Karafan

Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University

Spring 2023, Vol. 20, No. 1, p. 31-53

Journal Homepage: https://karafan.tvu.ac.ir/?lang=en

TVU

:10.48301/KSSA.2023.360651.2272

A Model to Improve the Capacity of Using Green Technological Innovations in the Petrochemical Industry

Hamidreza Ketabchi[1], Reza Radfar[2*], Abbas Toloie Ashlaghi[3], Abbas Khamseh[4]

[1]PhD Student, Department of Technology Management, Emirates Branch, Islamic Azad University, Dubai, United Arab Emirates.

[2,3]Professor, Department of Industrial Management, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[4]Associate Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

ARTICLE INFO

Article Type:
Original Research

Received: 09.12.2022
Revised: 01.23.2022
Accepted: 02.14.2023

Keyword:
Absorption of Green Technological Innovations
Capacity Improvement Mode
Petrochemical Industry

***Corresponding Author:**
Reza Radfar
Email: *radfar@gmail.com*

ABSTRACT

The petrochemical industry is the continuation of the oil and gas industry chain. The innovation projects of a company must be consistent with its resources and goals, the purpose of this study was to present a model to improve the capacity of absorbing green technological innovations in the Iranian petrochemical industry. The present research was applied in terms of integrated method (qualitative-quantitative) and purpose, and was carried out in 2022. The statistical population of this research included the petrochemical industry companies with experts in this field who drew causal circles and created a model using the snowball method. To collect information in the qualitative part, interviews with experts (13 experts) were carried out and in the quantitative part, the data obtained from the first part was analyzed in the form of quantitative analysis. The data analysis stage was a multi-stage process during which the data obtained through the use of collection tools in the statistical sample (community) was summarized, coded and categorized and finally processed to establish the basis for various types of analysis. Data and relationships between these data were provided in order to test the hypotheses. In the qualitative part, the coding method was used, and in the quantitative part, Vensim software version 3.7 and Super Decision version 2 were used. The findings showed that structural, legal, attitudinal and infrastructural barriers of the company have an impact on the capacity to absorb technological innovations in the Iranian petrochemical industry.

©2023 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

E-ISSN: 2538-4430
ISSN: 2382-9796

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Due to certain environmental restrictions, particularly in global trade, and in order to narrow the field, some for-profit companies are compelled to incur environmental costs to remove these restrictions to earn greater profits or gain popularity in the current era. In order to obtain a positive evaluation of a particular performance in environmental protection, however, they are required to reduce their income. Nevertheless, the ability to absorb knowledge and technology, proposed at various levels, is one of the crucial concepts that has attracted great attention in many countries. In addition, developing green technological innovations is one of the strategies that organizations and businesses have developed in response to environmental concerns and in the context of global competition.

Innovation initiatives undertaken by a company must align with its objectives and available resources, take advantage of the opportunities on its key strengths, and support the achievement of its strategic goals. A company's organizational structure and control procedures should guarantee its effective implementation while fostering the generation of innovative ideas. The oil and gas industries are linked to the petrochemical industry, one of the most significant growing and value-adding industries. The construction of petrochemical complexes has been prioritized in economic and social development programs. This is due to the low cost and abundance of raw materials, the creation of job opportunities, the transfer of cutting-edge technologies, and, most importantly, the substantial value addition. Although there are several studies in innovation management and technology management, Iranian scholars have worked less on technical advances and their absorption ability. In light of this, the present study aimed to develop a model for enhancing the Iranian petrochemical industry's potential to adopt green technical developments.

Methodology

The current study was a mixed-methods study (qualitative and quantitative) considered practical in terms of its purpose. The petrochemical industry companies served as the statistical population for this study, with experts in the field drawing Causal Loop Diagrams and modeling using the snowball method. After extracting qualitative results from expert interviews, the fuzzy Delphi method was applied to verify the variables. The Fuzzy Network Analysis Process (FANP) and Super decision software were then used to prioritize the dimensions and variables of the theoretical model.

Results and discussion

Table 1 displays the various indicators and components.

Table 1. **Final indicators for enhancing the Iranian petrochemical industry's ability to adopt new technologies.**

Factors	R^2	Dimension	R^2	Indicator	Factor Loading	R^2
Factors improving Iran's petrochemical industry's capacity to absorb technological innovations		Human resources		Communication skills		
				Specialty		
				Mastery of information technology		
				On-the-job training		
				Top managerial support		
		Institutional and organizational factors		Research and Development		
				Organizational Learning		
				Dynamic Organization		
		Market structure factors		Competitive market		
				Specific market characteristics		
				Financial crisis		
				Market analysis		
		Cultural factors		Attention to environmental issues		
				Behavioral factors and decision making		
				Value creation in the organization		
		Business factors		Entrepreneurial environment		
				International issues		
				Expertise in technological entrepreneurship		
				Risk management		
		Technological factor		Technology transfer		
				Technology monitoring		
				Standardization and documentation		
				Product design and development		
				Agility System		
		Knowledge and information factors		Mechanism of information dissemination		
				Research and Development		
				Knowledge management		
				Holding specialized exhibitions		
				Process management		
		Economical factors		The mechanism for supplying government resources		
				Attracting foreign investment		
				Credit provision for investors		

Factors	R^2	Dimension	R^2	Indicator	Factor Loading	R^2
				Currency fluctuations		
		Governmental factors		Macro-government policies		
				Industry policies for innovation development		
				Industry development laws and methods		
				Inadequate supervision		

Conclusion

With the accelerating rate of technological development and the increased emphasis on innovation as an engine of economic growth in countries, there is a greater emphasis on the design and growth of innovation ecosystems. Innovation ecosystems typically develop and evolve strategically around a specific technology, sector, or industry to generate entrepreneurial activities. Iran's petrochemical industry should begin producing petrochemical and chemical materials with a high added value to overcome the challenges. In addition, the petrochemical industry should foster entrepreneurship and generate sustainable employment by systematically developing downstream petrochemical industries in the form of petrochemical and chemical industrial parks and by creating knowledge-based small and medium-sized petrochemical enterprises with a focus on innovation and the production of new products. On the other hand, modern and effective management can lower production costs and ultimately achieve the maximum added value of petrochemical raw materials. The survival of organizations, however, depends on productive employees who actively seek to change and improve the working environment, raise funds, and engage in activities that can result in higher work outputs in today's competitive business environment. Employees exhibit productive work behaviors such as influencing, self-starting, forward-thinking, and a desire for active participation. The current study's objective is to investigate how productive work behaviors are created and developed in subordinates, with transformational leadership as one of the moderating factors. Therefore, encouraging productive work behaviors that arise from a transformational leader's interactive style with subordinates can help subordinates become more innovative and creative. The combination of transformational leadership and productive employee characteristics will produce a synergistic environment where creativity and innovation can flourish.

فصلنامه علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای
بهار ۱۴۰۲، دوره ۲۰، شماره ۱، ۵۳-۳۱
آدرس نشریه: https://karafan.tvu.ac.ir/
doi:10.48301/KSSA.2023.360651.2272

ارایهٔ مدل ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه سبز در صنعت پتروشیمی

حمیدرضا کتابچی[۱]، رضا رادفر[۲*]، عباس طلوعی اشلقی[۳]، عباس خمسه[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت تکنولوژی، واحد امارات، دانشگاه آزاد اسلامی، دبی، امارات متحده عربی.
۲ و ۳- استاد، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۴- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱
بازنگری مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۰۳
پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵

کلید واژگان:
جذب نوآوری‌های فناورانه سبز
صنعت پتروشیمی
مدل ارتقای ظرفیت

***نویسنده مسئول:** رضا رادفر
پست الکترونیکی:
radfar@gmail.com

چکیده

صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های توسعه‌دهنده و ارزش افزا، در ادامه زنجیرهٔ صنایع نفت و گاز قرار دارد. پروژه‌های نوآوری یک شرکت باید با منابع و اهداف آن همخوانی داشته باشد، هدف از پژوهش حاضر، ارائه مدلی جهت ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه سبز در صنعت پتروشیمی ایران بود. این پژوهش از نظر روش تلفیقی (کیفی- کمی) و از نظر هدف کاربردی بود و در سال ۱۴۰۱ انجام گرفت جامعهٔ آماری این پژوهش، شرکت‌های صنعت پتروشیمی بودند که جهت ترسیم حلقه‌های علی معلولی و مدل‌سازی از خبرگان این حوزه به روش گلوله برفی استفاده شده است. برای جمع‌آوری اطلاعات در بخش کیفی از مصاحبه با خبرگان (۱۳ خبره) و در بخش کمی نیز داده‌های حاصل شده از بخش اول در قالب تحلیل‌های کمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مرحلهٔ تجزیه و تحلیل داده‌ها فرآیندی چندمرحله‌ای است که طی آن داده‌هایی که از طریق به‌کارگیری ابزارهای جمع‌آوری در نمونه (جامعه) آماری فراهم آمده‌اند خلاصه، کدبندی و دسته‌بندی و درنهایت پردازش می‌شوند تا زمینهٔ برقراری انواع تحلیل‌ها و ارتباط‌ها بین این داده‌ها به‌منظور آزمون فرضیه‌ها فراهم آید. در بخش کیفی از روش کدگذاری و در بخش کمی از نرم‌افزار ونسیم (Vensim) نسخه ۷/۳ و Super decision نسخه ۲ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که موانع ساختاری، موانع قانونی، موانع نگرشی و موانع زیرساختی شرکت بر ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران تأثیر دارد.

