شناخت، رفتار، یادگیری

تأثیر ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی (TPACK) بر بهبود کیفیت تدریس در تربیت‌بدنی: یک مطالعه شبه‌آزمایشی

حسن علیوی عباس الیوداوی[1]، رضوان حکیم‌زاده[2*]، ولید احمد حسن النعیمی[3]

۱. دانشجوی دکتری مدیریت آموزشی، پردیس بین المللی ارس، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. استاد، گروه روش‌ها و برنامه‌ریزی آموزشی و درسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳. مدرس دانشگاه، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه دیالی، دیالی، عراق

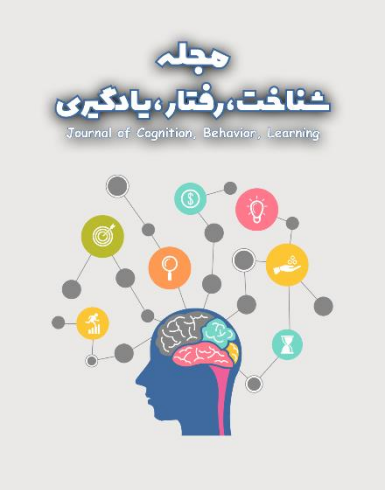
* ایمیل نویسنده مسئول: hakimzadeh@ut.ac.ir

تاریخ ارسال: ۱۴۰۵/۰۵/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۸/۱۰ تاریخ چاپ: ۱۴۰۶/۰۳/۰۱

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی (TPACK) بر بهبود کیفیت تدریس معلمان تربیت‌بدنی بود. این پژوهش با روش شبه‌آزمایشی و طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. نمونه شامل ۶۰ معلم تربیت‌بدنی شاغل در مدارس متوسطه دولتی بود که در دو گروه آزمایش و کنترل، هر گروه ۳۰ نفر، قرار گرفتند. گروه آزمایش طی شش هفته و در قالب دو جلسه ۹۰ دقیقه‌ای در هفته، در یک برنامه آموزشی مبتنی بر چارچوب TPACK و کاربرد رسانه‌های دیجیتال تعاملی شامل ویدئوهای آموزشی، بازخورد دیجیتال، ابزارهای تحلیل حرکت، محتوای چندرسانه‌ای، ابزارهای پایش عملکرد و فعالیت‌های مبتنی بر فناوری شرکت کرد. گروه کنترل در همین مدت به روش‌های معمول تدریس ادامه داد. کیفیت تدریس و دانش TPACK در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارزیابی شدند. داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی، آزمون‌های برر سی مفروضه‌ها و تحلیل کوواریانس در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تحلیل شدند. پس از کنترل اثر نمرات پیش‌آزمون، بین دو گروه در نمرات پس‌آزمون کیفیت تدریس تفاوت معناداری مشاهده شد ($F(1,57) = 58.38, p < .001, \eta p^2 = .506$). همچنین اثر پیش‌آزمون بر نمره پس‌آزمون کیفیت تدریس معنادار بود ($F(1,57) = 25.12, p < .001, \eta p^2 = .306$). اندازه اثر مشاهده‌شده نشان داد که مداخله مبتنی بر TPACK تأثیر قابل‌توجهی بر ارتقای کیفیت تدریس معلمان تربیت‌بدنی داشته است. ادغام هدفمند رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب TPACK می‌تواند رویکردی مؤثر برای ارتقای کیفیت تدریس معلمان تربیت‌بدنی باشد و استفاده از چنین برنامه‌هایی در دوره‌های توسعه حرفه‌ای معلمان می‌تواند به بهبود طراحی آموزشی، بازخورد، مشارکت دانش‌آموزان و استفاده اثربخش‌تر از فناوری در کلاس تربیت‌بدنی منجر شود.

کلیدواژگان: *TPACK، رسانه‌های دیجیتال تعاملی، کیفیت تدریس، تربیت‌بدنی، فناوری آموزشی، توسعه حرفه‌ای معلمان*



شیوه استناددهی: عباس الیوداوی، حسن علیوی، حکیم‌زاده، رضوان، و حسن النعیمی، ولید احمد. (۱۴۰۶). تأثیر ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی (TPACK) بر بهبود کیفیت تدریس در تربیت‌بدنی: یک مطالعه شبه‌آزمایشی. *شناخت، رفتار، یادگیری*، ۴(۳)، ۱۸-۱.

© ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

Cognition, Behavior, Learning

The Effect of Integrating Interactive Digital Media within the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Framework on Improving Teaching Quality in Physical Education: A Quasi-Experimental Study

Hasan Aliwe Abbas Alyudawi[1], Rezvan Hakim Zadeh[2]*, Waleed Ahmed Hassen Al-Nuaami[3]

1. PhD student in Educational Management, Aras International Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Professor, Department of Educational Methods and Curriculum Planning, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Professor, Department of Educational Management, Al-Mustafa University, Baghdad, Iraq.

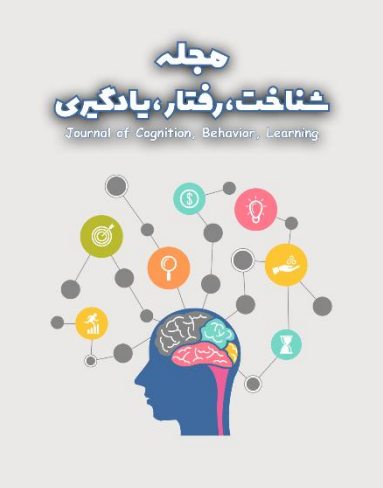
*Corresponding Author's Email: hakimzadeh@ut.ac.ir

Submit Date: 2026-08-06 Revise Date: 2026-10-14 Accept Date: 2026-11-01 Publish Date: 2027-05-22

Abstract

This study aimed to examine the effect of integrating interactive digital media within the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework on improving the teaching quality of physical education teachers. A quasi-experimental pretest–posttest design with a control group was employed. The sample consisted of 60 physical education teachers working in public secondary schools, who were assigned to an experimental group and a control group, with 30 participants in each group. The experimental group participated in a six-week TPACK-based instructional program delivered in two 90-minute sessions per week. The intervention incorporated interactive digital media, including instructional videos, digital feedback, motion-analysis tools, multimedia content, performance-monitoring applications, and technology-supported learning activities. The control group continued conventional teaching practices during the same period. Teaching quality and TPACK were assessed at pretest and posttest. Data were analyzed using descriptive statistics, assumption tests, and analysis of covariance in SPSS version 27. After controlling for pretest scores, a statistically significant difference was found between the experimental and control groups in posttest teaching quality, $F(1,57) = 58.38$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.506$. The effect of pretest teaching quality on posttest scores was also statistically significant, $F(1,57) = 25.12$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.306$. The observed effect size indicated a substantial impact of the TPACK-based intervention on improving physical education teaching quality. Purposeful integration of interactive digital media within the TPACK framework can effectively enhance physical education teachers' teaching quality and may improve instructional planning, feedback, student engagement, and meaningful technology use in physical education settings.

Keywords: *TPACK, interactive digital media, teaching quality, physical education, educational technology, teacher professional development*



How to cite: Abbas Alyudawi, H.A., Hakim Zadeh, R., Hassen Al-Nuaami, W.A. (2027). The Effect of Integrating Interactive Digital Media within the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Framework on Improving Teaching Quality in Physical Education: A Quasi-Experimental Study. *Cognition, Behavior, Learning*, *4*(3), 1-18.

© 2027 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC4.0) License.

مقدمه

تحول شتابان فناوری‌های دیجیتال در دو دهه اخیر، ماهیت آموزش، نقش معلم، شیوه‌های یادگیری و نحوه تعامل میان محتوا، تدریس و محیط یادگیری را به‌طور بنیادین دگرگون ساخته است. در چنین شرایطی، استفاده از فناوری دیگر صرفاً به‌معنای افزودن ابزارهای دیجیتال به کلاس درس نیست، بلکه مستلزم بازاندیشی در چگونگی طراحی، اجرا و ارزیابی فرایند تدریس است. معلم در محیط آموزشی معاصر باید بتواند میان دانش تخصصی موضوع، اصول و راهبردهای تربیتی و ظرفیت‌های فناوری پیوندی معنادار و هدفمند برقرار کند. این ضرورت در چارچوب نظری دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی یا TPACK به‌صورت منسجم صورت‌بندی شده است؛ چارچوبی که بر این فرض استوار است که ادغام اثربخش فناوری زمانی رخ می‌دهد که دانش فناوری به‌صورت مستقل به کار نرود، بلکه با دانش تربیتی و دانش محتوایی معلم درهم‌تنیده شود (Mishra & Koehler, 2006). در این دیدگاه، شایستگی دیجیتال معلم نه صرفاً در توانایی کار با ابزارهای فناوری، بلکه در قدرت انتخاب، انطباق و استفاده از آن‌ها در موقعیت‌های آموزشی مشخص و متناسب با اهداف یادگیری معنا پیدا می‌کند.

چارچوب TPACK از زمان معرفی خود به یکی از پرکاربردترین الگوهای مفهومی برای تبیین شایستگی معلمان در زمینه ادغام فناوری در تدریس تبدیل شده است. این چارچوب شامل دانش محتوایی، دانش تربیتی، دانش فناورانه و تعاملات میان این سه حوزه است و تأکید دارد که تدریس موفق در محیط‌های فناورانه مستلزم شناخت روابط پیچیده میان محتوا، روش‌های آموزشی و ابزارهای دیجیتال است (Mishra & Koehler, 2006). با این حال، پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که TPACK را نباید ساختاری ثابت و مستقل از زمینه در نظر گرفت، بلکه ویژگی‌های نهادی، اجتماعی، فرهنگی، فناورانه و موضوعی محیط آموزشی می‌توانند نحوه شکل‌گیری و کاربرد آن را تغییر دهند. بر همین اساس، مدل به‌روزشده TPACK نقش بافت را در تعیین نحوه تلفیق فناوری، آموزش و محتوا برجسته کرده و نشان داده است که کیفیت ادغام فناوری تحت تأثیر شرایط واقعی تدریس، منابع موجود، ویژگی‌های یادگیرندگان و اهداف آموزشی قرار دارد (Petko et al., 2025).

این تحول نظری اهمیت ویژه‌ای برای حوزه‌هایی مانند تربیت‌بدنی دارد که ویژگی‌های آموزشی آن با کلاس‌های نظری تفاوت اساسی دارد.

