Tech. Edu. J. 14(3): 591-602, Summer 2020

Technology of Education Journal
(TEJ)
Homepage: jte.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The effect of mathematical education based on TPACK model on changing teachers' beliefs

M. Alizadehjamal[1], A. Shahvarani[,1], A. Iranmanesh[2], A. Tehranian[1]*

[1] *Department of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[2] *Department of Mathematics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*

Received: 16 March 2019
Reviewed: 9 April 2019
Revised: 23 August 2019
Accepted: 7 September 2019

KEYWORDS:
Mathematical Education
GeoGebra Software
Teacher's Beliefs
Content-Pedagogical and Technological Model (TPACK)

* Corresponding author
shahvarani.1393@gmail.com
(+98915)3863778

ABSTRACT

Background and Objectives: Teachers' beliefs and ideological structures are one of the main axes of educational research in order to achieve reforms in teachers' instructional methods. There have been several experimental studies on the beliefs of math teachers that have helped to conceptualize and define beliefs and convictions. Teachers' beliefs in using online education have been found to be are influenced by the years of teaching. It is also evident that when teachers' beliefs about the process of updating their professional competencies in teaching increased; their responsibility for their professional behavior increases as well. With the advent of new technologies, math teachers have also turned their attention to using a new framework to integrate technology knowledge with pedagogical knowledge and content knowledge. The main aim of the current study was examining the effect of mathematical education on the basis of the content-pedagogical and technological model (TPACK) on changing the beliefs of high-school teachers regarding the rate of application of mathematical education software in the teaching process.

Methods: The researcher used a semi-experimental two-way pre-test and post-test method to observe the changing beliefs of teachers before and after the implementation of a workshop training in software. The statistical population of this study is all high-school math teachers of North Khorasan Province. Based on Cochran's formula, 73 of them were selected by cluster sampling and were divided into two groups: control (n=33) and experiment (n=40). The standard questionnaire used in this research was made by Zambak (2014), based on the theoretical framework. Data were analyzed by SPSS software and covariance analysis was used to test the research hypothesis.

Findings: The results of statistical analysis of this study showed that the holding of a mathematical training workshop using GeoGebra in the form of a 'Technological pedagogical content knowledge model (TPACK)' has had a positive impact on the beliefs of high school math teachers about using modern technologies in education. The study's findings also show that some math teachers, while adopting technology as a useful teaching tool for classrooms are concerned about misplaced technology interference in the understanding of a mathematical subject and, therefore, are not encouraged to use technology in their classroom, and allow it only as an informal educational activity.

Conclusion: According to the findings of this study, it can be concluded that the development of knowledge and change of math teachers' beliefs about using up-to-date technologies in mathematics teaching based on school facilities and limitations of educational organizations in different provinces of the country is very important. It is suggested that the decision makers in this field, by discovering and identifying talented teachers in different parts of the country, should offer short-term and long-term training to enhance their ability to improve the overall level of mathematics teachers in the country.

NUMBER OF REFERENCES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF TABLES
23	4	8

مقاله پژوهشی

تأثیر آموزش ریاضی بر اساس مدل محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه (TPACK) بر تغییر باورهای دبیران

محمد علیزاده جمال[۱]، احمد شاهورانی*[۱]، علی ایرانمنش[۲]، ابوالفضل تهرانیان[۱]

[۱] گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] گروه ریاضی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: باورها و ساختارهای عقیدتی معلمان، یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های آموزشی به منظور دستیابی به اصلاحاتی در روش‌های تدریس معلمان می‌باشند. چندین مطالعه تجربی در مورد باورهای معلمان ریاضی صورت گرفته است که به مفهوم سازی و تعریف باورها و اعتقادات کمک کرده اند. ونگ (Wong) در تحقیقی تحت عنوان «توسعه باورهای معلمان از طریق آموزش آنلاین: یک تجربه یک ساله از باورهای معلمان ریاضی و علوم درباره یادگیری و آموزش» با بررسی ۲۱ معلم نشان داد که باورهای معلمان در استفاده از آموزش آنلاین تحت تأثیر سال‌های تدریس آنان است. اسکمپ (Skemp) در مطالعات خود، دو نوع باور نسبت به ریاضیات را معرفی کرده است: ریاضیات ابزاری و ریاضیات رابطه‌ای. محمدی و مصلایی در تحقیقی تحت عنوان «ارزیابی باورهای دبیران منتخب ریاضی کشور بر اساس ویژگی‌های جمعیتی-شناختی آن‌ها» نشان دادند که هرچه اعتقاد و باور معلمان نسبت به فرایند به روزرسانی شایستگی‌های حرفه‌ای خود در تدریس افزایش یابد؛ مسئولیت‌پذیری آن‌ها در برابر رفتار حرفه‌ای و شغلی خود بیشتر می شود. با ظهور فناوری‌های جدید، توجه معلمان ریاضی نیز به استفاده از یک چهارچوب جدید برای یکپارچه سازی دانش فناوری با دانش پداگوژیکی و دانش محتوایی معطوف گردید. در این پژوهش، هدف اصلی بررسی تأثیر آموزش ریاضی بر اساس مدل محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه (TPACK) بر تغییر باورهای دبیران دوره متوسطه در خصوص میزان به‌کارگیری نرم‌افزارهای آموزش ریاضی در فرآیند تدریس بوده است.

روش‌ها: پژوهشگر برای مشاهده تغییر باورهای دبیران پیش و پس از اجرای آموزش کارگاهی به شیوه نرم‌افزاری، از روش نیمه تجربی دو گروهی با پیش و پس آزمون استفاده کرده است. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه دبیران ریاضی مقطع متوسطه استان خراسان شمالی می‌باشد که با استناد به فرمول کوکران، ۷۳ نفر از آن ها به روش نمونه‌گیری خوشه ای به عنوان نمونه پژوهش انتخاب و در دو گروه کنترل (۳۳ نفر) و آزمایش (۴۰ نفر) قرار گرفته‌اند. پرسشنامه استاندارد استفاده شده در این پژوهش توسط زامبک (Zambak) با استناد به مبانی نظری ساخته و پرداخته شده است. تجزیه‌وتحلیل داده‌های پژوهش با نرم‌افزار SPSS صورت گرفت و برای آزمون فرضیه پژوهش از تحلیل کوواریانس استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل داده‌های آماری این پژوهش نشان داد که برگزاری کارگاه آموزش ریاضی با استفاده از نرم‌افزار آموزشی جئوجبرا در قالب مدل آموزشی «محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه (TPACK)» بر باورهای دبیران ریاضی دوره متوسطه نسبت به استفاده از فناوری‌های نوین در آموزش تأثیر مثبتی داشته است. یافته‌های این پژوهش همچنین نشان داد که بعضی از معلمان ریاضی، با اینکه تکنولوژی را به عنوان یک ابزار مفید آموزشی برای کلاس‌های درس پذیرفته‌اند؛ ولی نگران مداخله بی‌جای تکنولوژی در درک و فهم یک موضوع ریاضی هستند و بدین سبب، به استفاده از تکنولوژی در کلاس درس خود، ترغیب نمی شوند و آن را تنها به عنوان یک فعالیت آموزشی غیررسمی، مجاز می‌دانند.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که توسعه دانش و تغییر باورهای دبیران ریاضی نسبت به استفاده از فناوری‌های به روز در زمینه تدریس ریاضی بر اساس امکانات مدرسه‌ای و محدودیت‌های سازمان‌های آموزش و پرورش استان‌های مختلف کشور بسیار حائز اهمیت است. پیشنهاد می‌شود تا تصمیم گیرندگان این حوزه با کمک نتایج این پژوهش به کشف و شناسایی دبیران مستعد در مناطق مختلف کشور بپردازند و با برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه مدت و بلندمدت از توانایی آن‌ها در راستای ارتقاء کلی سطح دبیران ریاضی کشور بهره ببرند.

تاریخ دریافت: ۲۵ اسفند ۱۳۹۷
تاریخ داوری: ۲۰ فروردین ۱۳۹۸
تاریخ اصلاح: ۱ شهریور ۱۳۹۸
تاریخ پذیرش: ۱۶ شهریور ۱۳۹۸

واژگان کلیدی:
آموزش ریاضی
نرم‌افزار جئوجبرا
باور دبیران
مدل محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه (TPACK)

* نویسنده مسئول
shahvarani.1393@gmail.com
۰۹۱۵- ۳۸۶۳۷۷۸

مقدّمه

«شورای ملی معلمان ریاضی» (NCTM) در سال ۲۰۰۲، با ارائه «اصل تکنولوژی» به عنوان یکی از استانداردهای برنامه درسی ریاضی در قرن جدید، از دانش «تکنولوژی- پداگوژی- دانش محتوایی»، با بیان اینکه «تکنولوژی در یاددهی و یادگیری ریاضی ضروری است؛ بر ریاضیاتی که تدریس می‌شود، تأثیر می‌گذارد و یادگیری دانش‌آموزان را ارتقا می‌بخشد»، حمایت کرد. این شورا، کسب انواع تجربه‌هایی را که معلمان، برای آمادگی و مواجهه موفق با «اصل تکنولوژی» به عنوان یک استاندارد لازم دارند، به رسمیت شناخت و مورد حمایت قرار داد. به گفته این شورا، «اگر معلمان بخواهند یاد بگیرند، چگونه فضای مثبتی بسازند که در آن، حل مسأله گروهی ارتقا یابد، تکنولوژی به‌طور معنادار در آن حضور داشته باشد، در دانش‌آموزان نیاز به تفکر و کشف و خلق را ایجاد کند، قبل از همه، خودشان باید یادگیری را در چنین محیطی، تجربه کنند». به‌طور مشابه، «اتحادیه آموزشگران معلمان ریاضی»، بیانیه اعلام مواضع نسبت به تکنولوژی را در حمایت از ضرورت ارتقای دانش تکنولوژیکی معلمان ریاضی، منتشر کرد. در این بیانیه آمده است که «در طراحی برنامه‌های آموزش‌های قبل از خدمت معلمان ریاضی، باید اطمینان حاصل نمود که برای همه دانشجو- معلمان ریاضی و داوطلبان اخذ گواهی معلمی، فرصتی ایجاد شود تا بتوانند دانش و تجربه لازم را که برای تلفیق تکنولوژی با فرآیند یاددهی و یادگیری ریاضی مورد نیاز است، کسب کنند» [۱].

با این وجود در میان تمام این عوامل، نقش و عملکرد معلم و توجه به پداگوژی به عنوان مهم‌ترین عوامل معرفی شده‌اند [۲]. لذا، برنامه‌های آموزشی تربیت معلم در دوره‌های پیش از خدمت و ضمن خدمت، نقش بسیار قابل توجهی در آماده‌سازی معلمان برای به‌کارگیری فناوری ایفا می‌کنند. این در حالی است که سوابق علمی و پژوهشی نشانگر آن است که آموزش‌های ویژه به رغم تلاش‌های گسترده در تربیت معلمان و آماده‌سازی آنان برای فناوری، همچنان ناموفق بوده است [۳-۴]. بسیاری از پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که تدریس مهارت‌های فناوری در قالب دوره‌های ویژه به صورت یک سری مهارت‌های رایانه‌ای جدا از هم به طوری که در بسیاری از برنامه‌های آموزشی تربیت معلم از جمله پیش از خدمت و ضمن خدمت انجام می‌شود، از جمله عدم موفقیت‌ها در استفاده کارآمد از رایانه و شبکه‌های جهانی است [۵-۷]. کسب مهارت در انتخاب تکنولوژی مناسب برای دروس مختلف و تهیه برنامه درسی منطبق بر استفاده از فناوری‌های آموزشی از دیگر مباحث مطرح در این حوزه می‌باشد [۸].

پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که آموزش مهارت‌های رایانه‌ای جدا از مهارت‌های دانش پداگوژیکی و محتوایی برای آموزش مهارت استفاده از فناوری در کلاس درس کافی نیستند [۷]. با این وجود سنجش میزان مهارت معلمان آینده در تلفیق فناوری‌های نوین آموزشی با محتوای آموزشی در کلاس درس، همواره یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان در حوزه تربیت معلم بوده است [۹]. مسائل و مشکلات جدید در فناوری آموزشی به یافتن رویکردهای مناسب و مؤثر بر افزایش این دانش متوجه شده است. برای عملی کردن چنین تغییراتی، تغییر باورهای معلمین نیز ممکن است در طی برنامه‌های تربیت معلم و بعد از آن لازم و ضروری باشد؛ لذا توجه به دانش و باورهای معلمان در استفاده از فناوری‌های به روز دنیا بیش از بیش حائز اهمیت است. هدف اصلی در این پژوهش مطالعه تأثیر آموزش ریاضی بر اساس مدل محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه بر تغییر باورهای دبیران دوره متوسطه در خصوص میزان کاربرد نرم‌افزارهای آموزش ریاضی در فرآیند تدریس بوده و فرضیه پژوهش به این شرح تدوین شده است: «کارگاه آموزش ریاضی بر اساس مدل محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه بر تغییر باورهای دبیران نسبت به استفاده از نرم‌افزارهای آموزش ریاضی در فرآیند تدریس تأثیر مثبت دارد». با توجه به ضعف‌های موجود در تلفیق دانش محتوایی و مهارت‌های تدریس معلمان و آموزش مفاهیم ریاضی دوره متوسطه با استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی و همچنین با توجه به پژوهش‌های اندکی که در زمینه ارائه الگویی مناسب جهت ترکیب فناوری در برنامه درسی ریاضی، آشنایی با مزایای استفاده از رایانه در آموزش و اصلاح باورهای نادرست معلمان نسبت به استفاده از فناوری در آموزش ریاضی، انجام شده است؛ لازم به نظر می‌رسید که پژوهشی با هدف توسعه دانش و باور معلمان نسبت به تدریس مفاهیم ریاضی دوره متوسطه از طریق تلفیق محتوای تخصصی با مهارت‌های تدریس و استفاده از نرم‌افزارهای آموزش ریاضی بر اساس مدل TPACK انجام شود.

اعتقادات و باورهای معلم به عنوان یک ساختار

باورها و ساختارهای عقیدتی معلمان، یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های آموزشی به منظور دست‌یابی به اصلاحاتی در روش‌ها و اعمال معلمان می‌باشند. چندین مطالعه تجربی در مورد باورهای معلمان صورت گرفته است که به مفهوم‌سازی و تعریف باورها و اعتقادات کمک کرده‌اند [۱۰]. پاجارس (Pajares) در مطالعات خود، باورها را به عنوان تمایلات به سمت اعمال و رفتار در نتیجه تجارب قبلی، و بازنمایی واقعیت با گزاره‌هایی که به اندازه کافی معتبر و درست هستند، تعریف می‌کند [۱۰].

علاوه بر این، کاگان (Kagan)، دو تعمیم و کلیت برای باورهای معلمان ارائه داده است که عبارتند از:

- باورهای معلم به یک سبک آموزش مشابه و متجانس، در تمام سطوح و کلاس‌های مقاطع تحصیلی مختلف، قابل تعمیم است.
- باورهای معلم، عمدتاً پایدار و ثابت است و در برابر تغییر مقاوم است.

اسکمپ (Skemp) در مطالعات خود، دو نوع باور نسبت به ریاضیات را معرفی کرده است: ریاضیات ابزاری و ریاضیات رابطه‌ای. هنگامی که معلمان، ریاضیات را به‌طور ابزاری در نظر می‌گیرند، بر استفاده از روش‌ها و استراتژی‌های متفاوت متمرکز می‌شوند تا مسائل ریاضی را حل کنند. از سوی دیگر، در دیدگاه ریاضیات رابطه‌ی، معلمان بر یادگیری مفهومی و اتصالات مفهومی بین رشته‌های مختلف ریاضیات تأکید دارند. فهم ریاضیات ابزاری و ارزیابی آن، دست‌یابی به اهداف پیشرفت و ارائه یک پاسخ سریع آسان‌تر است. ریاضیات رابطه‌ای، نسبت به تمرینات و مسائل

جدید، سازگارتر است، به یاد داشتن آن آسان‌تر است، و هنگامی که یک نیروی داخلی در رسیدن به اهداف پیشرفت به‌وجود می‌آید، انگیزه درونی را افزایش می‌دهد.

هندال و هرینگتون(Handal & Herrington) سه نوع باور معلمان را نسبت به استفاده از فناوری‌های آموزشی به شرح زیر بیان می‌کنند:

- فناوری به‌عنوان ابزار؛
- فناوری به‌عنوان یک معلم؛
- فناوری به‌عنوان یک دانش‌آموز؛

با توجه به این سه نوع باور مختلف نسبت به فناوری که توسط هندال و هرینگتون(Handal & Herrington) ارائه شده است، فناوری می‌تواند به عنوان ابزاری تعریف شود که وظایف رفتاری کاربران را به‌طور پیرامونی و محیطی، حمایت و پشتیبانی می‌کند و همچنین محیط و یادگیری آنان را به‌طور اساسی تغییر می‌دهد.

پژوهش‌های انجام شده در حوزه باورهای دبیران ریاضی

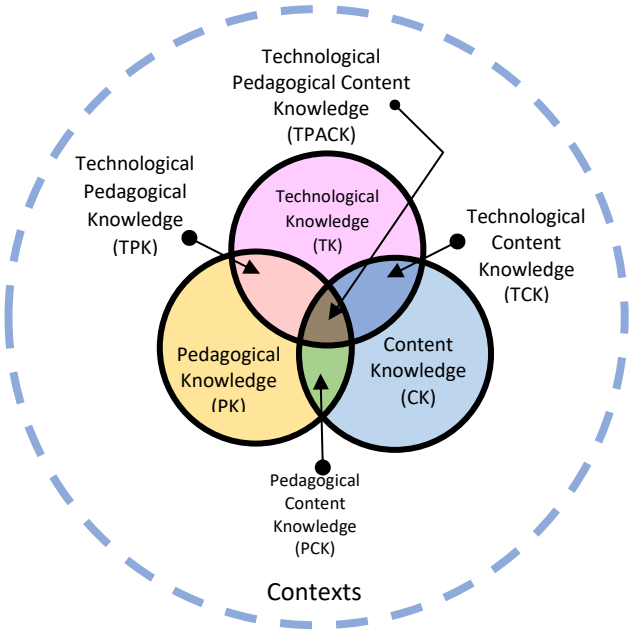
باور را به عنوان گزینش شیوه رفتاری در جریان یاددهی- یادگیری تعریف کرده‌اند که این گزینش از ارزش‌ها، عقاید، خصوصیات، توانمندی‌ها، آرزوها و تاریخ و فرهنگ فردی و اجتماعی نشأت می‌گیرد [۱۰]. ونگ(Wong) در تحقیقی تحت عنوان «توسعه باورهای معلمان از طریق آموزش آنلاین: یک تجربه یک ساله از باورهای معلمان ریاضی و علوم درباره یادگیری و آموزش» با بررسی ۲۱ معلم نشان داد که باورهای معلمان در استفاده از آموزش آنلاین تحت تأثیر سال‌های تدریس آنان است. نکته قابل توجهی که دریافت شد آن بود که باورهای معلمان ریاضی به طور قابل توجهی در طول سال‌های آموزشی به شیوه آنلاین، تغییر نیافته بود [۱۲]. سانگ شین (Sug Shin) در تحقیقی تحت عنوان «کاربرد فناوری توسط معلمان و تغییر باورهای پداگوژی آن‌ها در متون آموزشی کره جنوبی»، با بررسی ۶۵۹ معلم ضمن خدمت از مدارس دوره ابتدایی نشان دادند که میزان استفاده آن‌ها از فناوری در آموزش بیشتر از نوع باورهای آن‌ها نشأت می‌گیرد، تا میزان دانش فناوری آن‌ها. همچنین، عامل‌های دیگری همچون پافشاری بر استفاده از فناوری توسط نظام آموزشی حاکم و حمایت همه جانبه از برنامه‌های اجرایی در این خصوص، می‌تواند بر استفاده معلمان از فناوری در آموزش تأثیرگذار باشد [۱۳]. براون (Brown) در تحقیقی تحت عنوان «معلمان ضمن خدمت و باورهای ریاضی آنها نسبت به روش‌های غیر سنتی»، نقش عواملی همچون سن، میزان دانش ریاضی آن‌ها، پیشینه پژوهشی آن‌ها در حوزه آموزش ریاضی و روش‌های آموزشی آن‌ها بر تغییر باورهای آن‌ها را مورد بررسی قرار داده است. یافته‌های این تحقیق در طراحی دوره‌های آموزشی ویژه در محیط‌های غیر سنتی (متکی بر فناوری) برای معلمانی که تازه استخدام شده‌اند و باورهای ریاضی ضعیفی دارند و همچنین طراحی برنامه‌هایی برای توسعه باورهای مثبت نسبت به استفاده از فناوری در آموزش ریاضی برای همه معلمان قابلیت استفاده دارد [۱۴]. محمدی و مصلایی در تحقیقی تحت عنوان «ارزیابی باورهای دبیران منتخب ریاضی کشور بر اساس ویژگی‌های جمعیتی-شناختی آن‌ها»، با تحقیق روی ۹۲ دبیر منتخب دوره متوسطه ریاضی کشور نشان دادند که بالاترین میانگین باورهای تدریس دبیران منتخب رشته ریاضی مربوط به شایستگی‌های حرفه‌ای و پایین‌ترین میانگین باورهای تدریس دبیران ریاضی مربوط به شایستگی‌های اخلاقی می‌باشد و تفاوت بین میانگین‌ها معنی‌دار است. بنابراین هرچه اعتقاد و باور معلمان نسبت به فرایند به روزرسانی شایستگی‌های حرفه‌ای خود در تدریس افزایش یابد؛ مسئولیت‌پذیری آن‌ها در برابر رفتار حرفه‌ای و شغلی خود، توالی منطقی و نظام‌دار در تدریس، سازماندهی مناسب محتوای آموزشی در زمان تدریس و آفرینش فضای یادگیری مناسب بیشتر می‌شود. احمدپور مبارکه و همکاران در تحقیقی تحت عنوان «بررسی رابطه بین باورها و مؤلفه‌های ساخت و سازگرایی در محیط کلاس درس ریاضی» با بررسی باور پنج معلم ریاضی متوسطه نشان دادند که محیط کلاس درس دو نفر از آن‌ها بیشترین سازگاری را با اصول ساخت و سازگرایی دارد. بررسی باورهای این دو معلم منجر به شناسایی شش باور محوری شده است که با اصول ساخت و سازگرایی مطابق می‌باشد.

مدل آموزشی «محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه (TPACK)» و پژوهش‌های انجام شده در این حوزه

با ظهور فناوری‌های جدید، توجه معلمین به تفکر دانش‌آموزان، برنامه درسی و تصمیم‌گیری آموزشی برای ظهور فناوری در کلاس درس، معطوف شد [۱۵]. یک چارچوب جدید برای مفهوم‌سازی دانش معلم توسعه داده شد تا برنامه‌های آماده‌سازی معلمان را در درگیر و مشغول ساختن آنان به تلفیق تکنولوژی مناسب، حمایت و پشتیبانی کند [۱۶]. محققان موضوع یکپارچه‌سازی دانش فناوری با دانش پداگوژیکی و دانش محتوایی را مشابه روشی که شولمن (Schulman)، در توسعه PCK ارائه داده بود، مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه و بررسی، منجر به توسعه مدل محتوایی-پداگوژیکی به مدل محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه شد. اولین مخففی که برای این چارچوب استفاده شد، TPCK بود. پس از بحث‌های علمی در مجامع مختلف پیرامون این مدل، مخفف TPCK برای راحت‌تر تلفظ شدن به TPACK تغییر یافت. «دانش محتوایی- پداگوژیکی و تکنولوژیکی»، به‌عنوان فصل مشترک محتوا، پداگوژی (یاددهی و یادگیری دانش‌آموزان) و تکنولوژی است که توسط پژوهشگران متعددی از جمله مارگروم- لیز و مارکس (Marx & Margrom - Liz)، میشرا و کوهلر (Mishra & Koehler)، نیس (Niess) و پیرسون (Pearson)، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. قابل ذکر است که عوامل دیگری همچون زمینه‌های مطالعاتی قبلی و میزان تجربه آموزشی یک معلم می‌تواند در کیفیت یکپارچه‌سازی دانش فناوری با دانش پداگوژیکی و دانش محتوایی مؤثر باشد [۱۷-۱۸]. میشرا و کوهلر (Mishra & Koehler)، در کتاب راهنمای چارچوب دانش محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه، این سه مجموعه را به هفت مؤلفه گسترش دادند [۱۵-۱۸]. (شکل ۱ را ببینید):

- دانش فناوری (TK)؛
- دانش پداگوژی (PK)؛

- دانش محتوایی(CK)؛
- دانش محتوایی- فناورانه (TCK)؛
- دانش محتوایی- پداگوژیکی (PCK)؛
- دانش پداگوژیکی- فناورانه (TPK)؛
- دانش محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه (TPACK)؛



شکل ۱: مدل دانش محتوایی-پداگوژیکی و فناورانه
Fig. 1: The Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) model

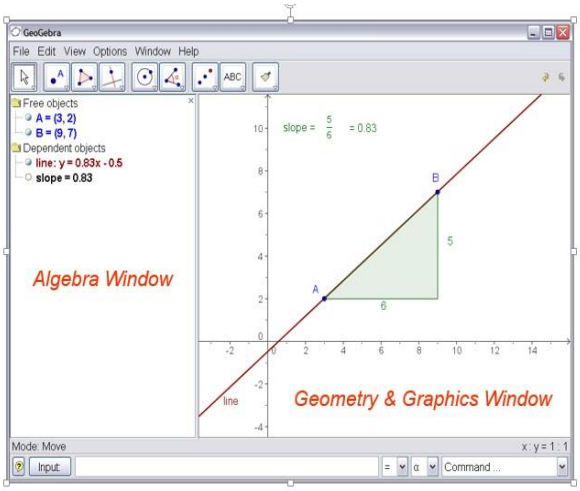
نرم‌افزار هندسه پویای جئوجبرا

جئوجبرا یکی از مجموعه نرم‌افزارهای هندسه پویا محسوب می‌شود که مفاهیم هندسه، جبر و حساب را با هم تلفیق کرده است. این نرم‌افزار توسط هوهن وارتر(Warter) و تیم همراه وی در دانشگاه سالزبورگ اتریش در سال ۲۰۱۰ طراحی و تولید شده است. بر اساس جدیدترین تحقیقات انجام شده، محققان استفاده از نرم‌افزار هندسه پویا (جئوجبرا) را نه تنها برای افزایش کیفیت یادگیری دانش‌آموزان بلکه برای ارتقاء دانش معلمان نیز مفید می‌دانند [۲۰-۲۲]. جئوجبرا از سه دیدگاه متفاوت با اشیا برخورد می‌کند:

- دیدگاه گرافیکی؛
- دیدگاه جبری؛
- دیدگاه صفحه گسترده؛

این برنامه اجازه می‌دهد که اشیا را به سه طریق نشان دهید: گرافیکی (مانند نقاط و نمودار توابع)، جبری (مانند مختصات نقاط و معادلات) و درخانه‌های صفحه گسترده. همه شیوه‌های نمایش یک شیء با یکدیگر مرتبط هستند و یک شیء بدون توجه به این که با چه شیوه‌ای ایجاد شده است، به طور خودکار قابل تبدیل به شیوه‌های نمایشی دیگر می‌باشد.

صفحه اصلی نرم‌افزار شامل نمایش (پنجره) هندسی، نمایش جبری، و نمایش صفحه گسترده است، که البته کاربر می‌تواند هریک از دو مورد آخر را ببند و از آنها استفاده نکند. اما وجود این سه قسمت است که به جئوجبرا قابلیت ارائه هر سه بازنمایی هندسی، جبری و عددی را می‌دهد و تلفیق این سه با یکدیگر درون یک نرم‌افزار، محیط یادگیری مناسبی را فراهم می‌نماید. به‌عنوان مثال، در حالی که کاربر به کمک ابزار دایره با تعیین مرکز و شعاع و تنها با کلیک بر دو نقطه از صفحه، یک دایره را رسم می‌کند؛ می‌تواند هم زمان معادله آن را در قسمت جبری صفحه مشاهده نماید. از این گذشته، در محیط جئوجبرا به راحتی می‌توان بین پنجره‌های مختلف حرکت کرد. به عنوان مثال، از یک طرف اشکال هندسی به کمک ماوس در پنجره هندسی قابل تغییرند و به طور همزمان، تغییرات در پنجره جبری قابل دیدن هستند. از طرف دیگر اشیای جبری را می‌توان به کمک صفحه کلید تغییر داد که در این حال، این تغییرات به طور خودکار در اشیای مرتبط در هر دو پنجره نیز اعمال می‌شود. این نرم‌افزار دارای نوار منو، نوار ابزار، نوار ورودی و نوار راهنماست. برخی نمادها (مانند حروف الفبای یونانی، توان، و...)، توابع و دستورهای آماده در قسمت پایین سمت راست قابل دست‌یابی هستند. در ادامه تصویری از محیط کار در نرم‌افزار جئوجبرا ارائه می‌شود.



شکل ۲: محیط کار در نرم‌افزار جئوجبرا
Fig. 2: Work environment in GeoGebra software

روش تحقیق

پژوهش حاضر با توجه به موضوع تحقیق از نوع کاربردی است. محقق از روش نیمه تجربی استفاده کرده و برای مشاهده تغییرات باورهای دبیران پیش و پس از اجرای آموزش به شیوه نرم‌افزاری، از روش نیمه تجربی دو گروهی با پیش و پس آزمون مطابق فرمت زیر بهره گرفته است.

پیش آزمون‌ها	متغیرمستقل	پس آزمون‌ها
T	X	T1
T		T2

در این طرح، ابتدا از هر دو گروه کنترل و آزمایش، پیش آزمونی به عمل آمد، سپس بعد از اجرای مداخله آموزشی در گروه آزمایش، پس‌آزمون‌ها برای هر دو گروه کنترل و آزمایش اجرا شد. در نهایت تحلیل‌ها بر اساس مقایسه نتایج پیش آزمون و پس آزمون انجام گرفت. در این تحقیق

تغییر باورهای دبیران به عنوان متغیر وابسته و آموزش ریاضی به کمک نرم‌افزار جئوجبرا بر اساس مدل TPACK به عنوان متغیر مستقل پژوهش هستند. جامعه آماری شامل کلیه دبیران ریاضی دوره متوسطه استان خراسان شمالی (۹۱ نفر) بوده است. در پژوهش حاضر از فرمول کوکران برای برآورد حجم نمونه استفاده شده است. لذا با استناد به فرمول کوکران، ۷۳ نفر از دبیران زن و مرد به روش نمونه گیری خوشه‌ای به عنوان نمونه پژوهش در نظر گرفته شدند. این نمونه، در دو گروه کنترل و آزمایش به طور تصادفی تقسیم‌بندی گردیدند. در گروه کنترل، ۳۳ نفر و در گروه آزمایش ۴۰ دبیر زن و مرد تقسیم بندی شدند. در این پژوهش از پرسش‌نامه استفاده شد. پرسش‌نامه مورد استفاده حاوی دو بخش اصلی بود؛ مشخصات فردی دبیران و باورهای دبیران. این پرسش‌نامه توسط زامبک (Zambak) [۲۳]، با استناد به مبانی نظری ساخته و پرداخته شده است که هر بخش آن حاوی مولفه‌ها و گویه‌های مشخصی است. در بخش مشخصات فردی محدوده سنی، رشته تحصیلی در پیش از ورود به دانشگاه، تجربیات کاری، گذراندن دوره هندسه و فناوری و تجربیات درباره استفاده از نرم‌افزارهای آموزش ریاضی در کلاس درس مطرح شده است. در بخش باورهای دبیران، ۱۴ گویه مشخص شدند. این پرسش‌نامه در قبل و بعد از مداخله آموزشی (کارگاه آموزشی) در بین دبیران توزیع شد. پس از جمع آوری داده‌های مورد نظر از طریق پرسش‌نامه، از نرم‌افزار آماری مناسب، استفاده شد. دو بخش آمار توصیفی و استنباطی برای بررسی و تشریح سؤالات پژوهش استفاده شد. در بخش آمار توصیفی، شاخص‌های میانگین و انحراف معیار بررسی شد. در بخش آمار استنباطی، کلیه داده‌ها از طریق آزمون نرمال سنجی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، بررسی گردید. به منظور سنجش تغییر باورهای دبیران در استفاده از نرم‌افزارهای آموزش ریاضی بعد از مداخله آموزشی از تحلیل کوواریانس استفاده شد. در این تحقیق از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شده است.

روش اجرا

پس از مشخص شدن گروه‌های کنترل و آزمایش که شامل دبیران ریاضی مقطع متوسطه بودند؛ ابتدا، پرسش‌نامه بین دبیران توزیع شد. سپس برنامه‌ریزی‌ها جهت اجرای آموزش مبتنی بر نرم‌افزار پویای جئوجبرا انجام گرفت. برنامه آموزشی ارائه شده در کارگاه بر اساس تلفیق سه حیطه دانش محتوای تخصصی ریاضی، پداگوژی و فناوری طراحی و اجرا شده است. در ادامه جزواتی جهت خودآموزش دبیران به گروه آزمایش داده شد و مطابق با مباحث زیر، کارگاه‌های آموزشی توسط محقق اجرایی گردید:

جدول ۱: محتوای ریاضی پایه هفتم ارائه شده در کارگاه

Table 1: Educational topics of the seventh-grade book in the educational workshop

Major Subjects	Sub subjects
Geometry and reasoning	Line segment – angle- drawing triangle and geometric shapes
Vector and coordinates	Directed line segment – equal vector- Coordinate
Geometric and parallel drawings	Triangle and its components–Parallel and diagonal lines

جدول ۲: محتوای ریاضی پایه هشتم ارائه شده در کارگاه

Table 2: Educational topics of the eighth-grade book in the educational workshop

Major Subjects	Sub subjects
Polygons	Symmetry - Parallel - Foursquare – Internal and external angles
Circle	Line and Circle - Central and inscribed angles
Triangle	Pythagoras- Modular arithmetic

دوره آموزشی مبتنی بر نرم‌افزار پویای جئوجبرا به مدت ۱۲ جلسه، هفته‌ای ۲ جلسه؛ جلسه آموزش و تمرین، به مدت سه ماه طول کشید. سرفصل‌های ارائه شده در کارگاه آموزشی به شرح زیر می‌باشد:

جلسه ۱ و۲:

- شروع کار با جئوجبرا؛
- کشیدن اشکال هندسی با جئوجبرا؛
- شکل‌ها، ترسیم‌ها و آزمایش جابه‌جایی؛
- نوار پیمایش و روش ترسیم؛
- رسم مثلث‌ها و ویژگی‌های اشیا در جئوجبرا؛

جلسه ۳ و۴:

- رسم مربع و شش‌ضلعی منتظم؛
- رسم دایره محیطی یک مثلث؛
- شهودی کردن تالس در نیم‌دایره؛
- رسم مماس بر دایره؛
- بررسی پارامترها و مقادیر ثابت یک چند جمله‌ای؛

جلسه ۵ و۶:

- مختصات نقاط تقارن یافته؛
- وارد کردن متن در پنجره گرافیکی؛
- شهودی سازی دستگاه معادلات خطی و مجموع زوایای یک مثلث؛
- رابطه شیب وتر با طول اضلاع قائمه از طریق متحرک‌سازی؛
- کسرهای پویا و نمایش باقی مانده تقسیم بر سه؛

جلسه ۷ و۸:

- حافظه تصویری در شکل‌های هندسی با کمک بازی؛
- بررسی تقارن در جئوجبرا؛
- تغییر اندازه، قرینه کردن و چرخش تصویر؛
- بررسی ویژگی‌های تقارن محوری؛
- انتقال تصویر؛
- دوران چندضلعی‌ها و چند ضعلی‌های منتظم و کاربرد آن؛

جلسه ۹ و ۱۰ و۱۱:

- پارامترهای معادله خط، قدرمطلق و بررسی چند جمله‌ای‌ها؛
- وارد کردن تصویر در اسناد متنی؛
- بررسی چندجمله‌ای‌ها؛
- ارسال یک تصویر به حافظه موقت؛
- فعالیت تکمیلی و تولید محتوای آموزشی؛

جلسه ۱۲:

در جلسه دوازدهم، مطالب آموزش داده شده در جلسات پیشین جمع‌بندی شده، چالش‌ها و سؤالات پایانی دبیران پاسخ داده شده و

پرسش‌نامه‌ها دوباره توزیع و بعد از تکمیل توسط شرکت‌کنندگان در کارگاه، جمع‌آوری شدند.

در زمان برگزاری کارگاه‌های آموزشی، دبیران به صورت انفرادی و تیمی فعالیت داشتند و تمرین‌هایی جهت فعالیت‌های بعدی برای آنها فراهم شد. در نهایت، پس از برگزاری دوره آموزشی (کارگاه)، دوباره پرسش‌نامه‌ها بین دبیران توزیع گردید. در ادامه تصاویری از کارگاه آموزشی برگزار شده برای دبیران ارائه می‌شود.

شکل ۳: کارگاه آموزشی استفاده از نرم‌افزار در آموزش ریاضی
Fig.3: Workshop on the use of software in mathematical education

شکل ۴: کارگاه آموزشی استفاده از نرم‌افزار در آموزش ریاضی
Fig. 4: Workshop on the use of software in mathematical education

نتایج و بحث

دو بخش آمار توصیفی و استنباطی برای بررسی و تحلیل سؤال پژوهش استفاده شده است. قبل از پرداختن به نتایج آماری، مشخصات همه پاسخ دهندگان به شرح جدول ۳ ارائه می‌گردد:

جدول ۴ آمار توصیفی داده‌ها شامل تعداد، میانگین، انحراف معیار، کمینه و بیشینه اعداد حاصل شده از پرسش‌نامه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد؛ در گروه کنترل، میانگین نمرات در مرحله پس‌آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون تغییر چندانی نداشته است. درحالی‌که در گروه آزمایش میانگین نمرات افزایش قابل توجه نشان می‌دهد.

در ادامه ضمن ارائه ۱۴ سؤال پرسیده شده از دبیران، جمع‌بندی پاسخ‌ها از لحاظ فراوانی به شرح جدول شماره ۵ گزارش می‌شود. لازم به ذکر است که این فراوانی‌ها در پس آزمون (پرسش‌نامه باور دبیران) گروه‌های کنترل و آزمایش تشریح شده است.

جدول ۳: مشخصات پاسخ دهندگان
Table 3: The profile of the respondents

Property	Sections	No
Gender	Male	44
	Female	29
Age	22-26	12
	26-30	17
	30-34	19
	Over 34	25
Degree	Associate	6
	Bachelor	41
	Master	24
	Ph.D.	2
Experience	1-5	14
	5-10	21
	10-15	20
	Over 15	18

جدول ۴: آمار توصیفی
Table 4: Descriptive statistics

Indexes	Control group		Exp. group	
	Pre test	Post test	Pre test	Post test
Count	33	33	40	40
Mean	1.93	2.29	2	4.36
SD	0.27	0.34	0.27	0.37
Min	2.14	2.35	2.21	2.42
Max	0.25	0.2	0.23	0.18

سؤال ۱. ریاضیات را به عنوان یک شاخه از علوم، توصیف کنید؟

سؤال ۲. به نظر شما فرق ریاضیات با دیگر دروس در چیست؟

سؤال ۳. به نظر شما بهترین عبارت که نمایانگر ماهیت واقعی ریاضیات باشد، کدام است؟ (۵ عبارت در خصوص ماهیت ریاضیات جهت انتخاب در پرسش‌نامه در نظر گرفته شده است.)

سؤال ۴. دیدگاه شما در مورد عبارت انتخاب شده توسط شما از میان دیگر عبارت‌ها برای پاسخ به سؤال ۳ چیست؟

سؤال ۵. عبارت انتخاب شده در مورد ماهیت ریاضیات توسط شما در پاسخ به سؤال ۳ به چه میزان بر روش تدریس شما می‌تواند تأثیرگذار باشد؟

سؤال ۶. به نظر شما ریاضیات چگونه باید تدریس شود؟

سؤال ۷. بهترین عبارت از نظر شما که معرف ویژگی‌های اصلی تدریس ریاضیات می‌باشد کدام است؟ (۵ عبارت در خصوص ویژگی‌های اصلی تدریس ریاضیات جهت انتخاب در پرسش‌نامه در نظر گرفته شده است.)

سؤال ۸. دیدگاه شما در مورد عبارت انتخاب شده توسط شما از میان دیگر عبارت‌ها برای پاسخ به سؤال ۷ چیست؟

سؤال ۹. عبارت انتخاب شده در مورد ویژگی‌های تدریس ریاضیات توسط شما در پاسخ به سؤال ۷ به چه میزان بر روش تدریس شما می‌تواند تأثیرگذار باشد؟

سؤال ۱۰. دیدگاه شما راجع به فناوری‌های آموزشی چیست؟

سؤال ۱۱. به نظر شما نقش فناوری در آموزش ریاضیات چگونه است؟

سؤال ۱۲. بهترین عبارت از نظر شما برای توصیف رابطه بین فناوری‌های آموزشی و آموزش ریاضیات کدام است؟ (۵ عبارت در خصوص رابطه بین فناوری‌های آموزشی و آموزش ریاضیات جهت انتخاب در پرسش‌نامه در نظر گرفته شده است.)

سؤال ۱۳. دیدگاه شما در مورد عبارت انتخاب شده توسط شما از میان دیگر عبارت‌ها برای پاسخ به سؤال ۱۲ چیست؟

سؤال ۱۴. عبارت انتخاب شده در مورد رابطه بین فناوری‌های آموزشی و آموزش ریاضیات توسط شما در پاسخ به سؤال ۱۲ به چه میزان بر روش تدریس شما می‌تواند تأثیرگذار باشد؟

به منظور بررسی تأثیر کارگاه آموزش ریاضی بر اساس تلفیق سه حیطه دانش محتوای تخصصی ریاضی، پداگوژی و فناوری و با استفاده از نرم‌افزار آموزش ریاضی جئوجبرا بر تغییر باورهای دبیران از تحلیل کوواریانس استفاده شد. جدول ۶ نتایج آزمون توزیع طبیعی و همگنی واریانس‌ها را نشان می‌دهد. نتایج آزمون شاپیروویلک نشان دهنده توزیع طبیعی داده ها برای هر دو گروه کنترل و آزمایش در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد. آزمون لون نشان می‌دهد که واریانس خطای داده‌ها در بین دو گروه کنترل و آزمایش همگن است ($P>۰/۰۵$).

با توجه برقرار بودن همه پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس شامل نرمال بودن داده‌ها، همگنی واریانس خطاها، خطی بودن رابطه بین متغیر کوواریت و متغیر وابسته و همچنین همگنی شیب خط رگرسیون بین متغیر کوواریت و متغیر وابسته در دو گروه کنترل و آزمایش از این تحلیل استفاده شد. همان‌گونه که در جدول ۷ ملاحظه می‌گردد؛ اثر متغیر گروه معنادار است ($P<۰/۰۵$).

این موضوع نشان می‌دهد که با حذف اثر پیش‌آزمون (کوواریت)، بین دو گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنادار وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین‌های حاشیه‌ای تخمینی نیز نشان می‌دهد که میانگین گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل ۱/۶۵۵ واحد بیشتر می‌باشد که این مقدار معنادار است (جدول ۸). از آنجا که میانگین گروه آزمایش بزرگتر از میانگین گروه کنترل است و همچنین با توجه به نتایج فراوانی‌ها در جدول ۵، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کارگاه آموزشی برگزار شده در تغییر باورهای دبیران نسبت به کاربرد نرم‌افزارهای آموزش ریاضی تأثیر مثبت داشته است؛ لذا فرضیه پژوهش تأیید می‌گردد.

جدول ۵. فراوانی جواب‌های ارائه شده برای سؤالات

Table 5: Frequency of answers provided for questions

Number of Question	Answers	Frequency	
		Control Group	Experiment Group
Q_1	Applicable and understandable nature	2	17
	Understandable nature	1	12
	If we state its uses, it is understandable	9	8
	We cannot state its relation with other scientific fields	10	2
	It has an abstract nature and is hard to understand	11	1
Q_2	It has no differences with other lessons	9	4
	It has relation with other lessons	10	13
	Its relation and use can be witnessed in other lessons	8	16
	It differs from other lessons	2	6
Q_3	There is not much communication with other lessons	4	1
	Mathematics acts as a means to serve other majors	5	17
	Mathematics is dynamic rather than static	8	15
	Math is made by human hands. There is nothing to receive and transfer	7	2
	Mathematics includes concepts, procedures, definitions, and relationships among them	6	1
	Maths include definitions, procedures, and specific methods to be learned. The combination of these tools is mathematics	7	5
Q_4	I have a very good view about this phrase	2	16
	I have a good view about this phrase	2	10
	I have pretty a good view about this phrase	8	8
	I don't have any other opinion about other phrases	7	3
	I deeply have no belief in this phrase; I had to choose this phrase	14	3
Q_5	Too much	1	11
	Much	1	10
	Somewhat	8	8
	Little	8	4
	Very little	15	7
6	To be taught using modern teaching aids	5	21
	To be taught using traditional teaching aids	6	2
	Teachers should use both modern teaching aids and traditional teaching aids in teaching	5	14
	The focus must be on the traditional concepts of mathematics	7	0
	Teaching should only be taught in accordance with the textbook and teacher's guide	10	3

Q_7	It is important to know the background and interests of learners to start teaching. Teachers must formulate and guide their teaching around the knowledge and interest of learners	3	24
	Classroom management, evaluation, planning, and organizing teaching in education are important. If the teacher knows how to manage the class and to be systematic and accurate in teaching and evaluation, then learning will be done without problems	6	10
	I have no idea on these phrases	7	1
	It is important to teach content. The teacher should be responsible for helping students understand the mathematical concepts and relationships between them and gain a general view of them	11	5
	In teaching Teacher should be responsible for helping students succeed in examinations, tests and solving problems themselves. Solving problems in the shortest time and in the best way is important	6	0
Q_8	I have a very good view about this phrase	2	18
	I have a good view about this phrase	3	12
	I have pretty a good view about this phrase	8	5
	I don't have any other opinion about other phrases	8	5
	I deeply have no belief in this phrase ; I had to choose this phrase	12	0
Q_9	Too much	1	15
	Much	1	10
	Somewhat	8	10
	Little	7	3
	Very little	16	2
Q_{10}	I have a very good view about technology	7	18
	I have a good view about technology	3	12
	I have pretty a good view about technology	6	5
	I have no opinion about technology	8	4
	I am not familiar with technology	9	1
Q_{11}	Technology plays a very important role in mathematics education	4	21
	Technology plays an important role in mathematics education	5	15
	Technology plays a relatively important role in mathematics education	7	2
	Technology does not play a role in mathematics education	11	1
	Without technology, mathematics can be taught	6	1
Q_{12}	Technology enables students to be more creative and able to interpret and analyze more	4	22
	Technology has the potential to improve the level of students' learning and understanding.	4	6
	Technology transforms students' understanding of mathematics	5	10
	If technology is not used properly, it may sometimes hinder math understanding	8	0
	Technology prevents students from learning basic mathematical skills	12	2
Q_{13}	I have a very good view about this phrase	0	17
	I have a good view about this phrase	5	12
	I have pretty a good view about this phrase	8	10
	I don't have any other opinion about other phrases	8	0
	I deeply have no belief in this phrase ; I had to choose this phrase	12	1
Q_{14}	Too much	0	15
	Much	0	11
	Somewhat	8	9
	Little	9	3
	Very little	16	2

جدول ۶. نتایج آزمون توزیع طبیعی و همگنی واریانس‌ها

Table 6: Tests of normality and levene's test of equality of error variances

Time	Group	Shapiro-Wilk		Levene's test	
		Statistic	P-value	F	P-value
Before	Exp.	0.979	0.638	2.95	0.09
	Control	0.956	0.194		
After	Exp.	0.982	0.773		
	Control	0.987	0.959		

جدول ۷. تحلیل کوواریانس

Table 7: Analysis of Covariance

Group	Mean	Std. Error	Mean diff.	Std. error of diff.	P-value
Exp.	3.65	0.058	1.655	0.093	0.000
Control	1.996	0.064			

جدول ۸. نتایج مقایسه میانگین‌های حاشیه‌ای تخمینی

Table 8: Pairwise Comparisons based on estimated marginal means

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P	Eta Squared
Covariate (Before)	0.99	1	.997	8.737	0.004	0.111
Group	36.51	1	36.51	319.97	0.000	0.820
Error	7.99	70	0.11			
Total	599.98	73				

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل داده‌های آماری این پژوهش نشان می‌دهد که برگزاری کارگاه آموزش ریاضی با استفاده از نرم‌افزار آموزشی جئوجبرا در قالب مدل آموزشی «محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه (TPACK)» بر باورهای دبیران ریاضی دوره متوسطه نسبت به استفاده از فناوری‌های نوین در آموزش تأثیر مثبتی داشته است. در پاسخ به گویه‌های پرسش‌نامه در خصوص باورهای دبیران در پیش و پس از برگزاری کارگاه آموزشی مبتنی بر آشنایی دبیران با استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در تدریس ریاضی نتایجی حاصل شده است که در ادامه بیان می‌شوند. در دیدگاه آن‌ها پیش از آموزش‌های کارگاهی، مشخص شد که معتقدند ریاضیات موضوعی انتزاعی است و می‌تواند در علوم دیگر کارایی و کاربرد داشته باشد. در دیدگاه آنها، ریاضیات شامل تعاریف، رویه‌ها، و روش‌های خاصی است که باید آموخته شوند و تلفیق این ابزارها ریاضیات را تشکیل می‌دهد. اکثریت آن‌ها به پویایی و کشف دوباره قوانین ریاضی و دریافت و انتقال آسان اعتقادی نداشتند. در رابطه با اینکه چگونه باید ریاضیات تدریس شود و دانش‌آموزان به چه حمایت‌هایی نیاز دارند؛ آنها غالباً این‌گونه ابراز داشتند که حمایت‌های معلم و والدین و مدرسه می‌تواند بهترین حامی برای یادگیری مفاهیم ریاضی دانش‌آموزان باشد و اینکه بر رویکردهای آموزشی سنتی خود پافشاری داشته و به آن‌ها اعتقاد محض داشتند. در مورد تدریس ریاضیات نشان دادند که برای آن‌ها تدریس محتوا اهمیت دارد و معلم باید مسئول کمک به دانش‌آموزان در درک مفاهیم ریاضی و روابط بین آن‌ها و دریافت دید کلی نسبت به آن‌ها باشد. همچنین نشان دادند که اصولاً فناوری باید به منظور افزایش بهره‌وری آموزش استفاده شود و فناوری مانع یادگیری مهارت‌های اولیه ریاضی توسط دانش‌آموزان می‌شود. پس از برگزاری کارگاه آموزشی با محوریت آموزش ریاضی با استفاده از نرم‌افزارهای آموزش ریاضی همچون جئوجبرا در قالب مدل آموزشی «محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه (TPACK)» و توسعه دانش دبیران و تسلط نسبی آن‌ها بر استفاده از فناوری‌های مبتنی بر تدریس ریاضی، این باورها و اعتقادات تا حد بسیاری تغییر یافت. به طور کلی آن‌ها در دیدگاه جدید خود استفاده از فناوری را موجبات پویایی تدریس ریاضی، تغییر ماهیت انتزاعی به ماهیتی ملموس و حامی کافی و در دسترس برای یادگیری ریاضی دانش‌آموزان دوره متوسطه معرفی و بر لزوم به کارگیری آن در فرآیند تدریس تأکید نمودند. نتایج این پژوهش تا حدود زیادی با نتایج مطالعات پژوهشگرانی همچون زامبک (Zambak)، محمدی و مصلایی، احمدپور مبارکه و همکاران، موسوی ندوشن و همکاران ، اسمیت(Smith)، وانگ(Wong) و براون(Brown) همخوانی دارد. یافته‌های این پژوهش همچنین نشان داد که بعضی از معلمان ریاضی، با اینکه تکنولوژی را به عنوان یک ابزار مفید آموزشی برای کلاس‌های درس ریاضی‌شان پذیرفته‌اند؛ ولی نگران مداخله بی‌جای تکنولوژی در درک و فهم یک موضوع ریاضی هستند و بدین سبب، به استفاده از تکنولوژی در کلاس درس خود، ترغیب نمی‌شوند و آن را تنها به عنوان یک فعالیت آموزشی غیررسمی، مجاز می‌دانند. البته در این سطح، شاید بعضی معلمان فکر کنند که ممکن است نگرش‌ها و باورهایشان نسبت به تدریس ریاضی، تحت تأثیر تکنولوژی واقع شود، و نگران هستند که در آن صورت، دانش‌آموزان نتوانند مهارت‌های تفکر ریاضی مناسب را توسعه دهند. با چنین تصوری، ابتدا تدریس خود را به روش سنتی- بدون به کارگیری تکنولوژی- و به اصطلاح، «گچ و تخته‌ای» انجام می‌دهند و بعد، از تکنولوژی برای بررسی محاسبات و نظیر آن، استفاده می‌کنند. بنابراین، برگزاری چنین کارگاه‌هایی که محتوای آموزشی آن بر اساس مدل آموزشی «محتوایی- پداگوژیکی و فناورانه (TPACK) » تلفیق مناسبی از سه حیطه محتوای تخصصی، دانش پداگوژی و دانش فناوری باشد، نه تنها در ارتقای میزان دانش دبیران در زمینه فناوری‌های نوین آموزشی مؤثر است؛ بلکه مهم تر از آن می‌تواند در تغییر باورهای آن‌ها نسبت به اثربخشی فناوری‌های نوین آموزشی در فرآیند تدریس ریاضیات، بسیار مفید و تأثیرگذار باشد. به عنوان پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آینده در این زمینه، پیشنهاد می‌شود توسعه دانش و تغییر باورهای دبیران ریاضی نسبت به استفاده از فناوری‌های به روز در زمینه تدریس ریاضی بر اساس امکانات مدرسه‌ای و محدودیت‌های سازمان‌های آموزش و پرورش استان‌های مختلف کشور بررسی و تحلیل شود. براساس نتایج این بررسی‌ها تصمیم‌گیرندگان این حوزه می‌توانند با کشف و شناسایی دبیران مستعد در مناطق مختلف کشور، و برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه مدت و بلندمدت از توانایی آن‌ها در راستای ارتقاء کلی سطح دبیران ریاضی کشور بهره ببرند. همچنین پیشنهاد می‌شود توسعه دانش و تغییر باورهای دبیران ریاضی نسبت به استفاده از فناوری‌های نوین در زمینه تدریس ریاضی ایران با دبیران ریاضی دیگر کشورهای جهان، مقایسه، تطبیق‌سازی و تحلیل شود تا بتوان از تجربیات مفید کشورهای موفق و برنامه‌های بالندگی حرفه‌ای معلمان ریاضی در این کشورها الگوبرداری و استفاده کرد.

مشارکت نویسندگان

محمد علیزاده جمال: طراحی و تدوین ایده اصلی مقاله، تولید محتوی و طراحی دوره آموزشی " آموزش ریاضی بر اساس مدل TPACK "، گردآوری داده های مقاله و تهیه پیش نویس مقاله

احمد شاهورانی: مشارکت در طراحی دوره آموز شی، تحلیل و تفسیر داده ها، بازبینی و اصلاح پیش نویس مقاله

علی ایرانمنش: مشارکت در تولید محتوای الکترونیکی دوره آموز شی، مشارکت در تحلیل و تفسیر داده ها، اصلاح و ویرایش نسخه نهایی مقاله

ابوالفضل تهرانیان: تحلیل آماری، مشارکت در بازبینی و ویرایش نسخه نهایی مقاله

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از داوران محترم و دست‌اندرکاران مجله فناوری آموزش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). *Mathematics teaching today: Improving practice, improving student learning (2nd ed.)*; 2007.

[2] Mumtaz S. Factors affecting teachers' use of information and communications technology: A review of the literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education.* 2000; 9(3): 319-341.

[3] Brush T, Glazewski K, Rutowski K, Berg K, Stromfors C, Van-Nest MH, Stock L, Sutton J. Integrating technology in a field-based teacher training program: The PT3ASU projects. *Educational Technology Research & Development*. 2003; 51(1): 57-72.

[4] Fishman B, Davis E. Teacher learning research and the learning sciences. In RK Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences, Cambridge:* Cambridge University Press. 2006; pp. 535-550.

[5] Flick L, Bell R. Preparing tomorrow's science teachers to use technology: Guidelines for science educators. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 2000; 1(1): 39-60.

[6] Koehler MJ, Mishra P, Yahya K. Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*. 2007; 49(3): 740-762.

[7] Vrasidas C, McIsaac M. Integrating technology in teaching and teacher education: Implications for policy and curriculum reform. *Educational Media International*. 2001; *38(2/3)*: 127-132.

[8]Clark-Wilson A, Hoyles C. *Dynamic digital technologies for dynamic mathematics: Implications for teachers' knowledge and practice. Final report.* London: UCL Institute of Education Press; 2017.

[9] Ellis J, Dare E, Roehrig G. From consumers to creators: adventure learning and its impact on pre-service teachers' TPACK and technology integration. In *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* Savannah, GA, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE); 2016. pp. 2834-2841.

[10] Pajares F. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research.* 1992; 62(3): 307-332.

[11] Shabani M. *New patterns and methods of teaching*. Tehran: Samt; 2011. Persian.

[12] Wong SS. Development of teacher beliefs through online instruction: A one-year study of middle school science and mathematics teachers' beliefs about teaching and learning. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH).* 2016; 2(1): 21-32.

[13] Sug Shin W, Han I, Kim I. Teachers' technology use and the change of their pedagogical beliefs in Korean educational context. *International Education Studies.* 2014; 7(8): 11-22.

[14] Brown AB. Non-traditional preservice teachers and their mathematics efficacy beliefs. *Journal of School Science and Mathematics.* 2012; 112 (3): 191-198.

[15] Niess ML. Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of Educational Computing Research*. 2011; 44(3): 299-317.

[16] Aminifar E, Saleh Sedghpour B, Valinejad F. [The Role of Technology on the Mathematics Learning]. Journal of Technology of Education (JTE). 2011; 5(4): 265-272. Persian.

[17]Herring MC, Koehler MJ, Mishra P. (Eds.) *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for Educators* (2nd Ed.). New York: Routledge; 2016.

[18] Mouza C, Karchmer-Klein R, Nandakumar, R, Ozden SY, Hu L. Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Journal of Computers & Education.* 2014; 71: 206-221.

[19] Koehler MJ, Mishra P. Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education*. 2005; 21(3): 94–102.

[20] Agyei DD, Benning I. Pre-service teachers' use and perceptions of GeoGebra software as an instructional tool in teaching mathematics. *Journal of Educational Development and Practice.* 2015; 5(1):14-30.

[21] Bhagat KK, Chang CY, Huang R. *Integrating GeoGebra with TPACK in improving pre-service mathematics teachers' professional development.* Paper presented in the 17th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies: 2017: Timisoara, Romania.

[22]McGee D, Deborah MR. using a technologysupported approach to preservice teachers' multirepresentational fluency: Unifying mathematical concepts and their representations. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal).* 2015; 15(4): 489-513.

[23] Zambak V. *Pre-service mathematics teachers'knowledge development and belief change within a technology-enhanced mathematics course* [doctoral dissertation]. All Dissertations: Clemson University; 2014.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

محمد علیزاده جمال دانشجوی دوره دکتری رشته آموزش ریاضی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران است. وی با بیش از ۱۳ سال سابقه کار، مدرس ریاضی در دانشگاه فرهنگیان خراسان شمالی بوده و دارای مقالات متعدد در حوزه آموزش ریاضی می‌باشد.

Alizadehjamal, M. PhD Students, Mathematics Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

m.alizadehjamal@cfu.ac.ir

احمد شاهورانی استاد گروه ریاضی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران است. حیطه پژوهشی وی، آموزش ریاضی بوده و با بیش از ۳۵ سال سابقه تدریس، دارای مقالات متعدد در زمینه آموزش ریاضی می‌باشد.

Shahvarani, A. Professor, Mathematics Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Shahvarani.1393@gmail.com

علی ایران‌منش استاد گروه ریاضی دانشگاه تربیت مدرس تهران است. حیطه پژوهشی وی، نظریه گروه‌ها و کاربرد آن، نظریه جبری ابرساختارها و آموزش ریاضی می‌باشد و با بیش از ۲۰ سال سابقه تدریس، دارای مقالات متعدد در این حوزه است.

Iranmanesh, A. Professor, Pure Mathematics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

iranmana@modares.ac.ir

ابوالفضل تهرانیان استاد گروه ریاضی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران است. حیطه پژوهشی وی، ریاضیات محض و آموزش ریاضی می‌باشد. وی مقالات و کتب متعددی در این حوزه منتشر نموده است.

Tehranian, A. Professor, Pure Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Tehranian1340@yahoo.com

Citation (Vancoure): Alizadehjamal M, Shahvarani A, Iranmanesh A, Tehranian A. [The effect of mathematical education based on TPACK model on changing teachers' beliefs]. *Tech. Edu. J.* 2020; 14(3): 591-602

http://dx.doi.org/10.22061/jte.2019.4990.2148

COPYRIGHTS

©2020 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.