Journal of
Value Creating in Business Management
https://www.jvcbm.ir

Volume 4, Issue 4, Winter 2024, Pages 71 to 96

Original Article (Mixed)

eISSN: 2980-8359

Evaluating the level of digitalization of the innovation process with artificial intelligence approach in the digital transformation of knowledge-based companies

Ali Bagheri[1], Reza Radfar[1], Sepehr Ghazinoory[2]

1- Department of technology management, management faculty science and research branch of Islamic azad university
2- Department of Information Technology Management, Faculty of Management, Tarbiat Modares University Tehran Iran

Receive:
10 July 2024
Revise:
11 September 2024
Accept:
13 October 2024

Keywords:
digital innovation, adaptive neural fuzzy inference system (ANFIS), digital transformation, technology-based companies (TBFs), innovation process, digitization, artificial intelligence

Abstract
The purpose of this research is to design a model to evaluate the level of digitization of the innovation process centered on artificial intelligence in knowledge-based companies, so that the digital maturity of the innovation process in an organization can be measured. The results of 188 indicators were distributed in the form of a 5-point Likert questionnaire and by Delphi method in two times among 18 experts in this field. The result of the work was 5 components as input to the model, which was sent in the form of a questionnaire to 230 knowledge-based companies of Pardis Technology Park. 198 companies completed it and sent it back. From this number of samples, 150 data were separated for training data and 48 data as model test based on a random function. In the last stage, i.e. modeling, the adaptive neural-fuzzy inference method was used for the model. The method of grid separation or lookup table (PG) in MATLAB 2023 software was used to evaluate the performance of the model using root mean square, error (RMSE) and relative error (E). This research was able to provide an intelligent model with a very low error. As a result, it was able to achieve effective indicators in the degree of digitization of the innovation process.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Please cite this article as (APA): Bagheri, A. , radfar, R. and ghazinoory, S. (2025). Evaluating the level of digitalization of the innovation process with artificial intelligence approach in the digital transformation of knowledge-based companies. *Journal of value creating in Business Management, 4*(4), 71-96.

https://doi.org/10.22034/jvcbm.2024.472784.1420

Publisher: Research Center of Resources Management Studies and knowledge-based Business

Creative Commons: CC BY 4.0

Corresponding Author: Reza Radfar

Email: ifchlg@gmail.com

Journal of
Value Creating in Business Management
https://www.jvcbm.ir
Volume 4, Issue 4, Winter 2024, Pages 71 to 96

Extended Abstract

Introduction

An innovation process, whether in its general form from the stage of idea formation to the stage of entering the market and commercialization, or in each of the parts separately, must be in such a way that it has the most productivity (efficiency and effectiveness combined during the process). Moving in this direction reduces financial, time and human costs. The relevance of innovation to ensure the competitiveness of companies has been confirmed among researchers and professionals (Schiuma, 2012). Also, innovation is a risky process that requires resources, competence, culture and attitudes that cannot even be promoted and managed easily (D'Este et al., 2012). Due to the mismatch in digital skills and awareness, employees are not able to understand the reasons and potential of implementing new technology and displacement. Therefore, the next challenge in the digital ecosystem is to promote and define conditions, roadmaps and management models for implementing digital innovation strategies, for managing digital knowledge and fostering continuous innovation (Nonaka & Takeuch, 2019). Innovation processes rely on external institutions, i.e. innovation intermediaries, research and development laboratories, or innovation centers (Corre & Mischke, 2005). Global and virtual competition, as well as the rapid development of digital technologies and solutions, raise efficiency standards, increase the speed of market dynamics, and reduce product life cycles (Schiuma, 2012). Each actor involved in innovation must be aware of the organization's vision, goals, and strategies in order to effectively contribute and generate value (Lianto et al., 2018; Nonaka & Takeuchi, 2019). To understand and effectively manage technology, codification and exploitation of generated knowledge, specialized skills and new governance models are required (Joshi et al., 2010).

Theoretical framework

Digital innovation process

Completely rebuilding business around new opportunities and new demands is possible through digital technology. Eyring et al., (2022) in an article, mentioned these processes under the title of digitization. Digitization is a useful and effective necessity. It provides a vision of digital assets that offer opportunities to business or even to industry. Digitization sometimes reconceptualizes their products by serving a business model through their artifacts. Digital transformation describes a sometimes broad process of change that may have multiple goals, while innovation focuses on the moment of invention and the implementation of that invention. Innovation may cause fundamental changes and vice versa, but both are not synonymous. Advancement of digitization and digital changes may be started as an innovation action. This may be catalyzed by new business opportunities, but ultimately must reach beyond the innovation function to reshape the entire organization (Globe, 2018). Businesses need a dynamic tool to support their digital innovation management efforts.

Artificial intelligence

Artificial intelligence is sometimes called machine intelligence, refers to the intelligence shown by machines in various situations, which is in contrast to the natural intelligence in humans; in other words, artificial intelligence refers to systems that can react similar to human intelligent behavior, including understanding complex situations, simulating human thinking processes and reasoning methods and successfully responding to them, learning and having the ability to acquire knowledge and reason to solve problems (Teece et al., 1997). The scientific study of algorithms and statistical models are used by computer systems that use patterns and inference to perform tasks rather than using clear instructions. Machine learning is the science of making computers learn about a specific subject without the need for an

explicit program. As a subset of artificial intelligence, machine learning algorithms create a mathematical model based on sample data or "training data" in order to predict or make decisions without overt planning (Du et al., 2019).

Research methodology

The sampling method was carried out in the form of theoretical saturation at the stage that no new material was obtained from the articles as a new index, and other indices were common in meaning and concept. In this study, Pardis Technology Park companies and its branches, including Azadi Factory and Hi-Wi centers were considered. Because these companies are active within the innovation ecosystem, they are familiar with the literature in this field, which facilitated the completion of the questionnaires. Questionnaires were sent through the Press Line program and within social network groups, and for some through phone and email. All these companies had the approval of knowledge-based company level 1 to 3 and the completers had educational qualifications of at least bachelor's degree to doctorate. After examining the opinions of the experts, it was determined that a consensus was reached by having an average above 4 for all indicators.

In adaptive neural fuzzy inference, the network separation method or lookup table (PG) was used in MATLAB 2023 software. In this method, the number of membership functions is 5 functions representing very low, low, medium, high and very high.

Research findings

A number of 290 articles were selected among the whole, which had the citation higher than 1. The texts of these 290 articles were studied, and finally 149 articles related to the selected topic and the literature and background of this research were used. In fact, the general goal and main question of this research was to model the innovation process centered on artificial intelligence, was carried out successfully with a very low model error during the test. As a result of reviewing these 149 articles and specialized texts, 189 indicators related to the issue of digital innovation were extracted. As the next goal, 42 main and effective indicators were obtained from this literature

Conclusion

In addition to the main goal and special goals of the research that were achieved through the presentation of the model, by examining the relationships obtained according to the surface diagrams, the sensitivity and impact of each component can be determined. "Variables" in the output, i.e. the degree of digitalization of the innovation process were analyzed. According to the findings and comparing them with the background and findings of previous researches, it can be stated that the sensitivity rate and impact of input 1, that is, the benefit of digital technologies based on artificial intelligence, is more than the other 4 inputs on the digital level of innovation process, in the sense that having these technologies is the main axis. It is less effective to benefit from the output; and if it is not present in the laboratory, from other components. The lowest sensitivity and impact on the output in the model belonging to the third and fourth components, i.e. network and smart learning, were identified next to the component of benefiting from technologies, and this could mean that in the conditions of benefiting from digital technologies, according to the findings of the research, it is suggested to design the intelligent model of innovation in different industries and for each industry separately for future research. In the literature, researchers encountered a wide range of these digital innovation models such as banking, schools and institutions of higher education, health, etc. The second suggestion is that future researches can design a separate model for each of the input components so that the input component of this research is placed in the

output position and the indicators determined in this research are used as their input. It is possible to design 5 other models according to the five components of this research, and connecting these models to develop a final and macro model can bring new achievements.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصل‌نامه ارزش آفرینی در مدیریت کسب وکار
https://www.jvcbm.ir
دوره ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات ۷۱ تا ۹۶

علمی پژوهشی (آمیخته)

eISSN: 2980-8359

ارزیابی سطح دیجیتالی بودن فرایند نوآوری با رویکرد هوش مصنوعی در تحول دیجیتال شرکت های دانش بنیان

علی باقری[۱]، رضا رادفر[۲]، سپهر قاضی نوری[۳]

۱- گروه مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- گروه مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- گروه مدیریت فناوری اطلاعات دانشکده مدیریت دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۲۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲

کلید واژه‌ها:
نوآوری دیجیتال،
سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی (ANFIS)،
تحول دیجیتال،
شرکت‌های مبتنی بر فناوری (TBFs)،
فرآیند نوآوری،
دیجیتالی‌سازی،
هوش مصنوعی

چکیده

هدف این پژوهش، طراحی مدلی برای ارزیابی سطح دیجیتالی شدن فرآیند نوآوری با محوریت هوش مصنوعی در شرکت‌های دانش بنیان می‌باشد، تا بتوان از این طریق بلوغ دیجیتال فرایند نوآوری در یک سازمان را سنجید. نتایج ۱۸۸ شاخص در قالب پرسشنامه لیکرت ۵ نقطه‌ای و به روش دلفی در دو مرتبه بین ۱۸ خبره در این زمینه توزیع شد. نتیجه کار ۵ مؤلفه به عنوان ورودی مدل بود که در قالب پرسشنامه برای ۲۳۰ شرکت دانش بنیان پارک فناوری پردیس ارسال شد. ۱۹۸ شرکت آن را تکمیل و مجدداً ارسال کردند. از این تعداد نمونه، ۱۵۰ داده برای داده‌های آموزشی و ۴۸ داده به عنوان آزمون مدل بر اساس یک تابع تصادفی جدا شد. در مرحله آخر یعنی مدل سازی، از روش استنتاج عصبی- فازی تطبیقی برای مدل استفاده شد. از روش جداسازی شبکه یا جدول جستجو (PG) در نرم افزار متلب ۲۰۲۳ برای ارزیابی عملکرد مدل با استفاده از ریشه میانگین مربع، خطای (RMSE) و خطای نسبی (E) استفاده گردید. این تحقیق توانست مدلی هوشمند را با خطای بسیار کم ارائه دهد. در نتیجه توانست به شاخص‌های مؤثر در میزان دیجیتالی شدن فرآیند نوآوری دست یابد.

لطفاً به این مقاله استناد کنید (APA): باقری، علی، رادفر، رضا و قاضی نوری، سپهر. (۱۴۰۳). ارزیابی سطح دیجیتالی بودن فرایند نوآوری با رویکرد هوش مصنوعی در تحول دیجیتال شرکت‌های دانش بنیان. *فصلنامه ارزش آفرینی در مدیریت کسب و کار*. (۴)۴. ۷۱-۹۶.

