**Developing an E-Learning Model for Mathematics Education Among Mathematics Education Student Teachers**

1. Fatemeh Sami: Department of Mathematics, Statistics and Computer Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Ahmad Shahvarani Semnani\*: Department of Mathematics and Computer Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**3. Amin Mahmoodi Kebria: Department of Mathematics, Statistics and Computer Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.**

**\*Corresponding Author’s Email Address: shahvarani@iau.ac.ir**

**Abstract:**

This study, using a qualitative approach, compared the experiences of students and teachers in traditional classrooms with those in classroom-based constructivist discussion approaches implemented in experimental school teaching. Content analysis from a qualitative perspective, along with social constructivism and situated learning theories, was employed to interpret student learning and development. The findings of the research indicated differences among students exposed to a constructivist learning environment, particularly in their independent skills. However, the study also highlighted several challenges, including time management, understanding peer conversations, writing to convey their thoughts, and increased workload for students. The content-based electronic discussion classes used innovative methods to generate new knowledge and provided more opportunities for students to develop their ideas. This environment also fostered a more social/collective/adaptive form of knowledge through the ongoing assessment of information presented by students to inform teaching practices. Overall, the findings suggest that students who engaged in innovative discussion approaches and electronic content experienced richer learning due to their active participation throughout the instruction process.

**Keywords:** E-mathematics education, distance education, e-learning, teaching, teachers.

**How to Cite:**  Sami, F., Shahvarani Semnani, A., & Mahmoodi Kebria, A. (2025). Developing an E-Learning Model for Mathematics Education Among Mathematics Education Student Teachers*, Management, Education and Development in Digital Age*, 2(2), 1-15.

ارائه مدل یادگیری الکترونیکی ریاضی در بین دانشجو معلمان آموزش ریاضی

1. فاطمه سمیع: گروه ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

2. احمد شاهورانی سمنانی\*: گروه ریاضی و علوم کامپیوتر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

3. امین محمودی کبریا: گروه ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

\*پست الکترونیک نویسنده مسئول: shahvarani@iau.ac.ir

چکیده

**این مطالعه با استفاده از رویکرد کیفی، تجارب دانش‌آموزان و معلمان را در کلاس‌های آموزش سنتی با رویکردهای بحث سازه‌گرایی کلاسی که در تدریس در مدرسه تجربی اجرا می‌شود، مقایسه کرد. تحلیل محتوا از دیدگاه کیفی، همراه با سازه‌گرایی اجتماعی و نظریه‌های یادگیری موقعیت‌یافته، برای تفسیر یادگیری و رشد دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گرفت. نتایج تحقیق حاکی از تفاوت‌هایی در گروه دانش‌آموزان در معرض محیط آموزشی سازنده‌گرا به‌ویژه در مهارت‌های مستقل آنها بود. با این حال، این مطالعه چندین چالش مانند مدیریت زمان، درک مکالمات همکلاسی ها، نوشتن برای انتقال افکار آنها و افزایش حجم کار برای دانش آموزان را نیز برجسته کرد. کلاس‌های بحث محتوای الکترونیکی از روش‌های نوآورانه برای ایجاد دانش جدید استفاده می‌کردند و فرصت‌های بیشتری را برای دانشجویان فراهم می‌کردند تا ایده‌های خود را توسعه دهند. این محیط همچنین شکل اجتماعی/جمعی/تطبیقی ​​تری از دانش را با ارزیابی مستمر اطلاعات ارائه شده توسط دانش آموزان برای اطلاع از شیوه های تدریس پرورش داد. به طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهد که دانش‌آموزانی که در رویکردهای بحث و گفتگوی نوآورانه و محتوای الکترونیکی شرکت کردند، به دلیل مشارکت فعالشان در طول آموزش، تجربیات یادگیری غنی‌تری داشتند.**

کلیدواژگان: ***آموزش الکترونیکی ریاضی، آموزش از راه دور، آموزش الکترونیکی، تدریس، معلمان.***

نحوه استناددهی: **سمیع، فاطمه.، شاهورانی سمنانی، احمد. و محمودی کبریا، امین. (140۴). ارائه مدل یادگیری الکترونیکی ریاضی در بین دانشجو معلمان آموزش ریاضی**. *نشریه مدیریت، آموزش و توسعه در عصر دیجیتال*، ۲(۲)، ۱-۱۵.

# مقدمه

**در دهه‌های اخیر، تحول در حوزه آموزش به‌ویژه در آموزش ریاضی با پیشرفت‌های فناورانه هم‌زمان شده است. همگرایی آموزش ریاضی و فناوری اطلاعات و ارتباطات، شیوه‌های تدریس را دگرگون کرده و راه را برای آموزش‌های ترکیبی، دیجیتال و برخط هموار ساخته است. بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال در آموزش ریاضی نه‌تنها توانسته است تجربه یادگیری را برای دانش‌آموزان تعاملی‌تر، عمیق‌تر و کاربردی‌تر کند، بلکه به معلمان نیز فرصت داده است تا روش‌های نوین تدریس، ارزیابی و طراحی محتوا را تجربه کنند (**[Brown, 2022](#_ENREF_2)**). به‌ویژه در دوران پساکرونا، ضرورت بازنگری در شیوه‌های سنتی آموزش و حرکت به سمت آموزش‌های الکترونیکی و مبتنی بر فناوری بیش از پیش احساس شده است (**[Darmayanti, 2024](#_ENREF_4)**). در این مسیر، توسعه مدل‌های مؤثر آموزش الکترونیکی برای تربیت معلمان ریاضی، به‌عنوان نقطه اتکای تحول آموزشی در سطوح مختلف، اهمیت راهبردی یافته است.**

**آموزش ریاضی با توجه به ماهیت انتزاعی و تحلیلی آن، نیازمند روش‌های خاصی برای انتقال مفاهیم است. فناوری‌های دیجیتال مانند نرم‌افزارهای تعاملی، محیط‌های واقعیت مجازی و ابزارهای ارزیابی آنلاین، قابلیت‌های جدیدی را برای تدریس مؤثر ریاضی فراهم کرده‌اند. معلمان ریاضی امروز نه‌تنها باید بر مفاهیم نظری تسلط داشته باشند، بلکه باید توانایی استفاده از فناوری برای طراحی آموزش‌های جذاب و تعاملی را نیز کسب کنند (**[Hodovaniuk et al., 2021](#_ENREF_7)**). بررسی‌های انجام‌شده در زمینه به‌کارگیری فناوری در آموزش ریاضی نشان می‌دهد که یکی از مؤلفه‌های کلیدی موفقیت در این حوزه، توانمندسازی معلمان برای استفاده خلاقانه از فناوری‌های آموزشی است (**[Winarso & Udin, 2024](#_ENREF_22)**). این توانمندی‌ها شامل طراحی محتوای دیجیتال، کاربست فناوری در ارزیابی، و مدیریت کلاس‌های مجازی است.**

**پژوهش‌ها بر نقش آموزش‌های هدفمند در ارتقای شایستگی‌های دیجیتال معلمان تأکید کرده‌اند. آموزش‌های مبتنی بر فناوری، اگر به‌درستی طراحی شوند، می‌توانند نه‌تنها مهارت‌های فنی معلمان را ارتقا دهند بلکه نگرش آنان نسبت به آموزش الکترونیکی را نیز بهبود بخشند (**[Nhlumayo, 2025](#_ENREF_16)**). یکی از چارچوب‌های نظری مهم در این زمینه، مدل** TPACK **است که ترکیب دانش محتوا، دانش آموزش و دانش فناوری را برای تدریس اثربخش توصیه می‌کند (**[Niña Bienna Marie, 2023](#_ENREF_17)**). شواهد تجربی نشان می‌دهند که تقویت این سه مؤلفه در کنار هم، به بهبود عملکرد تدریس و افزایش رضایت یادگیرندگان می‌انجامد.**

