Journal of Curriculum Studies (J. C. S)
Vol. 15 (57); 2020, 65-106

فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران
سال پانزدهم، شماره ۵۷، تابستان ۱۳۹۹، ۱۰۶ – ۶۵

عوامل مؤثر و روابط بین آن‌ها در ارتقای استفاده از فناوری‌های دیجیتال در میان معلمان دوره دوم ابتدایی و دبیران ریاضی دوره اول متوسطه

Influencing Factors and Relationships between them to enhance the Usage of Digital Technologies by Primary and Mathematics Teachers

تاریخ دریافت مقاله: ۲۴ /۱۳۹۸/۰۹؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۹ /۱۳۹۹/۰۳

فرشته زینی‌وندنژاد[۱]

چکیده: تلفیق فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری یک پدیده جهانی است که عمدتاً به‌وسیله دولت‌ها، در دانشگاه‌ها، دانشکده‌های علوم تربیتی و مدارس با هدف بهبود سیستم آموزشی توصیه می‌شوند. هرچند علی‌رغم قابلیت‌های متعدد این فناوری‌ها، استفاده از آن‌ها در کلاس‌های درس، جدید و بیشتر محدود به پایه‌های ابتدایی است. این مطالعه با رویکرد آمیخته سلسله مراتبی اکتشافی، به استخراج عوامل مؤثر در ارتقای استفاده از فناوری‌های دیجیتال از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با شرکت شش گروه سه تا پنج‌نفری پرداخته و با اجرای پیمایش با شرکت ۴۵۷ نفر از معلمان دوره دوم ابتدایی و دبیران ریاضی اول متوسطه به‌وسیله تحلیل مسیر با استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری، روابط بین عوامل را آزمون و پیشنهادهایی برای ارتقای استفاده از آن‌ها ارائه‌کرده است. نتیجه اصلی این پژوهش این است که آمادگی معلم در استفاده فناوری‌های دیجیتال متأثر از آمادگی مدرسه است که روی استفاده دانش‌آموزان از فناوری‌های دیجیتال اثر مثبت و معناداری دارد.

کلیدواژه‌ها: فناوری‌های دیجیتال؛ دوره دوم ابتدایی؛ معلمان ابتدایی؛ دبیران ریاضی دوره اول متوسطه.

F. Zeynivand Nezhad (Ph.D)

Abstract: Integrating digital technologies in teaching and learning processes is a universal phenomenon which is often recommended by governments, universities, education faculties and schools in order to improve educational systems. In spite of the capabilities of digital tools, their usage is new in classrooms and restricted to primary grades. Therefore, the present study with an exploratory sequential mixed method approach in two steps was conducted to extract influential factors that enhance the use of digital technologies .To do so, semi-structured interviews were conducted with 6 groups of from 3 to 5 primary and mathematics high school teachers, respectively. In addition, influencing factors were extracted, through the quantitative approach, survey method participating 457 people using path analysis, and the relationships amongst factors were examined and several recommendations were proposed. The main findings showed that school readiness contributed to teacher readiness and these two had statistical signification effect on student's use of digital technologies.

Keywords: Digital technologies; Upper primary school; Primary teachers; Mathematics teachers in lower secondary school.

۱ . کارشناس پژوهشی پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
f_zeynivand@yahoo.com

مقدمه

یادگیری معنادار در کلاسی پرورش می‌یابد که در آن فعالیت‌های تدریس و تکالیف دانش‌آموزان فرصت‌هایی برای صحبت کردن درباره ریاضی، پرسش درباره نتایج یادگیری و کاربردهای مفاهیم ریاضی در موقعیت‌های ناآشنا، استدلال کردن برای کشف و حل مسائل چالش‌برانگیز را فراهم آورد (دریجورس، ۲۰۱۸؛ زینی‌وندنژاد، موسوی و کتابی، ۲۰۲۰). فناوری‌های دیجیتالی کشف مفاهیم پیچیده و گفتمان‌های کلاسی را به‌منظور شکل‌گیری و توسعه معنا (زینی‌وندنژاد و بیتس[1]، ۲۰۱۸) و مدل‌سازی مفاهیم ریاضی (گالبرایت، استیلمن، براون و ادوارد[2]، ۲۰۰۵) و درنتیجه ارتقای یادگیری، ممکن می‌سازد. برای مثال فناوری‌های دیجیتال می‌توانند نتایج را به‌سرعت تولید کنند؛ بازخوردهای سریع ارائه دهند و ارائه‌های دیداری پویا از اشیاء ریاضی را ایجاد کنند (دریجورس، ۲۰۱۸؛ لی و چن [3]، ۲۰۱۶). فناوری‌های دیجیتال می‌تواند شکل‌های متفاوتی داشته باشد از یک ماشین‌حساب ساده در کلاس درس ریاضی گرفته تا یک پروژکتور و رایانه و یا بسیاری از نرم‌افزارهای جدید که در فروشگاه‌های مواد آموزشی وجود دارند (آلاجیک، ۲۰۰۳). فناوری‌های دیجیتال از زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز استفاده می‌کنند که در آن بحث ارتباط و انتقال داده نیز وجود دارد. در این تحقیق فناوری‌های دیجیتالی شامل رسانه‌های دیداری و شنیداری (فیلم و کتاب گویا) و نرم‌افزارهای آموزشی هستند. به‌عبارت‌دیگر در برخی منابع، فناوری‌های دیجیتال به‌عنوان ترکیبی از فناوری اطلاعات[4] (IT) و فناوری ارتباطات[5] (ICT) فرض شده است که در این تحقیق نیز می‌توانند معادل فرض شوند. هویلز (۲۰۱۸) شش دسته از فناوری‌های دیجیتال در آموزش ریاضی را از یکدیگر متمایز می‌کند که عبارت هستند از: ۱) فناوری‌های پویا و گرافیکی، ۲) فناوری‌ها و ابزارهایی که توان برون‌سپاری پردازش را فراهم می‌کنند، ۳) فناوری‌ها و ابزارهایی که امکان بازنمایی‌های جدید برای ریاضی را فراهم می‌کنند، ۴) ابزارهایی که پل ارتباطی بین ریاضیات مدرسه و جهان دانش‌آموز هستند، ۵) ابزارهایی که

1. Zeynivandnezhad & Bates
2. Galbraith, Stillman, Brown & Edwards
3. Lee & Chen
4. Information Technology
5. Information Comunication Technology

ارتباط با پهنای باند بالا را برای پشتیبانی یادگیری ریاضی فراهم می‌کنند، ۶) ابزارهایی که پشتیبانی هوشمند برای معلم هنگامی که دانش‌آموزان آن‌ها مشغول یادگیری اکتشافی با فناوری‌های دیجیتال هستند را فراهم می‌کنند. اما نکته کلیدی برای تدریس ریاضی با استفاده از فناوری‌های دیجیتالی، داشتن معلمانی است که می‌توانند از طریق این فناوری‌ها تدریس کنند (آلاجیک[1]، ۲۰۰۳)؛ به عبارتی متغیر کلیدی برای استفاده از فناوری‌های دیجیتالی در کلاس درس ریاضی، معلم است (توماس و پالمر[2]، ۲۰۱۴). آلاجیک (۲۰۰۳) معتقد است که بسیاری از معلمان به روشی که به آن‌ها تدریس شده است آموزش می‌دهند، به همین دلیل بسیاری از معلمان به همان روش سخنرانی تدریس می‌کنند. اکثر مطالعات در این مورد همسو هستند که موفقیت در زمینه تلفیق فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری، قویاً با باورها، نگرش و مهارت معلمان ارتباط دارد (بدیا، منسز، سیگالز و فابریگوئز [3]، ۲۰۱۴؛ ارتمر [4]، ۲۰۱۵). معلمانی که به سودمندی فناوری‌های دیجیتالی در یاددهی و یادگیری باور ندارند (پتکو، پراسی و کانتیئنت[5]، ۲۰۱۸) و یا فاقد مهارت کافی برای استفاده از آن‌ها در کلاس‌هایشان هستند، احتمالاً از ICT به‌طور منظم و اثربخش استفاده نمی‌کنند (ترهینی، آرکاچیلاج، ماسئده و عباسی[6]، ۲۰۱۵).

اهمیت استفاده از فناوری‌های دیجیتال از طریق برخی مطالعات مروری آشکار می‌شود (برای مثال، لی و ما، ۲۰۱۰؛ چئونگ و اسلیوین، ۲۰۱۳؛ سوکولوفسکی، لی و ویلسن[7]، ۲۰۱۵). این مطالعات اثر مثبت و معنادار کم تا متوسطی از فناوری‌های دیجیتال روی پیشرفت ریاضی را گزارش کرده بودند. ضمناً در آموزش ابتدایی در مقایسه با دوره متوسطه اندازه اثر بیشتر بود. علی‌رغم امکانات و پیشرفت‌های مربوط به فناوری‌های دیجیتالی و نیز اثرات مثبت آن‌ها، مطالعات تیمز نشان می‌دهد پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی در سراسر جهان کاهش‌یافته است و نمره بسیاری از دانش‌آموزان از میانگین نمره یعنی ۵۰۰ کمتر است (مارتین،

1. Alagic
2. Thomas & Palmer
3. Badia, Meneses, Meneses, Sigalés, & Fàbregues
4. Ertmer
5. Petko, Prasse & Cantieni
6. Tarhini, Arachchilage, Masa'deh, & Abbasi
7. Sokolowski, Li, & Willson

مولیز و هوپر[1]، ۲۰۱۶). بیوچامپ و پارکینسون[2] (۲۰۰۸) دلایل شکست در علوم و ریاضی را نتیجه برنامه درسی و تدریس ضعیف بیان می‌کنند. استانداردهای ریاضیات مدرسه‌ای شورای معلمان ریاضی آمریکا[3] (۲۰۰۰) تأکید می‌کند که استفاده از فناوری‌های دیجیتال با توجه به توان بالقوه آنان می‌تواند در یادگیری ریاضی در کلاس‌های درس کمک کند. این فناوری‌ها می‌توانند بازنمایی‌های متفاوتی از یک مفهوم ریاضی را ارائه دهند. معلمان می‌توانند مهارت‌های تصورسازی[4] دانش‌آموزان را با استفاده از نمادهایی مانند اعداد، معادلات، کلمات و نمودارها ارتقا دهند (برای مثال، چارت‌ها و نمودارها). سوکولوفسکی و همکاران (۲۰۱۵) بیشترین اثر مثبت استفاده از فناوری‌های دیجیتال را در دوره اول متوسطه یافته بودند (کلاس‌های ششم تا هشتم)، اما لی و ما (۲۰۱۰) و نیز چئونگ و اسلیوین (۲۰۱۳) اندازه اثر بالایی را در آموزش دوره ابتدایی در مقایسه با دوره اول متوسطه گزارش کرده بودند. با توجه به گستردگی و متمایز بودن بررسی عوامل مؤثر در دوره اول ابتدایی در میان معلمان نسبت به سایر دوره‌ها، این مطالعه به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری ریاضی توسط معلمان دوره دوم ابتدایی و دبیران ریاضی دوره اول متوسطه انجام‌شده است. برای این منظور این مطالعه تلاش کرده است با استخراج عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در بین گروه‌های مذکور و درنهایت با توجه به تحلیل مسیر روابط بین عوامل مؤثر، پیشنهادهایی برای ارتقای استفاده از آن‌ها برای معلمان و دبیران ریاضی ارائه کند. لذا این تحقیق برای پاسخ به سؤالات زیر انجام‌شده است:

۱. عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی- یادگیری ریاضی توسط معلمان دوره دوم ابتدایی و دوره اول متوسطه کدامند؟
۲. چه روابطی بین عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی- یادگیری ریاضی در دوره ابتدایی و دوره اول متوسطه وجود دارد؟
۳. راهکارهای مناسب برای گسترش و بهبود استفاده از فناوری‌های دیجیتال در کلاس‌های درس ریاضی در دوره ابتدایی و دوره متوسطه اول توسط معلمان، کدامند؟

1. Martin, Mullis & Hooper
2. Beauchamp & Parkinson
3. Nctm
4. Visualization

پیشینه تحقیق

مدل‌ها و چارچوب‌های متعددی برای تبیین چالش‌های تلفیق فناوری‌های دیجیتال با فعالیت معلمان ارائه‌شده است که مدل‌های زیر از مهم‌ترین آن‌ها هستند (بلاندل، ۲۰۱۷؛ میشرا و کهلر[1]، ۲۰۰۶) :

- چارچوب تکنولوژیکی پداگوژیکی محتوا (TPACK[2])، که سه دانشی را که معلمان باید برای تلفیق فناوری بدانند را مفهوم‌سازی[3] می‌کند.
- مدل SAMR [4] که میزان تغییرات پداگوژیکی را در هنگام تلفیق فناوری توصیف می‌کند.
- **انتشار** نوآوری‌های راجرز[5] (۲۰۰۳) که میزان تلفیق فناوری در مدارس و واکنش افراد نسبت به آن را تحلیل می‌کند.

چارچوب TPACK

یکی از چارچوب‌های نظری مطرح‌شده در خصوص شایستگی‌های معلمان، چارچوب دانش تکنولوژیکی پداگوژیکی محتوا (TPACK) است (میشرا و کهلر، ۲۰۰۶؛ حسینی، ۱۳۹۴). این چارچوب (تی‌پک) مهم‌ترین مدل در این حوزه است که تمایز بین هفت دانش مورد نیاز معلمان را با توجه به پداگوژی، تکنولوژی و محتوای آموزشی مشخص می‌کند (میشرا و کهلر، ۲۰۰۶). با توجه به گسترش فناوری، مدل TPACK با افزودن عامل فناوری به مدل شولمن (۱۹۸۷) به‌عنوان دانش پداگوژیکی محتوا (PCK)[6] و با توجه به مدل دانش معلم برای تلفیق فناوری در آموزش شکل گرفت. برخی از محققان عقیده دارند TPACK آموزشگران را قادر می‌سازد تا «درک گسترده‌تری از چگونگی برنامه‌ریزی و تمرکز بر آموزش معلمان آینده‌نگر ریاضی» پیدا کنند (بور و استفهن[7]، ۲۰۱۱). به‌عنوان‌مثال روبوا[8] (۲۰۱۳) از TPACK به‌عنوان آنچه «دانش خاص برای کار کردن در محیط جئوجبرا» نام دارد، یاد می‌کند. اما برخی از

1. Mishra & Koehler
2. Technologival Pedagogical Content Knowledge
3. Conceptualization
4. Substitution-Augmentation-Modification-Redefinition
5. Rogers' (2003) Diffusion Of Innovations
6. Pedagogical Content Knowledge
7. Bowers & Stephens
8. Robová

محققان صرفاً شکلی عمومی از دانش و مهارت را در نظر می‌گیرند که به دانش‌آموزان در حل مسئله در محیطی فناوارانه کمک می‌کند، با تجزیه‌وتحلیل منابع دیجیتال به معلمان کمک می‌کند تا رویکردی پداگوژیکی در دسترس و مرتبط ارائه دهند، دانش‌آموزان را برای استفاده از فناوری ترغیب کنند تا از این طریق بتوانند روابط ریاضی را درک کنند (ترگالوا و جهان[1]، ۲۰۱۳). انتقاد اصلی به این چارچوب، حول سه محور است (بلاندل، ۲۰۱۷): ۱) ماهیت دانش پداگوژیکی (PK) که بر دانش محتوایی و دانش فناوری تأثیر می‌گذارد، پیچیده است. میشرا و کهلر (۲۰۰۶) PK را به‌عنوان استراتژی‌ها و فرآیندهای به کار رفته توسط معلمان برای تسهیل یادگیری و مدیریت فرآیندهای کلاس تعریف می‌کنند. پداگوژی می‌تواند تلفیقی و یا در حوزه و محتوایی خاص باشد (لیو، ریتزوآپت، داوسون و بارون[2]، ۲۰۱۶). در نتیجه توسعه PK در مقایسه با TK (دانش تکنولوژیکی) بسیار پیچیده‌تر است. ۲) واضح نیست که آیا اشتراک حوزه‌های دانشی در TPACK، است یا نه. یک حوزه دانشی مستقل را می‌توان به معلمان آموزش داد، دانشی که مستقل نباشد و به‌صورت تلفیقی از چند دانش باشد، همواره نیازمند بررسی و مطالعه زیادی است (ارتمر، ۲۰۱۵). استفاده از رویکردی اشتباه، ممکن است پیامدهایی نامطلوب برای توسعه یا یادگیری حرفه‌ای معلمان به دنبال داشته باشد. ۳) پیوند بین TPACK و فعالیت معلم نامشخص است. شواهد نشان می‌دهد که معلمان ممکن است TPACK را بپذیرند ولی ممکن است نتوانند از آن در فعالیت‌های آموزشی استفاده کنند. این نقدها نشان می‌دهند که به ابزارهای مفهومی دیگری نیاز است.

مدل SAMR

تلفیق فناوری‌های دیجیتال در تدریس، نیازمند تغییر است. به دلیل تغییر مداوم فناوری‌های دیجیتال، این تلفیق با تحول نیز همراه است (بلاندل، لی و نیک‌ویست[3]، ۲۰۱۹). مدل SAMR پیوئنتی‌دیورا[4] (۲۰۱۴) تغییرات در فعالیت معلمان و تعاملات دانش‌آموزان را به دلیل تلفیق فناوری‌های دیجیتال شرح داده و در چارچوبی که مکمل چارچوب TPACK است (شکل ۱)

1. Trgalová & Jahn.
2. Liu, Ritzhaupt, Dawson And Barron
3. Blundell, Lee, & Nykvist
4. Puentedura

ارائه می‌دهد. این مدل به چهار سطح از تلفیق اشاره می‌کند که عبارت‌اند از: ۱) جایگزینی[1]، ۲) افزونگی[2]، ۳) تغییر[3]، ۴) بازتعریف[4]. جایگزینی به معنای استفاده از یک ابزار به جای ابزار دیگر، بدون اینکه هیچ گونه تغییری در عملکرد آن حاصل شود، افزونگی شامل جایگزینی یک ابزار موجود ولی با بهبود عملکرد آن است. در هر دو حالت، فناوری‌های دیجیتال ابزارهایی برای ارتقا پداگوژی هستند. تغییر به معنای طراحی پداگوژی‌های موجود و فعالیت یادگیری به کمک فناوری است. بازتعریف به معنای خلق پداگوژی‌ها و فعالیت‌های یادگیری است که بدون حضور فناوری‌های دیجیتال، اجرای آن‌ها ممکن نبودند. فرآیندهای تغییر و بازتعریف شامل تغییر پداگوژی هستند.

شکل ۱ **مدل SAMR**

1. Substitution
2. Augmentation
3. Modification
4. Redefinition

از این مدل، به‌صورت تحلیلی برای تعیین تغییرات در ارائه یک درس استفاده می‌شود. بلاندل (۲۰۱۷) معتقد است که سه نقد بر مدل پیوئنتی‌دیورا وارد می‌شود: اول، پیوئنتی‌دیورا این مدل را در جامعه علمی معرفی نکرد، بلکه از طریق گزارش‌های فردی و وب‌سایتش آن را معرفی کرد. شواهد پژوهشی برای تأیید این مدل در دست نیست. دوم، این مدل، به دلیل سادگی، نمی‌تواند بافت آموزشی را به‌طور مناسب تبیین کند، در ساختار آن انعطاف وجود ندارد و بر تغییر فعالیت معلم و خروجی‌های یادگیری تأکید می‌کند. نقد آخر، چالش استفاده از توصیفات SAMR برای تعیین میزان تغییر است. به دلیل قابلیت تطبیق زیاد این مدل توسط معلمان از آن همراه با TPACK می‌توان برای فهم پیچیدگی تلفیق فناوری‌های دیجیتال در پداگوژی و یادگیری استفاده کرد (تیونیرا و خخونا[1]، ۲۰۲۰).

انتشار نوآوری

تلفیق فناوری‌های دیجیتال در نظام آموزشی، یاددهی و یادگیری نیازمند تغییر است؛ انتشار نوآوری[2]، مدلی برای همه افرادی را ارائه می‌دهد که از این تغییرات متأثر می‌شوند. اگرچه از چارچوب انتشار نوآوری راجرز به‌اندازه چارچوب‌های TPACK و SAMR در ادبیات پژوهشی استفاده نمی‌شود، ولی از این چارچوب برای تعیین و تحلیل میزان تلفیق فناوری‌های دیجیتال در مدارس و واکنش افراد نسبت به آن استفاده می‌شود. راجرز (۲۰۰۳) عقیده دارد که پذیرش رویکردهای جدید و نوآورانه از جانب سیستم‌های اجتماعی، حتی هنگامی‌که محاسن این رویکردها مشخص است، زمان‌بر و اغلب دشوار است. او این پذیرش را به میزان ارزشی که افراد برای نوآوری قائل هستند، نسبت می‌دهد. مطابق با نظر راجرز، افراد در ارتباط با نوآوری به پنج دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- نوآورانی که ایده‌ها و اندیشه‌های جدید را کشف می‌کنند.
- آن‌هایی که چگونگی سازگاری با نوآوری را در عمل مدل‌سازی می‌کنند و غالباً نوآوری‌ها را برای بخش‌های دیگر تبیین و توصیف می‌کنند.
- آن‌هایی که به جستجوی ایده‌ای نو می‌پردازند و بعدازاینکه که نوآوری را فهمیدند، از آن استفاده می‌کنند و آن را به گروه بعدی انتقال می‌دهند.

1. Tunjera & Chigona
2. Diffusion Of Innovations

- آن‌هایی که به‌تازگی یک نوآوری را بعد از درک منافع آن پذیرفته‌اند و این اغلب با توجه به فشار بیرونی مثلاً همکاران است.
- گروهی که فقط تغییری را که دیگر جدید نیست، می‌پذیرند.

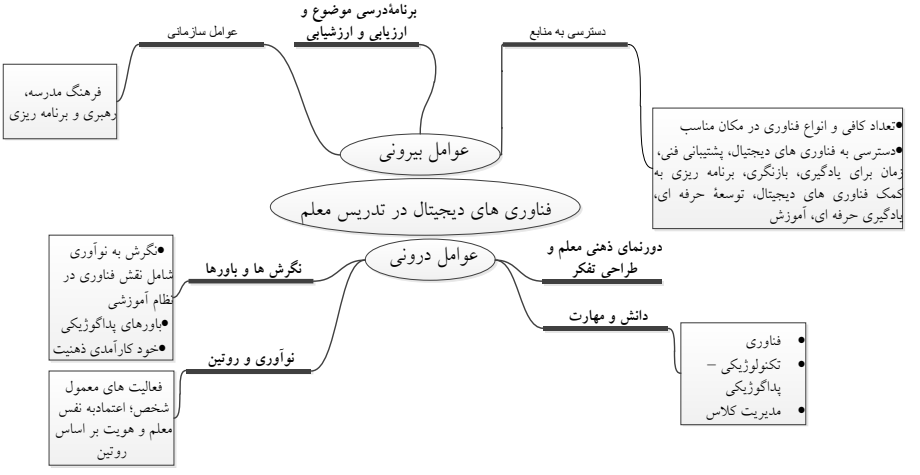
بنا بر ابراز راجرز (۲۰۰۳)، یک نوآوری، از طریق مشارکت افراد انتشار می‌یابد. آنچه انتشار می‌یابد شامل تجارب و دانشی است که به‌طور بالقوه به کاهش عدم یقین منجر می‌شود. به‌استثناء نوآوران که ایده‌های جدید را جستجو می‌کنند، همه افراد پذیرنده نوآوری، نیاز دارند تا درباره ویژگی‌های نوآوری، متقاعد شوند. فرآیند متقاعدشدن شامل تحلیل فایده –هزینه مزایای نسبی نوآوری، میزان سازگاری با پارادایم و ارزش‌های موجود، پیچیدگی تغییر، قابلیت آزمایش کردن نوآوری و قابلیت مشاهده نتایج به‌کارگیری نوآوری برای دیگران است. خالید و نیوانگ[1](۲۰۱۴) اهمیت آگاهی دست اندرکاران مدارس از سطوح پذیرش فناوری و ضرورت ایفای نقش فردی را که عامل تغییر است، هنگام تلفیق فناوری‌های دیجیتال در مدرسه برجسته کرده‌اند. از مدل راجرز (۲۰۰۳) به‌عنوان چارچوبی نظری برای تحقیق و به‌عنوان ابزاری تحلیلی برای انتخاب فناوری به‌وسیله معلمان استفاده‌شده است.

عوامل موثر در تلفیق فناوری‌های دیجیتال در فعالیت معلم

اگرچه چارچوب‌های TPACK و SAMR می‌توانند فرآیندها و خروجی‌های معلمانی را که از فناوری‌های دیجیتال در تدریسشان استفاده می‌کنند، مفهوم‌سازی کنند، ولی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که عامل‌های تأثیرگذار دیگری نیز وجود دارند (پتکو و همکاران، ۲۰۱۸؛ ماکی، اونیل، کاتن و ریکارد[2]، ۲۰۱۸؛ بلاندل، ۲۰۱۷). عبارت *موانع* توسط ارتمر (۲۰۱۵) مطرح شد و از آن برای توصیف عامل‌هایی که مانع تلفیق فناوری‌های دیجیتال در نظام آموزشی هستند، به‌طور گسترده استفاده می‌شود (بلاندل، لی و نیک‌ویست، ۲۰۲۰؛ پتکو و همکاران، ۲۰۱۸). بلاندل (۲۰۱۷) این عوامل رو به دو دسته درونی و بیرونی تقسیم کرد (شکل ۲). موانع بیرونی یا موانع درجه اول، عامل‌هایی هستند که از کنترل معلمان خارج هستند اما روی فعالیت‌های آن‌ها تأثیر می‌گذارند. موانع درونی یا موانع درجه دوم، عامل‌هایی هستند که با فعالیت‌های معلمان مرتبط و تحت کنترل آن‌ها هستند (شکل ۲).

1. Khalid & Nyvang
2. Makki, O'Neal, Cotten, & Rikard.

به‌منظور استفاده از فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری، لازم است تا معلمان و دانش‌آموزان فرصت و دسترسی به فناوری را داشته باشند. فراوانی و نوع فناوری نیز تأثیرگذار است (شو و هوان[1]، ۲۰۱۳). اگر معلمان در اجرا و مدیریت فناوری‌ها و حل مسائل فنی، تخصص نداشته باشند، پشتیبانی فنی باید در اختیارشان قرار بگیرد. محدود بودن اطلاعات لازم در استفاده معنادار از فناوری‌های دیجیتال در نظام آموزشی اثرات منفی دارد (نیلسن و همکاران[2]، ۲۰۱۲). با فرض وجود دسترسی مناسب و پشتیبانی کافی، به معلمان باید زمان کافی برای یادگیری و برنامه‌ریزی به کمک فناوری داده شود (ماکی و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل۲ عوامل درونی و بیرونی تأثیرگذار بر تلفیق فناوری‌های دیجیتال با فعالیت‌های معلمان (بلاندل، ۲۰۱۷: ۴۱)

تأمین و پشتیبانی فنی برای فناوری‌های دیجیتال، نیازمند پشتیبانی سازمانی است. تلفیق فناوری در فرآیند یاددهی و یادگیری متأثر از فرهنگ و رهبری مدرسه است (فیو[3]، ۲۰۱۳). گردانندگان مدرسه باید فناوری‌های دیجیتال را شناسایی و استفاده از آن‌ها را ترغیب کرده و دیدگاهی مشترک در مدرسه ایجاد کنند (بلاندل، لی و نیک‌ویست، ۲۰۲۰).

برنامه درسی و پارادایم‌های ارزیابی و ارزشیابی، فعالیت‌های معلمان را از بیرون تحت تأثیر قرار می‌دهند. بلاندل (۲۰۱۷) معتقد است که برنامه درسی اجباری با جزییات فراوان،

1. Hsu & Kuan
2. Nielsen, Miller & Hoban
3. Fu

انعطاف‌پذیری پداگوژیکی معلمان را محدود می‌کند. حجم زیاد محتوایی که معلمان باید پوشش بدهند، حتی سازمان‌دهی سرفصل‌های آموزشی نیز می‌تواند درک معلم از رویکردهای پداگوژیکی را تغییر دهد یا سنجش‌های سراسری مانند امتحانات استانی یا کشوری یا نهایی باعث می‌شوند که معلمان به‌جای تلفیق فناوری‌های دیجیتال اثربخش‌تر، رویکردهای معلم-محور را انتخاب کنند. در حالت‌های خاص، فشار بر معلمان برای بهبود نمرات در سنجش‌های سراسری نیز می‌تواند عاملی باشد که از نوآوری جلوگیری کند (فیو، ۲۰۱۳). عدم هماهنگی بین نوع یادگیری (مبتنی بر فناوری) و سنجش (بدون فناوری) ممکن است مسائلی را برای دانش‌آموزان ایجاد کند. برنامه درسی، ارزیابی‌ها و ارزشیابی‌ها می‌توانند فعالیت‌های معلمان را تحت تأثیر قرار داده و علی‌رغم مقاصد معلم و دانش‌آموزان، نوآوری‌های مرتبط با تلفیق فناوری را محدود کند که بایستی در ارزشیابی از معلمان این موارد در نظر گرفته شوند (خروشی، نصر اصفهانی و میرشاه جعفری، ۱۳۹۷؛ مهدوی هزاوه، ملکی، مهرمحمدی و عباس پور، ۱۳۹۵).

عوامل سازمانی، در حالت خاص، فرهنگ مدرسه و برنامه درسی اجباری و ارزشیابی‌ها از عوامل بیرونی هستند که می‌توانند بر عوامل درونی مانند نگرش و باورهای معلمان تأثیر بگذارند. هرچند، ارتمر (۲۰۱۵) بیان می‌کند که عوامل درونی، مانند دروازه‌بان‌های واقعی در مقابل ورود و تلفیق فناوری‌های دیجیتال عمل می‌کنند.

علی‌رغم موانع بیرونی فراوان، معلمانی که باورهای قوی و مثبت نسبت به فناوری دارند، توانسته‌اند فناوری را در تدریس تلفیق کنند (ارتمر، ۲۰۱۵). در مقابل، پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که حضور فناوری‌های در دسترس (مانند موبایل)، معلمان را برای استفاده از فناوری‌های دیجیتال به‌منظور ارتقای یادگیری ترغیب می‌کند. با توجه به افزایش دسترسی به فناوری‌های دیجیتال، دانش‌آموزان معمولاً از آن‌ها به‌عنوان منابع دسترسی به اطلاعات، ابزارهای نوشتن و برقراری ارتباط استفاده می‌کنند (لیندسی[1]، ۲۰۱۵؛ زی‌هنگ، وارس‌چایوئر، لین و چنگ[2]، ۲۰۱۶). تحقیقات نشان داده است که تلاش‌ها جهت توسعه حرفه‌ای معلمان و ارتقای مهارت‌ها، زمانی موفق‌تر بوده‌اند که از مهارت‌ها در مدرسه استفاده شوند (دیلی، پاچلر

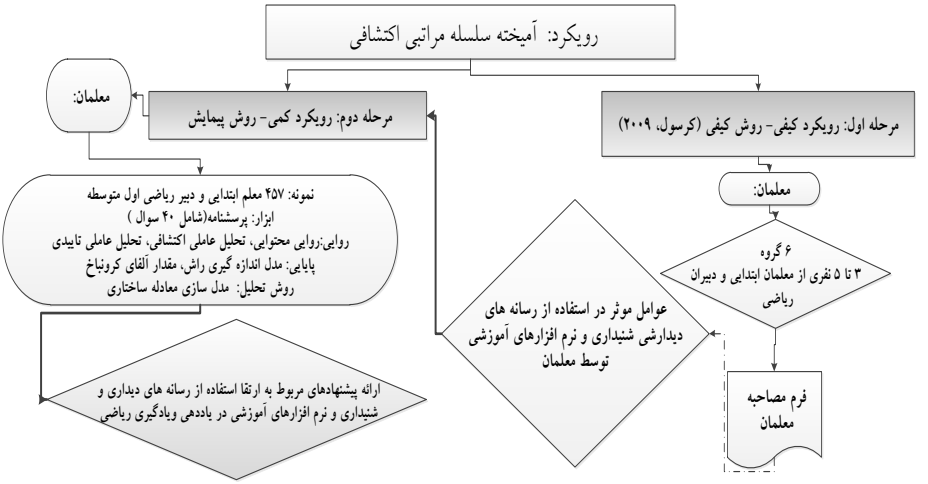
1. Lindsay
2. Zheng, Warschauer, Lin, & Chang

و پلتیر[1]، ۲۰۰۹، پتکو و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین، عوامل مربوط به مدرسه نیز باید در نظر گرفته شوند.

روش‌شناسی تحقیق

این مطالعه با رویکرد آمیخته سلسله مراتبی اکتشافی[2] (شکل ۳) در دو مرحله کیفی و کمی انجام‌شده است (کرسول، ۲۰۰۹). برای پاسخ به سؤال اول با رویکرد کیفی ابتدا به‌وسیله مطالعه اسناد مربوطه مقوله‌های اصلی شناسایی شدند. سپس با نمونه‌گیری هدفمند شش گروه سه تا پنج‌نفری از معلمان دوره دوم ابتدایی و دبیران ریاضی دوره اول متوسطه انتخاب‌شده و مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته به عمل آمد. تجزیه‌وتحلیل داده‌های کیفی به روش کدگذاری داده‌ها، دسته‌بندی مقوله و استخراج مضامین مربوطه با استفاده از نرم‌افزار مکس کیو دی ای[3] برای بیان و تفسیر یافته‌ها بود (کرسول، ۲۰۰۹). سازمان‌دهی و آمادگی داده‌ها، ایجاد کدها با استفاده از اطلاعات و داده‌ها، تهیه و توصیف، بیان یافته‌ها و تفسیر یافته‌ها به‌عنوان پنج مرحله تحلیل داده‌های کیفی توسط کرسول (۲۰۰۹) پیشنهاد شده است. بنابراین، ابتدا مصاحبه‌های ضبط‌شده پیاده‌سازی[4] و خوانده شدند و سپس خط به خط کدگذاری باز شدند. به‌طورکلی در این قسمت از مطالعه، پیش‌نویسی از طبقه‌بندی‌های (مقوله‌ها) کدگذاری که با استفاده از مطالعات قبلی به‌دست‌آمده بود تهیه شد (مثل عوامل درونی و بیرونی و مواردی مثل دانش تکنولوژیکی پداگوژی محتوایی) و به‌طور قیاسی[5] برای طبقه‌بندی داده‌های خام حاصل از مصاحبه برای طبقه‌بندی‌های (مقوله‌بندی) جدید به کار رفت، در نتیجه طبقه‌های (مقوله‌ها) جدید از داده‌ها به‌طور استقرایی[6] در تحلیل داده تغییر پیدا کردند. طبقه‌های تهیه شده از تحقیقات قبلی می‌تواند به یافته‌های تحقیق و مقایسه آن‌ها با تحقیقات قبلی کمک کند (چانگ و ویلدموث[7]، ۲۰۰۹).

1. Daly, Pachler & Pelletier.
2. Exploratory Sequential Mixed Method Approach
3. Maxqda10
4. Transcription Of The Interviews
5. Deductively
6. Inductively
7. Zhang, & Wildemuth



شکل ۳: چارچوب تحقیق

افزایش روایی یا قابلیت اعتماد[1] ممکن است منجر به تعمیم نتایج و درنتیجه کیفیت پژوهش شود (زینی‌وندنژاد و بیتس، ۲۰۱۸). برای افزایش اعتبار پذیری[2] تعداد زیادی از معلمان در مناطق مختلف ازجمله برخوردار و کم برخوردار از زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و نیز کسانی که در استفاده از نرم‌افزارها در درس ریاضی مهارت داشتند انتخاب شدند. برای افزایش قابلیت انتقال‌پذیری[3] از نمونه‌گیری هدفمند در انتخاب افراد برای شرکت در مصاحبه‌ها برای پاسخ به سؤالات بر اساس فرم‌های مصاحبه[4] استفاده شد که مثلثی سازی با استفاده از تنوع شرکت‌کنندگان یا آگاهی‌دهندگان در مطالعه انجام شد (کرسول، ۲۰۰۹). قبل از انجام مصاحبه‌ها، فرم مصاحبه حاوی محورهای اصلی (پیوست الف را ببینید) برای متخصصان موضوعی و ویراستار زبان فارسی ارسال شد تا از بدفهمی‌ها و اشتباهات آتی جلوگیری شود. همچنین برای افزایش قابلیت اتکاپذیری[5] از ضبط صدای الکترونیکی برای ثبت و ضبط مصاحبه‌ها استفاده شد. تمامی مصاحبه‌ها برای ارتقای قابلیت اتکاپذیری ثبت و در مراحل بعدی پیاده‌سازی و برای تجزیه‌وتحلیل به کار رفتند و مصاحبه‌های پیاده‌سازی شده

1. Trustworthiness
2. Credibility
3. Transferability
4. Interview Protocol
5. Dependability

برای چندین نفر از مصاحبه‌شوندگان ارسال شد تا شرکت‌کنندگان اختلاف بین آنچه را که بیان کرده بودند و آنچه پیاده‌سازی شده بود را مشخص کنند. در صورت وجود تضاد، برخی از موارد دوباره اصلاح می‌شدند. برای ارتقای قابلیت تایید پذیری[1] نقش محقق در این مطالعه نیز مشاهده‌گر به‌عنوان مشارکت‌کننده بود که دارای تماس محدودی در هنگام مصاحبه با شرکت‌کنندگان بود.

کدگذاری‌های انجام‌شده، مقوله‌ها و نیز مضامین استخراجی برای متخصصان موضوعی ارسال شدند که این افراد بر چگونگی تحقیق کیفی و نیز تلفیق فناوری‌های دیجیتال در آموزش ریاضی تسلط داشتند. بنابراین، محقق از متخصصانی که درزمینه آموزش ریاضی و نیز تلفیق فنّاوری هم در ریاضی و هم سایر دروس تجربه داشتند برای ارائه نقطه‌نظر در خصوص، کدگذاری‌ها دعوت به عمل آورد. ضریب توافق بین کدگذاران[2] (ضریب پایایی) نیز برای بررسی میزان توافق کدگذاران محاسبه شد. برای مثال در مرحله دوم ضریب توافق بین دو داور برای بررسی مقوله‌های استخراجی از تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌های انجام‌شده توسط معلمان محاسبه شد. تقریباً ۲۲ مقوله استخراجی به‌صورت مجزا برای دو داور که تجارب کافی درزمینه تلفیق فنّاوری در آموزش ریاضی داشتند فرستاده شد و با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس اس ۲۳[3] ، مقدار کاپای کوهن[4] محاسبه شد. مطابق با لندیس و کوخ[5] (۱۹۷۷)، مقدار کاپای ۶۵ /۰ توافق قابل قبولی را نشان می‌دهد.

برای پاسخ به سؤال دوم، با توجه به مضمون‌های به‌دست‌آمده از مرحله کیفی و مطالعات قبلی (برای مثال، پتکو و همکاران، ۲۰۱۸) پرسشنامه‌ای شامل ۴۰ سؤال ۵ طبقه‌ای لیکرت (مختص معلمان و دبیران) طراحی شد که با استفاده از آن عوامل استفاده یا عدم استفاده از فناوری‌های دیجیتال با نمونه مناسب در پیمایشی بررسی شدند. در این مرحله علاوه بر بررسی روابط بین عوامل (مضمون‌های) استخراجی، روایی سازه[6] مضمون‌های استخراجی نیز با

1. Confirmability
2. Intercoder Reliability Index
3. Spss 23
4. Cohen's Kappa
5. Landis & Koch
6. Construct Validity

استفاده از مدل اندازه‌گیری تأییدی[1] بررسی شد. در پاسخ به سؤال سوم پژوهش، برای بررسی روابط بین عوامل مؤثر و نیز ارائه پیشنهادهای مناسب برای گسترش و بهبود استفاده از فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری در دوره ابتدایی و دوره اول متوسطه، داده‌های حاصل از پرسشنامه‌ها با استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری تجزیه‌وتحلیل شدند. قبل از اجرای پیمایش علاوه بر ارتقای روایی محتوایی این ابزارها با استفاده از مشورت با متخصصان موضوعی، ویژگی‌های روان‌سنجی ازجمله روایی و پایایی سازه‌های استخراج‌شده از پرسشنامه‌ها با استفاده از مدل اندازه‌گیری راش- اندریچ[2] (زینی‌وندنژاد، ۲۰۱۸) با استفاده از بسته نرم‌افزاری وین‌استپس[3] ارتقا داده شدند. برای تحلیل داده‌ها و برای استخراج عامل‌ها و تأیید[4] آن‌ها و همچنین بررسی روابط بین آن‌ها در این مرحله از آمار استنباطی، تحلیل عاملی اکتشافی و تحلیل عاملی تأییدی با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس اس ۲۳ و ایموس ۲۱[5] استفاده شد.

یافته‌های مرحله اول (رویکرد کیفی)

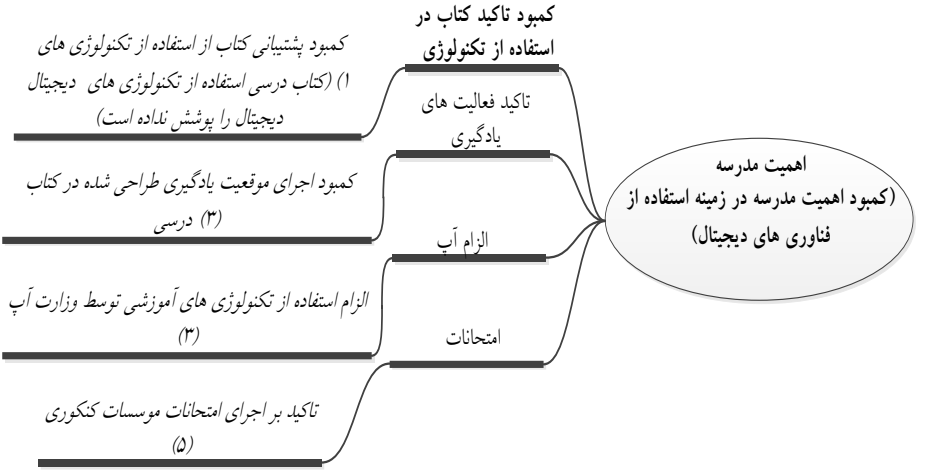
داده‌های متنی حاصل از انجام مصاحبه‌ها ابتدا مرتب‌سازی و پیاده‌سازی و سپس کدگذاری اولیه شدند. کدهای اولیه دسته‌بندی‌شده و بعد از پالایش دوباره، مضمون‌های اصلی استخراج شدند. این مضمون‌ها شامل اهمیت (تأکید) مدرسه، دسترسی، استفاده دانش‌آموزان، باور معلمان، مشارکت، مهارت معلمان، برنامه درسی و نگاه مدیران بودند. کدهای استخراجی در جلساتی که با حضور متخصصان موضوعی برگزار می‌شد موردبحث قرار می‌گرفتند. لازم به ذکر است که مضمون «دسترسی» عامل مؤثر شناخته‌شده بود هرچند در اکثر عامل‌ها منظور معلمان و دبیران این بود که در حال حاضر کمبود این عامل‌ها وجود دارد.

اهمیت مدرسه

معلمان به اهمیت و تأکید مدرسه (شکل ۴) به‌طور مثال به الزام آموزش و پرورش به استفاده از فناوری‌های دیجیتال اشاره داشتند یا اینکه فعالیت‌های کتاب بر استفاده از فناوری‌های

1. Confirmatory Factor Analysis
2. The Rasch-Andrich Rating Scale Model (RSM)
3. WINSTEPS
4. Confirmatory Model
5. AMOS 21

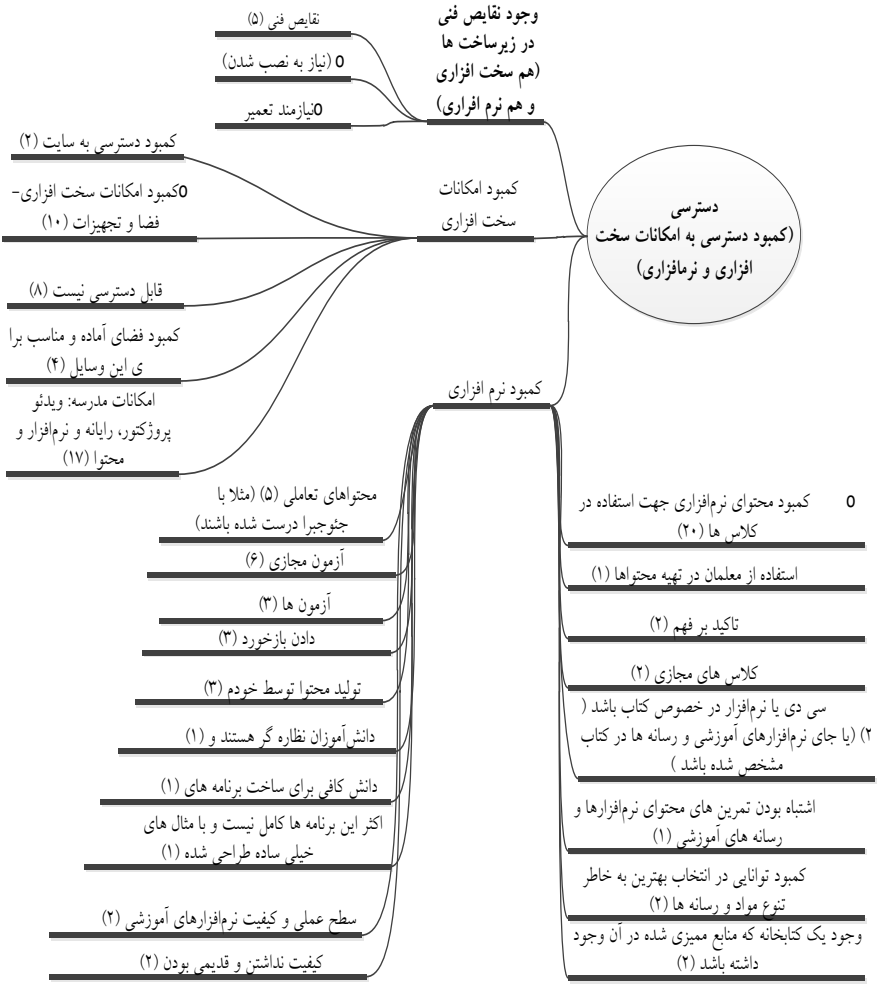
دیجیتال تأکید نمی‌کرد. آزمون‌های مؤسسات که مدارس از آن‌ها برای برگزاری آزمون و آمادگی دانش‌آموزان برای کنکور استفاده می‌کنند بر استفاده از فناوری‌های دیجیتال تأکید نمی‌کردند.



شکل ۴ مضمون: اهمیت مدرسه

دسترسی

اکثریت معلمان اذعان داشتند که به امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری دسترسی (شکل ۵) ندارند. در مدرسه فضای مناسب برای دسترسی به این وسایل وجود ندارد. نسبت تعداد رایانه‌ها و لپ‌تاپ‌ها به تعداد دانش‌آموزان بسیار کم است و در بسیار از مواقع زمان زیادی برای راه‌اندازی و استفاده از آن‌ها لازم است. حتی محتوای نرم‌افزاری نیز قابل‌دسترس نیستند و در این زمینه کمبود وجود دارد. در دسترسی به محتوای نرم‌افزاری که به‌روز باشند، با تأکید برای ارتقای فهم دانش‌آموزان تهیه‌شده و در راستای کتاب درسی باشند که برای استفاده در کلاس نیز مناسب باشند کمبود وجود دارد. آزمون‌ها و محتوای نرم‌افزاری محدودی نیز قابل دسترسی هستند. اکثر محتوا که معمولاً پاورپوینت بودند توسط خود معلمان تولید می‌شدند. دسترسی به تکنیسین فنی یا متخصص آموزش ریاضی برای بیان چگونگی تلفیق این فناوری‌ها در تدریس ریاضی وجود ندارد.

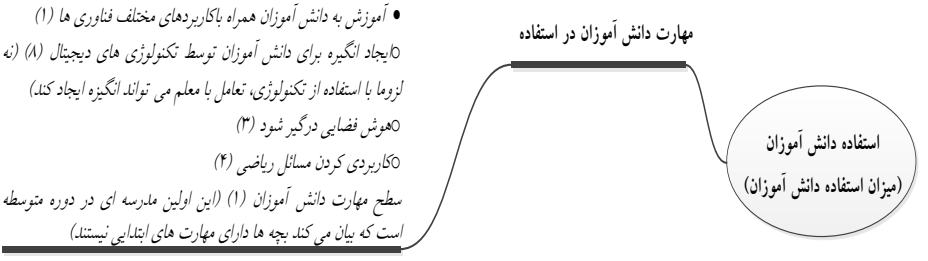


شکل ۵ مضمون: دسترسی به زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری

استفاده دانش‌آموزان

معلمان بیان می‌کردند که دانش‌آموزان برای استفاده از این فناوری‌ها (شکل ۶) نیازمند انگیزه هستند. در گیرکردن حواس چندگانه دانش‌آموزان و نیز کاربردی کردن مسائل می‌تواند انگیزه دانش‌آموزان برای استفاده از این فناوری‌ها را افزایش دهد. معلمان بیان می‌کردند که دانش‌آموزان دارای مهارت‌های پایه‌ای استفاده از فناوری‌های دیجیتال نیستند. باوجود ارائه درس کار و فناوری در مدارس دوره اول متوسطه، برخی از معلمان چنین مسئله‌ای را به‌عنوان

یکی از عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در مدارس بیان کردند. معلمان پیشنهاد کردند که آموزش دانش‌آموزان در زمینه استفاده از فناوری‌های دیجیتال می‌تواند استفاده آن‌ها را از این فناوری‌ها ارتقا دهد.



شکل ۶ مضمون: استفاده دانش آموزان

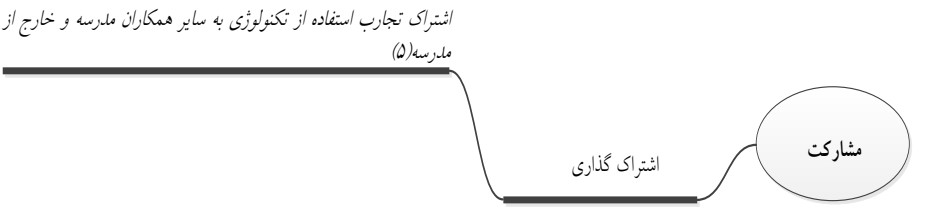
باور معلمان

باور معلمان (شکل ۷) از کدهای پرتکرار بود، اکثر معلمان بیان می‌کردند به استفاده از فناوری باور دارند زیرا مهارت‌های تصورسازی را افزایش می‌دهد، درس را جذاب‌تر می‌کند، به کارها و محاسبات سرعت می‌بخشد، می‌توان از امکانات صدا و تصویر استفاده کرد. به‌طورکلی یادگیری را بهتر و آسان‌تر می‌کند.

شکل ۷ مضمون: باور معلمان

مشارکت

مشارکت و به اشتراک‌گذاری تجارب استفاده از فناوری‌ها (شکل ۸) به همکارانِ مدرسه و خارج از مدرسه توسط معلمان بیان شد. برخی بیان کرده بودند این مشارکت می‌تواند به بهبود تلفیق فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری کمک کند.



شکل ۸ مضمون: مشارکت

مهارت معلمان

پرتکرارترین کد در این قسمت از مطالعه مربوط به مهارت معلمان (شکل ۹) بود که از طرف معلمان دوره دوم ابتدایی و دبیران ریاضی اول متوسطه بیان شده بود. آن‌ها اذعان داشتند که کمبود کلاس‌های ضمن خدمت درباره تلفیق این فناوری‌ها در فرآیند یاددهی و یادگیری وجود دارد. همچنین، کارایی کلاس‌های ضمن خدمت را مناسب نمی‌دانستند شاید برگزاری غیرحضوری کلاس‌ها یکی از دلایل کمبود کیفیت این کلاس‌ها باشد.

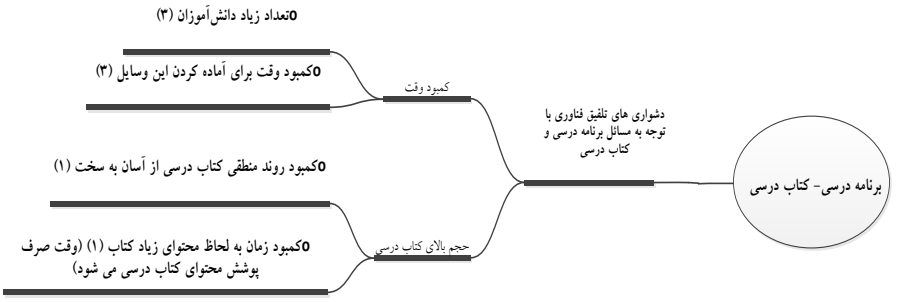
شکل ۹ مضمون: مهارت معلمان

برخی از شرکت کنندگان این مهارت‌ها را از طریق خودآموزهای قابل‌دسترس در اینترنت به دست می‌آوردند. برخی از طریق انجام طرح‌هایی مثل درس پژوهی کسب می‌کردند. آموزش مهارت در خصوص نوع نرم‌افزار و چگونگی تلفیق آن در تدریس از مهم‌ترین آموزش‌های موردنیاز معلمان بود. از موارد پیشنهادی در خصوص ارتقا مهارت‌های معلمان علاوه بر برگزاری کلاس‌های ضمن خدمت مناسب، استفاده از رویکردهای منتوریک هم

توسط دانش‌آموزان و هم توسط معلمان باصلاحیت بود. اکثر شرکت‌کنندگان بیان کردند که بسیاری از مهارت‌های مربوط به فناوری‌های دیجیتال را از طریق آموزش‌های غیررسمی و از همکاران خود به دست آورده‌اند.

برنامه درسی- کتاب درسی

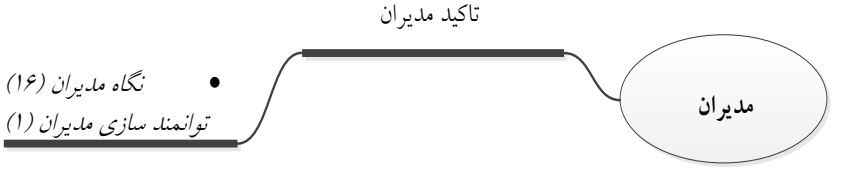
برنامه درسی و کتاب درسی (شکل ۱۰) به‌عنوان عامل تأثیرگذار روی تلفیق فناوری در فرآیند یاددهی و یادگیری توسط معلمان بیان شدند. حجم زیاد کتاب درسی و تعداد زیاد دانش‌آموزان در هر کلاس به معلمان اجازه استفاده از فناوری‌های دیجیتال را نمی‌دهد. نسبت محتوا نسبت به زمان اختصاصی زیاد است بنابراین با توجه به زمان مربوط به آماده‌سازی این وسایل، معلم سعی می‌کند زمان خود را به پوشش مفاهیم کتاب درسی بدون استفاده از این رسانه‌ها و نرم‌افزارهای دیجیتالی اختصاص دهد.



شکل ۱۰ مضمون: برنامه درسی- کتاب درسی

مدیران

معلمان به کد «نگاه مدیران» (شکل ۱۱) اشاره کردند و اینکه در مدرسه‌ای که مدیر آن به استفاده از فناوری‌های دیجیتال باور داشته باشد سعی می‌کند زیرساخت‌های آن را آماده نماید و معلمان را برای استفاده از آن‌ها تشویق کند. معلمان توانمندسازی مدیران در خصوص آموزش و آشنایی با فناوری‌های دیجیتال را خواستار شدند.



شکل ۱۱مضمون: مدیران

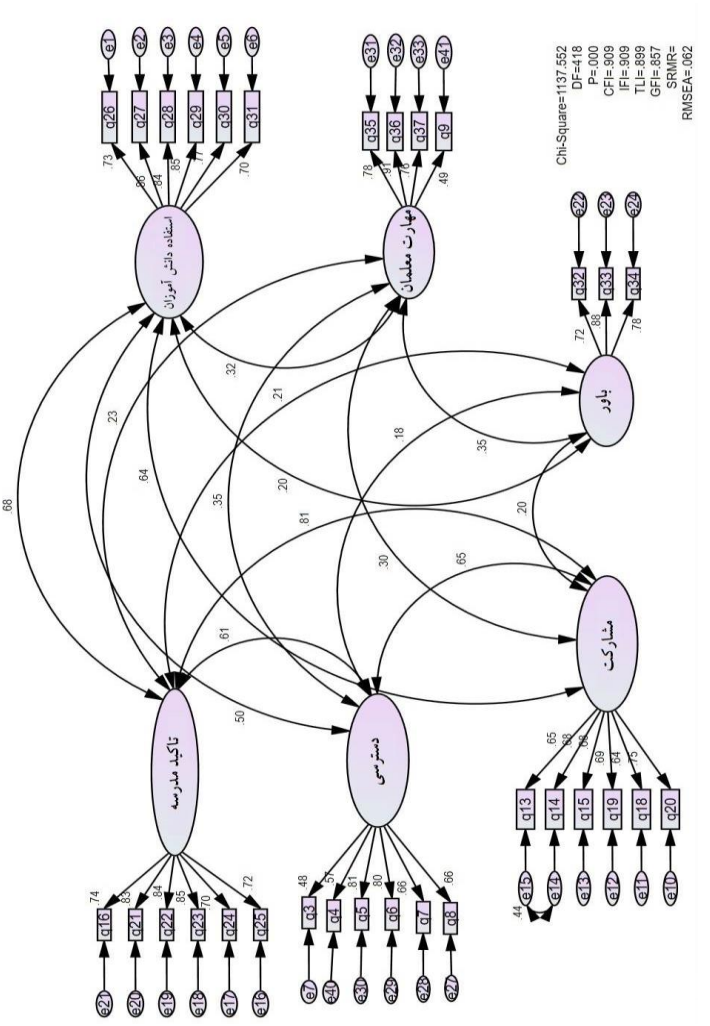
یافته‌های مرحله دوم (رویکرد کمی)

برای بهبود روایی محتوایی پرسشنامه مربوط به عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال، از پرسشنامه محقق ساخته‌ای استفاده شد که بر اساس مطالعات قبلی (پتکو و همکاران، ۲۰۱۸) تهیه شده و حاوی عامل‌های استخراجی از قسمت کیفی این مطالعه بود. بعد از پذیرش پرسشنامه مذکور، با مشورت با افراد خبره (متخصص موضوعی، دبیر ریاضی و ویراستار ادبی) پرسشنامه ۴۰ سؤالی با استفاده از عامل‌های استخراجی از مرحله اول و ادبیات تحقیق تهیه شد (پیوست و را ببینید). این پرسشنامه توسط ۴۵۷ معلم دوره دوم ابتدایی و دبیر ریاضی دوره اول متوسطه در مرحله دوم مطالعه هم به‌صورت کاغذی و هم به‌صورت الکترونیکی تکمیل شد.

برای بررسی کیفیت روان‌سنجی پرسشنامه و برازش بهتر مدل در مراحل بعدی از مدل مقیاس رتبه‌بندی راش- اندریچ برای سؤالات چندگزینه‌ای (مثل پنج طبقه‌ای لیکرت) استفاده شد. این کار به شناسایی سؤالات که دارای برازش نبودند[1] کمک کرد. سؤالات دارای عدم برازش مواردی بودند که مربع میانگین[2] آن‌ها از ۱/۴۲ بیشتر بود (زینی‌وندنژاد، ۲۰۱۸). بر این اساس، سؤال‌های ۳۹، ۴۰، ۱۱، ۳۸، ۲، ۱ و ۱۲ برای تحلیل در مراحل بعدی در نظر گرفته نشدند (پیوست ب را ببینید). بعد از شناسایی و حذف سؤالاتی که دارای عدم برازش بودند برای بررسی روایی سازه‌های حاصل از پرسشنامه (شکل ۱۲)، تحلیل عاملی اکتشافی با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌وسیله نرم‌افزار اس پی اس اس ۲۳ صورت گرفت. قبل از انجام تحلیل مؤلفه اصلی، مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی ارزیابی‌شده بود. بررسی ماتریس

1. Misfit
2. Meansqure

همبستگی[1]، مقدار ضریب همبستگی ۰/۵ و بیشتر را نشان داده بود. مقدار کایزر[2] برابر ۰/۹۲۷ بود (پیوست ج) که از مقدار سفارش شده ۰/۶ بیشتر بود و آزمون بارتلت[3] انجام شده معنادار و ماتریس همبستگی را تأیید کرد (هیر، بلک، بابین و اندرسون[4]، ۲۰۱۰).



شکل ۱۲ مدل اندازه‌گیری عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال

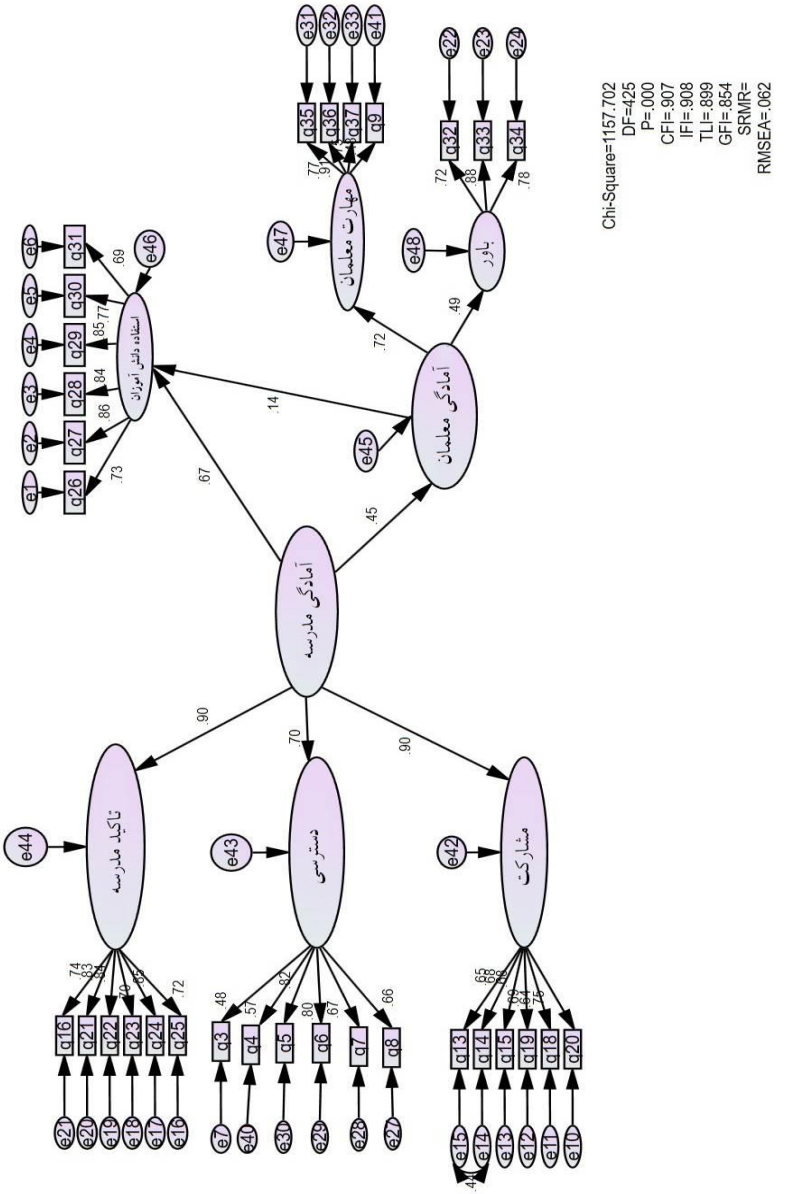
1. Correlation Matrix
2. KMO-The Kaiser-Meyer-Okline Value
3. Bartlett
4. Hair, Black, Babin & Anderson

تحلیل مؤلفه‌های اصلی شش مؤلفه (پیوست ه را ببینید) را با مقدار ویژه ۱ آشکار کرد (پیوست د را ببینید). مدل اندازه‌گیری تأییدی[1] با شش سازه پنهان (تأکید مدرسه، دسترسی، مشارکت، استفاده دانش‌آموز، مهارت معلم و باور) و نشانگرهای مربوطه با استفاده از بسته نرم‌افزاری ایموس ۲۱[2] اجرا شد. پیش‌فرض‌های قبل از انجام مدل اندازه‌گیری تأییدی از جمله آزمون نرمال بودن یک‌متغیره، چندمتغیره و نیز داده‌های پرت انجام شد و مدل اندازه‌گیری تأییدی به‌خوبی با داده‌ها برازش شد (شکل ۱۲).

معیارهای چندگانه[3] شواهدی بر روایی سازه‌های استخراجی در این مرحله از مطالعه هستند. برای پاسخ به سؤال دوم تحقیق یعنی آزمون روابط بین عوامل مؤثر (تحلیل مسیر) برای ارتقای استفاده از فناوری‌های دیجیتال از مدل‌سازی معادله ساختاری (SEM) با رویکرد دومرحله‌ای (ابتدا مدل اندازه‌گیری و سپس مدل ساختاری[4]) استفاده شد (زینی‌وندنژاد و راشد، ۱۳۹۴). شکل ۱۳ مدل تلفیقی (مدل ساختاری) رابطه مفهومی بین سه سازه اصلی را برحسب خرده مقیاس‌ها و نشانگرها نشان می‌دهد.

در این مدل، *آمادگی مدرسه* (تأکید مدرسه، دسترسی به امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و مشارکت معلمان) روی *آمادگی معلمان* که شامل دو خرده مقیاس مهارت معلمان و باور است تأثیر می‌گذارد[5]. همچنین، ۲۰ درصد از واریانس آمادگی معلم توسط *آمادگی مدرسه* توضیح داده می‌شود. *آمادگی معلمان* هم اثر مثبت و معناداری روی *استفاده دانش‌آموزان* داشت[6]. علاوه بر این *آمادگی مدرسه* نیز اثر مثبت و معناداری روی *استفاده دانش‌آموزان* از فناوری‌های دیجیتال دارد[7]. همچنین ۵۵ درصد از واریانس *استفاده دانش‌آموزان* توسط دو متغیر پیش‌بین *آمادگی مدرسه و آمادگی معلمان* پیش‌بینی می‌شود.

1. The CFA of the measurement model
2. Amos 21
3.Chi-Square= 1137.552, Df=418 With P<.0001, CFI=.909, IFI=.909, TLI=.899 And Rmsea=.062
4. Structural Model
5. Beta=0.67, P<0.05, R2=20%
6. Beta=0.14, P<0.05
7. Beta=0.67, P<0.05, R2=55%



شکل ۱۳ بررسی روابط بین عوامل مؤثر در استفاده معلمان و دبیران ریاضی

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه‌ای در دو مرحله کیفی و کمی برای ارائه پیشنهادها در خصوص ارتقای استفاده از فناوری‌های دیجیتال انجام شد. عوامل استخراجی از تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده در مطالعه کیفی در مرحله دوم در انجام پیمایشی با حضور ۴۵۷ معلم دوره دوم ابتدایی و دبیر ریاضی دوره اول متوسطه به کار رفتند. تحلیل مسیر برای کشف روابط بین عوامل مؤثر در استفاده فناوری‌های دیجیتال توسط معلمان و دبیران استفاده شد که برای ارائه پیشنهادهایی برای ارتقا استفاده از این ابزارها به کار رفت.

یافته‌های این تحقیق نشان داد که آمادگی مدرسه شامل خرده مقیاس‌های اهمیت مدرسه، دسترسی، مشارکت روی آمادگی معلم اثر مثبت و معناداری دارد. در مطالعه حاضر نیز معلمان در قسمت کیفی و هم کمی به اهمیت یادگیری غیررسمی از همکاران خود اذعان داشتند. در قسمت کمی این سازه در خرده مقیاس «مشارکت» ارائه شده است که شامل یادگیری‌های غیررسمی معلمان در قالب منتورینگ یا صورت‌های دیگر است. مشارکت در مطالعه حاضر شامل تبادل اطلاعات بین معلمان به‌صورت رسمی و غیررسمی بود. تبادلات رسمی در کلاس‌های ضمن خدمت و توانمندسازی اتفاق می‌افتد و تبادلات غیررسمی معلمان شامل منتورینگ‌ها یا انتقال تجارب از معلمان باتجربه به معلمان تازه‌کار یا کسانی که با فناوری آشنا هستند به کسانی که در این زمینه تازه‌کار هستند وجود دارد. همه این عوامل باهم زیر چتر آمادگی مدرسه هستند. این یافته‌ها با نتایج مطالعه هان، بیون و شین[1] (۲۰۱۸) سازگار است که در آن با توجه به اطلاعات ملی معلمان ریاضی آمریکا در دوره اول متوسطه و معلمان همین مقطع در کره جنوبی عوامل مربوط به یادگیری مبتنی بر فناوری استخراج‌شده بود. پنج عامل به‌صورت مشترک در هر دو کشور به دست آورده شده بود که شامل خودکارآمدی، توسعه حرفه‌ای معلمان درزمینه ICT، توسعه غیررسمی معلمان مثل منتورینگ و فعالیت انجمن‌ها و باور مربوط به ساختن گرایی معلمان و جنسیت بود. در مطالعه پتکو و همکاران (۲۰۱۸) سازه مدیران و نیز اهداف به‌صورت خرده مقیاس‌های جداگانه بودند که در تجزیه‌وتحلیل طرح حاضر در سازه تأکید مدرسه ادغام‌شده بودند. به‌عبارت‌دیگر، هر وقت مدرسه روی استفاده از

1. Han, Byun, Shin

فناوری تأکید کند و معلمان از اهداف مطلع باشند، معلمان این تأکید را در میان خود به اشتراک می‌گذارند (پتکو و همکاران، ۲۰۱۸).

ضمناً، آمادگی مدرسه و آمادگی معلم (با دو خرده سازه مهارت و باور معلم) اثر مثبت و معناداری روی استفاده دانش‌آموز از ابزارهای دیجیتال دارد. لازم به ذکر است از عوامل استخراجی در مرحله اول «برنامه درسی و نیز محتوای مورداستفاده» به دلیل برازش نشدن مدل با داده‌ها از مدل حذف شدند. که این یافته مطابق با نتایج مطالعه پتکو و همکاران (۲۰۱۸) بود که روابط بین عوامل مؤثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در کشور سوئیس بررسی‌شده بود. نتایج نشان داد که استفاده از فناوری‌های آموزشی (دیجیتال) در کلاس درس مبتنی بر آمادگی معلم است که قویاً متأثر از آمادگی مدرسه است. این نتیجه با یافته‌های پژوهشی قبلی تطابق دارد (سراجی و سلیمانی، ۱۳۹۵؛ لیو و همکاران، ۲۰۱۶) که چشم‌اندازی از عامل‌های اصلی تلفیق فناوری‌های دیجیتالی را در مدرسه ارائه می‌دهد. لازم به ذکر است که در مطالعه پتکو و همکاران (۲۰۱۸) استفاده دانش‌آموزان در مدرسه و کلاس تفکیک‌شده بود که در این مطالعه به‌صورت یک‌خرده مقیاس با داده‌ها برازش شدند. با توجه به آنچه گفته شد، ازنقطه‌نظر کاربست این یافته می‌توان بیان کرد که به‌منظور ایجاد و ارتقای استفاده از فناوری‌های دیجیتال در کلاس‌های درس، آمادگی معلم و آمادگی مدرسه بایستی مدنظر قرار گیرد. آمادگی معلم مبتنی بر باور او در زمینه منافع استفاده از فناوری در یاددهی و یادگیری است و همچنین بر اعتماد به نفسی است که در خصوص مهارت‌های کافی در استفاده از فناوری‌ها برای تدریس به دست می‌آورد (ایسلو[1]، ۲۰۱۸). نتایج سنتزپژوهی تونداور، فن براک، ارتمر و اوتنبریت-لفتویچ[2] (۲۰۱۶) در خصوص باور معلمان، پنج مورد (۱) رابطه دوطرفه بین باورهای پداگوژیکی و استفاده از فناوری، (۲) باور معلمان به‌عنوان موانع درک شده، (۳) وابستگی بین باورهای خاص به انواع استفاده از فناوری، (۴) نقش باورها در توسعه حرفه‌ای و (۵) اهمیت بافت مدرسه را نشان داد.

در مطالعه حاضر، از میان عوامل آمادگی مدرسه، پشتیبانی فنی با تأکید زیاد در قسمت کیفی مطالعه و هم در قسمت کمی مطالعه از سوی معلمان بیان شد. کمبود پشتیبانی فنی و

1. Uslu
2. Tondeur, Van Braak, Ertmer & Ottenbreit-Leftwich

نگهداری مانع اصلی برای توسعه ICT در مدرسه است. پشتیبانی فنی در مطالعه ایسلو (۲۰۱۸) در میان عواملی مانند شایستگی‌های تی‌پک بود که اثر مستقیم و معناداری روی تلفیق فناوری‌های دیجیتال در یاددهی و یادگیری داشت. تأمین پشتیبانی فنی و خدمات باعث اجرای روان و راحت تلفیق فناوری در تدریس می‌شود و برای معلم و دانش‌آموز این اطمینان را فراهم می‌کند که در صورت خراب شدن لپ‌تاپ خللی در یادگیری وارد نمی‌شود. همچنین، معلمان تجارب جالبی با کمک پشتیبانی‌های فنی در استفاده از فناوری‌ها مثل ویدئوکنفرانس‌ها به دست می‌آورند. لازم به ذکر است پشتیبانی فنی شامل منابع کمکی آنلاین، بروشورها و راهنماها نیز هستند. اطلاعات اندکی از وجود پشتیبانی فنی برای معلمان برای اهداف مطالعاتی و فناوری وجود دارد. اما در این مطالعه معلمان از چنین پشتیبانی‌هایی برخوردار نبودند یا لااقل منبع آن‌ها را نمی‌دانستند.

اگرچه در مدل ساختاری (شکل ۱۳) رابطه بین تعداد دانش‌آموزان و استفاده معلم از فناوری و درنهایت تلفیق فناوری در کلاس درس وجود ندارد. اما در یافته‌های کیفی از مهم‌ترین مسائلی بود که توسط معلمان بیان شد. در مطالعه حاضر محتوای کتاب نیز از عوامل مهم در تلفیق فناوری توسط معلم بیان شد. اما در مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۶)، پایه تحصیلی به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار مشاهده شده بود. همچنین، پتکو و همکاران (۲۰۱۸) اذعان کرده بودند که با نگاهی به ادبیات مربوط به عامل‌های مرتبط با توسعه و نوآوری مدرسه، عامل‌های دیگری مثل برنامه درسی، تأمین مواد آموزشی، استانداردهای یاددهی و یادگیری، سنجش استاندارد و توسعه حرفه‌ای خارج از مدرسه نیز ممکن است وجود داشته باشند. آن‌ها اذعان داشتند که پداگوژی بایستی به‌عنوان یک جنبه ضروری در مدارس مدنظر قرار گیرد مخصوصاً هنگامی‌که پداگوژی دانش‌آموز محور به وسیله استفاده از فناوری پشتیبانی می‌شود.

اصلی‌ترین محدودیت این طرح، کمبود باور بافت جامعه تحت مطالعه به استفاده از فناوری‌های دیجیتال به‌خصوص در درس ریاضی بود که ممکن است روی پاسخ نمونه‌ها تاثیر گذاشته باشد. هنوز استفاده از فناوری‌های دیجیتال، تأمین زیرساخت‌های آن، تهیه چارچوب‌های استفاده، دسترسی به پشتیبان فنی و راهنماهای پداگوژی از ضروریت‌های فرآیند یاددهی و یادگیری شناخته نمی‌شوند. برای پژوهش‌های آینده با توجه به بافت آموزش و

پرورش در ایران (سنجش متمرکز، دسترسی اندک به منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری) تدوین چهارچوبی برای استفاده معلمان از منابع مختلف در فرآیند یاددهی و یادگیری سفارش می‌شود. به دلیل تأکید معلمان و دبیران بر کمبود محتوای نرم‌افزاری، اثر برنامه درسی و محتوای مورد استفاده در تلفیق فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری برای تحقیقات آینده سفارش می‌شود.

پیشنهادها

- کمبود دسترسی به زیرساخت‌های فناوری‌های دیجیتال و نیز پشتیبان فنی و نگهداری رفع شود.
- مهارت‌های معلمان درباره کار با فناوری‌های دیجیتالی ارتقا یابد.
- پایگاه داده‌ها برای دسترسی رایگان به یافته‌های پژوهشی و تجارب معلمان در زمینه تلفیق فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری ایجاد شود.
- فناوری‌های دیجیتال در کتاب درسی تلفیق شوند تا اینکه محتوای نرم‌افزاری به‌صورت جداگانه تهیه شوند.
- عدم در نظرگیری ICT به‌عنوان جایگزین معلم، نرم‌افزار نمی‌تواند تفاوت بین خطاهای ناشی از بی‌دقتی و بدفهمی را که نیازمند مداخله هستند را تشخیص دهد. هدایت و راهنمایی دانش‌آموزان در این زمینه صرفاً می‌تواند از جانب معلمان و متخصصان باشد.
- تمرکز نوآوری‌های آموزشی مربوط به فناوری‌های دیجیتالی بر سه نوع پداگوژی شخصی سازی، مشارکت و بهره‌وری با تأکید بر یادگیری فعال، حل مسئله دنیای واقعی، مشارکت همسالان و نیز خلاقیت برای ارتقای یادگیری عمیق، مهارت‌های تفکر سطح بالا باشد. یادگیری شش مهارت کلیدی سواد دیجیتال، تفکر مبتکرانه، آگاهی جهانی، خلاقیت و ریسک‌پذیری، کار تیمی و نیز یادگیری برای یادگیری در نظر گرفته شوند.
- با توجه به تفاوت تدریس در محیط فناوری و محیط قلم و کاغذ، اولین و مهم‌ترین پداگوژی اثربخش، پداگوژی دانش‌آموز محور است که محیط‌های یادگیری مبتنی بر دانش‌آموز «مدارس آینده» هستند. فناوری‌ها باید روش‌هایی را جستجو کنند که فرصت‌های یادگیری مبتنی بر دانش‌آموز را فراهم کند تا اینکه صرفاً فعالیت آموزشی سنتی

را دیجیتالیزه کنند. از این پداگوژی‌ها می‌توان به یادگیری شخصی‌سازی‌شده و سازگار، یادگیری مشارکتی، بازی‌سازی، کلاس‌های معکوس، یادگیری پروژه محور اشاره کرد که ممکن است با فناوری‌های نوآورانه مثل هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، پرینتر سه‌بعدی، واقعیت افزوده/واقعیت مجازی، بلاک چین همراه باشند.

منابع

حسینی، زهرا. (۱۳۹۴). مقایسه تأثیر الگوهای آموزش مستقیم و ساختارگرایی بر افزایش دانش تلفیق فناوری دانشجو معلمان.*رویکردهای نوین آموزشی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی*، ۱۰(۲)، ۱۴-۲۴.

خروشی، پوران؛ نصر اصفهانی، احمد رضا و میرشاه جعفری، ابراهیم. (۱۳۹۷). مدل مفهومی ارزشیابی از شایستگی‌های مورد انتظار از دانشجومعلمان در برنامه درسی تربیت معلم شایسته محور .*مطالعات برنامه درسی*، ۱۳(۵۰) ، ۴۴-۵.

زینی‌وندنژاد، فرشته، راشد، فاطمه. (۱۳۹۴). *آزمون فرضیه‌های پژوهش با استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری*، تهران: جامعه شناسان.

سراجی، فرهاد، سلیمانی، فاطمه. (۱۳۹۵). تحلیل موانع هوشمندسازی مدارس در مرحله اجرا بر اساس نظریه‌های نوآوری آموزشی. *مطالعات برنامه درسی*، ۱۱(۴۲)، ۱۷۶-۱۵۳.

مهدوی هزاوه، منصوره؛ ملکی، حسن؛ مهرمحمدی، محمود و عباس پور، عباس. (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی نظام برنامه درسی مبتنی بر شایستگی ها در برنامه تربیت معلم دوره ابتدایی کشورهای مالزی، هندوستان و ایران .*مطالعات برنامه درسی*،۱۱(۴۱)، ۶۴-۲۳.

Alagic, M. (2003). Technology in the mathematics classroom: Conceptual orientation. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *22*(4), 381-399.

Badia, A., Meneses, J., Sigalés, C., & Fàbregues, S. (2014). Factors affecting school teachers' perceptions of the instructional benefits of digital technology. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, *141*, 357–362.

Beauchamp, G. & Parkinson, J. (2008). Pupils' Attitudes towards School Science as they Transfer from an ICT-rich Primary School to a Secondary School with Fewer ICT Resources: Does ICT Matter*? Educ Inf Technol*, *13*(2), 103–118.

Blundell, C. N. (2017). *A case study of teachers transforming pedagogical practices through collaborative inquiry-based professional learning in*

a ubiquitous technologies environment (Doctoral dissertation, Queensland University of Technology). Retrieved from https://eprints.qut.edu.au/112463/1/Christopher_Blundell_Thesis.pdf

Blundell, C., Lee, K. T., & Nykvist, S. (2019). Using Dual Systems theory to conceptualise challenges to routine when transforming pedagogy with digital technologies. *Teachers and Teaching, 25*(8), 937-954.

Blundell, C., Lee, K. T., & Nykvist, S. (2020). Moving beyond enhancing pedagogies with digital technologies: Frames of reference, habits of mind and transformative learning. *Journal of Research on Technology in Education, 52*(2), 178-196.

Bowers, J. S., & Stephens, B. (2011). Using technology to explore mathematical relationships: A framework for orienting mathematics courses for prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education, 14*(4), 285–304.

Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K–12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review, 9*, 88–113.

Creswell, J. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). London, England: Sage Publications.

Daly, C., Pachler, N., & Pelletier, C. (2009, May). *Continuing professional development in ICT for teachers: A literature review*. WLE Centre, Institute of Education, University of London, England: BECTA.

Drijvers, P. (2018). Empirical evidence for benefit? Reviewing quantitative research on the use of digital tools in mathematics education. In L. Ball, P. Drijvers, S. Ladel, H.-S. Siller, M. Tabach, & C. Vale (Eds.), *Uses of technology in primary and secondary mathematics education; tools, topics and trends* (pp. 161–178). Cham: Springer International Publishing.

Ertmer, P. A. (2015). Technology integration. In J. M. Spector (Ed.), *The SAGE encyclopedia of educational technology* (pp. 748–751). Thousand Oaks, CA: Sage.

Fu, J. S. (2013). ICT in education: A critical literature review and its implications. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology, 9*(1), 112-125.

Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., & Edwards, I. (2007). Facilitating middle secondary modelling competencies. In C. Haines, P., Galbraith, W., Blum, & S. Khan, (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (pp. 130-140). Chichester, UK: Horwood.

Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2010*). Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc.

Han, I., Byun, S. Y., & Shin, W. S. (2018). A comparative study of factors associated with technology-enabled learning between the United States and South Korea. *Educational Technology Research and Development*, *66*(5), 1303-1320.

Hoyles, C. (2018). Transforming the mathematical practices of learners and teachers through digital technology. *Research in Mathematics Education*, *20*(3), 209-228.

Hsu, S., & Kuan, P.-Y. (2013). The impact of multilevel factors on technology integration: the case of Taiwanese grade 1–9 teachers and schools. *Educational Technology Research and Development, 61*(1), 25–50.

Khalid, M. S., & Nyvang, T. (2014). A change agent's facilitation process for overcoming the barriers of ICT adoption for educational administration: The case of a rural-Bangladesh vocational institution. *Australasian Journal of Educational Technology*, *30*(5), 547-561.

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, *33*(1), 159-174.

Lee, C.Y., & Chen, M. J (2016). Influence of Prior Knowledge and Teaching Approaches Integrating Non-routine Worked Examples and Digital technologies on the Performance and Attitude of Fifth-Graders in Learning Equivalent Fractions. In P. S. Moyer-Packenham (Ed.), *International Perspectives on Teaching and Learning Mathematics with Virtual Manipulatives* (pp. 189-212). Cham, Switzerland: Springer.

Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, *22*(3), 215–243.

Lindsay, L. (2016). Transformation of teacher practice using mobile technology with one-to-one classes: M-learning pedagogical approaches. *British Journal of Educational Technology*, *47*(5), 883-892.

Liu, F., Ritzhaupt, A. D., Dawson, K., & Barron, A. E. (2016). Explaining technology integration in K-12 classrooms: A multilevel path analysis model. *Educational Technology Research and Development*, *65*(4), 795–813.

Makki, T. W., O'Neal, L. J., Cotten, S. R., & Rikard, R. V. (2018). When first-order barriers are high: A comparison of second-and third-order barriers to classroom computing integration. *Computers & Education*, *120*, 90-97.

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Hooper, M. (Eds.). (2016). *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Retrieved from Boston College, TIMSS

& PIRLS International Study Center website: http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html

Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Nielsen, W., Miller, A., & Hoban, G. F. (2012). *The digital education revolution: New South Wales science teachers' response to laptop ubiquity. AERA Annual Meeting 2012*. Retrieved from http://ro.uow.edu.au/edupapers/1086/.

Petko, D., Prasse, D., & Cantieni, A. (2018). The Interplay of School Readiness and Teacher Readiness for Educational Technology Integration: A Structural Equation Model. *Computers in the Schools, 35*(1), 1-18.

Puentedura, R. (2014). *SAMR in the classroom*. Retrieved from http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/08/27/SAMRInTh eCla ssroom.pdf

Robová, J. (2013). Specific skills necessary to work with some ICT tools in mathematics effectively. *Acta Didactica Mathematicae, 35*, 71–104.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York: Free Press.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1- 22.

Sokolowski, A., Li, Y., & Willson, V. (2015). The effects of using exploratory computerized environments in grades 1–8 mathematics: A meta-analysis of research. *International Journal of STEM Education, 2*(1), 1–17.

Tarhini, A., Arachchilage, N.A.G., Masa'deh, R., & Abbasi, M.S. (2015). A critical review of theories and models of technology adoption and acceptance in information system research. *International Journal of Technology Diffusion, 6*(4), 1–20.

Thomas, M.O.J. & Palmer, J.M. (2014). Teaching with digital technology: obstacles and opportunities. In A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (Eds.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era. An International Perspective on Technology Focused Professional Development* (pp. 71-89). Dordrecht: Springer.

Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2016). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development, 65*(3), 555-575.

Trgalová, J., & Jahn, A. P. (2013). Quality issue in the design and use of resources by mathematics teachers. *ZDM – Mathematics Education, 45*(7), 973–986

Tunjera, N., & Chigona, A. (2020). Teacher Educators' appropriation of TPACK-SAMR models for 21st century pre-service teacher preparation. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE), 16*(3), 1–15. DOI: 10.4018/IJICTE.2020070110.

Uslu, O. (2018). Factors associated with technology integration to improve instructional abilities: A path model. *Australian Journal of Teacher Education*, *43*(4), 31-50.

Zeynivandnezhad, F. (2018). Validation Instrument to Evaluate Students' Perception of Virtual Manipulatives in Learning Mathematics. *Journal of applied measurement*, *19*(4), 387-412.

Zeynivandnezhad, F., & Bates, R. (2018). Explicating mathematical thinking in differential equations using a computer algebra system. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *49*(5), 680-704.

Zeynivandnezhad, F., Mousavi, A., & Kotabe, H. (2020). The Mediating effect of Mathematics Study Approaches on the Relationship between Mathematics Conception and Experiences of Digital Technologies. *Computers in the Schools: Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research*. https://doi.org/10.1080/07380569.2020.1793050 .

Zhang, Y., & Wildemuth, B. M. (2009). Qualitative analysis of content. In B. Wildemuth (Ed.), *Applications of Social Research Methods to Questions in Information and Library Science* (pp.308-319). Westport, CT: Libraries Unlimited.

Zheng, B., Warschauer, M., Lin, C.-H., & Chang, C. (2016). Learning in one-to-one laptop environments. *Review of Educational Research, 86*(4), 1052-1084.

پیوست الف)

فرم مصاحبه

موضوع تحقیق: عوامل موثر در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در فرآیند یاددهی و یادگیری ریاضی توسط معلمان ودبیران ریاضی در دوره دوم ابتدایی و دوره اول متوسطه

- **فناوری های دیجیتالی شامل:**
  - **فیلم آموزشی ریاضی**: فیلم‌هایی هستند که برای آموزش یک مفهوم خاص در ریاضیات تهیه‌شده‌اند.
  - **کتاب گویا**: یا کتاب صوتی، متن کتابی است که توسط یک یا چند گوینده خوانده می‌شود.
  - **نرم‌افزارهای آموزشی:** طیف وسیعی از نرم‌افزارهای کاربردی را شامل می‌شود که در فرآیند یاددهی و یادگیری آموزش‌دهنده و آموزش‌گیرنده را کمک می‌کنند. این نرم‌افزارها دارای امکانات چندرسانه‌ای (صدا، تصویر، فیلم) هستند که می‌توانند محیط کاملاً تعاملی را ایجاد کنند. از این انواع می‌توان به دست ورزی‌های مجازی، متمتیکا، میپل، جئوجبرا، ماکسیما، مایکرو سافت ورد و پاورپوینت، صفحه گسترده‌ها مانند اکسل، درس‌افزارهای خودآموز (مانند: ریاضیات پایه‌های اول تا ششم، ریاضیات پایه هفتم، هشتم و نهم ، میشا و کوشا پایه اول تا پایه پنجم، مداد ۱، مداد ۲، مداد ۳، مداد ۴، مداد ۵ و مداد ۶ و زبل و زرنگ ۱). نرم‌افزارهای کمک‌آموزشی (مکمل آموزش یا همراه کتاب)، نرم‌افزارهای ابزار معلم (راهنما معلم)، بازی و سرگرمی‌های آموزشی، نرم‌افزارهای دائره‌المعارف و فرهنگ (دانشنامه رشد)، کتاب‌های الکترونیکی، تکلیف الکترونیکی، شبکه‌های آموزشی وب سایت‌ها و وبلاگ‌های آموزشی، نرم‌افزارهای آزمون ساز، نرم‌افزارهای شبیه‌ساز کارگاه یا آزمایشگاه و اجزاء آموزشی اشاره کرد.

زمان و مکان مصاحبه:	**مصاحبه شونده:**	**شغل مصاحبه شونده:**

- درخصوص تجارب معلمی خود در درس ریاضی، چالش ها، موفقیت ها و نوع تدریس چه نظری دارید؟
- چگونه برای تدریس ریاضی آمادگی پیدا کردید؟ توصیه شما به تازه معلمان چیست؟
- در خصوص مدرسه، امکانات آن و نوع دیدگاه متصدیان و همکارن مدرسه به استفاده از تکنولوژی در آموزش ریاضی چه نظری دارید؟
- در زمینه ارتباط بین برنامه درسی و استفاده از تکنولوژی چه نظری دارید؟ (می توانید مثالی ارائه دهید).
- آیا از تکنولوژی در تدریس ریاضی استفاده می کنید؟ می توانید شرح دهید چگونه و در چه فعالیت هایی از آن استفاده می کنید؟
- آیا معتقدید که تکنولوژی یک منبع ضروری در افزایش پیشرفت تحصیلی دانش آموزان است؟
- در خصوص سنجش دانش آموزان در درس ریاضی و استفاده از از تکنولوژی چه نظری دارید؟
- برای ارتقا و توسعه استفاده از تکنولوژی در آموزش ریاضی چه پیشنهاداتی دارید؟

پیوست ب) سؤالات mistfit در پرسشنامه معلمان دوره دوم ابتدایی و اول متوسطه

ITEM STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PT-MEASURE CORR.	PT-MEASURE EXP.	EXACT MATCH OBS%	EXACT MATCH EXP%	ITEM
39	1650	454	-.64	.05	2.05	9.9	2.47	9.9	A-.12	.48	27.1	38.9	Q39
40	1538	454	-.39	.05	1.59	8.5	1.91	9.9	B-.03	.49	28.9	35.5	Q40
11	1219	454	.26	.05	1.62	9.3	1.85	9.9	C .08	.50	28.6	33.4	Q11
38	1362	454	-.03	.04	1.45	7.1	1.66	9.5	D .11	.50	30.8	33.0	Q38
2	1741	454	-.87	.05	1.59	7.5	1.59	7.1	E .40	.46	32.6	41.3	Q2
1	1868	454	-1.24	.06	1.43	5.1	1.55	6.2	F .38	.43	41.0	45.0	Q1
12	1249	454	.20	.05	1.43	6.8	1.54	8.0	G .23	.50	27.3	32.9	Q12
9	1321	454	.06	.04	1.27	4.4	1.27	4.3	H .43	.51	28.6	32.8	Q9
7	967	454	.82	.05	1.22	3.3	1.18	2.5	I .52	.48	34.6	37.8	Q7
34	1769	454	-.94	.05	1.20	2.8	1.18	2.4	J .34	.46	37.2	42.2	Q34
32	1908	454	-1.37	.06	1.19	2.4	1.11	1.4	K .35	.42	45.4	46.4	Q32
35	1281	454	.14	.04	1.13	2.3	1.18	2.9	L .42	.50	31.5	33.0	Q35
33	1893	454	-1.32	.06	1.17	2.2	1.12	1.5	M .26	.42	41.4	45.7	Q33
3	1464	454	-.23	.05	1.11	1.9	1.15	2.4	N .43	.50	35.7	34.3	Q3
37	1493	454	-.29	.05	1.13	2.1	1.14	2.2	O .38	.50	32.4	34.8	Q37
4	1575	454	-.47	.05	1.11	1.8	1.08	1.3	P .55	.49	31.3	36.5	Q4
36	1408	454	-.12	.05	1.02	.4	1.03	.5	Q .46	.50	33.5	33.4	Q36
31	1137	454	.43	.05	.94	-1.1	.93	-1.1	R .58	.50	31.3	34.1	Q31
24	1298	454	.10	.04	.85	-2.8	.92	-1.4	S .58	.51	35.9	32.8	Q24
6	1209	454	.28	.05	.90	-1.9	.88	-2.1	T .60	.50	38.1	33.5	Q6
5	1184	454	.34	.05	.89	-1.9	.88	-2.0	t .60	.50	35.7	33.9	Q5
25	1444	454	-.19	.05	.88	-2.2	.88	-2.1	s .62	.50	35.9	34.2	Q25
17	1261	454	.18	.04	.83	-3.2	.83	-3.2	r .60	.50	36.1	32.9	Q17
8	1053	454	.62	.05	.83	-3.0	.82	-3.1	q .62	.49	41.0	35.5	Q8
30	1276	454	.15	.04	.82	-3.4	.82	-3.3	p .62	.50	35.0	32.8	Q30
29	1148	454	.41	.05	.81	-3.5	.81	-3.3	o .65	.50	33.5	34.0	Q29
19	1392	454	-.09	.05	.76	-4.6	.80	-3.6	n .58	.50	39.6	33.4	Q19
23	1271	454	.16	.04	.79	-4.0	.80	-3.7	m .67	.50	33.9	32.8	Q23
26	1260	454	.18	.04	.80	-3.9	.80	-3.7	l .64	.50	35.2	32.9	Q26
10	972	454	.81	.05	.78	-3.7	.77	-3.6	k .65	.48	42.5	37.6	Q10
16	1239	454	.22	.05	.69	-6.1	.77	-4.2	j .62	.50	43.6	33.0	Q16
18	1197	454	.31	.05	.75	-4.9	.76	-4.4	i .59	.50	41.0	33.7	Q18
27	1120	454	.47	.05	.74	-4.8	.74	-4.7	h .69	.50	39.6	34.4	Q27
28	1038	454	.65	.05	.74	-4.7	.72	-4.7	g .68	.49	40.3	36.0	Q28
14	1374	454	-.05	.04	.73	-5.2	.74	-5.0	f .61	.50	39.2	33.1	Q14
15	1071	454	.58	.05	.72	-5.3	.72	-4.9	e .61	.49	43.0	35.3	Q15
13	1263	454	.17	.04	.71	-5.7	.71	-5.4	d .60	.50	39.4	32.9	Q13
22	1222	454	.26	.05	.71	-5.7	.71	-5.5	c .69	.50	41.6	33.4	Q22
20	1288	454	.12	.04	.67	-6.8	.70	-5.8	b .63	.51	43.2	32.9	Q20
21	1195	454	.31	.05	.59	-8.5	.59	-8.0	a .73	.50	43.8	33.7	Q21
MEAN	1340.4	454.0	.00	.05	1.02	-.5	1.05	-.2			36.4	35.4	
S.D.	240.5	.0	.54	.00	.33	4.9	.40	5.0			5.0	3.7	

پیوست ج) آزمون بسندگی داده‌ها (KMO and Bartlett's Test)

۰/۹۲۷	Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.
۸۷۳۶/۶۵۸	Bartlett's Test of Sphericity Approx. Chi-Square
۵۲۸	Df
۰/۰۰۰	Sig.

پیوست د) واریانس توضیح داده‌شده

مؤلفه	مقادیر ویژه اولیه Initial Eigenvalues			استخراج مجموع مربعات Extraction Sums of Squared Loadings			چرخش مجموع مربعات بار عاملی Rotation Sums of Squared Loadings		
	مجموع	درصد واریانس % of Variance	درصد تجمعی Cumulative %	مجموع	درصد واریانس % of Variance	درصد تجمعی Cumulative %	مجموع	درصد واریانس % of Variance	درصد تجمعی Cumulative %
۱	۱۱/۵۴۹	۳۴/۹۹۸	۳۴/۹۹۸	۱۱/۵۴۹	۳۴/۹۹۸	۳۴/۹۹۸	۴/۳۰۲	۱۳/۰۳۷	۱۳/۰۳۷
۲	۲/۹۶۷	۸/۹۹۱	۴۳/۹۸۹	۲/۹۶۷	۸/۹۹۱	۴۳/۹۸۹	۴/۲۶۸	۱۲/۹۳۳	۲۵/۹۷۰
۳	۲/۱۴۹	۶/۵۱۲	۵۰/۵۰۱	۲/۱۴۹	۶/۵۱۲	۵۰/۵۰۱	۳/۸۹۵	۱۱/۸۰۴	۳۷/۷۷۴
۴	۱/۸۷۲	۵/۶۷۳	۵۶/۱۷۴	۱/۸۷۲	۵/۶۷۳	۵۶/۱۷۴	۳/۵۹۱	۱۰/۸۸۲	۴۸/۶۵۷
۵	۱/۴۵۸	۴/۴۱۹	۶۰/۵۹۳	۱/۴۵۸	۴/۴۱۹	۶۰/۵۹۳	۲/۷۰۶	۸/۲۰۱	۵۶/۸۵۸
۶	۱/۱۸۶	۳/۵۹۵	۶۴/۱۸۸	۱/۱۸۶	۳/۵۹۵	۶۴/۱۸۸	۲/۴۱۹	۷/۳۳۰	۶۴/۱۸۸
روش استخراج: تحلیل مؤلفه اصلی									

پیوست ه) ماتریس مؤلفه چرخش یافته

نشانگر	۱ (اهمیت مدرسه)	۲ (دسترسی)	۳ (مشارکت)	۴ (استفاده دانش آموزان)	۵(باور معلمان)	۶ (مهارت معلمان)
q23	۰/۸۱۸					
q22	۰/۷۴۰					
q25	۰/۷۱۳					
q24	۰/۶۶۴					
q16	۰/۶۴۴					
q21	۰/۶۳۵					
q17						
q29		۰/۸۱۸				
q30		۰/۷۹۴				
q27		۰/۷۸۱				
q28		۰/۷۵۸				
q31		۰/۷۱۰				
q26		۰/۶۵۸				
q14			۰/۷۵۲			
q13			۰/۷۲۵			
q18			۰/۶۴۵			
q15			۰/۵۹۱			
q19			۰/۵۹۰			
q20			۰/۵۸۱			
q5				۰/۷۷۵		
q6				۰/۷۳۴		
q7				۰/۶۳۱		
q3				۰/۶۲۲		
q8				۰/۶۰۴		
q4				۰/۵۹۱		
q10						
q36					۰/۸۶۸	
q35					۰/۸۲۷	
q37					۰/۷۹۲	
q9					۰/۵۱۵	
q33						۰/۸۸۲
q32						۰/۸۰۹
q34						۰/۷۹۲

روش استخراج: تحلیل مؤلفه اصلی

روش چرخش: واریماکس با نرمالیزه کایزر

پیوست و)

معلم ریاضی عزیز

این پرسشنامه با هدف بررسی میزان استفاده، دسترسی، دانش استفاده از رایانه و چگونگی به‌کارگیری رسانه‌های دیداری-شنیداری (فیلم و کتاب گویا) و نرم‌افزارهای آموزشی ریاضی در پایه‌های چهارم تا ششم ابتدایی و پایه‌های هفتم تا نهم متوسطه طراحی‌شده است. از اینکه صادقانه به سؤالات پاسخ می‌دهید، بی‌نهایت سپاسگزارم. نیازی به نوشتن نام نیست و پاسخ‌ها فقط برای این مطالعه استفاده خواهند شد.

با تشکر

فرشته زینی وندنژاد

دکترای آموزش ریاضی

پژوهشگاه مطالعات آموزش و پروش-پژوهشکدهٔ برنامه‌ریزی درسی

f_zeynivand@yahoo.com

دوره و پایهٔ تدریس:	استان: ..... منطقه:	نوع مدرسه: دولتی□ غیرانتفاعی□	میانگین تعداد دانش‌آموزان کلاس:	میزان سابقهٔ تدریس ریاضی:	میزان تحصیلات: دیپلم□ فوق‌دیپلم □ لیسانس □ فوق‌لیسانس□ دکترا □
رشتهٔ تحصیلی: ریاضی □ آموزش ریاضی □ آموزش ابتدایی □ سایر	سن:	جنسیت: زن □ مرد □	نشانی ایمیل یا شمارهٔ تلفن (اختیاری):		

سؤال‌های زیر دربارهٔ نقش تکنولوژی‌های دیجیتال در آموزش ریاضی از شما نظر می‌خواهند. هر سؤال پنج مقیاس (۱ تا ۵) دارد. برای هر سوال نظر خود را با علامت × مشخص کنید.

ردیف	سؤال	کاملا موافقم	موافقم	نه مخالفم و نه موافقم	مخالفم	کاملاً مخالفم
۱.	من به سیستم‌های رایانه‌ای دسترسی دارم.	۵	۴	۳	۲	۱
۲.	من به شبکه‌های داخلی و اینترنتی رایانه‌ای دسترسی دارم.	۵	۴	۳	۲	۱
۳.	من به انواع نرم‌افزارهای رایانه‌ای دسترسی دارم.	۵	۴	۳	۲	۱
۴.	در تدریس ریاضی، از تکنولوژی‌های دیجیتال مثل فیلم، کتاب گویا و نرم‌افزارهای آموزشی استفاده می‌کنم.	۵	۴	۳	۲	۱
۵.	برای مشکلات فنی من در استفاده از رایانه پشتیبانی کافی وجود دارد.	۵	۴	۳	۲	۱
۶.	هر سؤالی در زمینهٔ تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال داشته باشم، کسی وجود دارد که آن‌ها را برای من توضیح دهد.	۵	۴	۳	۲	۱
۷.	اگر در استفاده از تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتالی مشکلی برای من پیش بیاید، در مدرسه یک تکنسین برای رفع آن وجود دارد.	۵	۴	۳	۲	۱
۸.	در زمینهٔ هر مفهوم ریاضی که تدریس می‌کنم، تولیداتی از تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال (مثل فایل‌های جئوجبرای آماده یا پاورپوینت) در اختیار من قرار دارد.	۵	۴	۳	۲	۱
۹.	من خودم محتوای مربوط به تکنولوژی آموزشی دیجیتال را تهیه می‌کنم.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۰.	هرساله آموزش‌های مربوط به تکنولوژی‌های نوین دیجیتال و چگونگی استفاده از آن‌ها در تدریس ریاضی برای من مهیا می‌شود.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۱.	چون انتخاب یک منبع دیجیتال آموزشی مناسب از میان منابع بسیار متنوع اینترنت برای من دشوار است، من از امکانات اینترنتی برای تدریس ریاضی استفاده نمی‌کنم.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۲.	من صرفاً از منابع دیجیتالی استفاده می‌کنم که مدرسه در اختیارم قرار می‌دهد.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۳.	معلمان معمولاً در آمادگی و اجرای درس‌هایی که در آن‌ها از تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال استفاده می‌شود، با همکاران دیگر ارتباط نزدیکی دارند.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۴.	معلمان معمولاً با توجه به ظرفیت‌های تدریس با استفاده از تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال، تجربه‌های خود را با دیگر همکاران به اشتراک می‌گذارند.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۵.	معلمان مدرسهٔ ما از فعالیت‌های آموزشی مبتنی بر تکنولوژی‌های دیجیتال همکاران سایر	۵	۴	۳	۲	۱

ردیف	سؤال	کاملاً موافقم	موافقم	نه مخالفم و نه موافقم	مخالفم	کاملاً مخالفم
	مدرسه‌ها به‌خوبی اطلاع دارند.					
۱۶.	همکاران معلم من در مدرسه غالباً از تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال استفاده می‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۷.	اغلب اطلاع‌رسانی‌ها در مدرسه ما مبتنی بر تکنولوژی‌های دیجیتال هستند.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۸.	اغلب ما تجربه‌های مرتبط با تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال را با همکاران بیرون از مدرسه به اشتراک می‌گذاریم.	۵	۴	۳	۲	۱
۱۹.	ما معلمان به‌خوبی از اهداف استفاده از تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال در مدرسهٔ خود آگاهی داریم.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۰.	چشم‌اندازهای تدریس ریاضی با استفاده از تکنولوژی های دیجیتال در میان همکاران معلم ما روشن است.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۱.	معلمان در مدرسهٔ ما برای رسیدن به اهداف مشترکی که وزارت آموزش‌وپرورش تعریف کرده‌است، از تکنولوژی‌های آموزشی دیجیتال استفاده می‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۲.	تدریس میتنی بر «رایانه و اینترنت» در مدرسهٔ ما اهمیت بسیاری دارد.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۳.	در مدرسهٔ ما خیلی تأکید می‌شود که معلمان فعالیت‌های آموزشی‌شان را با تکنولوژی‌های دیجیتال عرضه کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۴.	در میان همکاران معلم من، اشتیاق زیادی برای استفادهٔ بیشتر از تکنولوژی‌های دیجیتال دیده می‌شود.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۵.	مدیر مدرسهٔ ما به‌طور آشکار از تلفیق تدریس ریاضی با تکنولوژی‌های دیجیتال در مدرسه پشتیبانی می‌کند.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۶.	دانش‌آموزان با جست‌وجو در اینترنت برای کار روی تکالیف، خودآموزی (جهت‌دهی و هدایت یادگیری توسط خود) را تمرین می‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۷.	دانش‌آموزان غالباً با استفاده از رایانه روی یک مسئلهٔ پژوهشی کوچک کار می‌کنند، جنبه‌های گوناگون را به تصویر می‌کشند و راه‌حل ارائه می‌دهند.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۸.	دانش‌آموزان غالباً داده‌های یک پروژه را با رایانه جمع‌آوری می‌کنند، آن‌ها را تجزیه‌وتحلیل می‌کنند، و با استفاده از تکنولوژی‌های دیجیتال نتیجه‌گیری می‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۲۹.	دانش‌آموزان غالباً از رایانه‌ها به‌منظور کار روی پروژه‌های پژوهشی کوچک و ارائهٔ نتایج در مدرسه و خارج از آن استفاده می‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱

ردیف	سؤال	کاملا موافقم	موافقم	نه مخالفم و نه موافقم	مخالفم	کاملاً مخالفم
۳۰.	دانش‌آموزان غالباً هنگام کار روی پروژه‌ها از تکنولوژی‌های رایانه‌ای برای کسب اطلاعات، داده‌ها یا منابع بیرون از مدرسه استفاده می‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۱.	اغلب دانش‌آموزان رسانه‌های دیجیتال نیمه‌حرفه‌ای را تولید می‌کنند که ممکن است توسط افراد در یا خارج از مدرسه ارزیابی شوند (مثل جشنوارهٔ تولید محتوای الکترونیکی دانش‌آموزان یا مسابقه‌های دیگر).	۵	۴	۳	۲	۱
۳۲.	من با استفاده از تکنولوژی‌های آموزشی رایانه‌ای می‌توانم کیفیت تدریسم را بهبود بخشم.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۳.	دانش آموزان با استفاده از تکنولوژی‌های رایانه‌ای راحت‌تر یاد می‌گیرند.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۴.	دانش‌آموزان با استفاده از رایانه‌ها کاراتر کار می‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۵.	من توانایی این را دارم که دانش‌آموزان را در طراحی و درست کردن یک وب‌سایت پشتیبانی کنم.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۶.	من می‌توانم دانش‌آموزان را در تهیه رسانه‌های دیداری و شنیداری یا نرم‌افزارهای چند رسانه‌ای‌ها پشتیبانی کنم.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۷.	من می‌توانم در بحث‌های برخط (آنلاین) دانش‌آموزان را پشتیبانی کنم.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۸.	کتاب‌های درسی ریاضی برای استفاده از تکنولوژی‌های آموزشی ضرورتی ایجاب نمی‌کنند.	۵	۴	۳	۲	۱
۳۹.	بیشتر وقت من صرف پوشش محتوای پرحجم کتاب می‌شود و فرصتی برای استفاده از تکنولوژی در کلاس ندارم.	۵	۴	۳	۲	۱
۴۰.	سیستم آموزشی ما استفاده از تکنولوژی را پیشنهاد نمی‌کند.	۵	۴	۳	۲	۱