Tech. Edu. J. 17(3): 541-560, Summer 2023

Technology of Education Journal
(TEJ)
Homepage: jte.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Determining the priorities of Industry 4.0 from the view of technology acquisition using Fuzzy TOPSIS method

Z. Gholamzadeh[1], A. Khamseh[*,2]

[1] Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research University, Tehran, Iran
[2] Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Received: 06 December 2022
Reviewed: 28 January 2023
Revised: 06 April 2023
Accepted: 29 May 2023

KEYWORDS:
Industry 4.0
Education 4.0
Technology Selection
Fourth Industrial Revolution
Technology Transfer Process

* Corresponding author
abbas.Khamseh@Kiau.ac.ir
(098912) 3633621

ABSTRACT

Background and Objectives: With the emergence of Industry 4.0 at the beginning of the 21st century and the introduction of technologies related to it such as Internet of Things, virtual reality, augmented reality, big data, automatic robots, etc., many developments took place, the results of which also affected the field of education and gave birth to a concept called education 4.0. Students affected by this concept in the near future should acquire the capacity to learn and develop skills in the real and virtual world and technologies such as virtual reality, augmented reality and cyber-physical technologies and their integration with the classroom become doubly important in these conditions, so that today many schools in the world use this technology to achieve the goals of education 4.0. They consider them essential in their educational programs. Therefore, knowing, choosing appropriate technology and using it in schools can facilitate the path of education and training of students in the field of learning. Since many of the technologies of Industry 4.0 are emerging and are in the stage of increasing growth, it is important to pay attention to the technology transfer process and its first stage, i.e., the selection and acquisition phase. Therefore, the purpose of the current research is to investigate the background of the studies and introduce some of these technologies, explain some of their applications, and identify the factors affecting the selection of the appropriate technology for the acquisition of priority technology in the studied school.

Methods: The study adopted a mixed-methods approach (qualitative-quantitative) and at first by searching documents, books and articles, with mata-synthesis method, 13 factors affecting the choice of Industry 4.0 technologies to be used in the school were extracted. The participants of this research included the girls in an educational complex located in Tehran and the time of the research was the academic year of 1400-1401. Also, according to the upcoming requirements in the short-term period of 5 years, as well as by reviewing the articles and opinions of system experts, 5 technologies from the industry 4.0 (Internet of Things, digital twin, virtual reality, augmented reality and automatic robots) were selected and then, using the Fuzzy TOPSIS method, the expert opinion of seven experts, who were selected in a purposeful way for this research, was elicited regarding the priority of choosing selected technologies through the decision matrix questionnaire.

Findings: The results of Fuzzy TOPSIS calculations showed that augmented reality technology with a number of 6.836 had the smallest distance from the positive ideal, and by calculating the similarity index and with a final score of 0.522, it had a higher priority among the selected technologies. Moreover, virtual reality technology with a number of 7.654 was the second the option was far from the ideal, and ranked as the second one with a final score of 0.473. Also, Internet of Things technology was ranked as the third one with a final score of 0.459.

Conclusion: According to the findings and based on the thirteen main factors affecting the choice of technology, the use of augmented reality in the classroom environment and its integration with education in the studied school can lead to productivity in the use of this technology and the context it provided for the development of learning capacities in students according to the requirements of education 4.0.

NUMBER OF REFERENCES 94
NUMBER OF FIGURES 5
NUMBER OF TABLES 13

مقاله پژوهشی

تعیین اولویت فناوری‌های صنعت ۴.۰ در مدرسه از منظر اکتساب تکنولوژی به شیوه تاپسیس فازی

زهرا غلامزاده[۱]، عباس خمسه*[۲]

[۱] گروه مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[۲] گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: با ظهور صنعت ۴.۰ در ابتدای قرن ۲۱ و معرفی فناوری‌های وابسته به آن، نظیر اینترنت اشیا، واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، کلان داده، ربات‌های خودکار و... تحولات بسیاری رخ داد که نتایج آن بر حوزه آموزش نیز اثرگذاشت و مفهومی تحت عنوان تعلیم و تربیت ۴.۰ را متولد کرد. دانش‌آموزان متأثر از این مفهوم در آینده نزدیک باید ظرفیت یادگیری و توسعه مهارت‌ها در دنیای واقعی و مجازی را کسب کنند. فناوری‌هایی چون واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و فناوری‌های مبتنی بر سایبرفیزیکال و تلفیق آنها با کلاس درس در این شرایط اهمیتی دو چندان می‌یابند؛ به‌طوری‌که امروزه مدارس بسیاری در دنیا برای نیل به اهداف تعلیم و تربیت ۴.۰ استفاده از این فناوری‌ها را در برنامه‌های آموزشی خود ضروری می‌دانند. بنابرین شناخت، انتخاب فناوری مناسب و به‌کارگیری آن در مدارس، می‌تواند مسیر تعلیم و تربیت دانش‌آموزان را در زمینه یادگیری تسهیل نماید. از آنجاکه بسیاری از فناوری‌های صنعت ۴.۰ نوظهور بوده و در مرحله رشد فزاینده قرار دارند؛ لذا توجه به فرآیند انتقال فناوری و اولین مرحله آن یعنی فاز انتخاب و اکتساب مهم به‌شمار می‌رود. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی پیشینه پژوهش‌ها و معرفی برخی از این فناوری‌ها، تبیین برخی از کاربردها و شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار بر انتخاب فناوری مناسب، برای اکتساب فناوری دارای اولویت در مدرسه مورد مطالعه است.

روش‌ها: روش این پژوهش آمیخته (کیفی-کمّی) است که در ابتدا با جستجوی اسناد، کتب و مقالات، به شیوه فراترکیب ۱۳ مؤلفه اثرگذار بر انتخاب فناوری‌های صنعت ۴.۰ برای به‌کارگیری در مدرسه، استخراج شد. مورد مطالعه این پژوهش مجتمع آموزشی دخترانه واقع در شهر تهران است و زمان انجام پژوهش سال تحصیلی ۱۴۰۰ می‌باشد. همچنین با توجه به نیازمندی‌های پیش رو در دوره کوتاه مدت ۵ ساله و نیز با بررسی مقالات و نظر خبرگان سیستم، ۵ فناوری از صنعت ۴.۰ (اینترنت اشیا، دوقلوی دیجیتال، واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و ربات‌های خودکار) انتخاب شد و سپس به روش تاپسیس فازی، نظر تخصصی هفت نفر از خبرگان، که به شیوه هدفمند برای این پژوهش انتخاب شدند، در مورد اولویت انتخاب فناوری‌های منتخب، از طریق پرسش‌نامه ماتریس تصمیم‌گیری، دریافت شد.

یافته‌ها: نتایج محاسبات تاپسیس فازی نشان داد که فناوری واقعیت افزوده با عدد ۶.۸۳۶ کمترین فاصله از ایده‌آل مثبت را داراست، و با محاسبه شاخص شباهت و با امتیاز نهایی ۰.۵۲۲ در بین فناوری‌های منتخب از اولویت بالاتری برخوردار است و فناوری واقعیت مجازی با عدد ۷.۶۵۴ دومین گزینه در فاصله از ایده‌آل مثبت است و با امتیاز نهایی ۰.۴۷۳ رتبه دوم را دارد. همچنین فناوری اینترنت اشیا با امتیاز نهایی ۰.۴۵۹ در اولویت سوم قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌ها و براساس ۱۳ مؤلفه اصلی اثرگذار بر انتخاب فناوری، استفاده از واقعیت افزوده در فضای کلاس درس و تلفیق آن با آموزش در مدرسه مورد مطالعه می‌تواند منجر به بهره‌وری در استفاده از این فناوری شود و زمینه توسعه ظرفیت‌های یادگیری در دانش‌آموزان را با توجه به الزامات تعلیم و تربیت ۴.۰ فراهم آورد.

تاریخ دریافت: ۱۵ آذر ۱۴۰۱
تاریخ داوری: ۰۸ بهمن ۱۴۰۱
تاریخ اصلاح: ۱۷ فروردین ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۰۸ خرداد ۱۴۰۲

واژگان کلیدی:
صنعت ۴.۰
تعلیم و تربیت ۴.۰
انتخاب فناوری
انقلاب صنعتی چهارم
فرآیند انتقال فناوری

* نویسنده مسئول
abbas.Khamseh@Kiau.ac.ir
۰۹۱۲-۳۶۳۳۶۲۱

مقدّمه

از اوایل قرن ۲۱ با ورود موج چهارم، تحولات بسیار زیادی در عرصه فناوری‌های نوین رخ داد که توانست بسیاری از حوزه‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و علمی را تحت تاثیر خود قرار دهد [۱] و [۲]. این موج جدید که پس از انقلاب دیجیتال رخ داد و بر پایه توسعه فناوری و دیجیتال در حال رشد است، تحت عنوان انقلاب صنعتی چهارم یا صنعت ۴.۰ شناخته شده است [۳] ، [۴] و [۵].

واژه انقلاب صنعتی چهارم اولین بار در سال ۲۰۱۱ تبیین و فناوری‌های ذیل این پارادایم، توسط شواپ (Schwab) در سال ۲۰۱۵ در مجمع جهانی اقتصاد معرفی شد. از دستاوردهای انقلاب صنعتی چهارم تاکنون، می‌توان به اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی، کلان داده، واقعیت مجازی، ماشین‌های خودران، واقعیت افزوده، و... اشاره کرد که امروزه با رشد سریع فناوری‌های صنعت ۴.۰ از جمله اینترنت اشیا و سیستم‌های سایبر-فیزیکال، توانایی‌های انسان نیز از طریق افزایش توان شناختی مبتنی بر دانش و فناوری، رشد قابل توجهی پیدا کرده است[۶]، [۷] و [۸].

تمرکز اصلی صنعت ۴.۰ بر فناوری نوظهوری است که دارای یک تأثیر بسیار زیاد بر فرآیندهای تولید این نوآوری‌ها، شامل واقعیت مجازی، پرینت سه بعدی، شبیه‌سازی، تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، محاسبات ابری، شناسایی فرکانس رادیویی، اینترنت اشیا، امنیت سایبری، ارتباطات ماشین به ماشین، ربات‌ها، پهپادها، فناوری نانو و هوش تجاری و... است؛ به‌طوری‌که اینترنت اشیا و سیستم‌های سایبرفیزیکی تحولات بسیاری را در حوزه‌های گوناگون به همراه خواهند داشت[۹].

لذا نکته مهمی که در این باره باید در نظر داشت، این است که سرعت و اندازه تغییرات ناشی از انقلاب صنعتی چهارم را نباید نادیده گرفت؛ زیرا این تغییرات بر رشد و دست‌یابی به دانش، اقتصاد و خلق ثروت تأثیرگذار است. از آنجاکه یکی از محیط‌های تأثیرپذیر از فناوری‌های صنعت ۴.۰، محیط یادگیری است؛ بنابرین استفاده از قابلیت‌های محیط‌های یادگیری مجازی، سیستم‌های یادگیری هوشمند و سیستم‌های آموزشی شبیه‌سازی، از جمله مواردی است که می‌بایست در توسعه محیط‌های یادگیری درنظر گرفته شود [۱۰]، [۱۱] و [۱۲].

با ظهور صنعت ۴.۰ ، مفهوم تعلیم و تربیت ۴.۰ نیز مطرح شد که در واقع تحت عنوان یادگیری و توسعه مهارت‌ها در دنیای واقعی و مجازی با استفاده از واقعیت افزوده و واقعیت مجازی تعریف می‌شود یا به‌عبارتی دیگر استفاده از فناوری‌های صنعت ۴.۰ و تعلیم و تربیت سایبرفیزیکال برای توسعه است[۱۳].

در واقع آموزش نسل ۴.۰ رویکردی نوین در یادگیری است که با چهارمین انقلاب صنعتی در حال ظهور، همسو شده است. انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴.۰) مبتنی بر فناوری‌های هوشمند است؛ از جمله هوش مصنوعی و رباتیک و نیز فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیا، که کل زندگی روزمره انسان‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در همین راستا دانش‌آموزان و معلمان باید خود را برای جهانی آماده کنند که در آن سیستم‌های سایبری هوشمند بر تمام صنایع سایه افکنده‌اند. این امر به معنای استفاده از فناوری‌های ذیل صنعت ۴.۰ از جمله واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و ... و نیز آموزش فناوری‌های هوشمند در برنامه‌های درسی و تغییر کلی رویکرد یادگیری است [۱۴] و [۱۵].

فرآیند یادگیری در تعلیم و تربیت ۴.۰ براساس یادگیری تطبیقی توسط پورتال هوش مصنوعی و استفاده از سایر فناوری‌ها، هدایت می‌شود و دانش‌آموزان در این محیط با کمک ابزارها و هوش مصنوعی به‌طور مداوم و خودمختار، آموزش را توسعه می‌دهند؛ برنامه‌ریزی می‌کنند و یاد می‌گیرند. دانش‌آموزان امکان تعریف مدل و سرعت یادگیری خود را دارند؛ زیرا از مشخصه‌های اصلی تعلیم و تربیت ۴.۰ انعطاف‌پذیری و شخصی‌سازی آموزش است[۱۶]. از جمله مهم‌ترین مهارت‌های مورد نیاز در مدارس در این روند، تمرکز بر خلاقیت و شکل‌دهی به مهارت‌های تفکر است[۱۷] که شامل شایستگی‌های تسهیل‌کننده خلاقیت مانند مدیریت پیچیدگی، تفکر انتقادی، پیش‌بینی احتمالات، تحمل عدم اطمینان، نمایش خودکارآمدی و برقراری ارتباط ماهرانه است[۱۸].

مفاهیمی چون مدارس یادگیرنده، مسئولیت دیجیتال، تدریس نوآورانه نیز، از جمله مفاهیمی است که از دهه ۹۰ میلادی مطرح شد و یادگیری دانش‌آموز محور و آماده‌سازی نیروی کار از جمله اهداف مهم مدارس آینده به‌شمار می‌رود[۱۹]، که همگی متأثر از فناوری‌های صنعت ۴.۰ می‌باشند.

اینترنت اشیا یکی از فناوری‌های مهم صنعت ۴.۰، است که به گفته گارتنر تا سال ۲۰۲۰ تعداد ۲۰.۸ میلیون وسیله به اینترنت اشیا متصل شده‌اند و IOT امکان تعاملی کردن فضای یادگیری، سنجش، تصمیم‌گیری و امکان توسعه ظرفیت‌های یادگیری را برای دانش‌آموزان در مدارس فراهم کرده است. پژوهشی در زمینه کاربردهای اینترنت اشیا نشان داده است که از هر ده میلیون نفر دانش‌آموزان دبیرستانی در آمریکا، پنج میلیون نفر درخواست توسعه دهنده‌های وب برخط جهت ارتباط بیشتر را دارند و نیزکتاب‌های دیجیتال، هوش مصنوعی و ابزارهایی که با کمک اینترنت اشیا امکان توسعه یادگیری را فراهم می‌آورند [۲۰]. همچنین محققان بسیاری به استفاده از اینترنت اشیا در کلاس درس و ابزارهای آن اشاره کرده‌اند؛ از جمله تخته‌های سفید الکترونیکی، تلفن همراه، آی پد، لپ تاپ و تبلت، کتاب‌های الکترونیکی، واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، دستگاه‌های ساخت افزودنی برای ایجاد اشیای سه بعدی و... که همگی بر کیفیت آموزش و تحولات آموزشی مدارس آینده اثرگذارند. با پیشرفت‌های فناوری اینترنت اشیا و استفاده مربیان از آنها در امر یادگیری، امکان شخصی‌سازی آموزش نیز میسر شده است[۲۱] و [۲۲].

یکی از مشکلات رایج در بسیاری از مدارس کمبود تجهیزات و مواد در آزمایشگاه‌های علمی به دلیل بودجه محدود در دسترس مدرسه و هزینه بالای نگهداری آزمایشگاه است. جدیدترین پیشرفت‌های فناوری فرصت‌های خوبی را برای مدارس فراهم کرده است تا با استفاده از محیط‌های یادگیری مجازی سه بعدی که شبیه‌سازی‌ها و مشاهدات آزمایش‌های مختلف را پشتیبانی می‌کنند، بتوانند یادگیری دانش‌آموزان را محقق کرده و از هزینه‌های تجهیزات آموزشی بکاهند. در همین راستا در مدرسه‌ای یک برنامه آموزشی فیزیک مبتنی بر کامپیوتر سه بعدی همه جانبه، که چرخه آب در طبیعت و مفاهیم تشکیل بارش را از طریق واقعیت مجازی و شبیه‌سازی‌های آزمایشگاه مجازی آموزش می‌دهد، به‌عنوان بخشی از پروژه نیوتن افق اروپایی ۲۰۲۰، طراحی و توسعه داده شد. این برنامه به‌عنوان بخشی از یک مطالعه موردی در یک مدرسه

متوسطه در دوبلین، در ایرلند انجام شد و نتایج این پژوهش استقبال دانش‌آموزان و ترغیب آنان به یادگیری بیشتر را نشان داد[۲۳]. همچنین در پژوهش دیگری به توسعه توانایی حل مسأله در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی با استفاده از فناوری واقعیت مجازی مبتنی بر ویدئو (Video-VBVR:based Virtual Reality) اشاره شده است و پژوهشگران استفاده از آن را برای ارتقاء فرآیند یادگیری دانش‌آموزان مفید ارزیابی کرده‌اند[۲۴]. در پژوهشی دیگر نیز استفاده از اینترنت اشیا متصل به لگو در مدارس ابتدایی مورد مطالعه قرار گرفته است و دانش‌آموزان با اینترنت اشیا به‌وسیله محصولات متصل و سازه‌های هوشمند خود آشنا می‌شوند و از این طریق تجربیات آنها در مورد ایده‌های محصولات متصل افزایش می‌یابد[۲۵]. در پژوهشی دیگر نیز به کمک راه‌اندازی سیستمی تحت عنوان «راهنمای مدرسه اینترنت اشیا»، با هدف هدایت حرفه‌ای و شغلی دانش‌آموزان متوسطه، امکان آمادگی آنان برای یادگیری مهارت‌های شغلی آینده فراهم شده است[۲۶]. همچنین از آنجاکه اینترنت اشیا می‌تواند با کمک سیستم‌های حسگر پدیده‌های علمی انتزاعی را برای دانش‌آموزان عینی کند؛ سیستم‌های حسگر اینترنت اشیا (IoT) مزایای مختلفی را برای کلاس‌های درس مدرن فراهم می‌کنند و در پژوهشی با ارائه یک سیستم کیت حسگر و معماری، امکان محاسباتی، شفافیت داده و فراگیری موضوعات و مسائل مرتبط با حسگرها را به‌عنوان تجربه‌ای ارزشمند برای آموزش دانش‌آموزان متوسطه فراهم آورده است و اثرات آن را بر یادگیری مورد بررسی قرار داده است[۲۷] و [۲۸].

برخی از تکنولوژی‌های وابسته به صنعت ۴.۰ در شکل ۱ به نمایش درآمده و معرفی اجمالی آنها در جدول ۱ مشاهده می‌شود[۲۹] و [۳۰].

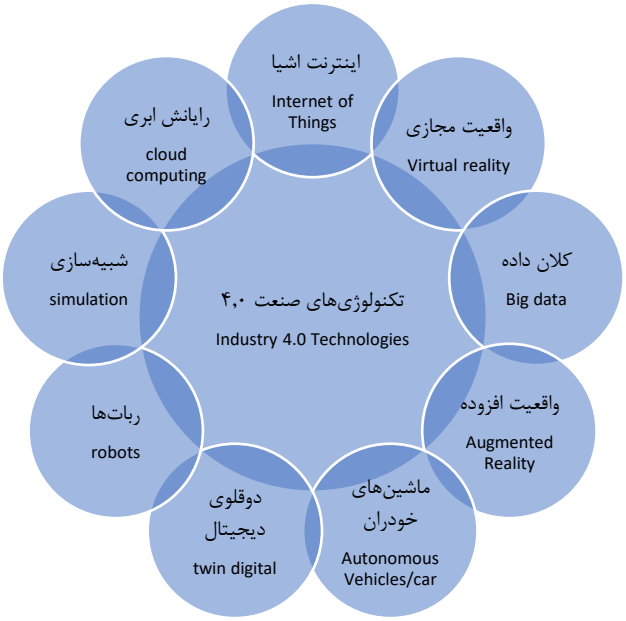
جدول ۱: معرفی برخی از فناوری‌های صنعت ۴.۰ و کاربرد آنها در آموزش مدارس

Table 1: Introduction of some industry 4.0 technologies and their application in school education

فناوری Technology	پژوهشگران Researchers	مفهوم/کاربرد Concept/Application
کلان داده Big data	Rüßmann, M. *et al.* ,2015 Park, S. H.*et al.*,2017 Jagatheesaperumal, *et al.*, 2021 Yang, Huan, & Yang, 2020	مجموعه‌ای از داده‌های پردازش شده با فناوری تحلیلی، که شامل داده‌های بدون ساختار و بدون قالب‌های سازگار، مانند داده‌های خدمات شبکه‌های اجتماعی، داده‌های وبلاگ، داده‌های خبری، عکس‌ها و غیره است[۳۱]. A set of data processed with analytical technology that includes unstructured data without compatible formats, such as: social network service data, blog data, news data, photos, etc. استفاده از کلان داده در تجزیه و تحلیل اخیراً، در برخی از صنایع با هدف بهبود تولید و کیفیت محصول، اطمینان از کارایی تجهیزات و کمک به تصمیم‌گیری در زمان واقعی، ظهور کرده است. کلان داده شامل چهار بعد حجم، تنوع، سرعت و ارزش است و این چهار بعد عمدتاً به فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند [۳۲] و [۳۳]. The use of big data in analytics has recently emerged in some industries with the aim of improving production and product quality, ensuring equipment efficiency, and assisting in real-time decision making. Big data includes four dimensions: volume, variety, speed, and value, and these four dimensions mainly help decision-making processes. یانگ و هیوان (Yang&Huan) در پژوهش خود، با استفاده از فناوری کلان داده، سیستم «کلاس درس بارانی Rain classroom » را معرفی کردند که، معلم و دانش‌آموز را به‌طور هوشمند در فرآیند یادگیری با هم مرتبط می‌کند[۳۴]. In their research, Yang & Huan introduced the "Rain classroom" system using big data technology, which connects the teacher and student intelligently in the learning process.
ربات‌های خودکار Autonomous robots	Bühler & Knops, -1999 Reich-Stiebert & Eyssel, 2016 Inkulu, *et al.*, 2021	ربات‌ها از جمله فناوری‌ها و ماشین‌هایی هستند که در مجموعه فناوری‌های صنعت ۴.۰ به‌منظور انجام وظایف خاص به‌صورت مستقل یا با استفاده از فرمان‌های کنترل از راه دور توسعه یافته‌اند[۳۵]. Robots are among the technologies and machines developed in the Industry ۴.۰ technology set to perform specific tasks independently or using remote control commands. با حرکت به سمت تولید انبوه و نیازمندی‌های مربوط به تولید، استفاده از ربات‌ها در فناوری‌های صنعت ۴.۰ در حال رشد چشمگیر است[۳۶]. With the move towards mass production and manufacturing requirements, the use of robots in Industry ۴.۰ technologies is growing significantly. همچنین از ربات‌ها می‌توان در حوزه آموزش STEM: Science Technology Engineering Mathematic در کلاس‌های درس بهره جست[۳۷]. Robots can also be used in the field of Science Technology Engineering Mathematic STEM: in classrooms
شبیه‌سازی simulation	Rodič, 2017 Hamzeh, *et al.*, 2017 Rojek, *et al.*, 2021 Tufford, *et al.*,2021 Arianezhad *et al.*,2021	شبیه‌سازی، فرآیند ایجاد و طراحی یک سیستم واقعی یا خیالی با استفاده از مدل‌های فیزیکی یا ریاضی یا مدل‌های دیگر برای مدل سازی به‌منظور ارزیابی و پیش‌بینی رفتار سیستم است[۳۸]. Simulation is the process of creating and designing a real or imaginary system using physical or mathematical models or other models for modeling in order to evaluate and predict the behavior of the system. شبیه‌سازی از جمله فناوری‌های صنعت ۴.۰ است که می‌تواند امکان تشخیص و پیش بینی بهتر را با کمک داده‌ها فراهم آورد [۳۹]. Simulation is one of the technologies of Industry ۴.۰ that can enable better diagnosis and prediction with the help of data. استفاده از شبیه‌سازی در آموزش و کلاس‌های درس، دانش‌آموزان را در کسب مهارت‌های مورد نیاز محیط واقعی توانا می‌سازد و استفاده از این ابزار نیز امروزه کاربرد وسیعی در آموزش پیدا کرده است[۴۰] و [۴۱]. The use of simulation in education and classrooms enables students to acquire the skills needed in the real environment, and the use of this tool has found a wide application in education today.

فناوری Technology	پژوهشگران Researchers	مفهوم/کاربرد Concept/Application
اینترنت اشیا Internet of Things	Mouha, .2021 Mohammed, *et al.*, 2021 Kassab, *et al.*, 2020	همچنین حمزه و همکارانش در مطالعه خود، از شبیه‌سازی برای یادگیری در بازی استفاده کردند. «بازی‌های شبیه‌سازی تیمی عملی» محصولی است که می‌تواند برای تکرار فرآیندها، پروژه‌ها یا سیستم‌های واقعی به‌منظور آموزش، تحلیل و درک استفاده شود. آنها پژوهش خود را با هدف ارزیابی این بازی‌های شبیه‌سازی و درک تأثیر آن بر یادگیری و رضایت دانش‌آموزان انجام داده‌اند[۴۲]. Hamzeh and his colleagues also used simulation to learn in the game in their study. "Practical team simulation games" are products that can be used to replicate real processes, projects, or systems for training, analysis, and understanding purposes. They have conducted their research with the aim of evaluating these simulation games and understanding its impact on learning and student satisfaction. اصطلاح «اینترنت اشیا» (IoT) توسط کوین اشتون در ارائه‌ای به Proctor & Gamble در سال ۱۹۹۹ ابداع شد. اینترنت اشیا در واقع بین محیط فیزیکی و مجازی اتصال برقرار می‌کند. The term "Internet of Things" (IoT) was coined by Kevin Ashton in a presentation to Proctor & Gamble in 1999. The Internet of Things actually establishes a connection between the physical and virtual environment. اینترنت اشیا یک موضوع نوظهور با اهمیت فنی، اجتماعی و اقتصادی است. اینترنت اشیا به معنای اتصال محصولات مصرفی، کالاهای بادوام، خودروها و کامیون‌ها، اجزا و امکانات صنعتی، حسگرها و سایر اشیای روزمره به اینترنت و قابلیت‌های قدرتمند تجزیه و تحلیل داده می‌باشد[۴۳]. The Internet of Things is an emerging issue with technical, social and economic importance. The Internet of Things means the connection of consumer products, durable goods, cars and trucks, industrial components and facilities, sensors and other everyday objects to the Internet and powerful data analysis capabilities. در سال‌های اخیر، اینترنت اشیا برای آموزش‌های آزمایشگاهی، آموزش هوشمند در مدارس و تحلیل متون، در مدارس نیز کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است[۲۰] و [۴۴]. In recent years, the Internet of Things has been widely used in schools for laboratory training, intelligent training in schools and text analysis.
رایانش ابری cloud computing	Rüßmann et al., (2015) Tissir, *et al.*, 2021 Ampera & Fibriasari, 2021.	با افزایش به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات، صنعت هوشمند به فناوری‌های ابری با عملکرد بالاتری نیاز دارد تا پردازش، ذخیره سازی و اتصال مناسب را فراهم کند [۳۳]. As the sharing of data and information increases, the smart industry requires higher performance cloud technologies to provide adequate processing, storage and connectivity. رایانش ابری محاسباتی است که توسط خدمات شبکه کامپیوتری پشتیبانی می‌شود. محاسبات را می‌توان به‌صورت پویا تغییر داد و منابع از طریق اینترنت در قالب خدمات ارائه می‌شود. Cloud computing is computing supported by computer network services, computing can be changed dynamically, and resources are provided over the Internet in the form of services. رایانش ابری به‌عنوان مدلی است که یک استخر متمرکز را از منابع محاسباتی قابل تنظیم فراهم می‌کندکه می‌توانند بدون نیاز به تعامل با مشتری و با حداقل تلاش مدیریت و نگهداری، به‌طور وسیع و گسترده منتشر شوند[۴۵]. Cloud computing is a model that provides a centralized pool of configurable computing resources that can be widely distributed without customer interaction and with minimal management and maintenance effort. رایانش ابری نحوه ارائه و توزیع خدمات فناوری اطلاعات را تغییر می‌دهد تا مؤسسات فرصت دسترسی به اطلاعات آموزشی و علمی را داشته باشند. فناوری رایانش ابری یک الگوی جدید در ارائه خدمات محاسباتی است که در مقایسه با سیستم‌های معمولی مزایای زیادی دارد. در پژوهشی تأثیر رایانش ابری بر یادگیری در برنامه‌ی آموزشی مهندسی برق مورد استفاده قرار گرفت که نتایج نشان داد که خدمات ارائه شده توسط رایانش ابری دارای مزایای مختلفی از جمله افزایش کارایی و اثربخشی در استفاده از فناوری مبتنی بر رایانش ابری در فرآیند یادگیری است[۴۶]. Cloud computing is changing the way information technology services are provided and distributed so that institutions have the opportunity to access educational and scientific information. Cloud computing technology is a new paradigm in providing computing services that has many advantages compared to conventional systems. In research, the effect of cloud computing on learning was used in an electrical engineering educational program, and the results showed that the services provided by cloud computing have advantages. There are various ways, including increasing efficiency and effectiveness in the use of technology based on cloud computing in the learning process
واقعیت مجازی Virtual reality	Avila-Garzon, *et al.*, .2021 Garzón, *et al.*, 2020 Elmqaddem, 2019 Sirotová & Michvocíková, 2021 Stepan *et al.*, 2017. Bowen, 2018 Alian *et al.*, 2020 ; Paszkiewicz *et al.*, 2021	یکی از فناوری‌های صنعت ۴.۰ که در حال گسترش است، واقعیت مجازی است و این فناوری با کمک شبیه‌سازی در محیط‌های مجازی تلاش می‌کند تا مرزهای بین دنیای حقیقی و مجازی را بکاهد و امکان یادگیری را در محیط‌های مجازی فراهم آورد. لذا استفاده از این فناوری به‌ویژه در آموزش و پرورش توصیه شده است[۴۷]، [۴۸]، [۴۹] و [۵۰]. One of the technologies of Industry ۴.۰ that is expanding is virtual reality, and this technology, with the help of simulation in virtual environments, tries to reduce the boundaries between the real and virtual worlds and provide the possibility of learning in virtual environments. Therefore, the use of this technology is recommended especially in education واقعیت مجازی یک نوع فناوری است که به کاربران اجازه می‌دهد در زمان واقعی به بررسی، کشف و دستکاری در محیط‌های حسی سه بُعدی چندرسانه ای مصنوعی یا واقعی، تولید شده توسط رایانه، جهت کسب دانش عملی به منظور به‌کارگیری در موقعیت عملی بپردازند[۵۱]. Virtual reality is a type of technology that allows users to explore, explore and manipulate real-time, artificial or real multimedia three-dimensional sensory environments, generated by computers, in order to gain practical knowledge to be applied in a practical situation.

فناوری Technology	پژوهشگران Researchers	مفهوم/کاربرد Concept/Application
واقعیت افزوده Augmented Reality	Soleimani, *et al.*,2020 Alikhani,2018	واقعیت مجازی امکان حضور در محیط‌های مجازی شبیه به محیط فیزیکی را فرهم می‌آورد و فناوری‌های واقعیت مجازی بدون حضور فیزیکی، توسعه فناوری‌های مدرن ارتباطات را تسهیل می‌کند و تعامل بعدی افراد یا گروه‌ها در واقعیت مجازی بدون نیاز به شرکت کنندگان در یک مکان خاص را به‌طور همزمان فراهم می‌آورد[۵۲]. Virtual reality makes it possible to be in virtual environments similar to the physical environment, and virtual reality technologies without physical presence facilitate the development of modern communication technologies and the subsequent interaction of people or groups in virtual reality without the need for participants to be in a specific place. It provides at the same time. واقعیت مجازی با ایجاد فضای عینی امکان موفقیت در یادگیری را بهبود می‌بخشد. در پژوهشی استفاده از فناوری واقعیت مجازی در تدریس علوم اجتماعی و نتایج حاصله از آن، اثربخشی این روش را در مقایسه با روش سنتی نشان داده است[۵۳]. Virtual reality improves the possibility of success in learning by creating an objective environment. In a research, the use of virtual reality technology in the teaching of social sciences and the resulting results have shown the effectiveness of this method compared to the traditional method. اخیراً محیط‌های واقعی و مجازی مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. واقعیت افزوده (AR) می‌تواند اشیا را با هم در یک زمان در تعامل واقعی و مجازی قرار دهد. این محیط غنی با ماهیت ترکیبی خود برای فراگیران محیطی را فراهم می‌کند که با کمک داده‌های چندرسانه‌ای می‌تواند به فراگیران در انجام وظایف یادگیری کمک کند. Recently, real and virtual environments have attracted the attention of many researchers. Augmented reality (AR) can put objects together in real and virtual interaction at the same time. This rich environment with its hybrid nature provides learners with an environment that can help learners in learning tasks with the help of multimedia data. تاکنون از واقعیت افزوده در زمینه‌های آموزشی مختلف از جمله آموزش زبان، هنر، الکترونیک، روانشناسی و... استفاده شده است[۵۴]. So far, augmented reality has been used in various educational fields, such as: language education, art, electronics, psychology, etc. واقعیت افزوده امکان تعامل میان کاربر، محیط واقعی و محیط مجازی را فراهم می‌آورد؛ از این رو می‌تواند کاربرد وسیعی در محیط‌های یادگیری داشته باشد. Augmented reality provides the possibility of interaction between the user, the real environment and the virtual environment, so it can be widely used in learning environments. علیخانی و همکاران نیز در پژوهش خود با بهره گیری از واقعیت افزوده، با طراحی بازی سفارش غذا، به شیوه همیارانه توانستند تجربه‌های یادگیری دانش‌آموزان را در این محیط افزایش دهند[۵۵]. Alikhani and her colleagues in their research were able to increase the learning experiences of students in this environment by designing a food ordering game by using augmented reality.
دوقلوی دیجیتال twin digital	Vachálek *et al.*, 2017 Jones, *et al.*, 2020. Shuguang & Lin, 2020.	دوقلوی دیجیتال اساساً یک سیستم عملکردی بهینه‌سازی فرآیند پیوسته است که توسط همکاری خطوط تولید فیزیکی با «کپی» دیجیتال شکل گرفته است. A digital twin is essentially a continuous process optimization functional system formed by the collaboration of physical production lines with a digital "copy". یک دوقلوی دیجیتال، اطلاعات را به‌طور مستمر جمع‌آوری و ارزیابی می‌کند و کوتاه کردن و ساده کردن تولید چرخه، کاهش زمان افزایش معرفی محصولات جدید و تشخیص تنظیمات ناکارآمد فرآیندهای اساسی را میسر می‌سازد[۵۶]. A digital twin continuously collects and evaluates information, making it possible to shorten and simplify production cycles, reduce the time it takes to introduce new products, and detect inefficient settings of basic processes. دوقلوی دیجیتال نمایش دیجیتالی یک جسم فیزیکی، فرآیند یا سرویسی است که می‌تواند محیط فیزیکی را به محیط مجازی متصل کند. یک همزاد دیجیتال می‌تواند یک کپی دیجیتالی از یک شیء در دنیای فیزیکی مانند موتور جت، نیروگاه‌های بادی، یا حتی موارد بزرگ‌تر مانند ساختمان‌ها یا حتی کل شهر باشد. در واقع یک همزاد دیجیتال، یک برنامه رایانه‌ای است که با استفاده از داده‌های دنیای واقعی، شبیه‌سازی‌هایی را ایجاد می‌کند که می‌توانند عملکرد یک محصول یا یک فرآیند را پیش‌بینی کنند[۵۷]. A digital twin is a digital representation of a physical object, process or service that can connect the physical environment to the virtual environment. A digital twin can be a digital copy of an object in the physical world, such as jet engines, wind turbines, or even larger objects such as buildings or even entire cities. A digital counterpart is a computer program that uses real-world data to create simulations that can predict the performance of a product or process. امروزه فناوری دوقلوی دیجیتال با تشکیل کلاس‌های درس هلوگرافیک با فضای بصری سه بعدی امکان کیفیت‌بخشی به آموزش را در فضای کلاس درس نیز فراهم آورده است[۵۸]. Today, the digital twin technology has provided the possibility of quality education in the classroom by forming holographic classrooms with a 3D visual space.



شکل ۱: برخی از تکنولوژی‌های مرتبط با صنعت ۴.۰ (بورتولینی و همکاران، ۲۰۱۷؛ فرناندز کارامز و فراگا لاماز،۲۰۱۸)

Fig. 1: Some technologies related to Industry 4.0(Fernandez-caramez & Fraga-Lamaz,2018 ؛ Burtolini et.al,2017)

با توجه به آنچه در فوق مطرح شده است؛ ورود به فناوری‌های صنعت ۴.۰ در حوزه آموزش ضروری است و از آنجاکه در کشورهای دیگر فعالیت‌های آموزشی مبتنی بر فناوری‌های صنعت ۴.۰ در مدارس آغاز شده است؛ توجه به انتقال تکنولوژی اهمیت می‌یابد. انتقال تکنولوژی در تعریف روسنر(Roessner) به معنای حرکت دانش فنی یا فناوری از یک سازمان به سازمانی دیگر است (شکل ۲) [۵۹] و [۶۰].

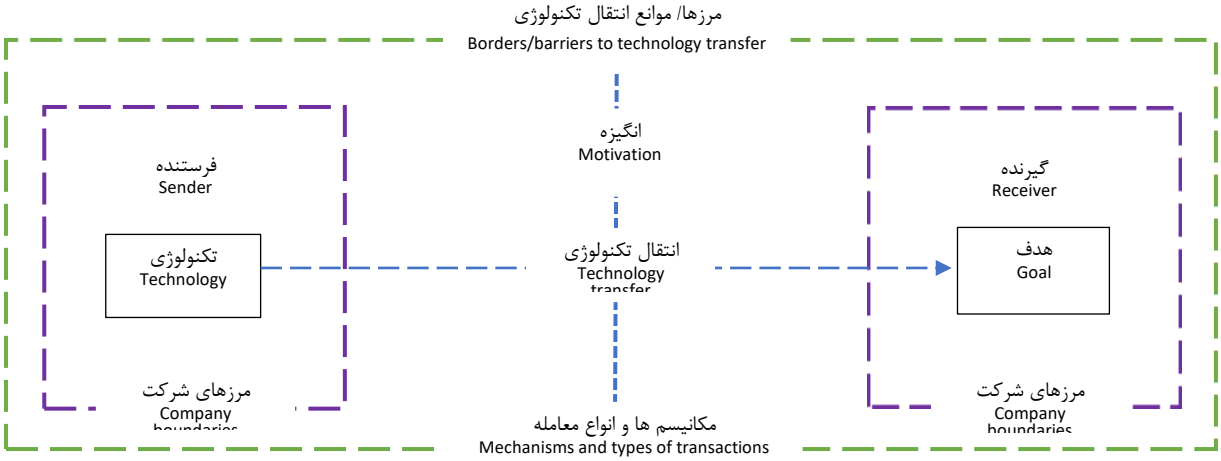
فرآیند انتقال تکنولوژی شامل اکتساب تکنولوژی، انطباق تکنولوژی، جذب تکنولوژی، توسعه تکنولوژی و اشاعه تکنولوژی است. مرحله کسب تکنولوژی نیز شامل جستجو برای تکنولوژی، ارزیابی تکنولوژی و انتخاب تکنولوژی است.

اولین مرحله انتقال تکنولوژی، اکتساب است و از آنجاکه در مرحله اکتساب تکنولوژی توجه به معیارهای انتخاب تکنولوژی و ارزیابی آنها بسیار ضروری است؛ لذا تکنولوژی می بایست از نظر عوامل زیرساختی، عوامل تکنولوژیکی، عوامل ساختاری، سازمانی و عوامل فرهنگی مورد ارزیابی قرار گیرد [۶۱]، [۶۲]، [۶۳]، [۶۴]، [۶۵] و [۶۶] برخی معیارهای انتخاب تکنولوژی در شکل۳ به نمایش درآمده است.

موفقیت در استفاده از فناوری، به عوامل زیادی برمی‌گردد و خصوصاً در مورد فناوری‌هایی که قبلاً در سازمان موجود نبود و جدید وارد می‌شوند؛ اهمیت شناسایی صحیح فناوری‌ها، ارزیابی و انتخاب فناوری مناسب دوچندان می‌شود. لذا توجه به فرآیند انتقال تکنولوژی امروزه در پژوهش‌ها مطرح شده است. صفایی قادیکلایی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهش خود، عوامل موفقیت انتقال تکنولوژی را بررسی کردند که شامل عوامل تکنولوژیکی، عوامل انسانی، عوامل صنعتی و عوامل سازمانی بود و توجه به معیارهای پیچیدگی فناوری، مقیاس بازار و چرخه عمر محصول را در انتقال تکنولوژی مهم برشمردند[۶۷].

همچنین در پژوهش دیگری، فناوری‌های جدید آموزشی و میزان انطباق آنها با روش‌های نوین آموزش از جمله آموزش مبتنی بر حل مسأله، یادگیری مشارکتی و تحلیل جمعی؛ مورد بررسی قرار گرفت و قابلیت و توانمندی فناوری‌هایی از جمله آموزش‌های الکترونیکی در ترکیب با روش‌های نوین آموزش، برای انتخاب این فناوری‌ها، مهم برشمرده شد[۶۸].

فناوری‌های نوین مبتنی بر صنعت ۴.۰، مانند واقعیت افزوده و مجازی، اینترنت اشیا، ربات‌ها، دستیارهای هوشمند و دیجیتال می‌توانند نوآوری را در آموزش به ارمغان بیاورند؛ همچنین موبایل‌ها، بازی‌ها، شبیه‌سازها و چندرسانه‌ای که می‌توانند خلاقیت مشترک را القا کنند؛ بنابرین، آمادگی مدرسه برای استفاده از این فناوری‌ها امری ضروری است. در پژوهشی که با استفاده از مدل یکپارچه پذیرش فناوری انجام شد؛ مؤلفه‌های پیچیدگی سیستم، انتظار عملکرد از تکنولوژی، انتظار تلاش، سازگاری و سهولت مورد بررسی قرار گرفت[۶۹].



شکل ۲: انتقال تکنولوژی (اوسیتالو و لاویکا ، ۲۰۲۱)

Fig. 2: Technology Transfer (Uusitalo & Lavikka, 2021)

شکل۳: فاکتورهای اثرگذار بر فرآیند انتقال فناوری در مرحله نخست (باقرزاده و مفتاحی، ۱۳۹۰؛ صفایی قادیکلایی و همکاران، ۱۳۹۱)
Fig. 3: Factors affecting the technology transfer process in the first stage (Bagherzadeh & Meftahi, 1390 ؛Safaei Qadiklaei et.al,1391)

در پژوهش دیگری، استفاده از فناوری واقعیت افزوده در کلاس درس، مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌ها نشان داد که استفاده از واقعیت مجازی در کلاس درس علاقه دانش‌آموزان را جلب کرد؛ خلاقیت آنها را افزایش داد, به دانش‌آموزان اجازه داد تا به سفرهای مجازی بروند؛ انگیزه دانش‌آموزان را افزایش داد؛ سواد فناوری دانش‌آموزان را بهبود بخشید و یادگیری فردی را افزایش داد. دانش دانش‌آموزان را برای درک مفاهیم دشوار آسان‌تر کرد و معلمان ذکر کردند که ایمنی و امنیت برخط، دسترسی دانش‌آموزان و شکاف‌های فناوری مشکلاتی بود که در حین اجرا با آن مواجه بودند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از واقعیت افزوده به معلمان اجازه می‌دهد تا موضوعات انتزاعی را تجسم کنند و آموزش را غنی کنند و پژوهشگران تبیین می‌کنند که دسترسی به محتوا و ماژول‌هایی که بتواند امکان یادگیری را برای دانش‌آموزان توسعه دهد، از مهم‌ترین مؤلفه‌های ارزیابی این تکنولوژی به‌شمار می‌رود[۷۰].

هسو در پژوهش خود با استفاده از فناوری واقعیت افزوده در درس ریاضی، توانایی‌های تعاملی بودن فناوری و امکان درگیر کردن حسی و بصری دانش‌آموزان، توانایی تصویرسازی مناسب و امکانات سخت افزاری و نرم افزاری را در کیفیت بخشی به آموزش، مؤثر می‌داند[۷۱].

آلمدیا و سیموز نیز در مطالعه خود با بررسی ۲۵ مورد پژوهش‌های تجربی صورت گرفته در استفاده از فناوری‌های صنعت ۴.۰ در آموزش، عوامل تأثیرگذار و مهم را شامل تعامل‌پذیری، اثربخشی یادگیری، مسائل فنی، ساده سازی دنیای واقعی، مهارت‌های چندگانه نیروی انسانی و آموزش معلمان، می‌دانند[۷۲].

بنابرین به دلیل تأثیرپذیری مشاغل آینده از صنعت ۴.۰ ، نیاز است تعلیم و تربیت و مهارت‌های مورد نیاز دانش‌آموزان نیز بر این اساس ارتقا پیدا کند [۷۳]، [۷۴] و [۱۵]. لذا استفاده از فناوری‌های کاربردی صنعت ۴.۰ در آموزش مدارس امری مهم و حیاتی تلقی می‌شود. از آنجاکه استفاده از فناوری‌های صنعت ۴.۰ در آموزش در مدارس ایران هنوز به سطح مورد نظر جهانی نرسیده است و برای ارتقاء آموزش کاربرد قابل ملاحظه‌ای پیدا نکرده است؛ با توجه به اهمیت و نقش این فناوری‌ها در کیفیت‌بخشی به آموزش، نیاز است این فناوری‌ها کسب شود. لذا در مجتمع آموزشی تحت مطالعه در این پژوهش، اکتساب این فناوری‌ها برای کیفیت‌بخشی به آموزش در مأموریت‌ها و برنامه‌ها مورد توجه قرار گرفته است و از آنجاکه انتقال تکنولوژی تنها دست‌یابی به دانش در تولید نیست؛ بلکه ایجاد قابلیت تکنولوژی است [۷۵]، برای رسیدن به بهترین گزینه در انتخاب، نیازمند بهره‌گیری از فرآیند انتقال تکنولوژی هستیم که در آن پیمودن صحیح مراحل آن ۱- انتخاب و اکتساب، ۲- انطباق، کاربرد و جذب و ۳- توسعه و انتشار به دلیل هزینه‌های بالای این فناوری‌ها حائز اهمیت تلقی می‌شود [۷۶].

لذا در پژوهش حاضر مسأله اصلی شناسایی فاکتورهای مهم انتخاب فناوری از بین پنج فناوری نوظهور صنعت ۴.۰ است که در مدارس داخلی و خارج از ایران مورد استفاده قرار گرفته است (اینترنت اشیا،

واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، ربات‌های خودکار و دوقلوی دیجیتال) و با توجه به اولین مرحله از فرآیند انتقال تکنولوژی و شناسایی اولویت‌دارترین و مناسب‌ترین فناوری برای اکتساب در مجتمع آموزشی دخترانه در منطقه ۳ شهر تهران می‌تواند به‌عنوان اولین گزینه تصمیم، مورد پیگیری قرار گیرد. برای یافتن سؤال اصلی پژوهش و تعیین فاکتورهای مهم انتخاب فناوری در مرحله اکتساب، از رویکرد فراترکیب سندلوسکی و باروسو (Sandelowski and Barroso) استفاده شده‌است. طی هفت مرحله روش باروسو با تنظیم سؤال پژوهش، با مرور نظام‌مند پژوهش‌ها و انتخاب مقالات مرتبط، استخراج اطلاعات، تجزیه و تحلیل نتایج کیفی، کنترل کیفیت و ارائه یافته‌ها، مؤلفه‌های اکتساب فناوری صنعت ۴.۰ برای مدرسه تحت مطالعه، مورد بررسی قرارگرفته‌است. براساس اهداف و مسأله اصلی پژوهش،کلید واژه‌های «عوامل موفقیت اکتساب فناوری در صنعت ۴.۰»، «ارزیابی فناوری‌های صنعت ۴.۰ (واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، دوقلوی دیجیتال، ربات‌های خودکار،IOT) در آموزش» در پایگاه‌های گوگل اسکلار، ساینس دایرکت، اریک، الزویر، ریسرچ گیت، اسپرینگر، نورمگز و پورتال جامع علوم انسانی در بین سال‌های ۲۰۱۲ الی ۲۰۲۲ مورد بررسی قرارگرفته‌است که در مرحله اول براساس عنوان، چکیده و متن، کلمات کلیدی در مقالات مورد بررسی قرار گرفت. فراوانی مقالات در پایگاه‌های داده فارسی و غیرفارسی در جدول ۲ به نمایش درآمده است و مقالات استخراج شده در جدول ۳ مشخص شده است.

در نهایت ۲۵ مقاله منتخب شناسایی شد(جدول۴). بر این اساس و با نظر خبرگان سیستم مدل نهایی استحراج گردید که شامل ۱۳ معیار انتخاب فناوری برای ارزیابی در مدرسه مورد مطالعه بوده و دسته‌بندی آن به‌صورت شماتیک در شکل ۴ به نمایش درآمده است. سپس با تمرکز بر مرحله اول فرآیند انتقال تکنولوژی، از منظر خبرگان، فناوری‌های اولویت‌دار صنعت ۴.۰، جهت انتخاب و استفاده در مجتمع آموزشی تحت مطالعه، به روش تاپسیس فازی تعیین شده‌است. نوآوری این پژوهش دسته‌بندی شاخص‌های انتخاب فناوری صنعت ۴.۰ در مرحله اکتساب و سنجش فناوری‌های مناسب جهت کاربرد در مدرسه است.

جدول ۲: فراوانی مقالات در پایگاه‌های داده
Table 2: Frequency of articles in databases

پایگاه داده‌های غیرفارسی و فارسی Non-Persian and Persian databases	فراوانی کل total frequency	فراوانی مقالات نهایی Frequency of final articles
Google scholar	86	11
Elsevier	52	2
ERIC	62	4
Research gate	10	1
Springer	12	1
نورمگز Noormagse.ir	16	2
پورتال جامع علوم انسانی Ensani.ir	94	4

با توجه به جدول ۲، ۳۳۲ مقاله اولیه در پایگاه‌های داده پیدا شد که با توجه به معیارهای ورود منجر به حذف ۳۰۷ مقاله و ورود ۲۵ مقاله مرتبط با سؤال پژوهش گردید، که مراحل آن در جدول ۳ به نمایش درآمده است.

براساس جدول فوق، دو بعد، ۶ مؤلفه و ۴۱ زیر مؤلفه شناسایی شد. مؤلفه‌های اکتساب فناوری صنعت ۴.۰ شامل دو بعد « ارزیابی فناوری‌های صنعت ۴.۰ در آموزش و کیفیت عملکرد آنها » و نیز « فاکتورها و عوامل موفقیت اکتساب فناوری در صنعت ۴.۰» می‌باشد و مؤلفه‌های پژوهش شامل: عوامل سازمانی و فرهنگی، عوامل انسانی، عوامل تکنولوژیکی و اقتصادی، عوامل آموزشی، عوامل کیفی و عوامل زیرساختی است که متناسب با الزامات انتقال فناوری در مدرسه تحت مطالعه، این عوامل در سه دسته‌بندی ویژگی‌های سازمانی و فرهنگی، ویژگی‌های تکنولوژیکی و اقتصادی و ویژگی‌های آموزشی تجمیع شد و با نظر خبرگان از ۴۱ زیرمؤلفه شناسایی شده، ۱۳ زیرمؤلفه برای ارزیابی فناوری‌های منتخب شناسایی گردید. مدل پژوهش در قالب شکل ۴ به نمایش درآمده است.

جدول ۳: روش انتخاب مقالات نهایی
Table 3: The method of selecting the final article

مراحل Stages	تعداد مقالات مورد بررسی Number of reviewed articles	تعداد مقالات حذف شده Number of deleted articles	دلایل حذف Reasons for removal
جستجوی کلمات کلیدی در پایگاه داده Keyword search in the database	ورود ۳۳۴ مقاله و بررسی عناوین Entry of 334 articles and review of titles	خروج ۱۳۷ مقاله Exit 137 articles	نامرتبط بودن عنوان؛ تکراری بودن مقالات؛ سال انتشار مقالات غیرفارسی قبل از ۲۰۱۲؛ سال انتشار مقالات فارسی قبل از ۱۳۹۰ Irrelevance of the title - Repetition of the articles - Publication year of non-Persian articles before 2012 -The year of publication of Persian articles before 2018
بررسی مقالات انتخاب شده در مرحله قبل Reviewing the articles selected in the previous step	ورود ۱۹۷ مقاله و بررسی چکیده Entry of 197 articles and review of abstracts	خروج ۱۵۴ مقاله Exit 154 articles	نا مرتبط بودن هدف و موضوع؛ روش غیرکیفی Non-relevance of the goal and the subject-non-qualitative method
بررسی مقالات انتخاب شده در مرحله قبل Reviewing the articles selected in the previous step	ورود ۱۴۳ مقاله و بررسی ادبیات پژوهش و روش شناسی و یافته‌ها Entry of 143 articles and review of research literature and methodology and findings	خروج ۱۱۶ مقاله Exit 116 articles	نا مرتبط بودن هدف و موضوع؛روش غیرکیفی؛ یافته‌های غیرمرتبط Irrelevance of the goal and subject-non-qualitative method-irrelevant findings

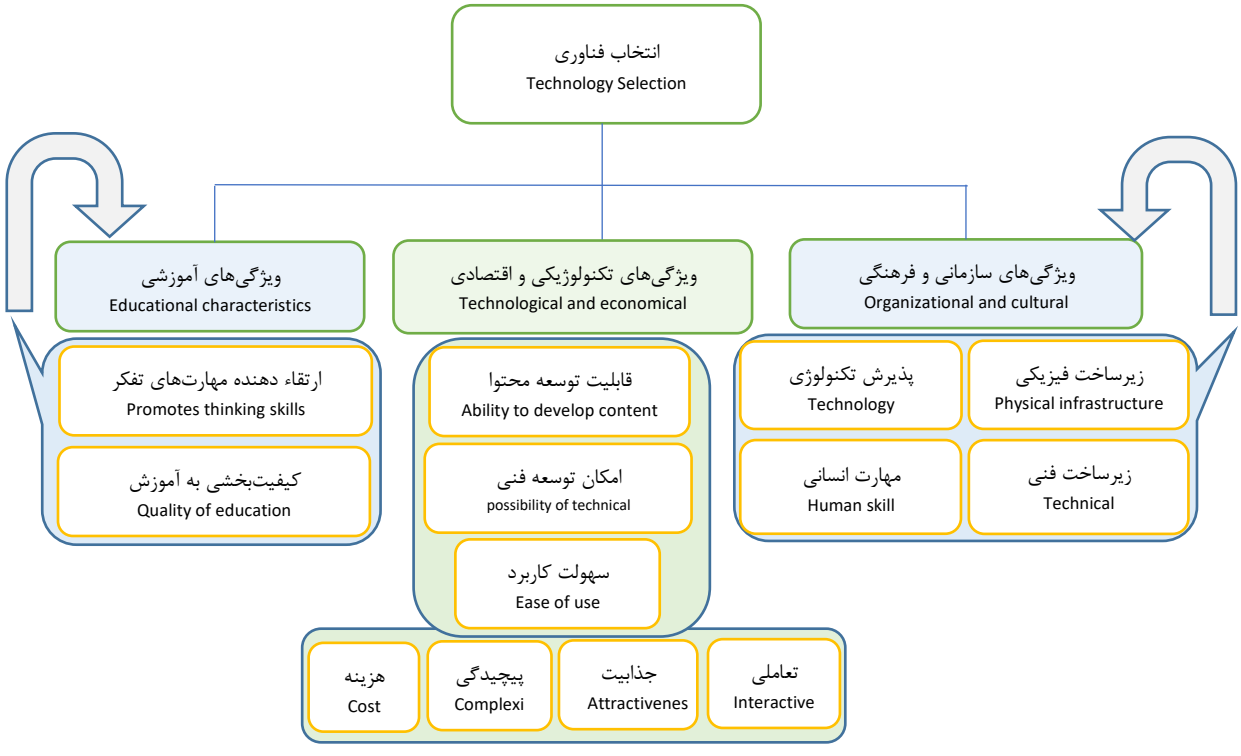
مراحل Stages	تعداد مقالات مورد بررسی Number of reviewed articles	تعداد مقالات حذف شده Number of deleted articles	دلایل حذف Reasons for removal
بررسی مقالات انتخاب شده در مرحله قبل Reviewing the articles selected in the previous step	ورود ۲۷ مقاله و مشاوره برای اجماع نظری Entry of 27 articles and consultations for theoretical consensus	خروج ۲ مقاله Exit 2 articles	نا مرتبط بودن هدف و موضوع؛ روش غیرکیفی؛ یافته‌های غیرمرتبط؛ طرح تحقیقاتی ناسازگار با هدف پژوهش Irrelevance of the goal and the subject-non-qualitative method-irrelevant findings-research plan inconsistent with the research goal
تعداد مقالات نهایی Number of final articles	ورودی ۲۵ مقاله منتخب Entry of 25 selected articles		

جدول ۴: ارزیابی و مقایسه مقالات بازیابی شده

Table 4: Evaluation and comparison of retrieved articles

Dimensions ابعاد	Components مؤلفه‌ها	Subcomponents زیرمؤلفه‌ها	Resource منابع	Frequency فراوانی
عوامل موفقیت اکتساب فناوری در صنعت ۴.۰ Technology acquisition success factors in Industry ۴.۰	Organizational & Cultural factors عوامل سازمانی و فرهنگی	❋استفاده از مدیران نوآور ❋ایجاد سازگاری و انطباق فناوری دریافتی با شرایط محیطی ❋وجود رهبران کارآفرین در سازمان ❋دسترسی به منابع انسانی در زمینه طراحی و مهندسی ❋استانداردها و توانایی‌های سازمانی ❋مناسب بودن فناوری‌های محلی ❋به‌روز بودن و متناسب بودن فناوری‌های سازمانی ❋سیستم‌های انطباق با مشتریان و دریافت انتظارات آنها ❋ توانایی شناسایی چرخه عمر محصول ❋توانایی شناسایی مقیاس بازار محصول ❋توانایی یکپارچه‌سازی سیستم ❋فرهنگ سازمانی منعطف ❋سطح تلاش و یادگیری سازمانی ❋باورهای انسانی به ضرورت فناوری *Using innovative managers *Creating compatibility and adaptation of received technology with environmental conditions * Existence of entrepreneurial leaders in the organization * Access to human resources in the field of design and engineering *Organizational standards and capabilities * Suitability of local technologies * The up-to-date and appropriateness of organizational technologies * Compliance systems with customers and receiving their expectations * The ability to identify the product life cycle * The ability to identify the scale of the product market * The ability to integrate the system *Flexible organizational culture * The level of effort and organizational learning * Human beliefs about the necessity of technology	باقرزاده و مفتاحی(۱۳۹۰) صفایی قادیکلایی و همکاران (۱۳۹۱) مرندی(۱۳۹۴) الیاسی و همکاران(۱۳۹۶) Kumar, S., *et al.*, (2015). Mendoza, *et al.*, (2018)	۱۴ زیرمؤلفه ۶ مقاله
	Human Factors عوامل انسانی	❋مهارت‌ها و شایستگی‌های نیروی انسانی ❋امکان به‌روز رسانی اطلاعات و مهارت‌های کارکنان ❋امکان جذب کارکنان متخصص ❋ظرفیت‌های خودفراگیری کارکنان و مهارت‌های کار تیمی و حل مسأله ❋سطوح مهارتهای انسانی * Skills and competencies of human resources * The possibility of updating the information and skills of employees * Ability to attract specialized staff * Employees' self-learning abilities and teamwork and problem-solving skills * Levels of human skills	صفایی قادیکلایی و همکاران (۱۳۹۱) Silva, *et al.*, (2019) Almeida & Simoes (2019)	۵ زیرمؤلفه ۳ مقاله
	Technological & Economical factors عوامل تکنولوژیکی و اقتصادی	❋قیمت فناوری ❋کیفیت استاندارد فناوری ❋دسترسی به فناوری ❋پشتیبانی از فناوری دریافتی ❋سادگی و پیچیدگی فناوری ❋توان توسعه و بهبود فناوری براساس نیاز داخلی ❋زبان کار با فناوری و اسناد و مدارک آن ❋قابلیت و مزیت‌های رقابتی حاصله * The price of technology * Standard technology quality * Access to technology * Support of received technology *Simplicity and complexity of technology * Ability to develop and improve technology based on internal needs * Working language with technology and its documents * Capability and competitive advantages	کریم خانلوئی(۱۳۹۳) Veiga & Andrade (2021) Kumar, *et al.*, (2015)	۸ زیرمؤلفه ۳ مقاله

Dimensions ابعاد	Components مؤلفه‌ها	Subcomponents زیرمؤلفه‌ها	Resource منابع	Frequency فراوانی
ارزیابی فناوری‌های صنعت ۴.۰ در آموزش ۴.۰ Evaluation of Industry technologies in education	Educational factors عوامل آموزشی	❋انطباق پذیری با روش‌های نوین آموزشی ❋ایجاد قابلیت یادگیری مشارکتی و تحلیل جمعی ❋سازگاری و سهولت فناوری ❋قابلیت حل مسأله و تعاملی بودن ❋ امکان توسعه محتوا و یادگیری برای دانش‌آموزان ❋قابلیت افزایش انگیزه یادگیری ❋اثربخشی و کیفیت یادگیری ❋امکان شخصی سازی آموزش و کیفیت یادگیری * Adaptability to new educational methods *Creating collaborative learning and collective analysis *Compatibility and ease of technology * Ability to solve problems and be interactive * The possibility of developing content and learning for students Ability to increase learning motivation * Effectiveness and quality of learning * The possibility of personalizing education and learning quality	Lee, (2012) Wu, *et al.*, (2013) Hamzeh, *et al.*, (2017) Pervez, *et al.*, (2018) Almeida & Simoes (2019) Bogusevschi, *et al.*, (2020) Willner-Giwerc *et al.*, (2020) Hsu (2021) Veiga & Andrade (2021) Wu, *et.al.*, (2021) El Mrabet & Ait Moussa (2021)	۸ زیر مؤلفه ۱۱ مقاله
	Quality Factors عوامل کیفی	❋پذیرش فناوری ❋مهارت‌های حل مسأله و خلاقیت ❋اثربخشی و کیفیت یادگیری ❋تعاملی بودن و امکان درگیری حسی و بصری دانش‌آموزان * Acceptance of technology * Problem solving and creativity skills * Effectiveness and quality of learning * Interactivity and the possibility of sensory and visual involvement of students	سلیمانی و همکاران(۱۳۹۹) Bowen , (2018) Yildirim, *et.al.*, (2020) Shuguang & Lin (2020) Moraes, *et al.* (2022)	۴ زیرمؤلفه ۵ مقاله
	Infrastructure Factors عوامل زیرساختی	❋زیرساخت نرم‌افزاری و سخت افزاری مناسب داخلی ❋قابلیت اتصال اینترنت * Suitable internal software and hardware infrastructure * Ability to connect to the Internet	Davies, *et al.*, (2020) Bondaryk, *et al.*, (2021)	۲ مؤلفه ۲ مقاله



شکل ۴: مؤلفه‌های اثرگذار بر انتخاب فناوری‌های صنعت ۴.۰ برای استفاده در مدارس(پژوهشگر ساخته)

Fig. 4: Factors affecting the choice of Industry ۴.۰ technologies for use in schools (Made researcher)

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر رویکرد آمیخته است که در مرحله نخست با بررسی متون و ادبیات پژوهش به شیوه فراترکیب ۱۳ مؤلفه برای انتخاب ۵ فناوری: واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، دوقلوی دیجیتال، اینترنت اشیا و ربات‌های خودکار، از بین فناوری‌های صنعت ۴.۰ براساس

نیازمندی‌های پیش رو در مدرسه، با هدف اکتساب تکنولوژی در مجتمع آموزشی دخترانه در شهر تهران، انتخاب گردیدند و سپس به روش تاپسیس فازی با کمک ابزار پرسش‌نامه، ماتریس تصمیم و مسأله پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش ۷ نفر از خبرگان به شیوه هدفمند انتخاب شدند که دارای تخصص و سابقه فعالیت در زمینه فناوری‌های صنعت ۴.۰ و نیز دارای تجربه آموزشی در مدارس بوده‌اند. ویژگی خبرگان در جدول ۵، گزینه‌های تصمیم در جدول ۶، مؤلفه‌های پژوهش در جدول ۷، مقادیر فازی میزان اهمیت در جدول ۸، مقادیر فازی تصمیم در جدول ۹ و مدل مفهومی پژوهش در شکل ۵ به نمایش درآمده است.

جدول ۵: ویژگی‌های خبرگان مطلع
Table 5: Characteristics of knowledgeable experts

گروه Group	تعداد Number	سابقه کاری Work experience	سطح تحصیلات Level of education
متخصصان علمی و فناوری Scientific and technological experts	1	حداقل۸ سال At least 8 years	پست دکتری Post doctorate
متخصصان فناوری و آموزشی Technological and educational experts	2	حداقل ۱۱ سال At least 11 years	دکتری P.H.D
مدیران و متخصصان آموزشی Managers and educational experts	4	حداقل ۱۸ سال At least 18 years	کارشناسی ارشد و دکتری Masters and Ph.D.

جدول ۶: گزینه‌های تصمیم
Table 6: Alternative of decision

A5: ربات‌های خودکار Autonomous robots	A4: واقعیت افزوده Augmented Reality	A3: واقعیت مجازی Virtual reality	A2: اینترنت اشیا Internet of things	A1: دوقلوی دیجیتال Twin digital

جدول ۷: مؤلفه‌های پژوهش
Table 7: Research's factors

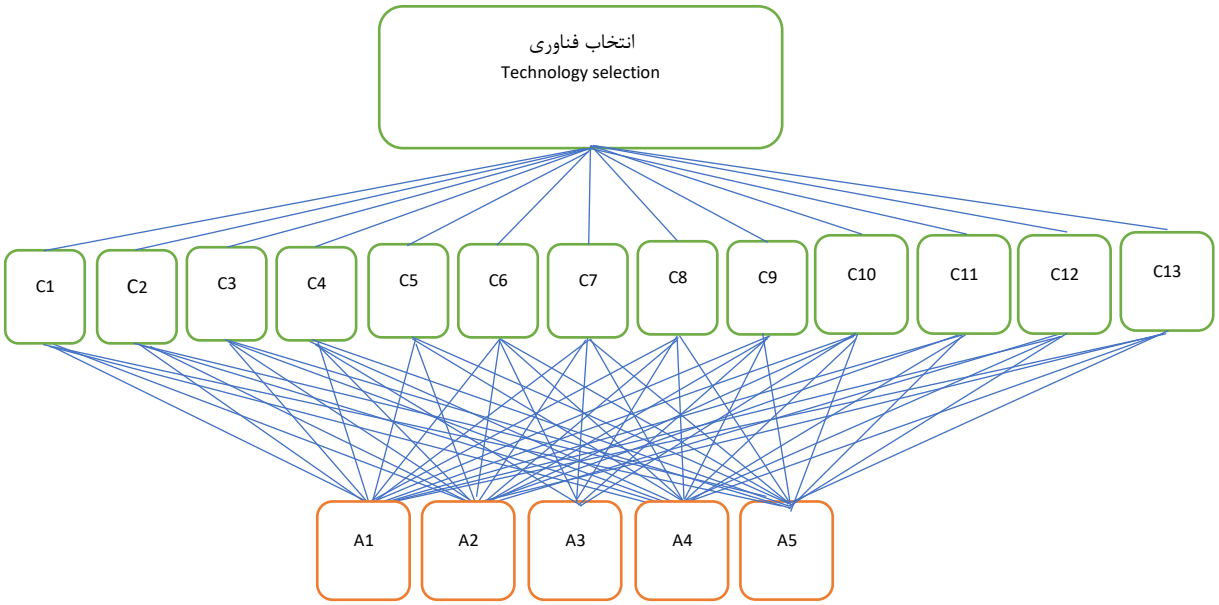
مؤلفه Factor	علامت اختصاری Symbol	مؤلفه Factor	علامت اختصاری Symbol	مؤلفه Factor	علامت اختصاری Symbol
هزینه COST	C1	قابلیت توسعه محتوا Ability to develop content	C6	زیرساخت فنی Technical infrastructure	C11
پیچیدگی تکنولوژی Complexity of technology	C2	امکان توسعه فنی The possibility of technical development	C7	کیفیت‌بخشی به آموزش Quality of education	C12
سهولت کاربرد Ease of use	C3	میزان پذیرش Acceptance rate	C8	ارتقاءدهنده مهارت تفکر Enhances thinking skills	C13
جذابیت Attractiveness	C4	مهارت انسانی Human skill	C9		
تعاملی Interactive	C5	زیرساخت فیزیکی Physical infrastructure	C10		

جدول ۸: مقادیر عددی فازی میزان اهمیت (حبیبی و همکاران،۱۳۹۳)
Table 8: Fuzzy numerical values of importance

	بسیاربا اهمیت Very importance	با اهمیت importance	دارای اهمیت متوسط Moderate importance	کم اهمیت Low importance	بسیار کم اهمیت Very unimportance
مقادیر عددی فازی Fuzzy numerical values	(0.75،1،1)	(0.5،0.75،1)	(0.25،0.5،0.75)	(0.0،0.25،0.5)	(0.0،0.0،0.25)

جدول ۹: مقادیر فازی عبارات کلامی ماتریس تصمیم
Table 9: Fuzzy values of verbal expression of the decision matrix

	بسیار زیاد Very high	زیاد High	متوسط Moderate	کم Low	خیلی کم Very low
مقادیر عددی فازی Fuzzy numerical values	(7،9،11)	(5،7،9)	(3،5،7)	(1،3،5)	(1،1،3)



شکل ۵: نمودار شماتیک فاکتورهای انتخاب فناوری
Fig. 5: Schematic diagram of technology selection factors

نتایج و بحث

ماتریس تصمیم تجمیع شده خبرگان، براساس رابطه (min xij, x̄ij, max xij) محاسبه شده و در در جدول ۱۰ و ضرایب اهمیت معیارها در جدول ۱۱ به نمایش درآمده است. از بین معیارها، هزینه، پیچیدگی تکنولوژی، مهارت انسانی موردنیاز، زیرساخت فیزیکی مورد نیاز و زیرساخت فنی مورد نیاز، منفی هستند و افزایش آن‌ها برای انتخاب فناوری مطلوبیت ندارد و سایر معیارها مثبت هستند.

ضریب اهمیت معیارها به‌وسیله پرسش‌نامه از خبرگان دریافت شد و نتایج نشان می‌دهد که از منظر فرآیند انتقال تکنولوژی معیارهای هزینه، میزان پذیرش مخاطبان (عوامل فرهنگی)، سهولت کاربرد و قابلیت توسعه محتوا (عوامل تکنولوژیکی) در انتخاب فناوری مناسب اهمیت بیشتری برای مجتمع آموزشی تحت مطالعه دارد.

سپس با استفاده از فرمول ۱ و فرمول۲، ماتریس تصمیم تجمیع شده را بی‌مقیاس کرده و در جدول اوزان ضرب کرده‌ایم، که ماتریس بی‌مقیاس شده وزین در جدول ۱۲ به نمایش درآمده است. در مرحله بعد فاصله تا ایده‌آل مثبت و منفی و شاخص شباهت محاسبه شده است و نتایج نهایی در جدول ۱۳ به نمایش در آمده است.

(۱)

معیار مثبت $\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right) \quad and \; c_j^* = \max_i c_{ij}$

معیار منفی $\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right) \quad and \; a_j^- = \min_i a_{ij}$

فرمول۱: بی‌مقیاس‌سازی معیارهای مثبت و منفی

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^*\right) \qquad i = 1.2.\ldots.m$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^-\right) \qquad i = 1.2.\ldots.m$$

(۲) شاخص شباهت

$$Cl_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \qquad i = 1.2.\ldots.m$$

فرمول۲: محاسبه فاصله‌ی دو عدد فازی و شاخص شباهت

همان‌طورکه در نتایج محاسبات جدول ۱۳ نشان داده شده است؛ براساس فرمول ۲ و شاخص شباهت، امتیاز هریک از گزینه‌ها به دست آمده است که هر قدر عدد امتیاز نهایی به سمت عدد یک برود، گزینه مورد نظر از مطلوبیت بیشتری برخوردار است. بنابرین A4 با امتیاز ۰.۵۲۲ اولین اولویت برای انتخاب است و به ترتیب A3 با عدد ۰.۴۷۳ انتخاب دوم و A1 با عدد ۰.۴۵۹ انتخاب سوم می‌باشد. در واقع فناوری واقعیت افزوده (A4) از نظر خبرگان گزینه مناسب‌تری برای انتخاب در مرحله اول برای به‌کارگیری در مجتمع آموزشی تحت مطالعه است؛ زیرا در مؤلفه‌های تصمیم از جمله سهولت کاربرد، قابلیت توسعه محتوا و هزینه آن، در وضعیت بهتری قرار دارد؛ نیازمند زیرساخت‌های بسیار و تجهیزات زیادی برای استفاده در کلاس درس نیست و همچنین معیار کیفیت‌بخشی به آموزش را نیز در وضعیت خوبی می‌تواند فراهم کند؛ مهارت‌های انسانی بسیار بالایی در استفاده و کاربرد این فناوری مورد نیاز نیست و به راحتی با استفاده از اپلیکیشن‌های موبایلی هم می‌توان از این فناوری در کلاس درس بهره جست. همچنین نتایج فوق نشان داد که A3 (واقعیت افزوده) در اولویت بعدی انتخاب قرار دارد؛ اما زیرساخت‌های مورد نیاز و هزینه‌های تجهیزات کنونی در دسترس از منظر خبرگان، عاملی برای کاهش اولویت انتخاب این فناوری بوده است (جدول ۱۲).

جدول ۱۰: ماتریس تصمیم تجمیع شده
Table 10: Aggregated decision matrix

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13
A1	1،6.2،11	3،5.4،9	5،7.8،11	5،8.2،11	3،6.2،11	5،8.2،11	5،8.2،11	5،6.2،11	1،3.8،7	3،5.4،9	1،4.2،7	3،5.8،9	3،7،11
A2	3،6.2،11	1،5.4،9	3،7.2،9	3،6.6،11	3،6.6،11	1،3.8،7	3،7،11	3،5.8،11	3،5.2،9	3،6.6،11	3،6.6،11	1،5،9	1،3.8،7
A3	1،5.8،11	1،5،9	1،7.4،11	5،8.2،11	5،7.8،11	3،7.8،11	1،6.2،11	5،7.2،11	1،3.8،9	3،5.4،9	1،5،9	1،7،11	3،6.6،11
A4	1،5،9	1،3.4،7	5،8.6،11	5،8.6،11	5،7.8،11	5،8.6،11	5،8.6،11	5،6.2،11	1،3.4،7	1،2.6،5	1،3.4،7	5،8.2،11	5،7.8،11
A5	5،8.2،11	5،8.2،11	1،4.6،5	3،5.8،9	5،7.4،11	1،5.4،9	1،4.6،9	3،5.8،11	1،5.4،9	3،6.6،9	3،6.6،9	3،6.6،9	5،6.6،9

جدول۱۱: ضریب اهمیت معیارها
Table 11: The coefficient of criteria importance

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13
0.75,0.97, 1	0.5,0.75, 1	0.75,0.93, 1	0.5, 0.75,1	0.75,1, 1	0.75,0.97, 1	0.25,0.5,0. 75	0.75,1, 1	0.25,0.4,0. 75	0.5,0.75, 1	0.5,0.75, 1	0.75,1, 1	0.5,0.75, 1

جدول ۱۲: ماتریس بی‌مقیاس شده وزین
Table 12: Unscaled weight matrix

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
A1	0.06) 8,0.16 (1,1	0.056,0.) 139,0.33 (3	0.341,0.) (709,1	0.227,0.) (559,1	0.205,) 0.564, (1	0.341,0.) (745,1	0.114,0.) 373,0.75 (	0.341,) 0.564, (1	0.036,0) 132,0.7. (5	0.056,0.) 139,0.33 (3	0.071,0.) (179,1	0.205,0.) 527,0.81 (8	0.136,0.) (477,1
A2	0.06) 8,0.16 1,0.33 (3	0.056,0.) (139,1	0.205,0.) 655,0.81 (8	0.136,0.) (45,1	0.205,) (0.6,1	0.068,0.) 345,0.63 (6	0.068,0.) 318,0.75 (	0.205,) 0.527, (1	0.028,0) 096,0.2. (5	0.045,0.) 114,0.33 (3	0.045,0.) 114,0.33 (3	0.068,0.) 455,0.81 (8	0.045,0.) 259,0.63 (6
A3	0.06) 8,0.17 (2,1	0.056,0.) (15,1	0.068,0.) (673,1	0.227,0.) (559,1	0.341,) 0.709, (1	0.205,0.) (709,1	0.023,0.) 282,0.75 (	0.341,) 0.655, (1	0.028,0) 132,0.7. (5	0.056,0.) 139,0.33 (3	0.056,0.) (15,1	0.068,0.) (636,1	0.136,0.) (45,1
A4	0.08) 3,0.2, (1	0.071,0.) (221,1	0.341,0.) (782,1	0.227,0.) (586,1	0.341,) 0.709, (1	0.341,0.) (782,1	0.114,0.) 391,0.75 (	0.341,) 0.564, (1	0.036,0) 147,0.7. (5	0.1,0.28) (8,1	0.071,0.) (221,1	0.341,0.) (745,1	0.227,0.) (532,1
A5	0.06) 8,0.12 (2,0.2	0.045,0.) (091,0.2	0.068,0.) 418,0.45 (5	0.136,0.) 395,0.81 (8	0.341,) 0.673, (1	0.068,0.) 491,0.81 (8	0.023,0.) 209,0.61 (4	0.205,) 0.527, (1	0.028,0) 093,0.7. (5	0.056,0.) 114,0.33 (3	0.056,0.) 114,0.33 (3	0.205,0.) (6,0.818	0.227,0.) 45,0.818 (

جدول ۱۳: فاصله ایده‌آل مثبت و منفی و رتبه‌بندی گزینه‌ها
Table 13: Positive and negative distance and ranking alternatives

	فاصله تا ایده‌آل مثبت Positive ideal distance	فاصله تا ایده‌آل منفی Negative ideal distance	امتیاز نهایی Final score	رتبه Rank
A1	7.522	6.385	0.459	3
A2	8.547	4.955	0.367	4
A3	7.654	6.863	0.473	2
A4	6.836	7.457	0.522	1
A5	8.526	4.598	0.350	5

نتیجه‌گیری

همان‌طورکه پژوهش‌ها نشان می‌دهد؛ توجه به فناوری‌های صنعت ۴.۰ برای رسیدن به اهداف تعلیم و تربیت ۴.۰ در مدارس ضروری به‌نظرمی‌رسد و با توجه به هزینه‌بر بودن اکتساب این فناوری‌ها، نیازمند شناسایی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر انتخاب فناوری و پیمودن صحیح فرآیند انتقال تکنولوژی هستیم. در پژوهش حاضر ۱۳ مؤلفه مؤثر بر انتخاب فناوری شناسایی شد و براساس نظرخبرگان، فناوری‌های اینترنت اشیا، دوقلوی دیجیتال، واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و ربات‌های خودکار، مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج نشان داد واقعیت افزوده با شاخص شباهت ۰.۵۲۲ بیشترین نزدیکی را به ایده‌آل مثبت داراست و لذا جهت اکتساب فناوری در مدرسه مورد مطالعه، جایگاه اول را به خود اختصاص داده است. از آنجاکه واقعیت افزوده با فراهم آوردن فضای تعاملی و ترکیب فضای مجازی و واقعی، امکان یادگیری بهتر را فراهم می‌آورد و استفاده آن در مدارس ایران در پژوهش عالیان و همکارانش(۱۳۹۹) نیز مورد آزمون قرار گرفته است؛ پژوهشگران بر استفاده از این فناوری و تأثیر آن بر یادگیری نسبت به روش سنتی تاکید می‌کنند. همچنین در پژوهش‌های دیگری به انعطاف‌پذیری بالای این فناوری و تسهیل دست‌یابی به اهداف آموزشی و ارتقاء کیفیت یادگیری اشاره شده است[۷۷]، [۷۸]، [۷۹] و [۸۰]. چلونگریان (۱۳۹۹) نیز در پژوهش خود عنوان کرده است که استفاده از تکنولوژی واقعیت افزوده در کلاس درس به‌دلیل سهولت کاربرد و افزایش توان طراحی و خلاقیت در یادگیرندگان، کیفیت‌بخشی به آموزش را محقق کرده و قدرت ذهنی یادگیرندگان را در حل مسأله بالا خواهد برد. همچنین استفاده از این فناوری در موضوعات مختلف آموزشی از جمله زبان، هنر، الکترونیک، آشپزی و ... نشان دهنده انعطاف این فناوری در کیفیت‌بخشی به آموزش و امکان توسعه محتواهای آموزشی است[۵۴]. همچنین استفاده از فناوری واقعیت افزوده انگیزه یادگیری فراگیران را افزایش می‌دهد، فضای تعاملی را در یادگیری فراهم می‌کند و در دروسی مثل ریاضی، فیزیک و شیمی می‌تواند منجر به تقویت مهارت‌های حل مسأله در دانش‌آموزان شود[۸۲]، [۸۳]، [۸۴] و [۸۵]. فلاحی (۱۳۹۸) نیز در پژوهشی به اهمیت استفاده از فناوری واقعیت افزوده برای افزایش مهارت‌ها، تحقق اهداف کیفی آموزش و حصول یادگیری مبتنی بر کشف اشاره می‌کند. این فناوری می‌تواند ظرفیت‌های نوآوری دانش‌آموزان را برای ورود به آینده تقویت کند؛ ظرفیت فکری دانش‌آموزان را توسعه دهد؛ امکان تفکر خلاق و بحرانی را برای آنها فراهم آورد و سهولت دسترسی به محتوا را در هر زمان و مکان فراهم سازد و کیفیت یادگیری دانش‌آموزان را توسعه بخشد [۸۷]، [۸۸]، [۸۹] و [۹۰]. لذا نتایج این مطالعه با پژوهش‌های عالیان، کاظم‌نژاد واقفی و همکاران، وو و همکاران(Wu, et al.)، کمپوس پاجوئلو و همکاران (Campos-Pajuelo, *et al.*)، سواهیر و همکاران (cevahir , et al.)، کوسنکوف و همکاران (Kusnekoff, et al.)، ترنگ و همکاران (Tarng, et al.)، چلونگریان، سلیمانی و همکاران، فلاحی، ایبانز و همکارا ن(Ibáñez, et al.)، لی (Lee) و بور و همکاران (Bower, et al.)، وانگ و همکاران (Wang, et al.) همسویی دارد.

واقعیت مجازی با شاخص شباهت ۰.۴۷۳ دومین محل انتخاب را داراست. واقعیت مجازی با ایجاد فضای عینی، امکان موفقیت در فرآیند یادگیری را برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد و انگیزه یادگیری را افزایش می‌دهد؛ اما نمی‌توان کارآیی آن را به‌طور کامل اثبات کرد [۵۳]. این فناوری با ایجاد قابلیت تجسم انتزاعی، جذابیت و امکان فراهم‌سازی محیط مجازی برای یادگیری موقعیت‌های فیزیکی دور از دسترس، کیفیت آموزش را ارتقا می‌بخشد[۷۰]، [۹۱] و [۹۲]. فناوری واقعیت مجازی علی‌رغم جذابیت آن و توان ارتقاء فرآیند یادگیری، دوگانگی استفاده از آن در مدارس را ایجاد کرده است و یکی از دلایل آن هزینه‌های بالای این فناوری از نظر فنی است و تلفیق آن با فناوری‌های کم هزینه‌تر، ضروری به نظر می‌رسد [۹۳] و [۹۴]. عامل هزینه و نیز قابلیت توسعه محتوا یکی از محدودیت‌های جدی برای انتخاب فناوری در مجموعه تحت مطالعه بوده و لذا نتایج این پژوهش با نتایج بررسی‌های سلیمی و همکاران (۱۴۰۰) و چن و لیاو (Chen H-L& Liao) همسویی دارد. فناوری‌های دوقلوی دیجیتال با شاخص شباهت۰.۴۵۹ و اینترنت اشیا با شاخص شباهت ۰.۳۶۷ و ربات‌های خودکار با شاخص شباهت۰.۳۵۰ در اولویت‌های بعدی قرار دارند. از آنجاکه تمامی این فناوری‌ها سابقه طولانی مدتی در استفاده در مدارس ایران را ندارند، محتوا و محصولات آنها به‌طور گسترده در مدارس مورد استفاده قرار نگرفته است و نیز به دلیل نوظهور بودن این فناوری‌ها و هزینه‌های بسیار بالای تأمین و توسعه آنها، در مرحله انتخاب فناوری‌های صنعت ۴.۰ براساس فرآیند انتقال تکنولوژی، توجه به تمامی ابعاد انتخاب فناوری و معیارها، متناسب با نیازها و توانمندی‌های گیرنده فناوری ضروری است. بنابرین توانایی توسعه‌دهندگی قدرت تفکر دانش‌آموزان، تعاملی بودن و کیفیت‌بخشی به یادگیری، ظرفیت فناوری در توسعه محتواهای آموزشی و گستره کاربرد آن در دروس، میزان هزینه‌بر بودن و سهولت کاربری در انتخاب فناوری‌ها در اولین مرحله فرآیند انتقال فناوری یعنی انتخاب و اکتساب، بسیار مهم است و باید همواره مورد توجه گیرندگان فناوری قرار گیرد.

مشارکت نویسندگان

در این پژوهش نویسنده اول مسئول هدایت مقاله، نحوه نگارش و نحوه پژوهش بوده است و نویسنده دوم مسئولیت نگارش مقاله، انجام پژوهش و محاسبات بخش کمّی را عهده‌دار بوده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل کار پژوهشی پروژه« فرآیند انتقال تکنولوژی در صنعت ۴.۰ و الزامات هریک از مراحل از منظر گیرنده تکنولوژی» است و بدین وسیله از همکاری و زحمات سرکار خانم دکتر پرستو علیخانی، مسئول

آزمایشگاه فناوری‌های نوین دانشگاه شهید بهشتی و جناب آقای دکتر فرزاد ابراهیمی مؤسس هلدینگ بیتا و آکادمی اینترنت اشیا تشکر و قدردانی می‌نمایم.

تعارض منافع

«در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی اعلام نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] Bettiol M, Di Maria E, Micelli S. Knowledge management and industry 0.4: new paradigms for value creation. Springer; 2020.

[2] Kovacs O. The dark corners of industry 0.4 –Grounding economic governance 2.0. *Technology in Society.* 2018; 55: 140-5.

[3] Kolesnichenko EA, Radyukova YY, Pakhomov NN. The role and importance of knowledge economy as a platform for formation of industry 0.4. Industry 40: Industrial Revolution of the 21st Century. Springer; 2019.

[4] Roblek V, Meško M, Krapež A. A complex view of industry 0.4. *Sage open.* 2016; 6(2): 2158244016653987.

[5] Xu M, David JM, Kim SH. The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International journal of financial research.* 2018; 9(2): 90-5.

[6] Asadi, Marzieh. [The Fourth Industrial Revolution and the Digital Economy: Drivers of Sustainable Economic Growth]. *Two scientific-specialist Journals of Applied Studies in Management and Development Sciences*. 2019; (3)17: 9-33. Persian.

[7] Moraes EB, Kipper LM, Kellermann ACH, Austria L, Leivas P, Moraes JAR, et al. Integration of Industry 0.4 technologies with Education 0.4: advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education.* 2022(ahead-of-print).

[8] Hughes L, Dwivedi Y K, Rana N P, Williams M D, Raghavan V. Perspectives on the future of manufacturing within the Industry 0.4 era. *Production Planning & Control.* 2022; *33(3-2):138-158*.

[9] Tambare P, Meshram C, Lee C-C, Ramteke RJ, Imoize AL. Performance Measurement System and Quality Management in Data-Driven Industry 0.4: A Review. *Sensors.* 2021; 22(1): 224.

[10] Mousavi Seyed Mohsen, Amiri Aghdaei, Seyed Fathollah. [Marketing Research in the Fourth Industrial Revolution, Using Macro Data Analysis and Machine Learning to Provide Value to the Customer]. *Scientific Journal of Modern Marketing Research*. 2020; (10)4: 37-54. Persian.

[11] Álvarez Gil N, Rosillo Camblor R, Ponte Blanco B, López Brugos JA. Effect of Industry 0.4 on Education Systems: An Outlook. 2018.

[12] Kazimirov A. editor Education at university and industry 0.4. Global Smart Industry Conference (GloSIC): 2018: IEEE.

[13] Maisiri W, Darwish H, Van Dyk L. An investigation of Industry 0.4 skills requirements. *South African Journal of Industrial Engineering.* 2019; 30(3): 90-105.

[14] Yavuztürk H, Kalender ZT, Vayvay O. The Role of Universities in Industry 0.4 Era: Entrepreneurship and Innovation Perspectives. *Technological Developments in Industry 40 for Business Applications: IGI Global.* 2019; 50-70.

[15] Mohd Adnan AH, Abd Karim R, Mohd Tahir MH, Mustafa Kamal NN, Yusof AM. Education 0.4 technologies, Industry 0.4 skills and the teaching of English in Malaysian tertiary education. *Arab World English Journal (AWEJ).* 2019; 10(4): 330-43.

[16] Demartini C, Benussi L. Do web 0.4 and industry 0.4 imply education X. 0? *It Professional.* 2017; 19(3): 4-7.

[17] Abolhassani Zahra, Dehghani Marzieh, Javadi Poor Mohammad, Salehi Keivan, Mohammad Hassani Nasrin. [An Analysis of the Role of Design Thinking in improving 21st Century Skills: A Systematic Review]. *Scientific education technology*. 2021; (16)1: 82-98. Persian.

[18] Cropley A. Creativity-focused technology education in the age of industry 0.4. *Creativity Research Journal.* 2020; 32(2): 184-91.

[19] Zakeri Ali, Taheri Demneh Mohsen. [A futuristic research on various aspects of education; Providing a perspective of the Ayande interdisciplinary school]. *New educational approaches*. 2020; (5)1: 133-156. Persian.

[20] Kassab M, DeFranco J, Laplante P. A systematic literature review on Internet of things in education: Benefits and challenges. *Journal of Computer Assisted Learning.* 2020; 36(2): 115-27.

[21] Khojasteh Saeed. [The effect of cell phone use on organizational learning]. *Information and communication technology in educational sciences.* 2022; (12)3: 5-23. Persian.

[22] Pervez S, ur Rehman S, Alandjani G. Role of internet of things (iot) in higher education. *Proceedings of ADVED.* 2018; 792-800.

[23] Bogusevschi D, Muntean C, Muntean G-M. Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching.* 2020; 39(1): 5-18.

[24] Wu J, Guo R, Wang Z, Zeng R. Integrating spherical video-based virtual reality into elementary school students' scientific inquiry instruction: effects on their problem-solving performance. *Interactive Learning Environments.* 2021; 29(3): 496-509.

[25] Willner-Giwerc S, Rogers C, Wendell KB. The SymbIOTics System: Designing an Internet of Things Platform for

[38] Rodič B. Industry 0.4 and the new simulation modelling paradigm. *Organizacija.* 2017, 50(3): 193-207.

[39] Rojek I, Macko M, Mikołajewski D, Sága M, Burczyński T. Modern methods in the field of machine modelling and simulation as a research and practical issue related to Industry 0.4. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences.* 2021; 69(2).

[40] Arianezhad Parasto, Muzaffar Farhang, Khanmohammadi Mohammad Ali, Saleh Sadeghpour Bahram. [Determining simulator features in interior design education with a competency approach from the perspective of experts]. *Scientific technological education*. 2021; (16)1: 119-134. Persian.

[41] Tufford L, Katz E, Etherington C, Gauthier L. Simulation as Vicarious Learning in the BSW Classroom. *Journal of Teaching in Social Work.* 2021; 41(3): 257-74.

[42] Hamzeh F, Theokaris C, Rouhana C, Abbas Y. Application of hands-on simulation games to improve classroom experience. *European Journal of Engineering Education.* 2017; 42(5): 471-81.

[43] Mouha RARA. Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing.* 2021; 9(02): 77.

[44] Mohammed A H K, Jebamikyous H H, Nawara D, Kashef R. IoT text analytics in smart education and beyond. *Journal of Computing in Higher Education.* 2021; 33(3): 779-806.

[45] Mohammed AHK, Jebamikyous H-H, Nawara D, Kashef R. IoT text analytics in smart education and beyond. *Journal of Computing in Higher Education.* 2021; 33(3): 779-806.

[46] Ampera D, Fibriasari H. Implementation of Cloud Computing System in Learning System Development in Engineering Education Study Program. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST).* 2021; 9(4): 728-40.

[47] Avila-Garzon C, Bacca-Acosta J, Duarte J, Betancourt J. Augmented Reality in Education: An Overview of Twenty-Five Years of Research. *Contemporary Educational Technology.* 2021; 13(3).

[48] Elmqaddem N. Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality? *International journal of emerging technologies in learning.* 2019; 14(3).

[49] Garzón J, Baldiris S, Gutiérrez J, Pavón J. How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review.* 2020; 31: 100334.

[50] Paszkiewicz A, Salach M, Dymora P, Bolanowski M, Budzik G, Kubiak P. Methodology of implementing virtual reality in education for industry 0.4. *Sustainability.* 2021; 13(9): 5049.

Elementary School Students. *International Journal of Designs for Learning.* 2020; 11(2): 64-79.

