بررسی و تحلیل جایگاه رویکرد فرارشته‌ای STEM در برنامه آموزشی مدارس

مهدیه السادات میررحیمی*[۱]، پروین احمدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۹ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۲/۲۱

چکیده

انسان برای همگام شدن با محیط در حال تغییر باید به دنبال شیوه‌ها و رویه‌های جدید انتقال دانش و افزایش آگاهی و توسعه مهارت‌ها باشد. آموزش استم(STEM[۳]) در راستای بهبود توسعه و نوآوری دانش و مهارت یادگیرنده هدایت می‌شود. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل جایگاه رویکرد فرارشته‌ای استم در برنامه آموزشی مدارس بود. روش پژوهش"تحلیل مفهومی" است که ناظر بر فراهم آوردن تبیین روشن از معنای یک مفهوم به واسطه توضیح دقیق ارتباطات آن با سایر مفاهیم می‌باشد. رویکرد فرارشته‌ای استم یک برنامه‌درسی راهبردی در یادگیری است که موانع سنتی بین چهار رشته علمی را برطرف می‌کند و آن‌ها را با تجارب یادگیری موشکافانه، مرتبط و مبتنی بر دنیای واقعی تلفیق می‌کند. با توجه به یافته‌های پژوهش، می‌توان این چنین بیان داشت که چشم‌انداز و برنامه رویکرد فرارشته‌ای استم نشان دهنده این است که به چه شیوه‌ای چهارچوب استم تنظیم می‌شود، چه عملکرد و آموزش‌هایی را ارتقا خواهد داد، چطور از معلم‌ها انتظار می رود که با یکدیگر مشارکت و کار کنند تا برنامه تحصیلی خود را برنامه‌ریزی کنند، چطور معلمان برای یادگیری پشتیبانی می‌شوند تا بتوانند برنامه‌های آموزشی خود را با ارتباطات، جامعه و صنعت پوشش دهند. نتیجه این پژوهش نشان داد که رویکرد جامع از آموزش استم می‌تواند با حمایت و پوشش عناصر درگیر، یک آموزش مداوم و اثر بخش از استم را در مدارس حاکم کند اما دستیابی به آن مستلزم برنامه ریزی دقیق و هم یاری عوامل آموزش است. در همین راستا باید ترویج فرهنگ خرد جمعی در تدارک برنامه‌های آموزشی برای معلمان و توجه به ذهنیت معلمان و متغیرهای برونزا در آموزش به صورت ویژ مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آموزشاستم، تلفیق، مهارت، رویکرد فرارشته‌ای

۱. دکتری برنامه‌ریزی درسی، گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران. m.mirrahimi@alzahra.ac.ir کد پستی ۸۹۱۶۹۸۵۹۹۵

۲. دانشیار گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران، Pahmadi@alzahra.ac.ir، کد پستی ۱۹۹۳۸۹۳۹۷۳

۳ . واژه STEM مخفف کلمات علم(Science)، فناوری (Technology)، مهندسی(Engenring)، ریاضی(Mathematics) است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مقدمه و بیان مسئله

در سال‌های اخیر، نه تنها مدرسان، بلکه رهبران سیاسی، مدنی و صنعت نیز بر تأکید بیشتر بر ادغام رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در مدارس تأکید کرده‌اند. چالش‌هایی که جهان امروز با آن روبرو است خواستار جامعه‌ای جهانی چند رشته‌ای است که برای حل آنها نیاز به یکپارچه سازی مفاهیم استم می‌باشد(وانگ، مور، روئریگ و پارک، ۲۰۱۱). از این رو، آموزش و آماده سازی نیروی کار متنوع با سواد استم و توانایی درک دنیای فناوری ضروری است(مرچنت و خان بیلوردی،۲۰۱۱) به طوری که استفاده از فناوری می‌تواند دستورالعمل‌های روشن و کاربردی برای یادگیری سودمند در محیط‌های یادگیری ایجاد نماید(محمدحسنی،۱۳۹۹).

دامنه و ماهیت تمام حوزه های انضباطی شغلی و آموزشی زمینه‌ای را برای ادغام موضوع استم با هدف ارائه برنامه‌های درسی استم محور به همه دانش‌آموزان و همچنین آماده سازی آنها برای دنیای کار فراهم می‌کند. اصطلاح استم برای نشان دادن و تأکید بر نقاط اتصال و هم‌پوشانی بین علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات به کار می‌رود و در راستای تفکر و مهارت درست اندیشیدن(محمودی و همکاران،۱۳۹۹) و پرورش نیروی کار باسواد استم تاکید دارد. دلیل گسترش آموزش استم، استفاده مداوم این واژه توسط رهبران کسب و کار بخش خصوصی و حمایت از افزایش رشد مهارت‌ها در تمام زمینه‌های استم برای اطمینان از تربیت نیروی کار رقابت‌پذیر در قرن بیست و یکم می‌باشد. از طرفی دولت آمریکا یکی از راه‌های اصلاح آموزش عمومی و بالا بردن عملکرد دانش‌آموزان در زمینه موضوعات مهم را در توجه به آموزش استم یافته است(کارتر،۲۰۱۳). از نظر موریسون، استم یک فرارشته[4] به معنی خلق یک رشته براساس تلفیق دانش‌های رشته‌های دیگر به یک کلِّ جدید به جای تکه‌ها و قطعات جداگانه است و یک رویکرد بین رشته‌ای محسوب می‌شود و هدف از این یکپارچه‌سازی حذف موانع سنتی بین چهار دیسیپلین استم است(موریسون، ۲۰۰۶). در مورد تکامل آموزش استم (داجر،۲۰۱۰) هر کدام از چهار دیسیپلین استم را در ارتباط با یکدیگر تعریف می‌کند و سپس چهار رویکرد گسترده در آموزش استم را ارائه می‌دهد که(ماسونی،۲۰۱۵) آنها را به این ترتیب نامگذاری کرده است:

4. Meta Discipline

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۱)سیلو شده[5] (ایزوله شـده): رویکرد سیلو شده یا ایزوله شده از استم برای تأکید مجدد چهار دیسـیپلین در برنامـه درسی کلی بدون تلاش برای تلفیق و ادغام آنها است.

۲)وزنی[6] : رویکرد وزنی در واقع به یک یا دو دیسیپلین، وزن آموزشی بیشتری می‌دهد و بر آنها تأکید بیشتری می‌کند که به نظر داجـر ایـن رویکرد در مدارس عملاً اجرا می‌شود.

۳) چند رشته‌ای متقاطع[7]: رویکرد چند رشته‌ای متقاطع، یکی از رشته‌هـا مثل مهندسی به عنوان لنزی برای آموزش دیسیپلین‌های دیگر اسـتفاده مـی‌شـود و از طریـق رشته انتخابی به عنوان لنز به دیگر رشته‌ها نگریسته می‌شود. به عنوان مثال رباتیک به عنـوان یک دیسیپلین مهندسی در نظر گرفته می‌شود و برای آموزش آن ممکـن اسـت جبـر خطـی، زیست شناسی، فیزیک مکانیک و فرآیندهای تولید (فناوری) مورد استفاده قـرار گیـرد.

۴) تلفیقی[8] : در نهایت داجر از رویکرد تلفیقی (یکپارچه شده)، آمـوزش استم بـرای ارتبـاط دادن و شـبکه کردن چهار دیسیپلین برای ارائه یک موضوع به طور کامل و جامع که در واقع کلـی فراتـر از مجموعه قطعات و اجزا است، نام می‌برد.

به این منظور، ادغام مفاهیم استم در برنامه درسی باید بر اساس یک چارچوب مفهومی منسجم باشد که به معلمان و دانش‌آموزان کمک کند تا بتوانند بین رشته‌ها ارتباط برقرار کنند و نقاط اتصال و همپوشانی بین رشته‌های استم را بشناسند و یک تأمل گشتالتی بر آن داشته باشند(آسوندا، ۲۰۱۴). لیکن ویژگی‌های برنامه ریزی درسی در سال‌های اخیر تأکید بر استفاده از زمینه‌ها و برنامه‌های کاربردی به عنوان یک روش برای توسعهٔ درک علوم متنوع بوده است(عصاره و همکاران،۱۳۹۴). زیراکه دانش‌آموزان تقریبا یک سوم زندگی‌شان را در مدارس می‌گذرانند و شخصیت‌شان که تغییر آن در آینده بسیار مشکل است در این دوران شکل می‌گیرد. سازگاری آن‌ها با جامعه و محیط در آینده بستگی خیلی زیاد به کیفیت و توانایی‌های شخصیتی آن‌ها دارد، که مربوط به محتوای علمی ارائه شده در مدرسه می‌باشد(قسامی و یوسفی،۱۳۹۹).