https://doi.org/10.22034/jvcbm.2024.472784.1420

ناشر: مرکز پژوهشی مطالعات مدیریت منابع و کسب و کار دانش محور

Creative Commons: CC BY 4.0

نویسنده مسئول: رضا رادفر
ایمیل: ifchlg@gmail.com

مقدمه

یک فرآیند نوآوری، چه در شکل کلی آن از مرحله شکل گیری ایده تا مرحله ورود به بازار و تجاری سازی و چه در هر یک از قسمت‌ها به طور جداگانه، باید به گونه‌ای باشد که بیشترین بهره وری را داشته باشد (کارایی و اثربخشی ترکیبی در طول فرآیند). حرکت در این مسیر باعث کاهش هزینه‌های مالی، زمانی و انسانی می‌شود. ارتباط نوآوری برای تضمین رقابت‌پذیری شرکت‌ها در میان محققان و متخصصان تأیید شده است. (Schiuma, 2012) همچنین نوآوری یک فرایند پرخطر است که به منابع، شایستگی، فرهنگ و نگرش‌هایی نیاز دارد که حتی به‌راحتی قابل ارتقا و مدیریت نیستند.(D'Este et al., 2012) کارکنان به دلیل عدم تطابق در مهارت‌های دیجیتال و آگاهی، قادر به درک دلایل و پتانسیل اجرای فناوری جدید و جابه‌جایی نیستند. بنابراین، چالش بعدی در اکوسیستم دیجیتال، ارتقا و تعریف شرایط، نقشه‌های راه و مدل‌های مدیریتی برای اجرای استراتژی‌های نوآوری دیجیتال، برای مدیریت دانش دیجیتال و پرورش نوآوری مستمر است .(Nonaka & Takeuch, 2019) در این راستا، اغلب سازمان‌ها برای بهره‌برداری از فرایندهای نوآوری به نهادهای خارجی، یعنی واسطه‌های نوآوری، آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه یا مراکز نوآوری متکی هستند(Corre & Mischke, 2005). رقابت جهانی و مجازی و همچنین توسعه سریع فناوری‌ها و راه‌حل‌های دیجیتال، استانداردهای کارایی را بالا می‌برد، سرعت پویایی بازار را افزایش می‌دهد و چرخه عمر محصول را کاهش می‌دهد (Schiuma, 2012) . هر بازیگری که درگیر نوآوری است باید از چشم‌انداز، اهداف و استراتژی‌های سازمان آگاه باشد تا بتواند به طور مؤثر کمک کند و ارزش تولید کند (Lianto et al., 2018; Nonaka & Takeuchi, 2019). برای درک و مدیریت مؤثر فناوری، کدگذاری و بهره‌برداری از دانش تولید شده، مهارت‌های تخصصی و مدل‌های حکومتی جدید مورد نیاز است (Joshi et al., 2010) . اما، حتی اگر مجهز به زیرساخت‌های فناوری پیشرفته و کارکنان ماهر باشند، بازیگران فعلی نوآوری، مانند آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه یا مراکز نوآوری، دیگر قادر به حفظ و ارتقای ظرفیت نوآوری شرکت‌ها نیستند (Capgemini, 2017) . این محیط‌ها هنوز به‌عنوان نهادهای جداگانه تصور می‌شوند و قادر به تضمین تعهد ذی‌نفعان و گفتگوی پربار با کل سازمان نیستند. به گفته کلیتون کریستنسن، ۹۵ درصد از فرآیندهای نوآوری محصول با شکست مواجه می‌شوند. بر اساس گزارش PWC در سال ۲۰۱۷، ۵۴ درصد از سازمان‌های نوآور در تبدیل استراتژی نوآوری خود به یک استراتژی کسب و کار بزرگ با شکاف بزرگی روبرو هستند (Brown et al., 2017) . در این راستا، به عنوان عوامل شکست نوآوری، BCG در سال ۲۰۱۶ گزارش می‌دهد که ۴۲ درصد از پروژه‌های نوآوری شکست خورده دارای زمان توسعه بسیار طولانی بوده‌اند. ۳۲ درصد ایده درستی را انتخاب نکردند و ۳۱ درصد فرهنگ ریسک پذیری نداشتند. ۲۵٪ فاقد توانایی همکاری بودند، ۲۲٪ ایده‌های کافی خوب نداشتند و ۲۰٪ فاقد نوآوری‌های بازاریابی بودند(Michael Ringel, 2016) موضوع اصلی در این تحقیق بررسی میزان دیجیتالی بودن فرآیند نوآوری است. از منظر عملی، ارائه مدلی از دیجتال سازی نوآوری می‌تواند، این شکاف و شکست سیستمی ناشی از ذهن انسان در تصمیم گیری را برطرف کند. در واقع محققین به مفاهیم نظری و عملی این تحقیق اهمیت داده‌اند. برای سنجش میزان دیجیتالی شدن فرآیند نوآوری به روشی برای پیش بینی سطح دیجیتالی شدن نیاز بود تا با داشتن ورودی‌ها در مدل، میزان دیجیتالی شدن فرآیند نوآوری را پیش بینی کرد. در بعد عملی، به این معنا که صنایع برای پیاده‌سازی و اجرای فرآیندهای نوآوری ، باید معیاری را بررسی کنند که چقدر توانسته‌اند فرآیند نوآوری را در سازمان خود

دیجیتالی کنند. این مدل پاسخی است به این سؤال که اگر شاخص‌های ورودی این مدل وجود داشته باشد، می‌توان پیش بینی کرد که تا چه اندازه در دیجیتالی کردن فرآیند نوآوری موفق بوده‌اند. سپس با تغییر ورودی‌ها چه از نظر سرمایه گذاری مالی و زمانی بر روی شاخص‌های ورودی و چه از نظر طراحی فرآیند و سایر شاخص‌ها می‌توانند سطح دستاورد سازمان خود را در دیجیتالی سازی فرآیند نوآوری خود افزایش دهند. همانطور که گفته شد محوریت دیجیتالی بودن در این تحقیق با هوش مصنوعی است. به طوری که علاوه بر دیجیتالی کردن فرآیند نوآوری به طور کلی می‌توان از مزایای فناوری هوش مصنوعی در فرآیندهای نوآوری نیز استفاده کرد. به منظور یافتن پاسخ به سؤالات تحقیق مذکور، روش تحقیق طراحی شد. ابتدا اهداف تحقیق به طور جداگانه مشخص شد، سپس روش بهینه برای هر یک به طور جداگانه طراحی شد. با توجه به مطالب گفته شده، سؤال اصلی این پژوهش، عبارت است از اینکه چگونه می‌توان سطح دیجیتالی بودن فرآیند نوآوری با رویکرد هوش مصنوعی را در شرکت‌های دانش بنیان، ارزیابی نمود.

ادبیات نظری

فرآیند نوآوری دیجیتال

می‌توان گفت که بخش عمده‌ای از بررسی ادبیات، فرآیند نوآوری با محوریت هوش مصنوعی را بررسی کرده است. این مطالعه تا آنجا پیش رفت که به عنوان خروجی، مدلی هوشمند برای فرایند نوآوری طراحی شد. مدلی که در بعد نظری، ویژگی‌های فرایند نوآوری مناسب برای عصر دیجیتال را بیان می‌کند و در بعد عملی، به عنوان یک مدل هوشمند برای صنایع و سازمان‌ها، نقش ایفا می‌نماید. دیجیتالی کردن[1] بیشتر در مورد سیستم‌های ضبط، و به طور فزاینده‌ای سیستم‌های اشتغال هست و قدرت دیجیتال در فرایندها و داده‌ها مشهود است، در فعالیت‌ها و تغییرات مورداستفاده قرار گیرد و این فرایند رشد و هدایت به سمت تغییر دیجیتال را ایجاد می‌کند. ساختن کامل و دوباره تجارت اطراف فرصت‌های جدید و تقاضاهای جدید به‌وسیله تکنولوژی دیجیتال امکان‌پذیر است(Eyring et al., 2022). در مقاله‌ای به این فرایندها با عنوان دیجیتال کردن اشاره کرد. دیجیتال کردن یک ضرورت قابل‌استفاده و مؤثر است درحالی‌که دیجیتالی‌سازی، یک دیدگاه دارایی‌های ارزشی دیجیتال را فراهم می‌کند که فرصت‌هایی را به تجارت پیشنهاد می‌دهند و یا حتی به صنعت. دیجیتالی‌سازی گاهی اوقات با سرویس‌دهی به یک مدل تجاری که مصنوعات آن، محصولاتشان را مجدداً مفهوم می‌سازد. تحول دیجیتال، فرایند تغییر بعضاً گسترده‌ای را توصیف می‌کند که ممکن است چندین هدف داشته باشد، درحالی‌که نوآوری بر لحظه اختراع و اجرای آن اختراع متمرکز است . نوآوری ممکن است باعث تغییرات اساسی شود و بالعکس، ولی هر دو آنها هم‌معنی نیستند. پیشبرد دیجیتال‌سازی و تغییرات دیجیتال ممکن است به‌عنوان اقدام نوآوری استارت زده شود. این امر ممکن است به‌وسیله فرصت‌های جدید تجاری کاتالیز شود، ولی سرانجام باید به ماورای عملکرد نوآوری برای شکل‌دادن مجدد به کل سازمان برسد(Globe, 2018). شرکت‌های تجاری به ابزاری پویا برای حمایت از تلاش‌های مدیریتی نوآوری دیجیتال خود نیازمند هستند. به این منظور ۵ بخش کلیدی برای اندازه‌گیری و ارزیابی مدیریت تولیدات دیجیتال و خدمات نوآوری را مورد بررسی قرار گرفته‌اند(Yu et al., 2023).

[1] Digitalization

۱- تولیدات دیجیتال و خدمات نباید فقط برای استفاده و یادگیری سودمند باشند. بلکه باید کارآموزی غنی کاربر را هم میسر کنند. کارآزمودگی کاربر از طریق سطوح قابلیت استفاده، زیبایی و مشغولیت اندازه‌گیری می‌شود.

۲- شرکت‌های تجاری باید گزاره ارزشی همه تولیدات دیجیتال و خدمات را به‌صورت روشن‌بیان کنند: چگونه این شرکت‌ها برای کاربران ایجاد ارزش می‌کنند؟ کیفیت هر گزاره ارزشی بر پایه پویایی بخش‌بندی مشتری، محصول و خدمات و کمیسیون به دارندگان کانال‌ها تعیین می‌شود.

۳- سیر تکاملی دیجیتالی به گردآوری هوش در دستگاه‌های جدید، کانال‌های دیجیتال مانند وب‌سرویس‌ها، سیستم عملیاتی گوشی‌های همراه، رسانه‌های اجتماعی و اپ‌استورها با استاندارد برنامه‌نویسی بر طبق شناسایی و اکتشاف فرصت‌ها برای نوآوری و ظهور نیازهای جدید به فعالیت می‌پردازد.

۴- همان‌طور که نوآوری دیجیتال مهارت‌های جدید را فراهم می‌کند، شرکت‌های تجاری نیازمند آن هستند که مکانیزم خود را برای حمایت از یادگیری‌های مداوم دارایی‌های منحصربه‌فرد تکنولوژی دیجیتال برای گروه‌های فعال نوآوری، اندازه‌گیری کنند.

۵- در آخر باید گفت فرایند نوآوری دیجیتال غالباً وقتی اعضاء سازمانی، تکنولوژی دیجیتال را با تعیین فضاهای قابل‌دسترس و زمان سفارشی‌سازی هدایت تلاش‌ها، وسیله راه‌حل‌ها است.

هوش مصنوعی

هوش مصنوعی گاهی اوقات هوش ماشینی نامیده می‌شود و به هوشمندی نشان‌داده‌شده به‌وسیله ماشین‌ها در شرایط مختلف، اطلاق می‌شود که در مقابل هوش طبیعی در انسان‌ها قرار دارد؛ به عبارت دیگر، هوش مصنوعی به سامانه‌هایی گفته می‌شود که می‌توانند واکنش‌هایی مشابه رفتارهای هوشمند انسانی از جمله، درک شرایط پیچیده، شبیه‌سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسانی و پاسخ موفق به آن‌ها، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسائل را داشته باشند(Teece et al., 1997). مطالعه‌ی علمی الگوریتم‌ها و مدل‌های آماری مورد استفاده‌ی سیستم‌های کامپیوتری است که به‌جای استفاده از دستورالعمل‌های واضح، از الگوها و استنباط برای انجام وظایف سود می‌برند. یادگیری ماشین علمی است که باعث می‌شود رایانه‌ها بدون نیاز به یک برنامه صریح در مورد یک موضوع خاص یاد بگیرند. به عنوان زیر مجموعه‌ای از هوش مصنوعی، الگوریتم‌های یادگیری ماشینی یک مدل ریاضی بر اساس داده‌های نمونه یا" داده‌های آموزش "به منظور پیش‌بینی یا تصمیم‌گیری بدون برنامه‌ریزی آشکار، ایجاد می‌کنند (Du et al., 2019). یادگیری عمیق، یک زیر شاخه از یادگیری ماشین و بر مبنای مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها است که در تلاشند تا مفاهیم انتزاعی سطح بالا در دادگان را مدل نمایند که این فرایند را با استفاده از یک گراف عمیق که دارای چندین لایه پردازشی متشکل از چندین لایه تبدیلات خطی و غیرخطی هستند، مدل می‌کنند. به بیان دیگر پایه‌ی آن بر یادگیری نمایش دانش و ویژگی‌ها در لایه‌های مدل است(Goodfellow et al., 2016).

پیشینه پژوهش

در این پژوهش با طراحی مدلی هوشمند برای ارزیابی سطح دیجیتالی فرآیند نوآوری، در واقع به مدلی دیجیتال برای مدیریت نوآوری تحت عنوان دیجیتال سازی فرآیند نوآوری، دست یافته‌ایم. در ادامه در جدول شماره ۱، به پژوهش‌های گذشته در زمینه دیجیتال سازی فرآیند نوآوری اشاره می گردد.

