

بررسی تطبیقی توسعه آزمایشگاه‌های رباتیک آموزشی در نظام های آموزشی بین المللی و ارائه مدل ملی

میترا صحرایی

دانشجوی کارشناس ارشد رشته برنامه ریزی درسی، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

چکیده

این پژوهش به تحلیل تطبیقی ساختارهای آزمایشگاه‌های رباتیک آموزشی در نظام‌های بین‌المللی پرداخته و الگویی بومی‌سازی‌شده برای ایران ارائه می‌دهد. داده‌ها از طریق تحلیل اسناد علمی بین‌المللی، گزارش‌های نهادهای جهانی، مطالعات موردی کشورهای پیشرو و تحلیل سیاست‌های آموزشی استخراج گردیده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد در غرب، رباتیک آموزشی عمدتاً در قالب فعالیت‌های غیررسمی اجرا می‌شود، درحالی‌که در آسیای شرقی ادغام سیستماتیک آن در برنامه‌های درسی رسمی مشهود است. عوامل موفقیت شامل توانمندسازی معلمان، بومی‌سازی محتوا، مشارکت بخش خصوصی، رویکرد تدریجی، کاهش هزینه‌ها و انعطاف‌پذیری محلی می‌باشد. کشورهای با شرایط مشابه ایران از طریق همکاری‌های بین‌نهادی، طراحی آزمایشگاه‌های مرحله‌ای و استفاده از ابزارهای بومی، مدل‌های قابل انتقالی ارائه کرده‌اند. بر مبنای تحلیل‌ها، الگوی پنج‌ساله پیشنهادی شامل سه سطح آموزشی (پایه، پیشرفته و تخصصی) با رویکرد تدریجی، تأکید بر آموزش معلمان، تولید کیت‌های بومی و مشارکت صنعت می‌باشد. اجرای موفق مستلزم سرمایه‌گذاری زیرساختی، تدوین استانداردهای آموزشی و مشارکت نهادهای ذی‌نفع با انعطاف‌پذیری در سیاست‌گذاری است.

کلید واژه‌ها: رباتیک آموزشی، آموزش STEM، نظام آموزشی ایران.

مقدمه

در عصر حاضر که به عنوان "عصر تحول دیجیتال" و "انقلاب صنعتی چهارم" شناخته می‌شود، فناوری‌های نوظهور از جمله هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، واقعیت افزوده و رباتیک، شیوه زندگی، کار و یادگیری انسان‌ها را دستخوش تغییرات بنیادین کرده‌اند (روس و ماینارد^۱، ۲۰۲۱؛ اسکیلتون و هاوسپیان^۲، ۲۰۱۸). مطابق با گزارش مجمع جهانی اقتصاد (۲۰۲۵)، تا سال ۲۰۳۰ حدود ۵۰٪ مشاغل موجود تحت تأثیر اتوماسیون و فناوری‌های هوشمند قرار خواهند گرفت و مشاغل جدیدی ظهور خواهند کرد که نیازمند مهارت‌های متفاوتی نسبت به گذشته هستند.

در چنین شرایطی، نظام‌های آموزشی در سراسر جهان با چالش "آماده‌سازی دانش‌آموزان برای آینده‌ای نامشخص و در حال تغییر" مواجه هستند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۳، ۲۰۲۵). این چالش زمانی پیچیده‌تر می‌شود که بدانیم بسیاری از مشاغل آینده که دانش‌آموزان امروز در آن‌ها مشغول به کار خواهند شد، هنوز ایجاد نشده‌اند (نیوتون، ۲۰۱۸). طبق گزارش یونسکو (۲۰۲۳)، آموزش باید فراتر از انتقال صرف دانش باشد و بر توسعه مهارت‌های قرن ۲۱ از جمله تفکر انتقادی، خلاقیت، همکاری و ارتباطات، تفکر محاسباتی و حل مسئله تمرکز کند.

آموزش رباتیک به عنوان رویکردی بین‌رشته‌ای که تلفیقی از علوم کامپیوتر، الکترونیک، مکانیک و برنامه‌نویسی است، ظرفیت قابل توجهی برای توسعه این مهارت‌ها دارد (گزارش جهانی پایش آموزش^۴، ۲۰۲۳). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که آموزش رباتیک علاوه بر تقویت مهارت‌های STEM (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات)، منجر به بهبود مهارت‌های نرم مانند کار تیمی، مدیریت پروژه، تفکر سیستمی و خودکارآمدی می‌شود (ژانگ^۵ و همکاران، ۲۰۲۴).

نظام آموزشی ایران، علی‌رغم تلاش‌های صورت گرفته در سال‌های اخیر، همچنان با چالش‌هایی در زمینه توسعه مهارت‌های فناورانه و آماده‌سازی دانش‌آموزان برای مشاغل آینده مواجه است. طبق گزارش پژوهشکده تعلیم و تربیت (۱۴۰۱)، محتوای آموزشی موجود در مدارس ایران با نیازهای بازار کار آینده و مهارت‌های قرن ۲۱ فاصله قابل توجهی دارد. همچنین، مطابق با گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۴۰۰)، تا سال ۱۴۱۰، بیش از ۳۰٪ مشاغل موجود در ایران متحول خواهند شد و مشاغل جدید نیازمند مهارت‌های دیجیتال و تفکر محاسباتی خواهند بود.

در این راستا، مطالعه و بررسی تجارب موفق کشورهای مشابه از نظر فرهنگی، اقتصادی و آموزشی می‌تواند راهگشای توسعه آزمایشگاه‌های رباتیک در نظام آموزشی ایران باشد. کشورهایی در حال توسعه که از نظر شرایط اقتصادی و فرهنگی شباهت‌هایی با ایران دارند، در سال‌های اخیر گام‌های موثری در زمینه توسعه آموزش رباتیک برداشته‌اند و بررسی تجارب آن‌ها می‌تواند نکات ارزشمندی برای طراحی مدلی بومی و متناسب با شرایط ایران ارائه دهد.

اهداف پژوهش

پژوهش حاضر با اهداف زیر انجام شده است:

- تحلیل تطبیقی تجارب نظام‌های آموزشی بین‌المللی در زمینه توسعه آزمایشگاه‌های رباتیک آموزشی.
- شناسایی عوامل کلیدی موفقیت برنامه‌های رباتیک آموزشی در کشورهای مورد مطالعه.

