Journal of Theory & Practice in Curriculum

I.C.S.A.
Iranian Curriculum Studies Association

ISSN : 2345-4938
eISSN :2345-4938
Vol.23 (12); 2025
P: 115-136
https://www.jcstpicsa.ir

Redesigning Curriculum Logic in the Project-Based STEM Framework: Extracting a Paradigmatic Model from the Perspective of Experts

Ahmadi Sadegh* , Mir Arab Razi Reza**, Ahmadi Maryam***, Nasiri Fatemeh****

* PhD student in Curriculum Studies, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran: sadegahmadi76@gmail.com
** Associate Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran: r.mirarab@umz.ac.ir
*** PhD student in Curriculum Studies, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran: ahmadim1705@yahoo.com
**** PhD student in Curriculum Studies, Tabriz Azad University,Tabriz. Iran: fatmehnasiriii@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Key words:
STEM curriculum, Project-based learning, Grounded theory, Paradigmatic model, 21st-century skills

Article history:
Received : 27 Jan 2026
Accepted : 27 Feb 2026

Abstract

The purpose of this study was to redesigne Curriculum Logic in the Project-Based STEM Framework: Extracting a Paradigmatic Model from the Perspective of Experts. The present research was conducted using a qualitative approach and the grounded theory method. The target group of the study consisted of specialists in curriculum, science, mathematics, and technology education. Sampling was carried out using a purposive criterion-based method, and data were collected through semi-structured interviews with 15 individuals. Data analysis was performed using open, axial, and selective coding; ultimately, the Strauss and Corbin paradigm model was extracted to explain the relationships among the categories. The validity of the extracted paradigm model was confirmed based on qualitative criteria (Lincoln and Guba) through techniques of member checking, peer review, and precise documentation of the research process until reaching theoretical saturation of the data. The findings indicated that the causal conditions for implementing a project-based STEM curriculum include the need to develop 21st-century skills, the inefficiency of traditional instructional approaches, and the necessity of connecting learning to real-life problems. The contextual conditions comprised a centralized curriculum structure, textbook-oriented instruction, grade-based assessment practices, and limitations related to time and educational resources. Moreover, factors such as teachers' professional readiness, institutional support, and access to resources were identified as intervening conditions influencing the effective implementation of this approach.The action/interaction strategies adopted by educational practitioners included designing authentic and interdisciplinary projects, transforming the teacher's role from a knowledge transmitter to a learning facilitator, employing collaborative learning strategies, and utilizing performance-based and process-oriented assessment methods. The outcomes of implementing these strategies were deep and meaningful learning, increased student motivation, and the development of problem-solving skills, creative thinking, and social collaboration competencies.The results of this study suggest that a project-based STEM curriculum, when supported by appropriate implementation conditions and institutional support, can play a significant role in improving learning quality and addressing contemporary educational needs. The proposed model can serve as a guiding framework for curriculum designers, educational policymakers, and researchers in the field of education.

Cite this Article:

Ahmadi,S. , Mirarab razi,R. , Ahmadi,M. & Nasiri,F. (2026). Redesigning Curriculum Logic in the Project-Based STEM Framework: Extracting a Paradigmatic Model from the Perspective of Experts. (e242624). Theory and Practice in the Curriculum, 115-136, 13(24) ,e242624 doi: 10.22034/cstp.2026.577440.1141

© 2016 by Iranian Curriculum Association Press Publisher: Iranian Curriculum Association Press

Extended Abstract

Introduction- The evolving landscape of education has demanded a responsive curriculum that aligns with rapid technological advancements and multifaceted challenges encountered in the 21st century. Traditional educational frameworks, often isolated by subjects, have become inadequate. As a result, integrated models like STEM—an acronym for Science, Technology, Engineering, and Mathematics—have gained prominence. However, the successful implementation of STEM requires a transformative approach to curriculum logic, moving beyond mere content delivery. This study aims to construct a paradigmatic model for a project-based STEM curriculum that connects theoretical principles with practical applications. By doing so, it seeks to equip students with essential skills, such as critical thinking and problem-solving, which are vital in navigating and succeeding in contemporary society.

Research Questions

The research endeavors to answer several pivotal questions that guide the implementation of a project-based STEM curriculum:

1. What causal, contextual, and intervening conditions facilitate or hinder the implementation of a project-based STEM curriculum?
2. Which strategies can educational practitioners utilize for effective integration of STEM curriculum approaches?
3. What are the anticipated outcomes resulting from the implementation of this redesigned curriculum logic?

The answers to these questions are crucial as they articulate the specific prerequisites, challenges, and benefits associated with transitioning to a project-based STEM curriculum.

Methods- A qualitative research design was employed in this study, utilizing Grounded Theory methodology as articulated by Strauss and Corbin. The study involves:

- **Participants:** The research included experts specializing in curriculum studies and STEM education—teachers, curriculum developers, and education policymakers.
- **Sampling Method:** The participants were selected through a purposive criterion-based sampling method, ensuring that those involved had substantial experience in educational practices and STEM disciplines.
- **Data Collection:** Semi-structured interviews provided a flexible structure for gathering detailed insights from participants, allowing for in-depth exploration of their experiences and perspectives.
- **Data Analysis:** The collected data were analyzed through open, axial, and selective coding processes. This enabled the extraction of significant categories and the establishment of interrelationships among various concepts discussed by participants.

Results- The results obtained from the study are structured according to the paradigmatic components detailed by Strauss and Corbin:

- **Causal Conditions:** Traditional educational methods have become ineffective, highlighting an urgent need for skills relevant to the 21st century. Participants identified the importance of connecting learning with real-life problems to make education more applicable and engaging for students.
- **Contextual Conditions:** Several challenges were reported regarding the existing centralized curriculum structures, the over-reliance on textbooks, and assessments focused primarily on grades. The lack of adequate resources and time constraints were also identified as barriers to effective STEM education.
- **Intervening Conditions:** The readiness and professional development of teachers emerged as critical factors impacting the implementation process. Institutional support, alongside accessibility to resources, also played a significant role in facilitating or obstructing the adoption of project-based methods.
- **Action/Interaction Strategies:** Key strategies proposed included designing interdisciplinary projects that encourage collaboration across subjects, redefining the teacher's role to that of a facilitator, and integrating performance-based assessments to reflect students' understanding and engagement in the material.
- **Outcomes:** Enhanced student motivation, deeper learning experiences, and the development of both cognitive and social competencies were highlighted as expected outcomes of this newly designed STEM curriculum structure.

Discussion- The study posits that project-based STEM education transcends simply changing content; it signifies a fundamental shift in the teaching "logic." The proposed relationship delineates that engaging students with real-world projects, assuming the facilitator role, and employing performance assessments leads to cognitive and emotional engagement in learning processes. This engagement is crucial for achieving deep learning and honing skills necessary for success in the modern workforce.

Comparative analysis with existing models, such as those proposed by Beane and Thomas, reveals that while these frameworks emphasize integration and experiential learning, the proposed model distinctly outlines the actionable pathways needed for actual implementation. This study serves as a vital roadmap for policymakers and educators aiming to pivot from traditional "instruction-only" models toward comprehensive "experience-based" learning environments.

In conclusion, redefining the logic of curriculum design within the context of STEM enables educators to create more meaningful learning experiences that prepare students for future challenges. This extended understanding of curriculum logic illustrates the need for continuous adaptation and responsiveness in educational practices, ultimately fostering an educational ecosystem that values application, collaboration, and innovation.

Keywords- STEM curriculum, Project-based learning, Grounded theory, Paradigmatic model, 21st-century skills

ISSN :2345-4938
eISSN: 2783-0640

سال دوازدهم، شمارهٔ ۲۴ پاییز و زمستان ۱۴۰۳

۱۱۵-۱۳۶

https://www.jcstpicsa.ir

نظریه و عمل در برنامه درسی

انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه‌محور: استخراج یک مدل پارادایمی از دیدگاه خبرگان

صادق احمدی *، رضا میرعرب رضی **،مریم احمدی***، فاطمه نصیری****

* دانشجوی دکتری رشته مطالعات برنامه درسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران: sadegahmadi76@gmail.com

** دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران: r.mirarab@umz.ac.ir

*** مریم احمدی دانشجوی دکتری رشته مطالعات برنامه درسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران:ahmadim1705@yahoo.com

**** دانشجوی دکتری رشته مطالعات برنامه درسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز ایران: fatmehnasiriii@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
علمی-پژوهشی

واژگان کلیدی: برنامه درسی STEM، یادگیری پروژه‌محور، نظریه داده‌بنیاد، مدل پارادایمی، مهارت‌های قرن بیست‌ویکم

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۸

چکیده

هدف این پژوهش، بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه‌محور: استخراج یک مدل پارادایمی از دیدگاه خبرگان بود. **روش پژوهش** حاضر با رویکرد کیفی و با استفاده از روش نظریه داده‌بنیاد انجام شد. گروه هدف پژوهش شامل متخصصان برنامه درسی، آموزش علوم، ریاضی و فناوری بود. گروه هدف به روش هدفمند ملاک‌مدار انجام شد و داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ نفر گردآوری گردید. تحلیل داده‌ها با استفاده از کدگذاری باز، محوری و گزینشی انجام شد و در نهایت، مدل پارادایمی اشتراوس و کوربین برای تبیین روابط میان مقوله‌ها استخراج گردید. اعتبار مدل پارادایمی مستخرج، بر مبنای معیارهای کیفی (لینکلن و گوبا) و از طریق تکنیک‌های بازبینی مشارکت‌کنندگان، ارزیابی همکار و مستندسازی دقیق روند پژوهش تا حصول اشباع نظریِ داده‌ها تأیید گردید **یافته‌ها** نشان داد شرایط علّی اجرای برنامه درسی STEM پروژه‌محور شامل نیاز به توسعه مهارت‌های قرن بیست‌ویکم، ناکارآمدی آموزش سنتی و ضرورت پیوند یادگیری با مسائل واقعی زندگی است. شرایط زمینه‌ای شامل ساختار متمرکز برنامه درسی، کتاب‌محوری، ارزشیابی نمره‌محور و محدودیت زمان و امکانات آموزشی شناسایی شد. همچنین عواملی نظیر آمادگی حرفه‌ای معلمان، حمایت نهادی و دسترسی به منابع، به‌عنوان شرایط مداخله‌گر بر اجرای مؤثر این رویکرد تأثیرگذار بودند.راهبردهای کنشگران آموزشی شامل طراحی پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای، تغییر نقش معلم از انتقال‌دهنده به تسهیل‌گر یادگیری، استفاده از روش‌های یادگیری مشارکتی و ارزشیابی‌های عملکردی بود. پیامدهای اجرای این راهبردها، یادگیری عمیق و معنادار، افزایش انگیزش تحصیلی، تقویت مهارت‌های حل مسئله، تفکر خلاق و همکاری اجتماعی دانش‌آموزان را به همراه داشت.**نتایج** این پژوهش نشان می‌دهد برنامه درسی STEM مبتنی بر یادگیری پروژه‌محور، در صورت فراهم‌بودن الزامات اجرایی و حمایت نهادی، می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای کیفیت یادگیری و پاسخ‌گویی به نیازهای آموزشی معاصر ایفا کند. مدل ارائه‌شده می‌تواند به‌عنوان چارچوبی راهنما برای برنامه‌ریزان درسی، سیاست‌گذاران آموزشی و پژوهشگران حوزه تعلیم و تربیت مورد س قرار گیرد.