جدول شماره ۱: پژوهش‌های پیشین در زمینه دیجیتال سازی فرآیند نوآوری

نویسنده و سال	سال	خلاصه عنوان پژوهش	نتایج پژوهش
Horvat et al,	**2019**	دیجیتالی کردم محصولات فیزیکی از طریق نوآوری دیجیتال	نوآوری دیجیتال به‌عنوان امواج جدیدی از نوآوری شناختی، تکنیکی و سازمانی اشاره شده که دیجیتالی کردن محصولات فیزیکی را دنبال می کنند.
linde et al	**2020**	مدل کسب و کار در نوآوری دیجیتال	نوآوری دیجیتال را به‌عنوان محصول، فرایند یا مدل کسب و کار که بعضی تغییرات ویژه در پذیرش فناوری اطلاعات IT را فراهم می کنند ملاحظه می کنند.
Coskun-Setirek & Tanrikulu,	**2021**	فرآیندها و محصولات حاصل از تکنولوژی دیجیتال در نوآوری دیجیتال	با نوآوری دیجیتال، منظور ما فرایندها و نوآوری محصولاتی است که به‌وسیله تکنولوژی دیجیتال و خدمات اطلاعاتی و روباتیک قدرت میابند.
Yu et al	**2023**	نوآوری دیجیتال برای تولید محصولات جدید	تکنولوژی دیجیتال با ترکیبات جدید دیجیتالی برای تولید جدید تعریف می‌شود.
Nasiri et al.,	**2023**	نوآوری دیجیتال و رابطه آن با تکنولوژی‌های دیجیتال	نوآوری دیجیتال به ایده، شیوه و موضوع قابل‌درک جدید که تضمین‌کننده تکنولوژی دیجیتال است قابلیت می‌یابد.

با توجه به پیشینه پژوهش و ادبیات استحصالی، فرضیه پژوهش در این مطالعه عبارت است از:

با ارائه یک مدل هوشمند می‌توان سطح دیجیتالی بودن یک آزمایشگاه نوآوری در یک سازمان را پیش بینی نمود.

روش پژوهش

در بخش تعیین شاخص‌ها و مؤلفه‌ها از روش مرور سیستماتیک و استفاده از پروتکل پریسما[1] (Booth et al., 2011)، تحلیل متون و فیش برداری در فایل اکسل[2] برای بررسی مقالات و متون تخصصی استفاده شده است. به شکلی که با

[1] PRISMA
[2] Excell

استفاده از موتور جستجوی گوگل اسکولار تعداد ۴۰۰ مقاله مرتبط با موضوع و کلید واژه‌های نوآوری دیجیتال[1] استخراج گردید. این برداشت به گونه‌ای صورت پذیرفت که ارتباطی از این کلید واژه در عنوان و خلاصه مقاله مشاهده گردید. ضمناً تاریخ مقالات مستخرج بین سالهای ۲۰۱۵ و ۲۰۲۳ انتخاب گردیدند.. روش نمونه گیری به صورت اشباع نظری در این مرحله صورت پذیرفت که گونه‌ای که مطلب جدیدی از مقالات به عنوان یک شاخص جدید به دست نیامد و سایر شاخص‌ها، در معنا و مفهوم مشترک بودند. در این مطالعه، شرکت‌های پارک فناوری پردیس و شعبات آن شامل کارخانه آزادی و مرکزهای- وی در نظر گرفته شدند. به دلیل اینکه این شرکتها در داخل اکوسیستم نوآوری فعال هستند، با ادبیات این حوزه آشنا بوده که این امر موجب تسهیل در تکمیل پرسشنامه‌ها گردید. پرسشنامه‌ها از طریق برنامه پرس لاین و در داخل گروه‌های شبکه‌های اجتماعی و برای برخی از طریق تلفن و ایمیل ارسال گردید. تمامی این شرکتها دارای تأییدیه شرکت دانش بنیان درجه ۱ تا ۳ بودند و تکمیل کنندگان دارای مدارک تحصیلی حداقل کارشناسی تا دکتری را دارا بودند. پس از بررسی نظر خبرگان، مشخص گردید، با داشتن میانگین بالای ۴ برای همه شاخص‌ها به اجماع رسید. کمترین میانگین پاسخگویی مربوط به تأثیر اتوماسیون بر فرایند نوآوری با نمره میانگین ۴ و بالاترین امتیاز مربوط به شاخص بهره مندی از مدل کسب و کار هوشمند با نمره میانگین ۴,۹ بود. با توجه به همپوشانی مفاهیم شاخص‌ها و کاهش ورودی‌های مدل در روش استنتاج فازی عصبی تطبیقی- تعداد زیاد ورودی منجر به کاهش عملکرد مدل می‌شود-، تصمیم گرفته شد برای دور دوم پرسشنامه تعداد ۴۲ شاخص در ۵ مؤلفه اصلی (متغیر ورودی) خلاصه گردیده و مجدد ارسال شود.

(دامنه پژوهش شرکت‌های دانش بنیان پارک فناوری پردیس و سطح تحلیل شرکت‌ها و تکمیل کننده پرسشنامه‌ها، مدیران ارشد شرکت‌ها بودند). برای فاز چهارم، مدلسازی از روش فازی-عصبی تطبیقی[2]،(Raja and Pahat, 2016) استفاده گردید.

در استنتاج فازی عصبی تطبیقی از روش جداسازی شبکه‌ای یا همان جدول جستجو (PG[3]) در نرم افزار متلب ۲۰۲۳، بهره گرفته شد. در این روش تعداد توابع عضویت ۵ تابع نشان دهنده خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد می‌باشد. نوع تابع عضویت ورودی قابل انتخاب است که در این پژوهش زنگوله‌ای انتخاب گردید (نسبت به انواع دیگر تابع خطای کمتری داد) و با توجه به اینکه ۵ ورودی و ۱ خروجی داشتیم، این روش برای تعیین مدل مناسب می‌باشد (Jang, 1991)

قبل از انتخاب با مدل ممدانی هم تست شد که روش سوگنو دارای خطای کمتر و همپوشانی بیشتری از توابع عضویت بود و به تأیید دو نفر از اساتید هم رسید.

در این مدل از روش دفازی سازی میانگین بیشترین مقادیر خروجی (wtaver)[4]، ابتدا تست و پس از تأیید به دلیل خطای کمتر، استفاده گردید. محدوده[5]توابع بین ۰ و ۱ انتخاب گردیدند که به صورت نرمال شده بوده و بیشترین دقت را داشتند. تعداد گره‌ها در مدل ۶۳۰۸ عدد محاسبه گردیدند. تعداد پارامترهای خطی، ۳۱۲۵ و تعداد پارامترهای

[1] Innovation Digital
[2] ANFIS
[3] Grid Partitioning
[4] The average of the maximum value of the output set
[5] Range

غیرخطی ۷۵ عدد در مدل محاسبه شدند. تعداد تکرار آزمون[1]، ۴۰ بار انتخاب گردید که با تعداد ۱۰۰ بار نیز تست شد که تغییر محسوسی در خطای مدل مشاهده نشد.

در نتیجه خروجی پرسشنامه شامل ۵ مؤلفه (متغیر اصلی)، برای ورود به مدل سیستم فازی استنتاجی عصبی تطبیقی، به شرح زیر می‌باشد:

بهره مندی فرایند نوآوری از فناوری‌های دیجیتال (با محوریت هوش مصنوعی) **(IN1)**

بهره مندی فرایند نوآوری از ساختار و معماری دیجیتال **(IN2)**

توانمندی فرایند نوآوری در شبکه سازی هوشمند در بستر دیجیتال **(IN3)**

توانمندی فرایند نوآوری در ایجاد و حفظ دانش و یادگیری هوشمند در بستر دیجیتال **(IN4)**

بهره مندی فرایند نوآوری از فرایندهای دیجیتال (با محوریت هوش مصنوعی)**(IN5)**

خروجی در این مدل میزان سطح دیجیتال بودن فرایند نوآوری با محوریت هوش مصنوعی می‌باشد.**(OT)**

اکنون این ۵ مؤلفه در قالب پرسشنامه لیکرت ۵ تایی با طیف خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم، در اختیار نمونه آماری پژوهش شامل ۲۵۰ شرکت دانش بنیان در پارک فناوری پردیس و شعبات آن قرار گرفت که تعداد ۱۹۸ پرسشنامه پاسخ داده شد و ارسال گردید.

روایی این پرسشنامه به صورت محتوایی و با اتکا به نظر اساتید و کارشناسان خبره این حوزه تأیید گردید و پویایی پرسشنامه نیز در نرم افزار SPSS از طریق محاسبه آلفای کرونباخ ۰,۷۳ به دست آمد که قابل قبول بود و می‌توان پرسشنامه را دارای پایایی مطلوب در نظر گرفت.

یافته‌های پژوهش

تعداد ۲۹۰ مقاله از میان آنها انتخاب شد که دارای ارجاع[2] بالاتر از ۱ بودند. متون این ۲۹۰ مقاله مطالعه شده که در نهایت ۱۴۹ مقاله مرتبط با موضوع منتخب و در ادبیات و پیشینه این پژوهش استفاده گردید در واقع هدف کلی و سؤال اصلی این تحقیق که مدل سازی فرایند نوآوری با محوریت هوش مصنوعی بود، با خطای مدل بسیار کم در حین آزمایش با موفقیت انجام شد. در نتیجه بررسی این ۱۴۹ مقاله و متون تخصصی، تعداد ۱۸۹ شاخص مرتبط با موضوع نوآوری دیجیتال استخراج گردید. به عنوان هدف بعدی، از این ادبیات تعداد ۴۲ شاخص اصلی و مؤثر به دست آمد (جدول شماره ۱) که در اختیار ۳۲ نفر از خبرگان واساتید و صاحبان کسب و کار با استفاده از روش دلفی و با دو راند، به صورت پرسشنامه محقق ساخته و به شکل طیف لیکرت ۵ تایی (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم) قرار گرفت (حجم و نمونه گیری هدف دوم) تا بتوان تعداد مؤلفه‌های اصلی را بدست آورد، که جهت رتبه بندی و تعیین وزن و اهمیت عوامل در فاز سوم پژوهش در قالب پرسشنامه‌هایی به شکل لیکرت ۵ تایی از خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد میان ۲۵۰ شرکت دانش بنیان پارک فناوری پردیس و شعبات آن توزیع شد. در واقع با تعیین شاخص‌ها و مؤلفه‌های مؤثر، مدلی با این مضمون به دست آمد تا بتوان سطح دیجیتالی فرآیند نوآوری را پیش بینی کرد.

[1] epochs
[2] Citation

جدول شماره ۱: خلاصه شاخص‌ها بر اساس دسته بندی مؤلفه‌ها

ردیف	شاخص‌ها (سنجه‌ها)	مؤلفه‌ها (متغیرها)
۱	بهره مندی از فناوریهای دیجیتال	**فناوری**
۲	قابلیت دیجیتالی کردن محصولات فیزیکی	
۳	بهره مندی از فناوری‌های ساخت دیجیتال	
۴	بهره مندی از فناوری اینترنت اشیاء	
۵	توانمندی در طراحی مشترک در بستر دیجیتال	
۶	توانمندی حل مساله و تصمیم گیری به شکل هوشمند	
۷	بهره مندی از توانایی‌های علوم شناختی هوشمند	
۸	بهره مندی از فناوریهای هوش مصنوعی	
۹	بهره مندی از هوش محاسباتی و هوش ادراکی	
۱۰	توانمندی برنامه نویسی به شکل هوشمند	
۱۱	بهره مندی از فناوری‌های روباتیک	
۱۲	بهره مندی از استانداردهای دیجیتال	**ساختاری**
۱۳	بهره مندی از معماری سازمانی دیجیتال	
۱۴	بهره مندی از مدل کسب و کار دیجیتال	
۱۵	بهره مندی از فضاهای کاری مشترک دیجیتال	
۱۶	قابلیت پشتیبانی از سایر نوآوری‌ها	
۱۷	قابلیت حفظ و ارتقای ظرفیت نوآوری	
۱۸	توانمندی در اشتراک گذاری دانش ضمنی	**یادگیری**
۱۹	توانمندی در یادگیری و ارزیابی آن در بستر دیجیتال	
۲۰	قابلیت یادگیری هوشمند (بهره مندی از الگوریتم‌های هوشمند)	
۲۱	توانایی در ایجاد، تبادل و یکپارچه سازی دانش جدید	
۲۲	توانایی در افزایش ظرفیت جذب فناوری‌های دیجیتال	
۲۳	توانمندی در تحقیق و توسعه فناوری‌های دیجیتال	
۲۴	قابلیت شبکه سازی در بستر دیجیتال	**شبکه سازی**
۲۵	قابلیت شبکه سازی با بازارهای دیجیتال	
۲۶	قابلیت انجام نوآوری‌های مردمی و مبتنی بر شهروندی	
۲۷	توانمندی در کشف و توسعه نیازهای کاربران در بستر دیجیتال	
۲۸	توانمندی در دیجیتالی کردن داده‌ها	**داده و اطلاعات**
۲۹	توانمندی تولید ایده در بستر دیجیتال	
۳۰	قابلیت گردآوری اطلاعات در بستر دیجیتال	

