

توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK) دانشجو معلمان در آموزش زیست‌شناسی

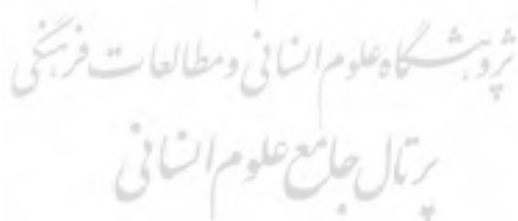
ژیلا حیدری نقدعلی^۱، حسین افلاکی فرد^۲

دریافت: ۱۴۰۲/۸/۳۰ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹

چکیده

هدف از پژوهش پیش رو ارائه راهکارهای توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK) دانشجو معلمان در آموزش زیست‌شناسی بود. روش این پژوهش از نوع توصیفی = تحلیلی بود و با استفاده از اسناد و منابع کتابخانه‌ای به تبیین مفاهیم و راهکارهای توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK) دانشجو معلمان در آموزش زیست‌شناسی پرداخته شد. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش فیش برداری از اسناد و مدارک و متون و منابع تخصصی کتابخانه‌ای و اینترنتی موجود در زمینه بود. برای جستجو و گردآوری اطلاعات از پایگاه‌های اطلاعاتی به منظور جامعیت بخشیدن به پژوهش حاضر، هیچگونه محدودیت زمانی اعمال نشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به شیوه‌ی توصیفی و با تأمل بر رویکردها و گونه‌های مختلف مطالعات صورت گرفته و دسته‌بندی آنها انجام گرفته است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که ارتقاء TPACK در معلمان زیست‌شناسی فرآیندی پیوسته است که نیازمند ترکیبی از توسعه حرفه‌ای، همکاری و شبکه‌سازی، دسترسی به منابع، ابزارهای قابل دسترس، پذیرش نوآوری و پشتیبانی مداوم است. با بهبود این حوزه‌ها، معلمان می‌توانند در آماده‌سازی دانش‌آموزان برای مواجهه با چالش‌ها و فرصت‌های منطبق با پیشرفت سریع تکنولوژی اثربخش عمل کنند. سرمایه‌گذاری در توسعه TPACK در معلمان زیست‌شناسی برای تربیت نسلی از افراد علمی آگاه که توانایی دنبال کردن و مشارکت در جهانی تحت تأثیر فناوری را دارند، ضروری است.

واژگان کلیدی: دانش محتوایی تربیتی فناورانه، زیست‌شناسی، دانشجو معلم، فناوری.



۱. گروه آموزشی علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران، نویسنده مسئول، zh.heidari@cfu.ac.ir

۲. گروه آموزشی علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران.

مقدمه

زیست‌شناسی به عنوان بخشی از علم دارای عناصر بسیاری از جمله ابزار و محصولات، عنصر انسانی علم و دانش و حدود آن است (مکامس^۱، ۲۰۱۵). این عناصر نشان می‌دهند که زیست‌شناسی فقط دانش نیست، بلکه پیچیده‌تر از آن است. (رایس، میلر و آزرین^۲، ۱۹۹۹). زیست‌شناسان انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و باکتری‌ها را مطالعه می‌کنند تا درک بهتری از نحوه عملکرد بدن و طبیعت و نحوه تأثیر عوامل خارجی بر هر موجود زنده داشته باشند. مطالعه این موارد می‌تواند بسیار پیچیده و فوق‌العاده متنوع باشد، زیرا میلیون‌ها موجود زنده برای مطالعه و راه برای مطالعه آن‌ها وجود دارد. یادگیری زیست‌شناسی مستلزم برقراری ارتباط یا تعامل کامل با این عناصر است (پامبرگ و همکاران^۳، ۲۰۱۷). در عرصه تعلیم و تربیت، این پیچیدگی زیست‌شناسی بر نحوه تدریس معلمان و نحوه یادگیری دانش‌آموزان نیز تأثیر خواهد گذاشت (تنر و آلن^۴، ۲۰۰۴). برای مثال در مباحث سلولی مولکولی، دانش‌آموزان برای درک کل‌نگر این مباحث در سطوح مختلف ماکروسکوپی، میکروسکوپی و زیرمیکروسکوپی یا مولکولی باید بتوانند به راحتی این سه سطح را تفسیر کنند و رابطه بین آن‌ها را کشف کنند؛ چیزی که می‌تواند برای آن‌ها دشوار و گیج‌کننده باشد (علویان، ۱۴۰۱). در این میان فناوری‌های آموزشی مانند انیمیشن‌ها و شبیه‌سازی‌ها در تجسم این مفاهیم بسیار مفید هستند. معلمان زیست‌شناسی می‌توانند با تلفیق فناوری‌های آموزشی در فرآیند آموزش و یادگیری، تدریس اثربخشی داشته و یادگیری دانش‌آموزان را ارتقاء دهند.

