دانشگاه فرهنگیان *Farhangian University*
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه *Quarterly Journal of Education in Basic Sciences*
دوره نهم، شماره ۳۳، زمستان ۱۴۰۲ *Volume 9, Issue 33, Winter, 2023*

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 کتابخانه ای به تبیین مفاهیم و راهکارهای توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK)دانشجو معلمان درآموزش زیست‌شناسی پرداخته شد. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش فیش برداری از اسناد و مدارک و متون و منابع تخصصی کتابخانه ای 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 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 TPACKدر 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 پستی۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران، نویسنده مسئول،zh.heidari@cfu.ac.ir

۲. گروه آموزشی علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی۸۸۹-۱۴۶۶۵، 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(مکامس۱، ۲۰۱۵). این عناصر نشان می‌دهند که زیست‌شناسی فقط دانش نیست، بلکه پیچیده‌تر از آن است. (رایس، میلر و آزبرن۲،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 فوق العاده متنوع باشد، زیرا میلیون ها 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 همکاران۳، ۲۰۱۷). در عرصه تعلیم و تربیت، این پیچیدگی زیست‌شناسی بر نحوه تدریس معلمان و نحوه یادگیری دانش‌آموزان نیز تاثیر خواهد گذاشت(تنر و آلن۴، 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 می توانند 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 می شود. 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 به‌کارگیری 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 دانش آموزان 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 کوهلر۵، ۲۰۰۶) چگونگی انتقال و آموزش محتوا در کلاس‌های زیست‌شناسی را تسهیل کند.

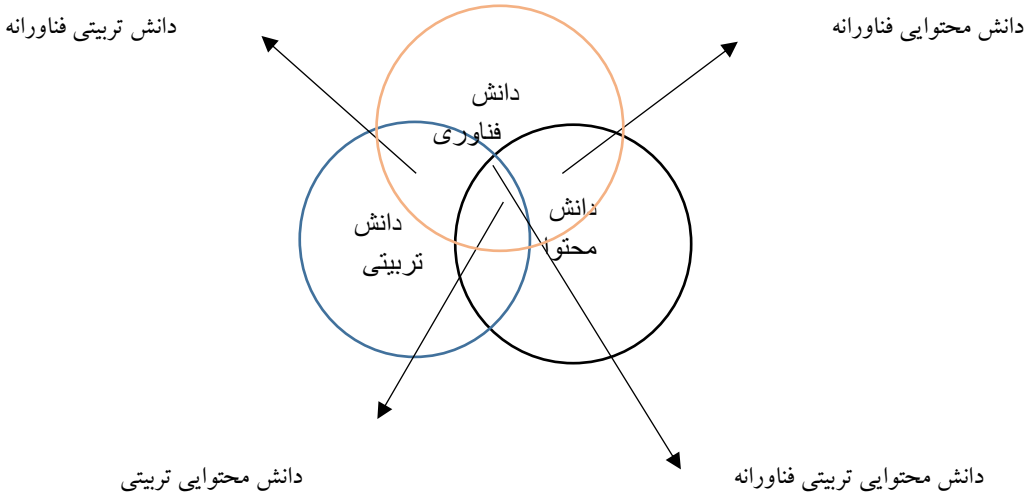
چارچوب دانش محتوایی تربیتی فناورانه۶ (TPACK) راه حلی جذاب برای این چالش‌ها ارائه می‌دهد TPACK .طبیعت پیچیده‌ای از آموزش و یادگیری را با تلفیق سه حوزه کلیدی؛ یعنی دانش فناوری، دانش تربیتی و دانش محتوا ارائه می‌کند. با در نظر گرفتن تعامل بین این حوزه‌ها، TPACKرویکردی جامع را برای هدایت معلمان در طراحی 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
٤ Tanner & Allen
٥ Mishra & Koehler
٦ Technological Pedagogical Content Knowledge

علاوه بر ایده‌های شولمن (۱۹۸۶)، تغییرات در فناوری باعث شد میشرا و کوهلر (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 محتوای فناوری (TCK) و دانش تربیتی فناوری(TPK). دانش محتوایی تربیتی به راه های آموزش محتوای خاص مبتنی بر اصول به دانش آموزان می پردازد. 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 می دهد که به آن دانش محتوایی تربیتی فناورانه گفته می شود (میشرا و کوهلر، ۲۰۰۶) و(تامپسون و میشرا[۱]،۲۰۰۷).



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

آموزش‌های مبتنی بر فناوری در صورت اجرای درست، یادگیری و درک دانش آموزان را افزایش می دهد(کیم و حِنُفن[۲]،۲۰۱۱). با این حال، مطالعات نشان می دهد که معلمان به طور پیوسته و کارآمد فناوری را در کلاس‌های درس خود تلفیق نمی کنند(کاشنر، ورد ولیانگ[۳]،۲۰۱۵). برخی از مطالعات نشان داد که معلمان در تلفیق فناوری‌های آموزشی (مانند دستگاه‌های فن‌آوری 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[۴]، ۲۰۰۹). علاوه بر این، معلمان گاهی اوقات به دلیل فقدان دانش تربیتی نمی توانند فناوری را به طور مؤثر در تدریس خود تلفیق کنند(چای، کَو و تسای[۵]، ۲۰۱۳).

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 ازTPACK ، 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
٤ So & Kim
٥ 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، هُرزم۱ (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 تاثیر 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، می شد. 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. تآمل 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 (کَو و دایوی‌هرن۲، ۲۰۱۱). به طور مشابه، منگ و همکاران۳ (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، شبیه سازی‌ها، تصاویر دیجیتال، ابزار کاوشگر و صفحات گسترده. توسعه یافته است. پژوهشگران مطالعه‌ای بر روی چهار معلم علوم 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(گزی و رُریگ۴، 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، شرکت کنندگان تشویق شدند تا از فناوری برای تدریس تخصص موضوعی خود استفاده کنند. نتایج حاکی از توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه دانشجویان بود (هافر و گرندجنت۵، 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 فایف۶، ۲۰۱۰).

---

۱ Horzum
۲ Koh and Divaharan
۳ Maeng, Mulvey, Smetana and Bell
٤ Guzey & Roehrig
٥ Hoffer & Grandgenett
٦ 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 زیست‌شناسی و علوم مورد نیاز است.

روش شناسی پژوهش

روش این پژوهش از نوع توصیفی ـ تحلیلی بود و با استفاده از اسناد و منابع کتابخانه ای به تبیین مفاهیم و راهکارهای توسعه دانش محتوایی تربیتی فناورانه (TPACK)دانشجو معلمان درآموزش زیست‌شناسی پرداخته شد. به منظور جستجوی پژوهش‌های صورت گرفته در خارج از کشور، پایگاه‌های اطلاعاتی ساینس دایرکت۱، امرالد۲، ابسکو۳، وب آو سای۴ و موتور جستجوی گوگل اسکولار۵ مورد استفاده قرار گرفتند. کلیدواژه‌های مورد استفاده در جستجوی منابع خارجی عبارتند از biology, ,teacher students, prospective teachers, science Technological Pedagogical Content Knowledge. به منظور جستجوی پژوهش‌های صورت گرفته در ایران، پایگاه‌های اطلاعاتی مگ‌ایران، نورمگز و جهاد دانشگاهی مورد استفاده قرار گرفتند. 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. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش فیش برداری از اسناد و مدارک و منابع موجود در زمینه است.

یافته‌های پژوهش

الف. تقویت دانش موضوعی تربیتی با شناخت بدفهمی های دانش‌آموزان و منابع آن

یکی از راه‌های توسعه دانش محتوای تخصصی و دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلمان در آموزش علوم زیستی شناخت بدفهمی‌های دانش‌آموزان و منابع این بدفهمی‌هاست. آگاهی درست دانشجومعلمان از اشتباهات و بدفهمی‌هایی که در یادگیری علوم زیستی وجود دارد عاملی تعیین کننده برای رشد عملکرد و توسعه دانش محتوای تخصصی و دانش محتوایی تربیتی آنان محسوب می شود. معمولاً اشتباهات و بدفهمی‌های دانش‌آموزان ، وقت زیادی از کلاس درس را به خود اختصاص می دهد که طبعاً یافتن راه حل‌های مناسب برای تشریح و تصحیح آنها، منافع فراوان آموزشی در پی خواهد داشت. وقتی دانش‌آموزی به درستی دریابد که دلایل و ریشه‌های بدفهمی و راه حل غلط او در کجا است و خود با راهنمایی‌های معلم در مقام رفع و تصحیح آن‌ها برآید، بدون شک تجربهٔ مهمی را در یادگیری کسب کرده است که در موقعیت‌های 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 شیوه‌های مناسب و درگیر ساختن دانش‌آموزان در فعالیت‌های درسی آنان را توانا سازند تا خود ضمن بررسی درستی یا نادرستی جواب‌هایشان 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 ساده‌ای نیست. ناظر بر این؛ تیراش۶ (۲۰۰۰) توسعه دانش موضوعی و دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلمان ابتدایی

---

۱ Sciencedirect
۲ Emerald
۳ Ebsco
٤ Web of Science
٥ Google Scholar
٦ 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 دانش آموزان 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 می‌رسید این دوره در تقویت دانش موضوعی معلمان و دانش محتوایی تربیتی دانشجومعلمان موفق بود. برای مثال، در پس آزمون، دانشجومعلمان قادر به پیش بینی 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 پیدش۱ (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 دانشجویان داشت. پیشنهاد پژوهشگران با توجه به دانش موضوعی محدود دانشجویان، توسعه همزمان دانش موضوعی و دانش موضوعی تربیتی آنها به کمک بازنمایی های دنیای واقعی بود.

ج. همکاری و ارتباطات شبکه‌ای

تشویق همکاری و ارتباطات شبکه‌ای میان معلمان زیست‌شناسی، راهی قدرتمند برای بهبودTPACK 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 پروژه های مشترک، نوشته های 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 پایگاه‌داده 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 مکوری۲ (۲۰۰۸، ص. ۱۹۷) سه طبقه‌بندی از فناوری‌هایی که می توانند در کلاس درس علوم(زیست‌شناسی) مورد استفاده قرار گیرند، شامل موارد ذیل است: فناوری‌های نامرتبط به علوم زیستی که می تواند 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 مربی کمک کنند، فناوری‌ها در طبقه بندی سوم مکوری فناوری‌هایی هستند که بیش ترین ارتباط را با دانش محتوایی تربیتی(TCK) دارند. این

۱ Davis & Petish

۲ McCrory

واقعیت که نمرات TCK بسیار کم‌تر از نمرات TPACK بود، نشان می‌دهدکه شرکت‌کنندگان در توانایی خود برای استفاده از فناوری‌های طراحی شده برای آموزش علوم زیستی نسبت به فناوری‌های طراحی شده برای کارعملی توانایی بیشتری داشتند. در ادامه پژوهشگران این مقاله بر اساس این طبقه‌بندی به جستجوی فناوری‌های مرتبط پرداختندکه عبارتند از:

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

فناوری‌هایی که به طور خاص برای آموزش و یادگیری علوم زیستی طراحی شده‌اند (مانند شبیه سازی‌ها، انیمیشن‌ها نرم‌افزار شبیه‌سازی نظیر:

Labster: یک بستر شبیه‌سازی بر پایه ابر است که برای دوره‌های آموزشی زیست‌شناسی، شبیه‌سازی‌های آزمایشگاهی مجازی فراهم می‌کند؛ این کار باعث می‌شود دانش‌آموزان 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 شبیه‌سازی‌های آنلاین را برای آموزش فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم زمین شامل شبیه‌سازی‌ها، آزمایش‌ها و درسنامه‌های فعال ارائه می‌دهد.

فناوری‌های طراحی شده برای کار عملی در حوزه علوم زیستی (مانند پروب ها، میکروسکوپ های دیجیتال).

Vernier: یک شرکت است که تجهیزات و حسگرهای آزمایشگاهی جهت جمع‌آوری داده در کلاس‌های زیست‌شناسی را ارائه می‌دهد. حسگرهای Vernier می‌توانند برای اندازه‌گیری PH، دما، شدت نور و سایر پارامترها استفاده شوند.

GeneSystems LabKit: یک کیت است که لوازم آزمایشی PCR جهت آزمایش DNA شخصی دانش‌آموزان و تجزیه‌وتحلیل 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 برروی تصویر زنده ای که از طریق دوربین موبایل یا تبلت یا عینک مجهز درحال نمایش است نشان داده می شود. با این تکنولوژی دانش آموزان قادر خواهند بود که اشکال زیست‌شناسی 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 زیست‌شناسی به تکنولوژی واقعیت افزوده پیوند یابد، فهم و درک دانش‌آموزان تقویت می شود(محبی، 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 دانش‌آموزان را با گردش در میدان‌های مجازی و تجربه‌های بی‌نظیر، از جمله بازدید از محیط‌های زیستی مثل جنگل‌های بارانی و پناهگاه‌های حیوانات مجهز می‌کند.

Anatomyou 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 نرم‌افزارهای فناوری و سایر منابع آموزشی می‌تواند به معلمان زیست‌شناسی کمک کند تا فناوری را به طور موثری در کلاس‌های خود تافیق کنند. در این راستا منابع آموزشی آنلاین و پلتفرم‌های چندرسانه‌ای ذیل پیشنهاد می شود :

Khan Academy: یک بستر آموزشی آنلاین رایگان است که ویدیوهای آموزشی و منابعی را در موضوعات مختلف از جمله زیست‌شناسی ارائه می‌دهد. منابع زیست‌شناسیKhan 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 پربارتر 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 TPACKبسیار حائز اهمیت است. در ادامه نمونه‌هایی از برنامه‌های قابل حمل معرفی می گردد:

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 موثر 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 می شد. اما به نظر نمی رسد 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، آماده سازی معلمان آینده برای تلفیق فناوری در عملکرد آموزشی خود، چالشی است که مراکز تربیت معلم به طور فزاینده ای 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 آماده سازی معلمان پیش از خدمت برای انتخاب معقول در استفاده از فناوری در هنگام آموزش محتوای خاص به یک گروه هدف خاص تأکید می کند.

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 به‌خصوص 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 به‌طور 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 توسعهTPACK 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 زیست‌شناسی۴*(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*, ۱٦(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*, ۱٦(٤), ۲٦۳-۲۸٦.

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), ۲۵-٤۵.

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*, ٤۵(۱), ۸۳-۱۰٦.

Hu, C., & Fyfe, V. (۲۰۱۰). Impact of a new curriculum on pre-service teachers' Technical, Pedagogical 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*, ۵٦(۲), ٤۰۳-٤۱۷.

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). Preservice teachers' TPACK: Using technology to support inquiry instruction. *Journal of Science Education and Technology*, ۲۲, ۸۳۸-۸۵۷.

McComas, W. F. (۲۰۱۵). The nature of science & the next generation of biology education. *The American Biology Teacher*, ۷۷(۷), ٤۸۵-٤۹۱.

McCrory, 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, ۱۹۳-۲۰٦.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (۲۰۰٦). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, ۱۰۸(٦), ۱۰۱۷-۱۰۵٤.

Palmberg, I., Hofman-Bergholm, M., Jeronen, E., & Yli-Panula, E. (۲۰۱۷). Systems thinking for understanding sustainability? Nordic student teachers' views on the relationship between species 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), ٦۸-۷۰.

Shulman, L. S. (۱۹۸٦). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, ۱۵(۲), ٤-۱٤.

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. (۲۰۰٤). Approaches to biology teaching and learning: from assays to assessments—on collecting evidence in science teaching. *Cell Biology Education*, ۳(۲), ٦۹-۷٤.

Thompson, A. D., & Mishra, P. (۲۰۰۷). Editors' remarks: Breaking news: TPCK becomes TPACK!. *Journal of Computing in teacher education*, ۲٤(۲), ۳۸-٦٤.

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), ٥-۲٥.