



مرور سیستماتیک پژوهش‌های رباتیک در حوزه آموزش: درس‌هایی از گذشته و مسیرهای آینده

ناصر اژدری فام *

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی وضعیت توسعه دانش، شناسایی خوشه‌های موضوعی اصلی، تحولات مفهومی و بازیگران کلیدی در حوزه رباتیک آموزشی می‌باشد. روش تحقیق در پژوهش حاضر از حیث هدف کاربردی و از لحاظ روش شناسی پژوهشی کمی است و به روش مرور سیستماتیک انجام شده است. جامعه آماری پژوهش، ۲۴۸ پژوهش پس از انجام غربالگری بین سال‌های ۲۰۱۰ تا کنون می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل از نرم افزار VOSviewer استفاده شد. بر اساس یافته‌های پژوهش در حوزه‌های اصلی مورد مطالعه در ربات‌های آموزشی از سال ۲۰۱۰ تا کنون محورهای مطالعاتی ربات‌های آموزشی، فناوری آموزشی و توسعه تفکر محاسباتی، مطالعاتی که به تأثیرات ربات‌های آموزشی بر روی دانش‌آموزان و همچنین دانش‌آموزان استثنائی، محیط تعاملی، کارایی و بهره‌وری، دستاوردهای دانشی و برنامه تحصیلی متمرکز بوده است. در مورد تحول زمانی، یافته‌های پژوهش نشان داد، اولویت‌ها و موضوعات تحقیق در طول زمان تکامل یافته‌اند و مفاهیم کلیدی مانند یادگیری، خلاقیت و تأثیرات ربات‌های آموزش در طول زمان تکرار شده‌اند. در حوزه همکاری‌های بین‌سازمانی نیز یافته‌های پژوهش نشان داد میزان این همکاری‌ها بسیار پایین بوده و حوزه مطالعاتی مورد نظر از ادبیات پراکنده‌ای برخوردار می‌باشد که بیشتر از ادبیات علمی آمریکا و اتحادیه اروپا تأثیر پذیرفته است. در جمع‌بندی از یافته‌های پژوهش می‌توان اشاره داشت این حوزه مطالعاتی در سال‌های اخیر رشد پرشتابی داشته و بنظر می‌رسد در سال‌های آتی و با گسترش فناوری‌های نوین در حوزه رباتیک، و گسترش هوش مصنوعی بیش از پیش مورد توجه رشته‌های علوم تربیتی و سایر رشته‌ها و اثرگذار در فرآیندهای آموزشی آنها قرار گیرد.

واژگان کلیدی

آموزش رباتیک، خلاقیت، یادگیری، بررسی سیستماتیک، کتاب‌سنجی

* عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور بناب

نویسنده مسؤول یا طرف مکاتبه: ناصر اژدری فام naserajhdarifam@gmail.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۶/۲۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

مقدمه

جهان در حال گذر از یک تحول دیجیتال است. نحوه دسترسی ما به اطلاعات تغییر می‌کند و به ما این امکان را می‌دهد تا به کسب دانش و تولید و بازتولید دانش پردازیم (منصوری گرگر، ۱۳۹۸). در نتیجه، تحولات فرهنگی جدید، شکل‌های مختلف ارتباط، مسائل جدید، نابرابری‌های اجتماعی، شکاف‌های فرهنگی و عوامل اقتصادی پدید می‌آیند که باید بصورت علمی و نوین با آن‌ها مواجه شد. به دور از در نظر گرفتن فناوری‌ها به عنوان معجزه‌ای که همه مشکلات آموزش و پرورش را حل می‌کند و باید آن‌ها را بصورت در پیچه‌ای از فرصت دید، که راهبردی برای نوسازی آموزشی و اجتماعی می‌باشد (Barker, B & et el, 2007) می‌توان گفت، در نتیجه رشد و ورود پویایی‌های رباتیک به حوزه‌های آموزشی، یک چشم‌انداز دگرگون‌کننده برای آموزش و تولید علم در حال ظهور است که در آن پارادایم‌های سنتی یادگیری و دانش‌افزویی در حال بازتعریف هستند (Mokhtari, 2021). فناوری‌های رباتیک ظهور و گسترش عصری از یادگیری تعاملی، پرورش یادگیری فعال، خلاقیت و حل مسئله را معرفی می‌کند. این رویکرد نوآورانه نه تنها مهارت‌های فنی را افزایش می‌دهد، بلکه مهارت‌های اجتماعی و حل مسائل به صورت گروهی و تیمی و مشارکتی را نیز ارتقا می‌دهد، عناصری که برای موفقیت در قرن بیست و یکم حیاتی هستند (C.H.J 2002, Davies). ادغام فناوری‌های رباتیک در محیط‌های آموزشی نشان‌دهنده تغییر به سمت یک شیوه آموزشی عملی‌تر و تجربی‌تر است که فراتر از محدودیت‌های روش‌های آموزشی مرسوم می‌باشد تا دانش‌آموزان را برای چالش‌های آینده آماده کند (Badele & et el, 2020). بنابراین، فن‌آوری‌های مدرن نقش مهمی در کسب مهارت، دانش و انگیزه یادگیری دانش‌آموزان دارند (Najafi & et el, 2016). رباتیک که امروزه جهان را متحول کرده است (B. Salmani & et al, 2019) شامل طراحی، ساخت، راه‌اندازی و استفاده از ربات‌ها است. دنیای رباتیک بسیار متنوع و گسترده است و در نتیجه کنجکاوی و گرایش دانش‌آموزان به افزایش یادگیری در این زمینه و علاقمندی محققان به بررسی این تحولات را ایجاد می‌کند (Bouvier, S., & Connors, K. 2011).

از اولین تجربیات استفاده از ربات‌ها تاکنون پیشرفت‌های زیادی حاصل شده است. در دهه گذشته پس از ظهور فناوری‌های رباتیک آموزشی (Santos, I., et el, 2018)، شرکت‌های علمی و فناوری بسیاری در حال تولید ربات‌های تجاری با هدف آموزش هستند. در سالهای اخیر، جامعه