در زمینه آموزش زیست‌شناسی، معلمان اغلب با مشکلات گوناگونی در کاربست مؤثر فناوری در روش‌های آموزشی خود مواجه می‌شوند. استفاده صرف از ابزارهای فناوری بدون داشتن درک قوی از تلفیق آن‌ها در آموزش زیست‌شناسی منجر به تجربه‌های یادگیری ناکارآمد برای دانش‌آموزان می‌شود. معلمان در هنگام تلفیق فناوری در روش‌های آموزشی خود با چالش‌های مختلف روبرو می‌شوند. برای مثال، برخی از معلمان ممکن است به دانش فناوری لازم برای به کارگیری ابزارها و منابع دیجیتالی در درس‌های خود دسترسی نداشته باشند. در موارد دیگر، دشواری‌هایی برای شناسایی رویکردهای تربیتی مناسب که با هدف، محتوا و نیازهای منحصر به فرد دانش‌آموزان همخوانی داشته باشند، به وجود می‌آید. علاوه بر این، برخی از معلمان ممکن است فهم عمیقی از مفاهیم کلیدی و دانش مورد نیاز برای تدریس زیست‌شناسی به طور کامل نداشته باشند. پیامد چنین موقعیت‌هایی انفعال یا سردرگمی و بدفهمی دانش‌آموزان در یادگیری موضوعات درسی خواهد بود. برای مثال، ممکن است دانش‌آموزان با مفاهیم انتزاعی زیست‌شناسی به سختی ارتباط برقرار کنند. در مواجهه با چنین چالش‌هایی، معلمان به چارچوبی قدرتمند و جامع نیاز دارند که آن‌ها را در طراحی درس‌ها به کمک فناوری‌های نوین توانمند ساخته و با اهداف، محتوا و راهبردهای تربیتی آموزش زیست‌شناسی همخوانی داشته باشد. لذا، نیاز اساسی به بررسی و پیاده‌سازی رویکردهای آموزشی است که تلفیق فناوری، دانش محتوای تخصصی و دانش تربیتی (میشرا و کوهلر^۵، ۲۰۰۶) چگونگی انتقال و آموزش محتوا در کلاس‌های زیست‌شناسی را تسهیل کند.

چارچوب دانش محتوایی تربیتی فناورانه ۶ (TPACK) راه حلی جذاب برای این چالش‌ها ارائه می‌دهد. TPACK طبیعت پیچیده‌ای از آموزش و یادگیری را با تلفیق سه حوزه کلیدی؛ یعنی دانش فناوری، دانش تربیتی و دانش محتوا ارائه می‌کند. با در نظر گرفتن تعامل بین این حوزه‌ها، TPACK رویکردی جامع را برای هدایت معلمان در طراحی درس‌ها با استفاده از فناوری ارائه می‌دهد که با اهداف، محتوا و استراتژی‌های آموزشی آموزش زیست‌شناسی هماهنگی دارد.

دیدگاه شولمن (۱۹۸۶) از جمله نقاط عطف در تربیت معلم است که استانداردهای شایستگی معلمان را تغییر داده است. بر اساس این استانداردها، معلمان واجد شرایط باید نه تنها به محتوا و دانش تربیتی تسلط داشته باشند، بلکه باید بر تلاقی این دو نیز تسلط داشته باشند: (دانش محتوایی تربیتی).

^۱ McComas

^۲ Reiss, Millar & Osborne

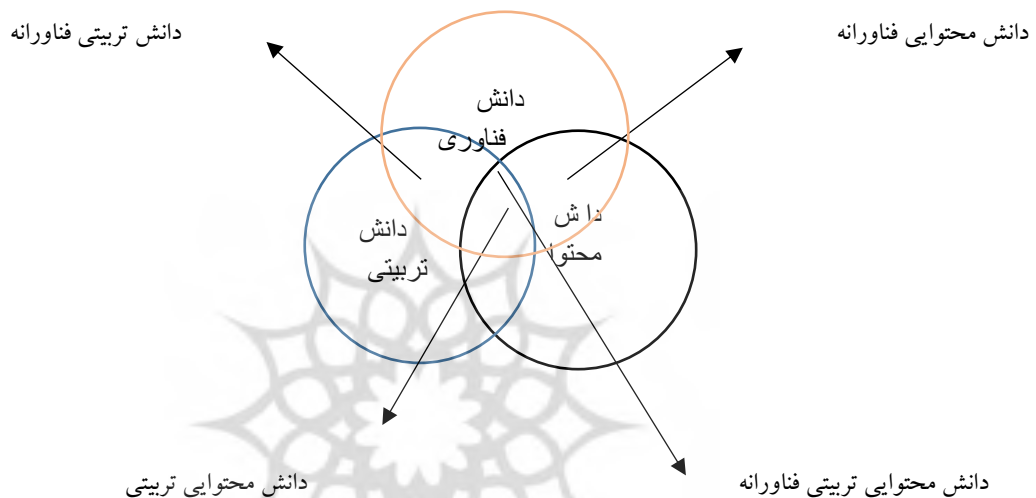
^۳ Palmberg

^۴ Tanner & Allen

^۵ Mishra & Koehler

^۶ Technological Pedagogical Content Knowledge

علاوه بر ایده‌های شولمن (۱۹۸۶)، تغییرات در فناوری باعث شد میشرا و کوهرلر (۲۰۰۶) پیشنهاد کنند که فناوری نیز نمی‌تواند از دانش محتوایی تربیتی (PCK) جدا شود. بنابراین، آنها چارچوب دانش محتوایی تربیتی فناوری (TPACK) را پیشنهاد کردند که شامل دانش فناورانه (TK)، دانش تربیتی (PK) و دانش محتوا (CK) است. علاوه بر این، محل تلاقی این حوزه‌های دانش عبارتند از: دانش محتوایی (موضوعی) تربیتی (PCK)، دانش محتوایی فناوری (TCK) و دانش تربیتی فناوری (TPK). دانش محتوایی تربیتی به راه‌های آموزش محتوای خاص مبتنی بر اصول به دانش آموزان می‌پردازد. دانش محتوایی فناوری به معنای انتخاب و سپس استفاده از فناوری‌ها برای آموزش دانش محتوایی خاص است، در حالی که دانش تربیتی فناوری به استفاده از یک فناوری خاص در زمانی که معلمان در حال تدریس یک موضوع خاص هستند اشاره دارد. در نهایت، تقاطع سه دایره ترکیبی از سه حوزه دانش را تشکیل می‌دهد که به آن دانش محتوایی تربیتی فناورانه گفته می‌شود (میشرا و کوهرلر، ۲۰۰۶) و (تامپسون و میشرا، ۲۰۰۷).



