مطالعات بین رشته‌ای در آموزش، ۱۰۲ـ۸۵، سال اول، ش۱، زمستان ۱۴۰۱
کریم‌زاده، عنایت؛ آیتی، محسن؛ پورشافعی، هادی (۱۴۰۱). مشکلات اجرای آموزش تلفیقی STEM: مطالعهٔ مروری نظام‌مند (سیستماتیک).
مطالعات بین رشته‌ای در آموزش، شمارهٔ۱: ۱۰۲ـ۸۵.

مشکلات اجرای آموزش تلفیقی STEM: مطالعه مروری نظام‌مند (سیستماتیک)

عنایت کریم‌زاده[۱]، محسن آیتی[۲]، هادی پورشافعی[۳]

دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۳ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۹

چکیده

«استیم» (STAEM)[۴]، ایده یادگیری بین‌رشته‌ای است که دانش‌آموزان از طریق ترکیب واقعی رشته‌ها، یاد می‌گیرند و می‌توانند مسائل را در یک زمینه واقعی حل کنند. از این‌رو هدف این مقاله معرفی هر چه بیشتر این رویکرد نوین آموزشی و ارائه تصویری روشن به منظور عملیاتی کردن این چارچوب در سیستم آموزشی است. روش این پژوهش مرور نظام‌مند است. جامعه این پژوهش متشکل از ۱۹۸ مقاله درباره آموزش استیم است که بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ میلادی در مجلات معتبر علمی Science Direct، Springlink، Scopus، Google Scholar، ارائه شده‌اند. نمونه پژوهش، ۱۷ مقاله است که به صورت هدفمند و براساس غربالگری در مراحل مختلف، مورد مطالعه عمیق و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از یافته‌ها نشان داد که معلمان به عنوان مهمترین عنصر در اجرای آموزش استیم با مشکلات بسیاری از جمله: عدم دانش و مهارت کافی، کمبود منابع برای به کارگیری فناوری در آموزش استیم، عدم ارتباط بین دروس، کمبود زمان/ فضا برای اجرای آن، آگاه نبودن از محتوا، نداشتن پشتیبانی مالی برای اجرای آن، تغییرات زیاد در برنامه درسی استیم و عدم مهارت کافی برای تلفیق آموزش و یادگیری برای اجرای این روش آموزش مواجه هستند. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که معلمان برای اطمینان از اجرای موفقیت‌آمیز آن باید دانش عمیقی از محتوای استیم (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) داشته باشند؛ زیرا هرگونه تغییر در برنامه درسی نه تنها بر تدریس معلم بلکه بر پیشرفت دانش‌آموزان نیز تأثیر می‌گذارد.

واژگان کلیدی: آموزش تلفیقی، استیم، دانش ترکیبی، یادگیری چندمؤلفه‌ای.

---

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه بیرجند. ایران. (نویسنده مسئول) karimzadehenayat@yahoo.com
۲. دانشیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، یزد، ایران. mayati@birjand.ac.ir
۳. دانشیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، یزد، ایران. pourshafei@yahoo.com
۴. واژه STEM مخفف کلمات علم (science)، فن‌آوری (technology)، مهندسی (engineering)، ریاضی (mathematic) است.

مقدمه

از نظر تاریخی استفاده از واژه اختصاری استم[1] که به موضوعات مرتبط علوم[2]، فناوری[3]، مهندسی[4] و ریاضیات[5] به صورت جمعی اشاره می‌کند، اولین بار توسط دکتر ریملی[6] در طول دوران ریاست اداره آموزش و منابع انسانی بنیاد ملی علوم ایالات متحده آمریکا[7] از سال ۲۰۰۴ – ۲۰۰۱ استفاده شد. در آن زمان، این بنیاد به دنبال راهی بود تا توجه بیشتری را به طیف وسیعی از موضوعات مورد نیاز و مهم برای آموزش در قرن بیست و یکم جلب کند و سازماندهی بهتر برنامه‌های آموزشی در این چهار دیسیپلین (خود انضباطی) را تحت یک نام و عنوان مشخص یعنی «استم» که از کنار هم قرار دادن حروف اول این چهار دیسیپلین ایجاد شده برنامه‌ریزی کند. در اوّلین سال‌های استفاده از واژه استم، این کلمه اختصاری اغلب توسط جامعه دانشگاهی برای ارجاع به موضوعات مهم (ریاضی ـ علوم ـ مهندسی ـ فناوری) مورد استفاده قرار می‌گرفت. به‌مرور زمان دست‌اندرکاران عملی آموزش که این واژه اختصاری را به عنوان شانسی برای ارتباط دادن دیسیپلین‌های استم می‌دیدند، شروع به استفاده از این واژه کردند. در سال‌های اخیر ارجاع به آموزش استم به ویژه استم تلفیقی در حال گسترش روزافزون است. البته این واژه در ابتدا به صورت اسمت[8] استفاده می‌شد ولی خانم ریملی با توجه به اینکه ریاضیات و علوم تجربی همیشه نقش اساسی در پیشبرد فناوری و مهندسی دارند، این دو واژه را به عنوان لنگرگاه‌های این رویکرد در نظر گرفت و مخفف کلمات علوم تجربی و ریاضی را در ابتدا و انتهای واژه قرارداد و واژه را به استم تغییر داد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۵).

