

A STEAM-Based Learning Model for Fostering Innovation and Entrepreneurial Creativity among Lower Secondary School Students

Amir Khaledian^{1*}, Hamed Fazeli Kebriya²

1. Master's Student in Entrepreneurship Management, Department of Educational Sciences, Bab.C., Payame Noor University, Mazandaran, Iran

2. Assistant Professor, Department of Entrepreneurship Management, Tehran Branch, Payame Noor University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Received: 31 May 2026

Accepted: 16 Sep 2026

First Available: 18 Sep 2026

Final Publication: 22 May 2027

Keywords

STEAM-based learning,
innovation, entrepreneurial
creativity, lower secondary school
students.

This study aimed to develop and explain a STEAM-based learning model for fostering innovation and entrepreneurial creativity among lower secondary school students. This applied qualitative study employed a grounded theory approach. The study population comprised lower secondary school administrators, experts in educational management and entrepreneurship, teachers, and university faculty members in Kurdistan Province. Participants were selected through purposive and snowball sampling, and semi-structured interviews were conducted with 10 participants until theoretical saturation was achieved. Data were analyzed using qualitative content analysis through open, axial, and selective coding. Member checking and review by non-participating experts were employed to enhance the credibility of the findings. Data analysis yielded 177 open codes and 49 axial codes and resulted in a paradigmatic model centered on “empowering students’ innovation and entrepreneurial creativity through STEAM-based learning.” The causal conditions comprised project-based learning and real-world problems, interdisciplinary integration, educational technologies, and process-oriented assessment. Educational support and leadership, stakeholder collaboration, and school readiness constituted the contextual conditions, while supportive and motivational mechanisms and appropriate regulations represented the intervening conditions. The principal strategies included promoting an innovative culture, designing targeted learning programs, and enhancing teachers’ and students’ knowledge and skills. These mechanisms culminated in improved learning quality, greater student innovation and creativity, and stronger entrepreneurial attitudes and competencies. STEAM-based learning can effectively foster students’ innovation and entrepreneurial creativity when interdisciplinary and problem-based learning is supported by appropriate school conditions, institutional support, teacher empowerment, and coherent cultural and instructional strategies.

How to cite:

Khaledian, A. & Fazeli Kebriya, H. (2027). A STEAM-Based Learning Model for Fostering Innovation and Entrepreneurial Creativity among Lower Secondary School Students. *Study and Innovation in Education and Development*, 7(2), 1-25.

* Corresponding Author:

Amir Khaledian

E-mail: Amirkhaledyan81@gmail.com



© 2027 the authors. Published by Institute for Knowledge, Development, and Research.

This is an open access article under the terms of the [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) License.

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

The rapid transformation of knowledge-based economies, technological environments, and occupational structures has substantially changed expectations regarding the role of schools and formal education. Contemporary educational systems are increasingly expected not merely to transmit disciplinary knowledge but also to develop learners who can identify problems, generate original ideas, integrate knowledge across disciplinary boundaries, use technologies purposefully, collaborate with others, and transform ideas into solutions that create value. Within this context, innovation, creativity, problem-solving, technological literacy, collaboration, and entrepreneurial competencies have emerged as central educational outcomes. Entrepreneurship itself extends beyond the establishment of new businesses and encompasses opportunity recognition, innovation, initiative, value creation, resource mobilization, decision-making under uncertainty, and the capacity to transform ideas into action (1). Accordingly, entrepreneurial competence is increasingly conceptualized as a mindset and behavioral capability that can be cultivated through educational experiences rather than as an innate characteristic restricted to adulthood or professional contexts (2). One educational approach with considerable potential to support these competencies is STEAM education, which integrates science, technology, engineering, arts, and mathematics within interdisciplinary, problem-oriented, and experiential learning environments. STEAM should not be regarded as the simple juxtaposition of several school subjects; rather, it represents an integrated pedagogical approach in which different disciplinary perspectives are mobilized to address meaningful and authentic problems (3). Reviews of STEAM education indicate that interdisciplinary integration, active participation, real-world problem-solving, creativity, design, and the production of tangible or conceptual solutions are among its defining characteristics (4). The inclusion of arts within traditional STEM education is particularly important because it creates opportunities for imagination, visualization, divergent thinking, aesthetic judgment, and creative expression. Systematic evidence has shown that STEAM education can contribute to students' creativity, cognitive flexibility, divergent thinking, and problem-solving abilities (5). Creativity in this framework is not considered a fixed individual trait but a capacity that can be fostered when learners are provided with opportunities to formulate questions, generate multiple ideas, take intellectual risks, experiment, and revise their solutions (6). Design thinking further strengthens this orientation by engaging learners in iterative processes of problem identification, ideation, prototyping, testing, and

refinement (7). Its integration into STEAM education enables students to connect scientific and mathematical reasoning with technological, engineering, and artistic forms of knowledge while developing solutions to authentic challenges (8, 9). Project-based learning is another fundamental feature of STEAM. Through authentic projects, students assume responsibility, distribute roles, investigate information, collaborate, design products, receive feedback, and communicate outcomes. Such experiences can strengthen collaboration and communication as integral dimensions of STEAM learning (10). Evidence from entrepreneurship-oriented classroom projects similarly suggests that experiential and project-based activities can strengthen responsibility, cooperation, self-confidence, decision-making, and problem-solving competencies (11). Technology also plays a significant role, particularly when digital tools are used for exploration, modeling, design, documentation, simulation, and presentation rather than merely for content delivery. Emerging technologies have been associated with greater learner engagement, exploratory learning, creativity, critical thinking, and problem-solving in STEAM environments (12), while students' positive attitudes toward work and technology have also been associated with technological self-efficacy, creativity, initiative, and entrepreneurial attitudes (13). Nevertheless, successful STEAM implementation depends not only on instructional activities but also on teacher competencies, school culture, leadership, resources, assessment practices, and institutional support (14). Recent systematic evidence similarly indicates that STEAM can foster creativity, innovation, motivation, collaboration, and problem-solving, while emphasizing the need for theoretically grounded models capable of explaining the mechanisms and contextual conditions through which these outcomes are generated (15). In Iran, research on entrepreneurial schools and STEAM-oriented entrepreneurship curricula has likewise highlighted the importance of school culture, educational management, experiential learning, soft skills, inquiry, creativity, skill-based assessment, and supportive learning environments (16, 17). Accordingly, the present study aimed to develop a comprehensive STEAM-based learning model for fostering innovation and entrepreneurial creativity among lower secondary school students.

METHODS AND MATERIALS

This study was applied in purpose and qualitative in approach and employed grounded theory as its principal research strategy. The study population consisted of educational administrators, lower secondary school teachers, specialists in educational management and entrepreneurship, and university faculty members with expertise in

educational sciences, curriculum studies, entrepreneurship, educational technology, and interdisciplinary education in Kurdistan Province. Participants were selected through purposive and snowball sampling based on their professional experience, academic expertise, and familiarity with educational innovation and STEAM-related learning. Data collection continued until theoretical saturation was achieved, which occurred after semi-structured interviews with 10 participants. The interviews focused on the components of STEAM-based learning, causal factors influencing its formation, contextual and intervening conditions affecting its implementation, organizational and educational strategies required for its development, and its expected consequences for students' innovation and entrepreneurial creativity. The interviews were transcribed accurately and analyzed through the systematic grounded theory procedures of open, axial, and selective coding. During open coding, meaningful concepts and statements were identified directly from the interview transcripts. Similar codes were compared, merged, and organized during axial coding, while selective coding was used to integrate the categories into a coherent paradigmatic model comprising causal conditions, the central phenomenon, contextual conditions, intervening conditions, strategies, and consequences. Credibility was enhanced through participant review and evaluation by experts who had not participated in the original interviews. Careful and accurate transcription of participants' statements and continuous comparison across interviews were also used to increase dependability and analytical consistency.

FINDINGS

Analysis of the qualitative data generated 177 open codes and 49 axial codes, which were subsequently integrated into the final paradigmatic model. The central phenomenon was identified as “empowering students' innovation and entrepreneurial creativity through STEAM-based learning.” The causal conditions consisted of four major dimensions: project-based learning and authentic real-world problems, interdisciplinary integration within the learning process, application of educational and digital technologies, and process-oriented assessment accompanied by opportunities to present and defend ideas. More detailed causal elements included problem-solving approaches, design thinking, localization of projects around community and regional issues, integration of science, mathematics, arts, technology, and engineering, connection of curriculum content with future occupations, use of digital tools in designing and testing ideas, and multidimensional assessment of process, product, teamwork, and creativity. The central phenomenon itself included strengthening creativity and ideation, divergent thinking, imagination and

visualization, transformation of ideas into prototypes, and continuous learning through errors and feedback. Contextual conditions included redesigning learning spaces, access to educational resources and equipment, a school culture supportive of innovation, psychological safety for expressing unconventional ideas, flexible curriculum time, localization of STEAM projects, interaction between schools and families, educational leadership, stakeholder collaboration, and organizational readiness for STEAM implementation. Intervening conditions consisted of managerial and institutional support, professional development of teachers, teachers' motivation and attitudes toward STEAM, collaboration among teachers, traditional assessment constraints, infrastructural and budgetary limitations, and administrative rules affecting project implementation. The principal strategies included implementation of project-based learning, establishment of student teams with defined responsibilities, teacher facilitation instead of direct transmission of information, stimulation of questioning and scientific curiosity, development of critical thinking and decision-making, application of digital tools for creating and presenting ideas, documentation of project processes, public presentation of outcomes, structured and iterative feedback, and connections with local entrepreneurs, industry, and community organizations. At a broader level, these strategies were organized into awareness-building and promotion of an innovative culture, design and implementation of purposeful learning programs, and enhancement of the knowledge and skills of teachers and students. The consequences of effective STEAM implementation included increased student innovation, enhanced entrepreneurial creativity, stronger self-efficacy and confidence, greater risk-taking and resilience, improved problem-solving, stronger collaborative and communication skills, improved technological literacy, greater academic engagement and motivation, more positive entrepreneurial attitudes, and improved preparedness for future educational and occupational pathways. These outcomes were ultimately consolidated into three overarching categories: improved learning quality, increased student innovation and creativity, and strengthened entrepreneurial attitudes and competencies.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The findings indicate that fostering entrepreneurial creativity through STEAM is not the result of a single instructional technique but rather the outcome of a systemic interaction among pedagogy, school context, institutional support, teacher competence, assessment practices, and student participation. Authentic project-based learning appears to constitute a central mechanism because it places students in situations requiring them to identify

problems, generate alternatives, integrate knowledge, make decisions, construct solutions, and revise their work through experience. Such processes transform learning from the passive acquisition of information into an iterative process of inquiry and value creation. Interdisciplinary integration further enables students to approach problems from multiple perspectives rather than remaining confined to the logic of individual school subjects. The combination of scientific reasoning, mathematical thinking, technological tools, engineering design, and artistic imagination creates a learning environment in which creativity can be translated into practical and potentially valuable outcomes. The model also demonstrates that design thinking and prototyping are especially relevant to entrepreneurial creativity because they normalize experimentation, revision, and productive failure. Students are encouraged not merely to propose ideas but to visualize, test, defend, and improve them. Technology contributes to this process when it is used purposefully for creation, modeling, experimentation, documentation, and communication rather than simply as a delivery mechanism for instructional content. Another important implication is that conventional outcome-focused assessment may restrict creative risk-taking; consequently, process-oriented and multidimensional assessment is required to recognize inquiry, teamwork, originality, persistence, and improvement alongside the final product. The contextual findings further demonstrate that successful STEAM education requires supportive leadership, psychological safety, flexible learning arrangements, adequate resources, teacher collaboration, and connections between schools and their surrounding communities. Teacher professional development is particularly critical because the teacher's role shifts from direct instructor to designer, facilitator, mentor, and provider of iterative feedback. The proposed model therefore conceptualizes STEAM-based entrepreneurial learning as an ecosystem rather than an isolated classroom intervention. When causal conditions, supportive contexts, enabling institutional mechanisms, and purposeful strategies operate coherently, STEAM-based learning can improve the quality of learning while simultaneously strengthening creativity, innovation, technological literacy, resilience, collaboration, self-efficacy, and entrepreneurial orientation. In conclusion, the model developed in this study provides a context-sensitive framework for explaining how STEAM-based learning can foster innovation and entrepreneurial creativity among lower secondary school students and suggests that sustainable outcomes depend on coordinated changes in instructional design, teacher competencies, assessment systems, school culture, institutional support, and relationships between schools and the wider community.