نمودار ۱. اجزای دانش محتوایی تربیتی فناورانه (میشرا و کوهرلر، ۲۰۰۶).

آموزش‌های مبتنی بر فناوری در صورت اجرای درست، یادگیری و درک دانش آموزان را افزایش می‌دهد (کیم و حنّفن، ۲۰۱۱، ۲). با این حال، مطالعات نشان می‌دهد که معلمان به طور پیوسته و کارآمد فناوری را در کلاس‌های درس خود تلفیق نمی‌کنند (کاشنر، ورد و لیانگ، ۲۰۱۵، ۳). برخی از مطالعات نشان داد که معلمان در تلفیق فناوری‌های آموزشی (مانند دستگاه‌های فن آوری یا برنامه‌های نرم‌افزاری) در کلاس‌های درس خود، به‌ویژه در تعیین مناسب‌ترین ابزار برای تدریس موثر و تقویت یادگیری دانش آموزان، مشکلاتی داشتند (سو و کیم، ۲۰۰۹، ۴). علاوه بر این، معلمان گاهی اوقات به دلیل فقدان دانش تربیتی نمی‌توانند فناوری را به طور مؤثر در تدریس خود تلفیق کنند (چای، کَو و تسای، ۲۰۱۳، ۵).

با وجود پذیرش گسترده TPACK در حوزه‌های آموزشی مختلف، کاربرد و کارایی آن در آموزش زیست‌شناسی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. درک اینکه چگونه می‌توان TPACK را به طور مؤثر در کلاس زیست‌شناسی به کار برد؛ پتانسیل برطرف کردن حداقل بخشی از محدودیت‌ها و چالش‌های موجود در شیوه‌های آموزش فعلی را دارد. با بهره‌گیری از TPACK، معلمان زیست‌شناسی مهارت‌ها و دانش لازم را برای انتخاب و تلفیق ابزارهای فناوری مناسب، توسعه استراتژی‌های آموزشی جذاب برای دانش‌آموزان و اطمینان از درک عمیق مفاهیم زیست‌شناسی به دست می‌آورند.

۱ Thompson & Mishra

۲ Kim and Hannafin

۳ Kushner, Ward and Liang

۴ So & Kim

۵ Chai, Koh and Tsai

پیشینه پژوهش

نظام‌های آموزشی تا حد زیادی تحت تأثیر چارچوب دانش محتوایی تربیتی فناورانه قرار گرفته‌اند. به همین دلیل، مطالعات متعددی در زمینه چارچوب دانش محتوایی تربیتی فناورانه انجام شده است. برخی مطالعات رابطه بین دانش محتوایی تربیتی فناورانه و سایر متغیرها (مانند رویکردهای یادگیری، جنسیت، تجربه فناوری و نگرش نسبت به فناوری) را جستجو کرده‌اند. برای مثال، هُرمز (۲۰۱۳) یک مطالعه تحقیقاتی را بر روی ۲۳۹ معلم پیش از خدمت انجام داد تا تأثیر رویکردهای یادگیری معلمان و جنسیت آنها را بر دانش محتوایی تربیتی فناورانه آنها آشکار کند. مشخص شد که برخورداری معلمان پیش از خدمت از دانش عمیق از رویکردهای یادگیری بر ارتقاء دانش محتوایی تربیتی فناورانه آنها نیز تأثیر مثبت دارد، در حالی که جنسیت تأثیری بر آن ندارد.

علاوه بر این مطالعات، مطالعات مداخله‌ای در بهبود دانش محتوایی تربیتی فناورانه معلمان نیز نقش مهمی در پیشینه‌های مرتبط ایفا کرده است. برای مثال، پژوهشگران مطالعه‌ای را با استفاده از ۹۸ معلم پیش از خدمت سنگاپور انجام دادند. تمرکز مطالعه آنها بررسی اثربخشی یک دوره فناوری آموزشی با طراحی مجدد بود که با هدف توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه معلمان پیش از خدمت از طریق طراحی پروژه‌ای که شامل تخته‌های سفید تعاملی بود، می‌شد. دوره طراحی شده بر اساس استراتژی‌های آموزشی مختلف مانند مدل‌سازی معلم، بررسی عملی تخته سفید تعاملی و طراحی گروهی یک درس با استفاده از تخته‌های سفید تعاملی بود. تأمل معلمان پیش از خدمت در مورد این استراتژی‌های آموزشی نشان داد که مدل‌سازی معلمان و تحقیقات عملی در تقویت دانش فناوری و دانش تربیتی فناوری معلمان پیش از خدمت مؤثر بود، در حالی که طراحی گروهی درس در ترویج دانش محتوایی تربیتی فناورانه آنها مؤثر بود (کو و دایوی‌هرن ۲، ۲۰۱۱). به طور مشابه، منگ و همکاران (۲۰۱۳) مطالعه‌ای را بر روی ۲۷ معلم پیش از خدمت در برنامه آماده‌سازی معلم علوم انجام داد، نتایج نشان داد دانش محتوایی تربیتی فناورانه معلمان علوم پیش از خدمت از طریق آموزش جستجوی پیشرفته با فناوری با استفاده از انیمیشن‌ها، شبیه‌سازی‌ها، تصاویر دیجیتال، ابزار کاوشگر و صفحات گسترده. توسعه یافته است. پژوهشگران مطالعه‌ای بر روی چهار معلم متوسطه ضمن خدمت انجام دادند. این معلمان در یک برنامه توسعه حرفه‌ای در مورد چگونگی به کارگیری فناوری برای آموزش دروس علوم مبتنی بر تحقیق مشارکت داشتند. فناوری مورد استفاده، ابزارهای کاوشگر، نقشه‌های سی، شبیه‌سازی‌های کامپیوتری و ویدئوها بود. نتایج مطالعه نشان داد که آموزش ضمن خدمت به بهبود دانش محتوایی تربیتی فناورانه معلمان کمک کرده است (گری و رُریگ ۴، ۲۰۰۹).

