Executive Management
Volume 5. Issue 1. Serial Number 7. Spring and Summer 2021. Pages 59 to 79.

Research Paper

Smart University Readiness Assessment under Disruptive Technologies

Mohammad Hossein Ronaghi *[1]
,
Kamran Feizi [2]
,

[1] *Assistant Professor, Department of Management, Shiraz University*
[2] *Professor, Department of Industrial Management, Allameh Tabatabaei University*

10.22080/jem.2021.19188.3260

Received:
July 1, 2020
Accepted:
October 3, 2020
Available online:
Click or tap to enter a date.

Keywords:
Smart University, Disruptive Technologies, University 4.0, Education Technology

Abstract

Disruptive technology is an innovation that significantly alters the way that consumers, industries, or businesses operate. A disruptive technology sweeps away the systems or habits it replaces because it has attributes that are recognizably superior.Disruptive technologies are making positive impacts not only on business processes but also the digital transformation of organizations. Smart University is an emerging and rapidly growing area that represents a creative integration of smart technologies, smart features, smart software and hardware systems, smart pedagogy, smart curricula, smart learning and academic analytics, and various branches of computer science and computer engineering. The aim of this research is to recognize the smart University technologies and present a model for the assessment of smart University readiness. This research is an applied one, and has been carried out in three phases. Based on the previous studies, in the first phase research experts evaluate disruptive technologies by Delphi method. The expert panel consists of 13 faculty members who were active in information technology field. In the second phase the enabled technologies are ranked by fuzzy AHP. In the final phase the readiness model is designed and the presented model would be tested in a sample University. The research results showed that the educational technologies, internet of things and augmented reality had the most prominence in a smart University.

***Corresponding Author:** Mohammad Hossein Ronaghi
Address: *Assistant Professor, Department of Management, Shiraz University*
Email: mh_ronaghi@shirazu.ac.ir
Tel: Click or tap here to enter text.

Extended Abstract

1. Introduction

Digital transformation is the integration of digital technology into all areas of a business, fundamentally changing how an organization operates and delivers value to customers. The improvement of Information and Communication Technology (ICT) infrastructure, and the improvement of the ability to analyze environmental data lead an organization or a business to achieve a competitive advantage. Digital transformation is imperative for all businesses, from the small to the enterprise. Although the dimensions of digital transformation are numerous, those components that have impact on businesses and different industries, and have been considered by researchers and managers of organizations, are recognized as industry 4.0. Industry 4.0 has caused paradigm changes in the procedures of goods production and giving services through disruptive technologies. Disruptive technologies are making positive impacts not only on business processes but also the digital transformation of organizations. Smart University is an emerging and rapidly growing area that represents a creative integration of smart technologies, smart features, smart software and hardware systems, smart pedagogy, smart curricula, smart learning and academic analytics, and various branches of computer science and computer engineering.

2. Objective

The aim of this research is to recognize the smart University technologies and present a model for the assessment of smart University readiness. This model should be based on the importance of technologies related to the field of education and views of experts of this field. Therefore, this study seeks to design such a readiness model of University 4.0. The concept of University 4.0 forms according to industry 4.0 and technological transformations.

3. Data/Methodology

This research is an applied one, and has been carried out in three phases. Based on the previous studies, in the first phase research experts evaluate disruptive technologies by Delphi method. The Delphi method is a technique for reaching consensus by a group of experts that express their opinion on a particular issue. It has been widely used in different areas of knowledge, including management and information technology sciences. The expert panel consists of 13 faculty members who were active in information technology field. In the second phase the enabled technologies are ranked by fuzzy analytic hierarchy process (AHP). The reason for using fuzzy method is the existence of uncertainty in the survey, which naturally has more realistic results than the crisp scores. In the final phase the readiness model is designed and the presented model would be tested in a sample University in Iran. The designed questionnaire was edited according to the opinion of six experts in information technology. Thus, it can be claimed that the questionnaire had an acceptable face validity. To evaluate the reliability of research instruments Cronbach's alpha coefficients was used. The value of this coefficient was shown that the questionnaire had an acceptable reliability.

4. Results/Findings

The research results showed that the educational technologies, internet of things and augmented reality had the most prominence in a smart University.

According to the results of the model calculation, the readiness rate of the studied University is 38.5%. The readiness of the University under study to become a smart University is in primary status. This means that the University under study has an acceptable level of knowledge and expertise in the field of transformational technologies, but these technologies have not yet been properly adopted. the readiness of each technology in the University under study was shown cloud computing and education technologies are the most prepared, and robotics and big data technologies are the least prepared. Therefore, Universities managers must provide the platforms and facilities for the establishment and use of each of these technologies in their organization to provide better services to the stakeholders and students in order to become a smart University.

5. Implications

The use of some technologies, such as the IoT, requires macro-policy on telecommunications and Internet networks. Also, the Ministry of Science, Research and Technology and the Ministry of Information and Communication Technology of Iran should provide the necessary facilities for hardware and telecommunication bandwidth equipment to support companies active in the field of education and information technology. Universities and educational institutes are recommended to test their readiness to become a smart University using the model presented in this study. Contribution of this research in terms of theory explains the concept of smart University and in terms of application presents a model for assessing the readiness of smart University.

References

Lokuge S., Sedere D., Grover V. and Xu D. (2018). Organizational readiness for digital innovation: Development and empirical calibration of a construct, *Information and amp; Management*, 56(3), 445-461. https://doi.org/10.1016/j.im.2018.09.001

Pacchini A.P., Lucato W.C. and Facchini F. (2019). The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0, *Computers in Industry*, 113: 1-8. https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103125

Popoola S.I., Atayero A.A., Okanlawon T.T., Omopariola B.I. and Takpor O.A. (2018). Smart campus: Data on energy consumption in an ICT-driven university, *Data in Brief*, 16: 780–793. https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.11.091

دوره ۸. شماره ۲۷. شماره پیاپی ۷. بهار و تابستان ۱۴۰۰. صفحات ۵۹ تا ۷۹.

علمی پژوهشی

ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند تحت فناوری‌های تحول آفرین

محمدحسین رونقی[1*] ، کامران فیضی ،

[1] ستادیار بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
[2] استادگروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

10.22080/jem.2021.19188.3260

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۴/۱۱
تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۰۷/۱۲
تاریخ انتشار:
Click or tap here to enter text.

چکیده

فناوری‌های تحول آفرین نه تنها تاثیر مثبتی بر فرایندهای کسب‌وکار داشته‌اند بلکه موجب تحول دیجیتالی در سازمان‌ها شده‌اند. دانشگاه هوشمند حوزه‌ای در حال ظهور و به سرعت در حال رشد است که نشان دهنده یکپارچگی خلاق فناوری‌های هوشمند، ویژگی‌های هوشمند، نرم افزارهای هوشمند و سیستم‌های سخت‌افزاری، آموزش هوشمند، برنامه‌های درسی هوشمند، یادگیری هوشمند و تحلیل‌های دانشگاهی و شاخه‌های مختلف علوم کامپیوتر و مهندسی کامپیوتر است. هدف این پژوهش شناسایی فناوری‌های تحول آفرین دانشگاه هوشمند و ارائه مدلی برای ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند است. این پژوهش کاربردی است و در سه مرحله انجام شده است. در مرحله اول فناوری‌های تحول آفرین از مطالعات پیشین بر اساس نظر خبرگان با استفاده از روش دلفی ارزیابی شدند. خبرگان پژوهش شامل ۱۳ نفر از اعضای هیئت علمی دانشگاه فعال در حوزه فناوری اطلاعات بودند. در مرحله دوم با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن هر فناوری مشخص گردید. در مرحله آخر مدلی جهت ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند طراحی گردید و مدل در یک دانشگاه نمونه ارزیابی شد. نتایج پژوهش نشان داد که فناوری‌های آموزشی، اینترنت اشیا و واقعیت افزوده بیشترین اهمیت را در یک دانشگاه هوشمند دارند.

کلیدواژه ها:
دانشگاه هوشمند، فناوری‌های تحول آفرین، دانشگاه ۴/۰، فناوری آموزشی، اینترنت اشیاء

* **نویسنده مسئول:** محمدحسین رونقی
آدرس: ستادیار بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
ایمیل: mh_ronaghi@shirazu.ac.ir
تلفن: Click or tap here to enter text.

