



"Research Article"

10.30495/QJOPM.2022.1956223.3347



## Investigating the Key Indicators of Innovation Evaluation in Production-Oriented Organizations

Javid Ghahremani-Nahr<sup>1</sup>, Hamed Nozari(Ph.D.)\*<sup>2</sup>,

Alireza Aliahmadi<sup>3</sup>, Meisam Jafari(Ph.D.)<sup>4</sup>

(Receipt: 2022.04.16- Acceptance:2022.08.20)

### Abstract

Innovation can be a source of competitive advantage for companies. Therefore, recognizing and evaluating innovation in manufacturing and service industries is an effective step to start measuring innovation in these industries. Considering the importance of this issue, it is very important to know key dimensions and indicators to measure these innovations. Hence, the purpose of this research is to address each of the main indicators of organizational innovation and discuss the inherent advantages and disadvantages of their deployment separately. In this research, based on the literature review and the opinions of 15 academic experts and manufacturing industry experts, 10 indicators have been categorized as the most important key indicators of innovation evaluation in three general categories of input, intermediary and output. In order to evaluate and prioritize the most important innovation evaluation indicators, a non-linear quantitative analysis based on hierarchical analysis (Mikhailov's method) was used in a fuzzy environment, and for the analysis of cause and effect relationships, the fuzzy Dimetal method was used. The results show that the presence knowledgeable people and the growth of education are the most important indicators in the evaluation of innovation, and therefore, with special emphasis and attention on these indicators, we can witness an increasing growth in the field of innovation in organizations. The amount of effort to register a patent as well as the number of registered patents are among other important indicators in the field of innovation evaluation, which should be given special support in order to develop innovation in organizations. Also, it was found that the protection of innovation during the growth period is the next priority and can be very important in creating a safe environment as well as increasing the peace of technology people in innovative organizations. The analysis of cause and effect relationships using the Dimtel method also showed that the development of knowledge capital and educated people has the highest impact on other factors, which confirms the hierarchical analysis.

**Key Words:** Innovation evaluation, Evaluation indicators, Hierarchical analysis, Innovation in production and service

1.Ph.D.candidate of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Sanandaj University, Sanandaj, Iran

2.Assistant Professor. Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, University of Science and Technology, Tehran, Iran

\*.Corresponding Author: ham.nozari.eng@iauctb.ac.ir

3.Professor. Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, University of Science and Technology, Tehran, Iran

4.Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University of North Tehran, Tehran, Iran



10.30495/QJOPM.2022.1956223.3347



## بررسی شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری در سازمان‌های تولید محور

جاوید قهرمانی نهر<sup>۱</sup>، حامد نوذری<sup>۲\*</sup>، علیرضا علی احمدی<sup>۳</sup>، میثم جعفری اسکندری<sup>۴</sup>

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۷-پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹)

### چکیده

نوآوری می‌تواند منبع مزیت رقابتی برای شرکت‌ها باشد. بنابراین شناخت و ارزیابی نوآوری در صنایع تولیدی و خدماتی، گامی مؤثر برای شروع سنجش نوآوری در این صنایع است. با توجه به اهمیت این موضوع، شناخت ابعاد و شاخص‌های کلیدی برای اندازه‌گیری این نوآوری‌ها، دارای اهمیت بالایی است. هدف این تحقیق پرداختن به هر یک از شاخص‌های اصلی نوآوری سازمانی است و مزایا و معایب ذاتی استقرار آنها را به‌طور جداگانه مورد بحث قرار می‌دهد. در این پژوهش با استفاده از بررسی پیشینه موضوع و نظرات ۱۵ نفر از خبرگان دانشگاهی و خبرگان صنایع تولیدی، ۱۰ شاخص به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری در سه دسته کلی ورودی، میانی و خروجی دسته‌بندی شده‌اند. به‌منظور ارزیابی و اولویت‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری از یک تحلیل کمی غیرخطی مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی (روش میخالیوف) در محیط فازی و برای تحلیل روابط علی و معلولی از روش دیمتل فازی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که حضور افراد با دانش و رشد آموزش پراهمیت‌ترین شاخص در ارزیابی نوآوری است و بنابراین با تأکید و توجه ویژه بر این شاخص می‌توان رشد فزاینده‌ای را در زمینه نوآوری در سازمان شاهد بود. میزان تلاش برای ثبت پتنت و همین‌طور تعداد پتنت‌های ثبت‌شده نیز یکی از دیگر شاخص‌های پراهمیت در زمین ارزیابی نوآوری است که به‌منظور توسعه نوآوری در سازمان‌ها باید حمایت ویژه‌ای از آنها صورت پذیرد. همچنین حفاظت از نوآوری در حین دوره رشد می‌تواند اهمیت بالایی در ایجاد فضای امن و همین‌طور بالا رفتن آرامش افراد فناور در سازمان‌های نوآور داشته باشد. تحلیل روابط علی و معلولی با استفاده از روش دیمتل نیز نشان داد که توسعه سرمایه‌های دانشی و افراد تحصیل‌کرده دارای بالاترین تأثیر بر سایر عوامل است که تأییدکننده تحلیل سلسله مراتبی انجام‌شده است.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی نوآوری، شاخص‌های ارزیابی، تحلیل سلسله مراتبی، نوآوری در تولید و خدمت

۱. دانشجوی دکتری گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه سنجند، سنجند، ایران j.ghahramani@eng.uok.ac.ir

۲. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

\* نویسنده مسؤول: ham.nozari.eng@iauctb.ac.ir

۳. استاد گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران aaliahmadi@iust.ac.ir

۴. دانشیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه پیام نور تهران شمال، تهران، ایران meisam\_jafari@pnu.ac.ir

## مقدمه

مطالعه در مورد نوآوری به‌طور مستقیم با دو حوزه علمی مرتبط است: مدیریت و اقتصاد. مورد اول به دنبال درک ابعاد داخلی نوآوری است (یعنی نسل‌های آن در ساختارهای سازمانی) درحالی‌که دومی به دنبال درک تأثیرات تکامل آن در شرکت‌ها است. در هر دوی این دو حوزه، عامل زمان مهم است، زیرا فرهنگ یادگیری تطبیقی، به‌ویژه در محیط‌های رقابتی پویا، نوآوری درازمدت شرکت را پرورش می‌دهد.

بحث کلیدی در اینجا این است که نوآوری می‌تواند مزایای مرتبط با کسب‌وکار را، چه داخلی و چه خارجی، به‌خصوص از طریق فرآیندهای تولید پویاتر و کارآمدتر، تولید محصولات و خدمات جدید، یا بهبود در محصولات موجود به ارمغان بیاورد. در دنیای امروزی، رقابت شدید بین‌المللی، تکامل فناوری را تسریع کرده است و انتظارات دقیق‌تر مشتری، چالش‌های بی‌سابقه‌ای را در بخش خدمات ایجاد کرده است. همچنین حوزه‌هایی که در آن خدمات ارائه می‌شود از بسیاری جهات تغییر کرده است. پیشرفت در فناوری، به‌ویژه فناوری اطلاعات، منجر به انواع خدمات انقلابی شده و نحوه خدمات مشتریان را قبل، حین و پس از خرید تغییر داده است. در چنین شرایطی فقدان سیستم‌های نظارتی مناسب برای منابع نوآوری ممکن است تحلیل مناسب پروژه‌ها را محدود کند که این امر خود ممکن است تخصیص غیربهرینه را به همراه داشته باشد (مادو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱).

بنابراین، نظارت بر عملکرد نوآورانه از جنبه‌های مختلف اهمیت بالایی دارد: مثلاً برای مدیران جهت توسعه استراتژی‌های میان‌مدت و بلندمدت شرکت‌ها می‌تواند اهمیت داشته باشد. برای سرمایه‌گذاران در تصمیم‌گیری مؤثر و افزایش منابع سرمایه‌گذاری شده مهم است؛ برای سیاست‌گذاران عمومی در زمینه مشوق‌های مالیاتی؛ برای آژانس‌های تحقیقاتی ترویجی برای ایجاد معیارهای هدفمند بودجه؛ و همچنین برای مؤسسات آموزشی دولتی و خصوصی برای اجرای مشترک پروژه‌های توسعه فناوری دارای اهمیت بالایی است.

همچنین نیاز به تمایز معیارهای مناسب برای شرکت‌های تولیدی و خدماتی وجود دارد، زیرا هر طراحی نوآوری ممکن است از زاویه متفاوتی بررسی شود. شرکت‌های خدماتی ممکن است نوعی نوآوری پنهان یا نامرئی ارائه دهند که در روش سنتی تولید این شاخص‌ها برای نوآوری اهمیتی نداشته باشد. برخی از محققان به این نکته اذعان می‌کنند که ممکن است در بخش خدمات، اندازه‌گیری نوآوری بر اساس زیر بخش‌ها و یا اندازه شرکت می‌تواند راه‌حل مناسبی نباشد (ثابت<sup>۲</sup>، ۲۰۲۱). بررسی نوآوری بر اساس اندازه سازمان‌ها نیز در برخی از پژوهش‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

1.Madhou

2.Thabet

برخی معتقد هستند که توانایی نوآوری با توجه به اندازه سازمان افزایش می‌یابد. در نتیجه، شرکت‌های کوچک‌تر احتمال کمتری برای نوآوری دارند، اما با انجام نوآوری، اثرات مربوط به فروش در سازمان‌های بزرگ‌تر بیش‌تر قابل توجه است. با توجه به موارد مطرح‌شده می‌توان دریافت که تنظیم شاخص‌های ارزیابی برای انواع مختلف نوآوری با توجه به متفاوت بودن ساختار آنها در بخش‌های تولیدی و خدماتی متفاوت است (اوزکایا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱).

منطق این تحقیق در واقع در این سؤال نهفته است که آیا شاخص‌های مورد بحث برای توضیح پدیده نوآوری در شرکت‌ها کافی هستند و نوع نوآوری مورد نظر را به‌طور رضایت بخشی اندازه‌گیری می‌کنند یا خیر. ثانیاً استفاده از شاخص‌های ورودی، میانی و خروجی بدون توجه به صنعت هدف، ظرفیت تحلیلی بهتری را به همراه دارد یا تفکیک به دو صنایع می‌تواند مهم باشد.