به همین ترتیب، در یک مطالعه طولی، توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه دانشجویانی که قبلاً دارای مدرک لیسانس در رشته‌های غیر آموزشی مانند ریاضیات، زیست‌شناسی و غیره بودند، در طول برنامه تربیت معلم سه ترم بررسی شد. محققان داده‌ها را از طریق نظرسنجی، تکالیف تأملی، طرح‌های درسی و مصاحبه‌ها در دوره‌های مختلف، از جمله دوره‌های فناوری آموزشی و روش‌های آموزشی مبتنی بر محتوا با تجربیات عملی جمع‌آوری کردند. در طی سه ترم، شرکت‌کنندگان تشویق شدند تا از فناوری برای تدریس تخصص موضوعی خود استفاده کنند. نتایج حاکی از توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه دانشجویان بود (هافر و گرنجنت ۵، ۲۰۱۲).

علاوه بر این، در مطالعه دیگری با مشاهده معلمان پیش از خدمت یک دوره فناوری آموزشی بر اساس اصول دانش محتوایی تربیتی فناورانه باز طراحی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که توانایی معلمان پیش از خدمت برای ترکیب فناوری، آموزش و محتوا پس از دوره به طور قابل توجهی افزایش یافته است (هو و فایف ۶، ۲۰۱۰).

۱ Horzum

۲ Koh and Divaharan

۳ Maeng, Mulvey, Smetana and Bell

۴ Guzey & Roehrig

۵ Hoffer & Grandgenett

۶ Hu & Fyfe

بر اساس بررسی پیشینه می توان نتیجه گرفت که اهمیت دانش محتوایی تربیتی فناورانه برای تلفیق موثر فناوری غیرقابل انکار است. همچنین مسلم است که معلمان پیش از خدمت باید بدانند که چگونه فناوری را به طور مؤثر در آموزش خود قبل از شروع تدریس در کلاس درس تلفیق کنند، بنابراین تحقیقات بیشتری در مورد توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه معلمان، به ویژه در برنامه های تربیت معلمان زیست شناسی و علوم مورد نیاز است.

روش شناسی پژوهش

روش این پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی بود و با استفاده از اسناد و منابع کتابخانه ای به تبیین مفاهیم و راهکارهای توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK) دانشجو معلمان در آموزش زیست شناسی پرداخته شد. به منظور جستجوی پژوهش های صورت گرفته در خارج از کشور، پایگاه های اطلاعاتی ساینس دایرکت^۱، امرالد^۲، اسکوپ^۳، وب آو ساینس^۴ و موتور جستجوی گوگل اسکولار^۵ مورد استفاده قرار گرفتند. کلیدواژه های مورد استفاده در جستجوی منابع خارجی عبارتند از biology, teacher students, prospective teachers, science, Technological Pedagogical Content Knowledge. به منظور جستجوی پژوهش های صورت گرفته در ایران، پایگاه های اطلاعاتی مگ ایران، نورمگز و جهاد دانشگاهی مورد استفاده قرار گرفتند. برای جستجو و گردآوری اطلاعات از پایگاه های اطلاعاتی به منظور جامعیت بخشیدن به پژوهش حاضر، هیچگونه محدودیت زمانی اعمال نشد. تجزیه و تحلیل داده ها به شیوه ی توصیفی و با تأمل بر رویکردها و گونه های مختلف مطالعات صورت گرفته و دسته بندی آنها انجام گرفته است. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش فیش برداری از اسناد و مدارک و منابع موجود در زمینه است.

یافته های پژوهش

الف. تقویت دانش موضوعی تربیتی با شناخت بدفهمی های دانش آموزان و منابع آن یکی از راه های توسعه دانش محتوایی تخصصی و دانش محتوایی تربیتی دانشجو معلمان در آموزش علوم زیستی شناخت بدفهمی های دانش آموزان و منابع این بدفهمی هاست. آگاهی درست دانشجو معلمان از اشتباهات و بدفهمی هایی که در یادگیری علوم زیستی وجود دارد عاملی تعیین کننده برای رشد عملکرد و توسعه دانش محتوایی تخصصی و دانش محتوایی تربیتی آنان محسوب می شود. معمولاً اشتباهات و بدفهمی های دانش آموزان، وقت زیادی از کلاس درس را به خود اختصاص می دهد که طبعاً یافتن راه حل های مناسب برای تشریح و تصحیح آنها، منافع فراوان آموزشی در پی خواهد داشت. وقتی دانش آموزی به درستی دریابد که دلایل و ریشه های بدفهمی و راه حل غلط او در کجا است و خود با راهنمایی های معلم در مقام رفع و تصحیح آنها برآید، بدون شک تجربه مهمی را در یادگیری کسب کرده است که در موقعیت های دیگر یادگیری به کمک او خواهد آمد و این امر در واقع به رشد تفکر و بصیرت علمی او منجر خواهد شد. اغلب معلمان قادرند تا با اتخاذ شیوه های مناسب و درگیر ساختن دانش آموزان در فعالیت های درسی آنان را توانا سازند تا خود ضمن بررسی درستی یا نادرستی جواب هایشان تصمیم لازم را با اعتماد به نفس، اتخاذ کنند. تقویت این توانایی به نوبه خود نخستین گام برای نیل به تفکر مستقل علمی و ایجاد خلاقیت و ابتکار در فرد می باشد. هر چند که گاه تحقق آن برای معلمان کار ساده ای نیست. ناظر بر این؛ تیراش^۶ (۲۰۰۰) توسعه دانش موضوعی و دانش محتوایی تربیتی دانشجو معلمان ابتدایی