۳۱	توانمندی در ساخت دیجیتال در مقیاس کوچک	**ساخت و تولید**
۳۲	بهره مندی از تولید اتوماسیون	
۳۳	توانمندی در تولید و آزمایش نمونه‌های اولیه	
۳۴	بهره مندی از فرایندهای دیجیتال	**فرایندی**
۳۵	بهره مندی از فرایندهای هوشمند (بر اساس هوش مصنوعی)	
۳۶	قابلیت توسعه فرایند نوآوری در بستر دیجیتال	**توسعه**
۳۷	قابلیت توسعه و اشاعه فناوری در بستر دیجیتال	
۳۸	قابلیت سرمایه گذاری دیجیتال	**مالی**
۳۹	توانایی در افزایش سرمایه گذاری تحقیق و توسعه فناوری‌های دیجیتال	
۴۰	قابلیت توسعه فرهنگ دیجیتال	**فرهنگ**
۴۱	بهره مندی از خدمات دیجیتال	**خدمات**
۴۲	همسویی استراتژی دیجیتال با استراتژی سازمان	**استراتژی**

جدول شماره ۲، مفاهیم و اصطلاحات خروجی از برنامه متلب را نشان داده است:

جدول شماره ۲: مفاهیم برنامه متلب ۲۰۲۳ در مدل این پژوهش

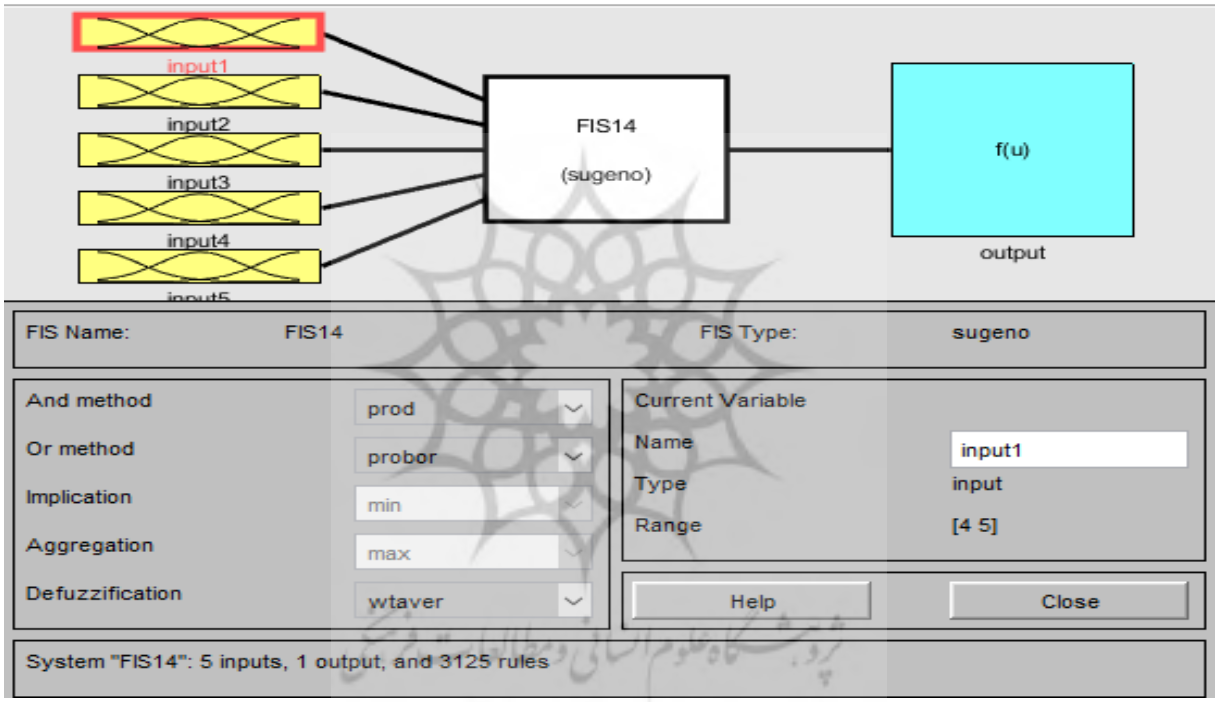
ردیف	مفهوم	توضیح
۱	FIS	سیستم استنتاج فازی
۲	تاکاگی-سوگنو-کانگ (TSK)	روشی برای فازی سازی می‌باشد.
۳	Input	ورودی‌های مدل که ۵ عدد می‌باشد
۴	Output	خروجی مدل پژوهش به عنوان میزان سطح دیجیتالی بودن
۵	Wtavar	روش دفازی سازی مورد استفاده با مفهوم بشیترین میانگین وزنی
۶	Epoches	تعداد دورهایی که مدل تست می‌شود
۷	Porob method	روش احتمال سنجی
۸	Grid Partitioning	روش جداسازی شبکه‌ای مورد استفاده در مدل

ابتدا به شکل تصادفی با تعریف تابعی، تعداد ۱۵۰ داده به عنوان داده‌های آموزش و تعداد ۴۸ داده به عنوان داده‌های تست، انتخاب گردیدند. با استفاده از نرم افزار متلب ابتدا ۱۵۰ داده آموزش داده شدند تا برای ورود به سیستم استنتاج فازی طراحی شده (برای طراحی بهترین سیستم استنتاج فازی، تعداد ۱۳ سیستم طراحی و با داده‌ها اجرا شدند که مدل آخر دارای کمترین خطا انتخاب گردید) آماده شوند. سیستم استنتاج فازی[1](FIS) طراحی شده در متلب دارای مشخصات به شرح پیش رو می‌باشد:

[1] Fuzzy Interface System

ورودی‌ها هر یک دارای ۵ تابع عضویت[1] به شرح زیر می‌باشند:

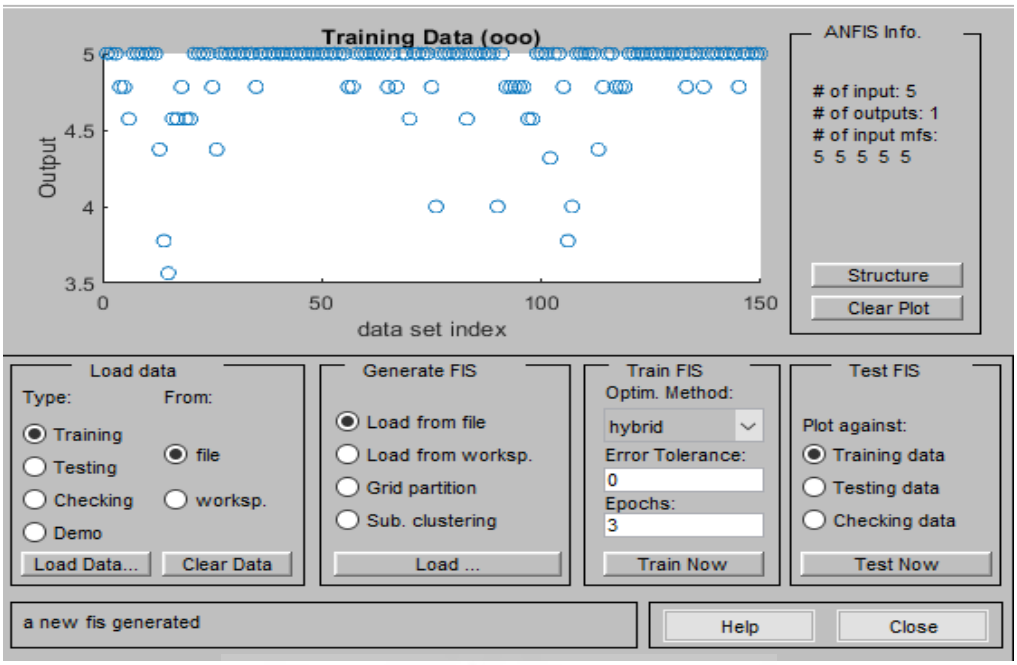
(خیلی کم =mf1) (کم =mf2) (متوسط =mf3) (زیاد =mf4) (خیلی زیاد=mf5)، خروجی دارای ۳۱۲۵ تابع عضویت می‌باشد (به دلیل اینکه قواعد ما ۳۱۲۵ عدد انتخاب شدند). توابع عضویت برای هر ۵ ورودی به شکل زنگوله‌ای[2] انتخاب گردید (دارای کمترین خطا در مقایسه با بقیه توابع که تست شد). تعداد قواعد[3] ۳۱۲۵ عدد به شکل پیش فرض توسط نرم افزار انتخاب گردیدندکه دارای روابط "وَ"[4] بوده و دارای بیشترین مفهوم استحصالی هستند. سپس به تأیید دو نفر از اساتید این حوزه رسیدند. وزن هر یک از توابع ۱ قرار داده شد به این معنا که میزان تأثیر هرکدام در مدل، برابر می‌باشد. در این مدل از روش فازی سازی تاکاگی-سوگنو-کانگ (TSK)[5] برای ورودی‌ها استفاده گردید (شکل شماره ۱).



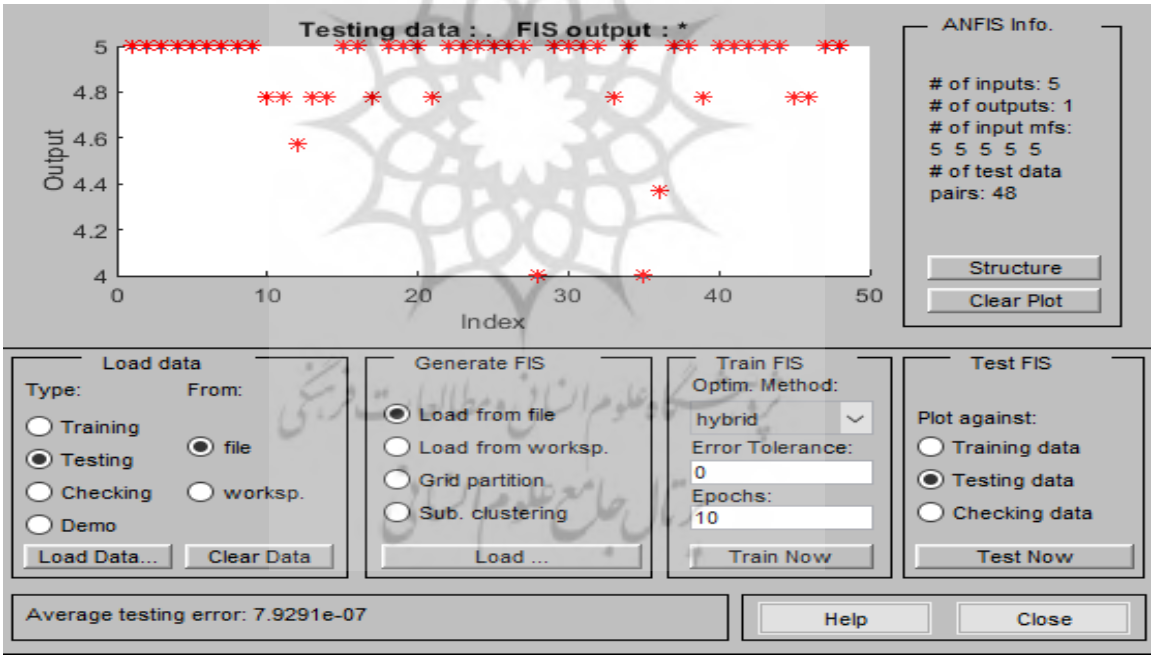
شکل ۱: سیستم استنتاج فازی پژوهش بر اساس روش سوگنو

در ادامه نتایج خروجی به دست آمده در نرم افزار متلب برای مدلسازی، به ترتیب مطابق شکل هر بخش ارائه می‌شود. در ابتدا داده‌ها آموزش داده شدند و میان داده‌ها و خروجی یک تابع رگرسیون چند متغیره رسم گردید. این تابع به فهم بهتر روابط بین ۵ ورودی با خروجی و میزان انحراف از مدل پیش بینی شده کمک می‌کند. دو شکل بعدی شکل شماره ۲ و شکل شماره ۳ این مبحث را نشان می‌دهند. مطابق این دو شکل، میزان همپوشانی قابل قبولی بین ورودی‌ها و خروجی بین مدل پیش بینی و مدل واقعی به دست آمده مشاهده می‌شود.

