



Shahid Sattari Aeronautical University
of Science and Technology

Developing a Model for Evaluation of Organizational Innovation Capacity Using Fuzzy Inference System

Sadegh Karimzadeh¹, Mahdi Homayounfar², Hamidreza Rezaee Kelidbari³

Abstract

Background & Purpose: Successful organizations in today's turbulent and competitive environment are those that institutionalize innovation in all their functional elements. Based on this, in the present research, a suitable model for evaluating the capacity of organizational innovation is presented.

Methodology: The current research is applied based on its purpose and descriptive-survey research in terms of data collection method. The statistical population of the study included 28 experts of the studied organization. After identifying the innovation indicators based on the library study, the fuzzy Delphi technique was used to determine the final indicators. Also, fuzzy inference system was used to design the research model. So, 3 sub-FIS and 1 main FIS were designed in MATLAB software, which were used as the basis for innovation capacity evaluation.

Findings: The developed model includes 3 dimensions of input status (existence of culture of innovation, transformational leadership, innovation as part of strategy, mission, vision and teamwork), process status (research and development capacity, open innovation, idea management and research collaborations) and output status (efficiency and effectiveness of innovative products and investment on producing innovative product). To implement the model, data from an military organization was used, which determined the value of organizational innovation capacity as 0.68. The little difference of the system output (0.68) with the average of experts judgements (0.65) about performance of the organizational innovation indicates the validity of the proposed model.

Conclusion: The presented model will provide a suitable tool and perspective for managers to analyze the innovation gap and create improvements in the organization.

Keywords: *Performance Evaluation, Innovation Capacity, Organizational Innovation, Fuzzy Inference System.*

Citation: Karimzadeh, Sadegh; Homayounfar, Mahdi and Rezaee Kelidbari, Hamidreza.(2023). Developing a Model for Evaluation of Organizational Innovation Using Fuzzy Inference System. *Journal of Innovation Management in Defensive Organizations*, 6(19), 109-130.

1. MSc., Department of Industrial Management, Electronic Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. **E-mail:**

Sadegh.karimzadeh20@gmail.com

2. Assistant Prof., Faculty of Management and Accounting, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. **E-mail:**

Homayounfar@iaurasht.ac.ir

3. Assistant Prof., Faculty of Management and Accounting, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. **E-mail:**

: Hrezaee41@yahoo.com



دانشکده مدیریت

فصلنامه مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی
شاپای انتشار: ۷۱۱۲-۲۶۷۶
دوره ۶، شماره ۱۹
بهار ۱۴۰۲
صص ۱۳۰-۱۰۹

ارائه مدل اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی با به کارگیری سیستم استنتاج فازی

صادق کریم‌زاده^۱، مهدی همایون‌فر^۲، حمیدرضا رضایی کلیدبری^۳

چکیده

زمینه و هدف: سازمان‌های موفق در محیط‌های پرتلاطم و رقابتی امروز آنهایی هستند که نوآوری را در همه ارکان عملکردی خود نهادینه نمایند. بر این اساس، در پژوهش حاضر به ارائه مدلی مناسب برای ارزیابی ظرفیت نوآوری سازمانی پرداخته می‌شود.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر بر اساس هدف، کاربردی و از نظر شیوه گردآوری داده‌ها، پژوهشی توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش شامل ۲۸ خبره در سازمان مورد مطالعه بود. پس از شناسایی شاخص‌های نوآوری بر اساس مطالعه کتابخانه‌ای، از تکنیک دلفی فازی برای تعیین شاخص‌های نهایی و برای طراحی مدل پژوهش از سیستم استنتاج فازی استفاده شد. در نهایت، سه سیستم استنتاج فازی فرعی و یک سیستم استنتاج فازی اصلی به منظور ارزیابی ظرفیت نوآوری در نرم‌افزار متلب طراحی گردید.

یافته‌ها: مدل ارائه شده شامل ۳ بعد وضعیت ورودی (وجود فرهنگ نوآوری، رهبری تحول‌آفرین، نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت، چشم‌انداز و کارگروهی و تیمی)، وضعیت فرایند (ظرفیت تحقیق و توسعه، نوآوری باز، مدیریت ایده و همکاری‌های پژوهشی) و وضعیت خروجی (بازدهی و کارایی محصولات نوآورانه، سرمایه‌گذاری بر روی تولید محصولات نوآورانه) بود. جهت پیاده‌سازی مدل از داده‌های یک سازمان نظامی استفاده شد که ظرفیت نوآوری سازمانی را ۰/۶۸ برآورد نمود. تفاوت ناچیز خروجی سیستم (۰/۶۸) با میانگین نظر خبرگان (۰/۶۵) در مورد نوآوری سازمانی بیانگر اعتبار سیستم طراحی شده است.

نتیجه‌گیری: مدل ارائه شده ابزار و دیدگاه مناسبی برای مدیران جهت تحلیل شکاف نوآوری و ایجاد بهبود در سازمان فراهم خواهد نمود.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی عملکرد، ظرفیت نوآوری، نوآوری سازمانی، سیستم استنتاج فازی.

استناد: کریم‌زاده، صادق؛ همایون‌فر، مهدی و رضایی کلیدبری، حمیدرضا. (۱۴۰۲). ارائه مدل اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی با بکارگیری سیستم استنتاج فازی. *فصلنامه مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۱۹(۶)، ۱۳۰-۱۰۹.

۱. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. **رایانامه:**

Sadegh.karimzadeh20@gmail.com

۲. استادیار مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. **رایانامه:**

Homayounfar@iaurasht.ac.ir

۳. استادیار مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. **رایانامه:**

Hrezaee41@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۲۷

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۰۴

DOI: 10.22034/QJIMDO.2022.333570.1496

نویسنده مسئول مقاله: مهدی همایون‌فر

مقدمه

در محیط بسیار پیچیده، پرتلاطم و چالش برانگیز که در آن کسب و کارهای کوچک و بزرگ رقابت تنگاتنگی با یکدیگر دارند، اهمیت آمادگی سازمان‌ها در واکنش به تغییرات روز افزون، نیازمند عوامل متعددی است و افزایش نرخ نوآوری سازمانی^۱ یکی از مهمترین آنها است (فرانکو و لاندینی^۲، ۲۰۲۲). در سال‌های اخیر، نوآوری سازمانی به عنوان عاملی حیاتی در توسعه و رشد یک سازمان، توجه زیادی را به خود معطوف نموده (نوید و همکاران^۳، ۲۰۲۲) و به یکی از پارادایم‌های کلیدی تبدیل شده است که مدیران برای ایجاد مزیت‌های رقابتی پایدار از آن پیروی می‌کنند (فرانکو و لاندینی، ۲۰۲۲). در واقع، نوآوری سازمانی یک منبع اساسی مزیت رقابتی است و سازمان‌های نوآور تا حدود زیادی در اتخاذ روش‌های انجام امور، خلق فرصت‌های جدید و استفاده از فرصت‌های موجود از آن بهره می‌برند (عظیم و همکاران^۴، ۲۰۲۱). با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته، سازمان‌های نوآور نسبت به سازمان‌های فاقد نوآوری، از توانایی پاسخگویی سریع‌تری به چالش‌ها و امکان دستیابی به فرصت‌های بهتری در تولید محصولات جدید و ارائه خدمات مناسب برخوردارند (راب و همکاران^۵، ۲۰۲۲).

نوآوری مفهومی متشکل از تازگی، موفقیت و تغییر است (فرتاش و همکاران^۶، ۲۰۱۸) و نتایج آن را می‌توان در قالب رشد فروش، افزایش سهم بازار و بهبود بهره‌وری مشاهده نمود (آلفارو گارسیا و همکاران^۷، ۲۰۱۵). از این‌رو، بسیاری از سازمان‌ها به دنبال سرمایه‌گذاری در نوآوری به عنوان وسیله‌ای برای تقویت توسعه اقتصادی و تولید ثروت با حفظ مزیت رقابتی هستند (گیسون و ناکوین^۸، ۲۰۱۱).

از آنجایی که تداوم بقاء سازمان‌ها مستلزم شناخت نوآوری و تدوین استراتژی‌های نوآوری مناسب برای دستیابی به وضعیت مطلوب است، اندازه‌گیری وضعیت نوآوری سازمانی و تلاش در جهت رفع شکاف میان سطح موجود و مطلوب آن در سازمان از طریق تقویت عناصر اساسی آن ضرورت دارد. نظرسنجی‌های مؤسسه مک‌کینزی^۹ نشان داد که قریب به اتفاق سازمان‌ها، اقدامی در جهت اندازه‌گیری نوآوری به عمل نیاورده‌اند. در این نظرسنجی از

1. Organizational Innovation

2. Franco and Landini

3. Naveed, Alhaidan, Al Halbusi and Al-Swidi

4. Azeem, Ahmed, Haider and Sajjad

5. Robb, Rohrschneider, Booth, Carter, Walker and Andrews

6. Fartash, Mousavi Davoudi, Baklashova, Svechnikova, Nikolaeva, Grimalskaya and Beloborodova

7. Alfaro Garcia, Gil-Lafuente and Alfaro Calderon

8. Gibson and Naquin

9. McKinsey

تعداد ۱۰۷۵ پاسخ‌دهنده، ۵۱٪ آن‌ها اعلام نموده‌اند که سازمان‌های‌شان نوآوری‌های مدل کسب‌وکار را دنبال می‌کنند، اما تنها ۲۸٪ از آن‌ها بیان داشتند که سازمان‌های‌شان به طور رسمی نوآوری را ارزیابی می‌کنند (فلیپس و فلیپس^۱، ۲۰۱۸).