- ۱ Sciencedirect
- ۲ Emerald
- ۳ Ebsco
- ۴ Web of Science
- ۵ Google Scholar
- ۶ Tirosh

(۳۰ نفر) را در طول یک ترم آموزش روش‌های ریاضی در اسرائیل بررسی کرد. این دوره به طور خاص با هدف بهبود درک دانشجومعلم‌ان از خطاهای دانش‌آموزان و منابع این خطاها در تقسیم کسرها انجام شد. محور آموزش‌های ارائه شده به دانشجومعلم‌ان مسائل کلامی و گفتاری ریاضی (دانش موضوعی) بود. دانشجومعلم‌ان اشتباهات رایج دانش‌آموزان و منابع احتمالی این اشتباهات را بررسی می‌کردند. به نظر می‌رسد این دوره در تقویت دانش موضوعی معلم‌ان و دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلم‌ان موفق بود. برای مثال، در پس‌آزمون، دانشجومعلم‌ان قادر به پیش‌بینی اشتباهات احتمالی دانش‌آموزان بودند آنها نه تنها به خطاهای مبتنی بر الگوریتم اشاره کردند، بلکه به اشتباهات شهودی نیز اشاره کردند.

ب. تدارک فرصت‌های توسعه حرفه‌ای

ارائه فرصت‌های آموزش حرفه‌ای با هدف توسعه ابعاد مختلف دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK) بسیار مهم است. کارگاه‌ها، کنفرانس‌ها و دوره‌های آموزشی حضوری و برخط که به‌طور خاص برای مدرسان زیست‌شناسی طراحی شده‌اند، می‌توانند آنان را در توسعه مهارت‌های لازم برای تدریس زیست‌شناسی و یا تلفیق فناوری یاری دهند. این فرصت‌ها باید به‌روزرسانی دانش محتوایی و استراتژی‌های تلفیق فناوری را پوشش دهند تا معلم‌ان از کفایت لازم در هر دو حوزه برخوردار باشند. در پژوهشی دیویس و پیدش^۱ (۲۰۰۵) با دانشجومعلم‌ان ابتدایی کار کردند، که دانش بسیار محدود در مورد موضوع درسی علوم داشتند. آنها با برگزاری یک دوره آموزشی برای دانشجومعلم‌ان مجموعه‌ای غنی از تجربیات دنیای واقعی (برای مثال، در مورد موضوعات "صدا" و "گیاهان") را ارائه دادند. نتایج نشان از سودمندی دوره برای دانشجویمان داشت. پیشنهاد پژوهشگران با توجه به دانش موضوعی محدود دانشجویمان، توسعه همزمان دانش موضوعی و دانش موضوعی تربیتی آنها به کمک بازنمایی‌های دنیای واقعی بود.

ج. همکاری و ارتباطات شبکه‌ای

تشویق همکاری و ارتباطات شبکه‌ای میان معلم‌ان زیست‌شناسی، راهی قدرتمند برای بهبود TPACK است. معلم‌ان می‌توانند تجربیات، استراتژی‌ها و چالش‌های خود را درباره تلفیق فناوری به اشتراک بگذارند. این کار می‌تواند از طریق پلتفرم‌های آنلاین، انجمن‌ها یا حتی تشکیل جوامع محلی عملی شود. همکاری با همکارانی که TPACK قوی دارند، می‌تواند الهام‌بخش دیگران باشد تا رویکردها و تکنیک‌های جدیدی را بررسی کنند. در این زمینه بسترهای ذیل بسیار مفیدند.

Google Docs: یک بستر ویرایش سند بر پایه ابر است که به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا در پروژه‌های مشترک، نوشته‌های آزمایشگاهی و اطلاعات را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

Slack: یک بستر پیام‌رسانی است که به کاربران اجازه می‌دهد پیام‌ها و فایل‌ها را با یکدیگر به اشتراک بگذارند؛ این پلتفرم می‌تواند بحث‌های گروهی را تسهیل کند و به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد تا اطلاعات علمی و نتایج جستجوی‌های خود را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

Padlet: یک پایگاه داده ابری است که به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا ایده‌های خود را برای پروژه‌های مشترک، آپلود سند و همکاری در پروژه با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

د. توسعه دانش فناورانه با رویکرد TPACK

در زمینه توسعه دانش فناورانه و تلفیق آن با دانش محتوایی تربیتی فرصت‌ها و راهکارهای موثر بی‌شماری وجود دارد. از نظر مکوری^۲ (۲۰۰۸)، ص. ۱۹۷) سه طبقه‌بندی از فناوری‌هایی که می‌توانند در کلاس درس علوم (زیست‌شناسی) مورد استفاده قرار گیرند، شامل موارد ذیل است: فناوری‌های نامرتب به علوم زیستی که می‌توانند در خدمت علوم زیستی قرار گیرد، فناوری‌هایی که به طور خاص برای آموزش و یادگیری علوم زیستی طراحی شده‌اند و فناوری‌های طراحی شده برای کار عملی در حوزه علوم زیستی. در حالی که هر سه دسته ممکن است به دانش TPACK یک مریب کمک کنند، فناوری‌ها در طبقه بندی سوم مکوری فناوری‌هایی هستند که بیشترین ارتباط را با دانش محتوایی تربیتی (TCK) دارند. این

