Tech. Edu. J. 13(2): 351-369, Spring 2019

Technology of Education Journal

(TEJ)

Homepage: jte.sru.ac.ir

REVIEW PAPER

The nature and rationale of the robotic curriculum in elementary school

R. Mansouri Gargar[1], A. Hoseini Khah[1,*], Minoo Alemi[2] , Zahra Niknam

[1] Department of Curriculum Studies, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
[2] Humanities Faculty, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Submitted: 27 April 2018
Reviewed: 26 May 2018
Revised: 27 October 2018
Accepted: 05 November 2018

KEYWORDS:
Educational robotics
primary school
Curriculum
Curriculum rationale
Constructivism

* Corresponding author
h.ali.tmu@gmail.com

Background and Objectives: As widespread changes have occurred in the community, the use of technology has also expanded. To effectively prepare for and cope with evolving of this century we need to design and develop special curricula. Educational robotics is an advanced technology that requires special attention. In the past few decades, robotics has attracted the attention of researchers and teachers as a valuable tool in developing cognitive / social skills of students and in supporting the learning of subjects in science, mathematics, language, and technology.

There are several important reasons why young students should be exposed to robotics. As our world becomes more and more technologically advanced, students need to early experience so that to feel comfortable with and be aware of technology. In addition, the inclusion of robotics in the school curriculum will help prepare students to enter the job market with technological literacy. Robotics is an attractive approach to technology training due to its interdisciplinary nature, which requires expertise in a wide range of fields from mathematics to aesthetics. This can attract the interest and engagement of students who have not been successful in traditional subject matters. The purpose of this paper is to explain the philosophical orientation and educational robotics foundations at the primary school level so that policymakers, engineers and curriculum developers can formulate curriculum models for implementation.

Methods: In this research, educational robotics was analyzed and synthesized using the synthesis research method. Valid documents and research from the last four decades have been selected and categorized using a criterion-based purposive sampling technique.

Findings: Synthesis findings indicate that robotics in schools work in two ways as an independent subject and as an educational enabler serving other topics. Logical justification of it is based on constructivist, including epistemological (personal and multidisciplinary), psychological (attention to motivation, creativity and etc.) and sociological foundations (interaction, predictability and etc.).

Conclusion: In order to design a curriculum, a planner must first pay attention to the nature of the subject or knowledge and then proceed to develop a plan based on the orientations of the curriculum. Because the subject is robotics training in elementary school, the planner must pay attention to its nature first. The findings of this synthesis showed that robotics can serve in schools at all levels as an independent subject or as an educational enabler in the service of other subjects. Therefore, it is necessary to differentiate between the concepts of robotic training and training robotics. In robotics training, the subject is robot training; but in educational robotics, the robot is considered as a method, tool or technique that is used to teach other subjects.

NUMBER OF REFERENCES	NUMBER OF Fig.S	NUMBER OF TABLES
141	3	3

مقاله مروری

ماهیت و منطق برنامه درسی رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی

رحیمه منصوری گرگر[۱]، علی حسینی‌خواه [۱*]، مینو عالمی [۲]، زهرا نیکنام[۱]

[۱] گروه مطالعات برنامه درسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
[۲] دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: همزمان با تغییرات گسترده در اجتماع، استفاده از فناوری نیز گسترش یافته است. برای آماده‌سازی و مقابله مؤثر دانش‌آموزان با تحولات قرن حاضر، نیازمند طراحی و تدوین برنامه‌های درسی ویژه هستیم. رباتیک تربیتی، فناوری آموزشی پیشرفته‌ای است که مستلزم توجه ویژه است. در دهه گذشته، رباتیک تربیتی به‌مثابه یک ابزار ارزشمند در راستای شکوفاسازی و پرورش مهارت‌های شناختی/ اجتماعی دانش‌آموزان و در پشتیبانی از یادگیری موضوعات علوم، ریاضیات، زبان و فناوری توجه و علاقه پژوهشگران و معلمان را جلب کرده است. دلایل مهم متعددی برای در معرض قرار دادن دانش‌آموزان خردسال با رباتیک وجود دارد. چون دنیای ما به‌طور فزاینده‌ای فناورانه می‌شود، بنابراین دانش‌آموزان نیاز به تجارب سال‌های اولیه دارند تا آن‌ها در مورد فناوری احساس راحتی نموده و در مورد آن آگاه شوند. علاوه‌براین، گنجاندن رباتیک در برنامه درسی مدارس به آماده شدن دانش‌آموزان برای ورود به بازار کار به‌منزله سواد فناورانه کمک خواهد کرد. رباتیک به علت ماهیت میان‌رشته‌ای که نیاز به تخصص در طیف وسیعی از حوزه‌ها از ریاضیات تا زیبایی‌شناسی دارد، یک رویکرد جذاب به تربیت فناوری محسوب می‌شود. این امر می‌تواند موجب جلب علاقه و درگیر ساختن دانش‌آموزانی شود که در دروس سنتی موفقیت کسب نکردند.

هدف این نوشتار، تبیین جهت‌گیری فلسفی و مبانی رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی است تا سیاست‌گذاران، مهندسان و برنامه ریزان بر اساس آن، الگوهای درسی را برای اجرا تدوین کنند.

روش‌ها: در این پژوهش، رباتیک تربیتی با استفاده از روش سنتزپژوهی مورد تحلیل و ترکیب قرار گرفت. اسناد و پژوهش‌های معتبر چهار دهه اخیر با استفاده از فن نمونه‌گیری هدفمند از نوع ملاک‌محور انتخاب شده و مورد واکاوی و دسته‌بندی قرار گرفت.

یافته‌ها: یافته‌های سنتز حاکی از آن است که رباتیک در مدارس به دو صورت عمل می‌کند: الف) به‌منزله یک موضوع درسی مستقل؛ ب) یا به‌منزله یک توانمندساز آموزشی که در خدمت سایر موضوعات درسی است. توجیه منطقی رباتیک تربیتی، مبتنی بر نظریات سازنده‌گرایی شامل مبانی سه‌گانه معرفت‌شناختی (معرفت شخصی و چندرشته‌ای)، روان‌شناختی (توجه به انگیزش، خلاقیت و ...) و جامعه‌شناختی (تعامل، آینده‌نگری و ...) است.

نتیجه‌گیری: یک برنامه‌ریز برای طراحی برنامه درسی ابتدا لازم است به ماهیت موضوع یا دانش موردنظر توجه نموده سپس بر اساس جهت‌گیری‌های برنامه درسی نسبت به تدوین برنامه اقدام نماید. چون موضوع، تربیت رباتیک در دوره ابتدایی است؛ لذا برنامه‌ریز به ماهیت آن بایستی توجه کند. یافته‌های این سنتز نشان داد که رباتیک می‌تواند در مدارس در تمام سطوح به‌عنوان یک موضوع درسی مستقل و یا به‌عنوان یک توانمندساز آموزشی در خدمت سایر موضوعات درسی عمل کند. پس لازم است میان مفاهیم تربیت رباتیک و رباتیک تربیتی تفاوت قائل شد. در تربیت رباتیک موضوع تربیت ربات است؛ درصورتی‌که در رباتیک تربیتی، ربات به‌عنوان روش، ابزار یا فنی در نظر گرفته می‌شود که از آن برای تدریس سایر موضوعات استفاده می‌شود.

دریافت: ۰۷ اردیبهشت ۱۳۹۷
داوری: ۰۵ خرداد ۱۳۹۷
اصلاح: ۰۵ آبان ۱۳۹۷
پذیرش: ۱۴ آبان ۱۳۹۷

واژگان کلیدی:
رباتیک تربیتی
دوره ابتدایی
برنامه درسی
منطق برنامه
سازنده‌گرایی

*نویسنده مسئول
h.ali.tmu@gmail.com

مقدمه

همان‌گونه که وارد قرن بیست و یکم شده‌ایم و کسب‌وکار و صنعت به کارکرد خود در محیط با فناوری پیشرفته ادامه می‌دهد، انتظارات خاص در تعلیم و تربیت پدیدار می‌گردد. فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات[۱] به‌عنوان یک کل، وعده‌های زیادی به آموزش و پرورش داده است و حتی برخی در مورد یک انقلاب بزرگ صحبت می‌کنند. امروزه مشخص شده است که یکی از راه‌ها برای به‌دست آوردن نتایج خوب از فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش و پرورش، استفاده از رباتیک تربیتی است.

رباتیک تربیتی در چند سال گذشته به‌عنوان یک رویکرد نوپدید در آموزش و پرورش مورد توجه قرار گرفته است. این توسعه از طریق پیشرفت‌ها در عرصه فناوری اطلاعات و ارتباطات و الکترونیک، هم‌چنین کاهش پیش‌رونده‌ی هزینه‌ها امکان‌پذیر شده است. پتانسیل پداگوژیکی این ابزار جدید، آن را برای تعدادی از حوزه‌ها مانند ریاضیات، علوم فیزیکی و یادگیری زبان و فناوری مناسب ساخته است.

در دهه گذشته، رباتیک به‌مثابه یک ابزار ارزشمند در راستای شکوفاسازی و پرورش مهارت‌های شناختی/ اجتماعی دانش‌آموزان (از پیش‌دبستان تا

دبیرستان) و در پشتیبانی از یادگیری در موضوعات علوم، ریاضیات، زبان و فناوری، توجه و علاقه پژوهشگران و معلمان را جلب کرده است [۱]. ربات‌های تربیتی، جایگزین منحصربه‌فردی برای روش‌های سنتی به‌ویژه در سطح ابتدایی محسوب می‌شوند و متأسفانه توجه به استفاده بهینه از ربات‌های تربیتی در این سطح نادیده گرفته شده است [۲]. متأسفانه، ربات‌ها در کلاس‌های ابتدایی، به‌عنوان یک فعالیت مازاد در نظر گرفته می‌شود؛ چیزی که از نظر معلمان، باید آن را خارج نمود؛ حتی اگرچه زمان وجود داشته باشد و برنامه روتین آموزش روزمره احیا شود [۳]. استفاده از رباتیک تربیتی در آموزش و پرورش ابتدایی به‌نسبت محدود بوده و معلمان در این سطح، استفاده مستمری از آن‌ها ندارند. شاید به این دلیل باشد که تحقیقات بسیار کمی در مورد چگونگی یادگیری دانش‌آموزان با ربات‌ها در این دوره انجام گرفته است [۲].

دلایل مهم متعددی برای در معرض قرار دادن دانش‌آموزان خردسال با رباتیک وجود دارد. چون دنیای ما به‌طور فزاینده‌ای فناورانه می‌شود، بنابراین دانش‌آموزان نیاز به تجارب سال‌های اولیه دارند تا آن‌ها در مورد فناوری احساس راحتی نموده و در مورد آن آگاه شوند. علاوه‌براین، گنجاندن رباتیک در برنامه درسی مدارس به آماده شدن دانش‌آموزان برای ورود به بازار کار به‌منزله سواد فناورانه کمک خواهد کرد [۴]. رباتیک به علت ماهیت میان‌رشته‌ای که نیاز به تخصص در طیف وسیعی از حوزه‌ها از ریاضیات تا زیبایی‌شناسی دارد، یک رویکرد جذاب به تربیت فناوری محسوب می‌شود. این امر می‌تواند موجب جلب علاقه و درگیر ساختن دانش‌آموزانی شود که در دروس سنتی موفقیت کسب نکردند [۵].

بسیاری از سؤالات پاسخ داده نشده در مورد کاربرد تربیتی ربات‌ها، بی‌شک ناشی از این واقعیت است که این حوزه هنوز در مرحله نوپایی است. در این فرآیند حایز اهمیت است که علوم تربیتی به‌طور عام و مطالعات برنامه درسی به‌طور خاص نقش خود را ایفا نموده و مطالعاتی را انجام دهد تا بتواند به سؤالات زیر پاسخ دهد:

- آیا یادگیری دانش‌آموزان از طریق ربات‌ها افزایش می‌یابد؟
- یادگیری دانش‌آموزان از طریق ربات چگونه اتفاق می‌افتد و تفاوت آن با سایر ابزارهای پداگوژیکی چیست؟
- چه کسانی می‌توانند از این ابزار تربیتی، بیشترین بهره را ببرند؟
- با استفاده از رباتیک تربیتی کدام مهارت‌ها را می‌توان آموخت و چه محتوایی را می‌توان تدریس کرد؟

بی‌شک تکلیف بزرگ، پاسخ دادن به تمام این پرسش‌ها و حتی تکلیف بزرگ‌تر، تلفیق واقعی رباتیک تربیتی با نظام‌های تربیتی است. به این منظور طراحی و ساخت برنامه‌های درسی مرتبط با رباتیک تربیتی ضروری به نظر می‌رسد. مفهوم طراحی برنامه درسی ما را متوجه شیوه‌هایی می‌کند که برنامه‌های درسی به‌وسیله آن به وجود آمده‌اند؛ به‌خصوص بر ترتیب واقعی بخش‌های طراحی برنامه درسی دلالت دارد. طرحی که فرد در عمل انتخاب می‌کند تحت تأثیر رویکرد برنامه درسی و جهت‌گیری فلسفی او است [۶]. بنابراین، پیش‌نیاز طراحی و تدوین برنامه درسی مبتنی بر رباتیک، تبیین و تشریح رویکرد و جهت‌گیری فلسفی آن است.

ما در این مقاله سعی می‌کنیم تا به جهت‌گیری فلسفی رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی بپردازیم.

سؤال اصلی این مطالعه به شرح زیر است:

فلسفه رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی چیست؟

این سؤال را می‌توان به چند سؤال زیر تقسیم نمود:

- ماهیت و ویژگی‌های رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی چیست؟
- منطق رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی چیست؟

روش تحقیق

رویکرد این پژوهش، سنتزپژوهی (پژوهش تلفیقی) است. با استفاده از این رویکرد میان‌رشته‌ای، می‌توان یافته‌های بسیاری از پژوهش‌ها و گفتمان‌ها را برای تبیین جوانب مختلف یک پدیده ویژه با هم ترکیب نمود [۷]. هدف از سنتزپژوهی، مرور و خلاصه کردن یافته‌های تحقیقات کمی و کیفی در مورد یک پدیده خاص و محدود کردن یافته‌ها در تلاشی برای هدایت عمل و پژوهش‌های آتی است [۸].

ازنظر کوپر [۹] فرآیند سنتزپژوهی شامل پنج مرحله است: الف) تدوین یا بیان مسئله؛ ب) جمع‌آوری داده‌ها یا جستجوی ادبیات؛ ج) ارزیابی داده‌ها و سنجش کیفیت مطالعات؛ د) تحلیل و تفسیر؛ و ذ) ارائه نتایج. مراحل سنتزپژوهی ازنظر کوپر، هجز و ولنتاین [۱۰] همان مراحل مذکور توسط کوپر [۹] است با این تفاوت که مرحله چهارم را به دو مرحله جداگانه تحلیل و تفسیر تفکیک می‌کند.

کتب، مقالات و گزارش‌های پژوهشی معتبر و مرتبط با موضوع پژوهش در پایگاه‌های اطلاعات علمی در سطح جهان، از زمان توجه به نقش آموزشی ربات‌ها در برنامه درسی از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۱۷، شناسایی و مطالعه و تحلیل شدند که تعداد آن‌ها ۱۷۷ مورد بود.

