

رویکردهای آموزشی استیم¹: مرور نظام مند

هادی پورشافعی²، محمدعلی رستمی نژاد³، مینا محمدزاده⁴

دریافت: 99/6/10

پذیرش: 1400/3/29

چکیده

استیم، ایده یادگیری بین رشته‌ای را شامل می‌شود که دانش‌آموزان از طریق یک ترکیب واقعی رشته‌ها، یاد می‌گیرند و می‌توانند مسائل را در یک زمینه واقعی حل کنند؛ بنابراین، هدف این مقاله برداشتن گامی در راستای معرفی هرچه بیشتر این رویکرد نوین آموزشی و ارائه تصویری روشن جهت عملیاتی کردن این چهارچوب در سیستم آموزشی است. روش این پژوهش مرور نظام مند می‌باشد. جامعه این پژوهش متشکل از 567 مقاله درباره آموزش استیم است که بین سال‌های 2000 تا 2020 میلادی در مجلات معتبر علمی ارائه شده‌اند. نمونه پژوهش، شامل 10 مقاله است که به صورت هدفمند و بر اساس غربالگری در مراحل مختلف، مورد مطالعه عمیق و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از مرور نظام مند و تحلیل کیفی محتوای 10 مقاله مورد مطالعه حاکی از آن است که رویکرد آموزشی استیم شامل تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسأله (PBL)، یادگیری مبتنی بر پروژه، رویکرد جنبش سازنده، رویکرد مبتنی بر همکاری و رویکرد توالی است. با استفاده از هر یک از رویکردهای شناسایی شده می‌توان روش آموزشی استیم را در کلاس درس اجرا کرد و از مزایای این روش آموزش بهره برد.

کلید واژه‌ها: رویکردهای آموزشی، استیم، مرور نظام مند.

1 . Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics (STEAM)

2. دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه بیرجند، ایران.

3. استادیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه بیرجند، ایران.

4. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه بیرجند، ایران، نویسنده مسئول،

mohammadzadeh1373@birjand.ac.ir

مقدمه

قرن بیست و یکم، یک دوره منحصر به فرد از پیشرفت‌های فناوری و گسترش جهانی‌سازی بوده است که از وقایع دهه‌های گذشته پیشی گرفته است. برنامه‌ریزان آموزش در سراسر جهان تمام تلاش خود را می‌کنند تا نسل آینده دانش‌آموزان را برای تبدیل شدن به افرادی با سواد فناوری تبدیل کرده و در مواجهه با افزایش رقابت‌های اقتصادی، به موضوعاتی چون علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات علاقه‌مند کنند. با این حال، این موضوعات به‌طور جداگانه آموزش داده نمی‌شوند، بلکه باید در یک رویکرد میان‌رشته‌ای منسجم ادغام شوند (خاین و آریاتامانیل¹، 2019). شیوه‌های نوین آموزشی به سمت یکپارچه‌سازی و ادغام حوزه‌هایی که قبلاً مجزا و جداگانه در نظر گرفته می‌شدند، تمایل دارند (استروود و باینز²، 2019). تحقیقات در مورد یکپارچه‌سازی نشان می‌دهد که «تعداد زیادی از مطالعات روی دانش‌آموزان از دوره اول دبستان تا آخر دبیرستان، از این مفهوم حمایت می‌کنند که یکپارچه‌سازی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا یاد بگیرند، به دانش‌آموزان انگیزه می‌دهد و به آنها در ساخت مهارت‌های حل مسئله کمک می‌کند» (سرنیاک³، 2014: 545). تحلیل و بررسی آموزش یکپارچه توسط هورلی⁴ (2001)، شایستگی رویکردهای یکپارچه و موضوعی را برای برنامه درسی بیان می‌کند. او دریافت که اکثر تحقیقات تجربی از آموزش یکپارچه پشتیبانی می‌کنند و همچنین پیشنهاد می‌کنند که ادغام مهارت‌های یادگیری، انگیزه و مهارت‌های حل مسئله را تقویت می‌کند. پارک راجرز و هابل (2008) همچنین یک بررسی مختصر در مورد مزایای آموزش یکپارچه، از جمله به حداکثر رساندن زمان آموزشی، تقویت مفاهیم، یادگیری طرز فکر گسترده و تقویت ارتباطات متقابل درسی ارائه می‌دهند (سرنیاک، 2014).

متأسفانه، اکثر برنامه‌های درسی مدارس ابتدایی در حال حاضر از هم جدا شده و مجزا هستند، محدوده زمانی مشخصی به هر موضوع اختصاص داده شده و کم ادغام می‌شوند (واتانابه و هانسلی⁵، 1998). این رویکرد، بین رشته‌های گسسته ارتباط برقرار می‌کند و به یک موجودیت موسوم به نام «استیم» تبدیل می‌شود. به گفته تسوپروس «آموزش استیم یک رویکرد میان‌رشته‌ای برای یادگیری است که در آن مفاهیم دقیق دانشگاهی با دروس دنیای واقعی همراه می‌شوند، به طوری که دانش‌آموزان در

1. Khine & Areepattamannil
2. Stroud & Baines
3. Czerniak
4. Hurley
5. Watanabe & Huntley

زمینه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، بین مدرسه، جامعه، کار و اقتصاد جهانی ارتباط برقرار می‌کنند (خاین و آریاتامانیل، 2019).

در کنار پیشرفت در برنامه درسی استیم¹، مریدان بیشتر مدعی هستند که برای عملکرد خوب در جامعه آینده، نسل جوان باید به مهارت‌های قرن بیست‌ویکم شامل خلاقیت، نوآوری و کار آفرینی مجهز شود. بحث رو به رشد در میان معلمان وجود دارد که هنر (باید در برنامه درسی استیم گنجانده شود تا خلاقیت و نوآوری مورد نیاز خود را افزایش دهد. اضافه کردن هنر و طراحی آن، استیم را به استیم تبدیل می‌کند» (لیائو²، 2016).

به اعتقاد هرو و کویگلی³ (2017) استیم ایده یادگیری بین‌رشته‌ای را شامل می‌شود که دانش‌آموزان از طریق یک ترکیب واقعی رشته‌ها، یاد می‌گیرند و آنها می‌توانند مسائل را در یک زمینه واقعی حل کنند. در تدریس بین‌رشته‌ای، دانش‌آموزان چنان در حل مسأله مشغول می‌شوند که هیچ‌ان زده می‌شوند دانش قبلی را بیرون بکشند و مفاهیم جدیدی را از رشته‌های مختلف استیم یاد بگیرند تا به یک راه‌حل برسند.

چهارچوب استیم در کشورهایی همچون ایالت متحده آمریکا، کانادا و کره جنوبی در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته و این چهارچوب آموزشی تبدیل به یک مسأله حیاتی در سیستم آموزشی این کشورها شده و روش ادغامی استیم یک اصل حیاتی در بازسازی آموزشی مدرسه است (کیم و چا⁴، 2016).

با این حال، با توجه به این که مدت زیادی از معرفی این چهارچوب نمی‌گذرد، رویکرد خاصی برای استیم وجود ندارد که پرورش استعداد یکپارچه حوزه زمینه‌های این چهارچوب متمرکز باشد و تحقیقات کمی در این خصوص انجام شده است.

هدف از این مقاله برداشتن گامی در راستای معرفی هرچه بیشتر این رویکرد نوین آموزشی و ارائه راهکارهایی جهت عملیاتی کردن این چهارچوب در سیستم آموزشی است.

مبانی نظری

بر اساس اطلاعات موجود، بنیان نظری آموزش استیم از دیدگاه دیویی و پیازه منشأ گرفته است.

1. STEM
2. Liao
3. Herro & Quigley
4. Kim & Chae

دیویی و اهمیت تجربه

به‌طور سنتی، مجموعه آموزش‌ها در کلاس درس، بی‌ارتباط به زندگی واقعی و تجربه فعال دانش‌آموزان است. به‌عنوان مثال، دانش‌آموزان می‌توانند آلودگی آب را با خواندن کتاب درسی و بررسی عکس‌ها بررسی کنند نه از طریق آزمایش فعال و تجزیه و تحلیل کیفیت آب در ساحل یک رودخانه در معرض خطر و به رهبری یک متخصص آلودگی محیط‌زیست. دیویی تصریح کرد که آموزش و پرورش به فلسفه جدید نظریه‌ای نیاز دارد که از تجربه برای پشتیبانی از راه‌هایی که دانش‌آموزان دانش می‌سازند، استفاده می‌کند. تأکید بر پیوستن آموزش و تجربه بود. «وحدت اساسی فلسفه جدید در این ایده یافت می‌شود که بین فرایندهای تجربه واقعی و آموزش رابطه نزدیک و ضروری وجود دارد» (دیویی، 1938). به این ترتیب، دانش‌آموزان با موضوعات مربوط به حوزه‌های محتوایی واقع در زمینه‌هایی که از ساختار دانش پشتیبانی می‌کنند، درگیر می‌شوند. این انتقال که توسط دیویی پیشنهاد شد، مشارکت دو اصل مهم را پیشنهاد می‌کند: (1) دانش‌آموزان و (2) تجربیات زنده. دیویی تحقیق انسان را به‌طور مداوم با تعاملات بیولوژیکی بین ارگانیسم و محیط ادامه می‌دهد تا مبنایی عینی برای توصیف هر دو موضوع مشکل‌ساز در مورد موقعیت‌های مشکل‌ساز و آنچه در مورد تصمیم آنها مشخص می‌شود، تعیین کند.

دیویی ادامه داد: «برای ایجاد نظم عملیاتی که در آن تجربه به‌صورت خودکار قابل تکرار باشد، تلاش می‌کند. اگر قرار باشد از تجربیات در کلاس استفاده شود، مریدان نیاز به یک روش عملی برای اجرای ساختارهای نظری تحقیق دارند». دیویی بر جمع‌آوری منظم شواهد تجربی، از طریق استفاده از حواس و تدوین استنتاج‌های مبتنی بر آن مشاهدات حسی تأکید کرده است. دیویی (1933) روشی را برای پشتیبانی از ساخت دانش در یک تجربه خاص ایجاد کرد: مشاهده شرایط اطراف؛ آگاهی از آنچه در گذشته در موقعیت‌های مشابه اتفاق افتاده است؛ و قضاوت را در مورد آنچه مشاهده می‌کند، جمع می‌کند تا بیند دلالت آنها چیست.

پیاژه¹ و چرخه یادگیری

ژان پیاژه به دنبال درک فرایندی بود که در آن فرد برای ایجاد دانش بر اساس تجربه کار می‌کند. «هوش، به‌عنوان یک کل، به شکل ساختاری شکل می‌گیرد که الگوهای خاصی از تعامل بین موضوع یا سوژه‌ها و اشیاء اطراف یا نزدیک آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد». پیاژه از طریق تحقیقات خود، روند تحقیقات را به‌عنوان روشی که در آن افراد دائماً با محیط ارتباط برقرار می‌کنند، فهمید. پیاژه اظهار داشت که روند

1. Piaget

ایجاد دانش، در حقیقت، یک سری از شهوذهای بازگشتی است. افراد از طریق فرایند کارکرد ذهنی مداوم با جذب، انتقال به حالت‌های انطباق و سازش و پایان دادن به ادغام دانش جدید حرکت می‌کنند. با قرار دادن هدفمند دانش آموزان در شرایطی که مطالبی فراتر از حد شناختی را باید یاد بگیرند، آنها وارد وضعیت عدم تعادل می‌شوند. پیازه ادعا کرد که با قرار دادن دانش آموزان در شرایط عدم تعادل شناختی و ایجاد فرصت‌هایی برای ساخت تعادل، دانش آموزان می‌توانند نقشه‌های کاملاً مفصلی از تفکر بسازند. یادگیری مبتنی بر تحقیق می‌تواند موشکافی دقیق روش را نشان دهد و می‌تواند احتمالات را برای درک بیشتر باز کند (پیاژه، 1960).

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 انجام‌شده درباره یک موضوع خاص به‌طور مختصر و مفید در اختیار قرار می‌گیرد و برای مرور مقالات از قواعد دقیق تبعیت می‌شود (رجب نژاد و همکاران، 1385). در مطالعات مرور نظام‌مند، ابتدا اهداف و پرسش‌های تحقیق باید مشخص شوند. سپس برای دستیابی به پاسخ پرسش‌های مطرح‌شده، متناسب با اهداف پژوهش، مقالات انتخاب و پس از چندین مرحله غربالگری و مطالعه عمیق، نتایج حاصل می‌شوند (دی لو، ملنیچاک، ماری و پلامر¹، 2016).

جامعه آماری این پژوهش، شامل کلیه مقالات پژوهشی معتبری است که در زمینه‌ی آموزش استیم، در بازه زمانی سال 2000 تا 2020 میلادی به چاپ رسیده باشند. نمونه‌های این پژوهش، از بین کلیه مقالات در این بازه زمانی، پس از غربالگری این مطالعات از طریق مطالعه عنوان و چکیده مقالات استخراج‌شده و انتخاب مقالات مرتبط و حذف مقالات غیرمرتبط، به دست آمد. غربالگری مجدد با مطالعه مقدمه و نتیجه‌گیری مقالات غربال‌شده مرحله قبل و انتخاب مقاله‌های مرتبط و حذف مقاله‌های غیرمرتبط انجام گرفت. ارزیابی نهایی مقالات مستخرج از مرحله قبل، با مطالعه آنها و در نظر گرفتن اهداف پروژه انجام می‌شود و در پایان، با انتخاب نهایی مقالات، داده‌های جمع‌آوری‌شده از این پژوهش‌ها طی چند مرحله، کدگذاری می‌شوند، سپس مقوله‌های کانونی استخراج می‌گردد.

فرایند انجام پژوهش نظام‌مند عبارت است از: تحقیق شناسایی و دریافت مقالات از منابع و پایگاه‌های مورد نظر. 2- مطالعه عنوان و چکیده. 3- مطالعه مقدمه و نتیجه‌گیری. 3- ارزیابی مقالات. 4- انتخاب مقالات واجد شرایط. 5- استخراج اطلاعات مورد نظر. 6- تحلیل یافته‌ها (کنعانی و همکاران، 1397).

