KMAN PUBLISHING INSTITUTE
Journal Website

Article history:
Received 27 December 2025
Revised 01 March 2026
Accepted 08 March 2026
Initial Published 30 May 2026
Final Publication 21 March 2026

Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management

Volume 5, Issue 1, pp 1-16

E-ISSN: 3041-8585

Designing a Model for Technological Corporate Entrepreneurship in the Petrochemical Industry

Sina. Faraji[1], Bijan. Rezaee[2*], Sohrab. Delangizan[3]

1. Master's Student in Entrepreneurship, Department of Management and Entrepreneurship, Faculty of Economics, Accounting and Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Associate Professor, Department of Management and Entrepreneurship, Faculty of Economics, Accounting and Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Accounting and Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

*** Corresponding author email address**: b.rezaee@razi.ac.ir

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Faraji, S., Rezaee, B., & Delangizan, S. (2026). Designing a Model for Technological Corporate Entrepreneurship in the Petrochemical Industry. *Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management*, *5*(1), 1-16.

© 2026 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

A B S T R A C T

The present study aimed to design and validate a model of technological corporate entrepreneurship in the petrochemical industry with an emphasis on key determinants of innovation development and organizational competitive advantage. This applied research employed a mixed-methods (qualitative–quantitative) design. In the qualitative phase, grounded theory and semi-structured interviews with 18 academic and industrial experts were used to identify the main concepts and dimensions of the model. The qualitative data were analyzed through open, axial, and selective coding, resulting in the extraction of 10 core categories and 35 concepts. In the quantitative phase, the statistical population consisted of managers and experts working in the petrochemical industry, from which 291 participants were selected using Cochran's formula. Data were collected using a researcher-made questionnaire based on a five-point Likert scale. Content validity and construct validity were confirmed through expert review and confirmatory factor analysis, respectively, while reliability was confirmed with a Cronbach's alpha coefficient of 0.89. Data analysis was conducted using SPSS and SmartPLS software through confirmatory factor analysis and structural equation modeling. The results of confirmatory factor analysis indicated that all constructs had factor loadings above 0.70, average variance extracted values above 0.50, and composite reliability values above 0.80, confirming the adequacy of the measurement model. Structural equation modeling revealed that innovative leadership (β=0.17), innovation and technology growth (β=0.23), strategic resources (β=0.18), and inter-organizational communication (β=0.27) had significant positive effects on technological corporate entrepreneurship. Furthermore, technological corporate entrepreneurship significantly affected organizational outcomes (β=0.33) and organizational consequences (β=0.45). The model fit indices, including CFI=0.96, RMSEA=0.042, and χ^2/df=2.58, demonstrated an acceptable model fit. The findings demonstrated that the development of technological corporate entrepreneurship in the petrochemical industry depends on strengthening innovative leadership, technological growth, strategic resources, and inter-organizational interactions. Moreover, technological corporate entrepreneurship can improve organizational performance, enhance innovation capability, increase competitive advantage, and contribute to long-term organizational sustainability. The proposed model provides a localized and practical framework for policymakers and managers in the petrochemical industry to foster innovation ecosystems and technological entrepreneurship.

Keywords: *Corporate entrepreneurship, technological entrepreneurship, petrochemical industry, organizational innovation, structural equation modeling, grounded theory*

Extended Abstract

Introduction

The petrochemical industry is considered one of the most strategic sectors in the global economy due to its significant role in supplying raw materials for downstream industries, creating added value, and supporting industrial development. In recent decades, rapid technological changes, globalization of energy markets, environmental concerns, and increasing competition have fundamentally transformed the structure and operational mechanisms of petrochemical industries worldwide (Larraz, 2021; Marinina et al., 2022). As a result, organizations operating in this sector are increasingly required to adopt innovative and entrepreneurial approaches to maintain competitiveness and ensure long-term sustainability. In this context, technological corporate entrepreneurship has emerged as a critical strategy for enabling organizations to create innovative products, improve processes, and respond effectively to environmental and market uncertainties (Prodanova et al., 2023).

Technological corporate entrepreneurship refers to the ability of organizations to identify technological opportunities, integrate innovation into organizational structures, and commercialize new ideas within existing corporate frameworks. This concept combines entrepreneurial orientation with technological capability development and strategic innovation management. In technology-intensive industries such as petrochemicals, corporate entrepreneurship can enhance organizational flexibility, accelerate innovation cycles, and facilitate sustainable competitive advantage (Rahman et al., 2022). Consequently, many large petrochemical corporations around the world have invested heavily in digital transformation, smart manufacturing systems, artificial intelligence, and advanced automation technologies (Tullo, 2021; Tullo, 2021).

The global petrochemical industry is currently undergoing a major transition driven by sustainability imperatives and decarbonization policies. Environmental pressures, climate change concerns, and carbon reduction commitments have forced petrochemical companies to rethink their production systems and business strategies (Bauer et al., 2022; Griffiths et al., 2022). In this regard, innovation and technological entrepreneurship have become essential tools for improving energy efficiency, reducing emissions, and implementing cleaner production technologies. Studies have shown that sustainable technological transformation in petrochemical industries depends largely on the existence of entrepreneurial organizational cultures and innovation-oriented leadership (Mathur et al., 2022).

Furthermore, the emergence of the “Crude-to-Chemicals” paradigm has introduced a new dimension to technological development in petrochemical industries. This approach seeks to maximize the conversion of crude oil into high-value petrochemical products rather than traditional fuels, thereby increasing economic value and improving resource efficiency (Alhassan et al., 2025). Implementing such advanced industrial models requires integrated technological systems, highly skilled human resources, innovation-driven policies, and strategic entrepreneurial capabilities. Therefore, organizations lacking entrepreneurial and technological adaptability may face serious challenges in maintaining competitiveness in future energy markets.

Another critical issue affecting petrochemical industries is resource management and environmental sustainability. Water scarcity, industrial pollution, waste generation, and greenhouse gas emissions are among the major challenges facing modern petrochemical operations (Feltrin et al., 2022).

Consequently, organizations are increasingly investing in advanced wastewater treatment systems, recycling technologies, and environmentally sustainable production processes (Abdullayeva & N, 2022; Meese et al., 2021). Technological entrepreneurship plays a significant role in facilitating the adoption of such innovations by encouraging experimentation, supporting organizational learning, and promoting innovative problem-solving approaches. In addition, biotechnology and advanced bioreactor technologies are increasingly used to reduce hydrocarbon pollution and improve environmental performance in petrochemical industries (Kuyukina et al., 2020).

The importance of digital transformation has also significantly increased in petrochemical industries. The implementation of intelligent monitoring systems, predictive maintenance technologies, online corrosion management systems, and smart supply chain management has transformed industrial operations and enhanced organizational efficiency (Du et al., 2023; Kumar, 2023). These technological developments require organizations to redesign their internal structures, enhance knowledge-sharing mechanisms, and develop innovation-supportive cultures. Studies have emphasized that organizations capable of integrating technological innovation into their strategic management systems are more likely to achieve operational excellence and long-term resilience (Zastupov, 2020).

At the international level, different countries have adopted various strategies to develop their petrochemical sectors. China, for example, has focused on integrating state-driven industrial development with large-scale technological investments to strengthen the competitiveness of its petrochemical companies (Wegner & Fernandes, 2021). Kazakhstan has pursued cluster-based industrial development strategies to improve collaboration among industries, universities, and research centers (Orazbayeva et al., 2023). Similar approaches have been observed in other energy-producing countries seeking to diversify their economies and reduce dependency on crude oil exports (Kapsarc, 2021). These international experiences demonstrate that innovation ecosystems and entrepreneurial organizational structures are essential for the sustainable growth of petrochemical industries.

