طراحی محیط یادگیری مبتنی بر استم

ملیحه قاسمی نژاد

کارشناسی ارشد ریاضی محض، دانشگاه بیرجند

malihe.ghaseminejad@gmail.com

۰۹۱۵۱۶۰۹۰۲۵

چکیده

استم (**STEM**) یک رویکرد نوین یادگیری در آموزش محسوب می‌شود که می‌تواند مشارکت‌های متنوع را در زمینه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی در پی داشته باشد و به تبع آن به ارتقای حل مسئله خلاق، سواد فناورانه و ظرفیت کارآفرینی در یادگیرندگان کمک کند. در استم دانش آموزان از طریق ترکیب واقعی رشته ها، یاد می گیرند و می توانند مسائل را در یک زمینه واقعی حل کنند . تدریس به روش استم به صورت جدی چند سالی است که در کشورهای پیشرفته به عنوان یک متد آموزشی مهم در مدارس و پیش دبستانی‌ها آموزش داده می‌شود. این پژوهش به روش توصیفی – تحلیلی بر آن است تا به بررسی طراحی محیط یادگیری مبتنی بر استم بپردازد .

واژگان کلیدی: استم ، یادگیری ، معلم ، دانش آموزان

۱ . مقدمه

قرن بیست و یکم یک دوره منحصر به فرد از پیشرفتهای فناوری و گسترش جهانی سازی بوده است که از وقایع دهه های گذشته پیشی گرفته است .برنامه ریزان آموزش در سراسر جهان تمام تلاش خود را می کنند 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 علاقه مند کنند .با این حال، این موضوعات به طور جداگانه آموزش داده نمی شوند بلکه باید در یک رویکرد میان رشته ای منسجم ادغام شوند. (Khine & Areepattamannil, 2019) شیوه های نوین آموزشی به سمت یکپارچه سازی و ادغام حوزه هایی که قبلاً مجزا و جداگانه در نظر گرفته می شدند، تمایل دارند . (Stroud & Baines, 2019) تحقیقات در مورد یکپارچه سازی نشان میدهد که یکپارچه سازی به دانش آموزان کمک می کند تا یاد بگیرند، به دانش آموزان انگیزه می دهد و به آنها در ساخت مهارتهای حل مسئله کمک می کند .

در این راستا یک رویکرد بین رشته های گسسته برای یکپارچه سازی باهم ارتباط برقرار می کند و به یک موجودیت موسوم به نام استم تبدیل می شود . استم به لاتین STEM یک ایده و متد جدید آموزش برای سنین پایه بوده که از ادغام مفاهیم مهمی چون Science به معنی علوم، Technologyبه معنی تکنولوژی و فناوری، Engineeringبه معنی مهندسی و Mathematics به معنی ریاضی تشکیل شده است. (آموزش استم STEM چیست ، ۱۴۰۱) هرو و کویگلی (۲۰۱۷) معتقد است که استم ایده یادگیری بین رشته ای را شامل می شود که دانش آموزان از طریق یک ترکیب واقعی رشته ها، یاد می گیرند و آنها می توانند مسائل را در یک زمینه واقعی حل کنند .در تدریس بین رشته ای، دانش آموزان چنان در حل مسئله مشغول می شوند که هیجان زده می شوند دانش قبلی را بیرون بکشند و مفاهیم جدیدی را از رشته های مختلف استم یاد بگیرند تا به یک راه حل برسند.

از نظر تاریخی استفاده از واژه اختصاری استم اولین بار توسط دکتر ریملی در طول دوران ریاست اداره آموزش و منابع انسانی بنیاد ملی علوم ایالات متحده آمریکا 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 برنامه های 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 برنامه ریزی کند .

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 زمینه های استم برای اطمینان از تربیت نیروی کار رقابت پذیر در قرن بیست و یکم است .از طرفی دولت آمریکایکی از راههای اصلاح آموزش عمومی و بالا بردن عملکرد دانش آموزان در زمینه موضوعات مهم را در توجه به آموزش استم یافته است . (Carter, 2013) 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 سوی استیم با اضافه کردن هنر افزایش یافته است تا وجه زیبایی شناسی در کنار گفتگو، پژوهش و تفکر انتقادی مورد توجه قرار گیرد.

هرچند بر اساس پژوهشهای انجام شده بسیاری از دوره های برگزار شده استیم به معنی واقعی تلفیقی نبوده اند، اما تاثیر فعالیتهای استیم بر پیشرفت تحصیلی در علوم و ریاضی، نگرش دانش آموزان به علوم تجربی، علاقه به مهندسی و فناوری، هویت شغلی، علاقه به ادامه تحصیل در زمینه علوم پایه و مهندسی مورد بررسی و تایید قرار گرفته است . بنابراین توجه به برنامه های 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.

