Journal of Management and Planning in Educational Systems

Vol. 18 (2), 9-30
DOI: 10.48308/mpes.2026.240561.1614
ISSN: 2423-5261
E-ISSN: 2538-6344

Received: 4 July 2025
Revised: 29 August 2025
Accepted: 29 August 2025
Published online: 23 September 2025

A comparative Study of STEAM Curriculum in Selected Countries: a Step Towards Action

Batool Shahbazi Dastjerdeh[1], Mohammad Javad Liaghatdar[*], Yasamin Abedini[2] & Hamidreza Oreyzi[3]

1. Ph.D. student in Curriculum Planning, Faculty of Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
* Corresponding Author: Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: ja.vad@edu.ui.ac.ir
2. Associate Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3. Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Type of Article: Scientific- Research

Abstract

Objectives: The STEAM approach is one of the constructivist approaches in the field of integrated and real-world-based curriculum that has been used in different countries. STEAM consists of the headings of the fields of science, technology, engineering, art, and mathematics, in which precise concepts in these fields are combined with real-life concepts and are presented in a multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary manner. A review of the research background shows the impact of the STEAM approach on various elements of education curricula, including comprehensive learning approaches; dynamic and diverse assessment and integration of content areas; integration and integration of subject areas; integration of content knowledge and skills in students and emphasis on holistic areas and systemic support and support for education. Therefore, in this study, a comparative study of the STEAM curriculum in selected countries (USA, Canada, Japan, England, Australia, Finland) was conducted.

Materials and Methods: The present study is an applied study in terms of purpose and is a qualitative study that was conducted with a comparative method and based on the model proposed by Brody (1969). The statistical population included all scientific research articles published in the field of STEAM in selected countries, teachers of Iranian educational complexes in selected countries, and professors with teaching experience and study opportunities in selected countries. The research sample was purposively selected from 19 scientific research articles, 11 teachers of educational complexes in selected countries, and 5 professors. In selecting countries, purposive sampling was used based on criteria such as the superiority of the educational system in the subject area (STEAM) and their progress in recent years in the field of international tests. The data collection tool was research related to the subject area in selected countries in the last decade. The comparative method was the method proposed by Brody (1969). External and internal criticism was used to judge and validate the research documents and results. In the external review, the originality of the document in question and its publication in reputable international journals were judged,

Shahbazi dastjerdh, B. , Liaghatdar, M. J. , Abedini, Y. and Oreyzi, H. R. (2025). A Comparative Study of STEAM Curriculum in Selected Countries: A Step Towards Action. *Journal of Management and Planning In Educational Systems*, 18(2), 9-30. doi: 10.48308/mpes.2026.240561.1614

Copyright: © 2025 by the authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Journal of Management and Planning in Educational Systems

Vol. 18 (2), 9-30
DOI: 10.48308/mpes.2026.240561.1614
ISSN: 2423-5261
E-ISSN: 2538-6344

Received: 4 July 2025
Revised: 29 August 2025
Accepted: 20 September 2025
Published online: 23 September 2025

and in the internal evaluation, the importance and accuracy of the information and data extracted from the article were judged. To enhance the validity of the research at all stages, the curriculum specialist supervised the work and research findings.

Discussion and Conclusion: By implementing the four stages of Brody's adaptive model, the research results were organized into four sections: STEAM curriculum objectives (including the development of self-directed skills, the development of practical skills, and familiarity with jobs and professions), STEAM teaching-learning strategies (including scientific research and the engineering design process, problem-based learning, and participatory learning), STEAM curriculum content dimensions (including content selection criteria, content characteristics, and content organization methods), STEAM evaluation procedures (including factors affecting the selection of evaluation strategies and types of evaluation procedures). Based on the findings, it can be concluded that STEAM-based curricula should pay attention to self-direction, scientific and process research, content flexibility, interdisciplinary and transdisciplinary organization, and group assessment. Considering the findings of the STEAM curriculum objectives dimension, it is suggested that self-direction skills, development of practical skills, and attention to knowledge of jobs and professions should be paid attention to in the design of STEAM-based curricula. This is also considered and emphasized in the objectives of various academic courses, including secondary school. Also, considering the findings of the STEAM education strategy, it is suggested that STEAM-based educational approaches should pay attention to scientific research and engineering design processes, problem-based learning, and collaborative learning. In this regard, by designing project activities in various curricula, while emphasizing participation and group activity, which are the main approaches to education in STEAM-based curricula, it is also possible to provide a basis for learners' scientific research. On the other hand, it is suggested that challenging and attractive procedures be used in evaluation to change learners' perspectives on evaluation and create a basis for their interest in evaluation.

Keywords: STEAM, Curriculum, Comparative Review.

Shahbazi dastjerdh, B. , Liaghatdar, M. J. , Abedini, Y. and Oreyzi, H. R. (2025). A Comparative Study of STEAM Curriculum in Selected Countries: A Step Towards Action. *Journal of Management and Planning In Educational Systems*, 18(2), 9-30. doi: 10.48308/mpes.2026.240561.1614

Copyright: © 2025 by the authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی
پاییز و زمستان ۱۴۰۴
دوره ۱۸، شماره ۲ (پیاپی ۳۵)
صفحات: ۹-۳۰
دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۴/۱۳ بازنگری مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۰۷
پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹ چاپ مقاله: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱
DOI: 10.48308/mpes.2026.240561.1614
ISSN: 2423-5261
E-ISSN: 2538-6344

بررسی تطبیقی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب: گامی به سوی عمل

بتول شهبازی دستجرده[۱]، محمدجواد لیاقت دار*[ID]، یاسمین عابدینی[۲] و حمیدرضا عریضی[۳]

۱. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه علوم تربیتی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

* نویسنده مسئول: استاد گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
ja.vad@edu.ui.ac.ir

۲. دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان ایران

۳. استاد گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

نوع مقاله: علمی- پژوهشی

چکیده

هدف: رویکرد استیم از جمله رویکردهای سازنده‌گرا در زمینه برنامه درسی تلفیقی و مبتنی بر دنیای واقع است که در کشورهای مختلف مورد استفاده واقع شده است. استیم متشکل از سرواژه حوزه‌های، علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات است که در آن مفاهیم دقیق در این حوزه‌ها با مفاهیم زندگی واقعی ترکیب‌شده و به شکل چند رشته‌ای، میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای عرضه می‌شود. بررسی پیشینه پژوهش نشان‌دهنده تأثیر رویکرد استیم بر عناصر مختلف برنامه‌های درسی آموزش و پرورش از جمله رویکردهای یادگیری جامع؛ ارزشیابی پویا و متنوع و تلفیق حوزه‌های محتوایی؛ ادغام و تلفیق حوزه‌های موضوعی؛ تلفیق دانش محتوایی و مهارت در دانش‌آموزان و تأکید بر حوزه‌های کل‌نگر و پشتیبانی و حمایت سیستمی از آموزش دارد. لذا در این پژوهش، به بررسی تطبیقی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب (آمریکا، کانادا، ژاپن، انگلستان، استرالیا، فنلاند) پرداخته شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و یک پژوهش کیفی است که با روش تطبیقی و بر مبنای الگوی پیشنهادی بردی (۱۹۶۹) انجام پذیرفت. جامعه‌ی آماری شامل کلیه مقالات علمی پژوهشی چاپ شده در زمینه استیم در کشورهای منتخب، معلمان مجتمع‌های آموزشی ایران در کشورهای منتخب و اساتید دارای تجربه آموزشی و فرصت مطالعاتی در کشورهای منتخب بودند که نمونه پژوهشی به صورت هدفمند شامل ۱۹ مقاله علمی پژوهشی، ۱۱ نفر از معلمان مجتمع‌های آموزشی در کشورهای منتخب و ۵ نفر از اساتید بودند. در انتخاب کشورها از نمونه‌گیری هدفمند بر مبنای ملاک‌هایی همچون، برتر بودن نظام آموزشی در حوزه موضوعی (استیم) و پیشرفت آن‌ها در سالیان اخیر در حوزه آزمون‌های بین‌المللی استفاده گردید. ابزار جمع‌آوری اطلاعات، پژوهش‌های مرتبط با حوزه موضوعی در کشورهای منتخب در دهه اخیر بود. شیوه انجام کار تطبیقی، روش پیشنهادی بردی (۱۹۶۹) بود. برای قضاوت و اعتبارسنجی اسناد و نتایج پژوهشی از نقد بیرونی و درونی استفاده گردید. در نقد بیرونی، اصلی بودن مدرک مدنظر و انتشار آن در مجلات معتبر بین‌المللی و در ارزیابی درونی، اهمیت و دقت اطلاعات و داده‌های مستخرج از مقاله قضاوت شدند. برای ارتقای اعتبارسنجی پژوهش‌ها در تمام مراحل، متخصص برنامه درسی بر انجام کار و یافته‌های پژوهشی نظارت داشت.