Despite the increasing importance of technological entrepreneurship in petrochemical industries, existing research has primarily focused on technical, environmental, and economic dimensions of the industry. Limited attention has been paid to designing integrated models of technological corporate entrepreneurship specifically tailored to the petrochemical sector. Some studies have investigated industrial competitiveness and investment strategies (Bondarenko et al., 2020), while others have examined sustainability transitions and decarbonization pathways (Pagliaro & Meneguzzo, 2020; Yadav et al., 2020). However, comprehensive models explaining the organizational and technological drivers of corporate entrepreneurship in petrochemical industries remain insufficiently explored.

Moreover, post-COVID-19 economic disruptions and changes in global energy trade patterns have further increased the need for organizational adaptability and innovation in the oil and gas sector (Norouzi, 2021). Organizations capable of fostering innovation-oriented cultures, collaborative networks, and technological learning systems are more likely to survive in highly volatile environments. Therefore, understanding the factors influencing technological corporate entrepreneurship has become increasingly important for policymakers, managers, and industry stakeholders.

Accordingly, the present study aimed to design a model of technological corporate entrepreneurship in the petrochemical industry by identifying the key organizational, technological, and

E-ISSN: 3041-8585

strategic factors influencing entrepreneurial innovation and validating the proposed model through structural equation modeling.

Methods and Materials

The present study was applied in terms of purpose and employed a mixed-methods design consisting of qualitative and quantitative phases. In the qualitative phase, grounded theory methodology was used to identify the primary dimensions and concepts associated with technological corporate entrepreneurship in the petrochemical industry. Semi-structured interviews were conducted with academic experts, senior managers, innovation specialists, and industry professionals working in petrochemical organizations. Purposeful and snowball sampling methods were applied until theoretical saturation was achieved.

The qualitative data were analyzed through open, axial, and selective coding procedures. Initial concepts extracted from interviews were categorized into subcategories and ultimately organized into core themes. Based on the qualitative findings, a researcher-made questionnaire was developed for the quantitative phase of the study.

The statistical population in the quantitative phase consisted of managers, senior experts, and employees working in various petrochemical industry sectors. Using Cochran's sampling formula, a sample size of 291 participants was determined. Data were collected using a five-point Likert-scale questionnaire ranging from "strongly disagree" to "strongly agree."

The questionnaire's content validity was confirmed by academic experts and industry specialists. Construct validity was evaluated through confirmatory factor analysis (CFA), and reliability was assessed using Cronbach's alpha coefficient. Data analysis was conducted using SPSS and SmartPLS software. Structural equation modeling (SEM) was applied to examine relationships among the variables and validate the proposed conceptual model.

Findings

The qualitative analysis resulted in the extraction of 35 primary concepts organized into 10 core categories related to technological corporate entrepreneurship in the petrochemical industry. The most important categories included innovative leadership, innovation and technology growth, organizational learning capability, strategic resources, flexible organizational structure, inter-organizational communication, financial support for innovation, interaction with innovation ecosystems, and entrepreneurial evaluation systems.

The findings of confirmatory factor analysis demonstrated that all constructs had acceptable factor loadings above 0.70, indicating satisfactory convergent validity. The average variance extracted (AVE) values exceeded 0.50 for all dimensions, while composite reliability (CR) values were above 0.80, confirming the reliability and validity of the measurement model.

The structural model analysis revealed that innovative leadership had a positive and significant effect on technological corporate entrepreneurship ($\beta = 0.17$). Innovation and technology growth also significantly influenced technological corporate entrepreneurship ($\beta = 0.23$). Strategic resources showed a positive effect on entrepreneurial innovation development ($\beta = 0.18$), while inter-organizational communication demonstrated the strongest influence among the independent variables ($\beta = 0.27$).

Furthermore, technological corporate entrepreneurship significantly affected organizational outcomes ($\beta = 0.33$) and organizational consequences ($\beta = 0.45$). These findings indicated that

organizations with higher levels of entrepreneurial and technological capabilities achieved better operational performance, stronger innovation outcomes, and greater competitive advantages.

Model fit indices also confirmed the adequacy of the proposed model. The RMSEA value was below 0.08, the CFI value exceeded 0.90, and the χ^2/df ratio was below the acceptable threshold of 3, indicating satisfactory model fit and structural validity.

Discussion and Conclusion

The findings of the present study demonstrated that technological corporate entrepreneurship plays a critical role in improving organizational performance and sustainability in the petrochemical industry. The significant effects of innovative leadership, technological growth, strategic resources, and inter-organizational communication indicate that entrepreneurial transformation in petrochemical organizations requires both technological capability development and organizational restructuring.

Innovative leadership emerged as an important driver of entrepreneurial activities because leaders influence organizational culture, encourage creativity, and support innovation-oriented decision-making. In highly dynamic and technology-intensive industries, leadership capabilities become essential for managing uncertainty and fostering organizational adaptability.

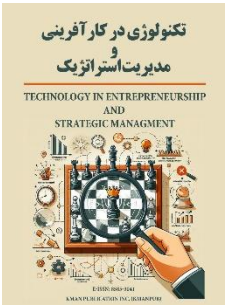
The results also highlighted the importance of technological development and innovation growth in strengthening entrepreneurial capabilities. Organizations that invest in digital transformation, smart technologies, and innovation infrastructure are more capable of responding to market changes and achieving sustainable competitiveness. Technological entrepreneurship enables organizations to create new products, optimize industrial processes, and improve operational efficiency.

Strategic resources, including human capital, technological knowledge, and financial capabilities, were also identified as essential factors in entrepreneurial development. Without adequate resources, organizations face substantial barriers to implementing innovation initiatives and sustaining technological transformation. Similarly, effective communication systems and collaboration networks facilitate knowledge sharing, organizational learning, and collective innovation processes.

Another important finding of the study was the strong impact of technological corporate entrepreneurship on organizational outcomes and long-term consequences. Entrepreneurial organizations demonstrated higher levels of productivity, innovation capability, operational flexibility, and resilience against environmental uncertainties. Moreover, technological entrepreneurship contributes to environmental sustainability by supporting cleaner production technologies, efficient resource management, and environmentally responsible industrial practices.

Overall, the proposed model provides a localized and operational framework for understanding the drivers of technological corporate entrepreneurship in the petrochemical industry. The findings suggest that petrochemical organizations seeking sustainable growth and global competitiveness should prioritize innovation-oriented leadership, technological investment, strategic resource allocation, and collaborative organizational structures. Such transformations can enhance both economic performance and environmental sustainability in the rapidly evolving global energy landscape.

E-ISSN: 3041-8585



شاپای الکترونیکی: ۸۵۸۵-۳۰۴۱

تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک

دوره ۵، شماره ۱، صفحه ۱۶-۱

PUBLISHING INSTITUTE

وبسایت مجله

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۶ دی ۱۴۰۴
اصلاح شده در تاریخ ۱۰ اسفند ۱۴۰۴
پذیرفته شده در تاریخ ۱۷ اسفند ۱۴۰۴
اولین انتشار در تاریخ ۹ خرداد ۱۴۰۵
انتشار نهایی در تاریخ ۱ فروردین ۱۴۰۵

طراحی الگوی کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی

سینا فرجی [۱]، بیژن رضایی [۲*]، سهراب دل انگیزان [۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد کارآفرینی، گروه مدیریت و کارآفرینی، دانشکده اقتصاد، حسابداری و علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲. دانشیار گروه مدیریت و کارآفرینی، دانشکده مدیریت و اقتصاد ، دانشگاه رازی ، کرمانشاه ،ایران
۳. استاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، حسابداری و علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

[*] **ایمیل نویسنده مسئول:** b.rezaee@razi.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

فرجی، سینا.، رضایی، بیژن.، و دل انگیزان، سهراب. (۱۴۰۵). طراحی الگوی کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی. *تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک*، ۵(۱)، ۱۶-۱.

© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

چکیده

هدف پژوهش حاضر طراحی و اعتبارسنجی الگوی کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی با تأکید بر عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه نوآوری و مزیت رقابتی سازمانی بود. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، آمیخته (کیفی–کمی) بود. در بخش کیفی، با استفاده از نظریه داده‌بنیاد و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۸ نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعتی، مفاهیم و مؤلفه‌های اصلی استخراج شد. داده‌های کیفی طی مراحل کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل گردید و در نهایت ۱۰ مقوله محوری و ۳۵ مفهوم شناسایی شد. در بخش کمی، جامعه آماری شامل مدیران و کارشناسان صنعت پتروشیمی بود که بر اساس فرمول کوکران، ۲۹۱ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه محقق‌ساخته مبتنی بر طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای بود. روایی پرسشنامه از طریق تحلیل عاملی تأییدی و پایایی آن با آلفای کرونباخ ۸۹/۰ تأیید شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS و از طریق تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری تحلیل شدند. نتایج تحلیل عاملی تأییدی نشان داد که تمامی مؤلفه‌ها دارای بار عاملی بالاتر از ۷۰/۰، میانگین واریانس استخراج‌شده بیش از ۵۰/۰ و پایایی ترکیبی بالاتر از ۸۰/۰ بودند که بیانگر روایی و پایایی مناسب مدل است. نتایج مدل‌سازی معادلات ساختاری نشان داد که رهبری نوآورانه(β=۰.۱۷) ، رشد نوآوری و فناوری(β=۰.۲۳) ، منابع استراتژیک (β=۰.۱۸) و ارتباطات بین‌سازمانی (β=۰.۲۷) تأثیر مثبت و معناداری بر کارآفرینی سازمانی فناورانه دارند. همچنین کارآفرینی سازمانی فناورانه تأثیر معناداری بر برآیندهای سازمانی (β=۰.۳۳) و پیامدهای سازمانی (β=۰.۴۵) داشت. شاخص‌های برازش مدل شامل CFI=۰.۹۶ ، RMSEA=۰.۰۴۲ و χ^2/df=۲.۵۸ نیز برازش مطلوب مدل را تأیید کردند. یافته‌های پژوهش نشان داد که توسعه کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی مستلزم تقویت رهبری نوآورانه، رشد فناوری، منابع استراتژیک و تعاملات بین‌سازمانی است. همچنین، این نوع کارآفرینی می‌تواند موجب بهبود عملکرد، افزایش نوآوری، ارتقای مزیت رقابتی و دستیابی به پایداری سازمانی شود. الگوی طراحی‌شده می‌تواند به‌عنوان چارچوبی بومی و کاربردی برای سیاست‌گذاران و مدیران صنعت پتروشیمی در جهت توسعه زیست‌بوم نوآوری و کارآفرینی فناورانه مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژگان: *کارآفرینی سازمانی، کارآفرینی فناورانه، صنعت پتروشیمی، نوآوری سازمانی، مدل‌سازی معادلات ساختاری، نظریه داده‌بنیاد*

مقدمه

صنعت پتروشیمی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های زنجیره ارزش صنایع انرژی‌محور، نقش بنیادینی در رشد اقتصادی، توسعه صنعتی، ایجاد اشتغال و تأمین مواد اولیه بسیاری از صنایع پایین‌دستی ایفا می‌کند. این صنعت طی دهه‌های اخیر به‌دلیل پیوند گسترده با بازارهای جهانی، توسعه فناوری‌های پیشرفته و افزایش نیاز به محصولات شیمیایی، به یکی از مهم‌ترین پیشران‌های توسعه اقتصادی در کشورهای نفت‌خیز تبدیل شده است (Larraz, 2021). در بسیاری از کشورها، توسعه صنایع پتروشیمی نه‌تنها به‌عنوان راهبردی برای افزایش ارزش افزوده منابع هیدروکربوری شناخته می‌شود، بلکه ابزاری برای تقویت رقابت‌پذیری صنعتی، توسعه صادرات و تنوع‌بخشی به اقتصاد نیز محسوب می‌گردد (Marinina et al., 2022; Wegner & Fernandes, 2021). از این‌رو، کشورهایی که دارای ذخایر عظیم نفت و گاز هستند، تلاش کرده‌اند با توسعه صنایع پالایشی و پتروشیمی، از وابستگی صرف به صادرات مواد خام فاصله گرفته و ساختار اقتصادی خود را به سمت صنایع دانش‌بنیان و فناورمحور سوق دهند (Kapsarc, 2021).

با وجود اهمیت راهبردی صنعت پتروشیمی، این صنعت در سال‌های اخیر با تحولات عمیق و چالش‌های چندبعدی مواجه شده است. افزایش فشارهای زیست‌محیطی، نوسانات بازار جهانی انرژی، تغییر الگوهای مصرف، محدودیت منابع طبیعی، تشدید رقابت جهانی و حرکت اقتصاد جهانی به سمت کاهش انتشار کربن، شرایط فعالیت شرکت‌های پتروشیمی را پیچیده‌تر ساخته است (Bauer et al., 2022; Griffiths et al., 2022). علاوه بر این، رشد سریع فناوری‌های نوظهور، دیجیتالی‌شدن فرایندهای صنعتی و توسعه مدل‌های جدید تولید و مدیریت، ضرورت تحول ساختاری و فناورانه در صنایع پتروشیمی را بیش از گذشته آشکار کرده است (Zastupov, 2020). در چنین شرایطی، سازمان‌های فعال در این صنعت برای حفظ مزیت رقابتی خود ناگزیر به بهره‌گیری از رویکردهای نوین مدیریتی، نوآوری فناورانه و کارآفرینی سازمانی هستند.

کارآفرینی سازمانی فناورانه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین رویکردهای تحول سازمانی، بر ایجاد، توسعه و تجاری‌سازی ایده‌های نوآورانه در بستر ساختارهای سازمانی تأکید دارد. این مفهوم، ترکیبی از نوآوری فناورانه، توسعه قابلیت‌های سازمانی، خلق ارزش اقتصادی و استفاده از فرصت‌های فناورانه است که می‌تواند زمینه‌ساز ارتقای بهره‌وری، توسعه محصولات جدید و افزایش توان رقابتی سازمان‌ها شود (Prodanova et al., 2023). در صنایع فناورمحور نظیر پتروشیمی، کارآفرینی سازمانی فناورانه نه‌تنها موجب بهبود عملکرد عملیاتی می‌شود، بلکه توانایی سازمان را برای سازگاری با تغییرات محیطی و پاسخ‌گویی به تحولات بازار افزایش می‌دهد (Rahman et al., 2022). به همین دلیل، بسیاری از شرکت‌های بزرگ پتروشیمی جهان در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در حوزه تحول دیجیتال، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، مدیریت هوشمند زنجیره تأمین و فناوری‌های سبز انجام داده‌اند (Tullo, 2021; Tullo, 2021).

امروزه تحول دیجیتال و توسعه فناوری‌های نوظهور به یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های رقابت‌پذیری در صنعت پتروشیمی تبدیل شده است. استفاده از سامانه‌های هوشمند مدیریت تولید، فناوری‌های پایش آنلاین، تحلیل داده‌های کلان و سیستم‌های هوشمند مدیریت فرایندها، موجب افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصولات شده است (Du et al., 2023). در همین راستا، توسعه زنجیره‌های تأمین هوشمند و پایدار نیز نقش مهمی در ارتقای انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری صنایع نفت و پتروشیمی ایفا می‌کند (Kumar, 2023). از سوی دیگر، گسترش فناوری‌های دیجیتال و اتوماسیون صنعتی موجب تغییر ساختار مهارت‌ها و نیاز به توسعه سرمایه انسانی دانش‌بنیان در این صنعت شده است (Журавлева et al., 2021).

E-ISSN: 3041-8585

در کنار تحولات فناورانه، موضوع پایداری زیست‌محیطی نیز به یکی از دغدغه‌های اساسی صنعت پتروشیمی تبدیل شده است. صنایع پالایشی و پتروشیمی از جمله صنایع آلاینده محسوب می‌شوند که سهم قابل‌توجهی در انتشار گازهای گلخانه‌ای، تولید پسماندهای صنعتی و آلودگی منابع آب دارند (Feltrin et al., 2022). به همین دلیل، سیاست‌های جهانی کاهش کربن و توسعه اقتصاد سبز، فشار فزاینده‌ای بر شرکت‌های پتروشیمی وارد کرده است تا الگوهای تولید خود را به سمت فناوری‌های پاک و پایدار تغییر دهند (Mathur et al., 2022). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که حرکت به سمت اقتصاد کم‌کربن و استفاده از فناوری‌های سبز می‌تواند به‌عنوان فرصتی برای توسعه نوآوری و کارآفرینی فناورانه در این صنعت تلقی شود (Bauer et al., 2022).

در سال‌های اخیر، مفهوم «خام‌فروشی به مواد شیمیایی» یا Crude-to-Chemicals به‌عنوان یکی از راهبردهای نوین توسعه صنعت پتروشیمی مطرح شده است. این رویکرد با هدف تبدیل مستقیم نفت خام به محصولات پتروشیمی و شیمیایی با ارزش افزوده بالا، تلاش می‌کند وابستگی به سوخت‌های فسیلی سنتی را کاهش داده و سودآوری صنایع پتروشیمی را افزایش دهد (Alhassan et al., 2025). توسعه این مدل نیازمند سرمایه‌گذاری گسترده در فناوری‌های پیشرفته، زیرساخت‌های نوآورانه و چارچوب‌های سیاستی حمایتی است. در واقع، موفقیت این تحول صنعتی بدون توسعه کارآفرینی فناورانه و ایجاد زیست‌بوم نوآوری امکان‌پذیر نخواهد بود.

یکی دیگر از چالش‌های مهم صنعت پتروشیمی، مسئله مدیریت منابع طبیعی و به‌ویژه منابع آب است. بسیاری از واحدهای پالایشی و پتروشیمی مصرف‌کننده حجم عظیمی از آب هستند و همین مسئله در مناطق کم‌آب، بحران‌های زیست‌محیطی و اقتصادی متعددی ایجاد کرده است (Abdullayeva & N, 2022). از این‌رو، استفاده از فناوری‌های نوین تصفیه، بازچرخانی و استفاده مجدد از آب به یکی از اولویت‌های راهبردی صنایع پتروشیمی تبدیل شده است (Meese et al., 2021). همچنین فناوری‌های زیستی و بیوراکتورهای پیشرفته در کاهش آلاینده‌های هیدروکربنی و مدیریت پسماندهای صنعتی نقش مهمی ایفا می‌کنند (Kuyukina et al., 2020). این تحولات نشان می‌دهد که آینده صنعت پتروشیمی بیش از هر زمان دیگری وابسته به نوآوری فناورانه و توسعه ظرفیت‌های کارآفرینانه است.

در سطح جهانی، کشورهای مختلف رویکردهای متفاوتی برای توسعه صنایع پتروشیمی اتخاذ کرده‌اند. برخی کشورها مانند چین، با بهره‌گیری از سیاست‌های صنعتی و توسعه شرکت‌های بزرگ دولتی، توانسته‌اند ظرفیت تولید و صادرات محصولات پتروشیمی را به‌طور چشمگیری افزایش دهند (Wegner & Fernandes, 2021). در مقابل، کشورهایی نظیر قزاقستان تلاش کرده‌اند با استفاده از الگوی خوشه‌ای، زنجیره‌های ارزش پتروشیمی را توسعه دهند و تعامل میان صنایع، دانشگاه‌ها و مراکز فناورانه را تقویت کنند (Orazbayeva et al., 2023). تجربه این کشورها نشان می‌دهد که توسعه صنعت پتروشیمی بدون ایجاد شبکه‌های نوآوری، سرمایه‌گذاری فناورانه و حمایت از کارآفرینی سازمانی پایدار نخواهد بود.

از سوی دیگر، تحولات بازار جهانی انرژی و پیامدهای ناشی از همه‌گیری کووید-۱۹ نیز بر ساختار و آینده صنعت پتروشیمی تأثیر عمیقی گذاشته است. بحران‌های جهانی موجب اختلال در زنجیره‌های تأمین، کاهش تقاضا و تغییر الگوهای تجارت نفت و گاز شد و شرکت‌های پتروشیمی را ناگزیر به بازنگری در استراتژی‌های مدیریتی و فناورانه خود کرد (Norouzi, 2021). در چنین شرایطی، سازمان‌هایی موفق‌تر بوده‌اند که از انعطاف‌پذیری سازمانی، نوآوری فناورانه و ساختارهای کارآفرینانه برخوردار بوده‌اند.

در کنار این موضوعات، تغییر جهت جهانی به سمت سوخت‌های زیستی و فناوری‌های تجدیدپذیر نیز رقابت جدیدی را میان صنایع پتروشیمی سنتی و صنایع زیست‌پایه ایجاد کرده است (Yadav et al., 2020). توسعه نسل دوم سوخت‌های زیستی و فناوری‌های مرتبط با بیواتانول، بسیاری از شرکت‌های پتروشیمی را به بازنگری در مدل‌های کسب‌وکار و استراتژی‌های تولید واداشته است (Pattnaik et al.,

2024). همچنین ارزیابی اقتصادی پالایشگاه‌های زیستی در مقایسه با صنایع پتروشیمی سنتی، نشان می‌دهد که آینده این صنعت به میزان توانایی آن در انطباق با الزامات پایداری وابسته خواهد بود (Götz & Kruse, 2024).

بررسی ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات پیشین بر ابعاد فنی، اقتصادی یا زیست‌محیطی صنعت پتروشیمی تمرکز داشته‌اند و کمتر به طراحی الگوی جامع کارآفرینی سازمانی فناورانه پرداخته شده است. برخی پژوهش‌ها بر سرمایه‌گذاری و رقابت‌پذیری شرکت‌های پتروشیمی تأکید کرده‌اند (Bondarenko et al., 2020)، برخی دیگر به تحلیل روندهای توسعه صنعتی و پالایشی پرداخته‌اند (Bostan et al., 2020; Michael, 2022) و گروهی نیز چالش‌های فناورانه و سیاستی این صنعت را بررسی کرده‌اند (Rahman et al., 2022). با این حال، هنوز خلأ پژوهشی قابل‌توجهی در زمینه شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر کارآفرینی سازمانی فناورانه و طراحی مدل بومی برای صنعت پتروشیمی وجود دارد.

