

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم (علوم، فناوری، مهندسی، ریاضی) در دوره ابتدایی کشور ایران^۱

A Conceptual Model for the Integrated STEM Curriculum (Science, Technology, Engineering, Mathematics) in Primary Schools of Iran

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۰۳؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۱۸

M.rezaei M.R. Emamjomeh (Ph.D)
GH.A. Ahmadi (Ph.D) A. Assareh (Ph.D)
Z. Niknam (Ph.D)

مریم رضایی^۲ سیدمحمدرضا امام جمعه^۳
غلامعلی احمدی^۴ علیرضا عصاره^۵
زهرا نیکنام^۶

Abstract: This study aims to design a conceptual model for the integrated STEM education in Primary Schools of Iran. The qualitative content analysis was used to investigate all the related researches in the databases from 2000, including ProQuest, Springer, Science Direct, Google Scholar, Sage and Eric, as well as, the upstream documents of the Iranian education system. 46 selected sources and the documents of the fundamental transformation of Iran's education, Iran 20-year vision plan, Science and Mathematics Curriculum Objectives and Guidelines were selected through purposive sampling method. The logic of designing the Integrated STEM Curriculum in primary schools was inferred through focusing on the theoretical principles of the Integrated STEM education approaches and analysis of related researches. Finally, a conceptual model based on Acker model and the logic of integrated curricula was designed.

Keywords: curriculum model design, integrated STEM curriculum, qualitative content analysis, primary schools

چکیده: مقاله حاضر با هدف طراحی الگوی مفهومی آموزش استم تلفیقی در دوره ابتدایی کشور ایران انجام شده است. روش پژوهش مورد استفاده در این مقاله تحلیل محتوای کیفی است. جامعه پژوهش شامل کلیه پژوهش‌های موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی از جمله پروکوئست، اسپرینگر، ساینس دایرکت، گوگل اسکالر، سیج و اریک از سال ۲۰۰۰ تاکنون و اسناد بالادستی نظام تعلیم و تربیت ایران بود. نمونه‌برداری از هر دو منبع به روش هدفمند انجام شده در بخش پژوهش‌ها، ۴۶ مقاله و رساله و در بخش اسناد، سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی در افق ۱۴۰۴، سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، اهداف و راهنمای برنامه‌های درسی علوم و ریاضی به عنوان نمونه هدفمند انتخاب شدند. منطق طراحی برنامه‌های 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 برنامه‌های درسی تلفیقی استم استنتاج گردید. سپس الگوی مفهومی بر اساس مدل آکر و منطق برنامه‌های درسی تلفیقی استم ارائه گردید.

کلیدواژه‌ها: طراحی الگوی برنامه درسی، برنامه درسی استم تلفیقی، تحلیل محتوای کیفی، دوره ابتدایی

- این پژوهش از پایان نامه دکتری تحت عنوان طراحی و اعتبارسنجی الگوی برنامه درسی تلفیقی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی (استم) در دوره ابتدایی (تدوین و اجرای نمونه‌ای در پایه پنجم ابتدایی) دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی استخراج شده است.
 - دانشجوی دکتری برنامه ریزی درسی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
 - دانشیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
 - دانشیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
 - دانشیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
 - استادیار دانشگاه خوارزمی
- maryamrezaei826@yahoo.com
m_r_imam@yahoo.com
ahmadygholamali@gmail.com
alireza_assareh@yahoo.com
z_niknam@yahoo.com

مقدمه

از نظر تاریخی استفاده از واژه اختصاری استم^۱ که به موضوعات مرتبط علوم^۲، فناوری^۳، مهندسی^۴ و ریاضیات^۵ به صورت جمعی اشاره می‌کند، اولین بار توسط دکتر ریملی^۶ در طول دوران ریاست اداره آموزش و منابع انسانی بنیاد ملی علوم ایالات متحده آمریکا^۷ از سال ۲۰۰۴-۲۰۰۱ مورد استفاده قرار گرفت. در آن زمان این بنیاد به دنبال راهی بود تا توجه بیشتری را به طیف وسیعی از موضوعات مورد نیاز و مهم برای آموزش در قرن بیست و یکم جلب کند و سازماندهی بهتر برنامه‌های آموزشی در این چهار دیسپلین را تحت یک نام و عنوان مشخص^۸ یعنی «استم» که از کنار هم قرار دادن حروف اول این چهار دیسپلین ایجاد شد، برنامه‌ریزی کند. در اولین سال‌های استفاده از واژه استم، این کلمه اختصاری اغلب توسط جامعه دانشگاهی برای ارجاع به موضوعات مهم (ریاضی-علوم-مهندسی-فناوری) مورد استفاده قرار می‌گرفت. به مرور زمان دست‌اندرکاران عملی آموزش که این واژه اختصاری را به عنوان شانس برای ارتباط دادن دیسپلین‌های استم می‌دیدند، شروع به استفاده از این واژه کردند. در سال‌های اخیر ارجاع به آموزش استم به ویژه استم تلفیقی در حال گسترش شدید است. البته این واژه در ابتدا به صورت استم^۹ استفاده می‌شد ولی خانم ریملی با توجه به اینکه ریاضیات و علوم تجربی همیشه نقش اساسی در پیشبرد فناوری و مهندسی دارند، این دو واژه را به عنوان لنگرگاه‌های این رویکرد در نظر گرفت و مخفف کلمات علوم تجربی و ریاضی را در ابتدا و انتهای واژه قرار داد و واژه را به استم تغییر داد (پاتون^{۱۰}، ۲۰۱۳).

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

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

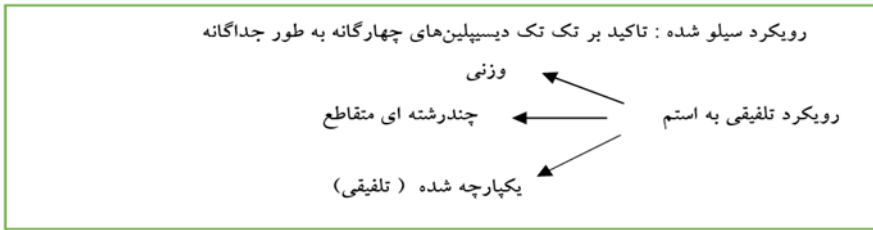
طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

راه‌های اصلاح آموزش عمومی و بالا بردن عملکرد دانش‌آموزان در زمینه موضوعات مهم را در توجه به آموزش استم یافته است (کارت^۱، ۲۰۱۳). از نظر موریسون استم یک فرا رشته^۲ به معنی خلق یک رشته بر اساس تلفیق دانش‌های رشته‌های دیگر به یک کل جدید به جای تکه‌ها و قطعات جداگانه است و یک رویکرد بین‌رشته‌ای محسوب می‌شود و این یکپارچه‌سازی هدفش حذف موانع سنتی بین چهار دیسیپلین استم است (موریسون^۳، ۲۰۰۸). در مورد تکامل آموزش استم، (داجر^۴، 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^۵، ۲۰۱۵) آنها را به این ترتیب نام‌گذاری کرده است: (۱) سیلو شده^۶ (۲) وزنی^۷ (۳) چند رشته‌ای متقاطع^۸ (۴) تلفیقی^۹

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

نمودار شماره ۱: رویکردهای آموزش استم ماسونی (۲۰۱۵) بر اساس داجر (۲۰۱۰)

1. Carter
 2. Meta Discipline
 3. Morrison
 4. Dugger
 5. Masoni
 6. Siloed
 7. Weighted
 8. Cross-Disciplinary
 9. Integrated
- ۶۵



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^۱ با اضافه کردن هنر^۲ افزایش یافته است تا وجه زیبایی‌شناسی در کنار گفتگو، پژوهش و تفکر انتقادی مورد توجه قرار گیرد. باید توجه داشت از نظر تاریخی در آمریکا ابتدا استانداردهای هر یک از دیسیپلین‌های استم ایزوله شده تدوین شده، سپس استانداردهای نسل آینده^۳ به منظور تدوین برنامه‌های تلفیقی استم بوجود آمد. بر اساس تجارب کشورهای پیشرو، در آغاز برنامه‌های استم نهادینه شده و سپس حرکت به سوی استیم آغاز گشته است. همچنین از آنجا که مدت زمان زیادی از پیدایش رویکرد استیم نمی‌گذرد، برنامه‌های عملی شده استیم بسیار کم هستند و تعداد پژوهش‌های انجام شده در این حوزه نوظهور اندک است. لذا محقق بر آن شد تا ابتدا وجه نظری استم تلفیقی را با بهره‌گیری از پژوهش‌های فراوان این حوزه و با درک صحیح از پیچیدگی تلفیق میان این چهار دیسیپلین مرتبط پی‌ریزی کند تا بتوان به سمت تلفیق استیم با هنر (استیم) آگاهانه‌تر پیشروی کرد.

آموزش علوم در کشورهای مختلف با چالش‌های زیادی رو به رو است. بسیاری از دانش‌آموزان به علوم تجربی بی‌علاقه هستند و ارتباطی بین زندگی خود و برنامه درسی علوم نمی‌بینند. بخشی از این مشکل به دلیل برنامه درسی شلوغ و ازهم‌گسیخته‌ای است که باعث می‌شود دانش‌آموزان درس را به صورت مجموعه‌ای قطعه‌قطعه از یک سری حقایق تلقی کنند که معنای چندان گسترده و کاربردی برای آنها ندارد (هارلن^۴، ۲۰۱۵). به عنوان مثال محتوای برنامه درسی علوم تجربی دوره ابتدایی در ایران هرچند به سمت رویکرد کاوشگری هدایت

1. STEAM
2. Art
3. Next Generation Standards
4. Harlen

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

شده رفته (عمومی اسرمی، ۱۳۹۴) این برنامه همانطور که هارلن اعلام می‌کند انسجام ندارد و استفاده از رویکردهای تلفیقی موجب انسجام‌بخشی و دادن یک دید کلی به دانش‌آموزان خواهد شد. ولی زاده (۱۳۹۳) و ایرندگانی (۱۳۹۴) به این نتیجه رسیده‌اند که در کتاب‌های علوم تجربی دوره ابتدایی، توجهی به مهارت‌های سواد علمی-فناورانه صورت نگرفته است و به مهارت‌های فرآیندی در یادگیری علوم پایه نیز به طور یکنواخت و متوازن توجه نشده است. در صورتی که در برنامه‌های استم تلفیقی از آنجا که دانش‌آموزان درگیر شرکت در یک پروژه علمی می‌شوند، کاملاً از مهارت‌های فرآیندی و سواد فناورانه استفاده خواهند کرد. همچنین در مدارس ایران به علت عدم پرداختن به فعالیت‌های عملی دست‌ورزی، دانش‌آموزان در بخش اهداف مهارتی و نگرشی دارای ضعف می‌باشند (سبحانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۳). پژوهش غیاث‌آبادی (۱۳۹۳) نیز نشان می‌دهد که تلفیق دروس علوم و ریاضی دوره ابتدایی به طور موثری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در هر دو درس نسبت به دانش‌آموزانی که به طور مجزا آموزش دیده‌اند، تاثیر مثبت داشته است.