برای رسیدن به نمونه‌های مناسب، نمونه‌گیری هدفمند از نوع ملاک‌محور انتخاب شد. این نوع نمونه‌گیری مستلزم انتخاب مواردی است که ملاک مهمی را برآورده می‌سازند. ملاک‌های موردنظر عبارت بودند از: الف) به عناصر برنامه درسی شامل هدف، منطق، محتوا، راهبردهای یاددهی-یادگیری، نقش یاددهنده، نقش یادگیرنده و ... توجه نماید. ب) به‌طور حتم مستلزم توجه به ربات‌ها یا رباتیک در آموزش و پرورش باشد. ج) شامل سطوح مختلف تربیت به‌ویژه آموزش و پرورش در دوره ابتدایی باشد. د) در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۷ انجام گرفته باشند. ذ) و درنهایت در ژورنال های معتبر مروری یا پژوهشی چاپ شده باشد یا در کنفرانس‌های معتبر ارائه شده باشند. در تحقیق کیفی، مشخص نمودن حجم نمونه، رابطه مستقیم با تصمیم‌گیری و قضاوت محقق دارد و قواعد از قبل تدوین‌شده‌ای وجود ندارد. پاتون معتقد است که شیوه ایده‌آل نمونه‌گیری این است که تا رسیدن به مورد زائد، به انتخاب موارد ادامه دهیم [۱۱]. برای تعیین میزان کفایت دانش حاصل از فرآیند سنتزپژوهی، باید چهار ملاک را به ترتیب زیر موردتوجه قرار داد:

- به متغیرها و تعامل مهم توجه داشته باشد (شمول[۲])؛
- از اصطلاحاتی بهره گیرد که معانی مبهم نداشته باشند (دوپهلو نبودن[۳])؛
- راهنمایی بر عمل باشد (عملی بودن[۴])؛
- معرف نوعی توافق جمعی باشد که برای پژوهشگران و دست‌اندرکاران

قابل‌قبول بوده، با نیازهای آنان مرتبط باشد (اجماع[۵]) [۱۲].
مراحل سنتزپژوهی به‌طور خلاصه در سه مرحله عمده و اساسی سازمان‌دهی شده است که در جدول نشان داده شده است. پژوهش حاضر نیز بر اساس این سه مرحله پیش رفته است. این سه مرحله در جدول شماره ۱ به‌اختصار بیان شده‌اند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از سنتز یافته‌های پژوهش‌هایی که برای بررسی انتخاب شدند در ذیل پاسخ به دو سؤال پژوهش آورده شده است. یادآوری می‌شود که سؤال اصلی این پژوهش تبیین فلسفه رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی است. برای پاسخ‌گویی به آن لازم است ابتدا ماهیت و ویژگی‌های رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی مورد بررسی قرار بگیرد و سپس به منطق یا ضرورت آن توجه شود. درنهایت با توجه به آن‌ها جهت‌گیری برنامه درسی و مبانی نظری مشخص گردد.

ماهیت و ویژگی‌های رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی چیست؟

رباتیک تربیتی یا رباتیک پداگوژیکی را می‌توان به‌عنوان یک فن (محیط) یادگیری در نظر گرفت که دانش‌آموزان و ربات‌ها را گرد هم می‌آورد. این محیط می‌تواند متشکل از موتورهای الکتریکی، حسگرها، قطعاتی مانند چرخ‌دنده‌ها، محورها و تیرها و ابزاری برای برنامه‌نویسی و کنترل آن‌ها باشد. بنابراین، دانش‌آموزان با استفاده از این روش یادگیری قادر به یادگیری چگونگی ساخت، برنامه‌نویسی و کنترل یک ربات خواهند بود. کار با رباتیک پداگوژیکی نیاز به اهداف عینی، روش‌شناسی و ساختارهای فیزیکی خاصی دارد [۱۳]. رباتیک تربیتی، استفاده از ربات‌ها به‌عنوان یک منبع تدریس را پیشنهاد می‌کند تا دانش‌آموزان بی‌تجربه را برای مواجه شدن با موضوعات در حوزه‌های غیرمرتبط با رباتیک توانمند سازد. در سال‌های اخیر این فعالیت‌ها در مدارس ابتدایی و متوسطه هم‌چنین در تجارب توسعه‌ای برای علاقه‌مند ساختن دانشجویان به علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در برنامه‌های کاردانی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای رشد یافته است [۱۴].
مطالعه لیو [۱۵] نشان داد که نوجوانان در اوایل نوجوانی (۱۴-۱۰ ساله) ربات‌های تربیتی و یادگیری رباتیک را به‌عنوان یک اسباب‌بازی، به‌عنوان یک منبع اشتغال و به‌عنوان راهی برای فناوری پیشرفته درک کردند.
از ربات می‌توان برای خدمت به انسان، تدریس زبان به کودکان و یا برای

جدول ۱: مراحل سنتزپژوهی در ماهیت و منطق برنامه درسی مبتنی بر رباتیک در دوره ابتدایی
Table 1: Synthesis research process on the nature and rationale of robotic curriculum in the elementary school

Stage	Sub stage	Description of the current research
1. Locating studies	A. Determine search parameters such as release date, type of research and ...	- The field of research on educational robotic and curriculum since 1998 and thereafter in foreign research, and since its inception and thereafter in domestic research - Geographic scope: All countries - Type of research: All theoretical, applied and evaluative studies
	B. Determine the criteria for selecting the documents collected in the previous step	- relevance to current research questions; - The quality of research in terms of the validity of the tools and methods used for analysis
	C. Identify the strategy and search documents and databases	- Developing keywords related to educational robotic, addressing at least one element of an educational robotic curriculum, including goals, content, teaching- learning strategies, rationale, approaches, teacher role, role of the robot, student role and evaluation. - Determine databases
From the initial search, 500 articles and documents in the field of educational robotic and curriculum were obtained that after applying the criteria for selection, the documents for entering the next stage were 341 cases.		
2. Systematic critique of Selected Documents	A. Large screening	Abstract documents were studied and then appropriate documents were selected based on two general criteria of "quality" and "relevance"; for example, papers related to higher education or specialized courses of robotics and engineering were set aside. At the end of this phase, 200 documents remained.
	B. Screening title	The entire text of the documents was reviewed and selected according to the two criteria. At the end of this phase, the number of remaining articles reached 177.
	C. Reanalysis	The remaining documents resembled the free coding steps and the theoretical field, based on research questions, research design, methods of production and analysis of data, findings and limitations. At this stage, the criticism and evaluation of the researcher were also noted for each of the documents examined.
3. Synthesis: Creating something from elements apart	In this research, the configurative synthesis research (vs. aggregative synthesis research) (Gough, Oliver, and Thomas, 2012) has been used, in which the findings of selected research are themselves converted into data that are combined with other data and then re-created with a new identity.	- Combine and link the findings of selected documents to frequent and accurate readings - Compare similar and contradictory findings (by writing on notes of the same or different colors) - Categorize the data into the following topics (such as the rationale, objectives, role and role of the robot, the role of the student, the role of the teacher, the limits and challenges, the use in the thematic areas and others)

کمک به معلولین استفاده کرد. یادگیری رباتیک شاید یک گرایش باشد و بتواند به دانش‌آموزان فرصت طراحی و ساخت برنامه‌های کاربردی جدید را فراهم سازد [۱۶]. رباتیک تربیتی شامل استفاده از ربات‌ها به‌عنوان یک ابزار تربیتی برای ارائه فعالیت یادگیری پیشرفته و بلندمدت در گروه‌های سنی مختلف است. نگرانی فعلی این است که استفاده از ربات‌ها در تربیت نباید نمونه‌ای از یک پروژه یک‌بار مصرف تنها به‌منظور شرکت در یک رویداد رقابتی باشد. به‌جای آن باید یک پیشرفت بلندمدت پایدار با پوشش مقطع ابتدایی تا پیش‌دانشگاهی باشد [۱۷].

انتظار می‌رود که ربات‌های فیزیکی به‌عنوان ابزارهایی در بسیاری از حوزه‌های تعاملی ازجمله سرگرمی، آموزش و پرورش، امنیت، امداد و نجات و مراقبت از سالمندان مفید باشند. علاوه بر این،به‌احتمال زیاد ربات‌ها بازیگران اجتماعی موفقی در محیط‌های واقعی- آمیخته باشند [۱۸]. چانگ و همکاران [۱۹] ویژگی‌های ربات‌های انسان‌نما را تحلیل کردند که شامل تکرارپذیری، انعطاف‌پذیری، ارائه داده‌های دیجیتالی، ظاهر انسان‌نما، حرکت بدنی، تعامل و تصور شخصیت انسانی بود.

هفت ویژگی مشترک که ممکن است از آموزش حمایت کند [۱۹] عبارتند از:

۱. قابلیت تکرارپذیری: ربات‌ها، اقدامات تکراری و آسان را بدون اشکال و ایراد انجام می‌دهند. این ویژگی نه‌تنها به معلمان کمک می‌کند تا محتوای یادگیری را دوباره به‌کار گیرند، بلکه به کودکانی که نیاز به تمرین شفاهی دارند، نیز کمک می‌کند. یک معلم مقطع ابتدایی به‌طور معمول از محتوای تدریس در کلاس‌های متعدد در طول بسیاری از نیم‌سال‌ها استفاده می‌کند. تکرار عمل تا حد زیادی به‌نفع دانش‌آموزان در درک و آشنایی با یک‌زبان است. پیدا کردن یک شریک برای کسانی که به‌طور مستمر گفت‌وگو (محاوره) را تمرین می‌کنند (به‌ویژه برای کودکانی که هنوز از نظر اجتماعی در حال رشد هستند) آسان نیست. درنتیجه ربات‌ها با این ویژگی برای کمک به یادگیری زبان مناسب هستند.

۲- انعطاف‌پذیری: انعطاف‌پذیری ربات به معلمان اجازه می‌دهد تا فعالیت‌های آموزشی حمایت‌شده توسط ربات را متناسب با استلزامات یادگیری و تدریس طراحی و تنظیم نمایند. فراگیران، دیگر به محتوای یادگیری طراحی‌شده توسط تولیدکنندگان محدود نبوده و معلمان نیز به‌طور مشابه محدود به مواد آموزشی معینی نیستند. علاوه‌براین گسترش مفهوم انعطاف‌پذیری شاید در آینده، انتخاب فعالیت‌های آموزشی و محتوا را به‌صورت مشترک با ربات‌ها برای دانش‌آموزان و معلمان امکان‌پذیر سازد. این فرصت ممکن است کودکان را برای مشارکت در توسعه دوره‌های زبان خود، درنتیجه کاهش فاصله بین معلمان و دانش‌آموزان متعهد سازد.

۲. دیجیتالی بودن: ربات‌ها دیجیتال هستند. ازاین‌رو استفاده از ربات‌ها به‌عنوان ابزارهای آموزشی اهرمی برای ویژگی‌های قابل اشتراک‌گذاری و حفظ و نگهداشت داده‌های دیجیتالی محسوب می‌شود. در صورت گسترش این ویژگی، یک پایگاه داده‌ای آموزش زبان حمایت‌شده توسط ربات را می‌توان برای ثبت تجارب معلمان تدوین کرد. این امر نه‌تنها به معلمان کمک می‌کند که به‌طور مؤثرتری آموزش دهند؛ بلکه به تدوین‌کنندگان در طراحی ربات‌های کاربردی‌تر برای تدریس زبان کمک خواهد کرد. علاوه‌بر این، یک ربات می‌تواند از طریق یک کانال بی‌سیم مثل بلوتوث یا وای‌فای با کامپیوترها ارتباط برقرار کند. این کار یک ربات را قادر می‌سازد تا با دانش‌آموزان از طریق حمایت نرم‌افزار و مواد در کامپیوترها تعامل داشته باشد.

۳. ظاهر انسان‌نما: ربات‌ها موجب افزایش حس کنجکاوی و خیال‌پردازی می‌شوند و ربات‌هایی که شبیه انسان به نظر می‌رسند، جذاب‌تر هستند. صرف‌نظر از این موضوع، انگیزش نقش مهمی در عملکرد یادگیری ایفا می‌کند. یادگیری زبان شامل مهارت‌آموزی است که برخلاف آموزش علمی بر کاربرد بیش از درک تمرکز دارد. ربات انسان‌نما در مقایسه با رادیو ممکن است موجب افزایش انگیزش دانش‌آموزان برای تمرین مهارت‌های زبان به طریقی طبیعی‌تر شود.

۴. حرکت بدن: حرکات یک ویژگی مهم در بیان زبان محسوب می‌شود. ربات‌ها با ایما و اشارات نه‌تنها موجب افزایش انگیزش می‌شوند؛ بلکه کودکان را هنگام صحبت کردن از طریق به‌کارگیری اشارات مناسب راهنمایی می‌کنند. در یادگیری زبان‌های بیگانه، این ویژگی می‌تواند حتی به دانش‌آموزان در درک کلمات ناشناخته‌ی بیان‌شده توسط ربات کمک نماید. اگرچه معلمان نیز می‌توانند با سر و دست اشاره کنند، اما انجام حرکات خنده‌دار یا اغراق‌آمیز مشکل است.

۵. تعامل: کارکرد اساسی ربات‌ها، توانایی آن‌ها در تعامل با افراد است. این ویژگی به ربات‌ها اجازه می‌دهد تا دستیاران تدریس شوند و از بیان زبان واقعی‌تر پشتیبانی کنند. عمل گفت‌وگو در کلاس‌های زبان حائز اهمیت است. اغلب یک معلم هر دو نقش را بازی می‌کند یا یک دانش‌آموز را برای ایفای یکی از نقش‌ها در یک سناریوی تمرین مکالمه انتخاب می‌کند. ربات‌ها هم‌چنین می‌توانند در چنین محیط‌هایی شرکت کنند. علاوه‌براین آن‌ها هنگام تعامل با افراد از طریق فناوری تشخیص صدا می‌توانند پاسخ‌های مناسب ارائه دهند. این ویژگی به ربات اجازه می‌دهد تا در عمل محاوره شرکت کنند. هم‌چنین از طریق تحلیل گزارش‌ها تعامل، مربیان می‌توانند به وضعیت یادگیری دانش‌آموزان با جزئیات بیشتری دست یابند.

۶. تصور شخصیت انسانی برای ربات: کودکان برخلاف سایر رسانه‌های آموزشی ترجیح می‌دهند با ربات‌هایی کار کنند که دارای ظاهری شبیه انسان و حرکت بدنی به‌عنوان سخن‌گویان و شنوندگان واقعی باشند. درعین‌حال آن‌ها می‌دانند که یک ربات، شخص واقعی نیست. این دانش‌آموزان نگران نیستند که در طول محاوره به علت تلفظ عجیب‌وغریب یا نحو (ترکیب) نادرست مورد تمسخر قرارگرفته یا تحقیر شوند. این امر ممکن است موجب کاهش اضطراب دانش‌آموزان و بهبود تمایل آن‌ها برای شرکت در تمرینات گفت‌وگو به‌ویژه در زبان‌های بیگانه شود (رجوع به شکل ۱).