نتایج تحقیق کریم زاده ، آیتی و پور شافعی (۱۴۰۱) در بررسی مشکلات اجرای آموزش تلفیقی STEM نشان داد 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 معلمان برای اطمینان از اجرای موفقیت آمیز 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 دانش آموزان نیز تأثیر می گذارد.

پورشافعی ، رستمی نژاد و محمدزاده (۱۴۰۰) در پژوهشی به مرور نظام مند رویکردهای آموزش استیم پرداخته و نشان دادند رویکرد آموزشی استیم شامل تحقیق علمی و فرآیند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسئله ، یادگیری مبتنی بر پروژه، رویکرد جنبش سازنده، رویکرد مبتنی بر همکاری و رویکرد توالی است .با استفاده از هر یک از رویکردهای شناسایی شده می توان روش آموزشی استیم را در کلاس درس اجرا نمود و از مزایای این روش آموزش بهره برد .

یافته های پژوهش سعیدنیا ، محمودی ، ایمان زاده و تقی پور (۱۴۰۰) در طراحی الگوی برنامه درسی مبتنی بر پروژه با تاکید بر STEM در دوره ابتدایی نشان داد برنامه درسی STEM برنامه ای دانش آموزمحور است که مبتنی بر پروژه به تمامی عناصر برنامه نقشی متفاوت از برنامه های آموزشی سنتی و رایج تعریف می کند .منطق این برنامه تربیت شهروندانی دارای مهارتهای مختلف، ایجاد یادگیری معنادار و مادام العمر و ایجاد فرصتهای آموزشی برابر است و اهداف برنامه درسی، همسو با منطق برنامه، ایجاد و توسعه مهارتهای مختلف در دانش آموزان بود .ازاین رو محتوا هم غنی و انعطاف پذیر و متناسب با نیازها و مرتبط مسائل دنیای واقعی تدوین می شود .از روشهای تعاملی، عملی و دست ورزی برای یاددهی و یادگیری استفاده شده و معلم به عنوان یک تسهیل گر، حامی و خالق فرصتهای یادگیری ایفای نقش می کند . در برنامه درسی پروژه محورSTEM از تجهیزات فناورانه و عملکردی استفاده می شود و دانش آموزان بر اساس معیارهایی مانند تعداد و توانایی و نوع هدف و محتوا گروه بندی می شوند .اجرای برنامه محدود به زمان و فضای کلاسی نیست و توجه ویژه ای به آموزش خارج از کلاس می شود . ارزشیابی برنامه هم به صورت چندگانه و معتبر و بر اساس گزارشها و ارائه محصول به صورت فردی یا گروهی انجام می گیرد.

رضایی ، امام جمعه ، احمدی ، عصاره و نیکنام (۱۳۹۹) در تحقیقی به طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم (علوم، فناوری، مهندسی، ریاضی) در دوره ابتدایی کشور ایران پرداخته اند . روش پژوهش مورد استفاده در این تحقیق تحلیل محتوای کیفی است.نمونه برداری از هر منبع به روش هدفمند انجام شده در بخش پژوهشها، ۴۶ مقاله و رساله و در بخش

اسناد، سند چشم انداز جمهوری اسلامی در افق ۱۴۰۴ ، سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، اهداف و راهنمای برنامه های درسی علوم و ریاضی به عنوان نمونه هدفمند انتخاب شدند. منطق طراحی برنامه های درسی استم تلفیقی در دوره ابتدایی با در نظر گرفتن کانونهای تمرکز رویکرد آموزشی تلفیقی استم بر اساس مبانی نظری و تحلیل پژوهشهای انجام شده در مورد طراحی و اجرای برنامه های درسی تلفیقی استم استنتاج گردید. سپس الگوی مفهومی بر اساس مدل اکر و منطق برنامه های درسی تلفیقی استم ارائه گردید .

۲ . روش شناسی

پژوهش حاضر با هدف بررسی طراحی محیط یادگیری مبتنی بر استم به شیوۀ توصیفی و از نوع کتابخانه ای انجام شده است و با توجه به روش پژوهش، جامعه آماری پژوهش شامل کلیۀ اسناد، مدارک و منابع مرتبط با موضوع مورد بررسی از قبیل کتب ، مقالات و پایان نامه ها می باشد.

