پیوست‌ها و منابع

استانداردهای TPACK: آموزش معلمان و مدل توسعه

(چاپ شده در شمارهٔ ۱۳۰)

ترجمه: فاطمه حاج‌عزیزی، کارشناس ارشد آموزش ریاضی
زهرا گویا، استاد آموزش ریاضی

اشاره

اصل این مقاله با عنوان «استانداردهای TPACK: آموزش معلمان و مدل توسعه»، در شمارهٔ ۱۳۰ مجله صفحه ۴ تا ۱۲ چاپ شده که به علت کمبود جا، از خوانندگان محترم درخواست شد که برای استفاده از پیوست‌ها و منابع مقاله به وبگاه مجلهٔ رشد آموزش ریاضی مراجعه کنند. با وجود این، به دلیل درخواست‌هایی که برای دسترسی مطلوب به این بخش شد این پیوست‌ها و منابع در این شماره چاپ می‌شوند تا به نیازهای متقاضیان این درخواست پاسخ داده شود.

کلید واژه: استانداردهای TPACK، آموزش معلمان ریاضی، مدل توسعه

چکیده

در پیوست الف مقالهٔ «استانداردهای TPACK: آموزش معلمان و مدل توسعه» شاخص‌ها و استانداردهایی برای تکنولوژی، پداگوژی و دانش محتوایی معلمان ریاضی پیشنهاد شده است. این پیوست می‌تواند به درک عمیق‌تر و استفادهٔ عملی از محتوای مقاله کمک مؤثری کند. همچنین در پیوست ب با عنایت به پنج مرحلهٔ شناختن (دانش)، پذیرش (تصمیم)، وفق دادن (ترغیب)، کشف کردن (اجرا) و پیش بردن (تأیید) مدلی برای توسعهٔ شاخص‌ها و استانداردهای پیشنهادی در پیوست الف با تمرکز بر موضوع ارائه شده است. تمرکز این مدل بر موضوع‌ها، سطوح، توصیف‌گرها و مثال‌هاست که می‌تواند راهنمای ارزنده‌ای برای درک عمیق‌تر توصیه‌های این مقاله در رابطه با چگونگی استفاده از مدل TPACK برای آموزش معلمان ریاضی باشد.

پیوست الف

شاخص‌ها و استانداردهای پیشنهادی تکنولوژی، پداگوژی و دانش محتوایی معلمان ریاضی

الف) طراحی و توسعه تجربه‌ها و محیط یادگیری در عصر دیجیتال معلمان با استفاده از منابع و ابزارهای موجود در عصر دیجیتال، به طراحی و توسعهٔ تجربه‌ها در محیط‌های یادگیری واقعی می‌پردازند تا یادگیری ریاضی خود را در زمینه‌های واقعی، به حداکثر برسانند. معلمان ...	
۱	● به شناسایی، تعیین و ارزیابی تجربه‌ها، تکلیف‌ها و محیط‌های ریاضی در برنامهٔ درسی می‌پردازند تا ابزارهای عصر دیجیتال را در راستای تقویت خلاقیت و یادگیری ریاضی فردی و مشارکتی، با آن‌ها تلفیق نمایند. ● به شناسایی، تعیین و ارزیابی ابزارها و منابع تکنولوژی مناسب برای تجربه‌ها، تکلیف‌ها و محیط‌های ریاضی ذکر شده، می‌پردازند.
۲	فرصت‌های یادگیری ریاضی مناسبی را طراحی می‌کنند که براساس پژوهش حاضر، شامل تکلیف‌های ریاضی ارزشمندی هستند و همچنین، تکنولوژی‌های مناسبی را به کار می‌گیرند تا پشتیبان همهٔ دانش‌آموزان، با نیازهای متنوع در یادگیری ریاضی باشند (با در نظر گرفتن سبک‌های متنوع یادگیری، استراتژی‌ها و توانایی‌های به کارگیری منابع و ابزار دیجیتال).
۳	به منظور تسهیل دسترسی عادلانه به منابع تکنولوژی برای همهٔ دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی، استراتژی‌هایی را طراحی می‌کنند.
ب) یاددهی، یادگیری و برنامهٔ درسی ریاضی معلمان آن دسته از طرح‌های برنامهٔ درسی را که شامل روش‌ها و استراتژی‌هایی برای به کارگیری تکنولوژی‌های مناسب هستند، به اجرا در می‌آورند تا خلاقیت و یادگیری دانش‌آموزان را به حداکثر برسانند. معلمان ...	
۱	فهم و درک ریاضی دانش‌آموزان را با تکنولوژی، تلفیق می‌کنند.
۲	تجربه‌های ریاضی غنی‌شده با تکنولوژی را قابل دسترس می‌کنند که این امر، موجب پرورش خلاقیت و ترویج گفتمان بین دانش‌آموزان و همچنین معلمان و دانش‌آموزان می‌گردد. این کار، سبب تشویق آن‌ها به توسعهٔ مهارت‌های تفکر مرتبه بالاتر می‌شود.
۳	از تکنولوژی، به منظور پشتیبانی از استراتژی‌های یادگیرنده- محور، استفاده می‌کنند. این استراتژی‌ها به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا مسئولیت‌پذیر بوده و بر یادگیری خویش، بازتاب داشته باشند و همهٔ این‌ها، باعث توجه به نیازهای متنوع همهٔ دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی می‌شود.
۴	اطلاعات صفر و یک (دیجیتال) را تأیید و تدریس نموده و آن را به صورت ایمن، قانونی و اخلاقی به کار می‌گیرند و استفاده از تکنولوژی‌هایی که دانش‌آموزان را در یادگیری ریاضی‌شان کمک می‌کند، سرلوحه قرار می‌دهند.