ارائه مدل یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول

امیر خالدیان^{۱*}، حامد فاضلی کبریا^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کارآفرینی، گروه علوم تربیتی، واحد بابل، دانشگاه پیام نور، مازندران، ایران

۲. استادیار، گروه مدیریت، واحد تهران، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

هدف پژوهش حاضر، طراحی و تبیین مدل یادگیری مبتنی بر STEAM برای پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول بود. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر رویکرد، کیفی با استفاده از روش نظریه داده‌بنیاد بود. جامعه پژوهش شامل مدیران مدارس متوسطه، متخصصان مدیریت آموزشی و کارآفرینی، معلمان و اعضای هیئت علمی دانشگاه در استان کردستان بود. مشارکت‌کنندگان با نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی انتخاب شدند و گردآوری داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۰ نفر تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت. داده‌ها با استفاده از تحلیل محتوای کیفی و طی مراحل کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شدند. برای اعتباربخشی یافته‌ها نیز از بازبینی مشارکت‌کنندگان و مرور خبرگان غیرمشارکت‌کننده استفاده شد. تحلیل داده‌ها به استخراج ۱۷۷ کد باز و ۴۹ کد محوری منجر شد و مدل پارادایمی حول پدیده محوری «توانمندسازی نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان از طریق یادگیری مبتنی بر STEAM» شکل گرفت. شرایط علی شامل یادگیری پروژه‌محور و مسائل واقعی، تلفیق میان‌رشته‌ای، فناوری‌های آموزشی و ارزشیابی فرایندی بود. حمایت و رهبری آموزشی، همکاری ذی‌نفعان و آمادگی مدرسه به‌عنوان شرایط زمینه‌ای و سازوکارهای حمایتی، انگیزشی و مقررات مناسب به‌عنوان شرایط مداخله‌گر شناسایی شدند. راهبردهای اصلی شامل ترویج فرهنگ نوآورانه، طراحی برنامه‌های یادگیری هدفمند و ارتقای دانش و مهارت معلمان و دانش‌آموزان بود که به بهبود کیفیت یادگیری، افزایش نوآوری و خلاقیت و تقویت نگرش و شایستگی کارآفرینانه منجر می‌شدند. یادگیری مبتنی بر STEAM زمانی می‌تواند به پرورش پایدار نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه در دانش‌آموزان منجر شود که یادگیری میان‌رشته‌ای و مسئله‌محور با حمایت مدرسه، زیرساخت مناسب، توانمندسازی معلمان و راهبردهای فرهنگی و آموزشی منسجم همراه شود.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۲۵

تاریخ چاپ اولیه: ۱۴۰۵/۰۶/۲۷

تاریخ چاپ نهایی: ۱۴۰۶/۰۳/۰۱

کلیدواژه‌ها

یادگیری مبتنی بر

STEAM، نوآوری،

خلاقیت کارآفرینانه،

دانش‌آموزان مقطع متوسطه

اول.

شیوه ارجاع دهی:

خالدیان، امیر، و فاضلی کبریا، حامد. (۱۴۰۶). ارائه مدل یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول. پژوهش و نوآوری در تربیت و توسعه، ۷(۲)، ۱-۲۵.

نویسنده مسئول:

امیر خالدیان

پست الکترونیکی: Amirkhaledyan81@gmail.com

© ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است.



انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است.

در دهه‌های اخیر، تحولات سریع فناوری، گسترش اقتصاد دانش‌بنیان، تغییر ماهیت مشاغل و پیچیده‌تر شدن مسائل اجتماعی و اقتصادی، انتظارات از نظام‌های آموزشی را به‌طور اساسی دگرگون ساخته است. مدرسه دیگر صرفاً مکانی برای انتقال مجموعه‌ای از دانش‌های ازپیش‌تعیین‌شده تلقی نمی‌شود، بلکه انتظار می‌رود بستری برای پرورش نسلی باشد که بتواند در مواجهه با مسائل جدید، دانش را به‌صورت خلاقانه به کار گیرد، میان حوزه‌های مختلف معرفتی ارتباط برقرار کند، فرصت‌ها را شناسایی نماید و برای مسائل واقعی راه‌حل‌های نوآورانه ارائه دهد. در چنین بستری، خلاقیت، نوآوری، تفکر انتقادی، حل مسئله، کار گروهی، سواد فناوری و نگرش کارآفرینانه به‌عنوان بخشی از شایستگی‌های ضروری دانش‌آموزان مطرح شده‌اند. از منظر آموزش کارآفرینی نیز، کارآفرینی صرفاً به معنای راه‌اندازی کسب‌وکار نیست، بلکه شامل مجموعه‌ای از نگرش‌ها و قابلیت‌ها مانند تشخیص فرصت، خلق ارزش، نوآوری، تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت، ابتکار عمل، مدیریت منابع و تبدیل ایده به عمل است (1). در همین راستا، تأکید می‌شود که پرورش روحیه کارآفرینی باید از مراحل پیشین آموزش رسمی آغاز شود، زیرا شکل‌گیری نگرش‌های کارآفرینانه و توانایی مواجهه فعال با فرصت‌ها و چالش‌ها فرایندی تدریجی است و نمی‌توان آن را صرفاً به آموزش‌های دانشگاهی یا دوره‌های تخصصی محدود کرد (2). بنابراین، نظام آموزشی برای پاسخ‌گویی به الزامات جامعه معاصر نیازمند الگوهایی است که به‌جای حافظه‌محوری و انتقال منفعلانه دانش، دانش‌آموز را در موقعیت تجربه، طراحی، اکتشاف، مشارکت و تولید ایده قرار دهد.

یکی از رویکردهایی که در پاسخ به این ضرورت مورد توجه گسترده قرار گرفته، یادگیری مبتنی بر STEAM است. STEAM از تلفیق علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات شکل گرفته و هدف آن عبور از مرزبندی‌های سنتی میان دروس و ایجاد تجربه‌های یادگیری یکپارچه و مسئله‌محور است. این رویکرد، برخلاف آموزش‌های جزیره‌ای که هر درس را به‌صورت مستقل و بدون ارتباط مؤثر با سایر حوزه‌ها ارائه می‌کنند، دانش‌آموز را با موقعیت‌هایی مواجه می‌سازد که برای فهم و حل آن‌ها باید از دانش و مهارت‌های چندگانه به‌طور هم‌زمان استفاده کند. بررسی‌های انجام‌شده درباره ماهیت STEAM نشان می‌دهد که این مفهوم را نباید صرفاً کنار هم قرار دادن چند حوزه درسی تلقی کرد؛ بلکه STEAM یک چارچوب آموزشی است که یادگیری میان‌رشته‌ای، حل مسائل واقعی، طراحی، مشارکت فعال فراگیران و خلق محصول یا راه‌حل را در مرکز فرایند آموزشی قرار می‌دهد (3). مرور ادبیات این حوزه نیز نشان می‌دهد که رویکرد STEAM در سال‌های اخیر به‌عنوان بستری برای پیوند یادگیری علمی با خلاقیت، نوآوری و تجربه عملی مورد توجه قرار گرفته و طیف گسترده‌ای از مدل‌ها و شیوه‌های اجرایی برای تحقق تلفیق میان‌رشته‌ای در محیط‌های آموزشی پیشنهاد شده است (4). در واقع، اهمیت STEAM از آنجا ناشی می‌شود که دانش‌آموز را از دریافت‌کننده منفعل محتوای درسی به یادگیرنده‌ای فعال تبدیل می‌کند که مسئله را تعریف می‌کند، اطلاعات مورد نیاز را جمع‌آوری می‌کند، میان مفاهیم ارتباط برقرار می‌سازد، ایده تولید می‌کند، راه‌حل خود را می‌آزماید و در صورت لزوم آن را اصلاح می‌کند.

یکی از مؤلفه‌های اساسی در رویکرد STEAM، نقش خلاقیت و تفکر طراحی است. ادغام مؤلفه هنر در ساختار سنتی STEM این امکان را فراهم می‌سازد که یادگیری علمی و فنی از قالب صرفاً منطقی و محاسباتی فراتر رود و با تخیل، زیبایی‌شناسی، بیان ایده و تولید راه‌حل‌های متنوع پیوند یابد. مرور نظام‌مند مطالعات مرتبط با STEM و STEAM نشان داده است که تلفیق هنر در آموزش‌های علمی و فناورانه می‌تواند ظرفیت بیشتری برای رشد خلاقیت، انعطاف‌پذیری شناختی، تفکر واگرا و حل خلاقانه مسئله ایجاد کند (5). خلاقیت در چنین چارچوبی صرفاً یک ویژگی فردی ثابت در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه قابلیت است که می‌توان آن را از طریق طراحی محیط‌های یادگیری مناسب، فراهم کردن فرصت تولید ایده، پذیرش پاسخ‌های متنوع و ایجاد امکان آزمون و اصلاح ایده‌ها پرورش داد. بر همین مبنا، آموزش برای خلاقیت زمانی اثربخش‌تر است که معلم به‌جای ارائه پاسخ نهایی، شرایطی فراهم سازد که دانش‌آموز درباره مسئله پرسش کند، راه‌حل‌های مختلف را بررسی نماید و در مسیر دستیابی به پاسخ، امکان تجربه و حتی شکست داشته باشد (6). چنین نگاهی با ساختار STEAM همخوانی بالایی دارد، زیرا این رویکرد به‌طور طبیعی دانش‌آموز را در چرخه ایده‌پردازی، طراحی، ساخت، آزمون و بازطراحی قرار می‌دهد.