^۱ Davis & Petish

^۲ McCrory

واقعیت که نمرات TCK بسیار کم تر از نمرات TPACK بود، نشان می‌دهد که شرکت کنندگان در توانایی خود برای استفاده از فناوری‌های طراحی شده برای آموزش علوم زیستی نسبت به فناوری‌های طراحی شده برای کار عملی توانایی بیشتری داشتند. در ادامه پژوهشگران این مقاله بر اساس این طبقه‌بندی به جستجوی فناوری‌های مرتبط پرداختند که عبارتند از:

فناوری‌های نامرتب به علوم زیستی که می‌تواند در خدمت علوم زیستی قرار گیرد (مانند پردازشگرهای کلمات، صفحات گسترده، نرم افزارهای گرافیکی)، در بند پیشین نمونه‌هایی از این فناوری‌ها نظیر Slack، Google Docs، و Padlet معرفی شد.

فناوری‌هایی که به طور خاص برای آموزش و یادگیری علوم زیستی طراحی شده‌اند (مانند شبیه سازی‌ها، انیمیشن‌ها نرم افزار شبیه سازی نظیر: Labster: یک بستر شبیه سازی بر پایه ابر است که برای دوره‌های آموزشی زیست شناسی، شبیه سازی‌های آزمایشگاهی مجازی فراهم می‌کند؛ این کار باعث می‌شود دانش آموزان بتوانند آزمایش‌ها را انجام دهند و مفاهیم علمی را به روشی ایمن، ارزان و جذاب فرا گیرند. BioBeyond: یک بستر آموزشی بازی محور است که چالش‌ها و مأموریت‌هایی را ارائه می‌دهد که نیازمند حل مسائل علمی، توضیح پدیده‌های بیولوژیک و انجام آزمایش‌ها هستند.

PhET Interactive Simulations: یک بستر بر پایه وب است که توسط دانشگاه کلرادو توسعه داده شده است. این بستر بهترین شبیه سازی‌های آنلاین را برای آموزش فیزیک، شیمی، زیست شناسی و علوم زمین شامل شبیه سازی‌ها، آزمایش‌ها و درسنامه‌های فعال ارائه می‌دهد. فناوری‌های طراحی شده برای کار عملی در حوزه علوم زیستی (مانند پروب‌ها، میکروسکوپ‌های دیجیتال).

Vernier: یک شرکت است که تجهیزات و حسگرهای آزمایشگاهی جهت جمع آوری داده در کلاس‌های زیست شناسی را ارائه می‌دهد. حسگرهای Vernier می‌توانند برای اندازه گیری PH، دما، شدت نور و سایر پارامترها استفاده شوند.

GeneSystems LabKit: یک کیت است که لوازم آزمایشی PCR جهت آزمایش DNA شخصی دانش آموزان و تجزیه و تحلیل خصوصیات آن را فراهم می‌کند. این کیت شامل کتابچه راهنمایی و تمامی لوازم ضروری برای انجام آزمایش‌ها است.

واقعیت مجازی (VR) و واقعیت افزوده (AR)

«واقعیت افزوده» فناوری است که در آن تصویر سه بعدی یا اطلاعاتی بصورت متن یا تصویر بر روی تصویر زنده ای که از طریق دوربین موبایل یا تبلت یا عینک مجهز در حال نمایش است نشان داده می‌شود. با این تکنولوژی دانش آموزان قادر خواهند بود که اشکال زیست شناسی را بصورت سه بعدی مشاهده کنند و ساختار و اجزای آن‌ها را بهتر درک کنند و یا حتی بتوانند آن را لمس کنند و در مورد آن به صورت گروهی کنکاش کنند. در صورتی که تصاویر کتاب‌های زیست شناسی به تکنولوژی واقعیت افزوده پیوند یابد، فهم و درک دانش آموزان تقویت می‌شود (مجیبی، ۱۳۹۸). از جمله این فناوری‌ها عبارتند از:

BioDigital: یک بستر بر پایه وب است که یک مدل تشریحی بشری D۳ و برنامه‌های آناتومی برای دستگاه‌های قابل حمل ارائه می‌دهد. این پلتفرم به کاربران یک دید کامل از بدن انسان همراه با توضیحات دقیق در مورد سیستم‌ها و شرایط بیولوژیک را ارائه می‌دهد.

Discovery VR: یک برنامه است که دانش آموزان را با گردش در میدان‌های مجازی و تجربه‌های بی نظیر، از جمله بازدید از محیط‌های زیستی مثل جنگل‌های بارانی و پناهگاه‌های حیوانات مجهز می‌کند.

Anatomy VR: یک برنامه آناتومی مجازی است که به کاربران امکان می‌دهد با استفاده از هدست‌های واقعیت مجازی مانند Oculus Rift و HTC Vive با یک مدل D۳ از بدن انسان تعامل کنند.

دسترسی به منابع

فراهم کردن دسترسی به ابزارها و نرم افزارهای فناوری و سایر منابع آموزشی می‌تواند به معلمان زیست شناسی کمک کند تا فناوری را به طور موثری در کلاس‌های خود تافیق کنند. در این راستا منابع آموزشی آنلاین و پلتفرم‌های چند رسانه‌ای ذیل پیشنهاد می‌شود:

Khan Academy: یک بستر آموزشی آنلاین رایگان است که ویدیوهای آموزشی و منابعی را در موضوعات مختلف از جمله زیست‌شناسی ارائه می‌دهد. منابع زیست‌شناسی Khan Academy شامل ویدیوها، آزمون‌های مفاهیمی تعاملی و مقالاتی در مورد بسیاری از موضوعات کلیدی زیست‌شناسی می‌باشد.