¹ Ross & Maynard

² Skilton & Hovsepian

³ OECD

⁴ Global Education Monitoring Report

⁵ Zhang

- بررسی راهکارهای بومی سازی محتوای آموزشی رباتیک متناسب با ارزش های فرهنگی و نیازهای ایران.
- ارائه الگوی پیشنهادی برای توسعه آزمایشگاه های رباتیک در نظام آموزشی ایران با توجه به محدودیت های موجود.
- تحلیل هزینه- فایده و امکان سنجی اجرای الگوی پیشنهادی در بافت آموزشی ایران.

سؤالات پژوهش

- رویکردها و استراتژی های نظام های آموزشی بین المللی در توسعه آزمایشگاه های رباتیک آموزشی چگونه بوده است؟
- عوامل کلیدی موفقیت برنامه های رباتیک آموزشی در کشورهای مورد مطالعه کدامند؟
- راهکارهای بومی سازی محتوای آموزشی رباتیک متناسب با ارزش های فرهنگی و نیازهای ایران چیست؟
- الگوی مناسب برای توسعه آزمایشگاه های رباتیک در نظام آموزشی ایران با توجه به محدودیت های موجود چگونه است؟

روش شناسی پژوهش

در این پژوهش، از روش هایی مانند تحلیل نظام مند منابع علمی و آموزشی، بررسی محبوبیت رباتیک به عنوان یک حوزه کاربردی و روند آموزشی، تحلیل مطالعات مجمع جهانی اقتصاد درباره توسعه مشاغل آینده، تحلیل منابع اینترنتی مربوط به آموزش رباتیک در ایران و خارج از کشور و تربیت معلمان رباتیک، مقایسه برنامه های آموزشی رباتیک در مدارس، آموزش غیررسمی و دانشگاه ها استفاده شده است. همچنین، بررسی مقالات علمی-پژوهشی منتشر شده در مجلات معتبر داخلی و خارجی، گزارش های سازمان های بین المللی، اسناد بالادستی آموزش و پرورش، و منابع مرتبط با آموزش رباتیک.

مفهوم شناسی رباتیک آموزشی

رباتیک آموزشی یک حوزه میان رشته ای است که از تلفیق علوم مختلف از جمله مهندسی مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر، هوش مصنوعی و علوم تربیتی شکل گرفته است. اوپانگ و ژو (۲۰۲۴) رباتیک آموزشی را استفاده از فناوری رباتیک در فرآیند آموزش و یادگیری تعریف می کنند که می تواند در قالب سه رویکرد اصلی (رباتیک به عنوان موضوع یادگیری، رباتیک به عنوان ابزار یادگیری، رباتیک به عنوان زمینه ای برای یادگیری) مورد استفاده قرار گیرد. فنچامپز^۶ و همکاران (۲۰۲۴) آزمایشگاه رباتیک آموزشی را فضایی تعریف می کنند که در آن دانش آموزان می توانند با استفاده از منابع، تجهیزات و راهنمایی مناسب، به طراحی، ساخت، برنامه نویسی و آزمایش ربات ها بپردازند. این آزمایشگاه ها می توانند از یک کلاس ساده با چند کیت رباتیک تا فضاهای پیشرفته مجهز به ابزارهای پیچیده مانند پرینترهای سه بعدی، دستگاه های برش لیزری و تجهیزات الکترونیک متنوع متغیر باشند.

مبانی نظری رباتیک آموزشی

رباتیک آموزشی بر بنیان های نظری متعددی استوار است که مهم ترین آن ها عبارتند از:

- سازنده گرایی^۷

نظریه سازنده گرایی پیازه بر این اصل استوار است که یادگیری فرآیندی فعال است که در آن، یادگیرنده از طریق تعامل با محیط به ساخت درک و دانش خود می پردازد (پیاژه، ۱۹۷۷). در آموزش رباتیک، دانش آموزان با طراحی، ساخت و آزمایش

^۶ Fanchamps

^۷ Constructivism

ربات‌ها، فعالانه در ساخت دانش خود مشارکت می‌کنند. آنها با چالش‌های واقعی روبرو می‌شوند، فرضیه‌سازی می‌کنند، آزمایش می‌کنند، و بر اساس نتایج، درک خود را اصلاح می‌کنند (تیلور^۸ و همکاران، ۲۰۲۱).

سازنده‌گرایی اجتماعی^۹

ویگوتسکی (۱۹۷۸) بر اهمیت تعامل اجتماعی در فرآیند یادگیری تأکید می‌کند. بر اساس نظریه او، یادگیری در "منطقه تقریبی رشد" اتفاق می‌افتد؛ یعنی فاصله بین آنچه یادگیرنده می‌تواند به تنهایی انجام دهد و آنچه می‌تواند با راهنمایی افراد ماهرتر یا همکاری با همسالان انجام دهد. پروژه‌های رباتیک معمولاً به صورت گروهی انجام می‌شوند و فرصت مناسبی برای یادگیری مشارکتی، تبادل ایده و آموختن از همسالان فراهم می‌کنند. کارادمیر^{۱۰} و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که آموزش رباتیک به صورت گروهی، علاوه بر توسعه مهارت‌های فنی، مهارت‌های ارتباطی، مذاکره و حل تعارض را نیز تقویت می‌کند.

یادگیری مبتنی بر طراحی^{۱۱}

این رویکرد بر طراحی و ساخت محصولات واقعی به عنوان روشی برای یادگیری تأکید دارد (گومزپوئنته^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۳). در آموزش رباتیک، دانش‌آموزان با طراحی و ساخت ربات‌ها برای حل مسائل واقعی، مفاهیم علمی و مهندسی را در عمل تجربه می‌کنند. آن‌ها نشان دادند که یادگیری مبتنی بر طراحی در رباتیک، انگیزه تحصیلی و خودکارآمدی دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد.