بخشی از گسترش آموزش استم به دلیل استفاده مداوم این واژه توسط رهبران کسب و کار بخش خصوصی و حمایت از افزایش رشد مهارت‌ها در تمام زمینه‌های استم برای اطمینان از تربیت نیروی کار رقابت‌پذیر در قرن بیست و یکم است. از طرفی دولت آمریکا

1. STEM
2. Science
3. Technology
4. Engineering
5. Mathematics
6. Ramely
7. National Science Foundation (NSF)
8. SMET

یکی از راه‌های اصلاح آموزش عمومی و بالا بردن عملکرد دانش‌آموزان در زمینه موضوعات مهم را در توجه به آموزش استم یافته است (کارتر[1]، ۲۰۱۳). از نظر موریسون، استم یک فرارشته[2] به معنی خلق یک رشته براساس تلفیق دانش‌های رشته‌های دیگر به یک کلِّ جدید به جای تکه‌ها و قطعات جداگانه است و یک رویکرد بین‌رشته‌ای محسوب می‌شود و هدف از این یکپارچه‌سازی حذف موانع سنتی بین چهار دیسیپلین استم است (موریسون[3]، ۲۰۰۶). در مورد تکامل آموزش استم (داجر[4]، ۲۰۱۰)، هر کدام از چهار دیسیپلین استم را در ارتباط با یکدیگر تعریف می‌کند و سپس چهار رویکرد گسترده در آموزش استم را ارائه می‌دهد که (ماسونی[5]، ۲۰۱۵)، آنها را به این ترتیب نام‌گذاری کرده است: ۱) سیلو شده[6] یا (ایزوله شده) ۲) وزنی[7] ۳) چند رشته‌ای متقاطع[8] ۴) تلفیقی[9].

۱) رویکرد سیلو شده یا ایزوله شده از استم برای تأکید مجدد چهار دیسیپلین در برنامه درسی کلی بدون تلاش برای تلفیق و ادغام آنها است. ۲) رویکرد وزنی در واقع به یک یا دو دیسیپلین، وزن آموزشی بیشتری می‌دهد و بر آنها تأکید بیشتری می‌کند که به نظر داجر این رویکرد در مدارس عملاً اجرا می‌شود. ۳) در رویکرد چند رشته‌ای متقاطع، یکی از رشته‌ها مثل مهندسی به عنوان لنزی برای آموزش دیسیپلین‌های دیگر استفاده می‌شود و از طریق رشته انتخابی به عنوان لنز به دیگر رشته‌ها نگریسته می‌شود. به عنوان مثال رباتیک به عنوان یک دیسیپلین مهندسی در نظر گرفته می‌شود و برای آموزش آن ممکن است جبر خطی، زیست‌شناسی، فیزیک مکانیک و فرآیندهای تولید (فناوری) مورد استفاده قرار گیرد. ۴) در نهایت داجر از رویکرد تلفیقی (یکپارچه شده)، آموزش استم برای ارتباط دادن و شبکه کردن چهار دیسیپلین برای ارائه یک موضوع به طور کامل و جامع که در واقع کلی فراتر از مجموعه قطعات و اجزا است نام می‌برد.

در سال‌های اخیر با گسترش انتقادات وارد بر رویکرد استم که به دنبال منافع نظام‌های اقتصاد جهانی و تربیت نیروی متخصص در دنیای رقابتی امروز است، حرکت از استم به

1. Carter
2. Meta Discipline
3. Morrison
4. Dugger
5. Masoni
6. Siloed
7. Weighted
8. Cross-Disciplinary
9. Integrated

سوی استیم[1] با اضافه کردن هنر[2] افزایش یافته است تا وجه زیبایی‌شناسی در کنار گفتگو، پژوهش و تفکر انتقادی مورد توجه قرار گیرد. باید توجه داشت از نظر تاریخی در آمریکا ابتدا استانداردهای هر یک از دیسیپلین‌های استم ایزوله شده تدوین شده، سپس استانداردهای نسل آینده به منظور تدوین برنامه‌های تلفیقی استم به وجود آمد. بر اساس تجارب کشورهای پیشرو، در آغاز برنامه‌های استم نهادینه شده و سپس حرکت به سوی استیم آغاز گشته است. همچنین از آنجا که مدت زمان زیادی از پیدایش رویکرد استیم نمی‌گذرد، برنامه‌های عملی شده استیم بسیار کم هستند و تعداد پژوهش‌های انجام شده در این حوزهٔ نوظهور اندک است. بنابراین محقّق بر آن شد تا ابتدا وجه نظری استم تلفیقی را با بهره‌گیری از پژوهش‌های فراوان این حوزه و با درک صحیح از پیچیدگی تلفیق میان این چهار دیسیپلین مرتبط پی‌ریزی کند تا بتوان به سمت تلفیق استم با هنر (استیم) آگاهانه‌تر پیشروی کرد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹).

مفهوم تلفیق استیم به عنوان یکی از موضوعات اصلی در آموزش استیم ظاهر شده است. نظریه‌پردازان بر ادغام مفهوم طراحی مهندسی و فناوری در آموزش و یادگیری علوم/ ریاضیات متمرکز هستند. در حالی که سایر محققان از آن به عنوان تلاشی برای ترکیب کل یا بخشی از رشته‌های استیم در یک کلاس، واحد یا درسی واحد یاد کردند که به موضوعی با زندگی واقعی مربوط می شود (هووس،[3] ۲۰۱۴). علاوه بر این، کلی و نولز[4] (۲۰۱۶) بیان کردند که استیم یک رویکرد آموزشی است که شامل دو یا چند جزء استیم در یک زمینه معتبر است که منجر به افزایش یادگیری دانش‌آموزان می‌شود. اگرچه توافق نظری در مورد معنای آموزش تلفیق استیم وجود ندارد، اکثر محققین بیان کردند که آموزش یکپارچه استیم ترکیبی از اجزای استیم مرتبط با زندگی واقعی است. از آن زمان تاکنون، ابتکارات زیادی برای آموزش یکپارچه استیم نه تنها در کشورهای غربی بلکه در سرتاسر جهان راه‌اندازی شده است (کانگ،[5] ۲۰۱۹). مهندسی و فناوری در آموزش علوم K-12 گنجانده شده است.