شهبازی دستجرده، بتول ، لیاقت دار، محمدجواد ، عابدینی، یاسمین و عریضی، حمیدرضا . (۱۴۰۴). بررسی تطبیقی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب: گامی به سوی عمل. *مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی*، ۱۸(۲)، ۳۰-۹. doi: 10.48308/mpes.2026.240561.1614

Copyright: © 2025 by the authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی
پاییز و زمستان ۱۴۰۴
دوره ۱۸، شماره ۲ (پیاپی ۳۵)
صفحات: ۹-۳۰
DOI: 10.48308/mpes.2026.240561.1614
ISSN: 2423-5261
E-ISSN: 2538-6344
دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۴/۱۳ بازنگری مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۰۷
پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹ چاپ مقاله: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری: با اجرای چهار مرحله الگوی تطبیقی برودی، نتایج پژوهش در چهار بخش، اهداف برنامه درسی استیم (مشتمل بر توسعه مهارت‌های خود راهبر، توسعه مهارت‌های عملی، آشنایی با مشاغل و حرفه‌ها)، راهبردهای یاددهی-یادگیری استیم (مشتمل بر تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسئله، یادگیری مبتنی بر مشارکت)، ابعاد محتوایی برنامه درسی استیم (مشتمل بر ملاک‌های انتخاب محتوا، ویژگی محتوا و شیوه سازمان‌دهی محتوا)، رویه‌های ارزیابی استیم (مشتمل بر عوامل مؤثر بر انتخاب راهبرد ارزیابی و انواع رویه‌های ارزشیابی) سازمان‌دهی شدند. بر مبنای یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت در برنامه‌های درسی مبتنی بر استیم به خودراهبری، تحقیق علمی و فرآیندی، انعطاف‌پذیری محتوا و سازماندهی بین‌رشته‌ای و فرارشته‌ای و ارزیابی گروهی توجه شود. با توجه به یافته‌های بُعد اهداف برنامه درسی استیم پیشنهاد می‌شود در طراحی برنامه‌های درسی مبتنی بر استیم به مهارت‌های خودراهبری، توسعه مهارت‌های عملی و توجه به شناخت نسبت به مشاغل و حرفه‌ها توجه شود. این مهم در اهداف دوره‌های مختلف تحصیلی از جمله دوره متوسطه نیز مورد توجه و تأکید است، هم‌چنین با توجه به یافته‌های راهبرد آموزش در استیم پیشنهاد می‌شود در رویکردهای آموزشی مبتنی بر استیم به تحقیق علمی و فرآیندهای طراحی مهندسی، به یادگیری مبتنی بر مسئله و یادگیری مشارکتی توجه شود. در این زمینه می‌توان با طراحی فعالیت‌های پروژه‌ای در برنامه‌های درسی مختلف ضمن تأکید بر مشارکت و فعالیت گروهی که رویکردهای اصلی آموزش در برنامه‌های درسی استیم محور است زمینه تحقیق علمی فراگیران را نیز فراهم آورد. از سویی پیشنهاد می‌شود از رویه‌های چالشی و جذاب در ارزشیابی استفاده شود تا ضمن تغییر دیدگاه فراگیران به ارزشیابی زمینه علاقه آن‌ها به ارزشیابی فراهم آید.

کلید واژه‌ها: استیم، برنامه درسی، بررسی تطبیقی.

شهبازی دستجرده، بتول ، لیاقت دار، محمدجواد ، عابدینی، یاسمین و عریضی، حمیدرضا . (۱۴۰۴). بررسی تطبیقی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب: گامی به سوی عمل. *مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی*، ۱۸(۲)، ۳۰-۹. doi: 10.48308/mpes.2026.240561.1614

Copyright: © 2025 by the authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

مقدمه

تحول روزافزون جوامع و نیازهای فردی و اجتماعی، رسالت آموزش و نظام آموزشی را، بیش از پیش برجسته کرده است (روشن قیاس، لیاقتدار، زمانی و شریفیان، ۱۴۰۰). با گسترش اهمیت آموزش‌وپرورش، توجه به روش‌های آموزش، ویژگی‌های افراد مؤثر و عوامل تأثیرگذار در آن نیز بیشتر شده است (لوی[1] و همکاران، ۲۰۲۳)، این افزایش توجه تا حدی پیش رفته است که امروز نقش آموزش‌وپرورش در شکل‌دهی هویت یک جامعه به‌عنوان بالاترین عنصر مؤثر شناخته می‌شود (محمدی پویا و همکاران، ۱۴۰۱). در میان عوامل مؤثر بر آموزش، نقش برنامه درسی از سایر عوامل جامع‌تر و تأثیرگذارتر است (عریضی و صلاحیان، ۱۳۹۲). به عبارتی، نظام آموزشی، بخش عمده تأثیرگذاری خود را مرهون و مدیون، برنامه درسی است و به‌واسطه برنامه‌های درسی، تأثیرگذاری خود را اعمال می‌کند (روهرایگ[2] و همکاران، ۲۰۲۳)، در واقع برنامه درسی، قلب نظام آموزشی و جوهره هر نوع آموزش است که در ترکیب با روش‌های مؤثر تدریس، کارآمدی و اثربخشی نظام آموزشی را تضمین می‌کند (نصراللهی نیا و علم‌الهدی، ۱۳۹۹؛ فاهی[3]، ۲۰۱۲). ازاین‌رو، برنامه درسی و توجه به آن همواره از دل‌مشغولی‌های سیاست‌گذاران نظام آموزشی بوده است (مرادی دولیسکانی، میرشاه جعفری و نیستانی، ۱۳۹۹).

در سالیان اخیر توجه به برنامه‌های درسی مبتنی بر تجربه و دنیای واقعی توجه زیادی را به خود جلب کرده است (خاین و آرپاتامیل[4]، ۲۰۱۹). درواقع با این استدلال که برنامه‌های درسی مبتنی بر دنیای واقع دانش‌آموز را به‌طور کلی با شرایط زندگی واقعی بیشتر سازگار می‌سازد، این برنامه‌ها از سطح توجه بیشتری برخوردار شده‌اند (لیو[5]، ۲۰۲۳). در بحث از برنامه‌های درسی نیز برنامه‌های درسی و رویکردهای آموزشی مبتنی بر یکپارچه‌سازی و ادغام بیشتر با برنامه‌های مبتنی بر زندگی واقع سازگاری دارند (استرود و باینز[6]، ۲۰۱۹ و کیم[7] و همکاران، ۲۰۲۳). پژوهش‌ها نیز بر تأثیر برنامه‌های درسی یکپارچه و درهم‌تنیده به لحاظ آماده‌سازی بهتر فراگیران برای زندگی واقعی صحه می‌گذارند (دئوترون و همکاران[8]، ۲۰۲۲ و لی و همکاران[9]، ۲۰۲۲). در زمینه برنامه درسی یکپارچه و الگوهای تلفیق، رویکردهای گوناگونی وجود دارد ولی یکی از مشهورترین و مطرح‌ترین رویکردهای مؤثر، رویکرد "استیم[10]" است.

استیم متشکل از سرواژه حوزه‌های، علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات است که در آن مفاهیم دقیق در این حوزه‌ها با مفاهیم زندگی واقعی ترکیب شده و به شکل چندرشته‌ای، میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای عرضه می‌شود (خاین و آرپاتامانیل، ۲۰۱۹). در ابتدا این رویکرد متشکل از چهار حوزه علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات بود که تحت عنوان "استم" شناخته می‌شد و اولین بار توسط دکتر ریملی در اوایل قرن جدید مورد استفاده قرار گرفت. اما در فاصله زمانی اندکی رهبران کسب‌وکار و متخصصان آموزشی به این حوزه پرداخته و آن را توسعه دادند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹). باگذشت چند سال، استیم عرضه شد. برنامه درسی استیم محور بیان می‌داشت، برای عملکرد بهتر افراد در جامعه، نسل جوان باید به مهارت‌هایی

1. Love
2. Roehrig
3. Fahey
4. Khine & Areepattamannil
5. Liu
6. Stroud & Baines
7. Kim
8. Dúo-Terrón
9. Li
10. STEAM

چون خلاقیت، نوآوری و کارآفرینی مجهز شود و همین عامل «هنر» را در برنامهٔ آموزشی استیم محور ادغام کرد تا به تحریک خلاقیت، طراحی و نوآوری در دانش‌آموزان کمک کند (گیوت، سوچاکا، کوستانتینو، والتر و کلم[1]، ۲۰۱۴). بنابراین، آموزش استیم محور رویکردی نوین در برنامهٔ درسی است که علم، فناوری، مهندسی، ریاضیات، هنر و علوم انسانی را به‌عنوان مسیرهایی برای راهنمایی پرسش، خلاقیت، بحث و تفکر انتقادی دانش‌آموزان باهم ادغام می‌کند. ایدهٔ محوری در این رویکرد، تلفیق دانش و مهارت است که از طریق پنج حوزهٔ ذکر شده صورت می‌گیرد (خین[2]، ۲۰۱۹).

استیم ازنظر مبانی نظری متکی بر دیدگاه دیویی درباره اصل قرار دادن تجربه و به‌کارگیری تجربه‌های جدید در ادغام با مسائل روزمره و نظریه چرخه یادگیری پیاژه است (برانینمان[3]، ۲۰۲۳). پیاژه اظهار داشت که روند ایجاد دانش، در حقیقت، یک سری از شهودهای بازگشتی است. افراد از طریق فرآیند کارکرد ذهنی مداوم با جذب، انتقال به حالت‌های انطباق و سازش و پایان دادن به ادغام دانش جدید حرکت می‌کنند و دانش جدید خود را می‌سازند که از جنبه انطباق و یا سازش در ساخت تجربه با استیم هماهنگ است (پورشافعی، رستمی‌نژاد و محمدزاده، ۱۴۰۰). برای آموزش بر مبنای استیم، روش‌های علمی مبتنی بر تلفیق مبانی نظری و تجارب واقعی مدنظر است دراین‌باره می‌توان از روش‌هایی همچون تحقیق علمی، یادگیری مبتنی بر مسئله (مسئله‌محور)، یادگیری مبتنی بر پروژه، یادگیری مشارکتی را نام برد (بابایی، ۱۴۰۰).

بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد رویکرد استیم بر عناصر مختلف برنامه‌های درسی آموزش و پرورش ازجمله رویکردهای یادگیری جامع (هاس، لاویزکا و کریس[4]، ۲۰۲۰)؛ ارزشیابی پویا و متنوع و تلفیق حوزه‌های محتوایی (لوی و همکاران، ۲۰۲۳)؛ ادغام و تلفیق حوزه‌های موضوعی (برانینمان، ۲۰۲۳)؛ تلفیق دانش محتوایی و مهارت در دانش‌آموزان (کیم و همکاران، ۲۰۲۳)؛ تأکید بر حوزه‌های کل‌نگر (پترینا[5]، ۲۰۲۳)؛ توجه به ریشه‌های فرهنگی در سناریوهای استیم محور (برمودز[6] و همکاران، ۲۰۲۲)؛ پشتیبانی و حمایت سیستمی از آموزش (دریزبچ[7] و همکاران، ۲۰۲۲)؛ کارکردهای بنیادی درس ریاضی (یلدروم و سیدکلی[8]، ۲۰۱۸)؛ آگاهی و درک دانش‌آموزان (چری و پرومال[9]، ۲۰۱۹)؛ خلاقیت علمی و باروهای انگیزشی دانش‌آموزان (اگراس، ۲۰۱۸)؛ خودمختاری، انگیزه یادگیری و خودتنظیمی دانش‌آموزان دوره متوسطه (نئون، نونز و لایو[10]، ۲۰۱۵) و بهبود نگرش دانش‌آموزان (ونکس، دن برون و تاکونیس[11]، ۲۰۱۸) تأثیر دارد.

هم‌چنین بررسی پیشینه پژوهشی موجود در کشور ما نشان می‌دهد برنامه درسی استیم در ایران با چالش‌های مختلفی در زمینه تنظیم اهداف برنامه‌های درسی در زمینه تلفیق آن با استیم (عظیمی روشن و همکاران، ۱۴۰۲ و محمدزاده و محمدقائمی، ۱۴۰۲)، محتوای برنامه‌های درسی در جهت تلفیق استیم در آن (کریم‌زاده و همکاران، ۱۴۰۱ و رضایی و همکاران، ۱۴۰۱)، رویکردهای اجرای برنامه‌های درسی

1. guyotte, Sochacka, Costantino, Walther & Kellam
2. Khine
3. Brenneman
4. Haas, Lavicza & Kreis
5. Petrina
6. Bermudez
7. Dreisbach
8. Yıldırım & Sidekli
9. Chary & Perumal
10. León, Núñez & Liew
11. Vennix, den Brok & Taconis

مبتنی بر استیم در کلاس درس (سعیدنیا و همکاران، ۱۴۰۰ و میررحیمی و همکاران، ۱۴۰۱) و رویه‌های ارزشیابی از برنامه‌های درسی مبتنی بر استیم (دامن‌گیر و همکاران، ۱۴۰۳، محمدزاده و محمدقائمی، ۱۴۰۲ و اصغری اصل سردرود و همکاران، ۱۴۰۱) مواجه است. در این زمینه پژوهش‌های مختلف یکی از توصیه‌هایی که در جهت بهبود کاربرد استیم در برنامه‌های درسی داشته‌اند استفاده از تجارب کشورهایی بوده که در این زمینه موفق بوده‌اند (محمدزاده و محمدقائمی، ۱۴۰۲ و دامن‌گیر و همکاران، ۱۴۰۳).

توجه به کاربرد استیم در برنامه‌های درسی به صورت عام با توجه به اینکه برنامه‌های درسی به‌عنوان روح حاکم بر آموزش شناخته می‌شوند بیش از پیش مورد تأکید است. در همین راستا و در جهت استفاده بردن از تجربیات و بررسی نمونه‌های موفق در این زمینه، پژوهش حاضر با هدف مقایسه تطبیقی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب آموزشی (آمریکا، کانادا، ژاپن، انگلستان، استرالیا، فنلاند) مبتنی بر رویکرد بردی طراحی و اجرا گردید. لذا سؤال اصلی این پژوهش این است که بر مبنای رویکرد بردی عناصر اصلی برنامه‌های درسی شامل اهداف، محتوا، رویکرد آموزش و ارزشیابی در برنامه‌های درسی مبتنی بر استیم در کشورهای منتخب چگونه است؟

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از زنظر هدف کاربردی و یک پژوهش کیفی است که با روش تطبیقی و بر مبنای الگوی پیشنهادی بردی[1] (۱۹۶۹) انجام پذیرفت. جهت جمع‌آوری داده‌ها از رویکرد مثلث‌سازی منابع داده[2] استفاده شده است؛ در این زمینه سه منبع داده در حوزه پژوهش شامل مقالات علمی پژوهشی چاپ شده در زمینه استیم در کشورهای منتخب، معلمان مجتمع‌های آموزشی ایران در کشورهای منتخب که تجربه آموزشی مبتنی بر استیم در کشورهای منتخب را داشته و از مدارس کشورهای منتخب بازدید داشته‌اند و اساتید دارای تجربه آموزشی و فرصت مطالعاتی در کشورهای منتخب که از مدارس کشورهای منتخب بازدید داشته و تجربه پژوهش در زمینه آموزشی استیم را داشته‌اند، انتخاب شدند. از این رو ابتدا کلیه مقالات علمی معتبر از طریق جست و جوی کلید واژه‌های از قبیل استیم در برنامه درسی کشورهای منتخب و رویکرد اجرای استیم در کشورهای منتخب از طریق پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی از جمله؛ Sid،Google ، Normagas، Magiram، پرتال جامع علوم انسانی، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (IRANDOC) و جویشگر فارسی علم نت و هم‌چنین پایگاه‌های اطلاعاتی در خارج از جمله؛ Scopus، Sage،Emerald ، Scientific Information Database، Science Direct، ProQuest، Springlink، Worldscientific، Taylor & Francis، Google Scholar و Wiley، Eric شناسایی شدند و با توجه به هدف تحقیق منابع مرتبط حفظ و منابع غیرمرتبط حذف شد. لازم به ذکر است کل مقالات به دست آمده با در نظر گرفتن معیارهای ورود، ۵۸ مطالعه (فارسی و انگلیسی) بود که پس از بررسی تمامی آن‌ها و در نظر گرفتن معیارهای خروجی از منظر معیار محتوا و اعتبار نهایتاً نتایج استخراج شده از ۱۹ مطالعه مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

در منبع مصاحبه با معلمان و اساتید دارای تجربه آموزشی مبتنی بر استیم در کشورهای منتخب از رویکرد نمونه‌گیری هدفمند از نوع ملاک‌محور، نمونه‌ی مورد نظر انتخاب و نمونه‌گیری تا رسیدن به حد اشباع نظری داده‌ها ادامه یافت. از این رو مشارکت‌کنندگان در پژوهش شامل ۱۱ نفر از معلمان (ملاک ورود داشتن حداقل ۲ سال سابقه تدریس در مجتمع‌های آموزشی ایران در کشورهای منتخب که تجربه آموزشی مبتنی بر استیم داشته و حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد) و ۵ نفر از اساتید (ملاک ورود دارای تجربه آموزشی و فرصت مطالعاتی در کشورهای منتخب که از مدارس کشورهای منتخب بازدید داشته، تجربه پژوهش در زمینه آموزشی استیم و داشتن حداقل مرتبه دانشیار را دارند).

در انتخاب کشورها از نمونه‌گیری هدفمند بر مبنای ملاک‌هایی همچون، برتر بودن نظام آموزشی در

1. Bereday
2. Data source triangulation

حوزه موضوعی (استیم) و پیشرفت آن‌ها در سالیان اخیر در حوزه آزمون‌های بین‌المللی استفاده گردید. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پژوهش‌های مرتبط با حوزه موضوعی در کشورهای منتخب در دهه اخیر بود. شیوه انجام کار تطبیقی، روش پیشنهادی برودی (۱۹۶۹) بود. مدل بردی در چهار مرحله توصیف[1]، تفسیر[2]، همجواری[3] و مقایسه[4] انجام می‌گیرد (جدول ۱).

جدول ۱. روش تجزیه‌وتحلیل اطلاعات تطبیقی

مرحله۱: توصیف	در این مرحله، به توصیف ابعاد استیم در برنامه‌های درسی آمار و احتمالات در ایران و کشورهای منتخب موردتحقیق، براساس اطلاعاتی که از منابع مختلف و یا مطالعه اسناد به‌دست‌آمده پرداخته شد.
مرحله ۲: تفسیر	در این مرحله، اطلاعاتی که پژوهشگران در مرحله اول به توصیف آن پرداخته بودند، وارسی شد. هدف محققان از انجام روش پژوهشی ـ توصیفی تشریح عینی، واقعی و منظم ابعاد برنامه‌های استیم در ایران و کشورهای منتخب بود.
مرحله ۳: همجواری	در این مرحله، اطلاعاتی که در مراحل قبلی بررسی شدند، طبقه‌بندی و کنار هم قرار گرفت و چارچوبی فراهم آمد تا راه برای مرحله بعد، یعنی مقایسه تشابهات و تفاوت‌های ابعاد استیم در ایران و کشورهای منتخب مورد تحقیق، هموار گردد. به عقیده به بردی، در این مرحله، می‌توان به پاسخ سؤال‌های تحقیق دست یافت.
مرحله ۴: مقایسه	در این مرحله، داده‌هایی که در مراحل قبلی به‌ویژه در مرحله هم‌جواری مورد توجه قرارگرفته بود، به‌صورت دقیق براساس تشابهات و تفاوت‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت و شباهت‌ها و تفاوت‌های ابعاد برنامه‌های درسی آمار و احتمالات و تلفیق استیم در آن در ایران و کشورهای منتخب تشریح شد.

برای قضاوت و اعتبارسنجی اسناد و نتایج پژوهشی از نقد بیرونی و درونی استفاده گردید. در نقد بیرونی، اصلی بودن مدرک مدنظر و انتشار آن در مجلات معتبر بین‌المللی و در ارزیابی درونی، اهمیت و دقت اطلاعات و داده‌های مستخرج از مقاله قضاوت شدند. برای ارتقا اعتبارسنجی پژوهش‌ها در تمامی مراحل، متخصص برنامه درسی بر انجام کار و یافته‌های پژوهشی نظارت داشت.