علاوه بر این، گسترش مناطق قربانی صنعتی، افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی و پیامدهای اجتماعی فعالیت صنایع پتروشیمی، ضرورت بازنگری در الگوهای حکمرانی و توسعه صنعتی را دوچندان کرده است (Randolph, 2021). در چنین فضایی، توجه به مسئولیت‌پذیری اجتماعی، مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی و توسعه فناوری‌های پایدار به بخشی جدایی‌ناپذیر از راهبردهای کارآفرینی سازمانی تبدیل شده است (Prodanova et al., 2023). همچنین تجربه شرکت‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که موفقیت پایدار در صنعت پتروشیمی نیازمند تلفیق نوآوری فناورانه، سرمایه انسانی متخصص، ساختارهای منعطف و سیاست‌های حمایتی است (Øverland & Poussenkova, 2020a, 2020b).

در مجموع، تحولات فناورانه، الزامات زیست‌محیطی، رقابت جهانی و تغییرات ساختاری در بازار انرژی، صنعت پتروشیمی را وارد مرحله‌ای جدید از تحول کرده است که در آن، توسعه کارآفرینی سازمانی فناورانه می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راهبردهای بقا و رشد سازمان‌ها مطرح شود. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف طراحی الگوی کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی انجام شده است.

روش پژوهش

مطالعه حاضر با هدف طراحی الگوی کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی انجام شد و از نظر هدف، پژوهشی کاربردی و از نظر ماهیت، آمیخته (کیفی–کمی) بود. با توجه به پیچیدگی ابعاد کارآفرینی فناورانه و ضرورت شناسایی روابط میان متغیرهای مؤثر، در مرحله نخست از رویکرد کیفی مبتنی بر نظریه‌پردازی داده‌بنیاد برای استخراج مفاهیم، مؤلفه‌ها و ابعاد اصلی مدل استفاده شد و در مرحله دوم، مدل استخراج‌شده از طریق روش‌های کمی مورد آزمون و اعتبارسنجی قرار گرفت. جامعه آماری در بخش کیفی شامل خبرگان دانشگاهی و متخصصان صنعت پتروشیمی در حوزه‌های کارآفرینی، فناوری، نوآوری و مدیریت صنعتی بود. نمونه‌گیری در این مرحله به صورت هدفمند و گلوله‌برفی انجام شد و فرایند مصاحبه‌ها تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. در مجموع، ۱۸ نفر از مدیران ارشد، کارشناسان توسعه فناوری و اساتید دانشگاهی در بخش کیفی مشارکت داشتند. در بخش کمی، جامعه آماری پژوهش شامل مدیران، کارشناسان ارشد و کارکنان بخش‌های مختلف صنعت پتروشیمی بود که حجم آن حدود ۱۲۰۰ نفر برآورد شد. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران و با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، نسبت پراکندگی ۵/۰ و میزان خطای مجاز ۰۵/۰ محاسبه گردید که در نهایت تعداد ۲۹۱ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. روش نمونه‌گیری در بخش کمی به صورت تصادفی طبقه‌ای متناسب با واحدهای مختلف سازمانی انجام شد تا نمایندگی مناسبی از بخش‌های مختلف صنعت پتروشیمی فراهم گردد.

برای گردآوری داده‌ها در بخش کیفی از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته استفاده شد. پرسش‌های مصاحبه بر مبنای ادبیات نظری و پیشینه پژوهش تدوین گردید و به منظور افزایش روایی محتوایی، در اختیار اساتید دانشگاهی و متخصصان حوزه صنعت پتروشیمی قرار گرفت

E-ISSN: 3041-8585

تا اصلاحات لازم اعمال شود. مصاحبه‌ها پس از ضبط و پیاده‌سازی، طی فرایند کدگذاری سه‌مرحله‌ای شامل کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شدند و در نهایت ۳۵ مفهوم اولیه در قالب ۱۰ مقوله محوری سازمان‌دهی گردید. در بخش کمی، ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه محقق‌ساخته‌ای بود که بر اساس یافته‌های مرحله کیفی طراحی شد. این پرسشنامه شامل گویه‌هایی بر مبنای طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت از «کاملاً مخالف» تا «کاملاً موافق» بود و ابعاد مختلف کارآفرینی سازمانی فناورانه را مورد سنجش قرار می‌داد. به منظور بررسی روایی صوری و محتوایی، پرسشنامه در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعتی قرار گرفت و پس از اعمال اصلاحات، نسخه نهایی تدوین شد. همچنین برای ارزیابی روایی سازه از تحلیل عاملی تأییدی استفاده گردید. پایایی ابزار پژوهش نیز از طریق شاخص آلفای کرونباخ مورد سنجش قرار گرفت که مقدار آن برای کل پرسشنامه برابر با ۸۹/۰ به دست آمد و نشان‌دهنده پایایی مطلوب ابزار اندازه‌گیری بود.

تحلیل داده‌های پژوهش در دو سطح کیفی و کمی انجام شد. در بخش کیفی، داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها با استفاده از روش نظریه داده‌بنیاد و از طریق کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شدند. در مرحله کدگذاری باز، مفاهیم اولیه استخراج و دسته‌بندی شد؛ سپس در مرحله کدگذاری محوری، ارتباط میان مفاهیم مشخص گردید و در نهایت، در مرحله کدگذاری انتخابی، مدل نهایی پژوهش شکل گرفت. در بخش کمی، تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS انجام شد. ابتدا تحلیل عاملی تأییدی (CFA) برای بررسی روایی سازه و برازش مدل اندازه‌گیری به کار رفت و سپس مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) برای آزمون روابط میان متغیرها و بررسی مدل ساختاری استفاده شد. شاخص‌های برازش مدل شامل RMSEA، CFI و نسبت χ^2/df مورد بررسی قرار گرفتند؛ به‌طوری‌که مقدار RMSEA کمتر از ۰۸/۰، مقدار CFI بیشتر از ۹۰/۰ و نسبت χ^2/df کمتر از ۳ به عنوان معیار برازش مطلوب در نظر گرفته شد. نتایج نهایی نشان داد که مدل پژوهش دارای شاخص‌های برازش مناسب شامل RMSEA=0.042، CFI=0.96 و $\chi^2/df=2.58$ است که بیانگر مناسب بودن مدل پیشنهادی و تأیید روابط میان متغیرهای پژوهش می‌باشد.

یافته‌ها

هدف این بخش، ارائه و تحلیل یافته‌های حاصل از گردآوری داده‌ها در راستای پاسخ به پرسش اصلی پژوهش است که حول محور «طراحی الگوی کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی» می‌گردد. در این راستا، ابتدا به نتایج به‌دست‌آمده از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان صنعت پرداخته می‌شود و سپس با بهره‌گیری از روش نظریه داده‌بنیاد، مقوله‌ها، مفاهیم، و روابط میان آن‌ها استخراج و مدل نهایی تدوین می‌گردد. علاوه براین، در بخش بعد، یافته‌های حاصل از اعتبارسنجی مدل از طریق تحلیل عاملی تأییدی (CFA) و معادلات ساختاری (PLS-SEM) نیز ارائه می‌شود.

در مرحله اول، از میان خبرگان صنعت پتروشیمی، ۱۸ نفر از مدیران ارشد، کارشناسان نوآوری، و متخصصان توسعه فناوری انتخاب شدند. با بهره‌گیری از مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته، بیش از ۲۳۰ مفهوم اولیه استخراج شد. پس از پالایش مفاهیم، آن‌ها در ۳۵ زیرمقوله و در نهایت در قالب ۱۰ مقوله اصلی طبقه‌بندی شدند. سپس، پرسش‌نامه‌ای با ۴۵ گویه طراحی و در بین ۲۹۱ نفر از کارکنان، مدیران و کارشناسان واحدهای مختلف در صنعت پتروشیمی توزیع شد. تحلیل با نرم‌افزار SmartPLS انجام گرفت. نتایج تحلیل عاملی تأییدی نشان داد که تمامی شاخص‌ها دارای بار عاملی بالاتر از ۰٫۶ بودند. همچنین شاخص‌های برازش مدل نظیر AVE، CR و شاخص کولموگروف اسمیرنوف نیز تأیید شدند.