در دهه‌های اخیر، افزایش چشم‌گیری در توجه پژوهشگران به نوآوری شکل گرفته است. با این وجود، به دلیل خصوصیات غیر قابل لمس نوآوری سازمانی، بیشتر مطالعات بر درک نوآوری محصول و فرایند متمرکز بوده‌اند (سپراسرت و کلاوسن^۲، ۲۰۱۲). بنابراین، در حالی که برخی مطالعات نوآوری سازمانی را به‌عنوان تسهیل‌کننده‌ای برای استفاده مؤثر از فناوری و یک منبع میانی مزیت رقابتی می‌دانند، این نوع نوآوری به دلیل مشکلات جمع‌آوری داده‌های مناسب، تعدد تعاریف ارائه شده و رویکردهای متفاوت اندازه‌گیری، مورد کاوش عمیق قرار نگرفته است (وانگ و چن^۳، ۲۰۲۰). اندازه‌گیری به درک و ارزیابی بهتر عواقب ابتکارات مبتنی بر نوآوری کمک می‌کند. به علاوه، مانند هر اندازه‌گیری دیگر، این امکان را به سازمان‌ها می‌دهد تا اهداف واقع‌گرایانه نوآوری را در آینده مشخص کرده و مشکلات مانع پیشرفت اهداف، تصمیم‌گیری و تداوم را شناسایی و حل کنند (ادیسون و همکاران^۴، ۲۰۱۳).

با توجه به ماهیت غیرقابل پیش‌بینی و پیچیده نوآوری، روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری نوآوری سازمانی ارائه شده‌اند و در بسیاری از آنها صرفاً به شاخص‌های تحقیق و توسعه (مانند: تعداد مقالات پژوهشی، سطح هزینه‌های تحقیق و توسعه و ...) پرداخته شده است. با این وجود، مرور مبانی نظری حوزه نوآوری نشان می‌دهد که ارزیابی نوآوری، یک مسئله چند شاخصه است و نوآوری سازمانی را نباید بر اساس یک شاخص اندازه‌گیری نمود. در پژوهش حاضر به‌واسطه ماهیت کیفی و کمی شاخص‌ها و همچنین غیرقطعی و غیرصریح بودن آن‌ها، از منطق فازی جهت ارائه مدل ارزیابی نوآوری استفاده شده است. در واقع استفاده از منطق فازی به دلیل قابلیت استفاده از متغیرهای زبانی در ارزیابی، توانایی پردازش قضاوت‌های ذهنی و هوشمند بودن آن است. این روش، رفتاری مشابه انسان دارد و همه قواعد تعریف شده را به طور هم‌زمان در نظر می‌گیرد و این، همان کاری است که انسان در فعالیت‌های روزمره بارها از آن استفاده می‌کند.

با توجه به تحریم‌های ظالمانه علیه کشور ایران، راهی جز خودکفایی وجود ندارد.

1. Phillips and Phillips

2. Sapprasert and Clausen

3. Wang and Chen

4. Edison, bin Ali and Torkar

سازمان‌های دفاعی کشور، با توجه به کمبود امکان تهیه قطعات نظامی و همچنین عدم امکان خرید تسلیحات جدید از خارج باید از درون شکوفا شوند و نیازهای خود را در شرایط حساس دنیای امروز رفع نمایند (صادقی و همکاران، ۱۴۰۰). بنابراین، ارزیابی ظرفیت نوآوری سازمانی و نقاط قوت و ضعف سازمان در شاخص‌های مهم برای نیروهای نظامی بیش از سایر عرصه‌ها، دارای اهمیت و ارزش است. سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که شاخص‌ها و زیرشاخص‌های ارزیابی ظرفیت نوآوری سازمانی در سازمان نظامی مورد بررسی کدامند و وضعیت نوآوری سازمانی با توجه به سیستم استنتاج فازی طراحی شده به صورت کلی و در هر یک از شاخص‌ها به چه میزان است؟

پیشینه پژوهش

در ادبیات نوآوری، تعاریف متفاوتی از نوآوری سازمانی ارائه شده است. برخی صاحب‌نظران نوآوری سازمانی را به عنوان راه‌های جدیدی برای سازماندهی کسب و کار و اتخاذ ایده یا رفتاری تعریف کرده‌اند که برای سازمان جدید است (آلوز و همکاران^۱، ۲۰۱۸). برخی دیگر، نوآوری سازمانی را به عنوان پیاده‌سازی و اجرای استراتژی‌ها و شیوه‌های سازمانی جدید برای تحول در درون سازمان یا روابط خارجی اطلاق می‌کنند (زب و همکاران^۲، ۲۰۲۱). چاتزوقلو و چاتزوقلو^۳ (۲۰۱۸) بیان داشتند که نوآوری، مولد بهبود فرآیندها و پیشرفت‌های تکنولوژیکی است که بر عملکرد سازمان تاثیر معناداری دارد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که نوآوری سازمانی، نیروی محرکه شایستگی‌های سازمانی است و مدیریت با زمینه‌سازی برای نوآوری، نقش پیشرو در بهبود فرآیندهای داخلی و خارجی شرکت دارد. علاوه بر این، نوآوری سازمانی با ایجاد دانش، رضایت و انعطاف‌پذیری در محل کار، به بهبود عملکرد کسب و کار کمک می‌کند و از تغییرات سازمانی در راستای پیشرفت سازمان حمایت می‌کند. بنابراین، برای موفقیت بلندمدت، نوآوری نقشی اساسی در دستیابی به مزیت رقابتی ایفا می‌کند. تنها سازمان‌های نوآور عملکرد بهتری تولید می‌کنند و در بازار در برابر تغییرات محیطی پایداری می‌کنند (عظیم و همکاران، ۲۰۲۱).

در مطالعات مختلف، نوآوری سازمانی به شیوه‌های مختلف مورد تفسیر قرار گرفته است. به طور کلی، مبانی نظری نوآوری سازمانی شامل سه دیدگاه مختلف در مورد این مفهوم است (آلوز و همکاران، ۲۰۱۸). اولین جریان تحقیقاتی، نوآوری سازمانی را از منظر

¹ Alves, Marlon Fernandes Rodrigues. Galina, Simone Vasconcelos Ribeiro. Döbelin, Silvio.

² Zeb, Ali. Akbar, Fazal. Hussain, Khawar. Safi, Adnan. Rabnawaz, Muhammad. Zeb, Faheem.

³ Chatzoglou and Chatzouides

تکاملی مورد تحلیل قرار می‌دهد. به این معنا که نوآوری سازمانی محصول جستجوی شیوه‌های بهتر در میان سازمان‌های مشابه و معرفی آن‌ها به سازمان است (وانگ و چن، ۲۰۲۰). به عبارت دیگر، انتقال و ترکیب مجدد قابلیت‌های سازمانی برای انطباق با تغییرات محیطی، کانون نوآوری سازمانی است. از این رو، بازترکیب مداوم منابع، به بهبود در محصول یا فرآیند تولید منجر می‌شود. دومین جریان تحقیقاتی، نوآوری سازمانی را از دیدگاه مدیریتی تعریف می‌کند که به‌طور قابل ملاحظه‌ای با ادبیات نوآوری اداری یا مدیریتی همپوشانی دارد. به طور کلی، برخی از مطالعات تمام جنبه‌های غیر فنی تغییرات (از جمله باورها، هنجارها و قوانین) را به عنوان نوآوری سازمانی قلمداد می‌کنند (مین و همکاران^۱، ۲۰۱۶). بر این اساس، سه ساختار فرآیندی متمایز تحت عناوین: رهبری نوآوری، اهرم‌های مدیریتی و فرآیندهای تجاری شناسایی شده‌اند. در این میان، رهبری نوآوری توسط نظریه رده بالا، اهرم‌های مدیریتی توسط نظریه قابلیت‌های پویا و فرآیندهای تجاری توسط نظریه فرایندی پشتیبانی می‌شود (کروسان و آپایدین^۲، ۲۰۱۰). سومین جریان تحقیقاتی، نوآوری سازمانی را به شیوه‌ای کاربردی و جامع و از طریق مجموعه‌ای از پیمایش‌ها تعریف می‌کند. بر اساس کتابچه راهنمای اسلو^۳ (۲۰۰۵)، نوآوری سازمانی شامل تغییرات جدید یا قابل توجهی از سه جنبه مدیریت دانش، ساختار و ارتباط شرکت با سایر شرکت‌ها یا مؤسسات عمومی است.

از آنجایی که در اغلب مطالعات انجام شده، ارزیابی عوامل چندبعدی ظرفیت نوآوری سازمانی به طور یکپارچه مورد توجه قرار نگرفته‌اند، شاخص‌های ارزیابی از جامعیت لازم برخوردار نیستند (کوزارین^۴، ۲۰۱۷). در این پژوهش ضمن دسته‌بندی شاخص‌های ارزیابی در قالب شاخص‌های ورودی، فرایند و خروجی، به ارائه یک سیستم استنتاج فازی جهت ارزیابی ظرفیت نوآوری سازمانی در یک مجموعه تحقیقاتی نظامی پرداخته شده است.

پیشینه تجربی

مطالعات مختلفی در زمینه ارزیابی نوآوری انجام گرفته است. پروکش و همکاران^۵ (۲۰۱۷) در پژوهش خود در مورد افزایش ظرفیت نوآوری ملی، با استفاده از تحلیل مقایسه‌ای کیفی فازی در ۱۷ کشور عضو اتحادیه اروپا، متغیرهایی را که به ظرفیت نوآوری بالایی منجر می‌شوند در قالب ۱۲ عامل متغیر مجموع کارکنان علمی و فنی، کل مخارج تحقیق و توسعه،

1. Min, Ling and Piew

2. Crossan and Apaydin

3. OSLO

4. Cozzarin

5. Proksch, Haberstroh and Pinkwart

ریسک سرمایه، قدرت حفاظت از حقوق مالکیت بین‌المللی، درجه تخصص، کسب‌وکار جدید ثبت شده، سرمایه اصلی، اختراعات بین‌المللی در هر میلیون نفر، تولید ناخالص داخلی سرانه، سهام ثبت اختراعات بین‌المللی، هزینه‌های دولت در آموزش عالی، سیاست‌های ضد انحصار شناسایی نمودند.

براتستروم و همکاران^۱ (۲۰۱۸) در مطالعه خود با بررسی این مساله که آیا اندازه‌گیری نوآوری مانع نوآوری می‌شود، به این نتیجه رسیدند که بسیاری از شرکت‌ها از معیارهای نوآوری از پیش تعیین شده برای ارزیابی تلاش‌های مبتکرانه خود استفاده می‌کنند و شرکت‌هایی که چنین کاری انجام می‌دهند عملکرد بهتری نسبت به شرکت‌های دیگر دارند. فیلیپس و فیلیپس^۲ (۲۰۱۸) در کتاب خود با عنوان ارزش نوآوری، معیارهای سنجش نوآوری را در قالب پنج ورودی، هفت واکنش و اقدام برنامه‌ریزی شده، هفت شاخص یادگیری، هفت شاخص کاربرد و اجرا، ده شاخص اثر (هدف/خروجی) و یک شاخص بازگشت سرمایه تقسیم کردند. وانگ و چن (۲۰۲۰) با مطالعه شرکت‌های چینی بررسی نمودند که آیا تقلید و نوآوری محصول به الگوهای مختلفی از نوآوری سازمانی نیاز دارد؟ در پژوهش مزبور تأثیرات نوآوری سازمانی بر نوآوری محصول و تقلید برای شرکت‌های تولیدی چینی بررسی گردید که در پایان این نتیجه را ارائه می‌دهد که نوآوری سازمانی سطح متوسط تا بالا تأثیر قابل توجهی بر شدت تقلید محصول دارد و اینکه مدیریت دانش و استانداردسازی نقش مهمی در تسهیل تقلید محصول دارد و در پایان اینکه انتقال از تقلید محصول به نوآوری به بهبود همه‌جانبه در طراحی سازمانی نیاز دارد. زوییک-دیزینسکا و همکاران^۳ (۲۰۲۰) با یک رویکرد ارزیابی جدید به بررسی سطح نوآوری و توسعه محلی مناطق اتحادیه اروپا پرداختند. در این روش، سطح نوآوری با استفاده از نتایج به دست آمده در هر گروه از شاخص‌های در نظر گرفته شده ارزیابی می‌شود. نویسندگان نتیجه گرفتند که روش سنتی، به‌ویژه در پژوهش‌هایی که بر اساس شاخص‌های مختلف انجام شده‌اند، نتایج دقیقی ارائه نمی‌دهد.

سازمان جهانی مالکیت معنوی^۴ هر ساله گزارشی از شاخص نوآوری جهانی را ارائه می‌دهد که در سال ۲۰۲۰ تعداد آنها به ۸۰ مورد رسیده است. همان‌گونه که گفته شد این شاخص‌ها شامل دو زیرمجموعه از ورودی‌های نوآوری و خروجی‌های نوآوری است. ورودی‌ها شامل سرمایه انسانی و تحقیقات، زیرساخت‌ها، پختگی بازار و پایداری تجارت بوده

1. Brattström, Frishammar, Richtner and Pflueger

2. Phillips and Phillips

3. Szopik-Depczyńska, Cheba, Bąk, Kędzierska-Szczepaniak, Szczepaniak and Ioppolo

4. World Intellectual Property Organization(WIPO)

و خروجی‌ها؛ نتایج خلاقانه و دانش و فناوری را در برمی‌گیرند. رزا و همکاران^۱ (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به ارزیابی نوآوری باز در شرکت‌های کوچک فعال در مراکز مهم صنعتی برزیل پرداختند. با استفاده از شاخص‌های اندازه‌گیری نوآوری باز، شرکت‌های کوچک نیز قادر خواهند بود با موفقیت از نوآوری باز استفاده نمایند. در پژوهش مزبور شاخص‌ها به هفت بخش سازماندهی، موفقیت‌های نوآورانه، استراتژی‌های نوآورانه، همکاری‌های ورودی و خروجی، فرهنگ نوآورانه و دانش نوآوری تقسیم شدند. آل‌هیوزن و همکاران^۲ (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با ارائه یک مفهوم اندازه‌گیری جدید برای نوآوری و با مصاحبه با ۸۱ نفر از نمایندگان شرکت‌ها و مشاوران نوآوری، ۴۷ شاخص را در قالب ۱۶ موضوع یا دسته برای اندازه‌گیری نوآوری استخراج نمودند.

فرانکو و لاندینی^۳ (۲۰۲۲) به مطالعه تاثیر چابکی نیروی کار بر عملکرد نوآورانه سازمان پرداختند. بر اساس یافته‌ها، مؤسسات با چابکی نیروی کار بالاتر احتمال بیشتری برای نوآوری دارند. این رابطه به ویژه در مورد چابکی کار و به‌طور خاص برای نوآوری فرآیند قوی‌تر است. راب و همکاران (۲۰۲۲) در چارچوب مدل‌های اقتصادی به شناسایی فرصت‌هایی برای ارتقای نوآوری در صنعت داروسازی پرداختند. به‌طور خاص، آنها شش توصیه را برای سازمان‌های دارویی ارائه نمودند که به دنبال نوآوری مؤثر در شرایط در حال تغییر هستند.

در ایران نیز عالی‌نژاد و پناهی‌فر^۴ (۱۴۰۱) مدلی برای تعیین و پیش‌بینی سطح نوآوری منابع سازمان ارائه کردند. پس از بررسی منابع موجود و مصاحبه با صاحب‌نظران، با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی تعداد ۱۲ شاخص اصلی در قالب ۳ بُعد منابع انسانی، منابع مادی و منابع غیرمادی به‌عنوان ورودی‌های سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی تعیین شدند. خیرگو و بیداله‌خانی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به طراحی الگوی تبیین نظام نوآوری در سازمان‌های دفاعی ایران پرداختند که شامل مقوله‌های عوامل محرک نوآوری، بازمهندسی فرایندهای نوآوری، عوامل توانمندساز سازمانی و عوامل محیط ملی بود که پیامدهای راهبردی ایجاد نوآوری در ساختار سازمانی، سرمایه انسانی، آموزش، پژوهش، فناوری، تجهیزات و نظامات به همراه خواهد داشت. در جدول (۱) به شاخص‌های شناسایی شده از مطالعات اخیر پرداخته شده است؛

1. Rosa, Mello, Chimendes and Amorim

2. Alhusen, Bennat, Bizer, Cantner, Horstmann, Kalthaus, Proeger, Sternberg and Töpfer

جدول ۱. خلاصه مهمترین تحقیقات خارجی انجام شده پیرامون متغیرهای پژوهش

پژوهشگران	شاخص
وانگ و احمد ^۱ (۲۰۰۴)	ظرفیت تحقیق و توسعه، رقابت و بازار، همکاری صنعت و دانشگاه، مدل‌ها و دستورالعمل‌های جدید، صادرات خدمات فرهنگی خلاق، طرح‌های صنعتی جدید و نوآور، تولید با فناوری‌های پیشرفته، مدیریت دانش، امنیت شغلی.
گیسون و ناکیوین (۲۰۱۱)	رقابت و بازار، وجود فرهنگ خلاقیت و نوآوری، استقبال مدیران از عامل تغییر
ادیسون و همکاران (۲۰۱۳)	آموزش نیروی انسانی، پیش‌بینی و اختصاص بودجه اعزام کارکنان به دوره‌های تخصصی، تحصیلات کارکنان، مدل‌ها و دستورالعمل‌های جدید، مشتری‌مداری، رهبری تحول‌آفرین، نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت و چشم‌انداز، فروش حاصل از محصولات جدید، ایده‌های جدید ارائه شده، مدیریت دانش
پروشک و همکاران ^۲ (۲۰۱۷)	آموزش‌های عمومی، آموزش‌های تخصصی، ظرفیت تحقیق و توسعه، ارائه خدمات با فناوری بالا، تحصیلات کارکنان، اختراعات ثبت شده، صادرات خدمات فرهنگی خلاق، طرح‌های صنعتی جدید و نوآور، تولید با فناوری‌های پیشرفته، نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت و چشم‌انداز، فروش حاصل از محصولات جدید، ایده‌های جدید ارائه شده، افزایش کارایی محصولات نوآورانه
رمزی و صلاح ^۳ (۲۰۱۸)	آموزش‌های دانشگاهی، ظرفیت تحقیق و توسعه، ارائه خدمات با فناوری بالا، تحصیلات کارکنان، بهره‌گیری از فناوری اطلاعات، همکاری صنعت و دانشگاه، صادرات خدمات فرهنگی خلاق، طرح‌های صنعتی جدید و نوآور، تولید با فناوری‌های پیشرفته، نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت و چشم‌انداز، فروش حاصل از محصولات جدید، ایده‌های جدید ارائه شده
سایرست و کلاوسن (۲۰۱۲)	ظرفیت تحقیق و توسعه، اختراعات ثبت شده، طرح‌های صنعتی جدید و نوآور، تولید با فناوری‌های پیشرفته، ایده‌های جدید ارائه شده
براتستروم و همکاران ^۴ (۲۰۱۸)	نگرش بالا به پایین و پایین به بالای نوآوری در سازمان، وجود تحقیق و توسعه در سازمان، معرفی فناوری جدید
وانگ و چن (۲۰۲۰)	رقابت و بازار، اختراعات ثبت شده، مدل‌ها و دستورالعمل‌های جدید، معرفی فناوری جدید
زویپیک-دیزینسکا و همکاران (۲۰۲۰)	کاهش هزینه‌ها، ضایعات و اتلاف منابع با فرایندهای نوآورانه، استفاده از فناوری‌های جدید، انعطاف‌پذیری سازمانی
رزا و همکاران (۲۰۲۰)	رقابت و بازار، همکاری صنعت و دانشگاه، طرح‌های صنعتی جدید و نوآور، معرفی فناوری جدید، بهره‌گیری از رسانه‌های اجتماعی، وجود فرهنگ خلاقیت و نوآوری، کار گروهی، انعطاف‌پذیری سازمانی، همکاری با استارت‌آپ‌ها، کاهش هزینه‌ها، ضایعات و اتلاف منابع با فرایندهای نوآورانه، سرمایه‌گذاری بر روی محصولات جدید ناشی از رویکردهای نوآورانه
آلهیوزن و همکاران (۲۰۲۱)	آموزش‌های عمومی، آموزش‌های تخصصی، آموزش‌های دانشگاهی، پیش‌بینی و اختصاص بودجه اعزام کارکنان به دوره‌های تخصصی، ظرفیت تحقیق و توسعه، تحصیلات کارکنان، مشتری‌مداری، نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت و

1. Wang and Ahmed

2. Proksch, Haberstroh, Marcus and Pinkwart

3. Ramzi and Salah

4. Brattström, Frishamar, Richtner and Pflueger

پژوهشگران	شاخص
	چشم‌انداز، ایده‌های جدید ارائه شده، مدیریت دانش، معرفی فناوری جدید، روابط خوب و دوستانه در سازمان، مشوق‌های مالی برای افزایش ایده، نوآوری مشتری، وجود فرهنگ خلاقیت و نوآوری
فرانکو و لاندینی (۲۰۲۲)	جلسات منظم تیم، فرایندهای جدید ایجاد شده، اقدامات سازمانی، چابکی نیروی کار، تعهد کارکنان، حضور در همایش‌ها و رویدادها، تبادل دانش میان کارمندان با وظایف مختلف، صادرات خدمات فرهنگی خلاق
راب و همکاران (۲۰۲۲)	وجود تحقیق و توسعه در سازمان، مهارت‌های نیروی کار، نگرش بالا به پایین و پایین به بالای نوآوری در سازمان، توانمندسازی کارکنان برای مشارکت در نوآوری، تلاش برای پیاده‌سازی برنامه‌های سازنده در تغییرات، توجه به تغییرات موضعی به جای تغییرات اساسی، رهبری نوآوری
عالی‌نژاد و پناهی‌فر (۱۴۰۱)	دانش نیروی انسانی، استعداد کارکنان، خلاقیت و مهارت، سرمایه فکری، یادگیری، منابع مالی، فرایندهای سازمانی، ارتباط با مشتری، فناوری، پژوهش و توسعه، فرهنگ سازمانی

با بررسی مطالعات فوق، ۴۳ شاخص به کار رفته در ارزیابی نوآوری سازمانی از مبانی نظری استخراج شدند که در جدول (۲) قابل مشاهده است.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به دنبال طراحی مدلی جهت اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی مبتنی بر جمع‌آوری دانش خبرگان بخش نوآوری و آموزش در یک سازمان نظامی چندمنظوره (خدماتی، تولیدی، صنعتی) است. در این راستا تلاش بر آن بود تا با مطالعه مبانی نظری در حوزه اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی، شاخص‌های ارزیابی استخراج گردد و از آن‌ها در قالب یک الگوی منطقی، جهت اندازه‌گیری نوآوری سازمانی استفاده شود. با توجه به این که هدف اصلی این پژوهش طراحی مدل ریاضی به منظور اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی است، این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از حیث روش اجرا، از نوع تحقیق توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری تحقیق در فرایند استخراج مدل مفهومی، اعتبارسنجی آن و همچنین طراحی سیستم استنتاج فازی، شامل ۲۸ خبره حوزه آموزش، تعالی و نوآوری در یک سازمان نظامی چندمنظوره (خدماتی، تولیدی، صنعتی) است که از آشنایی کاملی با مباحث نوآوری سازمانی برخوردارند. از میان ۲۸ نفری که پرسش‌نامه‌های پژوهش برای آنها ارسال شد، تمامی نفرات به طور کامل به سئوالات پاسخ داده‌اند.

در راستای تشکیل مدل مفهومی از روش اسناد کتابخانه‌ای و بررسی جدیدترین مقالات مربوط به نوآوری سازمانی و اندازه‌گیری نوآوری سازمانی استفاده شد. به علاوه، به منظور اجماع نظر خبرگان جهت پالایش و نهایی‌سازی شاخص‌های اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی و اعتبارسنجی مدل مفهومی از تکنیک دلفی فازی استفاده گردید. مقیاس به کار رفته جهت امتیازدهی در روش دلفی فازی از مطالعه همایون‌فر و همکاران (۱۳۹۷) گرفته

شد و برای فازی‌زدایی و تبدیل اعداد مثلثی فازی به اعداد قطعی نیز از رابطه مینکووسکی^۱ (رابطه ۱) به کار رفته در مطالعه مذکور استفاده گردید.

$$C = M + \frac{\beta - \alpha}{6} \quad (1)$$

در رابطه فوق، M حد وسط عدد مثلثی فازی، β تفاضل حد بالای و حد وسط عدد مثلثی فازی و α تفاضل حد وسط و حد پایین عدد مثلثی فازی است. بدیهی است که ارزش قطعی عبارت بسیار کم برابر با $1/17$ ، بسیار کم برابر با 3 ، بسیار کم برابر با 5 ، بسیار کم برابر با 7 بسیار زیاد برابر با $8/83$ خواهد بود. ضمناً، برای محاسبه میانگین قطعی نظرات خبرگان نیز از میانگین حسابی استفاده شده است. برای اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی نیز از سیستم استنتاج فازی بر مبنای تجربیات و دانش خبرگان استفاده شده است. رویه طی شده مطابق با مطالعه رضایی کلیدبری (۱۳۹۷) بود که برنامه‌نویسی مدل ریاضی پژوهش در نرم‌افزار متلب^۲ ۲۰۱۸ و با استفاده از جعبه ابزار فازی انجام شد.

یافته‌های پژوهش

در این بخش به فرایند طراحی، اعتبارسنجی و اجرای مدل پژوهش پرداخته شده است. در گام اول، شاخص‌های شناسایی شده جهت اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی در قالب پرسشنامه‌ای برای خبرگان ارسال گردید و از آنها خواسته شد تا ضمن پیشنهاد شاخص‌های تکمیلی از طریق متغیرهای کلامی خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، اهمیت هر یک از شاخص‌های نوآوری را تعیین نمایند. مقادیر فازی معادل با واژگان زبانی در (جدول ۲) ارائه شده است (رضایی کلیدبری، ۱۳۹۷).

پس از بررسی معیارها مشخص شد که هیچ‌کدام از خبرگان معیاری به پرسش‌نامه اضافه نکردند که دلیلی بر جامع بودن معیارهای شناسایی شده در ادبیات پژوهش بود، بنابراین، نظرات خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفت. در دور دوم، جمع‌بندی نظرات خبرگان در دور اول برای آنها ارسال گردید و مجدداً از آنها خواسته شد تا نظرات خود را نسبت به نتایج بیان کنند. نتایج دور دوم (جدول ۲) نشان می‌دهد که معیارهای وجود فرهنگ خلاقیت و نوآوری، ظرفیت تحقیق و توسعه، رهبری تحول‌آفرین و نوآوری باز بالاترین نظرات موافق را به خود اختصاص دادند. با توجه به اینکه تفاوت میانگین نظرات خبرگان در دور اول و دوم کمتر از $0/2$ است، اجماع حاصل گردیده است.

¹. Minkowski

². MATLAB

جدول ۲. نتایج پیاده‌سازی دور دوم روش دلفی فازی

تفاوت میانگین نظرات خبرگان	میانگین قطعی نظرات خبرگان	ارزش زبانی شاخص					
		بسیار کم (۰،۱،۳)	کم (۱،۳،۵)	متوسط (۳،۵،۷)	زیاد (۵،۷،۹)	بسیار زیاد (۷،۹،۱۰)	
۰/۲	۷/۰۹	۰	۰	۶	۱۴	۸	ارائه خدمات با فناوری بالا
۰/۲	۷/۱۷	۰	۰	۴	۱۷	۷	مدل‌ها و دستورالعمل‌های جدید
۰/۲	۷/۵۶	۰	۰	۴	۱۱	۱۳	نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت و چشم‌انداز
۰	۶/۴۸	۰	۰	۱۱	۱۳	۴	آموزش‌های عمومی
۰/۲	۷/۷۷	۰	۰	۲	۱۲	۱۴	آموزش‌های تخصصی
۰/۲	۵/۶۳	۰	۳	۱۵	۸	۲	آموزش‌های دانشگاهی
۰/۱۶	۶/۷۶	۰	۱	۶	۱۶	۵	پیش‌بینی و اختصاص بودجه اعزام کارکنان به دوره‌های تخصصی
۰/۲	۵/۹۳	۰	۳	۹	۱۶	۰	تحصیلات کارکنان
۰/۲	۶/۲۶	۰	۳	۹	۱۱	۵	حضور در همایش‌ها و رویدادها
۰/۲	۶/۷۳	۰	۲	۸	۹	۹	تبادل دانش میان کارمندان با وظایف مختلف
۰/۲	۸/۱۸	۰	۰	۰	۱۰	۱۸	ظرفیت تحقیق و توسعه
۰/۲	۷/۵۰	۰	۰	۴	۱۲	۱۲	وجود تحقیق و توسعه در سازمان
۰	۷/۰۲	۰	۰	۷	۱۳	۸	همکاری صنعت و دانشگاه
۰/۲	۶/۸۱	۰	۲	۶	۱۲	۸	مدیریت دانش
۰/۲	۵/۸۴	۰	۴	۱۱	۱۰	۳	بهره‌گیری از رسانه‌های اجتماعی
۰/۱۶	۷/۲۷	۰	۲	۶	۵	۱۵	همکاری با استارت‌آپ‌ها
۰/۲	۸/۱۱	۰	۰	۰	۱۱	۱۷	رهبری تحول‌آفرین
۰/۲	۸/۳۰	۰	۰	۱	۶	۲۱	وجود فرهنگ خلاقیت و نوآوری
۰/۲	۶/۸۹	۰	۲	۳	۱۷	۶	فرهنگ ارتباطات آزاد
۰/۲	۷/۶۹	۰	۰	۵	۷	۱۶	استقبال مدیران از عامل تغییر
۰/۲	۷/۵۰	۰	۰	۴	۱۲	۱۲	کارگروهی و تیمی
۰/۲	۶/۷۶	۰	۱	۶	۱۶	۵	روابط خوب و دوستانه در سازمان
۰/۱۷	۷/۳۹	۰	۰	۱	۲۰	۷	خلاقیت در محل کار

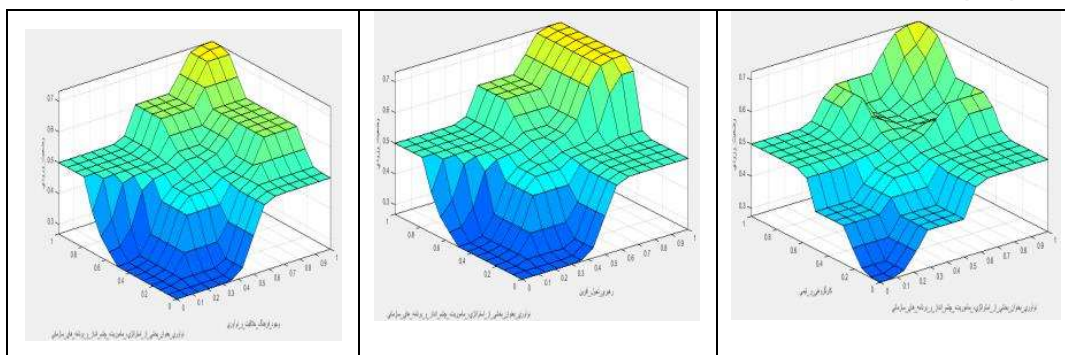
تفاوت میانگین نظرات خبرگان	میانگین قطعی نظرات خبرگان	ارزش زبانی شاخص					
		بسیار کم (۰،۱،۳)	کم (۱،۳،۵)	متوسط (۳،۵،۷)	زیاد (۵،۷،۹)	بسیار زیاد (۷،۹،۱۰)	
۰	۶/۵۴	۰	۰	۱۱	۱۲	۵	جلسات منظم تیم
۰/۱۶	۶/۱۸	۱	۱	۱۲	۸	۶	امنیت شغلی
۰/۱۶	۷/۰۸	۰	۲	۴	۱۲	۱۰	انعطاف‌پذیری سازمانی
۰/۲	۵/۷۱	۰	۵	۹	۱۳	۱	صادرات خدمات فرهنگی خلاق
۰/۲	۷/۲۲	۰	۲	۳	۱۲	۱۱	مشوق‌های مالی برای افزایش ایده
۰/۲	۶/۳۴	۰	۳	۶	۱۶	۳	نوآوری مشتری
۰/۱۶	۶/۹۶	۰	۰	۶	۱۶	۶	مشتری‌مداری
۰/۲	۶/۸۸	۰	۰	۹	۱۱	۸	بهره‌گیری از فناوری اطلاعات
۰/۲	۷/۸۴	۰	۰	۲	۱۱	۱۵	رقابت و بازار
۰/۲	۵/۸۵	۱	۱	۱۳	۱۱	۲	اختراعات ثبت شده
۰/۱۶	۶/۸۳	۰	۰	۷	۱۶	۵	فرایندهای جدید ایجاد شده
۰/۱۷	۷/۳۱	۰	۰	۳	۱۷	۸	ایده‌های جدید ارائه شده
۰/۱۷	۷/۱۷	۰	۰	۵	۱۵	۸	معرفی فناوری جدید
۰/۱۷	۷/۲۴	۰	۱	۲	۱۷	۸	طرح‌های صنعتی جدید و نوآور
۰/۱۶	۵/۹۹	۱	۱	۱۱	۱۳	۲	الهام‌گیری از طبیعت برای تولید محصولات جدید
۰/۱۷	۶/۷۶	۰	۰	۸	۱۵	۵	فروش حاصل از محصولات جدید
۰/۱۷	۶/۹۵	۱	۱	۵	۱۱	۱۰	تولید با فناوری‌های پیشرفته
۰/۲	۷/۵۵	۰	۲	۲	۹	۱۵	سرمایه‌گذاری بر روی محصولات جدید ناشی از رویکردهای نوآورانه
۰/۲	۷/۵۸	۰	۰	۲	۱۵	۱۱	افزایش کارایی محصولات نوآورانه
۰/۱۷	۶/۸۹	۰	۰	۸	۱۳	۷	کاهش هزینه‌ها، ضایعات و اتلاف منابع با فرایندهای نوآورانه

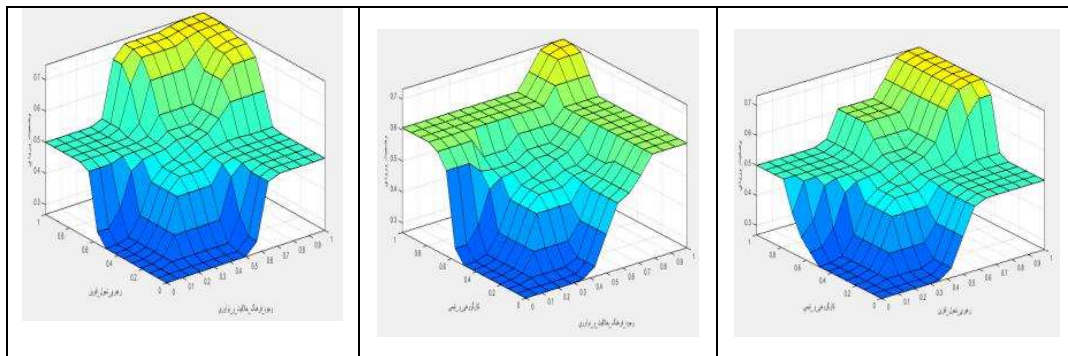
طراحی سیستم استنتاج فازی؛ سیستم‌های استنتاج فازی دارای ساختاری دانش‌محور

هستند که می‌توانند دانش بشری را بدون استفاده از تحلیل‌های کمی دقیق مدل کنند. در پژوهش حاضر به دلایل زیر از سیستم‌های استنتاج فازی برای مدل‌سازی استفاده گردیده است: (۱) امکان جمع نظرات خبرگان و قواعد حاصل از داده‌های تاریخی از ویژگی‌های این مدل‌سازی است و (۲) امکان تعریف هر نوع قاعده‌ای برای مدل‌سازی مساله وجود دارد، (۳) به‌روز رسانی یا تغییر توابع عضویت به سادگی امکان‌پذیر است و (۴) اعتبارسنجی مدل طراحی شده از شیوه‌های مختلفی قابل انجام است.

در پژوهش حاضر از دانش خبرگان در حوزه اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی جهت طراحی پایگاه قواعد استنتاج فازی استفاده شده است. بدین منظور از خبرگان خواسته شده است که با در نظر گرفتن مقادیر مختلف برای متغیرهای ورودی و باتوجه به تجربیات خود در مورد مقدار متغیر خروجی قضاوت نمایند. بر این اساس یک سیستم استنتاج فازی اصلی (ظرفیت نوآوری) و سه سیستم استنتاج فازی فرعی، شامل؛ وضعیت ورودی، وضعیت فرایند و وضعیت خروجی طراحی گردید که به تفصیل به شرح زیر انجام شده است.

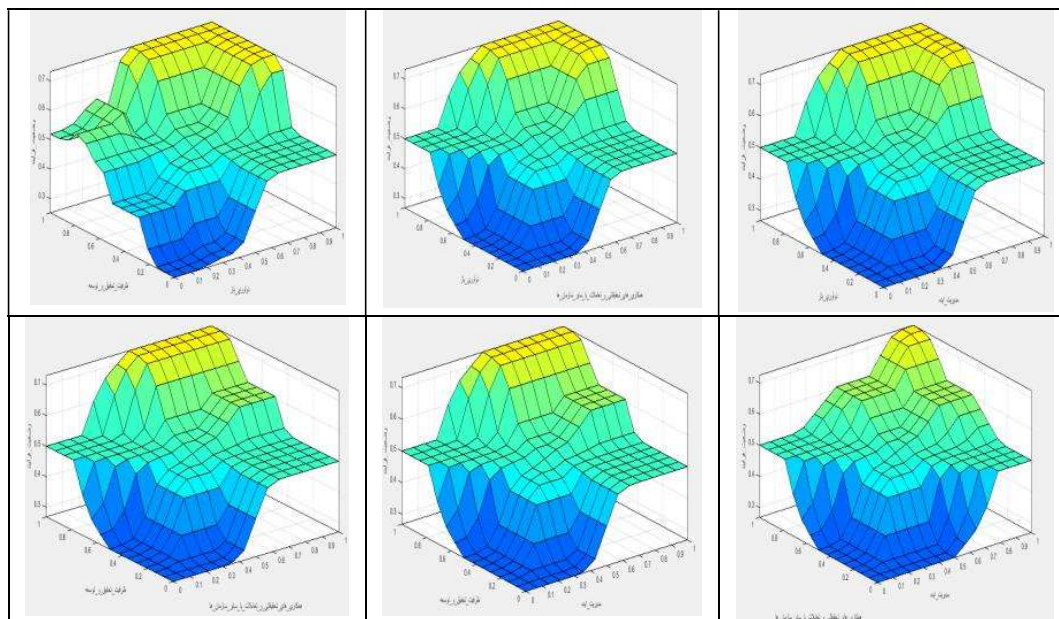
وضعیت ورودی؛ اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی در بعد وضعیت ورودی، دارای ۴ ورودی (وجود فرهنگ خلاقیت و نوآوری، رهبری تحول‌آفرین، نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت، چشم‌انداز و برنامه‌های سازمانی و کار گروهی و تیمی) و یک خروجی (وضعیت ورودی) بود. سیستم استنتاج فازی اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی، در بعد ورودی دارای ۵۵ قاعده است که پس از تعریف توسط خبرگان و اعلام کفایت قاعده‌های ارائه شده برای ارزیابی مورد استفاده قرار گرفتند. شکل (۱) نمای سه‌بعدی وضعیت ورودی را نشان می‌دهد.





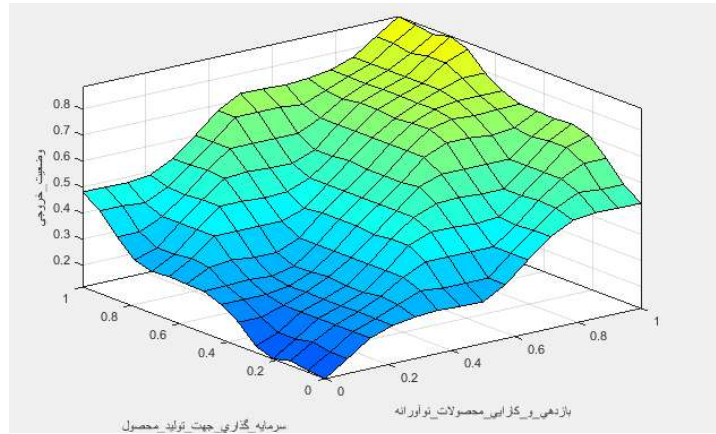
شکل ۱. نمای سه‌بعدی وضعیت ورودی

وضعیت فرایند؛ اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی در بعد وضعیت فرایند که دارای ۴ ورودی (ظرفیت تحقیق و توسعه، نوآوری باز، مدیریت ایده و همکاری‌های پژوهشی و تعاملات با سایر سازمان‌ها) و یک خروجی (وضعیت فرایند) بود، دارای ۶۳ قاعده استنتاجی است که پس از تعریف توسط خبرگان و اعلام کفایت قاعده‌های ارائه شده، مبنای ارزیابی قرار گرفتند. شکل (۲) نمای سه‌بعدی وضعیت فرایند را نشان می‌دهد.



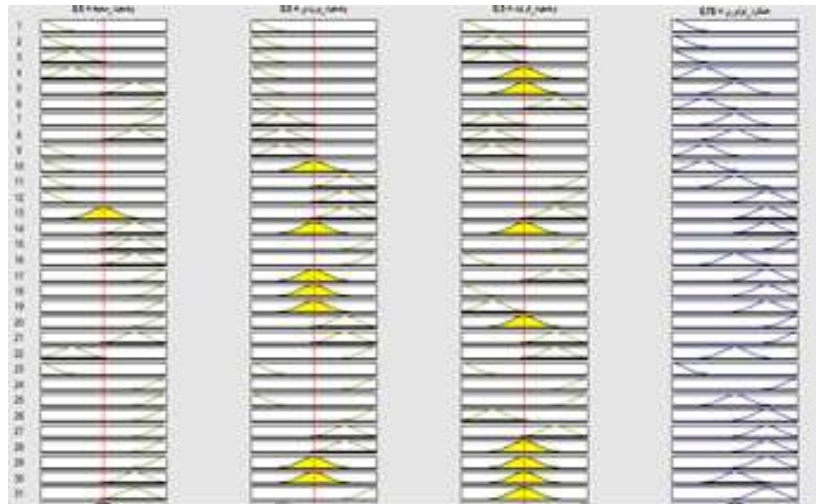
شکل ۲. نمای سه‌بعدی وضعیت فرایند

وضعیت خروجی؛ اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی در بعد خروجی که دارای دو ورودی (بازدهی و کارایی محصولات نوآورانه، سرمایه‌گذاری جهت تولید محصول) و یک خروجی (وضعیت خروجی) بود، دارای ۲۵ قاعده است که پس از تعریف توسط خبرگان و اعلام کفایت قاعده‌های ارائه شده، مبنای استنتاج قرار گرفتند. شکل (۳) نمای سه‌بعدی وضعیت خروجی را نشان می‌دهد.



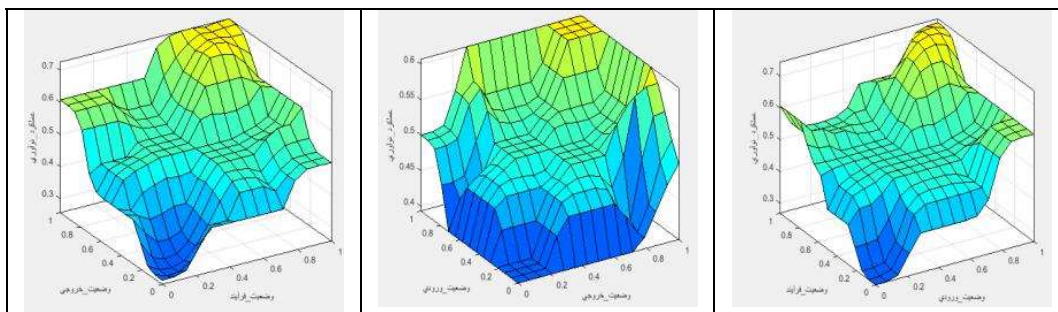
شکل ۳. نمای سه‌بعدی وضعیت خروجی

ظرفیت نوآوری؛ در اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی نیز، ۳ ورودی (وضعیت ورودی، وضعیت فرایند و وضعیت خروجی) و یک خروجی (ظرفیت نوآوری) قابل تعریف است که پس از بررسی خبرگان، ۳۸ قاعده استنتاجی بر مبنای آنها تعریف گردید. شکل (۴) پایگاه قواعد سیستم استنتاج فازی ظرفیت نوآوری سازمانی را نشان می‌دهد.



شکل ۴. پایگاه قواعد سیستم استنتاج فازی ظرفیت نوآوری سازمانی

نمای سه‌بعدی ظرفیت نوآوری شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵. نمای سه‌بعدی ظرفیت نوآوری

اعتبارسنجی مدل ارزیابی نوآوری با استفاده از آزمون شرایط حدی؛ آزمون مدل و اعتبارسنجی آن، قابلیت اعتماد به مدل را افزایش می‌دهد و اعتماد به کاربردی بودن مدل را بالا می‌برد. آزمون‌های مختلفی برای اعتبارسنجی وجود دارند که در این پژوهش از آزمون شرایط حدی برای اعتبارسنجی مدل استفاده شده است. در این آزمون مقدار ورودی‌های سیستم استنتاج فازی در حالت‌های حدی مختلف (بسیار زیاد و بسیار کم) تغییر یافته و میزان حساسیت مدل در برابر این تغییرات بررسی می‌شود. در پژوهش حاضر مقدار کمینه متغیرهای ورودی صفر و مقدار بیشینه آن ۱ است. برای مثال، آزمون شرایط حدی برای بعد وضعیت خروجی نشان می‌دهد که مدل در برابر تغییرات متغیرهای ورودی از بسیار کم (صفر) تا بسیار زیاد (۱) رفتار کاملاً منطقی ارائه می‌کند.

جدول ۳. آزمون شرایط حدی برای بعد وضعیت خروجی

خروجی سیستم استنتاج فازی	ورودی‌های سیستم استنتاج فازی	
	بازدهی و کارایی محصولات نوآورانه	سرمایه‌گذاری جهت تولید محصولات نوآورانه
وضعیت خروجی	۰	۰
۰.۱	۰.۵	۰.۵
۰.۵	۱	۱
۰.۹۱		

این آزمون برای هر چهار سیستم استنتاج فازی اجرا شده و تمامی سیستم‌های استنتاج فازی طراحی شده مذکور رفتار منطقی نسبت به مقادیر حدی ورودی‌ها از خود ارائه نموده‌اند که بیانگر اعتبار مدل طراحی شده است.

ارزیابی ظرفیت نوآوری سازمان مورد مطالعه؛ جهت پیاده‌سازی مدل پژوهش و ارزیابی ظرفیت نوآوری سازمان نظامی پژوهش، پرسشنامه ارزیابی وضعیت نوآوری سازمان با ۱۰ سؤال در رابطه با زیر شاخص‌های نوآوری تهیه شد و در اختیار خبرگان سازمان قرار گرفت. از میان خبرگان پژوهش، ۷ نفر بر اساس مقیاس ۰-۱۰ به وضعیت سازمان در هر یک از زیر شاخص‌ها پاسخ دادند. از آنجایی که پرسشنامه به کار برده شده در این مرحله از نوع فاصله‌ای بود لذا جهت تجمیع نظردهندگان در هر یک از سؤالات از روش میانگین هندسی استفاده شد. با وارد کردن ورودی‌ها میزان خروجی سیستم‌های استنتاج فازی فرعی محاسبه گردید و با وارد کردن خروجی سیستم‌های استنتاج فازی فرعی، به عنوان ورودی سیستم استنتاج فازی اصلی، خروجی سیستم استنتاج فازی (ظرفیت نوآوری) محاسبه می‌گردد.

جدول ۴. وضعیت نوآوری سازمان مورد مطالعه

ابعاد	شاخص‌ها	ارزیابی	امتیاز ابعاد	ظرفیت نوآوری
ورودی	وجود فرهنگ خلاقیت و نوآوری	۰/۷۲۸	۰/۶۹۶	۰/۶۸
	رهبری تحول آفرین	۰/۶۸۵		

		۰/۶۴۲	نوآوری بعنوان بخشی از استراتژی، ماموریت، چشم انداز و برنامه‌های سازمانی	
		۰/۶۱۴	کارگروهی و تیمی	
فرآیند	۰/۶۷۸	۰/۶۵۷	ظرفیت تحقیق و توسعه	
		۰/۶۲۸	نوآوری باز	
		۰/۶۰۰	مدیریت ایده	
		۰/۷۱۴	همکاری‌های پژوهشی با سایر سازمان‌ها	
خروجی	۰/۷۰۱	۰/۷۱۲	بازدهی و کارایی محصولات نوآورانه	
		۰/۶۷۱	سرمایه گذاری بر تولید محصولات نوآورانه	

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، مقدار عددی ظرفیت نوآوری سازمانی در سازمان تحت بررسی ۰/۶۸ از ۱ محاسبه شده است که با تطبیق دادن این عدد با میانگین نظر کلی خبرگان در خصوص میزان نوآوری در سازمان مورد مطالعه (۰/۶۵) می‌توان عملکرد سیستم طراحی شده را مناسب ارزیابی کرد و نوآوری سازمان را متوسط رو به بالا دانست.

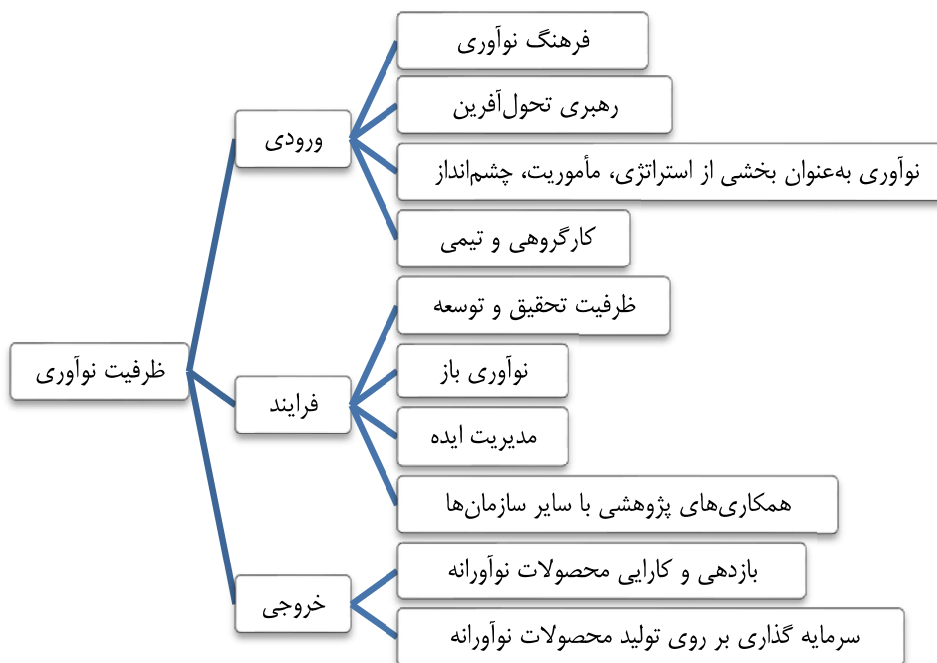
بحث و نتیجه‌گیری

نوآوری یک فاکتور مهم برای موفقیت شرکت در فضای اقتصادی امروز است و شرکت‌ها به واسطه نوآوری در برابر بهترین رقبا برتری پیدا می‌کنند. نتایج فعالیت‌های نوآورانه در سازمان‌ها شامل؛ افزایش فروش، افزایش سهم بازار و بهبود بهره‌وری و کارایی است. بنابراین، مدیران سازمان‌ها باید ضمن شناسایی ظرفیت‌های نوآوری سازمان خود، برای دستیابی به سطح مطلوب ظرفیت نوآوری، راهبردهای مناسبی تدوین نمایند. فقدان وجود ابزار کارا و جامع جهت اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی پژوهشگران را برآن داشت که مدلی مبتنی بر سیستم استنتاج فازی برای ارزیابی آن پایه‌ریزی نماید. به‌علاوه، ابهام و پیچیدگی موجود در شاخص‌های کیفی، استفاده از متغیرهای زبانی جهت کسب اطلاعات از خبرگان و ماهیت نادقیق این داده‌ها موجب گردید که از منطق فازی برای تحلیل داده‌های مربوط به مؤلفه‌های مدل استفاده شود. همچنین سیستم استنتاج فازی به علت دارا بودن ویژگی‌هایی از جمله قابلیت به‌روزرسانی توابع عضویت، به عنوان ابزاری جهت مدل‌سازی انتخاب گردید. باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی ظرفیت نوآوری سازمانی و مدل ارائه شده، می‌توان با در نظر گرفتن قابلیت‌های فعلی و با در نظر گرفتن وجود شکاف بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب اقدام به برنامه‌ریزی و تقویت ظرفیت نوآوری سازمانی جهت افزایش کارایی و بهره‌وری در سازمان‌ها نمود.

در این پژوهش به دلیل عدم برخورداری از اطلاعات دقیق در زمینه اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی، از سیستم‌های استنتاج فازی برای ارزیابی آن استفاده شد. برای اندازه‌گیری

نوآوری سازمانی، سه سیستم استنتاج فازی فرعی (وضعیت ورودی، وضعیت فرایند و وضعیت خروجی) و یک سیستم استنتاج فازی کلی (ظرفیت نوآوری) طراحی و معماری شده است که هر سیستم استنتاج فازی فرعی نشان‌دهنده یکی از شاخص‌های اندازه‌گیری نوآوری بوده و سیستم استنتاج فازی کلی نشان‌دهنده تجمیع سه سیستم استنتاج فازی فرعی جهت دستیابی به اندازه‌گیری نوآوری سازمانی است.

بر اساس خروجی تکنیک دلفی فازی، وضعیت ورودی دارای ابعاد وجود فرهنگ نوآوری، رهبری تحول‌آفرین، نوآوری به‌عنوان بخشی از استراتژی، مأموریت، چشم‌انداز و کارگروهی و تیمی است. به علاوه، وضعیت فرایند دارای ابعاد ظرفیت تحقیق و توسعه، نوآوری باز، مدیریت ایده و همکاری‌های پژوهشی و نهایتاً وضعیت خروجی دارای ابعاد بازدهی و کارایی محصولات نوآورانه و سرمایه‌گذاری بر روی تولید محصولات نوآورانه است. مدل مفهومی اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری در شکل (۶) نشان داده شده است؛



شکل ۶. مدل نهایی پژوهش

در گزارش سازمان جهانی مالکیت معنوی نوآوری سازمانی دارای ورودی‌های و خروجی‌های نوآوری است که ورودی‌ها شامل؛ سرمایه انسانی و تحقیقات، زیرساخت‌ها، پختگی بازار و پایداری تجارت بوده و خروجی‌ها؛ نتایج خلاقانه و دانش و فناوری را در

برمی‌گیرند. در مطالعه رزا و همکاران^۱ (۲۰۲۰) نیز مهم‌ترین شاخص‌های اندازه‌گیری نوآوری باز در شرکت‌ها در ۷ بخش سازماندهی، موفقیت‌های نوآورانه، استراتژی‌های نوآورانه، همکاری‌های ورودی و خروجی، فرهنگ نوآورانه و دانش در مورد نوآوری تقسیم‌بندی گردید. آلهیوزن و همکاران (۲۰۲۱) نیز ۴۷ شاخص را در قالب ۱۶ بعد فناوری به کار رفته، آموزش، یادگیری سعی و خطا، روابط غیررسمی و روابط داخلی سازمان، تغییر مکانیزم‌های دانش، ابزارهای مدیریت منابع انسانی، همکاری با مشتری، تماس با مشتری، ویژگی محصول، تعامل با تامین‌کننده، تعامل با رقبا، تمایل با شرکت‌های خارج از صنعت، تعامل با شرکت‌های مشاور و ارتباطات و شبکه‌های کسب و کار برای اندازه‌گیری نوآوری مورد استفاده قرار دادند. عالی‌نژاد و پناهی‌فر (۱۴۰۱) نیز تعداد ۱۲ شاخص اصلی را در قالب ۳ بُعد منابع انسانی، منابع مادی و منابع غیرمادی به‌عنوان ورودی‌های ارزیابی نوآوری منابع شناسایی نمودند. در مطالعه پروکش و همکاران^۲ (۲۰۱۷) نیز ۱۲ عامل متغیر مجموع کارکنان علمی و فنی، کل مخارج تحقیق و توسعه، ریسک سرمایه، قدرت حفاظت از حقوق مالکیت بین‌المللی، درجه تخصص، کسب‌وکار جدید ثبت شده، سرمایه اصلی، اختراع‌های بین‌المللی در هر میلیون نفر، تولید ناخالص داخلی سرانه، سهام ثبت اختراعات بین‌المللی، هزینه‌های دولت در آموزش عالی، سیاست‌های ضد انحصار برای افزایش ظرفیت نوآوری ملی شناسایی شدند. فیلیپس و فیلیپس^۳ (۲۰۱۸) نیز ۵ ورودی، ۷ واکنش و اقدام برنامه‌ریزی شده، ۷ شاخص یادگیری، ۷ شاخص کاربرد و اجرا، ۱۰ شاخص اثر (هدف/خروجی) و ۱ شاخص بازگشت سرمایه را به عنوان معیارهای سنجش نوآوری در نظر گرفتند.

جهت پیاده‌سازی مدل و اعتبارسنجی خروجی آن، از خبرگان حوزه تربیت و آموزش و نوآوری یک سازمان نظامی خواسته شد تا علاوه بر ارزیابی نوآوری سازمان مورد نظر بر اساس مقیاس صفر تا یک، به ارزیابی سازمان در هر یک از شاخص‌های شناسایی شده بپردازند. محاسبه میانگین هندسی نظرات خبرگان در خصوص ارزیابی کلی نوآوری سازمانی برابر با ۰/۶۵ بدست آمد. از سوی دیگر پس از جای‌گذاری اعداد بدست آمده برای هر یک از شاخص‌ها در سیستم استنتاج فازی، مقدار عددی سیستم استنتاج فازی نوآوری سازمانی در سازمان ۰/۶۸ محاسبه شد که با تطبیق دادن این عدد با میانگین نظر کلی خبرگان (۰/۶۵) می‌توان گفت مدل مزبور به صورت مناسبی برای اندازه‌گیری نوآوری طراحی شده است.

1. Rosa, Mello, Chimendes and Amorim

2. Proksch, Haberstroh and Pinkwart

3. Phillips and Phillips

از مهمترین اهداف مطالعه حاضر، بهره‌برداری مدیران عالی سازمان از نتایج حاصل، جهت ارزیابی وضعیت سازمان‌های زیر مجموعه است. از این رو با بهره‌گیری از مدل ارائه شده در این پژوهش می‌توان ضمن اندازه‌گیری ظرفیت نوآوری سازمانی، با تمرکز بر شاخص‌های ورودی، فرایندی و خروجی، شرایط لازم را جهت تقویت شاخص‌های ضعیف‌تر و بهبود وضعیت نوآوری سازمانی فراهم نمود. پیشنهاد می‌شود که از سیستم استنتاج عصبی فازی انطباقی^۱ برای ارزیابی نوآوری سازمان استفاده شده و نتایج با مدل ارائه شده مقایسه گردد. همچنین، با توجه به تعاملات موجود بین مولفه‌های نوآوری، با ارائه یک سیستم عامل بنیان به اندازه‌گیری نوآوری سازمانی پرداخته شود. همچنین، سناریوهای افزایش نوآوری در قالب یک مدل پویایی‌شناسی سیستم می‌تواند در پژوهش‌های آتی مطالعه شوند.

منابع

- خیرگو، منصور و بیداله‌خانی، فریدون. (۱۳۹۸). طراحی الگوی نظام نوآوری در سازمان‌های دفاعی پژوهشی کیفی مبتنی بر نظریه داده بنیاد. *مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۲(۲)، ۱۱۵-۱۳۴.
- رضایی کلیدبری، حمیدرضا. (۱۳۹۷). ارزیابی مدل ارزیابی عملکرد نیروی انسانی با استفاده از سیستم استنتاج فازی (FIS). *تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*، ۱۵(۴)، ۷۹-۹۵.
- صادقی، امیر؛ ضرغامی، حمیدرضا؛ غلامی، محمود و فرهادی، علی. (۱۴۰۰). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر نوآوری مراکز پژوهشی دفاعی. *مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۴(۳)، ۹۷-۱۲۴.
- عالی‌نژاد، امیرحمزه و پناهی‌فر، سجاد. (۱۴۰۱). طراحی مدل پیش‌بینی و تعیین ظرفیت نوآوری منابع سازمان با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی- تطبیقی (ANFIS). *پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی*، ۱۲(۱)، ۱۶۲-۱۳۳.
- همایون فر، مهدی؛ گودرزوند چگینی، مهرداد و دانشور، امیر. (۱۳۹۷). الویت‌بندی تامین کنندگان زنجیره تامین سبز با استفاده از رویکرد ترکیبی MCDM فازی. *تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*، ۱۵(۲)، ۴۱-۶۱.
- Alfaro García, V. G., Gil-Lafuente, A. M. and Alfaro Calderon, G. G. (2015). A Fuzzy Logic Approach Towards Innovation Measurement. *Global Journal of Business Research*, 9 (3), 53-71.

¹. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

- Alhusen, H., Bennat, T., Bizer, K., Cantner, U., Horstmann, E., Kalthaus, M., Proeger, T., Sternberg, R. and Töpfer, S.(2021). A New Measurement Conception for the 'Doing-Using-Interacting' Mode of Innovation. *Research Policy*, 50 (4), 104214.
- Alves, M. F. R., Galina, S. V. R. and Dobelin, S.(2018). Literature on Organizational Innovation: Past and Future. *Innovation and Management Review*, 15(1), 2-19
- Azeem, M., Ahmed, M., Haider, S. and Sajjad, M.(2021). Expanding Competitive Advantage Through Organizational Culture, Knowledge Sharing and Organizational Innovation. *Technology in Society*, 66, 101635.
- Brattström, A., Frishammar, J., Richtner, A. and Pflueger, D.(2018). Can Innovation be Measured? A Framework of How Measurement of Innovation Engages Attention in Firms. *Journal of Engineering and Technology Management*, 48, 64-75.
- Chatzoglou, P. and Chatzoudes, D.(2018). The Role of Innovation in Building Competitive Advantages: An Empirical Investigation. *European Journal of Innovation Management*, 21 (1), 44-69.
- Cozzarin, B. P. (2017). Impact of Organizational Innovation on Product and Process Innovation. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(5), 405-417
- Crossan, M. M. and Apaydin, M.(2010). A Multi Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Management Studies*, 47 (6), 1154-1191.
- Gibson, D. V. and Naquin, H.(2011). Investing in Innovation to Enable Global Competitiveness: The Case of Portugal. *Technological Forecasting and Social Change*, 78 (8), 1299-1309.
- Edison, H., bin Ali, N. and Torkar, R.(2013). Towards Innovation Measurement in the Software Industry. *Journal of Systems and Software*, 86 (5), 1390-1407.
- Fartash, K., Mousavi Davoudi, S. M., Baklashova, T. A., Svechnikova, N. V., Nikolaeva, Y. V., Grimalskaya, S. A. and Beloborodova, A. V.(2018). The Impact of Technology Acquisition and Exploitation on Organizational Innovation and Organizational Performance in Knowledge intensive Organizations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 14 (4), 1497-1507.
- Franco, C. and Landini, F. (2022). Organizational drivers of innovation: The role of workforce agility. *Research Policy*, 51 (2), 104423.
- Min, W. Z., Ling, K. C. and Piew, T. H.(2016). The Effects of Technological Innovation, Organizational Innovation and Absorptive Capacity on Product Innovation: A Structural Equation Modeling Approach. *Asian Social Science*, 12(1), 199-222.
- Naveed, R. T., Alhaidan, H., Al Halbusi, H. and Al-Swidi, A. K.(2022). Do Organizations Really Evolve? The Critical Link Between Organizational Culture and Organizational Innovation Toward Organizational Effectiveness: Pivotal Role of Organizational Resistance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 7, 100178.

- OECD. (2005). *The Measurement of Scientific and Technological Activities– Oslo Manu Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* (3rd edition), OECD EUROSTAT, Paris.
- Phillips, J. J. and Phillips, P. P.(2018). *The Value of Innovation: Knowing, Proving, and Showing the Value of Innovation and Creativity*. Wiley-Scrivener, 1st edition.
- Proksch, D., Haberstroh, M. M. and Pinkwart, A.(2017). Increasing the National Innovative Capacity: Identifying The Pathways to Success Using a Comparative Method. *Technological Forecasting and Social Change*, 116, 256-270.
- Ramzi, T. and Salah, A. B.(2018). The Determinants of Innovation Capacity in the Less Innovative Countries in the Euro-Mediterranean Region. *Journal of the Knowledge Economy*, 9 (2), 526-543 .
- Robb, A., Rohrschneider, M., Booth, A., Carter, P., Walker, R. and Andrews, G. (2022). Enhancing Organisational Innovation Capability– A Practice-Oriented Insight for Pharmaceutical Companies. *Technovation*, 115, 102461.
- Rosa, A. C. M., Mello, C. H. P., Chimendes, V. C. G. and Amorim, G. F.(2020). Measuring Open Innovation Practices in Small Companies at Important Brazilian Industrial Centers. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119805.
- Sapprasert, K. and Clausen, T. H.(2012). Organizational Innovation and Its Effects. *Industrial and Corporate Change*, 21(5), 1283-1305.
- Szopik-Depczyńska, K., Cheba, K., Bąk, I., Kędzińska-Szczepaniak, A., Szczepaniak, K. and Ioppolo, G.(2020). Innovation level and Local Development of Eu Regions. A new Assessment Approach. *Land Use Policy*, 99, 104837.
- Wang, F. and Chen, K.(2020). Do Product Imitation and Innovation Require Different Patterns of Organizational Innovation? Evidence from Chinese Firms. *Journal of Business Research*, 106, 60-74.
- WIPO (2020). Global Innovation Index. Retrieved from https://www.wipo.int/pubdocs/wipo_pub_gii_2020.
- Wang, C. L. and Ahmed, P. K.(2004). The Development and Validation of the Organizational Innovativeness Construct Using Confirmatory Factor Analysis. *European Journal of Innovation* Idots, 7 (4), 303-313.
- Zeb, A., Akbar, F., Hussain, K., Safi, A., Rabnawaz, M. and Zeb, F.(2021). The Competing Value Framework Model of Organizational Culture, Innovation and Performance. *Business Process Management Journal*, 27(2), 658-683.