

## 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: sadeghamadi76@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

### Abstract

**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

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

## بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه محور: 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

#### چکیده

#### اطلاعات مقاله

هدف این پژوهش، بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه محور: استخراج یک مدل پارادایمی از دیدگاه خبرگان بود. روش پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و با استفاده از روش نظریه داده بنیاد انجام شد. گروه هدف پژوهش شامل متخصصان برنامه درسی، آموزش علوم، ریاضی و فناوری بود. گروه هدف به روش هدفمند ملاک مدار انجام شد و داده ها از طریق مصاحبه های نیمه ساختاریافته با ۱۵ نفر گردآوری گردید. تحلیل داده ها با استفاده از کدگذاری باز، محوری و گزینشی انجام شد و در نهایت، مدل پارادایمی اشتراوس و کوربین برای تبیین روابط میان مقوله ها استخراج گردید. اعتبار مدل پارادایمی مستخرج، بر مبنای معیارهای کیفی (لینکلن و گوبا) و از طریق تکنیک های بازبینی مشارکت کنندگان، ارزیابی همکار و مستندسازی دقیق روند پژوهش تا حصول اشباع نظری داده ها تأیید گردید یافته ها نشان داد شرایط علی اجرای برنامه درسی STEM پروژه محور شامل نیاز به توسعه مهارت های قرن بیست و یکم، ناکارآمدی آموزش سنتی و ضرورت پیوند یادگیری با مسائل واقعی زندگی است. شرایط زمینه ای شامل ساختار متمرکز برنامه درسی، کتاب محوری، ارزشیابی نمره محور و محدودیت زمان و امکانات آموزشی شناسایی شد. همچنین عواملی نظیر آمادگی حرفه ای معلمان، حمایت نهادی و دسترسی به منابع، به عنوان شرایط مداخله گر بر اجرای مؤثر این رویکرد تأثیرگذار بودند. راهبردهای کنشگران آموزشی شامل طراحی پروژه های واقعی و میان رشته ای، تغییر نقش معلم از انتقال دهنده به تسهیل گر یادگیری، استفاده از روش های یادگیری مشارکتی و ارزشیابی های عملکردی بود. پیامدهای اجرای این راهبردها، یادگیری عمیق و معنادار، افزایش انگیزش تحصیلی، تقویت مهارت های حل مسئله، تفکر خلاق و همکاری اجتماعی دانش آموزان را به همراه داشت. نتایج این پژوهش نشان می دهد برنامه درسی STEM مبتنی بر یادگیری پروژه محور، در صورت فراهم بودن الزامات اجرایی و حمایت نهادی، می تواند نقش مؤثری در ارتقای کیفیت یادگیری و پاسخ گویی به نیازهای آموزشی معاصر ایفا کند. مدل ارائه شده می تواند به عنوان چارچوبی راهنما برای برنامه ریزان درسی، سیاست گذاران آموزشی و پژوهشگران حوزه تعلیم و تربیت مورد س قرار گیرد.

نوع مقاله:

علمی-پژوهشی

واژگان کلیدی: برنامه

درسی-STEM.

یادگیری پروژه محور،

نظریه داده بنیاد، مدل

پارادایمی، مهارت های

قرن بیست و یکم

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۸

اسناد به این مقاله:

احمدی، صادق، میرعرب رضی، رضا، احمدی، مریم و نصیری، فاطمه. (۱۴۰۴). بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه محور: استخراج یک مدل پارادایمی از دیدگاه خبرگان. (242624). نظریه و عمل در برنامه درسی، ۱۱۵-۱۳۶، 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، فناوریانه و اجتماعی در قرن بیست و یکم، 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<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴؛ بینه<sup>۲</sup>، 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 نه تنها مانعی برای یادگیری عمیق محسوب می‌شوند، بلکه می‌توانند موجب گسست مفهومی و سطحی‌شدن فهم دانش‌آموزان از پدیده‌ها شوند (جکوبز<sup>۳</sup>، 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<sup>۴</sup> به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین و نظام‌مندترین الگوهای میان‌رشته‌ای در سطح بین‌المللی مطرح شده است و رویکردی است که بر ادغام هدفمند علوم<sup>۵</sup>، فناوری<sup>۶</sup>، مهندسی<sup>۷</sup> و ریاضیات<sup>۸</sup> 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<sup>۹</sup>، 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<sup>۱۰</sup>، 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<sup>۱۱</sup>،