مقداری و عالمی به سه ویژگی زبانی، تصویری و حرکتی در نحوه تعامل ربات‌ها با انسان اشاره کرده‌اند [۲۰]. این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که ربات‌ها دارای پتانسیل برای مفید بودن در تدریس زبان هستند. علاوه‌براین، ربات‌های تربیتی برای رشد همکاری و توانایی‌های حل

شکل ۱: هفت ویژگی مشترک ربات‌های انسان‌نما که از فرآیند یاددهی- یادگیری حمایت می‌کنند. (طراحی از نویسنده)

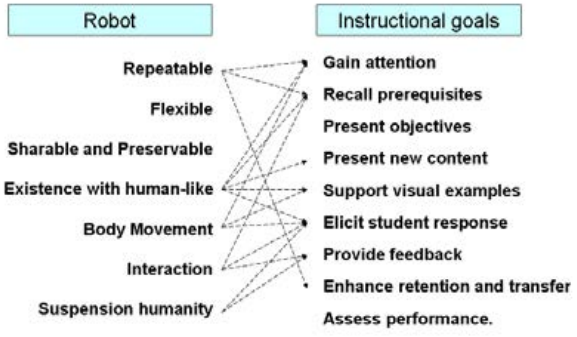
Fig. 1: Seven common features of human robots that support the learning process-learning. (Design by Mansouri)

مسئله دانش‌آموزان مفید هستند [۱۹]. تعدادی از پتانسیل‌ها به‌طور معمول به رباتیک تربیتی در فرآیند یاددهی- یادگیری نسبت داده می‌شود. برخی از آن‌ها در اینجا به‌اختصار مورد بحث قرار می‌گیرد [۲۱]: شکل زیر رابطه بین ویژگی‌های ربات و اهداف ابزار آموزشی را توصیف می‌کند:

- انگیزش و اشتیاق توسط دانش‌آموزان: این یک ویژگی مشترک ذکرشده توسط اغلب پژوهشگرانی است که در این زمینه مطالعاتی انجام داده‌اند. درواقع، شور و شوق تمام شرکت‌کنندگان (معلمان، والدین، دانش‌آموزان) در مطالعات انجام‌شده در رباتیک تربیتی ثابت شده است. پورتسمور و راجرز [۲۲] حتی دانش‌آموزانی را گزارش کردند که همیشه در طول تعطیلات و سایر اوقات فراغت آماده به‌کار بودند. هم‌چنین برخی پژوهشگران [۳] گزارش کردند که دانش‌آموزانی که به‌طور معمول نسبت به فعالیت‌های روزانه بی‌توجه هستند، به رباتیک انگیزه‌ی خاصی نشان می‌دهند. با توجه به این گزارش‌ها تعجب‌آور نخواهد بود که رباتیک تربیتی را یک راه‌حل خوب برای ایجاد انگیزه دانش‌آموزان در موضوعات «دشوار» مانند ریاضیات و علوم (که در آن نتایج خوبی گزارش شده است) دریابیم [۲۳].

- چندرشته‌ای بودن: رباتیک به‌وضوح یک عرصه چندرشته‌ای شامل مجموعه‌ای از رشته‌ها مانند فیزیک، ریاضیات، کامپیوتر و یا الکترونیک است. فعالیت‌ها در رباتیک تربیتی با تعدادی از موضوعات و مهارت‌ها از حوزه‌هایی مانند ریاضیات و علوم، هم‌چنین هنر و زبان تنیده شده است.

- حل مسئله: هنگامی‌که دانش‌آموزان و معلمان در فعالیت‌های رباتیک تربیتی درگیر شوند، با مشکلات متعددی مواجه می‌شوند. واقعیت این است که این مشکلات برخاسته از دنیای واقعی، آن‌ها را از مشکلات «مصنوعی» حل‌شده در کلاس‌ها بسیار متفاوت می‌سازد.



شکل ۲: رابطه بین ویژگی‌های ربات و اهداف ابزار آموزشی

Fig. 2: The relationship between robot attributes and instructional tool goals

- تخیل و خلاقیت: ایده «تازگی» به‌طور معمول با تخیل و آن نیز با فرآیندهای حل مسئله ارتباط دارد. فرآیندهای ساخت و برنامه‌نویسی ربات‌ها نیاز به یک فرایند خلاقانه دارد تا از دانش‌آموزان دعوت نماید که در فرآیند حل مسئله نوآوری داشته باشند.

- استدلال منطقی و انتزاعی: فرآیند ساخت یک ربات به معنی ظرفیت برنامه‌نویسی و طراحی آن به‌منظور توانایی انجام کار تحت یک محیط ارائه‌شده و انجام تعدادی تکلیف است. برنامه‌نویسی ربات‌ها با استفاده از یک زبان نمادین بصری انجام می‌شود که در آن دانش‌آموز باید قادر به ترسیم مجموعه‌ای از علائم نسبت به رفتار فیزیکی ربات و پیش‌بینی رفتار یک برنامه و یا توالی از دستورالعمل‌های ارائه‌شده باشد.

میکروپولوس و بلّو [۲۴] رباتیک تربیتی به‌عنوان ابزارهایی برای یادگیری ساختن‌گرا را با ابزارهای ذهنی از طریق ارائه ویژگی‌های خاص ابزارهای ذهنی پیوند داده و دو نمونه از کاربرد ربات‌ها در یادگیری فیزیک و برنامه‌نویسی ارائه می‌کنند. نتایج یادگیری مثبت دلالت بر این امر دارند که رباتیک تربیتی را می‌توان به‌عنوان ابزارهای ذهنی به‌کار برد. عامل مهم این بود که شاگردان و دانش‌آموزان از دانش اخباری خود استفاده کردند؛ آن‌ها ماشین فیزیکی را به‌عنوان یک رسانه برای تدوین دانش ساختاری به‌کاربرده و بر دانش اخباری بی‌روح خود غلبه کردند؛ آن‌ها دانش ساختاری را برای تدوین دانش عملیاتی یا رویه‌ای، درنتیجه حل مسائل خود به کار بردند.

ربوکاپ ابتدایی[۶] به‌عنوان محیط یادگیری با رباتیک تربیتی محسوب می‌شود که اولین لیگ ربوکاپ در پاریس در سال ۱۹۹۸ برگزار شد. سپس در طول زمان شکل بین‌المللی به خود گرفت. در این لیگ‌ها تیم‌هایی از دانش‌آموزان جوان به‌طور کامل ربات‌های متحرک خودکاری را برای رقابت در یکی از سه چالش مستلزم یک رویکرد مبتنی بر دانش‌آموز و مبتنی بر برنامه درسی می‌سازند. هر یک از این چالش‌ها نیاز به سطح متفاوتی از پیچیدگی دارند. این چالش‌ها شامل چالش رقص، چالش نجات و چالش فوتبال است [۲۵]. محبوبیت ربوکاپ کودکان یک امر بدیهی است؛ چون دانش‌آموزان با فناوری تعامل دارند و در حال یادگیری چیزی ارزشمند هستند. اسکلار، ایگوچی و جونسون [۲۶] در پژوهش خود به‌جای تمرکز بر خود فناوری، بر نتایج حاصل از محیط یادگیری کلی تمرکز دارند که در آن محیط دانش‌آموزان در فعالیت‌های

.رباتیک تیمی به‌صورت گروهی شرکت می‌کنند

بحث و نتیجه‌گیری از ماهیت ربات‌ها در دوره ابتدایی

هرچند ربات‌ها توجه مطلوب دانش‌آموزان جوان و برخی معلمان مشتاق را به خود جلب کرده است، اما ضروری است دانش‌پژوهان در حوزه‌های رباتیک و تربیت به ارتباط بین آن دو توجه کافی مبذول دارند. بدین منظور ملک [۲۷] به‌عنوان یک مربی رباتیک دو دسته را پیشنهاد کرد: «رباتیک در تربیت» و «رباتیک برای تربیت». علاوه‌براین، تعداد فزاینده‌ای از پژوهشگران تعامل انسان- ربات، توجه خود را به کلاس‌ها یا محیط‌های مدرسه معطوف داشته‌اند تا تعامل بین ربات‌ها و کودکان را مورد بررسی قرار دهند [۲۸, ۲۹].

الف) رباتیک در تربیت

درواقع «رباتیک در تربیت» به تلاش برای ارائه مجموعه‌ای از دوره‌ها یا برنامه‌ها در ارتباط با ربات‌ها یا موضوعات مهندسی مرتبط با رباتیک به‌منظور آموزش اشاره دارد. برخی از مربیان از ربات‌ها به‌عنوان ابزاری برای کمک به تدریس زبان‌های برنامه‌نویسی واقعی در کلاس استفاده کرده‌اند [۳۰, ۳۱]. تأکید اصلی در دوره‌های آن‌ها بر یاددهی زبان‌های برنامه‌نویسی و ساختارهای برنامه‌نویسی پایه بیش از ابعاد مهندسی و مکانیکی ربات بود. هم‌چنین پژوهشگرانی دیگر در دوره‌های خود که از ربات‌ها استفاده می‌کنند، بر ساخت و برنامه‌نویسی خود ربات‌ها تمرکز دارند [۳۲, ۳۳]. مور [۳۴] از ربات‌ها برای تدریس چند موضوع مختلف تحت چتر بررسی ربات‌ها برای دانش‌آموزان پایه چهارم استفاده کردند. وی موضوعی به‌عنوان «قلاب» را برای جلب‌توجه دانش‌آموزان خود مورد استفاده قرار داد؛ سپس سایر رشته‌ها را به این تم اصلی تنید و از دانش‌آموزان خواست تا به‌طور انتقادی در مورد ربات تفکر نمایند. با توجه به نظر مور [۳۴] دانش‌آموزانی که ربات‌ها را ساخته و برنامه‌نویسی می‌کنند؛ مفاهیم هندسه را درک خواهند کرد؛ داستان‌هایی را نوشته و با همسالان به اشتراک خواهند گذاشت و سیستم‌های فناوری را با سیستم‌های بدن انسان مقایسه خواهند کرد. راجرز و پورتسمور [۳] نیز یک برنامه درسی را با استفاده از ربات‌های لِگو طراحی کردند تا به کودکان مهدکودک تا دانش‌آموزان پایه پنجم در مورد مهندسی تدریس شود. پاپرت [۳۵] از ربات برای تدریس مفاهیم هندسه استفاده کرد. ربات‌ها در درک روابط بین برنامه‌نویسی، ریاضیات و حرکت ربات به دانش‌آموزان کمک کرد.

ب) رباتیک برای تربیت

«رباتیک برای تربیت» اشاره به رویکرد کاربرد ربات‌ها یا فناوری رباتیک به‌عنوان یک رسانه تربیتی یا روشی دارد که از طریق آن، هر موضوعی را می‌توان تدریس کرد [۲۷]. تاکنون، موضوعات علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (اِستم[۷]) به‌طور معمول موضوعات اصلی مرتبط با فناوری رباتیک بوده‌اند [۳۶]. با توجه به این مباحث ممکن است رباتیک در مدارس در تمام سطوح به‌عنوان یک موضوع به‌تنهایی و یا به‌عنوان یک توانمندساز آموزشی برای سایر موضوعات تدریس شود. پس لازم است میان مفاهیم تربیت رباتیک و رباتیک تربیتی تفاوت قائل شد. در تربیت رباتیک موضوع تربیت ربات است؛ درصورتی‌که در رباتیک تربیتی، ربات به‌عنوان روش، ابزار یا فنی در نظر گرفته می‌شود که از آن برای تدریس سایر موضوعات استفاده می‌شود. با توجه به یافته‌های به‌دست آمده پژوهش‌های خیلی کمی [۳۷] به رباتیک در تربیت در دوره‌ی ابتدایی پرداخته‌اند و تمام پژوهش‌ها به رباتیک به‌عنوان روش، ابزار و فن برای تدریس سایر دروس به‌ویژه علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات توجه نموده‌اند [۲, ۱۳, ۱۵, ۱۹, ۲۱, ۲۴, ۲۶, ۳۶, ۳۸-۴۹].

منطق رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی چیست؟

استفاده از رباتیک برای تدریس مفاهیم علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (اِستم) ایده‌ی جدیدی نیست؛ درواقع، ادبیات در این موضوع، آرایه وسیعی از موضوعات را از مقطع ابتدایی تا تحصیلات در سطح کارشناسی پوشش می‌دهد [۳, ۳۸, ۵۰]. بااین‌حال، کارهای زیادی باقی‌مانده که باید برای اجرای دروس مبتنی بر رباتیک و ارزشیابی اثربخشی آن‌ها در کلاس‌های مقطع ابتدایی برای یادگیری رسمی انجام شود. ترغیب دانش‌آموزان برای تبدیل‌شدن به جویندگان فعال دانش و اصول اِستم از طریق رباتیک موجب تشویق آن‌ها در توسعه مهارت‌های حل مسئله، برقراری ارتباط و همکاری شده و اجازه می‌دهد تا آن‌ها به ارتباط بین رشته‌های علوم، ریاضی و فناوری توجه نمایند. از طریق تجربه و تعامل با فناوری بیان هنر به دانش‌آموزان اجازه داده می‌شود تا با یادگیری دانشمندان جوان بودن، کاشفان و ارتباط برقرارکنندگان به دنبال ساخت و عرضه‌ی دانش و درک خود به فراتر از دیوارهای کلاس درس راه یابند [۴۳]. رباتیک تربیتی ابزار یادگیری منحصربه‌فردی است که یک محیط یادگیری را ایجاد می‌کند که برای دانش‌آموزان جذاب بوده و موجب حفظ علایق و انگیزش آن‌ها با یادگیری دستی و سرگرم‌کننده می‌شود. رباتیک تربیتی می‌تواند موجب تحریک کنجکاوی کودکان شده و محرک آن‌ها در کشف سؤالات و ایده‌های خود با ابزار جدید باشد. این ابزار می‌تواند بازخورد فوری ارائه دهد؛ همراه با این‌که کدام کودک برانگیخته‌شده تا ایده‌های خود را بیشتر کشف کند [۵۱].

نظریه‌های متعددی وجود دارد که از یادگیری از طریق رباتیک تربیتی پشتیبانی می‌کنند. نظریه تأثیرگذار و بنیادی برای حمایت از یادگیری مبتنی بر ربات، نظریه سازنده‌گرایی پیاژه است. آنچه پیاژه از طریق نظریه سازنده‌گرایی خود تأکید می‌کند، عبارت است از: *دانش نه کالایی است که انتقال داده شود و نه اطلاعاتی که از یک سمت ارائه‌شده، رمزگشایی، ذخیره‌شده و دوباره در انتهای دیگر به‌کار گرفته شود. به‌جای آن دانش، تجربه است؛ به این معنا که دانش به‌طور فعال از طریق تعامل مستقیم با محیط ساخته و بازسازی می‌شود [۵۲].*

پیاژه در نظریه سازنده‌گرایی از طریق معرفت‌شناسی استدلال می‌کند که دانش جدید کودکان به‌طور فعال از طریق تعامل با دنیای خود آن‌ها ساخته می‌شود. پیاژه هم‌چنین تأکید می‌کند که کودکان دیدگاه خود نسبت به جهان را با دلایل بسیار خوبی که از آن‌ها پشتیبانی می‌کنند، حفظ می‌نمایند و اگر شخص دیگری به آنان بگوید که این عقاید اشتباه است، به‌ندرت آن‌ها را رها می‌سازند

[۵۳]. برای کودکان مهم است که دانش خود را از طریق دست‌کاری مصنوعات بسازند. آن‌ها نیاز به یک *شیء برای تفکر با آن دارند*. به‌زعم پیاژه، یادگیری شامل ساخت دانش جدید از دانش قبلی از طریق دست‌کاری مصنوعات و مشاهده رفتار آن‌ها است [۵۴, ۵۵].