تفکر طراحی نیز یکی از پیونددهنده‌های اصلی میان ابعاد علمی، فناورانه و خلاقانه STEAM محسوب می‌شود. تفکر طراحی فرایندی مسئله‌محور و انسان‌محور است که از شناخت مسئله آغاز شده و از طریق ایده‌پردازی، نمونه‌سازی و آزمون، به توسعه راه‌حل‌های قابل اجرا منتهی می‌شود. این فرایند، دانش‌آموز را به جست‌وجوی فعالانه راه‌حل، تولید گزینه‌های متعدد و ارزیابی مستمر ایده‌ها سوق می‌دهد (7). از منظر آموزشی، تلفیق تفکر طراحی با STEAM می‌تواند بستری ایجاد کند که در آن مرز میان یادگیری نظری و فعالیت عملی کاهش یابد و فراگیر برای حل یک مسئله واقعی، علوم، ریاضیات، فناوری و هنر را در یک فرایند واحد به کار گیرد (8). همچنین تأکید شده است که تفکر طراحی در آموزش STEAM، خلاقیت را از سطح یک فعالیت جانبی به بخش ساختاری فرایند یادگیری تبدیل می‌کند و دانش‌آموز را به بازاندهی، آزمون گزینه‌های مختلف و اصلاح مستمر راه‌حل‌ها سوق می‌دهد (9). در نتیجه، STEAM نه فقط بستری برای یادگیری چندرشته‌ای، بلکه محیطی برای تمرین عملی رفتارهایی است که با نوآوری و کارآفرینی ارتباط دارند. افزون بر خلاقیت و تفکر طراحی، یادگیری مبتنی بر پروژه و مسئله‌های واقعی از مؤلفه‌های محوری رویکرد STEAM است. در این نوع یادگیری، دانش‌آموز به‌جای دریافت مجموعه‌ای از اطلاعات منفک، درگیر پروژه‌ای می‌شود که مستلزم برنامه‌ریزی، تقسیم وظایف، جست‌وجوی اطلاعات، طراحی، ساخت و ارائه نتیجه است. چنین فرایندی می‌تواند زمینه رشد مسئولیت‌پذیری، استقلال، مهارت ارتباطی، همکاری، تصمیم‌گیری و خودکارآمدی را فراهم کند. یافته‌های مربوط به فعالیت‌های STEAM نشان داده‌اند که همکاری میان دانش‌آموزان در جریان پروژه‌ها صرفاً ابزاری برای انجام تکلیف نیست، بلکه خود یکی از پیامدها و اهداف مهم یادگیری است و می‌تواند مهارت‌های ارتباطی و هماهنگی گروهی را تقویت کند (10). در مطالعات داخلی نیز آموزش مهارت‌های کارآفرینی در قالب پروژه‌های کلاسی با رشد مسئولیت‌پذیری، همکاری، اعتمادبه‌نفس، حل مسئله و دیگر مهارت‌های مرتبط با کارآفرینی پیوند داده شده

است (11). این امر نشان می‌دهد که پروژه‌های واقعی می‌توانند فضایی فراهم کنند که در آن دانش‌آموز نه تنها درباره کارآفرینی و خلاقیت بیاموزد، بلکه رفتارهای مرتبط با آن‌ها را در عمل تجربه کند.

یکی دیگر از ابعاد تعیین‌کننده STEAM، بهره‌گیری از فناوری و ابزارهای نوین آموزشی است. فناوری در این رویکرد صرفاً وسیله‌ای برای ارائه محتوا نیست، بلکه به‌عنوان ابزاری برای جست‌وجو، طراحی، مدل‌سازی، تولید، آزمون و ارائه ایده به کار می‌رود. مرور نظام‌مند مطالعات درباره فناوری‌های نوظهور در آموزش STEAM نشان داده است که فناوری‌هایی همچون محیط‌های دیجیتال، ابزارهای برنامه‌نویسی، رباتیک، واقعیت افزوده و سایر فناوری‌های نو می‌توانند سطح مشارکت فراگیران، یادگیری اکتشافی، حل مسئله، تفکر انتقادی و خلاقیت را ارتقا دهند؛ باین‌حال، اثربخشی آن‌ها وابسته به نحوه طراحی فعالیت آموزشی و توانمندی معلم در یکپارچه‌سازی فناوری با اهداف یادگیری است (12). در سطح دانش‌آموزان متوسطه نیز نگرش به درس کار و فناوری با مجموعه‌ای از متغیرهای فناورانه و کارآفرینانه، از جمله خودکارآمدی، خلاقیت، ابتکار، رهبری و نگرش کارآفرینانه ارتباط نشان داده است (13). از این‌رو، سواد فناورانه در مدل STEAM نه یک هدف مستقل، بلکه بخشی از توانایی دانش‌آموز برای تبدیل ایده به محصول و استفاده از ابزارهای مناسب در حل مسائل واقعی است.

با وجود اهمیت فناوری، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که موفقیت STEAM را نمی‌توان تنها به دسترسی به ابزارهای فناورانه نسبت داد. کیفیت برنامه درسی، شیوه طراحی فعالیت‌ها، توانمندی معلمان، فرهنگ مدرسه و نوع حمایت مدیریتی نیز در تحقق اهداف این رویکرد نقش دارند. مطالعات مروری حاکی از آن‌اند که اجرای مؤثر STEAM نیازمند انسجام میان محتوای آموزشی، فعالیت‌های پروژه‌محور، محیط یادگیری و شیوه ارزشیابی است و نبود چارچوب مفهومی روشن می‌تواند سبب شود که برخی برنامه‌ها صرفاً برچسب STEAM داشته باشند، بدون آنکه ویژگی‌های واقعی آن را محقق کنند (14). همچنین در یک مرور نظام‌مند جدید درباره کاربرد STEAM در مدارس، نتایج نشان داده‌اند که این رویکرد با پیامدهایی همچون افزایش خلاقیت، نوآوری، انگیزش، همکاری و مهارت حل مسئله همراه است، اما موفقیت آن وابسته به کیفیت طراحی آموزشی و زمینه اجرایی است (15). بنابراین، بررسی STEAM صرفاً در سطح یک روش تدریس کافی نیست و لازم است مجموعه شرایط سازمانی و آموزشی مؤثر بر اجرای آن نیز در قالب یک مدل منسجم مورد توجه قرار گیرد.

این مسئله در نظام آموزشی ایران نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. مطالعات داخلی نشان می‌دهند که برای توسعه شایستگی‌های کارآفرینانه در مدرسه، صرف افزودن یک درس مستقل درباره کارآفرینی کافی نیست و مدرسه باید در ابعادی مانند فرهنگ سازمانی، مدیریت آموزشی، روش‌های تدریس، تجربه‌های یادگیری و تعامل با محیط پیرامونی تغییر کند. در مدل مدرسه کارآفرین، شایستگی‌های کارآفرینانه در تعامل با شرایط علی، زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر، راهبردها و پیامدهای آموزشی تبیین شده‌اند و بر اهمیت فرهنگ نوآورانه، مدیریت مدرسه و یادگیری تجربی تأکید شده است (16). همچنین طراحی برنامه درسی کارآفرینی مبتنی بر رویکرد تلفیقی STEAM نشان داده است که مؤلفه‌هایی مانند پرورش روحیه کارآفرینانه، مهارت‌های نرم، کاوشگری، آفرینش، محیط یادگیری، ارزشیابی

مهارت‌محور و فرهنگ‌سازی می‌توانند در قالب یک چارچوب یکپارچه سازمان‌دهی شوند (17). چنین نتایجی نشان می‌دهد که STEAM و آموزش کارآفرینی از نظر اهداف و سازوکارهای آموزشی دارای نقاط اشتراک قابل توجهی هستند و می‌توانند در قالب الگویی منسجم برای پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه تلفیق شوند.

مفهوم خلاقیت کارآفرینانه در همین نقطه اهمیت می‌یابد. خلاقیت کارآفرینانه را می‌توان توانایی تولید و توسعه ایده‌هایی دانست که علاوه بر تازگی، قابلیت ایجاد ارزش و پاسخ‌گویی به نیازهای واقعی را دارند. در این چارچوب، صرف تولید ایده کافی نیست، بلکه فراگیر باید بتواند امکان اجرای ایده، منابع موردنیاز، مخاطبان، محدودیت‌ها و پیامدهای آن را نیز در نظر گیرد. نظریه‌های کارآفرینی بر نقش نوآوری و شناسایی فرصت در شکل‌گیری رفتار کارآفرینانه تأکید دارند (1) و توسعه ذهنیت کارآفرینانه را فرایندی مرتبط با تجربه، اقدام و یادگیری مستمر می‌دانند (2). از این رو، محیط آموزشی زمانی می‌تواند به پرورش خلاقیت کارآفرینانه کمک کند که دانش‌آموزان را با مسائل واقعی روبه‌رو سازد، برای ایده‌پردازی و آزمون راه‌حل به آنان استقلال نسبی بدهد و فرصت ارائه و دفاع از ایده‌ها را فراهم کند. این ویژگی‌ها دقیقاً با منطق یادگیری STEAM، به‌ویژه در قالب پروژه‌های واقعی، تفکر طراحی و فعالیت‌های گروهی، سازگار هستند.

در کنار ابعاد آموزشی، نقش بافت مدرسه و ذی‌نفعان نیز باید مورد توجه قرار گیرد. اجرای STEAM نیازمند معلمانی است که از دانش میان‌رشته‌ای و مهارت طراحی فعالیت‌های مسئله‌محور برخوردار باشند، مدیرانی که از تجربه و آزمون ایده‌های جدید حمایت کنند، و ساختاری که انعطاف لازم برای تغییر روش‌های ارزشیابی و سازمان‌دهی یادگیری را داشته باشد. پژوهش‌های انجام‌شده درباره اجرای STEAM نشان داده‌اند که یادگیری خلاقانه و میان‌رشته‌ای زمانی به نتایج مطلوب می‌رسد که دانش‌آموز فرصت مشارکت واقعی، همکاری، تولید محصول و بازاندیشی درباره فرایند کار خود را داشته باشد (10). همچنین پژوهش‌های مرتبط با STEAM و خلاقیت تأکید دارند که طراحی موقعیت‌هایی برای آزادی عمل، تجربه و ارائه راه‌حل‌های چندگانه می‌تواند ظرفیت خلاق فراگیران را تقویت کند (5). به همین دلیل، حمایت سازمانی، فرهنگ پذیرش خطا، دسترسی به منابع، ارتباط مدرسه با جامعه و فراهم کردن فرصت تعامل با مسائل بومی می‌توانند در موفقیت چنین مدلی نقش تعیین‌کننده داشته باشند.

مرور ادبیات موجود در عین حال آشکار می‌سازد که بخش قابل توجهی از پژوهش‌های STEAM بر بررسی پیامدهای آموزشی آن متمرکز بوده‌اند و مطالعات کمتری سازوکار منسجمی برای تبیین چگونگی شکل‌گیری نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه ارائه کرده‌اند. برخی مرورها تأکید کرده‌اند که با وجود رشد مطالعات تجربی در حوزه STEAM، هنوز نیاز به مدل‌هایی وجود دارد که روابط میان عناصر آموزشی، زمینه‌های اجرایی و پیامدهای یادگیری را به‌صورت نظام‌مند تبیین کنند (14). نتایج مرور مطالعات جدیدتر نیز نشان می‌دهد که اگرچه شواهد قابل توجهی درباره آثار مثبت STEAM بر خلاقیت، انگیزش، همکاری و حل مسئله وجود دارد، شناسایی دقیق شرایطی که این پیامدها را ایجاد یا تقویت می‌کنند همچنان یکی از حوزه‌های نیازمند پژوهش بیشتر است (15). همچنین تأکید بر نقش فناوری‌های نوظهور در STEAM، ضرورت بررسی هم‌زمان عوامل انسانی، آموزشی و سازمانی را افزایش داده است، زیرا

استفاده از فناوری بدون طراحی آموزشی مناسب لزوماً به نوآوری یا خلاقیت منجر نمی‌شود (12). در نتیجه، برای فهم جامع نقش STEAM در توسعه قابلیت‌های کارآفرینانه دانش‌آموزان، لازم است از رویکردی فراتر از سنجش ساده اثر یک مداخله آموزشی استفاده شود.