۱ مقدمه

قابلیت‌های فناوری اطلاعات موجب تسهیل ارتباطات در دنیا شده است و این ارتباطات بر کیفیت آموزش نیز تاثیرگذار بوده است (ماتیوس[۱] و همکاران، ۲۰۱۷). دانشگاه‌ها در قرن بیست و یکم بر پایه فناوری اطلاعات اداره می‌شوند (پاپولا[۲] و همکاران، ۲۰۱۸). امروزه یادگیری در نظام‌های آموزشی پیچیده شده است (ادیسون[۳] و همکاران، ۲۰۱۲). تحول دیجیتالی بر مدل‌های کسب و کار، شیوه ارائه خدمات و تولید کالاها و فرایندهای حاکمیتی در سازمان‌ها تاثیرگذار بوده است (کاستلو برانکو، کروز جسوس و الیویرا[۴]، ۲۰۱۹). بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و ارتقای توانمندی تحلیل داده‌های محیطی موجب کسب مزیت رقابتی برای یک سازمان و کسب و کار می شود (گرور و کلی[۵]، ۲۰۱۳). اگر چه ابعاد تحول دیجیتالی بسیار زیاد است اما آن مولفه‌هایی که بر کسب وکارها و صنایع مختلف تاثیرگذار بوده است و مدنظر پژوهشگران و مدیران سازمان‌ها قرار گرفته است به نام انقلاب یا موج چهارم شناخته می‌شود که در سال ۲۰۱۱ در کشور آلمان مطرح شد (هافمن و راش[۶]، ۲۰۱۷). امروزه موج انقلاب چهارم چه در کسب و کارها و چه در جوامع دانشگاهی تحت عنوان صنعت هوشمند شناخته می‌شود که شامل ترکیب دستگاه‌های شبکه با فناوری‌هایی همانند رایانش ابری، تجزیه و تحلیل کلان داده و هوش مصنوعی است که باعث می‌شود چنین زیرساختی، هوشمند نامیده شود (میتال[۷] و همکاران، ۲۰۱۷). هدف صنعت هوشمند رسیدن به اثربخشی و بهره وری بالاتر با استفاده از سطوح پیشرفته اتوماسیون است (لوکاتو[۸] و همکاران، ۲۰۱۷). صنعت هوشمند مسیری است که موجب ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان‌ها می‌شود و در ادامه لازمه بقای کسب وکارها و صنایع را ایجاد می‌کند، از همین‌رو همه سازمان‌ها باید خود را برای چنین شرایط رقابتی و محیط کسب و کار فراهم کنند (لی[۹] و همکاران، ۲۰۱۴).

با توجه به گسترش تحول دیجیتال در کسب وکارهای مختلف مطالعات کاربردی تخصصی پیرامون مفاهیمی همچون خانه هوشمند (شوهایبر[۱] و ماشال[۲]، ۲۰۱۹)، شهر هوشمند (کاستا و دل الیویرا[۱]، ۲۰۲۰)، کسب و کار هوشمند (چنگ[۲] و همکاران، ۲۰۲۰)، مزرعه هوشمند (رونقی و فروهرفر[۳]، ۲۰۲۰) و یا دانشگاه هوشمند یا دانشگاه ۴/۰ (گالگو[۴] و همکاران، ۲۰۱۶) انجام شده است. دانشگاه و حوزه آموزش نیز تحت تاثیر فناوری‌های تحول آفرین یا به تعبیری دانشگاه ۴/۰ قرار دارند و مراکز آموزشی نیاز به انطباق در بکارگیری فناوری های نوین و تحول دیجیتال هستند. چان[۵] (۲۰۱۳) معتقد است آموزش هوشمند بر اساس استفاده از صدا و تصویر در حین آموزش، اهمیت یکسان مدرس و دانشجو در کلاس درس و امکان دسترسی آزاد به منابع پایه ریزی شده است. محیط یادگیری هوشمند نیازمند استفاده و انطباق با تجهیزات، نرم افزارها و شبکه‌های هوشمند است. محیط یادگیری هوشمند باید بتواند آشفتگی‌ها و اختلالات سیستم مانند تجهیزات آزمایشگاهی را شناسایی و از آنها جلوگیری کند، سلامتی دانشجویان و کارکنان و شیوه عملکرد آنها را رصد کند، امنیت و حفاظت سیستم را کنترل کند و در نهایت مدیریت منابع و مصرف

[۱] Matthews
[۲] Popoola
[۳] Eidson
[۴] Castelo-Branco, Cruz-Jesus & Oliveira
[۵] Grover & Kohli
[۶] Hofmann & Rüsch
[۷] Mittal
[۸] Lucato
[۹] Lee
[۱] Shuhaiber & Mashal
[۱] Costa and de Oliveira
[۱] Cheng [۲]
[۱] Ronaghi & Forouharfar [۳]
[۱] Galego [۴]
[۱] Chun [۵]

انرژی بدون کاهش کارایی فعالیت‌های آموزشی نیز انجام دهد (لی و همکاران، ۲۰۱۳). از سوی دیگر مدل‌های مختلفی همچون مدل پاچینی[۲] و همکاران (۲۰۱۹) در صنعت خودرو و یا مدل لوکاتو و همکاران (۲۰۱۹) در بین شرکت‌های تولیدی و مدل نیک[۳] و همکاران (۲۰۱۹) در بین شرکت‌های کشور مجارستان جهت ارزیابی آمادگی تحت انقلاب چهارم ارائه شده است؛ با توجه به زمینه تخصصی هر پژوهش نیاز به ارائه مدلی جهت ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند در حوزه آموزش می‌باشد؛ این مدل باید بر اساس میزان اهمیت فناوری‌های مرتبط با حوزه آموزش و پرکاربرد در دانشگاه و بر اساس نظر خبرگان این حوزه طراحی گردد. از همین رو مساله اصلی این پژوهش طراحی چنین مدلی می‌باشد. جنبه نوآوری پژوهش پیش‌رو شناسایی فناوری‌های تحول آفرین اثرگذار در دانشگاه هوشمند با توجه به انقلاب چهارم و ارائه مدلی برای ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند است. این مطالعه به دنبال پاسخگویی به سه پرسش زیر است:

۱. فناوری‌های تحول آفرین موثر در دانشگاه هوشمند کدامند؟
۲. میزان اهمیت هر فناوری در دانشگاه هوشمند چه میزان است؟
۳. چگونه می‌توان میزان آمادگی یک دانشگاه هوشمند را ارزیابی کرد؟

۲ پیشینه پژوهش

۲.۱ فناوری‌های تحول آفرین

توجه به نیازهای مختلف مشتریان و امکان سفارشی سازی محصولات موجب بکارگیری فناوری‌های تحول آفرین می‌شود. در پارادایم مشتری مداری استفاده از محصول هوشمند پاسخی به خواسته مخاطبان است. بکارگیری تجهیزات هوشمند موجب شکل گیری خانه‌های هوشمند، ساختمان هوشمند و در نهایت شهرهای هوشمند شده است (اهلروف[۴] و همکاران، ۲۰۲۰). پاچینی و همکاران (۲۰۱۹) و لوکاتو و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌های خود فناوری‌های تاثیرگذار در انقلاب چهارم و صنعت هوشمند را شامل فناوری اینترنت اشیا، کلان داده، رایانش ابری، رباتیک، هوش مصنوعی، تولید افزایشی و فناوری شناسه امواج رادیویی می‌دانند. فناوری اینترنت اشیا موجب ارتباط بین حسگرها، ماشین‌ها، ابزارها و افراد می‌شود و باعث تسهیل تبادل داده بین اشیا و ابزارهای مختلف می‌شود (اهوت گرزا[۵] و کرفس ، ۲۰۱۸). با استفاده از حسگرها و شبکه اینترنت اشیا می‌توان اطلاعاتی همچون دما و رطوبت خاک (الاهی[۶] و همکاران، ۲۰۱۷)، آفت و بیماری‌های گیاهان (پیج[۷] و همکاران، ۲۰۱۳) و امکان تردد افراد و ردیابی اشیا (رونقی و حسینی، ۱۳۹۷) را از راه دور تشخیص داد. کلان داده، شامل داده‌های ساختارمند، غیرساختارمند و نیمه ساختارمند می‌شود که از محیط، افراد و اشیا مختلف جمع آوری شده اند و نیاز به تحلیل پیشرفته آنها برای تصمیم گیری موثر در کسب‌وکار است (وایدیا[۸] و همکاران، ۲۰۱۸). رایانش ابری به معنای امکان دسترسی به نرم افزار، پلتفرم و زیرساخت در محیط خارجی یک سازمان توسط یک ارائه دهنده خدمات می‌باشد و شرایط کار با سیستم‌های اطلاعاتی و تحلیل اطلاعات را تسهیل می‌کند (ژانگ[۹] و همکاران، ۲۰۱۷). ربات خودکار، ماشین‌های هوشمند و انعطاف‌پذیری هستند که می توانند با انسان‌ها در تعامل باشند یاد بگیرند و مانند آنها تصمیم‌گیری کنند (لی و همکاران، ۲۰۱۷). هوش مصنوعی سیستم‌هایی که همانند مغز انسان قدرت تصمیم‌گیری و تحلیل داده‌های محیطی را دارند و با

