فصلنامه
فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی
سال پانزدهم- شماره اول- فصل پاییز صفحات ۱۶۵-۱۴۷

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

ناصر ازدری فام *

چکیده

رباتیک در حوزه آموزشی، به‌مثابه یک ابزار ارزشمند در راستای شکوفاسازی و پرورش مهارت‌های شناختی/ اجتماعی در پشتیبانی از یادگیری در حوزه آموزش، توجه‌اندیشمندان را به خود جلب نموده است. هدف پژوهش حاضر شناسایی خوشه‌های موضوعی اصلی، تحولات مفهومی و بازیگران کلیدی و وضعیت دانش در این حوزه می‌باشد.روش تحقیق در پژوهش حاضر از حیث هدف، کاربردیو از لحاظ روش شناسی پژوهشی کمی‌است و به روش مرور سیستماتیک انجام شده است. جامعه آماری پژوهش، ۲۴۸پژوهش صورت گرفته پس از انجام غربالگری می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل از نرم افزار*VOSviewer* استفاده شد. بر اساس یافته‌هایپژوهش، حوزه‌های اصلی مورد مطالعه: ربات‌هایآموزشی،فن‌آوریآموزشی و توسعه تفکر محاسباتی، مطالعاتی که به تأثیرات ربات‌هایآموزشی بر روی دانش آموزان و هم‌چنین دانش آموزان استثنائی می پردازند، محیط تعاملی، کارایی، دستاورد، دانش و برنامه تحصیلی متمرکز می‌باشد. 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 ربات‌هایآموزش در طول زمان تکرار شده‌اند. در حوزه همکاری‌های بین سازمانی نیزیافته‌های پژوهش نشان داد میزان این همکاری‌ها بسیار پایین بوده و حوزه مطالعاتی مورد نظر از ادبیات پراکنده‌ای برخوردار می‌باشد که بیش‌تراز ادبیات علمی‌آمریکا و اسپانیاتأثیر پذیرفته است.در جمع بندی از یافته‌های پژوهش،می‌توان اشاره داشت این حوزه مطالعاتی در سال های اخیر رشد پر شتابی داشته و به نظر می رسد در سال‌های آتی و با گسترش فن‌آوری‌های نوین در حوزه رباتیک، بیش از پیش مورد توجه رشته‌های علوم تربیتی و سایر رشته‌ها قرار گیرد.

واژگانکلیدی

آموزش رباتیک، خلاقیت،یادگیری، بررسی سیستماتیک، کتاب سنجی.

* گروه علمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

نویسنده مسؤول یا طرف مکاتبه: ناصر اژدری فام ajdarifam@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴ **تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۶/۲۵**

مقدمه

جهان در حال گذر از یک تحول دیجیتال ا ست. نحوه د ستر سی ما به اطلاعات تغییر می‌کند و به ما این امکان را می‌دهد تا به کسب دانش و تولید و بازتولید دانش بپردازیم(منصوری گرگر، ۱۳۹۸). در نتیجه، تحولات فرهنگی جدید، شکل‌های مختلف ارتباط، مسائل جدید، نابرابری‌های اجتماعی، شکاف‌های فرهنگی و عوامل اقتصادی پدید می آیندکه باید بصورت علمی و نوین با آن ها مواجه شد. به دور از در نظر گرفتن فناوری ها به عنوان معجزه ای که همه مشکلات آموزش و پرورش را حل می کند و باید آنها را بصورت دریچه ای از فرصت دید، که راهبردی برای نوسازی آموزشی و اجتماعی می باشد(Barker, B & et el, 2007) می توان گفت، در نتیجه رشد و ورود پویایی های رباتیک به حوزه های آموزشی، یک چشم انداز دگرگون کننده برای آموزش و تولید علم در حال ظهور است که در آن پارادایم های سنتی یادگیری و دانش افزویی در حال بازتعریف هستند(Mokhtari,2021) فناوری های رباتیک ظهور و گسترش عصری از یادگیری تعاملی، پرورش یادگیری فعال، خلاقیت و حل مسئله را معرفی می کند. 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 فناوری های رباتیک در محیط‌های آموزشی نشان‌دهنده تغییر به سمت یک شیوه آموز شی عملی‌تر و تجربی ا ست که فراتر از محدودیت‌های روش‌های آموز شی مر سوم می با شد تا دانش‌آموزان را برای چالش‌های آینده آماده کند Badele (& et el, 2020). بنابراین، فن آوری های مدرن نقش مهمی در کسب مهارت ، دانش و انگیزه یادگیری دانش آموزان دارند (Najafi & et el, 2016). رباتیک که امروزه جهان را متحول کرده ا ست B. Salmani & et al ,2019)) شامل طراحی ، ساخت ، راه اندازی و ا ستفاده از ربات ها است. دنیای رباتیک بسیار متنوع و گسترده است و در نتیجه کنجکاوی و گرایش دانش آموزان به افزایش یادگیری در این زمینه و علاقمندی محققان به بررسی این تحولات را ایجاد می کند(Bouvier, S., & Connors, K. 2011).