درس تربیت‌بدنی یکی از حوزه‌هایی است که ادغام فناوری در آن هم ظرفیت‌های قابل‌توجه و هم چالش‌های خاص خود را دارد. آموزش تربیت‌بدنی بر حرکت، تجربه بدنی، یادگیری مهارت‌های حرکتی، تعامل اجتماعی، بازخورد فوری و مشارکت فعال دانش‌آموزان استوار است و به همین دلیل فناوری باید به‌گونه‌ای در این محیط وارد شود که از فعالیت جسمانی حمایت کند و جایگزین آن نشود. بررسی‌های نظری انجام‌شده در حوزه تربیت‌بدنی نشان داده‌اند که چارچوب TPACK می‌تواند ساختاری مناسب برای هدایت معلمان در انتخاب و به‌کارگیری فناوری‌هایی باشد که با اهداف آموزشی، ویژگی مهارت‌های ورزشی و اصول تربیتی هماهنگ هستند (Cendra et al., 2024). بر این اساس، استفاده از فناوری در تربیت‌بدنی زمانی ارزشمند است که به بهبود مشاهده و تحلیل حرکت، ارائه بازخورد، افزایش تعامل، تسهیل یادگیری مهارت، شخصی‌سازی فعالیت‌ها و پایش پیشرفت دانش‌آموزان کمک کند.

مرور نظام‌مند پژوهش‌های انجام‌شده درباره فناوری دیجیتال در تربیت‌بدنی نیز نشان می‌دهد که دامنه استفاده از ابزارهای فناورانه در این درس به‌طور قابل‌توجهی گسترش یافته است. ابزارهایی مانند ویدئو، اپلیکیشن‌های تلفن همراه، حسگرها، سامانه‌های بازخورد دیجیتال، ابزارهای پایش فعالیت بدنی، واقعیت مجازی، پلتفرم‌های آنلاین و نرم‌افزارهای تحلیل حرکت در سال‌های اخیر به اشکال مختلف در آموزش تربیت‌بدنی به کار گرفته شده‌اند (Jastrow et al., 2022). با این حال، این مرورها نشان می‌دهند که صرف حضور فناوری در کلاس لزوماً به بهبود کیفیت یادگیری یا تدریس منجر نمی‌شود. کیفیت نتایج به نحوه طراحی فعالیت، نقش معلم، هدف آموزشی، میزان تعامل دانش‌آموزان و شیوه ادغام فناوری در ساختار درس بستگی دارد. بنابراین، استفاده موفق از رسانه‌های دیجیتال تعاملی مستلزم آن است که فناوری به‌عنوان بخشی از معماری آموزشی درس تلقی شود، نه به‌عنوان ابزار جانبی یا نمایشی.

در تربیت‌بدنی، رسانه‌های دیجیتال تعاملی می‌توانند به‌ویژه در ایجاد بازخورد فوری و عینی نقش مهمی ایفا کنند. برای مثال، ضبط و بازپخش اجرای مهارت‌های حرکتی می‌تواند امکان تحلیل دقیق‌تر وضعیت بدن، توالی حرکت، ریتم و تکنیک را فراهم کند و به دانش‌آموز فرصت دهد

عملکرد خود را مشاهده و اصلاح کند. همچنین، پلتفرم‌های تعاملی می‌توانند برای ارائه تکالیف متفاوت، خودارزیابی، ارزیابی همسالان، پایش فعالیت جسمانی و ارائه محتوای چندرسانه‌ای به کار گرفته شوند. با این حال، چنین ظرفیت‌هایی تنها زمانی به بهبود کیفیت تدریس منجر می‌شوند که معلم قادر باشد میان ویژگی‌های فناوری و منطق آموزشی درس ارتباط برقرار کند. پژوهش‌ها در زمینه تربیت‌بدنی تأکید کرده‌اند که آموزش معلمان برای ادغام فناوری باید فراتر از آموزش مهارت‌های فنی باشد و بر تصمیم‌گیری آموزشی، طراحی فعالیت و پیوند میان فناوری و اهداف محتوایی تمرکز کند (Krause et al., 2020).

مطالعات انجام‌شده درباره معلمان و دانشجومعلمان تربیت‌بدنی نیز نشان می‌دهند که TPACK با متغیرهایی مانند خودکارآمدی فناوری، انتظار از پیامدهای آموزشی فناوری و آمادگی برای استفاده از ابزارهای دیجیتال ارتباط دارد. در پژوهش‌های اولیه این حوزه مشخص شد که هرچه دانشجومعلمان تربیت‌بدنی درک منسجم‌تری از تعامل میان فناوری، محتوا و آموزش داشته باشند، خودکارآمدی بیشتری در ادغام فناوری و نگرش مثبت‌تری نسبت به پیامدهای آموزشی آن نشان می‌دهند (Semiz & Ince, 2012). این یافته از آن جهت اهمیت دارد که اعتماد به توانایی استفاده از فناوری یکی از عوامل تعیین‌کننده در انتقال دانش فناورانه از سطح نظری به رفتار واقعی تدریس است. اگر معلم دانش فنی کافی داشته باشد اما نتواند آن را با اهداف تربیتی و محتوایی پیوند دهد، احتمال دارد فناوری به‌صورت سطحی یا غیرهدفمند مورد استفاده قرار گیرد.

در ادامه این خط پژوهشی، مطالعات مربوط به توسعه حرفه‌ای معلمان نیز نشان داده‌اند که یادگیری TPACK نیازمند تجربه فعال، طراحی، بازاندیشی و مشارکت مستمر در موقعیت‌های واقعی یا شبه‌واقعی تدریس است. مرور نظام‌مند مطالعات مبتنی بر Lesson Study نشان داده است که فرایندهای مشارکتی طراحی درس، اجرا، مشاهده و بازنگری می‌توانند زمینه مناسبی برای رشد مؤلفه‌های TPACK معلمان ایجاد کنند، زیرا معلم ناچار می‌شود تصمیم‌های فناورانه خود را در ارتباط مستقیم با محتوا و روش تدریس تحلیل کند (Jiménez Sierra et al., 2023). این رویکرد نشان می‌دهد که توسعه TPACK صرفاً از طریق دوره‌های نظری کوتاه‌مدت تحقق نمی‌یابد و نیازمند فرصت‌هایی برای کاربرد عملی، دریافت بازخورد و اصلاح مستمر طرح تدریس است.

در حوزه تربیت‌بدنی نیز توسعه حرفه‌ای معلمان و دانشجومعلمان از طریق TPACK به‌عنوان یک ضرورت مطرح شده است. نتایج پژوهش‌های انجام‌شده درباره آموزش معلمان تربیت‌بدنی نشان داده‌اند که ادغام فناوری باید بخشی از برنامه‌های آموزش حرفه‌ای باشد و معلمان پیش از ورود به محیط واقعی مدرسه فرصت داشته باشند استفاده از فناوری را در طراحی و اجرای درس تجربه کنند (Lee et al., 2020). این موضوع برای معلمان شاغل نیز اهمیت دارد، زیرا بسیاری از آنان در دوران تحصیل دانشگاهی خود آموزش نظام‌مند و کافی درباره رسانه‌های دیجیتال تعاملی دریافت نکرده‌اند. در نتیجه، فاصله میان دسترسی به فناوری و توانایی استفاده تربیتی از آن همچنان می‌تواند یکی از موانع اصلی نوآوری در تدریس تربیت‌بدنی باشد.

شواهد جدیدتر نیز نشان می‌دهند که سطح توانایی TPACK در میان معلمان تربیت‌بدنی یکنواخت نیست و برخی مؤلفه‌ها نسبت به سایر مؤلفه‌ها توسعه کمتری یافته‌اند. تحلیل توانایی TPACK معلمان تربیت‌بدنی نشان داده است که اگرچه بسیاری از معلمان از دانش پایه فناوری برخوردارند، اما ادغام هم‌زمان دانش فناوری، روش تدریس و محتوای تخصصی همچنان برای بخشی از آنان چالش‌برانگیز است (Nurhayati et al., 2025). این تفاوت میان «دانستن فناوری» و «دانستن نحوه استفاده آموزشی از فناوری» یکی از نکات کلیدی در پژوهش‌های معاصر محسوب می‌شود. معلم ممکن است استفاده از نرم‌افزار، تلفن هوشمند یا ویدئو را بداند، اما نتواند تصمیم بگیرد که کدام ابزار، در چه مرحله‌ای از درس، برای چه نوع مهارت و با چه هدف آموزشی بیشترین اثربخشی را دارد.

تحولات اخیر در زمینه هوش مصنوعی نیز ابعاد جدیدی به بحث TPACK افزوده است. ظهور ابزارهای هوشمند سبب شده است که پژوهشگران از مفهوم AI-TPACK برای توضیح شایستگی‌های موردنیاز معلمان در محیط‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده کنند. پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که عناصر دانش TPACK در محیط‌های مبتنی بر هوش مصنوعی همچنان به‌صورت درهم‌تنیده عمل

می‌کنند و توسعه دانش فناورانه به‌تنهایی برای استفاده مؤثر از ابزارهای هوشمند کافی نیست (Ning et al., 2024). معلمان باید بتوانند ظرفیت‌ها و محدودیت‌های فناوری هوشمند را در ارتباط با اهداف آموزشی و ویژگی‌های محتوای درس ارزیابی کنند؛ موضوعی که بار دیگر بر اهمیت منطق تلفیقی TPACK تأکید دارد.

در همین راستا، مطالعات جدید درباره AI-TPACK نشان داده‌اند که نگرش معلمان نسبت به فناوری نیز می‌تواند در شکل‌گیری خودکارآمدی و دانش ادغام فناوری نقش واسطه‌ای ایفا کند. یافته‌های مربوط به دانشجومعلمان نشان می‌دهد که نگرش مثبت نسبت به هوش مصنوعی می‌تواند رابطه میان خودکارآمدی و توسعه AI-TPACK را تقویت کند (Xu et al., 2025). این موضوع نشان می‌دهد که ادغام فناوری تنها فرایندی شناختی نیست، بلکه عوامل انگیزشی، نگرشی و هیجانی نیز در آن نقش دارند. در تربیت‌بدنی، که استفاده از فناوری ممکن است با نگرانی‌هایی درباره کاهش زمان فعالیت جسمانی، پیچیدگی ابزار یا دشواری مدیریت کلاس همراه باشد، توجه به نگرش و اعتماد حرفه‌ای معلمان اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند.