[۱] Lei
[۲] Pacchini
[۳] Nick
[۴] Aheleroff
[۵] Ahuett-Garza & Kurfess
[۶] Alahi
[۷] Page
[۸] Vaidya
[۹] Zhong

توجه به کاربری و زمینه تخصصی طراحی می‌شوند (چان و همکاران، ۲۰۱۹). شناسه امواج رادیویی نیز یک فناوری رو به توسعه است که در شناسایی و ردیابی کالاها و تجهیزات با استفاده از امواج رادیویی کاربرد فراوان دارد (ابوماجد و هاشم ، ۲۰۱۸). واقعیت افزوده یک لایه دیجیتالی، بر روی محیط فیزیکی است، که عناصری مجازی را به دنیای واقعی افراد اضافه می‌کند. این عناصر بر اساس تولیدات کامپیوتری که از طریق دریافت و پردازش اطلاعات کاربر توسط حسگرهای ورودی مانند صدا، ویدئو، تصاویر گرافیکی یا داده‌های GPS است ایجاد می‌شود (کرافتون و همکاران، ۲۰۲۹). به فناوری‌های ذکر شده فناوری زنجیره بلوک را نیز می‌توان اشاره کرد. فناوری زنجیره بلوک بر پایه دفترکل توزیع شده است. دفتر کل توزیع شده، پایگاه داده ای است که توسط هر شرکت کننده در یک شبکه بزرگ به طور مستقل به روز می‌شود (پرستوس و اومالی ، ۲۰۱۷). معماری توزیع شده به این معناست که سیستم وابسته به یک اختیار متمرکز نیست و شبکه به صورت همتا به همتا و غیرمتمرکز اداره می‌شود. هر فرد یک کپی از زنجیره بلوک را در اختیار دارد. زنجیره بلوک با استفاده از رمزنگاری و توابع هش از تغییرات بلوک داده محافظت می‌کند و هر تغییری باید به تایید اعضا برسد (هلو و هاو ، ۲۰۱۹). فناوری‌های ذکر شده تحت انقلاب چهارم موجب هوشمندسازی سازمان می‌شوند اما برای پیاده‌سازی فناوری‌ها نیاز به شناخت ابعاد آمادگی سازمان در حوزه‌های مختلف است.

۲.۲ ابعاد آمادگی نوآوری دیجیتالی

نوآوری دیجیتالی، نوآوری است که از طریق فناوری های دیجیتالی اعمال می‌شود و تحول دیجیتالی را به دنبال دارد (هنفریدسون و همکاران، ۲۰۱۴). جهت پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتالی نیاز به شناخت ابعاد سازمانی مرتبط با فناوری‌ها می‌باشد. لوکاج و همکاران (۲۰۱۸) ابعاد آمادگی نوآوری دیجیتالی در سازمان را شامل هفت بعد می‌دانند:

- آمادگی منابع: اشاره به انعطاف پذیری سازمان در تدوین و به‌کارگیری منابع در جهت تحول دیجیتالی دارد.
- آمادگی فناوری اطلاعات: آمادگی زیرساخت فناوری اطلاعات به معنای تقویت پرتفوی فناوری اطلاعات در جهت تسهیل نوآوری دیجیتالی در سازمان است.
- آمادگی شناختی: به معنای توانمندی دانشی سازمان در جهت تسهیل اجرای نوآوری دیجیتالی سازمانی است و شامل دانش، مهارت‌ها و انطباق پذیری کارکنان در مواجه با فناوری‌های دیجیتالی می‌شود.
- آمادگی شرکا: به معنای وابستگی ذینفعان خارجی به تحول دیجیتالی سازمان است و دربرگیرنده حفظ روابط با شرکا، مشتریان و مشاوران در ایجاد تحول دیجیتالی است.
- ارزش نوآوری: ارزش نوآوری به معنای مفهوم تغییر ارزش است و نگرش مثبت ذینفعان نسبت به تحول دیجیتالی را دربر می‌گیرد.
- آمادگی فرهنگی: قابلیت ارزش‌های اصلی سازمان در جهت تسهیل و تقویت نوآوری دیجیتالی است.
- آمادگی راهبردی: مجموعه‌ای از فعالیت‌های مدیریتی در جهت تسهیل و هدایت تحول دیجیتالی در سازمان است (لوکاج و همکاران، ۲۰۱۸).

[۱] Aboelmaged & Hashem
[۲] Crofton
[۳] Presthus & Omalley
[۴] Helo & Hao
[۵] Henfridsson
[۶] Lokuge

۲.۳ فناوری‌های تحول آفرین در ایران

کشور ایران نیز به عنوان یک کشور در حال توسعه نیازمند بکارگیری فناوری‌های انقلاب چهارم در حوزه های مختلف است. در خصوص چالش‌های استفاده از فناوری‌های تحول آفرین در ایران مطالعات مختلفی انجام شده است. زرگر (۱۳۹۸) بیان می‌دارد بنا به گزارش «مرکز پژوهش‌هاي مجلس» در چند سال گذشته مسئولان دولت برنامه‌ريزي‌هايي را براي ورود به عرصه فناوری اینترنت اشیا انجام داده اند، اما از آنجا که استفاده از اینترنت اشیا به طور گسترده موجب مي‌شود که در شهرها و کشورها و نهادهاي بين‌المللي ميلياردها دستگاه به شبکهٔ جهاني متصل شوند، نگراني‌هايي در خصوص مسائلي نظير امنيت اطلاعات وجود خواهد داشت (زرگر، ۱۳۹۸، ۱۳۷۳-۱۳۷۴). یکی دیگر از چالش‌های فناوری اینترنت اشیا به خطر افتادن حریم خصوصی کاربران در استفاده از سیستم‌های و امکان دسترسی غیرقانونی به داده‌های تولید شده است. در همین راستا استفاده از فناوری اینترنت اشیا در بستر زنجیره بلوک می‌تواند تاحدودی بر مشکل امنیتی این فناوری غلبه کند (موین[۱] و همکاران، ۲۰۱۹). دولت ایران در راستای دستیابی به اهداف دولت الکترونیک نیازمند پیاده‌سازی زنجیره بلوک در سیستم اداره‌ها و نهادهاست. یکی از چالش‌های پیش‌رو سیاست‌گزاری قانونی در جهت الزامی نمودن تراکنش‌های الکترونیکی در قالب بستر زنجیره بلوک است. از سوی دیگر آگاهی بخشی مردم در خصوص نحوه کارکرد و انجام تراکنش از دیگر چالش‌های استفاده از فناوری زنجیره بلوک در بخش عمومی ایران است. این چالش با استفاده از برنامه‌های آموزشی از طریق رسانه‌های عمومی قابل حل است (آقایی طوق و ناصر، ۱۳۹۸). زارع رواسان و پاشایی سورکالی (۱۳۹۰) در مطالعه خود به چالش حریم خصوصی و هزینه راه اندازی فناوری شناسه فرکانس رادیویی[۲] در ایران اشاره کردند. ازهمین‌رو جهت توسعه استفاده از این فناوری در کشور باید به سازوکارهای حقوقی و قانونی استفاده از فناوری، آموزش و فرهنگ‌سازی مناسب و امکان تولید برخی از تجهیزات در داخل کشور برای کاهش هزینه اشاره کردند. نتیجه مطالعه جعفرنژاد و همکاران (۱۳۹۵) حاکی از اشباع فناوری رایانش ابری در سال ۲۰۱۸ در ایران دارد. همچنین تاخر در شروع انتشار این فناوری در ایران منجر به سرعت بالاتر انتشار در ایران بنا به اثر تقدم و تاخر نشده است. این مهم بیانگر فرصتی برای کسب‌وکارهای فعال در این زمینه است که می‌توانند به رشد این بازار امیدوار باشند.