[26] El Mrabet H, Ait Moussa A. IoT-school guidance: A holistic approach to vocational self-awareness & career path. *Education and Information Technologies.* 2021; 26(5): 5439-56.

[27] Bondaryk LG, Hsi S, Van Doren S. Probeware for the Modern Era: IoT Dataflow System Design for Secondary Classrooms. *IEEE Transactions on Learning Technologies.* 2021; 14(2): 226-37.

[28] Davies D, Beauchamp G, Davies J, Price R. The potential of the 'Internet of Things' to enhance inquiry in Singapore schools. *Research in Science & Technological Education.* 2020; 38(4): 484-506.

[29] Fernández-Caramés TM, Fraga-Lamas P. A review on human-centered IoT-connected smart labels for the industry 0.4. *IEEE access.* 2018; 6: 25939-57.

[30] Bortolini M, Ferrari E, Gamberi M, Pilati F, Faccio M. Assembly system design in the Industry 0.4 era: a general framework. *IFAC-PapersOnLine.* 2017; 50(1): 5700-5.

[31] Hyun Park S, Seon Shin W, Hyun Park Y, Lee Y. Building a new culture for quality management in the era of the Fourth Industrial Revolution. *Total Quality Management & Business Excellence.* 2017; 28(9-10): 934-45.

[32] Jagatheesaperumal SK, Rahouti M, Ahmad K, Al-Fuqaha A, Guizani M. The Duo of Artificial Intelligence and Big Data for Industry 0.4: Review of Applications, Techniques, Challenges, and Future Research Directions. IEEE Internet of Things Journal. 2021; 9(15): 12861-85.

[33] Rüßmann M, Lorenz M, Gerbert P, Waldner M, Justus J, Engel P, et al. Industry 0.4: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston consulting group.* 2015; 9(1): 54-89.

[34] Yang C, Huan S, Yang Y. Application of big data technology in blended teaching of college students: a case study on rain classroom. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET).* 2020; 15(11): 4-16.

[35] Bühler C, Knops H. Robots in the classroom-tools for accessible education. *Assistive technology on the threshold of the new millennium.* 1999; 6: 448.

[36] Inkulu AK, Bahubalendruni MR, Dara A, Sankaranarayana Samy K. Challenges and opportunities in human robot collaboration context of Industry 0.4 -a state of the art review. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application.* 2021.

[37] Reich-Stiebert N, Eyssel F, editors. Robots in the classroom: What teachers think about teaching and learning with education robots. International conference on social robotics; 2016: Springer.

[64] Kumar S, Luthra S, Haleem A, Mangla SK, Garg D. Identification and evaluation of critical factors to technology transfer using AHP approach. *International Strategic Management Review*. 2015; 3(1-2): 24-42.

[65] Marandi Vahid. [Technology transfer mechanisms: features, effects, and patterns]. *Bi-Quarterly Journal of Technology Development*. 2015; 25: 59-74. Persian.

[66] Shafiee Nikabadi, Mohsen; Ahmadi, Zahra. [The barriers to information technology transfer in Iran]. *Bi-Quarterly Journal of Technology Development*. 2016; 27: 69-82. Persian.

[67] Eliassy Mehdi, Mirzaei Hossein, Safardoost Atieh. [Pathology of the technology transfer process (Case study: technology transfer of a kind of hunting rifles from Turkey)]. *Bi-Quarterly Journal of Technology Development*. 2017; 29: 89-100. Persian.

[68] Safaei Qadiklaei Abdolhamid, Madhoshi Mehrdad, Ali Akbari Nouri Fahimeh. [Analysis of factors affecting the effectiveness of technology transfer based on fuzzy if-then rules]. *Industrial management perspective*. 2012; 6: 87-67. Persian.

[69] Karim Khanloui Giti. [Adaptation of new technologies to effective theories of education: the role of new technologies in the quality of education]. *Quarterly Journal of Studies and Development Center of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*;2014; 13: 283-293. Persian.

[70] Veiga FJM, Andrade AMVd. Critical success factors in accepting technology in the classroom. *International Journal of Emerging Technologies in Learning.* 2021; 16(18): 4-22.

[71] Yildirim B, TOPALCENGİZ ES, ARIKAN G, Timur S. Using virtual reality in the classroom: Reflections of STEM teachers on the use of teaching and learning tools. *Journal of Education in Science Environment and Health.* 2020; 6(3): 231-45.

[72] Hsu YC. Exploring the Effectiveness of Two Types of Virtual Reality Headsets for Teaching High School Mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education.* 2021; 17(8): em1986.

[73] Almeida F, Simoes J. The role of serious games, gamification and industry 0.4 tools in the education 0.4 paradigm. *Contemporary Educational Technology.* 2019; 10(2): 120-36.

[74] Silva VL, Kovaleski JL, Pagani RN. Technology transfer and human capital in the industrial 0.4 scenario: A theoretical study. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies.* 2019; 11(1): 102-22.

[75] Karacay G. Talent development for Industry 0.4. Industry 40: Managing the digital transformation: Springer; 2018.

[76] Cotet GB, Carutasu NL, Chiscop F. Industry 0.4 diagnosis from an imillennial educational perspective. *Education Sciences.* 2020; 10(1): 21.

[51] Stepan K, Zeiger J, Hanchuk S, Del Signore A, Shrivastava R, Govindaraj S, et al., editors. Immersive virtual reality as a teaching tool for neuroanatomy. *International forum of allergy & rhinology.* 2017: Wiley Online Library.

[52] Sirotová M, Michvocíková V. Virtual Reality--Part of Supervised Teaching Practice for University Students--Future Teachers? *European Journal of Contemporary Education.* 2021; 10(1): 127-36.

[53] Bowen MM. Effect of virtual reality on motivation and achievement of middle-school students. The University of Memphis; 2018.

[54] Soleimani, Hassan; Jalilifar, Hassan; Rahmanian Rouhi, Afsar. [augmented reality and virtual reality in a collective context: The structure of the abstract genre in a language learning study with a mobile]. *Journal of Modern Research in English Language Studies.* 2020; (7) 3: 1-22. Persian.

[55] Alikhani, Parasto; Rezaeizadeh; Vahidi Asl. [Analysis of group game based on augmented reality technology called food ordering in collaborative learning]. *New educational ideas*. 2018; I(13) 4: 39-62.

[56] Vachálek J, Bartalský L, Rovný O, Šišmišová D, Morháč M, Lokšík M, editors. The digital twin of an industrial production line within the industry 0.4 concept. 21st international conference on process control (PC): 2017: IEEE.

[57] Jones D, Snider C, Nassehi A, Yon J, Hicks B. Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology.* 2020; 29: 36-52.

[58] Shuguang L, Lin B, editors. Holographic classroom based on digital twin and its application prospect. IEEE 3rd International Conference on Electronics and Communication Engineering (ICECE): 2020: IEEE.

[59] Bozeman B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research policy.* 2000; 29(4-5): 627-55.

[60] Uusitalo P, Lavikka R. Technology transfer in the construction industry. *The Journal of Technology Transfer.* 2021; 46(5): 1291-320.

[61] Bagherzadeh Majid, Meftahi Jalal. [Examining the factors affecting the success of technology transfer of screw compressor industries in Iranian companies]. *Beyond management*. 2011; 125-154. Persian.

[62] Mendoza XPL, Sanchez DSM. A systematic literature review on technology transfer from university to industry. *International Journal of Business and Systems Research.* 2018; 12(2): 197-225.

[63] Nahar N, Lyytinen K, Huda N, Muravyov SV. Success factors for information technology supported international technology transfer: Finding expert consensus. *Information & management.* 2006; 43(5): 663-77.

[89] Lee K. Augmented reality in education and training. *TechTrends.* 2012; 56(2): 13-21.

[90] Hazrati S, Mahdavinasab &Y, Ghasemtabar A. [The effect of the conversational education style and formal education style application in the augmented reality on eighth-grade students' learning in science courses]. *Technology of Education Journal*. 2022; 16(3): 451-466. Persian.

[91] Calvert J, Abadia R. Impact of immersing university and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology. *Computers & Education.* 2020; 159: 104005.

[92] Hui J, Zhou Y, Oubibi M, Di W, Zhang L, Zhang S. Research on art teaching practice supported by Virtual Reality (VR) technology in the primary schools. *Sustainability.* 2022; 14(3): 1246.

[93] Salimi B, Namvar Y, Rastgoo A, Soleimani T. [A Systematic Study of the effects of new technologies on future educational trends]. *Technology of Education Journal.* 2022; 16(3): 647-659. Persian.

[94] Chen H-L, Liao Y-C. Effects of Panoramic Image Virtual Reality on the Workplace English Learning Performance of Vocational High School Students. *Journal of Educational Computing Research.* 2022; 59(8): 1601-22.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

عباس خمسه دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، دانشکده مدیریت و حسابداری می‌باشد. ایشان مدرک کارشناسی مهندسی صنایع، گرایش تکنولوژی صنعتی را در سال ۱۳۷۵ از دانشگاه صنعتی مالک اشتر و مدرک کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی را در سال ۱۳۸۴ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران دریافت نمودند. دکتری تخصصی مدیریت تکنولوژی، گرایش مدیریت R&D را نیز در سال ۱۳۹۱ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اخذ نمودند. ایشان به‌عنوان پژوهشگر برتر گروه علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۹۹ معرفی شدند و بیش از ۸۸ مقاله علمی در مجلات و ۳ مقاله درکنفرانس‌های علمی ارائه کرده و بیش از ۲۰ کارگاه تخصصی برای شرکت‌ها و سازمان‌های بزرگ در زمینه مدیریت تکنولوژی، رصد تکنولوژی، انتقال تکنولوژی برگزار نموده‌اند و به‌صورت تخصصی در موضوعات مدیریت تکنولوژی، مدیریت انتقال تکنولوژی، مدیریت کیفیت و بهره‌وری و مدیریت نوآوری فعالیت می‌کنند.

Khamseh, A. Professor, Faculty of Management and Accounting, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
abbas.Khamseh@Kiau.ac.ir

[77] Wu H-K, Lee SW-Y, Chang H-Y, Liang J-C. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education.* 2013; 62: 41-9.

[78] Kazem Nezhadvaghefi Shahram, Nikomram Hashem. [Evaluation and analysis of technology transfer process for diesel engine production]; *Industrial Management Journal (IMJ)*. 2009; 10: 15-27. Persian.

[79] Alian Hamidreza, Heidari Mojgan, Ahmadi Manizheh. [The effect of augmented reality education on learning social studies lessons for sixth-grade elementary students]. *Information and Communication Technology in Educational Sciences Journals of Islamic Azad University*. 2020; (10)4: 147-166. Persian.

[80] Campos-Pajuelo E, Vargas-Hernandez L, Sierra-Liñan F, Zapata-Paulini J, Cabanillas-Carbonell M. Learning the chemical elements through an augmented reality application for elementary school children. *Advances in Mobile Learning Educational Research.* 2022; 2(2): 493-501.

[81] Chalongarian Hassan. [Augmented reality technology in school learning]. *Journal of Psychological Studies and Educational Sciences (Iran Modern Education Development Center).* 2019; (6)2: 101-110. Persian.

[82] Kusnekoff J, Munz S, Titsworth S. Mobile Phones in the Classroom: Examining the Effects of Texting, Twitter, and Message Content on Student Learning. *Communication Education.* 2015; 64(3): 344- 365.

[83] Ibáñez MB, Portillo AU, Cabada RZ, Barrón ML. Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course. *Computers & Education.* 2020; 145: 103734.

[84] Bower M, Howe C, McCredie N, Robinson A, Grover D. Augmented Reality in education–cases, places and potentials. *Educational Media International.* 2014; 51(1): 1-15.

[85] Tarng W, Tseng Y-C, Ou K-L. Application of Augmented Reality for Learning Material Structures and Chemical Equilibrium in High School Chemistry. *Systems.* 2022; 10(5): 141.

[86] Falahi Maryam. [Application of reality technology Added in training (A case study of books elementary experimental sciences)]. *Educational technology development*. 2018: (35)6: 8-11. Persian.

[87] Cevahir H, Özdemir M, Baturay MH. The Effect of Animation-Based Worked Examples Supported with Augmented Reality on the Academic Achievement, Attitude and Motivation of Students towards Learning Programming. *Participatory Educational Research.* 2021; 9(3): 226-47.

[88] Wang M, Callaghan V, Bernhardt J, White K, Peña-Rios A. Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies. *Journal of ambient intelligence and humanized computing.* 2018; 9: 1391-402.

زهرا غلامزاده دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، گرایش نوآوری در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات می‌باشد. ایشان مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی صنایع در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نموده‌است. همچنین مدرک کارشناسی ارشد را نیز در رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش نوآوری در سال ۱۳۹۷ از دانشگاه علم و صنعت ایران کسب نموده‌است. ایشان یک مقاله علمی- پژوهشی چاپ شده در مجله ISC و ۱۱ مقاله علمی و پژوهشی ارائه شده در کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی را در سابقه پژوهشی خود دارد. همچنین به صورت تخصصی با سابقه ۱۸ سال کار آموزشی، در حوزه مدرسه و طراحی نظام‌های آموزشی و پژوهشی فعالیت می‌کند.

Ph. D. Candidate of Science and Research University, Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research University, Tehran.
zahra.gholamzadeh@srbiau.ac.ir

Citation (Vancoure): Gholamzadeh Z, Khamseh A. [Determining the priorities of Industry 4.0 from the view of technology acquisition using Fuzzy TOPSIS method]. *Tech. Edu. J. 2023; 17(3): 541-560*
https://doi.org/10.22061/tej.2023.9350.2835

COPYRIGHTS
©2023 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.