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<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). بل و همکاران<sup>۲</sup> (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 سنجش صرف پیامدهای آموزشی، به سمت بررسی چالش‌های ساختاری و کشف منطق 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 تلفیق میان‌رشته‌ای، اغلب به اجرای پراکنده و غیرمنسجم 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 صرف تعریف یک پروژه عملی 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<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶). افزون بر این، پژوهش‌هایی بر نقش این رویکرد در ارتقای مهارت‌های حل مسئله، تفکر انتقادی و خلاقیت تأکید کرده‌اند (کیم و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸؛ یاسین و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۸). از منظر نظری، بی‌بی (۲۰۱۳) آموزش استم را چارچوبی برای توسعه سواد علمی و فناوری در پاسخ به نیازهای قرن بیست‌ویکم می‌داند و انگلیش<sup>۶</sup> (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 کتترل<sup>۷</sup> (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 خواجه‌محمملو (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 برنامه درسی پروژه‌محور استم بر خلاقیت علمی، و پژوهش خواجه‌محمدلو (۱۴۰۳) بر بهبود مهارت‌های حل مسئله صحنه 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 حالی که 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 گراند تئوری، به استخراج و مدل‌سازی الگوی پارادایمی ادغام برنامه درسی استم پروژه‌محور پرداخته و روابط علی، 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 بای بی (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 علی، 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 به صورت یک الگوی پارادایمی تبیین شده است. از این رو، مسئله پژوهش حاضر نه فقدان مطلق مدل های مفهومی، بلکه نیاز به بازخوانی و بازطراحی منطق برنامه درسی STEM پروژه محور در قالب مدلی رابطه مند و زمینه مند است که بتواند انسجام درونی مؤلفه ها را در سطح طراحی کلان توضیح دهد. بر این اساس، پژوهش حاضر با تمرکز بر «بازطراحی منطق برنامه درسی در چارچوب STEM پروژه محور» می کوشد از طریق تحلیل دیدگاه خبرگان و با بهره گیری از رویکرد گراند تئوری، مدلی پارادایمی استخراج کند که روابط میان شرایط علی، بسترهای زمینه ای، عوامل مداخله گر، راهبردهای طراحی و پیامدهای مورد انتظار را به صورت منسجم تبیین نماید. نوآوری این پژوهش در ادعای جایگزینی یا نفی مدل های پیشین نیست، بلکه در تلاش برای صورت بندی یک الگوی تبیینی مبتنی بر داده های میدانی و متناسب با بافت آموزشی مورد مطالعه است؛ الگویی که بتواند مبنایی تحلیلی برای بازاندیشی در منطق سازمان دهی برنامه درسی STEM پروژه محور 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 پروژه محور: استخراج یک مدل پارادایمی از دیدگاه خبرگان است.

### سوال پژوهش

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

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی-توسعه ای و از نظر ماهیت، کیفی است که با هدف تبیین و تحلیل نحوه ادغام مؤلفه های برنامه درسی میان رشته ای مبتنی بر پروژه با تأکید بر رویکرد STEM انجام شده است. انتخاب رویکرد کیفی به دلیل ماهیت اکتشافی موضوع، پیچیدگی پدیده مورد مطالعه و ضرورت درک عمیق دیدگاه ها، تجارب و تفسیرهای خبرگان حوزه برنامه درسی و آموزش STEM صورت گرفته است؛ چراکه ادغام مؤلفه های برنامه درسی، فرایندی چندبعدی، زمینه مند و وابسته به بافت آموزشی است که به سختی می توان آن را صرفاً با روش های کمی تبیین کرد. **گروه هدف:** گروه هدف پژوهش شامل اساتید دانشگاهی رشته علوم تربیتی و برنامه ریزی درسی، متخصصان آموزش میان رشته ای و استم، معلمان با تجربه در اجرای آموزش پروژه محور و کارشناسان برنامه درسی بوده است. گروه هدف به روش هدفمند ملاک مدار انجام شد. ملاک انتخاب مشارکت کنندگان، برخورداری از حداقل یکی از شرایط زیر بود: سابقه تدریس یا پژوهش در حوزه برنامه درسی میان رشته ای یا استم؛ تجربه عملی در طراحی یا اجرای آموزش مبتنی بر پروژه؛ تألیف یا اجرای طرح های پژوهشی مرتبط با آموزش استم. فرایند نمونه گیری تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت؛



به گونه ای که پس از انجام مصاحبه ها، داده های جدید منجر به استخراج مقوله یا مفهوم تازه ای نشد. پس از مصاحبه پانزدهم اشباع نظری حاصل گردید. **ابزار گردآوری داده ها:** برای گردآوری داده ها از مصاحبه نیمه ساختاریافته استفاده شد. این ابزار به پژوهشگر امکان داد ضمن حفظ چارچوب کلی سؤالات پژوهش، انعطاف لازم برای پیگیری پاسخ ها، 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 محورهای نظیر:

مؤلفه های اساسی برنامه درسی میان رشته ای مبتنی بر پروژه با رویکرد استم؛

چگونگی ادغام این مؤلفه ها در فرایند طراحی برنامه درسی؛

چالش ها و الزامات اجرایی آموزش پروژه محور استم؛

پیامدهای آموزشی ادغام مؤلفه ها بر یادگیری دانش آموزان

**روش اجرای پژوهش:** پس از شناسایی و انتخاب مشارکت کنندگان، هماهنگی های لازم برای انجام مصاحبه ها صورت گرفت. مصاحبه ها به صورت فردی و در فضایی آرام انجام شد و با رضایت آگاهانه مشارکت کنندگان، ضبط و سپس به طور کامل پیاده سازی گردید. مدت زمان هر مصاحبه متناسب با میزان تعامل و غنای پاسخ ها متغیر بود. ویژگی های مشارکت کنندگان در این پژوهش به شرح جدول زیر است.

جدول ۱. ویژگی های مشارکت کنندگان

| کد شرکت کننده | جنسیت | رشته / حوزه تخصصی  | مرتبه علمی / سمت حرفه ای | سابقه فعالیت مرتبط (سال) | نوع تجربه مرتبط با پژوهش          |
|---------------|-------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| P1            | مرد   | برنامه ریزی درسی   | دانشیار دانشگاه          | ۱۸                       | پژوهش در برنامه درسی میان رشته ای |
| P2            | زن    | علوم تربیتی        | استادیار دانشگاه         | ۱۴                       | تدریس و پژوهش در STEM             |
| P3            | مرد   | آموزش STEM         | استاد دانشگاه            | ۲۲                       | تألیف و اجرای طرح های STEM        |
| P4            | زن    | آموزش علوم         | معلم با تجربه            | ۱۶                       | اجرای آموزش پروژه محور            |
| P5            | مرد   | برنامه ریزی درسی   | کارشناس برنامه درسی      | ۱۲                       | طراحی برنامه های درسی تلفیقی      |
| P6            | زن    | تکنولوژی آموزشی    | استادیار دانشگاه         | ۱۱                       | طراحی پروژه های فناورانه در آموزش |
| P7            | مرد   | آموزش ریاضی        | معلم با تجربه            | ۲۰                       | اجرای پروژه های میان رشته ای      |
| P8            | زن    | آموزش میان رشته ای | پژوهشگر آموزشی           | ۱۳                       | پژوهش در تلفیق دروس               |
| P9            | مرد   | برنامه ریزی درسی   | دانشیار دانشگاه          | ۱۹                       | سیاست گذاری برنامه درسی           |

| کد شرکت کننده | جنسیت | رشته/حوزه تخصصی    | مرتبه علمی / سمت حرفه ای | سابقه فعالیت مرتبط (سال) | نوع تجربه مرتبط با پژوهش          |
|---------------|-------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| P10           | زن    | آموزش علوم         | کارشناس آموزشی           | ۱۵                       | طراحی واحدهای یادگیری پروژه محور  |
| P11           | مرد   | STEM آموزش         | استاد دانشگاه            | ۲۴                       | هدایت پروژه های ملی STEM          |
| P12           | زن    | علوم تربیتی        | معلم پژوهنده             | ۱۷                       | اجرای پژوهش های اقدام پژوهی       |
| P13           | مرد   | برنامه ریزی درسی   | استادیار دانشگاه         | ۱۰                       | طراحی چارچوب های میان رشته ای     |
| P14           | زن    | آموزش فناوری       | کارشناس ارشد برنامه درسی | ۱۲                       | توسعه محتوای STEM                 |
| P15           | مرد   | آموزش میان رشته ای | پژوهشگر و مدرس دانشگاه   | ۲۱                       | مشاوره در طراحی برنامه های تلفیقی |

### روش تحلیل داده ها:

تحلیل داده ها در این پژوهش بر اساس رویکرد نظریه زمینه ای (گراند تئوری) و مطابق با منطق نظام مند اشتراوس و کوربین انجام شد. فرایند تحلیل به صورت هم زمان با گردآوری داده ها و به شیوه ای رفت و برگشتی پیش رفت؛ بدین معنا که هر مرحله از تحلیل، جهت گیری مراحل بعدی نمونه گیری و جمع آوری داده ها را هدایت می کرد. در گام نخست، کدگذاری باز انجام شد؛ به این صورت که متن کامل مصاحبه ها به صورت خطبه خط مطالعه و مفاهیم اولیه استخراج گردید. در این مرحله، عبارات معنادار با برچسب های مفهومی نام گذاری شد و کدهای مشابه در قالب مقوله های اولیه گروه بندی شدند. در گام دوم، کدگذاری محوری با هدف برقراری ارتباط میان مقوله ها صورت گرفت. در این مرحله، مقوله های به دست آمده حول یک پدیده محوری سازمان دهی شدند و روابط میان شرایط علی، زمینه ای، مداخله گر، راهبردها و پیامدها بر اساس الگوی پارادایمی تحلیل شد. مقایسه مستمر داده ها (روش مقایسه مداوم) در تمامی مراحل تحلیل به کار گرفته شد تا از انسجام درونی مقوله ها و تمایز میان آن ها اطمینان حاصل شود. همچنین یادداشت های تحلیلی برای ثبت ایده های نظری، پرسش های تحلیلی و شکل گیری ارتباطات مفهومی تدوین گردید که نقش مهمی در توسعه مقوله ها ایفا کرد. در مرحله نهایی، کدگذاری انتخابی انجام شد؛ به این معنا که مقوله هسته ای شناسایی و سایر مقوله ها بر اساس آن یکپارچه و تبیین نظری شدند. در این مرحله، روایت نظری منسجمی شکل گرفت که سازوکار ادغام مؤلفه های برنامه درسی در قالب الگوی میان رشته ای مبتنی بر پروژه را توضیح می دهد. تحلیل داده ها تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت؛ یعنی زمانی که داده های جدید به گسترش یا اصلاح مقوله های موجود منجر نمی شد. بدین ترتیب، مدل نهایی پژوهش بر پایه فرایند نظام مند کدگذاری، مقایسه مستمر، یادداشت نویسی نظری و یکپارچه سازی مقوله ها شکل گرفت. برای افزایش دقت، انسجام و مدیریت داده ها، از نرم افزار MAXQDA استفاده شد.

**اعتبار و قابلیت اعتماد پژوهش:** به منظور تضمین کیفیت و اعتبار مدل پارادایمی استخراج شده، از مجموعه ای اقدامات عملیاتی مبتنی بر معیارهای لینکلن و گوبا (۱۹۸۵) متناسب با رویکرد داده بنیاد استفاده شد. در راستای باورپذیری، مدل مفهومی اولیه در اختیار ۵ نفر از مشارکت کنندگان (شامل اساتید برنامه ریزی درسی و معلمان باتجربه در زمینه استم) قرار گرفت تا انطباق آن با تجربیات زیسته آنان تأیید گردد و همچنین، منطق کدگذاری ها توسط دو پژوهشگر خارج از تیم، مسلط به روش داده بنیاد، ارزیابی

شد (بررسی همکار). جهت تقویت انتقال پذیری، از طریق نمونه گیری هدفمند از ۱۵ متخصص با دیدگاه های متنوع (دانشگاهی، فنی و اجرایی) و ارائه توصیف از شرایط، امکان قضاوت خواننده برای کاربست مدل در بسترهای دیگر فراهم آمد. نهایتاً، اتکال پذیری و تأیید پذیری از طریق مستندسازی دقیق فرآیند تحلیل در قالب یادداشت های نظری و حفظ زنجیره شواهد تأمین گردید و نمونه گیری تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت تا اطمینان حاصل شود که مدل پارادایمی نهایی، کاملاً از دل داده های این پژوهش برآمده و از سوگیری های پژوهشگر مصون است. **ملاحظات اخلاقی:** در انجام پژوهش، اصول اخلاق پژوهش رعایت شد. مشارکت کنندگان پیش از انجام مصاحبه از هدف پژوهش، نحوه استفاده از داده ها و اختیار انصراف در هر مرحله آگاه شدند. محرمانگی اطلاعات و ناشناس بودن هویت افراد تضمین شد و داده ها صرفاً در چارچوب اهداف علمی پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

#### یافته ها

یافته های این پژوهش حاصل تحلیل کیفی داده های به دست آمده از مصاحبه های نیمه ساختار یافته و طی فرایند کدگذاری باز، محوری و انتخابی است. تحلیل داده ها نشان داد که دیدگاه مشارکت کنندگان درباره برنامه درسی STEM مبتنی بر پروژه، حول محور «پروژه های واقعی و میان رشته ای» به عنوان هسته یادگیری شکل گرفته و این هسته، سایر مؤلفه های برنامه درسی را تحت تأثیر قرار می دهد. در ادامه، یافته ها بر اساس مقوله های اصلی به صورت توصیفی تحلیل می شوند.