ج) ارزیابی و ارزشیابی معلمان برای تسهیل استفاده از انواع مختلف ارزیابی‌ها و ارزشیابی‌های مؤثر، تکنولوژی را به کار می‌گیرند. معلمان ...	
۱	تکنولوژی‌های مناسبی را برای ارزشیابی یادگیری ریاضی همهٔ دانش‌آموزان به کار می‌گیرند. سپس با تأمل در نتایج ارزشیابی‌ها، و با استفاده از تکنیک‌ها و ابزارهای مختلف، به تبادل آن نتایج می‌پردازند.
۲	استفاده اخلاقی و مناسب دانش‌آموزان را از تکنولوژی‌ها، برای تعامل و یادگیری ریاضی، مورد ارزشیابی قرار می‌دهند.
۳	از ارزشیابی تکوینی مبتنی بر یادگیری ریاضی غنی‌شده با تکنولوژی، استفاده می‌کنند تا یادگیری ریاضی دانش‌آموزان را ارزیابی نموده و استراتژی‌های آموزشی را شکل دهند.
۴	انتظاراتی را که از تکنولوژی دارند با فعالیت‌های ارزشیابی هم‌راستا می‌کنند و فعالیت‌های کلاس درس را، به مرحله اجرا می‌رسانند.
د) کارایی و اجرای حرفه‌ای معلمان از تکنولوژی، به منظور افزایش کارایی و اجرای حرفه‌ای‌شان، استفاده می‌کنند. معلمان ...	
۱	استفادهٔ مؤثر از تکنولوژی‌های موجود و نوظهور را مورد ارزیابی قرار می‌دهند و با بازتاب بر نتایج ارزیابی، یادگیری ریاضی همهٔ دانش‌آموزان را ارتقا می‌دهند.
۲	با ارائه دیدگاهی مبتنی بر پژوهش در باب تلفیق تکنولوژی با تدریس در کلاس درس ریاضی، نقش خود را به عنوان راهنما، ایفا می‌کنند.
۳	استفادهٔ ایمن، قانونی و اخلاقی از تکنولوژی را به منظور یادگیری و کشف و خلق ریاضی به همراهی دانش‌آموزان، والدین و معلمان همکار خود، به نمایش در می‌آورند و همه را تشویق به چنین استفاده‌ای می‌کنند.
۴	به منظور پرورش یادگیری ریاضی دانش‌آموزان، از تکنولوژی برای برقراری ارتباط و همکاری با والدین، همکاران و جامعه بزرگ‌تر، استفاده می‌کنند.
۵	به‌طور منظم، در فعالیت‌های حرفه‌ای شرکت نموده و با مجریان آن، همکاری می‌کنند تا با بهره‌مندی از منابع ارتباطی جدید و نوظهور در عصر دیجیتال، دانش تکنولوژیکی، پداگوژیکی و محتوایی خویش را بهبود بخشند و بتوانند خلاقیت و یادگیری ریاضی دانش‌آموزان را ارتقا دهند.

پیوست ب

مدل توسعهٔ تکنولوژی، پداگوژی و دانش محتواییِ معلمان ریاضی: موضوع‌ها، سطوح، توصیف‌گرها، مثال‌ها

برنامه درسی و ارزشیابی

شناختن (دانش)

توصیف‌گر برنامهٔ درسی: اذعان دارد که ایده‌های ریاضی که توسط تکنولوژی به نمایش در می‌آیند، می‌توانند برای درک موضوعاتی که در برنامهٔ درسی مورد بحث قرار می‌گیرند، مفید باشند.

مثال: می‌توان با استفاده از ماشین‌حساب‌های گرافیکی، نمودار توابع خطی چندگانه را رسم نمود تا در دانش‌آموزان، یک بازنمایی بصری (دیداری) از شیب‌های متغیر، ایجاد کند. این تصویرها، برای درک ایدهٔ شیب در نظر گرفته می‌شود، در حالی که مطمئن نیستیم چطور می‌توانند به دانش‌آموزان، در یادگیری مفاهیم پایه آن، کمک کند.

توصیف‌گر ارزشیابی: چون تکنولوژی در درک و فهم ریاضی دانش‌آموزان مداخله منفی می‌کند، با ایدهٔ استفاده از تکنولوژی در ارزشیابی مخالفت می‌کند.

مثال: هنگام ارزشیابیِ میزان درک دانش‌آموزان از حل معادلات خطی، به آن‌ها اجازه استفاده از ماشین‌حساب را نمی‌دهد.

پذیرش (تصمیم)

توصیف‌گر برنامهٔ درسی: هر چند معلم، در به کارگیری تکنولوژی در تدریس خود ابراز تمایل می‌کند، اما برای او، شناسایی موضوع‌های درسی ریاضی که از تکنولوژی، به عنوان ابزاری برای یادگیری استفاده کنند، دشوار است.

مثال: در کارگاه‌های هندسه پویا شرکت کنید تا ایده‌های برنامهٔ درسی را در راستای به خدمت گرفتن تکنولوژی به عنوان ابزارهای یادگیری، شناسایی کنید. از ایدهٔ هندسهٔ پویا در کارگاه، الهام بگیرید تا اندازه‌گیری مجموع زاویه‌های داخلی یک مثلث را نشان دهید تا دانش‌آموزان یاد بگیرند که با تغییر زاویه‌های مختلف، مجموع زاویه‌های داخلی یک مثلث، همیشه برابر ۱۸۰ درجه است.

توصیف‌گر ارزشیابی: قبول دارد که استفاده از تکنولوژی به عنوان قسمتی از فرآیند ارزشیابی، ممکن است مناسب باشد، اما در مورد میزان استفاده از آن، دارای دید محدودی هست (به عنوان مثال در یک بخش از آزمون، تکنولوژی را به کارگیرد).