نظریه دیگر در رباتیک تربیتی نظریه ساختن‌گرایی پاپرت است. استفاده از ربات‌ها به‌عنوان یک ابزار تربیتی برای تدریس کودکان در اوایل سال ۱۹۸۰ شروع شد؛ زمانی که پاپرت [۳۵, ۵۶] رویکرد ساختن‌گرایی را مطرح کرد. درحالی‌که تمرکز سازنده‌گرایی بر معرفت‌شناختی (نظریه دانش) است، ساختن‌گرایی بر یادگیری تمرکز دارد. پاپرت توضیح می‌دهد:

ساختن‌گرایی، کلمه N (Constructionism) برخلاف کلمه V (Constructivism) مفهوم یادگیری ساختن‌گرایی را به‌عنوان «ساختن ساختارهای دانش» به اشتراک می‌گذارد که مربوط به شرایط یادگیری است. سپس این ایده را اضافه می‌کند که این امر به‌خصوص در صورت مقتضی در یک زمینه‌ای اتفاق می‌افتد که یادگیرنده آگاهانه در ساخت یک نهاد عمومی درگیر شود؛ چه این نهاد یک قلعه ماسه‌ای در ساحل یا یک نظریه از جهان باشد [۵۷].

از نظر پیاژه و پاپرت دانش به‌طور فعال توسط کودکان در تعامل با اشیای خود در جهان آن‌ها ساخته می‌شود. بااین‌حال، میان این دو نظریه تفاوت کمی وجود دارد. درحالی‌که سازنده‌گرایی پیاژه به ساخت دانش در ذهن فرد تمرکز دارد؛ اما ساختن‌گرایی پاپرت «توجه خاصی به نقش سازه‌ها در جهان به‌عنوان یک حامی برای چیزهایی که در ذهن هستند»مبذول می‌دارد [۵۸]. پاپرت معتقد است که ساخت دانشی که در ذهن روی می‌دهد، اغلب با سازه فیزیکی یا عینی در دنیای واقعی پشتیبانی می‌شود. به‌عبارت دیگر، برای این‌که دانش با موفقیت در ذهن ساخته شود، ساخت آن باید خارج از ذهن باشد [۵۹]. به‌عبارت دیگر، به نظر پاپرت برون‌سازی احساسات و ایده‌های درونی ما بخش مهمی از ساخت دانش است [۶۰]. ما از طریق بیان ایده‌ها به شکل ملموس که شامل ارتباطات است، می‌توانیم عقاید خود را به شکل قابل تسهیم درآوریم و آن نیز به‌نوبه خود به ما کمک می‌کند تا به ایده‌هایمان شکل دهیم و آن‌ها را روشن‌تر سازیم.

از آنجا که یک کودک بازیگر اصلی ساخت دانش خود است، ساخت باید با ابتکار کودک اتفاق افتد. پاپرت بر «چرخه خودگردان یادگیری» تأکید می‌کند که این چرخه یک فرآیند تعاملی است که از طریق آن فراگیران برای خود ابزارها و اندیشه‌های بسیاری را اختراع می‌کنند که به بهترین وجه از اکتشاف عقاید جذاب حمایت کنند [۶۰].

علاوه بر پیاژه و پاپرت، ویگوتسکی [۶۱] بر رشد شناختی افراد از طریق توجه به اهمیت بستر اجتماعی و تعامل اجتماعی در کمک به رشد مهارت‌های شناختی تمرکز دارد. بنابراین برای مرتبط ساختن دانش‌آموزان با برنامه رباتیک تربیتی، محیطی برای دانش‌آموزان ایجاد خواهد شد که بتوانند در گروه کار کنند و حمایت هم تیمی‌های خود، هم‌چنین معلمان به‌عنوان تسهیل‌کنندگان را به دست آورند.

نظریه دیگر در رباتیک تربیتی دوره ابتدایی، نظریه روانشناسی سازنده جرج کِلی [۶۲] است. وی معتقد بود که هر یک از ما درباره محیط خود، سازه شخصی را به‌وجود می‌آوریم. منظور وی این بود که ما به‌وسیله سازه‌های شخصی، رویدادها و روابط اجتماعی زندگی خود را برحسب یک نظام یا الگو تعبیر می‌کنیم و سپس سازمان می‌دهیم و برحسب آن زندگی می‌کنیم. درواقع این سازه‌ها هستند که نوع رفتار و تفکر ما را تعیین می‌کنند و به‌این‌ترتیب ما انسان‌ها از لحاظ تفکر و رفتار از یکدیگر متمایز می‌شویم. ما بر پایه این الگو درباره خودمان و درباره افراد دیگر و رویدادها پیش‌بینی می‌کنیم. ما این پیش‌بینی‌ها را برای تنظیم پاسخ‌های خود و هدایت اعمال خود به‌کار می‌گیریم. پس برای این‌که شخصیت را بشناسیم، ابتدا باید الگوهای خود را درک کنیم؛ یعنی آن شیوه‌هایی را که با آن‌ها دنیای خود را سازمان می‌دهیم یا می‌سازیم. به نظر کِلی تعبیر ما از رویدادها، از خود رویدادها مهم‌تر است [۶۲].

نظر کِلی این بود که ما همانند دانشمندان با ساختن فرضیه‌هایی درباره محیط خود و آزمودن آن‌ها در برابر واقعیت تجربیات روزانه‌مان، به دنیای خود می‌نگریم و آن را سازمان می‌دهیم و رویدادهای محیط را با روش خود تعبیر می‌کنیم. این تعبیر، تحلیل و تفسیر کردن شخصیِ تجربه، دیدگاه منحصربه‌فرد ما را نسبت به این رویدادها نشان می‌دهد؛ الگوهایی که آن‌ها را در داخل آن قرار می‌دهیم. تصور کنید یک عینک آفتابی به رنگ آبی زده‌اید؛ پس دنیا را آبی می‌بینید و هر رنگ دیگری که استفاده کنید دنیا را به همان رنگ می‌بینید. فرضیه‌ها یا الگوهایی که برای درک کردن و سازمان دادن دنیای خود می‌سازیم نیز همین‌طور هستند. از این دیدگاه خاص، الگوی منحصربه‌فردی که هر فرد آن را می‌آفریند، چیزی است که کِلی آن را ساختار سازه ما می‌نامد [۶۲]. مردم سازه‌های زیادی را در برخورد با موقعیت‌ها و افراد جدید به‌وجود می‌آورند و ممکن است نیاز داشته باشند به خاطر تغییر مردم یا رویدادها، سازه‌هایشان را تغییر دهند. بنابراین تحلیل دوباره ساختار (تجدیدنظر در سازه‌ها)، فرآیندی مداوم و ضروری است؛ همیشه باید سازه دیگری داشته باشیم که آن را در موقعیتی به‌کار ببریم. کِلی این انعطاف‌پذیری را جایگزینی سازنده نامید [۶۲].

نظریه دیگر، نظریه یادگیری تجربی کُلب [۶۳] است. الگوی یادگیری تجربی در این نظریه دارای پنج مرحله است: ۱) تجربه- انجام فعالیت، ۲) تسهیم- واکنش‌ها و مشاهدات در یک زمینه اجتماعی، ۳) فرآیند- تجزیه‌وتحلیل و تأمل بر آنچه که اتفاق افتاده است، ۴) تعمیم- کشف آنچه آموخته‌شده و ارتباط دادن آن به زندگی، و ۵) کاربرد- آنچه آموخته‌شده به موقعیت مشابه یا متفاوت [۶۴].

یادگیری تجربی مبتنی بر نظریه سازنده‌گرایی است. این نظریه مدعی است که یادگیری فرآیندی فعال است که در آن اغلب آنچه که یک فرد یاد می‌گیرد و درک می‌کند، از طریق یکپارچه‌سازی دانش جدید با دانش موجود ساخته می‌شود. این نظریه در اصل شبیه به یادگیری مبتنی بر مسئله است که در آن دانش‌آموزان مفاهیم و اصول را از طریق تجربیات و مسائل معتبر یاد می‌گیرند؛ یادگیری در گروه‌های کوچک رخ می‌دهد؛ و معلمان به‌عنوان تسهیل‌کنندگان عمل می‌نمایند [۶۵]. هنگام ارائه دانش رویه‌ای، دانش‌آموزان تشویق به انتقال این دانش به

موقعیت‌های مشابه و مختلف می‌شوند. دانش‌آموزانی که به این شیوه یاد می‌گیرند، مسئول یادگیری خود بوده، در جستجوی دانش جدید بوده و آمادگی بهتری برای تعمیم دانش دارند [۶۶]. این رویکرد نسبت به آموزش سنتی منجر به نگهداشت بهتر و طولانی‌مدت محتوا [۶۷]، انگیزش بالا [۶۸]، رشد مهارت‌های حل مسئله [۶۹] می‌شود. تحقیقات هم‌چنین نشان می‌دهد که آموزش و پرورش تجربی با تشویق تعامل اجتماعی و یادگیری مشارکتی موجب افزایش رشد اجتماعی و علمی در میان کودکان می‌شود [۷۰, ۷۱]. سنتز نظریه‌ها در جدول شماره ۲ نمایش داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری از منطق برنامه درسی رباتیک در دوره ابتدایی

با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده اکثر دیدگاه‌های موجود در رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی، سازنده‌گرایی به‌ویژه ساختن‌گرایی است؛ اما با توجه به ویژگی‌های سایر دیدگاه‌ها (فراشناختی و انسان‌گرایانه، دیدگاه‌های شناختی (پیاژه و ویگوتسکی)، دیدگاه اجتماعی- کنش متقابل) نویسندگان تمام دیدگاه‌ها را در دو طبقه سازنده‌گرایی شناختی و سازنده‌گرایی اجتماعی قرار دادند. ویژگی‌های این دیدگاه‌ها عبارتند از:

۱. سازنده‌گرایی شناختی

در نظریه سازنده‌گرایی پیاژه، دانش از راه فرآیندهای جذب و انطباق و سازمان ساخته می‌شود. این امر به‌صورت انفرادی رخ می‌دهد؛ ازاین‌رو به آن سازنده‌گرایی فردی نیز گفته شده است. نام دیگر سازنده‌گرایی شناختی متأثر از نظریه پیاژه، سازنده‌گرایی «درون‌زاد» است.

اُدانل، ریو و اسمیت [۹۲] سازنده‌گرایی درون‌زاد را به‌گونه زیر تعریف کرده‌اند: «ساختن دانش تازه از ساخت‌های ذهنی از محیط» (p.۲۴۱).

شانک [۹۳] در توضیح آن گفته است:

سازنده‌گرایی درون‌زاد بر هماهنگی میان اعمال شناختی تأکید می‌کند. ساخت‌های ذهنی از ساخت‌های شناختی قبلی درست می‌شوند؛ نه از اطلاعات محیطی (p.۲۳۰).

پیروان نظریه سازنده‌گرایی شناختی وابسته به اندیشه‌های پیاژه، هدف آموزش و پرورش را حمایت از نیازها و علاقه‌های کودکان می‌دانند؛ زیرا بر این باورند که یادگیری به‌طور عمده یک اقدام فردی است. بنابراین، روش آموزشی آنان یادگیرنده‌محور است. بنا به گفته ریچاردسون [۹۴]، ویژگی‌های این آموزش عبارتند از: یادگیری اکتشافی و فعالیت‌های عملی؛ تکالیفی که موجب می‌شود دانش‌آموزان مفاهیم و فرآیندهای فکری موجود را به چالش بگیرند؛ و فنون پرسشگری که باورهای دانش‌آموزان را می‌کاوند و استفاده از امتحان‌ها و آزمون‌هایی که این باورها را تشویق می‌کنند.

سازنده‌گرایی اجتماعی

سازنده‌گرایی اجتماعی یا دیالکتیکی ریشه در اندیشه‌های ویگوتسکی دارد. همان‌طور که پیش‌ازاین ذکر شد، تعامل اجتماعی یا ارتباط میان افراد جامعه (به‌ویژه ارتباط کلامی) کلید ساختن دانش است؛ ازاین‌رو به این نوع سازنده‌گرایی نام دیالکتیکی داده‌اند. نظریه سازنده‌گرایی اجتماعی می‌گوید دانش در یک بافت اجتماعی وجود دارد و در میان افراد مشترک است. لذا ابزار اصلی ساختن دانش، تعامل بین یادگیرنده و محیط اجتماعی او است. ویگوتسکی معتقد بود که مهارت‌های شناختی و الگوهای فکری محصولات و فعالیت‌های

جدول ۲: نظریه‌های تربیتی در رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی
Table 2: Educational Theories in Educational Robotics in Primary

Synthesis of Perspectives	Perspectives on Educational Robotic		References
Cognitive constructivism	constructivism	Constructivism deals with how to build knowledge by learners	[14, 72, 73, 74]
	Constructionism	Building knowledge will be more effective when learners are involved in designing meaningful projects and making artifacts, and technology provides tools for this design and construction.	[14, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83]
	Learning through the construction of meaning (Metacognition and Humanism)	One way of learning through the construction of meaning involves active learning, in which students engage in activities that are not only entertaining, but also transfer of learning; thereby creating a learning environment that supports the metacognitive and humanistic learning.	[84]
	Constructivism especially constructionism		[85, 86, 87, 88]
	constructivism Cognitivism Constructionism	Piaget Cognitivism: Learning from your experiences and choosing based on these experiences.	[2]
	Kelly constructive psychology	In his opinion, each of us creates personal constructs about our environment.	[89]
Cognitive and social constructivism	Empirical learning model based on Kolb's experimental learning theory	It argues that learning is an active process in which often what one learns and understands is built up through the integration of new knowledge with existing knowledge.	[90]
Cognitive constructivism	Social Interaction - Mutual Action perspective	The method is to adopt collaboration learning. Students learn through their learning environment, making their own knowledge and justifying (Piaget's idea).	[91]

اجتماعی فرد هستند [۹۵]. گفتیم که اندیشه‌های برونر و دیویی نیز در پیدایش این دیدگاه تأثیر داشته‌اند. سوان [۹۵] دراین‌باره توضیحات زیر را داده است:

یک مضمون مهم در اندیشه‌های برونر این است که یادگیری یک فرآیند فعال است که در آن یادگیرندگان اندیشه‌ها و مفاهیم تازه را بر اساس دانش جاری خود می‌سازند. اما باور داشت که ساخت‌های شناختی فرد به آن تجارب معنی و سازمان می‌دهند و برای او امکان یادگیری را فراهم می‌آورند. برونر را یک سازنده‌گرای اجتماعی می‌شناسند؛ زیرا او در این فرآیند، برای زبان و اشخاص دیگر نقش اساسی قائل است. به همین منوال دیویی را نیز یک سازنده‌گرای اجتماعی می‌دانند)؛ زیرا او تفکر را محصول تعامل فرد و محیط می‌دانست؛ برای یادگیری فعال ارزش قائل می‌شد؛ و در آموزش و یادگیری بر زبان و تعامل اجتماعی تأکید می‌ورزید (pp. ۵-۴).

با توجه به دیدگاه‌های مطرح‌شده و آثار تحلیل‌شده می‌توان سه دسته مبانی فلسفی، روان‌شناختی و جامعه‌شناختی را برای منطق رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی استخراج کرد.

رباتیک تربیتی *مبنای معرفت‌شناختی* دارد چون:

رباتیک به‌وضوح یک عرصه چندرشته‌ای شامل مجموعه‌ای از رشته‌ها مانند فیزیک، ریاضیات، کامپیوتر و یا الکترونیک است. فعالیت‌ها در رباتیک تربیتی با تعدادی از موضوعات و مهارت‌ها از حوزه‌هایی مانند ریاضیات و علوم، هم‌چنین هنر و زبان تنیده شده است. ماهیت میان‌رشته‌ای ربات‌ها به این معنی است که وقتی دانش‌آموزان با ربات‌های مهندسی یاد می‌گیرند، آن‌ها به‌ناچار در مورد بسیاری از رشته‌های دیگری که از رباتیک استفاده می‌کنند، نیز یاد می‌گیرند [۳, ۳۵].

به همان طریق، آموزش نحوه‌ی ساخت ربات‌ها به دانش‌آموزان می‌آموزد که تمام قطعات یک سیستم پیچیده چگونه با هم تعامل داشته و وابسته به یکدیگر است [۳۲]. تلفیق موضوعات نه‌تنها در اِستم بلکه در سایر رشته‌ها مثل سواد خواندن و نوشتن، مطالعات اجتماعی، رقص، موسیقی و هنر و ... است. این ویژگی به توسعه مهارت‌ها در تمام حوزه‌های عمده‌ی برنامه‌های درسی مقطع ابتدایی کمک می‌کند.

مبانی روان‌شناختی ریشه در نظریات یادگیری جدید و روان‌شناسان تربیتی نوین (سازنده‌گرا و ساختن‌گرا) دارد.

تمرکز سازنده‌گرایی بر معرفت‌شناسی است؛ اما ساختن‌گرایی بر یادگیری تمرکز دارد. در محیط یادگیری ساختن‌گرا زمانی یک یادگیری اثربخش اتفاق می‌افتد که آموزش یا تدریس کم‌تری وجود داشته باشد و به‌جای آن، اکتشاف برخاسته از کودک مورد تشویق و حمایت قرار گیرد. با توجه به دیدگاه پاپرت و سایر دیدگاه‌های مطرح‌شده، می‌توان اصول روان‌شناختی زیر را استخراج نمود:

۱. یادگیری فعال مبتنی بر عینیت: از نظر پیاژه و پاپرت دانش به‌طور فعال توسط کودکان در تعامل با اشیا در جهان آن‌ها ساخته می‌شود. ساختن‌گرایی پاپرت «توجه خاصی به نقش سازه‌ها در جهان به‌عنوان یک حامی برای چیزهایی که در ذهن هستند» مبذول می‌دارد [۵۸]. پاپرت معتقد است که ساخت دانشی که در ذهن روی می‌دهد، اغلب با سازه فیزیکی یا عینی در دنیای واقعی پشتیبانی می‌شود. با این تجربه در دنیای واقعی، آنچه از نظر فیزیکی ساخته می‌شود را می‌توان نشان داد؛ در مورد آن بحث کرد؛ آن را مورد بررسی و کنکاش قرار داد و از آن تمجید کرد.

۲. یادگیری مبتنی بر شهود و مسئله: شهود یک عنصر ذاتی از اصل مداخله است. کسی به دانش‌آموزانی که در فعالیت رباتیک شرکت می‌کنند، مفاهیم را آموزش نمی‌دهد؛ اما آن‌ها با خوشحالی و به‌طور «ناخودآگاه و بدون تفکر» به مفاهیم دست می‌یابند. رباتیک تربیتی یک ابزار یادگیری است که به کودکان اجازه می‌دهد تا ایده‌های خود را با استفاده از یک شیء ملموس (پیشرفته از نظر فنی و محاسباتی) کشف نمایند. پاپرت بر اهمیت ساخت دانش توسط کودکان از طریق اکتشاف عقاید از طریق یک شیء تأکید می‌کند. اِلنور داکورث یکی دیگر از دانشجویان پیاژه، با پداگوژی «اکتشاف انتقادی» خود از نظریه ساختن‌گرایی پاپرت استقبال می‌کند. اکتشاف انتقادی، کودکان را تشویق می‌کند تا به‌طور فعال و تأملی با عقاید شگفت‌انگیز خود در یک موضوع درگیر شوند. کودکان این عقاید را از طریق کاوش و اکتشاف بیش‌تر عقاید خود از طریق روبه‌رو شدن با مواد پیچیده و/ یا سردرگمی توسعه داده و تلاش می‌کنند تا از امکانات متعدد استفاده کنند و دانش جدید خود را بسازند [۹۶].

اکتشاف انتقادی، تدریس مستقیم توسط بزرگسالان یا متخصصان را انکار می‌کند. به‌جای ارائه پاسخ‌ها و یا حتی اشاره به این‌که یک پاسخ درست وجود دارد، بر این امر تأکید می‌کند که معلمان فرآیند فردی یادگیری را تسهیل بخشند [۹۷]. اکتشاف انتقادی، یادگیرندگان را به‌عنوان کاشفان مانند کاشفانِ در تاریخ در نظر می‌گیرد که آن‌ها از طریق سفرِ یادگیری خود، با حوزه‌های ناشناخته مواجه می‌شوند؛ خطرات را می‌پذیرند؛ و اکتشافات غیرمنتظره را تجربه می‌کنند [۹۶]. علاوه‌براین، وی معلم را به‌عنوان یک کاوشگر در نظر می‌گیرد که بر درک تجربیات فردی کودک درباره اکتشاف عقاید شگفت‌انگیز و فرآیند ساخت دانش تمرکز دارد. او تأکید می‌کند که معلم باید معنی هر تجربه‌ی خاصی را که دانش‌آموز به‌دست می‌آورد، درک کند [۹۸]. اکتشاف انتقادی مطرح می‌کند که کودکان باید به تفکر و تأمل در مورد تجربه خود و تسهیم آن تشویق شوند؛ درصورتی‌که معلمان باید سعی کنند تا تفکر آن‌ها و درک آن‌ها از تجربه را درک کنند. داکورث اشاره می‌کند که اکتشاف انتقادی به دو طریق اتفاق می‌افتد: «اکتشاف ماده درسی توسط کودک (یادگیرنده) و اکتشاف تفکر کودک توسط بزرگسال (معلم)» [۹۸].

ربات‌ها به‌طور معمول علایق و کنجکاوی کودکان را تحریک کرده و آن‌ها را برمی‌انگیزد تا عقاید خود را از طریق پژوهش‌ها کشف نمایند و فرضیه‌هایی را بیازمایند. این ابزار کودکان را با روش‌های متعدد اکتشاف عقاید شگفت‌انگیز، یافتن اکتشافات جدید و ساخت دانش خود از طریق تجربیات دنیای واقعی به‌واسطه استفاده از ابزارهای پیشرفته فناورانه، مجهز می‌سازد. بازخورد فوری که ربات‌های آموزشی هنگام آزمون عقاید کودکان ارائه می‌کند، می‌تواند آن‌ها را به چالش کشیده و منجر به کشف عقاید بیش‌تر شود [۹۹]. پس یکی از رویکردهای رباتیک تربیتی اکتشاف است که در آن مسئله به شکل نهایی به یادگیرنده عرضه نمی‌شود؛ دانش‌آموز با انگیزش درونی دست به فعالیت می‌زند؛ به دنبال

حل مسئله است؛ درک و فهم خود را می‌سازد؛ به مفاهیم جدید دست می‌یابد؛ محتوا و فرآیند درهم‌تنیده شده است؛ بر سازمان و ساخت کلی درس و دانش پیش‌نیاز توجه دارد؛ بر مشارکت فعال یادگیرنده، تنوع در ارائه مطالب و ... تأکید دارد.

اما اصل تربیتی دیگری که در رباتیک تربیتی به‌وفور یافت می‌شود، رویکرد حل مسئله است. رویکرد یادگیری مبتنی بر مسئله[۸] دارای سابقه طولانی حمایت از تربیت مبتنی بر تجربه است. یادگیری مبتنی بر مسئله یک رویکرد آموزشی است که در آن دانش‌آموزان از طریق تسهیل حل مشکل یاد می‌گیرند. در این رویکرد، تمرکز یادگیری دانش‌آموزان بر یک مشکل پیچیده‌ای است که دارای یک پاسخ صحیح نیست. دانش‌آموزان در گروه‌های مشارکتی کار می‌کنند تا آنچه را که برای یادگیری برای حل مشکل نیاز دارند، شناسایی کنند [۱۰۰].

در رباتیک تربیتی، دانش‌آموزان در مورد مسئله‌ی تحت مطالعه فکر کرده، پروژه‌های معنادار خود را طراحی نموده، اشیا را ساخته و دست‌کاری کرده و تأمل نموده و همکاری می‌کنند. مهم‌ترین عامل این است که دانش‌آموزان عقاید قوی خود را به‌کار می‌برند و آن‌ها دانش خود را با روش فهم خود ارائه می‌کنند. استدلال‌های فوق توسط بسیاری از داده‌های تجربی گزارش‌شده، سهم مثبت رباتیک تربیتی را در اکتساب مهارت‌های فنی و پیامدهای یادگیری در رشته‌ها و سطوح تربیتی مختلف حمایت می‌کنند [۳۹, ۱۰۱-۱۰۳].

۳. یادگیری مبتنی بر انگیزش: رباتیک تربیتی ابزار یادگیری منحصربه‌فردی است که یک محیط یادگیری را ایجاد می‌کند که برای دانش‌آموزان جذاب بوده و موجب حفظ علایق و انگیزش آن‌ها با یادگیری دستی و سرگرم‌کننده می‌شود. رباتیک تربیتی می‌تواند موجب تحریک کنجکاوی کودکان شده و محرک آن‌ها در کشف سؤالات و ایده‌های خود با ابزار جدید باشد. ربات‌ها راه‌های مختلفی را در اختیار کودکان قرار می‌دهند تا با استفاده از قطعات مکانیکی و برنامه‌نویسی، ایده‌های شگفت‌انگیز خود را کشف نموده و دانش خود را از طریق تجربیات دنیای واقعی بسازند. این ابزار می‌تواند بازخورد فوری ارائه دهد همراه بااینکه کدام کودک برانگیخته شده تا ایده‌های خود را بیشتر کشف کند [۵۱]. هِملو-سیلور [۱۰۰] تمرکز خود را از سه هدف نخست در یادگیری مسئله‌محور (دانش منعطف، مهارت‌های اثربخش حل‌مسئله و یادگیری خودراهبر) خارج ساخته و بر دو هدف آخر (مهارت‌های همکاری و انگیزش درونی) متمرکز می‌شود. وی با تمرکز بر رشد مهارت‌های همکاری اثربخش و انگیزش درونی، موردی را خلق می‌کند که یادگیری مسئله‌محور هنوز یک فن پداگوژیکی مناسب است. به نظر پیتره و پرایس [۱۰۴] نیز، رقابت‌های رباتیک از طریق ارائه انگیزش بیرونی، موجب ایجاد انگیزه یادگیری از طریق رباتیک می‌شود.

۴. یادگیری مبتنی بر تجارب: همان‌طور که بیان شد رباتیک تربیتی بیش‌تر مبتنی بر دیدگاه‌های سازنده‌گرایی و ساختن‌گرایی است. در این دیدگاه‌ها تمرکز بر ساخت دانش جدید از دانش قبلی است. به‌زعم پیاژه، یادگیری شامل ساخت دانش جدید از دانش قبلی از طریق دست‌کاری مصنوعات و مشاهده رفتار آن‌ها است [۵۴, ۵۵]. این فرآیند برای ساخت دانش جدید برای کودکان بسیار مهم است؛ حتی اگر آن‌ها چرخه اختراع دوباره را به پایان نرسانند [۵۳]. چون دانستن، برقراری ارتباط است [۵۲]. پیاژه به ساخت دانش در ذهن فرد تمرکز دارد؛ اما به اعتقاد پاپرت برای این که دانش با موفقیت در ذهن ساخته شود، ساخت آن باید خارج از ذهن باشد. این امر موجب تداوم یادگیری خواهد شد. هم‌چنین فرآیند مداوم یادگیری ساختن‌گرا می‌تواند تجارب یادگیری بیشتری را به ارمغان آورد که بر روی دانش ساخته‌شده پیشین مجدداً ساخته شده یا مورد تجدیدنظر قرار گیرد [۵۹].

۵. یادگیری مبتنی بر انتقال یادگیری: کار عمده تعلیم و تربیت در مؤسسات تربیتی این است که شاگردان را قادر سازد تا آنچه را که در مدرسه می‌آموزند، در برخورد با موقعیت‌های تازه مورد استفاده قرار دهند. نکته مهم این است که ببینیم انتقال چه وقت انجام می‌گیرد؟ یادگیری کاربردی وقتی اتفاق می‌افتد که شخص یادگیرنده بصیرت و فهم لازم را در جریان یادگیری تحصیل نماید. وقتی این بصیرت و فهم حاصل شد، انتقال نیز به‌آسانی صورت می‌گیرد. علاوه بر بصیرت و فهم، قدرت تعمیم و توجه به مشابهت‌ها در موقعیت‌های مختلف و وجود عناصر مشابه در دو موقعیت، در انتقال یادگیری تأثیر دارند [۱۰۵]. با توجه به دیدگاه‌های رباتیک تربیتی، آن‌ها بر یادگیری فعال تأکید دارند؛ و در یادگیری فعال انتقال یادگیری رخ می‌دهد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که انتقال یادگیری در رباتیک تربیتی اتفاق می‌افتد.

۶. یادگیری مبتنی بر شخص: ربات‌های تربیتی تجربه یادگیری را متناسب با نیازهای فردی دانش‌آموزان در میان طیفی از موضوعات، منحصربه‌فرد می‌سازند. الوود کوبرلی، معاصر جان دیوئی و دبیر آموزش و پرورش در استنفورد مدارس را به‌عنوان کارخانه‌هایی در نظر می‌گیرد که در آن کودکان محصولات خامی هستند که به آن‌ها برای برآورده ساختن نیازهای تمدن قرن بیستم شکل داده می‌شود [۱۰۶]. نطق وی بدتر شد: *«کسب‌وکار مدارس ساخت دانش‌آموزان مطابق با ویژگی‌های تعیین‌شده بود»* و این امر نیاز به *« اندازه‌گیری مداوم محصول دارد که آیا مطابق با ویژگی‌ها و حذف زواید بوده است...»*. این مورد با اهداف تربیتی مندرج در منشور سازمان ملل متحد برای کودک در تضاد است. این منشور، ملل را نسبت به رشد شخصیت، استعدادها و توانایی‌های جسمی و روانی تا حد کمال بالقوه آن‌ها متعهد می‌سازد [۱۰۷]. ربات‌ها از دیدگاه کودک‌محور سازمان ملل متحد حمایت می‌کنند. راه‌هایی که ربات‌های تربیتی از اصل شخصی‌سازی حمایت می‌کنند در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

۷. یادگیری مبتنی بر ابتکار: از آنجا که یک کودک بازیگر اصلی ساخت دانش خویش است، ساخت باید با ابتکار کودک اتفاق بیافتد. پاپرت بر»چرخه خودگردان یادگیری» تأکید می‌کند که این چرخه یک فرآیند تعاملی است که از طریق آن فراگیران برای خود ابزارها و اندیشه‌های بسیاری را اختراع می‌کنند که به بهترین وجه از اکتشاف عقاید جذاب حمایت کنند [۶۰]. برای این‌که یک کودک دارای فرصت خوداکتشافی باشد، یک معلم اثربخش از بازتولید و بازاکتشافی این چرخه حمایت خواهد کرد. مهارت‌های نوآوری را نمی‌توان از طریق اقدام تربیتی فعلی که تمرکز آن بر به خاطر سپاری دانش بدون ارائه

جدول ۳: راه‌هایی که ربات‌های تربیتی از اصل شخصی‌سازی حمایت می‌کنند.
Table 3: Ways educational robots support the Personalization Principle

1.	Self Expression	Educational robots are tools that allow students to explore ideas and express their understanding in personal creative ways.
2.	Flexible Use	Robots are adaptable to the needs of the teaching situation (see Practical Principle) and the needs of the individual student.
3.	Differentiation	Robot activities find a natural level of difficulty. They support the constructionist principles and recognize that students build their own understandings in their own ways. They support struggling learners and challenge gifted students.
4.	Learning Styles	Robots engage in multiple modal experiences: • Kinesthetic • Visual • Spatial • Auditory • Tactile

فرصت‌ها به دانش‌آموزان برای انتقال آن‌ها به عمل است، پرورش داد. نداهایی برای رویکردهای تربیتی نوآوری در سراسر جهان وجود دارد که می‌تواند منجر به پرورش مهارت‌های نوآورانه ازجمله تفکر انتقادی، حل مسئله، خلاقیت، نوآوری، مشارکت و کار تیمی، و مهارت‌های ارتباطی از طریق یادگیری میان‌رشته‌ای، یادگیرنده محور، یادگیری مبتنی بر پروژه و یادگیری مشارکتی شود. رباتیک تربیتی به‌عنوان یک ابزار یادگیری می‌تواند یک محیط یادگیری اثربخش را برای تسهیل و رشد یادگیری موضوعات درسی مهم ایجاد کند [۹۹].

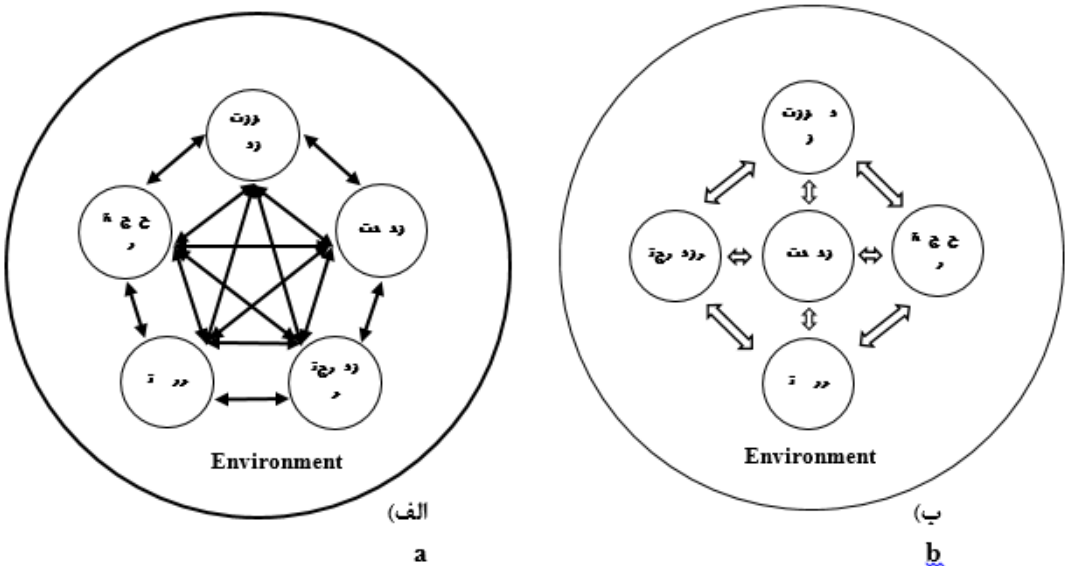
۸. یادگیری مبتنی بر تفکر: به‌منظور افزایش شور و شوق دانش‌آموزان برای یادگیری مفاهیم جدید، درگیر ساختن فکری آن‌ها در زمان تدریس بسیار مهم است. در طول چند دهه گذشته، پژوهش تربیتی نشان داده است که یادگیری از طریق تفکر فعالانه و استفاده از دانش قبلی در شرایط جدید، نسبت به گوش دادن به‌طور ساده، از ارزش قابل‌توجهی برخوردار است [۱۰۸]. رباتیک فرصت‌هایی را برای یادگیری و رشد مهارت‌های تفکر سطح بالا و فراشناختی تدارک می‌بینند. سهم آن‌ها زمانی اثربخش‌تر خواهد بود که آن‌ها به‌عنوان ابزارهای شناختی یا ابزارهای ذهنی (همان‌گونه که توسط جوناسن [۱۰۹] مطرح‌شده) در نظر گرفته شوند. این موضوع توسط چمبرز و کاربونارو [۱۱۰] مطرح می‌شود. آن‌ها بیان می‌کنند که «ابزارهای ذهنی» به شکل رباتیک، یک رویکرد ساختن‌گرایی به کاربرد فناوری ارائه می‌کنند که هدف چنین فعالیتی، درگیر ساختن فراگیران در ارائه دانش، دست‌کاری اشیای عینی و مجازی و تأمل بر آنچه آن‌ها طراحی و ساخته‌اند. استفاده از رباتیک به‌عنوان ابزارهای ذهنی، فراگیر را در ساخت همزمان یک شئ فیزیکی کارکردی و دانش حل مسئله که با اجرای تکلیف ادامه می‌یابد، درگیر می‌سازد.

رباتیک به‌عنوان ابزارهای ذهنی تحت اصطلاح ابزارهای شناختی توسط پاپانیکولائو و فرانگو [۱۱۱] گزارش می‌شود. ربات‌ها به‌عنوان ابزارهای ذهنی در یادگیری علوم توسط داتری، زکا، لودیسا و کاستیگلیونی [۱۱۲] به‌کار برده می‌شود. آن‌ها نتایج مثبتی را در درگیر ساختن کودکان دوره ابتدایی در فرآیندهای مشارکتی، تأمل در اقدامات خود، استفاده و توسعه راهبردهای فراشناختی گزارش می‌کنند. در این مورد، در حال حاضر ربات‌های ساخته‌شده به‌عنوان ابزارهای ذهنی توسط کودکان به‌کار برده می‌شود که آن‌ها این ربات‌ها را تغییر داده، برنامه‌نویسی کرده و رفتارهای خود را توصیف می‌کنند؛ و این امر موجب رشد تفکر انتقادی و یادگیری در سطوح بالاتر می‌شود. گزارش کاواس و همکاران [۱۱۳] در زمینه‌ی افزایش خلاقیت و مهارت‌های علمی کودکان ۱۳-۱۲ ساله با استفاده از ربات‌ها است.

رباتیک تربیتی *مبنای جامعه‌شناختی* دارد چون به اصول زیر توجه دارد:
۱. تعامل و مشارکت یادگیرندگان: تعاملات بین همسالان یک عامل مهم و شناخته‌شده در رشد شناختی است [۱۱۴]. تسهیم دانش مشترک و تعامل بین مناطق تقریبی رشد فراگیران [۱۱۵] امکان یادگیری از طریق تعاملات اجتماعی را فراهم می‌سازد [۱۱۶]. منطقه تقریبی رشد به این صورت تعریف شده است: آنچه را که یادگیرنده می‌تواند به‌تنهایی انجام دهد و آنچه را که می‌تواند با کمک دیگران انجام دهد [۶۱].

پیش‌بینی می‌شود که مفهوم منطقه تقریبی رشد موجب روی آوردن به فناوری به‌طورکلی و ربات‌های هوشمند به‌طور خاص شود. ویژگی‌های این الگو این است که تجربه یاددهی و یادگیری انعطاف‌پذیرتر از الگوی تدریس لوگو به دانش‌آموز خواهد بود که ربات یا معلم، دانش را ارائه می‌کند. آن یک الگوی پویایی خواهد بود که به هر یک از شرکت‌کنندگان اجازه می‌دهد تا یک معلم یا یک دانش‌آموز باشند. از نظر دنیس و هوبرت [۱۱۴] یادگیری مشارکتی: ۱) شکاف میان معلمان و دانش‌آموزان را کاهش می‌دهد: در محیط‌های یادگیری مشارکتی، نقش مربی تکامل یافته و تبدیل به یک نقش تسهیل‌کننده، تنظیم‌کننده تعاملات بین فراگیران می‌شود. وقتی یادگیری از راه دور است، نقش مربی هم‌چنین مدیریت تعاملات فراگیران است [۱۱۷-۱۱۹]؛ ۲) منجر به یادگیری فعال و خلاق می‌شود؛ ۳) موجب ایجاد حس اجتماع می‌شود. تعامل درواقع به تشریک‌مساعی متقابل در موقعیت تربیتی برمی‌گردد. رباتیک تربیتی شرایطی را فراهم می‌سازد که نه‌تنها یادگیرنده با معلم در فراهم‌آوردن شرایط مناسب و مساعد در موقعیت‌های تربیتی تعامل و همکاری دارد؛ بلکه این امر در ارتباط با رابطه دانش‌آموز با دانش‌آموزان دیگر، دانش‌آموز با ربات، دانش‌آموز با والدین، والدین با معلم، والدین با ربات و دانش‌آموز با محیط و ... نیز وجود دارد (شکل ۳).

۲. عدالت تربیتی: ربات‌های تربیتی از اصول برابری سن، جنس، توانایی، نژاد، قومیت، فرهنگ، طبقه اجتماعی، سبک زندگی و وضعیت سیاسی



شکل ۳: رابطه پویا میان معلم، دانش‌آموز، ربات، والدین و همسالان نشان می‌دهد که تعاملات یاددهی- یادگیری چندجانبه است. الف) رباتیک به‌عنوان یک توانمندساز آموزشی؛ ب) رباتیک به‌عنوان یک موضوع آموزشی

Fig. 3: The dynamic relationship between teacher, student, robot, parents, and peers shows that the learning- teaching interactions are multilateral. A) Robotics as an educational eenabler; b) Robotics as a teaching subject

حمایت می‌کنند. قبل از درک چگونگی کمک ربات‌ها به مساوات، ما نیاز به درک برخی از مسائل مداخله‌کننده داریم.

آیا مساوات به معنی دادن فرصت برابر برای تربیت خوب به دانش‌آموزان است؛ یا مقصود از آن دادن یک فرصت عادلانه است؟ به نظر می‌رسد که تعریف عدالت بسیار دشوار باشد و چگونگی تعریف شما از آن بر نحوه برخورد با آن تأثیرگذار خواهد بود [۱۲۰]. برای مثال فرصت برابر می‌تواند به معنی اطمینان یافتن از این امر باشد که هر مدرسه‌ای دارای سطح بودجه، منابع، کیفیت آموزشی و ... یکسانی است. یک فرصت عادلانه شاید درصدد جبران معایب باشد. جامعه فقط می‌تواند تعیین‌کننده یک برنامه درسی باشد که از نظر فرهنگی مستلزم حمایت از جریان اصلی جامعه است. برای هر فردی که متعلق به یک گروه فرهنگی باشد که بخشی از جریان اصلی نیست و این‌که چه زیرگروهی یک برنامه درسی متفاوتی را تولید خواهد کرد؛ این افراد نیاز به تلاش بیشتر برای موفقیت تحصیلی دارند. افرادی هستند که بر روی چنین برنامه درسی که نشان‌دهنده یک زبان میانجی برای یک جامعه است، بحث می‌کنند [۱۲۱].

اگر دانش‌آموزان اقلیت بخواهند به‌طور کامل در فرهنگ جریان اصلی شرکت کنند، آن‌ها نیاز به غلبه بر موانع فرهنگی خواهند داشت. هرچند درنهایت جریان اصلی- فرهنگ در عمل به علت ورود شرکت‌کنندگان اقلیت تغییر می‌کند [۱۲۲]. نابرابری ناشی از عواملی مانند بودجه نابرابر [۱۲۳]، عدم وجود معلمان واجد شرایط، مواد با کیفیت بالا، تجهیزات و آزمایشگاه‌ها [۱۲۴]، کلاس‌های پرازدحام [۱۲۵] و معلمان با کیفیت پایین [۱۲۶] است. رباتیک موجب کاهش شکاف‌های جنسیتی [۱۲۷,۱۲۸] و نژادی [۱۲۷] می‌شود. ابزارهایی مانند بارش‌های مغزی لِگو برای یادگیرندگان با زمینه‌های مختلف فنی قابل انطباق است [۱]. هم‌چنین نمونه‌هایی از جنسیت دانش‌آموزان به‌عنوان مثال در پروژه روبرتا (تلاش برای درگیر ساختن دختران در موضوعات فنی) وجود دارد [۱۲۹]. کاتلین و رابرتسون [۱۳۰] با بررسی برخی از مسائل تساوی و به‌طور خلاصه یادگیری اکتشافی به‌عنوان یک اقدام فرهنگی، کاربرد ربات‌های تربیتی در بهبود عملکرد دانش‌آموزان اقلیت را مطرح می‌کنند. تعدادی از پژوهشگران مسائلی را مطرح کرده‌اند که موجب رشد مفاهیم فرهنگی و تساوی توصیف‌شده در بالا [۱۳۱- ۱۳۶] شده است.

۳. قبولیت فرهنگ بومی یادگیرندگان: یافته‌های کلاس درس نشان می‌دهد که دانش‌آموزان اقلیت‌های فرهنگی زمانی بهتر عمل می‌کنند که تدریس از طریق صافی تجارب فرهنگی خود آن‌ها و چارچوب‌های مرجع پالایش شود [۱۳۵, ۱۳۷]. کاتلین و بلمایرز [۱۳۸] ادعا می‌کنند که:

- ربات‌ها ابزارهایی هستند که به دانش‌آموزان اجازه ابراز خود از دیدگاه فرهنگی خود را می‌دهد.
- ماهیت خلاقانه فعالیت‌های ربات، آن‌ها را تابع تغییرات فرهنگی می‌سازد.

چون اکثر جوامع دارای یک سنت زندگی مصنوعی هستند [۱۳۹]، بنابراین ربات‌ها دارای پتانسیل مقبولیت فرهنگی هستند. اغلب فرهنگ‌ها هنر عروسک را توسعه داده‌اند و بسیاری از فرهنگ‌های پیشرفته از لحاظ فنی، انواع مختلفی از ماشین‌ها تولید کرده‌اند. ربات‌ها مظهر دیگری از این گرایش‌ها محسوب می‌شوند. مکانیسم‌های پشت ربات‌ها به‌عنوان اشیای انتقالی و رابطه‌ای، آن‌ها را ابزارهای بالقوه‌ای ساخته است که کودکان از طریق آن‌ها می‌توانند خود را بیان نمایند. در یک مطالعه از کودکان هولی[۹] در پاپوآی گینه نو، انسان‌شناس لورنس گلدمن [۱۴۰] به این نتیجه دست یافت که:

مدعیان در اشکال «اگر- درنتیجه» در حال ساختن، آزمایش و اجرای الگوهای خود از جهان هستند؛ الگوهایی که همیشه از لحاظ فرهنگی

بازدارنده و منحرف‌کننده بوده‌اند.

این همان مکانیسمی است که والیانت [۱۴۱] با دانش‌آموزان از فرهنگ‌های بومی مانند مائوری، بومیان استرالیا و برخی از بومیان آمریکایی با استفاده از پویشگر مشاهده کرده است.

دانش‌آموزان تخیل خود را در مصنوعات پیاده کردند. این تخیلات از طریق ربات‌ها وارد زندگی شد و دانش‌آموزان را قادر ساخت تا خود را از طریقی که منعکس‌کننده میراث و محل زندگی آن‌ها در دنیای مدرن باشد، بیان کنند. آن‌ها می‌توانند میراث خود را با فناوری در شرایط خود مرتبط سازند. ربات‌ها تخیل بزرگ‌سالان هم‌چنین کودکان را برای قرن‌ها تسخیر نموده‌اند. نقش آن‌ها در فیلم‌ها، کتاب‌ها و تلویزیون سرگرم‌کننده بوده است. بااین‌حال، در این معنا آن‌ها به‌عنوان یک تهدید تلقی شده‌اند؛ درصورتی‌که در واقعیت آن‌ها به ما کمک می‌کنند. نویسندگان مزیت کامل این امر را ارائه نموده و شروع به نوشتن داستان‌های کوتاه، رمان‌ها و به تصویر کشیدن این صحنه در نمایش‌ها کردند. کارل کاپک *(ربات‌های جهانی Rossum)، اولین محصول در ۲۵ ژانویه ۱۹۲۱ را نوشت*. نمایش آن‌چنان محبوبیت یافت که مردم شروع به بازگشت به ماشین‌ها به‌عنوان ربات‌ها کردند. بااین‌حال همه نویسندگان ربات‌ها را به‌عنوان خائنان به تصویر نکشیدند. ایزاک آسیموف ربات‌ها را به‌عنوان یاران انسان با مغزهای «پوزیترونیک» مخالف با مغزهای «الکترونیکی» به تصویر کشید.

۴. مسئولیت‌پذیری یادگیرندگان: با توجه بااینکه در رباتیک تربیتی هر دانش‌آموز دانش خود را می‌سازد، بنابراین مسئول یادگیری خود است [۶۶] و چون برای ساخت دانش در موقعیت‌های مختلف تربیتی مشارکت و همکاری بین دانش‌آموزان [۷۰, ۷۱] در درون گروه‌های کوچک [۶۵] رخ می‌دهد، بنابراین وی در مقابل دیگران نیز مسئول بوده و لازم است به قوانین محیط اجتماعی احترام گذاشته و آن‌ها را رعایت نماید؛ درنتیجه وی در مقابل جامعه نیز مسئول است.

۵. آینده‌نگری در یادگیرندگان: از یک منظر رباتیک تربیتی به دلیل دارا بودن اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت، نشان از پویایی جامعه دارد. این نگرش به آینده در راستای آینده‌پژوهی و آینده‌سازی است. یعنی دانش‌آموزان با ابداع و نوآوری و خلاقیت نشان می‌دهند که قصد دارند آینده‌ای نو بسازند. در رباتیک تربیتی درحالی‌که دانش‌آموزان انتخاب‌های خود را می‌سازند؛ اما معلمان ساختن‌گرای خوب «آماده‌ساز رشد» هستند. آن‌ها دانش‌آموزان را برانگیخته و تشویق می‌کنند. درواقع وقتی دانش‌آموزان برانگیخته شوند، تخیل به‌طور معمول از اهداف پیشی گرفته و آن‌ها را به فراتر از انتظارات سوق می‌دهد. این امر دست‌یابی به هم‌ترازی نیست؛ بلکه در مورد تعالی فراتر از آن است.

نتیجه‌گیری

یک برنامه‌ریز برای طراحی برنامه درسی ابتدا لازم است به ماهیت موضوع یا دانش موردنظر توجه نموده سپس بر اساس جهت‌گیری‌های برنامه درسی نسبت به تدوین برنامه اقدام نماید. چون موضوع، تربیت رباتیک در دوره ابتدایی است؛ لذا برنامه‌ریز به ماهیت آن بایستی توجه کند. یافته‌های این سنتز نشان داد که رباتیک می‌تواند در مدارس در تمام سطوح به‌عنوان یک موضوع درسی مستقل و یا به‌عنوان یک توانمندساز آموزشی در خدمت سایر موضوعات درسی عمل کند. پس لازم است میان مفاهیم تربیت رباتیک و رباتیک تربیتی تفاوت قائل شد. در تربیت رباتیک موضوع تربیت ربات است؛ درصورتی‌که در رباتیک تربیتی، ربات به‌عنوان روش، ابزار یا فنی در نظر گرفته می‌شود که از آن برای تدریس سایر موضوعات استفاده می‌شود. طرحی که مجری در عمل انتخاب می‌کند تحت تأثیر رویکرد برنامه درسی و جهت‌گیری فلسفی اوست [۶].

با توجه به یافته‌های پژوهش، مشخص گردید که منطق رباتیک تربیتی در دوره ابتدایی، مبتنی بر نظریات سازنده‌گرایی است و مبانی رباتیک تربیتی شامل معرفت‌شناختی (دانش شخصی، چندرشته‌ای و میان‌رشته‌ای بودن)، روان‌شناختی (یادگیری فعال مبتنی بر عینیت، شهودمحور و مسئله‌محور بودن یادگیری، توجه به رغبت، انگیزش و کوشش یادگیرنده، یادگیری مبتنی بر تجارب، یادگیری مبتنی بر انتقال یادگیری، شخصی‌سازی، خلاقیت و ابتکار، یادگیری مبتنی بر تفکر) و جامعه‌شناختی (مشارکت و تعامل همه‌جانبه، عدالت تربیتی، مقبولیت فرهنگ بومی یادگیرندگان، مسئولیت‌پذیری، پویایی و آینده‌نگری) است. بنابراین یک برنامه‌ریز در طراحی باید به سه منبع اطلاعات دانش رباتیک، دانش‌آموزان مقطع ابتدایی و جامعه توجه نماید و مبانی معرفت‌شناختی، روان‌شناختی و جامعه‌شناختی وی از نوع سازنده‌گرایی باشد که می‌تواند بین دو سوی پیوستار سازنده‌گرایی یعنی سازنده گرایی شناختی و اجتماعی متغیر باشد. در این برنامه درسی چون یادگیری به عهده فرد است و آن در یک متن اجتماعی رخ می‌دهد، بنابراین لازم است بین تجارب یادگیری و محیط یادگیری تفاوت قائل شد.

اگر تمام عناصر برنامه درسی برای یادگیری فراهم گردد، اما خود فرد تمایلی به یادگیری و کسب تجربه با ابزار رباتیک تربیتی نداشته باشد، یادگیری در فرد رخ نداده و تمام تلاش‌ها و هزینه‌ها اتلاف خواهند شد؛ و یا بالعکس اگر فرد آمادگی ساخت دانش و کسب تجربه را داشته باشد، اما شرایط مناسب برای یادگیری وی فراهم نشود، باز کار بیهوده‌ای انجام خواهد گرفت و به اهداف این برنامه درسی نمی‌توان دست یافت. بنابراین ضروری است که طراحان برنامه درسی مبتنی بر رباتیک علاوه بر توجه به ماهیت و منطق برنامه درسی، بر اساس نظریه سازنده‌گرایی شناختی و اجتماعی به فرآیند یاددهی- یادگیری به‌طور همزمان توجه نموده و بستر مناسب را در نظر بگیرند. انجام این امر منوط به هماهنگی تمامی عوامل دست‌اندرکار در بخش تعلیم و تربیت، سیاستمداران و عوامل ذی‌نفع از قبیل والدین، کارآفرینان، بخش صنایع و ... است.

طراحی، تدوین، ساخت و اجرای هر برنامه درسی جدید در آموزش و پرورش همواره با محدودیت‌ها و چالش‌هایی مواجه بوده است. در این خصوص، طراحی، تدوین، ساخت و اجرای برنامه درسی مبتنی بر رباتیک نیز از این قاعده مستثنا نبوده و با محدودیت‌ها و چالش‌هایی مواجه بوده است. تلفیق و پیاده‌سازی فناوری رباتیک در برنامه درسی مدارس می‌تواند دو راهبرد بسیار دشوار برای توسعه و نگهداشت آن در مدارس باشد. چندین عامل و چالش در اجرا و تلفیق موفق و ناموفق فناوری رباتیک در آموزش و پرورش وجود دارد. نویسندگان با توجه به موارد مطرح‌شده، آن‌ها را در سه حیطه‌ی عملی بودن، منابع و پداگوژیکی

طبقه‌بندی کردند. حیطه عملی بودن به محدودیت‌ها و چالش‌هایی چون هزینه، وقت، تطبیق با برنامه درسی موجود و ... اشاره دارد. حیطه منابع شامل محدودیت‌ها و چالش‌های حمایتی و آموزشی است. حیطه پداگوژیکی نیز به محدودیت‌ها و چالش‌ها در زمینه حفظ و نگهداشت انگیزش، احساس ضعف و ناتوانی معلمان و ... توجه دارد. بسط موضوع و راهکارهای مناسب برای کاهش محدودیت‌ها و مواجه‌شدن با چالش‌ها در مطالعات بعدی ارائه خواهد شد.

پی‌نوشت

این مقاله برگرفته از رساله دکتری با عنوان « طراحی الگوی برنامه درسی مبتنی بر رباتیک در دوره ابتدایی و اعتباربخشی آن» است.

1 ICT (Information and communications technology)
2 Inclusiveness
3 Unequivocalness
4 Practicality
5 Consensus
6 Robo Cup Junior
7 STEM
8 Problem-based learning
9 Huli

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به نسبت سهم برابر در این پژوهش مشارکت داشتند.

تشکر و قدردانی

از تمام کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند تشکر و قدردانی داریم.

تعارض و منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] Mubin O, Stevens CJ, Shahid S, Al Mahmud A, Dong JJ. A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning.* 2013; 1: 209-0015.

[2] Holmquist SK. *A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) learning and attitudes*: University of South Florid; 2014.

[3] Rogers C, Portsmore M. Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education: Innovations and Research.* 2004; *5*(3/4): 17.

[4] Lough TFC. Robotics education: Teacher observations of the effect onstudent attitudes and learning. *TIES Magazin*; 2002.

[5] Cejka E, Rogers C, Portsmore M. Kindergarten robotics: Using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education.* 2006; 22(4): 711.

[6] Ornstein AC, Hunkins FP. *Curriculum: Foundations, Principles, and Issues* (7nd ed.): Pearson Education; 2016.

[7] *Getz* D. *Event studies: Theory, research and policy for planned events* (2nd ed.). New York: NY: Routledge; 2012.

[8] Sandelowski M, Voils CI, Barroso J. Defining and designing mixed research synthesis studies. *Research in the Schools.* 2006; *13*(1): 29.

[9] Cooper HM. *Synthesizing research: A guide for literature reviews* (Vol. 2): Sag; 1998.

[10] Cooper H, Hedges LV, Valentine JC. *The handbook of research synthesis and meta-analysis*: Russell Sage Foundatio; 2009.

[11] Nasr Esfahani AR [Translation of Educational research: an introduction] Gall MD, Borg WR, Gall JP (Author). Tehran: Samt.; 1996. Persian.

[12] Ward SA. Knowledge structures and knowledge synthesis. In S. A. Ward & L. J. Reed (Eds.), *Knowledge Structure and Use: Implications for Synthesis and Interpretation* (pp. 21-42): Temple University Press; 1983.

[13] Thomaz S, Aglaé A, Fernandes C, Pitta R, Azevedo S, Burlamaqui A, Gonçalves LM. *RoboEduc: A pedagogical tool to support educational robotics.* Paper presented at the Frontiers in Education Conference. FIE'09. 39th IEEE; 2009.

[14] De Cristoforis P, Pedre S, Nitsche M, Fischer T., Pessacg F, Di Pietro C. (2013). A behavior-based approach for educational robotics activities. *IEEE Transactions on Education.* 2013; 56(1): 61-66.

[15] Liu EZF. Early adolescents' perceptions of educational robots and learning of robotics. *British Journal of Educational Technology.* 2010; 41(3).

[16] Resnick M, Ocko S, Papert S. LEGO, Logo, and design. *Children's Environments Quarterly*. 1988; 14-18.

[17] Lye NC, Wong KW, Chio A. Framework for educational robotics: a multiphase approach to enhance user learning in a competitive arena *Edutainment Technologies. Educational Games and VirtualReality/Augmented Reality Applications* (pp. 317-325): Springer; 2011.

[18] Chin KY, Hong ZW, Chen YL. Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education. *Learning Technologies, IEEE Transactions on.* 2014; *7*(4): 333-345.

[19] Chang CW, Lee JH, Chao PY, Wang CY, Chen GD. Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Educational Technology & Society.* 2010; 13(2): 13-24.

[20] Meghdari A, Alemi M. Cognitive-Social Robotics: Mysteries and Needs. *Iranian Journal of Engineering Education.* 2016; 18(70): 55-76. Persian.

integration.; 2007.

[37] Teixeira J. *Aplicações da robótica no ensino secundário: o sistema lego mindstorms e a física.* Dissertação de Mestrado. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbr; 2006.

[38] Barker BS, Ansorge J. Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education.* 2007; 39(3): 229-243.

[39] Bers M, Ponte I, Juelich K, Viera A, Schenker J. Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technology in Childhood Education.* 2002; 1: 123-145.

[40] Botelho SS, Braz LG, odrigues, RN. *Exploring creativity and sociability with an accessible educational robotic kit.* Paper presented at the Proc. 3rd Int. Conf. on Robotics in Education (RiE 2012), Prague, Czech Republic.

[41] Chu KH, Goldman R, Sklar E. *Roboxap: an agent-based educational robotics simulator.* Paper presented at the Agent-based Systems for Human Learning Workshop at AAMAS-2005.

[42] Elkin M, Sullivan A, Bers MU. Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice.* 2014; 13: 153-169.

[43] Faisal A, Kapila V, Iskander MG. *Using robotics to promote learning in elementary grades.* Paper presented at the 119th ASEE Annual Conference and Exposition; 2012.

[44] Han J, Kim D. *r-Learning services for elementary school students with a teaching assistant robot.* Paper presented at the Human-Robot Interaction (HRI), 2009 4th ACM/IEEE International Conference on.

[45] Herrmann G, Pearson M, Lenz A, Bremner P, Spiers A, Leonards U. *Social Robotics: 5th International Conference, ICSR 2013, Bristol, UK, October 27-29, 2013, Proceedings* (Vol. 8239): Springer; 2013.

[46] Jeschke S, Kato A, Knipping L. *The engineers of tomorrow: Teaching robotics to primary school children.* Paper presented at the SEFI Annual Conference 2008.

[47] Miller D, Stein C. *'So That's What Pi is For!'and Other Educational Epiphanies from Hands on Robotics*: Morgan Kaufmann; 2000.

[48] Stein SJ, McRobbie CJ, Ginns IS. Introducing technology education: Using teachers' questions as a platform for professional development. *Research in Science Education.* 1999; 29(4): 501-514.

[49] Vernado T. Robotics across the curriculum. *Tech Directions.* 2000; 60(4), 22.

[50] Mataric MJ. *Robotics education for all ages.*Paper presented at the Proc. AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education; 2004.

[51] Eguchi A. Educational Robotics Theories and Practice: Tips for how to do it Right. *Robotics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications.* 2013; 193.

[21] Costa MF, Ribeiro C, Coutinho C, Rocha M. A Study of educational robotics in elementary schools. *Selected Papers on Hands-on Science.* 2008; 1: 580-595.

[22] Portsmore M, Cyr M, Rogers C. Integrating the Internet, LabVIEW™, and Lego Bricks into Modular Data Acquisition and Analysis Software for K-College. *Age.* 2001; 5: 2.

[23] Nagchaudhuri A, Singh G, Kaur M, George S. *LEGO robotics products boost student creativity in precollege programs at UMES.* Paper presented at the Frontiers in Education, 2002. FIE 2002. 32nd Annual; 2002.

[24] Mikropoulos TA, Bellou, I. Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education.* 2013; 6(1): 5-14.

[25] Lund HH, Pagliarini L. *Robocup jr. with lego mindstorms.* Paper presented at the Robotics and Automation, 2000. Proceedings. ICRA'00. IEEE International Conference on; 2000.

[26] Sklar E, Eguchi A Johnson J. RoboCupJunior: learning with educational robotics. *AI Magazine.* 2003; 24(2): 43.

[27] Malec J. *Some thoughts on robotics for education.* Paper presented at the 2001 AAAI Spring Symposium on Robotics and Education.; 2001.

[28] Nabe S, Cowley SJ, Kanda T, Hiraki K, Ishiguro H, Hagita N. *Robots as social mediators: coding for engineers.* Paper presented at the Robot and Human Interactive Communication, 2006. ROMAN 2006. The 15th IEEE International Symposium on; 2006.

[29] Wyrobek KA, Berger EH, Van der Loos HM, Salisbury JK. *Towards a personal robotics development platform: Rationale and design of an intrinsically safe personal robot.* Paper presented at theRobotics and Automation, 2008. ICRA 2008. IEEE International Conference on.

[30] Barnes DJ. *Teaching introductory Java through LEGO MINDSTORMS models.* Paper presented at the ACM SIGCSE Bulletin; 2002.

[31] Fagin B, Merkle L. *Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science.* Paper presented at the ACM SIGCSE Bulletin; 2003.

[32] Beer RD, Chiel HJ, Drushel RF. Using autonomous robotics to teach science and engineering. *Communications of the ACM.* 1999; 42(6): 85-92.

[33] Nourbakhsh IR, Crowley K, Bhave A, Hamner E, Hsiu T, Perez-Bergquist A, . . . Wilkinson K. The robotic autonomy mobile robotics course: Robot design, curriculum design and educational assessment. *Autonomous Robots.* 2005; 18(1): 103-127.

[34] Moore VS. Robotics: Design through Geometry. *Technology Teacher.* 1999; 59(3): 17-22.

[35] Papert S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*: Basic Books, Inc.; 1980.

[36] Mataric MJ, Koenig NP, Feil-Seifer D. *Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education.* Paper presented at the AAAI springsymposium: Semantic scientific knowledge

[70] Deen M, Bailey S, Parker L. View life skills.

[71] Slavin RE, Davis N. *Educational psychology: Theory and practice*; 2006.

[72] Alimisis D. *Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy.* Paper presented at the Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education; 2012.

[73] Fiorini P, Galvan S, Giuliari L, Pighi L. *It Takes a Village... to do Science Education.* Paper presented at the SIMPAR 2008, Intl. Conf. on Simulation, modeling and programming for autonomous robots.

[74] Hacker L. *Robotics in education: ROBOLAB and robotic technology as tools for learning science and engineering* [master's thesis]. Tufts University; 2003.

[75] Alimisis D, Kynigos C. Constructionism and Robotics in education. *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. 2009; 11-26.

[76] Bers M, Ponte I, Juelich K, Viera A, Schenker J. Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technology in Childhood Education.* 2002; 1: 123-145.

[77] Bers MU, Urrea C. Technological prayers: Parents and children working with robotics and values. In A. Druin, & Hendler, J. A. (Ed.), *Robots for kids: exploring new technologies for learning* (pp. 193). Morgan: Kaufmann; 2000.

[78] Chambers JM, Carbonaro, M. Designing, developing, and implementing a course on LEGO robotics for technology teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education.* 2003; 11(2): 209-242.

[79] Chang CW, Lee JH, Chao PY, Wang CY, Chen GD. Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Educational Technology & Society.* 2010; 13(2): 13-24.

[80] Erwin B, Cyr M, Rogers C. Lego engineer and robolab: Teaching engineering with labview from kindergarten to graduate school. *International Journal of Engineering Education*. 2000; 16(3): 181-192.

[81] Resnick M, Silverman B. *Some reflections on designing construction kits for kids.* Paper presented at the the 2005 Conference on Interaction design and children; 2005.

[82] Rogers C, Portsmore M. Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education: Innovations and Research.* 2004; 5(3/4): 17.

[83] Staszowski KJ, Bers M. The effects of peer interactions on the development of technological fluency in an early-childhood, robotic learning environment. *Age.* 2005; 10: 1.

[84] Faisal A, Kapila V, Iskander MG. *Using robotics to promote learning in elementary grades.* Paper presented at the 119th ASEE Annual Conference and Exposition; 2012.

[85] Cejka E, Rogers C, Portsmore M. Kindergarten robotics: Using

[52] Ackermann E. Perspective-taking and object construction: Two keys to learning. *Constructionism in practice: designing, thinking, and learning in a digital world, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ*, 25-35.; 1996.

[53] Ackerman E. Piaget's Constructivism. *Papert's Constructionism: What's the difference*.; 2001.

[54] Piaget J. The child's concept of the world. *Londres, Routldge & Kegan Paul*.; 1929.

[55] Piaget J. The Construction of Reality in the Child. New York: Basic Books; 1954.

[56] Papert S. *Constructionism: A new opportunity for elementary science education*: Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group; 1986.

[57] Papert SE, Harel IE. *Constructionism*. New York: Ablex Publishing; 1991.

[58] Bers MU. *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. United States of America: Teachers College, Columbia University; 2008.

[59] Papert S. *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*: Basic Books; 1993.

[60] Ackermann EK. Constructing knowledge and transforming the world. *A Learning Zone of one's Own: Sharing Representations and Flow in Collaborative Learning.* 2004; 10(1/2): 19-44.

[61] Vygotsky L. Interaction between learning and development. *Readings on the Development of Children.* 1978; 23(3): 34-41.

[62] Kelly GA. *The psychology of personal constructs. Volume 1: A theory of personality*: WWNorton and Company; 1955.

[63] Kolb DA. Experiential learning: Experience as the source of learning and development; 1984.

[64] Woffinden S, Packham J. Experiential learning, just do it! *The Agricultural Education Magazine.* 2001; 73(6): 8.

[65] Barrows HS. *What Your Tutor May Never Tell You: A Medical Student's Guide to Problem-based Learning (PBL)*: Southern Illinois University School of Medicine; 1996.

[66] Pressley M. The Challenges of Instructional Scaffolding: The Challenges of InstructionThat Supports Student Thinking. *Learning Disabilities Research and Practice.* 1996; 11(3): 138-146.

[67] Norman G, Schmidt HG. The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine.* 1992; 67(9): 557-565.

[68] Albanese MA, Mitchell S. Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine.* 1993; 68: 52-81.

[69] Hmelo CE, Gotterer GS, Bransford JD. A theory-driven approach to assessing the cognitive effectsof PBL. *Instructional Science.* 1997; 25(6): 387-408.

[102] Erwin B, Cyr M, Rogers C. Lego engineer and robolab: Teaching engineering with labview from kindergarten to graduate school. *International Journal of Engineering Education.* 2000; 16(3): 181-192.

[103] Mota MIG. *Work in progress-using lego mindstorms and robolab as a mean to lowering dropout and failure rate in programming course.* Paper presented at the Frontiers In Education Conference-Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports, 2007. FIE'07. 37th Annual.

[104] Petre M, Price B. Using robotics to motivate 'back door'learning. *Education and Information Technologies.* 2004; 9(2): 147-158.

[105] Shariatmadari A. *Principles and Philosophy of Education*. Tehran: Amir Kabir; 2002 Persian.

[106] Cubberly E. Public school administration: A statement of the principles underlying the organization and administration of public education: Boston MA: Houghton Mifflin; 1916.

[107] Nations U. United Nations Convention on the Rights of a Child Article; 2001.

[108] National Center for Research in Teacher Learning, C. o. E. How teachers learn to engage students in active learning,"; 1993.

[109] Jonassen DH. *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*: Prentice Hall; 2000.

[110] Chambers JM, Carbonaro M. Designing, developing, and implementing a course on LEGO robotics for technology teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education.* 2003; 11(2): 209-241.

[111] Papanikolaou K, Frangou S. Robotics as learning tool. *Teacher Education on Robotics-enhanced Constructivist Pedagogical Models*. 2009; 103-137.

[112] Datteri E, Zecca L, Laudisa F, Castiglioni M. *Explaining robotic behaviors: a case study on science education.* Paper presented at the Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum; 2012.

[113] Cavas B, Kesercioglu T, Holbrook J, Rannikmae M, Ozdogru E, Gokler F. *The effects of robotics club on the students' performance on science process & scientific creativity skills and perceptions on robots, human and society.* Paper presented at the Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum, (pp. 40-50).; 2012.

[114] Denis B, Hubert S. Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior. 2001; 17*(5): 465-480.

[115] Vygotsky LS. Piaget's Theory of Child Language and Thought; 1962.

[116] Lewis R. Working and learning in distributed communities. *Computer Supported Learning Environments, Universidad Autonoma de Madrid*; 1996.

robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education.* 2006; 22(4): 711.

[86] Costa MF, Ribeiro C, Coutinho C, Rocha M. A Study of educational robotics in elementary schools. *Selected Papers on Hands-on Science.* 2008; 1, 580-595.

[87] Mikropoulos TA, Bellou I. Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education.* 2013; 6(1): 5-14.

[88] Mikropoulos TA, Bellou J. The unique features of educational virtual environments. In *Proceedings e-society*, 122-128; 2006.

[89] Datteri E, Zecca L, Laudisa F, Castiglioni M. *Explaining robotic behaviors: a case study on science education.* Paper presented at the Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum; 2012.

[90] Barker BS, Ansorge J. (Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education.* 2007; 39(3): 229-243.

[91] Thomaz S, Aglaé A, Fernandes C, Pitta R, Azevedo S, BurlamaquiA., . . . Gonçalves LM. *RoboEduc: A pedagogical tool to support educational robotics.* Paper presented at the Frontiers in Education Conference, 2009. FIE'09. 39th IEEE.

[92] O' Donnel AM, Reeve J, Smith JK. *Educational psychology: Reflection for action*. USA: Wiley; 2007.

[93] Schunk DH. *Learning theories an educational perspective* upper Saddle River,: NJ: Prentice-Hall; 2000.

[94] Richardson V. Constructivist teaching and teacher education: Theory and practice. *Constructivist teacher education: Building a world of new understandings*. 1997; 3-14.

[95] Swan K. A constructivist model for thinking about learning online. *Elements of quality online education: Engaging communities.* 2005; 6: 13-31.

[96] Cavicchi E, Chiu SM, McDonnell F. Introductory paper on criticalexplorations in teaching art, science, and teacher education. *The New Educator.* 2009; 5(3): 189-204.

[97] Duckworth E. *The having of wonderful ideas and other essays on teaching and learning*: Teachers College Pres; 2006.

[98] Duckworth E. Critical exploration in the classroom. *The New Educator.* 2005; 1(4): 257-272.

[99] Eguchi A. Bringing Robotics in Classrooms *Robotics in STEM Education* (pp. 3-31): Springer; 2017.

[100] Hmelo-Silver CE. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review.* 2004; 16(3): 235-266.

[101] Alimisis D, Karatrantou A, Tachos N. *Technical school students design and develop robotic gear-based constructions for the transmission of motion.* Paper presented at the Eurologo, (pp. 76-86); 2005.

presented at the Workshop Proceedings of Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR 2010).

[130] Catlin D, Robertson S. *Using educational robots to enhance the performance of minority students.* Paper presented at the TRTWR 2012 Conference, Riva La Garda Italy.

[131] Lee CD. *Intervention research based on current views of cognition and learning: Black education: A transformative research and action agenda for the new century*: American Educational Research Association; 2005.

[132] Council NR. *How people learn: Brain, mind, experience, and school*: *Expanded edition*: National Academies Press; 2000.

[133] Nasir NIS., Rosebery AS, Warren B, Lee CD. Learning as a cultural process: Achieving equity through diversity.; 2006.

[134] Bouillion LM, Gomez LM. *The case for considering cultural entailments and genres of attachment in the design of educational technologies.* Paper presented at the Smart machines in education; 2001.

[135] Gay G. *Culturally Responsive Teaching: Theory, Research, and Practice*: Teachers College Press.; 2000.

[136] Alemi M, Meghdari A, Basiri NM, Taheri A. *The effect of applying humanoid robots as teacher assistants to help Iranian autistic pupils learn English as a foreign language.* Paper presented at the International Conference on Social Robotics; 2015.

[137] Gay G. *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice*: Teachers College Press; 2010.

[138] Catlin D, Blamires M. *The Principles of Educational Robotic Applications (ERA): A framework for understanding and developing educational robots and their activities*; 2010.

[139] Simons G. Is man a robot? US: Wiley; 1986

[140] Goldman LR. *Child's Play: Myth, Mimesis and Make-Believe*: ERIC; 1998.

[141] Technology V. Robot Rally Race; 2009.

[117] Charlier B, Daele A, Cheffert JL, Peeters R, Lusalusa S. *Learning collaboratively in a virtual campus: teachers' experiences.* Paper presented at the ISATT 99 conference, Dublin (Ireland); 1999.

[118] Charlier B, Docq F, Lebrun M, Lusalusa S, Peeters R, Deschryver N. Tuteurs en ligne: quels rôles, quelle formation? 1999.

[119] Petters R. Learning collaboratively in a virtual campus. *Learn-Nett, WP4*; 1998.

[120] Ainscow M, Dyson A, Kerr K. *Equity in education: mapping the territory: The first annual report of the Centre for Equity in Education.* Manchester, UK: University of Manchester, Centre for Equity in Education; 2006.

[121] Hirsch ED, Kett JF, Trefil JS. *Cultural literacy: What every American needs to know*: Vintage; 1988.

[122] Lave J, Wenger E. *Situated learning*: *Legitimate peripheral participation*: Cambridge university press; 1991.

[123] Kozol J. The shame of the nation: The restoration of apartheid schooling in America, Broadway Books; 2005.

[124] Darling-Hammond L. New standards and old inequalities: School reform and the education of African American students. *Black education: A transformative research and action agenda for the new century*, 197-223; 2005.

[125] Ferguson R F. Paying for public education: New evidence on how and why money matters. *Harv. J. on Legis.* 1991; 28: 465.

[126] Dreeben R. Closing the Divide: What Teachers and Administrators Can Do to Help Black Students Reach Their Reading Potential. *American Educator: The Professional Journal of the American Federation of Teachers.* 1987; 11(4): 28-35.

[127] Rykowski J. Robots in the Classroom: A Platform for Driving Interest in the Science, Technology, Engineering, and Math Disciplines; 2013.

[128] Weinberg JB, Yu X. Low-cost platforms for teaching integrated systems. *Robotics & Automation Magazine, IEEE.*; 2003.

[129] Bredenfeld A, Leimbach T. *The roberta initiative.* Paper

Citation: (Vancoure): Mansouri Gargar R, Hoseini Khah A, AlemiM, Niknam Z. [The nature and rationale of the robotic curriculum in elementary school]. *Tech. Edu. J.* 2019; 13(2): 351-369.

http://dx.doi.org/10.22061/jte.2018.3380.1861

COPYRIGHTS

©2019 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.