1. de Loë, Melnychuk, Murray & Plummer

گام‌ها

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

در این پژوهش ابتدا کلیه مقالات علمی معتبر از طریق جست‌وجوی کلیدواژه‌های STEAM، استیم، آموزش تلفیقی، آموزش یکپارچه در پایگاه‌های اطلاعات داخلی از جمله Sid، Normags، Magiran، Irandoc و همچنین پایگاه‌های اطلاعاتی در خارج از کشور، از جمله Scopus، Google Scholar، Science Direct، Springlink و Eric شناسایی شدند. در مرحله بعد، موارد تکراری و خارج از بازه زمانی مطالعه، پس از غربال اولیه 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. لازم به 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:

1. مقالات باید در زمینه‌ی آموزش استیم منتشر شده باشند؛
 2. پژوهش‌ها باید اطلاعات کافی در ارتباط با اهداف پژوهش گزارش کرده باشند. از این جهت، پژوهش‌هایی بررسی خواهند شد که الگوهای آموزش استیم را گزارش کرده باشند.
- با توجه به جست‌وجوی انجام‌شده 567 مطالعه در راستای ملاک‌های ورود به پژوهش یافت شد که بخشی از این مطالعات برای ورود به مرحله تحلیل نهایی مناسب نبودند و بر اساس معیارهای خروج در فرایند غربالگری، از فرایند تحلیل پژوهش خارج شدند. معیارهای خروج این پژوهش شامل موارد زیر است:
1. پژوهش‌هایی که فاقد کیفیت لازم علمی بودند و در مجلات و کنفرانس‌های بی‌اعتبار انتشار یافته بودند.
 2. پژوهش‌هایی که اطلاعات کافی و مرتبط با اهداف این مطالعه گزارش نداده و به تأثیرات آموزش استیم پرداخته بودند و به الگوهای آن اشاره‌ای نداشتند.

بنا به معیارهای ورود و خروج پژوهش‌ها، کل مطالعات مرتبط با کلیدواژه‌ها 567 مورد بود و پس حذف پژوهش‌های نامرتبط با بررسی عناوین، بررسی چکیده مطالعات و بررسی متن کامل، پژوهش‌های باقی‌مانده جهت بررسی، 10 مورد بود.

گام سوم: استخراج اطلاعات موردنظر و تحلیل یافته‌ها

یافته‌ها

با توجه به یافته‌های حاصل از تحلیل پژوهش‌های مرتبط باهدف این پژوهش، ابتدا کلیه الگوها و روش‌های آموزش استیم، از پژوهش‌های مورد تحلیل، استخراج می‌شوند. یافته‌های این بخش در جدول 1 ارائه شده است.

جدول شماره 1. یافته‌های پژوهش‌های مرتبط با الگوهای آموزش استیم

سال	محقق / محققین	عنوان یا شاخص بررسی شده	نتیجه
2019	استرود و باینز	تحقیق، فرایندهای تحقیق، هنر و نوشتن در استیم	نویسندگان با استفاده از اصول یادگیری مبتنی بر تحقیق و بررسی احتمالات یادگیری مبتنی بر تحقیق، معتقد هستند که انعطاف‌پذیری در انتخاب روش‌های مناسب برای پاسخ صحیح به پرسش‌های مهم علمی، ریاضی، فناوری و مهندسی ضروری است. بررسی دقیق تفاوت‌های فلسفی و عملی بین تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی برای تبیین بهتر رویکرد تحقیق مبتنی بر یادگیری ارائه شده است.
2019	کریستین لیانو	ایجاد نقشه استیم: رویکرد هنری یکپارچه برای آموزش استیم	لیانو، با استفاده از تحلیل محتوا، رویکردهای درسی موجود در زمینه‌ی آموزش استیم را بررسی کرده و روابط بین آنها را توصیف می‌کند. نویسنده «نقشه استیم» را مطرح کرد و استدلال کرد که باید به‌عنوان «راهی برای یافتن اهداف و رویکردهای شیوه‌های فعلی استیم و مبنایی برای مربیان هنر و سایر ذی‌نفعان پیش‌بینی شود که بتوانند در سایر زمینه‌ها پیشروی کنند».
2019	هنریکسن، مهتا و مهتا	طراحی تفکر به استیم برای تدریس جهت می‌دهد	هنریکسن، جنبه‌های طراحی تفکر را در برنامه درسی ارائه می‌دهد. در این فصل، نویسندگان چهارچوب - طراحی تفکر - را برای ادغام استیم و هنرها پیشنهاد می‌دهند. نویسندگان ارتباطات بین طراحی، طراحی تفکر و استیم را شرح می‌دهند و روش‌هایی را که معلمان کلاس می‌توانند از شیوه‌های طراحی تفکر برای طراحی مجدد برنامه درسی در انتقال استیم به استیم استفاده کنند، توضیح می‌دهند.

سال	محقق / محققین	عنوان یا شاخص بررسی شده	نتیجه
2018	کامینسکی و رادزیول	طراحی برای استیم: ایجاد هنر مشارکتی	این مقاله عناصر مشارکتی پروژه‌های استیم را تعریف و تشریح می‌کند و راهنمایی برای نحوه طراحی تأسیسات هنری برای یادگیری که کاملاً مشارکتی هستند ارائه می‌دهد. برای انجام این کار، مدل‌های اجتماعی و سازمانی نوظهور را ارائه می‌شود که با استیم همسو هستند و سپس یک چهارچوب طراحی برای ایجاد هنری مشارکتی جدید ایجاد می‌کنیم که اهداف یادگیری استیم را برآورده می‌کند.
2016	سارا ب. بوش و کریستین ال کوک	ساختار تحقیقی استیم: دروس آموخته‌شده از تمرین	بوش و کوک سفر خود را با همکاری با معلمان ابتدایی در جوامع یادگیری حرفه‌ای در سطح مدارس در هنگام توسعه، پالایش و اجرای سه تحقیق استیم مبتنی بر مسأله به اشتراک می‌گذارند. در کلاس‌های درس آنها استانداردهای مشترک دولتی مشترک و استانداردهای نسل بعدی تمرکز جدی روی ریاضیات سطح مدرسه و علوم تعریف شده است. نویسندگان ادعا کردند که ادغام «درک و شناخت» یکی از مهم‌ترین و قدرتمندترین جنبه‌های استیم یکپارچه است که آن را از استیم جدا می‌کند. از این رو، آنها اظهار می‌کنند که «تحقیقات استیم نیازی به سناریوهای ساختگی ندارند - به جای آن می‌توانند سناریوهای واقعی با جامعه‌ای باشند که دانش آموزان در آن زندگی می‌کنند.» بوش و کوک علاوه بر درس‌های مهمی که از اجرای این سه تحقیق استیم مبتنی بر مسأله به دست آمده است، نکات مفیدی را برای اجرای موفقیت‌آمیز دستورالعمل‌های استیم با کیفیت بالا ذکر کرده است.
2016	پارک و همکاران	برداشت‌ها و شیوه‌های معلمان درباره آموزش استیم در کره جنوبی	برداشت‌ها و شیوه‌های معلمان از آموزش علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات (استیم) در کره جنوبی بررسی شده و به روش نظرسنجی معلمان در مدارس مدل استیم انجام شده است. نتایج نشان داد که اکثر معلمان کره‌ای، به‌ویژه معلمان باتجربه و معلمان مرد، نسبت به نقش آموزش استیم نظر مثبت داشتند. در همین زمان، معلمان کره‌ای چالش‌های مختلفی را در اجرای آموزش استیم برجسته کردند، از جمله یافتن وقت برای انجام دروس STEAM، افزایش بار کاری و عدم پشتیبانی اداری و مالی.