جدول ۱

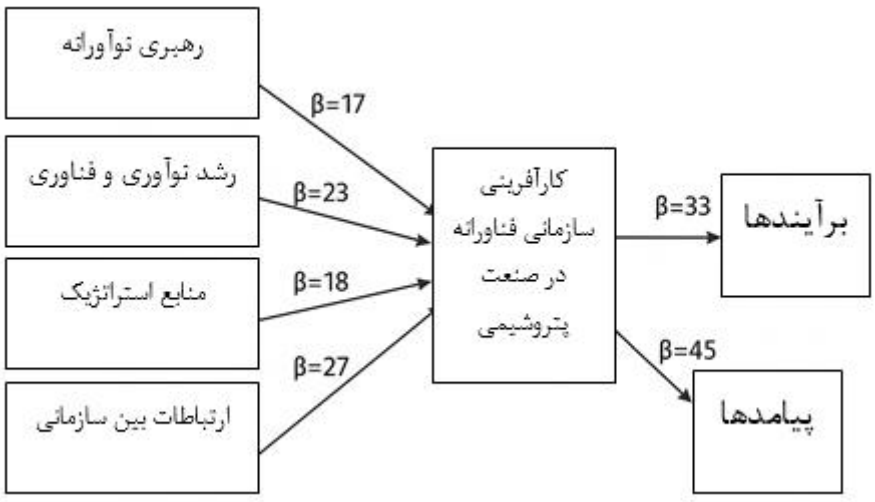
نتایج تحلیل عاملی تأییدی

شناسه	عامل کلیدی	بار عاملی	میانگین واریانس استخراج‌شده(AVE)	پایایی ترکیبی(CR)
F_1	رهبری نوآورانه	۰.۷۸	۰.۶۲	۰.۸۴
F_2	رشد نوآوری و فناوری	۰.۸۲	۰.۶۸	۰.۸۸
F_3	فرهنگ نوآوری و ریسک‌پذیری	۰.۷۶	۰.۶۰	۰.۸۲
F_4	قابلیت یادگیری سازمانی	۰.۸۰	۰.۶۴	۰.۸۶
F_5	منابع استراتژیک	۰.۷۷	۰.۵۹	۰.۸۳
F_6	ساختار سازمانی انعطاف‌پذیر	۰.۸۱	۰.۶۶	۰.۸۷
F_7	ارتباطات بین سازمانی	۰.۷۵	۰.۵۸	۰.۸۰
F_8	حمایت مالی از نوآوری	۰.۸۳	۰.۶۹	۰.۸۹
F_9	تعامل با اکوسیستم نوآوری	۰.۷۹	۰.۶۳	۰.۸۵
F_{10}	نظام ارزیابی و پاداش کارآفرینانه	۰.۷۸	۰.۶۱	۰.۸۴

نتایج تحلیل عاملی تأییدی (CFA) نشان می‌دهد که تمامی عوامل دارای بارهای عاملی بالاتر از ۰.۷ هستند که حاکی از روایی همگرای مناسب متغیرها است. همچنین مقادیر AVE بالاتر از ۰.۵ نشان‌دهنده استخراج مناسب واریانس توسط هر عامل و تأیید اعتبار مفهومی آن‌هاست. از طرفی، پایایی ترکیبی (CR) نیز در همه عوامل بیش از ۰.۸ بوده و از استاندارد قابل‌قبول (۰.۷) فراتر رفته است که بیانگر پایایی مناسب ابزار اندازه‌گیری می‌باشد.

شکل ۱

مدل ساختاری میان متغیرهای اصلی کلیدی



این مدل ساختاری با بهره‌گیری از ضرایب استاندارد مسیر (β) نشان می‌دهد که عوامل کلیدی مانند «رهبری نوآورانه»، «رشد نوآوری و فناوری»، «منابع استراتژیک» و «تعامل با اکوسیستم نوآوری» به‌صورت مستقیم بر کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی اثرگذارند. بالاترین اثر مستقیم مربوط به «ارتباطات بین سازمانی» با β=27 است. کارآفرینی فناورانه نیز تأثیر چشمگیری بر «برآیندها» (β=33) و

E-ISSN: 3041-8585

«پیامدها» (β=45) دارد. در نهایت، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مؤلفه‌هایی مانند «رهبری نوآورانه»، «رشد نوآوری و فناوری»، «منابع استراتژیک» و «ارتباطات بین سازمانی» نقش محوری در ایجاد کارآفرینی سازمانی فناورانه دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف طراحی الگوی کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی انجام شد و نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که متغیرهایی نظیر رهبری نوآورانه، رشد نوآوری و فناوری، منابع استراتژیک و ارتباطات بین‌سازمانی، نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری و توسعه کارآفرینی سازمانی فناورانه در صنعت پتروشیمی دارند. همچنین یافته‌ها نشان داد که کارآفرینی سازمانی فناورانه به‌صورت مستقیم بر برآیندها و پیامدهای سازمانی اثرگذار است و می‌تواند موجب ارتقای بهره‌وری، افزایش نوآوری، توسعه مزیت رقابتی و بهبود عملکرد بلندمدت سازمان شود. این نتایج بیانگر آن است که در شرایط پیچیده و متحول صنعت پتروشیمی، سازمان‌ها برای حفظ بقا و افزایش توان رقابتی خود نیازمند تحول فناورانه و بهره‌گیری از ظرفیت‌های کارآفرینانه هستند.

نتایج پژوهش نشان داد که رهبری نوآورانه تأثیر معناداری بر کارآفرینی سازمانی فناورانه دارد. این یافته بیانگر آن است که مدیران و رهبران سازمانی در صنعت پتروشیمی، از طریق ایجاد فرهنگ خلاقیت، حمایت از ایده‌های نو، تسهیل تصمیم‌گیری و تشویق کارکنان به پذیرش ریسک، می‌توانند زمینه توسعه رفتارهای کارآفرینانه را فراهم سازند. در صنایع فناورمحور، رهبری نوآورانه نه‌تنها نقش مدیریتی دارد، بلکه عامل محرک تغییرات فناورانه و تحول سازمانی نیز محسوب می‌شود. این نتیجه با مطالعاتی که بر ضرورت تحول مدیریتی در صنایع پتروشیمی و انرژی تأکید کرده‌اند همسو است (Marinina et al., 2022; Zastupov, 2020). همچنین پژوهش‌های مرتبط با توسعه صنعتی در شرکت‌های بزرگ نفت و پتروشیمی نشان داده‌اند که سازمان‌های موفق، دارای رهبرانی هستند که رویکرد آینده‌نگر و نوآورانه دارند و توانایی هدایت سازمان در شرایط عدم‌قطعیت را دارا می‌باشند (Øverland & Poussenkova, 2020a, 2020b). از سوی دیگر، تحول دیجیتال و پیچیده‌تر شدن فرایندهای صنعتی باعث شده است که نقش رهبران در مدیریت دانش و توسعه نوآوری بیش از گذشته اهمیت پیدا کند (Tullo, 2021).