آموزشی به صورت مشخص تلاش کرده است که فناوری های رباتیک در مدارس و کلاس های آموزشی باید مورد استفاده و بهره برداری قرار گیرد و برای دانش آموزان به صورت فراگیر مورد استفاده قرار گیرد و در آموزش و یادگیری مفاهیم علمی به دانش آموزان با معلمان و سیستم آموزشی همکاری کند (Yosefi & et el, 2023). اگرچه بیشتر سیستم های آموزشی هنوز این ویژگی های نوین و فناوری را برای آموزش و یادگیری برای دانش آموزان و کلاس های آموزشی به سختی می پذیرند و از اثرات منفی آن هراس دارند، اما رسیدن به این هدف و گسترش بهره برداری از سیستم ها و فناوری های نوین و رباتیک در حال افزایش است. تکنولوژی های رباتیک نیز برای افزایش یادگیری دانش بین رشته ای و بهبود مهارت های مختلف فکری مانند؛ افزایش خلاقیت، همکاری های گروهی و تیمی برای حل مسائل، بهبود ارتباطات یا افزایش استقلال فکری و علمی کمک می کند (Megdari & alami 2018). بنابراین، از یک سو، این فناوری ها برای دانش آموزانی که در مراحل مختلف روند آموزشی، در حال یادگیری و آموزش هستند و از طرف دیگر، برای دانش آموزانی که نیازهای خاصی برای یادگیری و آموزش از طریق پشتیبانی آموزشی خاص و روش های نوین یادگیری دارند، مفید هستند. بنابراین، فناوری های رباتیک آموزشی باید بخشی از چشم انداز آموزشی و ابزارها و روشهای تدریس در مدارس تبدیل شود و به یک عنصر اصلی در یادگیری ها و آموزش های بین رشته ای تبدیل شود.

سیستم آموزشی فعلی ما نیز در تلاش است تا از فناوری برای بهبود کیفیت آموزش استفاده کند تا بتواند از آن در فرایند آموزش مدد جسته و به پرورش افراد با تفکر خلاق اقدام نماید (Karami & e el, 2014). با این حال دلایل اصلی استفاده کم از فناوری در نظام آموزشی ما، فقدان تفکر آموزشی مبتنی بر فناوری، نامناسب بودن ساختار فیزیکی مدارس برای برگزاری کارگاه های آموزشی رباتیک خصوصا در کشورهای جهان سوم، ناتوانی در طراحی و تولید ذرات رباتیک در کشور و غیره، میزان هزینه مورد نیاز برای اعمال چنین رویکرد آموزشی را در مدارس به شدت افزایش داده است.

با این حال، از رباتیک آموزشی در حال حاضر در بسیاری از کشورها در سیستم آموزش و سایر بخش ها استفاده می گردد و توسعه و اثرات و جوانب آن مورد توجه اندیشمندان علوم مختلف قرار گرفته است. حتی در داخل کشورمان نیز با وجود زیر ساخت های ضعیف سطوح آموزشی،

تعدادی از پژوهشگران به بررسی رباتیک آموزشی در حوزه های مختلف پرداخته اند. با این حال تعداد مطالعات بسیار پایین می باشد.

پژوهش حاضر به بررسی سیستماتیک ادبیات این حوزه به شیوه علم سنجی خواهد پرداخت تا به بررسی تمرکز موضوعی کلیدی، روند انتشار، تحولات مفهومی، و نویسندگان و مجلات برجسته ناشناخته این حوزه پردازد. بنابراین، پرسش های اساسی که این تحلیل را هدایت می کنند عبارتند از: ۱) ادبیات مربوط به تکامل آموزش رباتیک چیست؟ ۲) خوشه های موضوعی اصلی شناسایی شده در ادبیات این حوزه کدام اند؟ ۳) اینکه تمرکز موضوعی ادبیات در طول زمان بر چه موضوعاتی بوده است؟ و ۴) حوزه های موضوعی اصلی، مجلات و نویسندگان در ادبیات رباتیک کدامند؟ لذا این پژوهش یک مرور کلی و اولین تلاش برای نقشه برداری علمی و تحلیل کتاب سنجی ادبیات این موضوع خواهد بود.

از آنجایی که ادبیات به سرعت در حال گسترش است، یافته های مرور سیستماتیک می تواند به محققان جدید در دستیابی به یک مرور مختصر از پایگاه های فکری، توسعه و مسائل نوظهور رباتیک آموزشی کمک کند. و ممکن است فرصت های بیشتری را برای آنها فراهم کند تا در آینده به روشی موثرتر ایده های جدیدی برای آن ارائه دهند.

مفهوم رباتیک و رباتیک آموزشی: مپس از راه اندازی LEGO در سال ۱۹۷۶، ربات ها بر آموزش پایه (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) تأثیر گذاشتند. در سال ۱۹۹۶، Lego Mindstorms منتشر شد و حسگرهای مدولار و دستگاه های موتوری را اضافه کرد و ربات های آموزشی را با موفقیت توسعه داد (Bascou & Menekse 2016). روبات های مجازی و پلت فرم های برنامه نویسی، مانند Alice، Greenfoot، Scratch، و PlayLogo3D یکی پس از دیگری ظهور کرده و به دانش آموزان اجازه می دهند روبات بسازند، برنامه هایی برای کنترل روبات ها بنویسند و با تعامل با روبات ها یاد بگیرند (Bascou & Menekse 2016; Paliokas, Arapidis)، و (Mpimpitsos 2011).

قبل از صحبت در مورد روبات ها به عنوان ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات، باید منظور ما از روبات ها را مشخص کنیم. تعاریف دانشمندان از روبات ها به عنوان یک مفهوم متفاوت است، اما اکثریت آنها در مورد عوامل خاصی توافق دارند. بنابراین می توان گفت؛ یک ربات یک

دستگاه قابل برنامه ریزی است که می تواند اشیاء را دستکاری کند و عملیاتی را انجام دهد که فقط انسان ها قبلاً می توانستند آن را انجام دهند. علاوه بر این ، روبات ها ظرفیت ، فکر یا وضوح را ارائه می دهند ، اگرچه بیشتر آنها محدود به اجرای سفارشات می باشند(نورالدین و فلاح، ۱۳۹۸ :۱۱).

روباتیک آموزشی نیز بخشی از حوزه رباتیک است که ما آن را روباتیک اجتماعی می نامیم. روباتیک های اجتماعی در جامعه بشری در حال رشد هستند و حضور قابل توجهی در زندگی روزمره ما ایجاد می کنند. ما به تدریج روبات ها را در زندگی اجتماعی انسان درج می کنیم (Yanış& Yürük, 2020: 53). با این حال ، وقتی می گوئیم یک روبات اجتماعی است ، منظور ما جامعه پذیری به معنای وجود روابط تعامل است. یک ربات اجتماعی عامل است که می تواند در تعامل باشد و رفتار ارتباطی داشته باشد(Damaševičius (11:2018,Maskeliūnas &.