یافته‌های پژوهش

در این بخش از پژوهش، **به توصیف و تفسیر (مرحله ۱و ۲)** اطلاعات به دست آمده از بررسی منابع مختلف پرداخته شد. بدین منظور، برنامه‌های درسی مرتبط با برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب (آمریکا، کانادا، ژاپن، انگلستان، استرالیا، فنلاند) براساس اطلاعاتی که از منابع مختلف و یا مطالعه اسناد به‌دست‌آمده مورد بررسی، توصیف و تفسیر قرار گرفت. نتایج حاصله در جدول زیر خلاصه شده است.

جدول۲: ویژگی عناصر برنامه درسی مبتنی بر استیم در کشورهای مختلف

ردیف	نویسنده	سال	**شاخص‌ها و مؤلفه‌های برنامه درسی مبتنی بر استیم در کشورهای مختلف**	**کشورهای منتخب**
۱	Sun	۲۰۲۴	توجیه و آماده‌سازی معلمان، مسئولیت‌پذیری در آموزش‌های استیم محور، یادگیری زمینه محور، ارزشیابی پویا و متنوع، تلفیق حوزه‌های محتوایی، طراحی و ساخت برنامه، کنجکاوی و فعالیت دانش‌آموز، تعقل و تفکر، درک عمیق مفاهیم، کاوشگری	آمریکا

1. Description
2. Interpretation
3. Juxtaposition
4. Comparison

۲		۲۰۲۴	یکپارچه‌سازی برنامه درسی، ارزیابی‌های پروژه‌ای و تحقیقاتی، پروتکل‌سازی در برنامه درسی، هماهنگی با دنیای واقع، توسعه تفکر خلاق و انتقادی فراگیران، گنجاندن محتوای چندجانبه، پرورش قوه پرسشگری و کنجکاوی دانش‌آموزان	آمریکا، ژاپن
۳		۲۰۲۳	ادغام و تلفیق حوزه‌های موضوعی، تعادل بین دشواری و چالش، توجه به زمان، تناسب فرهنگی در آموزش، ایجاد ویدیوهای تکمیلی، اصلاح برخی از فعالیت‌ها برای سطح سنی، تخصیص فرصت‌های بیشتر برای مشارکت شرکت‌کنندگان، ایجاد برنامه‌های کاربردی برای آموزش	آمریکا، هلند و بریتانیا
۴	Kim, Kim & Oliver	۲۰۲۳	تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی، کاوشگری علمی، استفاده از روایت تصویری و سناریوسازی، بحث و تفکر انتقادی در ارزشیابی دروس، تلفیق دانش و مهارت از طریق حوزه‌های استیم، ادغام محتوای مربوط به فرهنگ محلی، آگاهی و تعامل دانش‌آموزان با جوامع اطراف	فنلاند و استرالیا
۵	Liu	۲۰۲۳	ارائه دستورالعمل‌های روشن در حوزه آموزش استیم، توجه به سابقه تحصیلاتی معلمان، مهندسی کسب‌وکار، ایجاد محیط‌های یادگیری مبتنی بر فاوا، کمک سیاست‌گذاران به ساخت مدارس با محیط‌های متناسب با استیم، آموزش استیم در تربیت‌معلم، توجه به اشتراک‌گذاری تجربیات درزمینه استیم، توجه به زمینه‌های واقع‌گرایی در آموزش، کسب تصور عمیق از آموخته‌های خود	ژاپن،ایالات‌متحده
۶		۲۰۲۲	نگاه به استیم به‌عنوان کاتالیزور تغییرات اقتصادی و فرهنگی در کانادا، استفاده از رویکرد میان‌رشته‌ای، آموزش استیم در برنامه تربیت‌معلم، تأکید بر یادگیری کل‌نگر	کانادا، فنلاند
۷		۲۰۲۲	حیطه‌های موضوعی مانند تغییرات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی چالش‌های پیچیده‌ای، نقش صنعت در حمایت از معلمان و توسعه حرفه‌ای معلمان، آگاهی از طیف وسیعی از مشاغل موجود برای افراد دارای مهارت‌ها و دانش استیم، پویایی محیطی، یادگیری مبتنی بر پروژه، تأکید بر کاربرد دانش در موقعیت‌های زندگی واقعی، کاربرد روش علمی در دنیای واقعی، توجه به خلاقیت در بخش هنری، استفاده از مدل‌های یادگیری یکپارچه؛ یادگیری بر پایه مشکل؛ توسعه معلم و تربیت‌معلم ؛ برنامه‌ریزی نیروی کار؛ رونق اقتصادی در بخش صنعت	استرالیا
۸		۲۰۲۲	استفاده از فعالیت‌های خارج از مدرسه در برنامه درسی، ایجاد فرصت‌های یادگیری مبتنی بر واقع، توجه به ریشه‌های فرهنگی در سناریوهای استیم محور، تقویت ارتباط مدرسه و جامعه در برنامه‌های درسی، طراحی جنبه‌های تفکر در دروس، انعطاف‌پذیری در انتخاب روش‌های یاددهی-یادگیری و محتوا، استفاده از رویکردهای تحلیل مهندسی در آموزش استیم محور کانادا	انگلستان، کانادا
۹		۲۰۲۲	توجه به زمینه‌های شغلی، مشارکت والدین در آموزش، توجه به نقش یادگیری خارج از مدرسه، مدیریت محیط یادگیری، انگیزه فراگیران، دانش و آشنایی معلمان با استیم و رویکردهای آن	آمریکا، ژاپن و فنلاند

۱۰	Jia et al	۲۰۲۲	تطابق محتوایی بین حوزه‌های تلفیق‌شده، توسعه و تنوع‌بخشی به حوزه‌های تحت پوشش برنامه استیم، پشتیبانی و حمایت سیستمی از آموزش‌های مبتنی بر استیم، توجه به تنوع معرفت‌شناختی عمیق و رویکردهای چند رشته‌ای	آمریکا
۱۱		۲۰۲۱	خلاقیت، تفکر انتقادی، حل مسئله و تصمیم‌گیری، تأکید بر درک رابطه بین STEM و زندگی روزمره، جامعه و تصمیم‌گیری برای حل خلاقانه مشکل، تحلیل مشکلات، مسائل و روندها و حل آن‌ها با سازگاری و انعطاف‌پذیری به چالش‌ها، ضعف برنامه درسی مدون در حوزه گرایش‌های حوزه استیم در ژاپن، گنجاندن حوزه‌های «دانش و مهارت»، «تفکر، قضاوت، توانایی بیان و غیره» و «توانایی استفاده از یادگیری و غیره» در راستای آموزش استیم محور در برنامه درسی ژاپن در سال ۲۰۱۷، مدل‌سازی در آموزش	ژاپن
۱۲		۲۰۱۹	تأکید بر مهارت‌هایی مانند یادگیری فعال، حل مسئله پیچیده، حل مسئله خلاق، تفکر انتقادی، تفکر طراحی، برنامه‌نویسی و تجزیه‌وتحلیل و ارزیابی سیستم، تقویت خودپنداره استیم، ارزشی که یادگیرنده برای آموزش قائل است، استقلال یادگیرنده، و روابط آموزش‌دهنده و یادگیرنده و یادگیرنده، برخی از قوی‌ترین تأثیرات بر انگیزه یادگیرنده در آموزش استیم، استفاده از رایانه و روباتیک در آموزش استیم، تأکید بر فراگیری و استفاده از همه دانش‌آموزان، به‌کارگیری استیم در طول دوران اولیه کودکی، ابتدایی، متوسطه، مسیرهای شغلی، یادگیری مادام‌العمر، توجه به توسعه یا یادگیری حرفه‌ای، آموزش معلمان، معلمان متخصص استیم،آموزش استیم باکیفیت بالا، معلمان استیم الهام‌بخش، معلمان استیم ناظر، رهبران استیم، رهبران مدرسه در حوزه استیم	استرالیا
۱۳		۲۰۱۸	دانش معلمان در مورد فلسفه و محتویات آموزش STEAM، دانش معلمان در مورد روش‌های آموزشی، شایستگی‌های معلمان برای برنامه‌ریزی پروژه‌های STEAM برای دانش‌آموزان، شایستگی‌های معلمان برای ایجاد محیطی برای پروژه‌های STEAM، شایستگی‌های معلمان برای سازمان‌دهی و ارزیابی پروژه‌های STEAM، ارزیابی مبتنی بر عمل	ژاپن

۱۴	Su,	۲۰۱۷	ارتباط گسترده ارکان مدرسه با یکدیگر، به‌کارگیری ارزشیابی تکوینی، کلاس درس بروز، هم‌افزایی و تعادل بین تحقیق و عمل، استفاده از رویکردهای سازنده‌گرایی، استفاده از معلمان با آگاهی بالا و دارای مدارک کارشناسی ارشد در فنلاند، استفاده از روش‌های کارگروهی و همیاری در آموزش	فنلاند و کانادا
۱۵	Mei et al	۲۰۱۶	مشارکت صاحبان صنایع در برنامه درسی استیم مدارس، توجه به فراهم‌سازی امکانات و ظرفیت‌های لازم، افزایش حمایت از معلمان دروس استیم، حمایت بیشتر استیم در مدارس ابتدایی، بهبود آموزش و یادگیری در بخش تلفیق، ارتقای مسیرهای عملی، فنی و حرفه‌ای به مهندسی، گسترش دسترسی به گروه‌هایی که کمتر نمایندگی می‌شوند. توسعه آموزش و افزایش نوآورانه، توسعه روش‌های مشارکت کارفرما در آموزش عالی، هماهنگی فعالیت‌های غنی‌سازی برای کاهش، تلاش مضاعف و رسیدن به مدارس کمتر توسعه‌یافته، ارائه اطلاعات شغلی خاص‌تر در مورد مسیرهای شغلی مهندسی در بخش‌های مختلف، مشاوره و راهنمایی بیشتر در مورد تجربه کاری، صنعت مکان‌یابی و فرآیندهای کاربرد در مدارس و تدریس، روش تدریس ساخت‌گرایی مبتنی بر جنبش	انگلستان
۱۶	Lee	۲۰۱۵	استفاده از رویکردهای مختلف ارزشیابی (ارزشیابی مشترک، همسال سنجی، خود سنجی و ...)، بازخورددهی مؤثر و کارآمد به برنامه استیم محور، یادگیری پروژه محور، ادغام تئوری و عمل، کاربرد دانش، توسعه مهارت‌های سخت و نرم و توانمندسازی دانش‌آموزان، مدیریت زمان در آموزش	آمریکا
۱۷	de	۲۰۱۵	رویکرد حل مسئله، استفاده از حوزه‌های موضوعی مانند آلودگی، تولید غذا و انرژی در استیم، توجه به خلاقیت، ابتکار، حل مشکلات و همکاری در تدریس به شیوه استیم، تحلیل بخش‌های تلفیقی و سپس ترکیب آن‌ها در آموزش، توجه به علائق فراگیران، انتخاب محتوا مبتنی بر پیش دانسته‌های دانش‌آموز	فنلاند