با توجه به اهمیت موضوع و تأثیراتی که می‌توانند بر روی رشد نوآوری در سازمان‌ها ایجاد نمایند، هدف این پژوهش بر دو اصل بنا شده است: اول شناسایی مرتبط‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری در دو بخش اساسی خدمات و تولید، که با استفاده از بررسی و مرور ادبیات و همین‌طور مصاحبه با خبرگان دانشگاهی حاصل شده است و دوم طبقه‌بندی و اولویت‌بندی شاخص‌هایی که دارای بیشترین اهمیت در ارزیابی نوآوری سازمانی می‌باشند. برای انجام چنین مرحله‌ای، روش پیشنهادی ما شامل بررسی مطالعاتی است که نوآوری را از منظر معیارهای اندازه‌گیری سازمانی مورد بحث قرار می‌دهد که هر دو منظر تحقیق نظری و کاربردی را هدف قرار می‌دهد. همچنین برای اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی نوآوری از یک روش غیرخطی تحلیل سلسله مراتبی فازی که به تکنیک میخایلوپ مشهور است، استفاده شده است.

اگرچه نوآوری مفهومی است که به‌طور گسترده در ادبیات موضوع مورد بحث قرار گرفته است، اما ذکر این نکته مهم است که استدلال‌های ذکر شده در اینجا به سمت محیط سازمانی معطوف می‌شوند. علاوه بر این، تنها تعدادی از جنبه‌های نظری به‌طور مختصر برای حمایت از درک شاخص‌های نوآوری شناسایی شده‌اند، با این حال وجود مطالعات دیگر برای گسترش بحث و کمک به دیدگاه‌های مختلف در نظر گرفته می‌شود. دامنیپور<sup>۲</sup> و همکاران. (۲۰۰۹)، بیان می‌کنند نوآوری شرکت ممکن است نتیجه ایده‌های جدیدی باشد که در محصولات، خدمات، فرآیندها (عملیاتی یا اداری) یا حتی در بازار اعمال می‌شود. بنابراین، دامنه نوآوری ممکن است برای سازگاری با افراد و سازمان‌ها به عنوان کل و یا بخشی از یک صنعت متفاوت باشد. شومپتر<sup>۳</sup> (۱۹۶۱)، مفاهیمی مانند اختراع و

1.Ozkaya  
2.Damanpour  
3.Schumpeter

نوآوری را به‌طور گسترده بررسی می‌کنند. در بخشی از پژوهش آنها، اختراع به عنوان یک ایده در مورد چیزی جدید یا یک بهبود سازمانی تعریف می‌شود، درحالی‌که اختراع به عنوان نتیجه نوآوری، یعنی تحقق ایده اولیه و اجرای تجاری آن در نظر گرفته می‌شود. از آنجایی‌که نوآوری متعاقب اختراع است، هر دو می‌توانند به محصولات، خدمات یا فرآیندها متصل شوند. باین‌حال، همه نوآوری‌ها به اختراع تبدیل نمی‌شوند. از این‌رو، نوآوری می‌تواند چیزی جدید یا اصلاح‌شده‌ای (بهبودیافته) باشد و از یک محصول یا خدمات، فرآیندها؛ شیوه‌های سازمانی و بازاریابی؛ یا روابط خارجی با ذینفعان نشأت بگیرد.

عمل نوآوری باید به‌طور مداوم و پیوسته توسط شرکت‌ها در تصمیم‌گیری آنها انجام شود (پراجوگو<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). تولید و تسهیم دانش ممکن است طیف وسیعی از مزایای عملیاتی را از طریق فرآیندهای یادگیری برای سازمان به ارمغان آورد (بیتس و خساونه<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵). کمپ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۳) اصرار دارند که تکامل نوآوری ممکن است بین شرکت‌های کوچک و متوسط متفاوت باشد، زیرا محدودیت‌های منابع و آسیب‌پذیری بیشتر - چه داخلی یا خارجی - در یک محیط تجاری ممکن است بر تصمیم‌گیری تأثیر بگذارد. به‌علاوه، آروندل و هلندرز (۲۰۰۸)<sup>۴</sup> پیشنهاد می‌کنند که شاخص‌های ارزیابی نوآوری باید بتوانند ارزش را در طول زمان حفظ کنند و همچنین به سیاست‌های میان‌مدت و بلندمدت نیز کمک کنند.

به همین دلایل طبقه‌بندی‌های گسترده‌ای از نوآوری ارائه شده است که بر مبنای یکی از آنها نوآوری به چهار دسته تقسیم می‌شود: (الف) نوآوری محصول/خدمت. (ب) نوآوری فرآیند. (ج) نوآوری بازاریابی؛ و (د) نوآوری سازمانی. (جدول شماره (۱)) انواع نوآوری را با توجه به صنعت بیان می‌کند (رهبری و همکاران، ۲۰۱۹).

---

1.Prajogo  
2.Bates & Khasawneh  
3.Kemp  
4.Arundel and Hollanders

جدول ۱: انواع نوآوری با توجه به صنعت (رهبری و همکاران، ۲۰۱۹)  
 Table 1: Types of innovation according to the industry

نوع	تولید	خدمت
محصول و خدمت	ایجاد محصول جدید بهبود محصول موجود از طریق تغییر اجزا یا مواد، شرایط فنی یا بهبود عملکرد	افزودن مزایا به خدمات موجود، چه برای مشتریان جدید و چه برای مشتریان فعلی
فرایند	تغییر روش تولید (تکنیک، تجهیزات یا ماشین‌آلات) یا نوآوری در روش تحویل بهبود روش‌های موجود (کیفیت، زمان انجام، یا کاهش هزینه تولید)	اجرای رویه‌های جدید یا بهبود یافته در خصوص توزیع خدمات (در منابع انسانی، روش‌های کاری، تجهیزات یا ترکیبی از آنها)
بازاریابی	بازسازی در طراحی یا بسته‌بندی محصول تبلیغات و استراتژی‌های قیمت‌گذاری برای عرضه محصولات در بازار	معرفی روش‌های جدید متضمن تغییرات در خدمات (با هدف بهبود نیازهای مشتری، ورود به بازارهای تجاری جدید یا کسب درآمد)
سازمان	شیوه‌های تجاری در سازمان یا در روابط خارجی شیوه‌های آموزشی و تولید دانش بهبود در رضایت کارکنان اقداماتی با هدف کاهش هزینه‌های اداری، تدارکات و معاملات	تغییرات در فعالیت‌های یک شرکت استفاده کارآمدتر از دارایی‌ها و منابع کاری نوآوری‌های فنی یا همکاری با سایر شرکت‌ها برای ایجاد نوآوری

بنابراین، نه‌تنها درک نوآوری بسیار متنوع است، بلکه طبقه‌بندی‌های بالقوه آن - اگرچه در بین صنایع مشابه است - که مفاهیم متفاوتی از آن را در هر صنعت نشان می‌دهد. کمپ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) تفاوت بین نوآوری در محصولات/خدمات و فرایندها را مورد بحث قرار می‌دهند، آن‌ها معتقد بودند که نوآوری محصول توسط رقابت تکنولوژیکی از نظر نوآوران بالقوه صنعت تحریک می‌شود. هر یک از طبقه‌بندی‌های فوق امکان طبقه‌بندی رادیکال یا افزایشی را برای نوآوری فراهم می‌کنند، زیرا ممکن است از چیز جدید یا از پیشرفت‌هایی که در حال حاضر وجود داشته است ناشی شوند (تاک<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). در مورد محصولات، تغییرات به‌طور خاص به ویژگی‌های محصول یا اجرای خدمات مربوط می‌شود. برای فرایندها، تطبیق‌هایی برای تکنیک‌ها یا حتی تجهیزات درگیر در فرایند تولید وجود دارد. برای استراتژی بازاریابی، برنامه‌ریزی برای بهبود قیمت‌ها، محصولات، شرایط بازار، کانال لجستیکی تبلیغات یا توزیع ضروری است. درنهایت، جنبه سازمانی شامل هرگونه عملکردی مانند آموزش، یا حتی روابط خارجی با شرکای تجاری است که در محیط داخلی سازمان انجام می‌شود (ملکی<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱).

1.Kemp

2.Taques

3.Malecki

البته علل نوآوری ممکن است بین صنایع تولیدی و خدماتی متفاوت باشد، اگرچه ممکن است تشابهاتی نیز در هر دو وجود داشته باشد. درحالی‌که تولید به انباشت قابلیت‌ها بستگی دارد، شیوه‌های چابکی در بخش خدمات غالب است. تفاوت دیگر در دیدگاه نوآوری محصول و فرآیند نهفته است، این تفاوت در خدمات واضح‌تر و سختگیرانه‌تر است. در شرکت‌های خدماتی نزدیکی بسیار بیشتری با مشتری وجود دارد که به درک دقیق‌تری از کیفیت ارائه شده منجر می‌شود (ترولوپولوس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). منابع انسانی و دانش از عناصر اساسی در سازمان‌های خدماتی هستند، زیرا نوآوری به خلاقیت، دانش، مهارت و نگاه کارآفرینانه به عنوان ابزاری برای رسیدن به هدف نیاز دارد. در یک اقتصاد پویا و سریع، زمانیکه وقت کافی برای توسعه محصول جدید و بهبود محصول موجود بسیار کوتاه است، همگرایی بین فعالیت‌های تولیدی و صنایع خدماتی ایجاد می‌شود. در بسیاری از سازمان‌ها، ادغام خدمات در فعالیت‌های تولیدی و همچنین برون‌سپاری فعالیت‌های خدماتی در خود صنایع کاملاً مشهود است و این ایده را منتقل می‌کند که برخی از مراحل فرآیند خدماتی به تدریج ماهیت صنعتی و تولیدی پیدا می‌کند (مورار<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴). دورست<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۵) این مورد را از طریق شرکت‌های تولیدی که خدمات مکمل محصولات خود را می‌فروشند، نشان دادند. این شرکت‌ها در این حالت به درجه خاصی از نوآوری خدمات می‌رسد، درحالی‌که تعهد تولیدی آنها به عنوان یک اصل اساسی همواره باقی می‌ماند. بنابراین، می‌توان مشاهده کرد که چنین همگرایی برای اندازه‌گیری جنبه‌های نوآورانه در سازمان‌ها قابل استفاده است. استخراج انواع شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری در سازمان‌های تولیدی و خدماتی (ضمن اذعان بر هم‌پوشانی آنها) می‌تواند مسیر هموارتری را برای رشد قابلیت‌های نوآوری ایجاد کرده و سازمان‌ها را در طی کردن مسیر تعالی نوآورانه همراهی کند.

