



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Selection of Internet of things (IoT) applications in education industry using the Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method

A. Mohammadian^{*1}, M. Sedighi², M. Serkani³

¹ Department of Information Technology Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

² Departments of Management, Science and Technology, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Tehran, Iran

³ Department of Information Technology Engineering, Noore Toubia Virtual University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Received: 27 September 2021
Reviewed: 27 November 2021
Revised: 26 January 2022
Accepted: 30 January 2022

KEYWORDS:

Internet of Things (IOT)
Education
Best- worst Method
Decision making
Applications

* Corresponding author

✉ mohamadian@ut.ac.ir

① (+98912)2882488

Background and Objectives: Deploying IoT-based education can allow students to explore the environment using embedded sensors. They can access educational materials and other information at any time. Teachers can also use wearable devices and smartphones in the classroom to improve teaching and learning. Although new technologies such as smart schools, e-learning, e-learning content and smart classroom equipment have had a positive impact on the process of teaching and conveying concepts to learners, they have not been able to meet the challenges in this area well enough. Since the Internet of Things, in addition to using the mentioned technologies through technology convergence such as cloud computing, massive data, blockchain, smart phones, objects and classroom environment, etc. has a tremendous effect on the education industry by creating new teaching and learning methods, developing the systems of monitoring and control and improving the decisions through data analysis, it is argued that the IoT can empower the education sector to solve the problems and challenges it faces by providing practical solutions.

Methods: This research is an applied research in terms of purpose and it is based on mixed methods research (qualitative- quantitative) considering how the data are collected. At the beginning of the research, the Meta-synthesis method was used to identify the applications of the IoT in education. In this method, 4638 articles were found, and after being reviewed, 490 articles were extracted among these 128 articles were used for the final analysis. Also, using the questionnaire as a tool to prioritize the Internet of things applications in education, the best-worst multi-criteria decision-making method was used.

Findings: The findings showed that applications such as "Smart Campus" and "Student Health" have the highest priorities, respectively. Applications such as "Education (Teaching) and Learning", "Smart Class" and "Smart Tracking or Intelligent Transportation system" were the next priorities.

Conclusion: According to the findings, suggestions can be made to solve the problems of the education industry. In the field of application, with the help of IoT technology, there are problems such as the limitation of education to one place and time, wasting class time due to high density of people, lack of intelligence and high maintenance costs of educational centers, lack of accurate monitoring of students' health and hygiene, and the inadequacy of educational facilities for the physically disabled reducing the lack of smartness of the transportation system. Education industry policymakers can also be advised to pay special attention to these areas, given that the areas of "smart health monitoring", "smart energy" and "security" are more important than other sub-applications and they should also pay attention to these special sections. Also, action should be taken for public education and extensive publicity in familiarizing the society with smart products and IoT technology in order to increase user acceptance and create demand. Among the limitations of the research, the limited number of experts familiar with IoT technology in the country's education sector can be mentioned. It is suggested to examine the relationships between applications and sub-applications and their priority based on the feasibility and attractiveness of the indicators in the future research.



NUMBER OF REFERENCES
133



NUMBER OF FIGURES
9



NUMBER OF TABLES
7

مقاله پژوهشی

انتخاب کاربردهای اینترنت اشیا (IoT) در صنعت آموزش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین - بدترین

ایوب محمدیان^{۱*}، محمد بشیر صدیقی^۲، محمد سرکانی^۳

^۱ گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۲ گروه مطالعات علم و فناوری، دانشکده مدیریت، علم و فناوری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران

^۳ گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی، موسسه آموزش عالی الکترونیکی نور طوبی، تهران

چکیده

پیشینه و اهداف: با استقرار آموزش مبتنی بر اینترنت اشیا، دانش‌آموزان و دانشجویان می‌توانند با استفاده از سنسورهای جاسازی شده محیط را بهتر کشف کنند. آن‌ها می‌توانند در هر زمان به محتوای آموزشی و سایر اطلاعات دسترسی پیدا کنند. معلمان همچنین می‌توانند دستگاه‌های پوشیدنی و تلفن‌های هوشمند را در کلاس‌های درس برای بهبود آموزش و یادگیری استفاده کنند. با اینکه تکنولوژی‌های نوین نظیر مدارس هوشمند، آموزش‌های الکترونیکی، محتواهای آموزشی الکترونیکی و تجهیزات کلاس‌های هوشمند توانسته‌اند تأثیر مثبتی بر روند آموزش و انتقال مفاهیم به فراگیران داشته باشند؛ اما نتوانسته‌اند چالش‌های این حوزه را به‌خوبی رفع کنند. با توجه به این‌که اینترنت اشیا علاوه بر به‌کارگیری تکنولوژی‌های اشاره‌شده از طریق همگرایی فناوری مانند رایانش ابری، عظیم داده‌ها، بلاک چین، تلفن‌های هوشمند، اشیا و محیط کلاس و ... نتوانسته است روی صنعت آموزش از طریق خلق روش‌های نوین آموزش و یادگیری، ارتقای سیستم‌های نظارت و کنترل و بهبود تصمیم‌گیری‌ها از طریق تحلیل داده‌ها، تأثیر شگرفی داشته باشد. بنابراین می‌توان ادعا کرد که اینترنت اشیا از طریق ارائه راه‌کارهایی کاربردی، می‌تواند بخش آموزش را در حل مشکلات و چالش‌های پیش رویش، توانمند سازد.

روش‌ها: این پژوهش از منظر هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی است و براساس نحوه جمع‌آوری داده‌ها از نوع پژوهش‌های آمیخته (کیفی- کمی) است. در ابتدای تحقیق برای شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش از روش فراترکیب استفاده شده است که در این روش ابتدا تعداد ۴۶۳۸ عنوان مقاله یافت شد که پس از بررسی ۴۹۰ مقاله استخراج شد و از این تعداد ۱۲۸ مقاله برای تحلیل نهایی مورداستفاده قرار گرفتند. همچنین با استفاده از ابزار پرسش‌نامه برای اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین - بدترین (BWM) استفاده شده است.

یافته‌ها: تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد که کاربردهایی مانند «پرديس هوشمند»، «سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان» به ترتیب بالاترین اولویت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. کاربردهایی مانند «آموزش و یادگیری»، «کلاس هوشمند» و «سیستم ردیابی یا حمل‌ونقل هوشمند» در اولویت‌های بعدی قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های پژوهش می‌توان برای رفع مشکلات صنعت آموزش پیشنهادهایی را ارائه کرد. در حوزه کاربردی به کمک فناوری اینترنت اشیا می‌توان مشکلاتی از قبیل محدود بودن آموزش به یک مکان و زمان، هدر رفتن زمان کلاس به دلیل تراکم بالای افراد، هوشمند نبودن و هزینه زیاد نگهداری مراکز آموزشی، عدم نظارت دقیق بر سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان، مناسب نبودن فضاهای آموزشی برای افراد ناتوان جسمی (معلول)، عدم هوشمندی سیستم حمل‌ونقل را کاهش داد. همچنین می‌توان به سیاست‌گذاران صنعت آموزش پیشنهاد کرد که با توجه به این‌که بخش‌های «نظارت هوشمند بر سلامت»، «انرژی هوشمند» و «امنیت» دارای اهمیت بیشتری نسبت به سایر کاربردها هستند و باید توجه ویژه به این بخش‌ها داشته باشند. همچنین اقدام در جهت آموزش همگانی و عمومی و تبلیغات گسترده در آشنایی جامعه با محصولات هوشمند و فناوری اینترنت اشیا به‌منظور افزایش پذیرش کاربران و ایجاد تقاضا صورت پذیرد. از محدودیت‌های پژوهش می‌توان به تعداد محدود خبرگان آشنا با فناوری اینترنت اشیا در بخش آموزش کشور اشاره کرد و در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد روابط بین کاربردها و زیر کاربردها و اولویت آن‌ها براساس شاخص‌های امکان‌پذیری و جذابیت بررسی شود.

تاریخ دریافت: ۵ مهر ۱۴۰۰
تاریخ داوری: ۶ آذر ۱۴۰۰
تاریخ اصلاح: ۶ بهمن ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۱۰ بهمن ۱۴۰۰

واژگان کلیدی:

اینترنت اشیا
آموزش
روش بهترین - بدترین
تصمیم‌گیری
کاربردها

* نویسنده مسئول

✉ mohammadian@ut.ac.ir

① ۲۸۸۲۴۸۸ - ۰۹۱۲

مقدمه

تأثیر فناوری را می‌توان در بسیاری از جنبه‌های آموزش از مشارکت دانش‌آموزان در یادگیری و ایجاد محتوا برای کمک به معلمان، ارائه محتوای شخصی و بهبود نتایج دانش‌آموزان مشاهده کرد. امروزه نیز مسأله کیفیت آموزش و اثربخشی نظام‌های آموزشی از مهم‌ترین دغدغه‌های نظام‌های آموزشی و برنامه‌ریزان و تصمیم‌سازان امر توسعه در هر کشوری است. لذا فناوری اطلاعات و ارتباطات این توان را دارد که طی یک برنامه مدون و با تغییر در ساختار و روش‌های آموزش به ایجاد این تغییرات کیفی کمک کند. این تغییرات باعث می‌شود تا از هزینه‌های آموزش کاسته و کیفیت افزایش یابد، محصولات نظام‌های آموزشی را با نیازهای جامعه هماهنگ و منطبق نماید و در جهت کاربردی نمودن آموزش قدم بردارد. از سوی دیگر با در اختیار داشتن فناوری اطلاعاتی و ارتباطی مختلف و پیشرفته، امکان برقراری سریع ارتباط و تبادل سریع اطلاعات بیش‌ازپیش میسر گردیده است. افراد در هر کجا که باشند می‌توانند آخرین اطلاعات موردنیاز خود را در هر زمینه‌ای دریافت کنند. اما بیشک بیشترین تأثیر پدید آمدن فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی بر محیط‌های آموزشی بوده است. باوجوداینکه بیش از ۲۰۰۰ سال قبل تاکنون زمینه‌ها و نظام‌های آموزش و یادگیری در مقایسه با سایر مقوله‌ها تغییرات بسیار کمی داشته است؛ اکنون به مدد فناوری اطلاعات مدتی است که تحولات سریعی آغاز شده است. لذا روش‌های سنتی آموزش دیگر پاسخگوی حجم عظیم برای آموزش نیست و آموزش با بهره‌گیری از فناوری به‌جای آموزش متعارف به‌عنوان یک‌راهکار برای گذار به جامعه اطلاعاتی مطرح‌شده و طبیعی است که نظام آموزشی کشور نخستین مکان اجرای آن باشد.

معرفی اینترنت اشیا در آموزش و پرورش، که ارتباطات اینترنتی را بین اشیای فیزیکی، سنسورها و کنترل‌کننده‌ها تعیین می‌کند، مؤسسات آموزشی و مفهوم آموزش را به‌شدت تغییر داده است. امروزه اینترنت اشیا در آموزش و پرورش از یک مدل انتقال دانش به یک مدل همکاری فعال خودگردان، با نفوذ فناوری در مؤسسات آموزشی تغییر یافته است. این امر بسیاری از نهادها را مجبور به تدریس و یادگیری مجدد کرده است [۱]. ضرورت و اهمیت تحقیق از بعد نظری را می‌توان این‌گونه بیان کرد که با توجه به روزآمد بودن و جدید بودن موضوع و همچنین توانایی به‌کارگیری اینترنت اشیا در آموزش، این نیاز دیده می‌شود که در این خصوص مطالعه و تحقیق صورت پذیرد [۲]. مطالعات قبلی در مورد اینترنت اشیا در آموزش، در داخل کشور وجود ندارد و بیشتر بر جنبه‌های هوشمندسازی مدارس و مشکلات هوشمندسازی مدارس پرداخته شده است. این در حالی است که در پژوهش موجود به شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش پرداخته شده است. با توجه به پیش‌بینی‌های مطرح‌شده حجم بازار اینترنت اشیا تا سال ۲۰۲۵ به ۱۱.۱ تریلیون دلار خواهد رسید؛ بنابراین این تحقیق می‌تواند به کارآفرینان و شرکت‌های فعال در حوزه ساخت‌وساز و فناوری اطلاعات کمک کرده تا بهترین کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش را

شناسایی کرده و از آن برای کارآفرینی و کسب درآمد استفاده کنند و این نکته بیان‌کننده ضرورت و اهمیت تحقیق از بعد کاربردی است. در خصوص ضرورت و اهمیت تحقیق از جنبه قانونی و برنامه‌ای می‌توان بیان کرد، همان‌طور که در سند تحول بنیادین آموزش و پرورش بیان شده است «تحول بنیادین در نظام آموزش و پرورش مبتنی بر آرمان‌های بلند نظام اسلامی باید معطوف به چشم‌اندازی باشد که در افق روشن ۱۴۰۴ ترسیم‌گر ایرانی توسعه‌یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه با هویتی اسلامی انقلابی، الهام‌بخش جهان اسلام همراه با تعاملی‌سازنده و مؤثر در عرصه روابط بین‌المللی است» [۳].

لذا ضرورت دارد در خصوص شناسایی کاربردها و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش و پرورش تحقیق و مطالعات لازم صورت بگیرد. مقالات حوزه اینترنت اشیا بیشتر بر جنبه‌های فناورانه آن تمرکز داشته‌اند و به موضوع اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش پرداخته نشده است. این در حالی است که برای پیاده‌سازی کاربردهای مختلف اینترنت اشیا در صنعت آموزش باید کاربردهای مختلف شناسایی و با در نظر گرفتن شرایط خاص کشور ایران اولویت‌بندی شوند.

باقری و موحد در تحقیق خود جزئیات چگونگی شکل‌گیری اینترنت اشیا در فضاهای آموزشی و کلاس‌های آموزشی را در چهار دسته تقسیم کردند [۱].

○ مدیریت انرژی مراکز آموزشی و نظارت بر سیستم‌های زیست‌محیطی که بهره‌وری انرژی را برای یک آینده پایدار فراهم می‌کند.

○ سیستم‌های کنترل دسترسی که در مراکز آموزشی یک مکان امن و مطمئن ایجاد می‌کنند.

○ نظارت بر سلامت دانش‌آموزی یا دانشجویی که دسترسی به خدمات بهداشتی باکیفیت را برای دانش‌آموزان یا دانشجویان فراهم می‌کند.

○ آموزش و تقویت یادگیری که تجربه‌ای غنی‌تر برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند.

سومیلاتا و هگد در یک تحقیق در مورد اینترنت اشیا عمدتاً بر چگونگی فعال کردن اشیای عمومی برای دیدن، شنیدن و بوی دنیای فیزیکی تمرکز کرده و اینکه آن‌ها را به اشتراک بگذارند. به این معنا، نظارت و تصمیم‌گیری می‌تواند از طرف انسان به سمت ماشین حرکت کند. در نتیجه اینترنت اشیا به‌عنوان اتصال شبکه‌ای از اشیای فیزیکی و یا دستگاه‌ها در نظر گرفته شده است. یکی از تعاریف اینترنت اشیا توسط پژوهشگر درک اشیای هوشمند است که توانایی سازمان‌دهی خودکار دارند، و اطلاعات، داده‌ها و منابع را به اشتراک می‌گذارند، و نسبت به آن‌ها واکنش نشان می‌دهند و در مواجهه با شرایط و تغییرات در محیط، عمل می‌کنند [۴].

اسیو و همکاران در پژوهشی با عنوان «اینترنت اشیا: سوار موج در آموزش عالی»، بیان کردند که اینترنت اشیا در حال حاضر در اکثر دانشگاه‌ها و مدارس در قالب دوربین‌های امنیتی، کنترل دما و دسترسی

کارت هوشمند دانشگاه را محقق کردند که پاسخی مؤثر و دقیق برای نظارت بر غیبت‌ها با کاهش بارکاری ارائه می‌دهد. این سیستم عملکردی قدرتمند برای جستجوی کلاس، دوره، زمان و نام دانش‌آموزان ارائه می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که هر زمان که نیاز باشد اطلاعات واقعی و کارآمد برای دفتر اداری در دسترس خواهد بود. این سیستم به عملکرد عملی خوب، بهبود کیفیت و کارایی مدیریت، و همچنین تسریع در استفاده از فناوری اطلاعات منجر شده است [۹].