از اولین تجربیات روباتیک تا کنون پیشرفت های زیادی حاصل شده است. در دهه گذشته پس از ظهور روباتیک آموزشی (Santos& Medeiros,2019: 118)، مارک های بسیاری در حال تولید روبات های تجاری با هدف آموزش هستند. در سالهای اخیر ، جامعه آموزشی مشخص کرده است که روباتیک در مدرسه باید در کلاس اتفاق بیفتد ، و برای همه دانش آموزان فراگیر باشد و با معلمان همکاری کند. اگرچه بیشتر مداخلات آموزشی هنوز این ویژگی ها را برآورده نمی کنند

اما رسیدن به این هدف نزدیک است (Conchinha & Freitas,2015:8). سیستم عامل های روباتیک نیز برای یادگیری دانش بین رشته ای و بهبود مهارت های مختلف ، مانند ؛ خلاقیت ، همکاری ، ارتباطات یا استقلال کمک می کند. بنابراین ، از یک سو ، آنها برای دانش آموزانی که مراحل مختلف روند آموزشی را مطالعه می کنند ، و از طرف دیگر ، برای دانش آموزانی که نیازهای خاصی برای پشتیبانی آموزشی دارند ، مفید هستند. بنابراین ، روباتیک آموزشی باید بخشی از چشم انداز ابزارها و روشهای تدریس در مدارس شود و به یک عنصر اصلی در اتحادیه و بیان یادگیری بین رشته ای تبدیل شود (Domínguez, & Stipcich, 2018: 3).

برخی تئوری های پشتیبان رباتیک آموزشی شامل ؛ نظریه یادگیری ساختگامی یا " Theory Learning Constructivist" ، به این باور میپردازد که دانش ذهنی از طریق تعامل با محیط اطراف تصور و ایجاد میشود. در این حالت، روباتها و سامانه های هوش مصنوعی با ارائه فعالیتهای تعاملی

و چالش‌برانگیز، به کودکان اجازه می‌دهند تا خود را در فرآیند یادگیری مرتبط با مفاهیم جدید به چالش بکشند و این مفاهیم را بطور خودآگاه درک کنند.

نظریه یادگیری مبتنی بر بازی یا "Theory Learning Based-Game"، بر این اصل تاکید دارد که انگیزه بیشتری برای یادگیری و دستیابی به هدفهای آموزشی از طریق بازی و رقابت فراهم میشود. با تعبیه عناصر بازی آموزشی در سامانه‌های رباتیک و هوش مصنوعی، میتوان فرآیند یادگیری را شادتر و مفیدتر برای کودکان کرد.

نظریه روانشناسی آموزش یا "Theory Psychology Educational"، به بررسی عوامل روانشناختی بر فرآیند یادگیری و حفظ اطلاعات می‌پردازد. با تلفیق اصول این نظریه با استفاده از رباتیک و هوش مصنوعی، میتوان نحوه ارائه محتوا، بازخورد و ارزیابی را برای هر دانش آموز به شیوه‌ای مناسب و تبیینی طراحی کرد.

در بررسی پیشنهادی پژوهش در حوزه رباتیک آموزشی Pozzi، Prattichizzo و Malvezzi (۲۰۲۱) معتقدند که رباتیک یک رشته بین رشته‌ای است که شامل زمینه‌های مهندسی (مانند علوم مکانیک، الکترونیک و کامپیوتر)، زمینه‌های فیزیکی انسانی (مانند فیزیولوژی، ارگونومی و آناتومی)، زمینه‌های غیر فیزیکی انسانی (مثلاً). روانشناسی، اخلاق و اقتصاد می‌باشد. ربات‌ها باید با استفاده از رشته‌های مختلف ساخته شوند و دانش آموزان را به سمت کسب تجربیات بین رشته‌ای غنی سوق دهد (Funk et al. 2022). اگرچه رباتیک از رشته‌های مختلف مورد بحث قرار می‌گیرد، ایجاد یک پایگاه دانش مشترک، مانند اصطلاحات، مفاهیم و غیره، برای ترویج بحث‌ها و همکاری‌های مشترک مورد نیاز است (Pozzi et al. 2021).

Bertachini & et el (۲۰۲۲) در پژوهش خود اشاره کردند که ربات‌های آموزشی را می‌توان از سه منظر نگریند. دیدگاه اول این است که رباتیک دارای یک هدف یادگیری است (رباتیک به عنوان یک هدف یادگیری)، دیدگاه دوم، رباتیک را به عنوان یک کمک آموزشی می‌بیند، برای مثال، ربات‌ها را به عنوان یک کمک آموزشی یا ابزار کمکی برای کمک به دانش آموزان با نیازهای ویژه می‌بیند (Fülöp 2022) خاطرنشان کردند که ربات‌ها ابزارهای تجسم خوبی هستند. دانش آموزان می‌توانند از تجسم برای طراحی برنامه‌ها، به دست آوردن درک عمیق‌تر و کمک به توسعه تفکر محاسباتی استفاده کنند. دیدگاه سوم، رباتیک را به عنوان یک ابزار یادگیری می‌بیند که از منابع آموزشی برای آموزش و یادگیری موضوعات رباتیک استفاده می‌

کند. Pozi & et el, 2021 معتقدند که آموزش می تواند درک و انتشار سیستم های رباتیک را بهبود بخشد و برای آموزش و یادگیری فناوری رباتیک به مواد آموزشی در دسترس تر نیاز است.

روش

پژوهش حاضر بر اساس هدف کاربردی، بر مبنای روش گردآوری داده ها کتابخانه ای و از نظر رویکرد روش شناسی، پژوهشی کمی است. روش پژوهش آن مرور سیستماتیک می باشد و ابزار مورد استفاده نرم افزار VOSviewer است. . جامعه آماری پژوهش، ۳۴۶ سند نمایه شده در پایگاه داده (WoS) Web of Science می باشد که با ترکیب کلید واژگان مرتبط در قسمت جستجوی پایگاه استخراج گردیده است. تعداد مقالات ذکر شده در مرحله بعدی پس از غربالگری و با حذف بر اساس عنوان، کلید واژه، چکیده، دسترسی کامل به متن، مرور متن و نظر چند نفر از خبرگان (۳ نفر از اساتید رشته) مقالات نامرتب حذف و مقالاتی که در آن اتفاق نظر وجود نداشت مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت از مجموع مطالعات صورت گرفته ۲۴۸ پژوهش صورت گرفته به عنوان جامعه پژوهش مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. که مراحل انجام آن به شرح ذیل است.

- محدوده

- پروتکل برنامه ریزی و بررسی؛

- شناسایی منابع موجود؛

- جستجو و غربالگری؛

- استاندارد ارزیابی کیفیت؛

- جمع آوری داده ها؛ و

- تجزیه و تحلیل و سنتز

از نظر پروتکل جستجو، این نوع بررسی یک پروتکل از پیش تعیین شده دارد. این پروتکل ثابت بر اساس اهداف و سوالات یک مطالعه است.

مرحله اول، یک مرور یکپارچه از عوامل محدود کننده پس از بررسی دامنه تحقیقات موجود است که به ارائه یک لیست ساده و قابل دسترس از تحقیقات موجود کمک می کند.