۱۸	۲۰۱۳	هدف آموزش STEM در ژاپن عبارت‌است از، افزایش نیروی کار مرتبط با حوزه STEM و پرورش سواد STEM به‌منظور رسیدگی به چالش‌های اصلی قرن بیست و یکم، افزایش توانایی تصمیم‌گیری افراد، در نظر گرفتن پیامدها، تفکر انتقادی، همکاری فراتر از مرزهای انضباطی، اختراع و نوآوری، و رقابت با سایر کشورها در حوزه‌های تلفیقی، استفاده از فرصت یادگیری‌های خلاق و اکتشافی، استفاده از گفتمان‌های مبتنی بر تحلیل	ژاپن
۱۹	۲۰۱۳	تحریک رشد شناختی و ظرفیت حل مسئله، ایجاد اعتمادبه‌نفس، پویایی و تفکر نوآورانه، همسویی اهداف فعالیت‌ها با نتایج یادگیری، بازسازی آکادمیک مدل‌های آموزشی سنتی، درگیر کردن فراگیران در حل مشکلات چند رشته‌ای مبتنی بر تیم از طریق راهنمایی، جوامع یادگیری، پروژه‌های تحقیقاتی و مشارکت	کانادا، فنلاند، انگلستان

در این مرحله از پژوهش، همجواری و مقایسه داده‌ها (مرحله ۳ و ۴) انجام پذیرفت. در این راستا و با تفحص در کدهای به‌دست‌آمده از مرحله پیشین به بررسی تطبیقی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب براساس زمینه‌های مقایسه‌پذیر و تکرارشونده (کد محوری) پرداخته‌شده است. در این زمینه، مؤلفه‌های به‌دست‌آمده در ۴ بخش اهداف برنامه استیم، راهبردهای یاددهی-یادگیری، محتوای آموزشی، رویه‌های ارزشیابی در برنامه استیم به مقایسه برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب پرداخته شد.

۱-گرایش‌ها و زمینه‌های برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب چیست؟

STEAM یک رویکرد نوین یادگیری در آموزش محسوب می‌شود که می‌تواند مشارکت‌های متنوع را در زمینه‌های علوم، فناوری، هنر، مهندسی و ریاضی در پی داشته باشد و به‌تبع آن به ارتقای حل مسئله خلاق، سواد فناورانه و ظرفیت کارآفرینی در یادگیرندگان کمک کند. در همین راستا ازجمله ابعاد کانونی قابل‌مقایسه در برنامه درسی استیم کشورهای منتخب (آمریکا، کانادا، ژاپن، انگلستان، استرالیا، فنلاند)، گرایش‌ها و زمینه‌هایی است که به این منظور برنامه درسی استیم پیگیری و در این کشورها اجرا می‌شود. در ادامه به بررسی تطبیقی این زمینه‌ها در کشورهای منتخب پرداخته می‌شود.

جدول ۳. بررسی تطبیقی اهداف برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب

بعد کانونی	بعد محوری	شاخص‌های تبیین‌کننده	کشورهای منتخب	کد مقالات	کد مشارکت‌کننده
اهداف برنامه درسی استیم محور	توسعه مهارت‌های خود راهبر	توسعه تفکر خلاق	ژاپن	۱۱	۳
		توانایی برنامه‌ریزی و زمان‌بندی برنامه	آمریکا	۱۶	۱
		توجه به تفکر انتقادی	ژاپن، انگلستان، کانادا، فنلاند و استرالیا، امریکا	۲،۳،۸	۲،۴،۷،۱۰،۱۲
		توسعه مهارت‌های حل مسئله و تصمیم‌گیری	ژاپن، استرالیا	۱۷،۱۸	۵ و ۱۰

توسعه مهارت‌های عملی	کاربرد روش علمی در دنیای واقعی	آمریکا	۱۶	۱۴
	تأکید بر درک رابطه بین STEM و زندگی روزمره	ژاپن	۱۱	۶
	تقویت مهارت‌های همکاری و کارگروهی	ژاپن، کانادا، فنلاند، انگلستان	۱۹	۴،۶،۱۳،۱۵
آشنایی و شناخت نسبت به حِرَف و مشاغل	برنامه‌ریزی تحصیلی در راستای فعالیت‌های حرفه‌ای	استرالیا	۱۲	۹
	توسعه یادگیری حرفه‌ای و مشاغل	استرالیا	۱۲	۱۰
	شناخت کاربرد دانش در راستای مهارت‌های شغلی	استرالیا	۷	۱۰
	ارتقای مسیرهای عملی، فنی و حرفه‌ای	ژاپن، ایالات‌متحده و انگلستان	۵و۱۵	۵،۱۴،۱۶

همان‌طور که در جدول بالا به آن اشاره شده است گرایش‌ها و زمینه‌های برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب در سه محور توسعه مهارت‌های خود راهبر، توسعه مهارت‌های عملی، آشنایی با مشاغل و حرفه‌ها دسته‌بندی شده است. علاوه بر مبانی نظری، مشارکت‌کنندگان در پژوهش نیز به پیگیری برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب اشاره داشتند. به‌عنوان مثال، مشارکت‌کننده (۳) بیان داشت: "استیم در کشور استرالیا در دوره‌های مختلف تحصیلی پیگیری و ارائه‌شده است، اما در دوره متوسطه بیشتر رنگ و بوی شغلی و آماده‌سازی دانش‌آموزان برای ورود به صنایع و توانایی مقابله با چالش‌های این بخش را مدنظر دارد."

۲-راهبردهای یاددهی-یادگیری برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب چیست؟

تدریس به‌گونه‌ای که موضوعات استیم را به‌طور معناداری باهم ادغام کند، با آموزش سنتی بسیار متفاوت است و گاهی اوقات می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. لذا راهبردهای یاددهی-یادگیری یکی از موضوعات اصلی در زمینه برنامه درسی استیم محور است که با بررسی ادبیات پژوهشی، برنامه‌های درسی کشورهای منتخب و بیانات مشارکت‌کنندگان در سه بخش تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسئله، یادگیری مبتنی بر مشارکت سازمان‌دهی شد. در ادامه مؤلفه‌های هر محور با اشاره به کشورهای منتخب مورداشاره قرار می‌گیرد.

جدول ۴. بررسی تطبیقی راهبردهای یاددهی-یادگیری برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب

بعد کانونی	بعد محوری	شاخص‌های تبیین‌کننده	کشورهای منتخب	کد مقالات	کد مشارکت‌کننده
	تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی	نگاه ویژه به روش علمی در بررسی موضوعات و مفاهیم	فنلاند و استرالیا	۳و۷	۱۰ و ۱۳

	استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازهای آموزشی	ژاپن، کانادا، فنلاند، انگلستان	۱۹ ۱۱،	۴،۶،۸،۱۳
	استفاده از گفتمان‌های مبتنی بر تحلیل	فنلاند	۱۷	۱۱
	فعالیت‌های ترکیب محور	فنلاند	۱۷	۱۳
	استفاده از مراحل طراحی مهندسی در آموزش و یادگیری	انگلستان، کانادا	۸	۴،۱۶
	توجه به شروع آموزش با مسائل واقعی	استرالیا	۷	۹
	توجه به پروژه‌های عینی آموزش	آمریکا، ژاپن، استرالیا	۲،۷،۱۶	۱۴،۵،۹
یادگیری مبتنی بر مسئله (PBL)	کاوشگری و یادگیری خود راهبر	آمریکا	۱	۲
	حل مسئله مبتنی بر تلفیق	انگلستان، کانادا	۸	۳،۷
	استفاده از ساخت‌گرایی کاربردی (جنبش سازنده)	انگلستان	۱۵	۸
	ارتباط‌گرایی و تعامل دوستانه در آموزش استیم	استرالیا، انگلستان	۱۲و۱۵	۱۰،۱۶
	گفت‌وگومحوری	استرالیا	۱۲	۱۰
یادگیری مبتنی بر مشارکت	بازاندیشی گروهی	فنلاند	۱۷	۱۲
	به‌کارگیری راهبردهای اعضای تیم در آموزش	فنلاند و کانادا	۱۴	۱۱،۱۵

همان‌گونه که در جدول بالا مورد اشاره قرار گرفت، راهبردهای یاددهی-یادگیری در کشورهای منتخب در سه بخش سازمان‌دهی شدند که برگرفته از مبانی نظری و بیانات مشارکت‌کنندگان بود. در این زمینه برای عینیت‌بخشی بیشتر، به نمونه‌ای از بیانات مشارکت‌کنندگان پرداخته می‌شود.

مشارکت‌کننده (۲) بیان داشت: "در ایالات‌متحده، بیشتر برای این‌که دانش‌آموزان بتوانند برای چالش‌های زندگی واقعی خود غلبه کنند، برنامه درسی استیم نیز به شکل مسئله‌محور و پروژه‌های مبتنی بر زندگی روزمره ارائه شده است و توانسته موفقیت‌هایی نیز در این زمینه کسب نماید." یا مشارکت‌کننده (۴) بیان داشت: "در کشور استرالیا برنامه‌های درسی تلفیقی مثل استیم بیشتر با رویکرد تعاملی و کار گروهی پیگیری می‌شود."

۳-ابعاد محتوا برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب چیست؟

محتوا از عناصر مهم برنامه‌های درسی است که به فراگیران ارائه می‌شود تا ورود آن‌ها را به فعالیت‌های آموزشی و رسیدن آنان به اهداف تعیین‌شده در برنامه را تسهیل و امکان‌پذیر سازند (حاجی‌زاده و آتشک، ۱۳۹۴). در زمینه آموزش استیم محور در برنامه درسی نیز یکی از نقاط قابل‌بررسی در بخش‌های مختلف، محتوا و ابعاد آن است. در این زمینه یافته‌های پژوهشی در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۵. مقایسه تطبیقی ابعاد محتوا در برنامه درسی مبتنی بر استیم در کشورهای منتخب

بعد کانونی	بعد محوری	شاخص‌های تبیین‌کننده	کشورهای منتخب	کد مقالات	کد مشارکت‌کننده
محتوای آموزشی		محتوا مرتبط با زندگی واقعی	ژاپن، کانادا، انگلستان، آمریکا	۲،۸،۱۶	۱،۳،۸،۵
	ملاک‌های انتخاب محتوا	محتوا مرتبط با علائق یادگیرندگان	فنلاند، استرالیا	۱۷	۹،۱۳
		دربردارنده دانش روز و مهارت‌های قرن معاصر	کانادا، فنلاند، آمریکا	۱۴	۲،۴،۱۱
		مبتنی بر پیش دانسته‌های دانش‌آموزان	فنلاند	۱۷	۱۳
	ویژگی محتوا	محتوای غنی و معنی‌دار	انگلستان، امریکا، کانادا	۲،۷،۱۶	۱،۳،۱۵
		انعطاف‌پذیر	انگلستان، کانادا، ژاپن	۸،۱۱	۴،۶،۷
		فعالیت محور	ژاپن، فنلاند و کانادا، آمریکا	۱۳،۱۴،۱۶	۱،۳،۵،۱۳
		تلفیقی (چند رشته‌ای)	فنلاند	۱۷	۱۱
	شیوه سازمان‌دهی محتوا	تلفیقی (میان‌رشته‌ای)	ژاپن، کانادا، انگلستان، آمریکا	۱۹ ۱۱،	۵،۳،۸،۱۴
		تلفیقی (فرارشته‌ای)	استرالیا	۷	۱۰

در راستای نتایج بده دست آمده و برای تبیین بیشتر آن، به نمونه‌ای از بیانات مشارکت‌کنندگان پیرامون ابعاد محتوای آموزشی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب اشاره می‌شود. مشارکت‌کننده (۱) با اشاره به توجه به علائق دانش‌آموزان در چینش محتوا برنامه درسی در کشور استرالیا بیان داشت: "در استرالیا، محتوای آموزشی که در راستای استیم و برای تحقق اهداف این برنامه باشد، با توجه به ظرفیت و علائق فراگیران تعیین می‌شود و تفاوت بین دانش‌آموزان در این زمینه بروز داده می‌شود، به شکلی که دانش‌آموزی که در زمینه ریاضی قوی‌تر است و به این درس علاقه بیشتری دارد با دانش‌آموزی که به علوم علاقه بیشتری دارد محتوای آموزشی ایشان تفاوت‌هایی دارد."یا مشارکت‌کننده (۵) بیان داشت: "محتوای برنامه درسی استیم طبق بررسی‌های انجام‌شده در کشور ژاپن، بر محور موضوعات زندگی واقعی و با الهام از رشته‌های ۵ گانه است."

۴-رویه‌های ارزشیابی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب چیست ؟

فرآیند برنامه درسی با ارزشیابی شروع و با آن پایان می‌یابد (فتحی واجارگاه، ۱۳۹۴). ارزشیابی، فرآیندی است که به‌منظور تصمیم‌گیری در مورد اینکه تا چه حد کوشش‌های معلم و فراگیری در جریان یاددهی-یادگیری به نتایج مؤثر منتج شده صورت می‌پذیرد انجام می‌شود. در فرایند تدوین برنامه درسی، پس از اجرای برنامه درسی، این نتایج ارزشیابی است که نشان‌دهنده کیفیت کلی برنامه درسی می‌باشد. بخشی از نقاط قوت و ضعف برنامه ضمن اجرای آزمایشی آن خود را نشان می‌دهد، ولی ارزشیابی تلاش منظم و مستمری است برای بررسی موفقیت‌ها و کاستی‌ها و مشکلات در دستیابی به هدف‌های مورد انتظار.

این کار را می‌توان هم‌زمان با اجرای مراحل متعدد برنامه یا در پایان کار، انجام داد، هرچند تلفیق این دو معمولاً بهتر است (علی‌پور توتکله، ۱۳۸۹). در زمینه برنامه درسی استیم نیز، پژوهش‌های صورت پذیرفته و مبانی نظری بیانگر آن بود که می‌توان در دو محور، عوامل مؤثر بر انتخاب راهبرد ارزیابی و انواع رویه‌های ارزشیابی به بررسی فعالیت‌های ارزیابانه کشورهای منتخب در زمینه برنامه درسی استیم پرداخت. در ادامه به جدول متناظر با این موضوع اشاره‌شده است.

جدول۶. بررسی تطبیقی رویه‌های ارزشیابی برنامه درسی استیم در کشورهای منتخب

بعد کانونی	بعد محوری	شاخص‌های تبیین‌کننده	کشورهای منتخب	کد مقالات	کد مشارکت‌کنندگان
رویه‌های ارزشیابی	عوامل مؤثر بر انتخاب رویه‌های ارزشیابی	علائق و تفاوت‌های فردی یادگیرندگان	فنلاند، استرالیا	۱۷،۱۹	۱۱،۱۰
		شرایط کارگروهی	استرالیا، فنلاند، کانادا، انگلستان	۱۲،۱۵،۱۷	۱۶ ،۱۰،۱۲،۱۵
		به‌کارگیری روش‌های چالشی و جذاب (مهارتی)	ژاپن، کانادا، انگلستان، آمریکا	۲،۸،۱۹	۵،۱،۴،۱۵
	انواع رویه‌های ارزشیابی	راهبرد مبتنی بر فعالیت و پروژه	آمریکا، ژاپن، استرالیا، آمریکا	۲،۷،۱۶	۲،۵،۱۰،۱
		تفحص گروهی	استرالیا، انگلستان	۱۲،۱۵	۹،۷
		حل مسئله خود راهبر	آمریکا، انگلستان، کانادا	۸ ۱۰	۱،۸،۱۵

در تبیین این نتایج و در راستای عینیت‌بخشی به یافته‌های پژوهشی در این بخش، به نمونه‌ای از بیانات مرتبط پرداخته می‌شود. مشارکت‌کننده (۴) با اشاره به استفاده از روش‌ها و پروژه‌های مهارت‌محور در ارزشیابی برای برنامه درسی استیم، بیان داشت: "آنچه در کانادا بیش از همه روش‌ها، برای ارزشیابی از برنامه درسی استیم محور مدنظر قرار داشت، انجام پروژه‌های عملی مرتبط با حیطه‌های رشدی دانش‌آموزان بود." یا مشارکت‌کننده (۶) که اشاره داشت: "در فنلاند هر دانش‌آموز بر مبنای علاقه و انتخاب خودش به ارزشیابی خود جهت می‌دهد به این معنا که نظر و عقیده دانش‌آموز در ارزشیابی و تعیین روش‌های ارزشیابی مؤثر است."

بحث و نتیجه‌گیری

از رویکردهای نوین در آموزش استفاده از رویکرد استیم در نظام تعلیم و تربیت است. استیم زمینه اصلی توجه به شاخص‌های آموزشی نوین را فراهم آورده است. در این پژوهش با استفاده از رویکرد بردی به بررسی تطبیقی شاخص‌های برنامه درسی مبتنی بر استیم در کشورهای منتخب پرداخته شد. با توجه به فرایند و فرآورده‌های سؤال اول، در یک نمای کلی ۴ مؤلفه منتخب اهداف برنامه درسی استیم، راهبردهای یاددهی-یادگیری، محتوای آموزشی و رویه‌های ارزشیابی مبتنی بر استیم در کشورهای منتخب به‌عنوان ابعاد مقایسه تطبیقی برنامه درسی احصا گردید. در ادامه به تشریح این ابعاد پرداخته می‌شود:

اهداف در برنامه درسی استیم، یک برنامه درسی به‌قصد ایجاد تغییرات در رفتار یادگیرنده اجرا می‌شود. این تغییرات همان اهداف برنامه است (غلام‌پور و آیتی، ۱۳۹۸). اهداف برنامه درسی مبتنی بر استیم در کشورهای منتخب در سه محور توسعه مهارت‌های خود راهبر، توسعه مهارت‌های عملی، آشنایی با مشاغل

و حرفه‌ها دسته‌بندی شد. در محور توسعه مهارت‌های خود راهبر که عمدتاً بر توسعه تفکر خلاق و انتقادی تأکید دارد به توسعه مهارت‌های تصمیم‌گیری و حل مسئله اشاره شده بود که عمدتاً رویکرد کشورهای آمریکا، ژاپن و استرالیا از برنامه درسی استیم محور است و پژوهش‌های دیجنیت (۲۰۱۸) و مورفی و همکاران (۲۰۱۹) بر آن دلالت داشت. دیجنیت (۲۰۱۸) در پژوهش خود به این نتیجه رسید که توجه به مهارت‌های خودراهبر در آموزش‌های مبتنی بر استیم بیش از سایر آموزش‌ها است.