یکی از نکات مهم در نوآوری استفاده از شاخص‌های مناسب برای اندازه‌گیری آن است. برخی از شاخص‌ها به دنبال ارزیابی نحوه تولید خروجی‌ها از ورودی‌ها هستند، درحالی‌که برخی دیگر به خود نتایج مرتبط هستند. شاخص‌های ورودی ممکن است تحت نوعی دستکاری شرکت قرار گیرند، درحالی‌که شاخص‌های خروجی غیرقابل کنترل و غیرقابل پیش‌بینی هستند. ورودی‌ها محدوده، زمینه و ساختار نوآوری را نشان می‌دهند (فان<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳). باین‌حال، ورودی‌ها ممکن است تحت یک فرآیند تغییر شکل به نام توان عملیاتی قرار گیرند، که در آن ورودی‌ها در نهایت ممکن است به خروجی یا

---

1. Trevlopoulos

2. Morrar

3. Durst

4. Phan

حتی به نتایج تبدیل شوند (رامر، ۲۰۱۷). به‌عنوان‌مثال، یک شرکت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه ممکن است یک حق اختراع ثبت‌شده به دست آورد. متعاقباً، چنین حق اختراعی یک محصول جدید ایجاد می‌کند که منجر به ثبت ارقام درآمدی افزایشی می‌شود.

ادبیات تجربی موجود، طیف وسیعی از شاخص‌ها را فهرست می‌کند که با استناد به اختراعات، پتنت‌های منتشرشده، تحقیق و سرمایه‌گذاری و راه‌اندازی محصول جدید، و غیره برای اندازه‌گیری نوآوری استفاده می‌شوند. صرف‌نظر از انتخاب، محدودیت‌ها و تفاوت‌های قابل‌توجهی در جنبه قابل‌اندازه‌گیری وجود دارد، بنابراین شناسایی مناسب ویژگی‌های آن برای استفاده مناسب در تحقیقات تجربی مهم است. در مورد شاخص‌های ورودی، بنیتو<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) تولید دانش را به عنوان نقطه عزیمت آنها تعریف می‌کند. چنین عملکردی ممکن است، برای مثال، از طریق سرمایه‌گذاری یا هزینه‌های تحقیق و توسعه انجام شود. از سوی دیگر، شاخص‌های خروجی باید نتایج اقتصادی را از نظر فعالیت (ورودی) مرتبط با نوآوری ایجاد کنند. به همین منظور در این پژوهش با استفاده از مرور ادبیات، مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری استخراج گردید.

بدین منظور در گام نخست سؤال پژوهش تدوین شد. در این پژوهش سؤالات اصلی عبارت‌اند از: مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری در صنایع تولیدی و خدماتی چه هستند؟ و دارای چه دسته‌بندی می‌باشند؟ در همین گام، تعیین جامعه آماری و بازه زمانی جستجو نیز تعیین گردید. برای تعیین جامعه آماری، مقالات نمایه شده در پایگاه‌های نمایه‌سازی اسکوپوس، گوگل اسکولار مدنظر قرار گرفت. همچنین با توجه به اهمیت و سابقه طولانی که در این زمینه در ادبیات موضوع وجود دارد، مقالات نمایه شده بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ نیز به‌عنوان بازه زمانی مدنظر قرار گرفت.

در گام دوم مطالعات مرتبط با سؤالات تحقیق شناسایی شدند. برای این منظور باید کلیدواژه مناسب برای جستجو تعیین شود. کلیدواژه‌های موردنظر برای جستجو، ارزیابی نوآوری، شاخص‌های ارزیابی نوآوری، نوآوری در تولید و خدمت، شاخص‌های ارزیابی نوآوری در خدمات و شاخص‌های ارزیابی نوآوری در تولید تعیین شدند. به‌منظور استخراج مطالعات مرتبط در این حوزه به پایگاه‌های نمایه‌سازی اسکوپوس و گوگل اسکولار مراجعه شد. پس از جستجوی کلیدواژه‌ها در این پایگاه‌ها از ابتدای سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ میلادی تعداد ۷۸۴ عنوان مستند مرتبط یافت شد.

در گام سوم با تعیین معیارهای شمول، مطالعاتی که باید بررسی گردند شناسایی شدند. معیارهای شمول عبارت‌اند از، زبان انگلیسی، دارا بودن یافته‌های کیفی، انتشار در بازه زمانی ۲۰۱۰

---

1.Rammer

2.Beneito



تا ۲۰۲۱ و تأکید بر شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری در صنایع تولیدی یا خدماتی. بنابراین از تعداد ۷۸۴ مقاله منتشرشده در طی سال‌های بررسی، ۷۱ مورد که به زبان‌هایی غیر از زبان انگلیسی نوشته شده بودند از لیست بررسی حذف شدند. پس از بررسی عنوان مقالات و چکیده<sup>۷۱۳</sup> مقاله باقیمانده باتوجه به معیارهای شمول و موضوع، سؤال و هدف پژوهش، ۲۱۱ مقاله حذف شد و ۵۰۲ مقاله برای بررسی محتوی کامل مقاله در نظر گرفته شد. با بررسی محتوی مقالات، ۷۱ مقاله ویژگی‌های لازم برای استفاده در تحقیق حاضر را نداشته و از روند مطالعه حذف شدند و ۴۳۱ مقاله دارای ویژگی‌های لازم برای بررسی عمیق‌تر و استفاده در این تحقیق، شناسایی شد.

در گام چهارم کیفیت مقالات مورد ارزشیابی انتقادی قرار گرفت. برای این منظور از روش «برنامه مهارت‌های ارزشیابی حیاتی»<sup>۱</sup> استفاده گردید. این ابزار با طرح سؤالاتی بر سه مقوله استحکام، اعتبار و ارتباط متون تمرکز می‌کند. برای این منظور با طرح ۱۰ معیار در رابطه با هر مقاله شامل: وضوح اهداف و اهمیت پژوهش، تناسب و تطابق روش پژوهش، تناسب و تطابق طرح پژوهش، تناسب روش انتخاب مشارکت‌کنندگان، تناسب روش جمع‌آوری داده‌ها، رابطه پژوهشگر و مشارکت‌کنندگان، ملاحظات اخلاقی، دقت تجزیه و تحلیل، بیان روشن یافته‌ها و ارزش پژوهش، کیفیت کلی مقاله را ارزیابی می‌کند. برای این منظور به هر یک از این معیارهای ده‌گانه برای هر مقاله عددی بین ۱ تا ۵ داده می‌شود و در نهایت مقالاتی که در مجموع معیارهای ده‌گانه عددی بالاتر از ۴ دریافت کنند با کیفیت مناسب ارزیابی می‌شوند. در این تحقیق از میان ۴۳۱ مقاله بررسی شده توسط شاخص کسب، کیفیت ۳۱۲ مقاله بسیار بالا ارزیابی گردید. پس از بررسی مقالات تعداد ۳۴ شاخص کلیدی از متون استخراج گردید که برای ارزیابی نوآوری در طی سال‌ها به آنها استناد شده است.

سپس با استفاده از روش دلفی اصلاح شده و با بهره‌گیری از طیف لیکرت ۵ سطحی مطرح‌شده توسط (آزادی و همکاران، ۲۰۲۰) با نظرخواهی از خبرگان مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری در طی سال‌های مورد مطالعه استخراج شدند. برای این منظور یک پرسشنامه با پاسخ‌های بسته شامل یک طیف لیکرت ۵ سطحی برای خبرگان این حوزه ارسال گردید. خبرگان در میان اساتید دانشگاهی با سابقه طولانی در زمینه نوآوری و فناوری و همین‌طور دارای سوابق تجربی در پروژه‌های مختلف در زمینه نوآوری و فناوری انتخاب گردیدند. در دور اول دلفی از خبرگان خواسته شد تا نظر خود را در رابطه با میزان اهمیت ۳۴ شاخص استخراج شده بر مبنای مقیاس ۴ = خیلی مهم، ۳ = مهم، ۲ = نسبتاً با اهمیت، ۱ = کم‌اهمیت، ۰ = بی‌اهمیت بیان کنند. در پایان دور اول داده‌ها تحلیل شد و برای اجرای

1. Critical Appraisal Skills Program (CASP)

دور دوم دلفی مورد استفاده قرار گرفت. شاخص‌هایی که موفق به کسب ۷۵ درصد از اجماع جمعی = ۴ خیلی مهم و ۳ = مهم شدند مورد پذیرش قرار گرفتند و سایر موارد که اجماع جمعی کمتری داشتند برای دور دوم دلفی در نظر گرفته شدند. از میان ۳۴ شاخص شناسایی شده، ۶ شاخص در دور اول مورد تأیید خبرگان قرار گرفتند. در دور دوم دلفی نیز مانند دور اول عمل شد و در نتیجه ۴ شاخص دیگر مورد تأیید خبرگان قرار گرفتند و سایر شاخص‌ها از تحقیق حذف شدند. در نتیجه در مجموع ۱۰ شاخص اصلی در ۳ دسته‌بندی شناسایی گردید که در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشند.