۲.۴ فناوری‌های تحول آفرین و حوزه آموزش

با توجه به تشریح فناوری‌های تحول آفرین و تاثیر وسیع آن بر حوزه‌های مختلف، کاربرد این تحولات در حوزه آموزش و دانشگاه نیز حائز اهمیت است. یک موسسه آموزشی هوشمند باید فرایندهای آموزشی و شیوه‌های مدیریت آموزشی را با تحولات فناوری اطلاعات همراستا سازد (طالب و حسن زاده ، ۲۰۱۵). تیخومیروف و نپروسکایا[۴] (۲۰۱۵) معتقدند که دانشگاه هوشمند به معنای مدرن‌سازی و بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در کلیه فرایندهای دانشگاهی می‌باشد. مدارس و مراکز آموزشی هوشمند برای آماده‌سازی دانش آموزان و دانشجویان و فرایندهای یادگیری تجدید ساختار شده‌اند در همین راستا کارکنان آموزشی، منابع آموزشی و فرایندهای اجرایی دستخوش تغییر می شوند (مارکوف هایس[۵] و همکاران، ۲۰۱۴)؛ مطالعات مختلفی در خصوص کاربردهای فناوری‌های تحول آفرین در حوزه آموزش انجام شده است. جوما و جاهیانتو[۶] (۲۰۱۹) در مطالعه خود به بررسی چالش های پذیرش رایانش ابری در سطح تحصیلات تکمیلی دانشگاهی در تانزانیا پرداختند، نتایج آنها

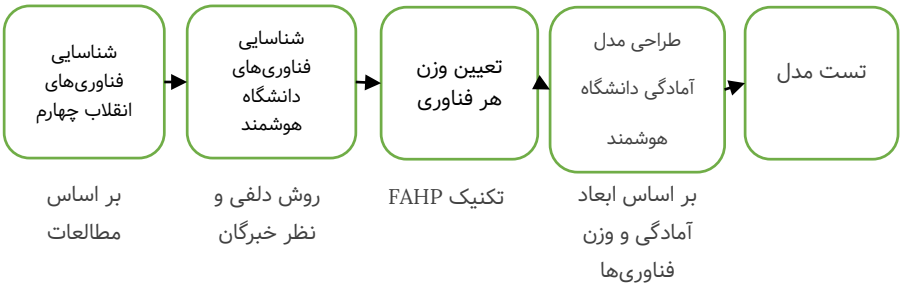
۱ Moin
۲ Radio-frequency identification (RFID)
۳ Taleb & Hassanzadeh
۴ Tikhomirov & Dneprovskaya
۵ Markoe Hayes
۶ Juma & Tjahyanto

نشان داد که ریسک امنیت اطلاعات در انتخاب رایانش ابری در دانشگاه مهم است. در پژوهش کیتل و تکینردوگان (۲۰۱۹)[۱] چارچوبی آموزشی منطبق با تحولات موج چهارم ارائه شده است و مدل پیشنهادی در طراحی برنامه آموزشی دانشگاه ویجنین هلند در دوره‌های مختلف به کار گرفته شده است. کیان و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از پنج جسد در مطالعه خود نشان دادند که مدل سه بعدی واقعیت مجازی برای تشریح غشای سینوسی ابزاری مناسب در آموزش کالبدشناسی است. کورا و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از نظر ۲۶ دانشجوی دندانپزشکی و دی بور و همکاران (۲۰۱۶)[۴] با مشارکت ۱۲۴ دانشجوی دندانپزشکی به تاثیر کاربرد فناوری واقعیت مجازی در آموزش سه بعدی عصب کشی در دندان پزشکی اشاره داشتند. طاهردوست (۲۰۱۷) در مطالعه خود به ارزیابی انطباق فناوری کارت‌های هوشمند در محیط دانشگاه پرداخته است نتایج مطالعه وی نشان داد که عوامل راحتی کاربری، موارد کاربری، امنیت، آگاهی، پشتیبانی و هنجارهای اجتماعی رابطه مستقیمی بر پذیرش فناوری کارت هوشمند در دانشگاه دارند. یاو و همکاران (۲۰۱۱)[۵] به کاربرد فناوری شناسه فرکانس رادیویی در دانشگاه های علوم پزشکی پرداختند. شکاری و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تاثیر استفاده از فناوري‌هاي نوين آموزشي برکیفیت فعالیت‌هاي آموزشي دبیران در اصفهان پرداختند و ارتباط معناداری مشاهده شد. همان‌گونه که اشاره گردید در مطالعات مختلف کاربردهای فناوری‌های تحول آفرین در حوزه آموزش اشاره شده است اما مطالعه‌ای که به فناوری‌های موثر در دانشگاه هوشمند پرداخته باشد مشاهده نشد همچنین بر اساس جست‌وجوهای انجام شده مدلی برای ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند ارائه نشده است.

۳ روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از نوع کاربردی است که در دو مرحله در سال ۱۳۹۸ انجام شده است. در ابتدا با مرور پژوهش‌های حوزه انقلاب صنعتی چهارم فناوری‌های موثر و تحول آفرین شناسایی گردید. سپس این فناوری‌های توسط گروه خبرگان پژوهش جهت کاربرد در حوزه آموزش و دانشگاه هوشمند با استفاده از روش دلفی مورد ارزیابی قرار گرفت. گروه خبرگان پژوهش شامل ۱۳ نفر از اعضای هیات علمی دانشگاه‌های دولتی و دارای زمینه پژوهشی در حوزه فناوری اطلاعات بودند. در مرحله دوم پژوهش جهت تعیین میزان اهمیت هر فناوری در شکل‌گیری دانشگاه هوشمند، از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی نوع دو جهت وزن‌دهی فناوری‌های شناسایی شده دانشگاه هوشمند طبق نظر خبرگان استفاده شد. طبق نظر مندل (۲۰۰۷)[۶] اعداد فازی نوع دو به دلیل برخورداری از تابع عضویت فازی خروجی واقعی تری نسبت به فازی نوع یک خواهد داشت. در این مرحله از پرسشنامه مقایسات زوجی برای مقایسه اهمیت هر فناوری استفاده شد. در مرحله سوم پژوهش از مدل لوکاج و همکاران (۲۰۱۸) جهت شناسایی ابعاد سازمانی آمادگی دیجیتالی به عنوان یکی از مدل‌های کامل استفاده گردید و مدل ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند بر اساس ابعاد هفت‌گانه مدل لوکاج و فناوری‌های شناسایی شده و وزن هر فناوری طراحی گردید. مدل پیشنهادی پژوهش جهت ارزیابی آمادگی هوشمندی در دانشگاه‌ها کاربرد دارد. در آخر هم مدل پیشنهادی در یکی از دانشگاه‌های مادر دولتی در ایران تست شد و ارزیابی آمادگی تبدیل شدن دانشگاه به یک دانشگاه هوشمند توسط مدل پیشنهادی مورد ارزیابی قرار گرفت. در شکل ۱ فرایند انجام پژوهش نشان داده شده است.

[۱] Tikhomirov & Dneprovskaya
[۲] Qian
[۳] Correa
[۴] De Boer
[۵] Yao
[۶] Mendel



شکل ۱ فرایند پژوهش

جهت ارزیابی مدل، با توجه به ابعاد هفت‌گانه مدل لوکاج پرسشنامه پژوهش بر اساس طیف لیکرت پنج‌تایی طراحی گردید. پرسشنامه بر اساس نظر شش نفر از اعضای هیئت علمی عضو گروه خبرگان مورد بازبینی قرار گرفت. پس می‌توان گفت پرسشنامه از روایی ظاهری مناسبی برخوردار است. مقادیر ضریب آلفای کرونباخ در جدول ۱ نشان داده شده است و با توجه به بزرگتر بودن مقادیر از ۰/۷ پایایی سازه‌های پرسشنامه تایید می‌شود. جامعه آماری این بخش از پژوهش شامل مدیران و کارشناسان فناوری اطلاعات دانشگاه مورد مطالعه می‌شود. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس پرسشنامه در بین ۴۳ نفر از مدیران دانشگاه، رئیس های بخش‌های دانشگاه و کارشناسان فناوری اطلاعات دانشگاه مورد مطالعه توزیع گردید.