#### جدول ۲. کدهای باز مستخرج از متن مصاحبه ها

| 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.» (شرکت کننده ۳)                              | هسته ادغام       | —           | پروژه به عنوان مرکز برنامه درسی | پروژه هسته یادگیری       | پروژه هسته یادگیری         |
| «وقتی از چند رشته همزمان استفاده می کنیم، می توانیم مسائل واقعی را بهتر درک کنیم و حل کنیم.» (شرکت کننده ۴) | هسته ادغام       | —           | —                               | ماهیت میان رشته ای       | استفاده همزمان از چند رشته |
| «معلم باید راهنما باشد و مسیر یادگیری ما را طراحی کند، نه فقط درس بدهد.» (شرکت کننده ۵)                     | نقش حرفه ای معلم | —           | —                               | معلم به عنوان تسهیل گر   | تغییر نقش معلم             |
| «معلم باید مسیر یادگیری را طوری طراحی کند که خودمان تجربه کنیم و حل مسئله کنیم.» (شرکت کننده ۵)             | نقش حرفه ای معلم | —           | —                               | طراحی موقعیت های یادگیری | طراحی مسیر یادگیری         |
| «حل پروژه های واقعی باعث می شود یادگیری ما کاربردی و ملموس باشد.» (شرکت کننده ۳)                            | هسته ادغام       | —           | —                               | اصالت پروژه              | وابستگی به مسائل واقعی     |
| «ارزشیابی باید به جای امتحان صرف، شامل ارائه و دفاع پروژه باشد.» (شرکت کننده ۲)                             | موانع اجرایی     | —           | —                               | چالش آزمون محوری         | ارزشیابی مانع اجراست       |
| «زمان محدود یکی از بزرگترین چالش ها برای اجرای پروژه است.» (شرکت کننده ۶)                                   | موانع اجرایی     | —           | —                               | محدودیت زمانی            | نبود زمان کافی             |
| «اگر آموزش و توانمندسازی معلمان فراهم شود، پروژه ها بهتر اجرا می شوند.» (شرکت کننده ۶)                      | الزامات اجرا     | —           | —                               | نیاز به توانمندسازی      | کمبود آمادگی معلمان        |

### جدول ۳. کدهای محوری و انتخابی مستخرج از مصاحبه

| مقوله اصلی      | کدهای مرتبط                           | زیر مقوله                                  |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| کدگذاری محوری   | حل مسئله، تفکر طراحی، خلاقیت          | اهداف مهارت محور                           |
|                 | مسائل واقعی، موقعیت محور              | محتوای مسئله محور                          |
|                 | پروژه محور، اکتشافی، کار گروهی        | راهبردهای یاددهی-یادگیری                   |
|                 | تسهیل گر، راهنما، طراح                | نقش حرفه‌ای معلم                           |
|                 | ارزشیابی فرایندی، محصول محور          | ارزشیابی عملکردی                           |
|                 | آزمون محوری، کمبود زمان، منابع        | موانع اجرایی                               |
|                 | توانمندسازی، حمایت نهادی              | الزامات اجرا                               |
| کدگذاری انتخابی | مؤلفه‌های برنامه درسی STEM پروژه محور | اهداف، محتوا، راهبردها، نقش معلم، ارزشیابی |
|                 | هسته ادغام                            | پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای             |
|                 | شرایط اجرایی                          | چالش‌ها و الزامات                          |
|                 | پیامدهای آموزشی                       | یادگیری عمیق، انگیزش، مهارت‌های قرن ۲۱     |

#### ۱. مؤلفه‌های برنامه درسی STEM پروژه محور

یافته‌های کدگذاری شده (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 علی) 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 راه حل 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 دانش آموز حرکت می کند.» (شرکت کننده ۹)، ارزشیابی نیز به صورت عملکردی و فرایندی تعریف می شود و تمرکز آن بر محصول پروژه و فرایند یادگیری است، نه آزمون های سنتی: «با امتحان کتبی نمی شود فهمید دانش آموز در پروژه چه یاد گرفته است.» (شرکت کننده ۲)