جدول ۲: مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری در صنایع تولیدی و خدماتی

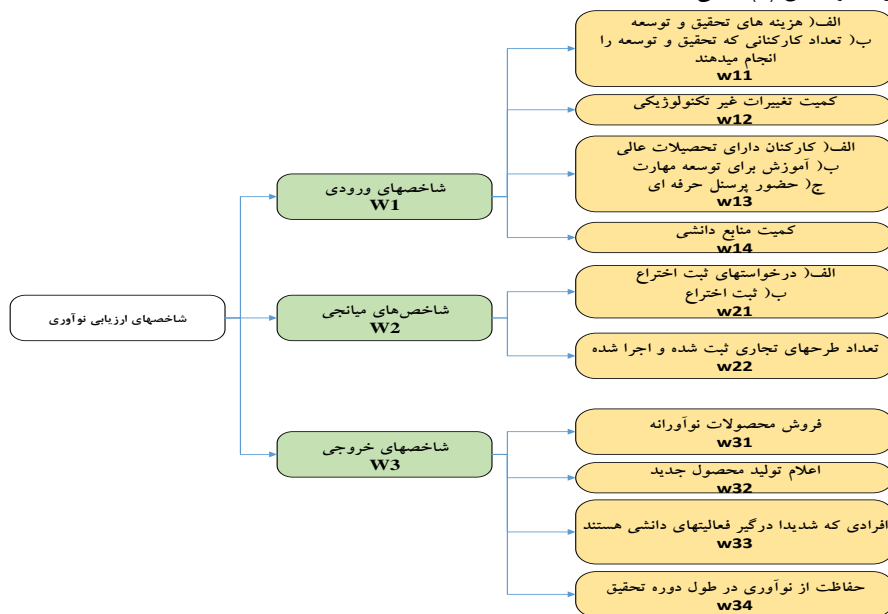
Table 2: The most important innovation evaluation indicators in manufacturing and service industries

دسته	کد	منابع	شاخص
شاخص‌های ورودی W1	W11	(کوالسکی <sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱) (بیلتسکا <sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۱) (پیرا <sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۱)	الف) هزینه‌های تحقیق و توسعه ب) تعداد کارکنانی که تحقیق و توسعه را انجام می‌دهند
	W12	(مک لنان <sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۲۱) (منوهر <sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۲۰)	کمیت تغییرات غیر تکنولوژیکی
	W13	(آزادی <sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۲۱) (خساونه <sup>۷</sup> ، ۲۰۲۱) (بریندین <sup>۸</sup> ، ۲۰۱۹)	الف) کارکنان دارای تحصیلات عالی ب) آموزش برای توسعه مهارت ج) حضور پرسنل حرفه‌ای
	W14	(استانکو و هنارد <sup>۹</sup> ، ۲۰۱۷) (دن هرتوگ و بیلدریک <sup>۱۰</sup> ، ۲۰۱۹)	کمیت منابع دانشی
شاخص‌های میانجی W2	W21	(باروس <sup>۱۱</sup> ، ۲۰۲۱) (تاناکا <sup>۱۲</sup> ، ۲۰۲۱) (اندرسون و تل <sup>۱۳</sup> ، ۲۰۱۹)	الف) درخواست‌های ثبت اختراع ب) ثبت اختراع
	W22	(فلیکما <sup>۱۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۹) (بلوک <sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱)	تعداد طرح‌های تجاری ثبت شده و اجرا شده

1. Kowalski
2. Biletska
3. Pereira
4. Mac Lennan
5. Manohar
6. Azadi
7. Khasawneh
8. Bryndin
9. Stanko & Henard
10. Den Hertog & Bilderbeek
11. Barros
12. Takenaka
13. Andersson & Tell
14. Flikkema

شاخص‌های خروجی W3	W31	(ناک و همکاران، ۲۰۲۱) (ونگ و چن <sup>۲</sup> ، ۲۰۲۰)	فروش محصولات نوآورانه
	W32	(پرابوو <sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۰) (آنتونز <sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۲۰)	اعلام تولید محصول جدید
	W33	(مالیک <sup>۵</sup> ، ۲۰۲۱) (گیفورد <sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۲۱)	افرادی که شدیداً درگیر فعالیت‌های دانشی هستند
	W34	(چن و لی <sup>۷</sup> ، ۲۰۲۰) (کالابرو <sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۹) (دیرینگ <sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۸)	حفاظت از نوآوری در طول دوره تحقیق

از آنجایی که شاخص‌ها جنبه‌های مختلف نوآوری را اندازه‌گیری می‌کنند، برای محققان مهم است که انواع اطلاعاتی را که واقعاً در معرض بازیابی هستند، در نظر بگیرند. مدل مفهومی شاخص‌های ارزیابی نوآوری در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۱: مدل مفهومی شاخص‌های ارزیابی نوآوری

Figure 1: Conceptual model of innovation evaluation indicators

- 1.Block
- 2.Wang & Chen
- 3.Prabowo
- 4.Antons
- 5.Malik
- 6.Gifford
- 7.Chen & Lee
- 8.Calabrò
- 9.Dearing

- هزینه‌های تحقیق و توسعه نسبتاً گویای تلاش‌های نوآورانه یک شرکت هستند. از مزایای اصلی این هزینه و تعداد کارکنان مرتبط با تحقیق و توسعه می‌توان به امکان تقسیم مقادیر نوآوری بر اساس نوع (محصول یا فرآیند) و امکان تقسیم‌بندی نوع تحقیقات انجام‌شده توسط سازمان (کار اساسی، کاربردی و توسعه) اشاره کرد.
- کمیت تغییرات غیرتکنولوژیکی نشان‌دهنده نوآوری افزایشی و رادیکال برای محصولات و فرآیندها است و به خلاقیت‌ها و تغییرات مرتبط با بازاریابی، استراتژی، مدیریت و ساختار سازمانی می‌پردازد. به همین دلیل شرکت‌های خدماتی تمایل دارند بخش قابل توجهی از نوآوری خود را با تغییرات غیرتکنولوژیکی مرتبط کنند (پاردس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱).
- گواهی سطح صلاحیت کارکنان، نشان‌دهنده پتانسیل نوآوری است و مشخص می‌کند که آیا در دسترس نبودن نیروی کار ماهر یک عامل محدودکننده برای نوآوری در سازمان است یا خیر. ترکیب صلاحیت‌ها و آموزش‌های قوی باعث ایجاد دانش برای سایر کارکنان و رشد منحنی یادگیری برای شرکت می‌شود و قابل نظارت در طول زمان به دو صورت مطلق و نسبی را خواهد داشت (پروین<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۱).
- کمیت منابع دانشی بر رابطه بین مشتری و ارائه‌دهنده خدمات برای ایجاد نوآوری تمرکز می‌کند و منابع مختلف در باره منشأ اطلاعات مرتبط با نوآوری مانند قراردادهای همکاری بین شرکت‌ها، مؤسسات، دانشگاه‌ها، تأمین‌کنندگان، مشتریان، رقبا را اندازه‌گیری می‌کند (دی اولیویرا<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱).
- درخواست و ثبت اختراع ایده‌های مربوط به محصولات یا فرآیندهای جدید را به‌طور مناسب اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین بدین‌وسیله مشارکت‌ها در سازمان‌های دولتی یا خصوصی ثبت می‌شوند و بنابراین قابل پیگیری هستند.
- تعداد طرح‌های تجاری ثبت‌شده و اجراشده، نوآوری مرتبط با محصولات را شناسایی می‌کند. این شاخص بسیار شبیه شاخص ثبت اختراع است ولی به‌طور گسترده برای شرکت‌های خدماتی استفاده می‌شود.
- فروش محصولات نوآورانه، محصولاتی با فناوری‌های جدید یا به‌کارگیری خلاقیت در یک فناوری موجود (عاملی که به اندازه‌گیری نوآوری در خدمات کمک می‌کند) را دربر می‌گیرد.

1.Paredes

2.Parveen

3.de Oliveira

امکان شناسایی محصولات جدید را برای شرکت، از طریق فرآیند بهبود تدریجی فراهم می‌کند. این شاخص ترکیبی هم ایجاد فناوری‌ها (محصولات جدید در بازار) و هم انتشار آن‌ها را اندازه‌گیری می‌کند (اونیو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱).

- اعلام اطلاعات و ویژگی‌های تولید محصول جدید درجه پیچیدگی نوآوری را با توجه به یک معیار خاص اندازه‌گیری کرده، امکان تقسیم‌بندی نوع نوآوری (محصولات جدید، بهبود محصولات موجود یا تمایز محصولات) را فراهم می‌آورد.
- افرادی که شدیداً درگیر فعالیتهای دانشی هستند، اطلاعات مربوط به تخصیص سرمایه انسانی تولید دانش در حوزه کسب‌وکار، صرف‌نظر از سطح تحصیلات آنها را ارائه می‌دهد. همچنین اجازه می‌دهد تا تأیید کند که آیا دانش بین مناطق / بخش‌های سازمان توزیع شده است یا خیر.
- حفاظت از نوآوری در طول دوره تحقیق ابتکارات شرکت را برای محافظت از نوآوری در طول توسعه اندازه‌گیری می‌کند. همچنین در هنگام بررسی درخواست ثبت اختراع، علائم تجاری، حق چاپ یا سایر اقداماتی که به دنبال حمایت از ایده‌های نوآورانه هستند، هم خدمات و هم شرکت‌های تولیدی را پوشش می‌دهد و اجازه می‌دهد تا طرح‌های حفاظتی شرکت‌های کوچک شناسایی شوند (بهل<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۱).

## ابزار و روش

این پژوهش با رویکردی کمی به دنبال بررسی شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری در سازمان‌های تولیدی و خدماتی برای ارزیابی مؤثر است. در این پژوهش برای بررسی شاخص‌ها ابتدا با استفاده از بررسی پیشینه موضوع و نظرات خبرگان دانشگاهی فعال در حوزه نوآوری و فناوری و با استفاده از توزیع پرسشنامه و بر مبنای طیف لیکرت ۵ سطحی ۱۰ شاخص به عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها استخراج گردیدند. بدین‌منظور ۱۵ تن از اساتید خبره از دانشگاه‌های برتر ایران و متخصصان فعال در سازمان‌های تولید محور (۷ متخصص دانشگاهی و ۸ خبره فعال در صنعت) مورد نظرسنجی قرار گرفتند. دلیل انتخاب این افراد امکان دسترسی نویسندگان و سوابق کاری و پژوهشی خبرگان در حوزه مورد مطالعه بوده است. برای بررسی روابط داخلی شاخص‌های کلیدی ارزیابی از روش دیمیتل فازی بهره گرفته شد و برای اولویت‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری در

1.Avenyo

2.Bahl

صنایع تولیدی و خدماتی از یک تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده گردید. در این پژوهش از روش آلفای کرونباخ برای سنجش پایایی پرسشنامه‌های مربوط و با استفاده از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. مقدار آلفای کرونباخ کل پرسشنامه‌ها هم در کل ۰٫۹۱۱، به دست آمد که مطلوب ارزیابی می‌شود. با توجه به اینکه در این پژوهش ۱۰ شاخص به عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها انتخاب شده‌اند، لذا برای هر یک از شاخص‌ها تحلیل عاملی جداگانه‌ای صورت گرفته است. چارچوب پژوهش در شکل شماره (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲: چارچوب پژوهش  
Figure 2: Research framework

در ادامه روش تحلیل کمی استفاده شده در این پژوهش تشریح شده است.