مرحله دوم، استاندارد ارزیابی است که به فرآیندی اشاره دارد که برای تعیین گنجاندن یا حذف مشارکت انجام می شود. این نوع مطالعه دارای یک چک لیست از پیش تعیین شده عینی برای

ارزیابی کیفیت مشارکت های انتخاب شده در طول فرآیند جستجو می باشد. و شامل عبارت جستجو، سال انتشار و نوع مشارکت و غیره می باشند.

مرحله سوم، تجزیه و تحلیل و ترکیب داده های جمع آوری شده است. که بسته به هدف و سوال پژوهش می تواند متفاوت باشد. در پژوهش حاضر حاضر هدف مرور سیستماتیک مطالعات انجام شده به شیوه علم سنجی می باشد. این روش برای بررسی پیشرفت های جمعی موضوع و ردیابی سطح فعلی دانش مورد استفاده قرار می گیرد. تحلیل علم سنجی می تواند مجموعه های ادبیات عظیمی را با تجزیه و تحلیل آماری ارزیابی کند، بر خلاف روش های مروری دیگر مانند فراتحلیل و مرورهای روایی، که نمی توانند ادبیات گسترده ای را ارزیابی کنند (ون اک و والتمن ۲۰۱۰).

برای انجام تجزیه و تحلیل علم سنجی، کل رکورد و منابع ذکر شده برای هر نشریه دانلود شده و به عنوان داده های ورودی برای تجزیه و تحلیل کتاب سنجی و نقشه برداری علمی در نرم افزار VOSviewer وارد و تحلیل های مورد نظر مانند هم روی دادن ها، هم نقل ها، و پیوند کتابشناختی و همچنین تولید نمودارهای همپوشانی، نقشه های تکامل موضوع، و نمودارهای استراتژیک به منظور تعیین تحول موضوعی و مفهومی حوزه بر اساس تعداد نقل قول ها و شاخص H تهیه می گردد.

در پژوهش حاضر نتایج تحلیل کتاب سنجی در چهار بخش به نام های (۱) روند انتشار و تکامل مفهومی، (۲) خوشه های موضوعی، (۳) تغییر تمرکز موضوعی در طول زمان، و (۴) حوزه های موضوعی اصلی، مجلات و نویسندگان ارائه شده اند.

یافته ها

الف) روند انتشار

توزیع زمانی ادبیات مربوط به فناوری های مرتبط با ربات های آموزشی می تواند منعکس کننده تغییرات در میزان تحقیقات انجام شده در آن باشد، همچنین می توان از آن برای مشاهده و تحلیل مراحل توسعه تحقیقات مرتبط بر اساس بررسی زمانی استفاده کرد. سپس بر اساس نقاط عطف در توزیع زمان، ما می توانیم توسعه تحقیقات و توزیع زمانی مرتبط با ربات های آموزشی را بررسی کنیم (همانطور که در شکل و نمودار ۱ نشان داده شده است).

همانطور که از شکل ۱ مشاهده می شود، تحقیق و توسعه مرتبط با فناوری های ربات های آموزشی به طور تقریبی به سه مرحله تقسیم می شود. مرحله اول قبل از سال ۲۰۱۵ بود که مرحله اولیه تحقیقات

ربات آموزشی را شامل می‌شود و تعداد مطالعات در این دوره زمانی نسبتاً پایین بوده است. با تجزیه و تحلیل ادبیات مربوطه در این مرحله، می‌توان وضعیت اساسی تحقیق در مورد ربات‌های آموزش اولیه را مشاهده کرد. در این مرحله تحقیقات در مورد ربات‌های آموزشی به تازگی آغاز شده است. تکنولوژی مرتبط با تحقیق و توسعه ربات‌های آموزشی به بلوغ کافی نرسیده است. بیشتر مبانی نظری که می‌توان به عنوان مرجع مطالعاتی مورد استفاده قرار داد از نتایج تحقیقات پراکنده حاصل شده است. استقبال از این نوع تحقیقات زیاد نیست و پرورش استعداد‌های مرتبط با تحقیق و توسعه فناوری‌های ربات‌های آموزشی با مانع مواجه است. با توجه به تجزیه و تحلیل ادبیات هدف، تمرکز تحقیق بر روی فناوری‌های ربات‌های آموزشی در این مرحله عمدتاً توسعه مقدماتی فناوری و پلت فرم‌های مرتبط با ربات آموزشی است. اولین مقاله منتشر شده در این حوزه مربوط به سال ۱۹۹۱ می‌باشد. از این سال تا سال ۲۰۰۸ کمتر از ۰٫۳ درصد پژوهش‌های این حوزه صورت گرفته است.

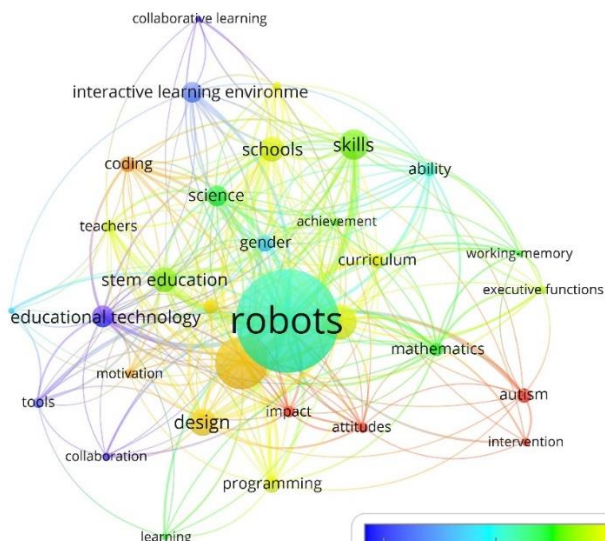
مرحله دوم، تقریباً از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۹، یک مرحله توسعه آهسته تحقیقات ربات‌های آموزشی است. تعداد اسناد مرتبط با موضوع فناوری‌های رباتیک آموزشی مجلات در این دوره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. در این مرحله با توسعه علمی یکپارچه و مرتبط در حوزه‌های علوم تربیتی، روانشناسی و هوش مصنوعی، سطح علمی و فناوری مرتبط با ربات‌های آموزشی ارتقاء چشمگیری یافته است. ربات‌های آموزشی تاثیر فزاینده‌ای بر شناخت، تصمیم‌گیری، هوش و احساسات انسان دارند. با جلب توجه، محققان مختلف شروع به ارائه ایده‌های خود بر اساس ادبیات پراکنده در مورد ربات‌های آموزشی کرده‌اند و پس از آن آموزش ربات‌ها ظاهر شد و کاربرد ربات‌های آموزشی در کشورهای مختلف ترویج شد. با تجزیه و تحلیل ادبیات مربوطه در این مرحله، محققان در زمینه‌های مرتبط توجه خود را به کاربرد عملی ربات‌های آموزشی در آموزش معطوف کردند. آموزش فناوری‌های ربات به جریان اصلی برنامه‌های کاربردی ربات‌های آموزشی تبدیل شده است و فناوری‌ها و پلت فرم‌های مرتبط با ربات‌های آموزشی به سرعت شروع به توسعه کرد. نزدیک به ۰٫۷ درصد مطالعات صورت گرفته مربوط به دوره ذکر شده می‌باشد.