این ضرورت در دوره متوسطه اول اهمیت بیشتری می‌یابد، زیرا دانش‌آموزان در این دوره در مرحله‌ای قرار دارند که نگرش آنان نسبت به یادگیری، فناوری، آینده تحصیلی و شغلی و توانایی‌های شخصی در حال شکل‌گیری و تثبیت است. قرار دادن آنان در موقعیت‌های یادگیری اکتشافی، میان‌رشته‌ای و پروژه‌محور می‌تواند فرصت مناسبی برای تجربه خودمختاری، همکاری و خلاقیت فراهم کند. یافته‌های مرتبط با نگرش فناورانه و کارآفرینانه دانش‌آموزان نیز نشان می‌دهد که تجربه‌های آموزشی مرتبط با کار و فناوری می‌توانند با مؤلفه‌هایی مانند خلاقیت، ابتکار و نگرش کارآفرینانه ارتباط داشته باشند (13). از سوی دیگر، مطالعات مرتبط با آموزش کارآفرینی در محیط مدرسه بیانگر آن‌اند که تجربه پروژه‌های واقعی و مسئولیت‌پذیری در انجام فعالیت‌های گروهی می‌تواند یادگیری مهارت‌های کارآفرینانه را از حالت نظری خارج کرده و به تجربه عملی تبدیل کند (11). همچنین الگوهای طراحی شده در حوزه برنامه درسی کارآفرینی مبتنی بر STEAM نشان می‌دهند که تلفیق این دو حوزه می‌تواند زمینه مناسبی برای پرورش هم‌زمان مهارت‌های شناختی، اجتماعی، فناورانه و کارآفرینانه فراهم آورد (17).

از این منظر، نیاز به مدلی بومی که بتواند شرایط علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر، راهبردهای اجرایی و پیامدهای یادگیری مبتنی بر STEAM را در ارتباط با نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان تبیین کند، آشکار است. چنین مدلی می‌تواند فراتر از معرفی مجموعه‌ای از تکنیک‌های آموزشی، نشان دهد که چه عناصر و شرایطی باید در سطح کلاس، مدرسه و نظام آموزشی به‌صورت هماهنگ عمل کنند تا ظرفیت‌های STEAM به پیامدهای کارآفرینانه منجر شوند. در این چارچوب، تلفیق میان‌رشته‌ای، پروژه‌های واقعی، تفکر طراحی، فناوری، ارزشیابی فرایندی، یادگیری مشارکتی و حمایت سازمانی باید نه به‌صورت مؤلفه‌های منفک، بلکه به‌عنوان اجزای یک نظام آموزشی منسجم در نظر گرفته شوند. مرورهای انجام‌شده بر ادبیات STEAM بر ماهیت چندبعدی و یکپارچه این رویکرد تأکید کرده‌اند (4) و مفهوم‌پردازی‌های جدید نیز بر این نکته تأکید دارند که STEAM واقعی زمانی شکل می‌گیرد که حوزه‌های مختلف دانشی در خدمت حل یک مسئله مشترک و معنادار قرار گیرند (3). بر همین اساس، پژوهش حاضر در پی آن است که با تکیه بر دیدگاه متخصصان و تجربه‌های آموزشی، سازوکارهای مرتبط با پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه از طریق STEAM را در یک چارچوب منسجم شناسایی و تبیین کند.

بنابراین، هدف پژوهش حاضر ارائه و تبیین مدل یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول است.

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر از نظر اهداف، کاربردی است: زیرا پژوهشگر قصد دارد به توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص تحت عنوان ارائه الگوی یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان بپردازد. این پژوهش در زمره ی تحقیقات کیفی است و طی آن، به منظور توصیف عمیق و غنی، از دیدگاه صاحب نظران و متخصصان رشته مدیریت آموزشی و کارآفرینی نسبت به یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان و برای ارائه الگوی آن، از رابرد نظریه اده بنیاد استفاده شده است. نظریه داده بنیاد یک نظریه بر مبنای یافته های میدان مطالعه است که در آن به جای بکار بستن نظریه های کلان در مورد واقعیت خاص به خود واقعیت های ملموس مراجعه می کنند تا نظریه مناسب را برای توضیح این واقعیت ها بسازند. دو مرحله اصلی فرایند انجام این پژوهش شامل ارائه مدل یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان دوره متوسط اول کردستان و ارائه الگویی مناسب برای این مدارس می باشد. با توجه به شاخص های شناسایی شده، حجم نمونه و روش نمونه گیری هر مرحله به شرح زیر است: در بخش اول پژوهش، با توجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش و نیز با استفاده از روش نمونه گیری هدفمند و مصاحبه نیمه ساختار یافته و سپس جهت تکمیل و تایید روایی مولفه ها، با ۱۰ نفر از مدیران مدارس مقطع متوسطه، متخصصان رشته مدیریت آموزشی و اعضای هیات علمی دانشگاه استان کردستان که دارای مدرک تحصیلی دکترا و حداقل کارشناسی ارشد رشته مدیریت آموزشی، کارآفرینی، علوم تربیتی، تکنولوژی آموزشی بودند، مصاحبه نیمه ساختار یافته با سوالات پیگیرانه انجام شد. در نهایت شاخص های استخراج شده از تحلیل مصاحبه ها با توجه به اصل اشباع نظری پژوهشگر مورد تایید قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده های مستخرج از مصاحبه های انجام شده، از روش تجزیه و تحلیل داده های کیفی (تحلیل محتوای کیفی و فرایند کدگذاری) استفاده شد. فرایند تحلیل شامل انجام مصاحبه ها، تحلیل مصاحبه های انجام گرفته، کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی می باشد. در بخش دوم پژوهش، الگوی یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان با توجه به شاخص های شناسایی شده در بخش اول پژوهش، طراحی و ارائه شده؛ سپس توسط متخصصان رشته مدیریت آموزشی و کارآفرینی اعتباریابی شد. در هنگام گرد آوری داده های پژوهش همواره سوالات زیر مدنظر بوده است:

۱- مؤلفه های یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان کدامند؟

۲- شرایط علی مؤثر بر یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان کدامند؟

۳- عوامل سازمانی زمینه ساز یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان کدام

اند؟

۴- عوامل سازمانی مداخله گر یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش آموزان کدامند؟

۵- راهبردهای سازمانی مؤثر بر یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان کدامند؟

۶- پیامدهای استقرار مدیریت تغییر در ساختار یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه

دانش‌آموزان چیست؟

داده‌های گردآوری شده در سه مرحله کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی مورد تحلیل قرار گرفت. مقوله‌ها در مقایسه با مفاهیم، انتزاعی‌تر بوده و شالوده‌ساختن تئوری هستند. در مرحله کدگذاری باز، مفاهیم و مقوله‌های متن مصاحبه‌ها پیاده و شمارش شد و مطالب تکراری از آنها حذف گردید. مفاهیم شامل کلمات و عبارت‌های کوتاهی بود که محتوای مصاحبه‌ها و تجربه‌های خبرگان کلیدی را منعکس می‌ساخت. در مرحله کدگذاری محوری، مقوله‌ها از کدهای باز استخراج و کدهای محوری تشکیل گردید. در واقع در این مرحله، نظریه پرداز داده بنیاد، یک مقوله مرحله کدگذاری باز را انتخاب می‌کند و آن را در مرکز فرایندی که در حال بررسی است (به عنوان پدیده مرکزی) قرار می‌دهد و سپس دیگر مقوله‌ها را به آن مرتبط می‌سازد. به عبارتی در این مرحله داده‌هایی که در فرایند کدگذاری باز شکسته شده بودند، دوباره گردآوری می‌شوند تا یک تبیین دقیق‌تر و کامل‌تر از پدیده ارائه شود. برای این منظور مقولات و روابط میان آنها با استفاده از «الگوی کدگذاری محوری» و در قالب برجسب‌های پدیده مرکزی، شرایط علی، راهبردها، شرایط زمینه‌ای، شرایط مداخله‌گر و پیامدها طبقه‌بندی شدند (نمودار ۱).

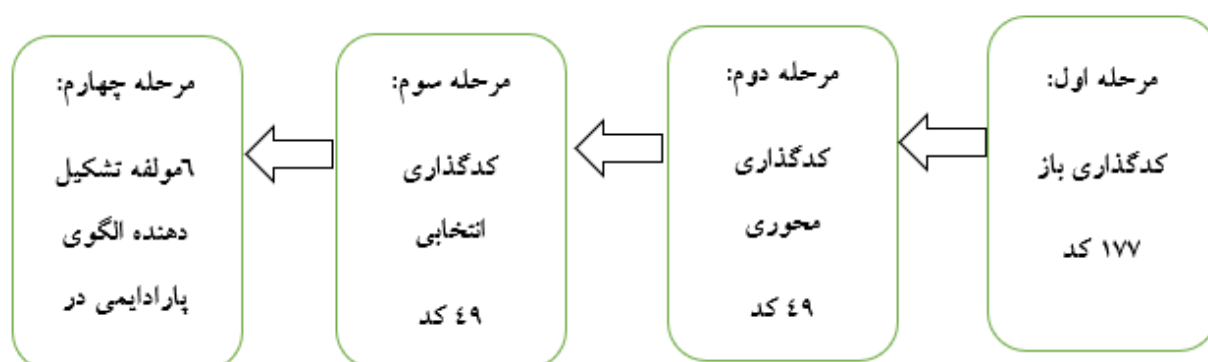
مرحله پایانی، کدگذاری انتخابی است. در این مرحله نظریه پرداز داده بنیاد، یک نظریه از روابط فی مابین مقوله‌های موجود در مدل کدگذاری محوری را به نگارش در می‌آورد. در این مرحله، با ایجاد روابط بین گروه‌ها، آنها را یکپارچه ساخته و چارچوب اولیه نظریه شکل می‌گیرد. به عبارت دیگر، این مرحله به فرایند شکل‌دهی مقوله‌های اصلی و فرعی آنها اشاره دارد.

پدیده محوری؛ مرکز فرایند در حال بررسی است که سایر مقوله‌ها به آن ربط داده می‌شوند. شرایط علی؛ مقوله‌هایی هستند که نسبت به پدیده محوری مقدم بوده و بر آن تأثیر می‌گذارند. شرایط زمینه‌ای؛ شرایط خاصی است که بر راهبردها اثر می‌گذارد. شرایط مداخله‌گر؛ شرایط عمومی است که بر راهبردها تأثیر می‌گذارد و آنها را تسهیل یا محدود و مقید می‌سازد. راهبردها؛ کنش‌ها یا برهم کنش‌هایی است که برای اداره پدیده محوری اعمال می‌شود و پیامد حاصل این کنش‌ها و برهم کنش‌ها است.

یافته‌ها

داده‌های پژوهش، حاصل کدگذاری متن مصاحبه‌ها با خبرگان کلیدی است که با هدف طراحی الگویی برای یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان و از طریق ابعاد علی، محوری، زمینه‌ای، مداخله‌ای، راهبردی و پیامدهای حاصل از کاربرد استراتژی تحلیل شده‌اند. رونوشت مصاحبه‌ها برای یافتن مقوله‌های کلی، مقوله‌های محوری و مقوله‌های فرعی به طور منظم بررسی شد. طی این فرایند کدگذاری تعداد ۱۷۷ کد باز

استخراج و از تلفیق آن ها تعداد ۴۹ کد محوری و از تلفیق آنها نیز ۱۷ کد انتخابی احصاء گردید و در شش مقوله اصلی شرایط علی (ایجاد تسهیل کننده های تغییر، مشارکت عمومی اعضا و ذی نفعان، تعیین اهداف و اولویت ها، تحلیل موجودیت فعلی)، مقوله محوری (توسعه حرفه ای مدیران و کادر اجرایی، ایجاد فرهنگ سازمانی متناسب با تغییر)، شرایط زمینه ای (رهبری قوی در سازمان، تعامل و همکاری اعضای سازمان، آمادگی سازمانی برای تغییرات)، شرایط مداخله گر (تدوین راهبردهای مناسب تغییر، تدوین قوانین متناسب با تغییرات)، راهبردها (آگاهی بخشی و ارتباطات موثر، ایجاد یک نقشه راه جامع برای تغییر، ارتقای دانش و مهارت های جدید در کارکنان) و پیامدهای مدیریت تغییر در آموزش و پرورش (بهبود کیفیت آموزش، افزایش انعطاف پذیری سازمانی، افزایش رضایتمندی ذینفعان) دسته بندی شدند.