شاپای الکترونیکی: ۲۵۳۸-۴۴۳۰
شاپای چاپی: ۲۳۸۲-۹۷۹۶

©2023 the authors. Published by Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC License) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

مقدمه

در عصر حاضر با توجه به وجود برخی از محدودیت‌های زیست‌محیطی به‌ویژه در تجارت جهانی و تنگ شدن عرصهٔ رقابت، به‌ناچار بعضی شرکت‌های انتفاعی از یک‌سو برای رفع این محدودیت‌ها و دست‌یابی به درآمد بیشتر و یا کسب محبوبیت جاری مجبور به تحمل هزینه‌ای زیست‌محیطی بوده و از سوی دیگر برای ارزیابی مثبت عملکرد خاص حفاظت از محیط‌زیست ناچار به کاهش هزینه‌های مزبور هستند [۱]. عوامل متفاوت و بعضی مواقع متعارضی، رفتارها و تصمیم‌های روزانه را در برخورد با مسائل محیط‌زیست شکل می‌دهند. بشر همواره با فرآیند توسعهٔ فناوری، پیوندی ناگسستنی داشته است. اما آنچه در حال حاضر به مسئله فناوری بعد تازه‌ای داده است، سرعت و عمق و تداوم جریان مستمر پیشرفت آن است که منجر به رشد و توسعهٔ صنعتی و اقتصادی بسیاری از کشورها شده است [۲].

نوآوری فرآیندی پیچیده است که فعالیت اجزای متعددی را می‌طلبد و این اجزا روابطی پیچیده با هم دارند. وجود این روابط پیچیده ما را ملزم می‌سازد به نوآوری نگاهی سیستماتیک داشته باشیم. مهم‌ترین وظیفه هر سیستم نوآوری، تولید، انتشار و کاربرد فناوری است. بنابراین ویژگی اصلی این سیستم، توانایی اجزا آن در تولید و انتشار فناوری‌هایی است که ارزش اقتصادی دارند. ویژگی‌های پویایی سیستم (یعنی استحکام، انعطاف‌پذیری، توان تغییر و واکنش به تغییرات محیطی) از مهم‌ترین ویژگی‌های سیستم نوآوری است [۳].

از طرف دیگر، یکی از مفاهیم مهمی که امروزه در بسیاری از کشورها به آن توجه شده است، مفهوم ظرفیت جذب دانش و فناوری است که در سطوح مختلفی از قبیل سطح بنگاه [۴]، ملی و سازمانی مطرح می‌شود. اثرات جانبی مثبتی که در اثر جریان‌های بین‌المللی فناوری ایجاد می‌شوند، فرصت خوبی برای کشورهای درحال‌توسعه فراهم می‌کنند تا از این دانش خارجی استفاده نمایند [۵].

به‌موازات تحولات ناشی از صنعتی شدن و نوسازی، شرایط زیست‌محیطی نیز دستخوش دگرگونی‌هایی شده‌اند و این دگرگونی‌ها بیشتر تخریب محیط‌زیست و حتی انقراض برخی گونه‌های زیستی، گیاهی و جانوری را در پی داشته است. این دگرگونی‌ها در دهه‌های اخیر به‌عنوان دغدغه کارشناسان اجتماعی و زیست‌محیطی و در سالیان کنونی به‌عنوان دغدغهٔ عمومی جلوه نموده است به‌گونه‌ای که امروزه بسیاری از تشکل‌های مردم‌نهاد در راستای جلوگیری از تخریب‌های زیست‌محیطی و با هدف حفظ محیط‌زیست به فعالیت می‌پردازند. برجسته شدن مسئله محیط‌زیست باعث جهت‌دهی بسیاری از محققان و مراکز علمی و دانشگاهی به این حوزه شده است. بهبود نرخ موفقیت‌های نوآورانه یک شرکت به یک استراتژی کاملاً سنجیده و کار شده نیاز دارد [۶].

پروژه‌های نوآوری یک شرکت باید با منابع و اهداف آن هم‌خوانی داشته باشد، از قابلیت‌ها و شایستگی‌های اصلی آن بهره گیرد و به آن در دست‌یابی به نیت استراتژیک کمک کند. ساختار سازمانی یک شرکت و سیستم‌های کنترل آن باید درعین‌حال که تولید ایده‌های نوآورانه را تشویق می‌کنند، اجرای کارآمد آن را نیز تضمین نمایند [۷].

صنعت پتروشیمی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های توسعه‌دهنده و ارزش افزا، در ادامه زنجیرهٔ صنایع نفت و گاز قرار دارد. جهت بیان اهمیت صنعت پتروشیمی، ذکر این نکته کافی است که در میان صنایع موجود با فعالیت زنجیره‌ای، این صنعت طولانی‌ترین زنجیرهٔ تولید محصولات (مشتق شده نفتی) را به خود اختصاص داده است. ارزانی و فراوانی مواد اولیه، ایجاد فرصت‌های شغلی، انتقال فناوری‌های پیشرفته و مهم‌تر از همه ارزش‌افزوده چشمگیر باعث شده است که در برنامه‌های توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی به این صنعت توجه بیشتری شده و احداث مجتمع‌های پتروشیمی در اولویت قرار گیرد. علی‌رغم وجود مطالعات متعدد در زمینهٔ مدیریت نوآوری و مدیریت فناورانه، نوآوری‌های فناورانه و ظرفیت جذب در این ایران، کمتر مورد بررسی محققان داخلی قرار گرفته و خلأ پژوهشی شکل داده است. نوآوری پژوهش حاضر این است که سعی شده از روش تلفیقی (کیفی- کمی) استفاده نمایند تا نتایج از تعمیم‌پذیری بیشتری برخوردار شوند. دیگر اینکه نتایج این پژوهش می‌تواند در کنار یافته‌های قبلی در حوزهٔ این صنعت مورد بررسی قرار گرفته و برخی از چالش‌ها و موانع پیش رو بیشتر مورد تأمل قرار گیرد. بر اساس مطالب مطرح‌شده، هدف اصلی تحقیق حاضر ارایهٔ مدل ارتقای

جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران است که درنهایت با یک رویکرد کیفی-کمی انجام می‌شود. در این پژوهش ابتدا مقدمه ذکر شده و در ادامه مبانی نظری به‌صورت مختصر شرح داده شد و سپس با روش تلفیقی و ابتدا با مصاحبه با خبرگان یافته‌های کیفی احصا و در ادامه مورد تحلیل‌های کمی قرار گرفتند و درنهایت در پایان پژوهش مدل نهایی ارائه‌شده است.

مبانی نظری

نوآوری فناورانه، پدیده‌ای است که از به‌کارگیری وسیع سیستم‌های کامپیوتری در سازمان‌ها و جامعه و تحول عمیق ناشی از این به‌کارگیری به وجود آمده است. تغییر حاصل از به‌کارگیری سیستم‌های کامپیوتری، در لایه‌های مختلفی ایجاد شده، و در هر لایه منجر به بروز اثرات مختلف، در محدوده‌های مختلفی ایجاد نگرش به این پدیده با تعریفی که ارائه شد، ما را تفکر و بنیان‌های نظری جدیدی در مقوله‌های سازمان‌دهی، کنترل و هدایت راهبردی نظام‌های خرد و کلان می‌کشاند. یکی از مهم‌ترین اثرات این موضوع را شاید بتوان در مقولهٔ برنامه‌ریزی توسعه، منشأ اثر تحول اساسی دانست. شاید مهم‌ترین وجه این تحول، لزوم وجود برنامه‌ریزی توسعه در پارادایمی نو مبتنی بر یک دستگاه نظری در بطن معماری نظام باشد [۸]. هرکما و همکاران نیز نوآوری را به‌عنوان یک فرآیند دانشی تعریف می‌کند که به خلق دانش جدید در جهت توسعهٔ راه‌حل‌های تجاری و مناسب رشد و ترقی کمک می‌کند [۹].

پارادایم کارآفرینی بر فعالیت خلاقانه به‌عنوان فرآیند اصلی نوآوری تأکید دارد. البته در این نظریه، کارآفرینی لزوماً به معنای ایجاد و استقرار یک شرکت یا یک کارخانه جدید نیست. کارآفرینی می‌تواند در درون شرکت‌های موجود نیز اتفاق بیفتد و حتی در مواردی گروه‌های کارآفرینی را در سازمان‌ها به وجود آورد. مدیریت نوآوری در این پارادایم، کار دشواری است [۱۰].