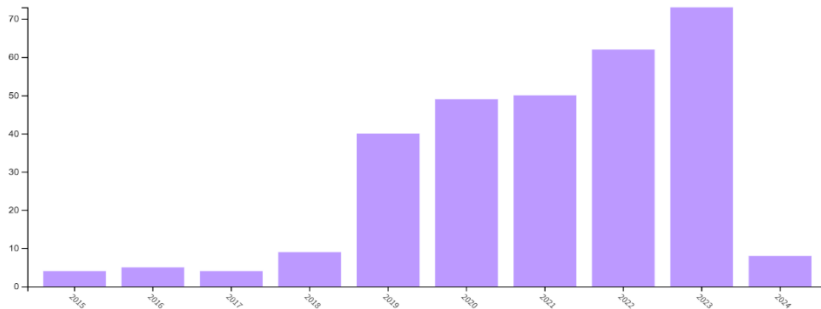
مرحله سوم تقریباً در بازه زمانی سال ۲۰۱۹ آغاز شد و تا کنون ادامه دارد. در این دوره تحقیق روی ربات‌های آموزشی وارد مرحله توسعه گسترده سریع شد و تعداد تحقیقات مرتبط به شدت افزایش یافت. در این مرحله با توجه به توسعه بیشتر و ادغام عمیق علم و فناوری نسل جدید مانند فناوری اطلاعات، داده‌ها و دیتاهای بزرگ، هوش مصنوعی، رایانش ابری و فناوری اتوماسیون، عملکرد و ارزش فناوری‌های رباتیک به طور قابل توجهی بهبود و توسعه یافته است (Fülöp, M. T& et al, 2022) توسعه صنایع، فناوری‌های نوین صنعتی و کاربردهای آن در این رشته نیز دائماً در حال گسترش است و به تدریج در زندگی روزمره، کار، مطالعه و سایر صحنه‌های واقعی زندگی

مردم ادغام می‌شود. آموزش ربات‌های آموزشی در این دوره وارد مرحله توسعه سریع شده است. تعداد مطالعات انجام شده در این دوره به طور قابل توجهی افزایش یافته است و ثابت می‌کند که تحقیقات مرتبط در مورد ربات‌های آموزشی جایگاه برجسته‌ای را در آموزش عالی اشغال می‌کند. در عین حال، آموزش فناوری‌های رباتیک در مرحله آموزشی مقدماتی نیز وارد مرحله توسعه بالایی شده است. ظهور آزمایشگاه‌های مبتنی بر فناوری و با رویکرد آموزشی و کلاس‌های درس هوشمند، مدل آموزشی موجود را در اکثر کشورها تغییر داده و توجه بیشتری به پرورش دانش‌آموزان آغاز شده است (Karami, M & et el, 2021) تفکر خلاق و توانایی‌های برنامه‌نویسی ادبیات مربوطه در این مرحله بیشتر بر آموزش فناوری‌های رباتیک و نوین و توسعه و کاربرد دوره‌های آموزشی مبتنی بر ربات متمرکز است.

شکل ۱. خروجی تحلیل همزمانی برای کل دوره مطالعه
(Output of simultaneity analysis for the entire study period) شکل ۳. خروجی

تحلیل همزمانی برای کل دوره مطالعه
اندازه‌گره متناسب با فرکانس کلمه کلیدی است. ضخامت خط متناسب با قدرت اتصال بین اصطلاحات است.





نمودار شماره ۱

همچنین پایگاه داده مطالعات این حوزه عمدتاً از مقالات (۳،۹۱٪)، مقالات مروری (۱،۸٪) و مقالات کنفرانسی (۰،۱٪) تشکیل شده است. در میان نویسندگان متعددی که در ادبیات مشارکت دارند، سه نویسنده بیشترین تعداد انتشارات را دارند از جمله موندانا فرانچسکو، گارسیا و جیانگ کریستین می باشد.

ب) تمرکز موضوعی کلی

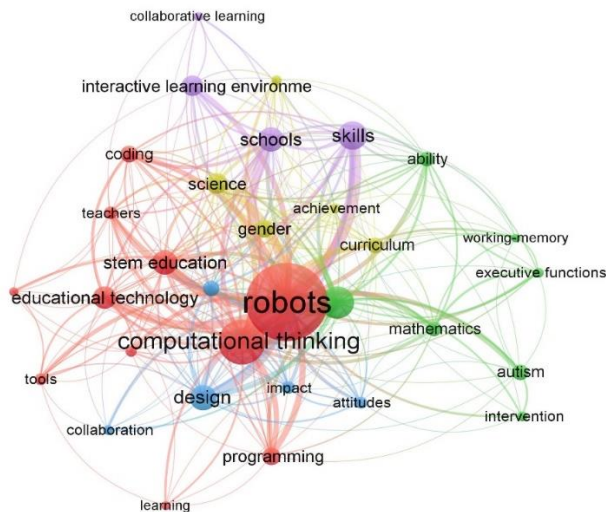
کلمات کلیدی یک مقاله می توانند تمرکز محتوایی و موضوعی مقاله را منعکس کنند. اگر یک کلمه کلیدی خاص در نوع خاصی از ادبیات تحقیق بیشتر ظاهر شود، به این معنی است که یک کلمه کلیدی با بسامد بالا در این زمینه تحقیقاتی و مورد توجه است. کلمات کلیدی با بسامد بالا نشان دهنده جهت گیری های اصلی پژوهشی محققان در این زمینه است. با استخراج کلمات کلیدی از داده های نمونه و انجام فرآیندهای آماری براساس روش تحقیق مورد استفاده و خروجی های حاصل از بسامد کلمات، می توان دریافت که بسیاری از کلمات کلیدی با بسامد بالا مربوط به کاربرد فناوری های رباتیک در چارچوب های آموزشی در این مرحله تحقیقاتی ظاهر می شوند (شکل ۲). از طریق مشاهده و تجزیه و تحلیل این کلمات کلیدی، می توان متوجه شد که در موضوع توسعه فناوری های مربوط به تکنولوژی های ربات های آموزشی، جهت گیری اصلی تحقیقات از یک سو، تحقیق و توسعه فناوری ربات های آموزشی با استفاده هوش مصنوعی برای تکمیل و توسعه بهره برداری های آموزشی جدید از ربات هاست، همانطور که در خوشه قرمز رنگ شکل ۲ قابل مشاهده است؛ از سوی دیگر، خوشه سبز رنگ بر راهبردهای توسعه استفاده گسترده تر از ربات های آموزشی و ادغام الگوی آموزشی سازنده و دوره های آموزشی مرتبط با فناوری رباتیک و خلق یک

مدل آموزشی جدید مبتنی بر اطلاعات و فناوری های نوین برای کاربرد در مدارس ابتدایی و متوسطه را نشان می دهد و به تاثیرات ربات های آموزشی بر روی دانش آموزان و همچنین دانش آموزان استثنائی، اشاره دارد. خوشه بنفش بر محیط تعاملی رباتیک آموزشی و خوشه زرد بر کارایی و افزایش بهره وری آموزشی، دستاوردهای حاصل از بهره برداری از فناوری های نوین، دانش روزآمد و برنامه تحصیلی مرتبط با این موضوع متمرکز است.

طبق تحقیقات ژانگ هاوفنگ و دیگران، کلمات و نکات کلیدی در میانه ی نمودار شبکه مورد مطالعه، اغلب با کلمات کلیدی همانند و مشابهی در همان سند ظاهر می شوند و در هسته تحقیق قرار می گیرند، یعنی سایر زمینه های تحقیقاتی در اطراف این کلیدواژه های اصلی توسعه می یابند و این کلمات به مانند تنه اصلی درخت دانشی در هر پژوهشی هستند که با شاخه ها و مفاهیم فرعی توسعه یافته اند. در شکل بالا نیز این هسته ها؛ کلمات کلیدی در لبه نمودار شبکه، نقاط داغ تحقیقات مرتبط هستند؛ در حالی که کلمات کلیدی بین دو هسته اول، واسطه هایی هستند که مسائل اصلی و موضوعات داغ را به هم متصل می کنند (Lough, T., & Fett, C. 2002). از این رو، به طور شهودی از شکل بالا می توان دریافت که با هسته «ربات آموزشی»، محققان بیشتر به «آموزش ربات» توجه کرده اند. "آموزش سازنده"، انجام تحقیق در مورد جنبه های توسعه مرتبط ربات های آموزشی مانند "آموزش پایه" و "برنامه نویسی"، و بررسی "مدل های آموزشی" و "اصلاحات آموزشی" از نکات مورد توجه محققان در تحقیق است. تمرکز پژوهش عمدتاً بر روی طراحی و توسعه ربات های آموزشی متمرکز است و کاربرد گسترده آموزش ربات. کلمات کلیدی مانند ربات های هوشمند، ربات های انسان نما، فناوری هوش مصنوعی، آموزش عالی، آموزش هوشمند، طراحی فعالیت های آموزشی و طراحی برنامه درسی در حاشیه نمودار رابطه هم واژه، همگی کلماتی هستند که ارتباط نزدیکی با توسعه ربات های آموزشی دارند و نشان می دهند که این مطالب در حال تبدیل شدن به یک نقطه داغ در تحقیقات رباتیک هستند. همچنین تفکر محاسباتی، مهارت، خلاقیت، یادگیری، توانایی و غیره بر اثرات ربات های آموزشی متمرکز است.

تحلیل دیگر تکرار کلمات کلیدی می باشد. مانند «حل مسئله» که نشان می دهد تمرکز این پژوهش ها بر پرورش توانایی حل مسئله در دانش آموزان است و یکی از توانایی های اصلی تفکر عملیاتی است. علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات و مفاهیم مرتبط با مفهوم "STEM" نشان می دهد که این تحقیقات با مفهوم STEM مرتبط است که کاربرد و اهمیت تفکر محاسباتی را در این رشته ها نشان می دهد. کدگذاری به تحقیق در مورد برنامه نویسی به عنوان یک روش آموزشی برای توسعه تفکر محاسباتی اشاره دارد. مفهوم آموزش K-12 " تأکید می کند که دامنه مطالعه شامل کل مرحله یادگیری از مهد کودک تا کلاس دوازدهم است. یادگیری مشارکتی " نشان دهنده

تمرکز تحقیقات بر توسعه تفکر عملیاتی از طریق همکاری و یادگیری تیمی است. آموزش علوم کامپیوتر با اشاره به ارتباط پژوهش با آموزش علوم کامپیوتر بر اهمیت معرفی علم کامپیوتر در آموزش تاکید کرده است. خودکارآمدی در این مطالعات به این معنی است که پژوهش بر خودکارآمدی دانش آموزان در تفکر عملیاتی متمرکز است. مفهوم برنامه نویسی بصری اشاره دارد که برخی از مطالعات از ابزارهای برنامه نویسی بصری استفاده می کنند و این روش معمولاً برای مبتدیان برای یادگیری برنامه نویسی مناسب تر است. زبان این کلمات کلیدی نشان دهنده توجه پژوهشی به استفاده و اهمیت توسعه تفکر عملیاتی در آموزش پیش دبستانی و نیز در میان دانش آموزان دبستانی است.



شکل ۲: خوشه های موضوعی و تمرکز مفاهیم

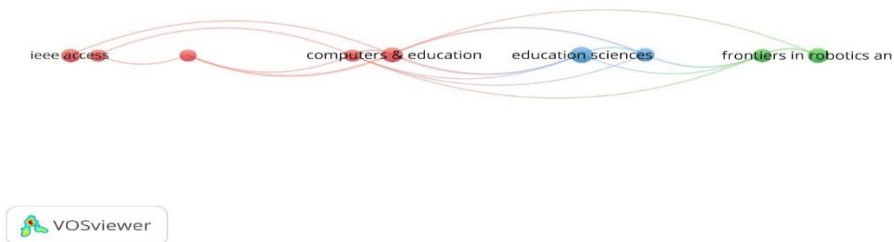
ج) تغییر در تمرکز موضوعی در طول زمان

از نظر زمانی همانطور که در شکل ۱ نمایش داده شد آغاز مطالعات صورت گرفته بیشتر با آموزش ربات ها و فناوری های مرتبط ظاهر شد و کاربرد ربات ها در حوزه آموزشی و افزایش مهارت در آن ها و از طریق آنها مد نظر بوده است. پس از آن به بررسی محیط، پیش نیازها و دانش مرتبط با آنها در علوم مختلف پرداخته شده و رویکرد مبتنی بر رفتار، یادگیری مشارکتی، ابزار آموزشی موثر بر فرایند یادگیری، مزایا و غیره بیشتر توجه محققان را جلب نموده است. با توسعه علم و ادبیات رشته به طراحی و برنامه ریزی، نگرش ها و مداخلات و اثرات آن در حوزه آموزشی و به صورت ویژه تری بر آموزش کودکان استثنایی (اتیسم) پرداخته شده است. در واقع با توسعه ادبیات رشته می

توان گفت علوم و فناوری های رباتیک در حوزه آموزشی در علوم مختلف مورد توجه قرار گرفته و بصورت بین رشته مطالعه می گردد.

د) حوزه های موضوعی اصلی، مجلات و نویسندگان

در بررسی تاثیر گذار ترین مجلات در حوزه موضوعی مورد نظر، مجلات computers & education sciences, و education , و frontiers in robotics and ai و iee access و interactive learning environme جزو پر استناد ترین مجلات در این حوزه می باشد.



شکل شماره ۳

نویسندگان کلیدی از نظر تعداد ارتباطات و چاپ مقاله جیانگ کریستی، ال هامامسیريال، نوسبام میگل، ساپندیس تئودوسیوس، سودا کوچک، گارسیا، پونتیگورو و یونگیون می باشند و مراجع کلیدی قابل توجه در حوزه مورد مطالعه اتمازیدو ۲۰۱۶، بیشترین رفرنس را دارا می باشد. و پس از ایشان، کیم ۲۰۰۸ و ۲۰۱۵، مینتیک ۲۰۰۹، روسک ۲۰۱۹، چین ۲۰۱۴، کوچک ۲۰۱۷، گارسیا ۲۰۱۸، شوالیر ۲۰۲۰. قرار دارند. همچنین از طریق بررسی آمار توزیع مطالعات صورت گرفته در ادبیات نمونه مربوطه در مورد ربات های آموزشی، مشخص شد مقالات منتشر شده با ۲۱ رشته مرتبط هستند که نشان می دهد محققان بسیاری در این زمینه تحقیق میکنند. نتایج بررسی نشان داد محققان در حال مطالعه ربات های آموزشی از جمله فناوری آموزشی (۱۰۸ مقاله) فناوری کاربردی کامپیوتر (۴۳ مقاله) تئوری برنامه درسی و تدریس (۳۶ مقاله) نظریه کنترل و مهندسی کنترل (۹ مقاله) ساخت و ساز مکانیک و اتوماسیون (۴ مقاله) مهندسی اطلاعات و ارتباطات (۷ مقاله) رشته های اصلی می باشند که در زمینه ربات های آموزشی تحقیق می کند، همچنین محققان رشته فناوری آموزشی در تحقیقات پایگاه داده علوم دانش در زمینه کاربرد ربات های آموزشی سرآمد این مطالعات هستند.

در میان مجلاتی که در رابطه با تحقیقات ربات های آموزشی منتشر شده است، مؤسسات درگیر بسیار گسترده و پراکنده هستند. اکوپلی تکنیک فدرال لوزان، موسسه فدرال سوئیس در حوزه فناوری رباتیک، دانشگاه کوه ازور در فرانسه، دانشگاه علوم کاربردی و هنر سوئیس می باشند. بررسی ها نشان داده است همکاری میان مؤسسات آموزشی بسیار پایین بوده و تنها مؤسسات فوق الذکر در حوزه مورد نظر همکاری های کوچکی داشته اند. در زمینه همکاری بین کشورها در حوزه مطالعاتی، بیشتر مطالعات در آمریکا بوده که چند مطالعه میان آمریکا با ترکیه و پرتغال مشترک می باشد، پس از آمریکا، اسپانیا، ایتالیا، فرانسه و نیوزلند بیشترین تعداد چاپ مقاله را داشته اند. با وجود مطالعاتی که صورت گرفته تحلیل کشور ها و دانشگاه ها نشان می دهد همکاری های گسترده ای در میان دانشگاه های مختلف در حوزه مورد مطالعه وجود ندارد. همچنین میان کشورها نیز همینگونه می باشد بجز موارد محدودی که ذکر گردید، لازم به ذکر است ادبیات حوزه مطالعه بیشتر تحت تاثیر ادبیات علمی این رشته در کشور آمریکا و اسپانیا می باشد.



شکل شماره ۴ همکاری دانشگاه ها

بحث و نتیجه گیری

آموزش مبتنی بر ربات، یک مجموعه محصول یا قطعه ربات مرتبط باهم است که به طور خاص توسط تولید کننده و توسعه دهندگان فناوری های رباتیک برای تحریک علاقه دانش آموزان به یادگیری و پرورش جامع توانایی های دانش آموزان توسعه یافته است. علاوه بر این خود ربات ها،

دارای نرم افزار کنترل مربوطه و کتاب های درسی آموزشی است. فناوری ها و تکنولوژی های ربات های آموزشی به دلیل سازگاری با برنامه درسی جدید، گسترش و بهبود سواد علمی دانش آموزان نقش مثبتی در بسیاری از حوزه های آموزشی ایفا کرده است. با پیشرفت علم و فناوری و نیازهای عملی زمان، توسعه ربات های آموزشی توجه محققان بیشتری را به خود جلب کرده و به یکی از نقاط تحقیقاتی در کشور و خارج از کشور تبدیل شده است و تعدادی از موسسات تحقیقاتی در خصوص ربات های آموزشی ظهور کرده اند. بنابراین می توان گفت که جامعه علمی شاهد پتانسیل ربات ها به عنوان ابزارهای آموزشی می باشد و استفاده از آنها را برای اهداف آموزشی را تأیید می کند. در این میان با توجه به کمبود مطالعات در حوزه رباتیک آموزشی در داخل کشور و توسعه ادبیات علمی این رشته در خارج از کشور مقاله حاضر به بررسی علم سنجی رباتیک آموزشی در حوزه آموزش، یادگیری و تاثیر آن بر خلاقیت پرداخت تا مسیر طی شده، ادبیات این حوزه علمی و تحول موضوعی آن و نویسندگان کلیدی را مشخص نماید، تا مسیر روشنی برای سایر پژوهشگران این رشته ترسیم گردد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد این رشته علمی از سال ۲۰۱۹ رشد شتابانی داشته و بیشتر بصورت بین رشته ای مورد توجه اندیشمندان قرار گرفته است. ادبیات این رشته علمی پراکنده بوده و بیشتر از امریکا و اسپانیا نشات می گیرد. همچنین همکاری دانشگاه ها در این حوزه بسیار پایین بوده و جز میان چند دانشگاه، مطالعات مشترکی در این حوزه وجود ندارد. از نظر مرور زمانی موضوعات مورد توجه نیز مطالعات اولیه بیشتر بر روی آموزش رباتیک بوده و بعدها بر تاثیرات و محیط، نگرش ها و غیره توجه شده است. با این حال آنچه مسلم است توسعه و گسترش حوزه رباتیک آموزشی به دلیل اثرات مثبتی است که بر یادگیری، آموزش، خلاقیت، تفکر محاسباتی، خود کارآمدی و رشد افراد دارد؛ اگرچه در حال حاضر به دلیل محدودیت های ذکر شده کمتر مورد توجه قرار میگیرد. یکی از مباحث مرکز توجه، بخصوص در حوزه آموزش و یادگیری برای سالهای آینده خواهد بود. بنابراین مطالعات مربوط به آینده فناوری های رباتیک در آموزش و پرورش هیجان انگیز و دارای فرصت های مطالعاتی و توسعه ای است. از آنجا که هزینه تکنولوژی رباتیک همچنان در حال کاهش است، احتمال دارد که مدارس و دانشگاه های بیشتری بتوانند در ربات های آموزشی سرمایه گذاری کنند و این امر می تواند کمک کند تا آموزش رباتیک برای دانش آموزان در طیف گسترده ای از