اسناد به این مقاله:
احمدی,صادق , میر عرب رضی,رضا , احمدی,مریم و نصیری,فاطمه . (۱۴۰۴). بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه‌محور: استخراج یک مدل پارادایمی از دیدگاه خبرگان. (e242624). نظریه و عمل در برنامه درسی، ۱۳۶-۱۱۵، ۱۳(۲۴)
e242624 doi: 10.22034/cstp.2026.577440.1141

© انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

ناشر: انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

مقدمه

گسترش شتابان تحولات علمی، فناورانه و اجتماعی در قرن بیست‌ویکم، ماهیت دانش، یادگیری و انتظارات از نظام‌های آموزشی را به‌طور بنیادین دگرگون کرده است. در دنیای معاصر، توانایی افراد برای مواجهه با مسائل پیچیده، تحلیل موقعیت‌های چندبعدی، تلفیق دانش‌های گوناگون و به‌کارگیری آموخته‌ها در زمینه‌های واقعی، به‌عنوان شایستگی‌های کلیدی برای زندگی فردی و اجتماعی شناخته می‌شود. این شرایط موجب شده است که رویکردهای سنتی آموزش، که عمدتاً بر انتقال خطی محتوا، تفکیک صریح میان دروس و تأکید بر حفظ و بازتولید اطلاعات استوارند، دیگر پاسخ‌گوی نیازهای نوین یادگیرندگان و جامعه نباشند (دارکا و برنز[1]، ۲۰۰۴؛ بینه[2]، ۱۹۹۷). در نتیجه، بازاندیشی در فلسفه و ساختار برنامه‌های درسی و حرکت به سوی الگوهایی که یادگیری معنادار، عمیق و کاربردی را تسهیل می‌کنند، به ضرورتی انکارناپذیر تبدیل شده است.

یکی از مهم‌ترین پاسخ‌های نظری و عملی به این چالش، رویکرد برنامه درسی میان‌رشته‌ای است. برنامه درسی میان‌رشته‌ای بر این پیش‌فرض استوار است که مسائل واقعی زندگی، ماهیتی پیچیده و چندوجهی دارند و درک و حل آن‌ها مستلزم بهره‌گیری هم‌زمان از مفاهیم، روش‌ها و ابزارهای چند حوزه دانشی است. از این منظر، مرزهای سنتی میان رشته‌ها نه‌تنها مانعی برای یادگیری عمیق محسوب می‌شوند، بلکه می‌توانند موجب گسست مفهومی و سطحی‌شدن فهم دانش‌آموزان از پدیده‌ها شوند (جکوبز[3]، ۱۹۸۹). عبادی (۱۳۸۴) تأکید می‌کند که یادگیری معنادار زمانی محقق می‌شود که فراگیر بتواند روابط درونی میان مفاهیم و ارتباط آن‌ها با تجارب واقعی زندگی را درک کند؛ امری که در چارچوب برنامه‌های درسی میان‌رشته‌ای بیش از رویکردهای موضوع‌محور تحقق می‌یابد.

در دهه‌های اخیر، رویکرد استم[4] به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین و نظام‌مندترین الگوهای میان‌رشته‌ای در سطح بین‌المللی مطرح شده است و رویکردی است که بر ادغام هدفمند علوم[5]، فناوری[6]، مهندسی[7] و ریاضیات[8] در قالب یک تجربه یادگیری منسجم تأکید دارد و هدف آن، پرورش توانایی حل مسئله، تفکر طراحی، خلاقیت و آمادگی برای مشاغل آینده است (بیبی[9]، ۲۰۱۳). برخلاف برداشت‌های سطحی که این رویکرد را صرفاً کنار هم قرار دادن چند درس می‌دانند، پژوهشگران بر این نکته تأکید دارند که استم یک چارچوب برنامه درسی است که مستلزم هم‌سویی اهداف آموزشی، محتوا، روش‌های تدریس و شیوه‌های ارزشیابی است (موره و اسمیت[10]، ۲۰۱۴).

یکی از عناصر محوری در تحقق واقعی رویکرد، یادگیری مبتنی بر پروژه است. یادگیری مبتنی بر پروژه، یادگیرندگان را درگیر پروژه‌هایی می‌کند که ریشه در مسائل واقعی دارند و حل آن‌ها نیازمند تحقیق، طراحی، آزمون، بازاندیشی و همکاری است (توماس[11]،

---

1. Drake & Burns
2. Beane
3. Jacobs
4. STEM
5. Science
6. Technology
7. Engineering
8. Mathematics
9. Bybee
10. Moore & Smith
11. Thomas

۲۰۰۰). این رویکرد با ایجاد فرصت برای تجربه مستقیم و فعال، امکان انتقال یادگیری به موقعیت‌های جدید را افزایش می‌دهد و دانش‌آموزان را از مصرف‌کننده منفعل دانش به سازنده فعال معنا تبدیل می‌کند (تسوپروس[۱]، ۲۰۱۰). بل و همکاران[۲] (۲۰۰۹) معتقدند که بدون اتکا به پروژه‌های اصیل و مسئله‌محور، آموزش استم به مجموعه‌ای از فعالیت‌های پراکنده و فاقد انسجام مفهومی تقلیل می‌یابد.

مرور پیشینه عملی پژوهش در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که کانون توجه مطالعات از سنجشِ صرفِ پیامدهای آموزشی، به سمت بررسی چالش‌های ساختاری و کشف منطقِ درونی ادغام برنامه‌های درسی تغییر یافته است. مطالعات تجربی جدید (روهریگ و همکاران، ۲۰۲۱) نشان می‌دهند که با وجود اثربخشی رویکرد استم، فقدان یک چارچوب و منطق مشخص برای تلفیقِ میان‌رشته‌ای، اغلب به اجرای پراکنده و غیرمنسجمِ پروژه‌ها در محیط‌های آموزشی منجر شده است. در همین راستا، وانگ و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی‌های عملی خود دریافتند که پیاده‌سازی موفق یادگیری پروژه‌محور در بستر استم، عمیقاً نیازمند بازطراحی هم‌زمان و هم‌راستای اهداف، محتوای آموزشی و شیوه‌های ارزشیابی است و صرفِ تعریف یک پروژه عملیِ مشترک برای دانش‌آموزان کفایت نمی‌کند. افزون بر این، چن و همکاران (۲۰۲۳) با مطالعه بر روی ساختار برنامه‌درسی تأکید کرده‌اند که اثربخشی آموزش میان‌رشته‌ای مستلزم مدل‌هایی است که جایگاه و نقش تسهیل‌گری معلم را در یک شبکه مفهومی ساختاریافته به‌طور شفاف تبیین کنند. همچنین مطالعات تجربی نشان داده‌اند که این رویکرد می‌تواند به بهبود پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در علوم و ریاضیات منجر شود و درگیری شناختی آنان را افزایش دهد (هان و همکاران[۳]، ۲۰۱۶). افزون بر این، پژوهش‌هایی بر نقش این رویکرد در ارتقای مهارت‌های حل مسئله، تفکر انتقادی و خلاقیت تأکید کرده‌اند(کیم و همکاران[۴]، ۲۰۱۸؛ یاسین و همکاران[۵]، ۲۰۱۸). از منظر نظری، بی‌بی(۲۰۱۳) آموزش استم را چارچوبی برای توسعه سواد علمی و فناورانه در پاسخ به نیازهای قرن بیست‌ویکم می‌داند و انگلیش[۶] (۲۰۱۶) بر اهمیت یکپارچگی میان‌رشته‌ای در سطوح برنامه درسی تأکید می‌کند. با این حال، برخی پژوهشگران هشدار داده‌اند که در صورت فقدان چارچوب مفهومی روشن برای ادغام حوزه‌های دانشی، فعالیت‌های استم ممکن است به تجارب سطحی و غیرمنسجم تقلیل یابد (تسوپروس و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین مارگوت و کتلر[۷] (۲۰۱۹) نشان داده‌اند که موفقیت اجرای این رویکرد به میزان آمادگی حرفه‌ای معلمان و هم‌راستایی اهداف، محتوا و ارزشیابی وابسته است؛ موضوعی که بیانگر ضرورت پرداختن به سازوکارهای درونی طراحی برنامه درسی است، نه صرفاً پیامدهای آموزشی آن. در پژوهش‌های داخلی نیز روند مشابهی مشاهده می‌شود. سعیدنیا و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که آموزش با این رویکرد می‌تواند انگیزش تحصیلی و نگرش مثبت دانش‌آموزان نسبت به یادگیری علوم را تقویت کند. همچنین اصلانی، محمودی، تقی‌پور و دهقانزاده (۱۴۰۳) گزارش کردند که اجرای برنامه درسی پروژه‌محور استم تأثیر معناداری بر خلاقیت علمی دانش‌آموزان دارد و خواجه‌محمدلو (۱۴۰۳) به بهبود مهارت حل مسئله و پیشرفت تحصیلی در نتیجه به‌کارگیری این رویکرد اشاره کرده‌اند. با وجود این، اغلب این مطالعات بر سنجش اثربخشی یا متغیرهای پیامدی متمرکز بوده

---

1. Tsupros
2. Bell
3. Han et al
4. Kim et al
5. Yasin et al
6. English
7. Margot و Kettler

و کمتر به تبیین ساختار مفهومی و منطق ادغام مؤلفه‌های برنامه درسی پرداخته‌اند. به‌ویژه، چگونگی انسجام اهداف، محتوا، راهبردهای یاددهی–یادگیری، نقش معلم و نظام ارزشیابی در قالب یک مدل میان‌رشته‌ای پروژه‌محور، به‌صورت نظری و نظام‌مند کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

در پیشینه داخلی نیز، اگرچه مطالعات اخیر نظیر پژوهش اصلانی و همکاران (۱۴۰۳) بر تأثیر معنادار برنامه‌درسی پروژه‌محور استم بر خلاقیت علمی، و پژوهش خواجه‌محمدلو (۱۴۰۳) بر بهبود مهارت‌های حل مسئله صحه گذاشته‌اند؛ اما ارزیابی‌های میدانی (مانند زارع و همکاران، ۱۴۰۱) حاکی از آن است که طراحان آموزشی و مجریان برنامه‌های درسی در ایران همچنان در چگونگی ایجاد انسجام منطقی میان مؤلفه‌های برنامه درسی با ابهام و خلأ نظری مواجه‌اند. از این‌رو، با وجود غنای نسبی ادبیات در زمینه پیامدهای رویکرد استم، پیشینه عملی همچنان فاقد یک مدل پارادایمی منسجم است که بتواند چگونگی درهم‌تنیدگی اهداف، محتوا، راهبردهای یاددهی–یادگیری و نظام ارزشیابی را در قالب چارچوب STEM پروژه‌محور، به‌صورت نظام‌مند و برآمده از دیدگاه خبرگان صورت‌بندی نماید.

بر این اساس، خلأ اصلی در ادبیات موجود را می‌توان در فقدان یک مدل نظری تبیینی دانست که بر پایه داده‌های میدانی و با رویکردی کیفی، سازوکار ادغام مؤلفه‌های برنامه درسی استم را روشن سازد. بیشتر پژوهش‌ها در سطح «آیا اثربخش است یا نه» متوقف شده‌اند، در حالی‌که پرسش بنیادین «چگونه و تحت چه شرایطی این ادغام به انسجام آموزشی منجر می‌شود» کمتر پاسخ یافته است. نوآوری پژوهش حاضر در آن است که با بهره‌گیری از رویکرد گراندد تئوری، به استخراج و مدل‌سازی الگوی پارادایمی ادغام برنامه درسی استم پروژه‌محور پرداخته و روابط علّی، زمینه‌ای، مداخله‌گر و راهبردی را به‌صورت یک چارچوب مفهومی منسجم تبیین کرده است. بدین‌ترتیب، این پژوهش علاوه بر پاسخ‌گویی به خلأ نظری موجود در ادبیات داخلی، گامی در جهت گذار از مطالعات پیامدمحور به نظریه‌پردازی بومی در حوزه ادغام برنامه درسی استم به‌شمار می‌آید.

از سوی دیگر، شواهد حاصل از نتایج آزمون‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که دانش‌آموزان ایرانی در مهارت‌هایی نظیر حل مسئله، استدلال و کاربرد دانش در موقعیت‌های نو، عملکرد مطلوبی ندارند (پژمان، ۱۳۹۶). این مسئله بیانگر شکاف معنادار میان اهداف اسناد تحولی آموزش و پرورش که بر پرورش تفکر، خلاقیت و شایستگی‌های زندگی تأکید دارند و واقعیت‌های اجرایی برنامه‌های درسی موجود است. تداوم رویکردهای محتوامحور و آزمون‌محور، سبب شده است که معیارهایی نظیر انسجام، تداوم، توالی منطقی و تلفیق دانش در طراحی برنامه‌های درسی، کمتر مورد توجه قرار گیرند؛ امری که خود مانعی جدی در مسیر تحقق یادگیری عمیق و پایدار محسوب می‌شود.

با وجود شکل‌گیری مدل‌های مفهومی گوناگون درباره یکپارچگی در آموزش STEM، از جمله سطوح مختلف تلفیق میان‌رشته‌ای که توسط انگلیش (۲۰۱۶) تبیین شده یا چارچوب‌های طراحی برنامه‌های STEM که توسط بای‌بی (۲۰۱۳) پیشنهاد گردیده است، بخش قابل توجهی از این مدل‌ها یا در سطح طبقه‌بندی انواع یکپارچگی باقی مانده‌اند یا بر پیامدهای اجرایی تمرکز داشته‌اند. در بسیاری از این چارچوب‌ها، «منطق درونی برنامه درسی» به‌مثابه شبکه‌ای از روابط علّی، زمینه‌ای و راهبردی میان اهداف، محتوا، نقش معلم، سازمان‌دهی تجربه‌های یادگیری و نظام ارزشیابی، به‌صورت فرایندی مدل‌سازی نشده است. به‌ویژه در زمینه اجرای پروژه‌محور، گرچه بر اهمیت مسئله‌های اصیل و طراحی یکپارچه تأکید شده، اما چگونگی بازطراحی منطق برنامه درسی در سطح

کلان (و نه صرفاً طراحی یک واحد یا فعالیت آموزشی) کمتر به‌صورت یک الگوی پارادایمی تبیین شده است. ازاین‌رو، مسئله پژوهش حاضر نه فقدان مطلق مدل‌های مفهومی، بلکه نیاز به بازخوانی و بازطراحی منطق برنامه درسی STEM پروژه‌محور در قالب مدلی رابطه‌مند و زمینه‌مند است که بتواند انسجام درونی مؤلفه‌ها را در سطح طراحی کلان توضیح دهد. بر این اساس، پژوهش حاضر با تمرکز بر «بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه‌محور» می‌کوشد از طریق تحلیل دیدگاه خبرگان و با بهره‌گیری از رویکرد گراندد تئوری، مدلی پارادایمی استخراج کند که روابط میان شرایط علّی، بسترهای زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر، راهبردهای طراحی و پیامدهای مورد انتظار را به‌صورت منسجم تبیین نماید. نوآوری این پژوهش در ادعای جایگزینی یا نفی مدل‌های پیشین نیست، بلکه در تلاش برای صورت‌بندی یک الگوی تبیینی مبتنی بر داده‌های میدانی و متناسب با بافت آموزشی مورد مطالعه است؛ الگویی که بتواند مبنایی تحلیلی برای بازاندیشی در منطق سازمان‌دهی برنامه درسی STEM پروژه‌محور فراهم آورد و فاصله میان مباحث نظری موجود و الزامات طراحی در عمل را کاهش دهد.

با توجه به آنچه اشاره شد هدف و سوال پژوهش به شرح زیر است.

هدف پژوهش

هدف پژوهش، بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه‌محور: استخراج یک مدل پارادایمی از دیدگاه خبرگان است.

سوال پژوهش

مدل پارادایمی بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه‌محور از دیدگاه خبرگان چگونه قابل تبیین است؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی–توسعه‌ای و از نظر ماهیت، کیفی است که با هدف تبیین و تحلیل نحوه ادغام مؤلفه‌های برنامه درسی میان‌رشته‌ای مبتنی بر پروژه با تأکید بر رویکرد STEM انجام شده است. انتخاب رویکرد کیفی به‌دلیل ماهیت اکتشافی موضوع، پیچیدگی پدیده مورد مطالعه و ضرورت درک عمیق دیدگاه‌ها، تجارب و تفسیرهای خبرگان حوزه برنامه‌درسی و آموزش STEM صورت گرفته است؛ چراکه ادغام مؤلفه‌های برنامه درسی، فرایندی چندبعدی، زمینه‌مند و وابسته به بافت آموزشی است که به‌سختی می‌توان آن را صرفاً با روش‌های کمی تبیین کرد. **گروه هدف**: گروه هدف پژوهش شامل اساتید دانشگاهی رشته علوم تربیتی و برنامه‌ریزی درسی، متخصصان آموزش میان‌رشته‌ای و استم ، معلمان با تجربه در اجرای آموزش پروژه‌محور و کارشناسان برنامه‌درسی بوده است. گروه هدف به روش هدفمند ملاک‌مدار انجام شد. ملاک انتخاب مشارکت‌کنندگان، برخورداری از حداقل یکی از شرایط زیر بود: سابقه تدریس یا پژوهش در حوزه برنامه‌درسی میان‌رشته‌ای یا استم؛ تجربه عملی در طراحی یا اجرای آموزش مبتنی بر پروژه؛ تألیف یا اجرای طرح‌های پژوهشی مرتبط با آموزش استم. فرایند نمونه‌گیری تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت؛

به‌گونه‌ای که پس از انجام مصاحبه‌ها، داده‌های جدید منجر به استخراج مقوله یا مفهوم تازه‌ای نشد. پس از مصاحبه پانزدهم اشباع نظری حاصل گردید. **ابزار گردآوری داده‌ها**: برای گردآوری داده‌ها از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استفاده شد. این ابزار به پژوهشگر امکان داد ضمن حفظ چارچوب کلی سؤالات پژوهش، انعطاف لازم برای پیگیری پاسخ‌ها، تعمیق مفاهیم و کشف ابعاد پنهان پدیده مورد مطالعه را داشته باشد. راهنمای مصاحبه بر اساس ادبیات نظری پژوهش، اهداف مطالعه و سؤالات پژوهشی تدوین شد و شامل محورهایی نظیر:

مؤلفه‌های اساسی برنامه درسی میان‌رشته‌ای مبتنی بر پروژه با رویکرد استم؛

چگونگی ادغام این مؤلفه‌ها در فرایند طراحی برنامه درسی؛

چالش‌ها و الزامات اجرایی آموزش پروژه‌محور استم؛

پیامدهای آموزشی ادغام مؤلفه‌ها بر یادگیری دانش‌آموزان

روش اجرای پژوهش: پس از شناسایی و انتخاب مشارکت‌کنندگان، هماهنگی‌های لازم برای انجام مصاحبه‌ها صورت گرفت. مصاحبه‌ها به‌صورت فردی و در فضایی آرام انجام شد و با رضایت آگاهانه مشارکت‌کنندگان، ضبط و سپس به‌طور کامل پیاده‌سازی گردید. مدت زمان هر مصاحبه متناسب با میزان تعامل و غنای پاسخ‌ها متغیر بود.

ویژگی‌های مشارکت‌کنندگان در این پژوهش به شرح جدول زیر است.

جدول ۱. ویژگی‌های مشارکت‌کنندگان

کد شرکت‌کننده	جنسیت	رشته/حوزه تخصصی	مرتبه علمی / سمت حرفه‌ای	سابقه فعالیت مرتبط (سال)	نوع تجربه مرتبط با پژوهش
P1	مرد	برنامه‌ریزی درسی	دانشیار دانشگاه	۱۸	پژوهش در برنامه درسی میان‌رشته‌ای
P2	زن	علوم تربیتی	استادیار دانشگاه	۱۴	تدریس و پژوهش درSTEM
P3	مرد	آموزشSTEM	استاد دانشگاه	۲۲	تألیف و اجرای طرح‌هایSTEM
P4	زن	آموزش علوم	معلم با تجربه	۱۶	اجرای آموزش پروژه‌محور
P5	مرد	برنامه‌ریزی درسی	کارشناس برنامه‌درسی	۱۲	طراحی برنامه‌های درسی تلفیقی
P6	زن	تکنولوژی آموزشی	استادیار دانشگاه	۱۱	طراحی پروژه‌های فناورانه در آموزش
P7	مرد	آموزش ریاضی	معلم با تجربه	۲۰	اجرای پروژه‌های میان‌رشته‌ای
P8	زن	آموزش میان‌رشته‌ای	پژوهشگر آموزشی	۱۳	پژوهش در تلفیق دروس
P9	مرد	برنامه‌ریزی درسی	دانشیار دانشگاه	۱۹	سیاست‌گذاری برنامه درسی

کد شرکت‌کننده	جنسیت	رشته/حوزه تخصصی	مرتبه علمی / سمت حرفه‌ای	سابقه فعالیت مرتبط (سال)	نوع تجربه مرتبط با پژوهش
P10	زن	آموزش علوم	کارشناس آموزشی	۱۵	طراحی واحدهای یادگیری پروژه‌محور
P11	مرد	STEMآموزش	استاد دانشگاه	۲۴	هدایت پروژه‌های ملیSTEM
P12	زن	علوم تربیتی	معلم پژوهنده	۱۷	اجرای پژوهش‌های اقدام‌پژوهی
P13	مرد	برنامه‌ریزی درسی	استادیار دانشگاه	۱۰	طراحی چارچوب‌های میان‌رشته‌ای
P14	زن	آموزش فناوری	کارشناس ارشد برنامه‌درسی	۱۲	توسعه محتوایSTEM
P15	مرد	آموزش میان‌رشته‌ای	پژوهشگر و مدرس دانشگاه	۲۱	مشاوره در طراحی برنامه‌های تلفیقی

روش تحلیل داده‌ها:

تحلیل داده‌ها در این پژوهش بر اساس رویکرد نظریه زمینه‌ای (گراندد تئوری) و مطابق با منطق نظام‌مند اشتراوس و کوربین انجام شد. فرایند تحلیل به‌صورت هم‌زمان با گردآوری داده‌ها و به شیوه‌ای رفت‌وبرگشتی پیش رفت؛ بدین معنا که هر مرحله از تحلیل، جهت‌گیری مراحل بعدی نمونه‌گیری و جمع‌آوری داده‌ها را هدایت می‌کرد. در گام نخست، کدگذاری باز انجام شد؛ به این صورت که متن کامل مصاحبه‌ها به‌صورت خط‌به‌خط مطالعه و مفاهیم اولیه استخراج گردید. در این مرحله، عبارات معنادار با برچسب‌های مفهومی نام‌گذاری شد و کدهای مشابه در قالب مقوله‌های اولیه گروه‌بندی شدند. در گام دوم، کدگذاری محوری با هدف برقراری ارتباط میان مقوله‌ها صورت گرفت. در این مرحله، مقوله‌های به‌دست‌آمده حول یک پدیده محوری سازمان‌دهی شدند و روابط میان شرایط علّی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها بر اساس الگوی پارادایمی تحلیل شد. مقایسه مستمر داده‌ها (روش مقایسه مداوم) در تمامی مراحل تحلیل به‌کار گرفته شد تا از انسجام درونی مقوله‌ها و تمایز میان آن‌ها اطمینان حاصل شود. همچنین یادداشت‌های تحلیلی برای ثبت ایده‌های نظری، پرسش‌های تحلیلی و شکل‌گیری ارتباطات مفهومی تدوین گردید که نقش مهمی در توسعه مقوله‌ها ایفا کرد. در مرحله نهایی، کدگذاری انتخابی انجام شد؛ به این معنا که مقوله هسته‌ای شناسایی و سایر مقوله‌ها بر اساس آن یکپارچه و تبیین نظری شدند. در این مرحله، روایت نظری منسجمی شکل گرفت که سازوکار ادغام مؤلفه‌های برنامه درسی در قالب الگوی میان‌رشته‌ای مبتنی بر پروژه را توضیح می‌دهد. تحلیل داده‌ها تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت؛ یعنی زمانی که داده‌های جدید به گسترش یا اصلاح مقوله‌های موجود منجر نمی‌شد. بدین‌ترتیب، مدل نهایی پژوهش بر پایه فرایند نظام‌مند کدگذاری، مقایسه مستمر، یادداشت‌نویسی نظری و یکپارچه‌سازی مقوله‌ها شکل گرفت. برای افزایش دقت، انسجام و مدیریت داده‌ها، از نرم‌افزار MAXQDA استفاده شد.

اعتبار و قابلیت اعتماد پژوهش: به‌منظور تضمین کیفیت و اعتبار مدل پارادایمی استخراج‌شده، از مجموعه‌ای اقدامات عملیاتی مبتنی بر معیارهای لینکلن و گوبا (۱۹۸۵) متناسب با رویکرد داده‌بنیاد استفاده شد. در راستای باورپذیری، مدل مفهومی اولیه در اختیار ۵ نفر از مشارکت‌کنندگان (شامل اساتید برنامه‌ریزی درسی و معلمان باتجربه در زمینه استم) قرار گرفت تا انطباق آن با تجربیات زیسته آنان تأیید گردد و همچنین، منطق کدگذاری‌ها توسط دو پژوهشگر خارج از تیم، مسلط به روش داده‌بنیاد، ارزیابی

شد (بررسی همکار). جهت تقویت انتقال‌پذیری، از طریق نمونه‌گیری هدفمند از ۱۵ متخصص با دیدگاه‌های متنوع (دانشگاهی، فنی و اجرایی) و ارائه توصیف از شرایط، امکان قضاوت خواننده برای کاربست مدل در بسترهای دیگر فراهم آمد. نهایتاً، اتکاپذیری و تأییدپذیری از طریق مستندسازی دقیق فرآیند تحلیل در قالب یادداشت‌های نظری و حفظ زنجیره شواهد تأمین گردید و نمونه‌گیری تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت تا اطمینان حاصل شود که مدل پارادایمی نهایی، کاملاً از دل داده‌های این پژوهش برآمده و از سوگیری‌های پژوهشگر مصون است. **ملاحظات اخلاقی**: در انجام پژوهش، اصول اخلاق پژوهش رعایت شد. مشارکت‌کنندگان پیش از انجام مصاحبه از هدف پژوهش، نحوه استفاده از داده‌ها و اختیار انصراف در هر مرحله آگاه شدند. محرمانگی اطلاعات و ناشناس‌بودن هویت افراد تضمین شد و داده‌ها صرفاً در چارچوب اهداف علمی پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

یافته ها

یافته‌های این پژوهش حاصل تحلیل کیفی داده‌های به‌دست‌آمده از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و طی فرایند کدگذاری باز، محوری و انتخابی است. تحلیل داده‌ها نشان داد که دیدگاه مشارکت‌کنندگان درباره برنامه درسی STEM مبتنی بر پروژه، حول محور «پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای» به‌عنوان هسته یادگیری شکل گرفته و این هسته، سایر مؤلفه‌های برنامه درسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در ادامه، یافته‌ها بر اساس مقوله‌های اصلی به‌صورت توصیفی تحلیل می‌شوند.

جدول ۲. کدهای باز مستخرج از متن مصاحبه‌ها

نمونه متن مصاحبه شوندگان	مقوله اصلی	کدهای مرتبط	زیرمقوله	مفهوم استخراج شده	کد باز
«پروژه باید اصالت داشته باشد و مسائل واقعی زندگی را منعکس کند.» (شرکت‌کننده ۳)	هسته ادغام	—	پروژه‌به‌عنوان‌مرکز برنامه درسی	پروژه هسته یادگیری	پروژه هسته یادگیری
«وقتی از چند رشته همزمان استفاده می‌کنیم، می‌توانیم مسائل واقعی را بهتر درک کنیم و حل کنیم.» (شرکت‌کننده ۴)	هسته ادغام	—	—	ماهیت میان‌رشته‌ای	استفاده هم‌زمان از چند رشته
«معلم باید راهنما باشد و مسیر یادگیری ما را طراحی کند، نه فقط درس بدهد.» (شرکت‌کننده ۵)	نقش حرفه‌ای معلم	—	—	معلم‌به‌عنوان تسهیل‌گر	تغییر نقش معلم
«معلم باید مسیر یادگیری را طوری طراحی کند که خودمان تجربه کنیم و حل مسئله کنیم.» (شرکت‌کننده ۵)	نقش حرفه‌ای معلم	—	—	طراحی موقعیت‌های یادگیری	طراحی مسیر یادگیری
«حل پروژه‌های واقعی باعث می‌شود یادگیری ما کاربردی و ملموس باشد.» (شرکت‌کننده ۳)	هسته ادغام	—	—	اصالت پروژه	وابستگی به مسائل واقعی
«ارزشیابی باید به جای امتحان صرف، شامل ارائه و دفاع پروژه باشد.» (شرکت‌کننده ۲)	موانع اجرایی	—	—	چالش آزمون‌محوری	ارزشیابی مانع اجراست
«زمان محدود یکی از بزرگترین چالش‌ها برای اجرای پروژه است.» (شرکت‌کننده ۶)	موانع اجرایی	—	—	محدودیت زمانی	نبود زمان کافی
«اگر آموزش و توانمندسازی معلمان فراهم شود، پروژه‌ها بهتر اجرا می‌شوند.» (شرکت‌کننده ۶)	الزامات اجرا	—	—	نیاز به توانمندسازی	کمبود آمادگی معلمان

جدول ۳. کدهای محوری و انتخابی مستخرج از مصاحبه

	زیر مقوله	کدهای مرتبط	مقوله اصلی
کدگذاری محوری	اهداف‌مهارت محور	حل مسئله، تفکر طراحی، خلاقیت	
	محتوای‌مسئله محور	مسائل‌واقعی، موقعیت‌محور	
	راهبردهای یاددهی- یادگیری	پروژه‌محور، اکتشافی،کار گروهی	
	نقش‌حرفه‌ای معلم	تسهیل‌گر،راهنما، طراح	
	ارزشیابی عملکردی	ارزشیابی فرایندی، محصول‌محور	
	موانع اجرایی	آزمون‌محوری، کمبود زمان، منابع	
	الزامات اجرا	توانمندسازی، حمایت نهادی	
کدگذاری انتخابی	اهداف،محتوا، راهبردها،نقش معلم، ارزشیابی		مؤلفه‌های‌برنامه درسیSTEM پروژه‌محور
	پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای		هسته ادغام
	چالش‌ها و الزامات		شرایط اجرایی
	یادگیری‌عمیق، انگیزش، مهارت‌های‌قرن ۲۱		پیامدهای آموزشی

۱. مؤلفه‌های برنامه درسی STEM پروژه‌محور

یافته‌های کدگذاری‌شده (کدگذاری باز، محوری و گزینشی) نشان می‌دهد که «برنامه درسی میان‌رشته‌ای مبتنی بر پروژه با رویکرد STEM» از منظر خبرگان، نه صرفاً یک تغییر روش تدریس، بلکه یک بازطراحی نظام‌مند در منطق برنامه درسی است؛ بازطراحی‌ای که از «چرایی» (نیازهای علّی) شروع می‌شود، در «بافت» (زمینه/ساختار رسمی و فرهنگ ارزشیابی) محدود یا تسهیل می‌گردد، با «شرایط مداخله‌گر» (آمادگی معلم و حمایت نهادی) شدت می‌گیرد یا تضعیف می‌شود، از طریق «راهبردها/کنش‌ها» (طراحی پروژه، تغییر نقش معلم، ارزشیابی عملکردی) تحقق می‌یابد و نهایتاً در قالب «پیامدها» (یادگیری عمیق، انگیزش، مهارت‌های قرن ۲۱) بروز پیدا می‌کند. در ادامه، تحلیل توصیفی بر اساس همین منطق پارادایمی و خوشه‌های مقوله‌ای ارائه می‌شود.

در سطح کدگذاری محوری، داده‌ها نشان می‌دهد که مشارکت‌کنندگان برنامه درسی STEM مبتنی بر پروژه را دارای اهدافی مهارت‌محور می‌دانند. این اهداف بیش از آنکه بر انتقال دانش نظری تأکید داشته باشند، بر پرورش توانایی‌هایی نظیر حل مسئله، تفکر طراحی و خلاقیت متمرکز هستند. یکی از مشارکت‌کنندگان در این زمینه بیان می‌کند: *«در STEM مهم نیست دانش‌آموز فقط بداند، مهم این است که بتواند مسئله را تحلیل کند و برایش راه‌حل بسازد.» (شرکت‌کننده ۳)*. در ارتباط با محتوا، یافته‌ها نشان داد که محتوای برنامه درسی ماهیتی مسئله‌محور و مبتنی بر موقعیت‌های واقعی دارد. شرکت‌کنندگان تأکید داشتند که یادگیری زمانی معنادار می‌شود که محتوا از دل مسائل واقعی زندگی دانش‌آموزان استخراج شود: *«وقتی مسئله واقعی باشد، دانش‌آموز خودش دنبال یادگیری می‌رود و محتوا برایش معنا پیدا می‌کند.» (شرکت‌کننده ۷)* راهبردهای یاددهی–یادگیری در این رویکرد عمدتاً پروژه‌محور، اکتشافی و مبتنی بر کار گروهی توصیف شد. به اعتقاد مشارکت‌کنندگان، اجرای پروژه‌های گروهی موجب تعامل، گفت‌وگو و یادگیری عمیق‌تر می‌شود:*«در پروژه‌ها دانش‌آموزان مجبورند با هم فکر کنند و تصمیم بگیرند؛ همین باعث یادگیری واقعی می‌شود.» (شرکت‌کننده ۵)*، در این چارچوب، نقش معلم نیز تغییر می‌یابد و از انتقال‌دهنده دانش به تسهیل‌گر و طراح مسیر یادگیری تبدیل می‌شود. یکی از مصاحبه‌شوندگان در این باره می‌گوید:*«معلم در STEM دیگر سخنران نیست، بلکه مسیر یادگیری را طراحی می‌کند*

و کنار دانش‌آموز حرکت می‌کند.» (شرکت‌کننده ۹)، ارزشیابی نیز به‌صورت عملکردی و فرایندی تعریف می‌شود و تمرکز آن بر محصول پروژه و فرایند یادگیری است، نه آزمون‌های سنتی:*«با امتحان کتبی نمی‌شود فهمید دانش‌آموز در پروژه چه یاد گرفته است.» (شرکت‌کننده ۲)*

۲. پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای به‌عنوان هسته ادغام

در سطح کدگذاری انتخابی، پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای به‌عنوان «هسته ادغام» شناسایی شدند. داده‌ها نشان می‌دهد که پروژه نقش محوری در انسجام اهداف، محتوا، راهبردها، نقش معلم و ارزشیابی دارد. مشارکت‌کنندگان بارها تأکید کردند که پروژه، مرکز ثقل برنامه درسی STEM است:*«اگر پروژه نباشد، STEM هم معنایی ندارد؛ پروژه همه چیز را به هم وصل می‌کند.»* (شرکت‌کننده ۶)، همچنین ماهیت میان‌رشته‌ای پروژه‌ها باعث می‌شود مرزهای سنتی دروس کمرنگ شود و دانش‌آموزان به‌صورت یکپارچه از علوم، ریاضی و فناوری استفاده کنند:*«دانش‌آموز حس نمی‌کند الان علوم می‌خواند یا ریاضی؛ همه چیز در خدمت حل مسئله است.» (شرکت‌کننده ۱۱)*. اصالت پروژه و وابستگی آن به مسائل واقعی، یکی دیگر از کدهای کلیدی این بخش بود: *«پروژه‌ای که واقعی نباشد، فقط اسمش پروژه است.» (شرکت‌کننده ۴)*

۳. چالش‌ها و الزامات اجرایی (شرایط اجرایی)

یافته‌ها نشان داد که اجرای برنامه درسی STEM پروژه‌محور با چالش‌های اجرایی متعددی مواجه است. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، غلبه فرهنگ آزمون‌محوری در نظام آموزشی است:«تا وقتی همه‌چیز با نمره سنجیده می‌شود، پروژه‌ها جدی گرفته نمی‌شوند.» (شرکت‌کننده ۸). کمبود زمان و فشردگی برنامه درسی نیز از دیگر موانع اصلی اجرای پروژه‌ها عنوان شد:«حجم کتاب‌ها اجازه نمی‌دهد پروژه را کامل اجرا کنیم.» (شرکت‌کننده ۱)، در کنار این چالش‌ها، نبود آمادگی حرفه‌ای معلمان به‌عنوان مانعی مهم مطرح شد. مشارکت‌کنندگان بر ضرورت توانمندسازی معلمان تأکید داشتند: «معلم باید آموزش ببیند که چطور پروژه طراحی کند.» (شرکت‌کننده ۱۰)در مقابل، الزاماتی مانند حمایت نهادی، فراهم‌سازی منابع و بازنگری در ساختار ارزشیابی به‌عنوان پیش‌شرط‌های موفقیت این رویکرد شناسایی شد.

۴. پیامدهای آموزشی

در نهایت، یافته‌ها نشان می‌دهد که اجرای موفق برنامه درسی STEM پروژه‌محور می‌تواند پیامدهای آموزشی مثبتی به همراه داشته باشد. یادگیری عمیق، افزایش انگیزش و توسعه مهارت‌های قرن بیست‌ویکم از مهم‌ترین این پیامدهاست:*«دانش‌آموزانی که با پروژه یاد می‌گیرند، مطالب را عمیق‌تر و ماندگارتر یاد می‌گیرند.» (شرکت‌کننده ۱۲)*، همچنین تقویت مهارت‌هایی مانند کار گروهی، مسئولیت‌پذیری و اعتمادبه‌نفس از دیگر پیامدهای مورد تأکید مشارکت‌کنندگان بود.*«دانش‌آموزان در پروژه‌ها یاد می‌گیرند با هم کار کنند و از ایده‌هایشان دفاع کنند.» (شرکت‌کننده ۱۴)*

دلالت‌های سیاستی و اجرایی

یافته‌های این پژوهش که به تبیین الگوی ادغام برنامه درسی در قالب STEM پروژه‌محور انجامید، دلالت‌های مهمی برای سیاست‌گذاران آموزشی و مدیران اجرایی دارد. نخست، در سطح سیاست‌گذاری کلان، بازنگری در ساختار برنامه درسی رسمی و کاهش تمرکز افراطی بر ارزشیابی آزمون‌محور ضروری است تا بستر حقوقی و اجرایی لازم برای اجرای پروژه‌های میان‌رشته‌ای فراهم شود. دوم، طراحی برنامه‌های توسعه حرفه‌ای هدفمند برای ارتقای شایستگی‌های معلمان در حوزه طراحی پروژه، تسهیل‌گری یادگیری و ارزشیابی عملکردی باید در اولویت قرار گیرد، زیرا آمادگی حرفه‌ای معلمان به‌عنوان شرط مداخله‌گر کلیدی، نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت اجرا دارد. سوم، مدیران مدارس لازم است با تخصیص زمان همکاری حرفه‌ای، حمایت سازمانی و تأمین حداقل زیرساخت‌ها، زمینه عملیاتی‌سازی این رویکرد را تقویت کنند. همچنین، اصلاح نظام ارزشیابی دانش‌آموزان به سمت سنجش‌های فرایندی و عملکردی می‌تواند هم‌راستایی میان اهداف، راهبردها و پیامدهای مورد انتظار را تضمین کند. در مجموع، تحقق پیامدهایی چون یادگیری عمیق، ارتقای مهارت‌های قرن ۲۱ و افزایش انگیزش تحصیلی مستلزم هم‌سویی سیاست‌های برنامه درسی، نظام ارزشیابی و برنامه‌های توانمندسازی معلمان است؛ در غیر این صورت، اجرای این الگو در سطح مدرسه با محدودیت‌های ساختاری مواجه خواهد شد.

جدول شماره ۴: پارادایمی

		شواهد از داده ها
شرایط علی	نیاز به مهارت‌های قرن ۲۱	تأکید بر حل مسئله، خلاقیت، تفکر طراحی
	ناکارآمدی آموزش سنتی	ناتوانی آزمون‌محوری در پرورش مهارت
	ضرورت یادگیری معنادار	فاصله محتوای درسی با مسائل واقعی
شرایط زمینه ای	ساختار برنامه درسی رسمی	محتوای متمرکز و کتاب‌محور
	فرهنگ ارزشیابی حاکم	غلبه آزمون‌های کتبی
	امکانات و زمان آموزشی	محدودیت زمان و منابع
شرایط مداخله گر	میزان آمادگی حرفه‌ای معلمان	
	حمایت نهادی مدرسه و نظام آموزشی	
	دسترسی به منابع و تجهیزات	
راهبردها	طراحی پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای	
	استفاده از راهبردهای یادگیری اکتشافی و گروهی	
	تغییر نقش معلم به تسهیل‌گر و طراح	
	استفاده از ارزشیابی عملکردی و فرایندی	
پیامدها	یادگیری عمیق و معنادار	
	افزایش انگیزش تحصیلی	
	تقویت مهارت‌های قرن ۲۱	
	ارتقای توانایی کار گروهی و حل مسئله	

۱) شرایط علّی: چرا STEM پروژه‌محور «ضرورت» پیدا کرده است؟

در سطح علّی، بیشترین تراکم کدها حول سه محور دیده می‌شود: نیاز به مهارت‌های قرن ۲۱، ناکارآمدی آموزش سنتی/آزمون‌محور و ضرورت یادگیری معنادار. خبرگان عموماً از شکاف میان «دانستن» و «توانستن» سخن گفته‌اند؛ یعنی وضعیتی که در آن دانش‌آموز ممکن است مفاهیم را حفظ کند اما در حل مسئله واقعی، طراحی، تصمیم‌گیری و کار تیمی ناتوان باشد. یک الگوی تکرارشونده در نقل‌قول‌ها این است که مدرسه در قالب کلاس‌های جداگانه و تکلیف‌های کتاب‌محور، فرصت «ساختن معنا» را محدود کرده است:*«ما دانش‌آموزی می‌خواهیم که مسئله را بفهمد و راه‌حل بسازد؛ نه فقط جواب را حدس بزند.» مصاحبه شونده(۱۳).«آزمون‌محوری، یادگیری را به نمره تقلیل می‌دهد؛ پروژه یادگیری را به تجربه تبدیل می‌کند.» مصاحبه شونده(۹)*

بنابراین، در منطق خبرگان، STEM پروژه‌محور پاسخ به یک نیاز اجتماعی-آموزشی است: تربیت دانش‌آموزی که بتواند دانش را در موقعیت‌های پیچیده، بین‌رشته‌ای و واقعی به کار گیرد. این همان جایی است که «پروژه» به‌عنوان ظرف ادغام و «STEM» به‌عنوان چارچوب انسجام‌بخش مطرح می‌شود.

۲) شرایط زمینه‌ای: چه چیزی در ساختار رسمی و فرهنگ مدرسه تعیین‌کننده است؟

در سطح زمینه‌ای، دو عامل اصلی بیشترین نقش را در محدودکردن یا تسهیل اجرا دارند: ساختار برنامه درسی رسمی و فرهنگ ارزشیابی حاکم (به‌همراه عامل سوم یعنی امکانات و زمان آموزشی). ساختار رسمی (تفکیک سخت دروس، جدول زمانی ثابت، کتاب‌محوری و اهداف رفتاری ریزدانه) اغلب با منطق پروژه که نیازمند زمان انعطاف‌پذیر، یکپارچگی محتوا و مسیرهای یادگیری متنوع است، اصطکاک ایجاد می‌کند. در داده‌ها بارها به این مسئله اشاره شده که پروژه‌ها در چنین ساختاری یا «تزئینی» می‌شوند یا به فعالیت‌های کوتاه و کم‌عمق تقلیل می‌یابند:*«وقتی کلاس ۴۵ دقیقه‌ای و درس‌ها جدا جداست، پروژه واقعی تبدیل می‌شود به کاردستی.» مصاحبه شونده(۳).«اگر برنامه رسمی اجازه ندهد، ادغام فقط در حد شعار می‌ماند.» مصاحبه شونده(۶)*

هم‌زمان، فرهنگ ارزشیابی—به‌ویژه تاکید بر امتحان پایانی و تست—به‌عنوان یک نیروی زمینه‌ای بسیار پرقدرت ظاهر می‌شود؛ چون معلم، دانش‌آموز و خانواده را به سمت «نتیجه فوری و عددی» سوق می‌دهد و سرمایه‌گذاری روی فرایندهای زمان‌بر (پژوهش، طراحی، آزمون و خطا، بازنگری) را پرهزینه نشان می‌دهد:*«تا وقتی معیار موفقیت فقط برگه امتحان است، پروژه اولویت دوم می‌شود.» مصاحبه شونده(۱۱)*

به این ترتیب، زمینه‌ی مدرسه تعیین می‌کند که STEM پروژه‌محور به «هسته برنامه درسی» تبدیل شود یا به یک فعالیت جانبی.

۳) شرایط مداخله‌گر: چه عواملی شدت/کیفیت اجرا را تغییر می‌دهد؟

در داده‌ها، دو مقوله مداخله‌گر برجسته‌اند: آمادگی حرفه‌ای معلمان و حمایت نهادی و منابع. تحلیل کدها نشان می‌دهد که معلم در این رویکرد، صرفاً اجراکننده نیست؛ بلکه طراح تجربه یادگیری است. بنابراین اگر معلم در طراحی پروژه، مدیریت کلاس فعال، تسهیل‌گری، هدایت پژوهش دانش‌آموز، و ارزشیابی عملکردی توانمند نباشد، پروژه‌ها به سرعت از مسیر خارج می‌شوند (سطحی، تقلیدی، یا صرفاً محصول‌محور). خبرگان بارها به «ترس از آشفتگی کلاس» و «ابهام در سنجش» اشاره کرده‌اند:*«معلم اگر الگوی ارزشیابی عملکردی را بلد نباشد، آخر کار مجبور می‌شود با امتحان جمع‌بندی کند.» مصاحبه شونده(۴).*«پروژه کلاس را پرتحرک می‌کند؛ اگر مدیریت یادگیری نباشد، می‌شود شلوغی.» مصاحبه شونده(۲).

از سوی دیگر، حمایت نهادی (مدیر، سیاست‌های مدرسه، بودجه، کارگاه/آزمایشگاه، دسترسی به فناوری و مواد، و زمان مشترک برای هم‌طراحی بین معلمان) نقش اهرمی دارد. وقتی مدرسه برای همکاری بین‌رشته‌ای سازوکار ندارد، ادغام به سطح همکاری‌های فردی و ناپایدار محدود می‌شود:«بدون حمایت مدرسه، ادغام یعنی کار اضافه روی دوش یک معلم.» مصاحبه شونده(۸)،پس شرایط مداخله‌گر، کیفیت کنش‌ها/راهبردها را تعیین می‌کند؛ نه صرفاً امکان اجرا را.

۴) راهبردها/کنش‌ها: ادغام مؤلفه‌ها چگونه در عمل رخ می‌دهد؟

در سطح راهبردها، سه خوشه اصلی دیده می‌شود: طراحی پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای، تغییر نقش معلم و راهبردهای یادگیری، و ارزشیابی عملکردی.

۴-۱) پروژه واقعی و میان‌رشته‌ای به‌عنوان «هسته ادغام»

تحلیل نشان می‌دهد که ادغام STEM زمانی رخ می‌دهد که پروژه حول یک مسئله واقعی/زمینه‌مند تعریف شود؛ مسئله‌ای که به‌طور طبیعی دانش ریاضی، علوم، فناوری و طراحی/مهندسی را فراخوانی کند. در این صورت، مرزهای درسی نه با حذف محتوا، بلکه با بازسازماندهی محتوا حول مسئله کمرنگ می‌شود:*«ادغام یعنی محتوا تابع مسئله باشد، نه مسئله تابع کتاب.» مصاحبه شونده (۱۰)*

۴-۲) نقش معلم: از انتقال‌دهنده به تسهیل‌گر/طراح

کدها نشان می‌دهد معلم باید مسیر پروژه را به گام‌های قابل مدیریت تبدیل کند (تعریف مسئله، ایده‌پردازی، طراحی، ساخت/اجرا، آزمون، بهبود، ارائه) و در هر گام، راهنمایی‌های «به‌موقع و حداقلی» ارائه دهد تا مالکیت یادگیری در دست دانش‌آموز باقی بماند:*«معلم در پروژه بیشتر سؤال خوب می‌پرسد تا جواب آماده بدهد.» مصاحبه شونده(۱)*

۴-۳) ارزشیابی عملکردی: هم‌سوسازی سنجش با اهداف رویکرد

یکی از مهم‌ترین یافته‌ها این است که بدون ارزشیابی عملکردی (روبریک، پوشه‌کار، مشاهده فرایند، خودسنجی/همتاسنجی، ارائه و دفاع)، پروژه‌ها یا به محصول نهایی تقلیل پیدا می‌کنند یا در پایان با یک آزمون سنتی «بی‌اثر» می‌شوند. بنابراین ارزشیابی به‌عنوان

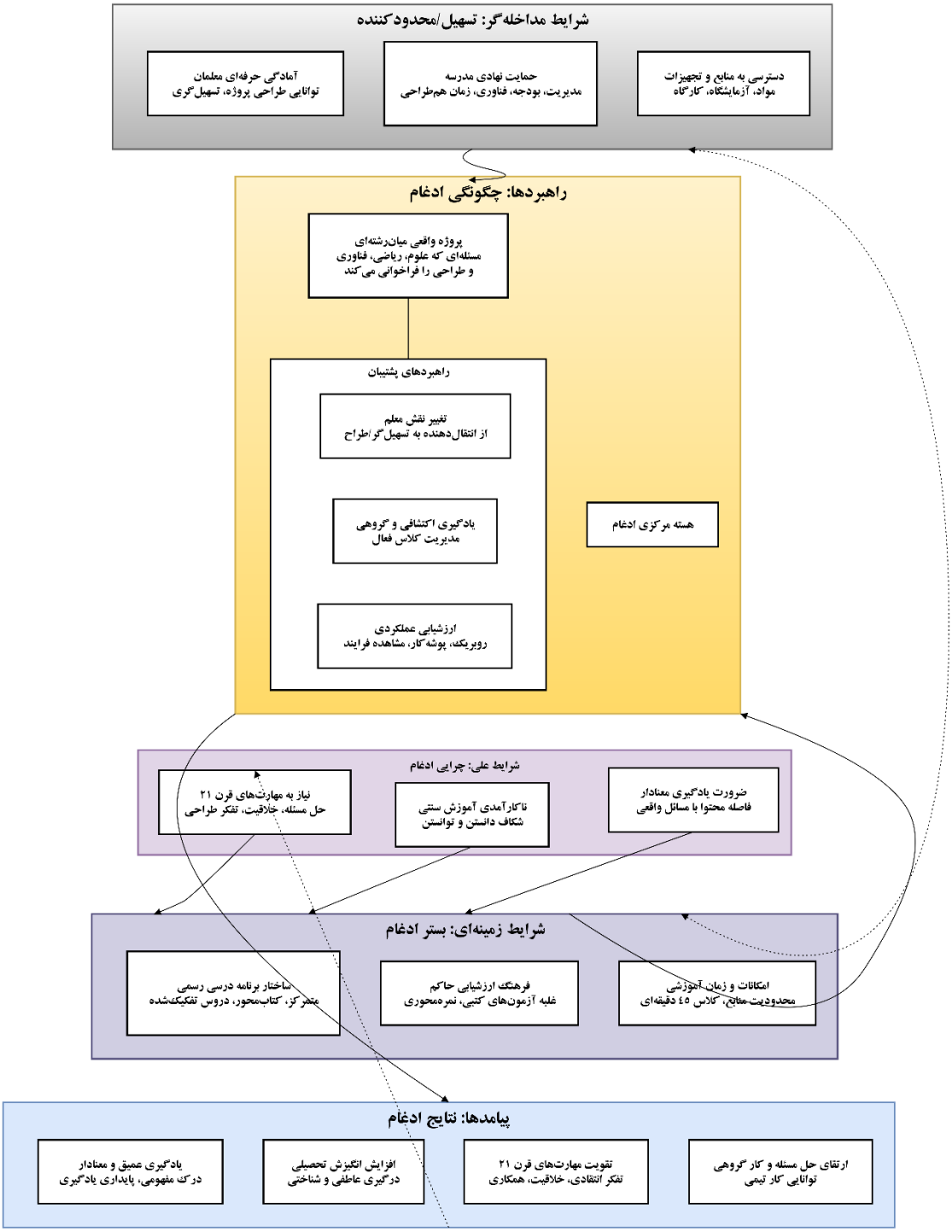
یک کنش مرکزی برای تثبیت رویکرد مطرح است:*«اگر فرایند را نسنجیم، دانش‌آموز فقط دنبال ساختن یک محصول ظاهری می‌رود.» مصاحبه شونده(۵)*

۵) پیامدها: نتیجه ادغام مؤلفه‌ها بر یادگیری دانش‌آموزان چیست؟

در سطح پیامدها، دو مقوله اصلی بیشترین پشتیبانی را دارند: یادگیری عمیق و انگیزش و توسعه مهارت‌های قرن ۲۱. داده‌ها نشان می‌دهد تجربه پروژه واقعی، یادگیری را از «دریافت منفعل» به «ساخت فعال» تبدیل می‌کند؛ به‌ویژه وقتی دانش‌آموز با شکست‌های کوچک، بازطراحی و بهبود روبه‌رو می‌شود، فهم مفهومی و پایداری یادگیری افزایش می‌یابد:*«دانش‌آموز وقتی طرحش جواب نمی‌دهد، مجبور می‌شود دقیق‌تر فکر کند؛ همین می‌شود یادگیری عمیق.» مصاحبه شونده(۷)*

همچنین، همکاری گروهی، ارتباط‌گیری، مدیریت زمان، تفکر انتقادی و خلاقیت به‌عنوان خروجی‌های پررنگ ذکر شده‌اند. نکته مهم این است که این مهارت‌ها در داده‌ها به‌عنوان «نتیجه جانبی» نیامده‌اند، بلکه به‌عنوان هدف برنامه درسی با راهبردها هم‌راستا شده‌اند. به بیان دیگر، رابطه‌ای زنجیره‌ای مشاهده می‌شود: پروژه واقعی + نقش تسهیل‌گر معلم + ارزشیابی عملکردی ⇒ درگیری شناختی/عاطفی ⇒ یادگیری عمیق و مهارت‌های قرن ۲۱.

در مجموع بر مبنای الگوی پارادایمی، هسته مرکزی یافته‌ها این است که STEM پروژه‌محور زمانی به پیامدهای وعده‌داده‌شده می‌رسد که «ادغام» در سطح طراحی مسئله و ارزشیابی نهادینه شود. در غیر این صورت، با وجود نیت مثبت، رویکرد در سطح فعالیت‌های پراکنده باقی می‌ماند. از این منظر، مهم‌ترین نقطه اهرمی برای سیاست‌گذاری و اجرا، هم‌زمان‌سازی سه چیز است: (۱) انعطاف ساختار رسمی، (۲) توانمندسازی حرفه‌ای معلم، (۳) تغییر فرهنگ ارزشیابی از آزمون‌محوری به عملکردمحوری.



شکل ۱. مدل پارادایمی

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اجرای مؤثر برنامه درسی STEM مبتنی بر یادگیری پروژه‌محور، محصول تعامل پیچیده‌ای میان شرایط علّی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدهای آموزشی است. شرایط علّی، شامل نیاز به مهارت‌های قرن بیست‌ویکم (حل مسئله، تفکر طراحی، خلاقیت و کار گروهی) و ناکارآمدی آموزش سنتی و آزمون‌محور، محرک اصلی گرایش به رویکرد STEM پروژه‌محور هستند. یافته‌ها نشان داد مشارکت‌کنندگان معتقدند که نظام آموزشی موجود عمدتاً بر انتقال محتوا و ارزشیابی عددی تمرکز دارد و توجه کمی به پرورش شایستگی‌های کاربردی دارد. این یافته‌ها با چارچوب نظری برنامه‌ریزی درسی (تئوری اهداف، محتوا، راهبردها و ارزشیابی) همسو است و نشان می‌دهد که پروژه واقعی و میان‌رشته‌ای می‌تواند به عنوان پاسخ عملی به این خلأ و هسته انسجام‌بخش برنامه درسی عمل کند (جکوبز، ۱۹۸۹؛ بی‌بی، ۲۰۱۳). در سطح شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گر، محدودیت‌های زمانی، ساختار کتاب‌محور برنامه درسی و فرهنگ ارزشیابی نمره‌محور، اجرای پروژه‌ها را با چالش مواجه می‌کند. با این حال، یافته‌ها نشان دادند که آمادگی حرفه‌ای معلمان، حمایت نهادی مدرسه و دسترسی به منابع، نقش مؤثر در تقویت اجرای راهبردها دارند. از این منظر، راهبردهای آموزشی شامل طراحی پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای، تغییر نقش معلم به تسهیل‌گر و طراح تجربه، بهره‌گیری از یادگیری اکتشافی و ارزشیابی عملکردی و فرایندی هستند که با اصول نظری برنامه‌ریزی درسی و چارچوب STEM همسو هستند (موره و اسمیت، ۲۰۱۴؛ توماس، ۲۰۰۰). پیامد این راهبردها، یادگیری عمیق و معنادار، تقویت انگیزش تحصیلی، رشد مهارت‌های قرن بیست‌ویکم و توسعه توانمندی‌های حل مسئله و همکاری گروهی دانش‌آموزان است، که با نتایج پژوهش‌های بین‌المللی و داخلی (کیم و همکاران، ۲۰۱۸؛ یاسین و همکاران، ۲۰۱۸؛ اصلانی و همکاران، ۱۴۰۳) همراستا است.

همچنین یافته‌های این پژوهش در بسیاری از ابعاد با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است. برای مثال، تأکید بر یادگیری معنادار، حل مسئله و ادغام میان‌رشته‌ای با نتایج پژوهش‌های گزارش‌شده جایی که رویکردهای کیفی و سنتزپژوهی، بر ترکیب دانش، ایجاد روابط مفهومی جدید و عبور از آموزش صرفاً انتقالی تأکید دارند (هدگز و کوپر[1]، ۲۰۰۹؛ هورد[2]، ۱۹۸۳). این همسویی نشان می‌دهد رویکرد استم پروژه‌محور در سطح نظری و تجربی، پاسخی پذیرفته‌شده به چالش‌های آموزش معاصر است.

همچنین نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهش‌های داخلی و خارجی که بر محدودیت‌های آموزش سنتی و ارزشیابی آزمون‌محور تأکید کرده‌اند، همراستا است. در این پژوهش‌ها نیز بیان شده که ارزشیابی‌های سنتی توان سنجش مهارت‌های پیچیده و عملکردی را ندارند و لازم است به سمت روش‌های عملکردمحور و فرایندی حرکت شود.

علاوه بر همسویی‌های یافته‌های پژوهش حاضر با ادبیات داخلی و بین‌المللی، برخی ناهمسویی‌های نسبی نیز مشاهده می‌شود که تحلیل آن‌ها به روشن‌تر شدن زمینه و تمرکز پژوهش کمک می‌کند. برای مثال، پژوهش‌های بین‌المللی همچون تسوپروس و همکاران (۲۰۰۹) و انگلیش (۲۰۱۶) موفقیت اجرای استم را عمدتاً وابسته به چارچوب‌های کلان ساختاری و حمایت گسترده نظام آموزشی دانسته‌اند، در حالی که یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که حتی در چارچوب ساختار موجود، با فراهم‌سازی حمایت نهادی مدرسه و توانمندسازی معلمان، می‌توان اجرای مؤثر پروژه‌های استم را تا حدی محقق ساخت. همچنین، پژوهش‌های داخلی مانند اصلانی و همکاران (۱۴۰۳) و خواجه‌محمدلو (۱۴۰۳) عمدتاً بر پیامدهای انگیزشی، خلاقیت و مهارت حل مسئله دانش‌آموزان تمرکز داشته‌اند و کمتر به تحلیل سازوکار ادغام مؤلفه‌های برنامه درسی و انسجام میان اهداف، محتوا، راهبردهای یاددهی–یادگیری

---

1. Hedges & Cooper
2. Hurd

و ارزشیابی پرداخته‌اند. این تفاوت‌ها، نه به‌عنوان تضاد، بلکه به‌عنوان تفاوت در زمینه، جامعه آماری و هدف پژوهش قابل تبیین است و نشان می‌دهد که تمرکز ویژه پژوهش حاضر بر طراحی نظام‌مند و نظریه‌مند ادغام مؤلفه‌های برنامه درسی استم پروژه‌محور، خلأ مهمی در ادبیات داخلی و خارجی را پر می‌کند. همچنین برخی پژوهش‌ها اجرای موفق رویکردهای نوین را وابسته به تغییرات کلان ساختاری دانسته‌اند، در حالی که یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد حتی در چارچوب ساختار موجود، با حمایت نهادی و توانمندسازی معلمان، می‌توان اجرای مؤثر پروژه‌های STEM را تا حدی محقق ساخت.

بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که برنامه درسی STEM مبتنی بر یادگیری پروژه‌محور رویکردی کارآمد برای پاسخ به نیازهای آموزشی معاصر و توسعه مهارت‌های قرن بیست‌ویکم است. با این حال، تحقق کامل ظرفیت‌های این رویکرد مستلزم توجه هم‌زمان به عوامل علّی، زمینه‌ای و مداخله‌گر است.نتایج نشان می‌دهد بدون بازنگری در ساختار برنامه درسی، اصلاح نظام ارزشیابی، افزایش انعطاف زمانی و فضایی، و توانمندسازی حرفه‌ای معلمان، اجرای این رویکرد با محدودیت مواجه خواهد بود. در مقابل، حمایت نهادی، آموزش معلمان و طراحی پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای می‌تواند به پیامدهایی چون یادگیری عمیق، افزایش انگیزش و رشد شایستگی‌های کلیدی دانش‌آموزان منجر شود.در نهایت، می‌توان گفت این پژوهش با ارائه یک مدل پارادایمی منسجم، درک عمیق‌تری از فرایند شکل‌گیری و اجرای آموزش STEM پروژه‌محور فراهم می‌کند و می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری آموزشی، طراحی برنامه‌های درسی و پژوهش‌های آینده قرار گیرد.

پیشنهادهای کاربردی

با توجه به یافته‌های این پژوهش و مدل پارادایمی استخراج‌شده، پیشنهادهای کاربردی زیر برای بهبود طراحی و اجرای برنامه درسی STEM مبتنی بر یادگیری پروژه‌محور ارائه می‌شود:

پیشنهادها برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان آموزشی:بازنگری در ساختار برنامه درسی رسمی با هدف افزایش انعطاف‌پذیری و فراهم‌کردن امکان طراحی و اجرای پروژه‌های میان‌رشته‌ای، به‌گونه‌ای که محتوا از حالت صرفاً کتاب‌محور خارج شود. اصلاح نظام ارزشیابی و حرکت از ارزشیابی‌های آزمون‌محور به سمت ارزشیابی‌های عملکردی، فرایندی و مبتنی بر شواهد یادگیری، به‌ویژه در دروس علوم، ریاضی و فناوری. تدوین اسناد راهنمای رسمی برای اجرای STEM پروژه‌محور در مدارس، مشابه الگوهای ارائه‌شده در پژوهش‌های پیشین (PDF 102)، به‌منظور کاهش وابستگی اجرای پروژه‌ها به ابتکار فردی معلمان.

پیشنهادها برای مدیران مدارس:حمایت نهادی از معلمان از طریق فراهم‌کردن زمان، فضا و امکانات لازم برای اجرای پروژه‌های گروهی و میان‌رشته‌ای. ایجاد فرهنگ مدرسه‌ای حمایت‌کننده از یادگیری پروژه‌محور با کاهش تأکید صرف بر نمره و تشویق نوآوری‌های آموزشی. تسهیل همکاری میان معلمان دروس مختلف برای طراحی پروژه‌های مشترک STEM، به‌منظور تحقق واقعی ادغام میان‌رشته‌ای.

پیشنهادها برای معلمان:تغییر نقش از انتقال‌دهنده دانش به تسهیل‌گر یادگیری و تمرکز بر طراحی موقعیت‌های یادگیری مسئله‌محور و واقعی.استفاده از پروژه‌های واقعی و مرتبط با زندگی دانش‌آموزان به‌منظور افزایش انگیزش و یادگیری معنادار به‌کارگیری ارزشیابی‌های متنوع شامل خودسنجی، همتاسنجی و ارزشیابی عملکردی برای سنجش مهارت‌های قرن بیست‌ویکم.

Refrences

Aslani, R., Mahmoudi, F., Taghipour, K., & Dehghanzadeh, H. (2024). The effectiveness of the project-based STEM curriculum on sixth-grade students' creativity. *Innovation and Creativity in Humanities*, 3(14), 130–167. [In Persian]

Beane, J. (1997). *Curriculum integration*. New York: Teachers College Press.

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century. *The Clearing House*, 83(2), 39–43.

Bybee, R. (2013). *The case for STEM education*. Arlington, VA: NSTA Press.

Chen, C. H., Law, V., & Huang, K. (2023). The roles of teacher facilitation and structural curriculum design in STEM project-based learning. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 1–18.

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Alexandria, VA: ASCD.

Ebadi, M. (2005). *Curriculum planning and meaningful learning*. Tehran: SAMT. [In Persian]

English, L. D. (2016). STEM education K–12. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–8.

Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The effect of STEM project-based learning (PBL) on students' achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Special Issue), 3–29.

Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum*. Alexandria, VA: ASCD.

Khwajeh Mohammadlou, N. (2024). The role of STEM-based education in strengthening problem-solving skills in students: An innovative approach to science learning. In *First International Conference on Transformative Ideas in the Field of Cultural and Educational Studies in Education, with an Emphasis on Action Research, Lesson Study, and Narrative Inquiry in the Third Millennium*. [In Persian]

Kim, N. J., Belland, B. R., & Walker, A. E. (2018). Effectiveness of computer-based scaffolding in the context of problem-based learning for STEM education: Bayesian meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30(2), 397–429.

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–16.

Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5–10.

Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph*. Baltimore: TIES.

Pezhman, A. (2017). Analysis of international assessment results and their implications for Iran's education system. *Educational Research Quarterly*, 12(3), 45–62. [In Persian]

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A., & Wieselmann, J. R. (2021). Understanding integrated STEM education: Report on a decade of STEM integration. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–14.

Saedinia, A., Mahmoudi, F., Imanzadeh, A., & Taghipour, K. (2021). Designing a project-based curriculum model with emphasis on STEM in primary education. *Theory and Practice in Curriculum*, 9(18), 397–428. [In Persian]

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project-based approach.* Pennsylvania: IU Press.

Wang, C., Shen, J., & Chao, J. (2022). Integrating engineering design into science curricula: A systematic review of structural alignment. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 325–341.

Yasin, R. M., & Amin, L. (2018). Development of the Malaysian Biotechnology-STEM (MBS) Module for interdisciplinary STEM teaching and learning. *Journal of Science & Mathematics Education in Southeast Asia*, 41(2).

Yildirim, B., & Sidekli, S. (2015). STEM applications and scientific literacy. *Journal of Education and Practice*, 6(15), 1–9.