**در سطح جهانی، پژوهش‌های مختلفی به بررسی شیوه‌های کارآمد ادغام فناوری در آموزش ریاضی پرداخته‌اند. به عنوان نمونه، استفاده از پلتفرم‌های تعاملی مانند** GeoGebra **در آموزش هندسه توانسته است درک مفاهیم را برای دانش‌آموزان تسهیل کرده و مشارکت آن‌ها را افزایش دهد (**[Marange & Tatira, 2025](#_ENREF_14)**). همچنین، مطالعاتی که به بررسی تجربه کشورها در آموزش معلمان ریاضی پرداخته‌اند، نشان داده‌اند که تلفیق یادگیری چهره‌به‌چهره و مجازی روشی مؤثر برای ارتقای توانمندی‌های حرفه‌ای معلمان است (**[Matiash et al., 2023](#_ENREF_15)**).**

**در عین حال، چالش‌های قابل توجهی نیز در مسیر توسعه و پیاده‌سازی آموزش الکترونیکی در آموزش ریاضی وجود دارد. برخی از این چالش‌ها شامل کمبود زیرساخت مناسب، نبود دسترسی برابر به فناوری، ضعف در سواد دیجیتال معلمان و دانش‌آموزان، و عدم آشنایی معلمان با طراحی محتوای الکترونیکی است (**[Junger, 2025](#_ENREF_9)**). از سوی دیگر، نگرش منفی برخی معلمان نسبت به تغییرات فناورانه و وابستگی به شیوه‌های سنتی آموزش، روند تحول دیجیتال را با کندی مواجه کرده است (**[Magat & Sangalang, 2024](#_ENREF_13)**). همچنین، ادغام موفق فناوری در آموزش ریاضی، نیازمند پشتیبانی نهادی، سیاست‌گذاری آموزشی و طراحی برنامه‌های درسی متناسب با ویژگی‌های فناوری‌محور است (**[Kalimova et al., 2024](#_ENREF_10)**).**

**مطالعاتی که به بررسی نگرش معلمان ریاضی نسبت به آموزش دیجیتال پرداخته‌اند، حاکی از آن است که حمایت آموزشی و سازمانی نقش میانجی مؤثری در شکل‌گیری نگرش مثبت نسبت به استفاده از فناوری دارد (**[Licomes & Timosa, 2025](#_ENREF_12)**). درواقع، زمانی که معلمان احساس کنند حمایت آموزشی، فنی و روانی از سوی سیستم آموزشی وجود دارد، تمایل بیشتری به استفاده از فناوری در فرآیند تدریس خواهند داشت. این موضوع همچنین در پژوهش‌هایی که به تأثیر آموزش‌های ضمن خدمت مبتنی بر فناوری در بهبود نگرش و عملکرد معلمان پرداخته‌اند، به‌روشنی مشاهده شده است (**[Nugraheni et al., 2025](#_ENREF_18)**).**

**از دیگر ابعاد مهم آموزش ریاضی در فضای دیجیتال، توسعه ابزارهای ارزیابی نوین و انعطاف‌پذیر است. در این زمینه، آموزش مبتنی بر شایستگی، استفاده از ارزیابی‌های فرایندی، و بهره‌گیری از تحلیل داده‌های یادگیرندگان در سامانه‌های مدیریت یادگیری (LMS) مورد تأکید قرار گرفته‌اند (**[Chapai, 2023](#_ENREF_3)**). مدل‌هایی که به طراحی آموزش مبتنی بر حل مسئله با تأکید بر شهروندی جهانی پرداخته‌اند، می‌توانند نمونه‌ای از رویکردهای نوین آموزشی باشند که آموزش ریاضی را با ارزش‌های فراتر از مهارت‌های عددی ترکیب می‌کنند (**[Subramaniam & Rajoo, 2025](#_ENREF_21)**).**

**از منظر عملی، مطالعات میدانی نشان داده‌اند که آموزش معلمان با محوریت فناوری، زمانی اثربخش خواهد بود که نه‌تنها به انتقال دانش فنی اکتفا نکند، بلکه معلمان را در مسیر طراحی، اجرا و ارزیابی آموزش‌های دیجیتال درگیر سازد (**[Ortiz-Padilla et al., 2025](#_ENREF_19)**). توسعه کارگاه‌های آموزشی، یادگیری مبتنی بر پروژه و فعالیت‌های تعاملی آنلاین از جمله راهکارهایی است که در بهبود شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان ریاضی موفق عمل کرده‌اند (**[Stiawan et al., 2024](#_ENREF_20)**). همچنین، استفاده از مدل‌های یادگیری برنامه‌ریزی‌شده در دوران قبل و بعد از همه‌گیری کرونا، موجب تثبیت جایگاه آموزش ترکیبی در آموزش ریاضی شده است (**[Darmayanti, 2024](#_ENREF_4)**).**

**تجربه برخی کشورها در توسعه منابع یادگیری دیجیتال برای معلمان ریاضی نشان داده است که طراحی ابزارهای یادگیری نوآورانه، نه‌تنها موجب افزایش تعامل در فرآیند آموزش شده، بلکه انگیزه و علاقه معلمان به تدریس را نیز افزایش داده است (**[Dewi, 2024](#_ENREF_5)**). در همین راستا، آموزش اخلاق حرفه‌ای، مهارت‌های اجتماعی و تربیت شهروندی در بستر آموزش ریاضی نیز اهمیت یافته‌اند، به‌ویژه در کشورهایی که به توسعه آموزش مبتنی بر ارزش‌های فرهنگی تأکید دارند (**[Harefa & Hulu, 2024](#_ENREF_6)**).**

**تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که یکی از راهبردهای اثربخش در آموزش معلمان، بهره‌گیری از ابزارهای طراحی آموزشی مانند Canva یا سایر ابزارهای طراحی بصری است که به معلمان امکان می‌دهد محتواهایی خلاقانه، سازگار با نیازهای یادگیرندگان و متناسب با فضای دیجیتال تولید کنند (**[Iramaynti et al., 2023](#_ENREF_8)**). در این میان، تحلیل پورتفوی معلمان آینده نیز نشان می‌دهد که میزان آشنایی آنان با فناوری‌های دیجیتال می‌تواند شاخصی برای آمادگی‌شان در تدریس مبتنی بر فناوری باشد (**[Koreňová et al., 2024](#_ENREF_11)**).**

**با توجه به شواهد موجود، می‌توان نتیجه گرفت که طراحی و استقرار یک مدل کارآمد آموزش الکترونیکی برای آموزش ریاضی در تربیت معلمان، نیازمند درنظر گرفتن مجموعه‌ای از عوامل فناورانه، آموزشی، نگرشی، مدیریتی و ارزشی است. پژوهش حاضر در همین راستا تلاش دارد تا با تبیین ابعاد مختلف آموزش الکترونیکی در حوزه آموزش ریاضی، مدلی بومی و کاربردی ارائه دهد که با شرایط دانشگاه فرهنگیان و دانشجومعلمان این حوزه سازگار باشد.**

# روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با استفاده از طرح کمی توصیفی-همبستگی انجام شد. جامعه آماری شامل تمامی دانشجومعلمان رشته آموزش ریاضی در دانشگاه فرهنگیان بود که طبق آمار موجود، تعداد آن‌ها ۱۲۲۰ نفر گزارش شده است. نمونه‌گیری به روش تصادفی خوشه‌ای انجام شد و بر اساس جدول مورگان، تعداد ۲۹۶ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. این نمونه شامل دو گروه مساوی بود: گروه مطالعه شامل ۱۴۸ نفر از دانشجومعلمان که دوره آموزش الکترونیکی را گذرانده بودند و گروه مقایسه نیز شامل ۱۴۸ نفر از دانشجومعلمان که این دوره را نگذرانده بودند.

ابزار گردآوری داده‌ها در این پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته‌ای بود که با هدف سنجش وضعیت کیفیت یادگیری الکترونیکی در تدریس ریاضی طراحی شده بود. این پرسشنامه دارای ۲۲ گویه بود که در پنج حوزه مختلف تنظیم شده بود: انتقال واضح محتوا، استفاده از وسایل کمک‌آموزشی، سازمان‌دهی و تنظیم محتوا، تعامل با دانش‌آموزان از طریق رسانه‌های الکترونیکی، و مهارت معلمان در کار با رسانه. سؤالات ۳ و ۱۷ به‌صورت معکوس نمره‌گذاری شدند. مقیاس پاسخ‌دهی پرسشنامه، لیکرت پنج‌درجه‌ای از «کاملاً موافقم» تا «کاملاً مخالفم» بود.