از اولین تجربیات استفاده از ربات ها تاکنون پیشرفت های زیادی حاصل شده است. در دهه گذشته پس از ظهور فناوری های رباتیک آموزشی Santos, I.,et el, 2018))، شرکت های علمی و فناوری بسیاری در حال تولید ربات های 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 گررفته است. حتی در داخل کشورمان نیز با وجود زیر ساخت های ضعیف سطوح آموزشی،

تعدادی از پژوهشگران به بررسی رباتیک اموزشی 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 بپردازد. بنابراین، پرسش‌های اساسی که این تحلیل را هدایت می‌کنند عبارتند از: ۱) ادبیات مربوط به تکامل اموزش 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 نقشه‌برداری علمی و تحلیل کتاب‌سنجی ادبیات این موضوع خواهد بود.

از آنجایی که ادبیات به سرعت در حال گسترش است، یافته‌های مرور سیستماتیک می‌تواند به محققان جدید در دستیابی به یک مرور مختصر از پایگاه‌های 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 اموزشی: 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). روبات‌های مجازی و پلت‌فرم‌های برنامه‌نویسی، مانند Alice، Greenfoot، Scratch، و PlayLogo3D یکی پس از دیگری ظهور کرده و به دانش‌آموزان اجازه می‌دهند روبات بسازند، برنامه‌هایی برای کنترل روبات‌ها 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 و ضوح 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 گوییم 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(Maskeliūnas,Damaševičius (11:2018 &.

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 (Freitas,2015:8). Conchinha &

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 ربایتک اموزشی شامل؛ نظریه یادگیری ساختگاهی 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 چالشب رانگیز، 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 بازیآموزشی در سامانه های 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 می پردازد. 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 شیوه ای مناسب و تبیینی طراحی کرد.

در بررسی پیشنه پژوش در حوزه رباتیک اموزشی Pozzi، Prattichizzo و Malvezzi (۲۰۲۱) معتقدند که رباتیک یک رشته بین رشته‌ای است که شامل زمینه‌های مهندسی (مانند علوم مکانیک، الکترونیک و کامپیوتر)، زمینه های فیز یک انسانی (مانند فیزیولوژی، ارگونومی و آناتومی)، زمینه‌های غیر فیزیکی انسانی (مثلاً). روانشناسی، اخلاق و اقتصاد می باشد. ربات‌ها باید با استفاده از رشته‌های مختلف ساخته شوند و دانش‌آموزان را به سمت کسب تجربیات بین‌رشته‌ای غنی سوق دهد (Funk et al. 2022). اگرچه رباتیک از ر شته های مختلف مورد بحث قرار می گیرد، ایجاد یک پایگاه دانش مشترک، مانند اصطلاحات، مفاهیم و غیره، برای ترویج بحث ها و همکاری های مشترک مورد نیاز است (Pozzi et al. 2021).

Bertachini & et el (۲۰۲۲) در پزوهش خود ا شاره کردند که ربات های آموز شی را می توان از سه منظر نگریست. 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 می بیند، برای مثال، ربات ها را به عنوان یک کمک آموزشی یا ابزار کمکی برای کمک به دانش آموزان با نیازهای ویژه می بیند (Fülöp 2022) خاطرنشان کردند که ربات ها ابزارهای تجسم خوبی هستند. دانش آموزان می توانند از تجسم برای طراحی برنامه ها، به دست آوردن درک عمیق تر و کمک به توسعه تفکر محاسباتی استفاده کنند. دیدگاه سوم، رباتیک را به عنوان یک ابزار یادگیری می بیند که از منابع آموزشی برای آموزش و یادگیری موضوعات رباتیک استفاده می

کند. Pozi & et el,2021 معتقدند که آموزش می‌تواند درک و انتشار سیستم‌های رباتیک را بهبود بخشد و برای آموزش و یادگیری فناوری رباتیک به مواد آموزشی در دسترس‌تر نیاز است.

روش

پژوهش حاضر بر اساس هدف کاربردی، برمبنای روش گرداوری 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 Web of Science (WoS) می با شد 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(۳نفر از اساتید رشته) مقالات نامرتبط حذف و مقالاتی که در آن اتفاق نظر وجود نداشت مورد بررسی قرار گرفت.در نهایت از مجموع مطالعات صورت گرفته ۲۴۸پژوهش صورت گرفته به عنوان جامعه پژوهش مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. که مراحل انجام ان 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 می‌تواند مجموعه‌های ادبیات عظیمی را با تجزیه و تحلیل آماری ارزیابی کند، بر خلاف روش‌های مروری دیگر مانند فراتحلیل و مرورهای روایی، که نمی‌توانند 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 افزارVOSviewer وارد و تحلیل های مورد نظر مانند هم‌روی‌دادن ها، هم‌نقل ها، و پیوند کتابشناختی و همچنین تولید نمودارهای همپوشانی، نقشه‌های تکامل موضوع، و نمودارهای استراتژیک به منظور تعیین تحول موضوعی و مفهومی حوزه بر اساس تعداد نقل‌قول‌ها و شاخص H تهیه می گردد.

در پژوهش حاضر نتایج تحلیل کتاب سنجی در چهار بخش به نام‌های (۱) روند انتشار و تکامل مفهومی، (۲) خوشه‌های موضوعی، (۳) تغییر تمرکز موضوعی در طول زمان، و (۴) حوزه‌های موضوعی اصلی، مجلات و نویسندگان ارائه شده‌اند.

یافته ها

الف) روند انتشار

توزیع زمانی ادبیات مربوط به فناوری های مرتبط با ربات‌های آموزشی می‌تواند منعکس‌کننده تغییرات درمیزان تحقیقات انجام شده در آن باشد، همچنین می‌توان 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 می شود و تعداد مطالعات در این دوره زمانی نسبتاً پایین بوده است. با تجزیه و تحلیل ادبیات مربوطه در این مرحله، می توان وضعیت اساسی تحقیق در مورد ربات های آموزش اولیه را مشاهده کرد. در این مرحله تحقیقات در مورد ربات های آموزشی به تازگی آغاز شده است. تکنولوژی مرتبط با تحقیق و توسعه ربات های آموزشی به بلوغ کافی نرسیده است. بیشتر مبانی نظری که می توان 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 فناوری های ربات های آموزشی با مانع مواجه است. با توجه به تجزیه و تحلیل ادبیات هدف، تمرکز تحقیق بر روی فناوری های ربات های آموزشی در این مرحله عمدتاً توسعه مقدماتی فناوری و پلت فرم های مرتبط با ربات آموزشی است. اولین مقاله متشر شده در این حوزه مربوط به سال ۱۹۹۱ می باشد. از این سال تا سال ۲۰۰۸ کمتر از ۰,۳ درصد پژوهش های این حوزه صورت گرفته است.

مرحله دوم، تقریباً از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۹، یک مرحله توسعه آهسته تحقیقات ربات های آموزشی است. تعداد اسناد مرتبط با موضوع فناوری های رباتیک آموزشی مجلات در این دوره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. در این مرحله با توسعه علمی یکپارچه و مرتبط در حوزه های علوم تربیتی، روانشناسی و هوش مصنوعی، سطح علمی و فناوری مرتبط با ربات های آموزشی ارتقاء چشمگیری یافته است. ربات های آموزشی تاثیر فزاینده ای بر شناخت، تصمیم گیری، هوش و احساسات انسان دارند. با جلب توجه، محققان مختلف شروع به ارائه ایده های خود بر اساس ادبیات پراکنده در مورد ربات های آموزشی کرده اند و پس از ان آموزش ربات ها ظاهر شد و کاربرد ربات های آموزشی در کشورهای مختلف ترویج شد. با تجزیه و تحلیل ادبیات مربوطه در این مرحله، محققان در زمینه های مرتبط توجه خود را به کاربرد عملی ربات های آموزشی در آموزش معطوف کردند. آموزش فناوری های ربات به جریان اصلی برنامه های کاربردی ربات های آموزشی تبدیل شده است و فناوری ها و پلت فرم های مرتبط با ربات های آموزشی به سرعت شروع به توسعه کرد. نزدیک به ۰,۷ درصد مطالعات صورت گرفته مربوط به دوره ذکر شده می باشد.

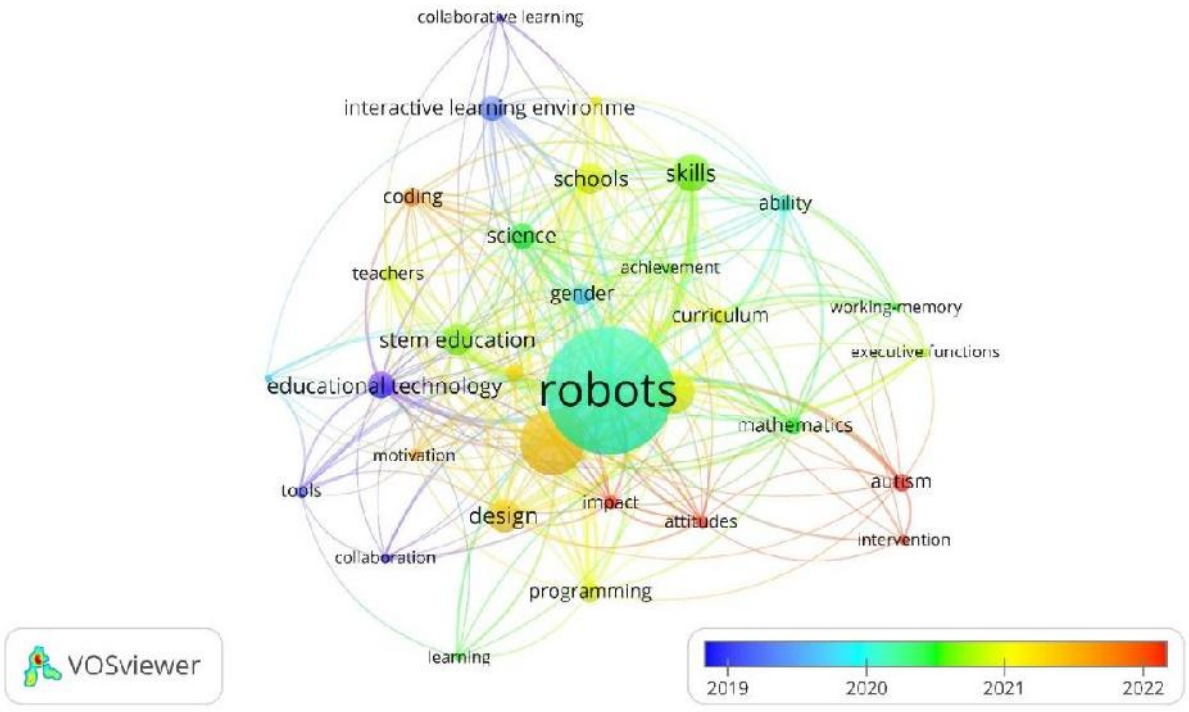
مرحله سوم تقریباً در بازه زمانی سال ۲۰۱۹ آغاز شد و تا کنون ادامه دارد . در این دوره تحقیق روی ربات های آموزشی وارد مرحله توسعه گسترده سریع شد و تعداد تحقیقات مرتبط به شدت افزایش یافت. در این مرحله با توجه به توسعه بیشتر و ادغام عمیق علم و فناوری نسل جدید مانند فناوری اطلاعات، داده ها و دیتاهای بزرگ،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

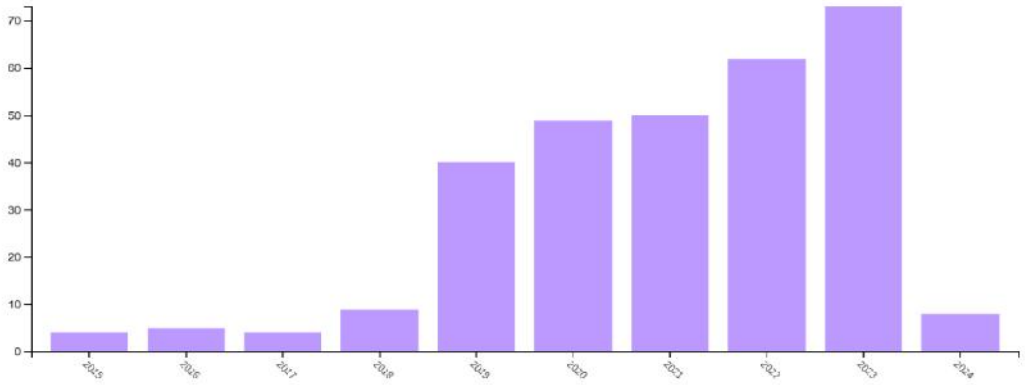
مردم ادغام می شود. آموزش ربات های آموزشی در این دوره وارد مرحله توسعه سریع شده است. تعداد مطالعات انجام شده در این دوره به طور قابل توجهی افزایش یافته است و ثابت می کند که تحقیقات مرتبط در مورد ربات های آموزشی جایگاه برجسته ای را در آموزش عالی اشغال می کند. در عین حال، آموزش فناوری های رباتیک در مرحله آموزش 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 توانایی های برنامه نویسی ادبیات مربوطه در این مرحله بیشتر بر آموزش فناوری های رباتیک و نوین و توسعه و کاربرد دوره های آموزشی مبتنی بر ربات متمرکز است.

شکل ۱. خروجی تحلیل همزمانی برای کل دوره مطالعه

(Output of simultaneity analysis for the entire study periodشکل ۳. خروجی تحلیل همزمانی برای کل دوره مطالعه

اندازه گره 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 (۹۱,۳٪)، مقالات مروری (۸,۱٪) و مقالات کنفرانسی (۰۱.٪) 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

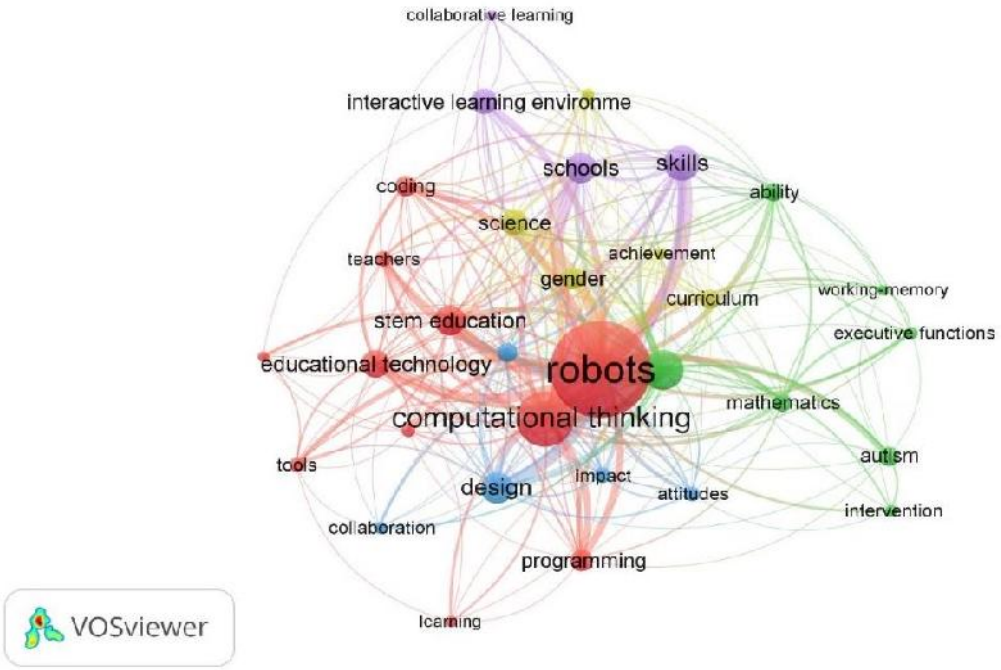
کلمات کلیدی یک مقاله می توانند تمرکز محتوایی و موضوعی مقاله را منعکس کنند. اگر یک کلمه کلیدی خاص در نوع خاصی از ادبیات تحقیق بیشتر ظاهر شود، به این معنی است که یک کلمه کلیدی با بسامد بالا در این زمینه تحقیقاتی و مورد توجه است. کلمات کلیدی با بسامد بالا نشان دهنده جهت گیری های اصلی پژوهشی محققان در این زمینه است. با استخراج کلمات کلیدی از داده‌های نمونه و انجام فرآیندهای آماری براساس روش تحقیق مورد استفاده و خروجی های حاصل از بسامد کلمات، می‌توان 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 ربات‌های آموزشی و ادغام الگوی آموزشی سازنده و دوره‌های اموزشی 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 اموزان و همچنین دانش اموزان استثنائی، اشاره دارد. خوشه بنفش بر محیط تعاملی رباتیک اموزشی 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 واین 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 ازشکل 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 عمدتا بر روی طراحی و توسعه ربات های آموزشی متمرکز است و کاربرد گسترده آموزش ربات. کلمات کلیدی مانند ربات‌های هوشمند، ربات‌های انسان‌نما، فناوری هوش مصنوعی، آموزش عالی، آموزش هوشمند، طراحی فعالیت‌های آموزشی و طراحی برنامه درسی در حاشیه نمودار رابطه هم‌واژه، همگی کلماتی هستند که ارتباط نزدیکی با توسعه ربات‌های آموزشی دارند و نشان می‌دهند 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 مهدکودک 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 دانش‌آموزان 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 معمولا 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 اغاز 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 ان 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 اموزشی 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 اموزشی در علوم مختلف مورد توجه قرار گرفته و بصورت بین رشته مطالعه می گردد.

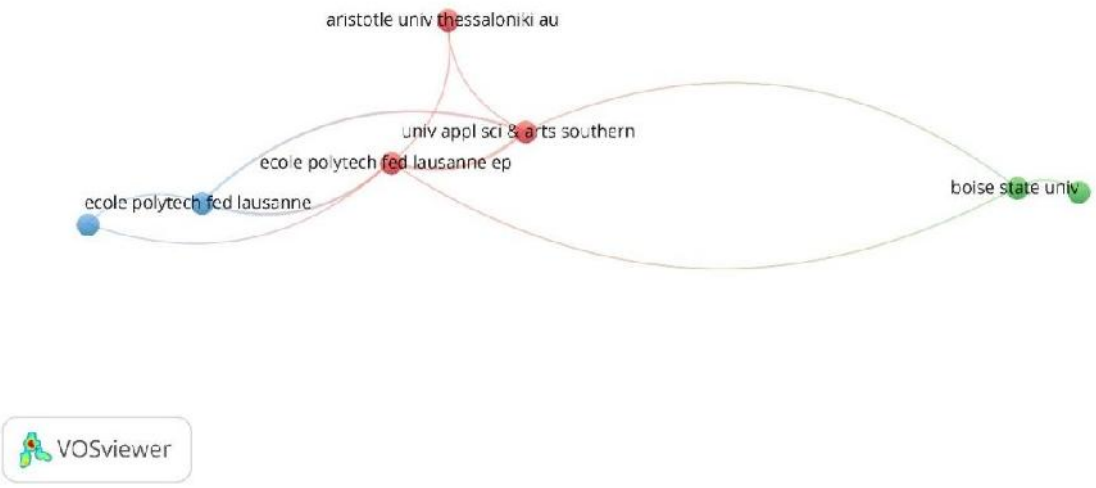
د)حوزه‌های موضوعی اصلی، مجلات و نویسندگان

در بررسی تاثیر گذار ترین مجلات در حوزه موضوعی مورد نظر ، مجلات computers & education و education sciences , و frontiers in robotics and ai و ieee 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 هامامسیریال، نوسبام میگل، ساپندیس تئودوسیوس، سودا کوچک، گارسیا، پونتیکوروو و یونگیون می باشند و مراجع کلیدی قابل توجه در حوزه مورد مطالعه اتمازیدو ۲۰۰۱۶ ، بیشترین رفرنس را دارا می باشد. و پس از ایشان، کیم ۲۰۰۸و۲۰۱۵ ،مینتیک ۲۰۰۹، روسک ۲۰۱۹,چین ۲۰۱۴، , کوچگ 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 سرامد 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 کوته ازور در فرانسه، دانشگاه علوم کاربردی و هنر سوئیس می باشند. بررسی ها نشان داده است همکاری میان موسسات آموزشی بسیار پایین بوده و تنها موسسات 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 امریکا با ترکیه و پرتقال مشترک می باشد، پس از امریکا، 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 امریکا 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 اموزان به یادگیری و پرورش جامع توانایی های دانش اموزان توسعه یافته است. علاوه بر این خود ربات ها،

دارای نرم افزار کنترل مربوطه و کتاب های درسی اموزشی است. فناوری ها و تکنولوژی های ربات های اموزشی به دلیل سازگاری با برنامه درسی جدید، گسترش و بهبود سواد علمی دانش اموزان نقش مثبتی در بسیاری از حوزه های آموزشی ایفا کرده است. با پیشرفت علم و فناوری و نیازهای عملی زمان، توسعه ربات های اموزشی 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 اموزشی 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 ان 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 اموزش 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، اموزش ، خلاقیت، تفکر محاسباتی ، خود کارامدی 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 انجا که هزینه تکنولوژی رباتیک همچنان در حال کاهش است، احتمال دارد که مدارس و دانشگاه های بیشتری بتوانند در ربات های اموزشی سرمایه گذاری کنند و این امر می تواند کمک کند تا اموزش رباتیک برای دانش اموزان 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 اموزش 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 انها به طور فزاینده ای با تکنولوژی هوش مصنوعی ادغام شوند. این وضعیت می تواند فرصت های جدیدی را برای اموزش دانش اموزان 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 علایق 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 اموزشی 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., & Ansorge, 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: Aprendizage 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.