نتایج آزمون‌های بین‌المللی نیز نشان از خلل در آموزش و یادگیری علوم تجربی و ریاضی در کشور ایران دارند. در ارزیابی‌های تیمز، ایران در درس علوم تجربی در سال ۲۰۱۵ در پایه چهارم ابتدایی در میان ۴۷ کشور حائز رتبه ۴۳ شده است و دانش‌آموزان ایرانی در علوم و ریاضی پایه چهارم ابتدایی تا به حال همیشه در تراز پایین‌تر از میانگین جهانی قرار گرفته‌اند. (گزارش تیمز، ۲۰۱۵). تحلیل نتایج تیمز ۲۰۱۹ نشان می‌دهد که در مقایسه با میانگین کشورهای شرکت‌کننده متوسط پاسخ‌های درست دانش‌آموزان ایرانی ۲۰ تا ۳۰ درصد پایین‌تر است. موفقیت در سوالات چهارگزینه‌ای و حوزه دانشی بالاتر بوده و در حل مسائل تشریحی دانش‌آموزان از دامنه توجه و تمرکز پایین‌تری برخوردار هستند. این نتایج نیاز به تغییر، بهبود و به‌روزرسانی رویکردهای آموزشی علوم و ریاضی را ضروری می‌سازد و از آنجا که در دوره ابتدایی تمام دروس توسط یک معلم تدریس می‌شود امکان استفاده از برنامه‌های تلفیقی آموزشی مثل برنامه‌های استم امکان‌پذیرتر است. هرچند بر اساس پژوهش‌های انجام شده بسیاری از دوره‌های برگزار شده استم به معنی واقعی تلفیقی نبوده‌اند، اما تاثیر فعالیت‌های استم بر پیشرفت تحصیلی در علوم و ریاضی، نگرش دانش‌آموزان به علوم تجربی، علاقه به مهندسی و فناوری، هویت‌شغلی، علاقه به ادامه تحصیل در زمینه علوم پایه و مهندسی مورد

بررسی و تایید قرار گرفته است (دورتنی^۱، ۲۰۰۹؛ ویدشفرد^۲، ۲۰۱۶؛ اشمیت^۳، ۲۰۱۶؛ التز^۴، ۲۰۱۶؛ سندرز^۵، ۲۰۰۹؛ سچول ولوپ^۶، ۲۰۰۲؛ ماهونی^۷، ۲۰۱۰).

بنابراین توجه به برنامه‌های استم به عنوان یک رویکرد آموزش تلفیقی ضروری است و از آنجا که در داخل کشور پژوهشی در این زمینه انجام نشده است، 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 کلیه مدارس کشور باز خواهد کرد. لذا این پژوهش به منظور طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم در دوره ابتدایی کشور ایران انجام شده است.

سوال پژوهش

الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم بر اساس مدل اکر در دوره ابتدایی کشور ایران چگونه است؟

روش پژوهش

روش پژوهش این مطالعه از نوع تحقیق کیفی است. روش توصیفی استتاجی در کشف منطق برنامه‌های درسی تلفیقی استم بر اساس مبانی نظری مربوط به آن مورد استفاده قرار گرفته است. در مرحله کشف مولفه‌های الگوی برنامه درسی اکر به منظور طراحی الگو از تحلیل محتوای قیاسی استفاده شده است.

قابلیت اطمینان در تحلیل محتوای کیفی

در تحلیل محتوای کیفی، انتخاب درست واحد معنایی برای تحلیل، میزان پوشش دادن به داده-ها به صورتی که هیچ داده مرتبگی از مقوله بندی کنار گذاشته نشود، مهم هستند (خنifer، ۱۳۹۷). برای تامین این استانداردها در تحلیل اسناد بالادستی و پژوهش‌ها پس از کدگذاری و

-
1. Daugherty
 2. Wade-Shepherd
 3. Schmitt
 4. Eltz
 5. Sanders
 6. Satchwell & Loepp
 7. Mahoney

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

استخراج مقولات توسط محقق، استاد راهنمای تحقیق به عنوان کدگذار دوم به بررسی فرآیند تحلیل محتوای محقق پرداخته و در بعضی موارد اصلاحاتی انجام شده است. از آنجا که رهاورد این پژوهش ارائه مدل مفهومی بوده است، مدل پس از طراحی توسط چهار نفر از اساتید برنامه‌ریزی درسی و دو نفر از اساتید علوم پایه مورد بررسی قرار گرفت و پس از دریافت نظرات اصلاحی و مشورتی ویرایش‌های لازم ایجاد و مجدداً برای اساتید ارسال شد و از این طریق اعتبار آن مورد تأیید قرار گرفت.

جامعه و نمونه پژوهش

مقالات، پژوهش‌ها و پایان‌نامه‌ها: مقالات پژوهشی، پایان‌نامه‌های دوره ارشد و دکتری و گزارش‌های پژوهش مرتبط با سوال پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. برای این کار ابتدا کلید واژه‌های مربوط به تحلیل محتوا مشخص شدند که شامل (STEM)، (integrated STEM) و (integrative STEM) بودند. سپس این کلمات در پایگاه‌های داده پروکوئیست، اسپرینگر، ساینس دایرکت، سیج، اریک، تیلور و فرانسیس و گوگل اسکالر جستجو شدند. ملاک انتخاب جهت گنجاندن در جامعه پژوهش وجود یکی از این کلید واژه‌ها در عنوان مقالات و همچنین تاثیرگذار بودن مقالات و رساله‌ها در شکل‌گیری چهارچوب طراحی بود، مقالات غیرانگلیسی زبان از بررسی خارج شدند. در نتیجه ۸۰ مقاله، گزارش پژوهش و رساله به زبان انگلیسی به عنوان جامعه پژوهش انتخاب گردید که در نهایت ۴۶ منبع که بیشتر مرتبط بودند برای تحلیل محتوا به عنوان نمونه هدفمند در نظر گرفته شد.

اسناد بالادستی نظام تعلیم و تربیت ایران: همه اسناد بالادستی نظام تعلیم و تربیت ایران به عنوان جامعه انتخاب شد و سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی، سند تحول بنیادین آموزش و پرورش ایران، اهداف و راهنمای برنامه‌های درسی علوم و ریاضی به عنوان نمونه هدفمند انتخاب شدند.

یافته‌ها

با توجه به نقش محوری منطق یا چرایی برنامه درسی، که نقش مأموریت اصلی برنامه درسی را ایفا می‌کند و در حکم مولفه‌ای جهت‌دهنده در فرآیند تصمیم‌سازی برنامه درسی عمل می‌کند، می‌توان وضعیت آرایش عناصر برنامه را به صورت ویژه‌ای نشان داد که در آن، همه

عناصر و مولفه‌ها حول محور منطق اصلی برنامه درسی به یکدیگر متصل و مربوط هستند. این چینش برنامه‌درسی را به عنوان تار عنکبوت برنامه درسی^۱ مورد اشاره قرار داده‌اند. استفاده از الگوی تار عنکبوتی دارای محاسن متعددی است: این الگو، ارتباطات موجود بین عناصر برنامه درسی را به تصویر می‌کشد؛ نقش محوری منطق و چرایی برنامه درسی را در الگوی تبیین برنامه‌ریزی روشن می‌کند؛ نشان می‌دهد که کیفیت پایین هریک از عناصر، کل و موجودیت برنامه درسی را مورد تردید قرار می‌دهد. از این رو ضروری است که برنامه درسی به صورت متعادل، مناسب و منسجم طراحی شود (خسروی، فتحی و اجارگاه، ملکی، نوروزی، ۱۳۹۲). با توجه به توضیحات فوق کاملترین و کاربردی‌ترین برداشت از عناصر برنامه‌درسی که می‌تواند به عنوان الگوی زیربنا در برنامه‌ریزی درسی مورد استفاده قرار بگیرد مدل اکر است. در حالت آرمانی، این مؤلفه‌ها با یکدیگر نیز ارتباط و پیوند برقرار کرده و موجبات ثبات و انسجام را در طرح فراهم می‌آورند. استعاره تار عنکبوت نیز بر ماهیت آسیب‌پذیر یک برنامه درسی تأکید می‌نماید. هر چند که تار عنکبوت نسبتاً انعطاف‌پذیر است، معذک اگر یک رشته و یا زنجیره خاصی از آن نسبت به سایر رشته‌ها به شدت و یا به تعداد دفعات بیشتر کشیده شود پاره خواهد شد. به این ترتیب تار عنکبوت بیانگر این است که قدرت و توان هر تار و زنجیر به اندازه قدرت و توان ضعیف‌ترین حلقه آن است. بنابراین، این موضوع تعجب‌آور نیست که اغلب شناسایی نوآوری پایدار و سازگار در برنامه درسی بسیار دشوار است (تیجس و ون‌دن‌اکر، ۲۰۰۹؛ به نقل از نوروزی، ۱۳۹۷). با وجود اینکه برنامه درسی استم تلفیقی، تئوری برنامه‌درسی محسوب نمی‌شود و یک رویکرد آموزش علوم تجربی است، اما به دلیل پیچیدگی مبحث تلفیق و اهمیت همه عناصر دهگانه اگر در عملی کردن این آموزش‌ها باید با نگاهی دقیق و عمیق همه عناصر الگوی اکر تبیین شوند؛ همچنین نقش موادآموزشی، زمان، مکان و گروه‌بندی در این برنامه درسی بسیار حائز اهمیت است و چنانچه هر کدام از عناصر دچار خلل باشند تار عنکبوت برنامه درسی به سمت از هم‌گسیختگی خواهد رفت.