منابع نوآوری

از دیگر فرصت‌های نوآوری، تغییرات در صنعت و بازار است. وقتی یک صنعت با سرعت رشد می‌کند، ساختار آن نیز تغییر می‌کند و شرکت‌های تثبیت‌شده و رهبران سنتی بازار معمولاً سهم بازار رو به افزایش خود را از دست می‌دهند و فرصت‌های جدیدی (که معمولاً با آنچه که قبلاً شرکت‌ها برای خود تعریف کرده بودند، متفاوت است) پیش روی شرکت‌ها قرار می‌گیرد. بنابراین نوآوران فرصت‌های خوبی به دست می‌آورند که با نوآوری‌های خود برای مدتی در بازار، رهبر باشند. مطالعه بر روی شرکت‌های موفق آمریکایی و شرکت‌های موفق انگلیسی نشان می‌دهد که شرکت‌های موفق توجه بیشتری به بازارهای خود می‌کنند و نوآوری‌های موفق معمولاً پاسخ به نیازهای بازار است. همچنین توجه به مشتری و نوآوری مستمر دو جزء اجتناب‌ناپذیر شرکت‌های موفق است. درواقع بسیاری از نوآوری‌ها از منبع مصرف‌کنندگان و نه تولیدکنندگان و ... ارائه می‌شود. امروزه بسیاری از سازمان‌های پیشرو هزینه‌های هنگفتی را صرف گردآوردن اطلاعات جامعی درباره وضعیت رقبای خویش (آنهایی که در رقابت مستقیم با سازمان‌ها می‌باشند) و همچنین درباره بهترین تولیدکنندگان در رشته (آنهایی که به‌طور مستقیم در رقابت با سازمان نبوده ولی زمینهٔ کارشان مشابه است) می‌نمایند و وضع خود را با آنها مورد مقایسه قرار داده و جهت رفع کمبودهای خویش تلاش می‌کنند [۱۱].

نوآوری در طراحی با استفاده از کامپیوتر و سیستم‌های قابل‌انعطاف تولید (FMS)[1] در بسیاری از بازارها مؤثر است و نیز بر روی انواع دیگر نوآوری به‌خصوص توسعهٔ کاربرد محصول و تجدید سازمان تأثیر دارد. این مزیت رقابتی را TBC[2] یا مزیت رقابتی مبتنی بر زمان می‌گویند. شرکت تویوتا با استفاده از سیستم قابل‌انعطاف تولید توانست عرضهٔ ماشین جدید را در عرض سه سال انجام دهد. (شرکت «دترویت» که سیستم FMS ندارد در عرض ۵ سال موفق به عرضهٔ

[1] Flexible Manufacturing System
[2] Time – Best Competition

ماشین جدید می‌شود). ۳- نوآوری در فرآیند تولید باعث می‌شود که عرضهٔ یکنواخت تولید با کیفیت بالا و یا قیمت پایین امکان‌پذیر گردد. نوآوری فرآیند نیاز به سرمایه‌گذاری اساسی و اغلب بلندمدت دارد و اداره مؤثر نوآوری فرآیند نیاز به مهارت‌های مهندسی و مدیریت تولید و مهارت‌های خرید دارد [۸]. بر اساس مطالب مطرح شده فرضیه‌های پژوهش عبارت‌اند از:

۱- عوامل مختلفی چون مدیریت دانش، عوامل اقتصادی، تسهیلات و امکانات و مدیریت نوآوری بر ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه تأثیر دارد.

۲- عواملی چون قوانین و سیاست‌ها، حمایت مدیریت ارشد و منابع انسانی بر ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه سبز در صنعت پتروشیمی تأثیر دارد.

در ادامهٔ پژوهش پیشینهٔ پژوهش‌های داخلی و خارجی مطابق جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. پیشینهٔ پژوهش انجام شده داخلی و خارجی در مورد نوآوری‌های فناورانه سبز.

ردیف	عنوان	محقق- سال	نتایج
۱	مدل‌سازی تأثیر شناسایی، جذب و اکتساب فناوری بر جهش فناورانه	قلی زاده و همکاران (۱۳۹۳) [۱۲]	تأثیر مثبت و معنادار ظرفیت جذب بر دستیابی و ابعاد نگهداری و تعهد به نوآوری مهم‌ترین ابعاد ظرفیت جذب و دست‌یابی سریع شناسایی بودند.
۲	تجزیه‌وتحلیل سطح قابلیت‌های نوآوری فنّاورانه صنعت پتروشیمی ایران و ارائه راهکارهای بهبود	حمیدی اصل و صدیقی‌زاده (۱۳۹۴) [۱۳]	سطح قابلیت‌های نوآوری و فناورانه و شکاف موجود در صنایع پتروشیمی مورد سنجش قرار گرفت و در نهایت مدل نهایی تایید شد.
۳	آسیب‌شناسی عدم توفیق توسعهٔ فناورانه صنعت نفت ایران از طریق مطالعه تطبیقی با نروژ	امیر قدسی و همکاران (۱۳۹۵) [۱۴]	ایجاد ظرفیت‌های جذب فناوری، انجام تحقیق و توسعه در صنعت نفت، ایجاد دانش از سوی شرکت‌های پیمانکار نفتی، انتقال و توسعه فناوری از طریق ساخت در صنعت نفت در چارچوب مطالعهٔ تطبیقی بین این دو کشور مورد بررسی تطبیقی قرار گرفت.
۴	رابطهٔ نوآوری‌های فناورانه و عملکرد شرکت‌ها	لین[1] و همکاران(۲۰۲۰) [۱۵]	نتیجه گرفتند که نوآوری‌های فناورانه تأثیر مثبتی بر عملکرد شرکت دارد و رهبری اخلاقی نقش اساسی در تعدیل این تأثیر دارد،
۵	تأثیر همکاری با سازمان‌های خارجی بر نوآوری‌های فناوری، محصول و فرآیند	رادیک و پینتو[2] (۲۰۱۹) [۱۶]	نتایج نشان داد که همکاری با تأمین‌کنندگان و دانشگاه‌ها با نوآوری محصول و فرآیند ارتباط مثبتی دارد. درحالی‌که همکاری با دانشگاه‌ها، احتمال نوآوری در صنایع با درجهٔ کمتری از شدت فناوری را افزایش می‌دهد.
۶	مؤلفه‌های تأثیرگذار بر توسعهٔ فناوری در سیستم‌های نوآوری فناوری در انرژی‌های تجدید پذیر	آلکمد و همکاران[3] (۲۰۱۱) [۱۷]	عوامل مربوط به تجاری‌سازی، تغییر اهمیت و نگاه به موضوع، سیاست‌های ناپایدار، مشروعیت بخشی، یادگیری در زمان انجام کار، قابلیت‌ها و شایستگی‌های اساسی، قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری‌های نادرست هستند.

[1] Lin
[2] Radicic & Pinto
[3] Alkemade

ردیف	عنوان	محقق- سال	نتایج
۷	بررسی ارتباط بین پیوندهای همکاری و نوآوری در صنایع انگلستان	تاملینسون[1] (۲۰۱۰) [۱۸]	نتایج این پژوهش تأییدکننده وجود ارتباط مثبت معنی‌دار بین همکاری درون شرکت‌ها و عملکرد نوآورانه بوده است. همچنین وجود ارتباط بین عملکرد نوآورانه و اندازهٔ شرکت، واحد تحقیق و توسعه، سن شرکت، همکاری با تأمین‌کنندگان مواد خام، همکاری با خریداران و رقبا تائید شده است.

روش تحقیق

روش این پژوهش از نوع تحقیقات آمیخته (کیفی- کمی) بود که در سال ۱۴۰۱ انجام گرفت. در مرحلهٔ کیفی این تحقیق از روش اکتشافی استفاده شد. در این روش محقق ابتدا اقدام به گردآوری داده‌های کیفی می‌کند و پس از آن داده‌های کیفی را به روش کمی مورد استفاده قرار خواهد داد. بخش کیفی این نوع تحقیقات پدیدارشناسانه می‌باشد. این تحقیقات به دسته روش‌های کیفی گفته می‌شود که محقق درصدد بررسی تجربیات نمونه مورد بررسی پیرامون متغیرهای مورد بررسی می‌باشد [۱۹]. در بخش کمی نیز از روش توصیفی استفاده می‌شود. برای تعیین ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌ها از آمار توصیفی و برای تعیین وضع موجود، تعیین عوامل اثرگذار، تعیین سهم هر یک از عوامل اثرگذار، تعیین درجهٔ مناسب برای مدل پیشنهادی از نرم‌افزار ونسیم استفاده شد.

جامعهٔ آماری بخش کیفی شامل خبرگان آشنا با نوآوری‌های فناورانه و صنایع بودند که جهت شناخت آنان از روش نمونه‌گیری هدفمند و بر اساس ملاک‌هایی مانند داشتن تألیفات در زمینه فناوری‌های سبز، نوآوری، سابقهٔ تدریس در زمینهٔ نوآوری‌های سبز و محیط زیست، سابقهٔ مدیریت در شرکت‌های صنعتی و میل به شرکت در مصاحبه انتخاب شدند. بر این اساس تعداد ۱۳ نفر در نمونه پژوهش شرکت داشتند و بر اساس قاعدهٔ اشباع نظری کار مصاحبه‌ها ادامه یافت. ابزار پژوهش در بخش کیفی مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته بود که اعتبار آن با روایی صوری و برای پایایی داده‌ها نیز از روش ضریب توافق کدگذاری استفاده شد. بر این اساس متن ۳ مصاحبه به‌صورت تصادفی انتخاب و کدگذاری مجدد بیم محقق و کدگذار مجرب دیگری انجام شد که حاصل ضریب توافق بین کدگذاران ۰/۹۱ شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از روش تحلیل مضمون استفاده شد.

همچنین جامعهٔ آماری بخش کمی شامل کارکنان شرکت‌های صنایع به تعداد ۲۲۰۱ بودند که حجم نمونه بر اساس جدول مورگان تعداد ۳۰۰ نفر انتخاب شد. همچنین روش نمونه‌گیری نیز به‌صورت تصادفی ساده بود. ابزار پژوهش نیز پرسش‌نامه محقق ساخته بر اساس داده‌های کیفی بخش کیفی بود که اعتبار آن با روایی صوری و خبرگان بررسی شد و پایایی نیز با روش آزمون آلفای کرونباخ ۰/۸۸ حاصل شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از روش تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP) با نرم‌افزار Super decision استفاده شد و درنهایت جهت ترسیم حلقه‌های علی معلولی و مدل‌سازی از روش سیستم دینامیک با نرم‌افزار ونسیم نسخه ۷/۳ استفاده شد.

یافته‌ها

ابتدا برخی از ویژگی‌های مشارکت‌کنندگان (جنسیت، سابقه کار و میزان تحصیلات) در پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است.

[1] Tomlinson

جدول ۲. ویژگی‌های متغیرهای جمعیت شناختی جامعه پژوهش.

آماره	نوع	فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۲۶۷	۸۹
	زن	۳۳	۱۱
سابقه کار	۱ تا ۵ سال	۳۱	۱۰
	۶ تا ۱۵ سال	۹۲	۳۱
	۱۶ تا ۲۵ سال	۱۱۰	۳۷
	بیش از ۲۵ سال	۶۷	۲۲
میزان تحصیلات	لیسانس	۱۵۵	۵۲
	فوق‌لیسانس	۱۱۸	۳۹
	دکتری	۲۷	۹

برای تحلیل متن مصاحبه‌ها همه مصاحبه‌ها چند بار مورد بازبینی قرار گرفتند و هر جا نیازمند توضیحات بیشتر بود مجدد به اصل متن و سند رجوع شد. بر همین اساس گاهی برای توضیحات دقیق‌تر مجدد به مصاحبه‌کننده رجوع شد تا مفاهیم و جملات دقیقاً برگرفته از درک و دیدگاه مصاحبه‌کنندگان باشد. درنهایت حاصل تحلیل یافته‌ها مطابق با جدول ۳ ارائه‌شده است.

جدول ۳. عوامل ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران بر اساس دیدگاه مصاحبه‌شوندگان.

عوامل	ابعاد	شاخص
	منابع انسانی	مهارت‌های ارتباطی
		تخصص
		تسلط بر فناوری اطلاعات
		تجربه
		آموزش ضمن خدمت
		حمایت مدیریت ارشد
		مدیریت دانش
	عوامل نهادی و سازمانی	تحقیق و توسعه
		شبکه‌سازی
		یادگیری سازمانی
		مدیریت نوآوری
		ارزیابی عملکرد
		کنترل مستمر
		پویایی سازمان
	عوامل ساختار بازار	بازار رقابتی
		شناخت سرمایه‌گذاران
		ویژگی‌های خاص بازار
		سرمایهٔ بازار

عوامل	ابعاد	شاخص
عوامل ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران		بحران مالی
		تحلیل بازار
		بهبود مستمر
	عوامل فرهنگی	توجه به مسائل زیست‌محیطی
		عوامل رفتاری و تصمیم‌گیری
		ارزش‌آفرینی در سازمان
	عوامل کسب و کار	محیط کارآفرینی
		مسائل بین‌المللی
		ایجاد جذابیت
		آگاهی از کارآفرینی فناورانه
		مدیریت ریسک
	عوامل فناوری	انتقال فناوری
		تولید نیمه‌صنعتی
		پایش فناوری
		استانداردسازی و مستندسازی
		طراحی و توسعهٔ محصول
		چرخهٔ حیات فناوری
		چابکی سیستم
	عوامل دانش و اطلاعات	مکانیسم انتشار اطلاعات
		تحقیق و توسعه
		مدیریت دانش
		برگزاری کنفرانس‌ها
		برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی
		مدیریت فرآیند
	عوامل اقتصادی	مکانیسم تأمین منابع برای دولت
		جذب سرمایه‌گذاری خارجی
		تأمین اعتبار برای سرمایه‌گذاران
		سازوکارهای نظارتی
		تورم
		نوسانات نرخ ارز
	عوامل دولتی	سیاست‌های کلان دولتی
		قوانین و سیاست‌های بین‌المللی
		سیاست‌های توسعهٔ نوآوری در صنعت
		قوانین و روش‌های توسعهٔ صنعت
		سیاست‌گذاری در جهت‌دهی به صنعت
		کمبود نظارت

در جدول ۴ نیز موانع اندازه‌گیری ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران از دیدگاه مشارکت‌کنندگان احصا و ارائه‌شده است.

جدول ۴. موانع اندازه‌گیری ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران.

موانع	ابعاد	شاخص
موانع اندازه‌گیری ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران	موانع ساختاری شرکت	عدم کارایی سیستم تحقیق و توسعه
		عدم کارایی سیستم ارزیابی عملکرد
		عدم کارایی سیستم پاداش
		نبود تصمیم‌گیری بهینه
		عدم کارایی سیستم مالی
		نداشتن راهبرد
	موانع قانونی	عدم انعطاف‌پذیری قوانین و مقررات حاکم بر سیستم
		فقدان کارایی در قوانین و مقررات بانکی
		فقدان کارایی در قوانین مالیاتی
		فقدان کارایی در قوانین کار و تجارت
		وجود انحصارات دولتی ناشی از قوانین و مقررات
		فقدان کارایی در قوانین و مقررات گمرکی
		فقدان کارایی در قانون و مقررات ورشکستگی
		فقدان کارایی در قوانین حقوق مالکیت معنوی و ثبت اختراع
		فقدان کارایی در قوانین زیست‌محیطی
	موانع نگرشی	خطرپذیری مالی کم (ترس از دست دادن سرمایه شخصی)
		عدم دست‌یابی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری (ترس از ناتوانی تهیهٔ منابع مالی کافی برای راه‌اندازی کسب و کار)
		موانع اداری (نگرانی از عدم امکان تأمین الزامات قانونی)
		هزینه‌ها / خطرات اجتماعی (نگرانی از فقدان احتمالی امنیت اجتماعی)
		فقدان مهارت‌ها (ترس از نداشتن مهارت و تجربهٔ مناسب و کافی)
	موانع زیرساختی	فقدان زیرساخت‌های تجاری، تخصصی و حرفه‌ای موردنیاز شرکت-های جدید و در حال رشد
		عدم‌حمایت هنجارهای اجتماعی و فرهنگی از کارآفرینی
		نبود زیرساخت‌های مناسب فیزیکی برای شرکت‌های جدید و در حال رشد
		فقدان وجود حمایت مالی کافی برای شرکت‌های جدید و در حال رشد
		فقدان یا ناکافی بودن برنامه‌های دولتی برای کمک به شرکت‌های جدید و در حال رشد
		عدم تأکید نظام تعلیم و تربیت (آموزش‌وپرورش و آموزش عالی) بر توسعهٔ نوآوری
		نبود فضای آزاد بازار برای شرکت‌های جدید و در حال رشد

بعد از انجام مرحلهٔ کیفی و احصا دیدگاه مشارکت‌کنندگان در مورد عوامل و موانع ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه سبز در صنعت پتروشیمی ایران، یافته‌های کیفی مورد تحلیل کمی قرارگرفت و بار عاملی شاخص‌های عوامل و موانع ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه سبز در صنعت پتروشیمی ایران مطابق جداول ۵ و ۶ ارائه شد.

جدول ۵. شناسایی شاخص‌های نهایی ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی.

عوامل	R^2	ابعاد	R^2	شاخص	کد شناسه	بار عاملی	R^2
عوامل ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران	۰.۹۳	منابع انسانی	۰.۹۴	مهارت‌های ارتباطی	VAR0001	۰.۷۶	۰.۷۷
				تخصص	VAR0002	۰.۷۲	۰.۷۳
				تسلط بر فناوری اطلاعات	VAR0003	۰.۷۵	۰.۹۵
				تجربه	VAR0004	۰.۸۱	۰.۸۴
				آموزش ضمن خدمت	VAR0005	۰.۹۳	۰.۷۱
				حمایت مدیریت ارشد	VAR0006	۰.۹۴	۰.۷۶
		عوامل نهادی و سازمانی	۰.۸۷	تحقیق و توسعه	VAR0008	۰.۸۴	۰.۸۵
				یادگیری سازمانی	VAR00010	۰.۹۳	۰.۹۴
				مدیریت نوآوری	VAR00011	۰.۷۷	۰.۸۳
				کنترل مستمر	VAR00013	۰.۷۱	۰.۷۹
				پویایی سازمان	VAR00014	۰.۷۲	۰.۷۲
		عوامل ساختار بازار	۰.۸۹	بازار رقابتی	VAR00015	۰.۷۹	۰.۸۹
				ویژگی‌های خاص بازار	VAR00017	۰.۷۳	۰.۹۲
				بحران مالی	VAR00019	۰.۷۹	۰.۹۳
				تحلیل بازار	VAR00020	۰.۸۴	۰.۹۶
		عوامل فرهنگی	۰.۹۳	توجه به مسائل زیست‌محیطی	VAR00022	۰.۷۹	۰.۸۴
				عوامل رفتاری و تصمیم‌گیری	VAR00023	۰.۸۱	۰.۷۵
				ارزش‌آفرینی در سازمان	VAR00024	۰.۸۳	۰.۹۴
		عوامل کسب‌وکار	۰.۸۸	محیط کارآفرینی	VAR00025	۰.۷۹	۰.۸۸
				مسائل بین‌المللی	VAR00026	۰.۷۵	۰.۸۶
				آگاهی از کارآفرینی فناورانه	VAR00028	۰.۷۹	۰.۹۳
				مدیریت ریسک	VAR00029	۰.۸۱	۰.۹۱
		عوامل فناوری	۰.۷۶	انتقال فناوری	VAR00030	۰.۸۸	۰.۸۶

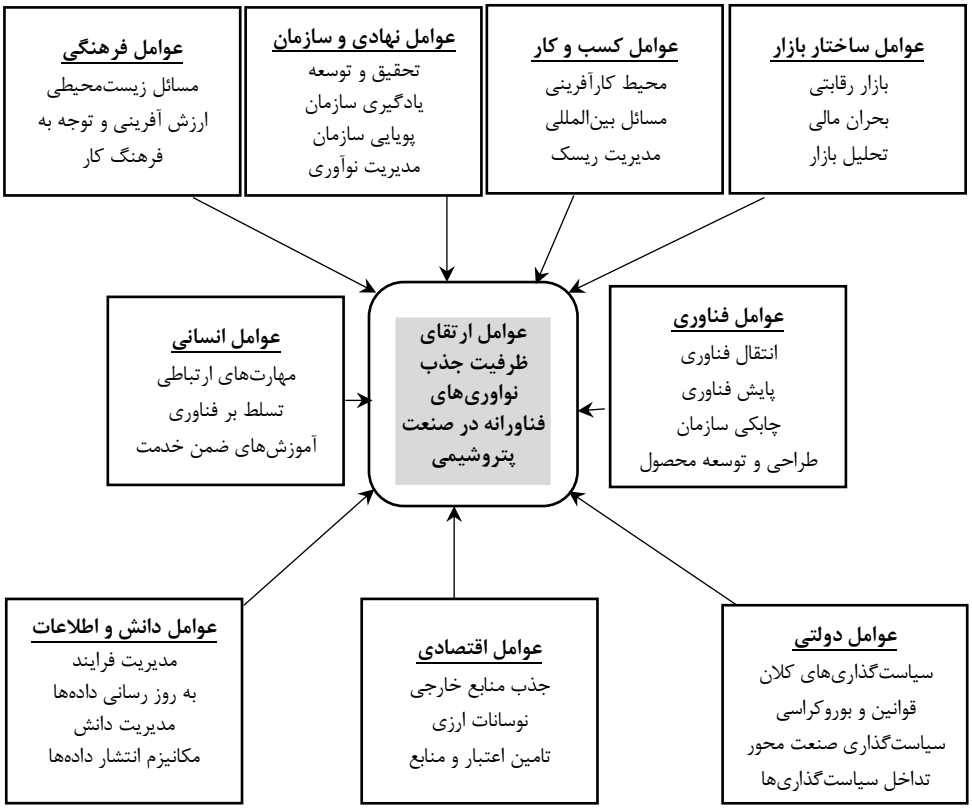
عوامل	R^2	ابعاد	R^2	شاخص	کد شناسه	بار عاملی	R^2
				پایش فناوری	VAR00032	۰.۷۵	۰.۹۳
				استانداردسازی و مستندسازی	VAR00033	۰.۸۹	۰.۹۱
				طراحی و توسعهٔ محصول	VAR00034	۰.۹۵	۰.۸۶
				چرخهٔ حیات فناوری	VAR00035	۰.۸۶	۰.۸۷
				چابکی سیستم	VAR00036	۰.۷۱	۰.۸۲
		عوامل دانش و اطلاعات	۰.۹۲	مکانیسم انتشار اطلاعات	VAR00037	۰.۷۶	۰.۹۲
				تحقیق و توسعه	VAR00038	۰.۸۳	۰.۹۴
				مدیریت دانش	VAR00039	۰.۷۲	۰.۸۴
				برگزاری اجلاس‌ها	VAR00040	۰.۹۲	۰.۸۷
				برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی	VAR00041	۰.۷۸	۰.۷۶
				مدیریت فرآیند	VAR00042	۰.۷۷	۰.۹۴
		عوامل اقتصادی	۰.۸۵	مکانیسم تأمین منابع برای دولت	VAR00043	۰.۹۲	۰.۷۲
				جذب سرمایه‌گذاری خارجی	VAR00044	۰.۷۷	۰.۷۰
				تأمین اعتبار برای سرمایه‌گذاران	VAR00045	۰.۸۵	۰.۸۱
				سازوکارهای نظارتی	VAR00046	۰.۷۰	۰.۸۹
				تورم	VAR00047	۰.۷۰	۰.۷۶
				نوسانات نرخ ارز	VAR00048	۰.۹۳	۰.۸۵
		عوامل دولتی	۰.۸۹	سیاست‌های کلان دولتی	VAR00049	۰.۷۸	۰.۷۴
				قوانین و سیاست‌های بین‌المللی	VAR00050	۰.۷۳	۰.۷۱
				سیاست‌های توسعهٔ نوآوری در صنعت	VAR00051	۰.۷۶	۰.۹۴
				قوانین و روش‌های توسعه صنعت	VAR00052	۰.۸۱	۰.۹۶
				سیاست‌گذاری در جهت‌دهی به صنعت	VAR00053	۰.۷۹	۰.۷۳
				کمبود نظارت	VAR00054	۰.۷۲	۰.۸۷

مطابق نتایج جدول ۵ عوامل ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران دارای ۴۶ شاخص و ۹ عامل اصلی (شامل منابع انسانی، عوامل نهادی و سازمانی، عوامل ساختار بازار، عوامل فرهنگ، عوامل کسب‌وکار، عوامل فناوری، عوامل دانش و اطلاعات، عوامل اقتصادی و عوامل دولتی) است.

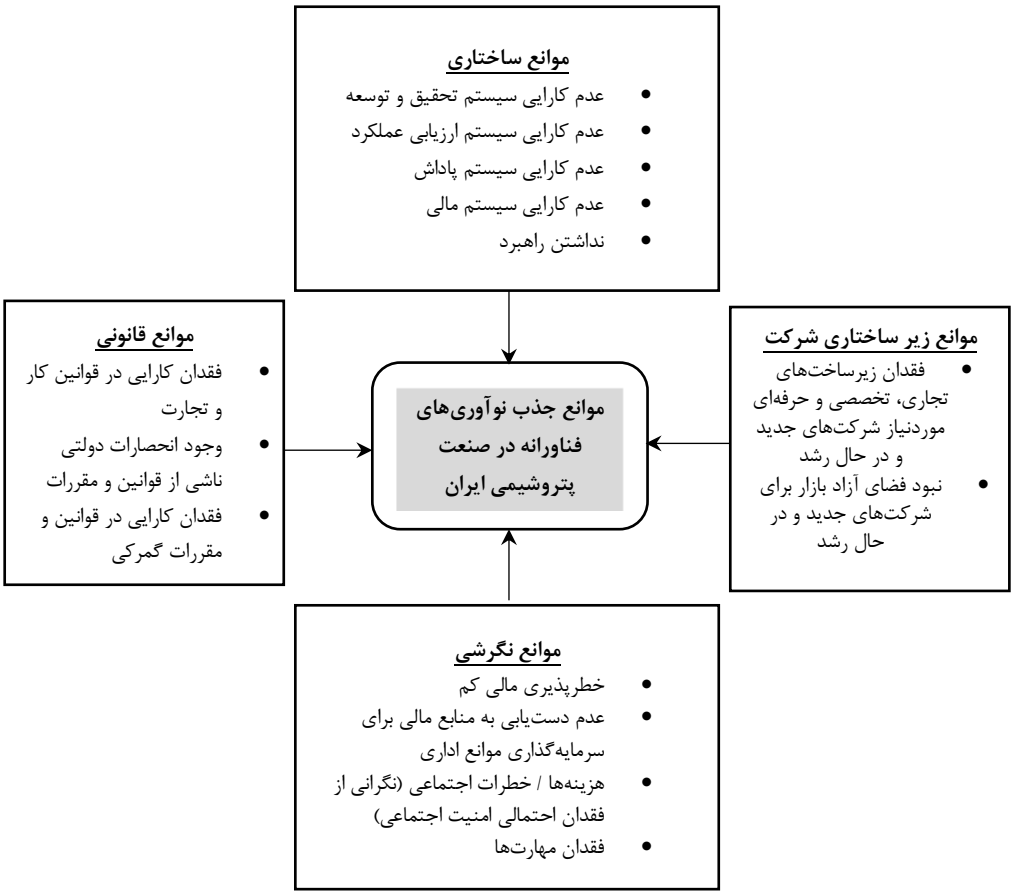
جدول ۶. شاخص‌های نهایی موانع جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران.

موانع	R^2	ابعاد	R^2	شاخص	کد شناسه	بار عاملی	R^2
موانع اندازه‌گیری ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران	۰.۸۸	موانع ساختاری شرکت	۰.۹۲	عدم کارایی سیستم تحقیق و توسعه	VAR00056	۰.۷۲	۰.۸۶
				عدم کارایی سیستم ارزیابی عملکرد	VAR00057	۰.۷۰	۰.۷۳
				عدم کارایی سیستم پاداش	VAR00058	۰.۷۸	۰.۸۱
				عدم کارایی سیستم مالی	VAR00060	۰.۷۹	۰.۷۲
				نداشتن راهبرد	VAR00061	۰.۷۶	۰.۷۰
		موانع قانونی	۰.۹۴	فقدان کارایی در قوانین کار و تجارت	VAR00065	۰.۷۳	۰.۸۹
				وجود انحصارات دولتی ناشی از قوانین و مقررات	VAR00066	۰.۷۷	۰.۷۳
				فقدان کارایی در قوانین و مقررات گمرکی	VAR00067	۰.۷۶	۰.۹۲
		موانع نگرشی	۰.۹۱	خطرپذیری مالی کم (ترس از دست دادن سرمایه شخصی)	VAR00071	۰.۷۳	۰.۹۶
				عدم دست‌یابی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری (ترس از ناتوانی تهیهٔ منابع مالی کافی برای راه‌اندازی کسب‌وکار)	VAR00072	۰.۷۲	۰.۷۷
				موانع اداری (نگرانی از عدم امکان تأمین الزامات قانونی)	VAR00073	۰.۷۰	۰.۷۱
				هزینه‌ها / خطرات اجتماعی (نگرانی از فقدان احتمالی امنیت اجتماعی)	VAR00074	۰.۷۱	۰.۸۵
				فقدان مهارت‌ها (ترس از نداشتن مهارت و تجربهٔ مناسب و کافی)	VAR00075	۰.۹۳	۰.۹۲
		موانع زیرساختی	۰.۹۴	فقدان زیرساخت‌های تجاری، تخصصی و حرفه‌ای موردنیاز شرکت‌های جدید و در حال رشد	VAR00076	۰.۸۲	۰.۷۳
				نبود فضای آزاد بازار برای شرکت‌های جدید و در حال رشد	VAR00082	۰.۷۵	۰.۹۳

مطابق نتایج جدول ۶ موانع اندازه‌گیری ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران دارای ۱۸ شاخص و ۴ مانع اصلی (شامل موانع ساختاری شرکت، موانع قانونی، موانع نگرشی و موانع زیرساختی) است. در ادامه، مدل نهایی پژوهش نشان داده شده است.



شکل ۱. ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه سبز در صنعت پتروشیمی.



شکل ۲. موانع اندازه‌گیری ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران.

در ادامه آزمون نرمال بودن (کولموگروف اسمیرنوف) برای مؤلفهٔ موانع ساختاری پژوهش انجام شد. اگر مقدار سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از مقدار خطا (۰/۰۵) باشد فرض صفر را نتیجه می‌گیریم و درصورتی‌که مقدار سطح معنی‌داری کوچک‌تر از خطا (۰/۰۵) باشد فرض یک را نتیجه می‌گیریم [۲۰].

جدول ۷. نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای مؤلفهٔ موانع ساختاری.

متغیر	سطح معنی‌داری	مقدار خطا	تائید فرضیه	نتیجه‌گیری
موانع ساختاری	۰.۵۶۱	۰/۰۵	H0	نرمال است
موانع قانونی	۰.۳۴۴	۰/۰۵	H0	نرمال است
موانع نگرشی	۰.۲۱۲	۰/۰۵	H0	نرمال است
موانع زیرساختی	۰.۳۴۹	۰/۰۵	H0	نرمال است

بر اساس نتایج جدول ۷ چون مقدار سطح معنی‌داری همه مؤلفه‌های پژوهش بزرگ‌تر از مقدار خطا (۰/۰۵) است پس فرض صفر را نتیجه می‌گیریم یعنی مؤلفه‌های پژوهش نرمال است.

در ادامه برای انجام تحلیل شبکه، نخست معیارهای اصلی بر اساس هدف به‌صورت زوجی مقایسه شده‌اند. برای این منظور ازنظر گروهی از خبرگان استفاده‌شده است. دیدگاه خبرگان با استفاده از مقیاس فازی کمی شده است.

پس از گردآوری دیدگاه خبرگان با طیف نه درجه ساعتی و فازی سازی دیدگاه خبرگان، با استفاده از میانگین فازی اقدام به تجمیع دیدگاه خبرگان گردیده است، برای محاسبهٔ میانگین نظرات n پاسخ‌دهنده، میانگین فازی به‌صورت زیر محاسبه خواهد شد [۲۱]:

$F_i = (l_i, m_i, u_i)$

$$fuzzyaverage = \left[\frac{l_1 + l_2 + \ldots + l_n}{n}, \frac{m_1 + m_2 + \ldots m_n}{n}, \frac{u_1 + u_2 + \ldots + u_n}{n}\right]$$

پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی به‌دست‌آمده، بردار ویژه محاسبه گردیده است. ابتدا جمع فازی هر سطر محاسبه می‌شود.

$\sum_{j=1}^{n} M_{g_1}^{j}$

برای مثال بسط فازی جمع عناصر معیار نخست پژوهش به‌صورت زیر خواهد بود:

$\sum_{j=1}^{9} M_{g_1}^{j} =$
$(1,1,1) \oplus (7.100,7.600,8.100) \oplus (6.300,7.000,7.700) \oplus (4.500,5.400,6.300) \oplus (2.600,3.400,4.200)$

$(2.600,3.400,4.200) \oplus (6.500,7.200,7.900) \oplus (3.600,4.600,5.600) \oplus (7.000,7.600,8.200) =$
$(41.2,47.2,53.2)$

برای نرمال‌سازی ترجیحات هر معیار، باید مجموع مقادیر آن معیار بر مجموع تمامی ترجیحات (عناصر ستون) تقسیم شود. چون مقادیر فازی هستند بنابراین جمع فازی هر سطر در معکوس مجموع ضرب می‌شود. معکوس مجموع باید محاسبه شود [۲۱].

$F_1^{-1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1)$

$(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} M_g^j)^{-1} = (0.006, 0.005, 0.004)$

$S_k = \sum_{i=1}^{n} M * (\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} M_g^j)^{-1}$

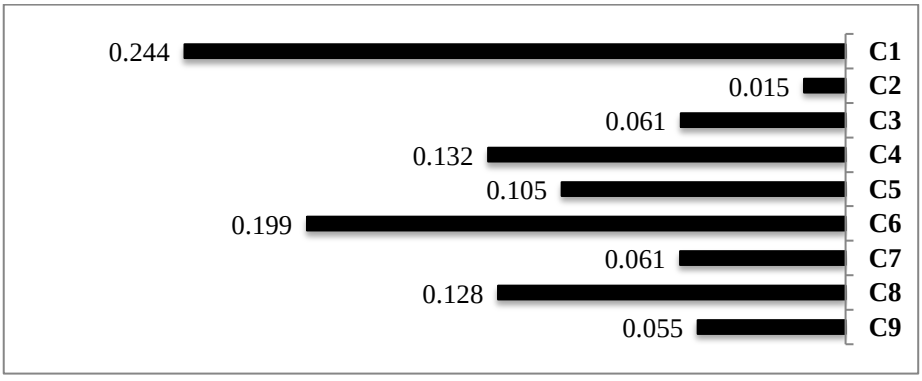
جدول ۷. فازی زدایی اوزان نرمال محاسبه‌شده متغیرهای اصلی مطالعه.

Normal	Deffuzy	X^3max	X^2max	X^1max	Crisp
۰.۲۴۴	۰.۲۵۳	۰.۲۴۹	۰.۲۵۱	۰.۲۵۳	C1
۰.۰۱۵	۰.۰۱۶	۰.۰۱۶	۰.۰۱۶	۰.۰۱۶	C2

Normal	Deffuzy	X^3max	X^2max	X^1max	Crisp
۰.۰۶۱	۰.۰۶۳	۰.۰۶۲	۰.۰۶۲	۰.۰۶۳	C3
۰.۱۳۲	۰.۱۳۷	۰.۱۳۴	۰.۱۳۵	۰.۱۳۷	C4
۰.۱۰۵	۰.۱۰۹	۰.۱۰۷	۰.۱۰۸	۰.۱۰۹	C5
۰.۱۹۹	۰.۲۰۶	۰.۲۰۳	۰.۲۰۴	۰.۲۰۶	C6
۰.۰۶۱	۰.۰۶۳	۰.۰۶۲	۰.۰۶۳	۰.۰۶۳	C7
۰.۱۲۸	۰.۱۳۳	۰.۱۳۱	۰.۱۳۲	۰.۱۳۳	C8
۰.۰۵۵	۰.۰۵۷	۰.۰۵۵	۰.۰۵۶	۰.۰۵۷	C9

بر اساس بردار ویژه به‌دست‌آمده:

- معیار C1 با وزن نرمال ۰/۲۴۴ از بیشترین اولویت برخوردار است.
- معیار C6 با وزن نرمال ۰/۱۹۹ در اولویت دوم قرار دارد.
- معیار C4 با وزن نرمال ۰/۱۳۲ در اولویت سوم قرار دارد.
- معیار C8 با وزن نرمال ۰/۱۲۸ در اولویت چهارم قرار دارد.
- معیار C2 با وزن نرمال ۰/۰۱۵ از کمترین اولویت برخوردار است.



شکل ۵. نمایش گرافیکی اولویت معیارهای اصلی پژوهش.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام‌شده ۰/۰۷ به‌دست‌آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ است، و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام‌شده اعتماد کرد.

اعتبار سنجی مدل

پرسش‌نامهٔ نهایی جهت اخذ دیدگاه خبرگان در خصوص مدل به‌صورت حضوری و از طریق ایمیل به ۳۰ نفر از اعضای پانل تحویل داده شد و پیگیری برای دریافت پاسخ آنها چهار روز بعد از توزیع آغاز گشت. به این منظور با هر عضو به‌طور میانگین ۳ بار به‌صورت تلفنی و یک‌بار از طریق ایمیل تماس گرفته شد. نتایج در جدول ۸ نشان داده‌شده است.

جدول ۸. اخذ دیدگاه خبرگان در خصوص مدل.

شرح مؤلفه	تعداد پاسخ‌ها	میانگین پاسخ‌ها	انحراف معیار پاسخ‌ها	کندال	ترتیب اهمیت
منابع انسانی	۳۰	۴.۰۳	۰.۴۱۶	۲.۱۶	۱
عوامل فناوری	۳۰	۴.۰۸	۰.۵۴۲	۲.۲۴	۲
عوامل فرهنگی	۳۰	۴.۱۱	۰.۶۵۳	۲.۴۱	۳
عوامل اقتصادی	۳۰	۳.۱۸	۰.۵۳۴	۲.۴۸	۴
عوامل کسب‌وکار	۳۰	۳.۲۲	۰.۶۱۸	۲.۵۳	۵
عوامل دانش و اطلاعات	۳۰	۳.۲۷	۰.۵۶۹	۲.۶۴	۶
عوامل ساختار بازار	۳۰	۳.۳۱	۰.۶۴۷	۲.۷۱	۷
عوامل دولتی	۳۰	۳.۳۸	۰.۵۳۸	۲.۷۹	۸
عوامل نهادی و سازمانی	۳۰	۳.۴۶	۰.۴۶۴	۳.۰۸۱	۹

مطابق نتایج ۸ پرسش‌نامهٔ نهایی برای خبرگان ارسال گردیده و همان‌گونه که مشاهده می‌گردد با توجه به شاخص کندال، هرچه قدر شاخص کندل برای معیارهای مختلف پایین‌تر باشد، میزان اهمیت این معیار در مدل نهایی بالاتر بوده و در رتبهٔ بهتری در معیارهای مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه اکثر سازمان‌ها با محیطی پویا با مشخصه‌های تغییرات فناورانه سریع، چرخهٔ حیات محصول کوتاه‌تر و جهانی‌سازی مواجه هستند. سازمان‌ها برای رشد و توسعهٔ موقعیت خود در این شرایط رقابتی به‌ناچار بایستی شیوه‌ای جدید مقتضی با میزان تغییرات و پیشرفت سریع بازار اتخاذ کنند. بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر، ارایهٔ مدل ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانه سبز در صنعت پتروشیمی بود.

یافته‌های پژوهش نشان داد ۱۱ عامل مهم برای اثرگذاری بر ارتقای ظرفیت جذب نوآوری‌های فناورانهٔ سبز در صنعت پتروشیمی وجود دارد که شامل منابع انسانی، عوامل فناوری، عوامل فرهنگی، عوامل اقتصادی، عوامل کسب و کار، عوامل دانش و اطلاعات، عوامل ساختار بازار، عوامل دولتی و عوامل نهادی و سازمانی هستند. نتایج این پژوهش با نتایج برخی مطالعات مانند [۱۲; ۱۳; ۱۵-۱۷] همسو است. در تبیین نتایج می‌توان گفت یکی از الزامات توسعه و پیشرو بودن بهره‌گیری از رویکرد خلاقیت و نوآوری است. چالش بزرگ برای شرکت‌ها خلق سازمانی است که انجام اثربخش فعالیت‌ها را تضمین نموده و خلاقیت را نیز بین اعضا توسعه دهد؛ زیرا ایده‌های خلاق می‌تواند چارچوبی را برای نوآوری، تغییر و رقابت‌پذیری فراهم سازد تداوم فعالیت و حفظ حیات در فضای رقابتی کنونی نیازمند افکار خلاق و نوآوری‌های مداوم و مستمر است. صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم در اقتصاد و تولید جهانی به شمار می‌آید به‌طوری‌که بر اساس آمارهای رسمی نزدیک به ۱۰ درصد از تولید ناخالص داخلی در جهان در زنجیرهٔ تولید صنایع پتروشیمی حاصل می‌شود. با توسعه روزافزون فناوری و صنعتی شدن کشورها، مدیران صنایع پتروشیمی سعی برافزایش خدمات نوین با ارایهٔ محصولات جدید از طریق بهبود قابلیت‌های خود دارند تا از طریق ارائه خدماتی متمایز از رقبا، به مشتریان بیشتری دست یابند. مدیران صنعت پتروشیمی میان‌بر موفقیت در این صنایع را توجه به خلاقیت و نوآوری می‌دانند که می‌تواند سرعت رشد را در این حوزهٔ مهم افزایش دهد .

توسعهٔ خلاقیت و نوآوری در لایه‌ها و سطوح مختلف سازمان همواره موردتوجه رهبران و مدیران این مجموعه قرار داشته و استراتژی‌ها و راهکارهای متنوعی را برای توسعهٔ آن دنبال نموده‌اند که به‌کارگیری شیوه‌های نوین رهبری و

هدایت کارکنان از این جمله است. شواهد پژوهشی نشان داده‌اند که در بین سبک‌های مختلف رهبری، رهبری تحول‌گرا با ویژگی‌هایی همچون انگیزش الهام‌بخش، ترغیب ذهنی، نفوذ آرمانی و ملاحظات فردی می‌تواند شرایط مساعدتری را برای توسعهٔ خلاقیت و نوآوری فراهم سازد. بدین‌صورت که رهبری تحول‌گرا با الهام بخشیدن به پیروان، انگیزش لازم را برای بهبود و توسعهٔ عملکرد از طریق تحول در اخلاقیات، ایده‌آل‌ها، علایق و ارزش‌های شخصی فراهم می‌سازد که می‌تواند لازمهٔ خلاقیت، نوآوری به شمار آید.

صنعت پتروشیمی ایران باید جهت خروج از چالش‌ها، در عرصهٔ تولید مواد پتروشیمی و شیمیایی با ارزش افزوده بالا ورود نموده و با توسعهٔ نظام‌مند صنایع پایین‌دستی پتروشیمی در قالب پارک‌های صنعتی پتروشیمی و شیمیایی و ایجاد بنگاه‌های کوچک و متوسط پتروشیمی دانش‌بنیان با رویکرد نوآوری و تولید محصولات جدید، کارآفرینی و ایجاد شغل‌های پایدار اقدام نماید. از سوی دیگر با مدیریت نوین و بهره‌ور کاهش هزینه تولید و درنهایت کسب حداکثر ارزش‌افزوده از مواد خام پتروشیمی را رقم بزند. از جانبی دیگر در فضای رقابت کنونی حیات سازمان‌ها وابسته به کارکنان مولدی است که فعالانه در جستجوی تغییر و بهبود محیط کار بوده و به دنبال سرمایه‌زایی و انجام فعالیت‌هایی باشند که می‌تواند منجر به برون دادهای کاری بزرگ‌تر شود. کارکنانی با ویژگی‌های رفتارهای کاری مولد از قبیل تأثیرگذاری، خود آغازگری، تفکر روبه‌جلو و مشتاق برای مشارکت فعال ازلحاظ تئوریک تحقیق کنونی بر آن است تا خلق و توسعهٔ رفتارهای کاری مولد زیردستان به‌وسیلهٔ رهبری تحول‌گرا را به‌عنوان یکی از عوامل میانجی در این رابطه بررسی نماید؛ بدین شکل که تشویق رفتارهای کاری مولد که نتیجهٔ سبک تعاملی رهبر تحول‌گرا با پیروان است در پاسخ می‌تواند موجب بیشتر شدن و توسعهٔ خلاقیت و نوآوری در آنان شود. تسریع در فرآیند الحاق به سازمان تجارت جهانی سیاست هفتم مطرح‌شده از سوی فعالان صنعتی است. باوجودی که بیشتر کشورهای منطقه تابه‌حال یا به عضویت سازمان تجارت جهانی درآمده‌اند یا این‌که به‌زودی شرایط لازم برای الحاق به آن را پیدا می‌کنند، اما ایران همچنان از شرایط کافی برخوردار نیست. اقتصاد وابسته به نفت و دولتی بودن آن، همچنین بالا بودن تعرفه‌ها در کشور ازجمله عواملی هستند که مانع ورود ایران به سازمان تجارت جهانی شمرده می‌شود.

هر پژوهشی با محدودیت‌هایی روبه‌رو است که مطالعهٔ حاضر نیز چنین بود. چالش شناسایی خبرگان متخصص در حوزهٔ فناوری‌های نوین و سبز با توجه به جدید بودن این نسل از فناوری‌ها، شناسایی و پیدا کردن زمان‌بر خبرگان جهت شرکت در مصاحبه‌ها، استفاده از کلمات خیلی تخصصی در اظهارات خبرگان بخشی از محدودیت‌های پیش‌روی محقق بودند. همچنین ازآنجایی‌که پژوهش حاضر صرفاً مربوط به صنعت پتروشیمی بود باید در تعمیم نتایج به سایر صنایع باید احتیاط شود. بر اساس نتایج حاصل شده پیشنهاد می‌شود:

- با توجه به اولویت نخست عوامل انسانی در ارتقای نوآوری‌های سبز، منابع انسانی متخصص و آشنا با فناوری‌های نوآورانه سبز موردتوجه قرار گیرند و حتی دوره‌های تخصصی داخلی و بیرون از کشور را طی کنند.
- عوامل مهم بعدی خود فناوری‌ها بود. پیشنهاد می‌شود سازمان و نهاد خاصی متولی تجزیه و تحلیل فناوری‌های جدید شود تا مفهوم‌سازی و مبانی نظری و عملی آن برای خبرگان و صنایع روشن و شفاف شود.
- عامل مهم دیگر عوامل فرهنگی بود. با توجه به اثرگذاری فرهنگ در جذب و دفع فناوری‌های جدید باید فرصت‌ها و محدودیت‌های صنایع جدید برای عموم و کارکنان به‌صورت خاص روشن و نهادینه شود تا بتوان مقاومت افرادی را که در مقابل فناوری‌های جدید چالش دارند، کاهش داد.
- مدیریت استعداد برای توصیف مفهوم و یکپارچه‌سازی فعالیت‌های مدیریت منابع انسانی با اهداف جذب و نگهداشت افراد مناسب برای پست‌های کلیدی در زمان مناسب است ازاین‌رو نظارت مداوم بر نیروی کار و هزینه‌ها در سازمان به‌منظور بهبود عملکرد نیروی انسانی و بازگشت سرمایه ضروری است.

- استراتژی‌های دائمی برای چینش و آرایش به‌روز نیروها بدین دلیل زمانی که افراد صحیحی بر سر کار باشند، لازم است تا به‌گونه‌ای سازمان‌دهی شوند که دانش، مهارت‌ها و تجارب آنها مرتباً بهبودیافته و بیشتر شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی عزیزانی که محقق را در اجرای تمام مراحل مختلف پژوهش یاری کردند؛ به‌ویژه استادان مشارکت‌کننده در بخش مصاحبه‌ها و دیگر عزیزان در تکمیل پرسش‌نامه‌ها کمال تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References

[1] Esteban Ibanez, M., Musitu Ferrer, D., Amador Munoz, L. V., Claros, F. M., & Olmedo Ruiz, F. J. (2020). University as change manager of attitudes towards environment (The importance of environmental education). *Sustainability*, *12*(11), 4568. https://doi.org/10.3390/su12114568

[2] Samuel, G., Lucivero, F., & Somavilla, L. (2022). The environmental sustainability of digital technologies: Stakeholder practices and perspectives. *Sustainability*, *14*(7), 3791. https://doi.org/10.3390/su14073791

[3] De Giovanni, P., & Cariola, A. (2021). Process innovation through industry 4.0 technologies, lean practices and green supply chains. *Research in Transportation Economics*, *90*, 100869. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100869

[4] Lang, T., Ammann, D., & Girod, B. (2016). Profitability in absence of subsidies: A techno-economic analysis of rooftop photovoltaic self-consumption in residential and commercial buildings. *Renewable Energy*, *87*, 77-87. https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.09.059

[5] Saifullahi, N. (2016, October 19). *The importance of knowledge management in organizations*. The second international conference on new paradigms of management, innovation and entrepreneurship, Tehran, Iran. https://civilica.com/doc/556068/

[6] El Bilali, H. (2018). Relation between innovation and sustainability in the agro-food system. *Italian Journal of Food Science*, *30*(2), 200-225. https://doi.org/10.14674/IJFS-1096

[7] Hojnik, J., Ruzzier, M., & Manolova, T. S. (2018). Internationalization and economic performance: The mediating role of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, *171*, 1312-1323. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.111

[8] Martino, G., & Polinori, P. (2019). An analysis of the farmers contractual preferences in process innovation implementation. *British Food Journal*, *121*(2), 426-440. https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2017-0697

[9] Harkema, S., & Popescu, F. (2017, July 17-21). *Taking a Holistic Approach in Training and Educating Knowmads and Daredevils of the 21st Century*. Advances in Human Factors, Business Management and Leadership, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60372-8_32

[10] Igwe, P. A., Odunukan, K., Rahman, M., Rugara, D. G., & Ochinanwata, C. (2020). How entrepreneurship ecosystem influences the development of frugal innovation and informal entrepreneurship. *Thunderbird International Business Review*, *62*(5), 475-488. https://doi.org/10.1002/tie.22157

[11] E Silva, D. F. D. S., Bomtempo, J. V., & Alves, F. C. (2019). Innovation opportunities in the Brazilian sugar-energy sector. *Journal of Cleaner Production*, *218*, 871-879. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.062

[12] Gholizade, H., Bonyadi Naeini, A., Moeini, A., & Mohammadi, M. (2014). Modeling the effect of identifying, absorption and acquisition of technology on technology

Leapfrogging. *Journal of Technology Development Management*, *2*(3), 81-110. https://doi.org/10.22104/jtdm.2015.182

[13] Hamidi Asl, M. (2016, February 17). *Analyzing the level of technological innovation capabilities of Iran's petrochemical industry and providing improvement solutions, case study: Abadan Petrochemical Company*. The 7th National Conference and the 1st International Conference on Knowledge Management, Tehran, Iran. https://civilica.com/doc/481633/

[14] Amirghodsi, S., Maleki, A., & Shavvalpour, S. (2017). Investigating factors behind lack of technological dveleopment in Iranian oil industry through Comparative study with Norway. *Strategic Studies of public policy*, *6*(21), 183-209. https://sspp.iranjournals.ir/article_25005.html?lang=en

[15] Lin, W. L., Yip, N., Ho, J. A., & Sambasivan, M. (2020). The adoption of technological innovations in a B2B context and its impact on firm performance: An ethical leadership perspective. *Industrial Marketing Management*, *89*, 61-71. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.12.009

[16] Radicic, D., & Pinto, J. (2019). Collaboration with External Organizations and Technological Innovations: Evidence from Spanish Manufacturing Firms. *Sustainability*, *11*(9), 2479. https://doi.org/10.3390/su11092479

[17] Alkemade, F., Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2011). Transition policy and innovation policy: Friends or foes? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *1*(1), 125-129. https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.04.009

[18] Tomlinson, P. R. (2010). Co-operative ties and innovation: Some new evidence for UK manufacturing. *Research Policy*, *39*(6), 762-775. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.02.010

[19] Mohammadpour, A. (2012). *Anti-Method Qualitative Research - Volume I (Logic and Design in Qualitative Methodology)* (2 ed.). Sociologists. https://www.adinehbook.com/gp/product/6002230607

[20] Delavar, A. (2010). *Statistical methods in psychology and educational sciences (field of educational sciences)* (9 ed.). Payam Noor. https://torob.com/p/78aee74e-3b45-4d2b-a2a9-3e1c3f07d35a

[21] Mohabati, H. (2017). *Practical training book for the implementation of fuzzy expert systems*. Dibagaran Cultural and Art Institute of Tehran. https://www.iranketab.ir/book/92775-applied-education-implement-fuzzy-expert-systems