

### رویکردهای آموزش استیم<sup>۱</sup>: مرور نظام مند

هادی پورشافعی<sup>۲</sup>، محمدعلی رستمی نژاد<sup>۳</sup>، مینا محمدزاده<sup>۴</sup>

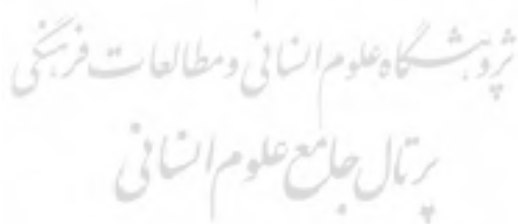
پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۹

دریافت: ۹۹/۶/۱۰

#### چکیده

استیم، ایده یادگیری بین رشته‌ای را شامل می‌شود که دانش آموزان از طریق یک ترکیب واقعی رشته‌ها، یاد می‌گیرند و می‌توانند مسائل را در یک زمینه واقعی حل کنند، لذا هدف این مقاله برداشتن گامی در راستای معرفی هر چه بیشتر این رویکرد نوین آموزشی و ارائه تصویری روشن جهت عملیاتی کردن این چارچوب در سیستم آموزشی است. روش این پژوهش مرور نظام‌مند می‌باشد. جامعه این پژوهش متشکل از ۵۶۷ مقاله درباره آموزش استیم است که بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ میلادی در مجلات معتبر علمی ارائه شده‌اند. نمونه پژوهش، شامل ۱۰ مقاله که به صورت هدفمند و بر اساس غربالگری در مراحل مختلف، مورد مطالعه عمیق و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از مرور نظام‌مند و تحلیل کیفی محتوای ۱۰ مقاله مورد مطالعه حاکی از آن است که رویکرد آموزشی استیم شامل تحقیق علمی و فرآیند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسئله (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 نمود و از مزایای این روش آموزش بهره برد.

**کلید واژه ها:** رویکردهای آموزشی، استیم، مرور نظام‌مند.



<sup>۱</sup> . Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics (STEAM)

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه بیرجند، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه بیرجند، ایران.

<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری برنامه ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه بیرجند، ایران، نویسنده مسئول، mohammadzadeh1۳۷۳@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. برنامه ریزان آموزش در سراسر جهان تمام تلاش خود را می‌کنند تا نسل آینده دانش آموزان 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 آریپاتامانیل<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹). شیوه‌های نوین آموزشی به سمت یکپارچه‌سازی و ادغام حوزه‌هایی که قبلاً مجزا و جداگانه در نظر گرفته می‌شدند، تمایل دارند. (استروود و باینز<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). تحقیقات در مورد یکپارچه‌سازی نشان می‌دهد که «تعداد زیادی از مطالعات روی دانش آموزان از دوره اول دبستان تا آخر دبیرستان، از این مفهوم حمایت می‌کنند که یکپارچه‌سازی به دانش آموزان کمک می‌کند تا یاد بگیرند، به دانش آموزان انگیزه می‌دهد و به آن‌ها در ساخت مهارت‌های حل مسئله کمک می‌کند» (سرنیاک<sup>۳</sup>، ۲۰۱۴، ص. ۵۴۵). تحلیل و بررسی آموزش یکپارچه توسط هورلی<sup>۴</sup> (۲۰۰۱)، برای دوره‌های ارائه شده برای آمادگی معلمان را نشان می‌دهد و 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 (۲۰۰۸) 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 می‌دهد (سرنیاک<sup>۳</sup>، ۲۰۱۴).

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 هانسلی<sup>۵</sup>، ۱۹۹۸).

این رویکرد بین رشته‌های گسسته باهم 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 دانش آموزان در زمینه‌های علوم، فن آوری، مهندسی و ریاضیات، بین مدرسه، جامعه، کار و اقتصاد جهانی ارتباط برقرار می‌کنند (خاین و آریپاتامانیل، ۲۰۱۹).

در کنار پیشرفت در برنامه درسی استیم<sup>۶</sup>، مربیان بیشتر مدعی هستند که برای عملکرد خوب در جامعه آینده، نسل جوان باید به مهارت‌های قرن بیست و یکم شامل خلاقیت، نوآوری و کارآفرینی 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 (لیائو<sup>۷</sup>، ۲۰۱۶).

هرو و کویگلی<sup>۸</sup> (۲۰۱۷) معتقد است که استیم ایده یادگیری بین‌رشته‌ای را شامل می‌شود که دانش آموزان از طریق یک ترکیب واقعی رشته‌ها، یاد می‌گیرند و آن‌ها می‌توانند مسائل را در یک زمینه واقعی حل کنند. در تدریس بین‌رشته‌ای، دانش

<sup>۱</sup> Khine & Arepattamannil

<sup>۲</sup> Stroud & Baines

<sup>۳</sup> Czerniak

<sup>۴</sup> Hurley

<sup>۵</sup> Watanabe & Huntley

<sup>۶</sup> STEM

<sup>۷</sup> Liao

<sup>۸</sup> Herro & Quigley

آموزان چنان در حل مسئله مشغول می‌شوند که هیجان‌زده می‌شوند دانش قبلی را بیرون بکشند و مفاهیم جدیدی را از رشته‌های مختلف استیم یاد بگیرند تا به یک راه‌حل برسند.