مثال: در یک برنامهٔ توسعه حرفه‌ای، برای آموزش ارزشیابی ریاضی شرکت کنید تا ایده‌های جدیدی برای ارزشیابیِ درک دانش‌آموزان از حل دستگاه توابع خطی که از تکنولوژی به عنوان یک ابزار استفاده می‌کنند، به دست آورید. از ایده ارزشیابی الهام بگیرید تا استفاده از تکنولوژی را برای حل دستگاه توابع خطی از طریق تابع اثر[1] (تریس)، توضیح دهید و اشتراک آن‌ها را بیابید. اغلب پرسش‌های تکنولوژی را با پرسش‌های قلم- کاغذی امتحان کنید تا به این اطمینان برسید که این مفهوم، به درستی توسط دانش‌آموزان، آموخته شده است.

وفق دادن (ترغیب)

توصیف‌گر برنامه درسی: بعضی از مزایای به خدمت گرفتن تکنولوژی‌های مناسب را به عنوان ابزارهایی برای یاددهی و یادگیری برنامه درسی ریاضی، درک می‌کند.

مثال: بر موضوع‌های کلیدی و اصلی متمرکز شوید که دانش‌آموزان با کمک تکنولوژی، آن‌ها را کشف کرده‌اند. آن‌گاه درس‌ها را به منظور بازنمایی و توسعه مفاهیم ریاضی و ارتقای فعالیت‌های ریاضی برای دانش‌آموزان طراحی کنید و از تکنولوژی، در جهت تأیید یا تقویت آن مفاهیم، استفاده کنید. پس از آن که دانش‌آموزان یاد گرفتند که نمودارهای توابع خطی مشخصی را رسم کنند، نرم افزار صفحه‌های گسترده را برای نمایش بازنمایی گرافیکی زوج‌های مرتب، به آن‌ها معرفی کنید.

توصیف‌گر ارزشیابی: معلم می‌داند که اگر تکنولوژی در طول ارزشیابی مجاز باشد، چه سؤال‌ها یا مواردی، باید مطرح شوند (به عنوان مثال درک مفهومی در مقابل درک رویه‌ای).

مثال: اجازه دهید از تکنولوژی در ارزشیابی استفاده شود. اما ارزشیابی را به گونه‌ای طراحی کنید که در کنار درک رویه‌ای، دانش‌آموزان از حل دستگاه توابع خطی، بر درک مفهومی آن‌ها نیز تمرکز داشته باشد.

کشف کردن (اجرا)

توصیف‌گر برنامهٔ درسی: معلم، موضوعاتی را در برنامهٔ درسی خود بررسی می‌کند که بتواند در تدریس آن‌ها، از تکنولوژی به عنوان ابزاری برای یادگیری، استفاده کند. وی به دنبال ایده‌ها و استراتژی‌هایی می‌گردد که به کمک آن‌ها، تکنولوژی می‌تواند نقش اصلی‌تری را برای توسعهٔ ریاضیاتی که دانش‌آموزان در حال آموختن هستند، ایفا نماید.

مثال: درس ریاضی پیشین خود را به گونه‌ای تغییر دهید که تکنولوژی را نیز در برگیرد.

مثال:معلم ایده‌های خویش را پیرامون استفاده از تکنولوژی توسعه می‌دهد تا به ارتقای برنامهٔ درسی موجود، کمک کند. بنابراین، معلم شروع به تغییر دادن فعالیت‌های پیشین می‌کند، یا فعالیت‌های جدیدی را برای برنامهٔ درسی موجود، طراحی می‌کند.

توصیف‌گر ارزشیابی: استفاده فعال از انواع مختلف ابزارها و پرسش‌های ارزشیابیِ مبتنی بر تکنولوژی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مثال: ارزشیابی‌هایی را طراحی نمایید که در آن‌ها، انتظار می‌رود که دانش‌آموزان درک خود را از ایده‌های ریاضی، با استفاده از تکنولوژی مناسب نشان دهند. چنین ارزشیابی‌هایی، فراتر از پرسش‌های مداد- کاغذی هستند.

پیش‌بردن (تأیید)

توصیف‌گر برنامهٔ درسی: معلم می‌داند که برای تلفیق کارامد و مؤثرتر از تکنولوژی به عنوان ابزار یاددهی و یادگیری، وجود یک نوآوریِ پایدار در جرح و تعدیل برنامهٔ درسی خویش، امری ضروری است.

مثال: روش‌های نوآورانه‌ای برای به کارگیری تکنولوژی ابداع نمایید تا تفکر ریاضی را در دانش‌آموزان توسعه دهید. به عنوان مثال، از «کاشی‌های جبر مجازی[۲]» برای گسترش ایده‌های دست‌ورزی در تمرکز بر متغیرهای موجود در عبارات جبری، استفاده کنید.

مثال: به اصلاح و پیشبرد برنامهٔ درسی بپردازید و از مزایای تکنولوژی به عنوان ابزاری برای یاددهی و یادگیری ریاضی، بهره ببرید. به عنوان مثال، استفاده از سیستم‌های جبر کامپیوتری (CAS) به منظور کشف عبارات جبری پیچیده‌تر، مفید است.

توصیف‌گر ارزشیابی: بازتابی بر فعالیت‌های ارزشیابی داشته باشید که درک مفهومی دانش‌آموزان را از موضوع‌های درسی می‌آزماید که تا حدودی، نیازمند استفاده از تکنولوژی هستند. سپس آن فعالیت‌ها را جرح و تعدیل کنید.