شکل ۱: فرآیند کدگذاری و تقلیل داده ها

کدگذاری باز براساس مصاحبه ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است:

جدول (۱): خلاصه متون و کدهای استخراج شده از مصاحبه های کیفی پژوهش

کد مصاحبه شونده	سمت / نقش	سابقه (سال)	گزاره کلیدی و متن مصاحبه	کدهای محوری مرتبط
P1	دبیر علوم تجربی	۱۶	«به نظر من، یادگیری STEAM وقتی معنا پیدا می کند که دانش آموز از پشت میز بلند شود. ما در پروژه های اخیر، درس علوم را با هنر ترکیب کردیم. مثلاً دانش آموز برای درک ساختار سلول، به جای حفظ کردن، باید یک مدل سه بعدی با مواد بازیافتی می ساخت. اینجاست که یادگیری پروژه محور واقعی اتفاق می افتد و بچه یاد می گیرد که چطور علم را به یک محصول فیزیکی تبدیل کند.»	یادگیری پروژه محور، سواد علمی، تلفیق میان رشته ای، ساخت مدل فیزیکی
P2	مدیر مدرسه متوسطه اول	۲۲	«چالش اصلی ما زیرساخت است. اما حمایت مدیریتی می تواند محدودیت را کمرنگ کند. من در مدرسه ام سعی کردم فضایی ایجاد کنم که دانش آموز از اشتباه کردن نترسد. وقتی دانش آموز بداند که اگر ایده اش در مرحله نمونه سازی شکست خورد، نمره از دست نمی دهد، امنیت روانی پیدا می کند و روحیه ریسک پذیری اش تقویت می شود.»	حمایت مدیریتی، امنیت روانی در کلاس، تحمل شکست، ریسک پذیری
P3	دبیر فرهنگ و هنر	۱۲	«بسیاری فکر می کنند هنر فقط نقاشی است، اما در مدل STEAM، هنر ابزاری برای بصری سازی ایده ها است. من دیده ام که دانش آموزان وقتی می خواهند یک مسئله ریاضی پیچیده را حل کنند، اگر از رویکرد تفکر طراحی استفاده کنند و ایده را ابتدا نقاشی یا مدل سازی کنند، قدرت حل مسئله شان به شدت بالا می رود. این یعنی تلفیق منطقی و خلاقیت.»	سواد هنری، بصری سازی ایده ها، تفکر طراحی، حل مسئله خلاقانه

P۴	کارشناس آموزش متوسطه	۲۵	«ما باید بپذیریم که نظام ارزیابی سنتی، سد راه نوآوری است. در خط‌مشی‌گذاری ارزشیابی فرایندی، آموزشی جدید، باید به سمت ارزشیابی فرایندی برویم. STEAM به ما یاد می‌دهد که به جای نمره پایان ترم، به مسیر پرسشگری دانش‌آموز نمره بدهیم. دانش‌آموزی که یاد بگیرد چطور فرصت‌شناسی کند و برای یک نیاز محلی در شهر بانه، یک راهکار فناورانه ارائه دهد، در واقع یک کارآفرین آینده است.»	ارزشیابی فرایندی، خط‌مشی‌گذاری آموزشی، پرسشگری، فرصت‌شناسی بومی
P۵	دبیر ریاضی	۱۴	«ریاضی همیشه برای بچه‌ها خشک بوده. اما وقتی ریاضی را در قالب مهندسی و ساخت پروتوتایپ وارد کلاس کردیم، ورق برگشت. دانش‌آموز وقتی می‌بیند برای ساخت یک پل ماکتی، باید محاسبات دقیق انجام دهد، پیوند میان دانش تئوری و مهارت عملی را درک می‌کند. این کار تیمی، ناخودآگاه مهارت‌های بین‌فردی آن‌ها را هم رشد می‌دهد.»	سواد ریاضی، سواد مهندسی، پیوند تئوری و عمل، مهارت‌های بین‌فردی (کار تیمی)
P۶	دبیر کار و فناوری	۱۸	«من روی سواد فناورانه تأکید دارم. در کلاس من، بچه‌ها یاد می‌گیرند که تبلت و موبایل فقط برای بازی نیست، بلکه ابزاری برای خلق ایده است. وقتی دانش‌آموز یاد می‌گیرد با یک نرم‌افزار ساده، مراحل کارش را مستندسازی کند و در نهایت از طرحش دفاع کند، در واقع دارد تمرین قدرت اقناع و دفاع از ایده می‌کند که رکن اصلی کارآفرینی است.»	سواد فناوری، مستندسازی ایده، قدرت اقناع و دفاع، خودکارآمدی کارآفرینانه
P۷	مشاور مدرسه	۹	«یکی از پیامدهای مهم این نوع یادگیری، بالا رفتن تاب‌آوری است. بچه‌های امروز زود ناامید می‌شوند. اما در پروژه‌های STEAM، چون کار تیمی است و با خطا همراه است، دانش‌آموز یاد می‌گیرد که چطور با بازخورد گرفتن، کارش را اصلاح کند. این انگیزه درونی برای یادگیری اکتشافی، اعتمادبه‌نفس آن‌ها را برای ورود به بازار کار آینده بالا می‌برد.»	تاب‌آوری تحصیلی، بازخورد، اصلاحی، انگیزه درونی، اعتمادبه‌نفس (خودباوری)
P۸	راهبر آموزشی منطقه	۱۹	«ما در منطقه خودمان پتانسیل‌های کشاورزی زیادی داریم. من دانش‌آموزان را تشویق کردم که با رویکرد STEAM، برای حل مسائل محلی مثل سیستم‌های آبیاری ساده ایده بدهند. این یعنی بومی‌سازی پروژه‌ها. وقتی دانش‌آموز می‌بیند ایده او در دنیای واقعی کاربرد دارد، نگرش مثبت به کارآفرینی در او نهادینه می‌شود.»	بومی‌سازی پروژه‌ها، حل مسائل محلی، نگرش مثبت به کارآفرینی، ارزش‌آفرینی
P۹	کارآفرین مدعو	۱۵	«من وقتی به دعوت مدرسه در جمع دانش‌آموزان حاضر شدم، تعجب کردم. آن‌ها درباره نیازهای بازار و مدیریت منابع سوال می‌پرسیدند. این نشان می‌دهد که درگیری در پروژه‌های علمی و هنری، ذهن آن‌ها را سیستمی کرده است. پیوند مدرسه با جامعه و صنعت، حلقه‌ای است که می‌تواند نوآوری دانش‌آموزی را به ثروت تبدیل کند.»	تفکر سیستمی، پیوند مدرسه با جامعه، شناخت نیاز بازار، نوآوری ثروت‌آفرین
P۱۰	دبیر فیزیک و فعال پژوهش‌سرا	۲۱	«در پژوهش‌سرا، ما روی تفکر واگرا کار می‌کنیم. از دانش‌آموز می‌خواهیم برای یک مشکل، ۱۰ راه حل بدهد. یادگیری STEAM به دانش‌آموز یاد می‌دهد که به یک پدیده از زوایای مختلف نگاه کند. این همان ذهنیت نوآور است که ما برای توسعه استان کردستان و کشور به آن نیاز داریم. تلفیق فناوری با مهارت‌های دستی، معجزه می‌کند.»	تفکر واگرا، ذهنیت نوآور، توسعه منطقه‌ای (کردستان)، تلفیق دست و ذهن

جدول (۲): مفاهیم استخراج شده از کدگذاری محوری

ردیف	مفاهیم (کدهای محوری)	ردیف	مفاهیم (کدهای محوری)
۱	تلفیق هنر در آموزش علوم و ریاضی	۲۶	تشویق به پرسشگری و کنجکاوی علمی
۲	یادگیری مبتنی بر پروژه‌های واقعی (PBL)	۲۷	استفاده از ابزارهای دیجیتال در خلق ایده
۳	رویکرد حل مسئله در طراحی آموزشی	۲۸	مهارت در تحلیل داده‌های محیطی
۴	تفکر طراحی (Design Thinking) در کلاس	۲۹	توانایی مدل‌سازی و ساخت پروتوتایپ
۵	همکاری تیمی در انجام فعالیت‌های STEAM	۳۰	تفکر انتقادی در مواجهه با چالش‌ها
۶	ارتباط مفاهیم درسی با مشاغل آینده	۳۱	ایجاد فضای ایمن برای شکست و تجربه
۷	تقویت تخیل و بصری‌سازی ایده‌ها	۳۲	سواد فناورانه و کاربرد آن در نوآوری
۸	تشویق به نوآوری در روش‌های اجرا	۳۳	انگیزه درونی برای یادگیری اکتشافی
۹	خودکارآمدی در انجام وظایف دشوار	۳۴	مهارت‌های ارتباطی در ارائه نتایج پروژه
۱۰	ریسک‌پذیری در پیاده‌سازی ایده‌های نو	۳۵	یادگیری خودراهبر و مستقل

۱۱	تاب‌آوری در برابر موانع کارآفرینانه	۳۶	استفاده از مواد بازیافتی در ساخت مدل‌ها
۱۲	شناسایی فرصت‌های محیطی توسط دانش‌آموز	۳۷	ترکیب منطق ریاضی با خلاقیت هنری
۱۳	سواد مالی و مدیریت منابع محدود	۳۸	توسعه مهارت‌های رهبری در کار گروهی
۱۴	انعطاف‌پذیری در تفکر و عمل	۳۹	توجه به زیبایی‌شناسی در محصولات تولیدی
۱۵	استقلال در تصمیم‌گیری برای پروژه	۴۰	پیوند میان دانش تئوری و مهارت عملی
۱۶	تفکر واگرا در یافتن راه‌حل‌های متعدد	۴۱	ارتقای اخلاق حرفه‌ای و مسئولیت‌پذیری
۱۷	استفاده از تکنولوژی برای حل مسائل محلی	۴۲	کنکاش در پدیده‌های پیرامون با نگاه علمی
۱۸	ساختار شکنی در الگوهای ذهنی سنتی	۴۳	بهینه‌سازی ایده‌ها بر اساس بازخوردها
۱۹	مهارت‌های بین‌فردی در تعاملات کاری	۴۴	مدیریت زمان در فرایند تولید محصول
۲۰	قدرت اقناع و دفاع از ایده نوآورانه	۴۵	نگرش مثبت به کارآفرینی و اشتغال‌زایی
۲۱	توجه به نیازهای بازار و جامعه در طرح‌ها	۴۶	درک اهمیت مالکیت فکری و معنوی
۲۲	خلاقیت در بازطراحی ابزارهای موجود	۴۷	مهارت در مستندسازی مراحل کار
۲۳	توانایی تبدیل تهدید به فرصت (خلاقیت)	۴۸	پشتکار در نهایی‌سازی پروژه‌های STEAM
۲۴	نگرش سیستمی به اجزای یک پدیده	۴۹	چشم‌اندازسازی برای آینده شغلی
۲۵	خودارزیایی و نقد عملکرد شخصی		

پدیده مورد نظر، ایده و فکر محوری، حادثه، اتفاق یا واقعه‌ای است که جریان کنش‌ها و واکنش‌ها به سوی آن رهنمون می‌شوند تا آن را اداره، کنترل و یا به آن پاسخ دهند. پدیده محوری با این سؤال اصلی همراه است که داده‌ها به چه چیزی دلالت می‌کنند؟ مقوله محوری ایده (انگاره، تصور) یا پدیده‌ای است که اساس و محور فراگرد است. این مقوله همان عنوانی (نام یا برجسب مفهومی) است که برای چارچوب یا طرح به وجود آمده در نظر گرفته می‌شود. مقوله‌ای که به عنوان مقوله محوری انتخاب می‌شود باید به قدر کافی انتزاعی بوده و بتوان سایر مقولات اصلی را به آن ربط داد. این مرحله عبارت است از فراگرد انتخاب دسته بندی، اصلی مرتبط کردن سیستماتیک آن با دیگر دسته‌بندی‌ها، تأیید اعتبار این روابط و تکمیل دسته‌بندی‌هایی که نیاز به اصلاح و توسعه بیشتری دارند. در جدول ۳ مقوله‌ها و مفاهیم استخراج شده در مرحله کدگذاری انتخابی گزارش گردیده است.