## ۲. پروژه های واقعی و میان رشته ای به عنوان هسته ادغام

در سطح کدگذاری انتخابی، پروژه های واقعی و میان رشته ای به عنوان «هسته ادغام» شناسایی شدند. داده ها نشان می دهد که پروژه نقش محوری در انسجام اهداف، محتوا، راهبردها، نقش معلم و ارزشیابی دارد. مشارکت کنندگان 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 می کند.» (شرکت کننده ۶)، همچنین ماهیت میان رشته ای پروژه ها باعث می شود مرزهای سنتی دروس کمرنگ شود و دانش آموزان به صورت یکپارچه از علوم، ریاضی و فناوری استفاده کنند: «دانش آموز حس نمی کند الان علوم می خواند یا ریاضی؛ همه چیز در خدمت حل مسئله است.» (شرکت کننده ۱۱). اصالت پروژه و وابستگی آن به مسائل واقعی، یکی دیگر از کدهای کلیدی این بخش بود: «پروژه ای که واقعی نباشد، فقط اسمش پروژه است.» (شرکت کننده ۴)

## ۳. چالش ها و الزامات اجرایی (شرایط اجرایی)

یافته ها نشان داد که اجرای برنامه درسی STEM پروژه محور با چالش های اجرایی متعددی مواجه است. یکی از مهم ترین این چالش ها، غلبه فرهنگ آزمون محوری در نظام آموزشی است: «تا وقتی همه چیز با نمره سنجیده می شود، پروژه ها جدی گرفته نمی شوند.» (شرکت کننده ۸). کمبود زمان و فشردگی برنامه درسی نیز از دیگر موانع اصلی اجرای پروژه ها عنوان شد: «حجم کتاب ها اجازه نمی دهد پروژه را کامل اجرا کنیم.» (شرکت کننده ۱)، در کنار این چالش ها، نبود آمادگی حرفه ای معلمان به عنوان مانعی مهم مطرح شد. مشارکت کنندگان بر ضرورت توانمندسازی معلمان تأکید داشتند: «معلم باید آموزش ببیند که چطور پروژه طراحی کند.» (شرکت کننده ۱۰) در مقابل، الزاماتی مانند حمایت نهادی، فراهم سازی منابع و بازنگری در ساختار ارزشیابی به عنوان پیش شرط های موفقیت این رویکرد شناسایی شد.

## ۴. پیامدهای آموزشی

در نهایت، یافته ها نشان می دهد که اجرای موفق برنامه درسی STEM پروژه محور می تواند پیامدهای آموزشی مثبتی به همراه داشته باشد. یادگیری عمیق، افزایش انگیزش و توسعه مهارت های قرن بیست و یکم از مهم ترین این پیامدها است: «دانش آموزانی که با پروژه یاد می گیرند، مطالب را عمیق تر و ماندگارتر یاد می گیرند.» (شرکت کننده ۱۲)، همچنین تقویت مهارت هایی مانند کار گروهی، مسئولیت پذیری و اعتماد به نفس از دیگر پیامدهای مورد تأکید مشارکت کنندگان بود. «دانش آموزان در پروژه ها یاد می گیرند با هم کار کنند و از ایده هایشان دفاع کنند.» (شرکت کننده 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 داده‌ها                      |                                              |                 |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|
| تأکید بر حل مسئله، خلاقیت، تفکر طراحی | نیاز به مهارت‌های قرن ۲۱                     | شرایط علی       |
| ناتوانی آزمون‌محوری در پرورش مهارت    | ناکارآمدی آموزش سنتی                         |                 |
| فاصله محتوای درسی با مسائل واقعی      | ضرورت یادگیری معنادار                        |                 |
| محتوای متمرکز و کتاب‌محور             | ساختار برنامه درسی رسمی                      | شرایط زمینه‌ای  |
| غلبه آزمون‌های کتبی                   | فرهنگ ارزشیابی حاکم                          |                 |
| محدودیت زمان و منابع                  | امکانات و زمان آموزشی                        |                 |
|                                       | میزان آمادگی حرفه‌ای معلمان                  | شرایط مداخله‌گر |
|                                       | حمایت نهادی مدرسه و نظام آموزشی              |                 |
|                                       | دسترسی به منابع و تجهیزات                    |                 |
|                                       | طراحی پروژه‌های واقعی و میان‌رشته‌ای         | راهبردها        |
|                                       | استفاده از راهبردهای یادگیری اکتشافی و گروهی |                 |
|                                       | تغییر نقش معلم به تسهیل‌گر و طراح            |                 |
|                                       | استفاده از ارزشیابی عملکردی و فرایندی        |                 |
|                                       | یادگیری عمیق و معنادار                       | پیامدها         |
|                                       | افزایش انگیزش تحصیلی                         |                 |
|                                       | تقویت مهارت‌های قرن ۲۱                       |                 |
|                                       | ارتقای توانایی کار گروهی و حل مسئله          |                 |