جدول ۱ نتایج شاخص پایایی ابعاد پرسشنامه

ابعاد آمادگی	آلفای کرونباخ
آمادگی راهبردی	۰/۷۸
آمادگی فناوری	۰/۸۲
آمادگی شناختی	۰/۷۹
آمادگی فرهنگی	۰/۸۳
آمادگی شرکاء	۰/۷۶
آمادگی منابع	۰/۸۱
ارزش نوآوری	۰/۷۸

۴ یافته‌های پژوهش

در مرحله اول پژوهش در ابتدا برای شناسایی فناوری‌های موثر در انقلاب چهارم، از طبقه‌بندی فناوری‌های تحول آفرین و هوشمندسازی صنایع در پژوهش پاچینی و همکاران (۲۰۱۹) و مطالعه لوکاتو و همکاران (۲۰۱۹) استفاده شد. برای شناسایی فناوری‌های موثر در دانشگاه هوشمند از روش دلفی استفاده شد؛ در قالب پرسشنامه ای جهت ارزیابی میزان اهمیت هر فناوری در حوزه آموزش با استفاده

از طیف پنج گزینه‌ای لیکرت در بین گروه خبرگان پژوهش توزیع گردید. پاسخ‌ها شامل گزینه‌های بسیار مخالف، مخالف، متوسط، موافق و بسیار موافق بود. همچنین یک پرسش باز جهت درج نظرات خبرگان در پرسشنامه تعبیه شد. مقادیر نتایج دور اول دلفی خبرگان در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ نتایج دور اول دلفی

مولفه‌ها	میانگین	انحراف	کمینه	بیشینه	تغییرات کیفی
شناسه فرکانس رادیویی	۳/۷۶	۱/۰۱	۲	۵	-
اینترنت اشیا	۳/۸۴	۰/۸۹	۳	۵	-
هوش مصنوعی	۳/۶۱	۱/۱۹	۲	۵	-
تولید افزایشی	۲	۰/۹۱	۱	۴	حذف
رباتیک	۳/۰۱	۱/۴۱	۱	۵	-
رایانش ابری	۳/۳۰	۱/۴۳	۲	۵	-
کلان داده	۳/۲۰	۱/۰۱	۱	۵	-
واقعیت مجازی و افزوده	۴/۰۲	۱	۲	۵	-

با توجه به اطلاعات میانگین و درصد توافق‌های بدست آمده فناوری‌ها مورد تایید نسبی اولیه خبرگان به عنوان مولفه‌های یک دانشگاه هوشمند قرار گرفت. در مورد فناوری تولید افزایشی با توجه به کاربرد در حوزه صنعت و تولید، توافق لازم به عمل نیامد و در دور دوم حذف گردید. فناوری زنجیره بلوک توسط هفت نفر از خبرگان و فناوری‌های آموزشی توسط ده نفر به عنوان فناوری تاثیرگذار در دانشگاه هوشمند پیشنهاد گردید. منظور از فناوری آموزشی استفاده از تجهیزات کمک آموزشی مانند تخته‌های هوشمند، نرم افزارهای آموزشی و قلم نوری می‌باشد. از همین رو در پرسشنامه دور دوم این فناوری‌ها اضافه شدند و مجدداً پرسشنامه در بین خبرگان توزیع گردید. جهت ارزیابی میزان توافق خبرگان پژوهش در خصوص مولفه‌ها از ضریب کندال استفاده شد. مقادیر ضریب توافق کندال و مقادیر معناداری در مورد فناوری‌های تاثیرگذار دانشگاه هوشمند در جدول ۳ نشان داده شده است و نه فناوری مورد اجماع خبرگان پژوهش در دور دوم قرار گرفت. در دور دوم با توجه به توافق صورت گرفته و عدم ارائه موارد جدید توقف دورها اتفاق افتاد.

جدول ۳ نتایج دوردوم دلفی

مولفه	مقادیر معناداری	میزان کندال
شناسه فرکانس رادیویی	۰/۰۰۳	۰/۷۶۵
اینترنت اشیا	۰/۰۰۰	۰/۸۲۳
هوش مصنوعی	۰/۰۰۱	۰/۷۶۷
فناوری آموزشی	۰/۰۰۱	۰/۷۳۴
واقعیت مجازی و افزوده	۰/۰۰۰	۰/۸۱۵
زنجیره بلوک	۰/۰۰۳	۰/۶۳۷

مولفه	مقادیر معناداری	میزان کندال
کلان داده	۰/۰۰۲	۰/۶۹۸
رباتیک	۰/۰۰۰	۰/۷۱۲
رایانس ابری	۰/۰۰۲	۰/۷۳۸

بر این اساس می‌توان گفت دانشگاه هوشمند باید بتواند فناوری‌های اینترنت اشیا، شناسه فرکانس رادیویی، رایانش ابری، کلان داده، هوش مصنوعی، فناوری آموزشی، رباتیک، زنجیره بلوک، واقعیت افزوده و مجازی را به درستی پیاده سازی کند.

در قسمت بعد جهت مشخص شدن میزان اهمیت هر فناوری در شکل‌گیری دانشگاه هوشمند از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی نوع دو و ماتریس مقایسات زوجی استفاده شد. در اینجا گزینه‌ها شامل فناوری‌ها و معیارها شامل سه معیار هزینه، زیرساخت و کارایی می‌باشد. ماتریس مقایسات زوجی تشکیل گردید و نرخ ناسازگاری هر ماتریس کمتر از ۰/۱ بود. نتایج وزن‌های هر فناوری در جدول ۴ نشان داده شده است. بر طبق نظر خبرگان فناوری‌های آموزشی، اینترنت اشیا، واقعیت مجازی و افزوده و هوش مصنوعی دارای بیشترین اهمیت در دانشگاه هوشمند هستند. با توجه به کاربرد تخصصی فناوری‌های آموزش در دانشگاه‌ها میزان اهمیت این فناوری در بالاترین سطح قرار گرفت. نظر به گسترش ابزارهای مختلف تحت شبکه اینترنت، فناوری اینترنت اشیا به عنوان یکی از تاثیرگذارترین فناوری‌های تحول آفرین موج چهارم در سازمان‌ها شناخته می‌شود که قابلیت ردیابی اشیا، افراد و فرایندها را در سطح سازمان ایجاد می کند. ازهمین‌رو در دانشگاه‌ها نیز جهت ردیابی و کنترل دانشجویان، کلاس‌های درس، اساتید و همچنین وسایط نقلیه و تجهیزات آزمایشگاهی می توان از فناوری اینترنت اشیا استفاده کرد. همان گونه که در مطالعه کیان و همکاران (۲۰۱۸)، مطالعه کورا و همکاران (۲۰۱۷) و مطالعه دی بور و همکاران (۲۰۱۶) اشاره شد فناوری واقعیت افزوده و مجازی کاربرد بسیار موثری در حوزه آموزش به ویژه دانشگاه‌های علوم پزشکی دارند.

جدول ۴ وزن‌های فناوری‌های دانشگاه هوشمند

فناوری‌ها	مقادیر فازی	مقادیر قطعی	مقادیر نرمال شده
اینترنت اشیا	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۵۸، ۰/۴۸، ۰/۴۸، ۰/۴۰)، (۱، ۱، ۰/۶۹، ۰/۴۸، ۰/۳۳))	۰/۴۷۹	۰/۲۰۷
کلان داده	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۱۷، ۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۱۴)، (۱، ۱، ۰/۱۹، ۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۱۳))	۰/۱۵۰	۰/۰۶۶
واقعیت افزوده و مجازی	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۳۲، ۰/۲۷، ۰/۲۷، ۰/۲۳)، (۱، ۱، ۰/۳۹، ۰/۲۷، ۰/۲۷، ۰/۱۹))	۰/۲۶۹	۰/۱۱۶
هوش مصنوعی	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۲۵، ۰/۲۲، ۰/۲۲، ۰/۱۹)، (۱، ۱، ۰/۲۸، ۰/۲۲، ۰/۲۲، ۰/۱۷))	۰/۲۱۵	۰/۰۹۳
شناسه امواج رادیویی	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۱۵، ۰/۱۴، ۰/۱۴، ۰/۱۴)، (۱، ۱، ۰/۱۷، ۰/۱۴، ۰/۱۴، ۰/۱۲))	۰/۱۳۹	۰/۰۶۱