[1] Membership Function
[2] gbellmf
[3] Rules
[4] And
[5] Takagi-Sugeno-Kang



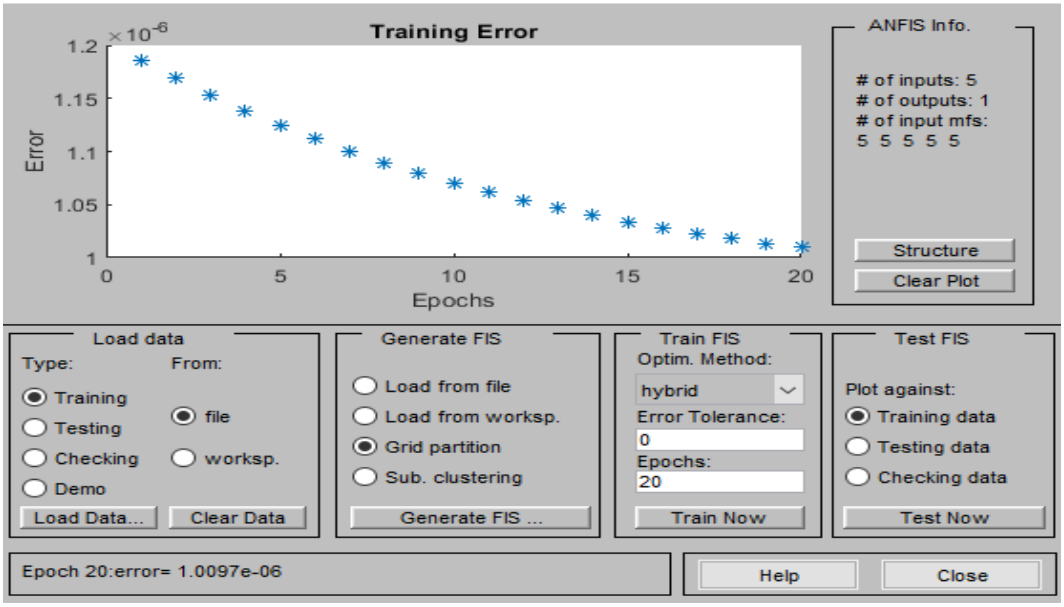
شکل ۲: خروجی مدل بر اساس داده‌های آموزشی



شکل ۳: همپوشانی داده‌های تست با خروجی استنتاج فازی

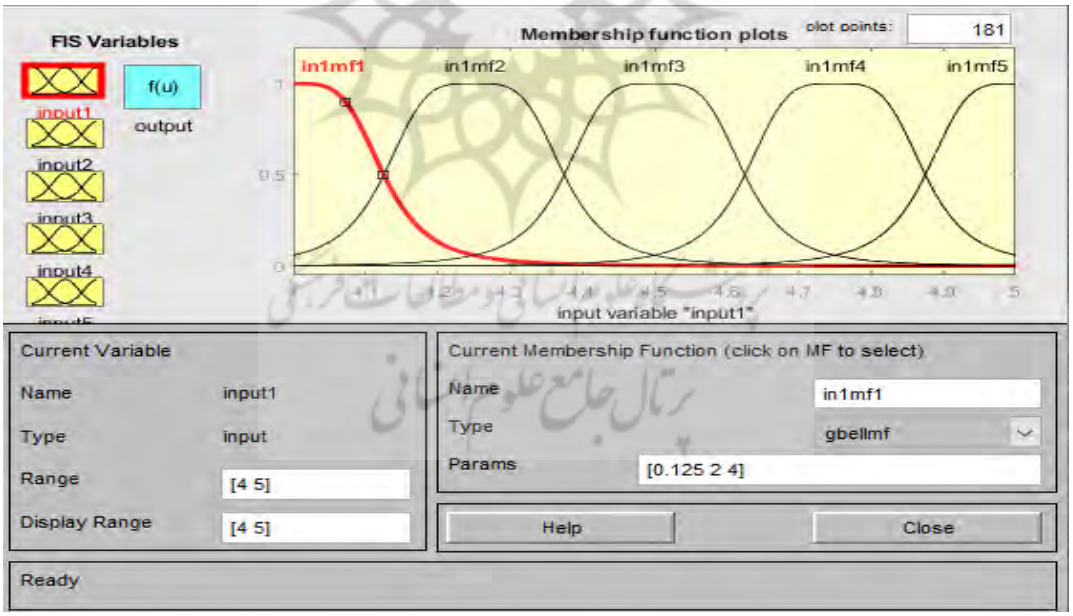
برای ارزیابی عملکرد مدل از پارامترهای مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)[1] که مقدار ۰,۱ و کمتر از آن بسیار عالی است، درصد خطای نسبی (E)، که هر چه کمتر باشد بهتر است، استفاده شده ((Raja and Pahat, 2016) (Kaya &Karaboga, 2019)(شماره ۴)

[1] Root Mean Squared Error



شکل ٤: خطای داده‌های آموزشی

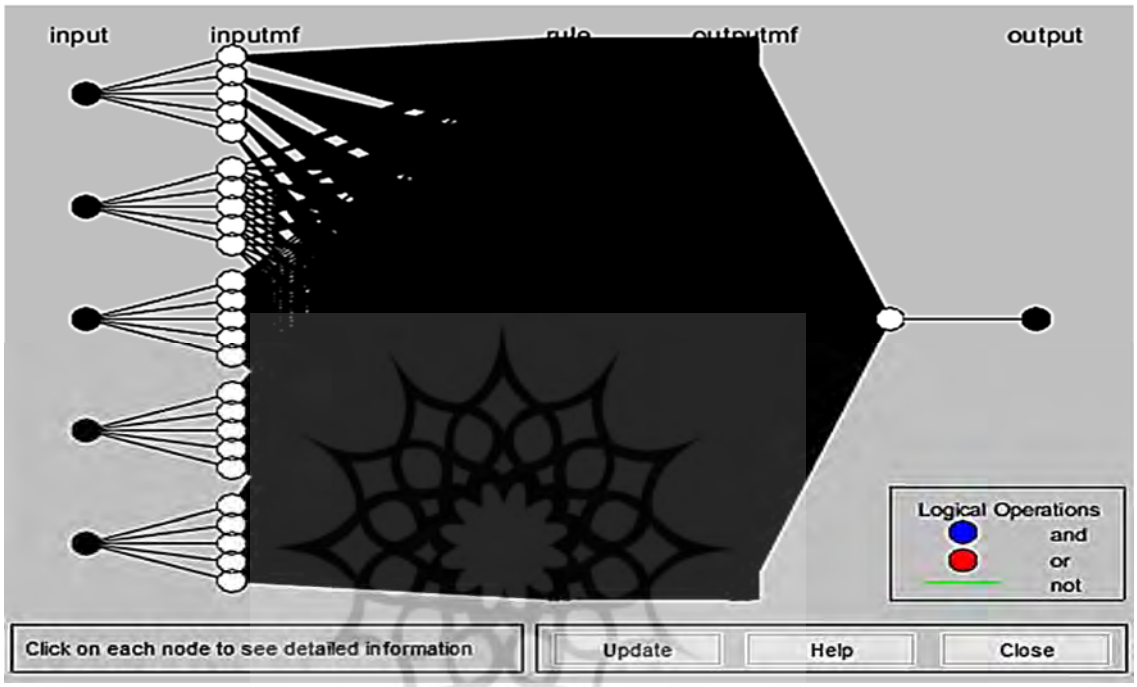
در شکل شماره ۵ سیستم استنتاج فازی برای هر یک از ورودی‌ها و شامل توابع عضویت آنها به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۵: توابع عضویت ورودی‌ها و خروجی بر اساس مدل زنگوله‌ای

در ادامه یک خروجی از ساختار کلی مدل مطابق شکل ۶ نمایش داده شده است. همانطور که در شکل، مشخص است، مدل دارای ۵ ورودی، ۵ تابع عضویت برای هر ورودی، ۳۱۲۵ قانون استنتاجی، ۳۱۲۵ تابع عضویت برای خروجی و یک خروجی است. قوانین از رنگ آبی به معنای استفاده از رابط "و" در میان گزاره‌ها است. این مدل به گونه‌ای طراحی شده است تا تمامی توابع عضویت و روابط شامل یا – و را در برگرفته است و می‌تواند تمامی احتمالات روابط

بین ورودی‌ها را پوشش دهد. لذا هر سازمانی در هر سطحی از دیجیتالی بودن فرایندهای نوآوری خود می‌تواند از این مدل به عنوان یک پیش بینی کننده برای میزان دیجیتالی بودن خود استفاده نماید. با توجه به ادبیات مروری تا کنون در کشور مدلی برای پیش بینی سطح دیجیتالی فرایندهای نوآوری در شرکتهای دانش بنیان مشاهده نگردید. لذا این مدل می‌تواند یک فرصتی برای شرکتهای دانش بنیان داخلی برای سنجش سطح دیجیتالی بودن فرایندهای نوآوری خود در تحول دیجیتالی سازمانی پیش رویشان استفاده نمایند.



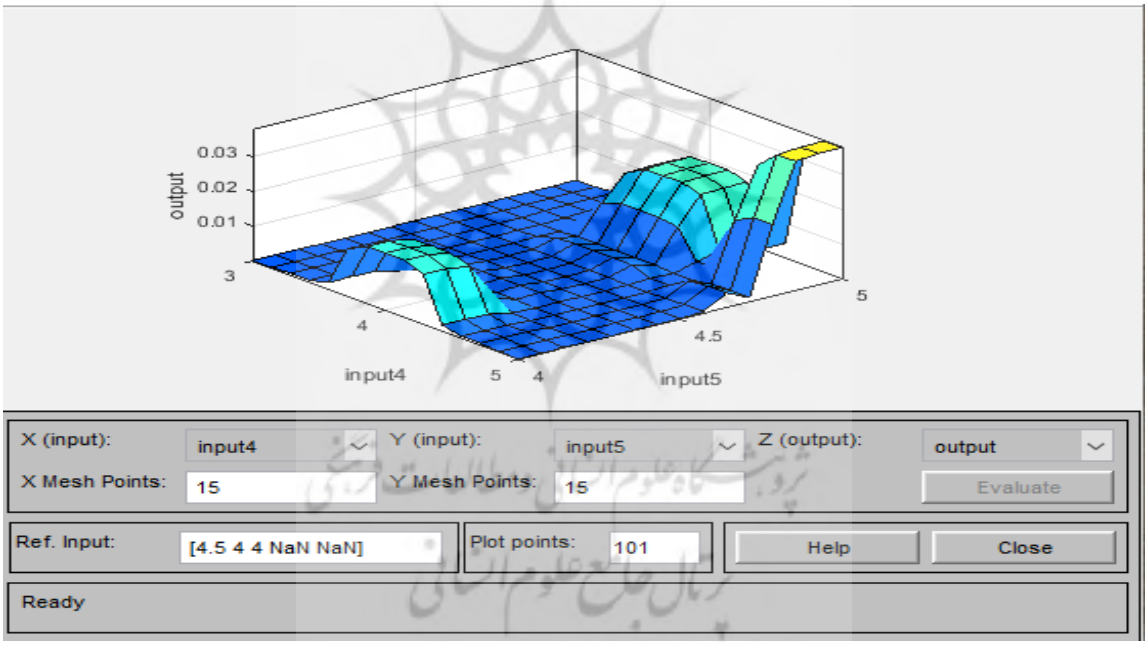
شکل ۵: خروجی مدل طراحی شده

از جمله یافته‌های دیگر این پژوهش می‌توان بیان نمود که: هرچه یک سازمان بتواند فرآیند نوآوری را با توجه به ورودی‌های ارائه شده به مدل، دیجیتالی کند، در انجام این مهم، یعنی طراحی مدل هوشمند، موفق‌تر بوده است. شاخص‌ها (ورودی‌های) این مدل به گونه‌ای تعیین می‌شوند که به طور ضمنی اجزای یک فرایند نوآوری دیجیتال را تشکیل می‌دهند، بنابراین خروجی مدل، درجه دیجیتالی شدن فرآیند نوآوری است. برای مدل سازی در این تحقیق از روش سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی استفاده شده است که مبتنی بر یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی و خوشه بندی انجام شده توسط آن به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های هوش مصنوعی بدون نظارت است.