### روش غیرخطی رتبه‌بندی فازی میخایلو

در این پژوهش از یک روش تحلیل سلسله مراتبی غیرخطی فازی که به روش میخایلو معروف است (فلاح و نوذری، ۲۰۲۰)، بای اولویت‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری در سازمان‌های تولیدی و خدماتی استفاده شده است. مراحل استفاده از این روش به شرح زیر است:

- (۱) ترسیم ساختار سلسله مراتبی: که در جدول شماره (۲) نشان داده شده است.
- (۲) تشکیل ماتریس مقایسات زوجی فازی: ماتریس‌های توافقی قضاوت فازی بر اساس نظرات خبرگان تشکیل می‌شود. به همین دلیل از اعداد فازی در بیان ترجیحات خبرگان در این پژوهش استفاده شده است. متغیرهای زبانی و مقیاس فازی آنها در جدول شماره (۳) ارائه شده است.

جدول ۳: متغیرهای زبانی برای مقایسات زوجی

Table 3: Linguistic variables for pairwise comparisons

مقیاس فازی مثلثی	متغیر زبانی
(1,2,3)	خیلی کم
(2,3,4)	کم
(3,4,5)	متوسط
(4,5,6)	زیاد
(5,6,7)	خیلی زیاد

همان‌گونه که در جدول بالا مشاهده می‌شود، برای مقیاس‌های زبانی از اعداد مثلثی فازی استفاده شده است که یکی از انواع اعداد فازی است که با سه عدد حقیقی به صورت  $F=(L,m,u)$  نمایش داده می‌شود. کران بالا که با  $u$  نشان داده می‌شود بیشینه مقادیری است که عدد فازی  $F$  می‌تواند اختیار کند. کران پایین که با  $l$  نشان داده می‌شود کمینه مقادیری است که عدد فازی  $F$  می‌تواند اختیار کند. مقدار  $m$  محتمل‌ترین مقدار یک عدد فازی است.

(۱) تدوین مدل و حل مسأله: در این روش فرض می‌شود مقایسه‌های زوجی فازی به صورت اعداد فازی مثلثی است. بردار قطعی وزن  $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)$  به گونه‌ای استخراج می‌شود که نرخ اولویت تقریباً در محدوده قضاوت‌های فازی ابتدایی قرار گیرد. به عبارت دیگر وزن‌ها طوری تعیین می‌شود که رابطه زیر برقرار باشد.

$$l_{ij} \leq \frac{w_i}{w_j} \leq u_{ij} \quad (1)$$

هر بردار وزنی قطعی ( $w$ ) با درجه‌ای در نامعادلات فازی فوق صدق می‌کند که از طریق تابع عضویت خطی رابطه زیر قابل اندازه‌گیری است:

$$\mu_{ij} \left( \frac{w_i}{w_j} \right) = \begin{cases} \frac{(w_i / w_j) - l_{ij}}{m_{ij} - l_{ij}} & \frac{w_i}{w_j} \leq m_{ij} \\ \frac{u_{ij} - (w_i / w_j)}{u_{ij} - m_{ij}} & \frac{w_i}{w_j} \geq m_{ij} \end{cases} \quad (2)$$

با در نظر گرفتن شکل خاص توابع عضویت، مسأله اولویت‌بندی فازی به یک مسأله بهینه‌سازی غیرخطی به شکل زیر تبدیل می‌شود.

$$\begin{aligned} & \max \lambda \\ & \text{Subject to :} \\ & (m_{ij} - l_{ij})\lambda w_j - w_i + l_{ij} w_j \leq 0 \\ & (u_{ij} - m_{ij})\lambda w_j + w_i - u_{ij} w_j \leq 0 \\ & i = 1, 2, \dots, n-1, \quad j = 2, 3, \dots, n, \quad j > i, \\ & \sum_{k=1}^n w_k = 1 \quad w_k > 0, \quad k = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

با توجه به غیرخطی بودن رابطه (۳)، بدیهی است که حل آن بدون استفاده از نرم‌افزار امکان‌پذیر نیست. لذا برای حل مدل‌های ایجادشده در این پژوهش از نرم‌افزار GAMS استفاده شده است. مقادیر بهینه مثبت برای شاخص  $\lambda$  (تابع هدف) نشان‌دهنده این است که تمام نسبت‌های وزن‌ها کاملاً در قضاوت اولیه صدق می‌کنند، اما در صورت منفی بودن این شاخص، می‌توان فهمید که قضاوت‌های فازی قویاً ناسازگار بوده و نسبت‌های وزنی تقریباً در این قضاوت‌ها صدق کرده است. روش دیمتل فازی

روش دیمتل روشی شناخته‌شده و جامع برای به دست آوردن یک مدل ساختاری است که روابط متقابل بین عوامل پیچیده دنیای واقعی را فراهم می‌کند. روش دیمتل فازی به بررسی روابط بین معیارها و زیرمعیارها می‌پردازد و توسط ماتریس ارتباط کل معیارهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر (یا به عبارتی دیگر معیارهای علی و معلول) را مشخص می‌سازد. این روش از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. همان‌طور که از نام این روش پیداست تمامی محاسبات در محیط فازی صورت



می‌گیرد. بنابراین برای انجام محاسبات روش دیمتل با رویکرد فازی باید از طیف زبانی مناسب برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شود. مقیاس زبان فازی در جدول شماره (۴) آورده شده است.

جدول ۴: مقیاس فازی زبانی برای روش دیمتل  
**Table 4: Linguistic fuzzy scale for DEMATEL method**

مقیاس فازی مثلثی	متغیر زبانی
(0,0,0.25)	خیلی پایین
(0,0.25,0.5)	پایین
(0.25,0.5,0.75)	متوسط
(0.5,0.75,1)	زیاد
(0.75,1,1)	خیلی زیاد

مدل‌های بسیاری برای انجام محاسبات دیمتل فازی پیشنهاد شده است و روش‌های فازی‌سازی به‌شدت بر الگوی رایج مورد استفاده تأثیر گذاشته است. الگوریتم پیاده‌سازی دیمتل فازی به شرح زیر است (نوذری و همکاران، ۲۰۲۲).

#### مرحله ۱: محاسبه ماتریس رابطه مستقیم

پس از جمع‌آوری دیدگاه کارشناسان، ماتریس ارتباط مستقیم فازی  $\tilde{X}$  تشکیل می‌شود. از روش میانگین فازی ساده برای تجمیع نظرات خبرگان استفاده می‌شود. اگر  $n$  کارشناس وجود داشته باشد و هر شیء ماتریس فازی مستقیم با  $\tilde{X}_{ij}$  نشان داده شود، آنگاه  $\tilde{X}_{ij}$  به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\tilde{X}_{ij} = \left( \frac{\sum l_{ij}}{n}, \frac{\sum m_{ij}}{n}, \frac{\sum u_{ij}}{n} \right) \quad (4)$$

#### مرحله ۲: نرمال‌سازی ماتریس رابطه مستقیم

برای نرمال کردن، مقدار  $\sum u_{ij}$  در هر ردیف باید محاسبه شود. با تقسیم ماتریس  $\tilde{X}$  بر مقادیر حداکثر، مقادیر ماتریس نرمال فازی به دست می‌آید:

$$k = \max \left( \sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad (5)$$

$$\tilde{N} = \frac{1}{k} \times \tilde{X}$$

## مرحله ۳: محاسبه ماتریس رابطه کامل

رابطه  $N \times (I - N)^{-1}$  برای محاسبه ماتریس همبستگی کامل استفاده می‌شود. در دیمتل فازی، ماتریس فازی نرمال به سه ماتریس قطعی تقسیم می‌شود:

$$N_l = \begin{bmatrix} 0 & l_{12} & \cdots & l_{1n} \\ l_{21} & 0 & \cdots & l_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad N_u = \begin{bmatrix} 0 & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & 0 & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad N_m = \begin{bmatrix} 0 & m_{12} & \cdots & m_{1n} \\ m_{21} & 0 & \cdots & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (۶)$$

سپس ماتریس همانی  $I_{n \times n}$  تشکیل شده و عملیات زیر انجام می‌شود:

$$T_l = N_l \times (I - N_l)^{-1}, \quad T_m = N_m \times (I - N_m)^{-1}, \quad (۷)$$

$$T_u = N_u \times (I - N_u)^{-1}$$

$$\tilde{t}_{ij} = (t_{ij}^l, t_{ij}^m, t_{ij}^u) \quad (۸)$$

$\Gamma$  و  $C$  را به عنوان دو ماتریس  $n \times 1$  تعریف می‌کنیم که مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس رابطه کامل را نشان می‌دهد.

$$r = [r_i]_{n \times 1} = \left( \sum_{j=1}^n t_{ij} \right)_{n \times 1} \quad (۹)$$

$$c = [c_j]_{1 \times n} = \left( \sum_{i=1}^n t_{ij} \right)_{1 \times n} \quad (۱۰)$$

$\Gamma_i$  برابر است با مجموع ردیف  $i$  م ماتریس رابطه کل  $T$ . بنابراین  $\Gamma_i$  اثر مجموع عامل  $i$  را بر سایر عوامل نشان می‌دهد. این اثر شامل اثرات مستقیم و غیرمستقیم است.  $C_j$  برابر است با مجموع ستون‌های  $j$  ماتریس کل رابطه  $T$ . بنابراین  $C_j$  نشان‌دهنده اثر کلی است که عامل  $j$  از عوامل دیگر دریافت کرده است. این اثر شامل اثرات مستقیم و غیرمستقیم است. بنابراین، هنگامی که  $j = i$ ، آنگاه  $(r_i + c_i)$  برابر با کل اثر اعمال شده و دریافت شده توسط عامل  $i$  است. به عبارت دیگر  $(r_i + c_i)$  میزان اهمیت فاکتور  $i$  را در سیستم نشان می‌دهد.  $(r_i - c_i)$  همچنین نشان‌دهنده اثر خالصی است که عامل  $i$  بر کل سیستم اعمال می‌کند. هنگامی که  $(r_i - c_i)$  یک مقدار مثبت است، به این معنی است که عامل  $i$  یک عامل تأثیرگذار در کل سیستم است و زمانی که  $(r_i - c_i)$  یک مقدار منفی است، به این معنی است که عامل  $i$  یک عامل تأثیرپذیر در سیستم می‌باشد.