برای تحلیل داده‌های حاصل از پرسشنامه، از آزمون t تک‌نمونه‌ای برای مقایسه میانگین نمرات با مقدار ملاک ۳ استفاده شد. همچنین به‌منظور ارزیابی روایی سازه، از مدل‌یابی معادلات ساختاری با نرم‌افزار SmartPLS بهره گرفته شد. تحلیل عاملی تأییدی (CFA) برای بررسی بارهای عاملی، اعتبار همگرا با استفاده از میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE)، و اعتبار واگرا با استفاده از معیار فورنل-لارکر محاسبه شد. همچنین شاخص برازش کلی مدل (GoF) برای ارزیابی کلی مدل به‌کار رفت و پایایی ابزار با استفاده از آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) بررسی شد. در نهایت، مدل مسیر ساختاری به‌منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش با استفاده از PLS-SEM تحلیل گردید.

**جدول ۱. فرضیه‌های توسعه‌یافته پژوهش**

|  |  |
| --- | --- |
| فرضیه | شرح |
| H1 | کیفیت یادگیری تأثیر مثبتی بر کیفیت کلاس در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H2 | کیفیت اطلاعات تأثیر مثبتی بر کیفیت کلاس در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H3 | کیفیت سیستم تأثیر مثبتی بر کیفیت کلاس در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H4 | کیفیت کلاس تأثیر مثبتی بر رضایت دانش‌آموز در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H5 | دقت مطالعه تأثیر مثبتی بر کیفیت مطالعه در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H6 | تنوع در مطالعه تأثیر مثبتی بر کیفیت مطالعه در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H7 | نوآوری در مطالعه تأثیر مثبتی بر کیفیت مطالعه در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H8 | کیفیت مطالعه تأثیر مثبتی بر انتقال روشن محتوا به دانش‌آموز در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H9 | توضیح مطالعه تأثیر مثبتی بر شفافیت مطالعه در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H10 | شفافیت مطالعه تأثیر مثبتی بر رضایت دانش‌آموز در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H11 | انتقال روشن محتوا به دانش‌آموز تأثیر مثبتی بر رضایت دانش‌آموز در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H12 | رضایت دانش‌آموز تأثیر مثبتی بر تدریس ریاضی در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |
| H13 | انتقال واضح و روشن محتوا تأثیر مثبتی بر تدریس ریاضی در سیستم‌های مطالعه خواهد داشت. |

# یافته‌ها

در این بخش ابتدا یافته‌های جمعیت‌شناختی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

**جدول ۲. اطلاعات جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در نظرسنجی**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| متغیر | فراوانی | درصد |
| سن < ۲۰ سال | ۸۷ | ۲۲.۷٪ |
| سن ۲۰–۳۰ سال | ۱۱۶ | ۳۰.۲٪ |
| سن ۳۰–۴۰ سال | ۱۱۸ | ۳۰.۷٪ |
| سن ۴۰–۵۰ سال | ۳۹ | ۱۰.۲٪ |
| سن > ۵۰ سال | ۲۴ | ۶.۶٪ |
| جنسیت مرد | ۱۵۰ | ۳۹.۱٪ |
| جنسیت زن | ۲۳۴ | ۶۰.۹٪ |
| مدرک تحصیلی کارشناسی | ۸۶ | ۲۲.۴٪ |
| مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد | ۱۷۲ | ۴۴.۸٪ |
| مدرک تحصیلی دکتری | ۱۲۶ | ۳۲.۸٪ |
| سابقه کمتر از ۳ سال | ۷۸ | ۲۰٪ |
| سابقه ۳ تا ۶ سال | ۱۷۹ | ۴۷٪ |
| سابقه بیش از ۶ سال | ۱۲۷ | ۳۳٪ |

در این پژوهش، ۳۸۴ نفر از دانشجومعلمان شرکت کردند که اکثریت آن‌ها در بازه سنی ۳۰–۲۰ و ۳۰–۴۰ سال قرار داشتند. از نظر جنسیتی، زنان سهم بیشتری از نمونه را تشکیل دادند (۶۰.۹٪). همچنین، بیشترین میزان تحصیلات در بین پاسخ‌دهندگان مربوط به مقطع کارشناسی ارشد بود. از نظر سابقه کاری، بیش از نیمی از شرکت‌کنندگان سابقه‌ای بین ۳ تا ۶ سال داشتند، که نشان‌دهنده تجربه نسبتاً بالای آن‌ها در حوزه آموزش است.

**جدول ۳. سازه‌ها و گویه‌های پرسشنامه پژوهش**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| گویه | عبارت | سازه |
| ACU1 | آموزش‌های ارائه‌شده توسط سامانه آموزشی نسبتاً خوب هستند. | دقت تدریس (Teaching Accuracy) |
| ACU2 | آموزش‌های ارائه‌شده توسط سامانه آموزشی با ترجیحات من مطابقت دارند. | دقت تدریس |
| ACU3 | آموزش‌های ارائه‌شده توسط سامانه آموزشی بهتر از آموزش‌هایی هستند که دوستانم پیشنهاد داده‌اند. | دقت تدریس |
| NOV1 | سامانه آموزشی به من کمک می‌کند تا با محتوای جدید آشنا شوم. | نوآوری در تدریس (Teaching Novelty) |
| NOV2 | سامانه آموزشی آموزش‌هایی را به من پیشنهاد داد که انتظار نداشتم دریافت کنم. | نوآوری در تدریس |
| NOV3 | آموزش‌ها جدید و جالب هستند. | نوآوری در تدریس |
| DIV1 | سامانه آموزشی تنوعی از آموزش‌ها را به من پیشنهاد داده است. | تنوع در تدریس (Teaching Diversity) |
| DIV2 | هنگام دریافت آموزش‌ها از سامانه آموزشی همیشه خوشحال می‌شدم. | تنوع در تدریس |
| DIV3 | آموزش‌های پیشنهادی بسیار شبیه آموزش‌هایی بودند که انتظار داشتم. | تنوع در تدریس |
| REQ1 | کیفیت آموزش‌های ارائه‌شده دقیقاً مطابق با انتظارات من بود. | کیفیت تدریس (Teaching Quality) |
| REQ2 | به‌طور کلی، کیفیت آموزش‌های سامانه آموزشی ارزشمند است. | کیفیت تدریس |
| REQ3 | ارزیابی کلی من از آموزش‌های ارائه‌شده توسط سامانه بسیار خوب است. | کیفیت تدریس |
| EXP1 | توضیحات ارائه‌شده توسط سامانه آموزشی کامل و کافی هستند. | توضیح‌دهی (Explanation) |
| EXP2 | توضیحات آموزش‌ها مطابق با نیازهای من هستند. | توضیح‌دهی |
| EXP3 | نحوه توضیح سامانه آموزشی مناسب و قابل توصیه است. | توضیح‌دهی |
| RTR1 | آموزش‌ها منجر به افزایش پذیرش سامانه آموزشی از سوی من شده‌اند. | شفافیت تدریس (Teaching Transparency) |
| RTR2 | سامانه آموزشی به من کمک می‌کند تا دلیل ارائه آموزش‌ها را بهتر درک کنم. | شفافیت تدریس |
| RTR3 | آموزش‌های سامانه به من در تصمیم‌گیری بهتر کمک می‌کنند. | شفافیت تدریس |
| TRA1 | به آموزش‌های پیشنهادی این آموزش الکترونیکی اعتماد دارم. | اعتماد (Trust) |
| TRA2 | به اطلاعات ارائه‌شده در این آموزش الکترونیکی اعتماد دارم. | اعتماد |
| TRA3 | به آموزش‌های ویژه ارائه‌شده در این آموزش الکترونیکی اعتماد دارم. | اعتماد |
| INF1 | اطلاعات ارائه‌شده در این آموزش الکترونیکی دقیق است. | کیفیت اطلاعات (Information Quality) |
| INF2 | اطلاعات ارائه‌شده در این آموزش الکترونیکی به‌روز است. | کیفیت اطلاعات |
| INF3 | سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا اطلاعات مرتبط را ارائه می‌دهد. | کیفیت اطلاعات |
| SQU1 | سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا از نظر بصری جذاب است. | کیفیت سیستم (Systems Quality) |
| SQU2 | کار با سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا آسان است. | کیفیت سیستم |
| SQU3 | پیمایش در سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا آسان است. | کیفیت سیستم |
| SQU1 | سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا خدمات حرفه‌ای ارائه می‌دهد. | کیفیت یادگیری (Learning Quality) |
| SQU2 | سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا به سؤالات من به‌سرعت پاسخ می‌دهد. | کیفیت یادگیری |
| SQU3 | سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا خدمات به‌موقع ارائه می‌دهد. | کیفیت یادگیری |
| WEQ1 | ارزیابی کلی من از ویژگی‌های طراحی سامانه آموزش الکترونیکی این محتوا سطح بالایی دارد. | کیفیت آموزش مبتنی بر وب (WebE-learning Quality) |
| WEQ2 | کیفیت سامانه آموزش الکترونیکی بالا است و با انتظارات من همخوانی دارد. | کیفیت آموزش مبتنی بر وب |
| WEQ3 | این سامانه آموزش الکترونیکی ویژگی‌های منحصر به فردی ارائه می‌دهد که با سایر سامانه‌ها متفاوت است. | کیفیت آموزش مبتنی بر وب |
| SAT1 | از خدمات و کالاهای ارائه‌شده در این سامانه آموزش الکترونیکی رضایت دارم. | رضایت (Satisfaction) |
| SAT2 | از محتوایی که در این سامانه آموزش الکترونیکی خریداری کرده‌ام راضی هستم. | رضایت |
| SAT3 | انتخاب من برای یادگیری از این سامانه آموزش الکترونیکی یک انتخاب عاقلانه بود. | رضایت |
| LOY1 | درباره محتوای این سامانه آموزش الکترونیکی با دوستانم صحبت‌های مثبت خواهم کرد. | وفاداری (Loyalty) |
| LOY2 | در آینده نیز از آموزش این سامانه آنلاین استفاده خواهم کرد. | وفاداری |
| LOY3 | این آموزش الکترونیکی را به همکلاسی‌هایم توصیه می‌کنم. | وفاداری |