5. Siloed
6. Weighted
7. Cross-Disciplinary
8. Integrated

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

استم روشی آموزشی است که علوم، مهندسی، فناوری و ریاضیات را با هم ادغام کرده و این حوزه‌های علمی را با در نظر گرفتن ارتباطات بین آنها در برنامه آموزشی خود می‌گنجاند. نوآوری یا خلاقیت زمانی اتفاق می‌افتد که افراد توانایی ترکیب تفکر همگرا و واگرای خود را داشته باشند، تا سرسختانه به سمت هدف خاص خود حرکت کنند، همچنین افراد باید دانش و تجربه در حوزه‌های متعددی داشته باشند، تا از قرار گرفتن در یک مسئله یا موقعیت جدید یا شرایط غیر قابل پیش بینی دچار سردرگمی نشده و واقع گرا باشند. به تبع تغییراتی که در سبک زندگی انسان‌ها در جهانِ دائماً در حال تحول امروز به وجود آمده، تغییر الگوهای آموزشی نوجوانان نیز امری انکارناپذیر است. این تغییرات، یادگیری مهارت‌ها را بر نوجوانان تحمیل می‌کند. در تحقیقی که از سوی شورای تحقیقات ملی امریکا در سال ۲۰۰۸ میلادی منتشر شد، این مهارت‌ها در ۵ عنوان اصلی مشخص شده اند که عبارتنداز:

۱- سازگاری(تطبیق پذیری)

۲- مهارت های ارتباطی اجتماعی پیشرفته

۳- حل مسأله های غیرمعمولی

۴- خودمدیریتی(پیشرفتِ خود)

۵- تفکر سیستمی

مهارت‌ها ذکر شده به عنوان مهارت‌های اصلی قرن ۲۱بیان می‌شود که افراد برای حضور و فعالیت مفید در جوامع امروز، بایستی آنها را فراگرفته و به کار ببندند(کافیان صفری، ۱۳۹۵).

دستور کار استم از این باور ناشی می‌شود که مهارت‌های استم برای نوآوری و توسعه در اقتصاد ضروری و حیاتی هستند. همچنین در صنعت، آموزش و تحقیقات تاثیر می‌گذارند. یک مفهوم‌سازی از آموزش اغلب از طریق این محرک در جهت آماده سازی دانش‌آموزان برای آینده‌ای که تحت سلطه رشته‌های پایه قرار دارند، ترویج می‌شود که در آن سه چهارم مشاغل به مهارت‌ها و توانایی‌های پایه نیاز دارند(دفتر دانشمند ارشد،۲۰۱۴و۲۰۱۶). با توجه به اینکه هدف از این نوع آموزش، افزایش انگیزه و مشارکت دانش‌آموزان، بهبود عملکرد و کیفیت تدریس معلمان، حمایت از نظام‌های آموزشی، ایجاد مشارکت بین اقتصاد، صنعت و اجتماع می‌باشد. همچنین مهم است که معلمان برای اطمینان از اجرای موفقیت آمیز آن باید دانش عمیقی از محتـوای استم(علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) داشته باشند؛ زیرا هرگونه تغییر در برنامه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

درسی نه تنها بر تدریس معلم بلکه بر پیشرفت دانش‌آموزان نیز تأثیر میگذارد. بنابراین چالش اصلی معلمان در این نوع آموزش تدوین و اجرای یک برنامه‌درسی معتبر و منسجم است. لیکن چشم انداز استم باید به یک برنامه‌درسی تبدیل شود که با توجه به آن آموزش استم، به طور موثر و دائمی در مدارس گنجانده و آموزش داده شود. مع‌هذا چیزی که مورد نیاز است، یک چشم اندازی جامع، فراگیر و میان رشته‌ای می‌باشد که بتواند نیازهای آموزشی را برآورد، سازد. هاویس(۲۰۰۹)، شوریچ و هاگنز(۲۰۰۹) و لابوی-راش(۲۰۱۱)، یادگیری مبتنی بر پروژه را به عنوان پایه ادغام استم در برنامه درسی پیشنهاد می‌کنند. شوریچ و هاگنز(۲۰۰۹) استدلال کردند که یادگیری مبتنی بر پروژه، به معلمان کمک می‌کند تا "ابزار کلاس قدرتمند، کاربردی، قابل اجرا، مناسب، برای تحقق عدالت و تعالی" توسعه دهند و به طور چشم‌گیری باعث بهبود یادگیری شوند. تعریف مشترک از آموزش استم به همکاری معلمان علوم، ریاضیات و فن آوری، که در کنار هم برای کشف و اجرای گزینه‌های تلفیقی برای آموزش استم کار می‌کنند، اشاره دارد(خدمات تحقیقاتی کنگره، ۲۰۱۲؛ شورای تحقیقات ملی، ۲۰۱۱).

مدرسان استم تلاش می‌کنند تا با استفاده از راهکارهای مختلف، رویکردهای یکپارچه‌سازی را نیز به کار گیرند. زیرا که رویکردهای یکپارچه زمینه یادگیری غنی را فراهم و یادگیری و علاقه دانش‌آموزان را بهبود می‌بخشد(بکر و پارک، ۲۰۱۱). استم به مثابه یک برنامهٔ درسی، جایگزینی برای استانداردهای موجود، یا راه حلی سریع برای مشکلات آموزشی نیست، بلکه راهبردی در یادگیری است که موانع سنتی مجزاکنندهٔ این چهار رشتهٔ علمی را برطرف می‌کند و آنها را با تجارب یادگیری موشکافانه، مرتبط و مبتنی بر دنیای واقعی تلفیق می‌کند(جوادی، ۱۳۹۵). بنابراین هنگامی که استم به عنوان یک روش مفید در آموزش مطرح شد، دانشمندان و مهندسان در ساختن مدل‌ها و برقراری ارتباط درک مفهومی از طریق نمودارها، طرح‌ها، جداول و سایر حالت‌های نمایشی خواستار گسترش این روش شدند و حوزه هنر را نیز ادغام و اصطلاح استیم(STEAM[9]) به‌وجود آمد. بنابراین در آموزش استم، جایگاه هنر دارای اهمیت است(خین و اریپاتمنیل ، ۲۰۱۹) که نشان دهنده جامعیت این آموزش و انعطاف پذیری در آن می‌باشد. از سویی هر محیطی نیازمند روش آموزشی خود است و محیط آموزشی استم نیز مستثنی از این قاعده نیست، لیکن مهم ترین ویژگی‌های آن، یادگیرنده محور بودن(سینگر و اسمیت،۲۰۱۳؛ پلچ و مک کانل، ۲۰۱۶) و توجه به سبک‌های یادگیری تجربی، مشارکتی و فردی(کوتس و کلی و

9. Science, Technology, Engenring, Art, Mathematics

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

نیلور،۲۰۱۶) می‌باشد. نتیجه تناسب سازی آموزش با چنین محیطی منجر به بهبود یادگیری(سینگر و اسمیت،۲۰۱۳؛ کوبر، ۲۰۱۵؛ هندلزون و همکاران، ۲۰۰۴؛ فریمن، ۲۰۱۴) و توسعه حرفه‌ای(ادی و هوگان، ۲۰۱۴) دانش‌آموزان می‌گردد. مسئله مهمی که وجود دارد، علیرغم تأکید و تلاش‌های بسیاری برای انتشار و آموزش استم و تأثیر رویکردهای تلفیقی بین مباحث استم بر درک و تأمل دانش‌آموزان از مفاهیم و مسائل مختلف(ونیویل، والاس، رنی و مالون، ۲۰۰۰؛ پنگ و گود،۲۰۰۰؛ جودسون و ساوادا، ۲۰۰۰؛ هارلی،۲۰۰۱؛ بکر و پارک،۲۰۱۱) اما در مرحله اجرا و آموزش اقدامی جدی و مناسب برای آموزش مبتنی بر رویکرد استم صورت نگرفته است. بنابراین کمبود فارغ‌التحصیلانی که بتوانند درک یکپارچه‌ای از علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای حل مشکلات داشته باشند، در عصر کنونی برجسته است. از سوی دیگر یکی از الزامات آموزشی تمرکز بر درک محیط یادگیری، عوامل فرهنگی و اجتماعی(باکبیولاتووا و همکاران، ۲۰۱۶) از سوی معلمان است که عدم انگیزه کافی، آموزش‌های محدود در توسعه حرفه‌ای، فقدان زمان و نبود نظارت‌های بالینی در محیط آموزشی موانع پذیرش مدرسان از این نوع آموزش می‌باشد(فرودر ، ۲۰۱۰؛ دنسی و هندرسون ، ۲۰۱۰؛ وایمن و همکاران،۲۰۱۰).

توسعه حرفه‌ای معلمان به عنوان راهکار مناسب برای این تغییرات سازنده توصیه می‌شود تا از طریق آموزش‌های مناسب و تغییر در شیوه‌های آموزشی و پژوهشی موجود، استدلال علمی، روش‌های حل مسأله مبتنی بر شواهد، ارتباطات معنایی و محتوایی رشته‌ها را در بافت یادگیری دانش آموزان پیوند زنند (سیت هولیند و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین با توجه به ماهیت استم باید بر رویکردهای نوآورانه‌ای که منجر بر بهبود یادگیری و آموزش می‌شود، تأکید داشت. آموزش و کارآموزی در حوزه‌های علمی استم تأکید زیادی بر تفکر انتقادی، خلاق و درک روابط میان چهار رشته به وسیله حمایت‌های فنی و علمی آموزشی دارد(سیکمان و کوربل،۲۰۱۶). برنامه‌های توسعه حرفه‌ای شامل فرایندهایی است که از توسعه دانش، مهارت‌ها، ارزش‌ها و نگرش‌های حرفه‌ای حمایت می‌کنند(کاهرامن و کوزو، ۲۰۱۶). چنین برنامه‌هایی در حوزه استم می‌بایست بلندمدت و پیگیرانه(پلچ و مک کانل،۲۰۱۶) فرصت‌هایی برای بازخورد و نظارت اجراکنندگان(پنوئل و همکاران،۲۰۰۷) توجه به اشتراکات زمینه‌ای و فعال محور(دونزو ، ۲۰۱۳) مبتنی بر نوآوری‌های آموزشی(تراویس و استینز،۲۰۱۵) ترویج یادگیری های مسأله محور، تفکر منطقی و انتقادی(زنج،۲۰۱۳) باشد. با توجه به مطالب ذکر شده و توجه به اهمیت رویکرد فرارشته‌ای استم در آموزش عصر کنونی، هدف این مطالعه بیان یک دیدگاه جامع، چندوجهی و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

منسجم است که چالش پیچیده و آماده‌سازی شهروندان قرن بیست و یکم را در محدوده یک سیستم آموزشی سنتی و برنامه‌درسی مشخص ناکارآمد بیان کرده و با کندوکاو در آموزش استم، اهمیت توجه و تقویت عناصر مؤثر در اجرای برنامه آموزشی استم در مدارس را توضیح و توصیف نموده و به تحلیل جایگاه آن پرداخته است.

روش پژوهش

در این پژوهش از روش "تحلیل مفهومی[۱۰]" بهره گرفته شده است. این روش، تحلیلی است که ما به واسطهٔ آن به فهم معتبر از معنای عادی یک مفهوم یا مجموعه ای از مفاهیم مرتبط دست می‌یابیم. تحلیل مفهومی ناظر بر فراهم آوردن تبیین صریح و روشن از معنای یک مفهوم به واسطهٔ توضیح دقیق ارتباط‌های آن با سایر مفاهیم و نقش آن در اعمال اجتماعی است. تحلیل مفهومی تلاشی در جهت تغییر مفاهیم ما نیست، بلکه کوششی برای فهم آنها می‌باشد(کومبز و دنیلز،۱۳۸۸). بنابراین، تحلیل مفهومی تعیین می‌کند چه روابطی و تفاسیری بین مفهوم مورد نظر و مفاهیم دیگر مورد بررســـی قرار گیرند. در این راستا، در پژوهش حاضر توصیف و فهم، چشم اندازی از آموزش استم در مدارس و عناصر مرتبط آن کاوشی در راستای تبیین روشنی از رویکرد فرارشته‌ای استم و بررسی جایگاه این رویکرد در مدارس در نتیجه گشودن چالش‌های یادگیری و درک دانش غنی در حرکت به سوی پرورش نیروی انسانی توانمند در جامعه امروزی است.

ظهور آموزش استم (STEM)

در دهه گذشته جهان با انفجاری از سیاست‌ها، برنامه‌ها و دستورالعمل‌هایی مربوط به آموزش استم همراه بوده‌است. این حرکت تا حد زیادی ناشی از یک ضرورت کسب وکار است(بای بی، ۲۰۱۳) و مبتنی بر نگرانی‌هایی است که نیروی کار در حال ظهور آماده‌گی مقابله با چالش‌های آینده را داشته باشند. در جهان ایجاد تغییراتی در اشتغال و سبک زندگی ناشی از انقلاب دیجیتال و انقلاب صنعتی سوم آغاز شده‌است. رشته‌های علوم، فن‌آوری، مهندسی و ریاضی به عنوان پایه آموزش بیان می‌شوند. با توجه به رقابت‌های جهانی این تلفیق و تغییر در آموزش برای پرورش نسل کارآمد در آینده ضروری است(دفتر دانشمند ارشد،۲۰۱۶). دستور کار استم در مورد رشد و افزایش مهارت‌ها است. با توجه به بحران منابع انسانی و استفاده خیلی کم افراد از استعدادهایشان و کاهش مهارت‌های لازم و پایه نیروی کار آتی، نشان دهنده این است که،

10. Conceptual nalysis

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

"مهارت‌های نرم" مانند ارتباطات،کارگروهی، تفکر انتقادی، خلاقیت و حل مساله به اندازه کافی در مدارس تدریس نمی‌شود. از آنجا که خلاقیت، حل مسئله و مهارت‌های کارآفرینی برای شرکت در اقتصاد در حال ظهور مهم و ضروری است. آموزش استم علاوه بر ارائه دانش موضوعات اصلی از توسعه و گسترش مهارت‌های مشارکتی، تفکر انتقادی، خلاقیت و حل مساله نیز حمایت و پشتیبانی می‌کند. هدف از این راهبرد، "سوادآموزی استم"، "توانمند شدن جوانان در استم" و "آماده‌سازی و توسعه سطوح جدید استم" می‌باشد(دولت استرالیا،۲۰۱۵). یکی از عوامل مهم در محیط یادگیری، معلمان هستند که در محیط یادگیری درگیر علوم مختلفی چون علم (S) فن‌آوری دیجیتال(T)، مهندسی(E) و ریاضیات(M) می‌شوند. در حوزه های علمی استم شیوه‌های آموزش سنتی و موضوعی کنار زده می‌شود و روندی تلفیقی به خود می‌گیرد و از طریق تبادل میان رشته‌ای، متصل[11] و یکپارچه[12] ارتباطات معنایی بین رشته‌های گوناگون آشکار می‌گردد(سیکمان و کوربل، ۲۰۱۶).

آموزش فرارشته‌ای استم گونه‌ای از تلفیق است که به دلیل ارتباط آن با یادگیری پروژه محور و مسئله محور بیشترین توصیف را در ادبیات پژوهش به خود اختصاص داده است. همچنین، دستیابی به آن بسیار دشوار و مستلزم برنامه‌ریزی دقیق، هم‌یاری، مشارکت و اختصاص وقت کافی در کلاس برای اجرا است. آموزش استم یادگیرنده را به عنوان فردی حرفه‌ای با چالش بسیار مواجه خواهد ساخت. در برنامه‌های یادگیری که تلفیق شده، دانش‌آموزان مسیری را پشت سر می‌گذارند که بر محتوا و مهارت‌هایی که با یک شغل مرتبط‌اند، متمرکز شوند(جوادی، ۱۳۹۵). مسیری که به طرز درستی طراحی شده باشد، چیزی فراتر از زنجیره‌ای متناسب و مرتبط از یک شغل و چند درس فنی است. این گذرگاه همچنین شامل درس‌های نظری اصلی به صورت کامل، خلق فرصت‌های یادگیری مبتنی بر کار و نیز ارائهٔ خدمات حمایتی است. یادگیری تلفیق شده ایده‌ای قدیمی است که شکل اجرایی جدیدی پیدا کرده است. یک قرن قبل جان دیویی از یادگیری از طریق مشاغل حمایت کرد. مدارس مرتبط با یک شغل و نظام‌های اجتماعی کوچک یادگیری که بر صنایع تمرکز و مبتنی بودند، بخشی از چشم انداز آموزش تلفیقی را رقم می‌زنند. اما این نوع آموزش محصول نوآوری تعداد معدودی از معلمان و مدیران دور اندیش بود. اگرچه یادگیری تلفیق شده به طور انحصاری سبب پیشبرد یادگیری استم نمی‌شود، اما

11. interconnected
12. integrative

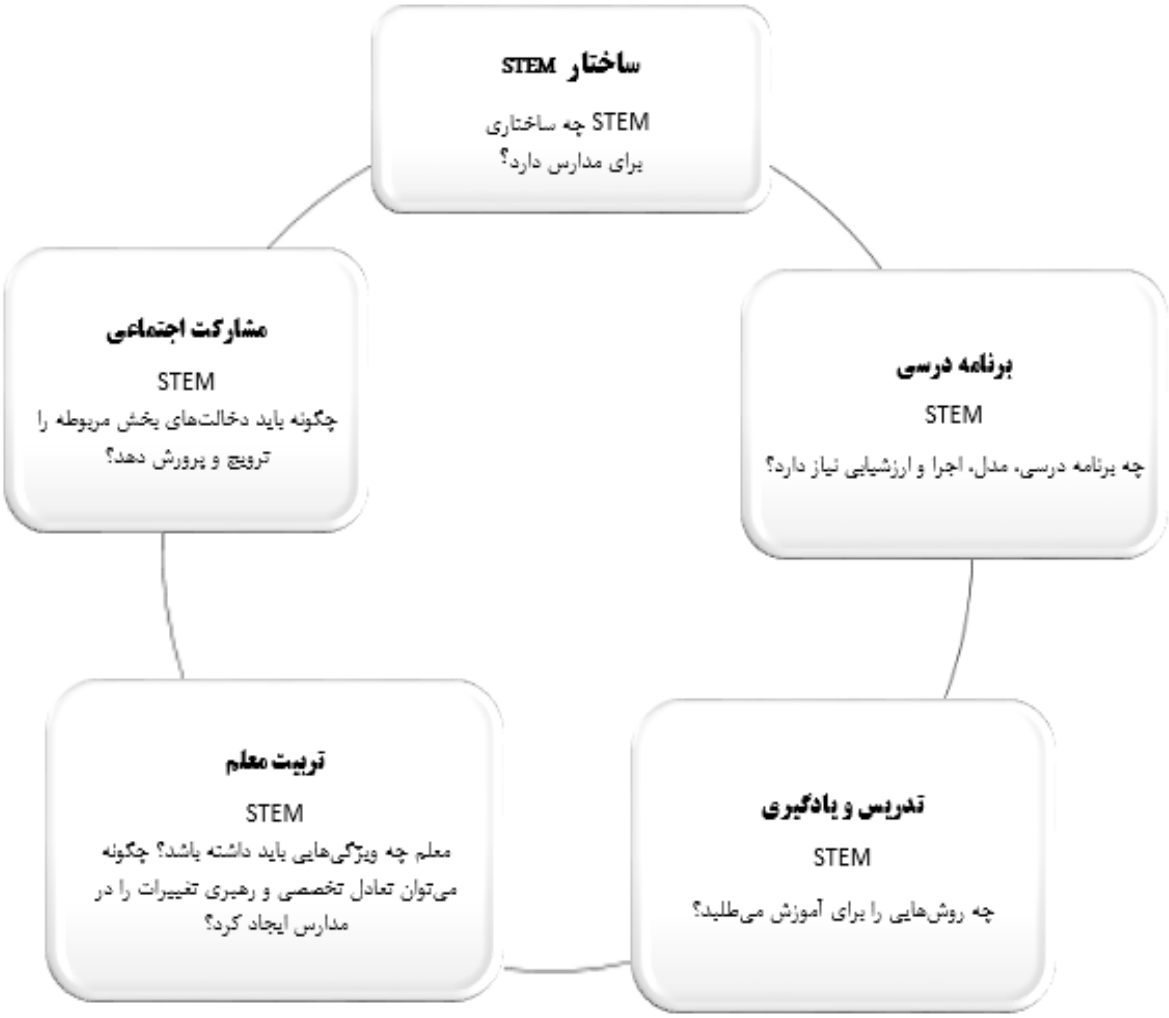
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

گذرگاه‌هایی را در بسیاری از حوزه‌های مرتبط با استم از جمله در معماری، صنایع ساختمانی، مهندسی، کشاورزی و منابع طبیعی، زیست پزشکی، تولید صنعتی پیشرفته، علوم بهداشتی، هنرهای رسانه‌ای دیجیتالی، حرفه‌های مربوط به سلامت و فناوری اطلاعات شامل می‌شود(جوادی، ۱۳۹۵). تدوین چنین برنامه‌های موقعیت محور و کاربردی می‌تواند زمینه‌هایی را برای توسعه حرفه‌ای معلمان از قبیل دانش، عقاید، انگیزه‌ها و مهارت‌های خودتنظیمی تعریف نماید(ریشتر و همکاران،۲۰۱۱). با توجه به ماهیت برنامه‌های درسی به عنوان قلب تپنده برنامه‌های آموزشی در برنامه توسعه حرفه‌ای مدرسان تدوین چارچوبی برای تدارک موقعیت‌های یادگیری متنوع در نزد اساتید این رشته‌ها می‌تواند زمینه را برای تعمیق یادگیری پایدار و مادام‌العمر فراهم آورد.

چشم انداز استم(STEM) برای معلمان و مدارس

در جریان یادگیری دو عامل اصلی یعنی دانش‌آموز و معلم وجود دارد؛ البته بدیهی است که وظیفه معلم تنها تدریس نیست؛ بلکه تدارک شرایطی است که طی آن دانش‌آموز خود به آموختن اقدام کند و حاصل فعالیت وی به یادگیری منتهی شود؛ برای فراهم آوردن شرایط مناسب یادگیری، معلمانی که یکی از عناصر اصلی فرایند یادگیری و یاددهی هستند و مسئولیتی عمده را در قبال یادگیری دانش آموزان به عهده دارند، می‌توانند با نحوه تدریس خود، یادگیرنده را به یادگیری بالاتر و عمیق تر برسانند(کاویانی، ۱۳۹۶). این برنامه طولی درگیر نیازهای توسعه حرفه‌ای معلمان و تربیت معلم شایسته است. به منظور تحکیم اهداف و فعالیت‌های برنامه استم، نیاز به بیان یک دیدگاه جامع از رشته‌های پایه، چندجانبه و منسجم است. لیکن استم درکی عمیق‌تر از آموزش ایجاد می‌کند، اینکه چگونه می‌تواند به طور موثر در مدارس اجرا شود و چگونه معلمان این نوع آموزش باید تربیت و حمایت شوند. چارچوب دیدگاه استم با تعداد عناصر مرتبط ارائه و براساس بازخورد اصلاح می‌شود که در شکل(۱) نشان‌داده شده‌است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل۱: چشم اندازی از استم (جورجنسن ولارکین، ۲۰۱۸)

چارچوب دیدگاه استم معلمان را قادر می‌سازد تا به طور جدی و عمیق درگیر روش‌های استم و ارزیابی روش‌هایی که با استم هماهنگ است، شوند و در راستای اهداف و تأمین آنها قدم بردارند، همچنین پیوندهای معنی‌دار با صنعت و جامعه ایجاد کنند که فرصتی برای خلق ایده و نوآوری برای دانش‌آموزان فراهم شود. دیدگاه چندجانبه برای آموزش استم ، عناصر زیر شامل می‌شود:

۱- ساختاراستم: آموزش‌استم شامل رشته‌های مختلف علمی است.

۲- آموزش و یادگیری : مجموعه ای مشترک از شیوه‌های استم زیر بنای برنامه ریزی و آموزش است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۳- برنامه‌درسی: برنامه درسی به صورت محلی با استفاده مدل ادغام، ارزیابی‌های متعدد و همکاری معلم طراحی و توسعه یافته است.

۴- تربیت معلم: برنامه یادگیری حرفه‌ای باید فشرده و دائما به روز رسانی شود و توسط یک شبکه گسترده معلم پشتیبانی شود.

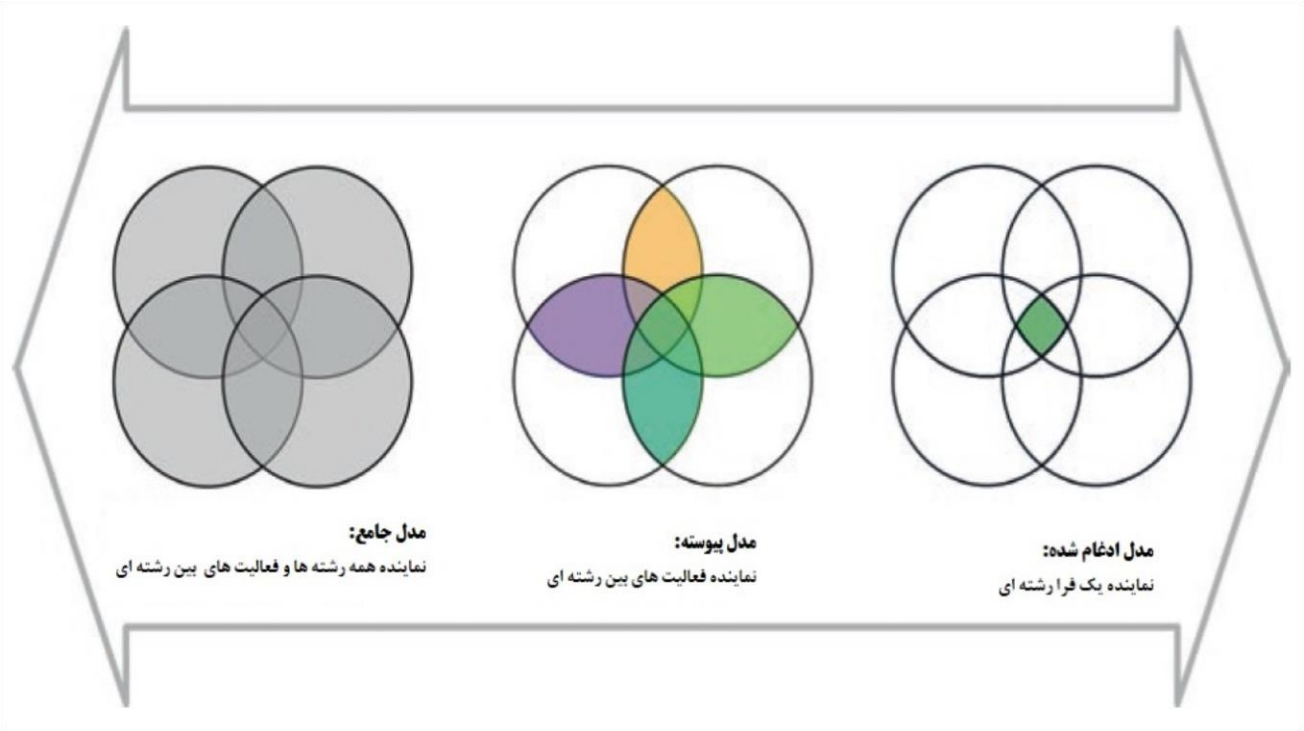
۵- تعامل جامعه – صنعت: جامعه و صنعت برای حمایت و فراهم کردن زمینه‌های غنی، سازنده و اصالت برنامه‌های آموزشی متعهد هستند.

پنج عنصر استم، در ذیل کامل توضیح داده شده است که بر روی روش، آموزش و تفسیر در مورد آموزش استم ترسیم می‌شوند(جورجنسن ولارکین، ۲۰۱۸).

ساختار استم(STEM)

استم به دنبال ادغام رشته‌های پایه در مسائل دنیای واقعی به عنوان روشی برای جذب دانش‌آموزان در حل مسئله و استدلال و مشارکت می‌باشد (بای بی،۲۰۱۵؛ واسکوز،۲۰۱۵). همچنین به مثابه برنامه‌درسی با ارائه مشکلات دنیای واقعی که نیازمند راه‌حل‌ها از چهار رشته می باشد. شکل زیر نشان‌دهنده یک مقیاس از مدل‌های مختلف برای چگونگی قاب گرفتن استم برای آموزش است. استم را می‌توان به عنوان یک فرارشته نشان داد که تنها با همپوشانی میان رشته‌ها(مدل ادغام) مربوط می‌شود و به مهارت‌های کلی یا "نرم" اشاره دارد که در هر چهار رشته مشترک هستند. از طرف دیگر، در میان ارتباطات و شیوه‌های فردی هر یک از دیسیپلین‌ها (مدل جامع)، به رسمیت شناخته شده است، لازم به ذکر است که یادگیری علوم و ریاضیات می‌تواند به طور مشابه شیوه‌های گفتمانی از استم را نمایندگی کند. در وسط، استم تنها مربوط به زمانی است که رشته‌ها با هم کار می‌کنند، چارچوب‌بندی می‌شود، در نتیجه عملکرد رشته‌های فردی (مدل‌پیوسته) را حذف می‌کند. به منظور جامع بودن روش‌استم به عنوان ارتباط با ریاضیات، علوم، مهندسی و حوزه‌های یادگیری فن‌آوری دیجیتال در برنامه‌درسی می‌توان گفت، روشی برای پل زدن بین این رشته‌ها ارائه شده‌است. در این مدل از معلمان باید تا همکاری لازم جهت ایجاد یک مدرسه با محوریت آموزش استم انجام دهند و در نظر بگیرند چه فرایندها و مکانیسم‌هایی برای ترویج و حفظ ساختار استم مورد نیاز است(بای بی،۲۰۱۵). این ساختار استم برای این که چگونه معلمان به بخش‌های دیگر چارچوب واکنش نشان دهند، مفاهیم ضمنی دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل۲: مدل های مختلف استم در آموزش(جورجنسن ولارکین،۲۰۱۸)

تدریس و یادگیری

فعالیت‌های استم با رویه‌های دیسیپلینی قابل شناسایی در سراسر این چهار حوزه مرتبط هستند. استم می‌تواند با وظایف یادگیری و برنامه‌ریزی برنامه آموزشی در رابطه با استم، برای توجیه و هدایت نوآوری و یا ارائه خدمات جایگزین برای ارزیابی، همسو باشد. یک مدرسه باید یک دیدگاه روشن برای این که چه شیوه‌های به برنامه‌های استم ارتقا خواهند یافت، داشته باشد. همچنین روش‌های استم باید با آموزش مورد استفاده با توجه خاص به شیوه‌های استدلالی، صحبت کردن، نوشتن و کارایی مربوط به آن همسو باشند. پژوهش‌های ارائه شده، در علوم و ریاضیات برای مشارکت دانش آموزان در یادگیری فعال و بهبود نتایج یادگیری باید طراحی و تدریس شود. رویکرد برنامه‌درسی مربوط به استم دانش را با روش‌های مبتنی بر دانش علوم و ریاضیات تطبیق می‌دهند. برخی از پداگوژی های مرتبط با آموزش استم در زیر بیان شده است:

تحقیق از طریق الگوه ها: این رویکردها برنامه‌های درسی استم مدرسه را با آگاهی از ساخت دانش و ریاضیات ترسیم می‌کند و نمونه‌ی استفاده از گفتمان، ابزارهای بازنمایی و مصنوعی، مانند نقاشی و مدل سازی ، انیمیشن ها و طیف وسیعی از ابزارهای دیجیتال را نشان می‌دهد(بای بی،۲۰۱۵).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

تمرکز روی حل مسئله و پرورش تفکر استدلالی: مانند، استدلال اجتماعی و علمی، که اذعان منابع مختلفی در تصمیم‌گیری است(مورین و همکاران،۲۰۱۵).

رویکردهای مبتنی بر طراحی: فعالیت‌های مبتنی بر طراحی یا چالش معمولاً با رویکردهای یکپارچه به استم همراه هستند. فرایند طراحی ابزاری است که با استفاده از آن می‌توان حوزه طراحی و یادگیری فناوری را در ریاضیات و علوم ادغام کرد و به طور بالقوه موانع انضباطی را از طریق درگیر کردن در حل مسئله در دنیای واقعی از بین می برد. چالش‌های طراحی موثر با ارزیابی و برنامه درسی مرتبط است(مورین و همکاران،۲۰۱۵).

فن‌آوری‌های دیجیتال: فن‌آوری‌های دیجیتال را می‌توان به دو روش به هم پیوند داد:

استفاده از رویکردهای تحقیق، طراحی و چالش محور برای آموزش حوزه یادگیری فن‌آوری دیجیتال و استفاده از منابع دیجیتالی برای حمایت از رویکردهای نوآورانه ریاضیات و علمی که منعکس کننده عمل دیسیپلینی است.

بنابراین استفاده از فناوری دیجیتال منجر به:

- توسعه تفکر انتقادی دانش آموزان برای ارزیابی منابع دیجیتالی، ابزارها و الگوریتم‌ها
- توسعه و توضیح فرایندهای محاسباتی
- حل مشکلات
- تفکر منطقی و الگوریتمی
- ایجاد تفکر خلاق از طریق طراحی رابط های دیجیتال برای انتقال اطلاعات (جورجنسن ولارکین،۲۰۱۸).

برنامه درسی

یک آموزش استم می‌تواند نیازهای گزارش‌گری مدرسه و مطالبات برنامه درسی را برآورده کند، اما معلمان و رهبران اغلب مستلزم استدلال و شواهد قوی هستند که متقاعد شوند که ادغام موضوعات استم همچنان می‌تواند نیازهای برنامه درسی را برآورده کند. معلمان به تنهایی و به طور مشارکتی برنامه‌درسی مدارس خود را به گونه‌ای توسعه می‌دهند که منعکس‌کننده اولویت‌ها و فرهنگ‌های مختلف مدرسه باشد. معلمان به صورت فردی یا گروهی به عنوان تیم‌های میان رشته‌ای کار می‌کنند. نیاز مدارس در جهت توسعه استراتژی‌ها برای معلمان جهت همکاری، به ویژه هنگامی که هدف ادغام موضوع است، وجود دارد. از آنجا که هیچ چارچوب آموزشی برای" استم" وجود ندارد، استراتژی‌های همکاری در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

سراسر مدارس بسته به نحوه انتخاب آن‌ها برای استم ، متفاوت خواهند بود(مورین و همکاران،۲۰۱۵). برنامه های همکاری و ادغام معلمان و استفاده مدارس از برنامه استم در زیر نشان داده شده است.

یادگیری هر موضوع به طور مجزا	S-T-E-M
یادگیری هر چهار موضوع اما تاکید بیشتر بر روی یک یا دو موضوع	SteM
تلفیق یکی در سه موضوع دیگر، خلق تفکر به طور مجزا	S E T M
جمع تلفیقی از چهارموضوع توسط معلم	STEM
جدا کردن برنامه درسی استم در مباحث مجزا	T S E M

برنامه‌های همکاری و ادغام معلمان و استفاده مدارس از برنامه استم (جورجنسن ولارکین،۲۰۱۸)

تربیت معلم

معلم یک مجری قدرتمند در تدریس در جهت تحقق یادگیری دانش آموزان است. مهم است که اهداف یادگیری دانش آموزان و معلمان در این برنامه درک شود و فرصت‌هایی برای افزایش یادگیری از طریق شیوه‌های جدید و منعکس‌کننده فعالیت‌های آن‌ها فراهم شود. آموزش معلم ممکن است از طریق جلسات شبکه معلمان (در سراسر مدارس) توسعه یابد و توسعه حرفه‌ای معلمان از طریق گروه‌های کاری (مانند تیم‌های یادگیری حرفه‌ای) و فرصت‌های واقعی برای معلمان جهت توسعه برنامه‌درسی مدارس گنجانده شود. تربیت معلم یک فرآیند چندبعدی است و می توان آن را به گذشتن از مرز بین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

یک قلمرو آشنا و ناآشنا تشبیه کرد. اکرمن و بکر(۲۰۱۱) چهار مکانیسم یادگیری "شناسایی، هماهنگی، تفکر و تحول" را بیان می کند این مکانیزم‌ها در مسیرهای زیر پوشش داده می‌شود:

۱. مناطق مربوط به نگرانی / نیاز به یادگیری را شناسایی کنید: این اتفاق در جایی رخ می‌دهد که معلمان می‌توانند روش کنونی خود را در نظر بگیرند و اهداف یادگیری و اهداف آموزش استم را در مدرسه تعیین کنند.

۲. منابع معتبر، دانش و افرادی که می‌توانند از یادگیری پشتیبانی کنند: معلمان باید به منابع و دانش مطالب، راهبردها و شیوه‌های استم که می‌توانند با برنامه درسی مدرسه ارتباط داشته باشند، دسترسی پیدا کنند. آنها همچنین به کمک متخصصان منطقه‌ای برای کمک به توسعه شیوه‌های آگاهانه تئوری در این زمینه برای کمک به توسعه روش‌های مبتنی بر تئوری، یادگیری شیوه‌های جدید و پیاده‌سازی و تعبیه این شیوه‌های جدید نیاز دارند.

۳. تفکر و تجزیه و تحلیل انتقادی عملکرد: معلمان باید بتوانند رویکردهای جدید را تجزیه و تحلیل کنند، نتایج را دوباره ارزیابی کنند و ایده و نظرات خود را درباره یادگیری و اهداف اصلی استم مورد تجدید نظر قرار دهند. نتیجه تمرین باید در برنامه‌ها تعبیه و تاثیرات این برنامه‌ها بر روی دانش‌آموزان باید ارزیابی شود. این فرصت برای معلمان فراهم می‌شود تا در مورد برنامه‌های درسی جدید و رویکردهای تدریس و یادگیری گزارش دهند.

۴. تحول در عمل و هویت: دگرگون سازی می‌تواند در چندین سطح اتفاق بیفتد: عملکرد و هویت معلمان در رابطه با استم، توانایی معلمان در پشتیبانی و ایجاد ظرفیت سایر معلمان در مدرسه و از طریق تغییر آموزش استم درمدرسه. تحقق اصلاحات استم در یک مدرسه بستگی به این دارد که تحول در کجا متمرکز است، معلم، تیم آموزشی، هدایت رهبری از سمت مدیر مدرسه، خط مشی‌ها و اسناد برنامه ریزی مدرسه.

استفاده از شواهد برای ارزیابی برنامه‌های استم از نظر اثربخشی آموزش و یادگیری با کیفیت برای فرایند یادگیری و تغییر پیشرو ضروری است. یکی از ابزاری که برای جمع آوری مدارک و ارائه بازخورد به معلمان استفاده می‌شود، مؤلفه های مؤثر آموزش و یادگیری است(اکرمن و بکر،۲۰۱۱). معلمان استم و توسعه حرفه‌ای آنان در مرحله دگرگونی قرار دارد. طوری که باید به تأثیر ذهنیت معلمان و متغیرهای برون‌زا در آموزش توجه شود. ذهنیت‌های قبلی شامل باورها و دانسته های قبلی معلمان و سیاست های آموزشی و واقعیت‌های سیاسی و اقتصادی حاکم، به شدت در نتایج توسعه حرفه‌ای آنان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

اثرگذار است و این پیچیدگی‌ها باید در برنامه‌ریزی، پژوهش و ارزیابی تربیت و توسعه حرفه‌ای معلمان مورد توجه قرارگیرد(عباسیان و اصغری، ۱۳۹۴).

تعامل جامعه و صنعت

پیوند علم و ریاضیات با صنعت، جامعه و خانواده راهی مؤثر برای تأکید بر اهمیت علم و ریاضیات در همه جنبه‌های فعالیت انسانی بویژه برای تصدیق جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی این رشته است. طیف وسیعی از صنایع مرتبط با علوم و ریاضیات، شرکت‌ها و سازمان‌های تحقیقاتی در بسیاری از زمینه‌ها موجود است و از طریق مشارکت، این ارگان‌ها می‌توان منابع قدرتمندی برای مدارس ارائه داد. با این حال، شیوه‌های زندگی در دنیای واقعی، مفاهیم و فرآیندهای اساسی آنها می‌تواند کاملاً پیچیده باشد. تعامل جامعه و صنعت به معلمان و دانش آموزان کمک می‌کند تا بین ایده‌ها در یک رشته، با سایر رشته‌ها و با دنیای دیجیتال ارتباط برقرار کنند. ترجمه عملکرد معاصر استم در کلاس توسط معلمان ممکن است نیاز به حمایت شدید برای درک علوم مربوطه یا مفاهیم ریاضی، فرآیندها و بازنمایی‌ها داشته باشد(مورین و همکاران،۲۰۱۵).

صنعت و جامعه با روش‌های مختلفی می‌تواند با برنامه درسی در مدارس مرتبط و همراه شود:

۱- مشارکت: مشارکت نمایندگان صنایع برای ارائه یک تجربه در تهیه و تدوین محتوا

۲-پیچیدگی: غوطه‌وری در عمق یک مشکل در دنیای واقعی که توسط صنعت تولید می‌شود که دانش آموزان را در معرض فرایندهای صنعتی و حل مساله و فرصت‌های شغلی قرار می‌دهد.

۳- بافت: مسایل و مشکلات متناقض می‌توانند پیوندهای چندگانه را به صنعت، عملکرد صنعت و نتایج مرتبط با موضوع ارایه دهد. چنین ارتباطاتی به دانش آموزان کمک می‌کند تا مشکل را درک کرده، خود را وارد بافت کرده و راه‌حل‌های ممکن را توسعه دهند(مورین و همکاران،۲۰۱۵،جورجنسن ولارکین،۲۰۱۸).

با توجه به مطالب ذکر شده برای ایجاد یک چارچوب مفهومی ابتدا باید پارامترهای اهداف حرفه‌ای یک برنامه تعیین شود؛ در درجه دوم، اصول فلسفی آن حمایت شود، همچنین نحو ارتباط برنامه‌های استم با محیط آموزشی ارزیابی و بررسی شود، نهایتا بستری برای درک فعالیت‌های فعلی و مسیرهای آینده برای عوامل درگیر در برنامه فراهم گردد. باید به این نکته توجه شود که یک چهارچوب مفهومی و یکپارچه از برنامه‌های آموزشی استم لزوما تمام مشکلات در این زمینه را حل نمی کند اما می‌تواند یک برنامه مؤثر در فلسفه عمل باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

بحث و نتیجه گیری

در قلب آموزش استم، برنامه درسی‌ای وجود دارد که زمینه‌ها و فرصت‌ها را برای نیل به کسب دانش و مهارت‌های کاربردی پیش رو دانش آموزان را تسریع می‌کند. آموزش سازنده به طور یقین با آموزش استم مرتبط است. این نوع آموزش از رویکردهای آموزش مبتنی بر پروژه و تکیه بر مهارت‌های یادگیری و مشارکتی استفاده می‌کند. دیویی معتقد بود که جهان ایستا نیست، در نتیجه، دانش نباید در قالب موضوع‌های درسی طبقه‌بندی شده، کلی، انتزاعی و ایستا ارائه شود (دیویی،۱۹۶۶). بنابراین تلقی دانش به مثابه امر بازنمایی شده و ثابت که می‌توان آن را از بیرون به یادگیرنده منتقل کرد، با روح یادگیری که ناظر به فعالیت یادگیرنده است، ناسازگاراست. دیویی(۱۹۶۶) تأکید می‌کند که یادگیری مستلزم فعالیت در زندگی واقعی است، بنابراین پیشنهاد می‌دهد که مدرسه‌ها را به مکان‌هایی تبدیل کنیم که بچه‌ها بتوانند به صورت مستقیم با تجربه و کشف یاد بگیرند. همچنین دال(۲۰۰۸)، بیان می‌کند یادگیرنده واحدی پیچیده است که قادر به سازگار کردن خود با انواع وضعیت های جدید و مختلف می‌باشد و مانند یک عام فعال در مواجهه با جهان پویاست. بنابراین لازم است زندگی واقعی را وارد مدرسه کنیم و خود زندگی را به بچه‌ها بنمایانیم، نه اینکه تصویری مرده، ایستا و انتزاعی از آن را برای آنها بازنمایی کنیم. همچنین در برنامه‌های توسعه حرفه‌ای، برنامه درسی‌ای وجود دارد که زمینه‌ها و فرصت‌هایی را برای نیل به اهداف و دستاوردهای آموزشی تسریع می‌کند. این برنامه‌ها می‌تواند برای معلمان در آموزش فرصت‌های تأثیرگذاری(رودریگز،۲۰۱۷) را همراه با خلق و کاربرد نوآوری‌های جدید آموزشی در فرآیندهای واقعی تدریس و یادگیر (گرینر و ویکفیلد ،۲۰۱۵) انتخاب‌های متناسب و سازگار با رشته آموزشی فراهم آورد(راگوپاتی و هاببال ،۲۰۱۵). بنابراین، محیط یادگیری مبتنی بر رویکرد استم مخلوطی از ابعاد مختلف دانشی، مهارتی و نگرشی است که لازمه درک چنین محیطی پیچیده و متمایز سیر و توجه میان رشته‌ای را می طلبد. این مهم زمانی می‌تواند اتفاق افتاد که کارشناسان و متخصصان این حوزه که در انجمن‌های مشترک، موضوعات مختلف و ردپاهای آن را در رشته‌های تفکیکی مشخص نمود و سپس از طریق وحدت بخشی و انسجام به تمرین تجربه بپردازند. در آموزش سازنده، دانش آموزان در محیط‌های واقعی‌تر کاری مرتبط با رشته تحصیلی خود گرد می‌آیند و به گروه‌های سازنده با محوریت رویکرد استم تقسیم می‌شوند. چشم‌انداز استم می‌تواند تغییرات پایدار را تسهیل کند. این چشم‌انداز توسط سطوح مختلف آموزش می‌تواند به روش های مختلفی مورد استفاده قرار گیرد. چشم انداز استم می‌تواند به عنوان رویکردی برای آموزش استم که یک پروژه توسعه حرفه‌ای،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مهارتی را هدایت می کند، باشد. همچنین یک رویکرد جامع برای حمایت از معلمان برای اجرا و پایداری آموزش استم در مدارس است. با توجه به تفاسیر حاصل شده این دیدگاه موارد چون؛ به چه شکلی چهارچوب استم تنظیم می‌شود، چه عملکرد و آموزش‌هایی را ارتقا خواهد داد، چطور از معلم‌ها انتظار می رود که با یکدیگر مشارکت و کار کنند تا برنامه آموزشی خود را برنامه‌ریزی کنند، چگونه معلمان برای یادگیری باید پشتیبانی شوند تا برنامه‌های آموزشی خود را با ارتباطات جامعه و صنعت پوشش دهند را توضیح و حمایت می‌کند. به نظر می رسد این رویکرد جامع از آموزش استم بتواند با حمایت و پوشش عناصر ذکر شده یک آموزش مداوم و اثر بخش از استم را در مدارس حاکم کند. در یک نگاه جامع در آموزش استم انتظار می رود نتایج زیر حاصل شود:

- افزایش مهارت معلمان در به‌کارگیری شیوه‌های و راهبردهای استم در تدریس
- افزایش آگاهی و اشتیاق دانش‌آموزان
- بهبود در میزان و کیفیت مشارکت دانش آموزان در فعالیت ها و مطالعات استم
- ارتقاء اعتماد و نگرش مثبت دانش‌آموزان به موضوعاتی نظیر علوم و ریاضیات
- افزایش تلفیق راهبردهای استم در برنامه های مدارس .

در مجموع فعالیت‌های یادگیری متناسب با حوزه رشته‌های علوم، فناوری و مهندسی را می‌توان این گونه دانست که در قلب برنامه‌های آموزشی بر محیط‌های یادگیری چندگانه تأکید داشته باشد. ازآنجایی که آموزش در ایران درگذشته خود غرق شده و تأثیرات کمی توانسته بر جامعه پیرامونی خود بگذارد. بی‌شک یکی از دلایل عمده برای شکل گیری چنین نگرشی، عدم خروج از پیله‌های آموزشی سنتی و راهبردهای توسعه حرفه‌ای است. برای نیل به این هدف با توجه مطالب تحلیل شده، می‌توان برنامه‌های زیر را در برنامه‌های توسعه حرفه‌ای پیشنهاد و دنبال نمود:

- ✓ ترویج فرهنگ خرد جمعی در تدارک برنامه‌های آموزشی برای معلمان.
- ✓ تدوین برنامه‌ها و کارگاه‌های متنوع با متناسب با مرتبه و سنوات آموزشی مبتنی بر رویکردهای نوین آموزشی جهت تسهیل فرآیند یادگیری معلمان
- ✓ توجه به ذهنیت معلمان و متغیرهای برون‌زا در آموزش
- ✓ تدارک سازوکار مناسب جهت ترویج فرصت‌های آموزشی مبتنی بر خدمات دیجیتال و آنلاین.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

منابع و مآخذ

Abbasian, Saeed and Asgharian, Mohammad (2014). Learning at the nano level: an example of the complexities of professional development of middle school teachers. Nanotechnology Monthly, 14(11), pp. 26-33.

Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. Review of Educational Research, 81(2), 132–169.

Asunda, Paul A. (2014) "A Conceptual Framework for STEMIntegration into Curriculum Through Career and Technical Education, "Journal of STEMTeacher Education: Vol. 49: Iss. 1, Article 4.

Australian Government. (2015b). National innovation and science agenda: elcome to the ideas boom. Retrieved from Canberra.

Becker, K. H., & Park, K. (2011). Integrative approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) subjects on students' learning: A meta-analysis. Journal of STEMEducation: Innovations and Research, 12(5-6), 23-37. (EJ943196).

Bikbulatovaa, V; Orlovaa, I; Rabadanovaa, R; Shishova, S and Yulina, G. (2016). On Anticipatory Development of Dual Education Based on the SySTEMic Approach international journal of environmental and science education. 11(15): 8599-8605.

Bybee, R. W. (2013). Case for STEMeducation: Challenges and opportunities. Arlington, VA, USA: National Science Teachers Association.

Bybee, R. W. (2015). The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments. Arlington, Virginia: NSTA press.

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

Coates, H., Kelly, P. and Naylor, R. (2016). New Perspectives on the StudentExperience.

Congressional Research Services. (2011). Selected STEMEducation Legislative Activity in the 112thCongress. Retrieved on Dec.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Coombs, Gerald. R; and Daniels, Lou Roy B. (2008) Philosophical research, conceptual analysis. Short, Edmund C. Methodology of curriculum studies (translated by Mahmoud Mehromhammadi et al.) Tehran: Semit.

D'Avanzo, C. (2013). Post-vision and change: do we know how to change? CBE Life. SciencesEducation,12(3): 373-382.

Dancy, M, and Henderson, C (2010). Pedagogical practices and instructional changen of physics faculty. American Journal of Physics, 78(10): 1056.

Dewey, J. (1902/1966). The child and the curriculum. Chicago: The University of Chicago Press.

Doll, W. E. (2008). Complexity and the culture of curriculum. In M. Mason (Ed.), Complexity theory and the philosophy of education (pp. 181-203). New York: Wiley & Blackwell.

Dugger, W. (2010). Evolution of STEM in the United States.Paper presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Griffith, Australia. Retrieved from.

Eddy, SL. and Hogan, KA (2014). Getting under the hood: how and for whom does increasing course structure work? Cell Biology Education, 13(3): 453-468.

Education Council. (2015). National STEMschool education strategy: A comprehensive plan for science, technology, engineering and mathematics education in Australia. Canberra, Australia: Education Council.

Fairweather, J. (2010). Linking evidence and promising practices in STEMundergraduate education. Research in Higher Education 26: 227-298.

Freeman, S, Eddy, SL, McDonough, M, Smith, MK, Okoroafor, N, Jordt, H, Wenderoth, MP. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111(23), 8410.