1. STEAM
2. Art
3. Howes
4. Kelly and Knowles
5. Kang

این در حالی است که در سایر کشورهای در حال توسعه مانند کره جنوبی و مالزی ابتکارات متفاوتی ارائه شده است. عنصر هنر به عنوان یک ویژگی جدید در کره جنوبی به عنوان یک برنامه مدرسه اضافه شده است. این برنامه چه در مدرسه یا خارج از مدرسه مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، آموزش استیم در طرح آموزشی مالزی بین سال‌های ۲۰۱۳–۲۰۲۵ ایجاد شده است. این ابتکار به عنوان یک نقشه راه برای تقویت سیستم آموزشی استیم در مالزی از طریق سه موج استفاده می‌شود (راسید و همکاران،[1] ۲۰۲۰). موج ۱ (۲۰۱۳–۲۰۱۵) به طور ویژه برای ساخت و ساز حرکت ساخته شده است. موج ۲ (۲۰۱۶–۲۰۲۰) بر روی شتاب دادن به سیستم تمرکز دارد، در حالی که موج سوم (۲۰۲۱–۲۰۲۵) بیشتر بر روی انعطاف‌پذیری عملیاتی است.

بنابراین توجه به برنامه‌های استیم به عنوان یک رویکرد آموزش تلفیقی ضروری است و پژوهش در مورد مبانی نظری و بررسی تجارب کشورهای پیشرو در این زمینه باعث توسعه دانش نظری در این زمینه خواهد شد و راه را برای طراحی و عملی کردن این آموزش‌ها، نه فقط در مراکز آموزش خصوصی، بلکه در کلّیّهٔ مدارس کشور باز خواهد کرد. این مطالعه به بررسی ادبیات موجود در مورد مسائل در آموزش یکپارچه استیم می‌پردازد و سعی دارد مسائل اصلی را در اجرای آموزش تلفیقی استیم بررسی کند. بنابراین برای بررسی موضوعاتی که در ادبیات وجود دارد از سؤالات زیر استفاده شد.

۱) موضوع اصلی در اجرای آموزش تلفیقی استیم چیست؟

۲) آیا در اجرای آموزش تلفیقی استیم مشکلی وجود دارد؟

روش پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی است و با توجه به روش اجرا، مطالعه نظامدار یا سیستماتیک تلقی می‌شود. در مطالعات مرور نظام‌مند، پژوهش‌های انجام شده درباره یک موضوع خاص به طور مختصر و مفید در اختیار قرار می‌گیرد و برای مرور مقالات از قواعد دقیق تبعیت می‌شود (رجب‌نژاد، شیروانی، خزانه‌داری، ۱۳۷۷). در مطالعات مرور نظام‌مند، ابتدا اهداف و پرسش‌های تحقیق باید مشخص شوند. سپس برای دستیابی به پاسخ پرسش‌های مطرح شده،

1. Rasid et al.

متناسب با اهداف پژوهش، مقالات انتخاب و پس از چندین مرحله غربالگری و مطالعه عمیق، نتایج حاصل می‌شوند (دی لو، ملنیچاک، ماری و پلامر[1]، ۲۰۱۶).

جامعه آماری این پژوهش، شامل کلیه مقالات پژوهشی معتبری است که در زمینهٔ اجـرای آموزش استیم، در بازه زمانی سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ میلادی به چاپ رسیده بودند. نمونه‌های این پژوهش، از بین کلیه مقالات در این بازه زمانی، پس از غربالگری این مطالعات از طریق مطالعه عنوان و چکیده مقالات استخراج شده و انتخاب مقالات مرتبط و حذف مقالات غیر مرتبط، به دست آمد. غربالگری مجدد با مطالعهٔ مقدمه و نتیجه‌گیری مقالات غربال شده مرحلـهٔ قبـل و انتخاب مقاله‌های مرتبط و حذف مقاله‌های غیرمرتبط انجام گرفـت. ارزیـابی نهـایی مقـالات مستخرج از مرحلهٔ قبل، با مطالعهٔ آنها و در نظر گرفتن اهداف پروژه انجام شده و در پایان، با انتخاب نهایی مقالات، داده‌های جمع‌آوری شده از این پژوهش‌ها طی چند مرحله، کدگذاری شد، سپس مقوله‌های کانونی استخراج گردید. در پژوهش حاضر تعـدادی سـؤال مـرتبط بـا اهداف پژوهش طراحی شد. بعـد از آن، تعـدادی از آن سـؤالات بـا مشـورت چنـد تـن از متخصصان به عنوان سؤالات تحقیق انتخاب شدند. سـپس بـرای تعیـین اعتبـار آن از روش تعیین اعتبار محتوا استفاده شد. اعتبار یک محتوای ابزار اندازه‌گیـری معمـولاً توسـط افـراد متخصص و خبره در موضوع مورد مطالعه تعیین می‌شود. تأیید همکاران تحقیـق، مهمتـرین ملاک برای ایجاد اعتبار در تحقیقات کیفی اسـت، بنـابراین در پـژوهش حاضـر، منظـور از همکاران کسانی هستند که در نوشتن تحقیق مشارکت داشتند و برای تأیید اعتبار تحقیـق از دو شکل رسمی و غیررسمی استفاده شد.

فرایند انجام پژوهش نظامند عبارت است از: ۱- تحقیق شناسـایی و دریافـت مقـالات از منابع و پایگاه‌های مورد نظر. ۲- مطالعهٔ عنوان و چکیده. ۳- مطالعهٔ مقدمه و نتیجه‌گیری. ۴- ارزیابی مقالات. ۵- انتخاب مقالات واجد شرایط. ۶- استخراج اطلاعات. ۷- تحلیل یافته‌هـا (کنعانی، حسن‌زاده، الهی و طباطبائیان، ۱۳۹۵).

1. de Loë, Melnychuk, Murray & Plummer

گام‌ها

گام اول: شناسایی و دریافت مقالات از منابع و پایگاه‌های موردنظر

در این پژوهش، ابتدا کلّیّهٔ مقالات علمی معتبر از طریق جست‌وجوی کلیدواژه‌های STEAM، استیم، آموزش تلفیقی، آموزش یکپارچه در پایگاه‌های اطلاعات خارج از کشور، از جمله Science Direct، Springlink، Google Scholar،Scopus، شناسایی شدند. در مرحله بعد، موارد تکراری و خارج از بازه زمانی مطالعه، پس از غربال اوّلیّه از مطالعه حذف شدند و وارد مرحله دوم غربالگری شدند. معیار غربالگری در این مرحله ارتباط با موضوع و هدف تحقیق و حذف منابع غیرمرتبط است. شایان ذکر است در مرحله اول غربالگری، عناوین و در مرحله دوم، چکیده مقالات بررسی شد.

گام دوم: ارزیابی مقالات و انتخاب مقالات واجد شرایط

در این مرحله به ارزیابی مقالات جهت انتخاب مقالات مرتبط و واجد شرایط اختصاص دارد. ملاک‌ها و معیارهای گزینش و دسته‌بندی مقالات، به شرح زیر است:

۱. مقالات منتشرشده در زمینهٔ اجرای آموزش استیم؛

۲. پژوهش‌ها باید اطلاعات کافی در ارتباط با اهداف پژوهش گزارش کرده باشند. از این جهت، پژوهش‌هایی بررسی خواهند شد که اجرای آموزش استیم را گزارش کرده باشند.

با توجه به جست‌وجوی انجام شده ۱۹۸ مطالعه در راستای ملاک‌های ورود به پژوهش یافت گردید که بخشی از این مطالعات برای ورود به مرحله تحلیل نهایی مناسب نبودند و براساس معیارهای خروج در فرایند غربالگری، از فرایند تحلیل پژوهش خارج شدند. معیارهای خروج این پژوهش شامل موارد زیر است:

۱- پژوهش‌هایی که فاقد کیفیت لازم علمی بودند و در مجلات و کنفرانس‌های بی‌اعتبار انتشار یافته بودند.

۲- پژوهش‌هایی که اطلاعات کافی و مرتبط با اهداف این مطالعه گزارش نداده بودند و به تأثیرات آموزش استیم پرداخته بودند و به الگوهای آن اشاره‌ای نداشتند.

بنا به معیارهای ورود و خروج پژوهش‌ها، کلِّ مطالعات مرتبط با کلیدواژه‌ها ۱۹۸ مورد بود و پس از حذف پژوهش‌های نامرتبط پس از بررسی عناوین، بررسی چکیدهٔ مطالعات و

بررسی متن کامل، پژوهش‌های باقیمانده جهت بررسی، ۱۷ مورد بود.

گام سوم: استخراج اطلاعات موردنظر و تحلیل یافته‌ها

جدول شماره (۱). معیارهای ارزیابی کیفیت مقالات

شماره	شاخص	توضیحات
۱	اهداف و مقاصد	آیا مقاله اهداف و مقاصد را به وضوح بیان می‌کند؟
۲	زمینه مطالعه	آیا مقاله به وضوح توضیح می‌دهد که چگونه مطالعه شامل برنامه-ریزی، اجرا و توسعه انجام شده است؟
۳	نمونه	آیا مقاله نمونه کافی از تحقیق ارائه می‌دهد؟
۴	روش‌شناسی	آیا مقاله شرح روش تحقیق را ارائه می‌دهد که شامل چارچوب‌ها، جمع آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها برای مطالعه باشد؟
۵	داده‌ها	آیا پشتیبانی مانند برنامه، مصاحبه/تمرکز و بازخورد از مشاهدات شامل می‌شود؟ آیا اطلاعات به وضوح ترجمه و تحلیل شده است؟
۶	نتایج مطالعه تایید شده است.	آیا محقق تجزیه و تحلیل مطالعه را با استفاده از بررسی متخصص، بازخورد یا مکانیسم‌های دیگر تأیید می‌کند؟

نتایج و بحث

با توجه به یافته‌های حاصل از تحلیل پژوهش‌های مرتبط با هدف این پژوهش، ابتدا کلّیّهٔ مشکلات در اجرای آموزش استیم، از پژوهش‌های مورد تحلیل، استخراج شده و یافته-های این بخش در جدول شمارهٔ ۲ ارائه شده است.

جدول شماره (۲). یافته‌های پژوهش‌های مرتبط با مشکلات در اجرای آموزش استیم

شماره	پژوهشگر	سال انتشار	عنوان	نتایج
۱	کاپوبیانکو[1]	۲۰۱۱	بررسی عدم قطعیت معلم علوم با یکپارچه‌سازی طراحی مهندسی	سطح اعتماد معلمان در اجرای استیم به علت نداشتن دانش و مهارت پایین بود.
۲	وانگ[2]	۲۰۱۱	ادغام استیم: ادراکات و تمرین معلم، آموزش مهندسی	معلمان، مشکل در ادغام فناوری در درس استیم را به دلیل کمبود منابع فناوری گزارش کردند. - معلمان با مشکل آموزشی نیز مواجه