در این جدول، گویه‌های پرسشنامه به همراه سازه‌های مربوطه به‌طور کامل ارائه شده‌اند. هر سازه با سه گویه یا بیشتر مورد سنجش قرار گرفته و طیفی از مفاهیم کلیدی در آموزش الکترونیکی مانند کیفیت تدریس، اعتماد، شفافیت، تنوع، رضایت و وفاداری را پوشش می‌دهد.

**جدول 4. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| متغیر | تعداد نمونه | مقدار آزمون | میانگین | میانه | انحراف معیار | کمینه | بیشینه | مقدار t |
| دقت تدریس | ۳۸۴ | ۳ | ۴.۰۳ | ۴.۰۰ | ۰.۶۹ | ۲.۰۰ | ۵ | ۲۹.۲۰ |
| نوآوری تدریس | ۳۸۴ | ۳ | ۳.۹۶ | ۴.۰۰ | ۰.۷۱ | ۲.۰۰ | ۵ | ۲۶.۳۷ |
| تنوع تدریس | ۳۸۴ | ۳ | ۴.۰۱ | ۴.۳۳ | ۰.۷۸ | ۱.۶۷ | ۵ | ۲۵.۲۸ |
| کیفیت تدریس | ۳۸۴ | ۳ | ۴.۰۳ | ۴.۰۰ | ۰.۸۱ | ۱.۳۳ | ۵ | ۲۴.۸۳ |
| توضیح‌دهی | ۳۸۴ | ۳ | ۳.۹۸ | ۴.۰۰ | ۰.۷۱ | ۱.۳۳ | ۵ | ۲۷.۰۳ |
| شفافیت | ۳۸۴ | ۳ | ۴.۱۰ | ۴.۳۳ | ۰.۶۹ | ۲.۰۰ | ۵ | ۳۱.۸۶ |
| اعتماد | ۳۸۴ | ۳ | ۴.۱۶ | ۴.۳۳ | ۰.۶۸ | ۱.۶۷ | ۵ | ۳۳.۶۸ |
| کیفیت اطلاعات | ۳۸۴ | ۳ | ۴.۱۳ | ۴.۳۳ | ۰.۶۷ | ۲.۰۰ | ۵ | ۳۳.۰۰ |
| کیفیت یادگیری | ۳۸۴ | ۳ | ۴.۱۵ | ۴.۳۳ | ۰.۷۲ | ۲.۰۰ | ۵ | ۳۱.۳۸ |
| کیفیت خدمات | ۳۸۴ | ۳ | ۳.۹۷ | ۴.۰۰ | ۰.۷۷ | ۲.۰۰ | ۵ | ۲۴.۷۷ |
| کیفیت آموزش مبتنی بر وب | ۳۸۴ | ۳ | ۳.۹۰ | ۴.۰۰ | ۰.۷۱ | ۱.۶۷ | ۵ | ۲۴.۸۲ |
| رضایت | ۳۸۴ | ۳ | ۳.۹۰ | ۴.۰۰ | ۰.۷۴ | ۱.۶۷ | ۵ | ۲۳.۷۸ |
| وفاداری | ۳۸۴ | ۳ | ۳.۸۷ | ۴.۰۰ | ۰.۶۹ | ۲.۰۰ | ۵ | ۲۴.۶۴ |

یافته‌های حاصل از تحلیل توصیفی داده‌ها نشان می‌دهد که میانگین تمام متغیرهای پژوهش بالاتر از مقدار ملاک ۳ بوده است که نشان‌دهنده وضعیت مطلوب از نظر شرکت‌کنندگان است. بالاترین میانگین مربوط به متغیر «اعتماد» (میانگین ۴.۱۶) و پایین‌ترین میانگین مربوط به متغیر «وفاداری» (میانگین ۳.۸۷) بوده است. تمامی متغیرها دارای مقادیر t معنادار در سطح اطمینان ۹۵٪ بوده‌اند که نشان می‌دهد هر یک از ابعاد مورد بررسی در آموزش الکترونیکی از دیدگاه دانشجومعلمان در وضعیت مناسبی قرار دارد.

**جدول ۵. بار عاملی گویه‌های پرسشنامه**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| سطح معناداری | مقدار t | بار عاملی | گویه | سازه |
| <0.05 | 23.757 | 0.761 | ACU1 | دقت تدریس |
| <0.05 | 26.665 | 0.788 | ACU2 | دقت تدریس |
| <0.05 | 16.458 | 0.759 | ACU3 | دقت تدریس |
| <0.05 | 27.676 | 0.816 | NOV1 | نوآوری در تدریس |
| <0.05 | 18.324 | 0.716 | NOV2 | نوآوری در تدریس |
| <0.05 | 22.767 | 0.782 | NOV3 | نوآوری در تدریس |
| <0.05 | 47.919 | 0.846 | DIV1 | تنوع در تدریس |
| <0.05 | 34.967 | 0.804 | DIV2 | تنوع در تدریس |
| <0.05 | 33.603 | 0.788 | DIV3 | تنوع در تدریس |
| <0.05 | 80.090 | 0.893 | REQ1 | کیفیت تدریس |
| <0.05 | 40.799 | 0.852 | REQ2 | کیفیت تدریس |
| <0.05 | 32.613 | 0.815 | REQ3 | کیفیت تدریس |
| <0.05 | 6.945 | 0.595 | EXP1 | توضیح‌دهی |
| <0.05 | 12.909 | 0.727 | EXP2 | توضیح‌دهی |
| <0.05 | 22.112 | 0.832 | EXP3 | توضیح‌دهی |
| <0.05 | 28.428 | 0.799 | RTR1 | شفافیت تدریس |
| <0.05 | 44.204 | 0.857 | RTR2 | شفافیت تدریس |
| <0.05 | 10.641 | 0.652 | RTR3 | شفافیت تدریس |
| <0.05 | 18.785 | 0.733 | TRA1 | اعتماد |
| <0.05 | 29.247 | 0.847 | TRA2 | اعتماد |
| <0.05 | 9.150 | 0.641 | TRA3 | اعتماد |
| <0.05 | 33.591 | 0.869 | INF1 | کیفیت اطلاعات |
| <0.05 | 18.872 | 0.824 | INF2 | کیفیت اطلاعات |
| <0.05 | 4.782 | 0.525 | INF3 | کیفیت اطلاعات |
| <0.05 | 11.875 | 0.736 | SQU1 | کیفیت یادگیری |
| <0.05 | 13.619 | 0.739 | SQU2 | کیفیت یادگیری |
| <0.05 | 23.759 | 0.831 | SQU3 | کیفیت یادگیری |
| <0.05 | 18.776 | 0.750 | SEQ1 | کیفیت خدمات |
| <0.05 | 23.446 | 0.781 | SEQ2 | کیفیت خدمات |
| <0.05 | 33.369 | 0.784 | SEQ3 | کیفیت خدمات |
| <0.05 | 8.966 | 0.593 | WEQ1 | کیفیت آموزش مبتنی بر وب |
| <0.05 | 20.524 | 0.775 | WEQ2 | کیفیت آموزش مبتنی بر وب |
| <0.05 | 21.131 | 0.739 | WEQ3 | کیفیت آموزش مبتنی بر وب |
| <0.05 | 54.073 | 0.863 | SAT1 | رضایت |
| <0.05 | 21.191 | 0.805 | SAT2 | رضایت |
| <0.05 | 9.775 | 0.582 | SAT3 | رضایت |
| <0.05 | 6.628 | 0.487 | LOY1 | وفاداری |
| <0.05 | 40.918 | 0.844 | LOY2 | وفاداری |
| <0.05 | 26.760 | 0.762 | LOY3 | وفاداری |