چارچوب استیم در کشورهایی همچون ایالت متحده آمریکا، کانادا و کره جنوبی در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است؛ و این چارچوب آموزشی تبدیل به یک مسئله حیاتی در سیستم آموزشی این کشورها شده است. و روش ادغامی استیم یک اصل حیاتی در بازسازی آموزشی مدرسه است (کیم و چا، ۲۰۱۶).

با این حال، با توجه به این که مدت زیادی از معرفی این چارچوب نمی‌گذرد، رویکرد خاصی برای استیم وجود ندارد که پرورش استعداد یکپارچه حوزه زمینه‌های این چارچوب متمرکز باشد و تحقیقات کمی در این خصوص انجام شده است. هدف از این مقاله برداشتن گامی در راستای معرفی هر چه بیشتر این رویکرد نوین آموزشی و ارائه راهکارهایی جهت عملیاتی کردن این چارچوب در سیستم آموزشی است.

## مبانی نظری

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

دیویی و اهمیت تجربه

به‌طور سنتی، مجموعه آموزش‌های در کلاس درس، بی‌ارتباط به زندگی واقعی و تجربه فعال دانش آموزان است. به‌عنوان مثال، دانش آموزان 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، 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 دانش آموزان دانش می‌سازند، استفاده می‌کنند. تأکید بر پیوستن آموزش و تجربه بود. «وحدت اساسی فلسفه جدید در این ایده یافت می‌شود که بین فرآیندهای تجربه واقعی و آموزش رابطه نزدیک و ضروری وجود دارد» (دیویی، ۱۹۳۸).

به این ترتیب، دانش آموزان 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: (۱) دانش آموزان و (۲) تجربیات زنده. دیویی تحقیق انسان را به‌طور مداوم با تعاملات بیولوژیکی بین ارگانسیم 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، مربیان 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 (۱۹۳۳) 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

قضاوت در مورد آنچه را مشاهده می کند جمع می کند تا ببیند دلالت آن‌ها چیست.

### پیاژه<sup>۱</sup> و چرخه یادگیری

ژان پیاژه به دنبال درک فرایندی بود که در آن فرد برای ایجاد دانش بر اساس تجربه کار می کند. «هوش، به عنوان یک کل، به شکل ساختاری شکل می گیرد که الگوهای خاصی از تعامل بین موضوع یا سوژه‌ها و اشیاء اطراف یا نزدیک آن را تحت تأثیر قرار می دهد.» پیاژه از طریق تحقیقات خود، روند تحقیقات را به عنوان روشی که در آن افراد دائماً با محیط ارتباط برقرار می کنند، فهمید. پیاژه اظهار داشت که روند ایجاد دانش، در حقیقت، یک سری از شهودهای بازگشتی است. افراد از طریق فرآیند کارکرد ذهنی مداوم با جذب، انتقال به حالت‌های انطباق و سازش و پایان دادن به ادغام دانش جدید حرکت می کنند. با قرار دادن هدفمند دانش آموزان در شرایطی که مطالبی فراتر از حد شناختی را باید یاد بگیرند، آن‌ها وارد وضعیت عدم تعادل می شوند. پیاژه ادعا کرد که با قرار دادن دانش آموزان در شرایط عدم تعادل شناختی و ایجاد فرصت‌هایی برای ساخت تعادل، دانش آموزان می توانند نقشه‌های کاملاً مفصلی از تفکر بسازند. یادگیری مبتنی بر تحقیق می تواند موشکافی دقیق روش را نشان دهد و می تواند احتمالات را برای درک بیشتر باز کند (پیاژه، ۱۹۶۰).

### روش پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی است و با توجه به روش اجرا، مطالعه نظام‌دار یا سیستماتیک تلقی می شود. در مطالعات مرور نظام‌مند، پژوهش‌های انجام شده درباره یک موضوع خاص به طور مختصر و مفید در اختیار قرار می گیرد و برای مرور مقالات از قواعد دقیق تبعیت می شود (رجب نژاد، شیروانی، خزانه‌داری، ۱۳۸۵). در مطالعات مرور نظام‌مند، ابتدا اهداف و پرسش‌های تحقیق باید مشخص شوند. سپس برای دستیابی به پاسخ پرسش‌های مطرح شده، متناسب با اهداف پژوهش، مقالات انتخاب و پس از چندین مرحله غربالگری و مطالعه عمیق، نتایج حاصل می شوند (دی لو، ملنیچاک، ماری و پلامر<sup>۲</sup>، ۲۰۱۶).