با توجه به مقالات مرور شده (۱۲۸ مقاله نهایی) می‌توان نتیجه گرفت که اکثر مقالات به توصیف یک کاربرد مشخص پرداخته‌اند و تعداد کمی از مقالات به‌مرور کاربردها پرداخته‌اند. همچنین هیچ‌کدام از مقالات مرور شده به اولویت‌بندی کاربردهای شناسایی‌شده نپرداخته‌اند. بیشتر مقالات از روش‌های مطالعه موردی و طراحی جهت گردآوری و تحلیل داده استفاده کرده‌اند.

هدف از این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش است. در این پژوهش ما قصد داریم با مرور مقالات به کمک روش فراترکیب نسبت به شناسایی، استخراج و دسته‌بندی کاربردها و زیرکاربردها اقدام و به کمک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین - بدترین، کاربردها و زیرکاربردها را وزن‌دهی و اولویت‌بندی کنیم و درنهایت اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش را ارائه دهیم. این پیشنهادها برای مدیران بخش‌هایی همچون دانشکده و دانشگاه‌ها، آموزش‌وپرورش و سیاست‌گذاران کاربرد دارد.

ازجمله نوآوری‌های این پژوهش می‌توان به استفاده از روش فراترکیب و ابزار ارزیابی کیفی مقالات (CASP) جهت شناسایی سیستماتیک کاربردها در صنعت آموزش و استفاده از روش بهترین - بدترین (BWM) جهت اولویت‌بندی کاربردهای شناسایی‌شده، اشاره کرد.

روش تحقیق

ازآنجا که این پژوهش به شناسایی و ارائه اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا برای صنعت آموزش می‌پردازد؛ از منظر هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی است و براساس نحوه جمع‌آوری داده‌ها از نوع پژوهش‌های آمیخته (کیفی - کمی) است. در ابتدای تحقیق به دلیل این که برای شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش از روش فراترکیب استفاده می‌شود روش تحقیق از نوع کیفی است. در ادامه تحقیق در بخش کمی، برای اولویت‌بندی کاربردها اینترنت اشیا در آموزش از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین - بدترین استفاده می‌شود، و با توجه به این که داده‌های کمی موردنیاز این تحقیق با استفاده از پرسش‌نامه به‌دست آمده است؛ روش تحقیق از نوع پیمایشی محسوب می‌شود. برای رسیدن به هدف این پژوهش باید به این سؤالات پاسخ داد:

- کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش چیست؟
- چگونه می‌توان کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش را طبقه‌بندی کرد؟

به ساختمان‌ها، چراغ‌ها، برق و غیره حضور دارد. جالب‌تر، مزایای بالقوه افزایش ارتباطات است که باعث افزایش تدریس و یادگیری می‌شود یا اینکه حالت‌های عملیاتی جدید را فراهم می‌کند. برای مثال، دسترسی مجدد به قدرت محاسبات، محتوای آنلاین باکیفیت بالا و رسانه‌های اجتماعی و ارتباطات می‌تواند برای ارتقای تجربه‌آموزشی استفاده شود. دانش‌آموزان می‌توانند آموزش‌های خود را با ویدئو، فعالیت‌ها، ارزیابی‌ها و مکالمات مرتبط با دانش‌آموزان و اعضای هیئت‌علمی در سراسر جهان انجام دهند. علاوه بر این، فرصت‌های انجام تحقیقات علمی در مورد جنبه‌های مختلف اینترنت اشیا در حال حاضر در حال اجرا در بسیاری از مؤسسات آموزش عالی است، به‌عنوان مثال، "آزمایشگاه زندگی" در دانشگاه Carnegie Mellon یک نمونه از این مؤسسات است [۵].

راملوات و پاتانایاک در پژوهشی با عنوان «کاوش در اینترنت اشیا (IoT) در آموزش‌وپرورش» به تغییرات موجود در اجرای فناوری اینترنت اشیا در زمینه آموزش پرداخته‌اند. تأکید بر نوآوری‌های ارائه‌شده توسط نویسندگان مختلف در رابطه با اجرای منابع اینترنت اشیا در زمینه‌های آموزش ازجمله آموزش علوم رایانه، آموزش و یادگیری از راه دور، آموزش علوم پزشکی و همچنین آموزش سبز است. روابط متقابل بین اینترنت اشیا و پارادایم محاسبات ابری در بخش آموزش نیز موردبحث قرار گرفته است. می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از منابع و همچنین امکانات فناوری اینترنت اشیا، کارایی فرایند آموزش و یادگیری به میزان قابل‌توجهی امکان افزایش دارد. علاوه بر این، تحقیقات همچنین می‌تواند در زمینه برخی از ابزارهای نوآورانه ویژه اینترنت اشیا انجام شود که می‌تواند در کل آموزش‌وپرورش مفید باشد [۶].

هولیر و ابوزهر در پژوهشی با عنوان «اینترنت اشیا (IoT) به‌عنوان فناوری کمکی: کاربردهای بالقوه در آموزش دوره سوم» به استفاده از اینترنت اشیا برای افرادی که دارای معلولیتند در فضای آموزشی پرداخته و همچنین ۳ ایده برای استفاده از اینترنت اشیا برای دانش‌آموزان معلول ارائه داده‌اند [۷].

دربرگ و همکاران در پژوهشی با عنوان «اینترنت اشیا نظارت بر محیط‌زیست در دانشگاه» سیستمی شامل استقرار سنسورهای بی‌سیم و شبکه محرک در اینترنت اشیا برای برنامه نظارت بر محیط‌زیست در محوطه دانشگاه پیشنهاد و بیان کرده‌اند. سنسور دما و رطوبت برای اندازه‌گیری شرایط محیطی استفاده می‌شود و اطلاعات از طریق ارتباط بی‌سیم به ابر ارسال می‌شود. بازخورد براساس تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده ارائه می‌شود و در صورت لزوم محرک را فعال می‌کند. این سیستم به جامعه دانشگاه اجازه می‌دهد تا نه تنها فعالیت خود را برنامه‌ریزی کنند؛ زیرا می‌توانند داده‌های زمان واقعی را به‌دست آورند؛ بلکه هشدار می‌دهد تا از قرار گرفتن در معرض هرگونه خطر مربوط به گرما جلوگیری کنند [۸].

الوی و همکاران در پژوهشی با عنوان «سیستم مدیریت حضور دانشجویان مبتنی بر بستر کارت هوشمند پردیس» با استفاده از فناوری کارت IC بدون تماس، سیستم مدیریت حضور دانش‌آموزان براساس بستر

بهمن‌ماه سال ۱۳۹۷ تا سال ۱۳۹۹ است. همچنین قلمروی موضوعی این پژوهش، مجموعه کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در صنعت آموزش است.

مراحل انجام پژوهش

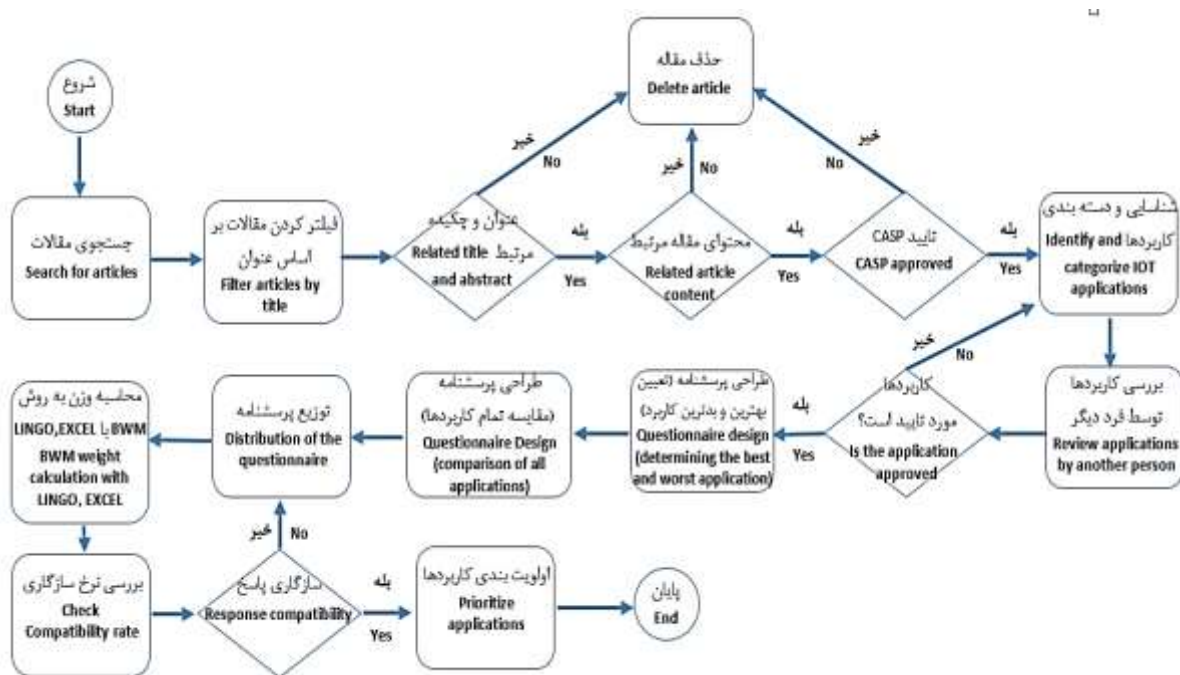
ابتدا مقالات از پایگاه داده‌های موردنظر شناسایی و استخراج شده‌اند. مقالات استخراج شده براساس عنوان، چکیده و محتوا مورد بررسی قرار گرفته و مقالاتی که متناسب با موضوع پژوهش نبوده‌اند، حذف شده‌اند. سپس مقالات را به کمک ابزار ارزیابی کیفیت مقالات کیفی یعنی ابراز «برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی (CASP)» مورد ارزیابی قرار داده و مقالاتی که به تأیید این ابزار نرسیدند، حذف شدند. بعد از شناسایی مقالات مناسب، این مقالات مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش شناسایی و از مقالات استخراج و دسته‌بندی شده‌اند. کاربردهای استخراج شده جهت بررسی در اختیار سه نفر از اساتید مسلط به حوزه اینترنت اشیا قرار داده شده تا مجدداً مورد بررسی قرار گرفته و ضریب کاپا برای تعیین میزان توافق دو کدگذار محاسبه شد که بالای ۸۰ درصد و مورد قبول بوده است.

بعد از بررسی و نهایی شدن کاربردها براساس مدل مفهومی پژوهش، که برگرفته شده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین - بدترین (BWM) است، طراحی پرسش‌نامه شروع شد و در اختیار سه نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعت قرار داده شد تا اشکالات و نواقص احتمالی مربوط به روایی آن برطرف شود. تمام مراحل پژوهش در شکل ۱ ترسیم شده است و در ادامه به تفصیل این مراحل شرح داده شده است.

○ وزن دهی و تعیین اولویت هریک از کاربردهای اصلی و فرعی اینترنت اشیا در صنعت آموزش چگونه است؟

جامعه آماری، نمونه آماری و قلمروی تحقیق

جامعه آماری این پژوهش شامل خبرگان آشنا با فناوری و کاربردهای اینترنت اشیا و مسئولین هوشمندسازی مدارس که در زمینه استفاده از فناوری‌های نوین در مراکز آموزشی فعالیت دارند و نیز برخی از صاحب‌نظران و اعضای هیئت علمی دانشگاه‌های سطح شهر تهران بوده است که دارای مقالات متعدد در حوزه اینترنت اشیا بوده و با نیازمندی‌ها و مشکلات صنعت آموزش نیز آشنا بوده‌اند. بعد از بررسی و تأیید پرسش‌نامه توسط خبرگان دانشگاهی، پرسش‌نامه جهت تکمیل توزیع شده و بعد از تکمیل و جمع‌آوری، به کمک نرم‌افزارهای LINGO و EXCEL مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بعد از تجزیه و تحلیل پاسخ‌ها و به جهت اطمینان از صحت پاسخ‌ها نرخ سازگاری، پاسخ‌ها محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفته شدند و پاسخ پرسش‌نامه‌هایی که از نرخ سازگاری لازم برخوردار نبوده‌اند کنار گذاشته شدند. همان‌گونه که در گام پنجم اشاره شد در روش بهترین - بدترین نرخ سازگاری در بازه [۰، ۱] قرار می‌گیرد و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات بیشتری برخوردارند و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات کمتری برخوردارند. در این پژوهش از نظر ۱۲ پاسخ‌دهنده که پاسخ‌های آن‌ها نرخ سازگاری لازم (کمتر از ۰.۵) را داشتند به عنوان نمونه آماری استفاده شده است. این پژوهش در کشور ایران و شهر تهران انجام شده است. مدت زمان انجام این پژوهش از



شکل ۱: مراحل انجام پژوهش

Fig. 1: Steps of research

این پژوهش، جهت دریافت مقالات و کتب از نشریات مختلف، فقط زبان انگلیسی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مرحله، به منظور جستجوی نظام مند مقالات منتشر شده ابتدا پنج کلیدواژه اصلی که در جدول ۲ ارائه شده است با شش کلیدواژه فرعی که در جدول ۳ ارائه شده است، ترکیب شده و ۳۰ عنوان جستجو ایجاد شد. به کمک این ۳۰ عنوان ترکیبی در پایگاه داده علمی scopus مقالات مورد جستجو قرار گرفتند.

جدول ۲: کلیدواژه‌های اصلی تحقیق

Table 2: Keywords of research

فارسی	English
اینترنت اشیا	Internet of Things
مخفف اینترنت اشیا	IoT
اینترنت همه چیز	Internet of Everything
مخفف اینترنت همه چیز	IoE
هوشمند	Smart

جدول ۳: کلیدواژه‌های فرعی تحقیق

Table 3: Research sub-keywords

فارسی	English
آموزش و پرورش، تحصیلات	Education
یادگیری	Learning
کلاس	Class
دانش آموز، دانشجو	Student
پردیس دانشگاه	Campus
آموزش	Training

در نتیجه جستجو و بررسی‌های به عمل آمده و با استفاده از ترکیب واژه‌های کلیدی اصلی و فرعی و با در نظر گرفتن معیارهای پذیرش مقالات، در مجموع تعداد ۴۶۳۸ منبع یافت که تعداد ۶۵۳ مقاله مرتبط با پژوهش تشخیص داده شد و از این تعداد ۴۹۰ مقاله در دسترس بود.

گام سوم: جستجو و انتخاب مقالات مناسب

در این پژوهش با جستجو ۴۶۳۸ عنوان مقاله به دست آمد که با بررسی عنوان این مقالات ۶۵۳ مقاله از نظر عنوان با موضوع تحقیق ارتباط داشت که از این تعداد ۴۹۰ مقاله قابل دریافت و در دسترس قرار داشت. در بین ۴۹۰ مقاله به دست آمده به دنبال مقالات تکراری گشته که بعد از بررسی، تعداد ۳۱ مقاله تکراری موجود بود و با حذف مقالات تکراری در نهایت تعداد ۴۵۹ مقاله به دست آمد. در ادامه ۴۵۹ مقاله موجود و در دسترس از نظر چکیده مورد بررسی قرار گرفتند و مقالاتی که از نظر چکیده به موضوع تحقیق وابسته نبودند مشخص و حذف شدند. در این بررسی تعداد ۲۵۱ مقاله از نظر چکیده مرتبط تشخیص داده شد. در ادامه با بررسی محتوای ۲۵۱ مقاله تعداد ۱۳۸ مقاله از نظر محتوا مورد تأیید تشخیص داده شد. با بررسی منابع، ۲ مقاله دیگر به جمع مقالات اضافه شد و تعداد مقالات مورد تأیید از نظر محتوا ۱۴۰ عدد شد. در ادامه ۱۴۰ مقاله با روش CASP ارزیابی شدند و تعداد ۱۲ مقاله حذف و ۱۲۸ مقاله نهایی مشخص شد. تمامی کاربردها از این ۱۲۸ مقاله نهایی استخراج شده‌اند.

روش گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی

در این پژوهش از روش فراترکیب به منظور مقایسه، تفسیر، تبدیل و ترکیب چارچوب‌های مختلف استفاده شده است. فراترکیب به جای ارائه خلاصه جامعی از یافته‌ها، یک ترکیب تفسیری از یافته‌ها را ایجاد می‌کند. به طور کلی، فراترکیب نوعی مطالعه کیفی است که اطلاعات و یافته‌های استخراج شده از مطالعات کیفی دیگر با موضوع مرتبط و مشابه را بررسی می‌کند. در نتیجه، نمونه مورد نظر برای فراترکیب، از مطالعات کیفی منتخب و بر اساس ارتباط آن‌ها با سؤال پژوهش ساخته می‌شود. در این پژوهش برای شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش با استفاده از روش فراترکیب از روش هفت مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷) [۱۰] استفاده شده است.

گام اول: تنظیم سؤال تحقیق

برای تنظیم سؤال پژوهش، اولین گام برای محققان تمرکز بر «چه چیزی - What» مطالعه است. در پژوهش حاضر شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش مورد بررسی قرار می‌گیرد. این پارامتر از طریق جواب دادن به سؤالات زیر تنظیم می‌شود: Who - چه کسی: یا جامعه مورد مطالعه را مشخص می‌کند. در این پژوهش مقالات چاپ شده در ژورنال‌ها و کنفرانس‌های علمی در پایگاه داده علمی اسکوپوس مورد بررسی قرار گرفت.

When - چه وقت: چارچوب زمانی یا «چه وقت» موجب به کارگیری محدودیت در مدت تحقیق می‌شود. مقالات مطالعه شده در این تحقیق از سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ است.

How - چگونه: «چگونگی» روشی است که برای فراهم کردن مطالعات استفاده شده است. منظور روشی است که برای انجام مطالعه منابع یافت شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش، روش «تحلیل اسنادی»، تحلیل داده‌هایی که به صورت ثانویه است، مورد استفاده قرار گرفته است. در روش فراترکیب متن پژوهش‌های قبلی، داده (داده‌های ثانویه) محسوب می‌شوند. محقق با در نظر گرفتن معیارهایی، مقالات مناسب که وارد فرآیند فراترکیب (Inclusion) و مقالاتی که از فرآیند خارج می‌شوند (Exclusion) را شناسایی و مشخص می‌کند. در جدول ۱ سؤال پژوهش به همراه پارامترها بیان شده است:

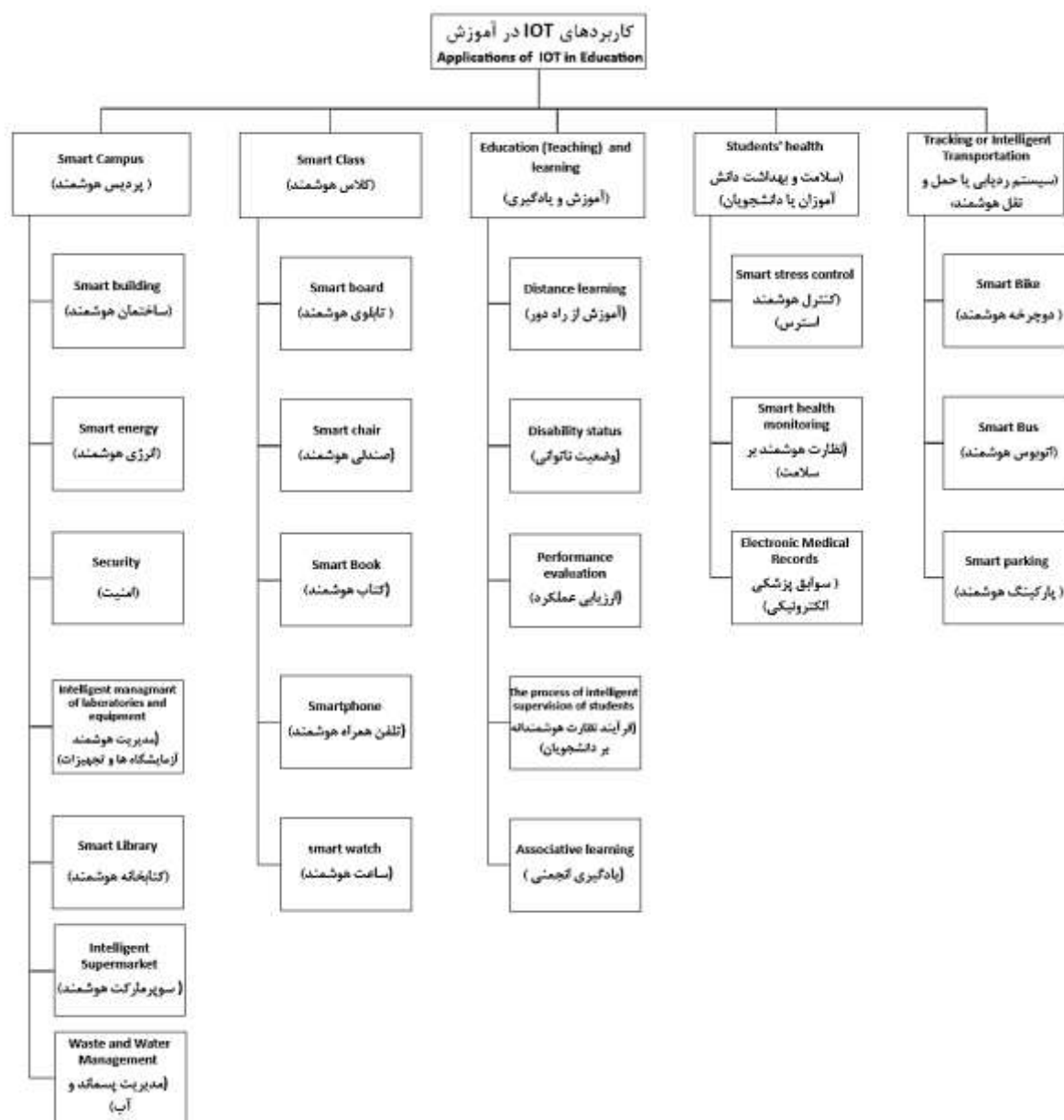
جدول ۱: تنظیم سؤال تحقیق در بخش کیفی

Table 1: Setting the research question in the qualitative section

پارامترها (Parameters)	سؤال تحقیق (Research question)
What (چه چیزی)	شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت
Who (جامعه مورد مطالعه)	آموزش از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰
When (محدودیت زمانی)	Identifying IoT applications in the education industry from 2010 to 2020
How (چگونگی روش)	

گام دوم: بررسی متون به صورت نظام مند

در گام دوم روش فراترکیب، در پایگاه داده علمی و موتور جستجوی علمی با کلیدواژه‌های متعددی مقالات مورد جستجو قرار گرفتند. در



شکل ۲: دسته بندی کاربردهای شناسایی شده در پژوهش

Fig. 2: Classification of applications identified in the research

موضوعات شناسایی و مشخص شدند، بررسی کننده یک طبقه بندی را شکل می دهد و طبقه بندی های مشابه و مربوطه را در موضوعی قرار می دهد که آن را به بهترین نحو توصیف می کند. تمها اساس و پایه ای را برای ایجاد « توضیحات و مدل ها، تئوری ها یا فرضیات کاری » ارائه می دهند [۱۱].

در پژوهش حاضر، ابتدا تمام کاربردهای استخراج شده از مطالعات را به عنوان کد در نظر می گیریم. سپس با در نظر گرفتن مفهوم هریک از این کدها، آن ها را در یک مفهوم مشابه دسته بندی می کنیم. به این ترتیب مفاهیم (تمها) تحقیق را شکل می دهیم. ۳۸۸ کد از ۱۲۸ مقاله استخراج شد که با ترکیب آن ها ۵ کاربرد اصلی به همراه ۲۳ زیر کاربرد شناسایی و دسته بندی شدند. این کاربردها در شکل ۲ نشان داده شده اند.

گام چهارم: استخراج اطلاعات مقاله

در پژوهش به روش فراترکیب، پژوهشگر به طور پیوسته مقالات منتخب و نهایی شده را که در این پژوهش ۱۲۸ مقاله است، به منظور دستیابی به یافته های مرتبط با موضوع پژوهش چند بار به صورت عمیق مورد بررسی قرار داده است.

گام پنجم: تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته های کیفی

در طول تجزیه و تحلیل، محقق موضوعات یا تم هایی را جستجو می کند که در میان مطالعات موجود در فرا ترکیب پدیدار شده اند. ساندلوسکی و باروسو به این مورد به عنوان « بررسی موضوعی » اشاره می کند؛ به طوری که محقق تمها یا موضوعاتی را مشخص می کند. به محض اینکه

روش گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌های کمی

پس از اینکه در مرحله کیفی پژوهش کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش شناسایی شد؛ در این بخش به اولویت‌بندی این کاربردها پرداخته خواهد شد. بعد از بررسی و نهایی شدن کاربردها براساس مدل مفهومی پژوهش، که برگرفته شده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین - بدترین (BWM) است، شروع به طراحی پرسش‌نامه در دو گام کرده و این پرسش‌نامه را در اختیار اساتید دانشگاه قرار داده تا روایی آن بررسی شود. پرسش‌نامه در دو گام طراحی شده است؛ گام اول برای تعیین بهترین و بدترین کاربرد در هر دسته است که برای تعیین بهترین و بدترین کاربرد هر دسته، از نظر خبرگان و معیار بیشترین تکرار کاربرد در مقالات استفاده شده است. گام دوم براساس معیارهای انتخاب شده در گام اول تعیین شده و منجر به تهیه پرسش‌نامه نهایی می‌شود. بعد از بررسی و تأیید پرسش‌نامه توسط خبرگان دانشگاهی، پرسش‌نامه جهت تکمیل توزیع شده و بعد از تکمیل و جمع‌آوری، به کمک نرم‌افزارهای LINGO و EXCEL مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. بعد از تجزیه و تحلیل پاسخ‌ها و به جهت اطمینان از صحت پاسخ‌ها باید نرخ سازگاری، پاسخ‌ها محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفته شود و پاسخ پرسش‌نامه‌هایی که از نرخ سازگاری لازم برخوردار نبوده‌اند کنار گذاشته شوند. در نهایت به کمک روش بهترین-بدترین کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش، اولویت‌بندی می‌شوند.

روش بهترین - بدترین (Best-Worst Method)

روش بهترین-بدترین یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چند معیاره است که در سال ۲۰۱۵ در مجله امگا معرفی گردیده است. این تکنیک جایگزین مناسبی برای روش تحلیل سلسله مراتبی AHP است. این روش در ۵ گام انجام می‌شود. از مزایا و ویژگی‌های روش بهترین-بدترین نسبت به سایر روش‌های مشابه پیشین می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- در صورت افزایش تعداد گزینه‌ها، نیاز به داده‌های مقایسه‌ای کمتر (تعداد کمتر مقایسات زوجی) است.
- مقایسه‌ای استوارتر صورت می‌گیرد؛ یعنی جواب‌های به دست آمده قابل اطمینان‌ترند [۱۲].

مرحله روش بهترین-بدترین

گام اول: تعیین مجموعه کاربردهای پژوهش

در گام اول ابتدا باید مسأله مورد پژوهش مشخص شود، سپس کاربردهای تأثیرگذار بر روی هدف مسأله استخراج شود و در نهایت به تأیید خبرگان پژوهش برسد. این کاربردها در بخش کیفی مشخص شده‌اند و در پنج دسته اصلی با زیرکاربردهای هر دسته تشکیل شده است که در شکل ۲ ارائه شده است. در این گام برای هر دسته، کاربردهای آن دسته را به صورت $\{C1, C2, \dots, Cn\}$ که باید در مقایسه مورد استفاده قرار گیرند در نظر می‌گیریم. n تعداد کاربردهای هر دسته است.

گام دوم: مشخص کردن بهترین و بدترین کاربرد

در این گام ابتدا باید بهترین (مطلوب‌ترین و مهم‌ترین کاربرد) و بدترین (نامطلوب‌ترین و بی‌اهمیت‌ترین) کاربرد را از بین تمامی کاربردهای هر دسته مشخص کنیم. در این پژوهش برای انتخاب بهترین و بدترین کاربرد در هر دسته، از نظر خبرگان و بیشترین تکرار کاربرد در مقالات استفاده شده است.

گام سوم: اجرای مقایسه زوجی بهترین کاربرد با سایر کاربردها

در این مرحله از طریق پرسش‌نامه توزیع شده بین خبرگان میزان ترجیح بهترین کاربرد نسبت به سایر کاربردها با استفاده از مقیاس ساعتی یعنی اعداد ۱ تا ۹ که در جدول ۴ ارائه شده است، تعیین می‌شود.

جدول ۴: مقایس برای مقایسه‌های زوجی
Table 4: Criteria for two by two comparison

مقایسه عددی Numerical comparison	مقادیر اهمیت Significance values
1	ترجیح یکسان Same preference
3	کمی مرجح A little preferred
5	خیلی مرجح Very preferred
7	خیلی زیاد مرجح Very much preferred
9	کاملاً مرجح Absolutely preferred
2-4-6-8	بینابین Intermediate

نتیجه به صورت بردار $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ خواهد بود که a_{Bj} نشان‌دهنده ترجیح بهترین کاربرد (B) بر کاربرد j ام است و بدیهی است که $a_{BB}=1$ است؛ یعنی میزان ارجحیت بهترین کاربرد نسبت به خودش یکسان است. درواقع بردار A_B نشان‌دهنده مقایسه‌های زوجی بهترین کاربرد هر دسته نسبت به دیگر کاربردهای آن دسته است.

گام چهارم: اجرای مقایسه زوجی سایر کاربردها با بدترین کاربرد

در این مرحله بخش دیگری از مقایسه از طریق پرسش‌نامه توزیع شده بین خبرگان انجام می‌شود و میزان ترجیح سایر کاربردها نسبت به بدترین کاربرد با استفاده از مقیاس ساعتی یعنی اعداد ۱ تا ۹ که در جدول ۴ ارائه شده است، تعیین می‌شود. بردار ارجحیت سایر کاربردها نسبت به بدترین کاربرد به صورت $A_w = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})$ نشان داده می‌شود. در این بردار a_{jw} نشان‌دهنده ترجیح کاربرد j ام نسبت به بدترین کاربرد (w) است و بدیهی است که $a_{ww}=1$ است؛ یعنی میزان ارجحیت بدترین کاربرد نسبت به خودش یکسان است. درواقع بردار A_w نشان‌دهنده مقایسه‌های زوجی سایر کاربردهای هر دسته نسبت به بدترین کاربرد آن دسته است.

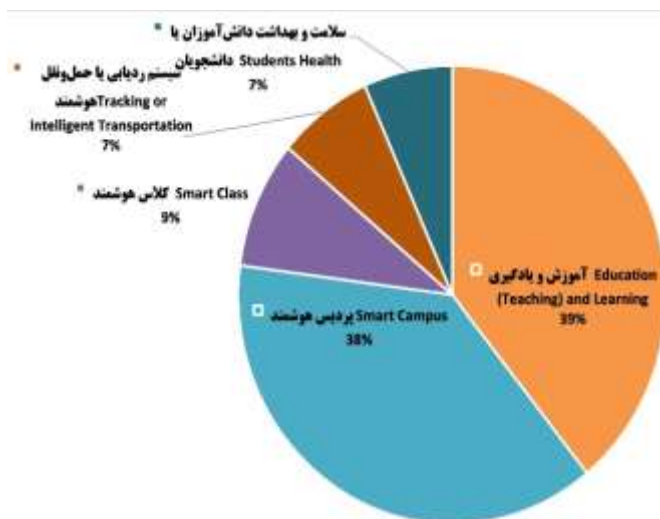
نتایج و بحث

با توجه به یافته‌های مقالات مرور شده می‌توان نتیجه گرفت که اکثر مقالات به توصیف یک کاربرد مشخص پرداخته‌اند و تعداد کمی از مقالات به مرور کاربردها پرداخته‌اند. همچنین هیچ‌کدام از مقالات مرور شده به اولویت‌بندی کاربردهای شناسایی شده نپرداخته‌اند. بیشتر مقالات از روش‌های مطالعه موردی و طراحی جهت گردآوری و تحلیل داده استفاده کرده‌اند. همچنین مقالات بیشتر به کاربردهای موردی اشاره کرده‌اند. تعداد ۹ مقاله از نوع مروری و سایر مقالات از نوع کیفی می‌باشند.