مثال: ارزشیابی‌های نوآورانه‌ای را طراحی کنید تا بتوانید درک دانش‌آموزان را از ریاضیاتی که در یک

تکنولوژی خاص قرار گرفته است، بشناسید.

یادگیری

شناختن (دانش)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: معلم، اغلب ریاضی را به این صورت که فقط به روش‌های مشخصی یادگرفته می‌شود، در نظر می‌گیرد و بعد، تکنولوژی را با آن پیوند می‌زند.

مثال: کشف ریاضی‌وار به وسیلهٔ تکنولوژی به ندرت دیده می‌شود.

توصیف‌گر مفهوم تفکر دانش‌آموز: تکنولوژی، بیشتر به عنوان ابزاری برای تدریس، نه برای یادگیری پذیرفته می‌شود.

مثال: تکنولوژی فقط در فعالیت‌های خارج از کلاس درس مورد استفاده قرار می‌گیرد که برای نمونه، می‌توان به وارسی کردن تکلیف‌ها و محاسبه اعداد بزرگ، اشاره نمود.

پذیرفتن (تصمیم)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: معلم نگران است که توجه دانش‌آموز، از یادگیری مؤثر ریاضی به تمرکز بر تکنولوژی در فعالیت‌ها، معطوف نشود.

مثال: معلم، به کارگیری تکنولوژی را توسط دانش‌آموزان، مخصوصاً هنگام معرفی موضوع‌های پایه‌ای ریاضی، محدود می‌کند.

توصیف‌گر مفهوم تفکر دانش‌آموز: معلم از این نگران است که هنگام استفاده از تکنولوژی، دانش‌آموزان نتوانند مهارت‌های تفکر ریاضی مناسبی کسب کنند تا از آن‌ها، به عنوان ابزاری برای تأیید کشف خود، استفاده کنند.

مثال: معلم برای اطمینان از یادگیری ریاضی دانش‌آموزان، فعالیت‌های درسی را یک بار با استفاده از تکنولوژی و بار دیگر بدون تکنولوژی انجام می‌دهد.

وفق دادن (ترغیب)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: تکنولوژی به عنوان ابزار یادگیری ریاضی، با تدریس تلفیق می‌شود تا راه کشف، آزمایش و تمرین را برای دانش‌آموزان، تسهیل کند.

مثال: دانش‌آموزان با به کارگیری تکنولوژی، بعضی از موضوع‌های ریاضی را کشف می‌کنند.

توصیف‌گر مفهوم تفکر دانش‌آموز: هنگامی‌که دانش‌آموز از تکنولوژی به عنوان ابزاری برای یادگیری استفاده می‌کند، شروع به توسعهٔ مهارت‌های تفکر ریاضی می‌کند.

مثال: اگرچه دانش‌آموزان برای بیشتر موضوع‌ها از تکنولوژی استفاده می‌کنند، ولی ارزشیابی تفکر دانش‌آموز، عمدتاً بدون حضور تکنولوژی صورت می‌پذیرد.

کشف کردن (اجرا)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: از تکنولوژی‌ها به عنوان ابزارهایی برای تسهیل یادگیری موضوع‌های مشخص در برنامهٔ درسی ریاضی، استفاده می‌شود.

مثال: دانش‌آموزان، موضوع‌های متعددی را با به کارگیری تکنولوژی کشف می‌کنند. گاهی اوقات نیز، به کشف موضوع‌هایی فراتر از آنچه که هدف برنامه است، دست می‌یابند.

توصیف‌گر مفهوم تفکر دانش‌آموز: معلم با هدف کمک به درک و فهم دانش‌آموزان، به طراحی، اجرا و بازتاب بر فرآیند یاددهی و یادگیری می‌پردازد.

مثال: فعالیت‌های تکنولوژی برای ارتقای یادگیری ریاضی دانش‌آموزان اجرا می‌شود و بعد، نگرش آن‌ها نسبت به ریاضی، ارزیابی می‌گردد.

مثال: معلم بر فعالیت‌های غنی‌شده با تکنولوژی و در راستای هدایت دانش‌آموزان، به تعامل با دانش‌آموزان و ایجاد مهارت‌های خودراهبری در آن‌ها می‌پردازد و بر فرایند یادگیری ریاضی آنان، مدیریت می‌کند.

پیش‌بردن (تأیید)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: معلم با هدف و باور به اینکه تفکر و درک دانش‌آموزان از ریاضی، از طریق تلفیق تکنولوژی‌های مختلف با تدریس، ارتقا می‌یابد، به طراحی، اجرا و بازتاب بر فرآیند یاددهی و یادگیری می‌پردازد.

مثال: دانش‌آموزان با تلفیق تکنولوژی‌های مختلف، برای یادگیری عمیق‌تر مفاهیم ریاضی تلاش می‌کنند و به کشف موضوع‌های ریاضی می‌پردازند.

توصیف‌گر مفهوم تفکر دانش‌آموز: تلفیق تکنولوژی برای توسعهٔ ریاضیاتی که دانش‌آموزان در حال یادگیری هستند، امری ضروری است.

مثال: دانش‌آموزان را در فعالیت‌های تفکر مرتبه بالاتر (مانند فعالیت‌های تصمیم‌گیری، حل مسئله و پروژه محور) برای یادگیری ریاضی، با استفاده از تکنولوژی به عنوان ابزار یادگیری، شرکت دهید.

مثال: تکنولوژی به منظور توسعهٔ سطوح پیشرفتهٔ درک مفاهیم ریاضی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یاددهی

شناختن (دانش)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: معلم این نکته را در نظر می‌گیرد که نیاز به تدریس راجع به خود تکنولوژی، از زمان تدریس ریاضی می‌کاهد.

مثال: دانش‌آموزان به تنهایی از تکنولوژی استفاده می‌کنند و آموزش کمی در مورد تکنولوژی وجود دارد یا اصلاً آموزشی در کار نیست.

توصیف‌گر آموزشی: معلم از تکنولوژی، برای توسعهٔ مفاهیم ریاضی استفاده نمی‌کند.

مثال: اگر تکنولوژی در کلاس استفاده شود، برای فعالیت‌های سطح پایین و طوطی‌وار به کار می‌رود.

توصیف‌گر محیط آموزشی: معلم از تکنولوژی، برای تقویت مفاهیمی که بدون حضور تکنولوژی تدریس شده‌اند، استفاده می‌کند.

مثال: بر توابع خطی که دانش‌آموزان آن‌ها را به صورت دستی رسم کرده‌اند تا توابع مختلفی را بررسی کنند، تمرکز نمایید.پس از اینکه دانش‌آموزان قابلیت‌های خود را پیرامون توابع خطی به نمایش گذاشتند، دانش حاصل شده را به وسیلهٔ مثالی با استفاده از نرم‌افزار صفحه‌های گسترده یا ماشین‌حساب‌های گرافیکی، به‌طور خلاصه، ارائه کنید.

توصیف‌گر توسعه حرفه‌ای: معلم، در برنامه‌های توسعه حرفه‌ای که در ناحیهٔ آموزشی خود برگزار می‌شود، شرکت می‌کند تا اطلاعات بیشتری پیرامون انواع تکنولوژی‌های مفید برای تدریس ریاضی، کسب نماید.

مثال: در کارگاه‌های محلی که بر کسب مهارت‌هایی به وسیلهٔ تکنولوژی تمرکز دارند و زمینهٔ این فعالیت‌های یادگیری بر ریاضی است، شرکت کنید.

پذیرفتن (تصمیم)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: معلم از فعالیت‌های تکنولوژی در پایان درس، روزهای تعطیل یا برای فعالیت‌های جانبی آموزش کلاسی، استفاده می‌کند.

مثال: فعالیت‌هایی که توسط تکنولوژی غنی‌تر شده‌اند، برای موضوع‌های ریاضی که نیاز به مهارت‌های تکنولوژیکی تخصصی دارند، مورد استفاده واقع نمی‌شوند.

توصیف‌گر آموزشی: معلم، تنها از ساده‌ترین ایده‌های برنامهٔ درسی ریاضی توسعهٔ حرفه‌ای برای تلفیق تکنولوژی الگوبرداری می‌کند.

مثال: قضیه فیثاغورس را الگوریتم‌وار معرفی می‌کند. از هندسهٔ پویا برای تحقیق راجع به درستی قضیهٔ فیثاغورس استفاده می‌کند و دانش‌آموزان، راه‌حل‌هایی را برای حل مسائل با استفاده از قلم و کاغذ، می‌یابند.

توصیف‌گر محیط آموزشی: معلم، با جدیت به مدیریت و ساماندهی آموزش از طریق تکنولوژی، می‌پردازد.

مثال: تکنولوژی در فرآیندی دقیق، متوالی و مرحله به مرحله هدایت می‌شود. این نوع استفاده از تکنولوژی، مبتنی بر مهارت است و هیچ گونه کشفی اتفاق نمی‌افتد.

توصیف‌گر توسعه حرفه‌ای: معلم، لزوم شرکت در برنامهٔ توسعهٔ حرفه‌ای را برای یادگرفتن تکنولوژی‌های مرتبط به موضوع‌های تدریسی خود، تشخیص می‌دهد.

مثال: به دنبال برنامه‌های توسعهٔ حرفه‌ای و کارگاه‌هایی باشید که تکنولوژی‌های مرتبط با توسعهٔ یادگیری ریاضی را آموزش می‌دهند.

وفق دادن (ترغیب)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: معلم به منظور تقویت و ارتقای ایده‌های ریاضی که دانش‌آموزان قبلاً آموخته‌اند، از تکنولوژی استفاده می‌کند.

مثال:دانش‌آموزان از تکنولوژی، برای تقویت مفاهیمی که معلم قبلاً تدریس کرده است، استفاده می‌کنند.

توصیف‌گر آموزشی: از ساده‌ترین فعالیت‌های توسعهٔ حرفه‌ای به همراه تکنولوژی، الگوبرداری می‌کند و تلاش می‌کند برنامهٔ تدریس خود را جرح و تعدیل کند تا بتواند آن را با تکنولوژی، تلفیق کند.

مثال: درس‌هایی که مبتنی بر تکنولوژی در نظر گرفته می‌شوند، مناسب نیازهای دانش‌آموزان باشند.

توصیف‌گر محیط آموزشی: استراتژی‌های آموزش از طریق تکنولوژی، عمدتاً معلم- محور و استنتاجی هستند تا روند پیشرفت فعالیت را کنترل کنند.

مثال: دست به ایجاد رویکردهای آموزشی جدیدی بزنید که از طریق تکنولوژی، به دانش‌آموزان فرصت کشف کردن را برای بخشی از درس، فراهم کند.

توصیف‌گر توسعه حرفه‌ای: معلم همچنان، به یادگیری و کشف ایده‌هایی برای یاددهی و یادگیری ریاضی با استفاده از یک نوع تکنولوژی (مثلاً صفحه‌های گسترده)، ادامه می‌دهد.

مثال: ایده‌های خود را از برنامهٔ توسعهٔ حرفه‌ای با سایر معلمان ریاضی به اشتراک بگذارید.

کشف کردن (اجرا)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: دانش‌آموزان را در فعالیت‌های مرتبه بالاتر تفکر (مانند فعالیت‌های تصمیم‌گیری، حل مسئله و پروژه محور) به منظور یادگیری ریاضی با استفاده از تکنولوژی به عنوان ابزار یادگیری، شرکت دهید.