یادگیری مبتنی بر حل مسئله^{۱۳}

این رویکرد بر استفاده از مسائل واقعی به عنوان نقطه شروع یادگیری تأکید دارد (بارو و تمبلین، ۱۹۸۰). در آموزش رباتیک، دانش‌آموزان با چالش‌های واقعی مانند طراحی رباتی برای حمل اشیاء، پاکسازی محیط یا حرکت در مسیر مشخص مواجه می‌شوند و برای حل این مسائل، دانش و مهارت‌های مختلف را به کار می‌گیرند. ژانگ و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که این رویکرد، توانایی حل مسئله، تفکر انتقادی و توانایی انتقال دانش به موقعیت‌های جدید را به طور معناداری افزایش می‌دهد.

یادگیری مبتنی بر بازی^{۱۴}

این رویکرد از عناصر بازی مانند رقابت، همکاری، چالش و بازخورد فوری برای ایجاد انگیزه و افزایش مشارکت یادگیرندگان استفاده می‌کند (کائو^{۱۵} و همکاران، ۲۰۲۳). مسابقات رباتیک و چالش‌های گروهی، نمونه‌هایی از کاربرد این رویکرد در آموزش رباتیک هستند. چن^{۱۶} و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که رویکرد مبتنی بر بازی در آموزش رباتیک، انگیزه درونی، مشارکت فعال و تداوم یادگیری دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد.

⁸ Taylor

⁹ Social Constructivism

¹⁰ Karademir

¹¹ Design-Based Learning

¹² Gómez Puente

¹³ Problem-Based Learning

¹⁴ Game-Based Learning

¹⁵ Cao

¹⁶ Chen

مروری بر پیشینه پژوهش

مطالعات بین‌المللی

پژوهش‌های متعددی تأثیر مثبت آموزش رباتیک بر یادگیری و توسعه مهارت‌های دانش‌آموزان را تأیید کرده‌اند. سلکوک^{۱۷} و همکاران (۲۰۲۰) در یک مطالعه فراتحلیلی روی ۴۵ پژوهش بین‌المللی، نشان دادند که آموزش رباتیک به طور متوسط ۲۷٪ مهارت‌های حل مسئله، ۳۲٪ خلاقیت و تفکر انتقادی، ۱۹٪ نمرات دروس STEM، و ۴۱٪ انگیزه تحصیلی دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد.

هو^{۱۸} و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی ۲۳ مطالعه موردی در زمینه آموزش رباتیک، به این نتیجه رسیدند که این آموزش‌ها تأثیر مثبتی بر توسعه مهارت‌های تفکر محاسباتی، برنامه‌نویسی و خودکارآمدی دانش‌آموزان دارد. همچنین، این مطالعه نشان داد که آموزش رباتیک می‌تواند شکاف جنسیتی در رشته‌های STEM را کاهش دهد.

ادریس^{۱۹} و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی برنامه «رباتیک برای همه» در مالزی دریافتند که این برنامه علاوه بر بهبود مهارت‌های فنی، منجر به کاهش شکاف جنسیتی در رشته‌های STEM شده است. طبق این پژوهش، طی ۸ سال اجرای این برنامه، مشارکت دختران در رشته‌های فنی و مهندسی ۲۳٪ افزایش یافته است.

گوندوز^{۲۰} (۲۰۱۰) در بررسی برنامه «مدارس هوشمند برای آینده هوشمند» در ترکیه نشان دادند که این برنامه با تمرکز بر مناطق کم‌برخوردار، توانسته است شکاف دیجیتالی را کاهش دهد. نتایج نشان داد که دانش‌آموزان مدارس شرکت‌کننده در این برنامه، ۳۵٪ بهبود در مهارت‌های دیجیتال، ۲۷٪ افزایش در نمرات ریاضی و علوم، و ۴۰٪ افزایش در انگیزه تحصیلی را تجربه کرده‌اند.

میشرا و گوپتا^{۲۱} (۲۰۲۳) در بررسی برنامه «آزمایشگاه آتال تینکرینگ»^{۲۲} در هند، به این نتیجه رسیدند که علی‌رغم محدودیت‌های منابع، این برنامه توانسته است با استفاده از رویکردهای نوآورانه مانند استفاده از مواد بازیافتی و محلی، آموزش رباتیک را به مناطق روستایی و کم‌برخوردار گسترش دهد. طبق این پژوهش، مشارکت بخش خصوصی و سازمان‌های غیردولتی در تأمین منابع و توانمندسازی معلمان، عامل کلیدی موفقیت این برنامه بوده است.

لیو^{۲۳} و همکاران (۲۰۲۳) در بررسی برنامه «تفکر محاسباتی برای همه» در سنگاپور، نشان دادند که ادغام آموزش رباتیک در برنامه درسی رسمی مدارس، منجر به بهبود معنادار در تفکر محاسباتی، حل مسئله و خلاقیت دانش‌آموزان شده است. این پژوهش همچنین نشان داد که برنامه منظم توانمندسازی معلمان، عامل کلیدی در اجرای موفق این برنامه بوده است.

مطالعات داخلی

در ایران نیز پژوهش‌هایی در زمینه آموزش رباتیک انجام شده است، اما عمدتاً به صورت موردی و در مقیاس محدود بوده‌اند. بادل و همکاران (۱۳۹۹) در تأثیر آموزش رباتیک بر مهارت‌های حل مسئله درس فیزیک دانش‌آموزان متوسطه اول، نشان

¹⁷ Selcuk

¹⁸ Hou

¹⁹ Idris

²⁰ Gündüz

²¹ Mishra, S., & Gupta

²² Atal Tinkering Lab

²³ Liu

دادند که دانش‌آموزان شرکت‌کننده در دوره‌های رباتیک، نسبت به گروه کنترل، عملکرد بهتری در آزمون‌های تفکر محاسباتی داشته‌اند.

سجادی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «تاثیر آموزش سازه‌های رباتیک بر تفکر انتقادی و خلاقیت و یادگیری درس ریاضی دانش‌آموزان متوسطه اول شهر تهران» به این نتیجه رسیدند که آموزش با سازه‌های رباتیک تأثیر معناداری بر ابعاد ابتکار، انعطاف و بسط خلاقیت دانش‌آموزان متوسطه اول و بر ابعاد ارزشیابی، استنباط و استدلال استقرایی تفکر انتقادی دانش‌آموزان و همچنین تأثیر معناداری بر یادگیری درس ریاضی دانش‌آموزان دارد. آموزش سازه‌های رباتیک تأثیر معناداری بعد سیالی خلاقیت و در ابعاد تحلیل و استدلال قیاسی تفکر انتقادی دانش‌آموزان ندارد.

حنیفه‌زاده نودهی (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان «استفاده از هوش مصنوعی و فناوریهای نوین آموزشی در محتوای آموزشی مدارس» که در برخی مدارس استان‌های تهران، اصفهان و خراسان رضوی اجرا شده است، نشان دادند که

استفاده از هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین آموزشی در محتوای آموزشی مدارس، امکان‌پذیری‌ها و فرصت‌های جدیدی را برای بهبود کیفیت یادگیری، تحول مثبت در روند آموزش، و ارتقاء سطح تفکر و هوشی دانش‌آموزان ارائه می‌دهد. این تکنولوژی‌ها می‌توانند به بهترین شکل ممکن، محتوای آموزشی را غنی و متنوع نمایند و به نتیجه‌گرایی واحدها آموزشی کمک کنند.

درمانی شکردهشت و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان «آینده‌ی مدارس هوشمند و برنامه‌های توسعه تکنولوژی‌های آموزشی» به این نتیجه رسیدند که مدارس هوشمند با استفاده از فناوری‌های نوین، فرصت‌های جدیدی را برای یادگیری شخصی‌سازی شده، تعامل و همکاری فراهم می‌کنند. این امر منجر به تحول در نظام آموزشی سنتی و ارتقای کیفیت آموزش برای همه دانش‌آموزان می‌شود. مدارس هوشمند به عنوان یک پارادایم جدید در حوزه آموزش و پرورش، از تکنولوژی‌های مدرن برای بهبود فرآیند یادگیری و تجربه تحصیلی دانش‌آموزان استفاده می‌کنند. این مدارس با بهره‌گیری از این فناوری‌ها، محیط‌های آموزشی را تغییر می‌دهند و به دانش‌آموزان امکانات جدیدی را در اختیار می‌گذارند.

رسولی و صادقی (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان «ربات‌های کمکی آموزشی و کلاس‌های درس هوشمند (استفاده از هوش مصنوعی در آموزش و پرورش» با فرض این‌که مدارس (به عنوان مثال، جایی که کودکان برای یادگیری گرد هم می‌آیند) در ۲۵ سال آینده با هوش مصنوعی و رباتیک اداره می‌شوند و معلمان به نظارت و ترویج یادگیری در میان دانش‌آموزان ادامه می‌دهند. پیشنهاد می‌شود که در کلاس‌های درس فردا، ربات‌های آموزشی به معلمان کمک کنند و نمونه‌هایی از کارهای فعلی در زمینه رباتیک را ارائه دهند. همچنین کلاس‌های درس هوشمندی که از حسگرها برای حمایت از یادگیری استفاده می‌کنند با برنامه‌های AIED به کار گرفته شوند، می‌توانند روش‌های جدید تدریس را در کلاس اجرا نمایند.

رویکردها و تجارب جهانی در توسعه آزمایشگاه‌های رباتیک آموزشی

در حال حاضر، رباتیک یکی از آینده‌دارترین حوزه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات محسوب می‌شود و روند توسعه آن نشان می‌دهد که در سال‌های آینده می‌تواند به یکی از پایه‌های اصلی اقتصاد جهانی تبدیل شود. این امر به این دلیل است که امروزه عملکرد صنایع مدرن، مانند خودروسازی، میکروالکترونیک، ساخت ابزارهای ماشینی، صنایع نظامی، فضایی، هوانوردی، پزشکی، خدمات، مصارف خانگی و غیره، بدون استفاده از سیستم‌های رباتیک دشوار است. توسعه سریع صنعت رباتیک به نوبه خود نیاز به آموزش متخصصان واجد شرایط را افزایش داده است، زیرا در حال حاضر تقاضای فزاینده‌ای برای متخصصانی در زمینه طراحی، ساخت و برنامه‌نویسی ربات‌ها وجود دارد.

این عوامل منجر به افزایش محبوبیت رباتیک به عنوان یک روند آموزشی در ایران و جهان شده است. علاوه بر این، رباتیک یک روش مؤثر و پرتأثیر برای آموزش شاخه‌های مهم علمی و مهندسی است که بر استفاده فعال از فناوری‌های نوین در تولید، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و سطح بالای فکری متخصصانی که در اقتصاد نوآورانه فعالیت خواهند کرد، متکی است (استروتینسکا^{۲۴}، ۲۰۱۹).

برای اجرای مؤثر رباتیک آموزشی در فرایند یادگیری در ایران، مطالعه تجربیات جهانی در زمینه آموزش دانش‌آموزان و تربیت معلمان آینده رباتیک ضروری است که این تحقیق نیز در همین راستا انجام شده است.

تربیت متخصصان آینده در حوزه رباتیک مستلزم به‌روزرسانی محتوای آموزشی در مدارس و دانشگاه‌ها مطابق با نیازهای روز است. همان‌طور که مشخص است، رباتیک یک ابزار مؤثر برای آموزش مهندسی دانش‌آموزان در سراسر جهان است. برای جلب توجه کودکان به خلاقیت فنی و تحریک رشد تفکر مهندسی، معلمان واجد شرایطی لازم است که نه تنها در برنامه‌نویسی، فیزیک و الکترونیک، بلکه در روش‌های تدریس، پداگوژی و روان‌شناسی نیز مهارت داشته باشند (ایونکوینا^{۲۵}، ۲۰۱۸). بنابراین، وظیفه دانشگاه‌های تربیت معلم، آماده‌سازی معلمان آینده برای کار با دانش‌آموزان مطابق با روندهای مدرن، استاندارد و الزامات فعلی، از جمله آموزش معلمان رباتیک، است.

بدین ترتیب، امروزه اجرای رباتیک در برنامه‌های آموزشی دانشگاه‌ها به عنوان یک بخش ضروری از تربیت معلمان آینده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (استروتینسکا، ۲۰۱۹).

نتایج پژوهش در کشورهای مختلف جهان:

اروپا: پروژه TERECoP (آموزش معلمان با استفاده از روش‌های آموزشی سازنده مبتنی بر رباتیک) از جمله اولین تحقیقات اساسی در اروپا برای تربیت معلمان رباتیک بود. نتایج این پروژه منجر به گنجاندن ماژول‌های رباتیک در برنامه‌های آموزشی برخی دانشگاه‌ها از سال ۲۰۱۰ شد. (الیمیسس^{۲۶}، ۲۰۰۹؛ بردنفلد^{۲۷}، ۲۰۱۰).

اسپانیا: سازمان^{۲۸} (CREA) دوره‌هایی برای تربیت معلمان رباتیک و چاپ سه‌بعدی برگزار می‌کند. همچنین، این سازمان در مسابقات رباتیک دانش‌آموزی و پژوهش‌های علمی مشارکت دارد.

دانمارک:

شرکت LEGO از دهه ۱۹۸۰ در حوزه آموزش رباتیک فعالیت دارد. محصولات LEGO Mindstorms که با همکاری MIT توسعه یافته‌اند، در بسیاری از دانشگاه‌های جهان برای آموزش علوم کامپیوتر و مهندسی به کار می‌روند (آنوار^{۲۹}، ۲۰۱۹).

چک:

دانشگاه چارلز در پراگ، از طریق پروژه‌های آزمایشی، تأثیر مثبت آموزش رباتیک را بر کیفیت یادگیری و توسعه مهارت‌های برنامه‌نویسی تأیید کرده است (مارکتا چرنوخووا و یان وانیچک^{۳۰}، ۲۰۱۵).

²⁴ Strutynska

²⁵ Ionkina

²⁶ Alimisis

²⁷ Bredenfeld

²⁸ Crea Robotics Education

²⁹ Anwar

سوئیس:

پروژه Thool و PreSO در این کشور به منظور توسعه آموزش رباتیک برای کودکان و تربیت معلمان متخصص در این زمینه اجرا شده است (لیتیناس و آلیمیسیس^{۳۱}، ۲۰۱۳).

آمریکا:

برنامه‌های متعددی برای آموزش رباتیک، عمدتاً در قالب کلاس‌های فوق‌برنامه و اردوهای تابستانی، در دانشگاه‌های پیشرو مانند "آکادمی رباتیک کارنگی ملون"^{۳۲} توسعه یافته است (اکونومیک تایمز^{۳۳}، ۲۰۲۵). همچنین، تحقیقات مختلف در ایالات متحده، به بررسی کارایی استفاده از رباتیک در فرآیند یادگیری برنامه‌نویسی، ریاضیات، فیزیک، هندسه و غیره پرداخته‌اند و ادغام رباتیک آموزشی با دروس STEM در فرآیند آماده‌سازی معلمان، در تحقیقات مختلف بررسی شده است. به‌ویژه، پیشنهاد شده که ماژول‌های موضوعی رباتیک در دروسی مانند ریاضیات، برنامه‌نویسی، طراحی مهندسی و یادگیری مبتنی بر حل مسئله گنجانده شوند.

روسیه:

در آغاز سال تحصیلی ۲۰۱۹-۲۰۲۰، در مدارس روسیه درسی با عنوان "رباتیک" به‌عنوان یک موضوع مستقل وجود نداشت. در حال حاضر، آموزش رباتیک عمدتاً به‌عنوان یک فعالیت فوق‌برنامه و در قالب آموزش‌های غیررسمی ارائه می‌شود. با این حال، طبق طرح جدید استاندارد آموزشی ملی، برنامه‌هایی برای ادغام آن در حوزه "فناوری" وجود دارد. طبق برنامه آموزشی ملی متوسطه روسیه که از ۲۰۱۵ اجرا شده است، آموزش رباتیک به‌عنوان مباحث جداگانه در دوره علوم کامپیوتر (در بخش "الگوریتم‌ها و عناصر برنامه‌نویسی") و دوره فناوری (در بخش "فناوری‌های مدرن مادی، اطلاعاتی و انسانی و چشم‌اندازهای توسعه آن‌ها") گنجانده شده است. علاوه بر این، در روسیه برنامه جامعی تحت عنوان "توسعه رباتیک آموزشی و آموزش مداوم در حوزه IT" وجود دارد که توسط سازمان غیرانتفاعی "آژانس توسعه نوآوری" در سال ۲۰۱۴ تصویب شده است. هدف این برنامه، توسعه سیستم آموزش مداوم در حوزه فناوری اطلاعات، مدل‌سازی رایانه‌ای، میکرونیکی، رباتیک و خلاقیت فنی و علمی در کشور است (استراتینسکا^{۳۴}، ۲۰۱۹).

کشورهای آسیایی

در کره جنوبی، ژاپن و چین، راهنماهای آموزشی ویژه‌ای برای معلمان رباتیک طراحی شده است تا در آموزش‌های کلاسی به آن‌ها کمک کند (اگوچی^{۳۵}، ۲۰۱۴).

سنگاپور:

در سنگاپور، رباتیک هم در برنامه‌های درسی رسمی و هم غیررسمی گنجانده شده است. این کشور در حال پایه‌ریزی زیرساخت‌های لازم برای توسعه هوش مصنوعی از طریق آموزش است. در چارچوب برنامه TechSkills Accelerator، دولت دو طرح برای توسعه مهارت‌های فناورانه راه‌اندازی کرده که رباتیک نیز بخشی از آن است. یکی از این طرح‌ها، ارائه دوره‌های

³⁰ Černochová & Vaníček,

³¹ Litinas & Alimisis

³² Carnegie Mellon Robotics Academy

³³ Economic Times

³⁴ Strutyńska

³⁵ Eguchi

رایگان برای آشنایی عموم مردم با فناوری‌های هوش مصنوعی است. برای مثال، پروژه (هوش مصنوعی برای همه)، هدف جذب ۱۰۰۰۰ شرکت‌کننده، از جمله دانش‌آموزان دبیرستانی و بزرگسالان شاغل را دارد.

چین:

رباتیک در چین بسیار محبوب است و سالانه حدود یک میلیارد یورو صرف تجهیز کلاس‌های رباتیک می‌شود. در ۲۰۱۴، در شهر شیآن، یکی از مراکز صنایع هوافضای چین، شرکت China RobotC تأسیس شد که بر اساس برنامه‌ای از مؤسسه کارنگی ملون (آمریکا) طراحی شده است. یکی از مأموریت‌های این شرکت، آموزش رباتیک به دانش‌آموزان و دانشجویان و همچنین تربیت معلمان رباتیک برای مدارس و کالج‌ها است. آموزش معلمان شامل دوره‌های حضوری و آموزش آنلاین برای فراگیری از مناطق دورافتاده چین است. برای آموزش رباتیک، دولت چین از سال ۲۰۱۸ کتاب درسی "مبانی هوش مصنوعی" را در مدارس و کالج‌ها معرفی کرده است. این آزمایش در ۴۰ مدرسه متوسطه انجام می‌شود. این کتاب درسی به سفارش دولت چین برای گنجاندن این حوزه در برنامه درسی مدارس ابتدایی و متوسطه نوشته شده است (استراتینسکا، ۲۰۱۹).

بحث و بررسی

مطالعه تجربیات جهانی در زمینه آموزش رباتیک آموزشی در مدارس، آموزش‌های غیررسمی و همچنین تربیت معلمان رباتیک نشان می‌دهد که:

- ۱- در حال حاضر، رباتیک به یک روند آموزشی جهانی تبدیل شده است.
- ۲- رباتیک آموزشی در خارج از کشور، عمدتاً در برنامه‌های آموزشی غیررسمی گنجانده شده است، زیرا به طور سیستماتیک در برنامه‌های درسی مدارس ادغام نشده است.
- ۳- روش‌های آموزش رباتیک آموزشی اغلب ساختاریافته نیستند و بیشتر در کلاس‌های فوق برنامه، دوره‌های آموزشی، مدارس تابستانی و اردوهای آموزشی برگزار می‌شوند. همچنین، این دوره‌ها برای آماده‌سازی دانش‌آموزان برای مسابقات رباتیک طراحی شده‌اند.
- ۴- برای جذب کودکان به خلاقیت فنی و تقویت تفکر مهندسی، معلمان ماهر نیاز هستند که توانایی آموزش رباتیک را داشته باشند. در برخی کشورها، تربیت این معلمان در برنامه‌های کارشناسی ارشد گنجانده شده است که در آن رباتیک به عنوان یک ماژول جداگانه در دروس STEM و علوم کامپیوتر آموزش داده می‌شود.
- ۵- در بسیاری از کشورها، دوره‌های آموزشی، کارگاه‌های آموزشی، سمینارها و وبینارهای متعددی برای ارتقای مهارت معلمان برگزار می‌شود.

سوالات مورد بحث درباره رباتیک آموزشی:

- آیا رباتیک آموزشی باید به عنوان یک درس مستقل در مدارس تدریس شود؟
- اگر قرار است رباتیک آموزشی در دروس STEM ادغام شود، بهترین درس برای ادغام آن کدام است؟
- اگر رباتیک آموزشی به عنوان ماژول‌هایی در دروس STEM گنجانده شود، چه نسبت و ساختاری باید رعایت شود؟
- آموزش رباتیک آموزشی باید بخشی از دوره‌های تربیت معلمان کدام رشته‌ها باشد؟

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز تحقیقات آینده

مطالعه تجربیات جهانی در زمینه آموزش رباتیک آموزشی نشان می‌دهد که در اروپا و ایالات متحده، این موضوع هنوز به‌عنوان یک درس مستقل در مدارس تدریس نمی‌شود. تحقیقات جهانی بر ادغام رباتیک در برنامه‌های STEM تأکید دارند. برای مثال، رباتیک در بسیاری از کشورها در قالب دروس STEM با تمرکز بر ریاضیات و علوم طبیعی تدریس می‌شود. بیشتر مؤسسات آموزشی بین‌المللی از جنبه‌های انگیزشی رباتیک برای افزایش فعالیت‌های یادگیری دانش‌آموزان و جذب آن‌ها به آموزش STEM بهره می‌برند.

مطالعه تجربیات جهانی در زمینه تربیت معلمان رباتیک نشان می‌دهد که در برخی کشورها، معلمان از طریق دوره‌های آموزشی، کارگاه‌ها و سمینارهای تخصصی آموزش می‌بینند، درحالی‌که در برخی کشورها رباتیک در برنامه‌های کارشناسی ارشد گنجانده شده است.

شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات و کیت‌های رباتیک، مانند LEGO، نه تنها محصولات خود را عرضه می‌کنند، بلکه مواد آموزشی، منابع الکترونیکی، برنامه‌های درسی، دوره‌های آنلاین و ابزارهای ارزیابی را نیز برای معلمان و دانش‌آموزان تهیه می‌کنند. در بسیاری از موارد، برنامه‌های آموزشی معلمان و دانش‌آموزان بر اساس تجهیزاتی طراحی می‌شود که این شرکت‌ها تولید می‌کنند.

آموزش آینده متخصصان رباتیک نیازمند به‌روزرسانی محتوای آموزشی در مدارس و دانشگاه‌ها بر اساس نیازهای روز جامعه است. بنابراین، گنجانیدن رباتیک در برنامه‌های درسی به‌عنوان یک بخش ضروری از آموزش مدرن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعه تجربیات جهانی در زمینه آموزش رباتیک آموزشی می‌تواند به انتخاب بهترین روش‌ها برای آموزش معلمان و دانش‌آموزان در اوکراین کمک کند.