منطق برنامه درسی

منطق طراحی برنامه‌های درسی استم تلفیقی در دوره ابتدایی با در نظر گرفتن کانون‌های تمرکز این رویکرد آموزشی که بر اساس تحلیل پژوهش‌ها بدست آمده است، در جدول زیر به طور خلاصه ارائه شده است.

جدول شماره ۱: کانون تمرکز و نقاط کانونی رویکرد آموزش استم تلفیقی بر اساس پژوهش‌ها

نقاط کانونی	ویژگی‌ها
نیاز مشاغل به برقراری ارتباطات بین دیسیپلین‌های استم	از نظر تاریخی منطق ایجاد این برنامه‌ها نیاز به نیروی متخصص و نیروی کار استم در دنیای فناورانه و پر رقابت امروز است (متکاف ^۱ ، ۲۰۱۰، پاتون ^۲ ۲۰۱۳). دلیل تلفیق این دیسیپلین‌ها، ارتباط در هم تنیده چهار دیسیپلین در حل مسائل دنیای واقعی و فناورانه امروز است (اشمیت، ۲۰۱۶)
روش پژوهش علمی	یادگیری روش پژوهش علمی و بکارگیری مهارت‌های فرآیندی و یادگیری معنادار در قالب حل مسایل مربوط به زندگی رکن اصلی این برنامه‌ها است (هانی و همکاران، ۲۰۱۴؛ بایی ^۳ ، ۲۰۱۰). مراحل روش پژوهش علمی شامل مشاهده دقیق، طرح سوال، تنظیم فرضیه، اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات از طریق آزمایش، تجزیه و تحلیل اطلاعات و نتیجه‌گیری است.
طراحی مهندسی	تمرین‌های طراحی مهندسی مناسب راه را برای اینکه دانش‌آموزان دیدگاه جامعی نسبت به پدیده‌ها پیدا کنند و بفهمند که مسایل واقعی ذاتا بین رشته‌ای هستند بازمی‌کند (دوچل و بیسمک ^۴ ، ۲۰۱۶). مراحل طراحی شامل تعریف نیاز یا طرح سوال، تولید ایده‌ها، طراحی محصول، آزمایش محصول، انجام اصلاحات و تکرار مراحل در صورت نیاز است (هستر و کانیگهام، ۲۰۰۷)
جذاب کردن یادگیری برای کودکان	توجه به کاربردهای علوم پایه در فناوری‌های پیشرفته و مهندسی که مورد علاقه دانش‌آموزان است؛ باعث ایجاد انگیزه و الهام بخشی به دانش‌آموزان در این زمینه‌ها خواهد شد. آموزش‌های تلفیقی استم علوم و ریاضی را از حالت محض و انتزاعی خارج می‌کند و با کاربرد آن‌ها در فناوری و مهندسی زمینه جذابیت آموزش را فراهم می‌کند (لبوی راش، ۲۰۱۱).

1. Metcalf
2. Bybee
3. Duschl & Bismack

نقاط کانونی	ویژگی‌ها
سازماندهی فرصت‌های یادگیریکل‌نگر	آموزش استم تلفیقی، خواه ناخواه رویکردی پروژه‌ای پیدا می‌کند که باعث تفکر عمیق به همه جنبه‌های علوم و فناوری می‌شود و یک دید کلی و یادگیری معنادار در دانش‌آموزان ایجاد می‌کند (ماسونی، ۲۰۱۵).
پروژه‌محوری دستاوردمحوری پژوهش‌گروهی	دانش‌آموزان از طریق اجرای یک پروژه طراحی و ساخت یک محصول، مصنوعات خود را می‌سازند و آنچه آموخته‌اند را ارائه می‌دهند. دستورالعمل پروژه محوری موفق نیاز به توسعه حرفه‌ای معلمان، مواد آموزشی و استراتژی-های یادگیری موثر و نوین و یک محیط حمایتی دارد. علاوه بر دانش محتوا، آموزش استم به دنبال ایجاد مهارت‌های قرن بیست و یکمی مثل پژوهشگری، حل مسائل با همکاری و مشارکت گروهی، تفکر انتقادی، برقراری ارتباطات میان رشته‌ای از طریق انجام پژوهش گروهی است (راویتز، ۲۰۱۰؛ پژوهش هانور، ۲۰۱۱)
شیوه‌های ارزشیابی متفاوت	ارزشیابی فقط بر پایه آزمون نیست و بیشتر شامل ارائه در کلاس، نمایشگاه یا شرکت در مسابقات است (کمیسکوپیچ، ۲۰۱۸) در ارزشیابی باید به میزان همکاری و فعالیت گروهی و نحوه پژوهشگری و فعالیت‌ها در طول زمان انجام پروژه توجه شود. ارزشیابی این رویکرد به صورت مستمر در حین فعالیت گروهی و پژوهش و تلاش جمعی توسط معلم صورت می‌پذیرد (اشمیت، ۲۰۱۶، پژوهش هانور، ۲۰۱۰).

منطق طراحی برنامه‌های درسی مستخرج از اسناد بالادستی نظام آموزش و پرورش ایران

در اسناد بالادستی تعلیم و تربیت ایران بر لزوم توجه به آموزش فناوری و تربیت دانش‌آموزان با توانایی رقابت در عرصه بین‌المللی از جمله برخوردار شدن دانش‌آموزان ایرانی از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فناوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید تاکید شده است. همچنین آموزش علوم تجربی باید به گونه‌ای باشد که ضمن برقراری ارتباط با نیازها، علایق و زندگی روزمره دانش‌آموزان، زمینه تربیت نسلی مسئولیت‌پذیر، متفکر و خلاق را فراهم کند و زمینه را برای کسب فناوری، به ویژه فناوری‌های نو شامل: ریز فناوری و فناوری‌های زیستی، اطلاعات و ارتباطات، زیست محیطی و هوا فضا ایجاد کند (سند چشم-انداز ۱۴۰۴، سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، ۱۳۹۰).

مبانی نظری برنامه‌های درسی تلفیقی استم

چسکی و ولفمیر^۱ (۲۰۱۵) در کتاب خود تحت عنوان فلسفه استم: یک پژوهش انتقادی، رویکردی انتقادی نسبت به فلسفه آموزش استم دارند و در ارزش‌شناسی این آموزش‌ها، علت اصلی توجه به استم را در جهت تربیت نیروی کار متخصص و ناشی از ارزش‌های سرمایه‌داری جامعه آمریکا می‌دانند. از آنجا که پژوهش‌ها نشان می‌دهد در شاخه‌های استم ترک تحصیل زیادی وجود دارد و زنان و طبقات فرودست در این رشته‌ها کمتر موفق هستند، فلسفه توجه به این آموزش‌ها در درجه اول تربیت نیروی کار متخصص آمریکایی برای جامعه آمریکا بوده است که به زعم نویسندگان این هدف در خدمت سرمایه‌داری است. البته این استدلال‌ها شاید در مورد جامعه آمریکایی که به دنبال کم کردن نیروی کار مهاجر متخصص در حوزه علوم پایه و فناوری است، درست به نظر برسد؛ اما در جامعه در حال توسعه کشور ایران توجه به این آموزش‌ها از این جهت الزامی است که علی‌رغم علاقمندی دانش‌آموزان ایرانی به دیسپلین‌های چهارگانه استم، دانش و نگرش آنها به این حوزه‌ها کاملاً انتزاعی و فارغ از تلفیق و کاربرد عملی دانسته‌ها و ارتباط واقعی مفاهیم با زندگی واقعی است. البته منتقدین به خوبی این نکته را متذکر می‌شوند که باید به ارزش‌های اخلاقی، مسایل محیط‌زیستی و انگیزه‌های انسانی دانش‌آموزان در این آموزش‌ها توجه کنیم. در معرفت‌شناسی آموزش‌های استم باید گفت شناخت‌شناسی این آموزش‌ها بر اساس سازنده‌گرایی و تحول‌پذیری^۲ و تغییر بنا شده است و از طرفی این آموزش‌ها به دلیل رویکردی که به آموزش چهار دیسپلین و تلفیق آنها دارند به دنبال تغییر و تحول در شیوه‌های سنتی آموزش هستند (هستر و کانینگهام، ۲۰۰۷).

جدول شماره ۲- منطق استفاده از برنامه‌درسی استم تلفیقی از منظر رویکرد سازنده‌گرایی

منطق برنامه درسی استم تلفیقی
ویژگی‌های یادگیری در آموزش‌های تلفیقی همسو با نظریه سازنده‌گرایی را می‌توان اینگونه تقسیم بندی کرد: یادگیری مستلزم دستکاری فعال است. یادگیری ساخته شدنی یا بناشدنی است. یادگیری همکارانه است. یادگیری هدفمند است. یادگیری با امور و مسائل پیچیده سروکار دارد. یادگیری زمینه محور است (مهر محمدی، ۱۳۹۶). تاکید بر ساخت دانش توسط یادگیرندگان وجود دارد و این رویکرد دانش‌آموز محور است. تاکید بر ارزشیابی‌های پویا و کیفی و روش‌های ارزشیابی متنوع است.

1. Chesky & Wolfmeyer

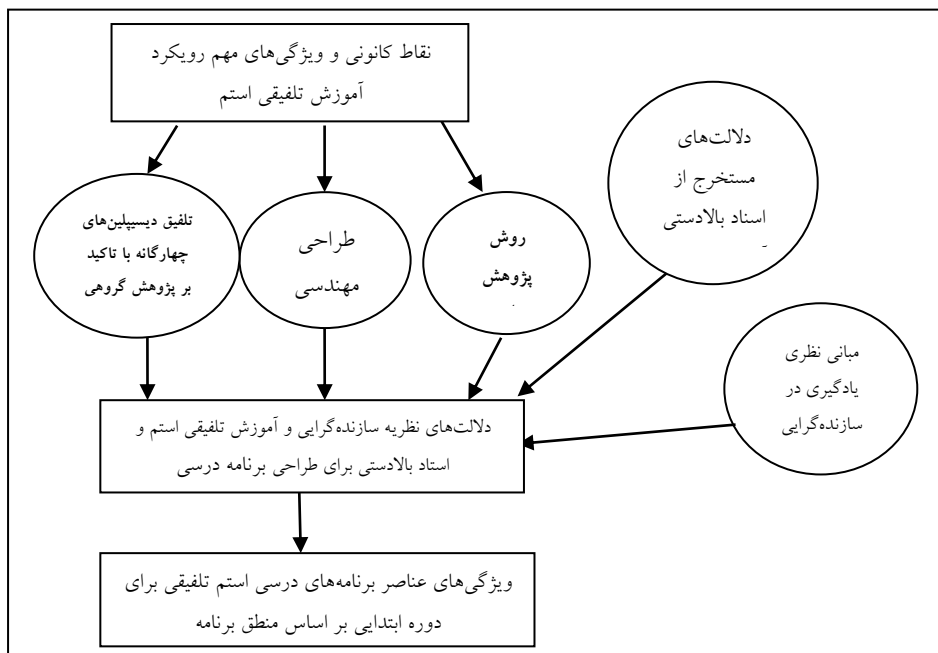
2. Transformative

بر اساس تحلیل پژوهش‌های انجام شده، ویژگی‌های فوق‌الذکر در جدول ۲ در طراحی و اجرای برنامه‌های درسی استم تلفیقی لحاظ می‌شوند. سازنده‌گرایی مبتنی بر جامعه‌شناسی است و بر ارزیابی اینکه چگونه افراد ادراک، باورها و دیدگاه‌هایشان نسبت به جهان در یک محیط خاص را گزارش می‌دهند متمرکز است (پاتون، ۲۰۰۲). سازنده‌گرایی شامل مفاهیمی مثل مشارکت معلم به عنوان تسهیلگر است که به دانش‌آموزان اختیار و ابتکار عمل می‌دهد. در رویکرد استم نیز باید به بچه‌ها اجازه داد تا از طریق علایق و کنجکاوی ذاتی یادگیرند و با همکاری با دیگران به ساخت دانش پردازند و این رهنمودها پایه و اساس یادگیری پروژه محور و مشارکتی نیز محسوب می‌شوند که استم تلفیقی بر آن استوار است (الیوارز، ۲۰۱۲). یادگیری‌های مبتنی بر پروژه استم تلفیقی بر اساس رویکرد یادگیری سازنده‌گرایی اجتماعی است که برای تشویق دانش‌آموزان و ترویج دقت علمی بوجود آمده و باید به دانش‌آموزان پروژه‌هایی داده شود که شامل یافتن راه حل مسائل بازپاسخ باشند و به صورت کارگروهی، تکیه‌گاه سازی^۲ و تلفیق چندحوزه محتوایی انجام گیرند. آموزش استم بر خلاف کلاس‌های معلم محور سنتی است و تئوری سازنده‌گرایی در آموزش را دنبال می‌کند که آموزش را بیشتر یک فعالیت و فرآیند فعالانه می‌بیند که یادگیرنده مفاهیم را در مغز خود می‌سازد و در یک روند دائمی در حال بازسازی تجربیات است. البته در استم تلفیقی به یادگیری از طریق انجام دادن^۳ نیز بر اساس ماهیت یادگیری مشارکتی و طراحی و ساخت توجه می‌شود. در نظریه سازنده‌گرایی ساخت مفاهیم بر اساس دانش قبلی رخ می‌دهد و به یادگیرنده به عنوان کسی که در مورد جهان و محیط اطراف کنجکاو است، نگریسته می‌شود.

-
1. Olivarez
 2. Scaffolding
 3. Learning by Doing

ویژگی‌های عناصر برنامه درسی استم تلفیقی بر اساس الگوی اکر

شکل شماره ۱: ویژگی‌های منطق طراحی برنامه درسی آموزش تلفیقی استم



اهداف برنامه درسی استم

چرایی تبیین اهداف در دو مطلب ریشه دارد: ۱- ماهیت تلفیق که در ارتباط با منطق و دیگر عناصر برنامه تبیین می‌شود. اهداف اصلی دست‌اندرکاران استم از تلفیق حوزه‌ها بدست آوردن دید کلی به دانش و فهم ارتباطات میان رشته‌ها و علاقمند ساختن دانش‌آموزان به پژوهش علمی و دیسپلین‌های استم است. ۲- چرایی سرمایه‌گذاری در کشورهای مختلف روی این رویکرد ناشی از این موضوع است که امروزه نیروی انسانی سرمایه هر کشوری محسوب می‌شود و ارتباط تنگاتنگی با شکوفایی اقتصادی دارد. لذا در اهداف کلی این رویکرد تاکید بر ایجاد سواد و شایستگی‌های قرن بیست و یکمی مثل تفکر انتقادی، حل مسئله، مهارت ایجاد ارتباط و مشارکت با دیگران و توانایی‌های بالا در فناوری در دانش‌آموزان در زمینه‌های مربوط به استم و علاقمند کردن دانش‌آموزان به فعالیت‌های مربوط به استم و تامین نیروی کار استم

دیده می‌شود. درک ارتباطات بین دیسپلین‌های چهارگانه استم توسط دانش‌آموزان هدف مهم استم تلفیقی است (برلند و بوش^۱، ۲۰۱۳). در دوره ابتدایی به طور مشخص نیل دانش‌آموزان به فعالیت‌های علمی، یادگیری روش پژوهش علمی و بکارگیری مهارت‌های فرآیندی و یادگیری معنادار در قالب حل مسایل مربوط به زندگی هدف اجرایی کردن برنامه‌های استم است (هانی، ۲۰۱۴؛ بایی، ۲۰۱۰).

در اسناد بالادستی نظام تعلیم و تربیت ایران نیز فعالیت‌های یادگیری دانش‌آموزان ایرانی باید بازتاب‌دهنده جریانی از دانش و پژوهش علمی باشد که همسو با تفکر علمی و آموزشی معاصر باشد و هدف از آموزش تقویت روحیه پژوهش، تعقل و تفکر، نقادی و نقدپذیری، ابتکار و خلاقیت و کار آفرینی در دانش‌آموزان ایرانی است (اهداف برنامه درسی علوم و ریاضی (۱۳۹۳)، برنامه درسی ملی (۱۳۹۱). همچنین دانش‌آموز باید بتواند با کسب مهارت‌های پایه فناوری، پرسشگری و خلاقیت، فرآیند تولید یک محصول را تجربه کند (سند تحول بنیادین، ۱۳۹۰). بنابراین در اسناد بالادستی ایرانی نیز اهداف مرتبط با آموزش‌های استم دیده شده است.

محتوای برنامه درسی استم

منطق تولید محتوا در این رویکرد براساس توجه به ایجاد موقعیت حل مسئله و پژوهش گروهی از طریق دیسپلین‌های چهارگانه است. از آنجا که چهار دیسپلین در حالت آرمانی تلفیق می‌شوند، توجه به پیش‌دانسته‌ها و سطح لازم در هر دیسپلین لازم است. طراحی محتوا باید بر اساس مبانی نظریه سازنده‌گرایی و کانون‌های تمرکز این رویکرد، از موضوعاتی انتخاب شود که دیسپلین‌های چهارگانه استم در آنها به صورت تلفیقی به هم مربوط شوند. البته میزان به کارگیری هر حوزه در محتوای طراحی شده قطعاً به صورت مساوی نخواهد بود اما تلاش طراحان مبنی بر بکارگیری هر چهار حوزه محتوایی است و باید به این نکته توجه داشت که بعضی محتواهای علمی به طور دقیق مبتنی بر تئوری هستند و نمی‌توان آنها را به وسیله آموزش مبتنی بر طراحی مهندسی تدریس کرد (کوربت، ۲۰۱۲). محتوا باید به گونه‌ای طراحی شود که مواد آموزشی آن برای پژوهش گروهی قابل تامین باشد و معلم به عنوان تسهیلگر

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

توانایی ارائه محتوا و پشتیبانی علمی و معنوی از دانش‌آموزان را داشته باشد. زیرا پژوهش گروهی و طراحی و ساخت چالش‌هایی ایجاد می‌کند که حل آنها نیاز به مواد آموزشی لازم و مکان مناسب دارد. نقش پشتیبانی معلم در مراحل شکست و دوباره طراحی کردن و ساختن، جزیی لاینفک است. اصل مهم دیگر در طراحی محتوا تعریف مسائل واقعی است، بنابراین به زمینه محور بودن این آموزش‌ها باید توجه داشت و در محتوا بر طراحی و حل مسئله باید تمرکز شود (گاردنر^۱، ۲۰۱۷). در طراحی و اجرای برنامه توجه به مراحل طراحی مهندسی و مهارت‌های فرآیندی پژوهش علمی الزامی است (التز، ۲۰۱۶). سازماندهی محتوا باید به گونه‌ای باشد که در ابتدای کلاس یک مسئله چالش برانگیز یا یک نیاز معمولاً در ارتباط با زندگی کودکان مطرح شود، به عنوان مثال در برنامه مهندسی ابتدایی است^۲ موزه علوم بوستون، ایجاد سوالات و نیازها در دوره ابتدایی معمولاً از طریق ارائه یک داستان صورت می‌گیرد (هستر و کانینگهام، ۲۰۰۷). برای یافتن پاسخ، حوزه‌های مختلف چهار دیسپلین به صورت تلفیقی معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد (ترنر، ۲۰۱۳). منطق برنامه بر اساس علاقمند کردن بچه‌ها به علوم و فناوری موجب می‌شود محتوایی تدارک دیده شود که از طریق ایجاد فرصت‌هایی برای انجام آزمایش و دستکاری مواد آموزشی منجر به درک عمیق‌تری از مفاهیم^۳ استم شود. دانش و نگرشی که دانش‌آموزان در سنین پایین به دست می‌آورند، دانش پایه‌ای را برای موضوعاتی فراهم می‌کند که با ادامه تحصیل انتزاعی و دشوارتر می‌شوند (کللی، ۲۰۱۸).

در اسناد ایرانی نیز توجه به به‌روز بودن محتوای برنامه‌های درسی دیده شده است و بر این اساس محتوا باید متناسب با نیازهای حال و آینده، علایق، ویژگی‌های روان‌شناختی دانش‌آموزان، انتظارات جامعه و زمان آموزش باشد و محتواهای برنامه‌درسی باید به نیازهای گوناگون دانش‌آموزان و جامعه در سطوح محلی، منطقه‌ای، ملی و جهانی در کلیه ساحت‌های تعلیم و تربیت تأکید کند (راهنمای برنامه درسی علوم، ۱۳۹۰)

1. Gardner
2. Engineering is Elementary (EiE)
3. Concepts
۷۷

راهبردهای یاددهی و یادگیری برنامه درسی استم

ماهیت این برنامه درسی ایجاب می‌کند که راهبردهای یاددهی و یادگیری در تعامل با فناوری، نیازهای نوین جامعه و محیط‌های شغلی و از طریق فعالیت گروهی، کاوشگری و اجرای پروژه‌های گروهی تهیه شوند (گاردنر، ۲۰۱۷) و این عنصر در ارتباط با دیگر عناصر بالاخص محتوا و نقش معلم است، لذا هم طراحان این برنامه و هم معلمان باید درک درستی از مراحل پژوهش علمی (مشاهده دقیق، طرح سوال، تنظیم فرضیه، اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات از طریق انجام آزمایش، تجزیه و تحلیل و تفسیر اطلاعات، نتیجه‌گیری) و طراحی مهندسی (پرسیدن سوال یا طرح نیاز، تصور، طراحی، خلق راه‌حل، اصلاح راه‌حل و محصول^۱) داشته باشند. بنابراین در طراحی راهبردها، باید به ارتباط آن با نقش و توانایی‌های معلم و آموزش‌های لازم برای معلمان توجه کرد. باید زمینه تعامل با همسالان و ارتباط با انواع محیط‌های یادگیری و تعامل با مواد آموزشی و فناوری مدنظر باشد (مورگان، فاركاس، هيلمير و مک‌زوغا^۲، ۲۰۱۶). در تمام پژوهش‌های مورد بررسی تاکید بر حل مسائل به خصوص استفاده از مسائل دنیای واقعی به عنوان یک فرصت ایجاد انگیزه و جذابیت برای دانش‌آموزان وجود دارد اما اصطلاحات مختلفی برای بیان این مطلب استفاده شده است: یادگیری مسئله محور^۳، یادگیری مبتنی بر مسئله^۴ و یادگیری مبتنی بر پروژه^۵ که همگی بر حل مسئله گروهی دانش‌آموزان تاکید دارد. اما باید توجه داشت که بین رویکرد مسئله‌محور و پروژه‌محور تفاوت‌هایی وجود دارد. در حل مسئله تاکید بر طراحی و تهیه محصول وجود ندارد و دانش‌آموزان موظف به تعریف، شناسایی و حل مسئله هستند و این فرآیند می‌تواند از طریق پژوهش علمی و یا تفکر استنباطی نیز صورت بگیرد. هدف یادگیری مسئله‌محور توسعه مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان از طریق طی مراحل و فرآیند حل مسئله است. در صورتی که در استم تلفیقی، تلاش و فعالیت گروهی دانش‌آموزان با تسهیلگری معلم با تمهیدات و دستورالعمل‌هایی که معلم به عنوان راهنما تدارک دیده است، منجر به طراحی و ساخت یک

1. Ask, Imagin, Plan, Creat, Improve
2. Morgan, Farkas, Hillemeier & Maczuga,
3. Problem-Centered Learning
4. Problem-Based Learning
5. Project-Based Learning

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

محصول خواهد شد یعنی دانش‌آموزان یک پروژه را به صورت گروهی بر اساس مراحل پژوهش علمی و حل مسئله انجام می‌دهند، اما در رویکرد حل مسئله، مسئله در مقایسه با یادگیری مبتنی بر پروژه باز پاسخ‌تر است و هدف کمتر متمرکز بر دست‌ورزی و طراحی است. در رویکرد پروژه محور گام‌های طراحی و ساخت مشخص‌تر هستند و هدف به صورت مشخص از قبل تقریباً تعیین می‌شود (لبوی راش، ۲۰۱۱؛ گاردنر، ۲۰۱۷). با وجود اصطلاحات مختلف استفاده شده جنبه‌های مختلف تاکید شده در پژوهش‌ها مشابه هستند: این آموزش‌ها باید با ارائه یک مسئله چالش‌برانگیز معمولاً مرتبط با زندگی دانش‌آموزان تعریف شود که نقش مرکزی و زمینه یادگیری را فراهم می‌کند (بایی، ۲۰۱۰؛ برلند، ۲۰۱۳؛ اشمیت ۲۰۱۶).

در اسناد آموزشی ایرانی نیز راهبردهای مرتبط مورد توجه هستند به طوری که باید انگیزه دانش‌آموزان را از طریق کاوشگری در تلاش مداوم برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی درباره پدیده‌ها، وقایع و روابط آنها شکوفا و تقویت کرد. به نقش فعال، داوطلبانه و آگاهانه دانش‌آموز در فرآیند یادگیری و تربیت‌پذیری توجه شود و زمینه تقویت روحیه پرسشگری، پژوهشگری، خلاقیت و کارآفرینی را در دانش‌آموز فراهم شود (راهنمای برنامه درسی علوم، ۱۳۹۱؛ سند تحول بنیادین، ۱۳۹۰).

نقش معلم

از آنجا که منطق این برنامه درسی براساس سازنده‌گرایی و تجربه‌گرایی است، شامل مفاهیمی مثل مشارکت معلم به عنوان راهنمایی برای تسهیل یادگیری است. بنابراین معلم در برنامه‌های درسی تلفیقی از جمله استم باید به منطق استفاده از تلفیق باورمند و علاقمند به پژوهش علمی و دست‌ورزی باشد. نقش معلم به عنوان تسهیلگر فرآیند آموزشی، در این رویکرد ارتباط عمیقی با دیگر عناصر دارد. معلم باید توانایی ایجاد تجارب یادگیری در بستر یک برنامه تلفیقی را داشته باشد و چنانچه زمان، مکان و مواد آموزشی مهیا نباشند با وجود فعالیت معلم، کشیده شدن تار عنکبوت در نقاط ضعف برنامه، کلیت برنامه را از بین خواهد برد. معلم نقش راهنمای پروژه و پژوهش را برعهده دارد و ارائه دهنده صرف اطلاعات نیست. معلمان اگر به تاثیرات مثبت رویکردهای تلفیقی باور نداشته باشند در برابر این برنامه‌ها مقاومت می‌کنند لذا در مرحله اول معلمان باید در دوره‌های تربیت معلم و ضمن خدمت با این برنامه‌ها و اثرات

آن آشنا شوند (رینگ، ۲۰۱۷). معلمان استم علاوه بر علاقمندی به این رویکرد باید فهم خوبی از چهار دیسپلین پیدا کنند (کارتر، ۲۰۱۳). در دوره ابتدایی از آنجا که معلمان تحصیلات عمومی تری را گذرانده‌اند ممکن است در اجرای برنامه‌ها در خصوص دانش محتوایی چهار دیسپلین دچار مشکلاتی شوند، لذا نیاز به آموزش‌های حمایت کننده همواره وجود دارد، دانشجو معلمان ابتدایی باید در دوره تحصیل خود به طور واضح با طراحی مهندسی، روش پژوهش علمی و نظریه‌های یادگیری نوین مثل سازنده گرایی آشنا شوند و معلمان نیاز به دوره‌های ضمن خدمت در زمینه رویکردهای یادگیری طراحی محور، شامل یادگیری مساله-محور و پروژه محور دارند. خیلی از معلمان با تدریس تکنولوژی و مهندسی راحت نیستند و تربیت معلم مناسب باید شامل آموزش مهندسی و فناوری باشد دارد (کارتر ۲۰۱۳، اجویل، ۲۰۱۳؛ ساندرز، ۲۰۰۹).

در اسناد آموزش ایرانی نیز معلم زمینه ساز رشد عقلانی، ایمانی، علمی، عملی و اخلاقی دانش آموزان است. معلم راهنما و راهبر فرآیند یاددهی-یادگیری است (سند تحول بنیادین، ۱۳۹۰؛ برنامه درسی ملی، ۱۳۹۱).

زمان یادگیری

زمان در این رویکرد به علت ماهیت برنامه که بر اساس پژوهش منجر به طراحی و ساخت است، اولاً باید انعطاف پذیر باشد زیرا پروژه‌های طراحی و ساخت حتی در سطح ابتدایی زمانبر است و باید فرصت تجربه، شکست و تجربه دوباره را به دانش آموزان و معلمان بدهیم. از طرفی استم در برنامه‌های فوق برنامه مدارس به عنوان فعالیت‌های جذاب و علمی می‌تواند بکار گرفته شوند. زمان در تار عنکبوت اگر در ارتباط تنگاتنگی با نوع محتوا و مکان و فعالیت‌های یاددهی و یادگیری قرار می‌گیرد، زیرا چنانچه زمان لازم برای حل کردن چالش‌های طراحی و ساخت و تلفیق اختصاص نیابد به اهداف مد نظر این رویکرد نخواهیم رسید. مسئله‌ی اختصاص زمان برای هم‌اندیشی معلمان در مورد برنامه‌ها به منظور دانش افزایی نیز حائز اهمیت است (دارلینگ^۱، ۲۰۱۰). در بعضی کشورها مثل سنگاپور اجرای برنامه استم در کلاس‌های علوم نیز عملی شده است اما در اکثر کشورها فعالیت‌های فوق برنامه مدارس^۲

1. Darling-Hammond

2. After School

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

به صورت غنی‌سازی برنامه‌ها با فعالیت‌های استم صورت می‌پذیرد (کمیسکوپیچ، ۲۰۱۸؛ وونگ ۲۰۱۳، شلیشر، ۲۰۱۲). یکی از برنامه‌های کشورهای پیشرفته در زمینه استم اردوهای تابستانی با برنامه‌های استم است که شامل مسابقات استم نیز می‌شود. هرچند در فنلاند در دوره ابتدایی زمان خاصی به این آموزش‌ها اختصاص داده نشده است و حتی تعداد ساعاتی که بچه‌ها در کلاس‌های دیسیپلین‌های استم می‌گذرانند کمتر است، ولی تلفیق به صورت همه‌جانبه در همه کلاس‌های درسی اجرایی می‌شود که از طریق تربیت معلمان حرفه‌ای عملی شده است (روبرتز، ۲۰۱۳).

در اسناد آموزشی ایرانی نیز زمان آموزش فوق برنامه در نظر گرفته شده و وزارت آموزش و پرورش مسئولیت زمینه‌سازی لازم برای هدایت و غنی‌سازی زمان غیررسمی تعلیم و تربیت در خانه، مدرسه و خارج از مدرسه را بر عهده دارد. بنا به ضرورت پاسخگویی به نیازها و اقتضائات با عنایت به راهکار ۵-۵ محلی و منطقه‌ای، برنامه‌ریزی و تامین محتوای بخشی از زمان رسمی تعلیم و تربیت در اختیاراستان، منطقه و مدرسه خواهد بود که در چارچوب آئین نامه‌های ابلاغی برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود (سند تحول بنیادین، ۱۳۹۰) علاوه بر این در زمان‌بندی برنامه‌درسی دوره ابتدایی ساعت‌هایی برای برنامه‌ریزی توسط مدرسه به صورت آزاد در نظر گرفته شده است.

مکان یادگیری

مولفه مکان در این برنامه درسی به علت ماهیت پروژه‌محور بودن بسیار مهم است و باید شرایط لازم از نظر اختصاص فضای لازم، تعداد استاندارد دانش‌آموز، امکانات فناورانه را دارا باشد، زیرا یکی از موانع اجرای این برنامه‌ها تراکم بالای کلاس، فراهم نبودن فضای لازم برای فعالیت گروهی، نبودن امکانات فناورانه در محیط کلاس است. (اجویل، ۲۰۱۳). لذا موزه‌های علم، پژوهش‌سراها و پارک‌های علم و فناوری می‌توانند نقش مهمی در اجرایی کردن این برنامه‌ها داشته باشند. مکان باید از نظر وسعت امکان جابجایی دانش‌آموزان و تغییر صندلی‌ها را داشته باشد در کلاس‌های پرجمعیت اجرا بسیار سخت و گاهی غیرممکن است (کوبات^۱، ۲۰۱۳). تنظیمات ویژه محیط یادگیری مهمترین عاملی است که می‌تواند موفقیت این برنامه‌ها را تضمین کند (دپارتمان آموزشی ایندیانا، ۲۰۱۶). البته اجرای این برنامه‌ها به فضای مدرسه

محدود نیست، موزه‌های علم، اردوهای تابستانی، پارک‌های علم و فناوری و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی می‌توانند محل اجرای این برنامه‌ها باشند (آکادمی ملی علوم آمریکا، ۲۰۰۹). در اسناد ایرانی نیز ایجاد شبکه‌ای از محیط‌های یادگیری مانند پژوهش‌سراها، اردوگاه‌ها، خانه‌های فرهنگ، کتابخانه‌های عمومی، نمایشگاه‌ها و موزه‌های تخصصی علوم و فناوری، مراکز کارآفرینی و سایر مراکز مشابه و برقراری تعامل اثربخش مدارس با این محیط‌ها، با رعایت اصل غنی‌سازی محیط مدرسه با همکاری سایر دستگاه‌ها مهم است و وزارت آموزش و پرورش موظف است از مشارکت حداکثری خانواده‌ها، دستگاه‌های فرهنگی، هنری، خدماتی و تولیدی برای طراحی و اجرای برنامه‌ها و فعالیت‌های خارج از کلاس و مدرسه، بخصوص بخشی از برنامه‌ها که در تابستان اجرا می‌شود استفاده نماید (سند تحول بنیادین، ۱۳۹۰، برنامه درسی ملی، ۱۳۹۱).

مواد آموزشی

ماهیت این برنامه که بر اساس ذهن‌ورزی^۱ همراه با دست‌ورزی^۲ است، لزوم فراهم بودن مواد لازم برای پژوهش گروهی را مهم می‌سازد. حتی در دوره ابتدایی ابزارها و مواد لازم طراحی و ساخت که ممکن است ساده به نظر برسند باید از قبل با دقت طراحی شوند. چالش طراحی و ساخت بدون در اختیار داشتن مواد و ابزار لازم، نه تنها دانش‌آموزان را علاقمند نمی‌کند، بلکه آنها را از شکست و درگیری با ابزار غیراستاندارد دلزده خواهد کرد. دانش‌آموزان باید به کتابخانه، اینترنت و وسایل آزمایشگاهی و مواد مورد نیاز دسترسی داشته باشند (مک کلور^۳، ۲۰۱۷). گاهی از برنامه‌کیت‌محور استفاده می‌شود که واحدهای یادگیری و طرح‌درس‌های آن از قبل تهیه شده و معلم در اجرا با مشکل کمتری مواجه است (یانگ و لی^۴، ۲۰۰۵). مواد آموزشی علاوه بر ابزارهای لازم در هر طرح درس باید شامل امکانات فناورانه نیز باشد (کوربت، ۲۰۱۲).

در اسناد ایرانی نیز بر این نکته تاکید شده است که فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش مدرسه‌ای باید بکار گرفته شود. مدارس باید زمینه بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری-

-
2. Minds-on
 3. Hands-on
 4. McClure
 5. Young & Lee

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

های نوین آموزشی را فراهم نمایند. فناوری در ریاضیات و کاربردهای آنها (رایانه‌ها و نرم افزارها) مورد توجه باشد (برنامه درسی ملی، ۱۳۹۱، سند چشم انداز ۱۴۰۴).

گروه‌بندی

علاوه بر اینکه از نظر ماهیت سازنده‌گرایی این رویکرد، دانش در ذهن دانش‌آموز در تعامل بین دانش‌آموزان معنی پیدا می‌کند و ساخته می‌شود. در دنیای فناورانه امروز مسایل از طریق تعامل بین متخصصین رشته‌ها و فعالیت‌گروهی محققان حل می‌شود، در این راستا سیاست‌گذاران خط‌مشی‌های آموزشی، به دنبال ایجاد روحیه مشارکت گروهی در دانش‌آموزان امروز و شهروندان و نیروی کار متخصص فردا هستند. لذا فعالیت گروهی رکن این برنامه‌ها در تمامی کشورها هستند. یادگیری گروهی و مشارکتی همراه با کار تیمی، از طریق همکاری توسط همسالان و معلمان نیز از اهداف قطعی برنامه درسی تلفیقی استم است. انجام پروژه دانش-آموزی به صورت گروهی و مشارکتی درنهایت موجب درک ارتباط قوی بین قوانین علوم و ریاضی با فناوری و زندگی روزمره خواهد شد. نقش معلم به عنوان راهنمای گروه بسیار مهم است (مک کلور، ۲۰۱۷).

در اسناد ایرانی نیز فعالیت‌های یادگیری باید زمینه تعامل موثر دانش‌آموزان را با معلم، همسالان و انواع محیط‌های یادگیری مشارکتی را فراهم کند (برنامه درسی ملی، راهنمای برنامه درسی علوم، ۱۳۹۱).

ارزشیابی برنامه درسی استم

ارزشیابی از دوره‌ها براساس ماهیت تلفیقی و فعالیت‌گروهی دانش‌آموزان بر اساس ارائه محصول و نحوه تعاملات گروهی دانش‌آموزان است، هر چند اهداف هر یک از دیسیپلین‌ها نیز از طریق معلمان ارزشیابی می‌شود، اما تأکید اصلی در پژوهش‌ها بر این است که دانش-آموزان نحوه پژوهشگری را بیاموزند و ارزشیابی باید در طول دوره در حین فعالیت‌ها انجام شود. ارزشیابی بیشتر شامل ارائه در کلاس و شرکت در مسابقات است. در ارزشیابی باید به میزان همکاری و فعالیت گروهی و نحوه پژوهشگری و فعالیت‌ها در طول زمان انجام پروژه توجه شود. ارزشیابی باید به موقع در طول انجام پروژه‌ها به دانش‌آموزان بازخورد مناسب بدهد (شورای تحقیقات ملی آمریکا، ۲۰۰۷).

در اسناد آموزشی ایرانی نیز ارزشیابی باید با تاکید بر کارگروهی و فعالیت‌های جمعی و روش حل مسئله را فراهم کند و به صورت مستمر و منعطف با توجه به وجوه متفاوت یادگیری هر یک از دانش‌آموزان فرآیند دستیابی به سطوح بالاتر شایستگی در هر یک از حوزه‌های یادگیری را تدارک ببیند (راهنمای برنامه درسی علوم، ۱۳۹۱)

چگونگی تلفیق در الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم

تلفیق در یادگیری موثر است زیرا مفاهیم مرتبط برای ساخت معنا و بازیابی معنا در آینده بهتر سازماندهی می‌شوند. ساختارهای دانش متصل به هم باعث می‌شوند که دانش‌آموزان توانایی انتقال دانسته‌ها و مهارت‌هایشان را در موقعیت‌های جدید و ناآشنا کسب کنند. همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که علاوه بر این توانایی ارائه یک مفهوم به صورت بین‌رشته‌ای به روش‌های مختلف به عنوان مثال به صورت شفاهی، بصری، فیزیکی و کتبی یادگیری را تسهیل می‌کند (هانی و همکاران، ۲۰۱۴). آنچه محل بحث است نحوه تلفیق چهار دیسپلین از کمترین میزان تلفیق تا بیشترین میزان تلفیق و تعریف یک فرارشته است. به نظر بایی (۲۰۱۳) مهم نیست که کدام یک از مدل‌ها و رویکردهای استم انتخاب شود مهم این است که معلمان، مدیران و مسوولان مدارس خط‌مشی‌های آموزشی را بر اساس فهم خود از استم تلفیقی در نظر بگیرند تا در سطح محلی بتوانند به عنوان مدافع استم عملکرد بهتری داشته باشند.

استفاده از همه رویکردهای تلفیقی بر اساس نمودار شماره ۱ مغتنم است؛ اما رویکرد وزنی از آنجا که معمولاً تاکید بیشتر بر ریاضی و علوم دارد، در واقع همان اتفاقی است که در مدارس هنگام تلفیق از نظر داجر رخ می‌دهد یعنی غفلت از مهندسی و فناوری صورت می‌گیرد، زیرا برای معلمان استفاده از طراحی مهندسی و فناوری دشوار است و بسیاری از معلمان از ارتباط با فناوری واهمه دارند؛ بنابراین رویکرد وزنی به معنی واقعی تلفیق چهار دیسپلین محسوب نمی‌شود. رویکرد چندرشته‌ای متقاطع از منظر توجه به مهندسی به عنوان لنز مثل رباتیک، هرچند بسیار برای دانش‌آموزان جذاب است اما باید توجه داشت که تلفیق به درستی صورت پذیرد به این معنی که باید مراقب بود که در این دوره‌ها طراحی و ساخت فقط بر اساس دستورالعمل‌ها و دست‌ورزی در حد لحیم‌کاری و اتصال قطعات تنزل پیدا نکند و مهارت‌های فرآیندی، پژوهش‌گروهی و توجه به هر چهار دیسپلین به طور متوازن صورت

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

بگیرد آنچه که در واقعیت در دوره‌های اجرا شده کمتر صورت گرفته است. در واقع در دوره‌هایی مثل رباتیک تاکید بیشتر بر مهندسی و فناوری است و در دوره‌های به واقع تلفیقی استم باید به ریاضی و علوم نیز توجه عمیق داشته باشیم. بنابراین رویکرد چندرشته‌ای متقاطع نیز نمی‌تواند تلفیق لازم را پدید آورد.

از نظر محققان بهترین رویکرد در دوره ابتدایی رویکرد یکپارچه شده (تلفیقی) است به این معنی که بیشترین سطح تلفیق در انتخاب محتوا و راهبردهای یاددهی و یادگیری صورت گیرد و در دوره ابتدایی بیشتر از سطح دانشی و شناختی باید بر نگرش و مهارت‌آموزی دانش-آموزان در برنامه‌های درسی استم تلفیقی تمرکز کرد. در صورت طراحی درست این دوره‌ها، کلی را ارئه می‌دهند که بیشتر از جزییات است. بعضی محققین مانند اشمیت (۲۰۱۶) زبان، مطالعات اجتماعی و دروس دیگر را نیز قابل تلفیق با استم در دوره ابتدایی می‌دانند و در دوره ابتدایی از آنجا که یک معلم تدریس دروس را به عهده دارد به شرط آموزش معلم و ایجاد یک محیط حمایتگر از معلم و دانش‌آموزان و فراهم کردن مولفه‌هایی مثل زمان، مکان و مواد آموزشی مناسب، اجرای چنین رویکردی امکانپذیر است.

طراحی چنین برنامه درسی تلفیقی نیاز به پیشنیازهای مولفه‌های الگوی برنامه درسی اگر دارد به این معنی که محتوایی باید انتخاب شود که از طریق روش پژوهش علمو/یا طراحی مهندسی صورت پذیرد. پژوهش با طرح یک سوال، فرضیه‌سازی، انجام آزمایش و بکارگیری مهارت‌های فرآیندی در یافتن پاسخ‌ها که شامل مشاهده^۱، طبقه بندی کردن^۲، اندازه گیری^۳، استنباط (حدس زدن)^۴، پیش بینی^۵، برقراری ارتباط علمی^۶، تدوین فرضیه^۷، تعریف و کنترل متغیرها^۸، طراحی و انجام آزمایش^۹، جمع آوری و تفسیر اطلاعات^{۱۰}، مدل سازی^{۱۱} است، صورت می‌گیرد. شش مهارت اول مهارت‌های فرآیندی پایه و پنج مهارت دوم مهارت‌های

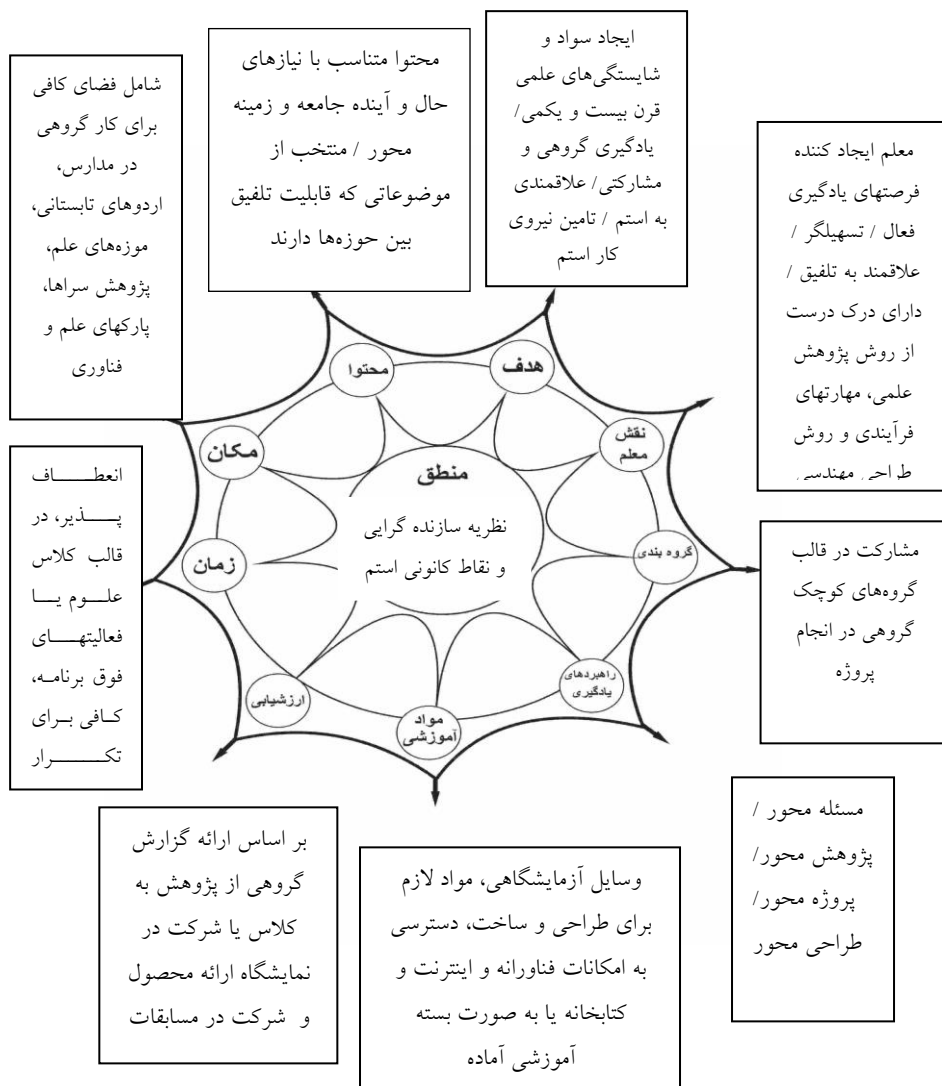
-
1. Observing
 2. Measuring
 3. Inferring
 4. Classifying
 5. Predicting
 6. Scientific Communicating
 7. Hypothesizing
 8. Defining and Controlling Variables
 9. Experimenting and Designing Experiments
 10. Gathering and Interpreting Data
 11. Making Models

فرآیندی تلفیقی (درهم تنیده) نامیده می‌شوند (بوچرفیلد^۱ و گیفور، ۱۹۹۵). در نهایت نتیجه-گیری و تکرار آزمایش و پاسخ به سوال و تایید یا رد فرضیه انجام می‌شود. البته معمولاً برنامه-های درسی تلفیقی استم با هدف طراحی و ساخت یک محصول حتی در دوره ابتدایی است و از طریق مراحل طراحی مهندسی با طرح یک سوال و نیاز و پیدا کردن راه حل آنها از طریق پژوهش گروهی که منجر به ساخت یک محصول برای ارائه راه حل می‌شود صورت می‌پذیرد. در الگوی پیشنهادی محققان استفاده ترکیبی از مراحل طراحی مهندسی و روش پژوهش علمی با در نظر گرفتن استفاده از فناوری و محاسبات ریاضی که در زندگی واقعی با بکارگیری هر چهار دیسپلین مسائل حل می‌شوند، مد نظر است.

البته تلفیق حوزه‌های استم چالش برانگیز است و تلفیق هر چه بیشتر الزاما بهتر نیست. (بوش و برلند، ۲۰۱۳؛ هانی و همکاران، ۲۰۱۴) آنچه در دوره ابتدایی حائز اهمیت است توجه به فضاهای یادگیری کودکان و جذاب سازی مفاهیم علوم تجربی و فناوری و ریاضی است. بنیاد ملی علوم آمریکا (۲۰۱۷) در مورد آموزش استم تلفیقی در دوره کودکی و نقش والدین، معلمان و محیط‌های عمومی اذعان کرده است که والدین و فناوری به ارتباط مدرسه، خانه و بقیه محیط‌های آموزشی مثل کتابخانه‌ها و موزه‌های علم برای حمایت از آموزش زود هنگام استم کمک می‌کنند و باید توجه کرد که مجموعه این عناصر محیط‌هایی می‌سازند که در آن کودکان می‌توانند یادگیری استم خود را قوت بخشند غوطه‌وری در بافت محیط‌های یادگیری استم منجر به سیالی و روانی یادگیری خواهد شد. لذا آگاهی والدین و معلمان و ایفای نقش رسانه‌ها و محیط‌های آموزشی فوق برنامه مثل پژوهش‌سراها و موزه‌های علم و دیگر محیط‌هایی که در زندگی کودکان نقش دارند از طریق حمایت‌های دولتی بسیار مهم است زیرا کودکان در خلاء یاد نمی‌گیرند و همکاری والدین و محیط‌های آموزشی فوق برنامه نقش بزرگی در اجرایی شدن فعالیت‌های استم و کمک به معلمان در این زمینه خواهد داشت.

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

شکل شماره ۲: الگوی مفهومی استم تلفیقی برای دوره ابتدایی بر اساس مدل اکر



بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش منظور از برنامه درسی تلفیقی استم بر اساس داجر (۲۰۱۰) هر نوع از برنامه های تلفیقی استم وزنی، چندرشته ای متقاطع و یکپارچه شده است؛ اما انتخاب محققان برای

طراحی الگوی مفهومی، برنامه درسی تلفیقی استم (یکپارچه شده) است. هدف اصلی آموزش استم در دوره ابتدایی باید ایجاد انگیزه در زمینه علاقمندی به پژوهش علمی و همیاری گروهی در یک بستر تلفیقی و یادگیری علوم تجربی از طریق عمل در دانش‌آموزان باشد. در این راستا ممکن است در همه طرح‌ها چهار دیسپلین به طور مساوی شرکت داده نشوند اما تلاش دست‌اندرکاران باید بر تلفیق باشد. بنابراین در تهیه برنامه‌ها توجه به دست‌ورزی همراه ذهن-ورزی بسیار مهم است. نکته دیگر توجه به مسائل زیست محیطی و جنبه‌های توسعه پایدار در ارائه آموزش‌ها است، زیرا پیشرفت‌های فناورانه اگر موجب تخریب زیست بوم شوند موجب توسعه پایدار نخواهند شد و بهترین زمان برای آموزش‌های زیست محیطی می‌تواند دوره ابتدایی باشد. از نظر محققان آنچه مهمتر از انتخاب رویکرد تلفیق است فراهم آوردن شرایط و مولفه‌های موادآموزشی، معلم، زمان و مکان است. به طوری که اجویل (۲۰۱۳) و ساندرز (۲۰۰۹) معتقدند که یکی از چالش‌های بزرگ اجرای استم دانش‌محتوای معلمان در مورد چهار دیسپلین است که باعث ایجاد مشکلات می‌شود. مخصوصاً معلمان ابتدایی که تحصیلات عمومی‌تری را می‌گذرانند، وقتی که درگیر اجرای برنامه‌های استم می‌شوند ممکن است ضعف بزرگی در دانش محتوایی حس کنند (رینگ ۲۰۱۷). کویات (۲۰۱۸) در پژوهش خود در کشور ترکیه به این نتیجه رسیده که معلمان به فعالیت‌های استم علاقه دارند ولی در عمل نمی‌توانند این فعالیت‌ها را با دقت و درست انجام دهند و موانع اجرا را شامل شرایط فیزیکی کلاس مثل جمعیت کلاس، امکانات آموزشی، امکانات آزمایشگاهی و زمان کلاس‌ها عنوان کرده‌اند. معلمان همچنین توافق داشتند که برنامه‌های استم دانش‌آموزان را تشویق به پژوهش می‌کند. (اجویل، ۲۰۱۳) موانع اجرای موفقیت‌آمیز آموزش استم را آموزش ضعیف و کمبود منابع برای تربیت معلمان استم کارآمد، کمبود سرمایه‌گذاری در توسعه حرفه‌ای معلمان، آموزش ضعیف و عدم الهام‌بخشی به دانش‌آموزان، کمبود حمایت از سیستم مدرسه، کمبود تهیه محتوای استم، ضعف راه‌های انتقال محتوا، ضعف امکانات آزمایشگاهی و رسانه‌های آموزشی، ضعف و نبود آموزش دست‌ورزی به دانش‌آموزان اعلام می‌کند. برای فائق آمدن به این چالش‌ها، آموزش مناسب معلمان و توجه به ضرورت این آموزش‌ها از طرف اولیای دانش‌آموزان و مدیران آموزش و پرورش و همچنین خلاءهای زمینه‌ای موجود از جمله

طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم...

وضعیت فضاهای آموزشی مدارس، تراکم جمعیت کلاس‌ها و برنامه‌ریزی‌های موجود در زمینه بودجه لازم باید مد نظر قرار گیرد و از فرصت برنامه‌های فوق‌برنامه در پژوهش‌سراهای دانش-آموزی و موزه‌های علم و پارک‌های علم و فناوری استفاده شود.

منابع

احمدی، پروین (۱۳۹۰). طراحی و سازماندهی محتوای برنامه درسی رویکرد بین‌رشته‌ای در برنامه-

های درسی تلفیقی. تهران: نشر آبیژن

ایرندگان، سعید. (۱۳۹۴). تحلیل محتوای کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره اول ابتدایی بر اساس

توجه به مهارت‌های فرآیندی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد انار.

خنیفر، حسین. (۱۳۹۷). اصول و مبانی روش‌های پژوهش کیفی رویکردی نو و کاربردی. تهران:

انتشارات نگاه دانش.

عمویی اسرمی، احسان. (۱۳۹۴). بررسی و تحلیل محتوای کتاب درسی علوم تجربی پایه پنجم

ابتدایی از منظر مهارت‌های کاوشگری و فرآیندی، سومین همایش علمی پژوهشی علوم تربیتی و

روانشناسی آسیب‌های اجتماعی و فرهنگی ایران، قم.

غیاث‌آبادی فراهانی، اکرم. (۱۳۹۳). مقایسه عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان در دروس تلفیقی و مجزا

از هم علوم و ریاضی در شهرستان تفرش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت دبیر شهید

رجایی

ولی‌زاده، فاطمه. (۱۳۹۳). تحلیل محتوای کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره ابتدایی با توجه به

مهارت‌های سواد علمی فناوری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم تربیتی دانشگاه شهید

باهر کرمان.

مهرمحمدی، محمود. (۱۳۹۷). مفهوم‌شناسی تلفیق در برنامه‌ریزی درسی، دانشنامه ایرانی برنامه

درسی.

Corbett, K, S. (2012). **THE Engineering Design Process as a Model for STEM**.PHD Thesis curriculum design college of engineering and science Louisiana tech university. UMI Number: 3515928

Bybee, R. W. (2010). **Advancing STEM education: A 2020 vision**. The Technology and Engineering Teacher, 70 (1), 30-35.

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

- Dugger, W. (2010, December). **Evolution of STEM in the United States**. Paper presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Griffith, Australia. Retrieved from
- Daugherty, J.L. (2009). **Engineering Professional Development Design for Secondary School Teachers: A Multiple Case Study**. Journal of Technology
- Darling-Hammond, L. (2010). **Steady Work: Finland Builds a Strong Teaching and Learning System**. Rethinking Schools, 24 (4). Retrieved from <http://www.nea.org/home/40991.htm>
- Ejiwale, J. (2013). **Barriers to successful implementation of STEM education**. Journal of Education and Learning, Vol.7 (2) pp. 63-74.
- Eltz, J. (2016). **Analyzing the Attributes of Indiana's STEM Schools**. PHD Thesis INDIANA STATE UNIVERSITY. ProQuest Number: 10193758
- Gardner, M. (2017). **Beyond the Acronym: Preparing Preservice Teachers for Integrated STEM Education**, Ph.D. Colgate University.
- Hettinger, Jill K. (2014). **Finding Success in Elementary Science Across Socioeconomic Boundaries**. Boise State University.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). **STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research**. Washington: National Academies Press
- Hanover Research. (2011). **K-12 STEM education overview**. Washington, DC: Author. Retrieved from [12-STEM Education-Overview-Membership.pdf](#)
- Hester, K., Cunningham, C, M. (2007). **Engineering is elementary An engineering and technology curriculum for children**. American Society for Engineering Education.
- Harlen, W. (editor) and a group of writers (2015). **working with Big Ideas of Science Education**. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme: Trieste, Italy ISBN: 9788894078466
- Kubat, U. (2018). **The integration of STEM into science classes**. World Journal on Educational Technology: Current Issues. 10 (3), 165-173.
- Kmicikewycz, A (2018). **STEM Teaching-No Experience Needed**. http://blogs.edweek.org/edweek/global_learning/2018/01/teaching_STEM_and_programming_no_experience_needed.html
- Laboy-Rush, D. 2010. **Integrated STEM education through project based learning**. www. Learning.com/stem/ whitepaper/integrated-STEM-through-Project-Based-Learning.
- Mahoney, M. (2010). **Students' attitudes toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs**. Journal of Technology Studies, 36 (1), 24-34.

- Masoni, G. (2015). **Promoting STEM Integration, Interest and Identity Among Elementary School Students**. University of Southern California. PHD Thesis
- Metcalf, H. (2010). **Stuck in the pipeline: A critical review of STEM workforce literature**. *Inter Actions: UCLA Journal of Education and Information Studies*, 6 (2), 1-20.
- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. (2017). **STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood**. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). **Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors**. *Educational Researcher*, 45 (1), 18–35.
- 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. (2011). **Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics**. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Patton, M. (2013). **ATE had role in the naming of STEM**. Retrieved from <http://test.scout.wisc.edu/~ealmasy/scout/CWIS/ate20/22917/ate-hadrole-in-the-naming-of-stem>
- Ring, E.A. (2017). **Teacher Conceptions of Integrated STEM Education and How They Are Reflected in Integrated STEM Curriculum Writing and Classroom Implementation**. PHD Thesis University of Minesota. Proquest Number : 10283633
- Roberts, A. (2013). **STEM is here. Now what?** *Technology and Engineering Teacher*, (September), 22-27
- Sanders, M. (2009). **Integrative STEM Education: Primer**. *The Technology Teacher*, 68 (4), 2026.
- Satchwell, R., & Loepp, F. L. (2002). **Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school**. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39 (3).
- Wade-Shepherd, A. A. (2016). **The Effect of Middle School STEM Curriculum on Science and Math Achievement Scores**. Union University. Proquest Number : 10307073

- Schmitt, T.M. (2016). **Influence of STEM Enrichment Activities on 3rd - 5rd Grade Students Engineering Identity**. PHD Thesis. University of Georgia.
- Schleicher, A. (Ed.). (2012). **Preparing Teachers and Developing School Leaders for the 21st Century**. International Summit on the Teaching Profession. doi:10.1787/9789264174559
- Turner, K. (2013). **Northeast Tennessee Educators' Perception of STEM Education Implementation**.
- Wong, W. (2013). **Finnish Education system vs Singapore Education system**. Aporia Atheneum.
- Young, B., & Lee, S. (2005). **The effects of a kit-based science curriculum and intensive science professional development on elementary student science achievement**. Journal of Science Education and Technology, 14, 471-481. doi:10.1007/s10956-005-0222-2