در این پژوهش با استفاده از روش فراترکیب، ابتدا ۳۸۸ کد از ۱۲۸ مقاله استخراج شد که با ترکیب آن‌ها ۵ کاربرد اصلی به همراه ۲۳ زیر کاربرد شناسایی شد. خلاصه‌ای از دسته‌بندی کاربردها و زیر کاربردها به همراه مضامین در جدول ۶ بیان شده است.

در کاربردهای اصلی بیشترین فراوانی استخراج‌شده مربوط به کاربرد آموزش و یادگیری با ۱۵۲ کاربرد از ۳۸۸ کاربرد استخراج‌شده است که ۳۹ درصد از کاربردهای اصلی را به خود اختصاص داده است. کاربردهای پردیس هوشمند، کلاس هوشمند، سیستم ردیابی یا حمل‌ونقل هوشمند، سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان به ترتیب با ۲۸، ۳۵، ۱۴۷ و ۲۶ فراوانی با درصدهای ۳۸، ۹، ۷ و ۷ بیشترین فراوانی کاربردها را به خود اختصاص داده‌اند.

با بررسی و تحلیل روی عنوان ۱۲۸ مقاله نهایی، توسط نرم‌افزار R، ابر کلمات عناوین مقالات استخراج شد. کلمات Smart, Internet, Things, Campus, IoT, Education, System به ترتیب با تکرارهای ۷۱، ۶۰، ۵۵، ۴۶، ۴۳ و ۳۲ بیشترین فراوانی را در عناوین مقالات داشته‌اند.



شکل ۳: درصد فراوانی کاربردهای اصلی در پژوهش

Fig. 3: Percentage of frequency of main applications in research

گام پنجم: تعیین وزن کاربردها و نرخ سازگاری

در این گام با استفاده از مدل بهینه‌سازی، وزن بهینه کاربردها که با نماد $(W^*_1, W^*_2, \dots, W^*_n)$ نشان داده می‌شود، محاسبه می‌شود. وزن بهینه برای هر کاربرد زمانی به دست می‌آید که برای هر زوج WB/WJ و WJ/WW رابطه‌های $(WB/WJ = a_{Bj})$ و $(WJ/WW = a_{jw})$ برقرار باشد. برای برقراری این شرط برای همه زها، باید راه‌حلی وجود داشته باشد که در آن حداکثر تفاوت‌های مطلق یعنی $|a_{Bj} - \frac{WB}{WJ}|$ و $|a_{jw} - \frac{WJ}{WW}|$ برای تمام زها حداقل باشد [۵]. برای این منظور از معادله زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{Min } \xi \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t.} \\ \left| \frac{WB}{WJ} - a_{Bj} \right| &\leq \xi \text{ for all } j \\ \left| \frac{WJ}{WW} - a_{jw} \right| &\leq \xi \text{ for all } j \\ \sum_j W_j &= 1 \\ W_j &\geq 0, \text{ for all } j \end{aligned}$$

این مدل را می‌توان در نرم‌افزارهایی هم‌چون لینگو پیاده‌سازی و اجرا کرد. با حل معادله فوق اوزان بهینه $(W^*_1, W^*_2, \dots, W^*_n)$ به دست می‌آیند. نرخ سازگاری به کمک مقدار ξ ، جدول ۵ و معادله ۲ محاسبه می‌شود. در این معادله CR به معنی نرخ سازگاری و CI به معنی شاخص سازگاری می‌باشند.

$$CR = \frac{\xi}{CI} \quad (2)$$

نرخ سازگاری در بازه $[0, 1]$ قرار می‌گیرد و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد؛ مقایسات از سازگاری و ثبات بیشتری برخوردارند و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات کمتری برخوردارند.

روایی و پایایی

براساس پاسخ‌های اخذشده در خصوص سؤالات پرسش‌نامه، پاسخ‌ها بسیار به یکدیگر نزدیک بوده و به عبارتی افراد پاسخ‌دهنده در پاسخ به سؤالات پرسش‌نامه هم‌نظر بوده‌اند و همچنین با توجه به نرخ سازگاری که برای تمامی مقایسات کمتر از ۰/۵ است، پایایی پرسش‌نامه تأیید می‌گردد. اعتبار محتوای یک آزمون معمولاً توسط افرادی متخصص در موضوع مورد مطالعه تعیین می‌شود. روایی محتوایی پرسش‌نامه به روش بهترین- بدترین با نظر خبرگان تأیید شده است. اعتبار محتوای این پرسش‌نامه توسط سه نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعت مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است و از جامعیت لازم برخوردار بوده و لذا پرسش‌نامه مورد استفاده معتبر است و روایی آن تأیید شد و از اعتبار لازم برخوردار است.

جدول ۵: شاخص سازگاری در روش BWM
Table 5: Compatibility index in BWM method

مقدار α_{BW} Value	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شاخص سازگاری (CI) Compatibility index	۰/۰۰	۰/۴۴	۱/۰۰	۱/۶۳	۲/۳۰	۳/۰۰	۳/۷۳	۴/۴۷	۵/۲۳

جدول ۶: دسته‌بندی کاربردها و زیر کاربردها به همراه مضامین
Table 6: Classification of applications and sub-applications along with themes

منابع Reference	مضامین Themes	زیر کاربرد Sub - application	کاربرد اصلی Main application
[۱۳]. [۱۴]. [۱۵]. [۱۶]. [۱۷] [۱۸]. [۱۹]. [۲۰]. [۲۱]. [۲۲] [۲۳]. [۲۴]. [۲۵]. [۲۶]. [۲۷]	در یک پروژه اینترنت اشیا در یکی از اتاق‌های مطالعه ساختمان دانشگاه، با کمک سنسورهای مستقر، رایانه‌های منفرد و زیرساخت‌های موجود (مانند نقاط دسترسی Wi-Fi) شرایط فیزیکی اتاق مانند سطح سروصدا، روشنایی، تعداد افراد و تحرک آن‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند. همچنین یک نمایشگر دیواری برای نمایش بازخورد مستقر می‌شود تا بازخوردهای لازم را ارائه نماید [۱۳]. In an IoT project in one of the study rooms of a university building, with the help of installed sensors, individual computers and existing infrastructure (such as Wi-Fi access points) can predict the physical conditions of the room such as noise level, lighting, the number of people and their mobility. Moreover, a wall display to show the feedback will also be installed to provide the necessary feedback.	ساختمان هوشمند Smart Building	
[۱]. [۸]. [۱۴]. [۱۷]. [۱۸] [۲۴]. [۲۶]. [۲۷]. [۲۸]. [۲۹] [۳۰]. [۳۱]. [۳۲]. [۳۳]. [۳۴] [۳۹]. [۳۵]. [۳۶]. [۳۷]. [۳۸] [۴۳]. [۴۰]. [۴۱]. [۴۲]. [۴۴] [۴۵]. [۱۲۲]	یک روش ترکیبی از اینترنت اشیا و مکانیسم یادگیری ماشین ارائه شده تا دمای داخل ساختمان را پیش‌بینی کند. پیش‌بینی خودکار دمای داخلی ساختمان و تنظیم دما به صورت خودکار باعث کاهش مصرف انرژی کلی ساختمان می‌شود و این خود باعث بهره‌وری در مصرف انرژی می‌شود [۱۲۲]. A combination of IoT and machine learning mechanism is proposed to predict indoor temperatures. Automatic prediction of the internal temperature of the building and automatic temperature adjustment reduces the overall energy consumption of the building, and this, in turn, leads to energy efficiency.	انرژی هوشمند Smart Energy	
[۱]. [۸]. [۱۴]. [۲۰]. [۲۲] [۲۴]. [۲۵]. [۲۶]. [۲۷]. [۲۹] [۳۰]. [۳۲]. [۳۶]. [۳۷]. [۳۹] [۴۱]. [۴۶]. [۴۷]. [۴۸]. [۴۹] [۵۰]. [۵۱]. [۵۲]. [۵۳]. [۵۴] [۵۵]. [۵۶]. [۵۷]. [۵۸]. [۵۹] [۶۰]	RFID (شناسایی فرکانس رادیویی) و NFC (ارتباط نزدیک میدانی) دو فناوری توانمند برای اجرای اینترنت اشیا هستند که می‌توانند برای ساده کردن کنترل دسترسی و بهبود امنیت دانشگاه و مدرسه مورداستفاده قرار گیرند. سیستم کنترل دسترسی RFID عمدتاً برای کارت شناسایی پرسنل مورداستفاده قرار می‌گیرد. وقتی دانش‌آموزان وارد مدرسه می‌شوند سیستم پیام کوتاه می‌فرستد تا والدین از وضعیت فرزند خود مطلع شوند. کاربردهای دیگر، سیستم ردیابی اشیای بارز جهت جلوگیری از سرقت، پشتیبانی از ورود و خروج از درهای کلاس، آزمایشگاه‌ها و سایر مکان‌های دارای سنسور و قفل Wi-Fi، ارسال هشدار به دانش‌آموز با توجه به موقعیت مکانی هر فرد، سیستم مانیتورینگ ویدئو شبکه که می‌تواند با دستگاه‌های زنگ‌دار ارتباط برقرار کند و در شرایطی که ناهنجاری وجود داشته باشد ارسال هشدار به پلیس، ایستگاه‌های آتش‌نشانی و بیمارستان‌ها را انجام دهد [۴۶]. RFID (Radio Frequency Identification) and NFC (Field Close Communication) are two powerful IoT technologies that can be used to simplify access control and improve university and school security. The RFID access control system is used primarily for personnel identification cards. When students enter the school, the system sends a short text message informing the parents of their child's condition. Other uses include a tracking system to prevent theft, support for entry and exit of classroom doors, laboratories and other locations with Wi-Fi sensors and locks, sending alerts to the student according to each person's location, monitoring system Network video that can communicate with alarm devices and send alerts to the police, fire stations and hospitals in the event of an anomaly.	پردیس هوشمند Smart Campus	
[۷]. [۸]. [۱۴]. [۱۷]. [۲۰] [۲۵]. [۲۸]. [۳۰]. [۳۱]. [۳۵] [۳۷]. [۴۰]. [۴۲]. [۵۰]. [۵۲] [۶۱]. [۶۲]. [۶۳]. [۶۴]. [۶۵]	هر منبع در فرآیند آموزشی می‌تواند به کمک سنسورها و محرک‌های مدرن اینترنت اشیا (مانند GPS و فناوری RFID) داده‌هایی را در مورد خود ارائه دهد، که به جلوگیری از خطاها کمک می‌کند. آزمایشگاه‌های رایانه را می‌توان به‌طور مؤثر مدیریت کرد و فقط در صورت افزایش تقاضا فعال	مدیریت هوشمند آزمایشگاه‌ها و تجهیزات	

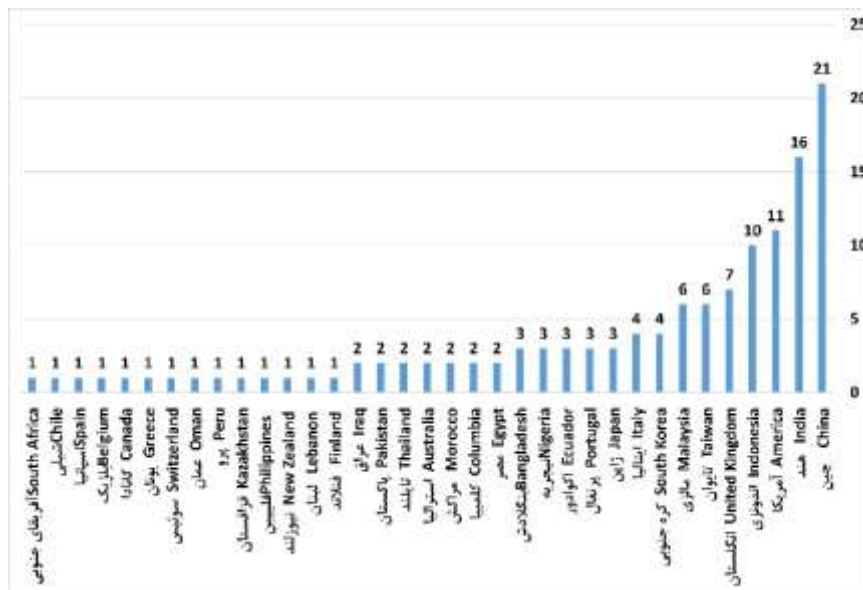
[۶۶]. [۶۷]. [۶۸]. [۶۹]. [۷۰]. [۷۱]. [۷۲]. [۷۳]. [۷۴]. [۷۵] [۷۶]	می‌شوند. همچنین تعامل اشیا با دانش‌آموزان با برچسب‌های تصویری NFC یا QR Code مقدور است. از این فناوری جهت مدیریت زنجیره تأمین کالا در مدرسه، آزمایشگاه، فروشگاه و... می‌توان استفاده کرد [۶۸]. Every resource in the training process can provide data about itself using modern IoT sensors and actuators (such as GPS and RFID technology), which can help in preventing errors. Computer labs can be effectively managed and activated only if the demand increases. It is also possible for objects to interact with students with NFC or QR Code tags. This technology can be used to manage the supply chain of goods in schools, laboratories, stores, etc. از طریق اینترنت اشیا می‌توان مدیریت نوین دسترسی به کتاب‌ها از طریق برچسب‌ها یا تگ‌های هوشمند در کتابخانه داشت. این برچسب‌ها تلفیق تلفن همراه، کارت کتابخانه و سایر اشیای فیزیکی است. کاربر می‌تواند به کتب موردنیاز خود در هر مکانی به سهولت و سرعت دست یابد [۶۸]. Through the Internet of Things, new access to books can be managed using smart tags or tags in the library. These tags are a combination of cell phone, library card and other physical objects. The user can easily and quickly access the books he needs anywhere. طراحی با کمک اینترنت اشیا در بوفه دانشکده یا مدارس به‌گونه‌ای است که به کمک برچسب‌های تصویری NFC یا QR Code می‌توان سیستم قفسه‌های فروشگاه مدار را با زنجیره تأمین کالا به‌صورت هوشمند هماهنگ نمود [۷۸]. The design of the Internet of Things in the school or school buffet is such that with the help of NFC or QR Code image tags, the system of the store shelves can be intelligently coordinated with the supply chain. می‌توان از طریق فناوری اینترنت اشیا مدیریت منابع آبی و پس‌آب‌های مصرفی و پسماند مصرفی پردیس یا مدرسه را مدیریت کرد [۱۸]. IoT technology can be used to manage water resources, wastewater and the waste consumed on campus or school. محصولات اینترنت اشیا خاص وجود دارد که می‌تواند تأثیر زیادی در آموزش الکترونیکی داشته باشد؛ از قبیل تابلوهای هوشمند و برجسته دیجیتالی که به کمک تجهیزات اینترنت اشیا، صفحه هوشمند به دوربین اطلاع می‌دهد که بزرگنمایی نیاز دارد. دوربین با اقتباس موقعیت پاسخ می‌دهد و یا صفحه هوشمند به نمایش داده‌ها با تغییر پس‌زمینه پاسخ می‌دهد [۸۱]. There are certain IoT products that can have a big impact on e-learning, such as smart, high-end digital boards that, with the help of IoT equipment, inform the camera that it is in need of magnification. The camera responds by position adjustment or the smart screen responds to the data display by changing the background. در سیستم‌های صندلی‌های هوشمند شناسایی دانش‌آموز می‌تواند به‌طور خودکار با استفاده از سنسورها و برچسب‌های RFID کارت شناسایی دانش‌آموزان خوانده و تطبیق داده شود. علاوه بر این میزان زمان حضور در کلاس و اطلاعات مرخصی زود هنگام را می‌توان تجزیه و تحلیل کرد [۶۷]. In the smart chair system, the student identification card can be read and adapted automatically using sensors and RFID tags. In addition, class attendance time and early leave information can be analyzed. کتاب‌های هوشمند کتاب‌هایی هستند که به کمک فناوری اینترنت اشیا باعث ارتقاء کیفیت آموزش می‌شوند. در کتاب‌های هوشمند در کنار تصاویر یا مطالب کتاب، یک کد QR قرار می‌گیرد که توسط نرم‌افزار خواننده موجود در تلفن همراه و یا هر وسیله خواننده QR، با اتصال به اینترنت محتوای کتاب را شناسایی کرده و برای هر QR محتوای مربوطه شامل تصویر، ویدیو یا هر محتوای آموزشی دیگر ارائه می‌شود [۲۹]. Smart books are books that improve the quality of education with the help of IoT technology. In smart books, next to the pictures or contents of the book, a QR code is placed, which is identified by the reader software in the mobile phone or any QR reader device, by connecting to the Internet, the content of the book is recognized and for each QR, the relevant content including the image, Video or any other educational content is provided. از تلفن‌های همراه هوشمند برای پیاده‌سازی شناسایی خودکار معلمان و دانشجویان استفاده می‌شود. همچنین معلم می‌تواند رسانه‌های یادگیری یا	Intelligent Managment of Laboratories and Equipment کتابخانه هوشمند Smart Library سوپرمارکت هوشمند Intelligent Supermarket مدیریت پسماند و آب Waste and Water Management تابلوی هوشمند Smart Board صندلی هوشمند Smart Chair کلاس هوشمند Smart Class کتاب هوشمند Smart Book تلفن همراه هوشمند Smart Phone
[۲۴]. [۳۵]. [۵۲]. [۵۸]. [۶۸] [۷۷]		
[۵۹]. [۷۸]		
[۱۸]. [۲۰]. [۲۳]. [۲۴]. [۲۶] [۴۵]. [۷۹]. [۸۰]		
[۱۴]. [۲۵]. [۳۱]. [۴۴]. [۵۲] [۸۱]. [۸۲]		
[۱۴]. [۲۴]. [۶۷]		
[۲۹]		
[۳۶]. [۴۷]. [۵۴]. [۸۱]. [۸۳] [۸۴]. [۸۵]. [۸۶]. [۸۷]. [۸۸]		

[۸۹]. [۹۰]. [۹۱]. [۹۲]	محتوای کلاس را مستقیماً به دستگاه‌های تلفن همراه هوشمند دانش‌آموزان منتقل کند. پس از آن، دانش‌آموزان می‌توانند با ترسیم، ویرایش یا اضافه کردن نظرات با استفاده از دستگاه تلفن همراه هوشمند خود، با رسانه‌ها ارتباط برقرار کنند و سپس آن را پخش کنند تا مجدداً ارائه و بازتاب تفکر خود را نشان دهند [۳۶].	
[۴۰]. [۴۴]. [۹۳]. [۹۴]. [۹۵] [۹۶]	Smartphones are used to implement automatic identification of teachers and students. The teacher can also transfer learning media or classroom content directly to students' smartphones. Students can then interact with the media by drawing, editing, or adding comments using their smartphone, and then play it back to reflect on their thinking. با استفاده از فناوری پوشیدنی هوشمند مانند ساعت هوشمند که با تجهیزات اینترنت اشیا ارتباط دارند و برای هدف یادگیری و آموزش به کار می‌روند؛ می‌تواند به فرآیند آموزش مخصوصاً در مقطع ابتدایی کمک کند [۹۳].	ساعت هوشمند Smart Watch
[۶]. [۷]. [۱۴]. [۱۵]. [۱۷] [۲۴]. [۲۵]. [۳۱]. [۴۴]. [۴۵] [۴۷]. [۵۲]. [۵۹]. [۶۲]. [۶۳] [۶۴]. [۶۶]. [۸۱]. [۸۳]. [۸۴] [۸۶]. [۹۱]. [۹۲]. [۹۷]. [۹۸] [۹۹]. [۱۰۰]. [۱۰۱]	Using wearable technology such as smartwatches that connect to IoT equipment and are used for learning and teaching purposes can help the learning process, especially in elementary school. هر دستگاه قابل حمل مانند لپ‌تاپ، رایانه لوحی یا تلفن همراه هوشمند که دسترسی به مطالب آموزشی را از طریق سیم یا اتصال بی‌سیم (اینترنت، 2G، 3G یا 4G، WiFi و غیره) فراهم می‌کند می‌تواند ابزاری برای آموزش از راه دور باشد. توانایی یادگیری بدون در نظر گرفتن زمان و مکان، عملیات تعامل از راه دور و مزایای اشتراک‌گذاری منابع داده از ویژگی‌های این کاربرد است. با کمک سنسورهای تشخیص چهره از طریق دوربین لپ‌تاپ‌ها می‌توان میزان خستگی دانشجویان در حین تدریس معلمان را مشخص نمود [۶۳].	آموزش از راه دور Distance Learning
	Any portable device such as a laptop, tablet or smartphone that provides access to educational content via wired or wireless connection (Internet, 2G, 3G or 4G, WiFi, etc.) can be a tool for distance learning. The ability to learn regardless of time and place, remote interaction operations and the benefits of sharing data resources are features of this application. With the help of face recognition sensors through laptop cameras, it is possible to determine the amount of students' fatigue while being taught by the teachers. کودکان دارای نیازهای ویژه می‌توانند از اینترنت اشیا نیز بهره‌مند شوند. نرم‌افزار تخصصی می‌تواند به دانشجویان با مشکلات خاص کمک کند. به‌عنوان مثال، می‌تواند دانش‌آموزان کم‌بینایی یا کم‌شنوا را تشخیص دهد و بر این اساس تغییراتی از قبیل افزایش اندازه قلم یا نشانه‌های دید بیشتر ایجاد کند. مثلاً در برنامه تلفن همراه و عصای هوشمند، دانش‌آموز نابینا با استفاده از دستورات صوتی با برنامه تلفن همراه در تعامل است. دانش‌آموز نابینا می‌تواند به برنامه تلفن همراه دستور دهد تا او را به مقصد موردنظر خود هدایت کند (به‌عنوان مثال کلاس درس). از طرف دیگر عصا به دانش‌آموز نابینا کمک می‌کند تا از موانع دوری کند و هنگام راه رفتن از مسیر به او هشدار می‌دهد. عصا و برنامه تلفن همراه از طریق فناوری بلوتوث هم‌زمان می‌شوند. این سیستم از طریق فرمان صوتی با کاربر ارتباط برقرار می‌کند و می‌تواند QR Code را برای شناسایی مکان فعلی بخواند [۴۷].	آموزش و یادگیری Education (Teaching) and Learning
[۴۷]. [۱۰۲]. [۱۰۳]	Children with special needs can also benefit from the Internet of Things. Specialized software can help students with specific problems. For example, it can detect students with low vision or hearing loss and make changes accordingly, such as increasing the size of the pen or more visual cues. Moreover, in the application of a smart phone and a smart cane, a blind student interacts with the mobile app using voice commands. A blind student can instruct the mobile app to guide him or her to his or her intended destination (eg, classroom). On the other hand, the cane helps the blind student to avoid obstacles and warns him when he is walking along the path. Cane and mobile app are synchronized via Bluetooth technology. The system communicates with the user via voice command and can read the QR Code to identify the current location.	وضعیت ناتوانی Disability Status
[۷]. [۱۴]. [۱۵]. [۱۷]. [۲۴] [۲۵]. [۲۶]. [۳۱]. [۳۲]. [۴۰] [۴۴]. [۴۷]. [۴۹]. [۵۰]. [۶۳] [۶۴]. [۶۶]. [۷۳]. [۹۱]. [۹۲]	به کمک تجهیزات اینترنت اشیا، از چهره‌ها، چشم‌ها و وضعیت چشم‌ها فیلم گرفته می‌شود و تجزیه و تحلیل این فعالیت‌ها همچنین می‌تواند به مربی نشان دهد که وضعیت توجه دانش‌آموزان به کلاس در چه حالتی است و در صورت نیاز تنظیمات بصری سخنرانی باید بهبود یابد. همچنین	ارزیابی عملکرد Performance Evaluation

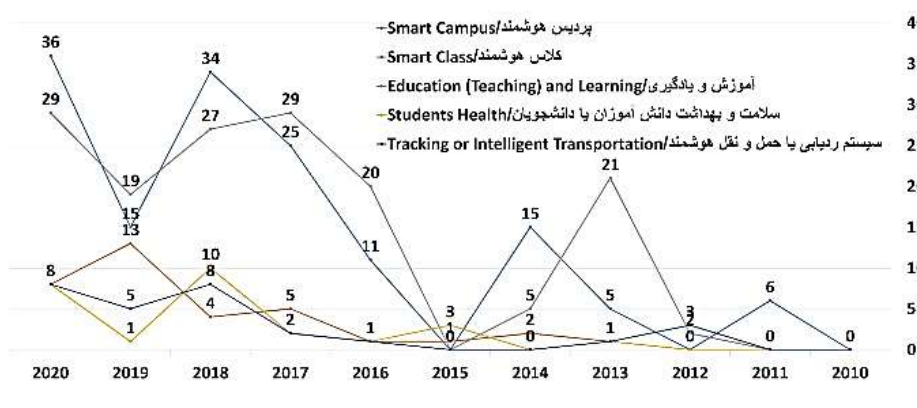
[۹۴]. [۹۸]. [۱۰۱]. [۱۰۴]. [۱۰۵] [۱۰۶]. [۱۰۷]. [۱۰۸]. [۱۰۹]. [۱۱۰] [۱۱۱]. [۱۱۲]. [۱۱۳]. [۱۱۴]. [۱۱۵] [۱۱۶]	والدین می‌توانند از طریق اینترنت اشیا به وضعیت یادگیری فرزند خود دسترسی پیدا کنند [۱۰۴].	فرآیند نظارت هوشمندانه بر دانشجویان The Process of Intelligent Supervision of Students
[۱]. [۹]. [۱۷]. [۱۸]. [۱۹] [۲۲]. [۲۴]. [۲۵]. [۳۰]. [۳۲] [۴۱]. [۴۵]. [۴۷]. [۴۹] [۵۴] [۵۴]. [۵۷]. [۵۸]. [۵۹]. [۶۲] [۶۳]. [۶۴]. [۶۷]. [۶۸]. [۷۴] [۸۱]. [۸۳]. [۹۲]. [۹۴]. [۹۵] [۹۷]. [۹۸]. [۱۰۵]. [۱۱۴]. [۱۱۵] [۱۱۶]. [۱۱۷]. [۱۱۸]. [۱۱۹]. [۱۲۰]	With the help of IoT equipment, faces, eyes and eye position are filmed, and the analysis of these activities can also show the instructor what the state of students' attention to the class is and, if necessary, visual adjustments of speech must be improved. Parents can also access their child's learning status via the Internet of Things. نظارت با اینترنت اشیا بسیار آسان می‌شود. اینترنت اشیا می‌تواند به مدارس کمک کند تا کارهای ساده مانند حضور، هشدار، هزینه و گزارش دانش‌آموزان را ساده‌تر کنند و به راحتی می‌تواند خودکار شود. حجم کار معلمان را برای آماده‌سازی درس تا حد زیادی کاهش می‌دهد. مواردی وجود دارد که دانش‌آموزان از مهلت‌های تعیین تکلیف و تست‌هایی که منجر به امتیازات ویژه می‌شود، بی‌اطلاع هستند. برای برطرف کردن این شکاف، اینترنت اشیا (IoT) می‌تواند برای ارائه اطلاعات مرتبط دانشگاهی به دانشجویان استفاده شود. معلم می‌تواند وقتی دانش‌آموز در محدوده دستگاه قرار می‌گیرد، تکالیف و مهلت‌هایی را که توسط تلفن همراه بازایی می‌شود بازگذاری کند [۴۷]. IoT monitoring becomes very easy. The Internet of Things can help schools more simplify simple tasks such as attendance, alerts, fees and students' reporting, and can easily be automated which can greatly reduce teachers' workload for lesson preparation. There are cases where students are unaware of homework deadlines and tests that lead to special points. To bridge this gap, the Internet of Things (IoT) can be used to provide relevant academic information to students. The teacher can upload the assignments and deadlines that are retrieved by the mobile phone when the student is within range of the device.	
[۱۵]. [۲۰]. [۴۷]. [۵۰]. [۵۴] [۵۹]. [۶۳]. [۶۶]. [۸۱]. [۸۵] [۹۱]. [۹۷]. [۱۰۵]. [۱۲۲]	به کمک تلفن همراه هوشمند که بخشی از تجهیزات اینترنت اشیا است امکان یادگیری انجمنی براساس موقعیت مکانی دانش‌آموزان و معلمان فراهم می‌شود؛ به گونه‌ای که در تعامل دوطرفه معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند در مناطق مختلف از منابع آموزشی یکسان باکیفیت بالا و هزینه کم برخوردار باشند. همچنین این کاربرد می‌تواند به فعالیت‌هایی از قبیل رأی‌گیری در گروه، حمایت از کار گروهی در پروژه‌ها، تعامل دوطرفه بین دانشگاه‌ها و شرکت‌ها کمک کند که باعث گسترش فضای یادگیری و اشتراک دانش می‌شود [۶۶].	
[۶۳]. [۱۱۵]. [۱۲۲]. [۱۲۳]	With the help of smart phones, which are part of IoT equipment, it is possible to learn community-based learning based on the location of students and teachers, so that in two-way interaction, teachers and students can use the same high quality and low-cost educational resources in different areas. This application can also help activities such as group voting, supporting teamwork in projects, two-way interaction between universities and companies which expands the learning space and knowledge sharing. دستگاه‌های هوشمند با نظارت بر دانش‌آموزانی که تحت فشار خون بالا قرار دارند، مشخص می‌کند که این اختلال می‌تواند ناشی از استرس شدید، شرایط اضافه‌وزن و سابقه خانوادگی فشارخون بالا باشد [۱۲۲]. Smart devices to monitor who are liable to high blood pressure determine that the disorder can be caused by severe stress, overweight conditions and a family history of high blood pressure.	کنترل هوشمند استرس Smart Stress Control
[۱]. [۱۴]. [۱۶]. [۱۷]. [۲۳] [۲۴]. [۲۵]. [۳۲]. [۶۵]. [۶۸] [۷۲]. [۷۵]. [۹۶]. [۱۰۵]. [۱۱۵] [۱۲۴]	با ترکیب فناوری محاسبات تلفن همراه هوشمند در سیستم‌های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا، سیستم مراقبت واکنشی را می‌توان به سیستم‌های مراقبت بهداشتی پیشرو و پیشگرا تبدیل کرد. اینترنت اشیا در طیف گسترده‌ای از برنامه‌های مراقبت‌های بهداشتی، از نظارت بر بیماران گرفته تا پیشگیری از بیماری، نقش مهمی ایفا می‌کند. این فناوری نه تنها دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی باکیفیت بالاتر را بهبود بخشیده بلکه هزینه مراقبت را نیز کاهش داده است. استفاده از دستگاه پوشیدنی از نوع مچ‌بند به منظور بهبود BMI دانش‌آموز (شاخص توده بدنی) و استفاده از دستگاه پوشیدنی از نوع مچ‌بند به منظور عادی‌سازی الگوی خواب روزانه دانش‌آموزان از نمونه‌های کاربردی است [۶۸]. By combining smart computing technology with IoT-based healthcare systems, the responsive care system can be transformed into a leading and preventive healthcare system. The Internet of Things plays an important role in a wide range of health care programs, from patient	
سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان Students Health		نظارت هوشمند بر سلامت Smart Health Monitoring