جامعه آماری این پژوهش، شامل کلیه مقالات پژوهشی معتبری است که در زمینه‌ی آموزش استیم، در بازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ 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 استخراج شده و انتخاب مقالات مرتبط و حذف مقالات غیر مرتبط، به دست آمد غربالگری مجدد با مطالعه مقدمه و نتیجه‌گیری مقالات غربال شده مرحله قبل و انتخاب مقاله‌های مرتبط و حذف مقاله‌های غیر مرتبط انجام گرفت. ارزیابی نهایی مقالات مستخرج از مرحله قبل، با مطالعه آن‌ها و در نظر گرفتن اهداف پروژه انجام می شود و در پایان، با انتخاب نهایی مقالات، داده‌های جمع‌آوری شده از این پژوهش‌ها طی چند مرحله، کدگذاری می شوند، سپس مقوله‌های کانونی استخراج می گردد.

فرایند انجام پژوهش نظام‌مند عبارت است از: تحقیق شناسایی و دریافت مقالات از منابع و پایگاه‌های موردنظر. ۲- مطالعه عنوان و چکیده. ۳- مطالعه مقدمه و نتیجه‌گیری. ۳- ارزیابی مقالات. ۴- انتخاب مقالات واجد شرایط. ۵- استخراج اطلاعات موردنظر. ۶- تحلیل یافته‌ها (کنعانی، حسن‌زاده، الهی و طباطبائیان، ۱۳۹۷).

<sup>۱</sup> Piaget

<sup>۲</sup> 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، Springlink، Science Direct 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 غیر مرتبط 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:

۱. مقالات منتشرشده در زمینه‌ی آموزش استیم
  ۲. 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 جست و جوی انجام شده ۵۶۷ مطالعه در راستای ملاک‌های ورود به پژوهش یافت گردید 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:
- 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، کل مطالعات مرتبط با کلیدواژه‌ها ۵۶۷ مورد بود و پس حذف پژوهش‌های نامرتبط پس از بررسی عناوین، بررسی چکیده مطالعات و بررسی متن کامل، پژوهش‌های باقی‌مانده جهت بررسی، ۱۰ 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 ۱ ارائه شده است.

جدول شماره ۱. یافته های پژوهش های مرتبط با الگوهای آموزش استیم

سال	محقق / محققین	عنوان یا شاخص بررسی شده	نتیجه
۲۰۱۹	استرود و باینز	تحقیق، فرآیندهای 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 انعطاف پذیری در انتخاب روش های مناسب برای پاسخ صحیح به پرسش های مهم علمی، ریاضی، فناوری و مهندسی ضروری است. بررسی دقیق تفاوت های فلسفی و عملی بین تحقیق علمی و فرآیند طراحی مهندسی برای تبیین بهتر رویکرد تحقیق مبتنی بر یادگیری ارائه شده است.
۲۰۱۹	کریستین لیانو	ایجاد نقشه استیم: رویکرد هنری یکپارچه برای آموزش استیم	لیانو، با استفاده از تحلیل محتوا، رویکردهای درسی موجود در زمینه آموزش استیم را بررسی کرده و روابط بین آن ها را توصیف می کند. نویسنده «نقشه استیم» را مطرح کرد و استدلال کرد که باید به عنوان " راهی برای یافتن اهداف و رویکردهای شیوه های فعلی استیم و مبنایی برای مریان هنر و سایر ذینفعان پیش بینی شود که بتوانند در سایر زمینه ها پیشروی کنند".
۲۰۱۹	هنریکسن، مهتا و مهتا	طراحی تفکر به استیم برای تدریس جهت می دهد	هنریکسن، جنبه های طراحی تفکر را در برنامه درسی ارائه می دهند. در این فصل، نویسندگان چارچوب - طراحی تفکر - را برای ادغام استیم و هنرها پیشنهاد می دهند. نویسندگان ارتباطات بین طراحی، طراحی تفکر و استیم را شرح می دهند و روش هایی را که معلمان کلاس می توانند از شیوه های طراحی تفکر برای طراحی مجدد برنامه درسی در انتقال استیم به استیم استفاده کنند، توضیح می دهند.
۲۰۱۸	کامینسکی و رادزیول	طراحی برای استیم: ایجاد هنر مشارکتی	این مقاله عناصر مشارکتی پروژه های استیم را تعریف و تشریح می کند و راهنمایی برای نحوه طراحی تأسیسات هنری برای یادگیری که کاملاً مشارکتی هستند ارائه می دهد. برای انجام این کار، مدل های اجتماعی و سازمانی نوظهور را ارائه می شود که با استیم همسو هستند و سپس یک چارچوب طراحی برای ایجاد هنر مشارکتی جدید ایجاد می کنیم که اهداف یادگیری استیم را برآورده می کند.
۲۰۱۶	سارا ب. بوش و کریستین ال کوک	ساختار تحقیق استیم: درس آموخته شده از تمرین	بوش و کوک سفر خود را با همکاری با معلمان ابتدایی در جوامع یادگیری حرفه ای در سطح مدارس در هنگام توسعه، پالایش و اجرای سه تحقیق استیم مبتنی بر مسئله به اشتراک می گذارند. در کلاس های درس آن ها 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 مهم ترین و قدرتمندترین جنبه های استیم یکپارچه است که آن را از استیم جدا می کند. از این رو، آن ها اظهار می کنند که «تحقیقات استیم نیازی به سناریوهای ساختگی ندارند - به جای آن می توانند سناریوهای واقعی با جامعه ای باشند که دانش آموزان در آن زندگی می کنند.» بوش و کوک علاوه بر درس های مهمی که از اجرای این سه تحقیق استیم مبتنی بر مسئله به دست آمده است، نکات مفیدی را برای اجرای موفقیت آمیز دستورالعمل های استیم با کیفیت بالا ذکر کرده است.
۲۰۱۶	پارک و همکاران	برداشت ها و شیوه های معلمان درباره آموزش استیم در کره جنوبی	برداشت ها و شیوه های 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 کره ای، به ویژه معلمان باتجربه و معلمان مرد، نسبت به نقش آموزش استیم نظر مثبت داشتند. در همین زمان، معلمان کره ای چالش های 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
۲۰۱۶	یانگ هی کیم، چین سو کیم	توسعه و اعتباربخشی به شاخص های ارزیابی صلاحیت	این مطالعه چارچوبی برای متخصصان آموزش استیم مشخص می کند. در این پژوهش شاخص های ارزیابی صلاحیت های معلمان دبیرستان آموزش استیم به ۳۵ بخش در ۷ حیطه ارزیابی تقسیم شد

۲۰۱۶	کیم	مدل چرخه آموزش استیم بر اساس مطالب علمی سنتی 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.
۲۰۱۴	میلر	آموزش PBL و استیم: تناسب طبیعی.	معرفی رویکرد مبتنی بر پروژه (PBL) برای آموزش استیم
۲۰۱۲	ژرژت یاگمن	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 فرآیند طراحی مهندسی

به‌طور سنتی، ممکن است آموزگاران آموزش علوم را در قالب یک درس واحد که کاملاً در محدوده زمانی 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 ۱ روز یا چند روز مورد توجه باشد (هامرمان، ۲۰۰۶). تحقیق علمی به دنبال این است تا ضمن ارزیابی دانش آموزان در طی چرخه یادگیری، فرصت مداوم برای ساخت دانش ایجاد کند. هامرمان (۲۰۰۶) مثالهایی از کارهایی که در هر مرحله مشاهده می‌شود، ارائه می‌کند.

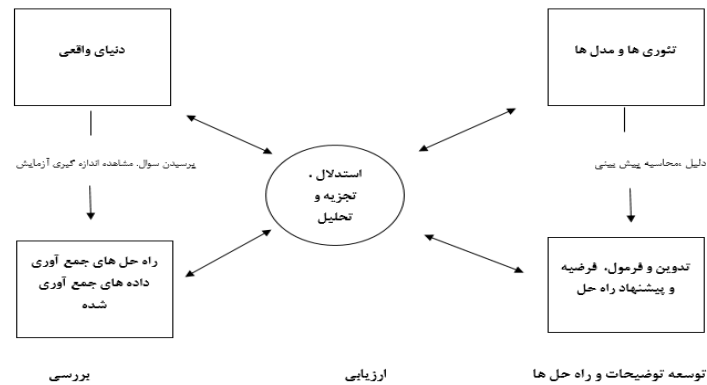
جدول ۲. مراحل روش تحقیق علمی (هامرمان، ۲۰۰۶)

مشارکت	از یک تناقض استفاده کنید تا سوالانی را مطرح کنید تا ببینید دانش آموزان چه می‌دانند.
اکتشاف	یک سوال پرسشی را مشخص کنید. تهیه یک برنامه عملی یا مشارکتی.
توضیح	از داده‌های تولید شده دانش آموز 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 دانش آموز می‌تواند با استفاده از ساختارهای تحقیق علمی، فرآیندهای طراحی مهندسی، یا هر دو، به یک سؤال نزدیک شود. چنین مشارکت مستقیمی به دانش آموزان 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، ۲۰۱۲).

ماهیت تفکر نشان‌دهنده جریان مداوم جذب و انطباق است. در زیر شکل ۱ نمایانگر سه حوزه فعالیت دانشمندان و مهندسان است که توسط شورای تحقیقات ملی ارائه شده است.

چارچوبی برای آموزش علمی K-۱۲ (از دوره اول دبستان تا آخر دبیرستان) (شورای تحقیقات ملی ص ۴۵؛ نقل در خاین و آرپاتا مانیل، ۲۰۱۹)



در هر مرحله سه حوزه فعالیت نشان داده شده است: تحقیق، ارزیابی و توسعه توضیحات و راه‌حل‌ها. همان‌طور که توسط شورای تحقیقات ملی (۲۰۱۲) ذکر شده است، «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 ۴۶).

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 اینکه دانش آموزان در طول یادگیری مبتنی بر تحقیق بیش‌ترین کار را انجام می‌دهند، فرآیند 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 دانش آموزان هنوز در حال تلاش برای ایجاد راه‌حل و برقراری ارتباط ایده‌ها با دیگران هستند، باید رویه‌های خاصی را دنبال کرد. شورای ملی تحقیقات (۲۰۱۲) هفت مؤلفه اصلی در فرآیند طراحی مهندسی را مشخص کرد:

۱. مهندسی با مشکلی شروع می‌شود که باید حل شود.
۲. مهندسی نیاز به استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها برای یافتن نقاط قوت و ضعف دارد.
۳. تحقیقات به دانش آموزان اجازه می‌دهد تا اطلاعات را به دست آورند و طرح‌ها را تست کنند.
۴. شواهد تجربی برای ادعاها موردنیاز است.
- ۵- مدل‌ها مبتنی بر دانش جهان مادی است.



۶. استدلال و مناظره ضروری است.

۷. اگر ایده‌ها به صورت واضح و قانع کننده با هم ارتباط نداشته باشند، نمی توان فناوری های پیشرفته تولید نمود. با حرکت کلاس به سمت یک رویکرد مبتنی بر تحقیق برای یادگیری، مسئولیت دانش آموزان افزایش می یابد. اهمیت توافق و رابطه مثبت معلمان / دانش آموزان در علوم بسیار مهم است؛ بنابراین، در طی هر تحقیق، گفتمان تعاملی باید وجود داشته باشد. با این حال، هنگامی که از طریق یادگیری مبتنی بر تحقیق مشاهده می شود، پدیده های طبیعی به طور معمول دانش آموزان را در موقعیتی از عدم تعادل قرار می دهند زیرا تصورات غلط آشکارا در معرض دید قرار می گیرد.

### یادگیری مبتنی بر مسئله (PBL)

یادگیری مبتنی بر مسئله (PBL) فرایندی است که یادگیری را از طریق همکاری با یکدیگر برای حل یک مسئله در زندگی واقعی ترویج می کند. دانش آموزان علوم را در کلاس به شیوه ای انجام می دهند که دانشمندان و مهندسان در گروه های مشترک همکاری می کنند تا مسائل را حل کنند و چالش ها را کشف کنند (ساوری، ۲۰۰۶). ساخت تحقیقات استیم در سناریوهای مبتنی بر مسئله، به معلمان امکان می دهد تا حل مسئله مشارکتی را تشویق کنند که مستلزم استفاده و دانش در زمینه های مختلف محتواست و همچنین زمینه ای معتبر برای کشف فراهم می آورد. به این ترتیب، فواید استفاده از PBL شامل موارد زیر هستند، اما محدود به افزایش دانش محتوای، تفکر مرتبه بالاتر، یادگیری خود راهبر و مهارت های قرن بیست و یکم مانند همکاری، خلاقیت و تفکر انتقادی نیستند (بوش و کاک، ۲۰۱۶).

### یادگیری مبتنی بر پروژه

اینکه استیم با تأکید بر همکاری یا یکپارچه سازی نزدیک می شود، یادگیری مبتنی بر پروژه که ریشه در فلسفه یادگیری جان دیویی با انجام آن دارد. یکی از محبوب ترین رویکردهای آموزش استیم / استم است (میلر<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴). طبق نظر توماس<sup>۲</sup> (۲۰۰۰)، یادگیری مبتنی بر پروژه دانش آموزان را درگیر در طراحی، حل مسئله، تصمیم گیری یا فعالیت های تحقیقاتی می کند. در یادگیری مبتنی بر پروژه، باید به دانش آموزان این فرصت داده شود که در مدت زمان طولانی، نسبتاً مستقل کار کنند؛ تا به دستاوردهای شخصی و در عین حال، واقع بینانه، برسند. PBL همچنین توسط تحقیقات مختلفی طرفداری می شود. از طریق فرآیندهای مرتبط با PBL، دانش آموزان می توانند درگیر یادگیری و استفاده از دانش و مهارت های استیم باشند و پتانسیل روشنی برای هنر و استم وجود دارد که برای موفقیت هر پروژه معین به همان اندازه مهم باشد. با این وجود، در تأکید بر یادگیری از طریق انجام پروژه های «انجام / ساخت»، بسیاری از برنامه های درسی استیم / استیم، PBL را با یادگیری پروژه محور اشتباه می گیرند.

یادگیری مبتنی بر مسئله بر فرایند حل مسئله متمرکز است، اما یادگیری پروژه محور بر محصول نهایی تمرکز دارد که اغلب یک مورد هنر یا هنر به سبک مدرسه است (گاد<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳). اگرچه طرفداران هنر تأکید بر «ساختن» به عنوان یک مهارت هنری اساسی دارند، اما در صورت وجود دانش بسیار کمی، در صورت وجود، دانش هنر را در روند ایجاد این پروژه ها آموزش

<sup>۱</sup> Miller

<sup>۲</sup> Thomas

<sup>۳</sup> Gude

می‌دهند. با رویکردی از این طبیعت، ساختن تنها روشی است که هنر در استیم آموخته می‌شود. در نتیجه، هنر فراتر از عملکرد خود به عنوان ابزاری / رسانه‌ای برای استیم در نظر گرفته نمی‌شود و یا بدتر اینکه، عملکرد آن کاملاً تزئینی است.

#### جنبش سازنده

رویکرد دیگری که به افزایش آموزش استیم و استیم مربوط می‌شود، جنبش سازنده است. جنبش سازنده، رویکرد عملی و ساخت محوری<sup>۱</sup> 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 شریدان<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴). در حقیقت، برخی از مربیان، جنبش سازنده را فرصتی برای آموزش استیم / استیم می‌دانند (داگورتی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲).

علاقه به اتصال جنبش سازنده با آموزش استیم اغلب با رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه و یادگیری عملی<sup>۴</sup> در یادگیری که در بالا توضیح داده شده است همراه است. از آنجایی که هنر به طور کلی به عنوان یک موضوع مفید دیده می‌شود، مربیان هنر نیز جنبش سازنده را در می‌پذیرند و از آن استقبال می‌کنند. رویکرد تعلیم و تربیت که توسط سیامپاگلیا و ریچاردسون<sup>۵</sup> (۲۰۱۴) استفاده می‌شود یک جهت مهم برای در نظر گرفتن آموزش استیم از طریق جنبش سازنده است (لیانو، ۲۰۱۹).

علاوه بر این، اگرچه مهارت و خلاقیت هنری ارزش زیادی دارد، بسیاری از پروژه‌های خلاق، عملکرد محور هستند و دوباره به سمت منافع تابع منفعت اجتماعی، مانند الکترونیک یا روبات‌ها هدایت می‌شوند (بوچلی<sup>۶</sup>، ۲۰۱۳). بیان مفهومی و پیوندهای فرهنگی به ندرت 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. برخی از مربیان هنر برای رسیدن حرکت سازنده به سطح بعدی، از اهداف انتقادی استفاده می‌کنند. به همین ترتیب، سیامپاگلیا و ریچاردسون (۲۰۱۴) 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 (۲۰۱۴)، ایده تغییر در سیستم‌ها از اوایل تا اواسط دهه ۱۹۰۰ ایجاد شده است. در دهه ۱۹۹۰، مدیران متوجه شدند که مدیریت دانش بسیار مهم است و مفهوم سازمان‌دهی به عنوان سیستم پیچیده ظهور می‌یابد. به عنوان یک ارگانسیم 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 رقابت و تسلط به مشارکت و همکاری است (هندرسون، ۲۰۰۲).

۱ making-centered

۲ Halverson & Sheridan

۳ Dougherty

۴ hands-on learning

۵ Ciampaglia & Richardson

۶ Buechley

این رویکرد در طراحی استیم استفاده می‌شود. این رویکرد با ایجاد اجتماعی از دانش از طریق تعامل و تجربه، کاهش نابرابری در توانایی‌های دانش آموزان 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 ذهن آگاهی جمعی و یادگیری فعال مبتنی بر تیم را ارتقا بخشد، مدیریت تغییرات باید تفاوت‌هایی در چگونگی سازگاری سریع داشته باشد و از استقلال دانش آموزان 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 خودمحو 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 (ج) 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 مسئله نشان می‌دهد. این شامل مفهوم مهندسی است که به یک طراحی فن‌آوری و مهارت خلاق حل مسئله برای ارزش‌های مشترک بشریت اشاره دارد (بک و همکاران، ۲۰۱۱؛ نقل در پارک و همکاران، ۲۰۱۶).

پایان باز و همکاری ماهیت طراحی خلاق است. پایان باز رویکردهای خلاقانه دانش آموزان را تشویق می‌کند و شامل روند تأمل است. ماهیت مشارکتی این فرآیند امکان ایجاد ارتباط و توجه بیشتر بین دانش آموزان را از طریق انجام فعالیت‌های مشترک و مشترک فراهم می‌کند. طراحی خلاق همچنین شامل فراهم آوردن فرصت‌های آموزشی برای دانش آموزان است تا کل فرایند خود هدایت شده را تجربه کنند تا محصول نهایی یادگیری در عمل به کار رود. از طرف دیگر برخورد عاطفی به تجربیاتی اطلاق می‌شود که چرخه مثبت یادگیری خودمحو را امکان‌پذیر می‌کند، درحالی‌که دانش آموزان احساس علاقه، اعتمادبه‌نفس، 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 همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹).

طراحی خلاقانه فرایندی است که توسط آن دانش آموزان (به عنوان یک فرد یا گروهی) تجربه حل موقعیت‌های مشکل‌ساز را به روش خود - هدایت‌شده و خلاق تجربه می‌کنند. دانش آموزان از طریق تجربه حل مسئله خودمحور احساس موفقیت می‌کنند، درحالی که داشتن یک تجربه احساسی که شجاعت و اعتمادبه‌نفس را در حل چالش‌های آینده ایجاد می‌کند.

### بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، رویکردهای آموزش استیم با هدف قابلیت اجرا در کلاس درس و استفاده از مزایای این روش آموزشی، به شیوه مورنظامند شناسایی شدند. رویکردهای شناسایی شده آموزش استیم شامل: تحقیق علمی و فرآیند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسئله (PBL)، یادگیری مبتنی بر پروژه، رویکرد جنبش سازنده، رویکرد مبتنی بر همکاری و رویکرد توالی است.

بر اساس روش تحقیق علمی و فرآیند طراحی مهندسی، یک درس خوب طراحی شده شامل توصیف دقیق از یک تجربه یادگیری است تا ضمن ارزیابی دانش آموزان در طی چرخه یادگیری، فرصت مداوم برای ساخت دانش ایجاد کند. هامرمان (۲۰۰۶)، شش مرحله برای روش تحقیق علمی در نظر گرفته است. در مرحله نخست که «مشارکت» نام دارد، مربی با ایجاد یک چالش و تناقض، سوالاتی را مطرح می‌کند تا سطح آگاهی فراگیران را بفهمد. در دومین مرحله، یعنی «اکتشاف»، یک سوال بررسی مشخص می‌شود تا منجر به یک برنامه عملی یا مشارکتی گردد. در مرحله «توضیح»، از داده‌های تولید شده دانش آموز برای پشتیبانی از یادگیری جدید و ارتباط با دانش قبلی استفاده می‌شود. در این گام همچنین، تصورات غلط یا اختلافات را شناسایی و تصحیح می‌شود. در مرحله «شرح و بسط»، سوالات 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 از یادگیری اطمینان حاصل شود.

با اینکه دانش آموزان در طول یادگیری مبتنی بر تحقیق بیش‌ترین کار را انجام می‌دهند، فرآیند 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 راه‌حل‌هاست (شورای تحقیقات ملی، ۲۰۱۲). اجرای موفقیت‌آمیز فرایند طراحی مهندسی به مجموعه مهارت‌های متفاوتی نسبت به تحقیق علمی متکی است. اگرچه دانش آموزان هنوز در حال تلاش برای ایجاد راه‌حل و برقراری ارتباط ایده‌ها با دیگران هستند، باید رویه‌های خاصی را دنبال کرد. شورای ملی تحقیقات (۲۰۱۲) هفت مؤلفه اصلی در فرآیند طراحی مهندسی را مشخص کرد: ۱. شروع با مشکل ۲. نیاز به استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها برای یافتن نقاط قوت و ضعف دارد ۳. اجازه به دانش آموزان، برای کسب اطلاعات و تست طرح‌ها. ۴. ارائه شواهد تجربی برای ادعاها. ۵. مدل‌های مبتنی بر دانش جهان مادی ۶. استفاده از استدلال و مناظره ۷. اگر ارتباط ایده‌ها به صورت واضح و قانع‌کننده.

رویکرد دیگر، یادگیری مبتنی بر پروژه، یکی از محبوب‌ترین رویکردهای آموزش استیم / استم است (میلر، ۲۰۱۴). یادگیری پروژه محور بر محصول نهایی تمرکز دارد. یادگیری مبتنی بر پروژه دانش آموزان را درگیر در طراحی، حل مسئله، تصمیم‌گیری یا فعالیت‌های تحقیقاتی می‌کند. در یادگیری مبتنی بر پروژه، دانش آموزان به صورت مستقل کار کنند. از طریق فرآیندهای مرتبط با PBL، دانش آموزان 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 ساخت محور را در نظر می‌گیرد، خصوصاً با رسانه‌های دیجیتال، فناوری الکترونیکی و فناوری رباتیک. جنبش سازنده با آموزش استیم اغلب با رویکرد یادگیری مبتنی بر پروژه و یادگیری عملی در یادگیری همراه است. بیان مفهومی و پیوندهای فرهنگی به ندرت 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 به عنوان 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، ۲۰۰۲).

این رویکرد در طراحی استیم استفاده می‌شود. این رویکرد با ایجاد اجتماعی از دانش از طریق تعامل و تجربه، کاهش نابرابری در توانایی‌های دانش آموزان 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 ذهن آگاهی جمعی و یادگیری فعال مبتنی بر تیم را ارتقا بخشد، مدیریت تغییرات باید تفاوت‌هایی در چگونگی سازگاری سریع داشته باشد و از استقلال دانش آموزان 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 (ج) 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

- رجب نژاد، مریم، شیروانی، آرمین، خزانه داری شهاب (۱۳۸۵). *مرور نظام مند شواهد*، تهران: مرکز تعالی دانشگاه.
- کنعانی، فاطمه، حسن زاده، علیرضا، الهی، شعبان و طباطبائی، سیدحبيب اله (۱۳۹۷). بررسی کاربرد روش های آینده نگری؛ مرور سیستماتیک، فصلنامه راهبرد، دوره ۲۷، شماره ۸۷ ص ۳۳-۵.
- Aulls, M. W., & Shore, B. M. (۲۰۰۸). *Inquiry in education*, volume ۱: 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. (۲۰۱۱). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, ۱۱(۴), ۹۴۹-۱۷۱.
- Bush, S. B., Cox, R., & Cook, K. L. (۲۰۱۶). A critical focus on the M in STEAM. *Teaching Children Mathematics*, ۲۳(۲), ۱۱۰-۱۱۴.
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (۲۰۱۴). *Interdisciplinary science teaching. In Handbook of Research on Science Education*, Volume II (pp. ۴۰۹-۴۲۵). Routledge.
- Ciampaglia, S., & Richardson, K. (۲۰۱۴). The Plug-in studio: Art education for the maker age. Presented at the FabLearn ۲۰۱۴, Stanford, CA: Stanford University. Retrieved from [http://fablearn.stanford.edu/۲۰۱۴/wp-content/uploads/fl۲۰۱۴\\_submission\\_7.pdf](http://fablearn.stanford.edu/۲۰۱۴/wp-content/uploads/fl۲۰۱۴_submission_7.pdf)
- De Loë, R. C., Melnychuk, N., Murray, D., & Plummer, R. (۲۰۱۶). Advancing the state of policy Delphi practice: A systematic review evaluating methodological evolution, innovation, and opportunities. *Technological Forecasting and Social Change*, ۱۰۴, ۷۸-۸۸.
- Dewey, J. (۱۹۳۸). *Experience and education*. New York: Collier.
- Dewey, J. (۱۹۳۳). *How we think*. Boston: DC Heath.
- Dougherty, D. (۲۰۱۲). The maker movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, ۷(۳), ۱۱-۱۴.
- Gude, O. (۲۰۱۳). New school art styles: The project of art education. *Art Education*, ۶۶(۱), ۶-۱۵.
- Hammerman, E. (۲۰۰۶). *essentials of inquiry-based science*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Herro, D., & Quigley, C. (۲۰۱۷). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, ۴۳(۳), ۴۱۶-۴۳۸.
- Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (۲۰۱۹). *Design thinking gives STEAM to teaching: A framework that breaks disciplinary boundaries*. In STEAM education (pp. ۵۷-۷۸). Springer, Cham.
- Hurley, M. M. (۲۰۰۱). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School science and mathematics*, ۱۰۱(۵), ۲۵۹-۲۶۸.
- Kamienski, N., & Radziwill, N. M. (۲۰۱۸). Design for STEAM: Creating Participatory Art with Purpose. *The STEAM Journal*, ۳(۲), ۸.
- Kim, H., & Chae, D. H. (۲۰۱۶). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, ۱۲(۷).
- Kim, P. W. (۲۰۱۶). The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, ۱۲(۹).



Kim, B. H., & Kim, J. (۲۰۱۶). Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, ۱۲(۷), ۹۹۰۹-۹۹۲۴.

Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (Eds.). (۲۰۹۹). *STEAM Education: Theory and Practice*. Springer.

Liao, C. (۲۰۱۶). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education*, ۶۹(۶), ۴۴-۴۹.

Miller, A. (۲۰۱۴). *PBL and STEAM education: A natural fit*. Retrieved from.

Park, H., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. S. (۲۰۱۶). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, ۱۲(۷).

Piaget, J. (۱۹۶۰). *The psychology of intelligence*. Totowa, NJ: Littlefield, Adams & Co.

Savery, J. R. (۲۰۰۶). Overview of problem-based learning: definition and distinctions, the interdisciplinary. *In Journal of Problem-based learning*.

Stroud, A., & Baines, L. (۲۰۹۹). *Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in STEAM*. In STEAM Education (pp. ۱-۱۸). Springer, Cham.

Thomas, J. W. (۲۰۰۰). *A review of research on project-based learning*.

Yakman, G., & Lee, H. (۲۰۱۲). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, ۳۲(۶), ۱۰۷۲-۱۰۸۶.

Watanabe, T., & Huntley, M. A. (۱۹۹۸). Connecting mathematics and science in undergraduate teacher education programs: Faculty voices from the Maryland collaborative for teacher preparation. *School Science and Mathematics*, ۹۸(۱), ۹۹-۲۰.

۵. IKarahoca D, Karahoca A, Karaoglu A, Gulluoglu B, Arifoglu E.(۲۱۸۱). Evaluation of web based learning on student achievement and achievement motivation in primary school computer courses. *Journal of Social and Behavioral Sciences*. ۲۱۸۱;۸۳(۲):۲۹۸۹-۲۱۸۳.

۶. Bereday, G.Z.F. (۱۹۹۹). *Comparative Method in Education*. New York: Winston.