TED-Ed: یک بستر است که ویدیوهای آموزشی متحرک را در حوزه‌های مختلفی از جمله زیست‌شناسی، ارائه می‌دهد. این ویدیوها برای کمک به دانش‌آموزان در فهم بهتر پدیده‌های بیولوژیک طراحی شده‌اند.

CK-12: یک سازمان غیرانتفاعی است که کتاب‌های درسی آنلاین، ویدیوها و فعالیت‌های تعاملی رایگان برای دانش‌آموزان با محوریت زیست‌شناسی ارائه می‌دهد. محتوای زیست‌شناسی آن شامل شبیه‌سازی‌ها، آزمون‌های مفهومی و آزمایشی است.

ابزارهای فناوری قابل دسترس و آسان

معلمان زیست‌شناسی به ابزارهای فناوری قابل دسترس و آسان نیاز دارند که با محتوایی که درس می‌دهند، سازگاری داشته باشند. نرم‌افزارهای آموزشی، آزمایشگاه‌های مجازی، شبیه‌سازی‌های تعاملی و ابزارهای جمع‌آوری داده می‌توانند تجربه‌های کلاسی را پر بارتر و دانش‌آموزان را در یادگیری عملی مشغول سازند. تضمین اینکه این ابزارها دسترسی آسان، سادگی استفاده و هماهنگی با استانداردهای برنامه درسی را داشته باشند، برای تلفیق مؤثر TPACK بسیار حائز اهمیت است. در ادامه نمونه‌هایی از برنامه‌های قابل حمل معرفی می‌گردد:

PlantSnap: یک برنامه‌ی تلفن همراه است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا با استفاده از عکس‌هایی از گیاهان، گونه‌های گیاهی را شناسایی کنند. این برنامه از نرم‌افزار تشخیص تصویر برای شناسایی گیاهان و ارائه مشخصات آن‌ها استفاده می‌کند.

EarthViewer: یک برنامه است که فرایندهای زمین‌شناسی و تاریخچه‌ی زمین را شبیه‌سازی می‌کند، از جمله حرکت صفحات قاره‌ای، تغییرات آب و هوا و تکامل انواع مختلف موجودات زنده.

پذیرش نوآوری

تشویق معلمان به آزمایش با فناوری‌ها و استراتژی‌های آموزشی جدید می‌تواند نوآوری و خلاقیت را در کلاس درس تقویت کند. معلمان باید تشویق شوند که ریسک‌ها را بپذیرند و رویکردهای جدیدی را امتحان کنند، حتی اگر به معنی ارتکاب خطا باشد.

پشتیبانی مداوم

پشتیبانی مداوم برای معلمان بسیار مهم است تا بتوانند در طول زمان به توسعه TPACK خود ادامه دهند. ارائه منابع آنلاین، برنامه‌های مشاوره یا جلسات کوچینگ می‌تواند در پشتیبانی و هدایت مستمر معلمان بسیار مؤثر باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه معلمان مدارس با نسل جدیدی از دانش‌آموزان سروکار دارند که با فناوری‌های جدید به‌عنوان ابزاری فراگیر رشد می‌کنند. تغییرات سریعتر از آن چیزی بوده است که دو یا سه دهه پیش تصور می‌شد. اما به نظر نمی‌رسد افزایش دسترسی به فناوری برای استفاده مؤثر از فناوری در آموزش کافی باشد. معلمان نقشی کلیدی در تقویت یادگیری دانش‌آموز با شیوه‌های کلاسی ارتقاء یافته با فناوری دارند. در نتیجه، آماده‌سازی معلمان آینده برای تلفیق فناوری در عملکرد آموزشی خود، چالشی است که مراکز تربیت معلم به‌طور فزاینده‌ای با آن مواجه هستند. برای آموزش معلمان پیش از خدمت، مراکز تربیت معلم باید به آنها کمک کنند تا شکاف بین فناوری، آموزش و دانش محتوا (TPACK) را پر کنند. برای اینکه تلفیق فناوری در آموزش رخ دهد، معلمان باید بر این سه شکل از دانش تسلط داشته باشند، اما مهمتر از آن، آنها باید بتوانند هر سه نوع دانش را تلفیق کنند. دانش محتوایی تربیتی فناورانه بر اهمیت آماده‌سازی معلمان پیش از خدمت برای انتخاب معقول در استفاده از فناوری در هنگام آموزش محتوای خاص به یک گروه هدف خاص تأکید می‌کند.

آماده سازی دانشجو معلمان برای دانش محتوایی تربیتی فناورانه فرآیندی پیچیده است. برخی از معلمان پیش از خدمت به طور ذاتی انگیزه دارند که از فناوری اطلاعات و ارتباطات در عمل آموزشی استفاده کنند، در حالی که برخی دیگر این تمایل را ندارند. به همین دلیل پژوهش‌ها باید بر نقش آموزش پیش از خدمت نیز تأکید کند. این مسئله به خصوص در زمینه آموزش زیست‌شناسی اهمیت دارد زیرا فهم عمیقی از هر دو دانش محتوایی و تلفیق فناوری برای آموزش ضروری است. دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK) چارچوبی را فراهم می‌کند تا فناوری را به طور مؤثری در روش‌های آموزشی تلفیق کنیم. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که ارتقاء TPACK در معلمان زیست‌شناسی فرآیندی پیوسته است که نیازمند ترکیبی از توسعه حرفه‌ای، همکاری و شبکه سازی، دسترسی به منابع، ابزارهای قابل دسترس، پذیرش نوآوری و پشتیبانی مداوم است. با بهبود این حوزه‌ها، معلمان می‌توانند در آماده‌سازی دانش‌آموزان برای مواجهه با چالش‌ها و فرصت‌های منطبق با پیشرفت سریع تکنولوژی اثربخش عمل کنند. سرمایه‌گذاری در توسعه TPACK در معلمان زیست‌شناسی برای تربیت نسلی از افراد علمی آگاه که توانایی دنبال کردن و مشارکت در جهانی تحت تأثیر فناوری را دارند، ضروری است.