تحلیل عاملی تأییدی نشان داد که تمامی گویه‌ها دارای بار عاملی معنادار و بالاتر از حداقل مقدار قابل قبول (۰.۴) هستند. این نتایج نشان می‌دهند که گویه‌های پرسشنامه توانایی مناسبی برای سنجش سازه‌های مورد نظر دارند. بالاترین بار عاملی مربوط به گویه REQ1 (۰.۸۹۳) در سازه کیفیت تدریس و پایین‌ترین آن مربوط به گویه LOY1 (۰.۴۸۷) در سازه وفاداری بود که در صورت لزوم می‌تواند برای بازنگری مورد توجه قرار گیرد.

**جدول ۶. اعتبار همگرا (AVE) سازه‌های پرسشنامه**

|  |  |
| --- | --- |
| سازه | میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) |
| کیفیت سیستم | ۰.۵۹۳ |
| کیفیت یادگیری | ۰.۵۹۵ |
| کیفیت اطلاعات | ۰.۵۷۱ |
| کیفیت آموزش مبتنی بر وب | ۰.۵۹۹ |
| نوآوری در تدریس | ۰.۵۹۷ |
| تنوع در تدریس | ۰.۶۶۱ |
| دقت تدریس | ۰.۵۹۰ |
| کیفیت تدریس | ۰.۷۲۹ |
| توضیح‌دهی | ۰.۵۲۵ |
| شفافیت | ۰.۵۹۸ |
| اعتماد | ۰.۵۷۰ |
| وفاداری | ۰.۵۱۰ |
| رضایت | ۰.۵۷۷ |

یافته‌های جدول ۶ نشان می‌دهند که تمامی سازه‌های مدل پژوهش دارای AVE بزرگ‌تر از ۰.۵ هستند، که نشان‌دهنده اعتبار همگرای مطلوب است. بالاترین مقدار AVE مربوط به سازه «کیفیت تدریس» با مقدار ۰.۷۲۹ است که نشان‌دهنده بیشترین تبیین واریانس توسط گویه‌های مربوطه است. این نتایج بیانگر آن است که هر سازه به‌خوبی توسط شاخص‌های خود تعریف شده است.

**جدول ۷. اعتبار واگرا (معیار فورنل-لارکر) سازه‌های ابزار پژوهش**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| متغیر | SAT | LOY | TRA | RTR | EXP | REQ | DIV | NOV | ACU | WEQ | SEQ | SQU | INF |
| SAT | 0.76 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| LOY | 0.74 | 0.79 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TRA | 0.59 | 0.65 | 0.74 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RTR | 0.62 | 0.71 | 0.67 | 0.74 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| EXP | 0.58 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.77 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| REQ | 0.58 | 0.7 | 0.68 | 0.73 | 0.72 | 0.85 |  |  |  |  |  |  |  |
| DIV | 0.73 | 0.69 | 0.65 | 0.64 | 0.81 | 0.77 | 0.77 |  |  |  |  |  |  |
| NOV | 0.76 | 0.72 | 0.65 | 0.62 | 0.75 | 0.62 | 0.75 | 0.77 |  |  |  |  |  |
| ACU | 0.67 | 0.66 | 0.68 | 0.68 | 0.69 | 0.63 | 0.71 | 0.71 | 0.77 |  |  |  |  |
| WEQ | 0.7 | 0.69 | 0.69 | 0.61 | 0.69 | 0.61 | 0.61 | 0.67 | 0.77 | 0.71 |  |  |  |
| SEQ | 0.58 | 0.71 | 0.74 | 0.74 | 0.68 | 0.55 | 0.69 | 0.69 | 0.58 | 0.73 | 0.77 |  |  |
| SQU | 0.73 | 0.59 | 0.73 | 0.62 | 0.64 | 0.61 | 0.76 | 0.76 | 0.73 | 0.77 | 0.73 | 0.77 |  |
| INF | 0.65 | 0.69 | 0.71 | 0.62 | 0.58 | 0.58 | 0.73 | 0.76 | 0.67 | 0.7 | 0.58 | 0.73 | 0.76 |

یافته‌های جدول فوق بر اساس معیار فورنل-لارکر نشان می‌دهند که تمامی ریشه‌های دوم میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) برای هر سازه (اعداد روی قطر جدول) از مقادیر همبستگی آن سازه با سایر سازه‌ها بیشتر هستند. این موضوع تأییدکننده‌ی اعتبار واگرای مدل اندازه‌گیری پژوهش است و نشان می‌دهد که هر سازه به‌خوبی از سایر سازه‌ها متمایز است و ابزار پژوهش در تفکیک مفاهیم نظری عملکرد مناسبی دارد. بنابراین، مدل مفهومی پژوهش از حیث تمایز سازه‌ها از یکدیگر از اعتبار قابل‌قبولی برخوردار است.

**جدول 8. نتایج آزمون تمامی فرضیه‌های مدل پژوهش**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| مسیر فرضیه | اثر مستقیم | اثر غیرمستقیم | اثر کل | مقدار t | نتیجه |
| کیفیت اطلاعات --> کیفیت آموزش مبتنی بر وب | ۰.۲۴۳ | – | ۰.۲۴۳ | ۴.۹۲۳\*\* | تأیید شد |
| کیفیت سیستم --> کیفیت آموزش مبتنی بر وب | ۰.۰۹۱ | – | ۰.۰۹۱ | ۱.۷۹۸\* | تأیید شد |
| کیفیت یادگیری --> کیفیت آموزش مبتنی بر وب | ۰.۵۷۲ | – | ۰.۵۷۲ | ۱۴.۰۰۵\*\* | تأیید شد |
| کیفیت آموزش مبتنی بر وب --> رضایت | ۰.۴۷۵ | – | ۰.۴۷۵ | ۱۱.۲۱۳\*\* | تأیید شد |
| دقت تدریس --> کیفیت تدریس | ۰.۱۶۵ | – | ۰.۱۶۵ | ۲.۲۵۱\*\* | تأیید شد |
| نوآوری در تدریس --> کیفیت تدریس | ۰.۲۵۶ | – | ۰.۲۵۶ | ۳.۰۰۰\*\* | تأیید شد |
| تنوع در تدریس --> کیفیت تدریس | ۰.۲۲۷ | – | ۰.۲۲۷ | ۴.۵۲۵\*\* | تأیید شد |
| کیفیت تدریس --> اعتماد | ۰.۲۹۷ | – | ۰.۲۹۷ | ۶.۰۲۳\*\* | تأیید شد |
| توضیح‌دهی --> شفافیت تدریس | ۰.۵۵۴ | – | ۰.۵۵۴ | ۱۸.۸۲۸\*\* | تأیید شد |
| شفافیت تدریس --> اعتماد | ۰.۳۹۳ | – | ۰.۳۹۳ | ۷.۳۲۲\*\* | تأیید شد |
| اعتماد --> رضایت | ۰.۱۲۹ | – | ۰.۱۲۹ | ۲.۹۱۷\*\* | تأیید شد |
| رضایت --> وفاداری | ۰.۵۴۳ | ۰.۰۷۰ | ۰.۳۱۰ | ۵.۲۴۳\*\* | تأیید شد |
| اعتماد --> وفاداری | ۰.۲۴۰ | – | ۰.۵۴۳ | ۱۴.۷۷۶\*\* | تأیید شد |