علاوه بر هدف اصلی و اهداف ویژه تحقیق که از طریق ارائه مدل محقق شد، با بررسی روابط به دست آمده مطابق نمودارهای سطحی، می‌توان حساسیت و تأثیر هر یک از مؤلفه‌ها را مشخص کرد. (متغیرها) در خروجی، یعنی میزان دیجیتالی بودن فرآیند نوآوری تحلیل شد. با توجه به یافته‌ها می‌توان بیان کرد :میزان حساسیت و تأثیر ورودی ۱، یعنی بهره مندی از فناوری‌های دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی، بیش از ۴ ورودی دیگر بر میزان دیجیتالی شدن فرآیند نوآوری دارد، به این معنا که داشتن این فناوری‌ها محور اصلی است. از خروجی، و اگر در آزمایشگاه وجود نداشته باشد، عملاً از اجزای دیگر بهره مند شوند، تأثیر کمتری دارد. کمترین حساسیت و تأثیر بر خروجی در مدل متعلق به

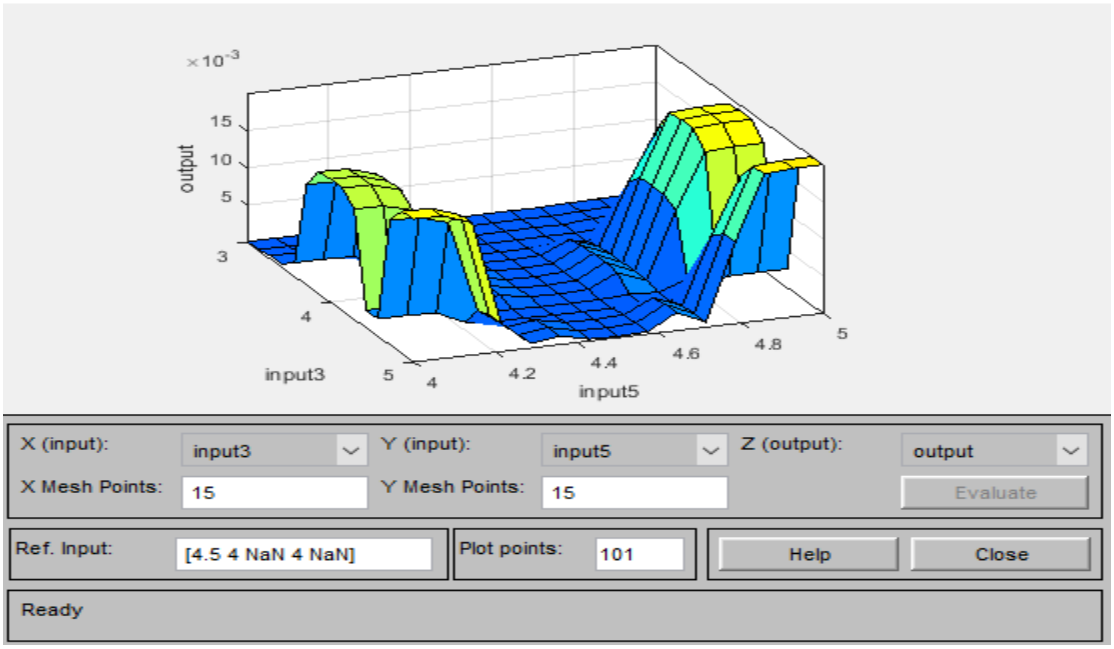
مؤلفه‌های سوم و چهارم یعنی شبکه و یادگیری هوشمند در کنار مؤلفه بهره مندی از فناوری‌ها شناسایی شد و این می‌تواند به این معنا باشد که در شرایط بهره مندی از فناوری‌های دیجیتال. به طور ضمنی، شبکه سازی و یادگیری و حفظ دانش نیز در بستر دیجیتال اتفاق می افتد. نکته دیگری که مشاهده شد، حتی در صورت داشتن ساختار سازمانی کمتر دیجیتالی، یعنی جزء شماره ۲، همچنان شاهد نوآوری دیجیتالی بالایی در خروجی (در صورت داشتن ۴ ورودی دیگر) خواهیم بود، بنابراین تأثیر این ورودی دوم نیز در سطح دیجیتال آزمایشگاه نوآوری کم مشاهده شد. فرایند نوآوری دیجیتال، شکلی از مدیریت نوآوری است که با هدف پرورش تفکر خلاق و انتقادی، هدایت سازمان در یافتن بهترین راه‌ها برای تولید دانش و فرهنگ دیجیتال، معرفی فناوری، دیجیتالی کردن عملیات و اجرای استراتژی‌های دیجیتال برای نوآوری مداوم و دیجیتالی انجام می‌شود.

در اشکال شماره ۶ الی شماره ۱۵ به ترتیب نمودارهای سطحی بین هر دو ورودی و رابطه آنها با خروجی به تفکیک نمایش داده شده است. این شکل‌ها، زمینه تحلیل بیشتر را در مورد میزان حساسیت ورودی‌های در مقایسه دوبه دو با همدیگر فراهم کرده‌اند.



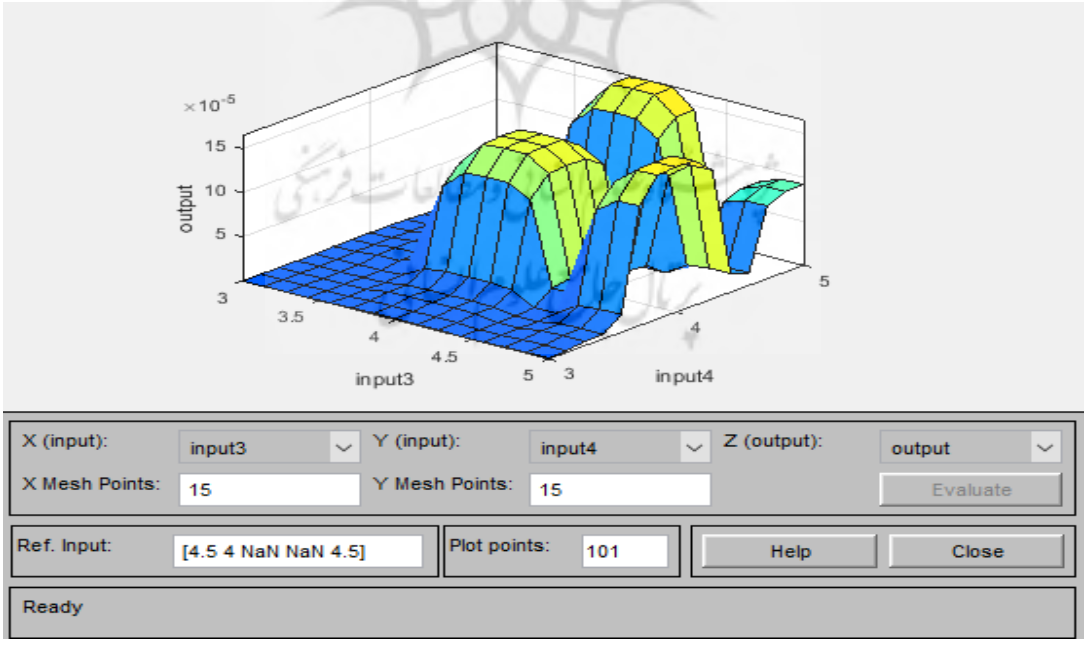
شکل ٦: رابطه بین ورودی ٤ و ورودی ٥

در شکل شماره ۶، رابطه بین ورودی ۴ و ۵ خیلی ارتباط قوی مشاهده نگردید. یعنی بین توانمندی فرایند نوآوری در ایجاد و حفظ دانش و یادگیری هوشمند در بستر دیجیتال و بهره مندی فرایند نوآوری از فرایندهای دیجیتال (با محوریت هوش مصنوعی). این مساله می‌تواند بیانگر استقلال استفاده از ورودی شماره ۵ نسبت به ورودی ۴ باشد.



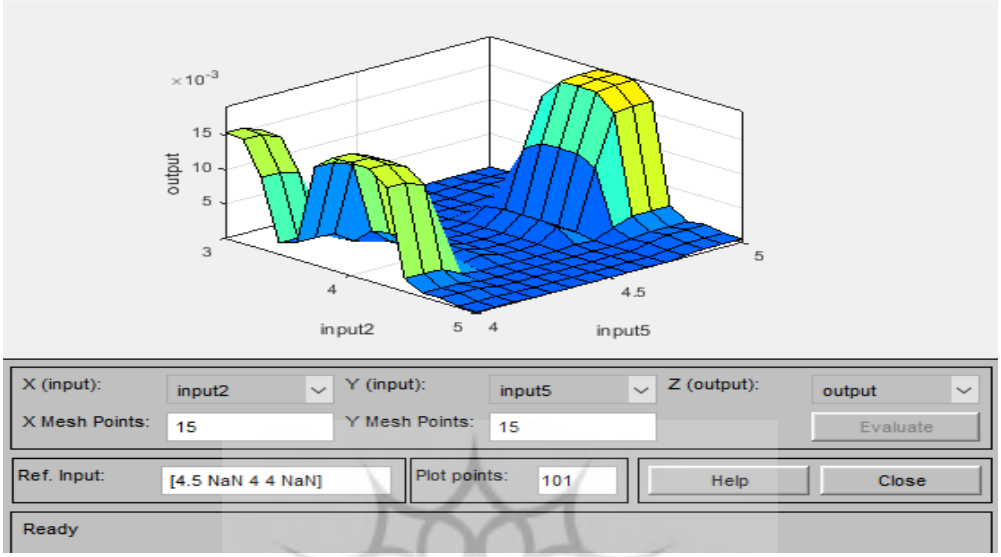
شکل ۷: رابطه بین ورودی ۳ و ورودی ۵

در شکل شماره ۷ رابطه بین ورودی ۳ یعنی توانمندی فرایند نوآوری در شبکه سازی هوشمند در بستر دیجیتال با ورودی ۵ یعنی بهره مندی از فرایندهای دیجیتال رابطه قوی‌تری نسبت به ورودی ۴ مشاهده گردید که می‌تواند بیانگر اهمیت شبکه سازی هوشمند در این مدل باشد.



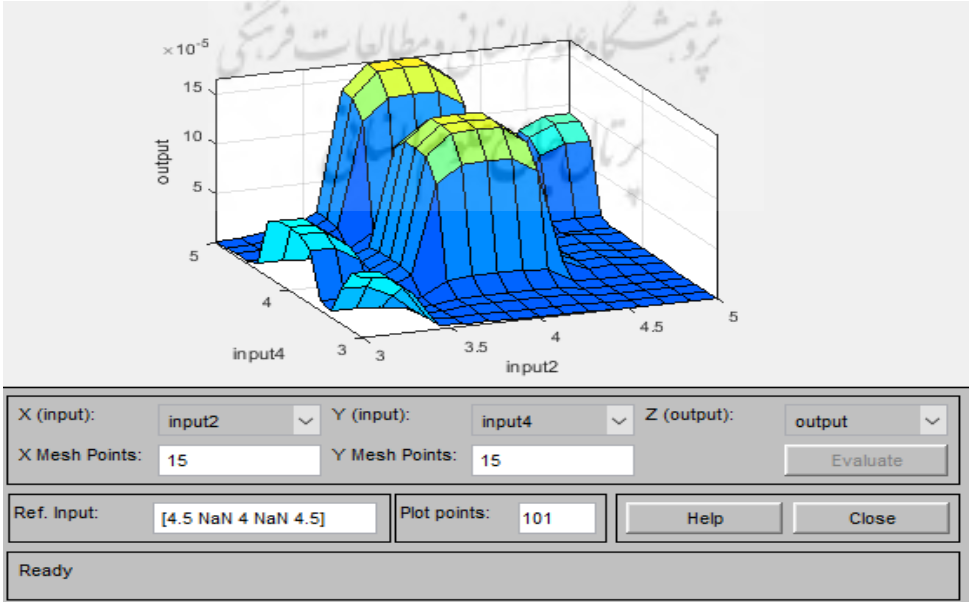
شکل ۸: رابطه بین ورودی ٤ و ورودی ۳

رابطه بین شبکه سازی در بستر دیجیتال و توانمندی در حفظ و ارتقا دانش در شکل شماره ۸ نمایش داده شده است. ارتباط موثری و نزدیکی بین این دو مشاهده گردید که بیانگر اثر شبکه سازی در بستر دیجیتال با توانمندی حفظ و ارتقای دانش در سازمان می‌باشد.