Greener, S. L. and Wakefield, C. (2015). Developing confidence in the use of digital tools in teaching. Electronic Journal of e-Learning.Vol. 13. No.4, pp.206-267

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Ghesami F, Yoosefi Roobiat E. Provide a conceptual model of teaching with an environmental approach in Iranian schools. Journal Educational Research 2019; 6 (39) :76-102.

Handelsman, J, Ebertmay, D, Beichner, R, Bruns, P, Chang, A, Dehaan, R, Wood, WB. (2004). Scientific teaching. Science.304, 521–522

Havice, W. (2009). The power and promise of a STEMeducation: Thriving in a complex technological world. In International Technology Education Association. (Ed.), The overlooked STEM Imperatives: Technology and engineering (pp. 10–18). Reston, VA: Author.

Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. School Science and Mathematics,10(5), 259–268.

Javadi, Mohammad Jafar (2015). Science, technology, engineering, and mathematics for all. Educational perspective, number 11.

Jorgensen, R & Larkin, K. (2018). STEMEducation in the Junior Secondary. pringer.

Judson, E., & Sawada, D. (2000). Examining the effects of a reformed junior high school science class on students' math achievement. School Science and Mathematics,100(8),419–425.

Karaman, Mehmet and Kuzu, Abdullah. (2016). E-Mentoring for Professional Development of Pre-Service TeachersE: A Casc Studty. Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE July 2016 ISSN 1302-6488 Volume: 17 Number: 3Article 6. Pp 76-89

Kaviani, Hassan; Javad Liaqat Dar, Mohammad; Zamani, Bibi Ishrat, and Abedini, Yasmin (2016). Synthesis of educational efficiency of the flipped classroom in teaching-learning activities. Education Technology, 12(2), pp. 145-166.

Khine, M. S., Areepattamannil, S. (Eds.). (2019). STEAM education: Theory and practice. Cham, Switzerland: Springer

Kober, N. (2015). Reaching Students: What Research Says About EffectiveInstruction inUndergraduate Science and Engineering.National Academies Press

Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEMeducation through project-based learning. Portland, OR: Learning.com.

Lederman, G. N., & Niess, L. M. (1998). 5 apples+4 oranges=? School Science and Mathematics, 98(6),281–284.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Mahmoudi, Cyrus; Imani Far, Hamid Reza; Talebi, Saeed (2019). Meta-analysis of the effectiveness of educational interventions on students' critical thinking. Two Quarterly Journals of Educational Research, No. 40, pp. 117-102.

Masoni, G. (2015). Promoting STEM Integration, Interest and Identity Among Elementary School Students. University of Southern California. PHD Thesis.

Merchant, S., & Khanbilvardi, R. (2011). A national framework to integrate remote sensing sciences in STEMeducation and training. Proceedings of the 1st Integrated STEMEducation Conference (ISEC), Ewing, NJ, 6B-1–6B-4.

Mohammad Hosni, Nasreen (2019). Investigating the role of eye tracking technology in learning research: A study of ten years of research. Two Quarterly Journals of Educational Research, No. 41, pp. 24-45.

Morin, O., Simoneaux, L., & Tytler, R. (2015). Engaging with socially acute questions: Development and validation of an interactional reasoning framework. Paper presented to the meeting of European Science Education Research Assoication, September 31 August to 4 September 2015, Helsinki.

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the academy, the classroom. Cleveland Heights, OH: Teaching Institute for Excellence in STEM.

National Research Council (NRC). (2011). Successful K-12 education: Identifying effective approaches in Science, Technology, Engineering and Mathematics. Washington, DC: National Academy Press.

Office of the Chief Scientist. (2014). Science, technology, engineering and mathematics: Australia’s future. Canberra, Australia: Australian Government.

Office of the Chief Scientist. (2016). Australia’s STEMworkforce: Science, technology, engineering and mathematics. Canberra, Australia: Australian Government.

Ozra, Alireza; But M Juma, Seyyed Mohammadreza and Asadpour Saeed (2014). The effect of teaching experimental sciences with a context-oriented approach on the academic progress of seventh-grade students. Educational Innovation Quarterly, 56(14), pp. 151-172.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Pang, J. S., & Good, R. (2000). A review of the integration of science and mathematics: Implications for further research. School Science and Mathematics, 100(2),73–82.

Pelch, Michael A and McConnell, David A. (2016). Challenging instructors to change: a mixed methods investigation on the effects of material development on the pedagogical beliefs of geoscience instructors. International Journal of STEMEducation. Vol3. N05.Pp1-18.

Penuel, WR, Fishman, BJ, Yamaguchi, R, and Gallagher, LP (2007). What makes professional development effective? Strategies that foster curriculum implementation. American Educational Research Journal.44(4), 921–958.

Ragupathi, K.&Hubball, H. (2015). Scholarly approaches to learningtechnology integration in a research-intensiveuniversity context: Impact of a new faculty initiative. TransformativeDialogues: Teaching and Learning Journal, Vol.8, No.1.pp1-16.

Richter, D, Kunter, M, Klusmann, U, Lüdtke, O, and Baumert, J. (2011). Professional development across the teaching career: teachers' uptake of formal and informal learning opportunities. Teaching and Teacher Education,27, 116-126.

Rodríguez, D. (2017). The Drive to Influence. International Journal of Educational Leadership and Management, 5(1), 59-84. Doi: 10.17583/ijelm.2017.2231

Scheurich, J. J., & Huggins, K. (2009). Preface. In R. M. Capraro & S. W. Slough (Eds.), Project based learning: An integrated science technology engineering and mathematics approach (pp. vii–x). Rotterdam, the Netherlands: Sense.

Siekmann, G. and Korbel, P. (2016). Defining 'STEM' skills: review and synthesis of the literature — support document 2, NCVER, Adelaide. ©Commonwealth of Australia.

Singer, S. and Smith, KA (2013). Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. Journal of Engineering Education, 102(4): 468-471.

Sithole, Alec, Chiyak, Edward T; McCarthy, Peter; Mupinga, Davison M; Bucklein, Brian and Kibirige, Joachim. (2017). Student Attraction, Persistence and Retention in STEMPrograms: Successes and Continuing Challenges.HigherEducation Studies; Vol. 7, No.1

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Travis, T and Stains, M. (2015). The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty. Lund and Stains International Journal of STEMEducation 2:13. Pp1-21.

Vasquez, J. (2015). Beyond the acronym. Educational Leadership, 11–15

Venville, G., Wallace, J., Rennie, L., & Malone, J. (2000). Bridging the boundaries of compartmentalized knowledge: Student learning in an integrated environment. Research in Science & Technological Education, 18(1), 23–25.

Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEMIntegration: Teacher perceptions and practice. Journal of Pre-College Engineering Education, 1:2, 1–13.

Wieman, C, Perkins, K, and Gilbert, S. (2010). Transforming science education at large researchuniversities: a case study in progress. Change: The Magazine of Higher Learning.42(2),6-14.

Zanj, K. (2013). Developing Effective STEMProfessional Development Programs.Journal of Technology Education. 25 No. 1. Pp55-69.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

Investigating and analyzing the position of the STEM Transdisciplinary approach in the educational program of schools

Mahdieh Sadat Mirrahimi[13], Parvin Ahmadi [۱۴]

Abstract

In order to keep up with the changing environment, humans must look for new ways and procedures to transfer knowledge and increase awareness and develop skills. STEM education is directed towards improving the development and innovation of the learner's knowledge and skills. Therefore, the purpose of this study was to investigate and analyze the position of STEM in the educational program of schools. The research method is "conceptual analysis" which aims to provide a clear explanation of the meaning of a concept through a detailed description of its connections with other concepts. The transdisciplinary STEM approach is a strategic learning curriculum that breaks down the traditional barriers between the four scientific disciplines and combines them with rigorous, relevant, and real-world-based learning experiences. According to the findings of the research, it can be said that the vision and program of the STEM transdisciplinary approach show how the STEM framework will be set, what performance and training will be promoted, how teachers are expected to Collaborate and work together to plan their curriculum, how teachers are supported to learn so that they can bridge their curriculum with communication, community, and industry. The result of this research showed that a comprehensive approach to STEM education can govern a continuous and effective teaching of STEM in schools by supporting and covering the involved elements, but achieving it requires careful planning and the cooperation of education agents. In this regard, the promotion of collective wisdom in preparing educational programs for teachers and paying attention to teachers' mentality and exogenous variables in education should be given special attention.

Keywords: STEM education, integration, skill, transdisciplinary approach

13. PHD, Department of Educational Administration and Planning, Faculty of Education and Psychology, Alzahra University, Tehran, Iran, m.mirrahimi@alzahra.ac.ir

14. Associate Professor, Department of Educational Administration and Planning, Faculty of Education and Psychology, Alzahra University, Tehran, Iran. Pahmadi@alzahra.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]