زمینه ها در دسترس باشد و به گسترش علمی و تولیدات خلاقانه ای برای رفع چالش های زندگی انسانی منجر شود.

علاوه بر این، همانطور که تکنولوژی رباتیک همچنان پیشرفت می کند، احتمال دارد که ربات ها پیچیده تر و مسئولیت های بیشتری را در حوزه های مختلف زندگی در اختیار بگیرند. این می تواند فرصت های جدیدی را برای آموزش طیف گسترده ای از موضوعات، از مهندسی و علوم کامپیوتر به زیست شناسی و فیزیک ایجاد کند. با پیشرفته تر شدن رباط ها احتمال دارد که آنها به طور فزاینده ای با تکنولوژی هوش مصنوعی ادغام شوند. این وضعیت می تواند فرصت های جدیدی را برای آموزش دانش آموزان در مورد یادگیری ماشین، تجزیه و تحلیل داده ها و سایر موضوعات مرتبط با هوش مصنوعی باز کند.

پیشنهادات

براساس بررسی مطالعات صورت گرفته و یافته های پژوهش این حوزه آموزشی نیز کمتر مورد توجه محققان داخلی قرار گرفته است بنابراین با توجه به اینکه رباتیک آموزشی بر خلاقیت دانش آموزان و میزان علائق ان ها بر یادگیری اثرگذار خواهد بود و با گذشت زمان و توسعه فناوری های بروز از جمله هوش مصنوعی براهمیت هرچه بیشتر آن افزوده خواهد لذا پیشنهاد میگردد محققان با در نظر گرفتن سیر تکامل ادبیات این رشته به مطالعه معایب و مزایای ان، چگونگی امکان استفاده از آن در محیط های آموزشی داخل کشور بپردازند.

References

- Amriani A, Alham F, Aji AF, Utomo AY, Junus KM. An empirical study of gamification impact on e-Learning environment. Paper presented in the 3rd International Conference on Computer Science and Network Technology, ICCSNT. Dalian, China; 2014.
- Barker, B. S., & Ansoorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of research on technology in education*, 39(3), 229-243.

- Bascou, N. A. & Menekse, M. (2016). Robotics in K-12 formal and informal learning environments: A review of literature. Paper presented at the 2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana.
- Bouvier, S., & Connors, K. (2011). Increasing student interest in science, technology, engineering, and math (STEM). America: Massachusetts Department of Higher Education publication .
- Burgo Bencomo, O. B., León González, J. L., Cáceres Mesa, M. L., Pérez Maya, C. J., & Espinoza Freire, E. E. (2019). Algunas reflexiones sobre investigación e intervención educativa. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48.
- Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860.
- Conchinha, C., Silva, S. G., & Freitas, J. C. (2015). La robótica educativa en contexto inclusivo. *Ubicuo social: Aprendizaje con TIC*.
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Educational Technology & Society*, 13(2), 13-24.
- Damaševičius, R., Maskeliūnas, R., & Blažauskas, T. (2018). Faster pedagogical framework for steam education based on educational robotics. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(2.28), 138-142.
- Domínguez, A., & Stipcich, M. S. (2018). Trabajo colaborativo y TIC para ayudar a un estudiante con TDA* a aprender física. *Revista de enseñanza de la física*, 30(1), 53-61
- Funk, M., Cascalho, J., Santos, A. I., Pedro, F., Medeiros, P., Amaral, B., & Mendes, A. (2022). A simple interactive robot to promote computational thinking. *Frontiers in Computer Science*, 4, 1-13.
- Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., Pina, A., Menegatti, E., Moro, M., Fava, N., Monfalcon, S., & Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. *Conference on simulation modeling and programing for autonomous robots Venice (Italy)* (pp. 54–65)

- Fülöp, M. T., Udvaros, J., Gubán, Á., & Sándor, Á. (2022). Development of computational thinking using microcontrollers integrated into OOP (Object-Oriented Programming). *Sustainability*, 14(12), 7218.
- Han, J., Jo, M., Jones, J., & Jo, J. H. (2008). Comparative study on the educational use of home robots for children. *Journal of Information Processing Systems*, 4(4), 159–168.
- Karami, M., Rajaei, M., & Naamkhaah, M. (2014). Investigation of tendency toward critical thinking in secondary school teacher and its role on their teaching style. *Research In Curriculum Planning*, 11(13), 34–47. [In Persian]. http://jsr-e.khuisf.ac.ir/article_534314_en.html. Accessed 15 December 2017
- Lough, T., & Fett, C. (2002). Robotics education: Teacher observations of the effect on student attitudes and learning. *The Magazine of Design & Technology Education*. <https://www.researchgate.net/publication/266661041>. Accessed 11 July 2019.
- Pozzi, M., Prattichizzo, D., & Malvezzi, M. (2021). Accessible educational resources for teaching and learning robotics. *Robotics*, 10(1), 38.
- Roosta F, Taghiyareh F, Mosharra, M. Personalization of gamification-elements in an e-learning environment based on learners' motivation. Paper presented in 8th International Symposium on Telecommunications, IST 2016. Tehran, Iran; 2017.
- Urias MDV, Chust AC, Carrasco OL. How to gamify an online technical subject in higher education. In L.G. Chova, A.L. Martinez, and I.C. Torres (Eds.). In *Proc. of Edulearn16: 8th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 7071-708). Barcelona, Spain; 2016.
- Santos, I., Grebogy, E. C., & Medeiros, L. F. D. (2019). Crab robot: a comparative study regarding the use of robotics in STEM education. In *Smart Learning with Educational Robotics* (pp. 183-198). Springer, Cham.
- Yanış, H., & Yürük, N. (2020). Development, validity, and reliability of an educational robotics based technological pedagogical content knowledge self-efficacy scale. *Journal of Research on Technology in Education*, 53(4), 375-403.