[۱۲۴]. [۱۲۳]. [۹۲]. [۷۵]. [۴۰]	monitoring to disease prevention. This technology has not only improved access to higher quality health care, but also reduced the cost of care. The use of a wrist-type wearable device to improve student's BMI (body mass index), and the use of a wrist-type wearable device to normalize students' daily sleep patterns are practical examples. نشان دادن چگونگی ترکیب اصلی فناوری اینترنت اشیا، با سوابق الکترونیکی پزشکی دانش آموزان (EMR) تا هر دانشجویی در مراکز درمانی مختلف دانشگاه خود دسترسی به پرونده های پزشکی خود به طور ایمن و آسان داشته باشد. برخی از انواع داده ها برای جمع آوری شامل موارد زیر است: ضربان قلب، سیگنال های مغزی، درجه حرارت، تعریق، حرکت چشم و غیره [۱۲۲].	سوابق پزشکی الکترونیکی Electronic Medical Records
[۱۲۷]. [۱۲۶]. [۷۶]	Demonstrating how the IoT core technology integrates with Student Medical Records (EMR) so that each student can access their medical records securely and easily at various medical centers on campus. Some types of data to collect include the following: heart rate, brain signals, temperature, sweating, eye movement and so on. با استفاده از فناوری اینترنت اشیا، برای قرض گرفتن دوچرخه و استفاده از GPS برای نظارت بر دوچرخه سیستم اشتراک دوچرخه فعال می شود. با استفاده از این فناوری، دانش آموز به عنوان کاربر می تواند دوچرخه را در نزدیک ترین محل ترمینال از محل زندگی خود با کارت دانشجویی خود که قبلاً دارای یک برچسب RFID در آن است، قرض بگیرد. همچنین می تواند بداند که باید دوچرخه را به کدام ترمینال موجود به نزدیک ترین مقصد خود تحویل دهند [۱۲۶].	دوچرخه هوشمند Smart Bike
[۱۲۸]. [۷۰]. [۲۶]. [۲۵]. [۱۴] [۱۳۰]. [۱۲۹]	Using IoT technology, the bike sharing system is activated to borrow a bike and use GPS to monitor the bike. Using this technology, the student as a user can borrow a bicycle at the nearest terminal to the place he lives with his student card, which already has an RFID tag on it. They can also know which terminal to deliver the bike to the nearest destination. به طور معمول، از فناوری اینترنت اشیا و به طور خاص RFID برای ردیابی، مکان یابی و نظارت بر اتوبوس ها استفاده می کنند که به کمک آن اولیا از موقعیت سرویس و یا فرزند خود مطلع می شوند. هنگامی که یک وسیله نقلیه وارد محدوده خواندن UHF RFID Reader می شود؛ اطلاعات مربوط به راننده و وسیله نقلیه ذخیره شده در UHF Tag خوانده می شود. متعاقباً، این اطلاعات از طریق شبکه انتقال به ترمینال اطلاعات ارسال می شود که ترمینال می تواند با مقایسه داده ها در مورد وسایل نقلیه و اطلاع دادن به پایانه کنترل، مقایسه ای انجام دهد [۱۲۸].	سیستم ردیابی یا حمل و نقل هوشمند اتوبوس هوشمند Smart Bus Tracking or Intelligent Transportation
[۲۳]. [۲۲]. [۲۰]. [۱۹]. [۱۴] [۱۳۱]. [۶۸]. [۴۵]. [۲۷]. [۲۵] [۱۳۳]. [۱۳۲]	Typically, IoT technology, specifically RFID, is used to track, locate, and monitor buses, informing parents of the location of the service or their own child. When a vehicle enters the UHF RFID Reader reading range, the driver and vehicle information stored in the UHF Tag is read. Subsequently, this information is sent to the information terminal via the transmission network which can make a comparison by comparing that data about vehicles and informing the control terminal. این پروژه با به کارگیری مفهوم اینترنت اشیا، طراحی شبکه سنسور پارکینگ دانشگاه را در یک محیط دانشگاهی اجرایی نمود. یک برنامه تلفن همراه با GUI (رابط کاربری گرافیکی) ویژه و با استفاده از اینترنت برای نمایش جای خالی پارکینگ ایجاد شده است. این ایده به شما امکان می دهد تا در وقت و هزینه صرفه جویی بیشتری کنید. همچنین به کاهش انتشار کربن از وسایل نقلیه و در نتیجه محیط پایدار کمک می کند [۱۳۱].	پارکینگ هوشمند Smart Parking
	Using the concept of the Internet of Things, the project implemented the design of a university parking sensor network in a university environment. A mobile application with a special GUI (graphical user interface) has been created using the Internet to display parking spaces. This idea will save you more time and money, as well as help reduce carbon emissions from vehicles and thus create a more sustainable environment.	

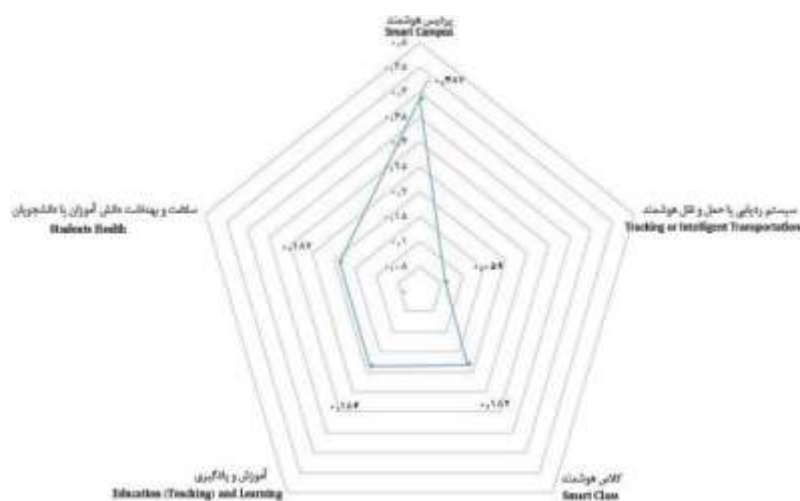
شکل ۵: روند استفاده از اینترنت اشیا در صنعت آموزش از ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰



شکل ۶: کشورهای پیشرو در استفاده از اینترنت اشیا در صنعت آموزش از ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰
 Fig. 6: Leading countries in the use of the Internet of Things in the education industry from 2010 to 2020



شکل ۷: روند استفاده از اینترنت اشیا برحسب کاربردهای اصلی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰
 Fig. 7: The process of using the main applications of the Internet of Things from 2010 to 2020

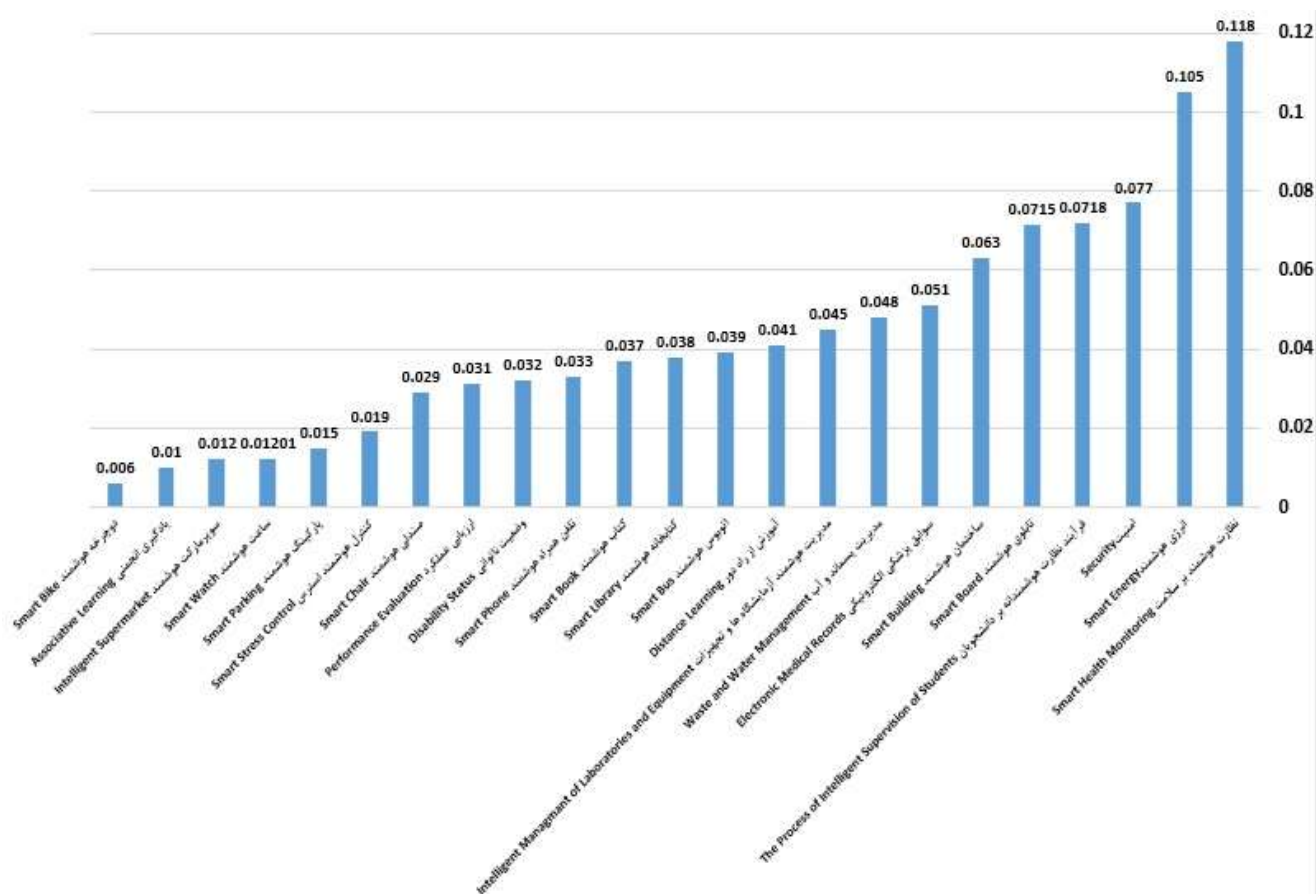


شکل ۸: اولویت‌بندی کاربردهای اصلی اینترنت اشیا در صنعت آموزش
 Fig. 8: Prioritization of the main applications of the Internet of Things in the education industry

جدول ۷: اولویت‌بندی کاربردها و زیرکاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش

Table 7: Prioritize IoT applications and sub-applications in the education industry

رتبه کل Total rank	وزن نهایی Final weight	رتبه در کاربرد Rank in application	وزن نسبی Relative weight	زیر کاربرد Sub-application	رتبه Rank	وزن Weight	کاربرد اصلی Main application
۶	۰,۰۶۳	۳	۰,۱۶۲	ساختمان هوشمند Smart Building			
۲	۰,۱۰۵	۱	۰,۲۷۱	انرژی هوشمند Smart Energy			
۳	۰,۰۷۷	۲	۰,۱۹۹	امنیت Security			
۹	۰,۰۴۵	۵	۰,۱۱۶	مدیریت هوشمند آزمایشگاه‌ها و تجهیزات Intelligent Managment of Laboratories and Equipment	۱	۰,۳۸۷	پردیس هوشمند Smart Campus
۱۲	۰,۰۳۸	۶	۰,۰۹۷	کتابخانه هوشمند Smart Library			
۲۱	۰,۰۱۲	۷	۰,۰۳۱	سوپرمارکت هوشمند Intelligent Supermarket			
۸	۰,۰۴۸	۴	۰,۱۲۳	مدیریت پسماند و آب Waste and Water Management			
۵	۰,۰۷۱۵	۱	۰,۳۹۳	تابلوی هوشمند Smart Board			
۱۷	۰,۰۲۹	۴	۰,۱۵۸	صندلی هوشمند Smart Chair			
۱۳	۰,۰۳۷	۲	۰,۲۰۲	کتاب هوشمند Smart Book	۴	۰,۱۸۲	کلاس هوشمند Smart Class
۱۴	۰,۰۳۳	۳	۰,۱۸۱	تلفن همراه هوشمند Smart Phone			
۲۰	۰,۰۱۲۰۱	۵	۰,۰۶۶	ساعت هوشمند Smart Watch			
۱۰	۰,۰۴۱	۲	۰,۲۲۳	آموزش از راه دور Distance Learning			
۱۵	۰,۰۳۲	۳	۰,۱۷۲	وضعیت ناتوانی Disability Status			
۱۶	۰,۰۳۱	۴	۰,۱۶۸	ارزیابی عملکرد Performance Evaluation	۳	۰,۱۸۶	آموزش و یادگیری Education (Teaching) and Learning
۴	۰,۰۷۱۸	۱	۰,۳۸۶	فرآیند نظارت هوشمندانه بر دانشجویان The Process of Intelligent Supervision of Students			
۲۲	۰,۰۱۰	۵	۰,۰۵۲	یادگیری انجمنی Associative Learning			
۱۸	۰,۰۱۹	۳	۰,۰۹۹	کنترل هوشمند استرس Smart Stress Control			
۱	۰,۱۱۸	۱	۰,۶۳۰	نظارت هوشمند بر سلامت Smart Health Monitoring	۲	۰,۱۸۷	سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان Students Health
۷	۰,۰۵۱	۲	۰,۲۷۱	سوابق پزشکی الکترونیکی Electronic Medical Records			
۲۳	۰,۰۰۶	۳	۰,۰۹۸	دوچرخه هوشمند Smart Bike			
۱۱	۰,۰۳۹	۱	۰,۶۵۳	اتوبوس هوشمند Smart Bus	۵	۰,۰۵۹	سیستم ردیابی یا حمل‌ونقل هوشمند Tracking or Intelligent Transportation
۱۹	۰,۰۱۵	۲	۰,۲۴۹	پارکینگ هوشمند Smart Parking			



شکل ۹: اولویت‌بندی زیرکاربردهای اینترنت اشیا در صنعت آموزش
Fig. 9: Prioritization of the IoT sub-applications in the education industry

نتیجه‌گیری

و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان» به ترتیب بیشترین فراوانی استفاده از فناوری اینترنت اشیا در صنعت آموزش را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین با استفاده از ابزار پرسش‌نامه برای اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین – بدترین (BWM) استفاده شد. پرسش‌نامه‌ها بعد از تکمیل و جمع‌آوری، به کمک نرم‌افزارهای LINGO و EXCEL مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با محاسبه نرخ سازگاری پاسخ‌ها پرسش‌نامه‌هایی که از نرخ سازگاری لازم برخوردار نبوده‌اند کنار گذاشته شدند.