مثال: معلمان موفقیت‌ها، ایده‌ها و درس‌های مبتنی بر تکنولوژی را که در کلاس درس امتحان شده‌اند، با دانش‌آموزان به اشتراک بگذارند.

توصیف‌گر آموزشی: معلم، دانش‌آموزان را درگیر کشف ریاضی از طریق تکنولوژی می‌کند و در این سفر اکتشافی، به جای هدایت‌کننده، بیشتر نقش راهنما را ایفا می‌کند.

مثال: دانش‌آموزان برای کشف مفاهیم جدید، از تکنولوژی استفاده می‌کنند و معلم نقش راهنما را برایشان ایفا می‌کند.

توصیف‌گر محیط آموزشی: معلم، استراتژی‌های متعدد آموزش از طریق تکنولوژی را مورد بررسی قرار می‌دهد (شامل استراتژی‌های استقرایی و استنتاجی) تا دانش‌آموزان را درگیر تفکر ریاضی نماید.

مثال: معلم تکنولوژی‌های متنوعی را برای موضوع‌های متعدد، به خدمت می‌گیرد.

توصیف‌گر توسعه حرفه‌ای: معلم به دنبال افرادی می‌گردد که درتلاش هستند تا از تکنولوژی در ریاضی استفاده کنند و با آن‌ها شروع به همکاری می‌کند.

مثال: گروهی متشکل از معلمانی با سطح ریاضی تقریباً یکسان و از یک پایهٔ تحصیلی تشکیل می‌شود تا برنامهٔ درسی ریاضی موجود را برای تلفیق با تکنولوژی مناسب، دوباره سازماندهی کنند.

پیش‌بردن (تأیید)

توصیف‌گر یادگیری ریاضی: پذیرش فعالانه و پایدار تکنولوژی‌ها به عنوان ابزارهایی برای یادگیری و یاددهی ریاضی به گونه‌ای که فرایندها و مفاهیم ریاضی را به درستی به شکل‌هایی ملموس و قابل درک برای دانش‌آموزان در بیاورد.

مثال: معلم به عنوان منبعی از ایده‌های جدید برای کمک به دانش‌آموزان در نظر گرفته می‌شود تا ریاضی را با کمک تکنولوژی، به آن‌ها یاد دهد.

توصیف‌گر آموزشی: معلم، طیف گسترده‌ای از استراتژی‌های آموزش از طریق تکنولوژی (شامل استراتژی‌های استقرایی و استنتاجی) را ایجاد نموده تا دانش‌آموزان را به تفکر پیرامون ریاضی وادارد.

مثال: معلم به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا درحالی که تمرکز و لذت خویش را از درک عمیق موضوع‌های ریاضی به نمایش می‌گذارند، بتوانند به راحتی از ابزارهای مختلف تکنولوژی استفاده کنند.

توصیف‌گر محیط آموزشی: معلم، فعالیت‌های غنی‌شده با تکنولوژی را به گونه‌ای مدیریت می‌کند که تعامل و خودراهبری دانش‌آموزان را در یادگیری ریاضی، حفظ نماید.

مثال: معلم به تشکیل و شکل‌دهی مجدد گروه‌های یادگیری می‌پردازد که در آن‌ها، یادگیری گروهی و فردی ارزشمند تلقی شده و مورد تشویق قرار می‌گیرد.

توصیف‌گر توسعه حرفه‌ای: معلم، در جست‌وجوی توسعهٔ حرفه‌ای مستمر است تا بتواند همچنان به یادگیری چگونگی تلفیق تکنولوژی‌های نوظهور با تدریس ریاضی خود، ادامه دهد و به یادگیری و کشف ایده‌هایی برای یاددهی و یادگیری ریاضی از طریق تکنولوژی‌های متعدد ادامه می‌دهد تا دسترسی دانش‌آموزان را به ریاضی، ارتقا بخشد.

مثال: معلمان ناحیهٔ خود را در ارزیابی و بازنگری برنامهٔ درسی شرکت دهید تا تکنولوژی را کاملاً بی‌عیب و نقص و در جهت بهبود و تغییر برنامهٔ درسی فعلی، و به سوی یک برنامهٔ درسی ریاضی قرن بیست و یکم با تکنولوژی‌های مناسب و در تمام پایه‌ها، تلفیق نمایید.

دسترسی

شناختن (دانش)

توصیف‌گر کاربرد: معلم به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد که از تکنولوژی، فقط بعد از تسلط یافتن بر مفاهیم مشخص، استفاده نمایند.

مثال: کشف ریاضی از طریق ابزارهای تکنولوژی، توسط باورهایی پیرامون چگونگی نیازمندی دانش‌آموزان به یادگیری ریاضی، به چالش کشیده می‌شود.

توصیف‌گر موانع: معلم در مقابل تغییرات محتوای تدریس شده، مخالفت خود را ابراز می‌دارد، حتی اگر به واسطهٔ تکنولوژی، برای بیشتر دانش‌آموزان قابل دسترس‌تر باشد.

مثال: دسترسی دانش‌آموزان به تکنولوژی، محدود است و بعد از اینکه با استفاده از روش‌های قلم-کاغذی، مفاهیم داده شده را آموختند، اجازه استفاده دارند. امکان دسترسی، فقط برای فعالیت‌های محاسباتی که به طور معمول انجام می‌شود، مهیاست و نیازی به اجازه معلم ندارد.

توصیف‌گر دسترس‌پذیری: معلم اشاره می‌کند که به احتمال زیاد، مسائل واقعی شامل اعداد غیر سر راست و زمخت هم هستند و اگر دانش‌آموزان ماشین‌حساب داشته باشند، به راحتی قابل حل خواهند بود.

مثال: با استفاده از داده‌های مدرسه، تعدادی مسئله ریاضی تعیین کنید. اما اگر دانش‌آموزان ماشین‌حساب داشتند، آن‌ها را به عنوان کار امتیازی، در نظر بگیرید.

پذیرفتن (تصمیم)

توصیف‌گر کاربرد: دانش‌آموزان در طول دوره‌های آموزشی متداول، از تکنولوژی به شکل محدودی

استفاده می‌کنند.

مثال: فعالیت‌های دانش‌آموزان در اســـتفاده از تکنولوژی، به مجموعه‌ای کوچک از موقعیت‌های به شـــدت کنترل شده، محدود می‌شود.

توصیف‌گر موانع: معلم پیرامون مسائل مدیریتی و دسترسی مرتبط با تلفیق تکنولوژی در کلاس درس، ابراز نگرانی می‌کند.

مثال: دانش‌آموزان تنها می‌توانند در موقعیت‌های مجزا یا فاقد اهمیت یادگیری، از تکنولوژی استفاده کنند.

توصیف‌گر دســـترس‌پذیری: ماشین‌حساب‌ها کمک می‌کنند تا تعداد زیادتری از مثال‌ها، در کلاس بررسی شوند.

مثال: دانش‌آموزان از تکنولوژی، برای بررسی الگوها و توابع استفاده می‌کنند.

وفق دادن (ترغیب)

توصیف‌گر کاربرد: معلم به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا از تکنولوژی، در واحدهایی که به طور خاص طراحی شده‌اند، استفاده کنند.

مثال: امکان دسترســـی و اســـتفاده از تکنولوژی برای بررسی موضوع‌های جدید ریاضی، معمولاً با توضیح و نمایش معلم فراهم می‌شود.

توصیف‌گـــر موانع: معلم از تکنولوژی، به عنوان ابزاری برای ارتقای درس‌های ریاضی و ارائه رویکردی جدید به ریاضی، استفاده می‌کند.

مثال: مفاهیمی که توسط تکنولوژی آموخته می‌شوند، توسط تکنولوژی مورد ارزشیابی قرار نمی‌گیرند.

توصیف‌گر دسترس‌پذیری: از آنجایی که تکنولوژی امکان دسترسی به ارتباطاتی را که قبلاً خارج از دسترس بودند فراهم می‌کند، مفاهیم به صورت‌های مختلفی تدریس می‌شوند.

مثال: دانش‌آموزان از نرم‌افزارهای هندســـهٔ پویا برای بررســـی و ایجاد ارتباط بین توابع مثلثاتی اســـتفاده می‌کنند.

کشف کردن (اجرا)

توصیف‌گر کاربرد: معلم به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا برای بررسی موضوعات ریاضی مشخص، از تکنولوژی استفاده نمایند.

مثال: امکان دسترسی و به کارگیری تکنولوژی برای کشف ریاضی، در تمام طول کلاس مهیا و مورد ترغیب واقع شده است.

توصیف‌گر موانع: معلم، چالش‌های تدریس ریاضی از طریق تکنولوژی را تشـــخیص می‌دهد و به بررســـی استراتژی‌ها و ایده‌هایی که اثر این چالش‌ها را به حداقل می‌رساند، می‌پردازد.

مثال: تکنولوژی به طور وسیعی در ارزشیابی به کار گرفته می‌شود. به دنبال راه‌هایی باشید که از تکنولوژی برای کار کلاسی استفاده کنید و روش‌هایی را برای مسائل مدیریت بر تکنولوژی، ابداع کنید.

توصیف‌گر دســـترس‌پذیری: از طریق به خدمت گرفتن تکنولوژی، بازنمایی‌های متعدد مفاهیم و رابطه‌های بین آن‌ها، با موضوع‌های اصلی تلفیق شده و مورد بررسی، اجرا و ارزشیابی قرار می‌گیرند.

مثال: معادلات چند مجهولی از یک موقعیت واقعی ایجاد می‌شوند، سپس جواب آن‌ها پیدا شده و از طریق داده‌ها، نمادها، جدول‌ها و نمودارها مورد تفسیر قرار می‌گیرند.

پیش‌بردن (تأیید)

توصیف‌گر کاربرد: معلم به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد در هر قسمت از تدریس کلاسی، تکنولوژی را به کار گیرند.

مثال: تکنولوژی به عنوان فرصتی برای به چالش کشیدن باورهایی پیرامون چیستی ریاضیاتی که دانش‌آموزان می‌توانند در آن به سطح تسلط (چیرگی) برسند، در نظر گرفته می‌شود.

توصیف‌گر موانع: معلم، چالش‌های موجود در تدریس ریاضی را از طریق تکنولوژی، تشخیص می‌دهد و این چالش‌ها را از طریق برنامه‌ریزی در سطح وسیع و آماده‌سازی برای به حداکثر رساندن استفاده از ابزارها و منابع در دسترس، حل می‌کند.

مثال: تکنولوژی به منظور توسعه مفاهیم ریاضی که توسط دانش‌آموران قابل دسترسی است، به کار گرفته می‌شود.

توصیف‌گر دسترس‌پذیری: به دانش‌آموزان آموزش و اجازه داده می‌شود موضوعات و ارتباطات ریاضی پیچیده‌تری را به عنوان قسمتی از تجربهٔ یادگیری طبیعی ریاضی خود، بررسی و کشف کنند.

مثال: دانش‌آموزان با استفاده از اینترنت، مسائل ریاضی جالبی پیدا می‌کنند و نقشی را که تکنولوژی در یافتن پاسخ این مسائل می‌توانند ایفا کند، مورد بررسی قرار می‌دهند.

پی‌نوشت‌ها

1. Trace Function
2. Virtual Algebra Tiles

منابع

در این مقاله ۳۶ منبع توسط نویسندگان مورد استفاده قرار گرفته است که به خودی خود مجموعهٔ نفیسی از مطالعات به روز حوزهٔ آموزش معلمان ریاضی است و امید است که مورد استفادهٔ معلمان ریاضی، دانشجو- معلمان رشتهٔ ریاضی، برنامه‌ریزان برنامهٔ درسی ریاضی و کارشناسان ریاضی، قرار گیرد.

1. AACTE Committee on Innovation and Technology (Eds.), (2008). Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators. New York: Rutledge Association of Mathematics Teacher Educators. (2006). Preparing teachers to use technology to enhance the learning of mathematics. Retrieved from http://www.amte.net/
2. Ball, D. L. (1988). Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: Examining what prospective teachers bring to teacher education. Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University, East Lansing.
3. Borko, H., & Putnam, T. (1996). Learning to teach. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), Handbook of educational psychology (pp. 673-708), New York: Simon & Schuster Macmillan.
4. Civil, M. (1992, April). Prospective elementary teachers' thinking about mathematics. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
5. Earle, R.S. (2002). The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. ET Magazine, 42(1), 5-13.
6. Ferrini-Mundy, J., & Breaux, G. A. (2008). Perspectives on research, policy, and the use of technology in mathematics teaching and learning in the United States. In G. W. Blume & M. K. Heid (Eds.), Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Volume 2. Cases and perspectives (pp. 427-448). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
7. Grossman, P. L. (1989). A study in contrast: Sources of pedagogical content knowledge for secondary English. Journal of Teacher Education, 40(5), 24-31.
8. Grossman, P. L. (1990). The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education. New York: Teachers College Press.
9. Grossman, P. L. (1991). Overcoming the apprenticeship of observation in teacher education coursework. Teaching and Teacher Education, 7, 245-257.
10. International Society for Technology in Education. (2000). National educational technology standards for students: Connecting curriculum and technology. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
11. International Society for Technology in Education. (2002). National educational technology standards for teachers: Preparing teachers to use technology. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
12. International Society for Technology in Education. (2007). National educational technology standards and performance indicators for students. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
13. International Society for Technology in Education. (2008). National educational technology standards and performance indicators for teachers. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
14. Kaput, J. (1992). Technology and mathematics education. In. D. Grouws (Ed.), Handbook of research

on mathematics teaching and learning (pp. 515-556). New York: MacMillan Publishing.
15. Kastberg, S., & Leatham, K. (2005). Research on graphing calculators at the secondary level: Implications for mathematics teacher education. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 5(1). Retrieved from http://www.citejournal.org/vol5/iss1/mathematics/article1.cfm
16. Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Eds). Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators (pp. 3-29). New York: Routledge.
17. Margerum-Leys, J., & Marx, R. W. (2002). Teacher knowledge of educational technology: A study of student teacher/mentor teacher pairs. Journal of Educational Computing Research, 26(4), 427-462.
18. McDiarmid, G. W. (1990). Challenging prospective teachers' beliefs during early field experience: A quixotic undertaking? Journal of Teacher Education, 41(3), 12-20.
19. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.
20. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.
21. National Council of Teachers of Mathematics. (2007). Mathematics teaching today: Improving practice, improving student learning (2nd ed.). Reston, VA: Author.
22. Niess, M. L. (2001). Research into practice: A model for integrating technology in pre-service science and mathematics content-specific teacher preparation. School Science and Mathematics, 101(2), 102-109.
23. Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. Teaching and Teacher Education, 21, 509-523.
24. Niess, M. L. (2007, June). Mathematics teachers developing technological pedagogical content knowledge (TPCK). Paper presented at IMICT2007, Boston, MA.
25. Niess, M. L. (2008). Knowledge needed for teaching with technologies – Call it TPACK. AMTE Connections, 17(2), 9-10.
26. Niess, M. L., Sadri, P., & Lee, K. (2007, April). Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK). Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association Annual Conference, Chicago, IL.
27. Pierson, M. E. (2001). Technology integration practices as a function of pedagogical expertise. Journal of Research on Computing in Education, 33(4), 413-429.
28. Rogers, E. M. (1995). Diffusion of innovations. New York, Free Press. Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15, 4-14.
29. Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57, 1-22.
30. Simon, M. A., & Brobeck, S. (1993, March). Changing views of mathematics learning: A case study of a prospective elementary teacher. Paper presented at the annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME-NW), Monterey, CA.
31. Simon, M. A., & Mazza, W. (1993, October). From learning mathematics to teaching mathematics: A case study of a prospective teacher in a reform-oriented program. Paper presented at the annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME-NA), Monterey, CA.
32. Thompson, A. D., & Mishra, P. (2007). Breaking news: TPCK becomes TPACK! Journal of Computing in Teacher Education, 24(2), 38, 64.
33. Walen, S. B., Williams, S. R., & Garner, B. E. (2003). Pre-service teachers learning mathematics using calculators: A failure to connect current and future practice. Teaching and Teacher Education, 19, 445-462.
34. Wilcox, S., Schram, P., Lappan, G., & Lanier, P., et al. (1990, April). The role of a learning community in changing pre-service teachers' knowledge and beliefs about mathematics education. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, MA.
35. Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. E. (1987). '150 different ways' of knowing: Representation of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), Exploring teachers' thinking (pp. 104-124). London: Cassell.
36. Yoder, A. J. (2000, October). The relationship between graphing calculator use and teachers' beliefs about learning algebra. Paper presented at the annual meeting of the Mid-Western Educational Research Association, Chicago, IL.