پژوهش‌های انجام‌شده در سایر حوزه‌های آموزشی نیز تأیید می‌کنند که TPACK می‌تواند حلقه واسط میان شایستگی فناوری و عملکرد تدریس باشد. نتایج مطالعات در آموزش عالی نشان داده است که دانش TPACK می‌تواند رابطه میان شایستگی هوش مصنوعی معلمان و عملکرد تدریس آنان را میانجی‌گری کند؛ به این معنا که داشتن توانایی فناورانه زمانی به عملکرد آموزشی بهتر منجر می‌شود که این توانایی در ساختار دانش تربیتی و محتوایی ادغام شود (Tan et al., 2025). این یافته برای تربیت‌بدنی نیز اهمیت نظری دارد، زیرا نشان می‌دهد کیفیت تدریس را نمی‌توان صرفاً با میزان دسترسی یا مهارت در استفاده از فناوری توضیح داد، بلکه نحوه تبدیل این مهارت به تصمیم‌های آموزشی است که پیامد نهایی را تعیین می‌کند.

در محیط‌های حرفه‌ای دیگر نیز سنجش شایستگی‌های مبتنی بر TPACK در شرایط فناورانه و هوش مصنوعی نشان داده است که دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی باید به‌صورت یک کل یکپارچه بررسی شود (Varghese & Devasia, 2025). گسترش این رویکرد به حوزه‌های متنوع آموزشی بیانگر آن است که TPACK به چارچوبی عمومی برای تحلیل کیفیت ادغام فناوری تبدیل شده است، هرچند نحوه ظهور آن در هر رشته به ماهیت محتوا و شرایط آموزشی بستگی دارد. از این منظر، تربیت‌بدنی به دلیل ماهیت جسمانی، عملی و موقعیت‌محور خود نیازمند تفسیر ویژه‌ای از TPACK است که در آن فناوری در خدمت حرکت، بازخورد، تعامل و یادگیری تجربی قرار گیرد.

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر توسعه TPACK، میزان مشارکت فعال معلمان در فرایند یادگیری حرفه‌ای است. پژوهش‌های انجام‌شده درباره دوره‌های آموزش فناوری نشان داده‌اند که مشارکت فعال، طراحی فعالیت، تعامل با همکاران و درگیری مستقیم در حل مسائل آموزشی می‌تواند رشد دانش TPACK را تسهیل کند (Smiling & Hollebrands, 2025). این یافته اهمیت طراحی مداخلات آموزشی فعال را برجسته می‌سازد. برنامه‌هایی که صرفاً شامل ارائه اطلاعات درباره ابزارهای دیجیتال هستند، احتمالاً تأثیر محدودی بر عملکرد واقعی تدریس خواهند داشت؛ در حالی که برنامه‌هایی که از معلمان می‌خواهند فناوری را در طرح درس خود به کار گیرند، اجرا کنند، بازخورد دریافت کنند و طراحی خود را اصلاح کنند، ظرفیت بیشتری برای ایجاد تغییر پایدار دارند.

همچنین، پژوهش‌های معاصر نشان می‌دهند که توسعه سواد فناوری می‌تواند از طریق سازوکارهای واسطه‌ای مانند TPACK و خودکارآمدی تدریس به بهبود عملکرد آموزشی منجر شود. برای مثال، در مطالعات مربوط به آموزش علوم مشخص شده است که رابطه میان سواد هوش مصنوعی و تدریس مبتنی بر فناوری از طریق رشد AI-TPACK و افزایش خودکارآمدی آموزشی تقویت می‌شود (Zou et al., 2026). این یافته از دیدگاه نظری اهمیت زیادی دارد، زیرا نشان می‌دهد مداخله آموزشی باید هم‌زمان بر دانش، مهارت و اعتماد حرفه‌ای معلمان تمرکز داشته باشد. در حوزه تربیت‌بدنی نیز می‌توان انتظار داشت که آموزش ساختاریافته مبتنی بر TPACK، علاوه بر افزایش دانش فناورانه، ظرفیت معلم برای طراحی فعالیت‌های مؤثر و استفاده هدفمند از رسانه‌های دیجیتال را ارتقا دهد.

با وجود رشد چشمگیر مطالعات مربوط به فناوری آموزشی، هنوز بخش قابل‌توجهی از شواهد موجود در زمینه TPACK بر مطالعات توصیفی، همبستگی، خودگزارشی یا پژوهش‌های مربوط به دانشجومعلمان متمرکز است. در تربیت‌بدنی نیز اگرچه مطالعات نظری و مرورهای نظام‌مند بر ظرفیت فناوری برای بهبود آموزش تأکید کرده‌اند، شواهد مداخله‌ای درباره تأثیر برنامه‌های ساختاریافته TPACK بر کیفیت واقعی تدریس معلمان شاغل محدودتر است (Jastrow et al., 2022; Krause et al., 2020). همچنین بسیاری از پژوهش‌ها سطح دانش یا نگرش معلمان را به‌عنوان پیامد اصلی سنجیده‌اند، در حالی که پرسش اساسی‌تر این است که آیا توسعه TPACK می‌تواند به تغییر قابل‌اندازه‌گیری در کیفیت تدریس منجر شود. از این منظر، بررسی پیامدهای رفتاری و آموزشی برنامه‌های TPACK اهمیت ویژه‌ای دارد.

در عین حال، کیفیت تدریس در تربیت‌بدنی مفهومی چندبعدی است که شامل طراحی مناسب درس، سازمان‌دهی فعالیت، ارائه توضیحات روشن، مدیریت ایمن فضای ورزشی، مشارکت دادن دانش‌آموزان، ارائه بازخورد مؤثر، انطباق فعالیت‌ها با تفاوت‌های فردی و ارزیابی مستمر عملکرد می‌شود. رسانه‌های دیجیتال تعاملی بالقوه می‌توانند بسیاری از این مؤلفه‌ها را تقویت کنند، اما تنها در صورتی که درون یک چارچوب تربیتی منسجم به کار گرفته شوند. چارچوب TPACK چنین بستری را فراهم می‌کند و به معلم کمک می‌کند تصمیم‌گیری درباره فناوری را از پرسش‌های تربیتی و محتوایی جدا نکند (Cendra et al., 2024; Petko et al., 2025). بنابراین، ترکیب رسانه‌های دیجیتال تعاملی با آموزش مبتنی بر TPACK می‌تواند رویکردی مؤثر برای ارتقای کیفیت تدریس تربیت‌بدنی باشد.

از سوی دیگر، حرکت از «کاربرد فناوری» به «ادغام آموزشی فناوری» نیازمند آن است که معلم بتواند درباره تناسب ابزار، هدف، محتوا، زمان و ویژگی‌های یادگیرندگان قضاوت حرفه‌ای انجام دهد. به همین دلیل، فناوری زمانی ارزش افزوده ایجاد می‌کند که امکان مشاهده دقیق‌تر عملکرد، بازخورد سریع‌تر، مشارکت بیشتر، تنظیم سطح دشواری، دسترسی به محتوای چندرسانه‌ای و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده را فراهم کند. در غیر این صورت، استفاده از ابزارهای دیجیتال ممکن است به افزایش پیچیدگی تدریس یا کاهش زمان فعالیت واقعی منجر شود. پژوهش‌های موجود درباره آموزش معلمان تربیت‌بدنی و توسعه TPACK بر همین ضرورت تأکید دارند و نشان می‌دهند که آماده‌سازی حرفه‌ای باید بر کاربرد موقعیت‌محور، تجربه عملی و پیوند فناوری با اهداف یادگیری تمرکز داشته باشد (Lee et al., 2020; Nurhayati et al., 2025; Semiz & Ince, 2012).

در مجموع، ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که TPACK چارچوبی معتبر برای تبیین نحوه تبدیل شایستگی فناوری به عملکرد آموزشی مؤثر فراهم می‌کند و پژوهش‌های جدید نیز با گسترش این مفهوم به محیط‌های دیجیتال و هوش مصنوعی، بر اهمیت تعامل میان دانش فناوری، تربیت و محتوا تأکید کرده‌اند (Ning et al., 2024; Tan et al., 2025; Varghese & Devasia, 2025; Xu et al., 2025; Zou et al., 2026). با وجود این، نیاز به مطالعات مداخله‌ای بیشتری وجود دارد که در محیط واقعی مدرسه بررسی کنند آیا آموزش منظم مبتنی بر TPACK و استفاده هدفمند از رسانه‌های دیجیتال تعاملی می‌تواند کیفیت تدریس معلمان تربیت‌بدنی را بهبود دهد؛ به‌ویژه آنکه شواهد نشان می‌دهد مشارکت فعال در برنامه‌های توسعه حرفه‌ای می‌تواند نقش مهمی در تبدیل دانش TPACK به عملکرد واقعی تدریس داشته باشد (Jiménez Sierra et al., 2023; Smiling & Hollebrands, 2025).

بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی (TPACK) بر بهبود کیفیت تدریس معلمان تربیت‌بدنی در مدارس متوسطه بود.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون و گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش را معلمان تربیت‌بدنی شاغل در مدارس متوسطه دولتی تشکیل دادند. از میان معلمان واجد شرایط، ۶۰ نفر با در نظر گرفتن معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند و به‌طور مساوی در دو گروه آزمایش و کنترل، هر گروه شامل ۳۰ نفر، قرار گرفتند. معیارهای ورود شامل اشتغال فعال

به‌عنوان معلم تربیت‌بدنی در دوره متوسطه، داشتن حداقل دو سال سابقه تدریس، تدریس منظم درس تربیت‌بدنی در طول اجرای پژوهش، دسترسی به تلفن هوشمند یا رایانه و اینترنت، تمایل به شرکت در جلسات آموزشی و تکمیل ابزارهای پژوهش و نداشتن سابقه شرکت در دوره تخصصی جامع TPACK طی شش ماه پیش از آغاز مطالعه بود. غیبت در بیش از دو جلسه آموزشی، انصراف از ادامه همکاری، ناقص بودن داده‌های پیش‌آزمون یا پس‌آزمون و تغییر محل خدمت به‌گونه‌ای که ادامه شرکت در پژوهش امکان‌پذیر نباشد، به‌عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد. پیش از شروع مداخله، برای هر دو گروه پیش‌آزمون کیفیت تدریس اجرا شد و اطلاعات جمعیت‌شناختی و حرفه‌ای شامل سن، جنسیت، سابقه تدریس، مدرک تحصیلی، میزان استفاده قبلی از فناوری‌های دیجیتال و تجربه شرکت در دوره‌های آموزش فناوری ثبت گردید. سپس گروه آزمایش به مدت شش هفته در برنامه آموزشی مبتنی بر چارچوب دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی یا TPACK و کاربرد رسانه‌های دیجیتال تعاملی در تدریس تربیت‌بدنی شرکت کرد، در حالی که گروه کنترل طی همین مدت فعالیت‌های آموزشی معمول خود را بدون دریافت آموزش سازمان‌یافته TPACK ادامه داد. تلاش شد دو گروه از نظر شرایط حرفه‌ای و برنامه عادی تدریس تا حد امکان مشابه باشند و ارزیابی پس‌آزمون بلافاصله پس از پایان دوره شش‌هفته‌ای در شرایط یکسان با پیش‌آزمون انجام شد. پیش از ورود به پژوهش، هدف و مراحل مطالعه برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد، مشارکت آنان داوطلبانه بود و رضایت آگاهانه برای شرکت در پژوهش اخذ گردید. همچنین به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات آنان محرمانه باقی می‌ماند و داده‌ها صرفاً در قالب نتایج گروهی گزارش خواهد شد.

برای سنجش متغیر اصلی پژوهش، یعنی کیفیت تدریس تربیت‌بدنی، از یک ابزار ارزیابی چندبعدی متناسب با ویژگی‌های آموزش تربیت‌بدنی استفاده شد که ابعاد طراحی و سازمان‌دهی تدریس، وضوح ارائه محتوا و دستورالعمل‌های حرکتی، انتخاب راهبردهای تدریس متناسب با اهداف درس، مدیریت زمان و فضای کلاس، مشارکت فعال دانش‌آموزان، ارائه بازخورد اصلاحی و انگیزشی، توجه به تفاوت‌های فردی، پایش عملکرد و یادگیری دانش‌آموزان و بهره‌گیری هدفمند از فناوری و رسانه‌های دیجیتال را ارزیابی می‌کرد. گویه‌ها بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای از وضعیت بسیار ضعیف تا بسیار مطلوب نمره‌گذاری شدند؛ به‌گونه‌ای که نمره بالاتر نشان‌دهنده کیفیت مطلوب‌تر تدریس بود. به‌منظور کاهش اتکا به خودگزارشی، ارزیابی کیفیت تدریس با مشاهده ساختاریافته جلسات واقعی تربیت‌بدنی نیز تکمیل شد. ارزیابان با استفاده از یک چک‌لیست استانداردشده، نحوه سازمان‌دهی فعالیت‌های بدنی، کیفیت توضیح و نمایش مهارت‌ها، میزان تعامل معلم و دانش‌آموز، تنوع فعالیت‌های یادگیری، ارائه بازخورد، مدیریت کلاس، استفاده از شواهد عملکردی برای اصلاح تدریس و کیفیت ادغام رسانه‌های دیجیتال در فرایند آموزش را ثبت کردند. پیش از اجرای اصلی، روایی محتوایی ابزارها با استفاده از نظر متخصصان حوزه برنامه‌ریزی درسی، فناوری آموزشی و آموزش تربیت‌بدنی بررسی شد و اصلاحات لازم در وضوح، تناسب و پوشش گویه‌ها انجام گرفت. برای اطمینان از پایایی، همسانی درونی ابزار با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ و توافق بین ارزیابان در بخش مشاهده‌ای با استفاده از ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای بررسی شد. افزون بر این، برای سنجش میزان موفقیت مداخله در توسعه شایستگی‌های مورد نظر، پرسشنامه‌ای مبتنی بر مؤلفه‌های چارچوب TPACK شامل دانش فناوری، دانش تربیتی، دانش محتوایی، دانش فناورانه–تربیتی، دانش فناورانه–محتوایی، دانش تربیتی–محتوایی و دانش تلفیقی فناورانه–تربیتی–محتوایی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد تا مشخص شود تغییر در کیفیت تدریس تا چه اندازه با ارتقای توانایی معلمان در تلفیق فناوری، روش تدریس و محتوای تخصصی تربیت‌بدنی همراه بوده است.

مداخله آموزشی گروه آزمایش طی شش هفته و به‌صورت دو جلسه آموزشی در هر هفته اجرا شد و هر جلسه تقریباً ۹۰ دقیقه به طول انجامید. محتوای برنامه بر این اصل طراحی شد که فناوری نه به‌عنوان یک عنصر مستقل، بلکه در تعامل نظام‌مند با دانش محتوایی تربیت‌بدنی و دانش تربیتی معلم به کار گرفته شود. در جلسات ابتدایی، شرکت‌کنندگان با ساختار TPACK، روابط میان دانش فناوری، دانش تربیتی و دانش محتوایی و کاربرد آن در طراحی درس تربیت‌بدنی آشنا شدند و نمونه‌هایی از طراحی درس مبتنی بر TPACK مورد تحلیل قرار گرفت. در ادامه، آموزش عملی استفاده از رسانه‌های دیجیتال تعاملی شامل ویدئوهای آموزشی و بازخورد ویدئویی، برنامه‌های تحلیل حرکت، محتوای چندرسانه‌ای تعاملی، آزمون‌ها و پرسش‌های دیجیتال، ابزارهای ثبت و پایش عملکرد جسمانی، کدهای QR برای دسترسی سریع به ایستگاه‌های

آموزشی، پلتفرم‌های اشتراک محتوا و ابزارهای ساده تولید محتوای دیجیتال ارائه شد. معلمان آموختند چگونه از فیلم‌برداری و بازپخش حرکت برای ارائه بازخورد اصلاحی، از نمایش چندرسانه‌ای برای توضیح تکنیک‌های ورزشی، از فعالیت‌های دیجیتال تعاملی برای افزایش مشارکت دانش‌آموزان و از داده‌های عملکردی برای تنظیم سطح دشواری تکالیف استفاده کنند. بخش دیگری از مداخله بر طراحی فعالیت‌های متناسب با تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان، حفظ ایمنی هنگام استفاده از ابزارهای دیجیتال در محیط‌های ورزشی، مدیریت زمان و جلوگیری از جایگزین شدن زمان فعالیت بدنی با استفاده غیرضروری از صفحه‌نمایش متمرکز بود. در هر هفته، شرکت‌کنندگان یک طرح درس مبتنی بر TPACK طراحی کرده و بخشی از آن را در کلاس واقعی خود اجرا می‌کردند؛ سپس تجربیات اجرایی، مشکلات و نمونه‌های تولیدشده در جلسه بعد بررسی می‌شد و بازخورد تخصصی دریافت می‌کردند. در مراحل پایانی برنامه، تأکید بر یکپارچه‌سازی کامل فناوری با اهداف حرکتی، شناختی و اجتماعی درس تربیت‌بدنی بود، به‌گونه‌ای که انتخاب هر فناوری بر اساس هدف یادگیری، ویژگی مهارت ورزشی، راهبرد تدریس و نیاز دانش‌آموزان توجیه شود. گروه کنترل در طول این دوره هیچ آموزش سازمان‌یافته‌ای در زمینه TPACK یا ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی دریافت نکرد و تدریس تربیت‌بدنی را مطابق شیوه متعارف مدرسه ادامه داد.

داده‌های جمع‌آوری‌شده پس از بررسی کامل بودن پرسشنامه‌ها و کنترل خطاهای ورود داده، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تحلیل شدند. ابتدا برای توصیف ویژگی‌های نمونه و متغیرهای پژوهش از شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد استفاده شد. پیش از انجام تحلیل استنباطی، مفروضه‌های لازم مورد بررسی قرار گرفت؛ نرمال بودن توزیع نمرات با آزمون شاپیرو–ویلک و بررسی مقادیر چولگی و کشیدگی، وجود داده‌های پرت با استفاده از شاخص‌های استانداردشده و نمودارهای مربوط و همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین ارزیابی شد. همچنین برای استفاده از تحلیل کوواریانس، همگنی شیب‌های رگرسیونی از طریق بررسی اثر تعاملی گروه و نمره پیش‌آزمون کنترل گردید. به‌منظور بررسی اثربخشی مداخله بر کیفیت تدریس، تحلیل کوواریانس تک‌متغیری با نمره پس‌آزمون کیفیت تدریس به‌عنوان متغیر وابسته، گروه به‌عنوان عامل بین‌آزمودنی و نمره پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر هم‌پراش به کار گرفته شد. در صورت تحلیل هم‌زمان چند بعد کیفیت تدریس، از تحلیل کوواریانس چندمتغیری استفاده شد تا تفاوت دو گروه در مجموعه مؤلفه‌های کیفیت تدریس پس از کنترل نمرات اولیه بررسی شود. برای ارزیابی تغییر در مؤلفه‌های TPACK نیز تفاوت‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه مورد مقایسه قرار گرفت. علاوه بر مقدار آماره‌های آزمون و سطح معناداری، اندازه اثر با استفاده از مجذور اتای جزئی گزارش شد تا میزان عملی تأثیر مداخله مشخص شود. سطح معناداری آماری در تمامی تحلیل‌ها برابر با ۰,۰۵ در نظر گرفته شد و برای تفسیر نتایج، علاوه بر معناداری آماری، جهت تغییرات، فاصله میانگین‌های تعدیل‌شده و اندازه اثر نیز مورد توجه قرار گرفت.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۶۰ معلم تربیت‌بدنی شاغل در مدارس متوسطه دولتی شرکت داشتند که ۳۰ نفر در گروه آزمایش و ۳۰ نفر در گروه کنترل قرار گرفتند. میانگین سنی کل شرکت‌کنندگان ۳۷,۶۲ سال با انحراف معیار ۶,۴۸ سال بود و دامنه سنی آنان از ۲۷ تا ۵۱ سال متغیر بود. از مجموع شرکت‌کنندگان، ۳۴ نفر (۵۶,۶۷ درصد) مرد و ۲۶ نفر (۴۳,۳۳ درصد) زن بودند. در گروه آزمایش، ۱۷ نفر (۵۶,۶۷ درصد) مرد و ۱۳ نفر (۴۳,۳۳ درصد) زن و در گروه کنترل نیز ۱۷ نفر (۵۶,۶۷ درصد) مرد و ۱۳ نفر (۴۳,۳۳ درصد) زن بودند. میانگین سابقه تدریس در گروه آزمایش ۱۱,۷۳ سال با انحراف معیار ۵,۲۱ و در گروه کنترل ۱۲,۱۷ سال با انحراف معیار ۵,۴۶ بود. از نظر سطح تحصیلات، ۲۱ نفر (۳۵,۰۰ درصد) دارای مدرک کارشناسی و ۳۹ نفر (۶۵,۰۰ درصد) دارای مدرک کارشناسی ارشد یا بالاتر بودند. بررسی اولیه ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و حرفه‌ای نشان داد که دو گروه از نظر سن، جنسیت، سابقه تدریس، سطح تحصیلات و تجربه قبلی استفاده از فناوری‌های دیجیتال تفاوت معناداری نداشتند ($p > ۰.۰۵$) و از این نظر قابلیت مقایسه مناسبی داشتند.

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی کیفیت تدریس و دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	مرحله	گروه آزمایش میانگین	گروه آزمایش انحراف معیار	گروه کنترل میانگین	گروه کنترل انحراف معیار
کیفیت تدریس	پیش‌آزمون	۶۸.۴۳	۶.۸۱	۶۹.۱۰	۷.۰۳
کیفیت تدریس	پس‌آزمون	۸۴.۲۷	۶.۱۴	۷۱.۶۳	۶.۷۲
دانش TPACK	پیش‌آزمون	۷۲.۱۷	۷.۴۶	۷۲.۸۳	۷.۱۹
دانش TPACK	پس‌آزمون	۸۸.۵۳	۶.۳۵	۷۴.۴۰	۷.۰۲

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین نمره کیفیت تدریس در گروه آزمایش از ۶۸٫۴۳ در پیش‌آزمون به ۸۴٫۲۷ در پس‌آزمون افزایش یافت که نشان‌دهنده افزایش ۱۵٫۸۴ نمره‌ای پس از شرکت در برنامه آموزشی مبتنی بر چارچوب TPACK و رسانه‌های دیجیتال تعاملی بود. در مقابل، میانگین کیفیت تدریس در گروه کنترل از ۶۹٫۱۰ به ۷۱٫۶۳ افزایش یافت و تغییر مشاهده‌شده در این گروه تنها ۲٫۵۳ نمره بود. الگوی مشابهی در نمرات دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی مشاهده شد؛ به‌طوری‌که میانگین نمره TPACK در گروه آزمایش از ۷۲٫۱۷ در پیش‌آزمون به ۸۸٫۵۳ در پس‌آزمون رسید، در حالی که این نمره در گروه کنترل از ۷۲٫۸۳ به ۷۴٫۴۰ افزایش یافت. همچنین نزدیکی میانگین‌های پیش‌آزمون دو گروه در هر دو متغیر نشان می‌دهد که پیش از اجرای مداخله، وضعیت اولیه شرکت‌کنندگان نسبتاً مشابه بوده است، اما پس از شش هفته مداخله، فاصله قابل‌توجهی بین میانگین‌های گروه آزمایش و کنترل، به‌ویژه در متغیر کیفیت تدریس، ایجاد شد.

پیش از اجرای تحلیل کوواریانس، مفروضه‌های آماری مربوط به این تحلیل بررسی شدند. نتایج آزمون شاپیرو–ویلک نشان داد که توزیع نمرات کیفیت تدریس در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه تفاوت معناداری با توزیع نرمال نداشت و مقادیر به‌دست‌آمده برای تمامی متغیرها بزرگ‌تر از ۰٫۰۵ بود. همچنین مقادیر چولگی و کشیدگی در دامنه قابل قبول قرار داشتند و بررسی نمودارهای جعبه‌ای و نمرات استانداردشده، وجود داده پرت شدید را نشان نداد. آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس نمرات پس‌آزمون کیفیت تدریس معنادار نبود ($F = 1.27, p = 0.264$) و بنابراین فرض همگنی واریانس‌ها تأیید شد. علاوه بر این، اثر تعاملی گروه و نمره پیش‌آزمون کیفیت تدریس معنادار نبود ($F = 1.09, p = 0.301$) که بیانگر برقراری مفروضه همگنی شیب‌های رگرسیونی بود. رابطه خطی مناسبی نیز میان نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده شد. در مجموع، نتایج بررسی مفروضه‌ها نشان داد که شرایط لازم برای استفاده از تحلیل کوواریانس برقرار است.

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه کیفیت تدریس در گروه‌های آزمایش و کنترل با کنترل اثر پیش‌آزمون

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتای جزئی
پیش‌آزمون کیفیت تدریس	۶۱۷.۹۵	۱	۶۱۷.۹۵	۲۵.۱۲	<۰.۰۰۱	۰.۳۰۶
گروه	۱۴۳۶.۱۶	۱	۱۴۳۶.۱۶	۵۸.۳۸	<۰.۰۰۱	۰.۵۰۶
خطا	۱۴۰۲.۲۰	۵۷	۲۴.۶۰	—	—	—
کل تصحیح‌شده	۳۴۵۶.۳۱	۵۹	—	—	—	—

نتایج تحلیل کوواریانس ارائه‌شده در جدول ۲ نشان داد که پس از کنترل اثر نمرات پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و کنترل از نظر کیفیت تدریس در مرحله پس‌آزمون وجود داشت ($F(1,57) = 58.38, p < .001, \eta p^2 = .506$). مقدار مجذور اتای جزئی برابر با ۰٫۵۰۶ نشان می‌دهد که حدود ۵۰٫۶ درصد از واریانس نمرات پس‌آزمون کیفیت تدریس، پس از کنترل اثر وضعیت اولیه شرکت‌کنندگان، با عضویت در گروه و دریافت مداخله مبتنی بر TPACK مرتبط بوده است؛ بنابراین اندازه اثر مداخله بزرگ ارزیابی می‌شود. همچنین اثر نمره پیش‌آزمون بر نمره پس‌آزمون کیفیت تدریس نیز معنادار بود ($F(1,57) = 25.12, p < .001, \eta p^2 = .306$)، که نشان می‌دهد سطح اولیه کیفیت تدریس بخشی از تغییرات نمرات پس‌آزمون را تبیین می‌کند. با توجه به میانگین بالاتر گروه آزمایش در پس‌آزمون، نتایج بیانگر آن است که شرکت در برنامه شش‌هفته‌ای ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب TPACK موجب بهبود معنادار کیفیت تدریس معلمان تربیت‌بدنی در مقایسه با روش‌های معمول تدریس شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی (TPACK) توانست به‌طور معناداری کیفیت تدریس معلمان تربیت‌بدنی را بهبود دهد. در حالی که میانگین کیفیت تدریس در گروه آزمایش از ۶۸,۴۳ در پیش‌آزمون به ۸۴,۲۷ در پس‌آزمون افزایش یافت، این تغییر در گروه کنترل از ۶۹,۱۰ به ۷۱,۶۳ محدود بود. همچنین، پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، تفاوت میان دو گروه از نظر کیفیت تدریس معنادار بود و مقدار مجذور اتای جزئی برابر با ۰,۵۰۶ نشان داد که مداخله از اندازه اثر بزرگی برخوردار بوده است. به بیان دیگر، بخش قابل‌توجهی از تغییرات مشاهده‌شده در کیفیت تدریس را می‌توان با مشارکت در برنامه آموزشی مبتنی بر TPACK و استفاده هدفمند از رسانه‌های دیجیتال تعاملی مرتبط دانست. افزون بر این، نمرات دانش TPACK نیز در گروه آزمایش افزایش قابل‌توجهی نشان داد که بیانگر آن است که برنامه مداخله نه‌تنها عملکرد تدریس، بلکه توانایی معلمان برای تلفیق مؤثر دانش فناوری، دانش تربیتی و دانش محتوایی را نیز تقویت کرده است.

این یافته را می‌توان در چارچوب نظری اصلی TPACK تبیین کرد. بر اساس دیدگاه میشرا و کوهلر، ادغام اثربخش فناوری زمانی رخ می‌دهد که معلم از سه حوزه دانش فناوری، دانش تربیتی و دانش محتوایی به‌صورت هم‌زمان و درهم‌تنیده استفاده کند و بتواند میان آن‌ها تناسب برقرار سازد (Mishra & Koehler, 2006). بنابراین، آنچه در مداخله حاضر موجب بهبود کیفیت تدریس شد احتمالاً صرفاً یادگیری ابزارهای دیجیتال نبود، بلکه آموزش معلمان برای تصمیم‌گیری درباره زمان، هدف و نحوه استفاده از فناوری در ارتباط مستقیم با محتوای تربیت‌بدنی و راهبردهای تدریس بود. این نکته اهمیت زیادی دارد، زیرا استفاده از فناوری بدون پیوند با منطق آموزشی ممکن است صرفاً به افزایش تنوع ظاهری کلاس منجر شود، در حالی که چارچوب TPACK فناوری را به بخشی از طراحی تدریس تبدیل می‌کند.

نتایج مطالعه حاضر با دیدگاه به‌روزشده درباره TPACK نیز همسو است. مدل جدید TPACK بر این نکته تأکید می‌کند که دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی در خلأ شکل نمی‌گیرد، بلکه تحت تأثیر زمینه آموزشی، ویژگی‌های فراگیران، امکانات موجود و شرایط محیط تدریس قرار دارد (Petko et al., 2025). در مطالعه حاضر، برنامه آموزشی به‌طور مشخص برای محیط تربیت‌بدنی طراحی شد و رسانه‌های دیجیتال در ارتباط با فعالیت حرکتی، بازخورد مهارتی، مدیریت کلاس و مشارکت دانش‌آموزان به کار گرفته شدند. بنابراین، می‌توان استدلال کرد که یکی از دلایل اثرگذاری مداخله، زمینه‌مند بودن آن و تطبیق فناوری با نیازهای واقعی تدریس تربیت‌بدنی بوده است.

یافته‌های این پژوهش همچنین با مطالعاتی که بر ظرفیت TPACK در بهبود ادغام فناوری در تربیت‌بدنی تأکید کرده‌اند، هم‌راستا است. در چارچوب نظری ارائه‌شده برای تربیت‌بدنی، استفاده از فناوری زمانی مؤثر تلقی می‌شود که با اهداف مهارتی، راهبردهای آموزشی و ویژگی‌های محتوای ورزشی هماهنگ باشد (Cendra et al., 2024). در مطالعه حاضر نیز معلمان گروه آزمایش آموختند که از ویدئو، تحلیل حرکت، بازخورد دیجیتال، محتوای چندرسانه‌ای و ابزارهای پایش عملکرد نه به‌صورت منفرد، بلکه در خدمت اهداف یادگیری استفاده کنند. این شیوه احتمالاً موجب شده است که فناوری به افزایش وضوح آموزش، دقت بازخورد، مشارکت دانش‌آموزان و تنظیم بهتر فعالیت‌های یادگیری کمک کند.

نتایج مرور نظام‌مند پژوهش‌های مربوط به فناوری دیجیتال در تربیت‌بدنی نیز نشان داده است که ابزارهای دیجیتال می‌توانند به بهبود بازخورد، خودارزیابی، مشارکت دانش‌آموزان و یادگیری مهارت‌های حرکتی کمک کنند، مشروط بر آنکه استفاده از آن‌ها به‌صورت هدفمند و تربیتی طراحی شده باشد (Jastrow et al., 2022). یافته پژوهش حاضر این شواهد را تقویت می‌کند، زیرا نشان می‌دهد که استفاده سازمان‌یافته از رسانه‌های تعاملی در چارچوب TPACK می‌تواند از سطح قابلیت بالقوه فناوری فراتر رود و به تغییر قابل‌سنجش در کیفیت تدریس منجر شود. در واقع، فناوری در این مطالعه به‌عنوان یک ابزار حمایت‌کننده از فرایند مشاهده، بازخورد، اصلاح حرکت و مشارکت فعال به کار گرفته شد.

از سوی دیگر، نتایج با دیدگاه‌هایی که بر ضرورت بازطراحی برنامه‌های آموزش معلم تربیت‌بدنی تأکید دارند نیز هم‌خوانی دارد. پژوهش‌ها در این حوزه نشان داده‌اند که آموزش فناوری در تربیت‌بدنی باید فراتر از آشنایی با ابزارها باشد و بر نحوه ادغام فناوری با طراحی آموزشی تمرکز کند (Krause et al., 2020). در مطالعه حاضر نیز برنامه مداخله شامل طراحی طرح درس، اجرای واقعی، دریافت بازخورد و اصلاح فعالیت‌ها بود. این ساختار احتمالاً به معلمان کمک کرد تا دانش نظری را به تصمیم‌های عملی در کلاس تبدیل کنند و فناوری را متناسب با نیازهای تدریس به کار گیرند. چنین فرایندی می‌تواند یکی از توضیحات اصلی افزایش قابل‌توجه کیفیت تدریس در گروه آزمایش باشد.

افزایش دانش TPACK در گروه آزمایش نیز با شواهد مربوط به توسعه حرفه‌ای معلمان سازگار است. مطالعات انجام‌شده درباره معلمان و دانشجومعلمان تربیت‌بدنی نشان داده‌اند که آموزش هدفمند TPACK می‌تواند درک آنان را از رابطه میان فناوری، محتوا و روش تدریس تقویت کند (Lee et al., 2020). این نتیجه از آن جهت اهمیت دارد که در بسیاری از موارد، معلمان ممکن است با ابزارهای دیجیتال آشنا باشند، اما در تشخیص اینکه کدام فناوری برای یک هدف آموزشی خاص مناسب‌تر است، با چالش مواجه شوند. برنامه حاضر با تمرکز بر همین ارتباط میان فناوری، هدف آموزشی و محتوای تربیت‌بدنی توانسته است این شکاف را تا حدی کاهش دهد.

نتایج مطالعه حاضر همچنین با یافته‌های مربوط به خودکارآمدی فناوری و TPACK هم‌سو است. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که دانش TPACK با خودکارآمدی ادغام فناوری و انتظار از پیامدهای آموزشی آن رابطه مثبت دارد (Semiz & Ince, 2012). می‌توان فرض کرد که مشارکت در مداخله شش‌هفته‌ای و تجربه موفق استفاده از رسانه‌های دیجیتال، اعتماد حرفه‌ای معلمان را نیز افزایش داده است. هنگامی که معلم در عمل مشاهده می‌کند که ابزار دیجیتال می‌تواند در تحلیل حرکت، ارائه بازخورد یا مدیریت یادگیری مؤثر باشد، احتمال استفاده مستمر و هدفمند از آن افزایش می‌یابد. این فرایند می‌تواند به بهبود تدریجی کیفیت تدریس منجر شود.

تحلیل توانایی TPACK معلمان تربیت‌بدنی در پژوهش‌های جدید نیز نشان داده است که برخورداری از دانش فناوری به‌تنهایی تضمین‌کننده ادغام موفق آن در آموزش نیست و بسیاری از معلمان در حوزه تلفیق هم‌زمان دانش فناوری، تربیتی و محتوایی نیازمند توسعه بیشتر هستند (Nurhayati et al., 2025). یافته‌های پژوهش حاضر نیز به‌طور غیرمستقیم این مسئله را تأیید می‌کند. افزایش محسوس کیفیت تدریس پس از آموزش ساختاریافته نشان می‌دهد که مداخله‌ای که به‌صورت هدفمند مهارت تلفیق این سه حوزه را تقویت کند، می‌تواند فراتر از آموزش فنی ساده عمل کرده و رفتار واقعی تدریس را تغییر دهد.

یکی از ویژگی‌های مهم مداخله حاضر، تأکید بر مشارکت فعال معلمان در طراحی و اجرای فعالیت‌ها بود. این ویژگی با یافته‌های پژوهش‌هایی هم‌خوانی دارد که نشان داده‌اند مشارکت فعال در دوره‌های آموزش فناوری نقش مهمی در توسعه TPACK ایفا می‌کند (Smiling & Hollebrands, 2025). در این مطالعه، معلمان صرفاً دریافت‌کننده محتوا نبودند، بلکه طرح درس تهیه کردند، فعالیت‌های فناورانه را در کلاس اجرا کردند، تجربه خود را بازبینی کردند و بازخورد دریافت نمودند. چنین فرایندی احتمالاً سبب شده است که یادگیری از حالت منفعل خارج شود و دانش جدید مستقیماً در رفتار تدریس تثبیت گردد.

این نتایج همچنین با یافته‌های مرورهای مربوط به Lesson Study و توسعه TPACK هماهنگ است. شواهد نشان داده است که طراحی مشترک درس، اجرا، مشاهده و اصلاح می‌تواند زمینه مناسبی برای رشد دانش فناورانه، تربیتی و محتوایی فراهم کند (Jiménez Sierra et al., 2023). هرچند مطالعه حاضر به‌طور کامل از مدل Lesson Study استفاده نکرد، اما ساختار مداخله شامل چرخه‌هایی از طراحی، اجرا، دریافت بازخورد و بازنگری بود. این شباهت نشان می‌دهد که ماهیت چرخه‌ای و بازتابی برنامه می‌تواند عامل مهمی در بهبود کیفیت تدریس باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر را می‌توان در پرتو پژوهش‌های جدید مربوط به AI-TPACK نیز تفسیر کرد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که دانش فناورانه در محیط‌های آموزشی مدرن increasingly در تعامل با سایر حوزه‌های دانش عمل می‌کند و شایستگی در استفاده از فناوری‌های پیشرفته مستلزم ادغام آن با دانش تربیتی و محتوایی است (Ning et al., 2024). اگرچه مداخله حاضر به‌طور خاص بر هوش مصنوعی

متمرکز نبود، منطق زیربنایی آن با این یافته هم‌خوان است؛ یعنی فناوری زمانی ارزش آموزشی پیدا می‌کند که به‌صورت هدفمند و در ارتباط با اهداف تدریس به کار گرفته شود.

همچنین، پژوهش‌های انجام‌شده درباره AI-TPACK نشان داده‌اند که نگرش مثبت نسبت به فناوری و خودکارآمدی حرفه‌ای می‌توانند در توسعه شایستگی‌های تلفیقی معلمان نقش داشته باشند (Xu et al., 2025). از این منظر، تجربه موفق استفاده از رسانه‌های تعاملی در مطالعه حاضر ممکن است علاوه بر افزایش دانش، نگرش معلمان را نسبت به فناوری نیز مثبت‌تر کرده باشد. اگر معلمان فناوری را نه به‌عنوان عاملی پیچیده یا مزاحم، بلکه به‌عنوان ابزاری برای تسهیل تدریس درک کنند، احتمال استفاده پایدار از آن در محیط واقعی مدرسه افزایش می‌یابد.

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌هایی که TPACK را به‌عنوان سازوکاری میانجی میان شایستگی فناوری و عملکرد تدریس معرفی کرده‌اند نیز همسو است. در پژوهش‌های انجام‌شده در آموزش عالی مشخص شده است که TPACK می‌تواند رابطه میان شایستگی فناوری و عملکرد تدریس را توضیح دهد (Tan et al., 2025). بر این اساس، می‌توان گفت که افزایش کیفیت تدریس در مطالعه حاضر احتمالاً تنها نتیجه کسب مهارت‌های فناورانه نبود، بلکه از طریق ارتقای توانایی معلمان در تلفیق این مهارت‌ها با روش‌های آموزشی و محتوای تربیت‌بدنی حاصل شد.

مطالعات انجام‌شده در سایر حوزه‌های حرفه‌ای نیز بر اهمیت سنجش یکپارچه شایستگی‌های TPACK در محیط‌های فناورانه تأکید کرده‌اند (Varghese & Devasia, 2025). این همگرایی شواهد نشان می‌دهد که چارچوب TPACK محدود به یک رشته خاص نیست و می‌تواند برای تبیین چگونگی ادغام فناوری در محیط‌های آموزشی گوناگون به کار رود. با این حال، در تربیت‌بدنی این چارچوب ویژگی خاصی پیدا می‌کند، زیرا فناوری باید در کنار فعالیت جسمانی، تعامل اجتماعی و یادگیری حرکتی قرار گیرد و نباید جایگزین تجربه بدنی شود.

یافته‌های مطالعه حاضر همچنین با شواهد جدید مربوط به نقش سواد فناوری و AI-TPACK در بهبود عملکرد آموزشی هم‌راستا است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که رابطه میان سواد فناوری و تدریس مؤثر می‌تواند از طریق توسعه TPACK و افزایش خودکارآمدی تدریس تقویت شود (Zou et al., 2026). این نتیجه نشان می‌دهد که برنامه‌های توسعه حرفه‌ای زمانی بیشترین اثر را دارند که هم‌زمان بر دانش، مهارت، اعتماد حرفه‌ای و کاربرد واقعی تمرکز کنند. ساختار مداخله حاضر نیز چنین ویژگی‌ای داشت و می‌تواند دلیل دیگری برای اندازه اثر نسبتاً بزرگ مشاهده‌شده باشد.

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ادغام رسانه‌های دیجیتال تعاملی در چارچوب TPACK می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مؤثر برای ارتقای کیفیت تدریس تربیت‌بدنی در نظر گرفته شود. این یافته با مجموعه‌ای از مطالعات نظری و تجربی همسو است که بر اهمیت ادغام هدفمند فناوری، توسعه حرفه‌ای معلمان و توجه هم‌زمان به دانش فناوری، تربیتی و محتوایی تأکید دارند (Cendra et al., 2024; Jastrow et al., 2022; Krause et al., 2020; Mishra & Koehler, 2006; Petko et al., 2025). به نظر می‌رسد که اثربخشی مداخله حاضر از آنجا ناشی شده است که فناوری نه به‌عنوان یک جزء مستقل، بلکه به‌صورت بخشی از طراحی آموزشی، ارائه بازخورد، مدیریت یادگیری و تعامل با محتوای تربیت‌بدنی به کار گرفته شده است.

این پژوهش با چند محدودیت همراه بود که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست، حجم نمونه شامل ۶۰ معلم تربیت‌بدنی بود که اگرچه برای تحلیل شبه‌آزمایشی مناسب بود، اما ممکن است توان تعمیم نتایج به تمامی معلمان تربیت‌بدنی در مناطق و نظام‌های آموزشی مختلف را محدود کند. دوم، مدت مداخله شش هفته بود و بنابراین مشخص نیست که اثرات مشاهده‌شده تا چه اندازه در بلندمدت پایدار باقی می‌مانند. سوم، بخشی از ارزیابی‌ها بر ابزارهای خودگزارشی مبتنی بود و احتمال سوگیری پاسخ‌دهی یا تمایل شرکت‌کنندگان به ارائه تصویر مطلوب‌تر از عملکرد خود وجود دارد. چهارم، تفاوت در دسترسی مدارس به اینترنت، تجهیزات دیجیتال و زیرساخت‌های فناوری می‌تواند بر

میزان استفاده عملی از رسانه‌های تعاملی تأثیر گذاشته باشد. همچنین، تفاوت‌های فردی معلمان در تجربه قبلی کار با فناوری، انگیزش، نگرش به نوآوری و مهارت‌های دیجیتال ممکن است بر پاسخ آنان به مداخله اثر گذاشته باشد.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده این مداخله را با نمونه‌های بزرگ‌تر و در مناطق جغرافیایی و سطوح تحصیلی مختلف تکرار کنند تا قابلیت تعمیم یافته‌ها افزایش یابد. انجام مطالعات طولی با دوره‌های پیگیری سه‌ماهه، شش‌ماهه یا یک‌ساله می‌تواند پایداری اثر مداخله بر کیفیت تدریس را بررسی کند. همچنین، استفاده از طرح‌های آزمایشی تصادفی، در صورت امکان، می‌تواند کنترل بیشتری بر متغیرهای مداخله‌گر فراهم سازد. در مطالعات آینده بهتر است علاوه بر سنجش کیفیت تدریس، پیامدهای دانش‌آموزان مانند یادگیری مهارت‌های حرکتی، انگیزش، مشارکت در فعالیت بدنی، خودکارآمدی و رضایت از درس تربیت‌بدنی نیز بررسی شود. همچنین، مطالعه نقش متغیرهای میانجی مانند خودکارآمدی فناوری، نگرش نسبت به رسانه‌های دیجیتال، سواد دیجیتال و انگیزش حرفه‌ای می‌تواند درک دقیق‌تری از سازوکارهای اثرگذاری TPACK فراهم آورد.

بر اساس نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های توسعه حرفه‌ای معلمان تربیت‌بدنی به‌جای تمرکز صرف بر آموزش ابزارهای فناوری، بر نحوه ادغام فناوری با اهداف محتوایی و روش‌های تدریس تمرکز کنند. طراحی دوره‌های ضمن خدمت مبتنی بر TPACK، همراه با تمرین عملی، طراحی طرح درس، اجرای واقعی و دریافت بازخورد می‌تواند اثربخشی آموزش را افزایش دهد. مدارس نیز باید زیرساخت‌های لازم برای استفاده ایمن و هدفمند از رسانه‌های دیجیتال، از جمله دسترسی مناسب به اینترنت، تجهیزات نمایش و ابزارهای ساده ثبت و تحلیل حرکت را فراهم کنند. همچنین توصیه می‌شود مدیران و برنامه‌ریزان آموزشی فرصت‌هایی برای تبادل تجربه میان معلمان ایجاد کنند تا نمونه‌های موفق تدریس مبتنی بر فناوری به اشتراک گذاشته شود. در نهایت، استفاده از رسانه‌های دیجیتال در تربیت‌بدنی باید همواره در خدمت افزایش مشارکت، کیفیت بازخورد، یادگیری مهارت و تجربه فعال دانش‌آموزان باشد و از جایگزین شدن فناوری به‌جای فعالیت جسمانی جلوگیری شود.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

Extended Abstract

Introduction

The rapid expansion of digital technologies has substantially reshaped contemporary educational environments and altered the competencies expected of teachers. Effective teaching in technology-rich settings no longer depends solely on subject-matter expertise or general pedagogical knowledge; rather, it increasingly requires teachers to integrate technological knowledge with pedagogical and content knowledge in a coherent and context-sensitive manner. The Technological Pedagogical Content Knowledge framework, commonly referred to as TPACK, was developed to conceptualize this integration and to explain how teachers can combine knowledge of technology, pedagogy, and subject matter in ways that enhance instructional effectiveness (Mishra & Koehler, 2006). From this perspective, technology is not treated as an independent instructional component, but as an element whose educational value depends on how appropriately it is aligned with content, teaching strategies, learner characteristics, and instructional goals.

The relevance of the TPACK framework has become increasingly evident as digital media have moved from supplementary instructional resources to central components of teaching and learning. More recent conceptual developments have emphasized that TPACK should be interpreted in relation to the specific context in which teaching occurs. The effectiveness of technology integration is influenced by institutional conditions, available

infrastructure, learner characteristics, disciplinary requirements, and teachers' professional experiences (Petko et al., 2025). This contextual emphasis is especially important in physical education because the instructional environment differs markedly from conventional classroom settings. Physical education is characterized by movement, bodily engagement, practical skill acquisition, immediate feedback, active participation, and dynamic teacher–student interaction. Consequently, the use of digital technology in physical education requires careful pedagogical adaptation.

Within physical education, interactive digital media can provide several instructional advantages. Video-based feedback, motion analysis applications, digital performance monitoring, interactive multimedia, mobile applications, and online learning resources can support demonstrations, corrective feedback, self-evaluation, student engagement, and individualized learning. However, the effectiveness of these technologies depends on whether they are pedagogically integrated into the teaching process. The TPACK framework has therefore been proposed as an appropriate theoretical foundation for integrating educational technology into physical education because it helps teachers determine how technological tools can be aligned with specific movement skills, instructional strategies, and learning objectives (Cendra et al., 2024). Rather than encouraging technology use for its own sake, this framework emphasizes purposeful integration.

Systematic research on digital technology in physical education has demonstrated a growing range of applications, including video technologies, mobile devices, digital assessment tools, activity trackers, virtual environments, and interactive applications (Jastrow et al., 2022). Nevertheless, the available evidence also suggests that technology does not automatically improve instructional quality. Its impact depends on the teacher's ability to select appropriate tools, integrate them into lesson design, provide meaningful feedback, and ensure that digital media support rather than replace physical activity. This distinction between technology use and meaningful technology integration is central to the current study.

Teacher preparation and professional development are therefore critical for improving the quality of technology-enhanced physical education. Previous research has argued that physical education teacher education programs should move beyond basic technological literacy and provide teachers with opportunities to design, implement, evaluate, and refine technology-integrated lessons (Krause et al., 2020). Such experiences can help teachers understand how digital tools can support instructional planning, skill demonstration, assessment, feedback, and student engagement. Research involving pre-service physical education teachers has similarly shown that stronger TPACK is associated with greater technology integration self-efficacy and more positive expectations regarding the instructional outcomes of technology use (Semiz & Ince, 2012).

The development of TPACK also appears to depend on active professional learning rather than passive exposure to technological information. Studies of teacher learning have indicated that participation in collaborative lesson design, instructional experimentation, reflection, and revision can facilitate the development of integrated technological, pedagogical, and content knowledge (Jiménez Sierra et al., 2023). Likewise, research on active participation in technology-oriented professional learning environments has suggested that engagement in practical design and implementation activities can improve TPACK more effectively than passive participation (Smiling & Hollebrands, 2025). These findings support intervention models in which teachers are required not only to learn about technology, but also to apply it in authentic instructional contexts.

Recent research has also highlighted variation in the TPACK abilities of physical education teachers. Although many teachers possess basic technological knowledge, they may experience difficulty integrating technology with pedagogical strategies and subject-specific content in a coordinated manner (Nurhayati et al., 2025). This gap is particularly important in physical education, where teachers must manage movement, space, safety,

student participation, and instructional feedback simultaneously. Therefore, technology integration must remain closely connected to the practical realities of physical education teaching.

Developments in artificial intelligence have further expanded the conceptual scope of TPACK. Emerging AI-TPACK research suggests that technological knowledge increasingly involves understanding the pedagogical implications of advanced digital tools and their relationship with content-specific instruction (Ning et al., 2024). Research has also shown that teachers' attitudes toward artificial intelligence and their self-efficacy may influence the development of integrated technological knowledge (Xu et al., 2025). In addition, TPACK has been found to mediate the relationship between technological competence and teaching performance, indicating that technology-related skills are more likely to improve instruction when they are integrated with pedagogical and content knowledge (Tan et al., 2025). Similar findings across different educational contexts reinforce the view that TPACK represents a multidimensional professional competence rather than a simple measure of technology proficiency (Varghese & Devasia, 2025).

Recent evidence has also emphasized that technological literacy can influence teaching through indirect mechanisms involving TPACK and teaching self-efficacy (Zou et al., 2026). These findings are consistent with the assumption that professional development should simultaneously strengthen knowledge, practical competence, confidence, and instructional decision-making. Although such evidence is accumulating across educational domains, experimental and quasi-experimental research examining whether structured TPACK-based interventions can improve actual teaching quality in physical education remains relatively limited. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of integrating interactive digital media within the TPACK framework on improving the teaching quality of secondary-school physical education teachers.

1 Methods and Materials

This study employed a quasi-experimental pretest–posttest design with an experimental group and a control group. The study sample consisted of 60 physical education teachers working in public secondary schools. Participants were equally allocated to the experimental and control groups, with 30 teachers in each group. Eligibility criteria included active employment as a physical education teacher, at least two years of teaching experience, regular involvement in physical education instruction during the study period, access to digital devices and internet services, and willingness to participate in the intervention and complete the study assessments. Teachers who missed more than two intervention sessions, withdrew from the study, or provided incomplete pretest or posttest data were excluded.

Teaching quality was assessed using a multidimensional instrument covering instructional planning, clarity of content presentation, appropriateness of teaching strategies, classroom and time management, student participation, corrective and motivational feedback, responsiveness to individual differences, instructional assessment, and purposeful use of digital technology. A structured observational checklist was also used to complement self-report data and assess actual instructional behaviors during physical education lessons. TPACK was assessed across the domains of technological knowledge, pedagogical knowledge, content knowledge, technological pedagogical knowledge, technological content knowledge, pedagogical content knowledge, and integrated technological pedagogical content knowledge.

The experimental group participated in a six-week TPACK-based professional development program consisting of two 90-minute sessions per week. The intervention focused on integrating interactive digital media with physical education content and instructional strategies. Teachers were trained to use instructional videos, digital feedback, motion-analysis applications, interactive multimedia, digital quizzes, performance-monitoring tools, QR-based learning stations, and simple digital content-production tools. Participants designed technology-integrated lesson plans, implemented selected activities in their actual classes, reviewed implementation experiences, and received professional feedback. The control group continued with conventional teaching practices and did not receive structured TPACK training during the study period.

Data were analyzed using SPSS version 27. Descriptive statistics included means, standard deviations, frequencies, and percentages. The assumptions of normality, homogeneity of variance, absence of extreme outliers, linearity, and homogeneity of regression slopes were examined before inferential analysis. Analysis of covariance was used to compare posttest teaching quality between the two groups while controlling for baseline teaching-quality scores. Partial eta squared was calculated as an effect-size indicator, and statistical significance was set at 0.05.

2 Findings

The participants had a mean age of 37.62 years with a standard deviation of 6.48 years. Of the 60 teachers, 34 were male and 26 were female. The experimental and control groups were comparable in age, gender distribution, teaching experience, educational level, and previous experience with digital technologies, and no statistically significant baseline demographic differences were observed.

Descriptive analysis indicated a substantial improvement in teaching quality among teachers who participated in the TPACK-based intervention. In the experimental group, the mean teaching-quality score increased from 68.43 at pretest to 84.27 at posttest. In contrast, the mean score in the control group increased only from 69.10 to 71.63. Thus, the experimental group demonstrated a mean improvement of 15.84 points, whereas the control group showed an improvement of only 2.53 points.

A similar pattern was observed for TPACK scores. The experimental group increased from a mean of 72.17 at pretest to 88.53 at posttest, while the control group increased from 72.83 to 74.40. These results suggested that the intervention improved both teachers' integrated technological–pedagogical–content knowledge and their overall teaching quality.

The statistical assumptions required for analysis of covariance were satisfied. The distributions of teaching-quality scores did not significantly deviate from normality, and skewness and kurtosis values were within acceptable ranges. No severe outliers were identified. Levene's test confirmed homogeneity of error variances, $F = 1.27$, $p = 0.264$. The interaction between group membership and pretest scores was also non-significant, $F = 1.09$, $p = 0.301$, supporting the assumption of homogeneity of regression slopes.

The analysis of covariance revealed a statistically significant difference between the experimental and control groups in posttest teaching quality after controlling for pretest scores, $F(1,57) = 58.38$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.506$. This effect size indicated that approximately 50.6% of the variance in adjusted posttest teaching-quality scores was associated with group membership and participation in the intervention. The pretest covariate also had a statistically significant effect on posttest teaching quality, $F(1,57) = 25.12$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.306$. Overall, the findings demonstrated that participation in the six-week TPACK-based interactive digital-media program was associated with a substantial and statistically significant improvement in physical education teaching quality.

3 Discussion and Conclusion

The findings demonstrated that a structured TPACK-based intervention incorporating interactive digital media can significantly improve the teaching quality of physical education teachers. The large increase in posttest teaching-quality scores in the experimental group, combined with the substantial effect size, suggests that the intervention produced more than a minor improvement in technological familiarity. Instead, it appears to have influenced teachers' broader instructional practices.

One possible explanation is that the intervention required teachers to connect technological tools directly with pedagogical purposes and physical education content. Rather than learning isolated digital skills, participants were trained to decide when, why, and how to use a particular tool in relation to specific instructional objectives. This may have improved lesson organization, instructional clarity, feedback quality, student participation, and the ability to monitor performance.

The use of interactive digital media may also have enhanced teachers' capacity to provide immediate and concrete feedback. Video replay, movement analysis, and digital performance-monitoring tools can make student performance more visible and allow teachers to provide more precise corrective information. Such tools may also support student self-evaluation and peer feedback, thereby increasing engagement and responsibility for learning.

Another important feature of the intervention was its practical and reflective nature. Teachers did not merely receive information about TPACK; they designed lessons, implemented technology-enhanced activities, reflected on their experiences, and received feedback. This process may have facilitated the transfer of knowledge into classroom practice and helped teachers develop greater confidence in selecting and using digital media.

The increase in TPACK scores further supports this interpretation. The intervention appears to have strengthened teachers' ability to integrate technological, pedagogical, and content knowledge rather than improving technological knowledge alone. This distinction is important because effective digital teaching depends on the alignment of technology with instructional objectives, subject matter, learner needs, and classroom conditions.

The results also suggest that interactive digital media can be used effectively in physical education without undermining the central role of physical activity. When appropriately integrated, digital tools can support movement learning, feedback, assessment, differentiation, and participation while remaining secondary to the practical and embodied nature of physical education.

In conclusion, the study provides evidence that integrating interactive digital media within a TPACK-based professional development framework can significantly improve the teaching quality of secondary-school physical education teachers. The intervention produced substantial gains in both teaching quality and integrated TPACK knowledge, indicating that technology-focused professional development is most effective when technological skills are taught in direct connection with pedagogy and subject-specific content. These findings support the inclusion of structured TPACK-based training in professional development programs for physical education teachers and highlight the potential of interactive digital media as a tool for improving instructional effectiveness when used purposefully, contextually, and pedagogically.

References

Cendra, R., Gazali, N., & Mubarok, Z. (2024). Integration of Learning Technology in Physical Education: A Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Theoretical Framework. *Jendela Olahraga*, *9*(2), 20-31. https://doi.org/10.26877/jo.v9i2.18939

Jastrow, F., Greve, S., Thumel, M., Diekhoff, H., & Süßenbach, J. (2022). Digital Technology in Physical Education: A Systematic Review of Research from 2009 to 2020. *German Journal of Exercise and Sport Research*, *52*, 504-528. https://doi.org/10.1007/s12662-022-00848-5

Jiménez Sierra, Á. A., Ortega Iglesias, J. M., Cabero-Almenara, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2023). Development of the Teacher's Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) from the Lesson Study: A Systematic Review. *Frontiers in Education*, *8*, 1078913. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1078913

Krause, J. M., O'Neil, K., & Jones, E. (2020). Technology in Physical Education Teacher Education: A Call to Action. *Quest*, *72*(3), 241-259. https://doi.org/10.1080/00336297.2020.1735986

Lee, H. Y., Chang, C. W., & Liang, J. C. (2020). *Research on TPACK and Teacher Professional Development of Secondary Physical Education Pre-Service Teachers* Proceedings of the 28th International Conference on Computers in Education (ICCE 2020),

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, *108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Ning, Y., Zhang, C., Xu, B., Zhou, Y., & Wijaya, T. T. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the Relationship Between Knowledge Elements. *Sustainability*, *16*(3), 978. https://doi.org/10.3390/su16030978

Nurhayati, F., Tuasikal, A. R. S., Nurhasan, N., Muhammad, H. N., Kartiko, D. C., Agyanur, S., & Pranoto, A. (2025). Analysis of TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Ability Physical Education Teachers. *Retos*, *66*, 976-985.

Petko, D., Mishra, P., & Koehler, M. (2025). TPACK in context: An updated model. *Computers and Education Open*, *8*, 100244. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100244

Semiz, K., & Ince, M. L. (2012). Pre-Service Physical Education Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge, Technology Integration Self-Efficacy and Instructional Technology Outcome Expectations. *Australasian Journal of Educational Technology*, *28*(7), 1248-1265. https://doi.org/10.14742/ajet.800

Smiling, J., & Hollebrands, K. (2025). Examining the effect of active participation on the TPACK knowledge of mathematics educators in a teaching mathematics with technology MOOC. *International Journal of Educational Research Open*, *9*, 100469. https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100469

Tan, X., Cheng, G., & Ling, M. H. (2025). Investigating the Mediating Role of TPACK on Teachers' AI Competency and Their Teaching Performance in Higher Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100461. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100461

Varghese, R. M., & Devasia, E. (2025). Exploring Management Educators' Competencies: A TPACK-based Assessment in an AI-driven Environment. *Management and Labour Studies*, *51*(3_suppl). https://doi.org/10.1177/0258042x251382669

Xu, G., Yu, A., Gao, A., & Trainin, G. (2025). Developing an AI-TPACK framework: Exploring the mediating role of AI attitudes in pre-service TCSL teachers' self-efficacy and AI-TPACK. *Education and Information Technologies*, 1-25. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13630-5

Zou, J., Li, N., Wang, X., & Du, J. (2026). From AI Literacy to AI-integrated Inquiry-Based Science Teaching: The Serial Mediating Roles of AI-TPACK and Science Teaching Self-Efficacy Among Chinese Pre-Service Science Teachers. *Frontiers in psychology*, *17*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1911909