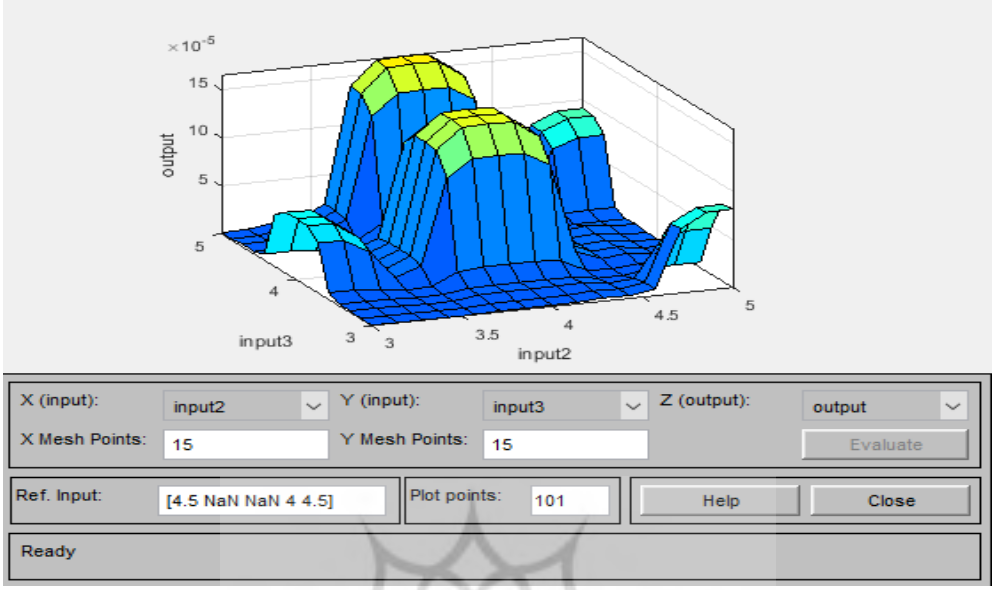
شکل ۹: رابطه بین ورودی ۲ و ورودی ۵

در شکل شماره ۹، رابطه بین بهره مندی فرایند نوآوری از ساختار و معماری دیجیتال (ورودی ۲) و ورودی ۵ یعنی بهره مندی سازمان از فرایندهای دیجیتال نمایش داده شده است. ارتباط و اثر قابل ملاحظه‌ای بین این دو مشاهده نگردید و هر کدام در اثر خود دارای استقلال عملکرد می‌باشند.



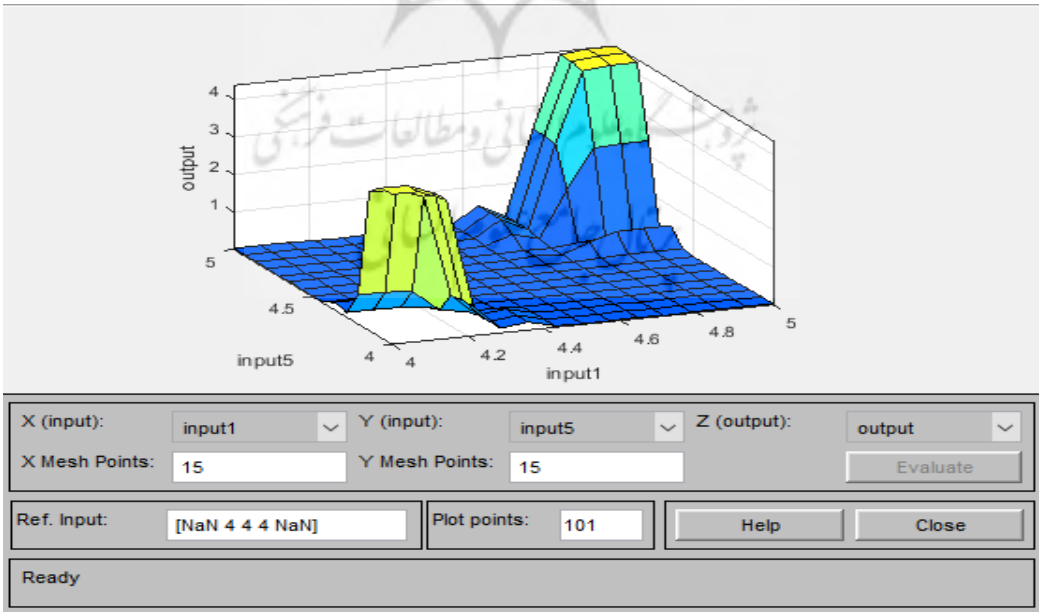
شکل ۱۰: رابطه بین ورودی ۲ و ورودی ٤

در شکل خروجی شماره ۱۰، اثر ورودی ۴ یعنی توانمندی سازمان در حفظ و ارتقای دانش نسبت به ورودی ۲ یعنی بهره مندی از ساختار دیجیتال در سازمان بیشتر بوده و این دو می‌توانند باعث تقویت اثر یکدیگر در این مدل باشند.



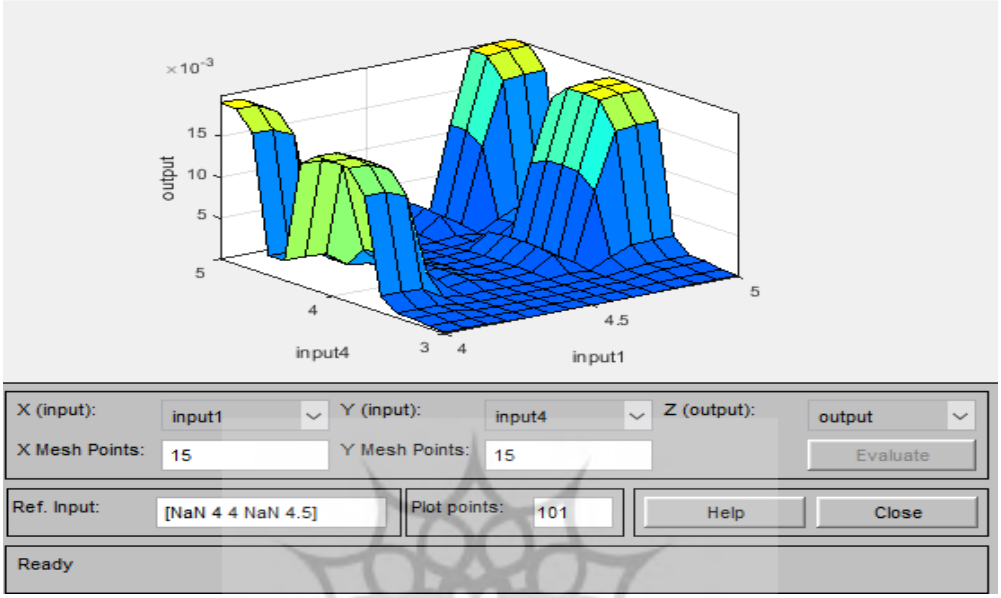
شکل ۱۱: رابطه بین ورودی ۲ و ورودی ۳

در شکل شماره ۱۱، رابطه بین وردی ۲ یعنی ساختار دیجیتال و ورودی ۳ یعنی شبکه سازی در بستر دیجیتال نمایش داده شده است. این دو می‌توانند اثر یکدیگر را در مدل افزایش دهند.



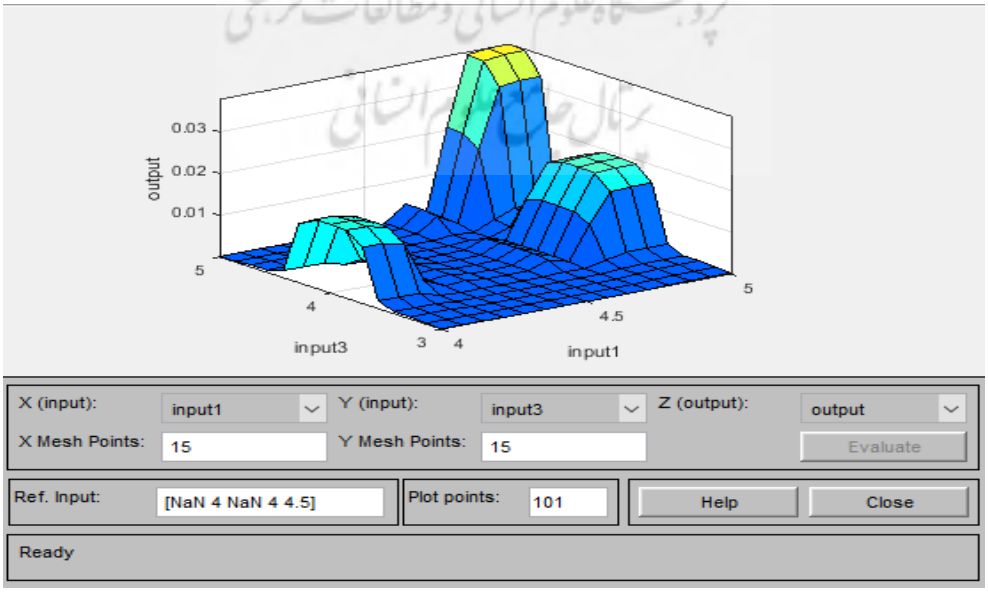
شکل ۱۲: رابطه بین ورودی ۱ و ورودی ۵

در شکل خروجی شماره ۱۲، رابطه بین ورودی ۱، بهره مندی فرایند نوآوری از فناوری‌های دیجیتال (با محوریت هوش مصنوعی) با ورودی ۵ یعنی بهره مندی از فرایندهای دیجیتال نمایش داده شده است. این خروجی بیانگر اثر بیشتر بهره مندی از فناوریهای دیجیتال در مدل در مقایسه با بهره مندی از فرایندهای دیجیتال می‌باشد.



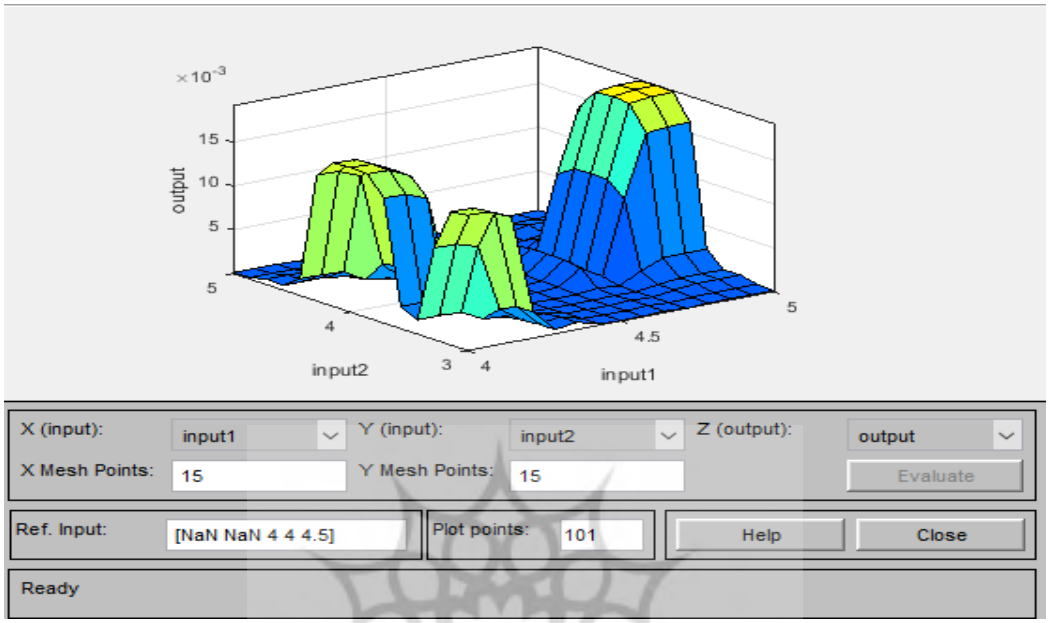
شکل ۱۳: رابطه بین ورودی ۱ و ورودی ٤

در شکل شماره ۱۳، رابطه بین بهره مندی از فناوریهای دیجیتال (ورودی ۱) و توانمندی سازمان در حفظ و ارتقای دانش در بستر دیجیتال (ورودی ۴) نمایش داده شده است. هر دو در کنار هم دارای اثر بخشی بالایی هستند لیکن اثر گذاری اندکی بر روی یکدیگر مشاهده گردید.