1. Capobianco
2. Wang

	وانگ	۲۰۱۱	ادغام استیم: ادراکات و تمرین معلم، آموزش مهندسی	بودند - فقدان یک برنامه درسی استیم خوب نیز یک چالش بزرگ بود، زیرا آنها ارتباطی بین برنامه‌های درسی مشاهده نکردند.
۴	استولمن و همکاران [1]	۲۰۱۲	ملاحظات برای آموزش یکپارچه استیم	- اغلب به تعداد زیادی مواد و منابع برای دانش‌آموزان مانند ابزار ساختمانی، مواد الکترونیکی و سایر مواد طراحی نیاز است. - خودکارآمدی پایین و عدم آموزش صحیح معلمان، منجر به اجرای نامناسب تلفیق می‌شود.
۴	اصغر و همکاران [2]	۲۰۱۲	حمایت از آموزش استیم در زمینه‌های علوم ثانویه	- موانع درونی مربوط به باورها، ظرفیت، دانش و مهارت معلمان. - موانع سیستمی بیرونی برای تلفیق بین محتوای برنامه درسی و زمان، مسائل مربوط به مواد آموزشی گران، منابع فشرده و ناکافی.
۵	مک فادن، جی و روهریگ [3]	۲۰۱۷	کاوش در تلاش‌های تیم طراحی معلم در ایجاد یک برنامه درسی یکپارچه استیم متمرکز بر دوره ابتدایی	- مانع در اجرای آموزش تلفیق استیم، شامل زمان آماده‌سازی معلم، آموزش، مهارت‌ها و منابع بود.
۶	گرسنایت و همکاران [4]	۲۰۱۴	ترویج علم و فناوری در آموزش ابتدایی: مروری بر برنامه‌های درسی یکپارچه	- کمبود زمان/ فضا، موانع در برنامه درسی - فقدان آموزش معلمان در مورد تلفیق - خودکارآمدیِ معلمان پایین بود - مشکل در ارزیابی برنامه درسی تلفیق وجود داشت.
۷	کاپولا و اشندیکر [1]	۲۰۱۵	ارزیابی تجربیات معلمان با استیم و موانع درک شده	- موانع پیش‌روی معلمان زمان، عدم حمایت و کمبود آموزش، مواد/ منابع

1. Stohlmann & et al.
2. Ashgar & et al.
3. Mcfadden & Roehrig
4. Gresnight & et al.

			برای آموزش مهندسی	و عدم حمایت اداری بود.
۸	الدقیدی و منصور[۲]	۲۰۱۶	ادراکات معلمان علوم از آموزش استیم	- خودکارآمدی معلمان و آگاهی از محتوای استیم از موضوعاتی بود که در اجرای تلفیق استیم در عربستان وجود داشت.
۹	اکمن و همکاران[۳]	۲۰۱۶	یک مدل یکپارچه برای آماده‌سازی معلم استیم	- معلمان باید دانش عمیقی از محتوای علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیاتی که تدریس می‌کنند، داشته باشند.
۱۰	پارک و همکاران[۴]	۲۰۱۶	برداشت‌ها و شیوه‌های معلمان درباره آموزش استیم در کره جنوبی	- معلمان کره‌ای چالش‌های مختلفی را در اجرای آموزش استیم برجسته کردند، ازجمله یافتن وقت برای انجام دروس استیم، افزایش بار کاری و عدم پشتیبانی اداری و مالی
۱۱	گوزی و همکاران[۵]	۲۰۱۶	ایجاد استیم: تجزیه و تحلیل مواد درسی یکپارچه‌سازی استیم مبتنی بر طراحی مهندسی طراحی شده توسط معلم	- برای اجرای رویکردهای تلفیق و مواد درسی جدید، معلمان به فرصت-هایی برای یادگیری دانش و کسب مهارت‌های جدید برای اجرای یک برنامه تلفیق نیاز دارند.
۱۲	نادلسون و سیفرت[۶]	۲۰۱۷	تعریف استیم یکپارچه: زمینه‌ها، چالش‌ها	- نیاز داشتن به یک برنامه درسی عمیق و تجدید ساختار درس. - روشی پرهزینه و وقت‌گیر برای ایجاد فرهنگ و محیط مدرسه ای است که از رویکرد استیم یکپارچه برای آموزش و یادگیری پشتیبانی می‌کند. - عدم دانش کافی معلمان از برنامه درسی استیم.
۱۳	استاپا و	۲۰۱۷	حمایت از استیم یکپارچه در	- معلمان برای محتوای رشته‌های

1. Coppola & Schnedeker
2. El- Deghaidy & Mansour
3. Eckman et al.
4. Park & et al.
5. Guzey et al.
6. Nadelson & Seifert

	تانک[1]		کلاس ابتدایی: یک رویکرد توسعه حرفه ای با تمرکز بر چالش طراحی مهندسی	استیم و همچنین آموزش‌های اجرایی نیاز به حمایت دارند.
۱۴	بهروم و همکاران[2]	۲۰۱۷	ادغام آموزش استیم در مالزی	- تغییرات در برنامه درسی (استیم)، به طور طبیعی بر تدریس و یادگیری و ارزشیابی در آزمون‌های سراسری تأثیر می‌گذارد.
۱۵	شرنوف و همکاران[3]	۲۰۱۷	ارزیابی آموزش معلمان و نیازهای توسعه حرفه‌ای برای اجرای رویکردهای یکپارچه آموزش استیم	- دانش استیم و طرز فکر حرفه‌ای معلم، مهارت‌ها، انگیزه، زمان، ارزشیابی و همچنین منابع و مواد آموزشی ناکافی.
۱۶	تیبو و همکاران[4]	۲۰۱۸	آموزش یکپارچه استیم: مروری سیستماتیک بر رویه های آموزشی در آموزش متوسطه	- عدم مهارت در نحوه تلفیق آموزش و یادگیری استیم
۱۷	مارگوت و کتلر[5]	۲۰۱۹	درک معلمان از ادغام و آموزش استیم: مروری بر ادبیات سیستماتیک	- موانع گزارش شده مانند چالش‌های تدریس، برنامه درسی، و چالش‌های ساختاری، دانش معلم، ارزشیابی و زمان.

یافته‌ها نشان داد که معلمان به عنوان مهمترین عنصر در اجرای آموزش استیم با مشکلات بسیاری از جمله؛ عدم دانش و مهارت کافی، کمبود منابع برای به کارگیری فناوری در آموزش استیم، عدم ارتباط بین دروس استیم، کمبود زمان/ فضا برای اجرای آن، عدم آگاهی از محتوا، عدم پشتیبانی مالی برای اجرا، تغییرات زیاد در برنامه درسی استیم و عدم مهارت کافی برای تلفیق آموزش و یادگیری برای اجرای آموزش استیم مواجه هستند. همچنین یافته‌های پژوهش‌های از برنامه درسی به عنوان یکی از موانع تلفیق استیم نام برده-اند. و این مانع با تغییرات برنامه درسی افزایش می‌یابد.

1. Estapa & Tank
2. Bahrum & et al.
3. Shernoff et al.
4. Thibaut et al.
5. Margot & Kettler

نقش معلم در آموزش استیم

بررسی یافته‌های مقالات نشان داد که معلم موضوع اصلی در اجرای آموزش تلفیقی استیم است. در همین حال، همچنین یافته‌های این مطالعه نشان داد که چالش اصلی معلمان آموزش آن‌هاست.

درک معلم

در اجرای درس‌های استیم تلفیقی، تنها دو مقاله دربارهٔ موضوع درک معلم وجود داشت. این یافته‌ها براساس نتایج چندین مطالعه انجام شده در عربستان سعودی است (الدقیدی و منصور، ۲۰۱۶). معلمان عربستان سعودی درک کافی از تکنولوژی در استیم ندارند و ممکن است درک کافی از ماهیّت علم و فناوری و همچنین تعاملات بین این دو رشته نداشته باشند. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که معلمان آنها برای اجرای استیم برای درس خود آمادگی نداشتند. ادغام تکنولوژی در درس به دلیل فقدان دانش و مهارت‌های فنی در بین معلمان یک چالش بود.

دانش معلّم

دانش معلمان کلید اجرای آموزش تلفیق استیم است، اما معلمان استیم هنوز از محتوای استیم آگاهی ندارند. معلمان استیم برای اطمینان از اجرای موفقیت‌آمیز تلفیق استیم باید فوراً دانش عمیقی از محتوای علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات به دست آورند. بدون دانش استیم، اصلاحات تلفیق استیم کند خواهد شد (شرنوف و همکاران، ۲۰۱۷). معلمان استیم فوراً باید دانش عمیقی از محتوای علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات داشته باشند تا از اجرای موفقیت‌آمیز آن اطمینان حاصل کنند (اکمن، ویلیامز و سلور – ترن، ۲۰۱۶) بدون دانش استیم، اصلاحات آن کند خواهد شد (آیرز، ۲۰۱۶). به گفته گازی و همکاران (۲۰۱۶)، معلمان برای اجرای یک برنامه تلفیقی به فرصت‌هایی برای یادگیری دانش و مهارت‌های جدید با به‌کارگیری رویکردهای تلفیقی و مطالب درسی جدید نیاز دارند (اصغر و همکاران، ۲۰۱۲؛ هبه الدقایدی و همکاران، ۲۰۱۷) بنابراین، برای اطمینان از موفقیت اجرای آموزش استیم، دانش معلمان باید افزایش یابد.

خودکارآمدی معلّم

یافته‌ها نشان داد که یکی از مشکلات در اجرای تلفیق استیم، خودکارآمدی معلمان است

(اصغر و همکاران ۲۰۱۲؛ کاپوبیانکو ۲۰۱۱؛ هبا الدقایدی و همکاران ۲۰۱۷؛ گرسنیگت و همکاران ۲۰۱۴؛ استولمان و همکاران، ۲۰۱۲). به نقل از کاپوبیانکو (۲۰۱۱)، و گرسنیگت و همکاران. (۲۰۱۴)، خودکارآمدی پایین معلمان استیم منجر به انگیزه کمتر و عدم اطمینان کمتر در ادغام آموزش تلفیق استیم می‌شود. هبه الدقایدی و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهش خود با معلمان استیم در عربستان سعودی دریافتند که خودکارآمدی ضعیف معلمان نیز با عدم اعتماد به نفس و دانش ناکافی محتوای استیم مرتبط است.

تربیّت معلم

تعلیم و تربیت معلم بیشترین موضوعی است که توسط محققان گزارش شده است. با توجه به اینکه معلمان در اجرای تلفیق استیم مشکل دارند (مارگوت و کتلر، ۲۰۱۹، استولمن و همکاران، ۲۰۱۲ و وانگ و همکاران، ۲۰۱۱). این مشکل همچنین با خودکارآمدی معلمان، دانش محتوای استیم، زمان، مهارت‌ها، برنامه درسی و ارزشیابی مرتبط است. تغییر در برنامه درسی نه تنها مستلزم تغییرات آموزشی، بلکه به افزایش مهارت‌ها، طرز فکر و دانش معلم مربوط است. این تغییر همچنین مستلزم زمان کافی برای برنامه‌ریزی و انتخاب رویکردهای مناسب به معلمان است. فقدان مهارت‌ها از جمله آموزش مؤثر، به ویژه، اصلاح استیم را کند می‌کند (آیرس، ۲۰۱۶).

مواد و منابع

مواد آموزشی و منابع مسائل دیگری هستند که در زمان اجرای آموزش استیم نیازمند توجه هستند (کاپولا و اشندیکر، ۲۰۱۵؛ شرنوف و همکاران، ۲۰۱۷). از آموزش تلفیقی استیم اغلب به مواد، منابع و آموزش‌های زیادی برای دانش‌آموزان مانند ابزارهای ساختمانی، مواد الکترونیکی و سایر مواد طراحی نیاز دارد (کاپولا و اشندیکر، ۲۰۱۵؛ مک فادن و روهریگ،[1] ۲۰۱۷؛ استولمن، مور و روهریگ،[2] ۲۰۱۲). اما هزینه ارائه آموزش استیم و مواد و منابع یادگیری گران است (اصغر و همکاران ۲۰۱۲). فقدان دانش، مهارت‌ها، مواد و منابع باعث می‌شود معلمان احساس کنند چنین روشی غیرقابل اعتماد است و نسبت به آموزش تلفیقی استیم، به ویژه با ادغام فناوری در دروس استیم، تمایل نداشته باشند (کاپولا و اشندیکر،

1. Mcfadden & roehrig
2. Stohlmann , Moore & roehrig

۲۰۱۵؛ شرنوف و همکاران، ۲۰۱۷؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۱). واضح است که در میان عناصر کلیدی برای اطمینان از اجرای روان آموزش تلفیقی استیم، مواد و منابع هستند. کمبود منابع و مواد و همچنین آموزش کافی بر اثربخشی تلفیق استیم تأثیر می‌گذارد.

ارزشیابی

ارزیابی موضوع دیگری است که توسط محققان گزارش شده است. ارزشیابی به عنوان دستورالعملی برای دانش‌آموزان برای انجام ارزشیابی مورد نیاز است (گرسنیگت و همکاران ۲۰۱۴؛ مارگوت و کتلر ۲۰۱۹؛ شرنوف و همکاران ۲۰۱۷). با این حال، در حال حاضر چنین دستورالعملی در دسترس نیست. گرسنیگت و همکاران (۲۰۱۴) گفته‌اند که ارزیابی برنامه درسی تلفیقی در حال تبدیل شدن به یک موضوع برای معلمان استیم است.

زمان برنامه‌ریزی

مطالعه تجربی کمبود زمان برای برنامه‌ریزی یک درس و آموزش یک درس استیم یکپارچه را در بین معلمان نشان می‌دهد (اصغر و همکاران ۲۰۱۲؛ کوپولا و اشندکر ۲۰۱۵؛ گرسنیگت و همکاران ۲۰۱۴؛ نادلسون و سیفرت ۲۰۱۷). این به دلیل آن است که برنامه‌های درسی و جدول زمانی فعلی فاقد زمان، مکان و همچنین زمان آماده‌سازی معلم هستند. همچنین نتایج تحقیق اصغر و همکاران. (۲۰۱۲) نشان داد که یک رویکرد PBL تلفیق بین محتوای برنامه درسی و زمان دارای موانع سیستمی بیرونی است.

جدول شماره (۳). طبقه‌بندی تعداد مسائل گزارش شده

دسته‌بندی مسائل	شماره گزارش شده	درصد
برنامه درسی	۶	٪۱۰
مواد و منابع	۷	٪۱۲
معلم	۳۶	٪۶۰
ارزشیابی	۳	٪۵
زمان برنامه‌ریزی	۸	٪۱۳
کل	۶۰	٪۱۰۰

براساس نتایج جدول ۳، موضوعات هشت‌گانه در پنج دسته برنامه درسی، مواد و منابع، ارزشیابی معلم و همچنین زمان دسته‌بندی شدند. تجزیه و تحلیل نشان داد که بیشترین رده، موضوع معلم (۶۰٪ درصد) بود.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به شناسایی مشکلات اجرای آموزش استیم پرداخته شده است و با توجه به یافته‌ها نتیجه‌گیری گرفته می‌شود که معلم موضوع اصلی در اجرای آموزش استیم است. از آنجایی که معلمان استیم فقط براساس تخصص خاص خود برای موضوعات تخصصی (اصلی، فرعی) آموزش می‌بینند، این به معنای دانش محدود آنها برای اجرای آموزش است، و رشته‌های استیم فراتر از تخصص آنها است. بنابراین برای اطمینان از اثربخشی فرآیند آموزش استیم، به معلمان ماهر و آگاه به ویژه، به پیوند رشته‌های مختلف در سراسر برنامه درسی نیاز است. فرآیند یادگیری از طریق استیم تنها نباید به کلاس درس محدود شود، بلکه می‌تواند به دنیای واقعی به عنوان یکی از اجزای اصلی حل مسأله نیز مرتبط باشد؛ بنابراین، معلمان ماهر و آگاه برای اطمینان از اثربخشی فرآیند آموزش استیم برای پیوند رشته‌های مختلف در سراسر برنامه درسی مورد نیاز هستند. سطح پایین مهارت-های معلمان نسبت به استیم و رشته‌های دیگر نیز باعث کاهش علاقه دانش‌آموزان می‌شود؛ بسیار مهم است که دولت و سیاستگذاران نظام آموزشی این مشکل را برای دستیابی به موفقیت آموزش تلفیق استیم حل کنند. تلفیق مبحثی جذاب و در عین حال پیچیده در حوزه برنامه‌ریزی درسی است. جذابیت آن مرهون تحولاتی است که التزام به تلفیق نوید بخش آن است. به هر روی و با هر معنا که به متغیر تلفیق نگریسته شود، این مفهوم متضمن چرخشی نسبت به رویکرد غالب در برنامه‌ریزی درسی خواهد بود که همان رویکرد دیسیپلینی یا موضوعات مجزاست. از این جهت باید تلفیق توسط برنامه‌ریزان درسی جدی تلقی شده و با اغتنام فرصت مورد بهره‌برداری قرار گیرد. اما از پیچیدگی‌های آمیخته با بکارگیری این مفهوم به اصطلاح متضلع (چندضلعی) و دارای معانی متعدد نیز نمی‌توان به سادگی گذشت. برنامه‌ریزان درسی لاجرم باید این پیچیدگی‌ها را فهم کنند تا از ظرفیت‌های متکثر نهفته در این مقوله بتوانند به شکل معقول و در جای مناسب بهره‌مند شوند. سخن پایانی این است که آموزش نیروی انسانی توسط استادان مجرب در قالب کارگاه‌های آموزشی و تدوین و اجرای سیاست‌های انگیزشی و تشویقی برای همکاران صورت پذیرد. همچنین با تعلیم معلمان در دانشگاه براساس رشته‌ها و موضوعات تلفیقی، درگیر کردن آنان

در چارچوب ساخت برنامه یکپارچه و ادغام برنامه جهشی بزرگ در جهت پیشرفت آموزش جامعه داشته باشیم تا همگام با سایر کشورها یکه تاز میدان علم و عمل باشیم.

◆❖◆❖◆

منابع و مآخذ

- رجب‌نژاد، مریم، شیروانی، آرمین، خزانه‌داری شهاب (۱۳۸۵). مرور نظام‌مند شواهد، تهران: مرکز تعالی دانشگاه.
- رضایی، مریم؛ امام جمعه، سیّد محمّدرضا؛ احمدی، غلامعلی؛ عصاره، علیرضا و زهرا نیکنام (۱۳۹۹). طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم (علوم، فناوری، مهندسی، ریاضی) در دوره ابتدایی کشور ایران، **فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران**؛ سال پانزدهم، دوره ۴، شماره ۵۹، ص ۹۲–۶۳.
- کنعانی، فاطمه، علیرضاحسن‌زاده، شعبان الهی، و سیّد حبیب‌اله طباطبائیان، (۱۳۹۵). بررسی کاربرد روش‌های آینده‌نگری؛ مرور سیستماتیک، **فصلنامه راهبرد**، دوره ۲۷، شماره ۸۷ ص ۳۳–۵.
- Asghar, A., Ellington, R., & Rice, E. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning Volume, 6(2), 85–125.
- Bahrum, S., Wahid, N., & Ibrahim, N. (2017a). Integration of STEM Education in Malaysia and Why to STEAM. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 7(6), 645–654.
- Capobianco, B. M. (2011). Exploring a Science Teacher's Uncertainty with Integrating Engineering Design: An Action Research Study. Journal of Science Teacher Education, 22(7), 645 – 660.
- Coppola, S. M., & Schnedeker, M. H. (2015). Assessing Teachers' Experiences with STEM and Perceived Barriers to Teach- ing Engineering The Assessing Teachers' Experiences with STEM and Perceived Barriers to Teaching Engineering (RTP-1). In American Society for Engineering Education (1–15).
- Carter, V.R. (2013). Defining Characteristics of an Integrated STEM Curriculum in K-12 Education. Theses and Dissertations. 819.
- Dugger, W. (2010, December). Evolution of STEM in the United States.Paper presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Griffith, Australia. Retrieved from.

- De Loë, R. C., Melnychuk, N., Murray, D., & Plummer, R. (2016). Advancing the state of policy Delphi practice: A systematic review evaluating methodological evolution, innovation, and opportunities. Technological Forecasting and Social Change, 104, 78-88.
- Eckman, E. W., Williams, M. A., & Silver-thorn, M. B. (2016). An Integrated Model for STEM Teacher Preparation: The Value of a Teaching Cooperative Educational Experience. Journal of STEM Teacher Education, 51(1), 71 – 82.
- El-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M., & Alhammad, K. (2017). Context of STEM Integration in Schools: Views from In-service Science Teachers. EURASIA Journal of Mathematic Science and Technology Education, 13(6), 2459–2484.
- Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. International Journal of STEM Education, 4(1), 23 – 57.
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., & Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. Studies in Science Education, 50(1), 47–84.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher- Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 6(1) 11–29.
- Howes, A., Kaneva, D., Swanson, D., & Williams, J. (2013). Re-envisioning STEM education: curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies. Manchester 1824, 1–27.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. International Journal of STEM Education, 2(6), 1–16.
- Mcfadden, J. R., & Roehrig, G. H. (2017). Exploring teacher design team endeavours while creating an elementary-focused STEM-integrated curriculum, 1–22.
- Masoni, G. (2015). Promoting STEM Integration, Interest and Identity Among Elementary School Students. University of Southern California. PHD Thesis.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the academy, the classroom. Cleveland Heights, OH: Teaching Institute for Excellence in STEM.

- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. Journal of Educational Research, 110(3), 221–223.
- Rasid, N. S. M., Nasir, N. A. M., Singh, P., & Han, C. T. (2020). STEM Integration: Factors Affecting Effective Instructional Practices in Teaching Mathematics. Asian Journal of University Education, 16(1), 56-69.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. International Journal of STEM Education.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 2(1), 28–34
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. European Jourrnal of STEM Education, 3(1), 27 43.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. Engineering Education, 2(2), 1–13.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Interdisciplinary Studies in Education. 85-102, Vol. 1, No. 1, Winter 2023.

Karimzadeh, Enayat; Ayati, Mohsen; Pourshafei, Hadi (2023). Implementation Problems of Integrated STEM Education: A Systematic Review. Interdisciplinary Studies in Education, 1, 1: 85-102.

Implementation Problems of Integrated STEM Education: A Systematic Review

Enayat Karimzadeh, Mohsen Ayati, Hadi Pourshafei

Abstract

Current modes of education require STEM education to integrate four disciplines (science, technology, engineering, and mathematics) into one larger discipline. However, the implementation of integrated STEAM training is not an easy task because many issues arise after its implementation. Therefore, a systematic review was conducted to gather evidence from the latest empirical studies to explore the main issues related to integrated STEAM education. PRISMA guidelines were used to track relevant articles from 2010 to 2019 using Scopus and Google Scholar databases. Hence, a total of 17 articles were identified. The findings showed that the teacher is the most important factor in the integrated education of STEAM. The knowledge of teacher is the key to the implementation of STEAM integrated education, but teachers in the field of STEAM education are still unaware of the content of STEAM. Therefore, STEAM teachers must immediately have in-depth knowledge of STEM content to ensure successful implementation of STEAM integration.

Keywords:"Integrated learning;" "Problem;" "Knowledge;" "Teacher;