عوامل کلیدی موفقیت برنامه‌های رباتیک آموزشی

بر اساس تحلیل تطبیقی انجام شده، عوامل کلیدی موفقیت برنامه‌های رباتیک آموزشی عبارتند از:

- رویکرد تدریجی و مرحله‌ای: شروع با تعداد محدودی مدرسه پایلوت و توسعه تدریجی بر اساس درس‌آموخته‌ها
- توانمندسازی معلمان: سرمایه‌گذاری در آموزش مستمر معلمان و ایجاد شبکه‌های حمایتی
- بومی‌سازی محتوا: انطباق محتوا با زمینه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی
- مشارکت بخش خصوصی: جلب همکاری شرکت‌ها و استارت‌آپ‌ها در تأمین مالی، آموزش و تجهیزات
- تلفیق با برنامه درسی: حرکت تدریجی از فعالیت‌های فوق برنامه به سمت ادغام در برنامه درسی رسمی
- تأکید بر پروژه‌های واقعی: ارتباط دادن پروژه‌های رباتیک با مسائل واقعی و چالش‌های محلی
- کاهش هزینه‌ها: استفاده از کیت‌های ارزان‌قیمت بومی و مواد بازیافتی برای دسترسی برابر
- توسعه اکوسیستم: ایجاد ارتباط بین مدارس، دانشگاه‌ها، صنعت و مراکز نوآوری
- انعطاف‌پذیری محلی: اجازه به مدارس برای تطبیق برنامه با نیازها و شرایط محلی
- ارزیابی مستمر: پایش و ارزیابی منظم برنامه و اصلاح بر اساس بازخوردها

الگوی پیشنهادی برای ایران

بر اساس مطالعات تطبیقی انجام شده و با در نظر گرفتن شرایط خاص ایران، الگوی پیشنهادی برای توسعه آزمایشگاه‌های رباتیک در نظام آموزشی ایران به شرح زیر ارائه می‌شود:

چشم‌انداز و اهداف کلان

چشم‌انداز: توسعه شبکه‌ای از آزمایشگاه‌های رباتیک آموزشی در سراسر کشور که منجر به پرورش دانش‌آموزانی خلاق، نوآور و توانمند در حل مسائل واقعی با استفاده از فناوری‌های نوین شود.

اهداف کلان:

- توسعه مهارت‌های قرن ۲۱ شامل تفکر انتقادی، خلاقیت، همکاری و ارتباطات
- تقویت سواد دیجیتال و مهارت‌های STEM در دانش‌آموزان
- افزایش علاقه به رشته‌های فنی و مهندسی، به ویژه در دختران
- توسعه روحیه کارآفرینی و نوآوری از سنین پایین
- کاهش شکاف دیجیتالی بین مناطق مختلف کشور
- تقویت صنعت بومی رباتیک و هوش مصنوعی

رویکرد اجرایی

رویکرد پیشنهادی برای ایران، ترکیبی از نقاط قوت مدل‌های کشورهایی است که با شرایط ایران تطبیق داده شده است:

رویکرد مرحله‌ای

الگوی پیشنهادی مبتنی بر رویکرد مرحله‌ای ۵ ساله است:

- مرحله ۱ (سال اول): اجرای پایلوت در ۱۰۰ مدرسه منتخب در استان‌های مختلف.
- مرحله ۲ (سال دوم): گسترش به ۵۰۰ مدرسه با تمرکز بر تربیت معلمان پیشرو.
- مرحله ۳ (سال سوم): توسعه به ۲۰۰۰ مدرسه و آغاز تولید کیت‌های بومی.
- مرحله ۴ (سال چهارم): پوشش ۵۰٪ مدارس کشور و تقویت ارتباط با صنعت.
- مرحله ۵ (سال پنجم): پوشش ۸۰٪ مدارس و ادغام تدریجی در برنامه درسی رسمی.

تقسیم‌بندی آزمایشگاه‌های رباتیک

آزمایشگاه‌های رباتیک در سه سطح طراحی می‌شوند:

سطح ۱: آزمایشگاه پایه (مدارس ابتدایی):

- تمرکز بر مفاهیم اولیه برنامه‌نویسی و رباتیک با استفاده از ابزارهای ساده
- استفاده از کیت‌های کم‌هزینه و رویکرد بازی‌محور

سطح ۲: آزمایشگاه پیشرفته (مدارس متوسطه اول):

- تمرکز بر طراحی، ساخت و برنامه‌نویسی ربات‌های کاربردی
- استفاده از کیت‌های پیشرفته‌تر و ترکیب با آموزش الکترونیک

سطح ۳: آزمایشگاه تخصصی (مدارس متوسطه دوم):

- تمرکز بر پروژه‌های پیچیده و تخصصی با کاربردهای واقعی
- استفاده از ابزارهای حرفه‌ای و آماده‌سازی دانش‌آموزان برای مسابقات و پژوهش‌های رباتیک

فهرست منابع

۱. بادل، علیرضا؛ نصرت، نوش آفرین و سلیمانی راد، وحیده. (۱۳۹۹). تأثیر آموزش رباتیک بر مهارت‌های حل مسئله درس فیزیک دانش‌آموزان متوسطه اول. فناوری آموزش، ۱۴(۲)، ۳۴۰-۳۳۱.
۲. سجادی، منیره. سادات؛ شاه مرادی، مرتضی و سلیمی، مهتاب. (۱۳۹۹). تأثیر آموزش سازه‌های رباتیک بر تفکر انتقادی و خلاقیت و یادگیری درس ریاضی دانش‌آموزان متوسطه اول شهر تهران. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۱۰(۳)، ۴۰-۱۷.
۳. درمانی شکردهشت، فاطمه؛ پورارض، شیما؛ نصرت زهی، مصطفی؛ تقی زاده کفتروودی، معزز و حسینی، سیدمحسن. (۱۴۰۲). آینده‌ی مدارس هوشمند و برنامه‌های توسعه تکنولوژی‌های آموزشی، چهارمین کنفرانس بین‌المللی علوم تربیتی، روانشناسی، مشاوره، آموزش و پرورش.
۴. حنیفه‌زاده نودهی، فاطمه. (۱۴۰۲). استفاده از رباتیک و هوش مصنوعی در آموزش و یادگیری کودکان و دانش‌آموزان، اولین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های مدیریت، تعلیم و تربیت در آموزش و پرورش، تهران.
۵. رسولی، عصمت، و صادقی، علی. (۱۴۰۲). ربات‌های کمکی آموزشی و کلاس‌های درس هوشمند (استفاده از هوش مصنوعی در آموزش و پرورش). فصلنامه علمی پژوهش‌های یاددهی و یادگیری، ۱۹(۷۹).
6. Bredenfeld, A., Hofmann, A., & Steinbauer-Wagner, G. (2010). Robotics in education initiatives in Europe—Status, shortcomings, and open questions. In *Teaching Robotics—Teaching with Robotics Workshop at SIMPAR*
7. Global Education Monitoring Report Team. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO.
8. Gómez Puente, S. M., van Eijck, M., & Jochems, W. (2013). A sampled literature review of design-based learning approaches: A search for key characteristics. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(3), 717–732. <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9212-x>
9. Gündüz, H. B. (2010). Digital divide in Turkish primary schools: Sakarya sample. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(1), 43–53.
10. Idris, R., Govindasamy, P., & Nachiappan, S. (2023). Challenge and obstacles of STEM education in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(4), 820–828. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v13-i4/16676>
11. Ionkina, N. A. (2018). Особенности отечественного и зарубежного опыта подготовки педагогов к обучению робототехнике [Peculiarities of domestic and foreign experience of teachers' preparation to training robotics]. *RUDN Journal of Informatization of Education*, 15(1), 114–121. <https://doi.org/10.22363/2312-8631-2018-15-1-114-121>
12. Karademir, T., & Filiz, O. (2023). The impact of twenty-first century skills on university students' robotic achievements. *Education and Information Technologies*, 28(12), 16255–16283. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11850-1>
13. Mishra, S., & Gupta, S. (2023). Atal Tinkering Lab: The practical relevance of STEM concepts. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 11(5), 986–992.