سال	محقق / محققین	عنوان یا شاخص بررسی شده	نتیجه
2016	یانگ هی کیم، چین سو کیم	توسعه و اعتباربخشی به شاخص‌های ارزیابی صلاحیت	این مطالعه چهارچوبی برای متخصصان آموزش استیم مشخص می‌کند. در این پژوهش شاخص‌های ارزیابی صلاحیت‌های معلمان دبیرستان آموزش استیم به 35 بخش در 7 حیطه ارزیابی تقسیم شد.
2016	کیم	مدل چرخه آموزش استیم بر اساس مطالب علمی سستی کره	این مطالعه دستاوردهای طراحی و کاربرد میدانی الگوی آموزش استیم را نشان می‌دهد که زمینه‌های علوم انسانی (تاریخ، جغرافیا و کتاب‌شناسی) را به پنج حوزه استیم (علم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات) اضافه کرده است.
2014	میلر	آموزش PBL و استیم: تناسب طبیعی.	معرفی رویکرد مبتنی بر پروژه (PBL) برای آموزش استیم.
2012	ژرژت یاکن	ارائه دستورالعمل‌هایی برای اجرای برنامه درسی استیم در کره بر اساس الگوی آموزش استیم در امریکا	ارائه دستورالعمل‌هایی برای اجرای برنامه درسی استیم در کره بر اساس الگوی آموزش استیم در امریکا

رویکردهای آموزش استیم

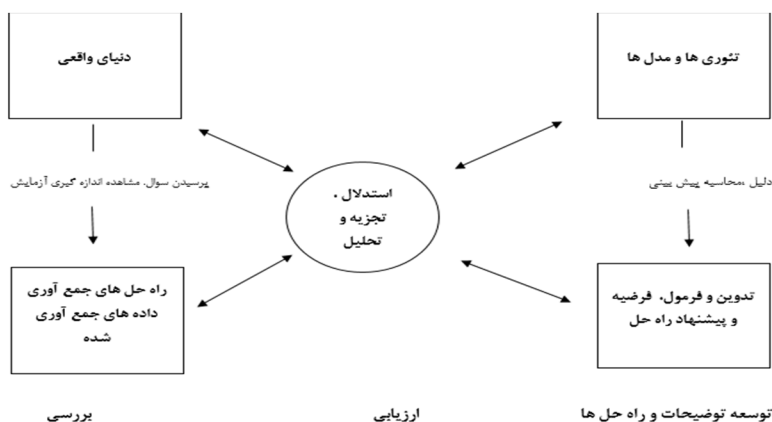
تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی

به‌طور سنتی، ممکن است آموزگاران آموزش علوم را در قالب یک درس واحد که کاملاً در محدوده زمای از پیش تعیین شده برای یک کلاس، مشاهده کرده باشند. یکی از ویژگی‌های اساسی تحقیق این است که به ماهیت تجربه اجازه می‌دهد زمان مورد نیاز برای بررسی را تعیین کند. یک درس خوب طراحی شده شامل توصیف دقیق از یک تجربه یادگیری است که ممکن است به مدت یک یا چند روز مورد توجه باشد (هامرمان¹، 2006). تحقیق علمی به دنبال این است تا ضمن ارزیابی دانش‌آموزان در طی چرخه یادگیری، فرصت مداوم برای ساخت دانش ایجاد کند. هامرمان (2006) مثال‌هایی از کارهایی که در هر مرحله مشاهده می‌شود، ارائه می‌کند.

جدول 2. مراحل روش تحقیق علمی (هامرمان، 2006)

مشارکت	از یک تناقض استفاده کنید تا سؤالاتی را مطرح کنید که ببینید دانش‌آموزان چه می‌دانند.
اکتشاف	یک سؤال پرسشی را مشخص کنید. تهیه یک برنامه عملی یا مشارکتی.
توضیح	از داده‌های تولید شده دانش‌آموز برای پشتیبانی از یادگیری جدید استفاده کنید؛ و آن را بر دانش قبلی بنا کنید. تصورات غلط یا اختلافات را شناسایی و تصحیح کنید.
شرح و بسط	سوالات جدید برسید. شرکت در تحقیقات بیشتر به گسترش یادگیری.
ارزیابی	از استراتژی‌های ارزیابی استفاده کنید تا شواهد یادگیری را در طول تجربه نشان دهید.

برای دستیابی به اهداف موردنظر ممکن است شیوه‌های علمی به استفاده از روش‌های مختلفی نیاز داشته باشد؛ بنابراین، یک دانش‌آموز می‌تواند با استفاده از ساختارهای تحقیق علمی، فرایندهای طراحی مهندسی، یا هر دو، به یک سؤال نزدیک شود. چنین مشارکت مستقیمی به دانش‌آموزان در مورد طیف گسترده‌ای از روش‌ها که می‌تواند هم در داخل و هم خارج از کلاس درس برای بررسی، مدل و توضیح دنیای اطراف آنها مورد استفاده قرار گیرد، کمک می‌کند. اگرچه هر روش تحقیق به‌ویژه برای تحقق مجموعه اهداف مختلف مناسب است، اما نقاط مشترک بین این دو وجود دارد، از جمله مدل‌سازی، توسعه توضیحات، مشارکت در بحث انتقادی و تدوین ارزیابی‌های دقیق (شورای ملی تحقیقات، 2012). ماهیت تفکر نشان‌دهنده جریان مداوم جذب و انطباق است. شکل 1 نمایانگر سه حوزه فعالیت دانشمندان و مهندسان است که توسط شورای تحقیقات ملی ارائه شده است.



چهارچوبی برای آموزش علمی K-12 (از دوره اول دبستان تا آخر دبیرستان)
 (شورای تحقیقات ملی ص 45؛ نقل در خاین و آریپاتامانیل، 2019)

در هر مرحله سه حوزه فعالیت نشان داده شده است: تحقیق، ارزیابی و توسعه توضیحات و راه‌حل‌ها. همان‌طور که توسط شورای تحقیقات ملی (2012) ذکر شده «در واقعیت، دانشمندان و مهندسان، در بین این سه حوزه فعالیت، حرکت می‌کنند و فعالیت‌هایی را انجام می‌دهند که ممکن است دو یا حتی هر سه حالت را به‌طور همزمان درگیر کند.» (ص 46).

با در نظر گرفتن نیازهای جمعیتی متنوع در «دنیای واقعی» ممکن است افراد نگاه متفاوتی بر مبنای فردی که درگیر این تجربه است، داشته باشد. در این راستا، درک این نکته ضروری است که انواع ابزارهای موجود برای تحقیقات علمی می‌توانند از ابتکارات فردی پشتیبانی کنند، چشم‌اندازهای جدید را فراهم کنند و بینش‌های تازه‌ای را فعال کنند.

طراحی مهندسی بر پرسش‌هایی مانند «چه چیزی قابل توسعه است؟» تأکید می‌کند. طراحی مهندسی اغلب فراتر از تحقیقات و در حوزه آزمایش، راه‌حل‌های بالقوه از طریق ساخت و آزمایش مدل‌های فیزیکی یا ریاضی و نمونه‌های اولیه است که داده‌هایی را فراهم می‌کند که ممکن است جمع‌آوری نشود. از طریق این آزمایش و ارزیابی سیستماتیک، یادگیرنده در موقعیتی قرار می‌گیرد که می‌تواند ادعاهای مبتنی بر شواهد را برای یک راه‌حل موجود ارائه دهد. با این که دانش‌آموزان در طول یادگیری مبتنی بر تحقیق بیش‌ترین کار را انجام می‌دهند، فرایند طراحی مهندسی به‌شدت وابسته به تخصص معلم است تا هم محتوا و گام‌های رویه‌ای لازم برای انجام یک بررسی مهندسی را هدایت کند.

اجرای موفقیت‌آمیز فرایند طراحی مهندسی به مجموعه مهارت‌های متفاوتی نسبت به تحقیق علمی متکی است. اگرچه دانش‌آموزان هنوز در حال تلاش برای ایجاد راه‌حل و برقراری ارتباط ایده‌ها با دیگران هستند، باید رویه‌های خاصی را دنبال کرد. شورای ملی تحقیقات (2012) هفت مؤلفه اصلی در فرایند طراحی مهندسی را مشخص کرد:

1. مهندسی با مشکلی شروع می‌شود که باید حل شود.
2. مهندسی نیاز به استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها برای یافتن نقاط قوت و ضعف دارد.
3. تحقیقات به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا اطلاعات را به دست آورند و طرح‌ها را امتحان کنند.
4. شواهد تجربی برای ادعاها موردنیاز است.
5. مدل‌ها مبتنی بر دانش جهان مادی است.
6. استدلال و مناظره ضروری است.

7. اگر ایده‌ها به صورت واضح و قانع‌کننده با هم ارتباط نداشته باشند، نمی‌توان فناوری‌های پیشرفته تولید نمود.

با حرکت کلاس به سمت یک رویکرد مبتنی بر تحقیق برای یادگیری، مسئولیت دانش‌آموزان افزایش می‌یابد. اهمیت توافق و رابطه مثبت معلمان/دانش‌آموزان در علوم بسیار مهم است؛ بنابراین، در طی هر تحقیق، گفت‌وگو تعاملی باید وجود داشته باشد. با این حال، هنگامی که از طریق یادگیری مبتنی بر تحقیق مشاهده می‌شود، پدیده‌های طبیعی به‌طور معمول دانش‌آموزان را در موقعیتی از عدم تعادل قرار می‌دهند، زیرا تصورات غلط آشکارا در معرض دید قرار می‌گیرد.

یادگیری مبتنی بر مسأله (PBL)

یادگیری مبتنی بر مسأله (PBL) فرایندی است که یادگیری را از طریق همکاری با یکدیگر برای حل یک مسأله در زندگی واقعی ترویج می‌کند. دانش‌آموزان علوم را در کلاس به شیوه‌ای انجام می‌دهند که دانشمندان و مهندسان در گروه‌های مشترک همکاری می‌کنند تا مسائل را حل کنند و چالش‌ها را کشف کنند (ساوری، 2006).

ساخت تحقیقات استیم در سناریوهای مبتنی بر مسأله، به معلمان امکان می‌دهد تا حل مسأله مشارکتی را تشویق کنند که مستلزم استفاده و دانش در زمینه‌های مختلف محتوای و همچنین زمینه‌ای معتبر برای کشف فراهم می‌آورد. به این ترتیب، فواید استفاده از PBL شامل موارد زیر هستند، اما محدود به افزایش دانش محتوایی، تفکر مرتبه بالاتر، یادگیری خود راهبر و مهارت‌های قرن بیست و یکم مانند همکاری، خلاقیت و تفکر انتقادی نیستند (بوش و کاک، 2016).

یادگیری مبتنی بر پروژه

این که استیم با تأکید بر همکاری یا یکپارچه‌سازی نزدیک می‌شود، یادگیری مبتنی بر پروژه که ریشه در فلسفه یادگیری جان دیویی با انجام آن دارد، یکی از محبوب‌ترین رویکردهای آموزش استیم/استم است (میلر¹، 2014).

طبق نظر توماس² (2000)، یادگیری مبتنی بر پروژه دانش‌آموزان را درگیر در طراحی، حل مسأله، تصمیم‌گیری یا فعالیت‌های تحقیقاتی می‌کند. در یادگیری مبتنی بر پروژه، باید به دانش‌آموزان این

1. Miller
2. Thomas

فرصت داده شود که در مدت زمان طولانی، نسبتاً مستقل کار کنند؛ تا به دستاوردهای شخصی و در عین حال، واقع‌بینانه، برسند. PBL همچنین توسط تحقیقات مختلفی طرفداری می‌شود. از طریق فرایندهای مرتبط با PBL، دانش‌آموزان می‌توانند درگیر یادگیری و استفاده از دانش و مهارت‌های استیم باشند و پتانسیل روشنی برای هنر و استیم وجود دارد که برای موفقیت هر پروژه معین به همان اندازه مهم باشد. با وجود این، در تأکید بر یادگیری از طریق انجام پروژه‌های «انجام/ساخت»، بسیاری از برنامه‌های درسی استیم/استیم، PBL را با یادگیری پروژه‌محور اشتباه می‌گیرند.

یادگیری مبتنی بر مسأله بر فرایند حل مسأله متمرکز است، اما یادگیری پروژه‌محور بر محصول نهایی متمرکز دارد که اغلب یک مورد هنر یا هنر به سبک مدرسه است (گاد¹، 2013). اگرچه طرفداران هنر تأکید بر «ساختن» به‌عنوان یک مهارت هنری اساسی دارند، اما در صورت وجود دانش بسیار کمی، در صورت وجود، دانش هنر را در روند ایجاد این پروژه‌ها آموزش می‌دهند. با رویکردی از این طبیعت، ساختن تنها روشی است که هنر در استیم آموخته می‌شود. در نتیجه، هنر فراتر از عملکرد خود به‌عنوان ابزاری/رسانه‌ای برای استیم در نظر گرفته نمی‌شود و یا بدتر این که، عملکرد آن کاملاً تزیینی است.

جنبش سازنده

رویکرد دیگری که به افزایش آموزش استیم و استیم مربوط می‌شود، جنبش سازنده است. جنبش سازنده، رویکرد عملی و ساخت محوری² را در نظر می‌گیرد، خصوصاً با رسانه‌های دیجیتال، فناوری الکترونیکی و فناوری رباتیک. این جنبش در بین عموم مردم محبوبیت فراوانی پیدا کرد و همچنین بر آموزش تأثیر گذاشت (هالورسون و شریدان³، 2014). در حقیقت، برخی از مریبان، جنبش سازنده را فرصتی برای آموزش استیم / استیم می‌دانند (داگورتی⁴، 2012).

علاقه به اتصال جنبش سازنده با آموزش استیم اغلب با رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه و یادگیری عملی⁵ در یادگیری که در بالا توضیح داده شده، همراه است. از آنجا که هنر به‌طور کلی به‌عنوان یک موضوع مفید دیده می‌شود، مریبان هنر نیز جنبش سازنده را می‌پذیرند و از آن استقبال می‌کنند. رویکرد

1. Gude
2. making-centered
3. Halverson & Sheridan
4. Dougherty
5. hands-on learning

تعلیم و تربیت که توسط سیامپاگلیا و ریچاردسون¹ (2014) استفاده می‌شود یک جهت مهم برای در نظر گرفتن آموزش استیم از طریق جنبش سازنده است (لیائو، 2019)

علاوه بر این، اگرچه مهارت و خلاقیت هنری ارزش زیادی دارد، بسیاری از پروژه‌های خلاق، عملکردمحور هستند و دوباره به سمت منافع تابع منفعت اجتماعی، مانند الکترونیک یا روبات‌ها هدایت می‌شوند (بوچلی²، 2013). بیان مفهومی و پیوندهای فرهنگی به‌ندرت در این نوع پروژه‌ها مشاهده می‌شود؛ بنابراین، شناسایی این که چه چیز هنر می‌تواند به جنبش سازنده منجر شود، مهم است. برای تمایز پروژه‌های سازنده، مانند مونتاژ روبات، از کاربردهای خلاقانه‌تر این فناوری برای بیان ایده‌ها استفاده شده است. برخی از مریبان هنر برای رسیدن حرکت سازنده به سطح بعدی، از اهداف انتقادی استفاده می‌کنند. به همین ترتیب، سیامپاگلیا و ریچاردسون (2014) با استفاده از آموزش جدی انتقادی برای آموزش ساخت دیجیتال تأکید کردند. این مثال‌ها روش‌هایی برای در نظر گرفتن یک آموزش استیم فراتر از ایجاد کاردستی با فناوری پیشرفته است.

رویکرد مبتنی بر همکاری

مطابق مک گرات (2014)، ایده تغییر در سیستم‌ها از اوایل تا اواسط دهه 1900 ایجاد شده است. در دهه 1990، مدیران متوجه شدند که مدیریت دانش بسیار مهم است و مفهوم سازمان‌دهی به‌عنوان سیستم پیچیده ظهور می‌یابد. به‌عنوان یک ارگانیزم زنده، قابلیت‌ها می‌توانند تولید، شکل و گسترش پیدا کنند. تکامل کارکنان، مشتریان و ذی‌نفعان و... همیشه به یادگیری نیاز دارد. این تلاش‌ها معمولاً سیستماتیک و توانمند هستند. با نزدیک شدن سیستم‌های هوشمند، سازمان‌ها باید تجربیات کامل و معنی‌دار ایجاد کنند. برای انجام این کار، همدلی پیش‌نیاز است. شکوفایی انسان‌ها با به اشتراک گذاشتن ایده‌ها و همکاری در دستیابی به اهداف مشترک اتفاق می‌افتد، نه با احتکار خودخواهی از منابع و قدرت یا از بین بردن رقبا، و مدل‌های سنتی سازمانی می‌توانند همدلی را از طریق نیاز تولیدشده به رقابت مهار کنند. رهبری اجرایی نیز از فرماندهی و کنترل به همکاری تغییر می‌کند و یک سبک باز و مشارکتی، هنگامی که دانش و منابع مجاز به گردش آزادانه می‌شوند، مؤثرتر است. این نشان‌دهنده تغییر از تسلط به مشارکت و همکاری است (هندرسون، 2002). این رویکرد در طراحی استیم استفاده می‌شود.

1. Ciampaglia & Richardson
2. Buechley

این رویکرد با ایجاد اجتماعی از دانش از طریق تعامل و تجربه، کاهش نابرابری در توانایی‌های دانش‌آموزان از طریق محیط‌های یادگیری فعال و رشد دانش از طریق حل مسأله مبتنی بر پرس‌وجو و بازتاب مداوم را ترویج می‌کند. بر اساس اصول کلیدی این رویکرد، تلاش‌های استیم باید ذهن‌آگاهی جمعی و یادگیری فعال مبتنی بر تیم را ارتقاء بخشد، مدیریت تغییرات باید تفاوت‌هایی در چگونگی سازگاری سریع داشته باشد و استقلال دانش‌آموزان نیز محترم شمرده شود. محیط یادگیری باید مطالبی را فراهم کند و به یادگیرنده کمک کند تا مسیرهای یادگیری جدید ایجاد کند (همان).

روش طراحی توالی کره‌ای

آموزش استیم در کره با هدف ترغیب یادگیری خودمحور و ایجاد الهام از لذت یادگیری و همچنین پیوند مطالب با تجارب یادگیری افراد، به دنبال همگرایی بنیان و انگیزه آموزشی است. آموزش کره‌ای استیم سه مؤلفه را برجسته می‌کند: (الف) طراحی خلاق، (ب) برخورد عاطفی و (پ) همگرایی و ادغام محتوا. در ادامه هر یک از مؤلفه‌ها تشریح می‌شوند.

اینجا، طراحی خلاق به فرایندی فراگیر اشاره دارد که توسط آن یادگیرنده، خلاقیت، کارایی و یک احساس اقتصادی و زیبایی‌شناختی را برای یافتن راه‌حل بهینه برای یک مسأله نشان می‌دهد. این شامل مفهوم مهندسی است که به یک طراحی فناوری و مهارت خلاق حل مسأله برای ارزش‌های مشترک بشریت اشاره دارد (بک و همکاران¹، 2011؛ نقل در پارک و همکاران، 2016).

پایان باز و همکاری ماهیت طراحی خلاق است. پایان باز رویکردهای خلاقانه دانش‌آموزان را تشویق می‌کند و شامل روند تأمل است. ماهیت مشارکتی این فرایند، امکان ایجاد ارتباط و توجه بیشتر بین دانش‌آموزان را از طریق انجام فعالیت‌های مشترک فراهم می‌کند. طراحی خلاق همچنین شامل فراهم آوردن فرصت‌های آموزشی برای دانش‌آموزان است تا کل فرایند خود هدایت‌شده را تجربه کنند و محصول نهایی یادگیری در عمل به کار رود. از طرف دیگر برخورد عاطفی به تجربیاتی اطلاق می‌شود که چرخه مثبت یادگیری خودمحور را امکان‌پذیر می‌کند، در حالی که دانش‌آموزان احساس علاقه، اعتماد به نفس، رضایت فکری و احساس موفقیت را تجربه می‌کنند؛ زیرا در یادگیری انگیزه، اشتیاق، جریان و معنای شخصی پیدا می‌کنند. لمس عاطفی همچنین شامل ایجاد یک رابطه واضح و واقعی بین

یادگیرنده و موضوع است، جایی که یادگیرنده موضوع را به‌عنوان یک هدف شخصی درک می‌کند. این برخورد احساسی به عناصری می‌پردازد که غالباً در آموزش مورد غفلت قرار می‌گیرند (همان). عوامل تأثیرگذار بر یادگیری در مقایسه با ویژگی‌های فکری تزکیه می‌شوند و مستعد تغییر از طریق یادگیری هستند. این بدان معناست که عوامل علی ناشی از عملکرد تحصیلی بیشتر در ویژگی‌های عاطفی نه از ویژگی‌های فکری نهفته است. تعداد فزاینده‌ای از مطالعات نشان می‌دهد که ویژگی‌های عاطفی فراگیران را باید به‌عنوان تعیین‌کننده مهم یادگیری در نظر گرفت. خلاقیت و ارزش‌ها از طریق فرایند همکاری و رقابت در گروه‌ها بر اساس یک تصویر مثبت نشان داده می‌شوند؛ بنابراین، رشد شناختی و عاطفی باید در فرایند یادگیری مبتنی بر برخورد عاطفی و تجربه چرخه‌های مثبت، به‌صورت ارگانیک در ارتباط باشد. سرانجام، ادغام و همگرایی محتوا با هدف پیوند دادن مطالب مطالعه به زندگی واقعی در یک منظر جامع است (کیم و همکاران¹، 2019).

طراحی خلاقانه فرایندی است که توسط آن دانش‌آموزان (به‌عنوان یک فرد یا گروهی) تجربه حل موقعیت‌های مشکل‌ساز را به روش خود هدایت شده و خلاق تجربه می‌کنند. دانش‌آموزان از طریق تجربه حل مسأله خودمحور احساس موفقیت می‌کنند؛ در حالی که داشتن یک تجربه احساسی که شجاعت و اعتمادبه‌نفس را در حل چالش‌های آینده ایجاد می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، رویکردهای آموزش استیم با هدف قابلیت اجرا در کلاس درس و استفاده از مزایای این روش آموزشی، به شیوه مرور نظام‌مند شناسایی شدند. رویکردهای شناسایی شده آموزش استیم شامل تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسأله (PBL)، یادگیری مبتنی بر پروژه، رویکرد جنبش‌سازنده، رویکرد مبتنی بر همکاری و رویکرد توالی است.

بر اساس روش تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی، یک درس خوب طراحی شده شامل توصیف دقیق از یک تجربه یادگیری است تا ضمن ارزیابی دانش‌آموزان در طی چرخه یادگیری، فرصت مداوم برای ساخت دانش ایجاد کند. هامرمان (2006)، شش مرحله برای روش تحقیق علمی در نظر گرفته است. در مرحله نخست که «مشارکت» نام دارد، مربی با ایجاد یک چالش و تناقض، سؤالاتی را مطرح می‌کند تا سطح آگاهی فراگیران را بفهمد. در دومین مرحله، یعنی «اکتشاف»، یک سؤال پرسشی مشخص می‌شود تا منجر به یک برنامه عملی یا مشارکتی گردد. در مرحله «توضیح»، از داده‌های

تولیدشده دانش‌آموز برای پشتیبانی از یادگیری جدید و ارتباط با دانش قبلی استفاده می‌شود. در این گام همچنین، تصورات غلط یا اختلافات شناسایی و تصحیح می‌شود. در مرحله «شرح و بسط»، سؤالات جدید مطرح می‌گردد و با شرکت در تحقیقات بیشتر به گسترش یادگیری کمک می‌شود. در نهایت در مرحله «ارزیابی»، از استراتژی‌های مختلف ارزیابی استفاده می‌شود تا از یادگیری اطمینان حاصل شود.

با این که دانش‌آموزان در طول یادگیری مبتنی بر تحقیق بیشترین کار را انجام می‌دهند، فرایند طراحی مهندسی به شدت وابسته به تخصص معلم است تا هم محتوا و گام‌های رویه‌ای لازم برای انجام یک بررسی مهندسی را هدایت کند. طراحی مهندسی اغلب فراتر از تحقیقات و در حوزه آزمایش، راه‌حل‌های بالقوه از طریق ساخت و آزمایش مدل‌های فیزیکی یا ریاضی و نمونه‌های اولیه است که داده‌هایی را فراهم می‌کند که ممکن است جمع‌آوری نشود. سه حوزه فعالیت دانشمندان و مهندسان شامل تحقیق، ارزیابی و توسعه توضیحات و راه‌حل‌ها است (شورای تحقیقات ملی، 2012). اجرای موفقیت‌آمیز فرایند طراحی مهندسی به مجموعه مهارت‌های متفاوتی نسبت به تحقیق علمی متکی است. اگرچه دانش‌آموزان هنوز در حال تلاش برای ایجاد راه‌حل و برقراری ارتباط ایده‌ها با دیگران هستند، باید رویه‌های خاصی را دنبال کرد. شورای ملی تحقیقات (2012) هفت مؤلفه اصلی در فرایند طراحی مهندسی را مشخص کرد: 1. شروع با مشکل، 2. نیاز به استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها برای یافتن نقاط قوت و ضعف، 3. اجازه به دانش‌آموزان برای کسب اطلاعات و امتحان کردن طرح‌ها، 4. ارائه شواهد تجربی برای ادعاها، 5. مدل‌های مبتنی بر دانش جهان مادی، 6. استفاده از استدلال و مناظره و 7. ارتباط ایده‌ها به صورت واضح و قانع‌کننده.

رویکرد دیگر، یادگیری مبتنی بر پروژه، یکی از محبوب‌ترین رویکردهای آموزش استیم/استم است (میلر، 2014). یادگیری پروژه‌محور بر محصول نهایی تمرکز دارد. یادگیری مبتنی بر پروژه، دانش‌آموزان را درگیر در طراحی، حل مسأله، تصمیم‌گیری یا فعالیت‌های تحقیقاتی می‌کند. در یادگیری مبتنی بر پروژه، دانش‌آموزان به صورت مستقل کار می‌کنند. از طریق فرایندهای مرتبط با PBL، دانش‌آموزان می‌توانند درگیر یادگیری و استفاده از دانش و مهارت‌های استیم باشند.

رویکرد جنبش سازنده نیز به افزایش آموزش استیم و استیم مربوط می‌شود. جنبش سازنده رویکرد عملی و ساخت‌محور را در نظر می‌گیرد، خصوصاً با رسانه‌های دیجیتال، فناوری الکترونیکی و فناوری روباتیک. جنبش سازنده با آموزش استیم اغلب با رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه و یادگیری عملی در یادگیری همراه است. بیان مفهومی و پیوندهای فرهنگی به‌ندرت در این نوع پروژه‌ها مشاهده می‌شود؛

بنابراین، شناسایی این که چه چیز هنر می‌تواند به جنبش سازنده منجر شود، برای تمایز پروژه‌های سازنده، مانند مونتاژ روبات، از کاربردهای خلاقانه‌تر این فناوری برای بیان ایده‌ها استفاده شده است.

رویکرد مبتنی بر همکاری، با توجه به مدیریت دانش و سازمان‌دهی به‌عنوان سیستم پیچیده ظهور یافت. تکامل کارکنان، مشتریان و ذی‌نفعان و... همیشه به یادگیری نیاز دارد. با نزدیک شدن سیستم‌های هوشمند، سازمان‌ها باید تجربیات کامل و معنی‌دار ایجاد کنند. برای انجام این کار، همدلی پیش‌نیاز است. شکوفایی انسان‌ها با به اشتراک گذاشتن ایده‌ها و همکاری در دستیابی به اهداف مشترک اتفاق می‌افتد، نه با احتکار خودخواهی از منابع و قدرت یا از بین بردن رقبا، و مدل‌های سنتی سازمانی می‌توانند همدلی را از طریق نیاز تولیدشده به رقابت مهار کنند. رهبری اجرایی نیز از فرماندهی و کنترل به همکاری تغییر می‌کند و یک سبک باز و مشارکتی، هنگامی که دانش و منابع مجاز به گردش آزادانه می‌شوند، مؤثرتر است. این نشان‌دهنده تغییر از رقابت و تسلط به مشارکت و همکاری است (هندرسون، 2002).

این رویکرد در طراحی استیم استفاده می‌شود. این رویکرد با ایجاد اجتماعی از دانش از طریق تعامل و تجربه، کاهش نابرابری در توانایی‌های دانش‌آموزان از طریق محیط‌های یادگیری فعال و رشد دانش از طریق حل مسئله مبتنی بر پرس‌وجو و بازتاب مداوم را ترویج می‌کند. بر اساس اصول کلیدی این رویکرد، تلاش‌های استیم باید ذهن‌آگاهی جمعی و یادگیری فعال مبتنی بر تیم را ارتقاء بخشد، مدیریت تغییرات باید تفاوت‌هایی در چگونگی سازگاری سریع داشته باشد و استقلال دانش‌آموزان نیز محترم شمرده شود. محیط یادگیری باید مطالبی را فراهم کند و به یادگیرنده کمک کند تا مسیرهای یادگیری جدید ایجاد کند (همان).

رویکرد آخر که رویکرد توالی است و در کره اجرا می‌شود با هدف ترغیب یادگیری خودمحور و ایجاد الهام از لذت یادگیری و همچنین پیوند مطالب با تجارب یادگیری افراد، به دنبال همگرایی بنیان و انگیزه آموزشی است. آموزش کره‌ای استیم سه مؤلفه را برجسته می‌کند: (الف) طراحی خلاق، (ب) برخورد عاطفی و (پ) همگرایی و ادغام محتوا.

با توجه به مزایای فراوان آموزش استیم و بدیع بودن این آموزش در نظام آموزشی ایران، با بهره‌گیری از هر یک از رویکردهای معرفی شده، می‌توان آموزش استیم را در کلاس درس اجرا نمود و از مزایای این روش آموزش بهره برد.

منابع

- رجب‌نژاد، مریم؛ آرمن شیروانی و شهاب خزانهداری (1385). *مرور نظام مند شواهد، تهران: مرکز تعالی دانشگاه.*
- کنعانی، فاطمه و همکاران (1397). «بررسی کاربرد روش‌های آینده‌نگری؛ مرور سیستماتیک»، فصل‌نامه راهبرد، دوره 27، شماره 87 ص 33-5.
- Aulls, M. W., & Shore, B. M. (2008). *Inquiry in education*, volume 1: The conceptual foundations for research as a curricular imperative. Taylor & Francis Group/Lawrence Erlbaum Associates.
- Baek, Y., Park, H. J., Kim, Y., Noh, S., Park, J. Y., Lee, J., ... & Han, H. S. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149-171.
- Bush, S. B., Cox, R., & Cook, K. L. (2016). A critical focus on the M in STEAM. *Teaching Children Mathematics*, 23(2), 110-114.
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (2014). *Interdisciplinary science teaching. In Handbook of Research on Science Education*, Volume II (pp. 409-425). Routledge.
- Ciampaglia, S., & Richardson, K. (2014). The Plug-in studio: Art education for the maker age. Presented at the FabLearn 2014, Stanford, CA: Stanford University. Retrieved from http://fablearn.stanford.edu/2014/wp-content/uploads/fl2014_submission_6.pdf
- 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.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Collier.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: DC Heath.
- Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7(3), 11-14.
- Gude, O. (2013). New school art styles: The project of art education. *Art Education*, 66(1), 6-15.
- Hammerman, E. (2006). *essentials of inquiry-based science*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438.
- Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). *Design thinking gives STEAM to teaching: A framework that breaks disciplinary boundaries*. In STEAM education (pp. 57-78). Springer, Cham.
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School science and mathematics*, 101(5), 259-268.

- Kamienski, N., & Radziwill, N. M. (2018). Design for STEAM: Creating Participatory Art with Purpose. *The STEAM Journal*, 3(2), 8.
- Kim, H., & Chae, D. H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7).
- Kim, P. W. (2016). The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9).
- Kim, B. H., & Kim, J. (2016). Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1909-1924.
- Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (Eds.). (2019). *STEAM Education: Theory and Practice*. Springer.
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education*, 69(6), 44-49.
- Miller, A. (2014). *PBL and STEAM education: A natural fit*. Retrieved from.
- Park, H., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. S. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7).
- Piaget, J. (1960). *The psychology of intelligence*. Totowa, NJ: Littlefield, Adams & Co.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: definition and distinctions, the interdisciplinary. *In Journal of Problem-based learning*.
- Stroud, A., & Baines, L. (2019). *Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in STEAM*. In *STEAM Education* (pp. 1-18). Springer, Cham.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Watanabe, T., & Huntley, M. A. (1998). Connecting mathematics and science in undergraduate teacher education programs: Faculty voices from the Maryland collaborative for teacher preparation. *School Science and Mathematics*, 98(1), 19-25
- Ikarahoca D, Karahoca A, Karaoglu A, Gulluoglu B, Arifoglu E. (2018). Evaluation of web based learning on student achievement and achievement motivation in primary school computer courses. *Journal of Social and Behavioral Sciences*. 2181;83(2):2189-2183.
- Bereday, G.Z.F. (1999). *Comparative Method in Education*. New York: Winston.

STEAM Education Approaches: A Systematic Review

Hadi Pour Shafei¹, Mohammadali Rostami Nezhad², Mina Mohammadzadeh³

Abstract

Steam incorporates the idea of interdisciplinary learning that students learn through a real combination of disciplines and can solve problems in a real context. The purpose of this article is to take a step towards introducing this new educational approach as much as possible and to provide a clear picture for the implementation of this framework in the educational system. The method of this research is systematic review. The population of this study consists of 567 articles on Steam education that have been presented in well-known scientific journals between 2000 and 2020. The research sample consisted of 10 articles that were purposefully studied and analyzed at different stages. The results of systematic review and qualitative analysis of the content indicate that Steam educational approach including scientific research and engineering design process, problem-based learning (PBL), project-based learning, constructive movement approach, collaborative approach and the sequence approach. The Steam teaching method can be implemented using any of the approaches identified in the classroom and the benefits of this teaching method can be used.

Keywords: Educational Approaches, Steam, System Review

-
1. Associate Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Birjand University, Birjand, IRAN.
 2. Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Birjand University, Birjand, IRAN.
 3. PhD Student, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Birjand University, Birjand, IRAN. Corresponding Author, mohammadzadeh1373@birjand.ac.ir