یافته دیگر پژوهش نشان داد که رشد نوآوری و فناوری، تأثیر مستقیمی بر کارآفرینی سازمانی فناورانه دارد. این نتیجه بیانگر آن است که توسعه فناوری‌های نوین، استفاده از سامانه‌های هوشمند، دیجیتالی‌سازی فرایندها و ارتقای زیرساخت‌های فناورانه، بستر لازم برای ظهور رفتارهای کارآفرینانه در سازمان را فراهم می‌کند. در واقع، سازمان‌هایی که از ظرفیت‌های فناورانه بالاتری برخوردارند، توان بیشتری در خلق فرصت‌های جدید، توسعه محصولات نوآورانه و پاسخ‌گویی به تغییرات بازار دارند. این یافته با نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه تحول دیجیتال و نوآوری صنعتی همخوانی دارد (Du et al., 2023; Kumar, 2023). همچنین مطالعات مرتبط با آینده صنعت پتروشیمی نشان می‌دهد که رقابت‌پذیری این صنعت در دهه‌های آینده وابسته به میزان سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و سیستم‌های هوشمند صنعتی خواهد بود (Alhassan et al., 2025; Wegner & Fernandes, 2021). علاوه بر این، توسعه فناوری‌های سبز و کم‌کربن نیز فرصت‌های جدیدی برای کارآفرینی فناورانه در صنعت پتروشیمی ایجاد کرده است (Griffiths et al., 2022; Mathur et al., 2022).

نتایج پژوهش همچنین نشان داد که منابع استراتژیک یکی از عوامل مهم در توسعه کارآفرینی سازمانی فناورانه هستند. منابع استراتژیک شامل سرمایه انسانی متخصص، دانش فنی، زیرساخت‌های فناورانه، منابع مالی و قابلیت‌های مدیریتی است که می‌تواند ظرفیت سازمان را برای خلق ارزش و توسعه نوآوری افزایش دهد. این یافته نشان می‌دهد که بدون دسترسی به منابع کلیدی، امکان توسعه کارآفرینی

فناورانه در سازمان‌های پتروشیمی محدود خواهد بود. این نتیجه با مطالعات مرتبط با رقابت‌پذیری شرکت‌های پتروشیمی و سرمایه‌گذاری صنعتی همسو است (Bondarenko et al., 2020). همچنین پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه توسعه صنایع پایین‌دستی نفت و گاز نشان داده‌اند که شرکت‌هایی که دارای منابع فناورانه و سرمایه انسانی قوی هستند، توان بیشتری در توسعه محصولات جدید و افزایش سهم بازار دارند (Michael, 2022; Orazbayeva et al., 2023). در همین راستا، برخی پژوهش‌ها تأکید کرده‌اند که سرمایه‌گذاری در آموزش، توسعه مهارت‌های تخصصی و توانمندسازی نیروی انسانی، از مهم‌ترین الزامات تحول فناورانه در صنایع پتروشیمی است (Журавлева et al., 2021).

یکی دیگر از یافته‌های مهم پژوهش، نقش ارتباطات بین‌سازمانی در توسعه کارآفرینی سازمانی فناورانه بود. نتایج نشان داد که تعاملات مؤثر میان واحدهای سازمانی، همکاری‌های بین‌بخشی، تبادل دانش و ارتباط با اکوسیستم نوآوری، تأثیر قابل‌توجهی بر توسعه رفتارهای کارآفرینانه دارد. این یافته بیانگر آن است که نوآوری در صنایع پیچیده‌ای نظیر پتروشیمی، حاصل فعالیت‌های فردی نیست، بلکه نتیجه شبکه‌ای از تعاملات سازمانی و بین‌سازمانی است. این نتیجه با رویکردهای نوین مدیریت نوآوری و توسعه خوشه‌های صنعتی همخوانی دارد (Orazbayeva et al., 2023). همچنین مطالعات مرتبط با همکاری‌های بین‌المللی در صنعت پتروشیمی نشان داده‌اند که ایجاد شبکه‌های همکاری میان صنایع، دانشگاه‌ها و مراکز فناورانه، می‌تواند فرایند انتقال فناوری و توسعه نوآوری را تسریع کند (Kapsarc, 2021). علاوه بر این، توسعه زنجیره‌های تأمین هوشمند و تعامل میان بازیگران مختلف صنعت، یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در صنایع انرژی‌محور محسوب می‌شود (Kumar, 2023).

نتایج پژوهش نشان داد که کارآفرینی سازمانی فناورانه اثر مستقیمی بر برآیندهای سازمانی دارد. این برآیندها شامل افزایش بهره‌وری، ارتقای کیفیت محصولات، بهبود عملکرد عملیاتی، افزایش سرعت پاسخ‌گویی به بازار و توسعه محصولات جدید بود. این یافته نشان می‌دهد که سازمان‌های کارآفرین و فناورمحور، در مقایسه با سازمان‌های سنتی، عملکرد بهتری در محیط‌های رقابتی دارند. این نتیجه با مطالعات انجام‌شده در زمینه تحول صنایع پالایشی و پتروشیمی همخوانی دارد (Bostan et al., 2020; Pagliaro & Meneguzzo, 2020). همچنین پژوهش‌های مرتبط با توسعه فناوری‌های نوین در صنایع انرژی نشان داده‌اند که استفاده از فناوری‌های هوشمند و نوآورانه موجب افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود (Du et al., 2023). در کنار این موضوع، توجه به توسعه پایدار و کاهش اثرات زیست‌محیطی نیز به یکی از شاخص‌های مهم عملکرد سازمانی در صنایع پتروشیمی تبدیل شده است (Prodanova et al., 2023).

از دیگر یافته‌های مهم پژوهش، تأثیر کارآفرینی سازمانی فناورانه بر پیامدهای بلندمدت سازمانی بود. نتایج نشان داد که این نوع کارآفرینی می‌تواند موجب افزایش مزیت رقابتی، ارتقای تاب‌آوری سازمان، افزایش رضایت ذی‌نفعان و بهبود جایگاه سازمان در بازار شود. در دنیای امروز که صنایع پتروشیمی با چالش‌هایی نظیر نوسانات بازار انرژی، فشارهای زیست‌محیطی و تغییرات فناوری مواجه هستند، توسعه کارآفرینی فناورانه می‌تواند راهبردی مؤثر برای افزایش پایداری سازمانی باشد (Norouzi, 2021). این یافته با پژوهش‌های مرتبط با کاهش کربن، توسعه فناوری‌های پاک و تحول در زنجیره ارزش صنایع پتروشیمی همسو است (Bauer et al., 2022; Griffiths et al., 2022). همچنین مطالعات مرتبط با توسعه پالایشگاه‌های زیستی و رقابت میان صنایع پتروشیمی و صنایع زیست‌پایه نشان می‌دهد که آینده این صنعت وابسته به میزان انعطاف‌پذیری و توانایی سازمان‌ها در نوآوری فناورانه خواهد بود (Götz & Kruse, 2024; Pattnaik et al., 2024).

یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان داد که توسعه کارآفرینی سازمانی فناورانه می‌تواند به مدیریت بهتر چالش‌های زیست‌محیطی در صنعت پتروشیمی کمک کند. امروزه بحران آب، آلودگی زیست‌محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های صنایع انرژی‌محور تبدیل شده است (Feltrin et al., 2022). در این راستا، استفاده از فناوری‌های نوین تصفیه و بازچرخانی آب، توسعه فناوری‌های

E-ISSN: 3041-8585

زیستی و کاهش آلاینده‌ها، نیازمند رویکردهای کارآفرینانه و نوآورانه است (Abdullayeva & N, 2022; Meese et al., 2021). همچنین توسعه فناوری‌های بیوراکتور و مدیریت هوشمند پسماندهای صنعتی می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی این صنعت کمک کند (Kuyukina et al., 2020). این موضوع نشان می‌دهد که کارآفرینی سازمانی فناورانه نه‌تنها ابزاری برای افزایش سودآوری، بلکه راهبردی برای تحقق توسعه پایدار در صنایع پتروشیمی است.

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که صنعت پتروشیمی برای پاسخ‌گویی به تحولات جهانی و حفظ مزیت رقابتی خود، نیازمند گذار از ساختارهای سنتی به سمت سازمان‌های نوآور، دانش‌بنیان و فناورمحور است. در این مسیر، عواملی نظیر رهبری نوآورانه، توسعه فناوری، منابع استراتژیک و تعاملات سازمانی می‌توانند بستر لازم برای شکل‌گیری کارآفرینی سازمانی فناورانه را فراهم سازند. همچنین، توسعه این نوع کارآفرینی می‌تواند زمینه‌ساز افزایش بهره‌وری، کاهش ریسک‌های محیطی، ارتقای تاب‌آوری سازمانی و تحقق توسعه پایدار در صنعت پتروشیمی باشد (Chakraborty et al., 2024; Mofo, 2020; Steininger, 2021).

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به محدود بودن جامعه آماری به برخی شرکت‌ها و واحدهای صنعت پتروشیمی اشاره کرد که ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج را با محدودیت مواجه سازد. همچنین استفاده از ابزار پرسشنامه و اتکای بخشی از داده‌ها به ادراک پاسخ‌دهندگان، احتمال سوگیری پاسخ‌ها را افزایش می‌دهد. محدودیت زمانی و دشواری دسترسی به برخی مدیران و متخصصان صنعت پتروشیمی نیز از دیگر محدودیت‌های پژوهش بود.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، الگوی ارائه‌شده در سایر صنایع انرژی‌محور نظیر صنایع پالایشی، فولاد و نیروگاهی نیز مورد بررسی قرار گیرد تا امکان مقایسه میان صنایع مختلف فراهم شود. همچنین انجام مطالعات طولی برای بررسی تغییرات کارآفرینی سازمانی فناورانه در طول زمان و بررسی نقش فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا در توسعه این نوع کارآفرینی می‌تواند به غنای ادبیات پژوهش کمک کند. استفاده از روش‌های ترکیبی پیشرفته و تحلیل‌های تطبیقی بین‌المللی نیز می‌تواند زمینه توسعه مدل‌های جامع‌تر را فراهم سازد.

در حوزه کاربردی، پیشنهاد می‌شود مدیران صنعت پتروشیمی با تقویت فرهنگ نوآوری، توسعه زیرساخت‌های فناورانه و حمایت از ایده‌های خلاقانه، زمینه شکل‌گیری رفتارهای کارآفرینانه را در سازمان فراهم کنند. همچنین سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی، توسعه همکاری با دانشگاه‌ها و مراکز فناورانه، و ایجاد ساختارهای منعطف سازمانی می‌تواند موجب افزایش توان رقابتی شرکت‌های پتروشیمی شود. توجه به فناوری‌های سبز، مدیریت هوشمند منابع و توسعه راهبردهای پایدار نیز باید به‌عنوان بخشی از سیاست‌های کلان توسعه صنعت پتروشیمی مورد توجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

از تمامی کسانی که در انجام این مطالعه همراهی نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در پژوهش حاضر تمامی موازین اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

Abdullayeva, M., & N, A. S. (2022). Ways of Rational Use of Water Resources in the Oil Industry. *World Science*(5(77)). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092022/7868

Alhassan, A. M., Yusuf, B. O., Hussain, I., Tanimu, A., Alhooshani, K., Ali, B. E., & Ganiyu, S. A. (2025). Crude-to-Chemical Revolution: Integrating Technologies, Economic Feasibility, and Policy Frameworks for Sustainable Light Olefin Production. *The Chemical Record*, *25*(8). https://doi.org/10.1002/tcr.202500011

Bauer, F., Nielsen, T., Nilsson, L. J., Palm, E., Ericsson, K., Fråne, A., & Cullen, J. M. (2022). Plastics and Climate Change—Breaking Carbon Lock-Ins Through Three Mitigation Pathways. *One Earth*, *5*(4), 361-376. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.03.007

Bondarenko, T. G., Borodin, A., Zholamanova, M., Panaedova, G., Belyanchikova, T. V., & Gurieva, L. (2020). Investments to the Petrochemical Sector: The Value of the Competitiveness of Petrochemical Companies. *Journal of Entrepreneurship and Sustainability Issues*, *7*(3), 2510-2525. https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3(70)

Bostan, I., Roman, C., & Boariu, C. (2020). The Romanian Chemical Production Sector (SRPC): Economic Parameters and Some Recent Trends Within European Context. *Revista De Chimie*, *71*(6), 145-153. https://doi.org/10.37358/rc.20.6.8179

Chakraborty, S., Kalhori, S. K., González, Y., Mendoza, J. M., & Galatro, D. (2024). Student Perception of Sustainability in Industry: A Case Study in an Undergraduate Petroleum Processing Course. *Frontiers in Education*, *9*. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1396377

Du, C., Li, X., Liu, C., Song, C., & Lu, J. (2023). Online Corrosion Management Based on the Situation of Long-Cycle Operation of Oil Refining Chemical Plants. 1776-1784. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-126-5_201

Feltrin, L., Mah, A., & Brown, D. (2022). Noxious Deindustrialization: Experiences of Precarity and Pollution in Scotland's Petrochemical Capital. *Environment and Planning C Politics and Space*, *40*(4), 950-969. https://doi.org/10.1177/23996544211056328

Götz, M., & Kruse, A. (2024). A Proposal for Evaluating the Economic Viability of Biorefineries Against Petrochemical Benchmarks. *Chemie Ingenieur Technik*, *96*(3), 355-362. https://doi.org/10.1002/cite.202300124

Griffiths, S., Sovacool, B. K., Kim, J., Bazilian, M., & Uratani, J. M. (2022). Decarbonizing the Oil Refining Industry: A Systematic Review of Sociotechnical Systems, Technological Innovations, and Policy Options. *Energy Research & Social Science*, *89*, 102542. https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102542

Kapsarc. (2021). The Future of the Petrochemicals Industry and Sino-Saudi Cooperation. https://doi.org/10.30573/ks--2020-wb12

Kumar, A. (2023). Challenges and Opportunities to Conduct a Smart Supply Chain Management in Oil and Gas Industry With a Sustainable Strategies. https://doi.org/10.52783/jier.v3i2.171

Kuyukina, M. S., Krivoruchko, A. V., & Ившина, И. Б. (2020). Advanced Bioreactor Treatments of Hydrocarbon-Containing Wastewater. *Applied Sciences*, *10*(3), 831. https://doi.org/10.3390/app10030831

Larraz, R. (2021). A Brief History of Oil Refining. *Substantia*, *5*(2), 129-152. https://doi.org/10.36253/substantia-1191

E-ISSN: 3041-8585

Marinina, O., Tsvetkova, A., Vasilev, Y., Komendantova, N., & Parfenova, A. (2022). Evaluating the Downstream Development Strategy of Oil Companies: The Case of Rosneft. *Resources*, *11*(1), 4. https://doi.org/10.3390/resources11010004

Mathur, S. B., Gosnell, G., Sovacool, B. K., Dylan, D. F. D. R., Griffiths, S., Bazilian, M., & Kim, J. (2022). Industrial Decarbonization via Natural Gas: A Critical and Systematic Review of Developments, Socio-Technical Systems and Policy Options. *Energy Research & Social Science*, *90*, 102638. https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102638

Meese, A. F., Wu, X., Le, L., Napier, C., Hernandez, M., Laroco, N., Linden, K. G., