



The Role of Art as a Catalyst for Innovation in the STEAM Curriculum: An Analysis of Its Educational and Cognitive Functions in General Education

Hossein Hajati Kaji^{id}*,¹

¹ PhD student in Curriculum Studies, Allameh Tabatabaie University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Keywords:

. Education,
. Art in Education,
. Creativity,
. Interdisciplinary Learning,
. Curriculum Innovation

. Corresponding author
hksorbital4@gmail.com

Background and Objectives: In response to the challenges faced by the 21st-century education system, the interdisciplinary approach of STEAM, as an innovative framework, advocates for integrating science, technology, engineering, art, and mathematics. The purpose of this article was to explore the educational, cognitive, and creative aspects of adding art to the STEM curriculum in primary and secondary education. **Methods:** This research utilized a descriptive-analytical approach based on a thorough review of scholarly literature and reputable academic sources. **Findings:** The results showed that integrating the arts into scientific fields not only deepens learning and boosts critical thinking but also enhances problem-solving skills, encourages divergent thinking, enriches aesthetic perception, and increases learner motivation. The analysis of successful international STEAM implementations also confirmed the high effectiveness of this approach in developing a creative, problem-solving generation prepared for future challenges. **Conclusion:** The STEAM approach, with a strong focus on the arts, can create meaningful, inspiring, and innovative learning experiences. Despite existing barriers to implementation, several recommendations are suggested to help effectively integrate this approach into the national education system.

Received: 2025-07-28

Reviewed: 2025-09-07

Accepted: 2025-09-13

Published Online: 2025-12-25

Citation (APA): Hajati Kaji, H. (2026). The Role of Art as a Catalyst for Innovation in the STEAM Curriculum: An Analysis of Its Educational and Cognitive Functions in General Education. *Journals of Research in Teacher Education Curriculum Studies*. 5(2), 179-193.

 <https://doi.org/10.48310/jcdr.2025.20277.1212>



Publisher: Farhangian University

Article type: Research Article

©2025/authors retain the copyright and full publishing rights



دوره ۵، شماره ۲، ۱۴۰۴



پژوهش در مطالعات برنامه درسی تربیت معلم

ISSN (Online): 2980-7948

نقش هنر به عنوان کاتالیزور نوآوری در برنامه درسی STEAM: تحلیلی بر کارکردهای تربیتی و شناختی در آموزش عمومی

مقاله پژوهشی / مروری

حسین حاجتی کاجی^{۱*}

۱. دانشجوی دکتری مطالعات برنامه درسی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: در پاسخ به چالش‌های نظام آموزشی قرن بیست و یکم، رویکرد میان‌رشته‌ای STEAM به عنوان یک چارچوب نوآورانه، تلفیق علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات را پیشنهاد می‌دهد. هدف این مقاله، بررسی ابعاد تربیتی، شناختی و خلاقانه ادغام هنر در برنامه درسی STEM در آموزش ابتدایی و متوسطه است. **روش‌ها:** روش پژوهش به صورت تحلیلی-توصیفی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی مقالات معتبر علمی انجام شده است. **یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد که ادغام هنر در حوزه‌های علمی، ضمن تعمیق یادگیری و ارتقای تفکر انتقادی، موجب تقویت مهارت‌های حل مسئله، پرورش تفکر واگرا، افزایش درک زیبایی‌شناختی و ارتقای انگیزش یادگیرندگان می‌شود. همچنین، بررسی نمونه‌های موفق بین‌المللی، اثربخشی بالای این رویکرد را در تربیت نسل خلاق و مسئله‌محور تأیید می‌کند. **نتیجه‌گیری:** رویکرد STEAM با تأکید بر نقش هنر، می‌تواند به طراحی تجربه‌های یادگیری معنادار، الهام‌بخش و نوآفرین منجر شود. در این راستا، با وجود برخی موانع اجرایی، پیشنهادهایی برای پیاده‌سازی مؤثر این رویکرد در نظام آموزشی کشور ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی:

• برنامه درسی استیم
• نوآوری در برنامه درسی
• هنر در آموزش
• یادگیری میان‌رشته‌ای

۱. نویسنده مسئول

 hksorbital4@gmail.com

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴-۱۰-۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴-۰۶-۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴-۰۶-۱۶ تاریخ دریافت: ۱۴۰۴-۰۵-۰۶

استناد به این مقاله: حاجتی کاجی، حسین. (۱۴۰۴). نقش هنر به عنوان کاتالیزور نوآوری در برنامه درسی STEAM: تحلیلی بر کارکردهای تربیتی و شناختی در آموزش عمومی. پژوهش در مطالعات برنامه درسی تربیت معلم، ۵(۲)، ۱۹۳-۱۷۹.

 <https://doi.org/10.48310/jcdr.2025.20277.1212>


نوع مقاله: پژوهشی

ناشر: دانشگاه فرهنگیان

© ۱۴۰۴ / نویسندگان دارنده حق مؤلف مقاله خود بدون محدودیت هستند.

<https://jcdcr.cfu.ac.ir/>

مقدمه

در دنیایی که نوآوری و خلاقیت به ارزش‌های اصلی رشد فردی و پیشرفت جوامع تبدیل شده‌اند، نظام‌های آموزشی دیگر نمی‌توانند بر اساس مدل‌های سنتی و تفکیک‌شده استوار باشند. مدل‌های تفکیک‌شده که دانش را در قالب چهارچوب‌های بسته ارائه می‌دهند، به‌ویژه در حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM)، قادر به پاسخ‌گویی به پیچیدگی‌های دنیای امروز نیستند. جهان امروز به انسان‌هایی نیاز دارد که هم به تفکر تحلیلی و حل مسئله مجهز باشند و هم توانایی ترکیب ایده‌ها و الهام‌گیری از عناصر انسانی، احساسی و هنری را در خود پرورش دهند. همین پیوند میان توانایی علمی و درک زیبایی‌شناختی، در قالب مفهومی نو با عنوان استیم‌انمایان شده است. این رویکرد، "هنر" را به عنوان یک عنصر فعال و سازنده در دل آموزش STEM وارد می‌کند و بدین‌سان، رویکردی نوین و تحول‌محور را معرفی می‌کند (Bahareh, 2024). در شرایطی که آموزش صرفاً علمی گاه به یکنواختی، کاهش انگیزش و افت خلاقیت منجر می‌شود، وارد کردن هنر به فضای یادگیری می‌تواند راهکاری مؤثر برای احیای شور و شوق آموزشی باشد. هنر نه تنها به ابعاد شناختی یادگیری معنا می‌بخشد، بلکه توانایی دانش‌آموز را در ایجاد ارتباطات بین حوزه‌ای و تولید ایده‌های نو تقویت می‌کند (Sarli et al, 2024).

ترکیب روش‌های هنری با مباحث علوم تجربی یا ریاضیات، به آفرینش تجربیاتی منجر می‌شود که ذهن را فعال می‌سازد. این فرآیند، یادگیری را به پدیده‌ای چندحسی، فعال و خلاقانه تبدیل می‌کند. همچنین، این رویکرد عمق یادگیری مفاهیم علمی را افزایش می‌دهد و دانش‌آموز را از دایره محدود پاسخ‌های فرمول‌محور رها می‌سازد، در حالی که مسیر را برای پرسش‌گری و جست‌وجوی معنا می‌گشاید (Mirzaei et al, 2019).

رویکرد STEAM محیطی آموزشی ایجاد می‌کند که در آن مرزهای سنتی میان دروس از بین می‌رود. این رویکرد با ایجاد تعامل پویا بین مهارت‌های فنی و خلاقانه، بستری مناسب برای پرورش ذهن‌های آینده‌نگر فراهم می‌آورد. برخلاف فضای آموزشی سنتی که یادگیری را به بازتولید اطلاعات محدود می‌کند، در مدل STEAM آموزش به پدیده‌ای زنده و مولد تبدیل می‌شود (Kia & Parsaei, 2024). تحقیقات آموزشی اخیر نیز نشان می‌دهد که دانش‌آموزان آموزش دیده در محیط‌های STEAM، سطح بالاتری از مشارکت، انگیزش درونی، توانایی کار تیمی و انعطاف‌پذیری ذهنی دارند (Cheng, 2021). این رویکرد به ویژه برای دانش‌آموزانی که در ساختارهای آموزشی صرفاً علمی فرصت بروز توانایی‌های خود را نمی‌یابند، بستری عادلانه و جامع‌تر فراهم می‌سازد (Hijab et al, 2022).

در مجموع، رویکرد STEAM با قرار دادن هنر در نقش کاتالیزور، مرزهای سنتی آموزش را درمی‌نوردد و محیطی پویا و زنده خلق می‌کند. این مقاله، با پذیرش این پیشفرض که هنر موتور محرکه نوآوری در آموزش قرن بیست‌ویکم است، در پی تحلیل نظام‌مند کارکردهای دوگانه شناختی و تربیتی هنر در برنامه درسی STEAM است. هدف نهایی، ارائه چارچوبی تحلیلی است که نشان دهد چگونه تلفیق هدفمند هنر و علوم، نه تنها سواد علمی-فنی، بلکه توانایی خلاقیت، تاب‌آوری و تفکر نقاد را به عنوان ارکان اساسی پیشرفت فردی و اجتماعی در بستر آموزش عمومی توسعه می‌بخشد.

روش

روش پژوهش این مقاله تحلیلی-توصیفی است که بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی نظام‌مند منابع علمی معتبر انجام شده است. برای تضمین دقت و اعتبار پژوهش، معیارهای زیر برای انتخاب و تحلیل منابع در نظر گرفته شد: منابع مورد استفاده شامل مقالات علمی-پژوهشی، گزارش‌های رسمی، کتاب‌ها و پایان‌نامه‌های مرتبط با رویکرد STEAM بودند. اولویت با مقالاتی بود که در پایگاه‌های داده معتبر علمی داخلی و بین‌المللی مانند Scopus، Web of Science، و Google Scholar و بانک‌های اطلاعاتی تخصصی در حوزه آموزش و علوم تربیتی منتشر شده بودند. منابع انتخاب شده باید دارای داور تخصصی بوده و از نظر تاریخ انتشار، به‌روز (ترجیحاً از سال ۱۳۹۵ به بعد) باشند.

دامنه بررسی: دامنه بررسی به تحلیل مبانی نظری، اصول برنامه‌ریزی درسی، روش‌های تدریس و چالش‌های اجرایی رویکرد STEAM محدود شد. برای افزایش غنای پژوهش، علاوه بر مطالعات نظری، تجارب عملی و نمونه‌های موفق پیاده‌سازی این رویکرد در سطح بین‌المللی نیز مورد بررسی قرار گرفت. نحوه تحلیل داده‌ها: فرآیند تحلیل داده‌ها شامل مراحل زیر بود:

مرحله اول (گردآوری): جستجو و جمع‌آوری منابع بر اساس کلمات کلیدی مانند: رویکرد «STEAM» «برنامه درسی STEAM»، «تلفیق هنر و علوم»، روش تدریس STEAM و «چالش‌های STEAM در آموزش».

مرحله دوم (تحلیل محتوا): مطالعه دقیق و عمیق منابع جمع‌آوری شده برای شناسایی مفاهیم، نظریه‌ها، اصول و یافته‌های کلیدی. در این مرحله، داده‌ها دسته‌بندی و کدگذاری شدند تا روابط بین مفاهیم مشخص گردد.

مرحله سوم (تحلیل و توصیف): بر اساس داده‌های دسته‌بندی شده، تحلیل‌های کیفی برای توصیف ویژگی‌ها، مزایا، و چالش‌های رویکرد STEAM انجام شد. در این بخش، تلاش گردید تا با استدلال منطقی و استناد به منابع، ارتباط میان مبانی نظری و کاربردهای عملی این رویکرد تبیین شود.

یافته‌ها

ادغام هنر در STEAM

ادغام هنر در ساختار آموزش مبتنی بر علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEAM) نه تنها یک تلفیق کاربردی، بلکه بازتابی از تحولی عمیق در بنیان‌های فلسفی و شناختی نظام‌های آموزشی است. این رویکرد بر اساس دیدگاهی استوار شده که انسان را موجودی چندوجهی با ظرفیت‌های گوناگون ادراکی، احساسی و منطقی می‌داند (Ebrahimimanesht et al, 2023).

از منظر روان‌شناسی یادگیری، مغز انسان برای ترکیب اطلاعات از حوزه‌های مختلف ساخته شده است. تفکیک خشک میان علوم دقیق و هنر نه تنها غیرواقعی، بلکه محدودکننده رشد ذهنی است (Alavi, 2023). ساختارهای شناختی در دوران کودکی و نوجوانی، آمادگی بالایی برای پردازش هم‌زمان محرک‌های تحلیلی، تجسمی و احساسی دارند. هرچه آموزش از منظر چندحسی و چندبعدی پیش برود، امکان رشد متعادل‌تری برای ابعاد ذهنی و شخصیتی یادگیرنده فراهم می‌گردد. در این دیدگاه، هنر نه به عنوان یک مهارت تزئینی یا مکمل، بلکه به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از فرآیند تفکر و یادگیری در نظر گرفته می‌شود.

فعالیت‌های هنری، به ویژه در قالب طراحی، تصویرسازی، نمایش، موسیقی و روایت‌گری، به ذهن امکان می‌دهند تا مفاهیم علمی را نه صرفاً با منطق صوری، بلکه با درکی عمیق‌تر از ساختار، رابطه و معنا تجربه کند (Kaya-Kapuci & Peters-Burton, 2024). بدین ترتیب، با افزودن هنر به برنامه‌های درسی علوم و ریاضیات، تعامل دانش‌آموز با محتوا از سطح شناختی به سطوح عاطفی و زیبایی‌شناختی نیز گسترش می‌یابد. این گسترش موجب پایداری بیشتر یادگیری، افزایش انگیزش درونی و شکل‌گیری تجربه‌های آموزشی شخصی و معنادارتر می‌شود (Azizkhani, 2024).

از منظر فلسفه تعلیم و تربیت، مفهوم یادگیری میان‌رشته‌ای که اساس رویکرد STEAM را شکل می‌دهد، پاسخی است به بحران گسست دانشی در نظام‌های آموزشی مدرن. آموزش سنتی با تقسیم‌بندی‌های سفت و سخت، به یادگیری سطحی و حافظه‌محور منجر شده و توانایی انتقال و کاربرد دانش در موقعیت‌های واقعی را تضعیف کرده است. اما فلسفه یادگیری کل‌نگرانه بر این باور است که معنا در پیوند میان موضوعات و در فرایند ترکیب خلاق مفاهیم حاصل می‌شود. در این مسیر، هنر به عنوان نیروی پیونددهنده، امکان گفت‌وگوی سازنده میان زبان علم و بیان انسانی را فراهم می‌سازد و نظام دانشی خشک را به بستری برای تفسیر، تحلیل و بازآفرینی بدل می‌کند.

در نظریه‌های شناختی معاصر نیز، ادراک و فهم به عنوان فرآیندهای چندوجهی تلقی می‌شوند که در آن تصویر، حرکت، احساس و نماد، نقشی مکمل با منطق و استدلال دارند. هنر، توانایی تجسم و تبدیل مفاهیم انتزاعی به عناصر عینی را در ذهن پرورش می‌دهد (Alavi, 2023). از سوی دیگر، در مدل‌های آموزش سازنده‌گرا، یادگیری به عنوان فرایندی مشارکتی و فعال تعریف می‌شود که در آن دانش‌آموز از طریق تعامل با محیط، همسالان و محتوا، معنا می‌سازد. فعالیت‌های هنری فرصت‌های متعددی برای تعامل اجتماعی، کار گروهی و ابراز فردی ایجاد می‌کنند و بستر مناسبی برای تحقق یادگیری فعال به شمار می‌روند.

در سطح کلان‌تر، پیوند هنر با علوم پایه، بازتاب درکی نوین از نقش آموزش در جامعه است. آموزش دیگر فقط مسئول انتقال دانش نیست، بلکه مأموریت دارد افراد را برای مواجهه با جهانی پیچیده، چندفرهنگی و فناوری‌محور آماده سازد. در چنین جهانی، قدرت حل مسئله به تنهایی کفایت نمی‌کند، بلکه فرد باید توانایی تصور آینده‌های ممکن، طراحی راه‌حل‌های خلاق و درک ابعاد انسانی و اخلاقی تصمیم‌گیری‌ها را نیز دارا باشد. آموزش STEAM با تکیه بر بنیان‌های فلسفی انسان‌گرایانه، تلاش می‌کند تا دانش‌آموز را نه صرفاً به عنوان دریافت‌کننده اطلاعات، بلکه به عنوان خالق معنا و مسئول تحول اجتماعی تربیت کند (Ebrahimimanesht et al., 2023).

در همین زمینه، نقش هنر در تقویت مهارت‌های سطح بالا همچون تفکر انتقادی، ارزیابی، تخیل و استنباط از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چنین مهارت‌هایی در چارچوب‌های صرفاً کمی و عددی به سختی قابل پرورش‌اند، اما هنگامی که یادگیری در بستری از زیبایی، احساس و معنا شکل گیرد، ذهن آمادگی بیشتری برای پردازش روابط پیچیده، یافتن الگوها و برقراری پیوندهای مفهومی پیدا می‌کند. آموزش STEAM بر همین اساس، پلی میان منطق و خلاقیت می‌سازد و به پرورش انسان‌هایی کمک می‌کند که هم توانایی علمی دارند و هم قدرت خیال‌پردازی، هم مهارت تحلیل دارند و هم ذوق طراحی. با چنین درکی، ادغام هنر در ساختار آموزشی علم‌محور، پاسخی به نیازهای اساسی یادگیری در عصر جدید است.

با وجود مزایای نظری و فلسفی این رویکرد، پیاده‌سازی مؤثر آن با چالش‌های مهمی روبروست. موانعی مانند ساختار سنتی و متمرکز نظام آموزشی، کمبود منابع مالی، نبود آموزش‌های تخصصی برای معلمان و مقاومت در برابر تغییرات برنامه‌ریزی شده، همگی می‌توانند اجرای کامل STEAM را با مشکل مواجه سازند. با این حال، شناسایی و برنامه‌ریزی برای غلبه بر این موانع، گام ضروری در جهت بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌های این رویکرد است. این پیوند زیربنایی نظری برای تغییرات بنیادین در طراحی برنامه درسی، بازتعریف نقش معلم و بازسازی فضای یاددهی-یادگیری فراهم می‌آورد. در این رویکرد، آموزش به تجربه‌ای چندوجهی، پرورشی و برانگیزاننده تبدیل می‌شود که در آن علم و هنر، دست در دست هم، مسیر رشد انسان کامل را هموار می‌سازند.

نقش هنر در پرورش خلاقیت، نوآوری و تفکر واگرا در یادگیری علوم

خلاقیت و نوآوری از بنیادی‌ترین ظرفیت‌هایی هستند که آموزش باید در دانش‌آموزان پرورش دهد تا آن‌ها را برای زیستن در دنیایی پیچیده، متغیر و آینده‌نگر آماده سازد (Ebrahimimanesht et al., 2023). این دو ظرفیت، برخلاف یادگیری انفعالی و تکرار طوطی‌وار مفاهیم، از طریق تجربه، بازآفرینی و شهود رشد می‌کنند. هنر به عنوان بستر اصلی بروز تخیل و ابزار بیان درونی، نقشی بی‌بدیل در فعال‌سازی این ظرفیت‌ها دارد. ادغام هنر در فرآیند یادگیری علوم، نوعی غنای شناختی و هیجانی فراهم می‌آورد که ذهن خلاق و مستقل را به فعالیت وا می‌دارد؛ ذهنی که به جای جستجوی پاسخ‌های آماده، در پی خلق مسیرهای نو و کشف معناهای تازه در دل پدیده‌های علمی است (Kaya-Kapuci & Peters-Burton, 2024).

در فضای هنر، امکان پرداختن به ایده‌ها بدون ترس از اشتباه و قضاوت‌های زود هنگام وجود دارد، و این ویژگی، خلاقیت را از قید و بندهای محدودکننده آموزش سنتی رها می‌سازد (Alavi, 2023). هنگامی که دانش‌آموزان از طریق نقاشی،

نمایش یا روایت، یک پدیده علمی را بازسازی می‌کنند، در واقع فرایند آفرینش را تجربه می‌کنند؛ تجربه‌ای که در آن، ترکیب اطلاعات، ایجاد پیوندهای نو و بیان شخصی معناها رخ می‌دهد. این فرایند، تفاوت بنیادینی با یادگیری انفعالی و بازتولید صرف اطلاعات دارد و ساختارهای شناختی مغز را برای تفکر واگرا، حل مسئله‌های چندمسیره و درک ساختارهای چندلایه توانمند می‌کند (Kadkhoda et al., 2022).

هنر ذهن را برای دیدن جهان از زوایای متنوع و نادیده آماده می‌کند. فعالیت‌های هنری بر پایه پرسش‌گری، اکتشاف، تخیل و آزمون خطا شکل می‌گیرند و وارد کردن این ویژگی‌ها به فضای آموزش علوم، محیط یادگیری را به فضایی منعطف و غنی تبدیل می‌کند که در آن دانش‌آموز احساس آزادی در کاوش دارد. در این فضا، دانش‌آموز نه تنها به درک علمی دست می‌یابد بلکه می‌آموزد که برای هر مسئله، راه‌حل‌های خلاقانه و شخصی ارائه کند. این فرایند، اعتمادبه‌نفس شناختی و خودکارآمدی ذهنی را تقویت می‌کند، چراکه دانش‌آموز خود را نه صرفاً گیرنده، بلکه خالق و طراح دانش تجربه می‌کند (Hazan et al., 2021).

تفکر واگرا، توانایی تولید پاسخ‌های متنوع، غیرخطی و نوآورانه به مسائل، در قلب آموزش STEM جای دارد. هنر به طور ذاتی این نوع تفکر را تحریک می‌کند، زیرا از محدودیت قالب‌های بسته و قواعد صلب گریزان است و دانش‌آموز را به یافتن مسیرهای متفاوت و ایجاد ساختارهای جدید تشویق می‌کند (Ahmadi, 2023). این توانایی موجب می‌شود دانش‌آموز نه تنها مفاهیم را بفهمد بلکه آن‌ها را در موقعیت‌های نو بازتفسیر کرده و به بینش‌های شخصی و کاربردی دست یابد. یادگیری عمیق، ماندگار و تحول‌گرا، زمانی حاصل می‌شود که یادگیرنده نه تنها می‌آموزد، بلکه می‌سازد، معنا می‌دهد و متعهد می‌شود.

یادگیری علوم همراه با هنر به دانش‌آموزان امکان می‌دهد داده‌ها و مفاهیم را در قالب‌های چندرسانه‌ای و چندحسی ترکیب کنند و از حافظه‌های دیداری، شنیداری، حرکتی و عاطفی برای ادراک بهتر استفاده نمایند. این ادراک چندوجهی، بازده یادگیری را افزایش داده و موجب تحریک همزمان نیم‌کره‌های مغز و هماهنگی عصب‌شناختی در سطوح بالاتر می‌شود. از این طریق، علاوه بر تثبیت محتوا در ذهن، مسیرهای ذهنی جدید برای تحلیل، ارتباط و تفسیر پدیده‌های علمی گسترش می‌یابد (Ebrahimimanesh et al., 2023).

تلفیق هنر با آموزش علوم، نگرشی چندبعدی به جهان پیرامون شکل می‌دهد که در آن علم صرفاً مجموعه‌ای از فرمول‌ها و نظریه‌ها نیست، بلکه در قالب تجربه زیسته، درک حسی و ارتباط با زندگی واقعی معنا پیدا می‌کند. دانش‌آموزانی که با این رویکرد رشد می‌کنند، شهروندانی آگاه علمی و بهره‌مند از ظرفیت‌های فرهنگی، اجتماعی و زیبایی‌شناختی برای تحلیل مسائل خواهند بود. در این شرایط، علم با زندگی درهم تنیده شده و یادگیری فرایندی انسانی، دلنشین و الهام‌بخش می‌شود. پیامد تربیتی مهم این نوع یادگیری آن است که دانش‌آموز در پی درک فرایندها، کشف ساختارها و بسط ایده‌هاست، نه یافتن پاسخ نهایی است (Kaya-Kapuci & Peters-Burton, 2024).

در جهانی که موفقیت شغلی، اجتماعی و فرهنگی به خلاقیت، انعطاف‌پذیری و نوآوری وابسته است، پرورش این توانایی‌ها دیگر انتخابی نیست، بلکه ضرورتی انکارناپذیر برای هر نظام آموزشی است. هنر به عنوان حامل این ظرفیت‌ها باید در قلب آموزش علوم قرار گیرد و به عنوان ابزار فعال یادگیری، تفکر و آفرینش به رسمیت شناخته شود. در چنین بستری، آموزش علوم به تجربه‌ای جذاب، انسانی و توانمند تبدیل می‌شود که نه تنها دانش را منتقل می‌کند، بلکه ذهن‌های خلاق را برای ساختن آینده‌ای بهتر توانمند می‌سازد (Ebrahimimanesh et al., 2023; Hazan et al., 2021).

طراحی برنامه درسی STEAM

طراحی برنامه درسی STEAM، یک فرآیند نظام‌مند، هدفمند و آینده‌نگر است که با تلفیق علم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات، زمینه‌ای برای پرورش یادگیرندگانی خلاق، متفکر و کارآمد فراهم می‌سازد (Kadkhoda, Ahmadi, & Hamidi, 2022). در این رویکرد، برنامه درسی به جای مجموعه‌ای از دروس جداگانه، به شبکه‌ای پویا از مفاهیم،

مهارت‌ها و شایستگی‌ها تبدیل می‌شود که در قالب پروژه‌های چالش‌برانگیز و فعالیت‌های تعاملی به دانش‌آموز ارائه می‌گردد (Ehsani Noori et al., 2023). هدف اصلی این طراحی، توانمندسازی دانش‌آموز برای تحلیل مسائل پیچیده، طراحی راه‌حل‌های نو و برقراری ارتباط مؤثر با جهان پیرامون است. این نوع برنامه‌ریزی، ساختار سنتی آموزش موضوع‌محور را به ساختاری مسئله‌محور و توانمندساز تبدیل می‌کند (Tavanayi & Nasrollahnejad, 2022).

در طراحی برنامه‌های STEAM، اصولی بنیادین به‌عنوان ستون فقرات در نظر گرفته می‌شوند:

۱. اصل تلفیق هدفمند: در این اصل، عناصر علمی و هنری به‌طور تصادفی در کنار هم قرار نمی‌گیرند، بلکه در یک فرآیند برنامه‌ریزی‌شده، تعامل مفهومی میان آن‌ها برقرار می‌شود (Sarli, Maramaei, & Najafpour, 2024). به عنوان مثال، مفاهیم فیزیکی در طراحی یک سازه مهندسی با اصول زیبایی‌شناسی در طراحی بصری ترکیب می‌شوند. این تلفیق مفهومی، موجب تعمیق یادگیری، توسعه خلاقیت و شکل‌گیری معانی چندلایه در ذهن دانش‌آموز می‌شود.

۲. مبتنی بودن بر مسائل واقعی زندگی: موضوعات درسی در قالب پروژه‌هایی طراحی می‌شوند که با مسائل و نیازهای واقعی جهان هم‌راستا باشند (Kadkhoda, Ahmadi, & Hamidi, 2022). این پروژه‌ها چندبعدی هستند و یادگیرنده را وادار می‌کنند تا از منابع گوناگون دانشی استفاده کرده و راه‌حل‌های خلاق و کاربردی بیابد. چنین ساختاری، آموزش را از محدوده کتاب و آزمون خارج کرده و به تجربه‌ای معنادار و بین‌رشته‌ای تبدیل می‌کند.

۳. تنظیم بر اساس اهداف مشخص تربیتی و شناختی: اهداف برنامه STEAM فراتر از انتقال دانش صرف، شامل پرورش مهارت‌هایی همچون تفکر انتقادی، خلاقیت، سواد فناوری، کار تیمی، ارتباط مؤثر و خودتنظیمی است (Azizkhani, 2024). این اهداف باید به صورت شفاف در تمامی اجزای برنامه درسی گنجانده شوند. تدوین اهداف به صورت ترکیبی (پیوند هم‌زمان مهارت‌های شناختی و غیرشناختی)، ضامن تحقق یادگیری عمیق در این چارچوب خواهد بود (Hashemipour et al., 2024).

در طراحی بین‌رشته‌ای برنامه STEAM، ایجاد پیوندهای معنادار میان محتوای درسی حوزه‌های مختلف، نیازمند بازتعریف برنامه‌ریزی سنتی است. به جای آنکه هر معلم به آموزش جداگانه حوزه تخصصی خود بپردازد، گروه‌های آموزشی باید با همکاری و هم‌اندیشی، واحدهای یادگیری مشترک طراحی کنند. در این واحدها، مفاهیم بنیادی چند حوزه با یک مسئله یا موضوع محوری پیوند می‌خورند (Sarli, Maramaei, & Najafpour, 2024). این رویکرد به همگرایی مفاهیم و توسعه نگاه سیستمی در یادگیرنده منجر می‌شود.

در اجرای برنامه‌های STEAM، توجه به توالی و پیوستگی مفاهیم نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. توالی آموزش باید از فعالیت‌های ساده و تجربی آغاز شده و به تدریج به سطح پیچیده‌تری از تحلیل و بازآفرینی منتهی شود (Kadkhoda, Ahmadi, & Hamidi, 2022).

در بُعد عملیاتی، ارزیابی نیز باید با رویکرد بین‌رشته‌ای هماهنگ باشد. ارزیابی نباید تنها بر نتایج کمی یا آزمون‌های نوشتاری مبتنی باشد، بلکه باید توانایی دانش‌آموز در تفکر خلاق، تولید ایده، مشارکت در گروه و اجرای پروژه‌ها را نیز دربر گیرد (Tavanayi & Nasrollahnejad, 2022). ابزارهایی مانند پوشه‌های کار، چک‌لیست‌های ارزشیابی عملکرد، نمایشگاه آثار، خودارزیابی و بازخورد همتایان در این چارچوب جایگاهی مهم دارند.

چالش‌ها و موانع اجرای برنامه STEAM

با وجود مزایای فراوان، پیاده‌سازی مؤثر رویکرد STEAM در نظام آموزشی ایران با چالش‌ها و موانعی روبرو است. موانع فرهنگی و اجرایی می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- ساختار سنتی آموزش: نظام آموزشی فعلی عمدتاً بر دروس مجزا و برنامه‌های درسی متمرکز بنا شده که با رویکرد میان‌رشته‌ای STEAM در تضاد است.

- آموزش معلمان: معلمان برای تدریس در این چارچوب به آموزش‌های تخصصی و بین‌رشته‌ای نیاز دارند که در حال حاضر به اندازه کافی فراهم نیست.
- مقاومت در برابر تغییر: برخی از مدیران، معلمان و حتی والدین ممکن است در برابر تغییرات برنامه‌ریزی شده مقاومت نشان دهند.
- کمبود منابع و زیرساخت: فراهم‌سازی ابزارهای متنوع، فناوری‌های نوین و فضای آموزشی مناسب برای پروژه‌های STEAM نیازمند منابع مالی و زیرساخت‌های کافی است.

تطبیق فرهنگی و نتیجه‌گیری

در کنار تمام مؤلفه‌های یادشده، برنامه درسی STEAM باید از منظر فرهنگی و بومی نیز مورد توجه قرار گیرد. طراحی محتوا و پروژه‌ها باید متناسب با زمینه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی جامعه هدف باشد و انعطاف لازم برای انطباق با نیازهای متنوع مدرسه‌ها را داشته باشد (Kadkhoda et al., 2022). توجه به فرهنگ محلی، استفاده از منابع بومی و تلفیق هویت فرهنگی با فناوری و هنر، موجب می‌شود که برنامه STEAM تنها بین‌رشته‌ای، بلکه بین‌فرهنگی و جامعه‌محور نیز باشد. این ویژگی‌ها، برنامه درسی STEAM را به ابزاری توانمند برای پرورش نسلی خلاق، مسئول و نوآفرین تبدیل می‌سازد.

رویکردهای تدریس اثربخش در کلاس‌های STEAM

در کلاس‌های مبتنی بر رویکرد STEAM، روش‌های تدریس صرفاً به انتقال محتوا محدود نمی‌شوند، بلکه به فرآیندهای فعال‌ساز، برانگیزاننده و سازنده‌ای تبدیل می‌گردند که یادگیرنده را در مرکز تجربه یادگیری قرار می‌دهند. این شیوه‌ها به دنبال درگیرسازی ذهنی، حسی، هیجانی و اجتماعی دانش‌آموزان هستند و از طریق طراحی موقعیت‌های معنادار، یادگیری را به تجربه‌ای زنده، پویا و خلاقانه تبدیل می‌کنند. رویکردهای پروژه‌محور، بازی‌محور و طراحی‌محور از مؤثرترین روش‌ها در این چارچوب به شمار می‌روند که توانایی ایجاد انگیزه، تقویت تفکر واگرا، توسعه مهارت‌های اجتماعی و ساخت دانش بین‌رشته‌ای را دارا هستند (Morrison et al., 2021; Rasul et al., 2016).

۱. رویکرد پروژه‌محور

در این روش، آموزش در قالب مسائلی سازمان‌دهی می‌شود که نیاز به تفکر چندجانبه، برنامه‌ریزی، تحقیق و بازنگری دارند. دانش‌آموز با شناسایی یک مسئله واقعی، به شکل‌گیری سؤالات معنادار، تحلیل داده‌ها، طراحی راه‌حل‌ها و اجرای ایده‌ها می‌پردازد. در چارچوب STEAM، پروژه‌ها اغلب به گونه‌ای طراحی می‌شوند که ترکیبی از مهارت‌های علمی، فناوری، هنری، ریاضی و مهندسی را طلب کنند (Nettle, 2003; Morgil et al., 2008). این رویکرد، امکان پیوند مفاهیم درسی با واقعیت‌های زندگی را فراهم می‌سازد و به یادگیری معنا و هدف می‌بخشد. در این مسیر، معلم نقش یک راهنما و تسهیل‌گر را ایفا می‌کند (Neto-Scheck, 2004).

۲. رویکرد بازی‌محور

در این روش، آموزش در قالب ساختارهایی ارائه می‌شود که مبتنی بر قوانین، رقابت سالم، مشارکت و تخیل هستند. این رویکرد، بستر مناسبی برای تقویت درگیری شناختی و افزایش انگیزه درونی دانش‌آموزان فراهم می‌آورد. استفاده از بازی‌های آموزشی می‌تواند مفاهیم دشوار علمی یا ریاضی را در قالب سناریوهای جذاب بازنمایی کند. در چنین ساختاری، دانش‌آموزان با اتخاذ نقش‌های مختلف، حل چالش‌های مفهومی و همکاری تیمی، به مهارت‌هایی دست می‌یابند که در آموزش سنتی کمتر ممکن است (Nurhayati & Juandi, 2021; Ostler, 2012).

۳. رویکرد طراحی محور

در این رویکرد، فرآیند یادگیری با محوریت طراحی، خلق و ساخت سازمان‌دهی می‌شود. در این روش، یادگیرنده با چالش‌هایی مواجه می‌شود که او را ناگزیر به تفکر سیستمی، ایده‌پردازی و مدل‌سازی می‌کند. طراحی نه تنها یک فعالیت فنی یا هنری، بلکه یک فرآیند شناختی-استراتژیک محسوب می‌شود که تفکر انتقادی، خلاقیت و بازاندیشی را تحریک می‌کند (Rasul et al., 2016; Ring, 2017). در کلاس STEAM، دانش‌آموزان می‌توانند طرح اولیه یک ابزار علمی را بکشند یا مدل سازه‌ای را با ابزارهای ساده بسازند. چنین تجربه‌ای، همزمان ابعاد نظری، عملی و زیبایی‌شناختی را در بر می‌گیرد و به شکل‌گیری ذهنی تحلیل‌گر و نوآفرین کمک می‌کند.

چالش‌ها و الزامات پیاده‌سازی

اجرای موفق این سه رویکرد نیازمند فراهم‌آوری زمینه‌های مناسب در محیط یادگیری و ایجاد فضای مشارکتی در کلاس است. کلاس‌های STEAM باید به گونه‌ای سازمان‌یابند که دانش‌آموزان در آن‌ها امکان تجربه، شکست، یادگیری از خطا و بازسازی دانش را داشته باشند. این فضا باید به دور از ترس از قضاوت، با تأکید بر فرآیند یادگیری و رشد فردی، شکل گیرد.

چالش‌های مهم در این مسیر عبارتند از:

- آموزش و نقش معلم: نقش معلم در این فرآیندها کاملاً متفاوت با نقش سنتی است؛ او باید بتواند موقعیت‌های یادگیری را طراحی کند، فرصت‌های خلاقیت را شناسایی کند، به دانش‌آموز بازخورد هدفمند دهد و فرآیندهای یادگیری را به صورت پویا هدایت کند (Morrison et al., 2021; Rasul et al., 2016).
 - زیرساخت و منابع: فراهم کردن ابزارهای یادگیری متنوع، تکنولوژی‌های آموزشی، دسترسی به مواد ساخت و فضای فیزیکی انعطاف‌پذیر، از عوامل مؤثر بر موفقیت این رویکردها هستند.
 - ساختار آموزشی: نظام‌های آموزشی سنتی که بر حفظیات و آزمون‌های استاندارد تمرکز دارند، ممکن است با این رویکردهای فعال و پروژه‌محور همخوانی نداشته باشند.
- در نهایت، در رویکردهای تدریس مؤثر STEAM، مهم‌ترین اصل آن است که یادگیری از قالب منفعل و خطی خارج شده و به تجربه‌ای تعاملی، خلاقانه و فعال تبدیل گردد. این رویکردها با هم‌افزایی میان علم و هنر، منجر به رشد ذهن‌هایی می‌شوند که نه تنها توانایی تحلیل علمی دارند، بلکه از حس زیبایی، تخیل و درک انسانی نیز برخوردارند؛ ذهن‌هایی که می‌توانند جهانی بهتر را تصور، طراحی و محقق کنند (Nettle, 2003; Morgil et al., 2008).

مطالعه نمونه‌های موفق جهانی در اجرای برنامه‌های STEAM

اجرای موفق برنامه‌های آموزشی مبتنی بر تلفیق علم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات در کشورهای مختلف، شواهدی ارزشمند برای اثربخشی و قابلیت بومی‌سازی این رویکرد در نظام‌های گوناگون آموزشی فراهم آورده است (Bybee, 2010). بررسی تجارب جهانی در این زمینه، امکان تحلیل الگوهای مؤثر، شناسایی عناصر کلیدی موفقیت، و تدوین راهکارهایی متناسب با بافت‌های فرهنگی و ساختاری متفاوت را فراهم می‌سازد (Capraro & Corlu, 2013; Corlu, 2016). (Aydin, 2016). مدارس، موسسات و مناطق آموزشی‌ای که برنامه‌های STEAM را به درستی پیاده کرده‌اند، نه تنها به ارتقای عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دست یافته‌اند، بلکه به شکل‌گیری جوامعی خلاق، نوآور و مسئله‌محور نیز کمک کرده‌اند (Chang, Chao, & Chiu, 2016).

در این تجارب، اصولی چون یادگیری مسئله‌محور، طراحی پروژه‌های میان‌رشته‌ای، بهره‌گیری از هنر به عنوان ابزار بیان مفاهیم علمی، مشارکت فعال دانش‌آموزان و توانمندسازی معلمان به‌وضوح دیده می‌شود (Cetin, 2020; ChanLin, 2008). در کشورهای اسکاندیناوی، اجرای برنامه‌های STEAM با تأکید بر طراحی‌های خلاق و پروژه‌های آزاد،

زمینه‌ای برای پرورش ذهن‌های نقاد و خودمختار فراهم کرده است. مدارس در این کشورها به جای تأکید بر نتیجه‌گرایی مطلق، فرایند یادگیری و تجربه عملی را در اولویت قرار داده‌اند. استفاده از فضاهای باز، کارگاه‌های مجهز به ابزارهای طراحی، و آزادی عمل در انتخاب موضوعات پروژه، موجب شده است که دانش‌آموزان بتوانند از دانش علمی برای تولید محصولات خلاق بهره ببرند. این مدارس با ترکیب هنرهای تجسمی با مهندسی و فناوری، نه تنها مفاهیم نظری را ملموس کرده‌اند، بلکه زمینه‌ای برای بروز توانمندی‌های شخصی و اجتماعی فراهم آورده‌اند.

در برخی ایالت‌های پیشرو در ایالات متحده، مدارس STEAM به صورت تخصصی طراحی شده‌اند و رویکرد یادگیری مبتنی بر طراحی، پژوهش و ارائه در آن‌ها نهادینه شده است. در این مدارس، دانش‌آموزان از طریق واحدهای پروژه‌محور، به بررسی موضوعاتی همچون تغییرات اقلیمی، طراحی ربات‌های خلاق یا تولید محتوای دیجیتال می‌پردازند (Capraro, 2013). پژوهش‌های جدیدتر نیز نشان می‌دهند که استفاده از هوش مصنوعی و هنرهای دیجیتال در این پروژه‌ها، به ارتقای مهارت‌های حل مسئله و تفکر خلاق کمک شایانی کرده است (Pringle, 2022). معلمان در این چارچوب با همکاری تیمی، سناریوهای یادگیری را طراحی می‌کنند که در آن مهارت‌های علمی با بیان هنری و تجسمی ترکیب می‌شوند. استفاده از ابزارهای دیجیتال، چاپگرهای سه‌بعدی، نرم‌افزارهای طراحی و محیط‌های یادگیری مشارکتی، نقش کلیدی در ارتقای کیفیت اجرای برنامه داشته است (Chuk & Aksin, 2020). همچنین تأکید بر تفکر انتقادی، استدلال علمی و ارائه عمومی، دانش‌آموز را به کنشگری آگاه و خلاق بدل کرده است.

در کشورهای شرق آسیا، تلفیق STEAM در قالب برنامه‌های رسمی و مکمل با موفقیت‌هایی چشمگیر همراه بوده است. علی‌رغم ساختار سنتی‌تر برخی از نظام‌های آموزشی این منطقه، مراکز آموزشی‌ای توانسته‌اند از طریق ترکیب دقیق هنرهای فرهنگی با فناوری‌های مدرن، بسترهای نوآورانه‌ای در آموزش ایجاد کنند. برای مثال، مطالعه‌ای در تایوان نشان داده که طراحی پروژه‌های میان‌رشته‌ای بر پایه STEAM در مدارس، به شکل‌گیری ذهن‌های خلاق و نوآور در دانش‌آموزان کمک کرده است (Chen, 2023). استفاده از خوشنویسی دیجیتال، موسیقی الکترونیک، طراحی معماری الهام‌گرفته از طبیعت، و ترکیب آنها با علوم و ریاضیات، موجب شده است که آموزش از حالت صرفاً حافظه‌محور به تجربه‌ای الهام‌بخش تبدیل شود (Church & Sedlak, 1976). حمایت دولت از پژوهش در حوزه آموزش STEAM، تأمین مالی پروژه‌ها، و آموزش تخصصی معلمان، عوامل اصلی موفقیت این مدل‌ها بوده‌اند. در برخی مناطق توسعه‌نیافته نیز برنامه‌های STEAM به عنوان ابزاری برای توانمندسازی اجتماعی و کاهش شکاف‌های آموزشی مورد توجه قرار گرفته‌اند. طراحی پروژه‌های کم‌هزینه ولی اثرگذار در مدارس روستایی یا نواحی کم‌برخوردار، توانسته است مسیر یادگیری را به تجربه‌ای واقعی، معنادار و خلاقانه تبدیل کند. دانش‌آموزان با استفاده از منابع ساده، ابزارهای بومی، و ترکیب تفکر علمی با ذوق هنری، توانسته‌اند راه‌حل‌هایی برای مشکلات محلی ارائه دهند؛ مانند طراحی سیستم‌های تصفیه آب ساده، ابزارهای خورشیدی، یا نمایش‌های تعاملی برای آموزش به همسالان (Kovalova, 2006). این تجربه‌ها نشان داده‌اند که اجرای STEAM محدود به زیرساخت پیشرفته نیست، بلکه بستگی به رویکرد، نگرش، و بهره‌گیری خلاقانه از امکانات موجود دارد.

تحلیل مشترک از این نمونه‌ها حاکی از آن است که برنامه‌های موفق STEAM همواره از پنج مؤلفه کلیدی پیروی کرده‌اند: وجود چشم‌انداز روشن و مشارکتی، پشتیبانی ساختاری از سطح مدرسه تا سیاست‌گذاری، توانمندسازی مستمر معلمان، انعطاف در طراحی محتوا و ارزیابی، و درگیرسازی عمیق دانش‌آموز در تمامی مراحل یادگیری (Cooper & Hedges, 2009). همچنین تأکید بر طراحی فعالیت‌هایی که به تولید منتهی شوند، نه فقط تمرین تکرارپذیر، موجب افزایش اعتماد به نفس و خودکارآمدی دانش‌آموزان شده است. در این رویکردها، شکست بخشی از یادگیری تلقی می‌شود و خطا به جای حذف، تبدیل به فرصت بازاندیشی و بازطراحی می‌گردد. اجرای موفق STEAM در سطح جهانی، گواه آن است که اگر محیط یادگیری به درستی سازمان‌دهی شود، آموزش می‌تواند از مرزهای سنتی فراتر رفته و بستری برای پرورش ذهن‌های نوآور، تحلیل‌گر و طراح فراهم آورد. این تجربه‌ها نه تنها نشان‌دهنده امکان‌پذیری تلفیق هنر با علوم

هستند، بلکه الگویی برای بازاندیشی در ساختارهای بومی، سیاست‌گذاری آموزشی و برنامه‌ریزی درسی نیز فراهم می‌کنند. نگاه به این الگوها نه به‌عنوان الگوهای تقلیدی، بلکه به‌عنوان منابع الهام برای طراحی راهکارهای بومی‌شده و نوآورانه، می‌تواند مسیر توسعه پایدار آموزشی را در هر جامعه‌ای هموار سازد.

چالش‌ها، موانع و راهکارهای پیاده‌سازی STEAM در مدارس

اجرای برنامه‌های تلفیقی مبتنی بر علم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات (STEAM) در ساختار رسمی مدارس، با وجود ظرفیت‌های بی‌پایان خود در تحول آموزش، با چالش‌ها و موانع متعددی در سطوح مختلف مواجه است. این موانع نه‌فقط به محدودیت‌های ساختاری یا کمبود منابع ختم نمی‌شوند، بلکه ریشه در نگرش‌های آموزشی تثبیت‌شده، الگوهای مدیریتی سنتی، ضعف در نظام‌های تربیت معلم و نبود سیاست‌های تسهیل‌گر دارند. درک جامع و واقع‌بینانه از این موانع، لازمه طراحی راهکارهایی دقیق و اجرایی برای تحقق آموزش STEAM در مدارس است؛ راهکارهایی که نه صرفاً جنبه تکنیکی، بلکه ماهیت فرهنگی، تربیتی و سازمانی داشته باشند و بر مبنای مشارکت ذی‌نفعان، برنامه‌ریزی اقتضایی و بهره‌گیری خلاقانه از ظرفیت‌های موجود طراحی شوند (Waters & Thomas, 2015 & Callan et al, 2018).

در نخستین سطح، از اصلی‌ترین موانع پیاده‌سازی موفق STEAM، مقاومت در برابر تغییر در میان سیاست‌گذاران و مدیران آموزشی است. رویکردهای سنتی که آموزش را بر پایه تفکیک دروس، انباشت محتوا و آزمون‌محوری بنا نهاده‌اند، پذیرای ساختارهای میان‌رشته‌ای، فرآیند‌محور و خلاق‌محور نیستند (Johnstone et al, 1977). این نگرش که یادگیری باید صرفاً با معیارهای کمی، پاسخ صحیح و در چارچوب‌های برنامه‌ریزی‌شده سنجیده شود، موجب نادیده گرفتن اهمیت یادگیری تجربی، مشارکتی و انعطاف‌پذیر شده و پیاده‌سازی STEAM را از سطح سیاست‌گذاری با مانع مواجه می‌سازد (Reusser et al, 2018). نبود چارچوب‌های راهبردی، سندهای اجرایی و دستورالعمل‌های پشتیبان در حوزه تلفیق برنامه‌های درسی، منجر به بلا تکلیفی مدیران مدارس و معلمان در اقدام عملی می‌شود.

در سطح مدرسه، کمبود منابع آموزشی، تجهیزات فناورانه و ابزارهای طراحی و ساخت، اجرای فعالیت‌های STEAM را با محدودیت‌های جدی روبرو می‌کند. بسیاری از مدارس، به‌ویژه در مناطق کم‌برخوردار، فاقد کارگاه‌های مهندسی، آزمایشگاه‌های تعاملی، ابزارهای هنری متنوع یا محیط‌های یادگیری انعطاف‌پذیر هستند (Raman et al, 2015). این کمبود، موجب می‌شود معلمان در انتخاب فعالیت‌های میان‌رشته‌ای دچار تردید شوند و حتی در مواردی، اساساً این نوع آموزش را غیرممکن تلقی کنند. از سوی دیگر، توزیع نابرابر منابع و تمرکز آن در مدارس خاص، موجب نابرابری آموزشی در بهره‌مندی از برنامه‌های نوآورانه شده و عدالت در یادگیری STEAM را به خطر می‌اندازد (McClure et al, 1999).

ضعف در تربیت معلم نیز از مهم‌ترین چالش‌های نظام‌مند در مسیر اجرای STEAM محسوب می‌شود. معلمان که نقش اصلی در طراحی، تسهیل و هدایت یادگیری دارند، اغلب فاقد آموزش‌های تخصصی در حوزه تلفیق میان‌رشته‌ای هستند (Kavlazoglu et al., 2013). آموزش‌های دانشگاهی آنان بر دروس مجزا، روش‌های سنتی تدریس و ارزیابی مبتنی بر حافظه متمرکز بوده و آمادگی لازم برای مدیریت کلاس‌های چندرشته‌ای، پروژه‌محور و طراحی‌محور را در آن‌ها ایجاد نکرده است. نبود دوره‌های توانمندسازی مداوم، کمبود بسته‌های پشتیبان آموزشی، و نیز نگرانی از زمان‌بر بودن طراحی پروژه‌ها و نیاز به هماهنگی بین معلمان، مانع از ورود فعالانه آنان به اجرای STEAM می‌شود. در بسیاری از موارد، معلمان نسبت به مفهوم تلفیق هنر با علوم دچار ابهام بوده و فاقد نمونه‌های عملی برای طراحی واحدهای آموزشی خلاق هستند (Reusser et al., 2018).

در بعد فرهنگی، نگاه قالبی به هنر به‌عنوان یک موضوع فرعی و تزئینی، اجرای STEAM را از منظر اجتماعی نیز محدود می‌سازد. تصور نادرستی که هنر را صرفاً مربوط به ابراز احساسات یا فعالیت‌های غیرجدی می‌داند، موجب شده است که جایگاه آن در برنامه درسی جدی گرفته نشود (Callan et al., 2018). این نگرش، نه‌تنها در بین برخی از

معلمان، بلکه در میان والدین و حتی خود دانش‌آموزان نیز رواج دارد و نوعی تفکیک ارزشی میان موضوعات علمی و هنری ایجاد می‌کند که مغایر با روح تلفیق در STEAM است. تغییر این نگرش‌ها، نیازمند فرآیندی فرهنگی و تدریجی است که مستلزم آموزش، آگاهی‌بخشی، و تولید تجربه‌های موفق عینی در کلاس درس می‌باشد (Waters & Thomas, 2015).

با وجود این چالش‌ها، راهکارهایی اثربخش برای تحقق آموزش STEAM در مدارس قابل طراحی است که با شرایط واقعی آموزش و پرورش هماهنگ باشند. تدوین چارچوب‌های راهبردی از سوی نهادهای برنامه‌ریز آموزشی برای پیاده‌سازی STEAM، همراه با تدوین راهنماهای عملیاتی و بسته‌های پشتیبان برای معلمان، گامی اساسی در جهت تسهیل اجرای این برنامه‌ها محسوب می‌شود. سیاست‌گذاری برای تأمین منابع عادلانه، تخصیص اعتبار به توسعه فضاهای چندمنظوره و تجهیز مدارس به ابزارهای فناورانه و هنری، زمینه‌ساز برقراری عدالت یادگیری و پشتیبانی از مدارس در مناطق محروم خواهد بود (Johnstone et al, 1977).

در سطح تربیت معلم، طراحی دوره‌های تخصصی برای آشنایی با مفاهیم تلفیقی، مهارت‌های طراحی پروژه، روش‌های ارزشیابی عملکردی و تلفیق مؤثر هنر با دروس علمی، ضرورتی جدی دارد (Kavlazoglu et al., 2013). این آموزش‌ها باید مبتنی بر تجربه، مشاهده، تعامل گروهی و تمرین عملی باشند تا معلم نه فقط دانش نظری، بلکه شایستگی کاربردی لازم برای طراحی و هدایت فرایندهای یادگیری STEAM را کسب کند. ایجاد شبکه‌های حرفه‌ای معلمان STEAM، پلتفرم‌های اشتراک منابع و تجربیات، و حمایت مادی و معنوی از نوآوری‌های آموزشی معلمان، از دیگر عوامل مؤثر بر توسعه این رویکرد خواهد بود.

تغییر نگرش فرهنگی نیز از طریق مستندسازی و نمایش عمومی پروژه‌های موفق، برگزاری جشنواره‌های STEAM، استفاده از رسانه‌های آموزشی برای ترویج تلفیق هنر و علم، و همچنین مشارکت والدین در فعالیت‌های خلاقانه مدرسه، قابل تحقق است (Reusser et al, 2018). این اقدامات می‌تواند به تدریج زمینه‌ای برای درونی‌سازی ارزش هنر در فرآیند یادگیری و ارتقای جایگاه آن در ذهنیت خانواده‌ها و جامعه ایجاد کند.

بنابراین، تحقق آموزش STEAM مستلزم حرکت هم‌زمان و هماهنگ در سطوح سیاست‌گذاری، مدیریت مدرسه، تربیت معلم، طراحی محتوا و فرهنگ‌سازی اجتماعی است. تنها از طریق این نگاه یکپارچه و فرآیندمحور است که می‌توان ساختاری مؤثر برای اجرای پایدار و بومی‌شده برنامه‌های تلفیقی فراهم آورد؛ ساختاری که به رشد ذهن‌های خلاق، متفکر و سازنده در مدارس منتهی شود و نظام آموزشی را از انباشت صرف محتوا به سوی پرورش واقعی توانمندی‌ها هدایت کند.

بحث و نتیجه‌گیری

باید بررسی مبانی نظری، ساختار اجرایی و تجارب میدانی آموزش تلفیقی STEAM نشان می‌دهد که این رویکرد پاسخی جامع، نوآورانه و آینده‌نگر به چالش‌های یادگیری در عصر حاضر است. یافته‌های این پژوهش در خصوص نقش STEAM در پرورش شایستگی‌های کلیدی قرن بیست‌ویکم، از جمله خلاقیت، تفکر انتقادی، حل مسئله و همکاری، با نتایج پژوهش‌های پیشین همسوست. به عنوان مثال، یافته‌های این مطالعه با نتایج Morrison et al (2021) و Rasul et al (2016) که بر اثربخشی این رویکرد در پرورش مهارت‌های شناختی و غیرشناختی تأکید دارند، مطابقت دارد.

حضور هنر در این ترکیب، نه تنها بُعد احساسی و الهامی یادگیری را تقویت می‌کند، بلکه به یادگیرندگان امکان می‌دهد تا با نگاهی خلاقانه به مسائل پیچیده بنگرند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هنر نقش کاتالیزوری دارد که با تسهیل تخیل و بسط معنا، یادگیری را به تجربه‌ای انسانی‌تر و ژرف‌تر تبدیل می‌کند. این یافته‌ها، نظریه‌های Kaya-

(2024) Capucci & Peters-Burton و (2024) Azizkhani را که به گسترش تعاملات یادگیری به سطوح عاطفی و زیبایی‌شناختی اشاره دارند، تأیید می‌کند.

از سوی دیگر، این پژوهش به صورت عمیق به موانع پیاده‌سازی این الگو در نظام آموزش عمومی کشور پرداخته است. یافته‌های مربوط به چالش‌هایی نظیر نبود زیرساخت‌های لازم، ضعف در برنامه‌های تربیت معلم و نگرش‌های سنتی، با نتایج پژوهش‌های (2024) Sarli et al. و (2022) Kadkhoda et al. مطابقت دارد. این همسویی نشان می‌دهد که این چالش‌ها در بسیاری از نظام‌های آموزشی مشابه، مشترک هستند. با این حال، شواهد حاصل از مطالعات تطبیقی و تجربیات کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که با تدوین سیاست‌های حمایتی و سرمایه‌گذاری هدفمند می‌توان زمینه تحقق آموزش STEAM را فراهم ساخت.

در این بخش، خلاصه‌ای از یافته‌ها ارائه می‌شود و بر اساس آن‌ها، پیشنهادات کاربردی و مشخصی ارائه می‌گردد. این پژوهش نشان داد که رویکرد STEAM با تلفیق هدفمند علوم و هنر، راهکاری مؤثر برای مواجهه با چالش‌های نظام آموزشی فعلی و تربیت نسلی خلاق و مسئله‌محور است. در حالی که مزایای این رویکرد در ابعاد شناختی و تربیتی قابل توجه است، پیاده‌سازی موفق آن در ایران نیازمند غلبه بر موانع جدی اجرایی، فرهنگی و ساختاری است. بنابراین، توجه به راه‌حل‌های عملی برای غلبه بر این موانع، گامی ضروری در جهت بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌های STEAM در آموزش عمومی کشور است.

پیشنهادهای

- **پیشنهاد به سیاست‌گذاران:**
- بازتعریف اهداف یادگیری در اسناد بالادستی با تأکید بر رویکردهای تلفیقی.
- طراحی برنامه‌های درسی منعطف و پروژه‌محور که امکان تلفیق دروس را فراهم سازد.
- سرمایه‌گذاری هدفمند در تقویت زیرساخت‌های کارگاهی و فناوریانه مدارس.
- **پیشنهاد به مدیران و معلمان:**
- گسترش دوره‌های توانمندسازی معلمان در حوزه‌های تلفیقی و روش‌های تدریس فعال.
- ترویج فرهنگ ترکیب علم و هنر از طریق برگزاری جشنواره‌های خلاقیت و نمایشگاه‌های پروژه‌های دانش‌آموزی.
- ایجاد فضای مشارکتی و کار تیمی در کلاس‌های درس.
- پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی: پژوهش‌های کیفی و کمی در زمینه‌های مختلف.
- انجام پژوهش‌های میدانی با رویکرد اقدام‌پژوهی برای بررسی اثربخشی مدل‌های بومی‌سازی شده STEAM در مدارس ایران.
- بررسی تأثیر رویکرد STEAM بر مهارت‌های نرم‌افزاری دانش‌آموزان مانند هوش هیجانی و همدلی.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

References

- Ebrahimi-Manesh, M. R., et al. (2023). STEM education. Mashhad: Aristotle. (in Persian)
- Ehsan Nouri, P., Tambaheed, L., Qanavati, Sh., & Naseri-Rad, Gh. (2023). From textbook education to entrepreneurship with STEM in junior high schools. Third International Conference on New Research and Achievements in Science, Engineering and New Technologies. (in Persian)
- Ahmadi, E. (2023). Examining the importance of STEM approach in education. Sixteenth National Conference on Management and Humanities Research in Iran, Tehran. (in Persian)
- Tambaheed, N., & Nasrolleh Nejad, H. (2022). STEM as a bridge between education and entrepreneurship. First International Conference and Fourteenth National Conference on Education, Tehran. (in Persian)
- Jalilian, B. (2024). New educational approaches in schools. Mashhad: Aristotle. (in Persian)
- Sarli, K., Maramai, S., & Najafpour, R. (2024). New approaches to blended learning. Tehran: Ba Man Publications. (in Persian)
- Azizkhani, S. (2024). Improving the classroom through new strategies. Arak: Qalam and Farhang. (in Persian)
- Alavi, M. (2023). Motivational psychology of students in STEM education. Mashhad: Aristotle. (in Persian)
- Kaya-Capucci, S., & Peters-Burton, A. (2024). Enhancing entrepreneurial mindset through science, technology, engineering and mathematics (STEM) education (A. Azizi, Trans.). Shiraz: Navid Shiraz. (in Persian)
- Kadkhoda, A. M., Ahmadi, F., & Hamidi, F. (2022). The effectiveness of science education with a STEM approach on students' problem-solving skills. 7th National Conference on Innovation and Research in Management, Psychology and Education, Tehran. (in Persian)
- Kia, F., & Parsai, S. (2024). Innovative education: New approaches in primary education. Hamedan: Ideh Bookstore. (in Persian)
- Mirzaei, F., et al. (2019). Psychology of learning: With emphasis on new educational approaches (M. Yousefvand, Scientific Ed.). Sanandaj: No Bayan. (in Persian)
- Hazan, O., et al. (2010). Integrated management of STEM education (Science, Technology, Engineering, Mathematics) (H. Balochi, M. Sotoudeh-Moghaddam, & R. Eslaminejad, Trans.). Mashhad: Zarih Aftab Cultural, Artistic and Publishing Institute. (in Persian)
- Hashemipour, M., et al. (2013). New strategies for modern learning (Integrating artificial intelligence with education in schools) (H. Ashouri, Ed.). Tehran: Tasnim Noor Iranian Research Group on Fundamentals and Native Economic Models, Qashed Publishing. (in Persian)
- Baybee, R. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. Publisher not specified.
- Capraro, R. M., & Corlu, M. S. (2013). Changing views on assessment of project-based learning in STEM. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (pp. 109–118). Rotterdam: Sense Publishers.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Carter, V. R. (2013). Defining characteristics of integrated STEM curriculum in K–12 education (Unpublished doctoral dissertation). University of Arkansas.
- Cetin, A. (2020). An investigation of project-based STEM education in primary school. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(3), 811–825.
- Chang, H. Y., Chu, M. H., & Chou, P. C. (2016). How project-based STEM education improves student learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1089–1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9542-3>
- Chen, L. (2023). Fostering creativity through interdisciplinary STEAM projects: A case study in a Taiwanese high school. *Journal of Creativity in Education*, 31(1), 112–125.
- Cheng, Y. C. (2021). [Title missing]. Publisher or Journal name missing.
- Chok-Lim, L. G. (2008). Integrating technology in science project-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(1), 55–65. <https://doi.org/10.1080/14703290701757450>

- Corlu, M. A., & Aydin, E. (2016). Evaluation of learning outcomes through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20–29. <https://doi.org/10.18404/ijemst.95757>
- Hijab, A., et al. (2024). Title of the article. *Journal name*, volume(issue), pages. (details needed)
- Johnstone, R. D., MacDonald, A., & Quance, B. (1977). *The school as a center of inquiry*. Toronto: Ontario Institute for Studies in Education.
- Kallen, D., Lange, A., & Rutkowski, D. (2018). Arts-rich education: Learning and teaching for 21st-century creativity. *European Journal of Education*, 53(1), 28–43.
- Kopřalová, J. (2006). *Project-based teaching*. Prague: Fortuna.
- Koulazoglou, A., Kollias, V., & Makri-Botsari, E. (2013). The development of teacher competencies for implementing cross-curricular approaches in science teaching. *Journal of Science Education*, 14(3), 45–56.
- McClure, L., Sonak, B., & Suen, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 475–492.
- Morgil, I., Seyhan, H. G., Alsan, E. U., & Temel, S. (2008). The effect of web-based project applications on students' attitudes towards chemistry. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9(2), 220–237.
- Morrison, J., Frost, J., Gotch, C., McDuffie, A. R., Austin, B., & French, B. (2021). Teachers' role in students' learning at a project-based STEM high school: Implications for teaching and learning. *Journal name and page numbers missing*.