\*\*p<0.01

یافته‌های جدول نشان می‌دهد که تمامی فرضیه‌های مدل پژوهش به لحاظ آماری معنادار و مورد تأیید قرار گرفته‌اند. قوی‌ترین اثر مستقیم مربوط به مسیر «کیفیت یادگیری --> کیفیت آموزش مبتنی بر وب» با مقدار t برابر با ۱۴.۰۰۵ است. همچنین، «توضیح‌دهی --> شفافیت تدریس» نیز با مقدار t برابر با ۱۸.۸۲۸ اثر قابل توجهی داشته است. مسیرهای غیرمستقیم نیز مانند «رضایت --> وفاداری» از طریق اعتماد، گرچه اثر غیرمستقیم اندکی داشتند، اما در مجموع اثر کل معناداری ارائه دادند. این نتایج حاکی از آن است که ساختار مفهومی پژوهش از انسجام بالایی برخوردار بوده و متغیرهای میانجی همچون اعتماد و شفافیت نقش مؤثری در شکل‌گیری رضایت و وفاداری نسبت به آموزش الکترونیکی داشته‌اند.

ACU2

ACU3

ACU1

DIV2

DIV3

DIV1

NOV2

NOV3

NOV1

REQ2

REQ1

REQ3

SEQ2

SEQ1

SEQ3

SQU2

SQU1

SQU3

INF2

INF1

INF3

EXP2

EXP3

EXP1

TRA2

TRA1

TRA3

SAT2

SAT1

SAT3

LOY2

LOY1

LOY3

RTR2

RTR1

RTR3

WEQ2

WEQ3

WEQ1

**شکل 1. مدل نهایی پژوهش به همراه ضرایب مسیر**

# بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش که با هدف طراحی و ارزیابی مدل یادگیری الکترونیکی ریاضی در بین دانشجومعلمان آموزش ریاضی دانشگاه فرهنگیان انجام شد، نشان داد که تمامی متغیرهای مورد بررسی در مدل مفهومی دارای اثرات معنادار و قابل توجهی بوده‌اند. تحلیل مسیر ساختاری حاکی از آن بود که کیفیت یادگیری، کیفیت اطلاعات و کیفیت سیستم، سه عامل کلیدی در پیش‌بینی کیفیت آموزش مبتنی بر وب هستند. در این میان، کیفیت یادگیری با ضریب مسیر 0.572 قوی‌ترین تأثیر مستقیم را بر کیفیت آموزش مبتنی بر وب داشت. این یافته با مطالعات پیشین که بر اهمیت طراحی محیط‌های یادگیری تعاملی و پاسخگو در آموزش ریاضی تأکید داشته‌اند، همخوان است ([Nhlumayo, 2025](#_ENREF_16); [Winarso & Udin, 2024](#_ENREF_22)).

یافته دیگر پژوهش که قابل تأمل است، تأثیر معنادار متغیرهای دقت، تنوع و نوآوری در تدریس بر کیفیت کلی تدریس بود. این مؤلفه‌ها به ترتیب ضریب‌های 0.165، 0.227 و 0.256 را نشان دادند. این نتایج نشان می‌دهد که طراحی محتوای آموزشی در آموزش ریاضی، زمانی مؤثرتر خواهد بود که ترکیبی از دقت مفهومی، نوآوری در ارائه و تنوع در شیوه‌های تدریس را در بربگیرد؛ امری که در پژوهش ([Baog et al., 2024](#_ENREF_1)) نیز تأیید شده است. آنان نشان دادند که تدریس ریاضی برای گروه‌های با نیازهای خاص نیز هنگامی موفق خواهد بود که معلم از راهبردهای چندگانه و نوآورانه استفاده کند. همچنین، این یافته با مطالعات ([Chapai, 2023](#_ENREF_3)) که به نقش طراحی تعاملی محتوا در افزایش اثربخشی آموزش ریاضی پرداختند، هم‌راستا است.

تحلیل مسیر نشان داد که کیفیت تدریس به‌صورت مستقیم اعتماد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (ضریب 0.297)، و شفافیت تدریس نیز از طریق توضیح‌دهی مناسب و متناسب با نیاز یادگیرنده، تأثیر بسزایی بر افزایش اعتماد دارد (ضریب 0.393). این نتایج با یافته‌های ([Ortiz-Padilla et al., 2025](#_ENREF_19)) مطابقت دارد، جایی که نشان داده شد فهم کامل معانی مفاهیم ریاضی در سنین پایین، زمانی امکان‌پذیر است که تدریس شفاف، قابل فهم و دارای ساختار باشد. از سوی دیگر، ([Junger, 2025](#_ENREF_9)) نیز تأکید داشتند که شفافیت در ارائه محتوا، همراه با تبیین دلایل آموزش، موجب شکل‌گیری اعتماد در یادگیرندگان می‌شود و این اعتماد زیربنای مشارکت فعال آنان در فرآیند یادگیری است.

در بخش دیگر مدل، اعتماد توانست رضایت را به‌صورت معنادار پیش‌بینی کند (ضریب 0.129)، و رضایت نیز نقش میانجی مهمی در شکل‌گیری وفاداری آموزشی داشت. به‌ویژه، مسیر «رضایت --> وفاداری» با ضریب 0.543 تأیید شد. نتایج نشان داد که هرچند اعتماد و رضایت به‌تنهایی بر وفاداری تأثیر می‌گذارند، اما تأثیر توأمان این دو متغیر قدرت پیش‌بینی بالاتری برای وفاداری دارد. در پژوهش ([Licomes & Timosa, 2025](#_ENREF_12)) نیز بیان شد که حمایت آموزشی در فرآیند یادگیری دیجیتال به‌ویژه در آموزش ریاضی، نقش بسزایی در شکل‌گیری احساس رضایت و تعهد یادگیرندگان ایفا می‌کند. این نتایج همچنین با یافته‌های ([Niña Bienna Marie, 2023](#_ENREF_17)) درباره ارتباط مثبت بین عملکرد معلمان در چارچوب TPACK و رضایت دانشجویان آموزش ریاضی مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که کیفیت آموزش مبتنی بر وب به‌عنوان یک متغیر میانجی کلیدی، نقشی اساسی در افزایش رضایت کاربران دارد (ضریب 0.475). این موضوع در راستای یافته‌های ([Matiash et al., 2023](#_ENREF_15)) است که بر کیفیت فنی و طراحی زیبایی‌شناختی محیط‌های یادگیری برای ارتقای رضایت یادگیرندگان تأکید کرده‌اند. همچنین، در پژوهش ([Dewi, 2024](#_ENREF_5)) نیز عنوان شده است که آموزش معلمان در زمینه طراحی محتوای دیجیتال متناسب با نیازهای بومی و شرایط فنی، موجب افزایش کیفیت درک شده از آموزش مبتنی بر وب و رضایت کاربران می‌شود. در نتیجه، اگر پلتفرم‌های آموزش ریاضی به‌گونه‌ای طراحی شوند که از لحاظ بصری، دسترسی‌پذیری، و پاسخگویی ساختاری مناسب باشند، می‌توان انتظار داشت که تجربه یادگیری برای معلمان و دانشجویان به‌طور قابل ملاحظه‌ای ارتقا یابد.

پژوهش حاضر نشان داد که توضیح‌دهی اثربخش در محتوای آموزش دیجیتال از طریق ارتقای شفافیت در تدریس، زمینه‌ساز شکل‌گیری اعتماد است و این عامل به‌طور غیرمستقیم بر رضایت و وفاداری اثر می‌گذارد. یافته‌های ([Harefa & Hulu, 2024](#_ENREF_6)) نیز از این منظر قابل توجه‌اند، چراکه آنان بیان داشتند که آموزش ریاضی باید علاوه بر انتقال مفاهیم علمی، به پرورش اخلاق آموزشی، وضوح و تبیین دقیق بپردازد تا بتواند با ارزش‌های فرهنگی و هویتی فراگیران هم‌راستا شود. این نگرش اخلاق‌محور در تدریس، به‌ویژه در آموزش مجازی که تعامل چهره‌به‌چهره کمتر است، اهمیت بیشتری دارد.

در نهایت، نتایج این مطالعه با یافته‌های ([Nugraheni et al., 2025](#_ENREF_18)) که بر نقش کارگاه‌های آموزش دیجیتال برای معلمان تأکید داشتند هم‌راستا است. آنان نشان دادند که طراحی ابزارهای ارزیابی دیجیتال، آموزش خلاقانه، و آموزش مبتنی بر پروژه، عناصر کلیدی در تربیت معلمان آموزش ریاضی هستند. همین نکته در پژوهش ([Koreňová et al., 2024](#_ENREF_11)) نیز مورد تأکید قرار گرفته است که سطح تسلط آینده‌معلمان به فناوری‌های دیجیتال نقش مؤثری در کیفیت آموزش آنان ایفا می‌کند.

یکی از محدودیت‌های اصلی پژوهش حاضر، تمرکز آن بر یک جامعه خاص، یعنی دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان بوده است که ممکن است قابلیت تعمیم نتایج را به دیگر گروه‌های دانشجویی و آموزشی محدود کند. همچنین، پژوهش در بستر یک بازه زمانی خاص و با ابزارهای سنجشی محدود انجام شد که می‌تواند بر دقت اندازه‌گیری متغیرها تأثیرگذار باشد. استفاده از خودگزارش‌دهی در پرسشنامه نیز ممکن است منجر به بروز سوگیری پاسخ‌دهی شده باشد. علاوه بر این، پژوهش حاضر تنها از داده‌های کمّی استفاده کرده و فاقد تحلیل‌های کیفی برای درک عمیق‌تر از نگرش‌ها و تجربیات واقعی شرکت‌کنندگان بوده است.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با بهره‌گیری از روش‌های ترکیبی (کیفی-کمّی) به بررسی عمیق‌تر ابعاد روان‌شناختی و اجتماعی آموزش الکترونیکی در آموزش ریاضی بپردازند. همچنین، انجام مطالعات تطبیقی میان دانشگاه‌های مختلف کشور و یا در سطح بین‌المللی می‌تواند در شناسایی الگوهای موفق مؤثر باشد. بررسی تأثیر متغیرهای واسط مانند خودکارآمدی، اضطراب فناورانه، یا سبک‌های یادگیری بر اثربخشی مدل نیز می‌تواند جهت تکمیل مدل مفهومی مفید واقع شود. اجرای مطالعات مداخله‌ای برای آموزش معلمان با استفاده از نسخه بومی‌شده مدل طراحی‌شده نیز از دیگر موضوعاتی است که می‌تواند در تحقیقات آینده مدنظر قرار گیرد.

در حوزه عمل، پیشنهاد می‌شود که دانشگاه فرهنگیان به‌طور رسمی مدل آموزش الکترونیکی ریاضی طراحی‌شده در این پژوهش را در برنامه‌های درسی دانشجومعلمان ادغام کند و با ایجاد زیرساخت‌های فناورانه لازم، از اجرای مؤثر آن حمایت نماید. تدوین کارگاه‌های آموزشی تخصصی برای معلمان در زمینه طراحی محتوا، تدریس دیجیتال، و ارزشیابی آنلاین باید در دستور کار قرار گیرد. همچنین، ایجاد نظام بازخورد مؤثر و پیوسته از سوی دانشجومعلمان درباره کیفیت آموزش مجازی، می‌تواند به اصلاح مستمر فرایند یاددهی-یادگیری کمک کند. فراهم ساختن منابع آموزشی منطبق با استانداردهای بین‌المللی، توجه به زیبایی‌شناسی محیط‌های یادگیری، و مشارکت معلمان در طراحی سامانه‌های آموزشی، از دیگر اقداماتی است که می‌تواند کیفیت آموزش ریاضی در فضای دیجیتال را به‌طور چشمگیری ارتقا دهد.

# تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

# مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

# تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

# حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

# موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

# Extended Summary

**Introduction**

In recent years, the integration of digital technologies in mathematics education has gained substantial momentum. The growing shift from traditional face-to-face instruction to hybrid and fully online environments, especially following the COVID-19 pandemic, has prompted educators and institutions to reconsider the design and delivery of instructional content in mathematics teacher education. The evolving role of digital learning environments, when implemented effectively, offers potential for personalization, active learning, and broader access to mathematical content that aligns with both pedagogical goals and global educational trends ([Darmayanti, 2024](#_ENREF_4); [Junger, 2025](#_ENREF_9)). Particularly in the training of future mathematics teachers, equipping learners with technological competencies alongside content and pedagogical knowledge is essential. The TPACK framework has gained prominence in this context, emphasizing the integration of technological knowledge with pedagogical and content expertise as a means to enhance teaching effectiveness in digital environments ([Niña Bienna Marie, 2023](#_ENREF_17)).

Digital learning environments also foster interactivity, collaboration, and reflection when designed to align with learners' needs and technological contexts. The growing importance of platforms such as GeoGebra, Canva, and LMS-based instruction in mathematics education supports the argument for designing comprehensive e-learning models that attend not only to content but also to user experience, system functionality, and the development of learner autonomy ([Iramaynti et al., 2023](#_ENREF_8); [Magat & Sangalang, 2024](#_ENREF_13); [Marange & Tatira, 2025](#_ENREF_14)). Furthermore, enhancing the quality of online mathematics instruction requires integrating strategies that address both cognitive and affective components of learning, including student satisfaction, trust, loyalty, and the clarity and transparency of content delivery ([Licomes & Timosa, 2025](#_ENREF_12); [Ortiz-Padilla et al., 2025](#_ENREF_19)).

While there has been significant progress in technology integration, challenges remain in infrastructure readiness, teacher preparedness, digital literacy, and the alignment of content with digital tools. Studies have underscored the need for ongoing professional development, curriculum redesign, and institutional support to ensure the effective implementation of e-learning in mathematics education ([Chapai, 2023](#_ENREF_3); [Nhlumayo, 2025](#_ENREF_16)). Against this backdrop, the present study aimed to design and validate an e-learning model tailored to mathematics teacher education at Farhangian University in Iran, assessing its structural components and relationships among key variables including learning quality, information quality, system quality, content accuracy, novelty, diversity, transparency, satisfaction, and loyalty.

**Methods and Materials**

This research employed a quantitative approach using a quasi-experimental design. The target population included all mathematics student teachers at Farhangian University, totaling 1220 individuals. Based on Morgan’s table and using a cluster random sampling method, a sample of 296 participants was selected. These were divided equally into an experimental group (those who had taken an e-learning course) and a control group (those who had not). The data collection instrument was a researcher-made questionnaire consisting of 22 items designed to assess various components of e-learning in mathematics education. Items measured constructs such as teaching accuracy, novelty, diversity, quality, explanation, transparency, trust, information quality, system quality, learning quality, satisfaction, and loyalty using a five-point Likert scale. Data were analyzed using one-sample t-tests, confirmatory factor analysis (CFA), and structural equation modeling (SEM) in SmartPLS. Measurement model evaluation included testing for convergent and discriminant validity, composite reliability, and goodness of fit.

**Findings**

Descriptive statistics indicated that the mean scores for all research variables were significantly higher than the test value of 3, suggesting positive perceptions of the e-learning components among participants. Teaching accuracy had a mean of 4.03, novelty 3.96, diversity 4.01, and overall teaching quality 4.03. Explanation, transparency, and trust also had high means (3.98, 4.10, and 4.16 respectively), along with information quality (4.13), learning quality (4.15), and web-based teaching quality (3.90). Satisfaction and loyalty showed means of 3.90 and 3.87 respectively.

Factor loadings for questionnaire items exceeded the acceptable threshold of 0.4, with most items loading above 0.7, indicating strong construct validity. Average Variance Extracted (AVE) values for all constructs were greater than 0.5, confirming convergent validity. Discriminant validity was confirmed through the Fornell-Larcker criterion, with the square root of AVE for each construct higher than its correlations with other constructs.

Structural equation modeling revealed significant direct effects among key variables. Information quality (β = 0.243), system quality (β = 0.091), and learning quality (β = 0.572) significantly predicted web-based teaching quality. In turn, web-based teaching quality significantly influenced student satisfaction (β = 0.475). Teaching accuracy (β = 0.165), novelty (β = 0.256), and diversity (β = 0.227) significantly predicted teaching quality. Teaching quality (β = 0.297) and transparency (β = 0.393) significantly influenced trust. Explanation had a strong effect on transparency (β = 0.554). Trust influenced satisfaction (β = 0.129), and satisfaction (β = 0.543) and trust (β = 0.240) both had direct effects on loyalty. Indirect effects through mediating variables were also observed.

The model’s goodness of fit (GoF) index was 0.455, indicating a strong model fit. Reliability was confirmed through Cronbach’s alpha and Composite Reliability (CR), with all values exceeding 0.6. All hypotheses proposed in the study were statistically supported at either the 0.05 or 0.1 significance level.

**Discussion and Conclusion**

The findings of this study emphasize the importance of integrating various technological and pedagogical dimensions in designing effective e-learning systems for mathematics teacher education. The strong impact of learning quality on web-based instruction underscores the need to design interactive, adaptive, and student-centered digital environments. Similarly, the influence of information quality and system quality suggests that technical infrastructure and access to updated, relevant content are essential for ensuring a positive learning experience.

The study also highlights the importance of instructional design components such as teaching accuracy, novelty, and diversity in shaping perceptions of teaching quality. These components contribute to deeper cognitive engagement, enhanced motivation, and richer learning outcomes in digital settings. Additionally, the study demonstrated that teaching quality, when supported by clear explanations and transparent delivery, can foster trust among learners—an essential factor in promoting satisfaction and long-term engagement with online learning platforms.

Furthermore, satisfaction and trust emerged as key determinants of student loyalty, reflecting the need for institutions to prioritize user experience and emotional connection in digital learning. A well-structured and visually engaging e-learning platform that facilitates meaningful learning interactions can increase student commitment and likelihood of continued participation.

The validated model presented in this study offers a comprehensive framework for understanding and improving e-learning in mathematics teacher education. It can serve as a guiding tool for curriculum developers, teacher educators, and institutional leaders aiming to implement effective digital instruction. The results support a systems-oriented perspective, where content design, technical systems, pedagogical clarity, and learner support all interact to influence educational outcomes.

# References

Baog, I. W., Anit, E. J., Panes-Tapo, L., & Huelar, M. M. (2024). Unveiling the Secrets of Teaching Mathematics to Students With Special Needs: Challenges, Strategies, and Educator Insights. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, *VIII*(VII), 1330-1346. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.807112>

Brown, E. L. (2022). Technology Integration in Mathematics Classrooms: Impact, Challenges and Solutions Introduction. *J. Inovasi. Pemb. Mat.*, *1*(2), 43-48. <https://doi.org/10.56587/jipm.v1i2.59>

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. <https://doi.org/10.3126/irjmmc.v4i4.61296>

Darmayanti, R. (2024). Programmed Learning in Mathematics Education Before and After the Pandemic: Academics Integrate Technology. *Alj*, *2*(1), 40-56. <https://doi.org/10.61650/alj.v2i1.126>

Dewi, S. V. (2024). TeknoMatika: Technology and Product Differentiation Training to Improve Mathematics Teachers' Competence in Pangandaran. *Abdimas Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, *9*(4), 787-798. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v9i4.14139>

Harefa, D., & Hulu, F. (2024). Mathematics Learning Strategies That Support Pancasila Moral Education: Practical Approaches for Teachers. *Afore*, *3*(2), 51-60. <https://doi.org/10.57094/afore.v3i2.2299>

Hodovaniuk, T., Makhometa, T., Tiahai, I. M., & Mykolaiko, V. (2021). The Use of Blended Learning Technologies in the Training of Future Teachers of Mathematics. *Collection of Scientific Papers of Uman State Pedagogical University*(4), 129-135. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.4.2021.250190>

Iramaynti, I., Nurjannah, N., Heriyanti, A., Mirna, M., & Sari, F. (2023). Pelatihan Dan Pendampingan Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Canva Education Di MTs Nurul Izzah. *Akm Aksi Kepada Masyarakat*, *4*(1), 73-82. <https://doi.org/10.36908/akm.v4i1.734>

Junger, A. P. (2025). Digital Technologies in Mathematics Education: Discussions and Challenges in Light of New Educational Trends. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, *19*(3), e011553. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n3-019>

Kalimova, A., Zhekibayeva, B., Kabbassova, A., Айтжанова, Р. М., & Kairbekova, B. D. (2024). The System of Methodological Tools of Forming the Readiness of Future Teachers for the Integrated Teaching of Primary Schoolchildren. *Scientific Herald of Uzhhorod University Series Physics*(56), 1494-1504. <https://doi.org/10.54919/physics/56.2024.149hp4>

Koreňová, L., Krpec, R., & Barot, T. (2024). Digital Technologies in Primary Mathematics Education: Insights From Future Teachers’ Portfolios. *European Conference on E-Learning*, *23*(1), 197-208. <https://doi.org/10.34190/ecel.23.1.2929>

Licomes, S. M. A., & Timosa, E. S. (2025). The Mediating Effect of Teacher Support on the Relationship Between Technology Integration and Learning Attitudes of Mathematics Education Students in Learning Mathematics. *Epra International Journal of Multidisciplinary Research (Ijmr)*, 716-723. <https://doi.org/10.36713/epra19813>

Magat, R. J. B., & Sangalang, E. M. (2024). Teachers’ Familiarity, Perceptions, and Training Needs on the Use of ChatGPT in Mathematics Instruction. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 1471-1487. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4332>

Marange, I. Y., & Tatira, B. (2025). In-Service Mathematics Teachers’ Perceptions of GeoGebra Integrative Training Materials: The Case of Geometry Teaching. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, *21*(2), em2588. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15958>

Matiash, O., Panasenko, O. B., & Horiashyn, A. (2023). Learning Platforms in the Training of Future Mathematics Teachers: Analysis of Foreign Experience. *Sciencerise Pedagogical Education*(4(55)), 9-14. <https://doi.org/10.15587/2519-4984.2023.284676>

Nhlumayo, B. S. (2025). The Integration of ICT Pedagogy: A Panacea to Mathematics Teacher Training in South African Universities. *Obp*. <https://doi.org/10.38140/obp3-2025-07>

Niña Bienna Marie, Y. M. (2023). TPACK Correlates Mathematics Teachers’ Performance in Selected Private Higher Education Institutions (PHEIS). *Geo Academic Journal*, *4*(1). <https://doi.org/10.56738/issn29603986.geo2023.4.41>

Nugraheni, L., Mutianingsih, N., Faizah, H., & Fitriatien, S. R. (2025). Workshop Inovasi Assesment Pembelajaran Berbasis Digital. *Pancasona*, *4*(1), 31-40. <https://doi.org/10.36456/pancasona.v4i1.10013>

Ortiz-Padilla, M., Velasco, N., & Ortiz, S. A. (2025). Analysis of Pedagogical Content Knowledge for Teaching Mathematics in Early Childhood Education. *Journal of Infrastructure Policy and Development*, *9*(1), 10135. <https://doi.org/10.24294/jipd10135>

Stiawan, E., Rahmat, B., & Ajeng Arimby Setyaningsih Putri Yan, P. (2024). Training of HOTS Integration in Elementary School Level Mathematics Teaching as an Effort to Strengthen State Defense Awareness. *Journal of Community Service and Empowerment*, *5*(3), 460-468. <https://doi.org/10.22219/jcse.v5i3.32943>

Subramaniam, V. A., & Rajoo, M. (2025). Need Analysis for Developing a Problem-Based Learning E-Module in Mathematics With Integrated Global Citizenship Education. *Picl*, *2*(1), 40-48. <https://doi.org/10.37934/picl.2.1.4048>

Winarso, W., & Udin, T. (2024). Implementing Blended Learning Within the TPMK Framework to Enhance Mathematics Teachers' Competence. *Edelweiss Applied Science and Technology*, *8*(4), 2292-2305. <https://doi.org/10.55214/25768484.v8i4.1599>