

A Systematic Review of Educational Robotics Studies

Mohammad Javadani * 

Corresponding Author, Assistant Professor,
Educational Sciences Department, Farhangian
University, Tehran, Iran. Iran. E-mail: m.javadani@cfu.ac.ir

Zahra Azizi 

M.A. in Curriculum development, Farhangian
University, Shiraz, Iran. E-mail:
zahraazizibu@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the research was to investigate the achievements of educational robotics studies. This applied study was conducted with a qualitative approach and a systematic review method. Valid documents and researches of the last ten years were used as the research population, which was determined using purposeful sampling based on the rule of theoretical saturation of the sample size. In this way, valid domestic and foreign articles in the period from 2013 to 2023 were searched using the keywords instructional robotics, educational robotics, and social robotics. In the initial search, 930 articles were identified, of which only 25 articles were eligible. Data analysis resulted in the extraction of 4 main themes and 21 secondary themes. The main topics included: definitions and concepts of educational robotics, components of educational robotics, opportunities of educational robotics and challenges of educational robotics. In general, the definitions of educational robotics included: robotics as an interdisciplinary field, a powerful educational tool, a tool for developing 21st century skills, preparation for future jobs, and an independent curriculum. Also, the components of educational robotics included: robot, hardware, software, educational materials, teacher and educational environment. The opportunities of educational robotics also included: overall effectiveness of educational robotics, professional development of teachers, creativity and motivation, diversity and expansion of participation. The challenges of educational robotics included: cost and access, teacher training and program integration, evaluation of learning outcomes, learning and diversity, and sustainability and maintenance.

Keywords: Systematic review, Educational robotics, Social robotics

Cite this Article: Javadani, M., & Azizi, Z. (2024). A Systematic Review of Educational Robotics Studies. *Technology of Instruction and Learning*, 7(25), 149-182. <https://doi.org/10.22054/jti.2024.81172.1490>



© 2016 by Allameh Tabataba'i University Press

Publisher: Allameh Tabataba'i University Press

DOI: <https://doi.org/10.22054/jti.2024.81172.1490>

Introduction

Educational robotics is the design, analysis, application, and operation of robots in education (Alimisis, 2013). Educational robots assist students in various ways, including understanding concepts, providing a feedback-based learning environment, creating a collaborative work environment, and giving them opportunities to work and discover solutions to real-world problems. Overall, with educational robots, students' learning improves and they develop a positive attitude toward science, engineering, and robotics (Bonaiuti et al., 2022). Educational robotics is used to facilitate students' skills and attitudes for analysis and performance. But robotics in the classroom has other benefits as well. Educational robotics enhances and supports students' skills in developing their knowledge through the creation, design, assembly, and operation of robots (Catlin & Woollard, 2014). Robots can be used to bring students who cannot attend class due to physical conditions, such as children with severe allergies or students recovering at home after surgery. With their own personal robot, a student can access a "real school"-like experience (Reich-Stiebert & Eyssel, 2016).

Robotics in the classroom helps children and young students with special needs develop their own personalized learning experience, accessing information and educational content through a personalized path. Robots can be programmed based on individual needs. Robotics prepares students for tomorrow's competitive workforce. By programming robots, students can discover whether their talents and interests align with the skills that will define the future job market, such as programming, science technology, or engineering (Daniela & Lytras, 2019).

Working on a robot stimulates students to build their own engineering skills and emphasizes meaningful problem-based learning through the integration and application of their knowledge. Strategic problem solving, computational thinking, higher-order thinking, logical and analytical reasoning; these are just a few examples of the abilities developed through educational robotics, abilities that will be essential in many professional fields. Although extensive research has been conducted in Russia, the United States, France, England, etc. (Zadoc, 2020), studies indicate that this topic remains largely unknown in our country; therefore, this study seeks to conduct a systematic review to examine educational robotics studies. Therefore, the present study addresses the main question of what achievements have the studies

conducted in relation to educational robotics so far? In addition, the following sub-questions have also been addressed:.

1. What definitions of educational robotics have been presented so far?
2. What are the components of educational robotics?
3. What are the opportunities of educational robotics?
4. What are the challenges of educational robotics?

Literature Review

Raiszadeh and Karzari (2021) studied the effect of teaching robotics knowledge on the level of learning in mathematics in the third grade of primary school. The results showed that, based on the ranking test, the factor that increased the level of interest and willingness to participate was the relationship between robotics knowledge and mathematics. Therefore, robotics knowledge has an increasing effect on students' learning and academic achievement in mathematics.

Sajjadi, Shahmoradi, and Salimi (2019) investigated the effect of teaching robotic structures on critical thinking, creativity, and learning mathematics of junior high school students in Tehran. The results showed that teaching with robotic structures has a significant effect on the dimensions of innovation, flexibility, and creativity development of junior high school students, and on the dimensions of evaluation, inference, and inductive reasoning of students' critical thinking, as well as a significant effect on students' learning mathematics. Teaching robotic structures has no significant effect on the fluidity dimension of creativity and on the dimensions of analysis and deductive reasoning of students' critical thinking. As a result, teaching with robotic structures has an effect on creativity, critical thinking, and learning mathematics of junior high school students, and increases creativity, critical thinking, and improves their learning mathematics.

Mansouri, Hosseinikhah, Alemi, and Niknam (2019) examined this issue in a study titled *The Nature and Logic of Educational Robotics Curriculum in Elementary School*. The findings of this synthesis study indicate that robotics functions in schools in two ways: a) as an independent subject; b) as an educational enabler that serves other subjects. The logical justification of educational robotics is based on constructivist theories, including the three foundations of epistemology (personal and multidisciplinary knowledge), psychology (attention to motivation, creativity, etc.), and sociology (interaction, foresight, etc).

Boniatti et al. (2022) examined this issue in a study entitled Educational Robotics Studies in Italian Scientific Journals. This study states that in recent years, there has been increasing attention to the use of educational robotics in educational settings, and as a result, it has involved the entire educational field and has resulted in a large amount of experiments and research. Educational robots are used in the school curriculum and in extracurricular activities to improve students' interest, participation and academic achievement in various fields, such as STEM and digital literacy, and in other ways, for example, to develop specific cognitive and socio-relational skills.

Kyriazopoulos et al. (2022) investigated this issue in a study titled Systematic Review of Educational Robotics in Primary Education. For this purpose, a keyword-based search in specific bibliographic databases selected 21 articles available in journals for the eight-year period 2012-2019, in which; factors including: learning environment, domain of knowledge, course topics, educational framework, learning activities, robotic equipment, research methodology and main findings were examined in each of them. The results of this study showed that most educational robotics activities are carried out in a formal learning environment. Despite the positive cognitive and emotional consequences of educational robotics in learning, there are aspects that need further investigation.

Methodology

The present study is applied in terms of purpose, and was conducted with a qualitative approach and a systematic review method and a meta-synthesis method using the seven steps introduced by Sandelowski & Barros (2007) as follows: 1. Formulation of the research question 2. Systematic review of the literature 3. Evaluation and selection of appropriate articles 4. Extraction of information 5. Analysis and synthesis of findings 6. Quality control 7. Publication of findings.

In a systematic review, the text of articles is considered as data, which is exactly the same as the text of a documented interview; therefore, conducting research with this method requires a qualitative analysis of the content of past studies and the findings of research conducted in a specific field. Purposive sampling was carried out using a criterion-type method and the sample size was determined based on the theoretical saturation rule. Accordingly, the keywords educational robotics- educational robotics- social robotics, instructional robotics, social

robotics were reviewed in reliable databases. The time range was from 2013 to 2023, the scope of educational studies and the language of studies was Farsi and English. To ensure the validity and reliability of the extracted studies, the Qualitative Research Checklist of the Essential Assessment Skills Program was used to review qualitative research (Cargo, 2018). First, the author extracted the specific characteristics of each study using this form, which included the names of the authors, study location, study year, study objective, study type, and the most important results of the selected articles. These studies were scored according to each criterion. 25 articles were reviewed to identify the initial classification and qualitative thematic analysis and extract their initial codes. For the initial classification, all articles were categorized based on information related to research settings, research designs, and publication types. In order to systematically review and qualitative thematic analysis of these 25 articles, we conducted a search based on the commonalities found in the research methodology, results, and subsequent findings. We considered most of the demographic characteristics, tools used to motivate students, and instructional approaches. The data from these studies were analyzed in the first stage through open coding, which identified and extracted 384 initial codes by studying the source text and categorized them based on similarities. Then, based on the axial and selective coding process, categories were categorized based on common concepts and connections to similar topics, and a thematic network was formed.

Discussion

Achieving different definitions of educational robotics helps us to have a clear understanding of this field; it prevents ambiguity and confusion and helps to create coherence and coordination in educational and research programs in this field at different levels. These definitions also allow for the comparison of educational programs and activities. The findings of this study have reached five comprehensive definitions regarding the definitions of educational robotics, which include 1) educational robotics as an interdisciplinary field, 2) educational robotics as a powerful educational tool, 3) educational robotics as a tool for developing 21st century skills, 4) educational robotics as a preparer for future careers, and 5) educational robotics as an independent curriculum. On the other hand, educational robotics, like any complex system, is a set of different components, the combination of which

creates new experiences for the student and opens up an attractive and adventurous world to the student. Considering these components, educational robotics can be used as a powerful tool for the growth and development of the next generation. Understanding and recognizing these components helps us design and implement more focused and attractive educational programs for students in this field. The components of educational robotics include robots, hardware, software, educational resources, teachers, and educational environments. The beating heart of any educational robotics program is robots. Numerous educational resources such as books, websites, videos, and training courses help students and teachers. The teacher component is a vital element in educational robotics. Using this component, high-quality and learning experiences can be provided to students at different levels. The educational environment provides a suitable platform for students' activity and creativity in the field of robotics. The educational environment related to robots should be safe, compatible, accessible and inspiring.

A review of robotics opportunities found that educational robots help students in a variety of ways, including understanding abstract concepts (Eguchi, 2014), providing a feedback-based learning environment (Umaschi Bers, 2007), creating a collaborative work environment (Eguchi & Uribe, 2012), and giving them opportunities to work on and discover solutions to real-world problems. Overall, with educational robots, students demonstrate improved knowledge, show positive attitudes toward science, engineering, and robotics, and choose engineering as a major and engage in an iterative design process (Hamner et al., 2010). Overall, this systematic review and systematic review considered the use of educational robotics in both formal and informal learning settings. This study has shown that educational robotics has potential as a learning and teaching tool, including supporting the education of students who do not show an immediate interest in academic disciplines related to science or technology. Our findings suggest that educational robotics allows for an integrated, multidisciplinary approach that encompasses both technical and social issues. This approach encourages students to make mental connections and connections with the breadth of engineering, physics, and mechanics concepts. To motivate students and optimize the learning process, it is essential that researchers and teachers combine a wide

range of cognitive and affective methods in combination with robotic platforms.

However, the results of this study showed that although educational robotics as a new tool opens doors to science and technology and the world of the future for students. This attractive field, despite providing many opportunities for students, also faces challenges that affect its expansion, penetration and effectiveness in educational environments and must be considered to achieve its full potential. To solve these challenges, educational experts, teachers, parents and policymakers must work together. The challenges of robotics education include cost and access, teacher training and curriculum integration, inclusiveness and diversity, assessment and learning outcomes, and sustainability and retention. However, there are solutions to overcome these challenges that can be overcome by relying on the efforts of teachers, parents and education activists and using this new technology to improve the level of education in the country. These solutions can be implemented at various levels: macro or governmental, organizational or educational, and individual.

مرور نظام‌مند مطالعات رباتیک آموزشی

محمد جاودانی *

نویسنده مسئول، استادیار گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. رایانامه: m.javdani@cfu.ac.ir

زهره عزیزی

کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی درسی، دانشگاه فرهنگیان، شیراز، ایران. رایانامه: zahraazizibu@gmail.com

چکیده

هدف پژوهش، بررسی دستاوردهای مطالعات رباتیک آموزشی بود. این مطالعه کاربردی، با رویکرد کیفی و به روش مرور نظام‌مند انجام شد. مقالات معتبر ده سال اخیر به‌عنوان جامعه پژوهش بود که با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند بر مبنای قاعده اشباع نظری حجم نمونه تعیین گردید. بدین صورت که مقالات معتبر داخلی و خارجی در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ با استفاده از کلیدواژه‌های رباتیک آموزشی، رباتیک تربیتی، رباتیک اجتماعی مورد جست‌وجو قرار گرفت. در جست‌وجوی اولیه ۹۳۰ مقاله شناسایی گردید که پس از غربالگری، ۲۵ مقاله واجد شرایط لازم بود. تحلیل داده‌ها منجر به استخراج ۴ مضمون اصلی و ۲۱ مضمون فرعی شد. مضامین اصلی شامل: تعاریف و مفاهیم رباتیک آموزشی، مؤلفه‌های رباتیک آموزشی، فرصت‌های رباتیک آموزشی و چالش‌های رباتیک آموزشی بود. به‌طور کلی، تعاریفی که از رباتیک آموزشی ارائه شده شامل رباتیک به‌عنوان حوزه بین‌رشته‌ای، ابزار آموزشی قدرتمند، ابزار پرورش مهارت‌های قرن ۲۱، آماده‌سازی برای مشاغل آینده و برنامه درسی مستقل بود. همچنین، مؤلفه‌های رباتیک آموزشی شامل: ربات، سخت‌افزار، نرم‌افزار، مواد آموزشی، معلم و محیط آموزشی بود. فرصت‌های رباتیک آموزشی نیز شامل: اثربخشی کلی رباتیک آموزشی، توسعه حرفه‌ای معلمان، خلاقیت و انگیزه و تنوع و گسترش مشارکت بود. چالش‌های رباتیک آموزشی هم شامل: هزینه و دسترسی، آموزش معلمان و ادغام برنامه، ارزیابی نتایج یادگیری، فراگیری و تنوع و پایداری و نگهداری بود.

کلیدواژه‌ها: مرور نظام‌مند، رباتیک آموزشی، رباتیک تربیتی، رباتیک اجتماعی

استناد به این مقاله: جاودانی، محمد، و عزیزی، زهرا. (۱۴۰۳). مرور نظام‌مند مطالعات رباتیک آموزشی. فناوری‌های آموزشی در یادگیری، ۲۵(۲)، ۱۴۹-۱۸۲. <https://doi.org/10.22054/jti.2024.81172.1490>

مقدمه

رباتیک، شاخه‌ای از فناوری است که با طراحی، ساخت، بهره‌برداری و استفاده از ربات‌ها و همچنین سیستم‌های کامپیوتری برای کنترل، بازخورد حسی و پردازش اطلاعات سروکار دارد. این فناوری‌ها با ماشین‌های خودکاری سروکار دارند که می‌توانند جای انسان‌ها را در محیط‌های خطرناک یا فرآیندهای تولیدی بگیرند یا از نظر ظاهری، رفتاری و یا شناختی شبیه انسان‌ها باشند (Guravaiah & Daniel, 2015). توسعه رباتیک به دلیل نیاز به سیستم‌های خودکاری است که می‌توانند وظایف را بدون دخالت انسان انجام دهند. این منجر به ایجاد طیف گسترده‌ای از ربات‌ها، مانند ماشین‌های ساده‌ای که می‌توانند کارهای تکراری را انجام دهند تا ربات‌های بسیار پیشرفته‌ای که می‌توانند فکر کنند و یاد بگیرند، شده است (Konijn, 2020). رباتیک می‌تواند به عنوان یک ابزار شناختی در زمینه‌هایی مانند ریاضیات، علوم طبیعی، جغرافیا و زبان به طور مؤثری مورد استفاده قرار گیرد. رباتیک همچنین به عنوان وسیله‌ای برای آموزش با هدف کسب دانش ضروری، برنامه‌نویسی و فناوری است. با استفاده از فعالیت‌های رباتیک محور، دانش‌آموزان در ساخت ربات‌ها شرکت می‌کنند و دانش و مهارت‌های خود را در حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در حل مسائل روزمره به کار می‌گیرند (Kyriazopoulos et al., 2022).

جدول ۱. انواع ربات‌ها، قابلیت‌ها و کاربردهای اصلی و رایج آن‌ها

نوع ربات‌ها	قابلیت‌های اصلی	کاربردهای رایج
ربات‌های صنعتی	جابه‌جایی اجسام سنگین، انجام کارهای تکراری با دقت بالا، جوشکاری، رنگ‌آمیزی	خطوط تولید، انبارداری، بسته‌بندی
ربات‌های خدماتی	تمیزکردن، جاروبرقی، چمن‌زنی، تحویل بسته	منازل، بیمارستان، مراکز مراقبت از سالمندان، هتل
ربات‌های پزشکی	انجام جراحی‌های دقیق، کمک به درمان بیماران، توان‌بخشی	اتاق عمل، آزمایشگاه، مراکز درمانی
ربات‌های نظامی	شناسایی اهداف، حمل تجهیزات، خنثی‌سازی بمب	عملیات نظامی، جستجو و نجات
ربات‌های فضایی	اکتشافات سیارات، تعمیرات ماهواره‌ها، ساخت سازه‌های فضایی	فعالیت‌های فضایی

نوع ربات‌ها	قابلیت‌های اصلی	کاربردهای رایج
ربات‌های آموزشی	آموزش مفاهیم علمی، تعامل با دانش‌آموزان، انجام آزمایش‌ها	مدارس، دانشگاه‌ها
ربات‌های کشاورزی	کاشت، داشت و برداشت، سم‌پاشی، آبیاری	مزارع، گلخانه‌ها
ربات‌های زیر آب	اکتشاف اعماق دریا، تعمیر سازه‌های زیرآبی، اکتشاف نفت و گاز	اقیانوس‌شناسی، اکتشاف نفت و گاز

شکل ۱. تصاویر نمونه‌هایی از ربات‌ها



رباتیک آموزشی، طراحی، تحلیل، کاربرد و عملکرد ربات‌ها در آموزش است. رباتیک همچنین ممکن است برای ایجاد انگیزه و تسهیل آموزش موضوعات دیگر، مانند برنامه‌نویسی کامپیوتر، هوش مصنوعی یا طراحی مهندسی استفاده شود. مهندسان رباتیک، ربات‌ها را طراحی می‌کنند، آن‌ها را نگهداری می‌کنند، برنامه‌های کاربردی جدیدی برای آن‌ها می‌نویسند و پژوهش‌هایی را برای گسترش پتانسیل رباتیک انجام می‌دهند (Alimisis, 2013). ربات‌ها در برخی از مدارس ابتدایی و دبیرستان و همچنین در اردوهای تابستانی جوانان به یک ابزار آموزشی محبوب تبدیل شده‌اند و علاقه به برنامه‌نویسی، هوش مصنوعی و رباتیک را در بین دانش‌آموزان افزایش داده‌اند (Jensen & Purtilo, 2013).

از زمان کار Papert (1980)، رباتیک آموزشی به‌طور ویژه مورد توجه دنیای آموزش قرار گرفته است و به شکل فزاینده‌ای در این زمینه سرمایه‌گذاری شده است. این آثار، وسعت این پدیده را برجسته می‌کنند و جنبه‌های مختلف و کانون‌های پژوهشی متنوع را نشان می‌دهند. بررسی Benitti (2012)، یکی از پراستنادترین مطالعات در این زمینه بوده که به پتانسیل رباتیک در مدارس اشاره کرده و ویژگی‌های آموزشی پروژه‌ها را برجسته کرده است؛ اما همچنان کمبود کار در این زمینه به چشم می‌خورد. Mubin و همکاران (2013)، در بررسی کاربرد رباتیک در آموزش، بر چندین جنبه عملی استفاده از ربات‌ها در آموزش تمرکز کردند. آن‌ها به موضوعاتی مانند تعامل کودک و ربات و برجسته کردن جایگاه ربات‌ها به‌عنوان وسیله کمک آموزشی در کلاس درس اشاره کردند و آموزش رباتیک در مدرسه و دانشگاه را مورد بررسی قرار داده‌اند (Tzagkaraki et al., 2021).

در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، ربات‌ها عمدتاً به‌عنوان ابزاری برای آموزش رباتیک یا سایر دروس از جمله علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) در مدارس معرفی شدند. بااین‌حال، این ویژگی مانع پذیرش آن‌ها برای اهداف آموزشی گسترده‌تر شد. این شکست اولیه در پذیرش ربات‌ها در کلاس‌های درس به این دلیل اتفاق افتاد که آن‌ها غیرقابل اعتماد، گران‌قیمت و با کاربردهای محدود بودند. امروزه با ارزان‌تر شدن ربات‌ها، کاربرد آن‌ها در آموزش آسان‌تر شده است. در پانزده سال گذشته، تعداد فزاینده‌ای از فعالیت‌های رباتیک وجود داشته است که نشان‌دهنده محبوبیت رباتیک در زمینه آموزشی است. بااین‌حال، ربات‌ها هنوز در مدارس برای آموزش رسمی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. اگرچه توافقی بر سر دلایل دقیق این وضعیت وجود ندارد، اما از مطالعات مختلف به نظر می‌رسد که معلمان

نقش اساسی در معرفی فناوری در مدارس دارند. بسیاری از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که ماهیت چندوجهی رباتیک، طراحی فعالیت‌های چند رشته‌ای جدید را تقویت می‌کند که در آن بحث‌های فنی- عملی و اجتماعی همزیستی دارند (Anwar et al., 2019؛ Papadakis et al., 2021؛ Papadakis and Kalogiannakis, 2022).

ربات‌های آموزشی به روش‌های مختلف، از جمله درک مفاهیم، فراهم کردن یک محیط یادگیری مبتنی بر بازخورد، ایجاد یک محیط کاری مشترک به دانش‌آموزان کمک می‌کنند و به آن‌ها فرصت‌هایی برای کار و کشف راه‌حل‌هایی برای مشکلات دنیای واقعی می‌دهند. به‌طور کلی، با ربات‌های آموزشی، یادگیری دانش‌آموزان بهبود می‌یابد و نگرش مثبتی نسبت به علم، مهندسی و رباتیک پیدا می‌کنند (Bonaiuti et al., 2022).

رباتیک آموزشی با هدف تسهیل مهارت‌ها و نگرش‌های دانش‌آموزان برای تجزیه و تحلیل و عملکرد، به کار گرفته می‌شوند؛ اما رباتیک در کلاس درس مزایای دیگری نیز دارد. رباتیک آموزشی، مهارت‌های دانش‌آموزان را در جهت توسعه دانش خود از طریق ایجاد، طراحی، مونتاژ و بهره‌برداری از ربات‌ها تقویت و پشتیبانی می‌کند (Catlin & Woollard, 2014). درواقع، برنامه‌نویسی زمانی که از طریق روش انتزاعی «سنتی» یاد گرفته شود، می‌تواند بسیار دشوار و خسته‌کننده باشد. همان‌طور که دنیای فناوری روزانه در حال تکامل است، دنیای آموزشی نیز از فرصت‌های ارائه‌شده به‌واسطه نوآوری‌ها، ابزارها و اکتشافات جدید خود بهره می‌برد (Eguchi, 2010).

از ربات‌ها می‌توان برای آوردن دانش‌آموزانی که به دلیل شرایط فیزیکی خاص نمی‌توانند در کلاس درس شرکت کنند، به کلاس درس استفاده کرد؛ مانند کودکان مبتلا به آلرژی شدید یا دانش‌آموزانی که پس از جراحی در خانه بهبود می‌یابند. به‌وسیله ربات شخصی خود، یک دانش‌آموز می‌تواند به یک تجربه مانند «مدرسه واقعی» دسترسی پیدا کند (Reich-Stiebert & Eyssel, 2016).

رباتیک در کلاس به کودکان و دانش‌آموزان جوان با نیازهای خاص کمک می‌کند تا تجربه یادگیری شخصی خود را توسعه دهند، به اطلاعات و محتویات آموزشی از طریق یک مسیر اختصاصی دسترسی پیدا کنند. ربات‌ها را می‌توان بر اساس نیازهای فردی برنامه‌ریزی کرد. برای مثال، کودکان مبتلا به اوتیسم می‌توانند به‌وسیله ربات‌ها در یادگیری مهارت‌های ارتباطی و اجتماعی، تعامل با دستگاه‌های خاصی که پاسخ‌های آن‌ها را با واکنش‌های

دانش‌آموزان تطبیق می‌دهند، حمایت شوند. دانش‌آموزانی که دارای مشکلات رشدی و اختلالات توجه هستند، می‌توانند از یک همراه همیشگی استفاده کنند و یاد بگیرند که چگونه متمرکز بمانند. رباتیک، دانش‌آموزان را برای نیروی کار رقابتی فردا آماده می‌کند. با برنامه‌نویسی ربات‌ها، دانش‌آموزان می‌توانند کشف کنند که آیا استعدادها و علایق آن‌ها با مهارت‌هایی که بازار کار آینده را تعریف می‌کنند، مانند برنامه‌نویسی، فناوری علمی یا مهندسی مطابقت دارد (Daniela & Lytras, 2019).

کار بر روی یک ربات، دانش‌آموزان را تحریک می‌کند تا جنبه‌های مهندسی خود را بسازند و بر یادگیری معنادار مبتنی بر مسئله از طریق ادغام و به‌کارگیری دانش آن‌ها تأکید می‌کند. حل مسئله استراتژیک، تفکر محاسباتی، تفکر سطح بالاتر، استدلال منطقی و تحلیلی؛ این‌ها تنها چند نمونه از توانایی‌های توسعه‌یافته به‌وسیله رباتیک آموزشی هستند، توانایی‌هایی که در بسیاری از زمینه‌های حرفه‌ای اساسی خواهند بود.

گرچه پژوهش‌های گسترده در کشورهای روسیه، آمریکا، فرانسه، انگلستان و... صورت گرفته است (Zadoc, 2020)، اما بررسی‌ها حاکی از آن است که این موضوع در کشور ما تا حدود زیادی ناشناخته مانده است؛ لذا این پژوهش به دنبال آن است تا با انجام یک مرور نظام‌مند به بررسی مطالعات رباتیک آموزشی بپردازد. یک مرور نظام‌مند مروری بسیار دقیق از آثار علمی موجود در رابطه با یک موضوع علمی خاص است. برای مرور آثار گذشته باید پژوهش‌های پیشین و مرتبط را جستجو، شناسایی، انتخاب، و ترکیب کرد. این کار باید با استفاده از یک روش مشخص و با قابلیت اجرای مجدد انجام شود که منجر به کمترین خطا گردد. مرورهای نظام‌مند به‌عنوان بهترین منبع پژوهشی شناخته می‌شوند (Siddaway, 2019). از این رو پژوهش حاضر به این سؤال اصلی می‌پردازد که مطالعات صورت گرفته در ارتباط با رباتیک آموزشی تاکنون چه دستاوردهایی داشته است؟ به‌علاوه به سؤالات فرعی زیر نیز پرداخته شده است.

تاکنون چه تعاریفی از رباتیک آموزشی ارائه شده است؟

مؤلفه‌های رباتیک آموزشی کدامند؟

فرصت‌های رباتیک آموزشی کدامند؟

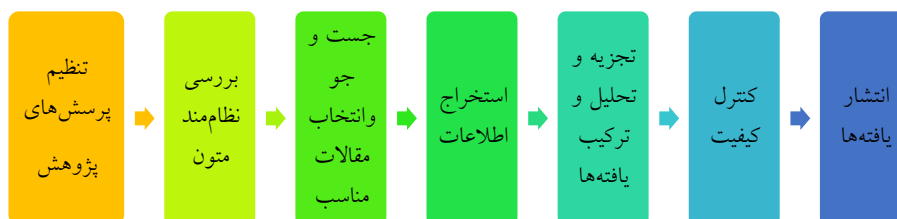
چالش‌های رباتیک آموزشی کدامند؟

روش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی است که با رویکرد کیفی و به شیوه مرور نظام‌مند انجام شد. مرور نظام‌مند یا سیستماتیک مروری بر مطالعات اولیه است که حاوی بیانی صریح از اهداف، مواد و روش‌ها است که بر اساس روش‌شناسی صریح و قابل تکرار انجام می‌شود. عناصر مهم یک مرور نظام‌مند عبارت‌اند از: (۱) یک سؤال مشخص و خوب. (۲) یک روش تکرارپذیر برای جلوگیری از سوگیری. (۳) چندین پایگاه داده برای بررسی داده‌ها. یک مرور نظام‌مند اگر بر اساس یک سؤال به‌وضوح فرموله شده باشد، به شناسایی مطالعات مرتبط، ارزیابی کیفیت آن‌ها و خلاصه شواهد با استفاده از روش‌شناسی صریح، صفت نظام‌مند را به دست می‌آورد (Pollock & Berge, 2018). تفاوت بین مرور ادبیات و مرور نظام‌مند به سؤال پژوهشی اولیه بازمی‌گردد. درحالی‌که مرور نظام‌مند بسیار خاص و متمرکز است، مرور ادبیات استاندارد، بسیار کلی‌تر است. برای مثال، اجزای یک مرور ادبیات، مشابه هر مقاله تحقیقاتی دیگری است. (Gough et al., 2019) فعالیت‌های اصلی یک مرور نظام‌مند را به شرح زیر بیان می‌کنند: شناسایی تحقیقات مرتبط، نقد سیستماتیک گزارش‌های تحقیقاتی و تجزیه و تحلیل یافته‌ها (Gough et al., 2019). به‌طور کلی در روش مرور نظام‌مند، ابزار گردآوری داده‌ها، مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی پیشینه پژوهش‌های مرتبط هستند. با توجه به اینکه پژوهش حاضر به مرور نظام‌مند مطالعات رباتیک آموزشی می‌پردازد، دارای رویکرد کیفی بوده و روش پژوهش فراترکیب و از نوع کاربردی با استفاده از گام‌های هفت‌گانه معرفی شده توسط Sandelowski and Barros (2007) است که مراحل آن به شکل ۲ است.

شکل ۲. مراحل پژوهش حاضر با توجه به روش هفت مرحله‌ای فراترکیب سندلوسکی و بارسو

(۲۰۰۷)



گام اول: تنظیم پرسش پژوهش

پرسش اصلی پژوهش این بود که «مطالعات صورت گرفته در حوزه ربائیک آموزشی تاکنون چه دستاوردهایی داشته است؟». به منظور پاسخ به این پرسش، مقالات معتبر به عنوان جامعه پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. مقالات انتخابی باید از کیفیت قابل قبول برخوردار می بودند و در مجلات مورد تأیید وزارت علوم در ایران و نشریات معتبر خارجی به چاپ رسیده باشند. به لحاظ زمانی نیز سعی شد که مقالات به روز مورد استفاده قرار گیرند، از این رو مقالات مورد بررسی محدود به بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ گردید.

گام دوم: بررسی نظام مند متون

در این مرحله، منابع مورد نظر با توجه به کلمه کلیدی پژوهش یعنی «ربائیک آموزشی»، در پایگاه های اطلاعاتی داخلی، از جمله: مگ ایران، نورمگز، سید و ایران داک در داخل کشور و همچنین پایگاه های اطلاعاتی خارجی، از جمله: Scopus, Google Scholar, spiringer مورد جست و جو قرار گرفت.

گام سوم: ارزیابی و انتخاب مقالات مناسب

در این مرحله، مقالات جستجو شده بر اساس اهداف پژوهش مورد غربالگری قرار گرفتند و مقالات مناسب برای تحلیل انتخاب شدند. با توجه به معیارهای مورد نظر برای مقالات، در جست و جوی اولیه در پایگاه های اطلاعاتی، ۹۳۰ مقاله شناسایی شد. در ادامه مقالاتی که مناسب به نظر نمی رسید و یا از کیفیت لازم برخوردار نبودند، حذف گردیدند که در نهایت ۲۵ مقاله علمی - پژوهشی داخلی و خارجی به منظور تحلیل محتوا، مناسب تشخیص داده شد.

گام چهارم: استخراج اطلاعات

در این مرحله، به روش کدگذاری باز به تحلیل متن هر یک از مقالات پرداخته شد. واحد تجزیه و تحلیل داده ها در این پژوهش جملات بود. از این رو، بخش هایی از متن مقالات که مرتبط با پرسش پژوهش بود، انتخاب و از هر عبارت متنی حداقل یک کد اولیه استخراج شد. سپس بین کدهای اولیه و چارچوب مفهومی پژوهش ارتباط برقرار گردید.

گام پنجم: تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته ها

در مرحله پنجم، با توجه به کدگذاری متون و تفسیر کدها، مضامین فرعی استخراج گردید و با مقایسه مستمر آن ها بر اساس وجوه تشابه، مضامین اصلی شکل گرفت.

گام ششم: کنترل کیفیت

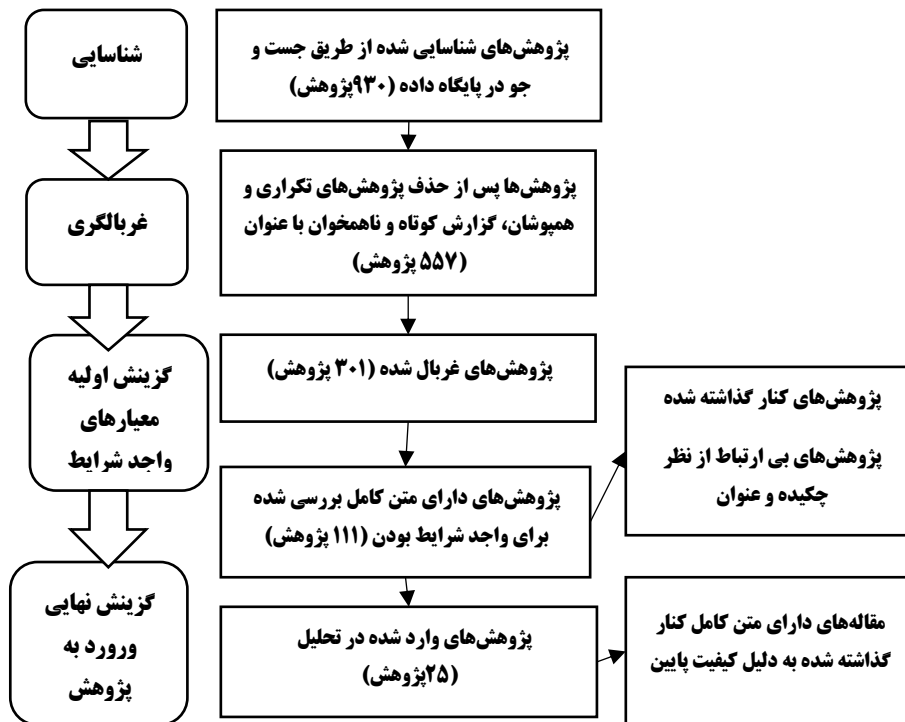
به منظور ارزیابی کیفیت مقالات منتخب، مقالات در اختیار یکی از خبرگان دانشگاهی که در زمینه تکنولوژی آموزشی تخصص داشتند، قرار گرفت و از وی خواسته شد کیفیت هر یک از مقالات را بر اساس چک‌لیست CASP مورد ارزیابی قرار دهد (Chenail, 2010). کلیه مقالات با توجه به مبنای ارائه شده توسط چنیل (۲۰۱۰) در محدوده بالای ۳۰ قرار گرفتند و نشان می‌داد که کیفیت مقالات قابل قبول است. همچنین برای بررسی کیفیت کدگذاری از معیار ضریب کاپا استفاده شده است، به طوری که دو مقاله انتخاب و برای ارزیابی کدهای استخراج شده و مضامین و نحوه دسته‌بندی آن در مقولات، در اختیار یکی از خبرگان دانشگاهی در حوزه تکنولوژی آموزشی قرار گرفت؛ میزان ضریب کاپای حاصله ۰٫۸۱ محاسبه شد که نشان‌دهنده میزان توافق خوب دو ارزیابی بوده و لذا نتایج از پایایی لازم نیز برخوردار هستند.

گام هفتم: انتشار یافته‌ها

در مرحله پایانی، بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل محتوای متون مقالات و کدگذاری‌های انجام شده، مضامین اصلی و فرعی مشخص و بر اساس آن شبکه مضامین طراحی شد (شکل ۴).

همان گونه که ذکر شد در مرور نظام‌مند، متن مقالات به عنوان داده محسوب می‌شود که دقیقاً همانند متن مصاحبه‌ی مستند شده است؛ بنابراین، اجرای پژوهش با این روش مستلزم تحلیل کیفی محتوای مطالعات گذشته و یافته‌های پژوهش‌های انجام گرفته در یک حوزه خاص است. یکی از روش‌های ساده و کارآمد تحلیل کیفی، تحلیل مضمون است. این روش فرایندی برای تحلیل داده‌های متنی است و داده‌های پراکنده و متنوع را به داده‌هایی غنی و تفصیلی تبدیل می‌کند (Braun & Clarke, 2006) و به شناخت و کشف چهارچوب‌ها و الگوهای موجود در داده‌های کیفی منجر می‌شود (عابدی جعفری و همکاران، ۱۳۹۰). بر این اساس در پژوهش حاضر داده‌ها با استفاده از روش تحلیل مضمون، استخراج، طبقه‌بندی، تحلیل و در قالب شبکه مضامین تنظیم و ارائه شده است. مراحل غربالگری مقالات در شکل ۳. ارائه شده است.

شکل ۳. مراحل غربالگری پژوهش‌ها



نمونه‌گیری به شیوه هدفمند از نوع معیار انجام شد و حجم نمونه بر مبنای قاعده اشباع نظری مشخص شد. به این صورت که بررسی تا رسیدن به حد اشباع ادامه یافت. تعداد مقالاتی و اسناد پژوهشی که برای تکمیل مرور نظام‌مند لازم است از ابتدای فرآیند مشخص نیست. عامل اساسی برای مشخص کردن تعداد پژوهش‌ها به اندازه‌ای است که اعتبار مرور نظام‌مند را تأمین کند. به‌طور کلی، هرچه مقالات موجود غنی‌تر بوده و میزان داده‌های آن‌ها بیشتر باشد، به تعداد کمتری مقاله به‌عنوان نمونه مورد نیاز است و بالعکس (Finfegeld & Kant, 2018)؛ به عبارت دیگر جست‌وجوها با یک مجموعه‌ای از پیش تعیین‌شده‌ی نهایی کامل نمی‌شود، بلکه با انتخاب مجموعه‌ای از منابع طی چند مرحله تکمیل می‌گردد. این شیوه‌ی بازایی بخشی از اطلاعات در هر مرحله که با اصلاحات و تکمیل دائمی همراه است را شیوه‌ی دست چینی می‌نامند (Finfegeld et al., 2013). بر این اساس در پایگاه‌های اطلاعات مطرح‌شده کلیدواژه‌های رباتیک آموزشی - رباتیک تربیتی - رباتیک اجتماعی،

Educational robotics, social robotics بررسی شد. محدوده زمانی از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳، حیطه مطالعات آموزشی و زبان مطالعات فارسی و انگلیسی بود. معیارهای ورود و خروج و فرایند جست‌وجوی منابع به روش نظام‌مند در پژوهش حاضر در جدول ۲. ارائه گردیده است.

جدول ۲. معیارهای ورود و خروج و فرایند جست‌وجوی منابع به روش نظام‌مند در پژوهش حاضر

معیارها	معیار پذیرش
پایگاه‌های اطلاعاتی و استنادی مورد جست‌وجو	Google Magiran, Normags, Sid, Irandoc, Scholar, Scopus, Springer.
کلیدواژه‌های جست‌وجو	رباتیک آموزشی - رباتیک تربیتی - رباتیک اجتماعی Educational robotics, social robotics
محدودیت در بازه زمانی	از ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳
محدودیت در حوزه مطالعاتی	آموزشی
محدودیت در زبان	انگلیسی و فارسی

یافته‌ها

برای صحت و قابل اعتماد بودن مطالعات استخراج‌شده، از فهرست تحقیقات کیفی برنامه‌ی مهارت‌های ارزیابی اساسی^۱ برای بررسی تحقیقات کیفی استفاده شد (Cargo, 2018). ابتدا نویسنده خصوصیات ویژه هر مطالعه را با استفاده از این فرم استخراج کرد که شامل نام نویسندگان، محل مطالعه، سال مطالعه، هدف مطالعه، نوع مطالعه و مهم‌ترین نتایج مقالات منتخب بود. به این مطالعات بر اساس هر ملاک نمره داده شد. مشخصات مقالات وارد شده به فرایند تحلیل در جدول ۳. ارائه کرده است.

جدول ۳. مشخصات مقالات وارد شده به فرایند تحلیل

روش	موضوع	نویسندگان
کیفی	ربات‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش	et al., 2022 Chu
کیفی	رباتیک آموزشی به عنوان یک فناوری آموزشی نوآورانه	Ospennikova et al., 2015

1. Critical appraisal skills program(CASP)

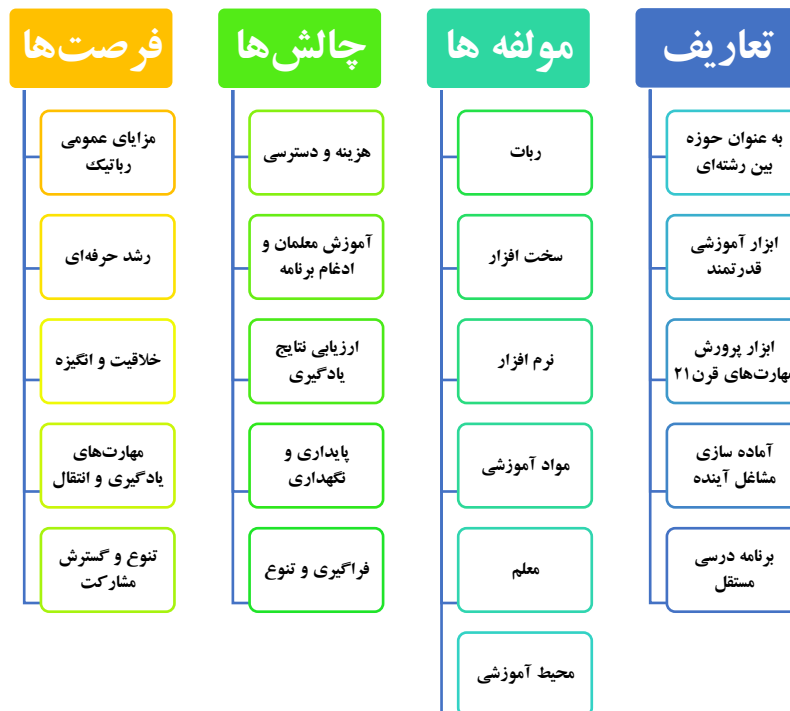
نویسندگان	موضوع	روش
Spolaor et al., 2017	کاربردهای رباتیک مبتنی بر نظریه‌های یادگیری در آموزش عالی	کیفی
Alimisis, 2013	رباتیک آموزشی: سؤالات باز و چالش‌های جدید	کیفی
Anwar et al., 2019	مروری نظام‌مند بر مطالعات رباتیک آموزشی	کیفی
Mubin et al., 2013	مروری بر کاربرد ربات‌ها در آموزش و پرورش	کیفی
Di Lieto et al., 2017	مداخله رباتیک آموزشی بر کارکردهای اجرایی در کودکان پیش‌دبستانی	کیفی
Tselegkaridis, 2022	شبیه‌سازها در رباتیک آموزشی	کیفی
Lin & Chen, 2022	مروری سیستماتیک بر تعاملات شفاهی در یادگیری زبان به کمک ربات	کیفی
Mwangi et al., 2022	بررسی مزایای ربات‌های آموزشی در یادگیری STEM	کیفی
Chin et al., 2014	تأثیر استفاده از سیستم آموزشی مبتنی بر ربات آموزشی بر انگیزه دانش‌آموزان در دوره ابتدایی	کیفی
Ioannou & Makridou, 2018	بررسی پتانسیل‌های رباتیک آموزشی در توسعه تفکر محاسباتی	کیفی
Pivetti et al., 2020	رباتیک آموزشی برای کودکان مبتلا به اختلالات عصبی رشدی	کیفی
Darmawansah et al., 2023	روندها و کانون‌های تحقیقاتی آموزش STEM مبتنی بر رباتیک	کیفی
Camargo et al., 2021	مروری بر ادبیات سیستماتیک شبیه‌سازهای واقع‌گرایانه کاربردی در زمینه رباتیک آموزشی	کیفی
Jung & Won, 2018	بررسی سیستماتیک روندهای پژوهشی در آموزش رباتیک برای کودکان خردسال	کیفی
Arocena et al., 2022	رباتیک و آموزش: بررسی سیستماتیک	کیفی
Ucgul & Cagiltay, 2014	مسائل طراحی و توسعه برای کمپ‌های آموزشی رباتیک آموزشی	کیفی
Zhong, 2018	مروری سیستماتیک بر آموزش و یادگیری محتوای دانش رباتیک	کیفی

نویسندگان	موضوع	روش
Ponce et al., 2022	استفاده از بسترهای رباتیک به عنوان ابزاری برای حمایت از STEM و تربیت بدنی در کشورهای توسعه یافته	کیفی
Bagassi et al., 2020	بهبود عملکرد منطقی و ریاضی کودکان از طریق یک رویکرد عملی رباتیک	کیفی
عالمی و همکاران، ۱۳۹۷	شناسایی ماهیت و منطق برنامه درسی رباتیک	کیفی
مقداری و همکاران، ۱۳۹۵	تأثیر فناوری‌های نوظهور در آموزش	کیفی
سجادی و همکاران، ۱۳۹۹	تعیین اثربخشی آموزش سازه‌های رباتیک بر تفکر انتقادی و خلاقیت دانش‌آموزان متوسطه اول در یادگیری درس ریاضی	کمی

این ۲۵ مقاله برای شناسایی طبقه‌بندی اولیه و تحلیل موضوعی کیفی و استخراج کدهای اولیه آن‌ها بررسی شدند. برای طبقه‌بندی اولیه، همه مقالات بر اساس اطلاعات مربوط به محیط‌های پژوهشی، طرح‌های پژوهشی و انواع انتشارات دسته‌بندی شدند. مشاهده کردیم که اکثر مطالعات فاقد طرح تجربی یا شبه تجربی بودند و همه پژوهش‌ها در این زمینه کیفی بودند. همچنین، دریافتیم که مطالعات بیشتری در محیط‌های یادگیری غیررسمی مانند اردوهای تابستانی به جای محیط‌های آموزشی رسمی مانند کلاس‌های درس انجام شده است. همچنین در این مقالات منتخب، تعداد مقالات کنفرانسی بیشتر از نشریه‌های ژورنالی بود. علاوه بر این، اکثر مطالعات (یعنی ۶۷٪) استفاده از نسخه‌ای از LEGO Mindstorms را گزارش کردند. به منظور مرور نظام‌مند و تحلیل موضوعی کیفی این ۲۵ مقاله، تحقیقی را بر اساس اشتراکات یافت شده در روش‌شناسی تحقیق، نتایج و یافته‌های بعدی انجام دادیم. بیشتر ویژگی‌های جمعیت شناختی، ابزارهای مورد استفاده برای انگیزش دانش‌آموزان و رویکردهای آموزشی را در نظر گرفتیم. داده‌های حاصل از این پژوهش‌ها در مرحله اول از طریق کدگذاری باز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که با مطالعه متن منابع ۳۸۴ کد اولیه شناسایی و استخراج گردید و بر اساس وجوه تشابه دسته‌بندی شدند. سپس بر اساس فرایند

کدگذاری محوری و انتخابی، مقوله‌ها بر اساس مفاهیم مشترک و ارتباط با موضوعات مشابه دسته‌بندی و شبکه مضامین شکل گرفت.

شکل ۴. شبکه مضامین دستاوردهای مطالعات رباتیک آموزشی



تعریف رباتیک: نتایج پژوهش‌های مختلف باعث به وجود آمدن تعاریف متعددی از رباتیک آموزشی گشته است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود (Bagassi et al., 2020): رباتیک آموزشی یک حوزه بین‌رشته‌ای است که شامل مهندسی، علوم کامپیوتر، آموزش و روان‌شناسی می‌شود. این حوزه به دنبال استفاده از ربات‌ها برای بهبود در دانش‌آموزان در سطوح مختلف تحصیلی است. رباتیک آموزشی به‌عنوان ویژگی نوین برای آموزش، دانش‌آموزان را می‌توان برای حل مسائل، تفکر خلاق و کار گروهی می‌دهد. رباتیک آموزشی به‌عنوان یک برنامه درسی مستقل، به دانش‌آموزان در سطوح مختلف تحصیلی، مهارت‌های لازم برای طراحی، ساخت، برنامه‌ریزی و کنترل ربات‌ها را آموزش می‌دهد. رباتیک آموزشی می‌تواند به دانش‌آموزان در مفاهیم STEM (علوم، فناوری،

مهندسی و ریاضیات) کمک کند و آن‌ها را برای کارهای آینده در این زمینه‌ها آماده کند. رباتیک آموزشی می‌تواند به‌عنوان ابزار آموزشی قدرتمند برای انگیزه و دانش دانش‌آموزان در کلاس درس عمل کند. ربات‌ها می‌توانند به‌عنوان یک عامل جذاب و سرگرم‌کننده در فرآیند فعالیت عمل کنند. رباتیک آموزشی می‌تواند به دانش‌آموزان در پرورش مهارت‌های قرن بیست و یکم مثل، تفکر انتقادی، تفکر خلاق و کار گروهی و حل مسئله کمک کند.

مؤلفه‌های رباتیک آموزشی: نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داد که رباتیک آموزشی از چند مؤلفه کلیدی تشکیل شده است که عبارت‌اند از: ربات: ربات هسته اصلی رباتیک آموزشی است و می‌تواند از یک ربات ساده و ارزان‌قیمت تا یک ربات پیچیده و گران‌قیمت باشد. انتخاب ربات مناسب به عوامل مختلف مانند سن دانش‌آموزان، سطح دانش و مهارت آن‌ها، بودجه و اهداف آموزشی است؛ سخت‌افزار: سخت‌افزار ربات شامل اجزای ربات مانند موتورها، سنسورها، چرخ‌ها، مدارها و بدنه ربات است. دانش‌آموزان باید با نحوه کار این اجزا و نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر آشنا شوند؛ نرم‌افزار: نرم‌افزار ربات شامل برنامه‌ای است که به ربات می‌گوید چگونه حرکت کند و چه کارهایی را انجام دهد. زبان‌های برنامه‌نویسی وجود برای رباتیک آموزشی وجود دارد که از ساده تا پیچیده بودن هستند. دانش‌آموزان باید با نحوه برنامه‌نویسی ربات و استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی مختلف آشنا شوند؛ منابع آموزشی: منابع آموزشی شامل کتاب‌ها، مقالات، وب سایت‌ها و فیلم‌های آموزشی هستند که به دانش‌آموزان در زمینه رباتیک کمک می‌کنند. انتخاب منابع آموزشی متناسب با سن دانش‌آموزان، سطح دانش و مهارت آن‌ها و اهداف آموزشی است. این منابع شامل آموزش‌های گام‌به‌گام، پروژه‌های علمی، مثال‌های کاربردی و ایده‌های خلاقانه هستند که فرایند را تسریع می‌بخشد؛ معلم: معلم نقش کلیدی در رباتیک آموزشی دارد و باید از دانش و مهارت کافی در زمینه رباتیک، برخوردار باشد و در برنامه‌نویسی و آموزش نقش داشته باشد. معلم باید مفاهیم رباتیک را به‌طور واضح و جذاب به دانش‌آموزان آموزش دهد و آن‌ها را در حل مشکلات و چالش‌های مختلف یاری کند؛ محیط آموزشی: محیط آموزشی مناسب برای رباتیک آموزشی باید دارای فضای کافی برای کار با ربات‌ها و تجهیزات رباتیک باشد. همچنین این محیط باید ایمن باشد و از خطرات احتمالی برای دانش‌آموزان جلوگیری شود.