جدول (۳): مقوله‌ها و مفاهیم استخراج شده در کدگذاری انتخابی

ردیف	نوع عامل	مفاهیم	کدهای ثانویه
۱		یادگیری مبتنی بر پروژه‌های واقعی	تعریف پروژه‌های مسئله‌محور مرتبط با زندگی واقعی
۲		رویکرد حل مسئله در طراحی آموزشی	آموزش گام‌های حل مسئله (تعریف مسئله، ایده‌پردازی، آزمون)
۳		تفکر طراحی در کلاس	همدلی، تعریف مسئله، ایده‌پردازی، نمونه‌سازی، آزمون
۴		مسئله‌محوری و پیوند با مسائل محلی/منطقه‌ای	انتخاب چالش‌های بومی (مدرسه/محله/استان) برای پروژه‌ها
۵		تلفیق میان‌رشته‌ای در یادگیری	ادغام علوم، ریاضی، هنر، فناوری و مهندسی در فعالیت‌ها
۶		ارتباط مفاهیم درسی با مشاغل آینده	معرفی مسیرهای شغلی/مهارتی مرتبط با پروژه‌ها
۷	شرایط علی	استفاده از فناوری‌های آموزشی و دیجیتال	به‌کارگیری ابزارهای دیجیتال در طراحی/ارائه/آزمایش ایده
۸		ایجاد فرصت‌های ارائه، نمایش و دفاع از ایده	برگزاری نمایشگاه/ارائه کلاسی/داوری ایده‌ها
۹		ارزشیابی فرایندی و چندبعدی	سنجش مبتنی بر فرایند، محصول، تیم‌کاری و خلاقیت

۱۰	توانمندسازی نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه	شکل‌گیری شایستگی‌های ایده‌پردازی، نمونه‌سازی و دانش‌آموزان از طریق یادگیری مبتنی بر ارزش‌آفرینی	STEAM
۱۱	تقویت خلاقیت و ایده‌پردازی	تولید ایده‌های متعدد و بدیع برای یک مسئله	مقوله محوری
۱۲	تفکر واگرا در یافتن راه‌حل‌های متعدد	ارائه راه‌حل‌های متنوع و جایگزین	
۱۳	تقویت تخیل و بصری‌سازی ایده‌ها	ترسیم/مدل‌سازی ذهنی برای تبدیل ایده به طرح	
۱۴	توانایی تبدیل ایده به محصول (نمونه‌سازی)	ساخت پروتوتایپ/ماکت/نسخه آزمایشی	
۱۵	یادگیری از خطا و بازخورد مستمر	بازطراحی ایده بر اساس بازخورد و آزمون	شرایط زمینه‌ای
۱۶	بازطراحی فضای یادگیری و امکانات مدرسه	فراهم‌سازی فضای کارگاهی/آزمایشگاهی/سازنده‌محور	
۱۷	دسترسی به منابع و تجهیزات آموزشی	تأمین ابزار، مواد، کیت‌ها و امکانات حداقلی	
۱۸	فرهنگ مدرسه در حمایت از نوآوری	پذیرش ایده‌های نو و حمایت از تجربه‌گری	
۱۹	امنیت روانی برای بیان ایده‌ها	اجازه اشتباه، احترام به ایده‌ها، کاهش ترس از قضاوت	شرایط مداخله‌گر
۲۰	زمان و انعطاف برنامه درسی	پیش‌بینی زمان پروژه و انعطاف در اجرای فعالیت‌ها	
۲۱	بومی‌سازی پروژه‌های STEAM	متناسب‌سازی پروژه‌ها با نیازها و ظرفیت‌های کردستان	
۲۲	تعامل مدرسه با خانواده و جامعه	مشارکت خانواده/کارآفرینان محلی/نهادهای بیرونی	
۲۳	حمایت مدیریتی و نهادی	پشتیبانی مدیر، سیاست‌های مدرسه، تأمین منابع و مجوزها	شرایط مداخله‌گر
۲۴	توانمندسازی حرفه‌ای معلمان	آموزش STEAM، طراحی پروژه و تسهیل‌گری یادگیری	
۲۵	نگرش و انگیزش معلمان نسبت به STEAM	باور به اثربخشی STEAM و تمایل به اجرای آن	
۲۶	همکاری بین معلمان (تدریس مشارکتی)	طراحی مشترک درس/پروژه و تقسیم نقش‌ها	
۲۷	چالش‌های ارزیابی و سنجش سنتی	مقاومت در برابر ارزشیابی عملکردی و پروژه‌محور	راهبردها
۲۸	محدودیت‌های زیرساختی/بودجه‌ای	کمبود تجهیزات، فضا، اینترنت یا منابع مالی	
۲۹	قوانین و الزامات اجرایی مدرسه	محدودیت‌های اداری و برنامه‌ای که اجرای پروژه را دشوار می‌کند	
۳۰	اجرای یادگیری پروژه‌محور	طراحی، اجرا و مدیریت چرخه پروژه‌های STEAM	
۳۱	تشکیل تیم‌های دانش‌آموزی و نقش‌دهی	تقسیم نقش (رهبر، طراح، سازنده، ارائه‌دهنده)	پایامدها
۳۲	تسهیل‌گری معلم به جای تدریس مستقیم	هدایت پرسش‌ها، منابع و بازخورد به جای پاسخ آماده	
۳۳	تمرین پرسشگری و کنجکاوی علمی	تولید سؤال، فرضیه‌سازی و مشاهده‌محوری	
۳۴	تقویت تفکر انتقادی و تصمیم‌گیری	ارزیابی راه‌حل‌ها با معیارها و انتخاب بهترین گزینه	
۳۵	استفاده از ابزارهای دیجیتال برای خلق/ارائه	تولید محتوا، شبیه‌سازی، ارائه چندرسانه‌ای	پایامدها
۳۶	مستندسازی فرایند کار	ثبت مراحل، مشکلات، اصلاحات و نتایج پروژه	
۳۷	برگزاری رویدادهای ارائه و نمایش دستاورد	جشنواره/نمایشگاه/داوری و ارائه عمومی	
۳۸	بازخورددهی ساختارمند و تکرارشونده	استفاده از چک‌لیست/روبرک و بازخورد مرحله‌ای	
۳۹	پیوند با کارآفرینان/صنعت/جامعه محلی	دعوت از خبره، بازدید، یا حل مسئله واقعی بیرون مدرسه	پایامدها
۴۰	افزایش نوآوری دانش‌آموزان	تولید راه‌حل‌ها و محصولات جدید/بهرتر	
۴۱	افزایش خلاقیت کارآفرینانه	ایده‌پردازی ارزش‌آفرین و قابل تبدیل به محصول/خدمت	
۴۲	ارتقای خودکارآمدی و اعتمادبه‌نفس	باور به توان انجام کارهای دشوار و ارائه عمومی	
۴۳	افزایش ریسک‌پذیری و تاب‌آوری	استمرار در کار با وجود شکست و اصلاح مداوم	پایامدها
۴۴	ارتقای مهارت حل مسئله	توانایی تعریف مسئله و انتخاب راه‌حل اثربخش	
۴۵	ارتقای مهارت‌های همکاری و ارتباطی	تعامل تیمی، گفت‌وگو و ارائه/اقناع	
۴۶	بهبود سواد فناورانه	استفاده هدفمند از فناوری برای یادگیری و ساخت	
۴۷	افزایش انگیزش و درگیری تحصیلی	مشارکت فعال، علاقه به یادگیری و پیگیری پروژه	پایامدها
۴۸	تقویت نگرش مثبت به کارآفرینی	گرایش به ارزش‌آفرینی، اشتغال‌زایی و آینده‌نگری شغلی	
۴۹	آمادگی برای مسیرهای تحصیلی/شغلی آینده	شناخت مشاغل و مهارت‌های موردنیاز آینده	

چهار مولفه اصلی شامل «یادگیری مبتنی بر پروژه و مسئله‌های واقعی»، «تلفیق میان‌رشته‌ای در فرایند یادگیری»، «کاربست فناوری و ابزارهای نوین آموزشی» و «ارزشیابی فرایندی و فرصت ارائه ایده‌ها» به‌عنوان علل موجد این فرایند شناسایی شدند. تحلیل داده‌های کیفی نشان داد که سه عامل کلیدی «حمایت و رهبری آموزشی»، «تعامل و همکاری میان ذی‌نفعان آموزشی» و «آمادگی بستر مدرسه برای اجرای *STEAM*» تشکیل‌دهنده شرایط زمینه‌ای این فرایند هستند. در این پژوهش، دو مقوله کلی «تدوین سازوکارهای حمایتی و انگیزشی» و «تنظیم قوانین و دستورالعمل‌های متناسب با اجرای *STEAM*» به‌عنوان عوامل مداخله‌گر شناسایی شدند. برای استقرار اثربخش یادگیری مبتنی بر *STEAM* در جهت پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان، سه راهبرد اصلی شامل «آگاهی‌بخشی و ترویج فرهنگ نوآورانه»، «طراحی و اجرای برنامه‌های یادگیری هدفمند» و «ارتقای دانش و مهارت‌های معلمان و دانش‌آموزان» شناسایی شد. تحلیل نهایی داده‌های کیفی نشان داد که در صورت اجرای اثربخش یادگیری مبتنی بر *STEAM*، فرایند آموزشی در مدرسه با سه پیامد عمده همراه خواهد بود: «بهبود کیفیت یادگیری»، «افزایش نوآوری و خلاقیت دانش‌آموزان» و «تقویت نگرش و شایستگی کارآفرینانه».



شکل ۲: الگوی پارادایمی ارائه مدل یادگیری مبتنی بر *STEAM* در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان

مقطع متوسطه اول

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل یادگیری مبتنی بر STEAM در پرورش نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول انجام شد. یافته‌های حاصل از تحلیل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و فرایند کدگذاری نشان داد که پدیده محوری مدل، «توانمندسازی نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه دانش‌آموزان از طریق یادگیری مبتنی بر STEAM» است. در مدل نهایی، چهار مؤلفه «یادگیری مبتنی بر پروژه و مسئله‌های واقعی»، «تلفیق میان‌رشته‌ای در فرایند یادگیری»، «کاربست فناوری و ابزارهای نوین آموزشی» و «ارزشیابی فرایندی و ایجاد فرصت ارائه ایده‌ها» در قالب شرایط علی شناسایی شدند. همچنین، «حمایت و رهبری آموزشی»، «تعامل و همکاری میان ذی‌نفعان آموزشی» و «آمادگی بستر مدرسه برای اجرای STEAM» شرایط زمینه‌ای مدل را تشکیل دادند. شرایط مداخله‌گر نیز در قالب سازوکارهای حمایتی و انگیزشی و قوانین و دستورالعمل‌های متناسب با اجرای STEAM تبیین شد. در بخش راهبردها، آگاهی‌بخشی و ترویج فرهنگ نوآوران، طراحی و اجرای برنامه‌های یادگیری هدفمند و ارتقای دانش و مهارت‌های معلمان و دانش‌آموزان شناسایی شد و در نهایت، بهبود کیفیت یادگیری، افزایش نوآوری و خلاقیت دانش‌آموزان و تقویت نگرش و شایستگی کارآفرینانه به عنوان پیامدهای اصلی مدل استخراج شدند.

نخستین یافته مهم پژوهش، نقش بنیادین یادگیری مبتنی بر پروژه و مسئله‌های واقعی در شکل‌گیری نوآوری و خلاقیت کارآفرینانه بود. بر اساس مدل به‌دست‌آمده، زمانی که دانش‌آموزان به‌جای دریافت منفعلانه اطلاعات درگیر تعریف مسئله، ایده‌پردازی، طراحی، ساخت، آزمون و اصلاح راه‌حل می‌شوند، فرصت بیشتری برای شکل‌دهی به تفکر خلاق و رفتارهای کارآفرینانه پیدا می‌کنند. این یافته با نتایج حسین‌نژاد و همکاران همسو است که نشان دادند آموزش مهارت‌های کارآفرینی در قالب پروژه‌های کلاسی می‌تواند مسئولیت‌پذیری، همکاری، اعتمادبه‌نفس، حل مسئله و توانایی تصمیم‌گیری دانش‌آموزان را توسعه دهد (11). همچنین، این نتیجه با دیدگاه هیسریچ و همکاران سازگار است که کارآفرینی را فرایندی مبتنی بر تشخیص فرصت، خلق ارزش، نوآوری و تبدیل ایده به عمل می‌دانند (1). از این منظر، پروژه‌های STEAM می‌توانند نوعی محیط تمرینی برای رفتار کارآفرینانه فراهم آورند؛ زیرا دانش‌آموز باید مسئله‌ای را درک کند، راه‌حل‌های مختلف ایجاد نماید، منابع موجود را مدیریت کند و برای ارائه یک محصول یا راه‌حل قابل دفاع تلاش کند. کراتکو نیز تأکید دارد که ذهنیت کارآفرینانه بیش از آنکه با انتقال نظری مفاهیم شکل گیرد، از طریق تجربه، اقدام، آزمون و یادگیری از پیامدهای تصمیم‌ها توسعه می‌یابد (2). بنابراین، یافته حاضر نشان می‌دهد که پروژه‌محوری در STEAM نه صرفاً یک روش تدریس، بلکه سازوکاری برای پیوند میان یادگیری مدرسه‌ای و قابلیت‌های مورد نیاز برای کنش خلاق و کارآفرینانه است.

یافته دیگر پژوهش بر نقش تلفیق میان‌رشته‌ای در پرورش خلاقیت و نوآوری تأکید داشت. در مدل حاضر، ادغام علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات به‌عنوان یکی از عوامل علی اصلی شناسایی شد. این یافته با نتایج رودریگز-سیلوا و آلسینا همسو است که STEAM را نه کنار هم قرار دادن چند درس، بلکه رویکردی یکپارچه برای حل مسائل واقعی از طریق ترکیب دانش و

مهارت‌های رشته‌های مختلف معرفی می‌کنند (3). در تبیین این یافته می‌توان گفت که مسائل واقعی زندگی معمولاً ماهیتی تک‌رشته‌ای ندارند و حل آن‌ها مستلزم استفاده هم‌زمان از منطق علمی، محاسبات ریاضی، ابزارهای فناورانه، اصول مهندسی و تخیل هنری است. هنگامی که دانش‌آموز در چنین موقعیت‌هایی قرار می‌گیرد، مجبور است ارتباط میان حوزه‌های دانشی را کشف کند و از دانش آموخته‌شده در زمینه‌ای متفاوت استفاده نماید. مرور ادبیات STEAM نیز نشان می‌دهد که همین یکپارچگی میان رشته‌ای یکی از عناصر اساسی این رویکرد و زمینه‌ای برای توسعه خلاقیت، مشارکت فعال و مهارت حل مسئله است (4). همچنین، چراغی و همکاران در طراحی چارچوب برنامه درسی کارآفرینی مبتنی بر STEAM بر مؤلفه‌هایی مانند کاوشگری، آفرینش، توسعه مهارت‌های نرم و محیط یادگیری یکپارچه تأکید کرده‌اند (17). بنابراین، تلفیق رشته‌ها می‌تواند دانش‌آموز را از الگوهای خطی و بسته تفکر خارج کرده و به او امکان دهد مسئله را از زوایای گوناگون مشاهده کند.

نقش تفکر طراحی، ایده‌پردازی، نمونه‌سازی و یادگیری از خطا نیز در یافته‌های پژوهش برجسته بود. در مدل استخراج‌شده، توانایی تولید ایده‌های متعدد، تفکر واگرا، تخیل و بصری‌سازی ایده‌ها، تبدیل ایده به نمونه اولیه و اصلاح آن بر اساس بازخورد از مؤلفه‌های مرتبط با پدیده محوری محسوب شدند. این نتیجه با دیدگاه رازوک و شوت درباره تفکر طراحی همخوانی دارد؛ آنان تفکر طراحی را فرایندی می‌دانند که از درک مسئله آغاز می‌شود و از طریق ایده‌پردازی، نمونه‌سازی، آزمون و بازنگری به ایجاد راه‌حل‌های قابل استفاده منجر می‌شود (7). هنریکسن نیز نشان می‌دهد که استفاده از تفکر طراحی در STEAM موجب می‌شود خلاقیت از جایگاه یک فعالیت فرعی خارج شده و به بخش اصلی فرایند یادگیری تبدیل شود (8). در تبیین یافته حاضر می‌توان گفت که خلاقیت کارآفرینانه هنگامی تقویت می‌شود که دانش‌آموز صرفاً به دنبال یافتن «پاسخ صحیح» نباشد، بلکه اجازه داشته باشد پاسخ‌های مختلف ایجاد کند، برخی از آن‌ها را بیازماید و بر اساس تجربه و بازخورد، راه‌حل خود را اصلاح نماید. این دیدگاه با تأکید بگتو بر ایجاد محیط آموزشی پذیرای عدم قطعیت، خطا و پاسخ‌های بدیل همسو است (6). همچنین، هنریکسن بر ارتباط نزدیک میان تفکر طراحی، خلاقیت و یادگیری STEAM تأکید کرده و نشان می‌دهد که چرخه مستمر طراحی و بازطراحی می‌تواند انعطاف شناختی و خلاقیت فراگیران را توسعه دهد (9).

یافته‌های پژوهش همچنین نشان دادند که کاربری فناوری و ابزارهای دیجیتال یکی دیگر از عوامل مهم در تحقق یادگیری STEAM است. فناوری در مدل حاضر تنها وسیله‌ای برای انتقال محتوای آموزشی نیست، بلکه ابزاری برای طراحی، مدل‌سازی، آزمایش، مستندسازی، خلق محصول و ارائه ایده محسوب می‌شود. این یافته با نتایج لیوی و همکاران مطابقت دارد که در مرور نظام‌مند خود نشان دادند استفاده از فناوری‌های نوظهور در محیط‌های STEAM می‌تواند مشارکت فعال، یادگیری اکتشافی، تفکر انتقادی، حل مسئله و خلاقیت را توسعه دهد (12). علاوه بر این، محمودی و همکاران رابطه معناداری میان نگرش مثبت به درس کار و فناوری و متغیرهایی مانند خودکارآمدی فناورانه، خلاقیت، ابتکار و نگرش کارآفرینانه گزارش کردند (13). این همسویی نشان می‌دهد که فناوری

زمانی بیشترین ارزش آموزشی را دارد که دانش آموز از آن برای تولید، آزمایش و ارائه ایده استفاده کند. از این رو، تجهیز مدرسه به فناوری بدون طراحی فعالیتهای معنادار کافی نیست؛ بلکه باید ابزار دیجیتالی به بخشی از فرایند حل مسئله و خلق ارزش تبدیل شود.

یکی دیگر از یافته‌های مهم، اهمیت ارزشیابی فرایندی، فرصت ارائه ایده و دریافت بازخورد بود. مدل پژوهش نشان داد که سنجش صرفاً نتیجه نهایی یا محصول دانش آموز نمی‌تواند با ماهیت خلاق و تجربی STEAM سازگار باشد و باید فرایند تلاش، تیم کاری، ایده پردازی، اصلاح خطا و کیفیت ارائه نیز مورد توجه قرار گیرد. این یافته با مطالعه هرو و همکاران همسو است که بر ضرورت سنجش همکاری دانش آموزان در فعالیتهای STEAM و توجه به فرایند تعامل گروهی تأکید کردند (10). همچنین، پژوهش آگیلا و اورتیز-رویال نشان می‌دهد که STEAM ظرفیت قابل توجهی برای رشد خلاقیت، تفکر واگرا و انعطاف پذیری شناختی دارد (5). از منظر تبیینی، اگر نظام ارزشیابی تنها بر پاسخ استاندارد و نتیجه نهایی تأکید کند، دانش آموز ممکن است از تجربه راه حل های جدید، پذیرش ریسک و آزمون ایده های بدیع اجتناب کند. در مقابل، ارزشیابی فرایندی با پذیرش خطا به عنوان بخشی از یادگیری و ایجاد فرصت برای ارائه و دفاع از ایده ها می تواند امنیت روانی، اعتماد به نفس و ریسک پذیری دانش آموز را افزایش دهد.

بخش دیگری از یافته ها به شرایط زمینه ای مدل مربوط بود. حمایت و رهبری آموزشی، تعامل و همکاری میان ذی نفعان و آمادگی بستر مدرسه از عوامل اساسی اجرای موفق STEAM شناسایی شدند. این یافته نشان می دهد که حتی یک برنامه آموزشی مناسب نیز در صورت نبود حمایت مدیریتی، زمان کافی، فضای مناسب، تجهیزات و فرهنگ سازمانی پذیرای نوآوری ممکن است به نتایج مطلوب نرسد. این نتیجه با مدل مدرسه کارآفرین غفرانی و همکاران همخوانی دارد که در آن فرهنگ مدرسه، مدیریت آموزشی، یادگیری تجربی و تعامل با محیط از عناصر اساسی توسعه شایستگی های کارآفرینانه معرفی شده اند (16). همچنین مرور پریگنات و کتز-بوئینکانترو نشان داد که اجرای STEAM تحت تأثیر ساختار برنامه درسی، توانمندی معلمان، منابع، نوع طراحی فعالیت و زمینه مدرسه قرار دارد (14). بنابراین، اجرای STEAM را نمی توان صرفاً مسئولیت یک معلم یا یک درس دانست؛ بلکه موفقیت آن نیازمند مشارکت مدیریت مدرسه، معلمان رشته های مختلف، خانواده، جامعه محلی و سایر ذی نفعان است.

در همین ارتباط، یافته های پژوهش نقش امنیت روانی، فرهنگ حمایت از نوآوری و امکان تجربه شکست را برجسته ساختند. ایجاد محیطی که دانش آموز بتواند بدون ترس از تمسخر یا پیامدهای منفی ایده خود را مطرح کند، یکی از پیش شرط های اساسی خلاقیت است. این نتیجه با دیدگاه بگتو سازگار است که تدریس برای خلاقیت را نیازمند فضایی می داند که در آن ابهام، پاسخ های غیرمنتظره و اشتباه های سازنده پذیرفته شوند (6). در چنین محیطی، شکست یک پروژه پایان یادگیری نیست، بلکه اطلاعاتی برای اصلاح ایده فراهم می کند. این مسئله برای خلاقیت کارآفرینانه اهمیت ویژه ای دارد، زیرا کارآفرینی ذاتاً با عدم قطعیت، آزمون، بازخورد و بازطراحی همراه است (2). بنابراین، یافته های پژوهش حاضر بر ضرورت تغییر نگرش مدرسه از کنترل خطا به استفاده آموزشی از خطا دلالت دارد.

یافته‌های مربوط به شرایط مداخله‌گر نیز نشان دادند که حمایت نهادی، توانمندسازی حرفه‌ای معلمان، نگرش معلمان نسبت به STEAM، همکاری بین معلمان و همچنین محدودیت‌های زیرساختی، مالی و مقرراتی می‌توانند اجرای مدل را تسهیل یا محدود کنند. این نتیجه با یافته‌های بیم و همکاران همسو است که در مرور نظام‌مند خود علاوه بر آثار مثبت STEAM بر خلاقیت، نوآوری و حل مسئله، بر اهمیت کیفیت طراحی برنامه، آمادگی معلم و زمینه اجرای آن تأکید کردند (15). همچنین، نتایج لیوی و همکاران نشان داد که فناوری به‌خودی‌خود عامل تضمین‌کننده موفقیت STEAM نیست و معلمان باید توانایی ادغام فناوری با اهداف آموزشی و مسئله‌های واقعی را داشته باشند (12). از این منظر، توسعه حرفه‌ای معلمان باید فراتر از آموزش کار با ابزارها باشد و مهارت طراحی پروژه، تسهیلگری، ارزشیابی عملکردی، تدریس میان‌رشته‌ای و هدایت تیم‌های دانش‌آموزی را نیز دربر گیرد.

در بخش راهبردها، آگاهی‌بخشی و ترویج فرهنگ نوآورانه، طراحی برنامه‌های یادگیری هدفمند و ارتقای دانش و مهارت معلمان و دانش‌آموزان از مهم‌ترین راهکارهای شناسایی‌شده بودند. همچنین، یافته‌های تفصیلی مدل بر تشکیل تیم‌های دانش‌آموزی، تسهیلگری معلم به‌جای تدریس مستقیم، تمرین پرسشگری، تقویت تفکر انتقادی، استفاده از ابزارهای دیجیتال، مستندسازی مراحل کار، ارائه عمومی دستاوردها، بازخورد مستمر و ارتباط با کارآفرینان و جامعه محلی تأکید داشتند. چنین راهبردهایی با ماهیت یادگیری STEAM که بر مشارکت فعال و یادگیری مبتنی بر تجربه استوار است همخوانی دارند. گارسیا فوئنتس و همکاران نیز در مرور ادبیات STEAM بر اهمیت یادگیری فعال، تلفیق دانش و توسعه مهارت‌های قرن بیست‌ویکم تأکید کرده‌اند (4). از سوی دیگر، چارچوب چراغی و همکاران نشان می‌دهد که تلفیق آموزش کارآفرینی و STEAM باید همراه با محیط یادگیری مناسب، کاوشگری، مهارت‌های نرم و ارزشیابی مهارت‌محور باشد (17). این همسویی بیانگر آن است که پرورش خلاقیت کارآفرینانه نیازمند تغییر هم‌زمان در محتوا، روش تدریس، نقش معلم و شیوه ارزشیابی است.

در نهایت، پیامدهای مدل در سه حوزه بهبود کیفیت یادگیری، افزایش نوآوری و خلاقیت و تقویت نگرش و شایستگی کارآفرینانه آشکار شد. در سطح تفصیلی نیز افزایش خودکارآمدی، اعتمادبه‌نفس، ریسک‌پذیری، تاب‌آوری، حل مسئله، مهارت‌های ارتباطی، سواد فناورانه، انگیزش تحصیلی و آمادگی برای مسیرهای آینده از پیامدهای اجرای STEAM بودند. این یافته‌ها با مرور نظام‌مند آگیلا و اورتیز-روبال درباره نقش STEAM در توسعه خلاقیت همسو است (5) و با نتایج بیم و همکاران درباره اثر این رویکرد بر خلاقیت، نوآوری، انگیزش، همکاری و حل مسئله تطابق دارد (15). همچنین، از منظر کارآفرینی، توسعه خودکارآمدی، ابتکار، توانایی تشخیص فرصت و گرایش به خلق ارزش از عناصر مهم شکل‌گیری ذهنیت کارآفرینانه محسوب می‌شوند (1). بر این اساس، مدل پژوهش حاضر نشان می‌دهد که STEAM می‌تواند پلی میان یادگیری مدرسه‌ای و توسعه شایستگی‌های مورد نیاز برای آینده تحصیلی، شغلی و اجتماعی دانش‌آموزان ایجاد کند. در مجموع، نتایج بیانگر آن است که اثربخشی STEAM حاصل عملکرد یک مؤلفه منفرد نیست، بلکه نتیجه تعامل نظام‌مند میان طراحی آموزشی مسئله‌محور، تلفیق رشته‌ها، فناوری، ارزشیابی فرایندی، بستر حمایتی مدرسه، توانمندسازی معلمان و راهبردهای ترویج فرهنگ نوآوری است.

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود که باید در تفسیر یافته‌ها مورد توجه قرار گیرد. نخست، ماهیت کیفی پژوهش و استفاده از تعداد محدودی از خبرگان سبب می‌شود که هدف اصلی یافته‌ها تبیین عمیق پدیده باشد و تعمیم آماری آن‌ها به تمامی مدارس و مناطق آموزشی با احتیاط صورت گیرد. دوم، مشارکت‌کنندگان عمدتاً در یک بستر جغرافیایی و آموزشی مشخص قرار داشتند و تفاوت‌های فرهنگی، اقتصادی، زیرساختی و مدیریتی میان استان‌ها و مناطق مختلف می‌تواند بر شیوه اجرای STEAM اثر بگذارد. سوم، داده‌ها بر اساس مصاحبه و برداشت مشارکت‌کنندگان گردآوری شدند و مشاهده مستقیم کلاس‌های STEAM یا ارزیابی طولی تغییرات دانش‌آموزان در پژوهش حاضر صورت نگرفت. همچنین، محدودیت دسترسی برخی مدارس به تجهیزات، فناوری و محیط‌های کارگاهی می‌تواند بر تجربه مشارکت‌کنندگان و ارزیابی آنان از امکان اجرای مدل تأثیر گذاشته باشد.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده مدل ارائه‌شده را در نمونه‌های بزرگ‌تر و در استان‌ها و محیط‌های آموزشی متفاوت اعتبارسنجی کنند و از طرح‌های آمیخته برای ترکیب عمق یافته‌های کیفی با آزمون تجربی روابط میان مؤلفه‌های مدل بهره بگیرند. انجام مطالعات طولی برای بررسی پایداری اثرات آموزش STEAM بر خلاقیت، نوآوری، خودکارآمدی و نگرش کارآفرینانه نیز می‌تواند شواهد دقیق‌تری فراهم کند. همچنین، بررسی نقش متغیرهایی مانند جنسیت، پایه تحصیلی، وضعیت اقتصادی - اجتماعی، نوع مدرسه، دسترسی به فناوری و سبک تدریس معلمان می‌تواند به شناسایی شرایطی منجر شود که اثربخشی مدل را افزایش یا کاهش می‌دهند. طراحی مطالعات آزمایشی و نیمه‌آزمایشی برای مقایسه آموزش STEAM با شیوه‌های متداول و بررسی نقش واسطه‌ای عواملی مانند تفکر طراحی، انگیزش، خودکارآمدی و همکاری گروهی نیز پیشنهاد می‌شود.

پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران و مدیران آموزشی برای اجرای مدل، آموزش STEAM را از سطح فعالیت‌های پراکنده و مناسبتی به بخشی از برنامه منظم مدرسه تبدیل کنند. طراحی پروژه‌های مرتبط با مسائل واقعی و نیازهای بومی، ایجاد تیم‌های میان‌رشته‌ای از معلمان، اختصاص زمان منعطف برای پروژه‌ها، تجهیز فضاهای کارگاهی و فراهم کردن دسترسی به ابزارهای دیجیتال از اقدامات ضروری است. همچنین لازم است دوره‌های توانمندسازی برای معلمان در زمینه طراحی پروژه، تفکر طراحی، تسهیلگری یادگیری، ارزشیابی عملکردی و استفاده آموزشی از فناوری برگزار شود. مدارس می‌توانند از نمایشگاه‌های دانش‌آموزی، جشنواره‌های ایده، ارتباط با کارآفرینان و صنایع محلی و ارائه عمومی پروژه‌ها برای افزایش انگیزش و ایجاد تجربه واقعی ارزش‌آفرینی استفاده کنند. بازنگری در شیوه‌های ارزشیابی نیز ضروری است تا علاوه بر محصول نهایی، فرایند ایده‌پردازی، کار گروهی، تلاش، اصلاح مبتنی بر بازخورد، خلاقیت و توانایی دفاع از ایده مورد سنجش قرار گیرد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

منابع

1. Hisrich RD, Peters MP, Shepherd DA. Entrepreneurship: McGraw-Hill Education; 2020.
2. Kuratko DF. Entrepreneurship: Theory, Process, Practice: Cengage Learning; 2020.
3. Rodrigues-Silva J, Alsina Á. Conceptualising and Framing STEAM Education: What Is (and What Is Not) This Educational Approach? Texto Livre. 2023;16. doi: 10.1590/1983-3652.2023.44946.
4. García Fuentes O, Raposo Rivas M, Martínez Figueira ME. STEAM Education: Review of Literature. Revista Complutense de Educación. 2023;34(1):191-202. doi: 10.5209/rced.77261.
5. Aguilera D, Ortiz-Revilla J. STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. Education Sciences. 2021;11(7):331. doi: 10.3390/educsci11070331.
6. Beghetto RA. The New Science of Teaching for Creativity: Palgrave Macmillan; 2021.
7. Razzouk R, Shute V. What Is Design Thinking and Why Is It Important? Review of Educational Research. 2016;82(3):330-48.
8. Henriksen D. Creating STEAM with Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration. The STEAM Journal. 2017;3(1):11.
9. Henriksen D. Design Thinking, Creativity, and STEAM Education: Routledge; 2020.
10. Herro D, Quigley C, Andrews J, Delacruz G. Co-Measure: Developing an Assessment for Student Collaboration in STEAM Activities. International Journal of STEM Education. 2019;6(1):26. doi: 10.1186/s40594-019-0174-z.
11. Hosseinneshad H, Gheibi R, Aboozari Khoei F, Mardanolou L, Shakouri R, editors. Teaching Entrepreneurship Skills and Responsibility through Classroom Projects 2026: Civilica.
12. Leavy A, Dick L, Meletiou-Mavrotheris M, Paparistodemou E, Stylianou E. The Prevalence and Use of Emerging Technologies in STEAM Education: A Systematic Review of the Literature. Journal of Computer Assisted Learning. 2023;39(4):1061-82. doi: 10.1111/jcal.12806.
13. Mahmoudi F, Adib Y, Hosseinzadeh Nabati M. The Relationship between Attitude toward the Work and Technology Course and Technological and Entrepreneurial Attitudes of Secondary School Students in District One of Tabriz. Educational Technology (Technology and Education). 2021;15(2):305-19.
14. Perignat E, Katz-Buonincontro J. STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review. Thinking Skills and Creativity. 2019;31:31-43. doi: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.
15. Yim IHY, Su J, Wegerif R. STEAM in Practice and Research in Primary Schools: A Systematic Literature Review. Research in Science & Technological Education. 2025;43(4):1065-89. doi: 10.1080/02635143.2024.2440424.
16. Ghofrani N, Hosseini SR, Mousakhani M. Designing an Entrepreneurial School Model Based on the Development of Entrepreneurial Competencies at the Secondary Level. Entrepreneurship Development. 2022;15(1):141-60.
17. Cheraghi Z, Ahmadi P, Samadi P. Designing an Entrepreneurship Curriculum Framework Based on an Integrated STEAM Approach for Upper Primary Education. Curriculum Research. 2025;15(1):183-202. doi: 10.22099/jcr.2025.8278.