## مرحله ۴: تعیین مقدار آستانه و نقشه رابطه‌ای

در بسیاری از مطالعات، برای نشان دادن رابطه ساختاری بین عوامل، ضمن حفظ پیچیدگی سیستم به صورت قابل کنترل، لازم است مقدار آستانه‌های  $p$  به گونه‌ای تعیین شود که تنها اثرات ناچیز در  $T$  نمایش داده شوند فقط اثرات موجود در ماتریس  $T$  که بزرگ‌تر از مقدار آستانه هستند باید انتخاب شده و در نمودار نقشه رابطه علی نمایش داده شوند.

## یافته‌ها

فرایند مربوط به رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری در سازمان‌های تولیدی و خدماتی به منظور تأکید و توسعه نوآوری همه‌جانبه در این مطالعه به دو بخش اصلی تقسیم می‌شود:

- (۱) تعیین ماتریس مقایسه‌های زوجی بر اساس ادغام نظرات خبرگان
- (۲) استفاده از مدل‌سازی ریاضی برای رتبه‌بندی و به دست آوردن وزن شاخص‌ها در مدل تحقیق.

به منظور اولویت‌بندی ۱۰ شاخص نهایی استخراج شده موجود در این پژوهش، پرسش‌نامه‌های فازی با استفاده از متغیرهای زبان برای ۱۵ نفر از کارشناسان و اساتید دانشگاهی ارسال شد. ۱۳ پرسش‌نامه تکمیل و دریافت شد. این جداول مقایسات زوجی در جداول شماره (۵) تا (۷) نشان داده شده است. از این جداول برای محاسبات به روش میخائیلوف استفاده شده است.

جدول ۵: ماتریس مقایسات زوجی برای دسته‌بندی کلی (ورودی، میانجی و خروجی)  
Table 5: Matrix of pairwise comparisons for the general category (input, mediator and output)

	W1			W2			W3		
W1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W2	2.2	2.7	3.5	-	-	-	-	-	-
W3	1.5	2.5	4.1	3.1	3.6	4.2	-	-	-

جدول ۶: ماتریس مقایسات زوجی برای شاخص‌های ورودی

Table 6: Pairwise comparison matrix for input indicators

	W11			W12			W13			W14		
W11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W12	2.25	3.2	4.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W13	1.23	2.3	4	1.5	2.5	3.5	-	-	-	-	-	-
W14	2.3	2.8	3.1	2.1	2.57	3.54	1.78	2.74	3.65	-	-	-

جدول ۷: ماتریس مقایسات زوجی برای شاخص‌های میانجی

Table 7: Matrix of pairwise comparisons for intermediate indicators

	W21			W22		
W21	-	-	-	-	-	-
W22	1.75	2.54	4.1	-	-	-

جدول ۸: ماتریس مقایسات زوجی برای شاخص‌های خروجی

Table 8: Matrix of pairwise comparisons for output indicators

	W31			W32			W33			W34		
W31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W32	1.25	2.25	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W33	3.1	3.3	5.7	2.1	3.4	5.7	-	-	-	-	-	-
W34	1.25	1.78	2.14	1.38	2.78	4.6	2.5	2.98	3.78	-	-	-

با قرار دادن داده‌های حاصل از جداول شماره (۵) تا (۸) در مدل غیرخطی (۳) به عنوان مدل ارائه‌دهنده وزن‌ها و رتبه‌ها بر اساس تحلیل سلسله مراتبی و حل مدل با استفاده از نرم‌افزار GAMS، می‌توان وزن و رتبه هر کدام از شاخص‌های ارزیابی را در ابعاد کلی و همینطور در دسته‌های انحصاری به دست آورد. نتایج محاسباتی مرتبط با حل مدل غیرخطی برای دسته‌های کلی و تک تک شاخص‌ها در جداول شماره (۹) تا (۱۲) نشان داده شده است.

جدول ۹: وزن و رتبه‌بندی دسته‌های اصلی

Table 9: Weight and رتبه‌بندی of the main categories

تابع هدف (λ)	رتبه	وزن	کد	دسته
0.3871	1	0.411254	W1	ورودی
	3	0.247492	W2	میانجی
	2	0.341254	W3	خروجی

جدول ۱۰: وزن و رتبه‌بندی شاخص‌های ورودی برای ارزیابی نوآوری

Table 10: Weight and ranking of input indicators for evaluating innovation

تابع هدف (λ)	رتبه	وزن	کد	دسته
0.4174	2	0.248811	W11	الف) هزینه‌های تحقیق و توسعه ب) تعداد کارکنانی که تحقیق و توسعه را انجام می‌دهند
	3	0.185998	W12	کمیت تغییرات غیر تکنولوژیکی
	1	0.397849	W13	الف) کارکنان دارای تحصیلات عالی ب) آموزش برای توسعه مهارت ج) حضور پرسنل حرفه‌ای
	4	0.174306	W14	کمیت منابع دانشی

جدول ۱۱: وزن و رتبه‌بندی شاخص‌های میانجی برای ارزیابی نوآوری

Table 11: Weight and ranking of intermediate indicators for evaluating innovation

دسته	کد	وزن	رتبه	تابع هدف (λ)
الف) درخواست‌های ثبت اختراع (ب) ثبت اختراع	W21	0.651241	1	0.4752
	W22	0.341257	2	

جدول ۱۲: وزن و رتبه‌بندی شاخص‌های خروجی برای ارزیابی نوآوری

Table 12: Weight and ranking of output indicators for evaluating innovation

دسته	کد	وزن	رتبه	تابع هدف (λ)
فروش محصولات نوآورانه اعلام تولید محصول جدید افرادی که شدیداً درگیر فعالیت‌های دانشی هستند حفاظت از نوآوری در طول دوره تحقیق	W31	0.278541	2	0.3211
	W32	0.190741	4	
	W33	0.246814	3	
	W34	0.281197	1	

همان‌گونه که در جداول شماره (۹) تا (۱۲) مشاهده می‌شود مقدار مثبت برای شاخص سازگاری بیانگر سازگاری قابل قبول ماتریس‌ها است. بعد از به دست آوردن وزن دسته‌های کلی و وزن شاخص‌ها در دسته‌های خاص، می‌توانیم با نرمال کردن وزن‌ها، وزن کلی همه شاخص‌ها را بدون در نظر گرفتن دسته و همینطور رتبه کلی آنها را به دست آوریم. نتایج محاسباتی نرمال شده در جدول شماره (۱۳) نشان داده شده است.

جدول ۱۳: وزن نرمال و رتبه شاخص‌های ارزیابی نوآوری در صنایع تولیدی و خدماتی

Table 13: Normal weight and rank of innovation evaluation indicators in manufacturing and service industries

دسته	وزن	شاخص	وزن	وزن نرمال شده	رتبه
ورودی	0.411254	الف) هزینه‌های تحقیق و توسعه ب) تعداد کارکنانی که تحقیق و توسعه را انجام می‌دهند	0.248811	0.102325	2
		کمیت تغییرات غیر تکنولوژیکی	0.185998	0.076492	8
		الف) کارکنان دارای تحصیلات عالی ب) آموزش برای توسعه مهارت ج) حضور پرسنل حرفه‌ای	0.397849	0.163617	1
میانجی	0.247492	الف) درخواست‌های ثبت اختراع (ب) ثبت اختراع	0.651241	0.161177	3
		تعداد طرح‌های تجاری ثبت شده و اجرا شده	0.341257	0.084458	6
		فروش محصولات نوآورانه	0.278541	0.095053	5
خروجی	0.341254	اعلام تولید محصول جدید	0.190741	0.064963	10
		افرادی که شدیداً درگیر فعالیت‌های دانشی هستند	0.246814	0.084061	7
		حفاظت از نوآوری در طول دوره تحقیق	0.281197	0.095771	4

همان‌گونه که در جدول شماره (۱۳) مشاهده می‌شود، حضور افراد با دانش و حرفه‌ای و رشد آموزش در سازمان‌ها از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی نوآوری در صنایع می‌باشند. همچنین در این تحقیق از روش دیمتل فازی برای یافتن تأثیر عوامل بر یکدیگر استفاده شده است. بدین منظور برای تحلیل دقیق پرسشنامه‌های فازی برای پانزده خبره ارسال شد. (۷ متخصص دانشگاهی و ۸ خبره فعال در صنعت). کارشناسان دارای سوابق صنعتی و دانشگاهی در رشته مورد مطالعه بوده و با توجه به دسترسی محققین انتخاب شدند. از کارشناسان خواسته شد تا بر اساس متغیرهای زبانی، دیدگاه خود را در مورد میزان تأثیرات درونی این شاخص‌های کلیدی بیان کنند. از این پرسشنامه‌ها، سیزده پرسشنامه تکمیل و دریافت شد. ماتریس رابطه مستقیم فازی برای شاخص‌های عملکرد همان‌طور که در جدول شماره (۱۴) ارائه شده است، تشکیل شد.

جدول ۱۴: ماتریس رابطه مستقیم فازی بین شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری (خلاصه شده)

**Table 14: Fuzzy direct relationship matrix between innovation evaluation key indicators (summarized)**

	W11			W12			W	W32			W33		
	L	M	U	L	M	U	...	L	M	U	L	M	U
W11	0	0	0	0.75	0.45	0.25	...	0.55	0.35	0.1	0.95	0.35	0.17
W12	0.91	0.85	0.35	0	0	0	...	0.75	0.5	0.3	0.8	0.32	0.25
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
W32	0.75	0.71	0.41	0.9	0.81	0.25	...	0	0	0	0.9	0.84	0.42
W33	0.7	0.6	0.3	0.85	0.55	0.45	...	0.91	0.84	0.41	0	0	0

در جدول شماره (۱۵)، ماتریس رابطه فازی کلی نشان داده شده است.

جدول ۱۵: کل ماتریس رابطه فازی برای شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری (خلاصه شده)

**Table 15: The total fuzzy relationship matrix for the key indicators of innovation evaluation (summarized)**

	W11			W12			W	W32			W33		
	L	M	U	L	M	U	...	L	M	U	L	M	U
W11	0.11	0.11	0.05	0.21	0.2	0.06	...	0.22	0.11	0.09	0.21	0.11	0.08
W12	0.25	0.14	0.04	0.21	0.11	0.038	...	0.2	0.12	0.07	0.22	0.13	0.06
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
W32	0.23	0.13	0.1	0.24	0.14	0.11	...	0.14	0.11	0.03	0.17	0.15	0.09
W33	0.25	0.15	0.1	0.21	0.12	0.1	...	0.2	0.17	0.12	0.19	0.16	0.07

مجموع عناصر در ستون‌ها و ردیف‌های کل ماتریس برای شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری برای ارائه نقشه رابط‌های محاسبه شد. این مقادیر را بردارهای مؤثر (R) و بردارهای مؤثر (D) می‌نامند. نتایج در جدول شماره (۱۶) نشان داده شده است.

جدول ۱۶: نتایج محاسبه اثرات داخلی شاخص‌های ارزیابی نوآوری

Table 16: The results of calculating the internal effects of innovation evaluation indicators

$D - R$	$D + R$	$R$	$D$	شاخص
0.627	1.055	0.214	0.841	الف) هزینه‌های تحقیق و توسعه ب) تعداد کارکنانی که تحقیق و توسعه را انجام می‌دهند
-0.187	0.895	0.541	0.354	کمیت تغییرات غیر تکنولوژیکی
0.980	5.448	2.234	3.214	الف) کارکنان دارای تحصیلات عالی ب) آموزش برای توسعه مهارت ج) حضور پرسنل حرفه‌ای
0.197	1.305	0.554	0.751	کمیت منابع دانشی
-0.066	0.908	0.487	0.421	الف) درخواست‌های ثبت اختراع ب) ثبت اختراع
-0.141	0.763	0.452	0.311	تعداد طرح‌های تجاری ثبت شده و اجرا شده
-0.057	0.765	0.411	0.354	فروش محصولات نوآورانه
0.608	0.706	0.048	0.657	اعلام تولید محصول جدید
-0.041	0.863	0.452	0.411	افرادی که شدیداً درگیر فعالیت‌های دانشی هستند
0.643	3.585	1.471	2.114	حفاظت از نوآوری در طول دوره تحقیق

نتایج تحلیل علی و معلولی نشان می‌دهد که کارکنان دانشی و افراد تحصیل کرده دارای بالاترین میزان اثرگذاری در توسعه نوآوری در سازمان‌های تولید محور است. این امر نشان می‌دهد که توسعه سرمایه‌های انسانی از مهم‌ترین ارکان رشد نوآوری و خلاقیت در انواع سازمان‌ها بوده و بنابراین اولویت اول باید متوجه این بخش از دارایی‌های دانشی سازمان باشد.

### بحث و نتیجه‌گیری

در دنیای امروزی، برای فکرهای جدید و ایده‌های نو نمی‌توان پایانی متصور بود، اما وقتی ایده‌های نو منجر به خلق ارزش شوند، تبدیل به نوآوری می‌شوند. ایده‌ها و فکرهای نو، تا زمانی که به اجرا درنیایند، هیچ ارزشی به همراه نخواهند داشت. بنابراین این امر خود نشان می‌دهد که ظهور نوآوری در یک سازمان تا چه اندازه می‌تواند در رشد سازمان نقش اساسی ایفا کند. هدف این تحقیق شناسایی و بحث در مورد به‌کارگیری شاخص‌های ارزیابی نوآوری سازمانی در سازمان‌های تولید محور و همچنین ارائه یک سیستم اولویت‌بندی مؤثر برای درک از میزان اهمیت و روابط و اثرگذاری داخلی هر یک از شاخص‌های ارزیابی بوده است. به همین منظور در این پژوهش در ابتدا با استفاده از مرور ادبیات کوشیده شد تا مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری شناسایی و استخراج شوند. از منظر مفهومی، رویکردهای متفاوتی در ادبیات موضوع و همچنین تعاریف خاص در مورد

ابعاد نوآوری در سازمان‌های تولیدی و خدماتی شناسایی شده‌اند. در میان آنها، رویکرد خاصی وجود دارد که به دنبال درگیر کردن مقدمات نوآوری در سیستم‌های تولید محور است و این خود شاخص‌های خاصی را به مجموعه شاخص‌های ارزیابی اضافه می‌کند. به همین دلیل، در این پژوهش به بررسی این شاخص‌ها با هدف اندازه‌گیری نوآوری از دیدگاه ورودی و خروجی و همینطور شاخص‌های میانجی به عنوان یه دسته کلی پرداخته شده است. سپس با استفاده از نظرات خبرگان که از اساتید فعال دانشگاهی و متخصصان فعال در صنایع تولیدی بوده و دارای پیشینه قوی در حوزه نوآوری بودند، ۱۰ شاخص به عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها انتخاب شدند. برای درک جایگاه هر یک از شاخص‌های کلیدی ارزیابی در این پژوهش کوشیده شد تا با استفاده از نظرات خبرگان این شاخص‌ها اولویت‌بندی شوند. زیرا درک جایگاه درست آنها می‌تواند بر میزان تأکید متخصصان بر شاخص افزوده و خروجی‌های تولیدی پرکاربردتری را منجر شود. به‌منظور رتبه‌بندی این شاخص‌ها، از یک رویکرد غیرخطی فازی مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی (روش میخایلوپ) استفاده شده است. همچنین به‌منظور بررسی تأثیرات داخلی شاخص‌ها از رویکرد دیمتل استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که حضور افراد با دانش و رشد آموزش پراهمیت‌ترین شاخص در ارزیابی نوآوری بوده و بنابراین با تأکید و توجه ویژه بر این شاخص می‌توان رشد فزاینده‌ای را در زمینه نوآوری در سازمان شاهد بود. بنابراین سازمان‌ها همواره باید بر روی زیرساخت‌های دانش سازمان تمرکز ویژه داشته باشند. میزان تلاش برای ثبت پتنت و همین‌طور تعداد پتنت‌های ثبت‌شده نیز یکی از دیگر شاخص‌های پراهمیت در زمین ارزیابی نوآوری بوده و در رتبه بعدی قرار دارد که به نظر می‌رسد این اهمیت این شاخص از بدیهیات می‌تواند باشد. بنابراین تأکید بر افزایش تولیدات دانشی خود نشان‌دهنده بالابودن سطح ابتکارات و نوآوری در سازمان است. همچنین حفاظت از نوآوری در حین دوره رشد می‌تواند اهمیت بالایی در ایجاد فضای امن و همینطور بالا رفتن آرامش افراد فناور در سازمان‌های نوآور داشته باشد و ضروری است که باید توجه ویژه‌ای بدان شود. تحلیل روابط علی و معلولی با استفاده از دیمتل فازی نیز نشان می‌دهد که توسعه سرمایه‌های انسانی دانشی مهم‌ترین تأثیر را بر همه عوامل دیگر دارد. پژوهش حاضر، تلاش‌های قابل توجهی را برای توضیح تکامل تجربه‌شده توسط سیستم‌های اندازه‌گیری نوآوری در شرکت‌ها با بررسی مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی اثرگذار نشان می‌دهد. درواقع، این شاخص‌ها به شناسایی بیشتر ابعاد نوآورانه شرکت‌ها کمک می‌کنند که ممکن است به کاربردن آنها برای اعتبارسنجی به سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با نوآوری منجر شود. با این حال، برخی از مشکلات هم در ماهیت فنی شاخص‌ها و هم در تشخیص انواع نوآوری خاص در شرکت‌هایی با فعالیت‌های بسیار نامشهود، به دلیل پویایی بازار جدید امروزی وجود



دارد. پیشرفت در شاخص‌های حوزه خدمات به‌طور گسترده از طریق مطالعات اخیر شناخته شده است، اما دشواری ایجاد یک پایگاه داده یکپارچه و استاندارد شده از اطلاعات تجاری، مانند پایگاه‌های داده ثبت اختراع، همچنان یک چالش اساسی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

در پایان به متولیان حوزه نوآوری و فناوری در سازمان‌ها پیشنهاد می‌شود که جهت اندازه‌گیری و ارزیابی وضعیت نوآوری الگوی ارائه شده در این پژوهش را مورد نظر قرار داده و بر اساس اولویت‌های ارائه شده عمل نمایند. زیرا مدل ارائه شده نگاهی جامع متوازن به موضوع ارزیابی نوآوری در سازمان‌ها دارد و علاوه بر ارائه یک ارزیابی کلان و فراگیر از نوآوری، قادر است موجب رشد نوآوری در سازمان‌های مورد نظر شود. از مزایای این مدل توجه همزمان به فعالیت‌ها و اقدامات توانمندساز و نتایج فنی، مالی، انسانی و اجتماعی نوآوری؛ درک ضرورت نوآوری‌های سازمانی در راستای تحقق نوآوری‌های فناورانه؛ توجه به ترتیب و توالی زمانی میان توانمندسازها و نتایج نوآوری در کنار ملاحظات فنی و اقتصادی نوآوری و توجه به معیارهای کمی نوآوری در کنار معیارهای کیفی است. به علاوه، به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود که مضامین فراگیر و شاخص‌های کلیدی ارزیابی نوآوری ارائه شده را از نظر اهمیت، اولویت‌بندی نمایند. همچنین، پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها مختلف از طریق اولویت‌های ارائه شده مورد ارزیابی قرار بگیرند و از طریق نتایج و تحلیل‌های حاصل از مطالعه تطبیقی میان این سازمان‌ها بر غنای این شاخص‌ها و در نتیجه بهبود ارزیابی افزوده شود.

## تعارض منابع:

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافع ندارند.

## References

- Andersson, D. E., & Tell, F. (2019). From Fighting Monopolies to Promoting Industry: Patent Laws and Innovation in Sweden 1819–1914. *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte/Economic History Yearbook*, 60(1), 123-156.
- Antons, D., Grünwald, E., Cichy, P., & Salge, T. O. (2020). The application of text mining methods in innovation research: current state, evolution patterns, and development priorities. *R&D Management*, 50(3), 329-351.
- Arundel, A., & Hollanders, H. (2005). An Exploratory Approach to Innovation Scoreboards. *Innovation*, 1-44.
- Avenyo, E. K., Konte, M., & Mohnen, P. (2021). Product innovation and informal market competition in sub-Saharan Africa. *Journal of Evolutionary Economics*, 31(2), 605-637.
- Azadi, S., Green, I. C., Arnold, A., Truong, M., Potts, J. , & Martino, M. A. (2021). Robotic surgery: the impact of simulation and other innovative platforms on performance and training. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 28(3), 490-495.
- Azadi, T., Sadoughi, F., & Khorasani-Zavareh, D. (2020). Using modified Delphi method to propose and validate the components of a child injury surveillance system for Iran. *Chinese Journal of Traumatology*, 23(5), 274-279.
- Bahl, M. , Lahiri, S. , & Mukherjee, D. (2021). Managing internationalization and innovation tradeoffs in entrepreneurial firms: Evidence from transition economies. *Journal of World Business*, 56(1), 101150.
- Barros, H.M.(2021). Neither at the cutting edge nor in a patent-friendly environment: Appropriating the returns from innovation in a less developed economy. *Research Policy*, 50(1), 104097.
- Bates, R., & Khasawneh, S. (2005). Organizational learning culture, learning transfer climate and perceived innovation in Jordanian organizations. *International journal of training and development*, 9(2), 96-109.

- Beneito, P. (2006). The innovative performance of in-house and contracted R&D in terms of patents and utility models. *research Policy*, 35(4),502-517
- Biletska, I. O., Paladieva, A. F., Avchinnikova, H. D. , & Kazak, Y. Y. (2021). The use of modern technologies by foreign language teachers: developing digital skills. *Linguistics and Culture Review*, 5(S2), 16-27.
- Block, J., Fisch, C., Ikeuchi, K., & Kato, M. (2021). Trademarks as an indicator of regional innovation: evidence from Japanese prefectures. *Regional Studies*, 56(2), 190-202.
- Bryndin, E. (2019). Creative innovative higher education of researchers with flexible skills and synergy of cooperation. *Contemporary Research in Education and English Language Teaching*, 1(1), 1-6.
- Calabrò, A., Vecchiarini, M., Gast, J., Campopiano, G., De Massis, A., & Kraus, S. (2019). Innovation in family firms: A systematic literature review and guidance for future research. *International journal of management reviews*, 21(3), 317-355.
- Chen, Y., & Lee, C. C. (2020). Does technological innovation reduce CO2 emissions? Cross-country evidence. *Journal of Cleaner Production*, 263(2), 121550
- Damanpour, F., Walker, R. M., & Avellaneda, C.N.(2009). Combinative effects of innovation types and organizational performance: A longitudinal study of service organizations. *Journal of management studies*, 46(4), 650-675
- de Oliveira, R. T., Gentile-Lüdecke, S., & Figueira, S.(2021). Barriers to innovation and innovation performance: the mediating role of external knowledge search in emerging economies. *Small Business Economics*, 58(4), 1953–1974.
- Dearing, J. W., & Cox, J. G. (2018). Diffusion of innovations theory, principles, and practice. *Health Affairs*, 37(2), 183-190.
- Den Hertog, P. , & Bilderbeek, R. (2019). The new knowledge infrastructure: the role of technology-based knowledge-intensive business services in

- national innovation systems. In *Services and the knowledge-based economy* (pp. 222-246). Routledge.
- Durst, S., Mention, A. L., & Poutanen, P. (2015). Service innovation and its impact: What do we know about?. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 21(2), 65-72.
- Fallah, M., & Nozari, H. (2020). Quantitative Analysis of Cyber Risks in IoT-Based Supply Chain (FMCG Industries). *Journal of Decisions & Operations Research*, 5(4), 511-521.
- Flikkema, M., Castaldi, C., de Man, A. P., & Seip, M. (2019). Trademarks' relatedness to product and service innovation: A branding strategy approach. *Research Policy*, 48(6), 1340-1353.
- Gifford, E., McKelvey, M., & Saemundsson, R. (2021). The evolution of knowledge-intensive innovation ecosystems: co-evolving entrepreneurial activity and innovation policy in the West Swedish maritime system. *Industry and Innovation*, 28(5), 651-676.
- Janger, J., Schubert, T., Andries, P., Rammer, C., & Hoskens, M. (2017). The EU 2020 innovation indicator: A step forward in measuring innovation outputs and outcomes? *Research Policy*, 46(1), 30-42.
- Kemp, R. G., Folkeringa, M., De Jong, J. P., & Wubben, E. F. (2003). *Innovation and firm performance* (No. H 200207). Zoetermeer, The Netherlands: EIm, 1-67.
- Khasawneh, M. A. S. (2021). An electronic Training Program on Developing the Written Expression Skills among a Sample of foreign language learners EFL who are at-risk for Learning disabilities during the emerging Covid-19. *Academy of Social Science Journal*, 7(10), 1974-1982.
- Kowalski, A. M., & Rybacki, J. (2021). Moderate Innovator Trap-Does the Convergence of Innovation Performance Occur in the World Economy?. *Economies*, 9(1), 1-12.

- Mac Lennan, M. L. F., Tiago, E. F., & Pereira, C. E. C. (2021). Technological and non-technological trends in fashion eco-innovations. *Innovation & Management Review*, 20(1), 60-75.
- Madhou, M., Moosun, S. B., & Nagowah, D. N. M. (2021). Using research and development indicators to shape innovation in Mauritius. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 14(17), 1813-1828.
- Malecki, E. J. (2021). The geography of innovation. *Handbook of regional science*, 819-834.
- Malik, S.(2021). Emotional intelligence and innovative work behaviour in knowledge-intensive organizations: how tacit knowledge sharing acts as a mediator?. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 52(2), 650-669.
- Manohar, S. , Mittal, A. , & Tandon, U. (2020). HEd-INNOSERV: perceived service innovation scale for the higher education sector. *Benchmarking: An International Journal*,28(3), 957-989.
- Morrar, R. (2014). Innovation in services: A literature review. *Technology Innovation Management Review*, 4(4), 6-14.
- Nozari, H., Szmelter-Jarosz, A., & Ghahremani-Nahr, J. (2022). Analysis of the Challenges of Artificial Intelligence of Things (AIoT) for the Smart Supply Chain (Case Study: FMCG Industries). *Sensors*, 22(8), 1-18.
- Ozkaya, G., Timor, M., & Erdin, C.(2021). Science, Technology and Innovation Policy Indicators and Comparisons of Countries through a Hybrid Model of Data Mining and MCDM Methods. *Sustainability*, 13(2), 1-52.
- Paredes, O., Melo, D., Guamán, A. R., García, M., & Guamán-Guevara, F. (2021). Which Innovative Solutions of Non-Technological and Technological Nature are Needed to Improve Tourism Services? A Case of Tungurahua Province in Ecuador. *Tourism: An International Interdisciplinary Journal*, 69(4), 559-577.
- Parveen, I., Uzair-ul-Hassan, M., & Zainib, H. (2021). Professional and Social Adjustment of Women Employees in Higher Education Institutions: A

- Regional Perspective. *Research Journal of Social Sciences and Economics Review*, 2(1), 343-351.
- Pereira, L. , Santos, R. , Sempiterno, M. , Costa, R. L. D. , Dias, Á. , & António, N.(2021). Pereira problem solving: Business research methodology to explore open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(84):1-14.
- Phan, K.(2013). Innovation measurement: A decision framework to determine innovativeness of a company (Doctoral dissertation, Portland state university), 1-262.
- Prabowo, R., Singgih, M. L., Karningsih, P. D. , & Widodo, E. (2020). New product development from inactive problem perspective in Indonesian SMEs to open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(1), 1-20.
- Prajogo, D. I. (2006). The relationship between innovation and business performance-a comparative study between manufacturing and service firms. *Knowledge and process management*, 13(3), 218-225.
- Rahbari, M., Samiee, R., Ashrafi, M., & Shojaei, S.(2019). Identifying Components of Organizational Innovation in Dairy Cooperatives by the Use Fuzzy Delphi Technique. *Co-Operation and Agriculture*, 7(28), 1-24 .
- Schumpeter, J. A. (1982). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle (1912/1934)*. Transaction Publishers. 1-244.
- Stanko, M. A., & Henard, D. H. (2017). Toward a better understanding of crowdfunding, openness and the consequences for innovation. *Research Policy*, 46(4), 784-798.
- Taques, F. H., López, M. G., Basso, L. F., & Areal, N. (2021). Indicators used to measure service innovation and manufacturing innovation. *Journal of Innovation & Knowledge*, 6(1), 11-26.

- Thabet, S.(2021). Indicators–The Complexity of Innovation Indicators. Innovation Economics, Engineering and Management Handbook 1: Main Themes, 189-194.
- Trevlopoulos, N. S., Tsalis, T. A., Evangelinos, K. I., Tsagarakis, K. P., Vatalis, K. I., & Nikolaou, I. E. (2021). The influence of environmental regulations on business innovation, intellectual capital, environmental and economic performance. *Environment Systems and Decisions*, 41(1), 163-178.
- Wang, F., & 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.