فناوری‌ها	مقادیر فازی	مقادیر قطعی	مقادیر نرمال شده
زنجیره بلوک	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۱۹، ۰/۱۴، ۰/۱۴، ۰/۱۱)، (۱، ۱، ۰/۱۹، ۰/۱۴، ۰/۱۴، ۰/۱))	۰/۱۳۵	۰/۰۵۸
فناوری آموزشی	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۸، ۰/۷۱، ۰/۷۱، ۰/۶۳)، (۱، ۱، ۰/۹، ۰/۷۱، ۰/۷۱، ۰/۵۶))	۰/۷۰۹	۰/۳۰۷
رایانش ابری	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۲، ۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۱۲)، (۱، ۱، ۰/۲۱، ۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۱۱))	۰/۱۴۳	۰/۰۶۳
رباتیک	((۰/۹، ۰/۹، ۰/۸، ۰/۰۷، ۰/۰۷، ۰/۰۶)، (۱، ۱، ۰/۰۹، ۰/۰۷، ۰/۰۷، ۰/۰۵))	۰/۰۶۸	۰/۰۲۹

بر اساس فرمول ۱ میزان درجه انطباق پذیری هر فناوری محاسبه می‌شود این فرمول از تاثیر وزن هر بعد آمادگی در امتیاز بدست آمده در هر بعد آمادگی محاسبه می‌شود. t_i درجه انطباق فناوری i ام و d_n امتیاز بعد n ام است.

$$(۱)\ t_i = \frac{\sum_{n=1}^{7} d_n}{\text{Maximum point possible}} \times 100\%$$

بر اساس فرمول ۲ میزان آمادگی کلی دانشگاه بر اساس جمع انطباق هر فناوری با احتساب وزن هر یک محاسبه می‌شود.

$$(۲)\ R = \sum_{i=1}^{9} \omega_i t_i$$

با توجه به مقدار محاسبه شده از فرمول ۲ می توان وضعیت آمادگی دانشگاه را مشخص نمود. در جدول ۵ وضعیت‌های مختلف یک دانشگاه بر اساس درصد آمادگی محاسبه شده نشان داده شده است (پاچینی و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۵ مراحل آمادگی دانشگاه هوشمند

مرحله آمادگی	ویژگی مرحله	درصد آمادگی
شکل گیری	دانشگاه دانش سطحی در خصوص برخی از فناوری‌های تحول آفرین دارد	$0 \le R < 10$
اولیه	دانشگاه دانش برخی از فناوری‌ها را دارد اما همه آنها را نمی‌شناسد	$10 \le R < 25$
مقدماتی	دانشگاه دانش خوبی از همه فناوری‌ها دارد اما با هیچ کدام منطبق نشده است	$25 \le R < 50$
متوسط	دانشگاه دانش کاملی از همه فناوری‌ها دارد و شروع به انطباق با آنهاکرده است	$50 \le R < 75$
پیشرفته	دانشگاه دانش کاملی از همه فناوری‌ها دارد و با همه آنها درجه بالایی از انطباق را دارد	$75 \le R < 90$
آماده	دانشگاه انطباق کامل با همه فناوری‌ها تحول آفرین دارد	$90 \le R \le 100$

۴.۱ مطالعه موردی

در دانشگاه مورد مطالعه با توجه به پرسشنامه توزیع شده در بین نمونه اعضای دانشگاه، مقادیر هر بعد آمادگی به ازای هر فناوری بدست آمد. میزان انطباق هر فناوری بر اساس فرمول ۱ محاسبه گردید. برای نمونه میزان انطباق فناوری آموزشی در زیر نشان داده شده است. با توجه به اینکه پرسش‌های پرسشنامه با طیف پنج‌تایی لیکرت طراحی شده بود پس ماکزیمم امتیاز ۳۵ درنظر گرفته شده است.

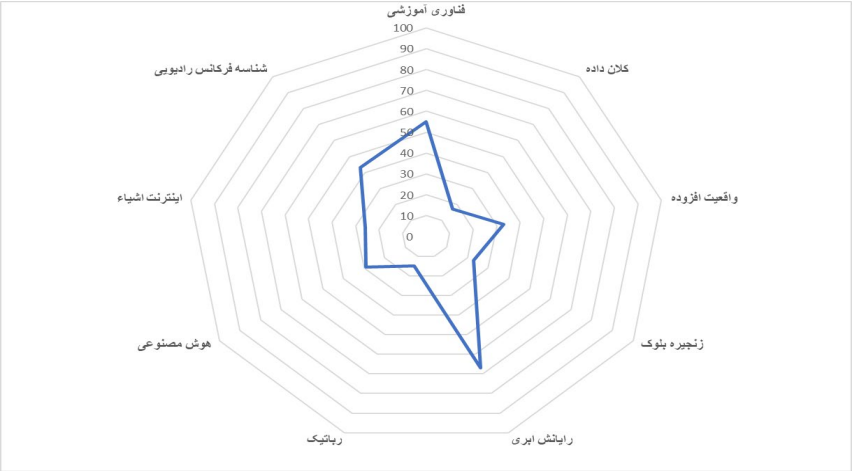
$$t_5 = \frac{2.83 + 3.01 + 2.45 + 3.21 + 1.89 + 3.46 + 2.47}{35} \times 100\%$$

$$t_5 = \frac{19.32}{35} \times 100\% = 55.2\%$$

جهت محاسبه میزان آمادگی کلی دانشگاه از فرمول ۲ استفاده شده است و ضرایب بدست آمده مطابق نظر خبرگان در درصد آمادگی هر فناوری محاسبه می‌شود.

$$R= (0.207\times0.26) + (0.066\times0.17) + (0.116\times0.33) + (0.093\times0.29) + (0.061\times0.43) + (0.058\times0.23) + (0.307\times0.55) + (0.063\times0.67) + (0.029\times0.15) = 0.38.53$$

با توجه به نتایج محاسبه مدل، میزان آمادگی بدست آمده دانشگاه مورد مطالعه ۳۸/۵۳ درصد می‌باشد. طبق جدول ۵ آمادگی دانشگاه مورد مطالعه برای تبدیل شدن به دانشگاه هوشمند در وضعیت مقدماتی قرار دارد. یعنی دانشگاه دانش خوبی از همه فناوری‌ها دارد اما با هیچ کدام منطبق نشده است. در شکل ۲ میزان آمادگی هر فناوری در دانشگاه مورد مطالعه نشان داده شده است. رایانش ابری (۶۷ درصد)، فناوری‌های آموزشی (۵۵ درصد)، شناسه امواج رادیویی (۴۳ درصد) و واقعیت افزوده (۳۳درصد) دارای بیشترین میزان آمادگی می باشند و فناوری رباتیک (۱۵ درصد) و کلان داده (۱۷ درصد) کمترین درجه آمادگی را دارند. با توجه به فروش سیستم‌های اطلاعات ابری در کشور بستر استفاده از رایانش ابری تا حدود زیادی آماده است از همین رو بیشترین میزان انطباق وجود داشت. با توجه به شناخته شده بودن فناوری‌های آموزشی و تخصص دانش آموختگان این رشته در دانشگاه مورد مطالعه این فناوری در رتبه دوم میزان انطباق پذیری قرار گرفت. شناسه امواج رادیویی برای کنترل تردد افراد و وسایل نقلیه و همچنین کالاهای مختلف کاربرد دارد. همچنین فناوری‌های واقعیت افزوده و مجازی کاربرد بسیاری در حوزه آموزش به خصوص آموزش پزشکی دارد از همین رو در دانشگاه مورد مطالعه میزان انطباق پذیری بالایی داشتند.



