این دلیل که معیار پر کردن یک ارزش مکانی براساس پر بودن ظرف‌های مرتبط است. با به‌کارگیری یک رویکرد نوآورانه، تمایز بین دو نوع صفر، مورد بحث قرار می‌گیرد: مفهوم صفر به‌عنوان هیچ و مفهوم صفر به‌عنوان یک جایگزین.

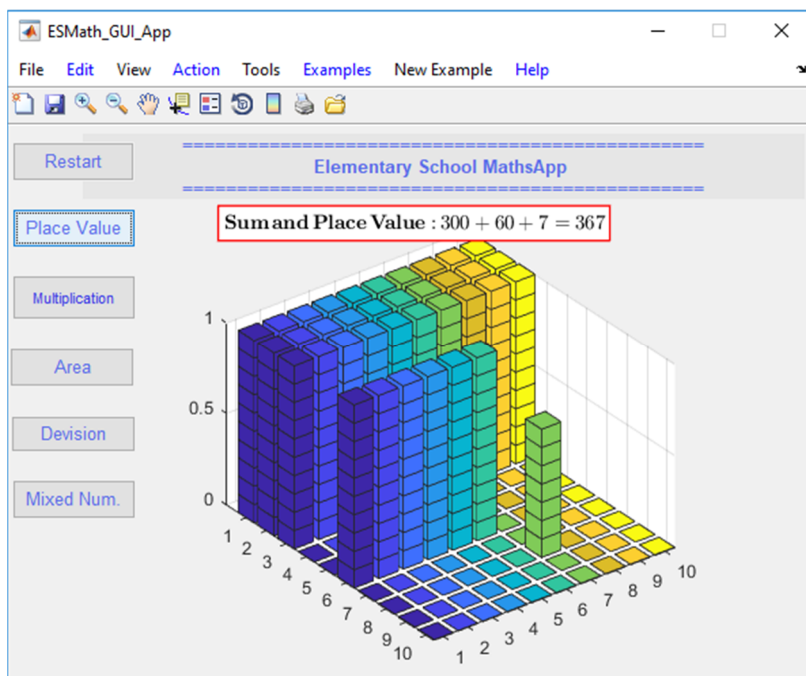


شکل ۳: آموزش ارزش مکانی و عددنویسی در مرحله دوم

دو حالت مختلف توصیف شده در بالا به‌عنوان فعالیت‌های یادگیری تعاملی در برنامه گنجانده شده است. زمانی که یک ظرف از نه ظرف کوچک، پر می‌شود، ارزش مکانی مربوطه با یک عدد، پر می‌شود. با این حال، مکان برای ظرف بزرگ‌تر همچنان صفر باقی می‌ماند. با ادامه این فرآیند و فرض اینکه تنها از ظرف‌های کوچک برای پر کردن ظرف‌های بزرگ‌تر استفاده می‌شود، به مرحله‌ای می‌رسیم که در شکل ۳ نشان داده شده است. از طریق این روش، مفاهیم بنیادی ریاضیات دبستان مانند ارزش مکانی اعداد، مبنایها و اعداد چند رقمی را می‌توان به شیوه‌ای عینی و تعاملی آموزش داد.



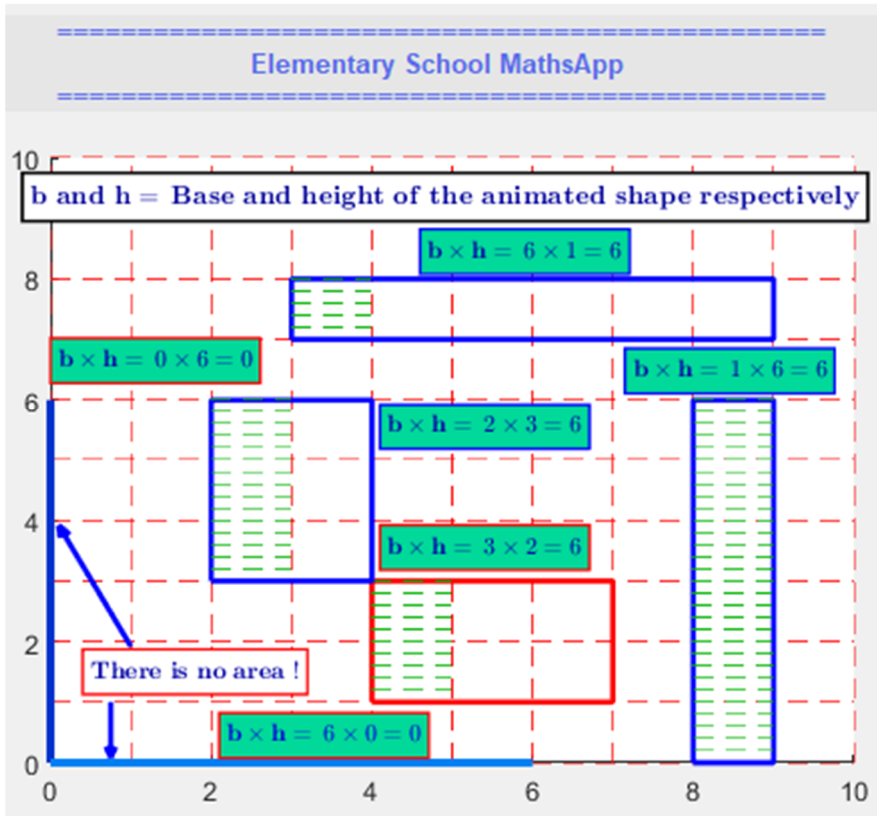
شکل ۴: یادگیری تدریس ۰ تا ۹۹ با برنامه MathApp



شکل ۵: آموزش ارزش مکانی و عددنویسی، تهیه شده در MathsApp برای آموزش تدریس ۰ تا ۹۹۹ و ۱۰۰۰ با انیمیشن

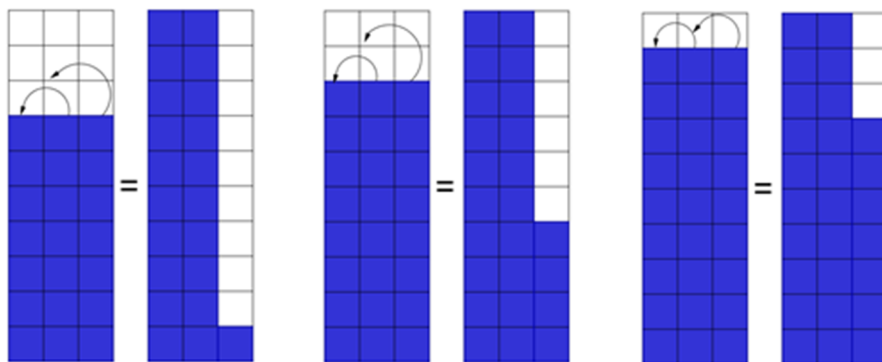
۲. مفهوم ضرب: هنگام آموزش ضرب اعداد در دوره ابتدایی، باید به عواملی توجه شود از جمله: خود عمل ضرب، رابطه بین ضرب و مساحت، درک شهودی از ضرب یک عدد در صفر و ضرب صفر در یک عدد، درک صحیح از مفهوم ضربی و در نهایت، اشکال مختلف نوشتن یک عدد که توسط ضرب دو عدد مختلف، نمایان می‌شوند؛ بنابراین، آموزش ضرب، بسیار اهمیت دارد. بسیاری از روش‌های موجود نمی‌توانند به‌طور همزمان به همه این موارد بپردازند و این امر منجر به عدم درک صحیح مفهوم ضرب در میان معلمان می‌شود. به‌عنوان مثال، برای نشان دادن ضرب ۶ در صفر، صرفاً بیان «۶ ظرف خالی بدون میوه درون آن» کافی نیست. این رویکرد نمی‌تواند ضرب عدد صفر را در عدد ۶ توجیه کند. این فعالیت به‌منظور ارائه خروجی‌های اضافی مرتبط با ضرب و ویژگی‌های ذکر شده طراحی شده است و اهمیت این موضوع را مورد تأکید قرار می‌دهد. شکل ۶، بخشی از اجرای این فعالیت، در ارتباط با آموزش ضرب را نشان می‌دهد که براساس مساحت اشکال با مربع واحد است.





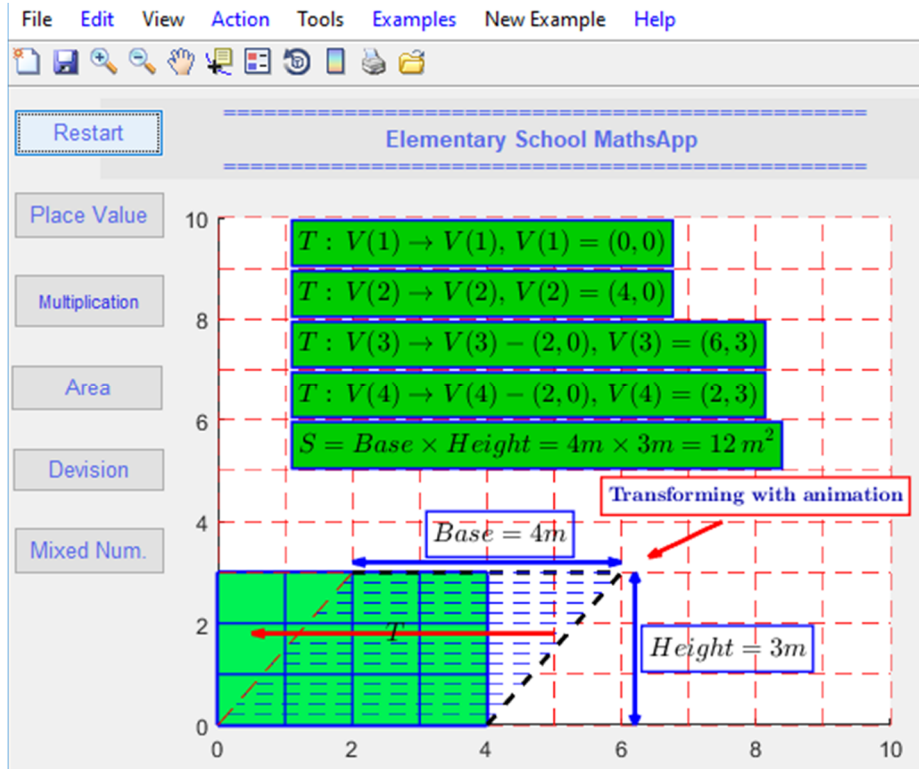
شکل ۶: یادگیری ضرب متحرک مربوط به ۶ بر اساس مساحت مربع واحد

با توجه به اینکه ما ضرب را به یادگیرندگان با استفاده از پایه ۱۰ معرفی می‌کنیم، تخته شطرنج را با  $10 \times 10$  واحد، کامل می‌کنیم؛ به‌عنوان مثال، برای آموزش ضرب  $3 \times 2 = 6$ ، ۲ واحد در طول و ۳ واحد در عرض، انتخاب می‌کنیم. به‌طور مشابه، انتخاب ۳ واحد در طول و ۲ واحد در عرض، منجر به مستطیلی می‌شود که نمایانگر  $2 \times 3 = 6$  است. حال ۶ واحد در طول و ۱ واحد در عرض را در نظر بگیرید؛ با مشخص کردن ۶ واحد در طول و صفر واحد در عرض، حاصل ضرب ۶ در صفر نشان داده می‌شود؛ این موضوع، معرفی صفر به‌عنوان عامل صفر در ضرب را نشان می‌دهد. با استفاده از این روش، رویکرد نوآورانه‌ای برای آموزش تجزیه‌های عددی، موضوعی در ریاضیات دبستان، ارائه داده می‌شود. تعمیم این روش در آموزش ضرب اعداد، بسیار مفید است. به شکل ۶ مراجعه کنید. علاوه بر این، شکل ۷، نشان می‌دهد که چگونه می‌توان به‌طور تعاملی، ضرب‌های مرتبط با عدد ۳ را با استفاده از MathsApp آموخت.



شکل ۷: یادگیری ضرب ۳ در سایر اعداد

**۳. مفهوم مساحت:** یکی از مفاهیم حیاتی ریاضی در ریاضیات ابتدایی، مفهوم مساحت است که شامل رابطه بین مساحت اشکال و درک صحیح فرمول‌های مساحت می‌باشد. درک واضح و منطقی از فرمول‌های محاسبه مساحت اشکال، می‌تواند به توسعه تفکر خلاق کمک کند. برای رسیدن به این هدف، آموزش مساحت اشکال و روابط آن‌ها برای یادگیرندگان با استفاده از روشی مشابه با آموزش ضرب، در نظر گرفته شده است؛ به‌عنوان مثال، دانش‌آموزان ممکن است در تشخیص و شناسایی فرمول محاسبه مساحت یک شکل دچار مشکل شوند. این روش، آموزش مساحت را از طریق یک الگوریتم آموزش ضرب، توسعه داده و آموزش را به صورت مفهومی و شهودی ارائه می‌دهد. این فرآیند شامل شناسایی این نکته است که هدف از محاسبه مساحت یک شکل، تعیین تعداد مربع‌های واحدی است که سطح آن را پوشش می‌دهند. ما با معرفی یک روش برای محاسبه مساحت یک مستطیل، آغاز می‌کنیم و مستطیل را به‌عنوان مبنایی برای سایر اشکال در نظر می‌گیریم. یک مستطیل با طول ۴ و عرض ۲ بر روی یک صفحه شطرنج رسم می‌شود. با استفاده از الگوریتم ضرب، می‌دانیم که تعداد این مربع‌های واحد برابر با حاصل ضرب طول در عرض است. این به فرمول مساحت مستطیل، منجر می‌شود. سپس می‌توان مساحت اشکال دیگر را با تبدیل آن‌ها به مساحت‌های مستطیل مربوطه (تا حد امکان) محاسبه کرد. شکل ۸ نشان می‌دهد که چگونه می‌توان مساحت یک متوازی‌الاضلاع را با استفاده از مساحت مستطیل مربوطه با همان طول و عرض، محاسبه کرد.



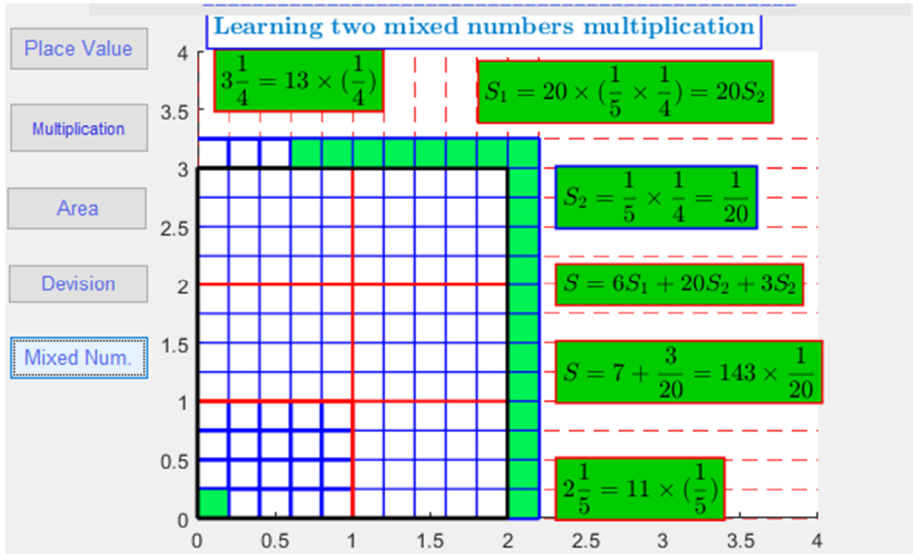
شکل ۸: نحوه تبدیل مساحت متوازی‌الاضلاع به مساحت مستطیل به صورت تعاملی با استفاده از MathsApp

۴. مفهوم تقسیم: تقسیم دو عدد می‌تواند در زمینه‌های مختلفی مورد بحث قرار گیرد. تقسیم یک عدد بزرگتر بر یک عدد کوچکتر (که منجر به یک خارج قسمت اعشاری، چه خاتمه‌دار و چه نامتناهی شود) و تقسیم یک عدد کوچکتر بر یک عدد بزرگتر، دو نوع متمایز هستند. همه حالت‌های تقسیم می‌توانند به تقسیم یک عدد بزرگتر بر یک عدد کوچکتر تبدیل شوند. با این حال، هنگام تقسیم عددهای بزرگتر بر عددهای کوچکتر، نکات مهمی باید در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال، در تقسیم  $1101101$  بر  $11$ ، جنبه‌های مهمی وجود دارد که باید برای معلمان جدید جالب باشد. با این حال، به جز این حالت‌ها، با در نظر گرفتن قسمت‌های صحیح مثبت، چالش خاصی در برخورد با تقسیم یک عدد بزرگتر بر یک عدد کوچکتر وجود ندارد. بنابراین، این رویکرد خلاقانه سعی دارد همه مسائل تقسیم را به این شکل، ساده‌تر نماید.

۵. مفاهیم اعداد مخلوط و ضرب: روش‌های انتزاعی که تا کنون برای ضرب اعداد مخلوط آموزش داده شده‌اند، همواره دانش‌آموزان را از درک آسان و عینی مسئله دور نگه داشته‌اند. به همین دلیل، ما همچنان به دنبال یک روش آموزشی برای تبدیل اعداد مخلوط به کسر (یا بالعکس)، و ضرب و تقسیم اعداد مخلوط هستیم که در دسترس‌تر و با ساختارهای ذهنی یادگیرندگان سازگارتر باشد. همچنین، در توجیه این سؤال که «چرا در برخی موارد باید اعداد گویا به اعداد مخلوط تبدیل شوند؟»: خواهیم گفت که نمایش دقیق بسیاری از اعداد گویا به راحتی امکان‌پذیر نیست؛ اما نمایش این اعداد به صورت عدد مخلوط، آسان‌تر و قابل فهم‌تر است. یادگیری و نمایش اعداد مخلوط، ضرب و تقسیم آن‌ها بر اساس آموزش ضرب اعداد انجام خواهد شد، اما با تغییر جزئی در طراحی. این روش تدریس با مثالی از ضرب دو عدد مخلوط به شرح زیر است:

$$2\frac{1}{5} \times 3\frac{1}{4} = \frac{2 \times 5 + 1}{5} \times \frac{3 \times 4 + 1}{4} = \frac{11}{5} \times \frac{13}{4} = \frac{11 \times 13}{4 \times 5}$$

برای انجام این کار، مراحل پیاده‌سازی این فرآیند را به صورت گام‌به‌گام در برنامه می‌توان دنبال نمود (شکل ۹). با این روش، نه تنها تبدیل عدد به کسر به طور عینی آموزش داده می‌شود، بلکه به عنوان یک روش منطقی برای ضرب اعداد مخلوط نیز به کار گرفته می‌شود که می‌تواند به تقسیم دو عدد مخلوط نیز تعمیم یابد.



شکل ۹: آموزش اعداد مخلوط با استفاده از انیمیشن برای به دست آوردن نمایش گرافیکی ضرب

## یافته‌ها

فرضیه ۱. آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی، و دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی، تأثیر معنی‌داری دارد.

جدول ۱. مقایسه میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان با دیپلم انسانی

آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانگین خطای معیار
پیش‌آزمون	۲۳	۱/۲۰	۰/۶۱	۰/۱۲۸
پس‌آزمون	۲۳	۳/۶۵	۰/۹۱	۰/۱۹۰

جدول ۲. مقایسه میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان با دیپلم ریاضی و تجربی

آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانگین خطای معیار
پیش‌آزمون	۲۳	۱/۴۵	۰/۵۷	۰/۱۱۹
پس‌آزمون	۲۳	۳/۵۸	۱/۰۳	۰/۲۱۶

بر اساس یافته‌های جدول ۱ و ۲، نمرات هر دو گروه (دانشجومعلم‌ان با دیپلم انسانی و دانشجومعلم‌ان با دیپلم تجربی و ریاضی) از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، افزایش یافته است. برای بررسی این یافته، از آزمون  $t$  همبسته (با طرح اندازه‌گیری مکرر) استفاده شده که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. آزمون  $t$  همبسته (طرح اندازه‌گیری مکرر) برای بررسی معناداری تفاوت بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون

دانش محتوایی تربیتی دو گروه

گروه	آزمون	t	df	sig
دانشجومعلم‌ان با دیپلم انسانی	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۱۰/۶۷	۲۲	۰/۰۰۱
دانشجومعلم‌ان با دیپلم ریاضی و تجربی	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۸/۶۱	۲۲	۰/۰۰۱

یافته‌های جدول ۳، نشان می‌دهد در گروه دانشجومعلمان با دیپلم انسانی، مقدار  $t$  محاسبه شده (۱۰/۶۷) با درجه آزادی (۲۲)، در سطح ( $p < 0.05$ )، معنادار است؛ از این رو بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون این گروه، تفاوت معناداری وجود دارد؛ در گروه دانشجومعلمان با دیپلم ریاضی و تجربی نیز، مقدار  $t$  محاسبه شده (۸/۶۱) با درجه آزادی (۲۲)، در سطح ( $p < 0.05$ )، معنادار است؛ از این رو بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون این گروه نیز، تفاوت معناداری وجود دارد؛ بنابراین فرضیه پژوهش، تأیید می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در هر دو گروه، مؤثر بوده است.

**فرضیه ۲.** بین تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی؛ و دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار دو گروه در پس‌آزمون دانش محتوایی تربیتی

میانگین خطای معیار	انحراف معیار	میانگین	تعداد	گروه‌ها
۰/۱۹	۰/۹۱	۳/۶۵	۲۳	دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی
۰/۲۱	۱/۰۳	۳/۵۸	۲۳	دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی

یافته‌های جدول ۴، نتایج میانگین و انحراف معیار دو گروه در پس‌آزمون دانش محتوایی تربیتی را نشان داده است. برای ارزیابی تفاوت بین میانگین‌های پس‌آزمون دو گروه از آزمون  $t$  مستقل استفاده شده که نتایج آن در جدول ۵، ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون لوین و آزمون  $t$  مستقل برای بررسی تفاوت نمرات پس‌آزمون دانش محتوایی تربیتی دو گروه

Std. Error Difference	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	df	t	آزمون لوین		واریانس	متغیر
					Sig	F		
۰/۲۸۸	۰/۰۶۹	۰/۸۱۱	۴۴	۰/۲۴۱			برابر	دانش
۰/۲۸۸	۰/۰۶۹	۰/۸۱۱	۴۳/۲۷۴	۴۳/۲۷	۰/۳۰۰	۱/۰۹	نابرابر	محتوایی تربیتی

یافته‌های جدول ۵، نشان می‌دهد براساس جدول لوین ( $p > 0.05$ ) است؛ بنابراین با فرض برابری واریانس‌ها در متغیر دانش محتوایی تربیتی؛ مقدار  $t$  محاسبه شده (۰/۲۴۱) با درجه آزادی (۴۴)، در سطح ( $p > 0.05$ )، معنادار نیست؛ از این رو تفاوت معناداری بین نمرات دو گروه دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی و دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم تجربی، وجود ندارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بین گروه‌ها از نظر تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری، تفاوت معناداری وجود ندارد.

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج یافته‌ها در بررسی فرضیه ۱ پژوهش نشان داد آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی؛ و دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی، تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین نتایج یافته‌ها در بررسی فرضیه ۲ پژوهش نشان داد بین تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر فناوری در توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم انسانی؛ و دانشجومعلم‌ان رشته آموزش ابتدایی با دیپلم ریاضی و تجربی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. نتایج این پژوهش با پژوهش‌های عبادی، سراجی و بختیاری (۱۴۰۱)؛ سراجی و کرمی (۱۳۹۶)؛ (Hanifah et al., 2025; Saat et al., 2024; Kumari & Bhumika, 2024; Chapai, 2023; Gurevich & Barchilon Ben-Av, 2023; Ningsih & Paradesa, 2018; Pei et al., 2018; Karami et al., 2013; Luu & Freeman, 2011) انطباق دارد. در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت فناوری از طریق قابلیت‌های منحصر به فردی که دارد می‌تواند محتوای انتزاعی ریاضیات را به شیوه‌ای عینی و ملموس ارائه دهد، بنابراین آموزش ریاضی به کمک ابزارهای فناورانه باعث می‌شود دانشجومعلم‌ان، مفاهیم ریاضی را بهتر درک کنند و همچنین شیوه تدریس مفاهیم را نیز بیاموزند و دانش محتوایی تربیتی کسب نمایند. مفاهیم ریاضی باید با مراحل تعریف شده و با استفاده از روش‌های مناسب و عینی تدریس شوند، در این پژوهش، برنامه تهیه شده برای آموزش مفاهیم ریاضی این قابلیت را داشت که دانشجویان را با مفهوم و شیوه تدریس مفهوم آشنا نماید، همچنین دانشجومعلم‌ان با استفاده از این برنامه رایانه‌ای، به‌طور غیرمستقیم با تلفیق فناوری در تدریس دروس محتوایی آشنا می‌شوند و در آینده در کلاس‌های درس خود از تلفیق فناوری در تدریس دروس محتوایی استفاده خواهند کرد. در تبیین یافته‌های پژوهش براساس فرضیه ۲ می‌توان گفت که فناوری می‌تواند محتواهای

مشکل را به ساده‌ترین و عینی‌ترین شکل ممکن نمایش دهد. درست است که پیشینه و زمینه ریاضی برای یادگیری بسیار اهمیت دارد، ولی برنامه آموزشی تهیه شده این قابلیت را داشت که مفهوم ریاضی و تدریس آن را به ساده‌ترین و عینی‌ترین شکل ممکن نمایش دهد و تأثیر زمینه را کم‌رنگ نماید؛ به این دلیل بین دانش محتوایی تربیتی کسب شده دانشجومعلمانی با دیپلم ریاضی و تجربی و دانشجومعلمانی با دیپلم انسانی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

براساس نتایج این پژوهش و سایر پژوهش‌های مرتبط می‌توان گفت با توجه به پیشرفت سریع فناوری و تأکید بر تلفیق فناوری در برنامه درسی، آموزش کار با نرم‌افزارهای تخصصی متناسب با موضوعات یادگیری خاص، برای دانشجومعلمان، بسیار ضروری است.

Niess (2008); Niess et al., (2009); Mishra & Koehler (2006); Koehler & Mishra (2008); NCTM (2000, 2007). برنامه درسی و استفاده از تدریس مبتنی بر فناوری در مدارس و دانشگاه‌ها، نیازمند یادگیری دانش محتوایی، دانش تربیتی، دانش فناورانه، و تلفیق این دانش‌ها هستند. اگر دانشجومعلمان با دانش فناورانه و تلفیق آن در برنامه درسی آشنا نشوند، بدون شک، در کلاس‌های درس آینده خود قادر نخواهند بود فناوری را در تدریس خود تلفیق نمایند. Belland (2009) در پژوهش خود بر روی دلایل کاهش تلفیق فناوری در آموزش، تمرکز کرد. نتایج نشان داد که علت کاهش تلفیق فناوری در آموزش توسط معلمان، کمبود مهارت‌های فناورانه آنها می‌باشد. بر این اساس توصیه نموده که به دانشجومعلمان جهت تلفیق فناوری در کلاس درس، آموزش‌های لازم ارائه شود. لازم به ذکر است که استفاده از فناوری‌های دیجیتال می‌تواند یادگیری مؤثری را فراهم سازد، مشروط بر اینکه در تلفیق فناوری در برنامه درسی، رویکردهای یادگیری مناسبی مورد استفاده قرار گیرد. Yeravdekar & Raman (2022) در پژوهش خود رویکرد سازنده‌گرایی شناختی و سازنده‌گرایی اجتماعی را مقایسه کردند تا به معلمان مدارس کمک کنند از فناوری‌های دیجیتال برای تدریس آنلاین در دوران کووید-۱۹ استفاده کنند. نتایج نشان داد که سازنده‌گرایی اجتماعی نسبت به سازنده‌گرایی شناختی، برای توانمندسازی معلمان مدارس در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در کلاس درس، مؤثرتر است.



**پیشنهادات:** براساس نتایج پژوهش، پیشنهاد می‌شود اساتید دانشگاه فرهنگیان، جهت آموزش دانش محتوایی تربیتی، به شیوه‌های مختلف، فناوری را در تدریس خود تلفیق کنند و دانشجو معلم را درگیر در یادگیری دانش محتوایی تربیتی نمایند تا علاوه بر درک دانش محتوایی تربیتی به شکل ملموس و عینی، با کاربرد فناوری در تدریس نیز آشنا شوند. به معلمان ابتدایی نیز پیشنهاد می‌شود، برای تسهیل یادگیری درس ریاضی، فناوری را در تدریس خود تلفیق کنند و با استفاده از نرم‌افزار MATLAB برنامه‌های مناسبی برای تدریس مفاهیم ریاضی، طراحی کنند و دانش‌آموزان را در یادگیری ریاضی از طریق این برنامه‌های مبتنی بر فناوری، درگیر نمایند. همچنین پیشنهاد می‌شود در سرفصل‌های برنامه درسی دانشگاه فرهنگیان، جهت آموزش دروس PCK، روش‌های تدریس و فعالیت‌های یادگیری مبتنی بر فناوری، مورد توجه قرار گیرند. اگرچه نتایج پژوهش، اثربخشی آموزش ریاضی ابتدایی مبتنی بر فناوری‌های تخصصی، بر توسعه دانش محتوایی تربیتی دانشجو معلمان با هر نوع دیپلم انسانی، تجربی و ریاضی را مورد تأیید قرار داد؛ اما عدم استفاده از گروه‌های کنترل مجزا برای هر دو گروه آزمایش و نیز عدم امکان انتخاب دانشجو معلمان پسر در این گروه‌ها، از محدودیت‌های این پژوهش می‌باشد.

## منابع و مآخذ

- برنامه درسی رشته آموزش ابتدایی (۱۳۹۹). معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی، دفتر برنامه‌ریزی و درسی و آموزشی. دانشگاه فرهنگیان.
- راهنمای عمل معلم کلاس‌های چندپایه دوره ابتدایی (۱۴۰۱). (۱۴۰۰). وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. انتشارات افست.
- سراجی، فرهاد؛ و کرمی، زهره (۱۳۹۶). ارائه چارچوبی برای تربیت معلم پژوهشگر، فناوری و نوآور. فصلنامه توسعه حرفه‌ای معلم. ۲(۳)، ۱۰۲-۸۳.
- عبادی، موسی؛ سراجی، فرهاد؛ و بختیاری، ابوالفضل (۱۴۰۱). صلاحیت‌های تدریس مبتنی بر فاوا برای آموزش ریاضی: مقایسه دانشجوی - معلمان با مهارت آموزان ماده ۲۸. فصلنامه علمی - پژوهشی تعلیم و تربیت. ۳۸ (۴)، ۲۹-۴۸.
- Arindiono, R. Y., & Ramadhani, N. (2013). Perancangan media pembelajaran interaktif matematika untuk siswa kelas 5 SD. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(1), 28-32. <http://jurnal.stkipbjm.ac.id/index.php/math/article/view/47>
- Asfar, A. M. I. T., Asmawaty, & Nursyam, A. (2019). Mathematical concept understanding: The impact of integrated learning model. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 211-222.
- Belland, B. R. (2009). Using the theory of habitus to move beyond the study of barriers to technology integration. *Computers & Education*, 52(2), 353-364. doi: 10.1016/j.compedu.2008.09.004
- Carrera, M. L. (2018). Empleo de simulaciones dinámicas en matlab como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas con aplicación al cálculo diferencial e integral. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1):36-41. doi: 10.26423/RCTU.V5I1.306
- Chapai, K. P. S. (2023). ICT Integration in Mathematics Teaching and Learning Activities: A Literature Review. *International Research Journal of MMC*, 4(4), 26-35.
- Cohen, L. D., & McIntyre, A. (2024). Integrating technology in elementary education: enhancing student engagement in the digital age. *International Education and Research Journal*, 10(8), 16-18. doi: 10.21276/ierj24297768747793
- Ellerton, N. F. (2013). Engaging pre-service middle-school teacher-education students in mathematical problem posing: development of an active learning framework. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 87-101. doi 10.1007/s10649-012-9449-z
- Finn, J. D., & Zimmer, K. S. (2012). Student engagement: What is it? Why does it matter? In *Handbook of research on student*

- engagement* (pp. 97-131). Springer, Boston, MA. DOI: 10.1007/978-1-4614-2018-7 5
- Glogger-Frey, I., Gaus, K., & Renkl, A. (2017). Learning from direct instruction: Best prepared by several self-regulated or guided invention activities? *Learning and Instruction*, 51, 26-35. doi 10.1016/j.learninstruc.2016.11.002
  - Gurevich, I., & Barchilon Ben-Av, M. (2023). How do students assess the impact of integrating digital technologies on the mathematics classroom? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(7), 1288-1297.
  - Hanifah, U., Budayasa, I. K., & Sulaiman, R. (2025). Technology, pedagogy, and content knowledge in mathematics education: a systematic literature review. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(1), 579-586.
  - Hidayat, P. W. (2018). Analisis profil minat belajar dan kemampuan pemahaman konsep dasar matematika SD pada mahasiswa S1 PGSD STKIP Muhammadiyah Muara Bungo. *Jurnal LEMMA*, 4(1), 62-74. <https://doi.org/10.22202/jl.2017.v4i2.2748>.
  - Hubscher-Younger, T., & Fenelon, M. (2017, December). Using Matlab to build simulations and learn from them in the classroom. In *2017 Winter, Simulation Conference (WSC)* (pp. 4424-4424). IEEE.
  - Jacobsen, M., Clifford, P., & Friesen, S. (2002). Preparing Teachers for Technology Integration: Creating a Culture of Inquiry in the Context of Use. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 2, 363-388.
  - Joyce, J., Gitomer, D. H., & Iaconangelo, C. J. (2018). Classroom assignments as measures of teaching quality. *Learning and instruction*, 54, 48-61. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.08.001>
  - Karami, M., Karami, Z., & Attaran, M. (2013). Integrating problem-based learning with ICT for developing student-teachers' content knowledge and teaching skill. *International Journal of Education and Development using ICT*, 9(1), 36-49.
  - Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Eds). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). New York: Routledge.
  - Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.

- Kumari, S., & Bhumika. (2024). Integrating Technology in Elementary Classroom: Teacher Strategies for Digital Literacy. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(3) doi: 10.36948/ijfmr.2024.v06i03.22317
- Luu, K., & Freeman, J. G. (2011). An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Australia. *Computers and Education*, 56(4), 1072-1082. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103633>
- Majid, M. A., Huneiti, Z. A., Balachandran, W., & Balarabe, Y. (2013). MATLAB as a teaching and learning tool for mathematics: a literature review. *International Journal of Arts & Sciences*, 6(3), 23-44.
- Mendes, I. A. (2019). Active Methodologies as Investigative Practices in the Mathematics Teaching. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 501-512. <https://doi.org/10.29333/iejme/5752>.
- Mendes, I. A., & Silva, C. A. F. (2018). Problematization and Research as a Method of Teaching Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(2), 41-55. <https://doi.org/10.12973/iejme/2694>.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2007). *Mathematics teaching today: Improving practice, improving student learning* (2nd ed.). Reston, VA: Author.
- Niess, M. L. (2008). Knowledge needed for teaching with technologies – Call it TPACK. *AMTE Connections*, 17(2), 9-10.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper S. R., Johnston, C., Browning, C., Özgün Koca, S. A., & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24.
- Ningsih, Y., & Paradesa, R. (2018). Improving students' understanding of mathematical concept using maple. *Journal of Physics: Conference Series*. 948. 012034. doi :10.1088/1742-6596/948/1/012034
- Pei, C., Weintropc, D., Wilensky, U. (2018). Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice

- Land. *Mathematical Thinking and Learning*, Vol. 20, N. 1, 75–89. doi: <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403543>
- Prast, E. J., Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2018). Differentiated instruction in primary mathematics: Effects of teacher professional development on student achievement. *Learning and Instruction*, 54, 22-34. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.08.001>.
  - Saat, N. A., Alias. A. F., & Saat, M. Z. (2024). Digital Technology Approach in Mathematics Education: A Systematic Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(4), 173-184. doi: 10.6007/ijarped/v13-i4/22956
  - Santagata, R., & Sandholtz, J. H. (2018). Preservice Teachers' Mathematics Teaching Competence: Comparing Performance on Two Measures. *Journal of Teacher Education*, doi 10.1177/0022487117753575
  - Schlein, C. M. (2007). *learning to Teach: A Narrative Inquiry into the Experiences of Canadian Teacher-returnees from Northeast Asia*. A thesis for the degree of Doctor of Philosophy Department of Curriculum, Teaching and Learning Ontario Institute for Studies in Education of the University of Toronto.
  - Sha, M. E., & Xie, Y. G. (2016, August). The Applications of Mathematical Modeling Based on MATLAB. In *3d International Conference on Applied Social Science Research (ICASSR 2015)* (pp. 523-526). Atlantis Press.
  - Trautwein, U., Köller, O., Schmitz, B., & Baumert, J. (2002). Do homework assignments enhance achievement? A multilevel analysis in 7th-grade mathematics. *Contemporary Educational Psychology*, 27(1), 26-50. <http://dx.doi.org/10.1006/ceps.2001.1084>
  - Tucker, C. (2013). The basics of blended instruction. *Association for Supervision and Curriculum Development*, 70(6), 57-60.
  - Yeravdekar, V., & Raman, R. (2022). A social constructivism approach to learning digital technologies for effective online teaching in Covid-19. *Cardiometry*, (23), 761-764. doi: 10.18137/cardiometry.2022.23.761764
  - Yuliani, O. O. (2019). The Teaching Statistic Using Matlab. *Journal Technology of Civil, Electrical, Mechanical, Geology, Mining, and Urban Design*, 4(2):1-10. doi: 10.33579/KRVTK.V4I2.1193
  - Zha, X. (2021, November). Application of MATLAB Software in Higher Mathematics Teaching. In *International Conference on Forthcoming Networks and Sustainability in the IoT Era* (pp. 261-266). Cham: Springer International Publishing.