14. Skilton, M., & Hovsepian, F. (2018). *The 4th Industrial Revolution: Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business*. Springer.
15. Strutynska, O. (2019). Foreign experience in teaching of the educational robotics. *Physical and Mathematical Education*, (3(21)), 140–149.
16. AI robotics learning booms in US education. (2025, March 6). *The Economic Times*. Retrieved from <https://education.economictimes.indiatimes.com/news/international/ai-robotics-learning-booms-in-us->
17. Alimisis, D., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2009). A constructivist methodology for teacher training in educational robotics: The TERECOP course in Greece through trainees' eyes. In *Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 24–28). IEEE.
18. Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
19. Cao, Y., Gong, S.-Y., Wang, Y.-Q., Zheng, Q., & Wang, Z. (2023). How to provide competitors in educational gamification: The roles of competitor level and autonomous choice. *Computers in Human Behavior*, 138, 107477. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107477>
20. Černochová, M., & Vaníček, J. (2015). Informatics education: Current state and perspectives of development within the system of field didactics in the Czech Republic. *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, 4(3), 14–31. <https://doi.org/10.1515/ijicte-2015-0011>
21. Chen, T.-I., Lin, S.-K., & Chung, H.-C. (2023). Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in STEM education. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 427–438. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.427>
22. Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010*. Chesapeake, VA: AACE. pp. 4006-4014.
23. Fanchamps, L. J. A., Karampatzakis, D., Firssova, O., van Lankveld, G., Urlings, C. C. J., Amanatidis, P., Jafari, A., & Fominykh, M. (2024). Teaching Educational Robotics Blended and Online with Augmented Reality. eROBSON consortium. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32285.52964>
24. Hou, H., Zhang, X., & Wang, D. (2022). Can educational robots improve student creativity: A meta-analysis based on 48 experimental and quasiexperimental studies. *Best Evidence in Chinese Education*, 11(1):1449-1454.
25. Litinas, A., & Alimisis, D. (2013). Planning, implementation and evaluation of lab activities using robotic technology for teaching the phenomenon of motion. In A. Ladas, A. Mikropoulos, C. Panagiotakopoulos, F. Paraskeva, P. Pintelas, P. Politis, S. Retalis, D. Sampson, N. Fachantidis, & A. Chalkidis (eds.), *Proceedings of the 3rd Pan-Hellenic Conference "Integration and Use of ICT in Educational Process"*. Piraeus: HAICTE & University of Piraeus.
26. Liu, R., Luo, F., & Israel, M. (2023). Technology-Integrated Computing Education in Early Childhood: A Systematic Literature Review. *Journal of Educational Computing Research*, 61(6), 1275-1311. <https://doi.org/10.1177/07356331231170383>

27. Newton, D. (2018, December 28). The myth of jobs that don't exist yet. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/dereknewton/2018/12/28/the-myth-of-jobs-that-dont-exist-yet/>
28. OECD (2025), Trends Shaping Education 2025, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ee6587fd-en>.
29. Ross, P., & Maynard, K. (2021). Towards a 4th industrial revolution. *Intelligent Buildings International*, 13(3), 159–161. <https://doi.org/10.1080/17508975.2021.1873625>
30. Selcuk, N. A., Kucuk, S., & Şişman, B. (2024). Does really educational robotics improve secondary school students' course motivation, achievement and attitude? *Education and Information Technologies*, 29(17), 23753-23780. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12773-1>
31. Taylor, A. T., Berrueta, T. A., & Murphey, T. D. (2021). Active learning in robotics: A review of control principles. *Mechatronics*, 77, 102576. <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2021.102576>
32. World Economic Forum. (2025). The Future of Jobs Report 2025. World Economic Forum. ISBN 978-2-940631-90-2. Retrieved from <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>
33. Zhang, D., Wang, J., Jing, Y., & Shen, A. (2024). The impact of robotics on STEM education: Facilitating cognitive and interdisciplinary advancements. *Applied and Computational Engineering*, 69(1), 7–12. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/69/20241433>

Comparative Study of the Development of Educational Robotics Laboratories in International Educational Systems and Presentation of a National Model

Mitra Sahraei

Master's Student in Curriculum Planning, Islamic Azad University, Iran

Abstract

This study provides a comparative analysis of the structures of educational robotics laboratories in international systems and presents a localized model for Iran. Data were extracted through the analysis of international scientific documents, reports of global institutions, case studies of leading countries, and analysis of educational policies. Findings show that in the West, educational robotics is mainly implemented in the form of informal activities, while in East Asia, its systematic integration into formal curricula is evident. Success factors include teacher empowerment, content localization, private sector participation, a gradual approach, cost reduction, and local flexibility. Countries with similar conditions to Iran have presented transferable models through inter-institutional cooperation, phased laboratory design, and the use of local tools. Based on the analysis, the proposed five-year model includes three levels of education (basic, advanced, and specialized) with a gradual approach, emphasis on teacher training, production of indigenous kits, and industry participation. Successful implementation requires infrastructure investment, development of educational standards, and participation of interested institutions with flexibility in policymaking.

Keywords: Educational robotics, STEM education, Iranian education system.