در نهایت اولویت‌بندی کاربردهای شناسایی‌شده اینترنت اشیا در صنعت آموزش به ترتیب «پرديس هوشمند»، «سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان»، «آموزش و یادگیری»، «کلاس هوشمند» و «سیستم ردیابی یا حمل‌ونقل هوشمند» تعیین شدند. با استفاده از تجزیه و تحلیل سالیانه مقالات مشخص گردید انتشار مقالات مربوط به اینترنت اشیا در صنعت آموزش در بازه زمانی سال ۲۰۱۰ الی ۲۰۲۰ از روند صعودی برخوردار بوده است و کشورهای چین و هند در استفاده از اینترنت اشیا در صنعت آموزش از کشورهای پیشرو در جهان هستند. به کمک فناوری اینترنت اشیا می‌توان برای رفع مشکلاتی از قبیل محدود بودن آموزش به یک مکان و زمان، هدر رفتن زمان کلاس به دلیل تراکم بالای افراد، سنتی بودن و به‌روز نبودن روش تدریس، هوشمند نبودن و هزینه زیاد

با توجه به رشد و پتانسیل اینترنت اشیا در ایجاد مسیر جدیدی از تحقیقات در حوزه صنعت آموزش و با توجه به این‌که سرعت تولید منابع علمی در این حوزه رو به افزایش است؛ ضرورت ترکیب و ادغام این منابع علمی به امری اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است. این پژوهش از منظر هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی است و براساس نحوه جمع‌آوری داده‌ها از نوع پژوهش‌های آمیخته (کیفی- کمی) است. در ابتدای تحقیق برای شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در آموزش از روش فراترکیب استفاده شده است که در این روش ابتدا تعداد ۴۶۳۸ عنوان مقاله یافت شد که پس از بررسی، ۴۹۰ مقاله استخراج شد و با بررسی محتوایی و به کمک ابزار ارزیابی کیفیت مقالات کیفی (CASP) از این تعداد ۱۲۸ مقاله برای تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفتند. با استفاده از روش فراترکیب، ابتدا ۳۸۸ کد از ۱۲۸ مقاله استخراج گردید که با ترکیب آن‌ها ۵ کاربرد اصلی (پرديس هوشمند، کلاس هوشمند، آموزش و یادگیری، سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان، سیستم ردیابی یا حمل‌ونقل هوشمند) به همراه ۲۳ زیر کاربرد شناسایی شد. با استخراج کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش‌های مختلف صنعت آموزش، مشخص شد که بخش‌های «آموزش و یادگیری»، «پرديس هوشمند»، «کلاس هوشمند»، «سیستم ردیابی یا حمل‌ونقل هوشمند» و «سلامت

L. An internet of things environmental monitoring in campus. International Conference on Intelligent and Advanced System (ICIAS): 2018 Aug 13 - 15: Kuala Lumpur, Malaysia.

[9] Lv C, Zhang JJ, Ma Y. Student attendance management system based on campus smart card platform. *AMM*. 2013; 321-324:3022-3025.

[10] Sandelowski M, Barroso J. *Handbook for synthesizing qualitative research*. New York: Springer Publishing Company Inc; 2007.

[11] Sandelowski M, Barroso J, Voils C. Using qualitative metasummary to synthesize qualitative and quantitative descriptive findings. *Research in Nursing & Health*. 2007; 30: 99-111.

[12] Rezaei J. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*. 2015; 53: 49-57.

[13] Baras K, Soares L, Lucas C, Oliveira F, Paulo N, Barros R. Supporting Students' Mental Health and Academic Success Through Mobile App and IoT. *IGI Global. IJEHMC*. 2018; 9(1): 50-64.

[14] Abdel-Basset M, Manogaran G, Mohamed M, Rushdy E. Internet of things in smart education environment: Supportive framework in the decision-making process. *Concurrency and Computation: Practice & Experience*. 2018; special issue paper: 1-12.

[15] Mohamed F, Abdeslam J, Lahcen E. Towards new approach to enhance learning based on internet of things and virtual reality. LOPAL '18: Proceedings of the International Conference on Learning and Optimization Algorithms: Theory and Applications: 2018 May 2-5: Rabat, Morocco.

[16] Verma P, Sood S, Kalra S. Cloud-centric IoT based student healthcare monitoring framework. *Springer*. 2018; 9: 1293-1309.

[17] An N, Wang J, Wang H. Research and practice on innovative methods of ideological and political education for college students based on internet of things + technologies. *Educational Sciences: Theory & Practice*. 2018; 18(5): 2386-2393.

[18] Abuarqoub A, Abusaimh H, Hammoudeh M, Uliyan D, Abu-Hashem M, Murad S, et al. A survey on internet of things enabled smart campus applications. ICFNDS '17: International Conference on Future Networks and Distributed Systems: 2017 July 19 - 20: Cambridge, United Kingdom.

[19] Widya Sari M, Wahyu Ciptadi P, Hardyanto R. Study of smart campus development using internet of things technology. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 190: 2017: Semarang, Indonesia.

[20] Alghamdi A, Shetty S. Survey: Toward a smart campus using the internet of things. 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud): 2016 Aug 22-24: Vienna, Austria.

[21] Monti L, Prandi C, Mirri S. IoT and data visualization to enhance hyperlocal data in a smart campus context. Goodtechs '18: Proceedings of the 4th EAI International Conference on

نگهداری مراکز آموزشی، عدم نظارت دقیق بر سلامت و بهداشت دانش‌آموزان یا دانشجویان، مناسب نبودن فضاهای آموزشی برای افراد ناتوان جسمی (معلول)، عدم هوشمندی سیستم حمل‌ونقل، اقدام نمود.

مشارکت نویسندگان

این مقاله حاصل تشریک‌مساعی کلیه نویسندگان است؛ به‌نحوی که نویسنده اول مقاله در ایده پردازی، طرح پژوهش و راهنمایی در نگارش نسخه نهایی مقاله، نویسنده دوم در راهنمایی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و نویسنده سوم در جمع‌آوری داده‌ها و نگارش نسخه اولیه مقاله مشارکت داشته است.

تشکر و قدردانی

مقاله ارسالی هیچ‌گونه حامی مالی نداشته است و از همکاران پروژه اینترنت اشیا در پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات که در جمع‌آوری اطلاعات همکاری لازم را نموده‌اند قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».

منابع و مآخذ

[1] Bagheri M, Movahed S. The effect of the internet of things (IoT) on education business model. 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems: 2016 Nov 28 - Dec 1: Naples, Italy.

[2] Kamali Mohammadzadeh A, Ghafoori S, Mohammadian A, Mohammadkazemi R, Mahbanooei B, Ghasemi R. A fuzzy analytic network process (FANP) approach for prioritizing Internet of Things challenges in Iran. *Technology in Society*. 2018; 53: 124-134.

[3] Document of fundamental transformation of education. Tehran: Supreme Council of the Cultural Revolution; 1390. Persian.

[4] Soumyalatha, Hegde G. Study of IoT: understanding IoT architecture, applications, issues and challenges. 1st International Conference on Innovations in Computing & Networking (ICICN16), CSE, RRCE: 2016 Mar 12-13: Bengaluru, India.

[5] Asseo I, Johnson M, Nilsson B, Chalapathy N, Costello T. The internet of things: riding the wave in higher education. 2016; 51(4): 11-30.

[6] Ramlowat D, Pattanayak BK. Exploring the internet of things (IoT) in education: A review. Information Systems Design and Intelligent Applications. *Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 863*. Springer, Singapore. 2019; 863: 245-255.

[7] Hollier S, Abou-Zahra S. Internet of things (IoT) as assistive technology: potential applications in tertiary education. W4A '18: The Internet of Accessible Things: 2018 April 23 - 25: Lyon, France.

[8] Han F, Driberg M, Mohammad Azam S, Sebastian P, Hiung

8th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference (UEMCON): 2017 Oct 19-21: New York, NY, USA.

[34] Mariappan R. Internet of things-enabled smart campus energy management and control with soft computing approach. In: Pattnaik P, Rautaray S, Das H, Nayak J. (eds) Progress in Computing, Analytics and Networking. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 710. Springer, Singapore. 2018 April 11: pp 481-489.

[35] Wang X. The application of the internet of things in intelligent digital campus. *AMM*. 2014; 543-547: 3503-6.

[36] Zhamanov A, Sakhiyeva Z, Suliyev R, Kaldykulova Z. IoT smart campus review and implementation of IoT applications into education process of university. 2017 13th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO): 2017 Nov 28-29: Abuja, Nigeria.

[37] Han W. Research of intelligent campus system based on IOT. In: Jin D., Lin S. (eds) Advances in Multimedia, Software Engineering and Computing Vol.1. Advances in Intelligent and Soft Computing, vol 128. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011: pp 165-169.

[38] Paul D, Chakraborty T, Kanti Datta S, Paul D. IoT and Machine Learning Based Prediction of Smart Building Indoor Temperature. 2018 4th International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS). 2018 Aug 13-14: Kuala Lumpur, Malaysia.

[39] Fernández-Caramés T, Fraga-L P. Towards next generation teaching, learning, and context-aware applications for higher education: A review on blockchain, IoT, fog and edge computing enabled smart campuses and universities. *Applied Sciences*. 2019; 9(21): 4479.

[40] Al-Emran M, Iqbal Malik S, N. Al-Kabi M. A Survey of Internet of Things (IoT) in education: opportunities and challenges. *Springer, Cham*. 2019; 846: 197-209.

[41] Wahyu W, A, Saudi M. Go green technology for smart campus with IoT and student monitoring system. *J Arch.Egyptol*. 2021; 17(10):1309-13017.

[42] Sun B, Zhang Q, Cao S. Development and implementation of a self-optimizable smart lighting system based on learning context in classroom. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17:1217.

[43] Rech S, Casarin S, Silva CS, Lazzaretto A. University campus and surrounding residential complexes as energy-hub: a MILP optimization approach for a smart exchange of solar energy. *Energies [Internet]*. 2020; 13:2919.

[44] Ane T, Billah M, Nepa T. Performance of internet of things (IoT) potential applications in education. *Bangladesh Journal of Multidisciplinary Science Research*. 2020; 2(2):10-6.

[45] Liu, H. Smart campus student management system based on 5G network and Internet of Things. *Microprocessors and Microsystems*. 2020; 103428.

Smart Objects and Technologies for Social: 2018 November 28 – 30: Bologna, Italy.

[22] Hossain I, Das D, Rashed M G. Internet of things based model for smart campus: challenges and limitations. 2019 International Conference on Computer, Communication, Chemical, Materials and Electronic Engineering (IC4ME2): 2019 July 11-12: Rajshahi, Bangladesh.

[23] Palanivel K. Smart education architecture using the internet of things (IoT) technology. *International Journal of Management, IT & Engineering (IJMRA)*. 2019; 9 4(2): 1-27.

[24] Jain S, Chawla D. A smart education model for future learning and teaching using IoT. In: Senjyu T, Mahalle P.N, Perumal T, Joshi A. (eds) Information and Communication Technology for Intelligent Systems. ICTIS 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 196. Springer, Singapore: 2020 October 30: 67-75.

[25] Sami Abd-Ali R, Abbas Radhi S, Ibrah Z. A survey: the role of the internet of things in the development of education. *Indonesian Journal of Electrical Engineering & Computer Science* 2020; 19(1): 215-221.

[26] Alkhamash M, Beloff N, White M. An internet of things and blockchain based smart campus architecture. In: Arai K, Kapoor S, Bhatia R.(eds) Intelligent Computing. SAI 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1229. Springer, Cham. 2020 July 04: 467-486.

[27] Kerat N, Mohd Noor N, Darus H, Ehkan P, Hai Kelian V. A proposal of POLIMAS smart digital campus with internet of things (IoT). *Journal of Applied Science and Innovation Technology*. 2020; 2(1): 1-5.

[28] Wang H. Constructing the green campus within the internet of things architecture. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. 2014; 10(3): 1-8.

[29] Moreira F, Magalhães A, Ramos F, Vairinhos M. The power of the internet of things in education: An overview of current status and Potential. In: Mealha Ó, Divitini M, Rehm M.(eds) *Citizen, Territory and Technologies: Smart Learning Contexts and Practices. SLERD 2017. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 80. Springer, Cham*. 2017. p.51-63.

[30] Aldowah H, Rehman S, Ghazal S, Naufal Umar I. Internet of things in higher education: A study on future learning. The 6th International Conference on Computer Science and Computational Mathematics. (J. Phys.: Conf. Ser). 892: 2017: Langkawi, Malaysia.

[31] Said O, Albagory Y. Internet of things-based free learning system: performance evaluation and communication perspective. *IETE Journal of Research*. 2017; 63(1): 31-44.

[32] Majeed A, Ali M. How internet-of-things (IoT) making the university campuses smart? QA higher education (QAHE) perspective. 2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC): 2018 Jan 8-10: Las Vegas, NV, USA.

[33] Wang Y, Saez B, Szczechowicz J, Ruizi J, kraft T, Toscano S, et al. A smart campus internet of things framework. 2017 IEEE

- [60] Zhou Z, Yu H, Shi H. Optimization of wireless video surveillance system for smart campus based on Internet of Things. *IEEE Access*. 2020; 8: 136434-136448.
- [61] Verma P, Sood S K, Kalra S. Smart computing based student performance evaluation framework for engineering education. *Computer Applications Engineering Education*. 2017; 25(6): 977-991.
- [62] Yang Y, Yu K. Construction of distance education classroom in architecture specialty based on internet of things technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2016; 11(5): 56-61.
- [63] Xiliang P, Xin W, Yafei W, Mengkun L. Internet of Things based education: definition, benefits, and challenges. *Applied Mechanics & Materials*. 2013; 411-414:2947-2951.
- [64] Gomez J, Huete J, Hoyos O, Perez L, Grigori D. Interaction system based on Internet of Things as support for education. *Procedia Computer Science*. 2013; 21: 132-139.
- [65] Ueda T, Hayashida M. Assisting students' health consciousness with IoT wearable devices. IEEE Region 10 International Conference TENCON: 2018 Oct 28-31: Jeju, Korea (South).
- [66] ur Rahman M, Himanshi Deep V, Rahman S. ICT and internet of things for creating smart learning environment for students at education institutes in India. 2016 6th International Conference - Cloud System and Big Data Engineering (Confluence): 2016 Jan 14-15: Noida, India.
- [67] Atabekov A. Student research abstract: Internet of Things-based smart classroom environment. 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC '16). Association for Computing Machinery: 2016 April 4 – 8: Pisa, Italy.
- [68] Nie X. Research on smart campus based on cloud computing and Internet of Things. *AMM*. 2013; 380-384:1951-4.
- [69] He J, Lo D, Xie Y, Lartigue J. Integrating Internet of Things (IoT) into STEM undergraduate education: Case study of a modern technology infused courseware for embedded system course. 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE): 2016 Oct 12-15: Erie, PA, USA.
- [70] Singh M, Kharat M. A proposed system for security in campuses using IoT platform: A case study of a women's university. 2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC): 2017 Sep 8-9 : Mysore, India.
- [71] Lin Y-B, Lin Y-W, Hsiao C-Y, Wang S-Y. Location-based IoT applications on campus: The IoT talk approach. *Pervasive and Mobile Computing*. 2017; 40: 660-673.
- [72] Ameri Sianaki O, Yousefi A, Rajabian Tabesh A, Mahdavi M. Internet of everything and machine learning applications: issues and challenges. 2018 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA): 2018 May 16-18: Krakow, Poland.
- [73] Asnawi R, Nugraha A, Hertanto D, Surwi F. Development and testing of microcontroller-based learning media for the
- [46] Pi YB. Campus tracking system based on IoT. *AMM*. 2014; 599-601: 1416-1419.
- [47] Prasanna S. Expanding the Learning Environment by using Internet of Things for eLearning. 2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS): 2017 7-8 Dec: Palladam, India.
- [48] Wakim P, Merhad K. Using internet of things in a learning management system for campus access control. 2018 International Conference on Computer and Applications (ICCA): 2018 Aug 25-26: Beirut, Lebanon.
- [49] Verma P, Sood S. Internet of Things-based student performance evaluation framework. *Behaviour & Information Technology*. 2018; 37(2): 102-119..
- [50] Lin Y, Chen L, Shieh M, Lin Y, Yen T. Campus talk: IoT devices and their interesting features on campus applications. *IEEE Access*. 2018; 6: 26036-26046
- [51] Xiuping W. Application of IOT technologies in campus security system. *Academy of Management Review*. 2011;268-270:1884-1887.
- [52] Alalade A, Ejemeyovwi J, Ekong E, Adeyemo D. Internet of Things as a tool for enhancement of education administration and delivery. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2019; 10(5): 48-62.
- [53] Safi'ie M, Hartono R, Pratama G. The development of student attendance system using RFID and Internet of Things (IoT) technology. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng: 2018 October 15-16 : Solo Paragon Hotel, Indonesia.
- [54] Karbari S, Dhanne B. Practical design and implementation of smart campus on IoT platform. *The International Journal of Analytical and Experimental Modal Analysis*. 2019; 11(9): 3857-3864.
- [55] Abdullah A, Thanoon M, Alsulami A. Toward a Smart Campus Using IoT: Framework for Safety and Security System on a University Campus. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*. 2019; 4(5): 97-103.
- [56] Jie G, Yi H. Research on target location technology of campus video surveillance system based on WBAN and Internet of. 13th EAI International Conference on Mobile Multimedia Communications, Mobimedia: 2020 August 27-28 : Cyberspace.
- [57] Khairudin M, Syarif D. Attendance system in the teaching and learning process using RFID smart cards. *Journal of Physics: Conference Series*: 2019 September 14-15: Eastparc Hotel Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.
- [58] Kaleem Khan N, Alnatsheh E, Abubakar Rasheed R, Yadav A, Alansari Z. A quantitative case study in WSNs: design and implementation of student smart ID card. International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering (ICCECE): 2020 Aug 17-18: Southend, UK.
- [59] Faritha Banu J, Revathi R, Suganya M, Gladiss Merlin N R. IoT based cloud integrated smart classroom for smart and a sustainable campus. *Procedia Computer Science*. 2020; 172: 77-81.