شکل ۲ میزان انطباق فناوری‌ها در دانشگاه مورد مطالعه

۵ بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف شناسایی فناوری‌های موثر بر دانشگاه هوشمند مطابق با موج چهارم و ارائه مدلی جهت ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند انجام شد. یافته‌های مرحله اول پژوهش در جهت پاسخ به پرسش اول پژوهش نشان داد مطابق با نظر خبرگان نه فناوری آموزشی، اینترنت اشیا، شناسه امواج رادیویی، رباتیک، هوش مصنوعی، زنجیره بلوک، کلان داده، رایانش ابری، واقعیت افزوده و مجازی بر دانشگاه هوشمند موثر هستند. این یافته پژوهش همراستا با نتایج مطالعات جوما و جاهیانتو (۲۰۱۹)؛ کیان و همکاران (۲۰۱۸)؛ طاهردوست (۲۰۱۷) و یاو و همکاران (۲۰۱۱) می‌باشد که به کاربرد فناوری‌های تحول آفرین درحوزه آموزش اشاره داشتند. از همین رو سیاستگزاران مراکز آموزشی باید بستر پیاده سازی این فناوری‌ها را فراهم آورند. در راستای نتیجه پژوهش زرگر (۱۳۹۸) نیاز به سیاستگزاری و وضع قوانین منطبق با کاربری و شیوه تسهیم اطلاعات توسط فناوری‌های نوین اطلاعاتی در کشور بیش از پیش احساس می‌شود. همچنین مطابق با یافته پژوهش آقایی طوق و ناصر (۱۳۹۸) می‌توان پیشنهاد داد که برگزاری دوره‌های دانش افزایی و اطلاع رسانی عمومی به تسهیل استفاده از این فناوری‌ها کمک می‌کند. با توجه به هزینه بر بودن استقرار فناوری های نام برده نتایج مرحله دوم پژوهش به میزان اهمیت هر فناوری اشاره دارد. نتایج مرحله دوم در جهت پاسخ به پرسش دوم پژوهش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی نوع دو مشخص ساخت که فناوری‌های آموزشی، اینترنت اشیا، واقعیت افزوده و مجازی دارای اهمیت بیشتری بر اساس نظرات خبرگان هستند. با توجه به مطالعه اهوت گرزا و کرفس (۲۰۱۸) اینترنت اشیا می‌تواند باعث تسهیل تبادل داده بین ابزارها و تجهیزات مختلف می‌شود. از همین رو در حوزه دانشگاه می تواند در پیگیری تردد افراد (رونقی و حسینی، ۱۳۹۷) و وسایل نقلیه (اهلروف و همکاران، ۲۰۲۰) نیز مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در مدیریت فضای سبز (الاهی و همکاران، ۲۰۱۷) و تجهیزات سرمایشی و گرمایشی دانشگاه اینترنت اشیا کاربرد دارد. فناوری واقعیت افزوده و مجازی جهت برگزاری دوره‌های آموزشی و تحلیل اطلاعات محیط پیرامون مطابق با یافته‌های پژوهش دی بور و همکاران (۲۰۱۶)؛ کیان و همکاران (۲۰۱۸) کاربرد دارد. از ضرایب بدست آمده در این مرحله در طراحی مدل ارزیابی آمادگی دانشگاه هوشمند استفاده شد.

در جهت پاسخ به پرسش سوم پژوهش، مدل آمادگی دانشگاه هوشمند بر اساس ابعاد هفت‌گانه آمادگی و نه فناوری تحول آفرین با احتساب وزن هر

فناوری، طراحی گردید. این مدل در ارزیابی هوشمندی دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی کاربرد دارد. در مرحله سوم مدل ارائه شده در یک دانشگاه دولتی به عنوان نمونه مطالعاتی تست شد. نتایج مدل نشان داد دانشگاه مورد مطالعه در فناوری‌های رایانش ابری (۶۷)، فناوری آموزشی (۵۵)، شناسه امواج رادیویی (۴۳)، واقعیت افزوده و مجازی (۳۳)، هوش مصنوعی (۲۹)، اینترنت اشیا (۲۶)، زنجیره بلوک (۲۳)، کلان داده (۱۷) و رباتیک (۱۵) به ترتیب دارای بیشترین انطباق می‌باشند. در کل نتیجه مدل میزان آمادگی دانشگاه مورد مطالعه را ۳۸/۵ درصد نشان داد و میزان آمادگی این دانشگاه در وضعیت مقدماتی قرار دارد. بر این اساس می‌توان بیان کرد که در این دانشگاه دانش مناسبی در خصوص فناوری‌های تحول آفرین و انقلاب چهارم وجود دارد اما پیاده سازی فناوری‌ها و استقرار کامل آنها هنوز میسر نشده است. با توجه به تحت تحریم بودن کشور ایران ورود برخی از تجهیزات با مشکل مواجه است و قیمت بالایی دارد همچنین فناوری‌های تحول آفرین اغلب نوظهور هستند، از همین رو نیاز به اتخاذ تصمیماتی در خصوص دسترسی آسان تر به این فناوری‌ها وجود دارد. در مقایسه مدل این پژوهش با مدل‌های ارزیابی آمادگی ارائه شده در مطالعات پاچینی و همکاران (۲۰۱۹) و لوکاتو و همکاران (۲۰۱۹) می‌توان گفت فناوری‌های ارائه شده در مدل پژوهش پیش‌رو به صورت تخصصی در دانشگاه وزن‌دهی شدند و همچنین از ابعاد هفت گانه آمادگی که جامعیت بیشتری دارند استفاده گردید.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش تست مدل در یک دانشگاه دولتی می‌باشد لذا برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود مدل نهایی پژوهش در دانشگاه‌های آزاد و غیرانتفاعی تست شود و نتایج با خروجی‌های این پژوهش مقایسه گردد. دیگر محدودیت این پژوهش استفاده از ابعاد مشابه ارزیابی آمادگی برای همه فناوری‌ها بود برای مطالعات آتی می‌توان مدل آمادگی را به صورت تخصصی بر اساس نیازسنجی حرفه ای هر فناوری شناسایی کرد و آنها را در مدل این پژوهش اعمال نمود.

با توجه به تاثیر انقلاب چهارم بر کسب‌وکارها و سازمان‌ها می‌توان اذعان داشت که فناوری‌های موثر بر یک دانشگاه هوشمند شامل بکارگیری فناوری های آموزشی، اینترنت اشیا، شناسه امواج رادیویی، رباتیک، هوش مصنوعی، زنجیره بلوک، کلان داده، رایانش ابری، واقعیت افزوده و مجازی می‌شود. با توجه به نظر خبرگان فناوری‌های آموزشی، اینترنت اشیا و واقعیت افزوده اهمیت بیشتری در شکل گیری یک دانشگاه هوشمند دارند و این یافته بیانگر اولویت سرمایه گذاری دانشگاه‌ها بر روی این فناوری ها می‌باشد. امروزه دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی جهت ارائه خدمات با کیفیت و کسب مزیت رقابتی خود ملزم به استفاده از فناوری‌های مذکور هستند. در شرایط بحرانی مانند شیوع کرونا نیز اهمیت استفاده از فناوری‌های آموزش مجازی و توانمندسازی دانشگاه‌ها بیشتر نمود پیدا می‌کند. از همین رو روسای دانشگاه‌ها برای تبدیل شدن به یک دانشگاه هوشمند باید بسترها و امکانات استقرار و بکارگیری هر یک از این فناوری‌ها را در دانشگاه و موسسه خود جهت ارائه خدمات بهتر به دانشجویان و انجام رسالت آموزشی فراهم کنند. از سوی دیگر استفاده از برخی از فناوری‌ها مانند اینترنت اشیا، نیاز به سیاستگزاری کلان در خصوص شبکه‌های مخابراتی و اینترنتی می‌باشد که در این راستا مساعدت و همکاری وزارتخانه‌های فناوری اطلاعات، علوم و تحقیقات و بهداشت و درمان نیاز است.

فهرست منابع

Transactions on Industrial Electronics. 64(9): 7333–7341, https://doi.org/10.1109/TIE.2017.2696508.

Castelo-Branco I., Cruz-Jesus F. & Oliveira T. (2019). Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union. *Computers in Industry*, 107: 22–32. https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.007

Catal C. & Tekinerdogan B. (2019). Aligning education for the life sciences domain to support digitalization and industry 4.0, *Procedia Computer Science*, 158: 99–106. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.032

Cheng C., Zhong H. & Cao L. (2020). Facilitating speed of internationalization: The roles of business intelligence and organizational agility, Journal of Business Research, 110: 95-103. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.01.003

Chun S. (2013). Korea's smart education initiative and its pedagogical implications. *CNU Journal of Educational Studies*. 34(2), 1–18. https://doi.org/10.18612/cnujes.2013.34.2.1

Correa C.G., Machado M.A.A.M., Ranzini E., Tori R. & Nunes F. (2017). Virtual reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block. *Journal of*

Aboelmaged M. & Hashem G. (2018). RFID application in patient and medical asset operations management: A technology, organizational and environmental (TOE) perspective into key enablers and impediments, *International Journal of Medical Informatics*, 118: 58-64. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.07.009

Aghaei togh M. & Naser M. (2019). Mechanisms and Challenges of

Implementing Blockchain Ledger in E-Government Development and its Impacts on the Tax System, *Administrative law*, 6(19): 9-33. [in Persian]

Aheleroff S., Xu X., Lu Y., Aristazabal M. & Valasquez J.P. (2020). IoT-enabled smart appliances under industry 4.0: A case study, *Advanced Engineering Informatics*, 43: 101043. https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101043

Ahuett-Garza H. & Kurfess T. (2018). A brief discussion on the trends of habilitating technologies for Industry 4.0 and smart manufacturing. *Manufacturing Letters*, 15: 60–63. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2018.02.011

Alahi, M.E.E. Xie, L., Mukhopadhyay, S. & Burkitt, L. (2017). A temperature compensated smart nitrate-sensor for agricultural industry, *IEEE*

https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.336

Grover V. & Kohli R. (2013). revealing your hand: caveats in implementing digital business strategy, *MIS Quarterly*. 37: 655–63.