راهبردهای یاددهی-یادگیری یکی از موضوعات اصلی در زمینه برنامه درسی استیم محور است که با بررسی ادبیات پژوهشی، برنامه‌های درسی کشورهای منتخب و بیانات مشارکت‌کنندگان در سه بخش تحقیق علمی و فرایند طراحی مهندسی، یادگیری مبتنی بر مسئله، یادگیری مبتنی بر مشارکت به مقایسه بین کشورهای منتخب پرداخته شد. در این زمینه، راهبرد روش علمی و فرایند طراحی مهندسی که از راهبردهای معروف برنامه درسی استیم در کشورهای فنلاند، کانادا و انگلستان است به استفاده از روش علمی و هم‌چنین تجزیه و تحلیل‌های مرتبط با طراحی مهندسی در برنامه درسی و آموزش اشاره دارد، عمده یافته‌های پژوهشی در این بخش نشات گرفته از مصاحبه‌های تخصصی با مشارکت‌کنندگان بود. در مبانی نظری نیز تأکید شده که برای آموزش بر مبنای استیم، روش‌های علمی مبتنی بر تلفیق مبانی نظری و تجارب واقعی مدنظر است (بابایی و همکاران، ۱۴۰۰).

محتوا از عناصر مهم برنامه‌های درسی است که به فراگیران ارائه می‌شود تا ورود آن‌ها را به فعالیت‌های آموزشی و رسیدن آنان به اهداف تعیین‌شده در برنامه را تسهیل و امکان‌پذیر سازند. در زمینه آموزش استیم محور در برنامه درسی نیز یکی از نقاط قابل‌بررسی در بخش‌های مختلف، محتوا و ابعاد آن بود که در سه بخش ملاک‌های انتخاب محتوا، ویژگی محتوا و شیوه سازمان‌دهی به بررسی و مقایسه میان کشورهای منتخب پرداخته شد. محور ملاک‌های انتخاب محتوا با اشاره به ملاک‌هایی همچون ارتباط با زندگی واقعی و یا علائق یادگیرندگان کشورهای منتخب را از هم تفکیک نموده است. البته در این زمینه قابل‌ذکر است که در بعضی مؤلفه‌ها و محورها کشورهای منتخب با یکدگیر هم‌پوشانی و اشتراکات محوری دارند. در محور ویژگی‌های محتوا، کشورهای ژاپن، فنلاند و کانادا با تأکید بر محتوای انعطافی و فعالیت‌محور در راستای برنامه و اهداف خود از برنامه درسی استیم حرکت می‌کنند. محتوای برنامه‌های مبتنی بر استیم با توجه به تأکید آن بر تجربه محوری و توجه به تفاوت‌های فردی به صورت منعطف تنظیم می‌شود (مورفی و همکاران، ۲۰۱۹). در نهایت شیوه سازمان‌دهی محتوا مدنظر قرار گرفت که کشورهای ژاپن، کانادا، انگلستان، آمریکا بیشتر با رویکرد میان‌رشته‌ای و بر مبنای مسائل دنیای واقعی محتوا را تلفیق نموده بودند و کشورهای فنلاند و استرالیا نیز بنا به مبانی نظری و مصاحبه‌های صورت گرفته با متخصصان به ترتیب با رویکرد چند رشته‌ای و فرارشته‌ای به تلفیق حوزه‌های محتوایی پرداخته بودند. یافته‌های پژوهشی در این بخش با یافته‌های پژوهش بنتلی و همکاران (۲۰۲۲)، دی الویرا و همکاران (۲۰۱۵) و مادن و همکاران (۲۰۱۳) هم‌خوانی دارد. بنتلی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که توجه به مسائل دنیای واقعی و سازمان‌دهی چندرشته‌ای از جمله محورهای اصلی سازمان‌دهی محتوا در برنامه‌های درسی مبتنی بر استیم است. به اعتقاد نگارنده و بررسی مبانی نظری استیم نیز می‌توان اینگونه استدلال نمود که رویکرد استیم در جهت ایجاد تحول در محتوای سنتی ایجاد شده تا زمینه تلفیق محتوا فراهم آید در این زمینه نیز رویکردهای ساختارگرا به محتوای روییدنی از زندگی واقعی و مبتنی بر علایق فراگیران اشاره دارند.

رویه‌های ارزشیابی در برنامه درسی استیم محور کشورهای منتخب از دیگر مؤلفه‌های مقایسه‌ای بود که بر ابعاد مختلف برنامه درسی استیم سایه می‌افکند. در زمینه برنامه درسی استیم نیز، پژوهش‌های صورت پذیرفته و مبانی نظری بیانگر آن بود که می‌توان در دو محور، عوامل مؤثر بر انتخاب راهبرد ارزیابی و انواع رویه‌های ارزشیابی به بررسی فعالیت‌های ارزیابانه کشورهای منتخب در زمینه برنامه درسی استیم

پرداخت. در محور عوامل مؤثر بر انتخاب راهبرد ارزیابی، کشورهایی همچون فنلاند و استرالیا بر علائق فراگیران و شرایط کارگروهی به‌عنوان ملاک‌های انتخاب راهبرد ارزیابی تأکید داشتند و کشورهای ژاپن و کانادا نیز بر به‌کارگیری روش‌های چالشی و جذاب در انتخاب رویه‌های ارزشیابی برنامه درسی استیم محور پرداخته بودند. در این زمینه، یافته‌های پژوهشی بر مبنای نتایج پژوهش‌های مورفی و همکاران (۲۰۱۹) و ریزمورگان و همکاران (۲۰۱۶) هم‌خوانی دارد. در این پژوهش سعی شد با شناسایی شاخص‌ها و مؤلفه‌های استیم در برنامه درسی کشورهای منتخب گامی هر چند کوچک در جهت طراحی برنامه‌های درسی بومی مبتنی بر استیم در داخل کشور بر داشته شود. با توجه به یافته‌ها پیشنهاد می‌شود:

- با توجه به یافته‌های راهبرد آموزش در استیم پیشنهاد می‌شود در رویکردهای آموزشی مبتنی بر استیم به تحقیق علمی و فرآیندهای طراحی مهندسی، به یادگیری مبتنی بر مسئله و یادگیری مشارکتی توجه شود. در این زمینه می‌توان با طراحی فعالیت‌های پروژه‌ای در برنامه‌های درسی مختلف ضمن تأکید بر مشارکت و فعالیت گروهی که رویکردهای اصلی آموزش در برنامه‌های درسی استیم محور است زمینه تحقیق علمی فراگیران را نیز فراهم آورد.
- با توجه به یافته‌های پژوهش در زمینه محتوا پیشنهاد می‌شود، به محتوای مرتبط با زندگی واقعی و محتوای تلفیقی توجه شود.
- با توجه به یافته‌های بُعد محتوا پیشنهاد می‌شود به رویه‌های سازمان‌دهی چندرشته‌ای، میان رشته‌ای و فرارشته‌ای توجه شود تا ضمن اینکه فراگیران به ارتباط و پیوستگی دیسیپلین‌های مختلف در آموزش پی ببرند زمینه یکپارچگی آموزش نیز فراهم آید.
- با توجه به یافته‌های بُعد ارزیابی پیشنهاد می‌شود در بُعد ارزیابی برنامه درسی مبتنی بر استیم به تفاوت‌های فردی، ارزیابی گروهی و رویه‌های ارزشیابی مسئله‌محور توجه شود.
- با توجه به یافته‌های بُعد ارزشیابی برنامه درسی مبتنی بر استیم پیشنهاد می‌شود از رویه‌های چالشی و جذاب در ارزشیابی استفاده شود تا ضمن تغییر دیدگاه فراگیران به ارزشیابی زمینه علاقه آن‌ها به ارزشیابی فراهم آید.

منابع

Amiri, F., & Kol Sefatan, M. R. (2019). The STEM Approach and the Requirements for Its Implementation in Iran. *Exploration in Basic Science Education*, 5(16), 47–49. [In Persian]

Asghari, M., Maleki Avarsin, S, Baghaei, H., & Yari Haji Atalo, J. (2022). A Study of the Characteristics of Curriculum Elements in Science Education Based on the STEAM Method. *Educational Innovations*, 21(84), 105–132. [In Persian]

Babaei, M. (2021). Classroom Management with STEM. *Roshd Technology Magazine*, 6(2), 21–26. [In Persian]

Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R., & Colomer, J. (2020). Fostering critical reflection in primary education through STEAM approaches. *Education sciences*, *10*(12), 384-400.

Behboudi, H., Moazami, M., & Hashemi, M. (2022). An Analysis of Inclusive Education Components for Students with Special Needs in Iran's Educational System. *Research in Curriculum Planning*, 19(72), 192–205. [In Persian]

Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, *56*(1), 3-23.

Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational*

Research, *87*(2), 309-344.

Bentley, B., Sieben, R., & Unsworth, P. (2022). STEM education in Australia: Impediments and solutions in achieving a STEM-ready workforce. *Education Sciences*, *12*(10), 730.

Bermudez, V. N., Salazar, J., Garcia, L., Ochoa, K. D., Pesch, A., Roldan, W., ... & Bustamante, A. S. (2023). Designing culturally situated playful environments for early STEAM learning with a Latine community. *Early Childhood Research Quarterly*, *65*, 205-216.

Bitarafan, F., Sojoodi, M., & Dehghani, M. (2020). Investigating the Barriers to Implementing the Fundamental Transformation Document of Education Based on Fullan's Model: A Case Study of the Aesthetic and Artistic Educational Domain. Research in Curriculum Planning, 17(67), 90–110. [In Persian]

Brenneman, K. (2023). Secreta no more: Elevating and celebrating cultural influences to enhance STEAM learning. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *86*, 101541.

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media.

Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). *Philosophy of STEM education: A critical investigation*. Springer.

Chittum, J. R., Jones, B. D., Akalin, S., & Schram, Á. B. (2017). The effects of an afterschool STEM program on students' motivation and engagement. *International journal of STEM education*, *4*(1), 1-16.

Comer, M., & Villegas, J. (2017). *STEM lesson guideposts: Creating STEM lessons for your curriculum*. J. A. Vasquez (Ed.). Portsmouth, UK: Heinemann.

Damangir, F., Rameroudi, F., & Kalkali, M. (2024). An Analysis of Classroom Management Structure Using the STEAM Method in Improving Teaching and Learning Quality. *First International Conference on Education with a Focus on Smart Schools, Creative Teachers, and Thoughtful Students in the Horizon*, Bushehr. [In Persian]

de Oliveira Andreotti, V., Biesta, G., & Ahenakew, C. (2015). Between the nation and the globe: Education for global mindedness in Finland. *Globalisation, Societies and Education*, *13*(2), 246-259.

DeJarnette, N. K. (2018). Implementing STEAM in the early childhood classroom. *European Journal of STEM Education*, *3*(3), 18.

Dúo-Terrón, P., Hinojo-Lucena, F. J., Moreno-Guerrero, A. J., & López-Belmonte, J. (2022). Impact of the Pandemic on STEAM Disciplines in the Sixth Grade of Primary Education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, *12*(8), 989-1005.

Dúo-Terrón, P., Hinojo-Lucena, F. J., Moreno-Guerrero, A. J., & López-Belmonte, J. (2022). Impact of the Pandemic on STEAM Disciplines in the Sixth Grade of Primary Education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, *12*(8), 989-1005.

Fahey, S. J. (2012). Curriculum change and climate change: Inside outside pressures in higher education. *Journal of Curriculum Studies*, *44*(5), 703-722.

Handay Pugar, Q., Haristiani, N., Herniwati, N. (2021). STEAM Project Based Learning in Enhancing Japanese Speaking Skill in Online Classrooms. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 595(4), 548-554.

Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, *43*(3), 416-438.

Hooker, M. (2017). A Study on the Implementation of the Strengthening Innovation and Practice in Secondary Education Initiative for the preparation of Science, Technology, English and Mathematics (STEM) Teachers in Kenya to integrate Information and Communication Technology (ICT) in Teaching and Learning, PhD Thesis, Queen's University Belfast.

Ishikawa, M., Fujii, S., & Moehle, A. (2013). STEAM country comparisons: Japan. *NCVER's international tertiary education research database*.

Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of science education and technology*, *25*(2), 284-301.

Jia, Y., Zhou, B., Zheng, X. (2022). A Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils' Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition. CURRICULUM, INSTRUCTION, AND PEDAG, 12(7), 1-12.

Jorgensen, R., & Larkin, K. (2018). What is unique about junior STEM?. In *STEM Education in the* 14). Springer, Singapore.-*Junior Secondary* (pp. 5

Kanadli, S. (2019). A meta-summary of qualitative findings about STEM education. *International Journal of Instruction*, *12*(1), 959-976.

Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (Eds.). (2019). STEAM Education: Theory and Practice. Springer.

Kim, Y. A., Kim, E., & Oliver, J. S. (2023). Integrated STEAM curriculum and its assessment.

KITAMURA, K. (2024). Developing STEAMS (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics, and Sports) human resources through university physical education classes. Japanese Journal of Physical Education and Sport for Higher Education, 21(3), 29-40.

Lee, A. (2015). Determining the effects of computer science education at the secondary level on STEAM major choices in postsecondary institutions in the United States. *Computers & Education*, *88*, 241-255.

León, J., Núñez, J. L., & Liew, J. (2015). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*, *43*, 156-163.

Li, J., Luo, H., Zhao, L., Zhu, M., Ma, L., & Liao, X. (2022). Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study. *Sustainability*, *14*(16), 103-133.

Li, J., Luo, H., Zhao, L., Zhu, M., Ma, L., & Liao, X. (2022). Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study. *Sustainability*, *14*(16), 10333.

Liu, F. (2023). STEAM Education in Japan, the United States, and China. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, *13*, 297-302.

Love, T. S., Roy, K. R., & Sirinides, P. (2023). A national study about STEM education and CTE laboratory accidents in the United States. *Safety science*, *160*, 106058.

Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., ... & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, *20*, 541-546.

Marshall, J. C. (2015). In step with the new science standards. Educational Leadership: STEM for all, 72(4), 16-22

Mei, L., Cui, K., Guo, X., Du, Ch. (2016). Incorporating the Arts: A Comprehensive Analysis of the Evolution from STEM to STEAM in Contemporary Education. Journal of Research in Social Science and Humanities, 3(8), 8-21.

Mir Rahimi, M. A., & Ahmadi, P. (2022). Examining and analyzing the position of the transdisciplinary STEM approach in school educational programs. *Educational Research*, 44(1), 24–67. [In Persian]

Mohammadi Pouya, S., Ghaderi Siamand, A., & Seydi Nazarloo, T. (2022). An Analysis of Teachers' Perspectives on Schools for Students with Special Needs: Toward Providing Policy Recommendations. *Quarterly Journal of Exceptional Children*, 22(2), 89–106. [In Persian]

Moradi Douliskani, M., Mirshah Jafari, E., & Nistani, M. R. (2020). An Analysis of the Type and Extent of the Influence of Curriculum Actors in the Curriculum Planning Committees of Iranian Universities: A Pathological Review of the Current Situation. Theory and Practice in Curriculum, 8(16), 119–154. [In Persian]

Moradpour, J., Naderi, E., Seif Naraghi, M., & Assareh, A. (2018). Designing an Integrated Curriculum Model for the First Cycle of Secondary Education and Validating It from the Perspectives of Curriculum Specialists and Relevant Teachers. Teaching Research, 6(4), 209–237. [In Persian]

Murphy, S., MacDonald, A., Danaia, L., & Wang, C. (2019). An analysis of Australian STEAM education strategies. *Policy Futures in Education*, *17*(2), 122-139.

Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, *110*(3), 221-223.

Nasrollahi Nia, F., & Alamolhoda, J. (2020). Revising and proposing a curriculum for the M.A. program in Educational Sciences (Case study: Higher Education Management and Planning). *Journal of Higher Education Curriculum Studies*, 11(21), 97–138. [In Persian]

Noxon, E. (2017). Evaluating professional development on educational technology integration for English teachers in Japan. *ProQuest LLC*, Ed.D. Dissertation, University of Florida

Opara, J. A. (2015). Gender and science education in Nigeria. International Journal of English and Education, 4(3), 152-159.

Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking skills and creativity*, *31*, 31-43.

Petrina, S. (2022). Status and Trends of STEAM Education in Canada. *Status and Trends of STEM Education in Highly Competitive Countries: Country Reports and International Comparison*.

Pourshafaei, H., Rostaminejad, M. A., & Mohammadzadeh, M. (2021). STEAM Education Approaches: A Systematic Review. *Educational Research Journal*, 7(26), 1–15. [In Persian]

Pressick-Kilborn, K., Silk, M., Martin., J. (2022). STEM and STEAM Education in Australian K–12 Schooling. Published in Oxford Research Encyclopedia, 21(7), 45-61.

Rezaei, M., Emam Jomeh, M. R., Ahmadi, Gh., Assareh, A., & Niknam, Z. (2020). Designing a Conceptual Model of an Integrated STEM Curriculum in Iran's Primary Education. *Curriculum Studies,* 15(59), 63–92. [In Persian]

Rhys Morgan, D (2016). The UK STEM Education Landscape: Royal Academy of Engineering

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Wieselmann, J. R., & Ring-Whalen, E. A. (2023). STEM curriculum development and implementation.

Roshan Ghiass, P., Liaqatdar, M. J., Zamani, B. E., & Sharifian, F. (2021). Development and Validation of a Scale for Evaluating Curriculum Elements Based on the Lifelong Learning Approach in Higher Education. *Educational Sciences*, 28(1), 43–66. [In Persian]

Salzman, H., & Douglas, D. (2022). STEAM education and workforce development: the history, 369).-politics, and evidence. In *International Encyclopedia of Education: Fourth Edition* (pp. 358 Elsevier.

Stroud, A., & Baines, L. (2019). Inquiry, investigative processes, art, and writing in STEAM. 18). Springer, Cham.-In *STEAM education* (pp. 1

Su, H. F. H., Ledbetter, N., & Ferguson, J. (2017). Finland: An exemplary STEAM educational system. *Transformations*, *3*(1), 4.

Sun, J. (2024). Implementing and Facilitating STEAM Problem-Based Learning From the Perspective of Teacher Leadership. ASIA PACIFIC JOURNAL OF EDUCATORS AND EDUCATIO, 38(2), 221-248.

Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary

students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(4), 1383-1395.

Ugras , M. (2018). The Effects of STEM Activities on STEM Attitudes, Scientific Creativity and Motivation Beliefs of the Students and Their Views on STEM Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, *10*(5).

Vasquez, J. A. (2015). STEM--Beyond the Acronym. *Educational Leadership*, *72*(4), 10-15.

Vennix, J., den Brok, P., & Taconis, R. (2018). Do outreach activities in secondary STEM education motivate students and improve their attitudes towards STEM?. *International Journal of Science Education*, *40*(11), 1263-1283.

Yata, C., Ohtani, T., & Isobe, M. (2020). Conceptual framework of STEM based on Japanese subject principles. International Journal of STEM Education, 7(1), 1-10.

Yıldırım, B., & Sidekli, S. (2018). STEM applications in mathematics education: The effect of STEM applications on different dependent variables.

Zarei, A., & Dehghani, M. (2021). Investigating the Alignment and Consistency of the Intended, Implemented, and Attained Curriculum in the Family and Population Knowledge Course. *Research in Curriculum Planning*, 18(71), 147–164. [In Persian].

Zolfaghari, P., Ebrahimi Dabbagh, M., & Arianfar, M. (2022). Investigating the Effectiveness of Teaching Selected Physics Topics through the STEM Method on Tenth Grade Experimental Science Students in Neyshabur. *Exploration in Basic Science Education*, 8(27), 18–27. [In Persian]