- [86] Xiao J, Qi W, Hou Q. A practical study of smart education in college English teaching. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 2019; 350:8-11.
- [87] Muhammad Khan D, Yaqoob I, Akhtar N. Smart education with smart phones: A case study of Bahawalpur. *Global Regional Review (GRR)*. 2019; 4(2): 215-223.
- [88] Murad R, Hussin S, Miserom S, Yaacob m, Hanafiah Q. Service delivery mechanism in smart education by using m-reminders & notesApp.2019.
- [89] Agbo F.J, Oyelere S.S. Smart Mobile Learning Environment for Programming Education in Nigeria: Adaptivity and Context-Aware Features.(eds) *Intelligent Computing*. CompCom 2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham. 2019; 998: 1061-1077.
- [90] Costa R. iPhone, iResearch. Exploring the use of smart phones in the teaching and learning of visual qualitative methodologies. *Journal of Visual Literacy*. 2019; 38(1-2): 153-162.
- [91] Saraubon K. Learning Media Repository and Delivery System for Smart Classroom using IoT and Mobile Technologies. *Int. J. Interact. Mob. Technol.* [Internet]. 2019 Feb; 223(02): pp 66-77.
- [92] DING Y, LI Y, CHENG L. Application of internet of things and virtual reality technology in college physical education. *IEEE*. 2020; 8: 96065-96074.
- [93] Amin R. u, Inayat I, Shazad B. Wearable learning technology: A smart way to teach elementary school students. 2015 12th Learning and Technology Conference: 2015 April 12-13: Jeddah, Saudi Arabia.
- [94] Liang J-M, Su W-C, Chen Y-L, Wu S-L, Chen J-J. Smart Interactive Education System Based on Wearable Devices. *Sensors [Internet]*. 2019; 19(15):3260.
- [95] Hsi-Jen Yeh J, Bartholio C, Shackleton E, Costello L, Perera M, Yeh K, et al. Environmentally embedded internet-of-things for secondary and higher education. 2020 3rd International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT): 2020 March 9-12: San Jose, CA, USA.
- [96] Koutromanos G, Kazakou G. The use of smart wearables in primary and secondary education: A systematic review. *Themes in e-Learning*. 2020; 13(13): 33-55.
- [97] Wang YP. The research of wisdom campus construction and development based on internet of things. *AMR*. 2014; 989–994:5439–5443.
- [98] Dominguez F, Ochoa X. Smart objects in education: An early survey to assess opportunities and challenges. 2017 Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG): 2017 April 19-21: Quito, Ecuador.
- [99] Ullon H, Zambrano D, Dominguez F. Smart objects for engineering labs: boosting exploratory learning in higher education. 2017 Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO): 2017 Oct 9-13: La Plata, Argentina.
- internet of things lab work. 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1413: 2019 14 September: Yogyakarta, Indonesia.
- [74] Sutjarittham T, Habibi Gharakheili H, Kanhere S, Sivaraman V. Experiences with IOT and AI in a smart campus for optimizing classroom usage. *IEEE Internet of Things Journal*. 2019; 6(5): 7595-7607.
- [75] Kustija J, Hakim D, Hasbullah H. Development of Internet of Things (IoT) based learning media in efforts to improve student skills at the industrial revolution era 4.0. 2020 IOP Conference Series Materials Science and Engineering: 2020; Bandung, Indonesia.
- [76] Aliari S, Nasri A, Nejad M, Haghani A. Toward sustainable travel: An analysis of campus bikeshare use. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2020; 6: 100162.
- [77] Holland B. Student engagement and smart spaces: Library browsing and internet of things technology. *Emerging Trends and Impacts of the Internet of Things in Libraries* edited by Barbara Holland, IGI Global: 2020: 52-70.
- [78] Guo H, Li J. Research on the application of intelligent campus supermarket system-- based on the Internet of Things (IOT) technology. 2014 Seventh International Symposium on Computational Intelligence and Design: 2014 Dec 13-14: Hangzhou, China.
- [79] Montesines Nagayo A, Vega E, Al Maqbali O, Al Farsi A, Jamisola Jr R. A smart and solar-powered solid waste segregator with cloud-based wireless monitoring system in a school campus. BIUST Research and Innovation Symposium 2019 (RDAIS 2019): 2019 June 4 - 7: Palapye, Botswana.
- [80] Asyikin A, A. Syahidi A, Subandi. Design and implementation of different types of smart dustbins system in smart campus environments. *International Joint Conference on Science and Engineering (IJCSE 2020)*: 2020 3 October: Surabaya, Indonesia.
- [81] Ajazmoharkan Z, Choudhury T, Chand Gupta S, Raj G. Internet of Things and its applications in E-learning. 2017 3rd International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT): 2017 Feb 9-10: Ghaziabad, India.
- [82] Bai H, Zhang Q. English smart classroom teaching system based on 5 network and internet of things. *Microprocessors and Microsystems*. 2020; 103421.
- [83] Murad R, Hussin S, Hanafizah Yaacob M, Ahmad A. Mobile service delivery mechanism in smart education: conceptual framework. *International Journal of Academic Research in Business and Social*. 2019; 9(2): 1242 – 1253.
- [84] Cheng L, Zhenhua L. Research on smart mobile classroom design from the perspective of game learning — taking preschool education major of distance education as an example. *Education Journal*. 2019; 8(6): 349-353.
- [85] Bello R-W, Akpojar J. Application of social networking and cloud-based services to smart education. *International Journals of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. 2019; 9(1): 6-13.

Technology (ICAICT): 2012 Feb 19-22: PyeongChang, Korea (South).

[113] Songsom N, Nilsook P, Wannapiroon P, Chun Che Fung L, Wong K. System design of a student relationship management System Using the internet of things to collect the digital footprint. *International Journal of Information and Education Technology*. 2020; 10(3): 222-226.

[114] Villegas-Ch W, Palacios-Pacheco X, Román-Cañizares M. An internet of things model for improving process management on university campus. *Future Internet*. 2020; 12(10):162.

[115] Zhong C, Li Y. Internet of things sensors assisted physical activity recognition and health monitoring of college students. *Measurement*. 2020; 159: 107774.

[116] Malhotra R, kumar D, Guptac D. An android application for campus information system. *Procedia Computer Science*. 2020; 172: 863-868.

[117] Chen L, Chen T, ChenD, Liu J, Tsai M. Smart campus care and guiding with dedicated video footprinting through internet of things technologies. *IEEE Access*. 2018; 6: 43956-43966.

[118] Koshy R, Shah N, Dhodi M, Desai A. IOT based information dissemination system in the field of education. 2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT): 2017 April 7-9: Mumbai, India.

[119] Khaleel A, Yussof S. An investigation on the viability of using IOT for student safety and attendance monitoring in IRAQ primary schools. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT & LLS)*. 2016; 85(3): 394-402.

[120] Park J, An K, Kim D, Choi J. Multiple human tracking using multiple kinects for an attendance check system of a smart class. 10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI):2013 Oct 30 - Nov 2: Jeju, Korea (South).

[121] Chin J, Callaghan V. Educational living labs; A novel internet-of-things based approach to teaching and research. 2013 9th International Conference on Intelligent Environments: 2013 July 16-17: Athens, Greece.

[122] Takpor T, Atayero A. Integrating internet of things and health solutions for students' healthcare. Proceedings of the World Congress on Engineering (WCE): 2015 July 1-3: London, U.K.

[123] Verma P, Sood S. K. A comprehensive framework for student stress monitoring in fog-cloud IoT environment: m-health perspective. *Med Biol Eng Comput*. 2019; 57: 231-244.

[124] Verma P, Sood S. Internet of things-based student performance evaluation framework. *Behaviour & Information Technology*. 2018; 73(2):102-119.

[125] Njeru A. M, Omar M S, Yi S, Paracha S, Wannous M. Using IoT technology to improve online education through data mining. 2017 International Conference on Applied System Innovation (ICASI): 2018 May 13-17: Sapporo, Japan.

[126] Rachman F A, Putrada A G, Abdurrohman M. Distributed

[100] Blaga M, Rădulescu IR, Van Langenhove L, Stjepanović Z, Dias A, Dufkova P. Smart education for smart textiles. In: AUTEX 2019, 19th World Textile Conference on Textiles at the Crossroads. Ghent: Autex; 2019.

[101] Agustina M.D. Internet of things and religious understanding of student faculty of mathematics and natural sciences of Lambung Mangkurat University. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah: 2020 April 1-6: Banjarbaru.

[102] Martillano D. A., Chowdhury A. F., Dellosa J. C., Murcia A. A., Mangoma R. J. PINDOTS: An assistive six-dot braille cell keying device on basic notation writing for visually impaired students with IoT technology. ICEEL 2018: 2018 2nd International Conference on Education and E-Learning: 2018 November 5-7: Bali, Indonesia.

[103] AlAbri H. A, AlWesti A. M, AlMaawali M. A, AlShidhani A. A. NavEye: Smart guide for blind students. 2014 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS): 2014 April 25-25: Charlottesville, VA, USA.

[104] Farhan M, Jabbar S, Aslam M, Hammoudeh M, Ahmad M, Khalid S, et al. IoT-based student's interaction framework using attention-scoring assessment in eLearning. *Generation Computer Systems*. 2017; 79(3): 909-919.

[105] Vihervaara J, Alapaholuoma T. Internet of things: opportunities for vocational education and training presentation of the pilot project. 9th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2017): 2017 April 21-23: Porto, Portugal.

[106] Marquez J, Villanueva J, Solarte Z, Garcia A. IoT in Education: Integration of objects with virtual academic communities. *Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham*. 2016; 444: 201-212.

[107] Yamada M, Oda T, Matsuo K, Barolli L. Design of an IoT-based e-learning testbed. 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA):2016 March 23-25: Crans-Montana, Switzerland.

[108] Fahim M, Ouchao B, Jakimi A, El Bermi L. Application of a non-immersive VR, IoT based approach to help moroccan students carry out practical activities in a personal learning style. *Future Internet*. 2019; 11(1):11.

[109] Kang D, Kang K, Lee H, Jung J, Bae C, Lee J. A smart class system based on SoD (System on-Demand) Technology. 2012 IEEE 16th International Symposium on Consumer Electronics: 2012 June 4-6: Harrisburg, PA, USA.

[110] Kim P. Ambient intelligence in a smart classroom for assessing students' engagement levels. *Journal of Ambient Intelligence & Humaned Computing*. 2019; 10: 3847-3852.

[111] Hwang J, Choi H. Influence of smart devices on the cognition and interest of underprivileged students in smart education. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016; 9(44):4.

[112] Cheng H, Liao W. Establishing a lifelong learning environment using IOT and learning analytics. 2012 14th International Conference on Advanced Communication

علمی در مجلات داخلی و خارجی و کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی از ایشان به چاپ رسیده است.

Mohammadian, A., Assistant Professor, Digital Business, Department of IT Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

 mohamadian@ut.ac.ir



محمد بشیر صدیقی عضو هیئت‌علمی دانشکده مدیریت، علم و فناوری دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی مهندسی صنایع را در سال ۱۳۸۶ از دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) و مدرک کارشناسی ارشد MBA را در

سال ۱۳۸۹ از دانشگاه صنعتی شریف دریافت نمودند. ایشان در سال ۲۰۱۷ میلادی موفق به اخذ مدرک دکتری در حوزه مدیریت نوآوری و دانش از دانشگاه صنعتی دلفت Delft University of Technology از کشور هلند گردیدند و مقاله‌های متعدد علمی در مجلات و کنفرانس‌های علمی در حوزه پلتفرم‌های دیجیتال و نوآوری ارائه نموده‌اند.

Sedighi, M. Assistant Professor, Digital Innovation, Department of Management, Science and Technology; Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Tehran, Iran

 m.sedighi@aut.ac.ir



محمد سرکانی دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دانشگاه نور طویی در سال ۱۳۹۹ می‌باشند که مدرک کارشناسی مهندسی کامپیوتر - نرم‌افزار را در سال ۱۳۹۰ از دانشگاه علامه نائینی - نائین اصفهان دریافت نمودند. ایشان به‌عنوان مدرس دروس کامپیوتر، هوشمندسازی در سطح مدارس، داور جشنواره دانش‌آموزی خوارزمی در سطح منطقه و کارشناس فناوری اطلاعات و آمار در اداره کل آموزش و پرورش شهرستان‌های استان تهران - منطقه شهرستان قدس فعالیت دارند.

Serkani, M, MSc. Graduate of Information Technology Engineering, Nooretouba University, Tehran, Iran

 Serkani74@chmail.ir

campus bike sharing system based-on internet of things (IOT). 2018 6th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT): 2018 May 3-5: Bandung, Indonesia.

[127] Mjoli S. Exploring the use of IoT and Blockchain Technology in a Third Generation Bicycle Sharing Platform within a Smart University Campus. [Bachelor of Science (Honours)]. Grahamstown, South Africa: of Rhodes University; 2019.

[128] Di L. The Internet-of-things framework for campus-vehicle early warning. 2012 IEEE Symposium on Robotics and Applications (ISRA): 2012 June 3-5: Kuala Lumpur, Malaysia.

[129] Feng X, Zhang J, Chen J, Wang G, Zhang L, Li R. Design of intelligent bus positioning based on internet of things for smart campus. *IEEE*. 2018; 6: 60005-60015.

[130] Debenham L. Creating a Smart University Bus App Using IoT Devices and Student Data. England: University of Portsmouth; 2020.

[131] Singh J J, Ravi N N, Krishnan P S. IOT based parking sensor network for smart campus. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018; 7(4.35): 26-34.

[132] Silva FC A. Ahmed M, Martínez JM, Kim Y-C. Design and Implementation of a Blockchain-Based Energy Trading Platform for Electric Vehicles in Smart Campus Parking Lots. *Energies* [Internet] 2019; 12(24):4814.

[133] Anshar M, Sadjad R, Dewiani Hanan M, Prayudha R, Abry M. Design and Implementation Monitoring and Booking Systems for Smart Parking at Engineering Faculty Campus. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019 September 24-25 : South Sulawesi, Indonesia.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



ایوب محمدیان عضو هیئت‌علمی گروه مدیریت فناوری اطلاعات در دانشکده مدیریت دانشگاه تهران دارای مدرک دکترای مدیریت سیستم گرایش فناوری اطلاعات می‌باشند. در حال حاضر در زمینه‌های مدیریت اینترنت اشیا، کارآفرینی و نوآوری دیجیتال، مدل‌های کسب‌وکار و استراتژی دیجیتال مشغول به تدریس و پژوهش هستند. تاکنون بیش از ۷۰ مقاله

Citation (Vancouver): Mohammadian A, Sedighi M, Serkani M. [Selection of Internet of things (IOT) applications in education industry using the Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method]. *Tech. Edu. J.* 2022; 16(2): 363-386

 <http://dx.doi.org/10.22061/tej.2022.7414.2533>



COPYRIGHTS

©2022 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.