فرصت‌های رباتیک: فرصت‌های رباتیک در ۵ مقوله مجزا قابل تفکیک می‌باشند. این فرصت‌ها شامل:

الف - مزایای عمومی: مضمون اول به مزایای کلی ربات‌های آموزشی می‌پردازد. برخی مطالعات به مزایای کلی استفاده از رباتیک در آموزش بدون تمرکز بر جنبه‌های خاص‌تر پرداختند و بر این ایده متمرکز بودند که استفاده از رباتیک آموزشی برای دانش‌آموزان فواید گسترده‌ای دارد، اما معمولاً تمرکز خاصی را برجسته نمی‌کنند و به‌اتفاق آرا پیشنهاد کردند که رباتیک باعث ترویج آموزش فعال در یادگیری می‌شود و به بهبود تجربه یادگیری کمک می‌کند. مطالعات در این موضوع از رباتیک آموزشی برای ادغام طراحی مهندسی در دوره‌های برنامه درسی یا برنامه‌های بعد از مدرسه استفاده کرده است (Mubin et al., 2013؛ Spolaor et al., 2017)، تفکر انتقادی و تحقیق (Won, 2018) و سایر شایستگی‌های رشدی (به‌عنوان مثال، اعتماد به نفس و غیره) (Darmawansah et al., 2023).

ب- مهارت‌های یادگیری و انتقال: مضمون مهارت‌های یادگیری و انتقال، شامل مطالعاتی است که از رباتیک برای تقویت ساخت دانش جدید توسط دانش‌آموزان استفاده می‌کند. این دسته تأکید کرد که با استفاده از رباتیک، دانش‌آموزان می‌توانند در یک فرآیند یادگیری فعال شرکت کنند، جایی که دانش‌های جدید را بر اساس تجربه عملی و با درگیر شدن با وظایف خاص می‌سازند. در فرآیند استفاده از رباتیک، دانش‌آموزان از طریق پرس‌وجو، کاوش و ایجاد ارتباط شناختی با تجربه قبلی، دانش جدید را می‌آموزند و می‌سازند. تعدادی از مطالعات ارتباط با این موضوع را نشان دادند. این مطالعات به‌صراحت این موارد را مورد بررسی قرار دادند: (الف) اینکه چگونه تجربه یادگیری عملی با ربات‌ها به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد مفاهیم انتزاعی را بهتر درک کنند (به‌عنوان مثال، Ponce et al., 2022؛ Bagassi et al., 2020)؛ یا (ب) توانایی دانش‌آموزان را برای انتقال دانش آموخته‌شده از طریق تجربیات به یک محیط یا مشکل جدید ارتقا می‌دهد.

ج- خلاقیت و انگیزه: تعدادی زیادی از مطالعات رباتیک آموزشی به خلاقیت و انگیزه دانش‌آموزان می‌پردازد. این مطالعات جنبه‌های انگیزشی یک گرایش اجتماعی یا فرهنگی یا خلاقیت در آموزش را برای بهبود انگیزه و علاقه دانش‌آموزان به موضوع مورد توجه قرار دادند (به‌عنوان مثال، دوره‌های STEM، به‌ویژه برنامه‌نویسی). این مطالعات با این ایده هدایت می‌شوند که رباتیک می‌تواند ابزاری برای تشویق و افزایش علاقه دانش‌آموزان به

یادگیری مفاهیم STEM باشد (Di Lieto et al., 2017). علاوه بر این، با استفاده از طراحی تجربیات روزمره در میان محیط‌ها و گروه‌های اجتماعی، این مطالعات نشان داد که تعامل با ربات‌های آموزشی، پتانسیل ارتقای خلاقیت دانش‌آموزان را دارد (به‌عنوان مثال، Anwar et al., 2019؛ Mubin et al., 2013؛ Spolaor et al., 2017).

د- تنوع و گسترش مشارکت: تعداد کمی مقاله یافت گردید که تأثیر رباتیک آموزشی را به‌عنوان ابزاری مؤثر برای گسترش مشارکت گروه‌های محروم موردبررسی قرار دادند. این مطالعات بر افزایش مشارکت یا حفظ زنان (Di Lieto et al., 2017)، اقلیت‌ها (Chin et al., 2014؛ Pivetti et al., 2020؛ Camargo et al., 2021) یا سایر جمعیت‌های کمتر در زمینه‌های STEM

Arocena و همکاران (2022) داستان موفقیت دو کارگاه را توصیف کردند که برای تشویق دانش‌آموزان دختر دبیرستانی برای شغل در فناوری اطلاعات طراحی و ساخته شدند. آن‌ها از فعالیت‌های برنامه‌نویسی سه‌بعدی استفاده کردند که با استفاده از محیط آلیس و ربات‌های Mindstorms طراحی شده بودند. آن‌ها موفقیت این کارگاه‌ها را با استفاده از پرسشنامه‌های پیش و پس‌از آن ارزیابی کردند. آن‌ها به‌طور خاص به این سؤال تحقیقاتی پرداختند که چگونه مهارت‌های برنامه‌نویسی دانش‌آموزان در نتیجه این کارگاه‌ها تغییر کرد و در درجه اول با جمع‌آوری داده‌هایی در مورد اعتماد دانش‌آموزان در حل مسائل با استفاده از برنامه‌نویسی به این سؤال پرداختند. نتایج حاکی از آن است که دانش‌آموزان در نتیجه کارگاه‌های آموزشی، مهارت‌های برنامه‌نویسی خود را افزایش می‌دهند. علاوه بر این، نگرش هر دو گروه نسبت به برنامه‌نویسی بهبود یافت و دانش‌آموزان اعتماد بیشتری به توانایی‌های برنامه‌نویسی خود گزارش کردند. نویسندگان همچنین موفقیت مداخله رباتیک را برای تغییر درک دانش‌آموزان در مورد برنامه‌نویسی موردبحث قرار دادند.

Ucgu and Cagiltay (2014) و Camargo و همکاران (2021) در تلاش‌های خود برای برانگیختن علاقه به دانش‌آموزان آفریقایی آمریکایی، لاتین تبار و جزیره‌ای اقیانوس آرام، رویکرد جامع‌تری اتخاذ کردند. محققان بررسی کردند که چگونه نگرش‌ها و دیدگاه‌های دانش‌آموزان نسبت به محاسبات توسط درگیری با مواد رباتیک شکل می‌گیرد و چگونه این‌ها با تفکر محاسباتی ارتباط دارند (یا نمی‌توانند ارتباط برقرار کنند). درنهایت، تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای از قبل و بعد از نظرسنجی و مصاحبه‌ها نشان داد که، پس از اتمام

برنامه، دانش آموزان بهتر می‌توانند طیف وسیعی از دیدگاه‌ها را در مورد محاسبات بیان کنند، که می‌تواند با تمرین حرفه‌ای مرتبط باشد.

با جمع‌بندی مقالات که نشان‌دهنده استفاده از رباتیک آموزشی با هدف افزایش تنوع در STEM است، اردوهای تابستانی رباتیک متعدد و برنامه‌های بعد از مدرسه برای برانگیختن علاقه در گروه‌های کم‌نماینده طراحی شده است. به‌طور کلی دو نوع مطالعه وجود داشت: (۱) مطالعاتی که قرار گرفتن در معرض STEM از طریق رباتیک را در نظر می‌گیرند و نشان داده‌اند که برنامه درسی مبتنی بر رباتیک در بهبود علاقه دانش آموزان موفق است؛ و (۲) مطالعات نشان‌دهنده موفقیت نسبتاً بیشتر برنامه‌هایی است که رباتیک را با سایر اشکال انگیزه اجتماعی، فرهنگی و خلاقیت ادغام می‌کند، Camargo و همکاران (2021)، به‌طور کلی، این مطالعات بر ترویج تنوع و حفظ در زمینه‌های STEM با ادغام رباتیک آموزشی در برنامه‌های درسی مدرسه یا با استفاده از پلتفرم‌های یادگیری غیررسمی برای معرفی ربات‌های آموزشی به‌عنوان مداخله و وسیله‌ای برای تشویق دانش آموزان محروم متمرکز بودند.

۵- توسعه حرفه‌ای معلمان: مطالعات نشان داد که رباتیک آموزشی عاملی برای بهبود پیشرفت حرفه‌ای معلمان شده است. برای بهبود کارایی معلمان، بسیاری از مناطق آموزشی، اکنون کارگاه‌های توسعه حرفه‌ای^۱ را با هدف آموزش معلمان در مورد نحوه ادغام مؤثر رباتیک در تدریس خود ارائه می‌دهند. بسیاری از معلمان، فاقد دانش، مهارت و تخصص در زمینه رباتیک هستند که در نتیجه، مانع تدریس کارآمد در این حوزه است. به‌منظور کاهش شکاف دانش و بهبود استراتژی‌های آموزشی خود، مربیان تشویق می‌شوند در کارگاه‌های آموزشی توسعه حرفه‌ای شرکت کنند. این کارگاه‌ها موجب ارتقای مهارت‌های فنی و تخصصی، ارتقای مهارت‌های تدریس، افزایش انگیزه و تعهد شغلی و بهبود فرصت‌های شغلی معلمان می‌شود. در این کارگاه‌ها، معلمان مفاهیم پایه‌ای رباتیک، مانند الکترونیک، برنامه‌نویسی، مکانیک و هوش مصنوعی را می‌آموزند و مهارت‌های عملی در زمینه طراحی، ساخت، برنامه‌نویسی و عیب‌یابی ربات‌ها را به دست می‌آورند. همچنین با ابزارها و نرم‌افزارهای تخصصی رباتیک آشنا می‌شوند. از آنجاکه تقاضا برای معلمان متخصص در زمینه رباتیک رو به افزایش است، و امکان تدریس رباتیک در مدارس، مراکز آموزشی و یا

1. Professional development (PD)

به صورت خصوصی وجود دارد، فرصت‌های شغلی جدیدی برای معلمان ایجاد می‌شود. Alimisis (2013)، بسیار مهم است که اطمینان حاصل شود که معلمان در انتقال اطلاعات و مفاهیم به دانش‌آموزان به شیوه‌ای مرتبط و قابل درک مؤثر هستند. برای دستیابی به موفقیت در مقیاس بزرگ، باید راهی برای آموزش معلمان در مؤثرترین روش‌ها برای تقویت یادگیری دانش‌آموز از طریق پلتفرم‌های فیزیکی و مجازی، چه به صورت کارگاه‌های حضوری یا دوره‌های آنلاین مانند موک پیدا کنیم. به طور کلی، این مطالعات نشان داد که رباتیک آموزشی به دو دلیل خاص می‌تواند به روشی مؤثر برای آموزش معلمان با استفاده از کارگاه‌های توسعه حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد: (۱) برای آشنایی معلمان با ربات‌های آموزشی و افزایش دانش و خودکارآمدی آن‌ها در استفاده از رباتیک در کلاس‌های درس خودشان و (۲) مشارکت معلمان در فعالیت‌های رباتیک و طراحی برنامه درسی با هم که در آن معلمان می‌توانند بازخورد فوری در مورد طراحی برنامه درسی و آموزش ارائه دهند، بنابراین به بهبود و تنظیم برنامه درسی کمک می‌کنند.

چالش‌های رباتیک: نتایج نشان داد آموزش رباتیک دارای پتانسیل فوق‌العاده‌ای است که ذهن را تحریک می‌کند و مهارت‌های STEM را تقویت می‌کند. با این حال، این چشم‌انداز هیجان‌انگیز قبل از اینکه بتواند به پتانسیل کامل خود برسد با موانع متعددی روبرو است که می‌تواند بر اثربخشی آن تأثیر بگذارد. بیایید به چند چالش کلیدی پردازیم و بینش‌هایی را از مقالات معتبر زبان انگلیسی به دست آوریم:

۱. هزینه و دسترسی: تجهیزات رباتیک، از کیت‌ها گرفته تا پلتفرم‌های پیشرفته، می‌تواند گران باشد و مانع قابل توجهی برای ورود به مدارس و دانش‌آموزان فردی ایجاد کند. این نابرابری شکاف دیجیتالی را افزایش می‌دهد و به طور بالقوه جوامع محروم را از این تجربه یادگیری ارزشمند حذف می‌کند.

۲. آموزش معلمان و ادغام برنامه درسی: بسیاری از مربیان فاقد تخصص و اعتماد به نفس خاص برای ادغام مؤثر رباتیک در برنامه درسی موجود خود هستند. ایجاد تعادل بین موضوعات سنتی با فعالیت‌های عملی رباتیک می‌تواند چالش‌برانگیز باشد و به زمان اختصاص داده شده و فرصت‌های توسعه حرفه‌ای برای معلمان نیاز دارد.

۳. فراگیری و تنوع: آموزش رباتیک باید برای همه بدون در نظر گرفتن زمینه یا جنسیت قابل دسترسی باشد. با این حال، کلیشه‌ها و فقدان نمایندگی می‌تواند دختران و دانش‌آموزان

گروه‌های اقلیت را از ادامه این رشته منصرف کند. ایجاد محیط‌های فراگیر و نمایش الگوهای مختلف برای جذب و حفظ استعدادها بسیار مهم است.

۴. ارزیابی و نتایج یادگیری: اندازه‌گیری تأثیر واقعی آموزش رباتیک همچنان یک کار پیچیده است. درحالی‌که مهارت‌هایی مانند حل مسئله و تفکر انتقادی پرورش می‌یابد، روش‌های ارزیابی سنتی ممکن است به‌طور کامل این دستاوردها را به دست نیاورند. توسعه روبریک‌های ارزیابی مؤثر و همسویی با اهداف یادگیری گسترده‌تر ضروری است.

۵. پایداری و نگهداری: ربات‌های آموزشی مانند هر تجهیزات دیگری نیاز به تعمیر و نگهداری دارند و می‌توانند طول عمر محدودی داشته باشند. مدارس باید هزینه‌های تعمیر، در دسترس بودن قطعات و منسوخ شدن احتمالی نرم‌افزار را هنگام سرمایه‌گذاری در پلتفرم‌های رباتیک در نظر بگیرند.

این‌ها تنها بخشی از چالش‌های پیش روی آموزش رباتیک است. با تصدیق این موانع و تلاش برای یافتن راه‌حل‌ها، می‌توان آینده‌ای فراگیرتر و در دسترس‌تر برای این حوزه حیاتی ساخت، نسل بعدی نوآوران را توانمند نمود و آینده‌ای را شکل داد که ربات‌ها و انسان‌ها با هم کار می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

دستیابی به تعاریف مختلف از رباتیک آموزشی به ما کمک می‌کند تا درک روشنی از این حوزه داشته باشیم؛ از ابهام و سردرگمی جلوگیری می‌کند و به ایجاد انسجام و هماهنگی در برنامه‌های آموزشی و پژوهشی این حوزه در سطوح مختلف کمک می‌کند. همچنین این تعاریف امکان مقایسه برنامه‌ها و فعالیت‌های آموزشی را فراهم می‌کند. یافته‌های این پژوهش در ارتباط با تعاریف رباتیک آموزشی به پنج تعریف جامع دست یافته است که شامل (۱) رباتیک آموزشی به‌عنوان یک حوزه بین‌رشته‌ای (۲) رباتیک آموزشی به‌عنوان یک ابزار آموزشی قدرتمند (۳) رباتیک آموزشی به‌عنوان ابزار پرورش مهارت‌های قرن ۲۱ (۴) رباتیک آموزشی به‌عنوان آماده‌ساز مشاغل آینده و (۵) رباتیک آموزشی به‌عنوان یک برنامه درسی مستقل.

از سوی دیگر رباتیک آموزشی همانند هر سیستم پیچیده‌ای، مجموعه‌ای از مؤلفه‌های مختلف است که ترکیبی از آن‌ها تجربیات جدیدی را برای دانش‌آموز ایجاد می‌کند و دنیای جذاب و پرماجرایی را به روی دانش‌آموز می‌گشاید. با توجه به این مؤلفه‌ها، رباتیک

آموزشی می‌تواند به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای رشد و پرورش نسل آینده مورد استفاده قرار گیرد. درک و شناخت این مؤلفه‌ها به ما کمک می‌کند تا برنامه‌های آموزشی متمرکز و جذاب‌تری را در این زمینه برای دانش‌آموزان طراحی و اجرا کنیم. مؤلفه‌های رباتیک آموزشی شامل ربات، سخت‌افزار، نرم‌افزار، منابع آموزشی، معلم و محیط آموزشی است. قلب تپنده هر برنامه رباتیک آموزشی ربات‌ها هستند. منابع آموزشی متعددی مانند کتاب‌ها، سایت‌ها، فیلم‌ها و دوره‌های آموزشی به دانش‌آموزان و معلمان کمک می‌کنند. مؤلفه معلم در رباتیک آموزشی عنصری حیاتی است. با استفاده از این مؤلفه می‌توان تجارب باکیفیت و فراگیری را برای دانش‌آموزان در سطوح مختلف ارائه کرد. محیط آموزشی بستری مناسب برای فعالیت و خلاقیت دانش‌آموزان در زمینه رباتیک ارائه می‌کند. محیط آموزشی مرتبط با ربات‌ها باید ایمن، سازگار، قابل دسترسی و الهام‌بخش باشد.

بررسی فرصت‌های رباتیک نشان داد که ربات‌های آموزشی به روش‌های مختلف به دانش‌آموزان کمک می‌کنند، از جمله درک مفاهیم انتزاعی (Eguchi, 2014)، فراهم کردن یک محیط یادگیری مبتنی بر بازخورد (Umaschi Bers, 2007)، ایجاد یک محیط کاری مشترک (Eguchi & Uribe, 2012) و به آن‌ها فرصت‌هایی برای کار و کشف راه‌حل‌هایی برای مشکلات دنیای واقعی می‌دهد. به‌طور کلی، با ربات‌های آموزشی، دانش‌آموزان دانش بهبود یافته را نشان می‌دهند، نگرش مثبتی نسبت به علم، مهندسی و رباتیک نشان می‌دهند و مهندسی را به‌عنوان گرایش انتخاب می‌کنند و درگیر فرآیند طراحی تکراری هستند (Hamner et al., 2010). به‌طور کلی، این مرور نظام‌مند و بررسی سیستماتیک استفاده از رباتیک آموزشی در هر دو محیط یادگیری رسمی و غیررسمی را در نظر گرفته است. این مطالعه نشان داده است که رباتیک آموزشی دارای پتانسیل به‌عنوان یک ابزار یادگیری و آموزش است، از جمله حمایت از آموزش دانش‌آموزانی که علاقه فوری به رشته‌های دانشگاهی مرتبط با علم یا فناوری نشان نمی‌دهند. یافته‌های ما نشان می‌دهد که رباتیک آموزشی امکان یک رویکرد یکپارچه و چند رشته‌ای را فراهم می‌کند که موضوعات فنی و اجتماعی را در برمی‌گیرد. این رویکرد دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا با وسعت مفاهیم مهندسی، فیزیک و مکانیک، ارتباطات ذهنی و ارتباط برقرار کنند. برای ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان و بهینه‌سازی فرآیند یادگیری، ضروری است که محققان و

معلمان طیف گسترده‌ای از روش‌های شناختی و عاطفی را در ترکیب با پلتفرم‌های رباتیک ترکیب کنند.

با این حال نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه رباتیک آموزشی به عنوان ابزاری نوین، دریچه‌هایی به سوی علم و فناوری و دنیای آینده را به روی دانش‌آموزان می‌گشاید. این حوزه‌ی جذاب با وجود اینکه فراهم‌کننده‌ی فرصت‌های زیادی برای دانش‌آموزان است با چالش‌هایی نیز روبه‌رو است که بر گسترش، فراگیرشدن و اثربخشی آن در محیط‌های آموزشی تأثیر می‌گذارد و باید برای دستیابی به پتانسیل کامل موردتوجه قرار گیرند و برای حل این چالش‌ها، باید به‌طور مشترک توسط متخصصان آموزشی، معلمان، والدین و سیاست‌گذاران تلاش شود. چالش‌های آموزش رباتیک شامل هزینه و دسترسی، آموزش معلمان و ادغام برنامه درسی، فراگیری و تنوع، ارزیابی و نتایج یادگیری و پایداری و نگهداری است؛ اما برای غلبه بر این چالش‌ها راهکارهایی وجود دارد که با اتکا به همت و تلاش معلمان، والدین و فعالان حوزه آموزش، می‌توان آن‌ها را پشت سر گذاشت و از این فناوری نوین برای ارتقای سطح آموزش و پرورش در کشور استفاده کرد. این راهکارها در سطوح مختلف کلان یا دولتی، سازمانی یا آموزشی، و فردی قابل اجرا هستند.

در سطح دولتی: تخصیص بودجه برای تجهیز مدارس به امکانات و تجهیزات رباتیک، برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی برای معلمان، تدوین برنامه درسی مدون برای رباتیک، ایجاد سامانه‌های ارزیابی، حمایت از تولید منابع آموزشی با کیفیت و به زبان فارسی و حمایت از پژوهش‌های علمی و کاربردی در این زمینه.

در سطح آموزشی: استفاده از روش‌های فعال و مشارکتی مانند پروژه‌های موضوعی و تأکید بر بازی، ایجاد فرصت‌های خلاقیت و نوآوری، برگزاری مسابقات رباتیک در سطوح مختلف و تشکیل کانون‌های رباتیک.

در سطح فردی: ارتقا دانش و تخصص فردی در زمینه رباتیک، استفاده از منابع آنلاین، همکاری و مشارکت بین معلمان، والدین و متخصصان رباتیک.

محدودیت‌ها: برخی از مطالعات ممکن است از نظر روش‌شناسی یا گزارش‌دهی ضعیف باشند که بر نتایج مرور نظام‌مند تأثیر می‌گذارد. اگرچه پژوهش حاضر از مکانیزم شفاف انتخاب و گنجاندن بر اساس ملاک‌ها و معیارهای مشخص استفاده کرده است، اما در عین حال با محدودیت‌های مواجهه بوده است. ابتدا، پژوهشگران همه مطالعاتی را که

معیارهای ورود و ارتباط را داشتند، انتخاب و آن‌ها را بر اساس کیفیت و سازوکار گزارش در فهرست کوتاه قرار دادند. همچنین آن دسته از پایگاه‌های اطلاعاتی انتخاب شدند که شامل مکان‌های احتمالی انتشار مقالات ربائیک بود، این انتخاب صرفاً بر اساس تجربه و قضاوت نویسندگان بود. این معیار ممکن است باعث محدودیت در فرایند انتخاب شده باشد و مطالعاتی که در مکان‌های دیگر منتشر شده‌اند در این مطالعه قرار نگرفته باشند. با این حال، پژوهشگران سعی کردند با انجام جستجوی فراگیرتر و گسترده‌تر تا حد زیادی بر این محدودیت غلبه کنند.

به علاوه مانند تمام مرورهای نظام‌مند، این مطالعه نیز با سوگیری انتشار محدود شده است. سوگیری انتشار به دلیل تمایل غالب در انتشار نتایج مثبت توسط نویسندگان و مکان‌های انتشار آشکار است. با این وجود پژوهشگران سعی کردند این سوگیری را با گنجاندن تمام مطالعاتی که با معیارهای موردنظر مطابقت داشتند، کاهش دهند و فقط به دنبال نتایج مثبت نباشند.

منابع

- رئیس زاده، مینا و کارزاری، سمیه. (۱۴۰۰). مطالعه تأثیر آموزش دانش رباتیک بر میزان یادگیری درس ریاضی پایه سوم ابتدایی. *اولین کنفرانس بین‌المللی علوم تربیتی، روان‌شناسی، علوم ورزشی و تربیت‌بدنی، ساری*.
- سجادی، منیره سادات، شاه مرادی، مرتضی، و سلیمی، مهتاب. (۱۳۹۹). تأثیر آموزش سازه‌های رباتیک بر تفکر انتقادی و خلاقیت و یادگیری درس ریاضی دانش‌آموزان متوسطه اول شهر تهران. *ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی*، ۱۰ (۳)، ۴۰-۱۷.
- عابدی جعفری، حسن، تسلیمی، محمدسعید، فقیهی، ابوالحسن و شیخزاده، محمد. (۱۳۹۰). تحلیل مضمون و شبکه مضامین: روشی ساده و کارآمد برای تبیین الگوهای موجود در داده‌های کیفی. *مجله اندیشه مدیریت راهبردی*، ۱۰ (۲).
- منصوری گرگر، رحیمه، حسینی خواه، علی، عالمی، مینو و نیکنام، زهرا. (۱۳۹۸). ماهیت و منطق برنامه درسی رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی. *نشریه فناوری آموزش*، ۱۳ (۳)، ۵۱۸-۴۹۷.

References

- Abdi J., Hassan, T., Mohammad S., Faghihi, A., & Sheikhzadeh, M. (2011). Theme and theme network analysis: A simple and efficient method for explaining patterns in qualitative data, *Journal of Strategic Management Thought*, 10 (2). [In Persian]
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2.
- Arocena, I., Huegun-Burgos, A., & Rekalde-Rodriguez, I. (2022). Robotics and Education: A Systematic Review. *TEM journal*, 11(1).
- Bagassi, M., Salerni, N., Castoldi, V., Sala, V., Caravona, L., Poli, F., & Macchi, L. (2020). Improving children's logical and mathematical performance via a pragmatic approach. In *Frontiers in Education* (Vol. 5, p. 54). Frontiers Media SA.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Bonaiuti, G., Campitiello, L., Di Tore, S., & Marras, A. (2022). Educational robotics studies in Italian scientific journals: A systematic review. In *Frontiers in Education* (Vol. 7, p. 758). Frontiers.
- Bonaiuti, G., Campitiello, L., Di Tore, S., & Marras, A. (2022, October). Educational robotics studies in Italian scientific journals: A systematic review. In *Frontiers in Education* (Vol. 7, p. 758). Frontiers.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Camargo, C., Gonçalves, J., Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Costa, P., & García-Peñalvo, F. J. (2021). Systematic literature review of realistic simulators applied in educational robotics context. *Sensors*, 21(12), 4031.

- Cargo, M., Harris, J., Pantoja, T., Booth, A., Harden, A., Hannes, K., ... & Noyes, J. (2018). Cochrane Qualitative and Implementation Methods Group guidance series—paper 4: methods for assessing evidence on intervention implementation. *Journal of clinical epidemiology*, 97, 59-69.
- Catlin, D., & Woollard, J. (2014). Educational robots and computational thinking. In *Proceedings of 4th International workshop teaching robotics, teaching with robotics & 5th International conference robotics in education* (pp. 144-151).
- Chenail, R. J. (2010). How to read and review a book like a qualitative researcher. *The Qualitative Report*, 15(6), 1635.
- Chin, K. Y., Hong, Z. W., & Chen, Y. L. (2014). Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education. *IEEE Transactions on learning technologies*, 7(4), 333-345.
- Daniela, L., & Lytras, M. D. (2019). Educational robotics for inclusive education. *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 219-225.
- Darmawansah, D., Hwang, G. J., Chen, M. R. A., & Liang, J. C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 12.
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., ... & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in human behavior*, 71, 16-23.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In *Society for information technology & teacher education international conference* (pp. 4006-4014). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Eguchi, A. (2012). Educational robotics theories and practice: Tips for how to do it right. In *Robots in K-12 education: A new technology for learning* (pp. 1-30). IGI Global.
- Eguchi, A., & Uribe, L. (2012). Is Educational Robotics for Everyone?-A case study of a 4th grade educational robotics unit. In *Society for information technology & teacher education international conference* (pp. 4126-4132). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Gough, D., Thomas, J., & Oliver, S. (2019). Clarifying differences between reviews within evidence ecosystems. *Systematic reviews*, 8(1), 1-15.
- Guravaiah, M., & Daniel, K. (2015). Robotics-Review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(10), 406-417.
- Hamner, E., Lauwers, T., & Bernstein, D. (2010, March). The debugging task: Evaluating a robotics design workshop. In *2010 AAAI Spring Symposium Series*.
- Jensen, G. M., & Purtilo, R. B. (2013). Learning for practice. In *realising exemplary practice-based education* (pp. 69-80). Brill.
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 905.
- Kyriazopoulos, I., Koutromanos, G., Voudouri, A., & Galani, A. (2022). Educational robotics in primary education: A systematic literature review. *Research Anthology on Computational Thinking, Programming, and Robotics in the Classroom*, 782-806.
- Kyriazopoulos, I., Koutromanos, G., Voudouri, A., & Galani, A. (2022). Educational robotics in primary education: A systematic literature review. *Research Anthology on Computational Thinking, Programming, and Robotics in the Classroom*, 782-806.

- Mansouri Gargar, Rahimeh, Hosseinikhah, Ali, Alemi, Minoo, and Niknam, Zahra. (2019). The nature and logic of educational robotics curriculum in elementary school. *Journal of Educational Technology*, 13 (3), 497-518. [In Persian]
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13.
- Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2022). Exploring preservice teachers' attitudes about the usage of educational robotics in preschool education. In *Research Anthology on Computational Thinking, Programming, and Robotics in the Classroom* (pp. 807-823). IGI Global.
- Papadakis, S., Vaiopoulou, J., Sifaki, E., Stamovlasis, D., & Kalogiannakis, M. (2021). Attitudes towards the use of educational robotics: Exploring pre-service and in-service early childhood teacher profiles. *Education Sciences*, 11(5), 204.
- Papert, S. (1980). Children, computers and powerful ideas. *New York: Basic Books*, 10(1990), 1095592.
- Pivetti, M., Di Battista, S., Agatolio, F., Simaku, B., Moro, M., & Menegatti, E. (2020). Educational Robotics for children with neurodevelopmental disorders: A systematic review. *Heliyon*, 6(10), e05160.
- Pollock, A., & Berge, E. (2018). How to do a systematic review. *International Journal of Stroke*, 13(2), 138-156.
- Ponce, P., López-Orozco, C. F., Reyes, G. E. B., Lopez-Caudana, E., Parra, N. M., & Molina, A. (2022). Use of robotic platforms as a tool to support STEM and physical education in developed countries: a descriptive analysis. *Sensors*, 22(3), 1037.
- Raeeszadeh, Mina and Karzari, Somayeh. (2020). Studying the effect of teaching robotics knowledge on the level of mathematics lessons in the third grade of elementary school. First International Conference on Educational Sciences, Psychology, Sports Sciences and Physical Education, Sari. [In Persian]
- Reich-Stiebert, N., & Eyssel, F. (2016). Robots in the classroom: What teachers think about teaching and learning with education robots? In *Social Robotics: 8th International Conference, ICSR 2016, Kansas City, MO, USA, November 1-3, 2016 Proceedings 8* (pp. 671-680). Springer International Publishing.
- Sajjadi, Monireh Sadat, Shahmoradi, Morteza, and Salimi, Mahtab. (2019). The effect of teaching robotic structures on critical thinking, creativity and learning mathematics among first-year high school students in Tehran. *Innovation and Creativity in Humanities*, 10(3), 17-40. [In Persian]
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual review of psychology*, 70, 747-770.
- Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112, 97-107.
- Tzagkaraki, E., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2021). Exploring the Use of Educational Robotics in primary school and its possible place in the curricula. In *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills: Proceedings of EDUROBOTICS 2020* (pp. 216-229). Cham: Springer International Publishing.
- Ucgu, M., & Cagiltay, K. (2014). Design and development issues for educational robotics training camps. *International Journal of Technology and Design Education*, 24, 203-222.

Umaschi Bers, M. (2007). Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom.

Zadok, Y. (2020). Project-based learning in robotics meets junior high school. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(5), 941-958.