منابع

- علویان، فیروزه. (۱۴۰۱). اهمیت تجسم فضایی و سواد بصری در آموزش مباحث زیست‌شناسی سلولی مولکولی و بیوشیمی کتب زیست‌شناسی دبیرستان. پژوهش در آموزش زیست‌شناسی، ۴(۲)، ۳۰-۱۹.
- محبی، فاطمه. (۱۳۹۸). تکنولوژی "واقعیت افزوده" و کاربرد آن در آموزش زیست‌شناسی. پژوهش در آموزش زیست‌شناسی، ۱(۳)، ۸۴-۷۳.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (۲۰۱۳). A review of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, ۱۶(۲), ۳۱-۵۱.
- Davis, E. A., & Petish, D. (۲۰۰۵). Real-world applications and instructional representations among prospective elementary science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, ۱۶(۴), ۲۶۳-۲۸۶.
- Guzey, S. S., & Roehrig, G. H. (۲۰۰۹). Teaching science with technology: case studies of science teachers' development of technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, ۹(۱), ۵۰-۵۵.
- Hofer, M., & Grandgenett, N. (۲۰۱۲). TPACK development in teacher education: A longitudinal study of preservice teachers in a secondary MA Ed. program. *Journal of Research on Technology in Education*, ۵۵(۱), ۸۳-۱۶۶.
- Hu, C., & Fyfe, V. (۲۰۱۰). Impact of a new curriculum on pre-eeer ee taaeeer' Teiiii cll, Paaaoi cll and Content Knowledge (TPACK). Curriculum, technology & transformation for an unknown future. *Proceedings ascilite Sydney*, ۱۸۵-۱۸۹.
- Horzum, M. B. (۲۰۱۳). An investigation of the technological pedagogical content knowledge of pre-service teachers. *Technology, Pedagogy and Education*, ۲۲(۳), ۳۰۳-۳۱۷.
- Kim, M. C., & Hannafin, M. J. (۲۰۱۱). Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environments (TELEs): Bridging research and theory with practice. *Computers & Education*, ۶۶(۲), ۰۰۳-۲۱۷.
- Koh, J. H. L., & Divaharan, S. (۲۰۱۳). Towards a TPACK-fostering ICT instructional process for teachers: Lessons from the implementation of interactive whiteboard instruction. *Australasian Journal of Educational Technology*, ۲۹(۲).
- Kushner Benson, S. N., Ward, C. L., & Liang, X. (۲۰۱۵). *The essential role of pedagogical knowledge in technology integration for transformative teaching and learning*. Technological pedagogical content knowledge: Exploring, developing, and assessing TPCK, ۳-۱۸.
- Maeng, J. L., Mulvey, B. K., Smetana, L. K., & Bell, R. L. (۲۰۱۳). eeeer ee taahrrs' PPACK: Uii ng technology to support inquiry instruction. *Journal of Science Education and Technology*, ۲۲, ۸۳۸-۸۷۷.
- McComas, W. F. (۲۰۱۵). The nature of science & the next generation of biology education. *The American Biology Teacher*, ۷۷(۷), ۵۸۵-۹۹۱.
- McCrorry, R. A. V. E. N. (۲۰۰۸). *Science, technology, and teaching: The topic-specific challenges of TPCK in science*. Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators, ۱۹۳-۲۶۶.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (۲۰۰۶). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, ۱۰۸(۶), ۱۰۱۷-۱۰۵۴.
- Palmberg, I., Hofman-Bergholm, M., Jeronen, E., & Yli-Panula, E. (۲۰۱۷). Systems thinking for rrrr rraiii ng ssstaibbbilit?? Nrrdic steeett taaeeer' viiss nn the rllatinniii p bttwenn ppciss identification, biodiversity and sustainable development. *Education Sciences*, ۷(۳), ۷۲.
- Reiss, M. J., Millar, R., & Osborne, J. (۱۹۹۹). Beyond ۲۰۰۰: Science/biology education for the future. *Journal of biological education*, ۳۳(۲), ۶۸-۰۰.
- Shulman, L. S. (۱۹۸۶). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, ۱۵(۲), ۴-۱۴.
- So, H. J., & Kim, B. (۲۰۰۹). Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. *Australasian Journal of educational technology*, ۲۵(۱).

Tanner, K., & Allen, D. (۲۰۰۴). Approaches to biology teaching and learning: from assays to assessments—on collecting evidence in science teaching. *Cell Biology Education*, ۳(۲), ۹۹-۴۴.

Thompson, A. D., & Mishra, P. (۲۰۰۷). Editors' remarks: Breaking news: TPCK becomes TPACK!. *Journal of Computing in teacher education*, ۲۴(۲), ۳۸-۴۴.

Tirosh, D. (۲۰۰۰). Enhancing prospective teachers' knowledge of children's conceptions: The case of division of fractions. *Journal for research in Mathematics Education*, ۳۱(۱), ۵-۲۵.