۳ . بحث درباره یافته ها

آموزش استیم‌محور رویکردی است بین‌رشته‌ای برای یادگیری علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات که در آن مفاهیم دقیق علمی با درس‌های واقعی همراه شده‌اند. این مفاهیم به گونه‌ای به دانش‌آموزان آموخته می‌شود که ایشان بتوانند بین مدرسه، دنیـای کار، جامعه و شرکت‌های بزرگ جهانی پیشرو در حوزه استیم ارتباط برقرار کنند (Tsupros, Kohler & Hallinen, 2009) همزمان با پیشرفت برنامه درسی استیم‌محور مشخص شد، برای عملکرد بهتر افراد در جامعه، نسل جوان باید به مهارت‌هایی چون خلاقیت، نوآوری و کارآفرینی مجهز شود و همین عامل «هنر» را در برنامه آموزشی استیم‌محور ادغام کرد تا به تحریک خلاقیت، طراحی و نوآوری در دانش‌آموزان کمک کند (Guyotte, Sochacka, Costantino, Walther& Kellam, 2014). بنابراین، آموزش استیم‌محور رویکردی نوین در برنامه درسـی است که علم، فناوری، مهندسی، ریاضیات، هنر و علوم انسانی را به‌عنوان مسیرهایی برای راهنمایی پرسش، خلاقیت، بحث و تفکر انتقادی دانش‌آموزان با هم ادغام می‌کند. ایده محوری در این رویکرد، تلفیق دانش و مهارت است که از طریق پنج حوزه ذکرشده صورت می‌گیرد (Khine, 2019)

با نوآوری به وجود آمده در متن جامعه و پیشرفت فناوری‌های موجود، نیاز به متخصصانی که نحوه عملکرد این فناوری‌ها را می‌دانند و می‌توانند راه‌حل‌های عملی ارائه دهند، همچنان در حال افزایش است. دفتر آمار کار ایالات متحده (BLS) مشاغل STEMرا «شغل‌های فردا» می‌نامد و بر اهمیت این صنایع منحصر به فرد تاکید می‌کند. امروزه تقاضای بسیاری زیادی برای مشاغل مرتبط با استم STEM وجود دارد و پیش بینی می‌شود تا چند سال آینده نیز تقاضا همچنان برای آن‌ها بالا باشد. در عین حال متخصصی کمی در حوزه آموزش STEM وجود دارد، همین عامل سبب شده تا دولت‌ها از دانشجویان بخواهند در حوزه STEM آموزش ببینند. امروزه در کشورهای پیشرفته سرمایه‌گذاری زیادی روی مدل آموزش حوزه STEM شده است.

در این کشورها دانش آموزان را تشویق می‌کنند تا آموزش‌های این بخش را شرکت کنند. این موضوع به یک امر مهم در ساختارهای آموزشی آن‌ها تبدیل شده است. در بخش آموزش نوین، از طریق بورسیه تحصیلی برای دانش آموزانی که در دوره‌های استم شرکت می‌کنند سعی در ایجاد مشوق‌های جذاب دارند.

از افراد متعددی به‌عنوان ایده‌پرداز STEM نام برده می‌شود. در یکی از منابع، این ایده به تفکرات بانویی به نام الن ریچاردز نسبت داده شده است. وی نه معلم، بلکه دانشمند علوم طبیعی بود. او که در اوایل سده‌ی نوزدهم میلادی می‌زیست، گسست علم و فناوری را که در مرگ‌ومیر روزافزون انسان‌ها بر اثر کمبود بهداشت و خدمات پزشکی خودنمایی می‌کرد، به‌طور عمیق درک کرده بود و اعتقاد داشت علم و تحقیق در صورتی مفید و ارزشمند است که از آن برای بهبود محیط زندگی استفاده شود. الن ریچاردز با اتصال دانش علمی به برنامه‌های عملی در زمینه‌ی بهداشت مواد غذایی، کیفیت آب و ایمن‌سازی خانه‌ها، حرکت خود را به سمت علم نافع آغاز کرد و در این ارتباط آموزش را مبنای کار خود قرار داد. این حرکت و حرکت‌های مشابه دیگر که جوامع علاقه‌مند به توسعه‌ی آموزش آغاز کردند، امروزه در قالب یک مدل مدون با نام «STEM» به یکپارچه‌سازی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی، برای ایجاد تجربه‌های یادگیری سودمند در مدرسه‌ها می‌پردازد تا به تقویت برنامه‌ریزی به‌منظور زیست بهتر و با کیفیت‌تر کودکان در دنیای واقعی کمک کند و از این رهگذر، از هم‌اکنون دانش‌آموزان را با حرفه‌های دانش‌محور و مهارت‌های فنی که در آینده ممکن است به سراغ آن‌ها بروند، آشنا کند .

۳ – ۱ . ساختار علمی کلاس‌های درس استم‌محور

آموزش استیم‌محور توانمندی‌هایی را در دانش‌آموزان توسعه می‌دهد . ساختار کلاس‌های درس در این رویکرد مسئله‌محور و پروژه‌محور است و به دو شیوه کاوشگری علمی و فرایند طراحی مهندسی صورت می‌گیرد. در هر دو روش، کلاس درس با طرح سؤال آغاز می‌شود. اقدامات علمی ممکن است مستلزم استفاده از روش‌های گوناگون برای دستیابی به اهداف مورد نظر باشند. بنابراین، بسته به نوع و ماهیت سؤال طرح‌شده دانش‌آموز برای حل یک مسئله از ساختار کاوشگری علمی، فرایند طراحی مهندسی یا هر دو روش استفاده کند و کلاس‌های درس استیم‌محور باید از هر دو نوع این روش‌ها در آموزش استفاده کند. چنین مشارکت مستقیمی طیف وسیعی از روش‌ها را به دانش‌آموزان معرفی می‌کند تا با آن‌ها مدل‌سازی و توضیح جهان پیرامون خود، چه در کلاس درس و چه در دنیای واقعی، بررسی کنند. اگرچه هر کدام از دو روش کاوشگری علمی و فرایند طراحی مهندسی برای دستیابی به اهداف خاصی مناسب هستند، اما مشترکاتی بین آن‌ها وجود دارند که عبارت‌انداز: مدل‌سازی، ارائه توضیحات، مشارکت در بحث انتقادی و تدوین ارزیابی‌های مفصل . (بابایی ، ۱۴۰۰)

روش‌های آموزش در کلاس‌های استیم‌محور به دو صورت کاوشگری علمی و فرایند طراحی مهندسی می باشد . به‌طور سنتی ممکن است مربیان آموزش علوم را در قالب درسی واحد در زمانی ازپیش‌تعیین‌شده برای یک کلاس درس در نظر بگیرند. در حالی‌که یکی از ویژگی‌های اساسی کاوشگری این است که اجازه دهیم ماهیت تجربه زمان مورد نیاز برای تحقیق را تعیین کند. یک درس خوب طراحی‌شده شامل شرح مفصل یک تجربه یادگیری است که ممکن است به مدت یک روز یا چند روز کلاس درس روی آن تمرکز کند . در کاوشگری علمی، برخلاف شیوه فرایند طراحی مهندسی، یادگیرنده به‌دنبال

ارتباط برقرار کردن بین پدیده‌ها و یافتن جواب سؤال است و الزاماً به دنبال ارائه راه‌حل نیست، حال آنکه در فرایند طراحی مهندسی، یادگیرندگان از طریق ارائه راه‌حل به پرسش مد نظر پاسخ می‌دهند. انواع سؤالاتی که در کاوشگری علمی ارائه می‌شوند، دانش‌آموزان را ملزم می‌کنند نوع متفاوتی از دانش را بسازند. ممکن است پژوهش بر فرایندهای مهندسی متمرکز بپرسد: «برای رفع نیازهای خاص انسان چه کاری می‌توان انجام داد؟» از سوی دیگر، پژوهش مبتنی بر کاوشگری علمی ممکن است بپرسد: «چرا این اتفاق می‌افتد؟» برای مثال «ایدز چیست؟» را می‌توان با روش کاوشگری علمی پاسخ داد، اما برای اینکه بتوان فهمید «برای درمان ایدز چه باید کرد؟» باید از طراحی مهندسی بهره برد. طراحی مهندسی غالباً فراتر از تحقیق و بررسی است و راه‌حل‌های احتمالی را از طریق ساخت و آزمایش مدل‌ها و نمونه‌های فیزیکی یا ریاضیاتی آزمایش می‌کند تا پاسخی ارائه دهد. از طریق آزمایش و ارزیابی سیستماتیک، یادگیرنده در موقعیتی قرار می‌گیرد که مجبور است ادعاهای مبتنی بر شواهد را برای یک راه‌حل ارائه دهد. کاوشگری علمی بر سؤالاتی مثل «چه چیز؟» و طراحی مهندسی بر سؤالاتی مانند «چگونه می‌توان؟» تأکید دارد. در شیوه یادگیری مبتنی بر کاوشگری علمی، بیشتر کارها را دانش‌آموزان انجام می‌دهند، اما فرایند طراحی مهندسی به تخصص معلم بستگی دارد تا هم محتوا و هم مراحل لازم برای انجام تحقیقات مهندسی را هدایت کند (مهرمحمدی، اعظمی، ۱۳۹۹).

۳ – ۲ . تلفیق هنر با استم

غالباً آموزش استیم‌محور، به‌ویژه از نگاه دانش‌آموزان، بسیار کسل‌کننده، بیش از حد انتزاعی و بی‌ربط است. ادغام هنر، دانش‌آموزان را به فکر کردن و نوشتن وا می‌دارد و تحریک انگیزه‌های خلاقیت دانش‌آموزان می‌تواند فوراً هرگونه احساس نارضایتی را از بین ببرد و در تبدیل استم به استیم به‌طور ویژه‌ای مؤثر باشد . در ادامه نمونه‌هایی از ادغام هنر برای تحقق استیم معرفی شده است :

۳ – ۲ – ۱ . دفترچه‌های تعاملی

دفترچه تعاملی دفترچه‌ای است سیمی (برای به آسانی ورق زدن) که دو بخش صفحات راست و چپ دارد. دانش‌آموزان سنجه‌ای را که با آن سنجیده می‌شوند و فهرستی از مطالب را در صفحات اول می‌نویسند. صفحات راست یا ورودی شامل آن‌چیزی است که معلم به دانش‌آموزان منتقل می‌کند، نظیر محتوای آموزشی، جزوه کلاس درس، یادداشت دانش‌آموز از تدریس معلم و نتیجه بحث‌های گروهی. به‌طور کلی، همه محتوایی که برای ارزشیابی پایانی ضرورت دارد، در سمت راست دفتر تعاملی درج می‌شود و مرجع دانش‌آموزان است. مسئولیت صفحات سمت چپ (خروجی) دفتر بر عهده دانش‌آموز است. دانش‌آموز در صفحات سمت چپ برداشت خود را از درس و محتوایی که در سمت راست ارائه شده، به‌صورت خلاصه درس، نقشه مفهومی، رسم شکل و تصویرسازی، جدول، نمودار، طرح‌های گرافیکی و نقاشی ثبت می‌کند (نیازی و لیاقی مطلق، ۱۳۹۷). دانش‌آموزان شرح کاملی از پروژه‌های در حال انجام را در دفترچه‌های تعاملی می‌نویسند و با رسم شکل و تصویرسازی به‌نوعی تمرین ترسیم و طراحی می‌کنند.

۳ – ۲ – ۲ . روایت‌های تصویری

روایت تصویری راهی است برای «بیان داستان» یک آزمایش و ثبت نتایج حاصل از مجموعه‌ای از مراحل. دولبری (۲۰۱۰) خاطرنشان می‌کند، قصه‌گویی فعالیتی لذت‌بخش است. همچنین، به دانش‌آموزان کمک می‌کند جزئیات مهمی را که «دانش علمی آن‌ها را تقویت می‌کند، به‌خاطر بسپارند. این فن به یک اندازه برای دانش‌آموزان دوره ابتدایی و دانشجویان دانشگاه در دوره‌های دکترا مناسب است. در واقع، روایت تصویری در فرایند طراحی مهندسی به این معناست که دانش‌آموزان از مراحل پروژه خود عکس بگیرند و توضیحات هر مرحله را کنار تصویر بنویسند (مهرمحمدی، اعظمی، ۱۳۹۹). در این حالت، به جای اینکه دانش‌آموز سعی کند تمام جزئیات فرایندهای طولانی و پیچیده را به یاد آورد، هر لحظه را در حین وقوع ثبت کند. در پایان آزمایش، چاپ به ترتیب تصویر، فرصتی را برای دیدی کلی از کل پروژه، از ابتدا تا پایان آن، فراهم می‌کند. این دیدگاه همچنین جداسازی و تجزیه و تحلیل رویه‌ها و اثرات خاص را ممکن می‌کند. در این شیوه، دانش‌آموزان باید طریقه صحیح عکاسی کردن و رعایت اصول هنری را فرا گیرند که به نوعی تلفیق هنر با استیم است.

۳ – ۳ . رویکردهای آموزش استیم

۳ – ۳ – ۱ . تحقیق علمی و فرآیند طراحی مهندسی

به طور 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 طراحیشده شامل توصیف دقیق از یک تجربه یادگیری است که ممکن است به مدت ۱ روز یا چند روز مورد توجه باشد . تحقیق علمی به دنبال این است تا ضمن ارزیابی دانش آموزان در طی چرخه یادگیری، فرصت مداوم برای ساخت دانش ایجاد کند .

۳ – ۳- ۲ . یادگیری مبتنی بر مسئله

یادگیری مبتنی بر مسئله 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 شیوهای انجام می دهند که دانشمندان و مهندسان در گروههای مشترک همکاری می کنند تا مسائل را حل کنند و چالش ها را کشف کنند . 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 یادگیری مبتنی بر مسئله شامل موارد زیر هستند، اما محدود به افزایش دانش محتوای، تفکر مرتبه بالاتر، یادگیری خود راهبر و مهارتهای قرن بیست و یکم مانند همکاری، خلاقیت و تفکر انتقادی نیستند . (Bush, Cox, & Cook, 2016)

۳ – ۳ – ۳ . 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 محبوبترین رویکردهای آموزش استیم / استم است . طبق نظر توماس (۲۰۰۰) یادگیری مبتنی بر پروژه دانش آموزان را درگیر در طراحی، حل مسئله، تصمیم گیری یا فعالیتهای 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 .

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 . 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 می دهند .با رویکردی از این طبیعت، ساختن تنها روشی است که هنر در استیم آموخته می شود .درنتیجه، هنر فراتر از عملکرد خود به عنوان ابزاری / رسانهای برای استم در نظر گرفته نمی شود و یا بدتر اینکه، عملکرد آن کاملاً تزئینی است. (پورشافعی و همکاران ، ۱۴۰۰)

۳ – ۳ -۴ . 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 می یابد .به عنوان یک ارگانیسم زنده، قابلیتها می توانند 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 معنی دار ایجاد کنند .برای انجام این کار، همدلی پیشنیاز است .شکوفایی انسانها با به اشتراک گذاشتن ایده ها و همکاری در دستیابی به اهداف مشترک اتفاق می افتد، نه با احتکار خودخواهی از منابع و قدرت یا از بین بردن رقبا و مدلهای سنتی سازمانی می توانند همدلی را از طریق نیاز تولیدشده به رقابت مهار کنند .رهبری اجرایی نیز از فرماندهی و کنترل به همکاری تغییر می کند و یک سبک باز و مشارکتی، هنگامی که دانش و منابع مجاز به گردش آزادانه می شوند، مؤثرتر است .این نشان دهنده تغییر از رقابت و تسلط به مشارکت و همکاری است .

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 پرس وجو 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 .

۳ – ۳ – ۵ . روش طراحی توالی کره ای

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 کره ای استیم سه مؤلفه را برجسته می کند :

الف- طراحی خلاق،

ب) برخورد عاطفی

ج) همگرایی و ادغام محتوا

در ادامه هر یک از مؤلفه ها تشریح می شوند:

اینجا، طراحی خلاق به فرایندی فراگیر اشاره دارد که توسط آن یادگیرنده، خلاقیت، کارایی و یک احساس اقتصادی و زیبایی شناختی را برای یافتن راه حل بهینه برای یک مسئله نشان می دهد .این شامل مفهوم مهندسی است که به یک طراحی فن آوری و مهارت خلاق حل مسئله برای ارزشهای مشترک بشریت اشاره دارد .

پایان باز و همکاری ماهیت طراحی خلاق است .پایان باز رویکردهای خلاقانه دانش آموزان را تشویق می کند 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 می شود که چرخه مثبت یادگیری خودمحور را امکان پذیر میکند، درحالیکه دانش آموزان احساس علاقه، اعتمادبه نفس، رضایت فکری و احساس موفقیت را تجربه می کنند، زیرا در یادگیری انگیزه، اشتیاق، جریان و معنای شخصی پیدا می کنند .لمس عاطفی همچنین شامل ایجاد یک رابطه واضح و واقعی بین یادگیرنده و موضوع است، جایی که یادگیرنده موضوع را به عنوان یک هدف شخصی درک میکند .این برخورد احساسی به عناصری می پردازد که غالباً در آموزش مورد غفلت قرار می گیرند .

طراحی خلاقانه فرایندی است که توسط آن دانش آموزان (به عنوان یک فرد یا گروهی) تجربه حل موقعیتهای مشکل ساز را به روش خود – هدایت شده و خلاق تجربه می کنند .دانش آموزان از طریق تجربه حل مسئله خودمحور احساس موفقیت می کنند، درحالیکه داشتن یک تجربه احساسی که شجاعت و اعتمادبه نفس را در حل چالشهای آینده ایجاد می کند.

۳ – ۴ . نقش معلم در آموزش استیم

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

۳ – ۴ – ۱ . درک معلم

در اجرای درسهای استیم تلفیقی، تنها دو مقاله دربارۀ موضوع درک معلم وجود داشت. این یافته ها براساس نتایج چندین مطالعه انجام شده در عربستان سعودی است. معلمان عربستان سعودی درک کافی از تکنولوژی در استیم ندارند و ممکن است درک کافی از ماهیتّ 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.

۳ – ۴ – ۲ . 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 . معلمان استیم فوراً باید دانش عمیقی از محتوای علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات داشته باشند تا از اجرای موفقیتآمیز آن اطمینان حاصل کنند . بدون دانش استیم، اصلاحات آن کند خواهد شد .

۳ – ۵ . نکاتی برای تدریس بهتر استیم

تدریس به گونـه‌ای که موضوعات استیم را به‌طور معناداری با هم ادغام کند، با آموزش سنتی بسیار متفاوت است و گاهی اوقات می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. این نکات به‌عنوان راهنما به مدرسان کمک می‌کنند آمادگی لازم را برای شروع پیدا کنند:

-آموزش استیم به روش معتبر و فرارشته‌ای بسیار باز و پیچیده است. دانش‌آموزان وارد مسئله می‌شوند و با استفاده از راه‌های گوناگون به راه حلی خاص می‌رسند. چنین محیطی هیچ راهی برای پیش‌بینی سؤالی که دانش‌آموز می‌پرسد و یا زمینه‌ای محتوایی که ممکن است دانش‌آموز به آن دسترسی داشته باشد، یا مسیری که پرس‌وجو ممکن است در پیش بگیرد، وجود ندارد. این هرج و مرج باید پذیرفته شود و معلم باید منعطف باشد. پرورش جنبه‌های یادگیری مادام‌العمـر و کنجکاوی در دانش‌آمـوزان باید الگوی قرار گیرد.

-معلم باید در مورد ابزارها و منابعی که ممکن است برای دانش‌آموزان مفید باشند، فکر کند. سعی کنید منابع و مطالب گوناگون را تا آنجا که ممکن است در اختیار دانش‌آموزان قرار دهد. او برای درگیرکردن دانش‌آموزان در یادگیری معنادار نیازی به فناوری‌های گران‌قیمت یا مواد فانتزی ندارد. غالباً وسایل خانه و مواد و ابزارهای معمولی می‌توانند برای آموزش استیم به کار بیایند. همچنین، می‌توان با معلمان و متخصصانی که تخصص لازم و مرتبط با آموزش مورد نظر را دارند، همکاری کرد.

-این تغییر تدریس باید به آهستگی انجام شود. با برنامه‌ریزی و اجرای یک موضوع استیم یکپارچه، که ممکن است پرسشی یک‌روزه یا یک‌هفته‌ای باشد، می توان شروع کرد یا از یک مشکل فعلی که باید در جامعه حل شود، شروع کرد.

-سعی شود بر مفاهیم و شیوه‌های اصلی تمرکز گردد. تلاش برای وارد کردن استانداردهای عملکردی بیش از حد انتظارات، یا استانداردهایی که ممکن است سطحی بررسی شوند، می‌تواند به گنگی منجر شود. معلم باید به این بیندیشد که چه چیزی را می‌خواهد ارزیابی کند و اطمینان حاصل کند با استانداردها و نیز اهداف استیم مطابقت داشته باشد.

-هنجارها و انتظارات کلاس درس باید در نظر گرفته شوند. یادگیری استیم مبتنی بر مسئله ماهیتی بسیار مشارکتی دارد. همچنین، به پشتکار نیاز دارد، زیرا دانش‌آموزان را با چالش‌هایی روبه‌رو می‌کند که راه‌حل‌های پیشنهادی آن‌ها غالباً با شکست مواجه می‌شود. این مهم است که معلمان با ارائه ایده‌هایی در مورد چگونگی غلبه بر نقاط شکست و کار در محیط همکاری با همسالان، از کار دانش‌آموزان خود در چنین محیطی حمایت کنند. انجام ندادن این کار ممکن است مانعی بزرگ در تحقق آموزش استیم‌محور شود.

۴. نتیجه گیری

استم نوعی ترکیب تلفیقی است. با وجود این، آنچه STEM را از سایر ترکیبات تلفیقی متمایز می‌کند، جهت‌گیری آن برای درهم‌آمیزی هدفمند کار و آموزش است. به همین سبب، دو عنصر مهندسی و فناوری در کنار علوم و ریاضیات قرار گرفته‌اند تا کودکان و نوجوانان از مسیر مبانی و مفاهیم نظری به شگفتی‌ها و پیچیدگی‌های زندگی صنعتی که آنان را احاطه کرده است متصل شوند و این احساس در آن‌ها ایجاد شود که ریاضیات و علوم با زندگی روزانه‌شان آمیخته شده است. برنامه‌ریزان معتقدند، دانش‌آموزان با مطالعه‌ی درس‌های علوم و ریاضی در متن پروژه‌های مبتنی بر STEM درخواهند یافت، همان‌طور که در زندگی واقعی، از طریق مشاغل و محصولات، به‌صورت مداوم با علوم و ریاضی مرتبط هستند، لازم به نظر می‌رسد که در مدرسه نیز برای آمادگی ورود به حرفه‌ی دلخواه خود این ارتباط‌ها را بررسی، مطالعه و تمرین کنند تا بتوانند در آینده حرفه‌ای‌های موفق‌تری باشند. رویکرد استیم این امکان را برای مدرسان فراهم می‌کند که کلاس‌های خشک استیم‌محور را به فضایی پویا تبدیل کنند. آموزش استیم‌محور به همراه دو شیوه کاوشگری علمی و فرایند طراحی

مهندسی، فرصت‌های بی‌شماری را در اختیار یادگیرندگان قرار می‌دهد تا خلاقیت، حل مسئله، کارگروهی و کارآفرینی را تقویت کنند. اگر مدرسه بتواند نگرش افراد را نسبت به علم، فناوری، هنر، ریاضیات و فناوری تغییر دهد، می‌تواند به نهادی اجتماعی تبدیل شود که به واسطه آن‌ها رهبری و اقداماتی که برای بازسازی جامعه نیاز است، آغاز شود.

منابع

آموزش استم STEM چیست ؟ . (۱۴۰۱) . https://danaco.org/

بابایی ، مریم . (۱۴۰۰) . **کلاس داری با استیم** ، https://www.roshdmag.ir/fa/article/28394/

پورشافعی ، هادی ، رستمی نژاد ، محمدعلی ، محمدزاده ، مینا . (۱۴۰۰) . **رویکردهای آموزش استیم : مرور نظام مند** ، *فصلنامه آموزش پژوهی* ، دوره هفتم، شماره ۲۶

رضائی ، مریم ، امام جمعه ، محمدرضا ، احمدی ، غلامعلی ، عصاره ، علیرضا ، نیکنام ، زهرا . (۱۳۹۹) . **طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم(علوم، فناوری، مهندسی، ریاضی)در دوره ابتدایی کشور ایران** ، *فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران* ، سال ۱۵ ، شماره ۵۹ ، ۹۲ – ۶۳

سعیدنیا ، اکبر ، محمدی ، فیروز ، ایمان زاده ، علی ، تقی پور ،کیومرث . (۱۴۰۰) . **طراحی الگوی برنامه درسی مبتنی بر پروژه با تاکید بر STEM در دوره ابتدایی** ، *دو فصلنامهٔ نظریه و عمل در برنامهٔ درسی* ، سال ۹ ، شماره ۱۸ ، ۴۲۸ – ۳۹۷

کریم زاده ، عنایت ، آیتی ، محسن ، پورشافعی ، هادی . (۱۴۰۱) . م**شکلات اجرای آموزش تلفیقی STEM : مطالعه مروری نظاممند (سیستماتیک)** ، *فصلنامه علمی تخصّصی مطالعات بین رشته ای در آموزش* ، دوره اول ، شماره اول ، ۱۰۲ – ۸۵

مهرمحمدی، محمود. اعظمی، بهارک . (۱۳۹۹). **تعلیم‌وتربیت مبتنی بر STEAM** ، http://mehrmohammadi.ir/rics65/

نیازی، نازیلا. لیاقی مطلق، نرگس . (۱۳۹۷). **دفتر تعاملی**. رشد مدرسه فردا.
https://samanketab.roshdmag.ir/Roshdmag_content/media/article/

Bush, S. B., Cox, R., & Cook, K. L. (2016). ***A critical focus on the M in STEAM****. Teaching Children Mathematics, 23(2), 110-114.*

Carter, V.R. (2013). ***Defining Characteristics of an Integrated STEM Curriculum in K-12 Education****. Theses and Dissertations. 819.*

Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Walther, J., & Kellam, N. N. (2014). ***steam as social practice: Cultivating creativity in transdisciplinary spaces****. Art Education, 67(6), 12–19.*

Khine, M. S. (2019). steam education. Springer Berlin Heidelberg

Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (Eds.). (2011). ***STEAM Education: Theory and Practice****. Springer.*

Stroud, A., & Baines, L. (2011). ***Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in STEAM****. In STEAM Education (pp. 1-18). Springer, Cham*

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). ***STEM education: A project to identify the missing components****. Pittsburgh, PA: Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon.*