Helo P. & Hao Y. (2019). Blockchains in operations and supply chains: a model and reference implementation, *Computers & Industrial Engineering*, 136: 242-51. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.023

Henfridsson, O., Mathiassen, L., & Svahn, F. (2014). Managing Technological Change in the Digital Age: The Role of Architectural Frames, *Journal of Information Technology*, 29(1): 27-43.

Hofmann E. & Rüsch M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, *Computers in Industry*. 89: 23–34, http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002.

Jafarnejad Chaghooshi A. & Mokhtarzadeh Garoosi A. (2016). Cloud Computing Technology Diffusion Forecasting in Iran by employing Growth Curves & Cross Country's diffusion trends Impact, *journal of technology development management*, 4(1): 97-126. [in Persian]

Juma M.K. & Tjahyanto A. (2019). Challenges of cloud computing adoption model for higher educational level in Zanzibar, *Procedia Computer Science*, 161: 1046–1054.

Applied Oral Science, 25(4):357–366. https://doi.org/10.1590/1678-7757-2016-0386

Costa D.G. & de Oliveira F.P. (2020). A prioritization approach for optimization of multiple concurrent sensing applications in smart cities, *Future generation computer systems*, 108: 228-243 https://doi.org/10.1016/j.future.2020.02.067

Crofton E., Botinesteana C., Fenelon M. & Gallagher E. (2019). Potential applications for virtual and augmented reality technologies in sensory science, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 56:1-9. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102178

De Boer I.R., Wesselink P.R. & Vervoorn J.M. (2016). Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment. *European Journal of Dental Education*, 20(3):142–147. https://doi.org/10.1111/eje.12152

Eidson J., Lee E.A., Matic S., Seshia S.A. & Zou J. (2012). Distributed Real-Time Software for Cyber-Physical Systems, *Proceedings of the IEEE*, 100(1): 45-59. https://doi.org/10.1109/JPROC.2011.2161237

Galego D., Giovannella C. & Mealha O. (2016). Determination of the Smartness of a University Campus: The Case Study of Aveiro, *Social and Behavioral Sciences*, 223: 147-152.

smart and connected campuses, in: Proceeding s of The World Congress on Engineering 2017, Lect. Notes Engineering Computer Science., London, U.K.

Mendel, J.M. & John, R.I.B. (2007). Type-2 Fuzzy Sets Made Simple, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 10: 117- 127. http://dx.doi.org/10.1109/91.995115

Mittal S., Khan M.A., Romero D. & Wuest T. (2017). Smart manufacturing: characteristics, technologies and enabling factors. *Journal of Engineering Manufacture*. 223(5): 1342–1362. https://doi.org/10.1177/0954405417736547

Moin S., Karim A., Safdar Z., Safdar K., Ahmed E. & Imran M. (2019). Securing IoTs in distributed blockchain: Analysis, requirements and open issues, *Future Generation Computer Systems*, 100: 325–343. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.05.023

Nick G., Szaller A., Bergmann J. & Vargedo T. (2019). Industry 4.0 in Hungry: model and the first result in connection in data application, *IFAC PapersOnLine* 52(13): 289–294. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.185

Pacchini A.P., Lucato W.C. & Facchini F. (2019). The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0, *Computers in Industry*, 113: 1-8. https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103125

Page, K., Dang, Y. & Dalal, R. (2013). Impacts of conservation tillage on soil https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.215

Lee J., Kao H.A. & Yang S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry4.0 and big data environment. *Procedia Cirp* 16: 3–8. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001

Lei C., Wan K. & Man K.L. (2013). Developing a Smart Learning Environment in Universities Via Cyber-Physical Systems, *Procedia Computer Science*, 17: 583 – 585. https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.05.075

Lokuge S., Sedere D., Grover V. & Xu D. (2018). Organizational readiness for digital innovation: Development and empirical calibration of a construct, *Information and amp; Management*, 56(3):445-461. https://doi.org/10.1016/j.im.2018.09.001

Lucato W.C., Pacchini A.P., Facchini F. & Mummolo G. (2019). Model to evaluate the industry 4.0 readiness in industrial companies, IFAC PapersOnLine 52-13: 1808–1813. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.464

Markoe Hayes S., Chapple S. & Ramirez C. (2014). Strong, Smart and Bold Strategies for Improving Attendance and Retention in an After-School Intervention. *Journal of Adolescent Health*, 54(3): 64-69. https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.12.030

Matthews V.O., Osuoyah Q., Popoola S.I., Adetiba E. & Atayero A.A. (2017). C-BRIG: a network architecture for real-time information exchange in

of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT), *Technology in Society*, In press. Available online 20 September 2020, https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101415.

Ronaghi MH. & Hosseini F. (2018). Identifying and Ranking IoT Services in Healthcare Sector, *Journal of health administration*, 21(73): 29-41. [in Persian]

Shekari A., Mohammadi Z. & Mohammadi B. (2017). The effect of using new educational technologies on the qualiy of educational activities before, during and after training, *Research in Curriculum Planning*, 14(25): 74-83. [In Persian]

Shuhaiber A. & Mashal I. (2019). Understanding users' acceptance of smart homes, *Technology in Society*, 58: 101110. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.01.003

Taherdoost H. (2017). Appraising the smart card technology adoption; case of application in niversity environment, *Procedia engineering*, 181; 1049-1957. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.506

Taleb Z. & Hassanzadeh F. (2015). Toward Smart School: A Comparison between Smart School and Traditional School for Mathematics Learning, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 171: 90 – 95. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.093

quality, including soil-borne crop diseases, with a focus on semi-arid grain cropping systems, Australas. *Plant Pathol.* 42 (3): 363–377, https://doi.org/10.1007/s13313-013-0198-y.

Popoola S.I., Atayero A.A., Okanlawon T.T., Omopariola B.I. & Takpor O.A. (2018). Smart campus: Data on energy consumption in an ICT-driven university, *Data in Brief*, 16: 780–793. https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.11.091

Presthus W & Omalley N.O. (2017). Motivations and barriers for end-user adoption of bitcoin as digital currency, international conference on health and social care information systems and technologies centeris / ProjMAN / HCist, November 2017, Barcelona, Spain, *Procedia Computer Science*, 121: 89–97. https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.013

Qian Z.H., Feng X., Li Y. & Tang K. (2018). Virtual reality model of the three-dimensional anatomy of the cavernous sinus based on a cadaveric image and dissection. *Journal of Craniofacial Surgery*, 29(1):163–166. https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000004046.

Ronaghi MH. & Forouharfar A. (2020). A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoTs) in smart farming in a typical Middle Eastern country within the context

Iran based on a Combined Approach, *Iranian journal of information processing and management*, 34(3): 1371-1398. [in Persian]

Zare Ravasan A. & Pashaie Soorkali Z. (2011). Studying RFID Consumer Acceptance Using TAM: The Case of IUST Students, *information science and technology*, 3: 171-188. [in Persian]

Zhong R.Y., Xu X., Klotz E. & Newman S.T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5): 616–630. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015

Tikhomirov, V. & Dneprovskaya, N. (2015). Development of strategy for smart University. In: 2015 Open Education Global International Conference, Banff, Canada.

Vaidya S., Ambad P. & Bhosle S. (2018). Industry 4.0 – a glimpse. *Procedia Manufacturing* 20: 233–238. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034

Yao W., Chu C.H. & Li Z. (2011). leveraging complex event processing for smart hospitals using RFID, *Journal of Network and Computer Applications*, 34: 799–810. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2010.04.020

Zargar S.M. (2019). Assessment of Barriers to Establishing the Internet of Things in Libraries in