### ۱) شرایط علی: چرا STEM پروژه محور «ضرورت» پیدا کرده است؟

در سطح علی، بیشترین تراکم کدها حول سه محور دیده می‌شود: نیاز به مهارت‌های قرن ۲۱، ناکارآمدی آموزش سنتی/آزمون محور 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 نقل قول‌ها 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 راه حل بسازد؛ نه فقط جواب را حدس بزند.» مصاحبه شونده (۱۳). «آزمون محوری، یادگیری را به نمره تقلیل می‌دهد؛ پروژه یادگیری را به تجربه تبدیل می‌کند.» مصاحبه شونده (۹)

بنابراین، در منطق خبرگان، STEM پروژه محور 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» به عنوان ظرف ادغام و «STEM» به عنوان چارچوب انسجام بخش مطرح می‌شود.

### ۲) شرایط زمینه‌ای: چه چیزی در ساختار رسمی و فرهنگ مدرسه تعیین کننده است؟

در سطح زمینه‌ای، دو عامل اصلی بیشترین نقش را در محدود کردن یا تسهیل اجرا دارند: ساختار برنامه درسی رسمی و فرهنگ ارزشیابی حاکم (به همراه 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 انعطاف پذیر، 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 کم عمق 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 — به ویژه تأکید بر امتحان پایانی و تست — به عنوان یک نیروی زمینه‌ای بسیار پر قدرت 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 پروژه محور 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

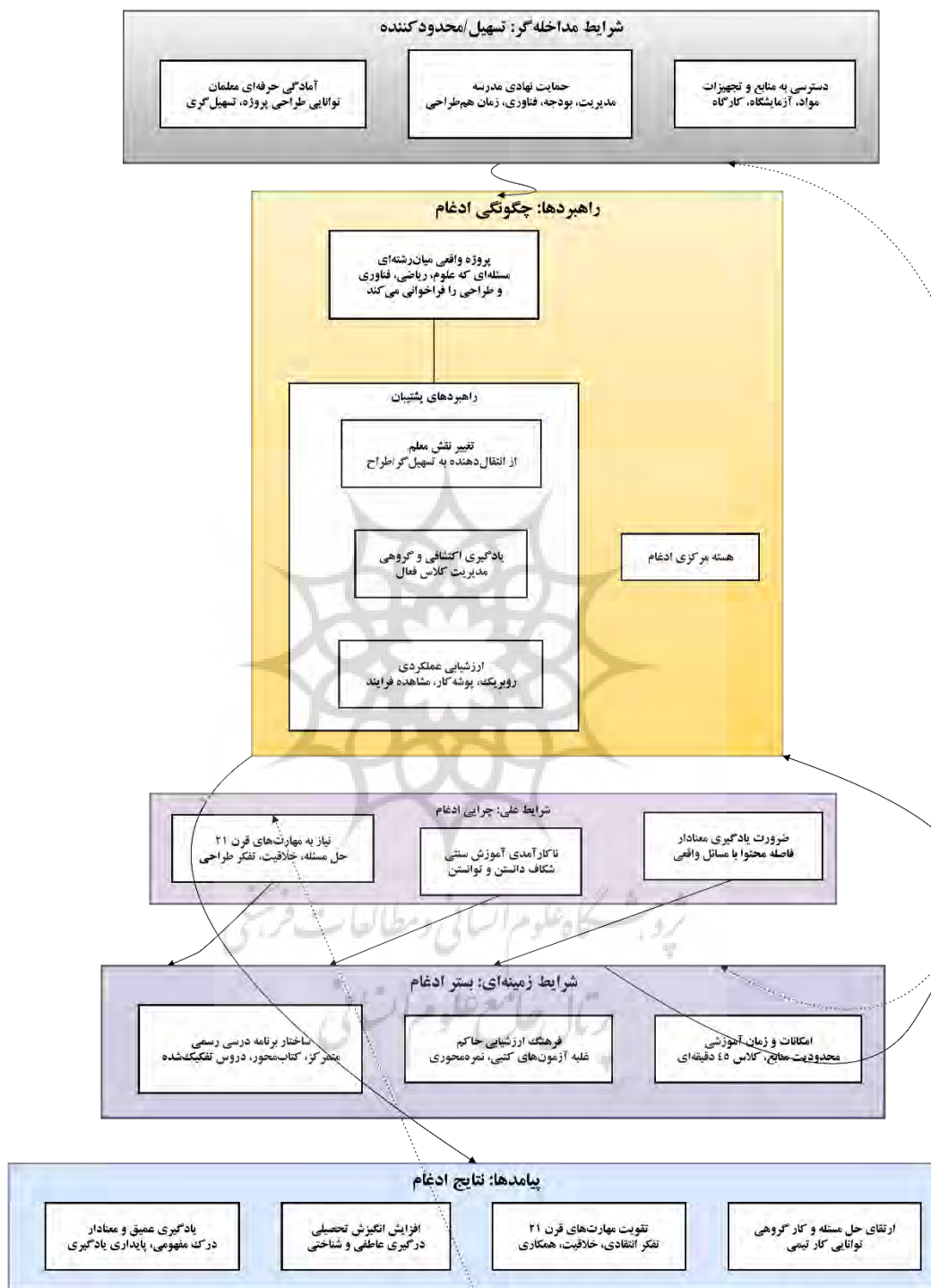
یک کنش مرکزی برای تثبیت رویکرد مطرح است: «اگر فرایند را نسنجیم، دانش آموز فقط دنبال ساختن یک محصول ظاهری می رود.»  
مصاحبه شونده (۵)

(۵) پیامدها: نتیجه ادغام مؤلفه ها بر یادگیری دانش آموزان چیست؟

در سطح پیامدها، دو مقوله اصلی بیشترین پشتیبانی را دارند: یادگیری عمیق و انگیزش و توسعه مهارت های قرن ۲۱. داده ها نشان می دهد تجربه پروژه واقعی، یادگیری را از «دریافت منفعل» به «ساخت فعال» تبدیل می کند؛ به ویژه وقتی دانش آموز با شکست های کوچک، بازطراحی و بهبود روبه رو می شود، فهم مفهومی و پایداری یادگیری افزایش می یابد: «دانش آموز وقتی طرحش جواب نمی دهد، مجبور می شود دقیق تر فکر کند؛ همین می شود یادگیری عمیق.» مصاحبه شونده (۷)

همچنین، همکاری گروهی، ارتباط گیری، مدیریت زمان، تفکر انتقادی و خلاقیت به عنوان خروجی های پررنگ ذکر شده اند. نکته مهم این است که این مهارت ها در داده ها به عنوان «نتیجه جانبی» نیامده اند، بلکه به عنوان هدف برنامه درسی با راهبردها هم راستا شده اند. به بیان دیگر، رابطه ای زنجیره ای مشاهده می شود: پروژه واقعی + نقش تسهیل گر معلم + ارزشیابی عملکردی ⇒ درگیری شناختی/عاطفی ⇒ یادگیری عمیق و مهارت های قرن ۲۱.

در مجموع بر مبنای الگوی پارادایمی، هسته مرکزی یافته ها این است که STEM پروژه محور زمانی به پیامدهای وعده داده شده می رسد که «ادغام» در سطح طراحی مسئله و ارزشیابی نهادینه شود. در غیر این صورت، با وجود نیت مثبت، رویکرد در سطح فعالیت های پراکنده باقی می ماند. از این منظر، مهم ترین نقطه اهرمی برای سیاست گذاری و اجرا، هم زمان سازی سه چیز است: (۱) انعطاف ساختار رسمی، (۲) توانمندسازی حرفه ای معلم، (۳) تغییر فرهنگ ارزشیابی از آزمون محوری به عملکردمحوری.



شکل ۱. مدل پارادایمی

## نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اجرای مؤثر برنامه درسی STEM مبتنی بر یادگیری پروژه محور، محصول تعامل پیچیده‌ای میان شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدهای آموزشی است. شرایط علی، شامل نیاز به مهارت‌های قرن بیست و یکم (حل مسئله، تفکر طراحی، خلاقیت و کار گروهی) و ناکارآمدی آموزش سنتی و آزمون محور، محرک اصلی گرایش به رویکرد STEM پروژه محور 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 بیست و یکم 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 گزارش شده جایی که رویکردهای کیفی و سنتز پژوهی، بر ترکیب دانش، ایجاد روابط مفهومی جدید و عبور از آموزش صرفاً انتقالی تأکید دارند (هدگز و کوپر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹؛ هورد<sup>۲</sup>، ۱۹۸۳). این همسویی نشان می‌دهد رویکرد استم پروژه محور 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 آزمون محور 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

<sup>1</sup>. Hedges & Cooper

<sup>2</sup>. 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 علی، 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:

**پیشنهادهای برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان آموزشی:** بازنگری در ساختار برنامه درسی رسمی با هدف افزایش انعطاف‌پذیری و فراهم کردن 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.

**پیشنهادهای برای مدیران مدارس:** حمایت نهادی از معلمان از طریق فراهم کردن 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.

**پیشنهادهای 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.

## References

- 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.