شکل ۱٤: رابطه بین ورودی ۱ و ورودی ۳

در شکل شماره ۱۳، رابطه بین دو ورودی شماره ۱ یعنی بهره مندی سازمان از فناوریهای دیجیتال و ورودی شماره ۳ یعنی شبکه سازی در بستر دیجیتال نمایش داده شده است. که در این رابطه نقش بهره مندی از فناوری‌های دیجیتال بیشتر بوده و در صورت این بهره مندی، شبکه سازی هم در بستر دیجیتال تسهیل خواهد شد.



شکل ۱۵: رابطه بین ورودی ۱ و ورودی ۲

در شکل شماره ۱۵، رابطه بین ورودی ۱ یعنی بهره مندی از فناوری‌های دیجیتال و ورودی شماره ۲ یعنی بهره مندی از ساختار و معمار دیجیتال نمایش نشان داده شده است. تأثیر هر دو در مدل تقریباً به یک اندازه بوده و برای بهره مندی از ساختار دیجیتال بایستی از فناوری‌های دیجیتال استفاده نمود.

بحث و نتیجه گیری

علاوه بر هدف اصلی و اهداف ویژه تحقیق که از طریق ارائه مدل محقق شد، با بررسی روابط به دست آمده مطابق نمودارهای سطحی، می‌توان حساسیت و تأثیر هر یک از مؤلفه‌ها را مشخص کرد. (متغیرها) در خروجی، یعنی میزان دیجیتالی بودن فرآیند نوآوری تحلیل شد. با توجه به یافته‌ها و نیز مقایسه آنها با پیشینه و یافته‌های پژوهش‌های قبلی می‌توان بیان کرد که، میزان حساسیت و تأثیر ورودی ۱، یعنی بهره مندی از فناوری‌های دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی، بیش از ۴ ورودی دیگر بر میزان دیجیتالی شدن فرآیند نوآوری دارد، به این معنا که داشتن این فناوری‌ها محور اصلی است. از خروجی، و اگر در آزمایشگاه وجود نداشته باشد، عملاً از اجزای دیگر بهره مند شوند، تأثیر کمتری دارد. کمترین حساسیت و تأثیر بر خروجی در مدل متعلق به مؤلفه‌های سوم و چهارم یعنی شبکه و یادگیری هوشمند در کنار مؤلفه بهره مندی از فناوری‌ها شناسایی شد و این می‌تواند به این معنا باشد که در شرایط بهره مندی از فناوری‌های دیجیتال. به طور ضمنی، شبکه سازی و یادگیری و حفظ دانش نیز در بستر دیجیتال اتفاق می افتد. نکته دیگری که مشاهده شد، حتی در صورت داشتن ساختار سازمانی کمتر دیجیتالی، یعنی جزء شماره ۲، همچنان شاهد نوآوری

دیجیتالی بالایی در خروجی (در صورت داشتن ۴ ورودی دیگر) خواهیم بود، بنابراین تأثیر این ورودی دوم نیز در سطح دیجیتال آزمایشگاه نوآوری کم مشاهده شد. فرایند نوآوری دیجیتال، شکلی از مدیریت نوآوری است که با هدف پرورش تفکر خلاق و انتقادی، هدایت سازمان در یافتن بهترین راه‌ها برای تولید دانش و فرهنگ دیجیتال، معرفی فناوری، دیجیتالی کردن عملیات و اجرای استراتژی‌های دیجیتال برای نوآوری مداوم و دیجیتالی انجام می‌شود. همانطور که گفته شد، شکل ایده‌آل یک فرآیند نوآوری، چه در شکل کلی آن از مرحله شکل‌گیری ایده تا ورود به بازار و تجاری‌سازی و چه در هر یک از بخش‌های آن به‌طور جداگانه، باید به گونه‌ای باشد که بیشترین بهره‌وری (بازدهی) را داشته باشد. یکی از جدیدترین مفاهیمی که فرآیند نوآوری را از ابتدا تا انتها پوشش می‌دهد، مفهوم آزمایشگاه نوآوری است. علاوه بر این، مشتریان با هدف مشارکت در فرآیندهای خلق مشترک محصولات، خدمات و تجربیات در حال تکامل هستند. نیازها و عادات آنها و همچنین راه و سرعت استفاده از کالاها در حال تغییر است. بنابراین، پویایی نوآوری بیشتر و بیشتر تکرار می‌شود، چرخه‌ای و با نرخ بالای جایگزینی محصولات، خدمات و راه حل‌های جدید و جدیدتر مشخص می‌شود. کاربردهای هوش مصنوعی در آزمایشگاه نوآوری می‌تواند بر روند خلق دانش و توانایی یادگیری و جذب آن تأثیر بگذارد. هوش مصنوعی نوآوری‌های دیجیتال را با مواردی چون تسریع در خلق دانش. تسریع دانش و فناوری. بهبود توانایی یادگیری و جذب و افزایش سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه و استعدادها را ترویج کند. در راستای ایجاد دانش، همانطور که در بالا توضیح داده شد، توسعه هوش مصنوعی از مجموعه داده‌ها برای آشکار کردن روش‌های کاملاً جدید برای نگریستن به دانش موجود پشتیبانی می‌کند، از سرعت سریع آزمایش روش‌های مختلف یکپارچه‌سازی دانش پشتیبانی می‌کند و کشفیات جدید را فراهم می‌کند. دانش یعنی: توسعه هوش مصنوعی دانش جدیدی ایجاد می‌کند. به ویژه، فناوری هوش مصنوعی به وضوح به شرکت‌های تجاری کمک کرده است تا قابلیت‌های جمع آوری داده‌های خود را افزایش دهند، که منجر به توسعه سریع ابزارهای مختلف برای مقابله با کلان داده‌ها شده است. نه تنها ماشین‌ها یا الگوریتم‌های هوشمند مانند یادگیری ماشینی، یادگیری عمیق و غیره وظایفی را انجام می‌دهند، بلکه اشکال جدید تعامل انسان و ماشین می‌توانند بازیابی دانش و پردازش داده‌های کارآمدتری را ایجاد کنند. این به نوبه خود سرعت جمع آوری داده‌ها را افزایش می‌دهد و دقت و قابلیت اطمینان درک و دانش حاصل را بهبود می‌بخشد. با توجه به توسعه هوش مصنوعی، چنین روش‌های پیشرفته‌ای برای تجزیه و تحلیل معرفی شده است. به عنوان مثال، فن آوری های یادگیری عمیق و بینایی کامپیوتری می‌توانند حجم زیادی از اطلاعات را سریعتر از همیشه پردازش کنند. این به ایجاد دانش جدید و طرح‌های محاسباتی جدید سریع‌تر از قبل کمک می‌کند تا روند گروه‌بندی مجدد دانش را تسریع بخشد. به عبارت دیگر، آنچه این مفهوم را تسریع می‌کند، فرآیند جمع‌آوری و ساختاردهی داده‌های عظیم به اطلاعات برای ایجاد دانش است

با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود مدل هوشمند نوآوری در صنایع مختلف و برای هر صنعت به طور جداگانه برای تحقیقات آتی طراحی شود. در ادبیات، محققان با طیف وسیعی از این مدل‌های نوآوری دیجیتال مانند بانکداری، مدارس و مؤسسات آموزش عالی، بهداشت و... مواجه شدند. پیشنهاد دوم این است که پژوهش‌های آتی می‌توانند برای هر یک از مؤلفه‌های ورودی مدل جداگانه‌ای طراحی کنند به گونه‌ای که مؤلفه ورودی این تحقیق در جایگاه خروجی قرار گیرد و شاخص‌های تعیین شده در این تحقیق به عنوان ورودی آنها مورد استفاده قرار گیرد. طراحی ۵ مدل دیگر با

توجه به مؤلفه‌های پنج گانه این تحقیق امکان پذیر است و اتصال این مدل‌ها برای توسعه یک مدل نهایی و کلان می‌تواند دستاوردهای جدیدی را به همراه داشته باشد.

تقدیر و تشکر

تشکر ویژه از تمامی کارشناسان، اساتید دانشگاه و محققینی که تیم تحقیقاتی را در افزایش غنای مطالعه یاری کردند.

Reference

Booth, A., Clarke, M., Ghersi, D., Moher, D., Petticrew, M., & Stewart, L. (2011). An international registry of systematic-review protocols. The Lancet, 377(9760), 108-109. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)60903-8

Brown, J., Gosling, T., Sethi, B., Sheppard, B., Stubbings, C., Sviokla, J., Williams, J., Zarubina, D., & Fisher, L. (2017). Workforce of the future: The competing forces shaping 2030. *London: PWC*. http://hdl.voced.edu.au/10707/436729

Capgemini. (2017). The digital talent gap: are companies doing enough? In: Capgemini and LinkedIn, Paris, France.

Corre, A., & Mischke, G. (2005). *The innovation game: a new approach to innovation management and R&D*. Springer Science & Business Media.

Coskun-Setirek, A., & Tanrikulu, Z. (2021). Digital innovations-driven business model regeneration: A process model. *Technology in Society*, *64*, 101461. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101461

D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M., & Von Tunzelmann, N. (2012). What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers. *Research policy*, *41*(2), 482-488. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.09.008

Du, S., Lee, J., Li, H., Wang, L., & Zhai, X. (2019). Gradient descent finds global minima of deep neural networks. International conference on machine learning,

Eyring, A., Hoyt, N., Tenny, J., Domike, R., & Hovanski, Y. (2022). Analysis of a closed-loop digital twin using discrete event simulation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *123*(1-2), 245-258. DOI: https://doi.org/10.1007/s00170-022-10176-5

Gobble, M. M. (2018). Digitalization, digitization, and innovation. *Research-Technology Management*, *61*(4), 56-59. https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1471280

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.

Horvat, D., Kroll, H., & Jäger, A. (2019). Researching the effects of automation and digitalization on manufacturing companies' productivity in the early stage of industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *39*, 886-893. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.401

Jang, J.-S. R. (1991). Fuzzy modeling using generalized neural networks and Kalman filter algorithm. Proceedings of the ninth National conference on Artificial Intelligence-Volume 2,

Joshi, K. D., Chi, L., Datta, A., & Han, S. (2010). Changing the competitive landscape: Continuous innovation through IT-enabled knowledge capabilities. *Information Systems Research*, *21*(3), 472-495. https://doi.org/10.1287/isre.1100.0298

Linde, L., Sjödin, D., Parida, V., & Gebauer, H. (2020). Evaluation of digital business model opportunities: a framework for avoiding digitalization traps. *Research-Technology Management*, *64*(1), 43-53. https://doi.org/10.1080/08956308.2021.1842664

Lianto, B., Dachyar, M., & Soemardi, T. P. (2018). Continuous innovation: a literature review and future perspective. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, *8*(3), 771-779. DOI: http://ijaseit.insightsociety.org/index.php?option...

Nasiri, M., Saunila, M., Ukko, J., Rantala, T., & Rantanen, H. (2023). Shaping digital innovation via digital-related capabilities. *Information Systems Frontiers*, *25*(3), 1063-1080. DOI https://doi.org/10.1007/s10796-020-10089-2

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (2019). *The wise company: How companies creates continuous innovation*. Oxford University Press.

Raja, P., & Pahat, B. (2016). A review of training methods of ANFIS for applications in business and economics. International Journal of u-and e-Service, Science and Technology, 9(7), 165-172.http://dx.doi.org/10.14257/ijuesst.2016.9.7.17.

Rangaswamy, A., Moch, N., Felten, C., Van Bruggen, G., Wieringa, J. E., & Wirtz, J. (2020). The role of marketing in digital business platforms. Journal of Interactive Marketing, 51(1), 72-90. https://doi.org/10.1016/j.intmar.2020.04.006.

Michael Ringel, A. T., Hadi Zablit. (2016). *The most innovative companies 2016*. BCG reports. https://media-publications.bcg.com/MIC/BCG-Most-Innovative-Companies-2015-Nov-2015.pdf

Schiuma, G. (2012). Managing knowledge for business performance improvement. Journal of knowledge management, 16(4), 515-522. https://doi.org/10.1108/13673271211246103.

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, *18*(7), 509-533. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509: AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z

Yu, W., Wong, C. Y., Chavez, R., & Jacobs, M. (2023). Surfing with the tides: how digitalization creates firm performance through supply chain entrainment. *International Journal of Operations & Production Management*. https://doi.org/10.1108/IJOPM-10-2022-0678

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی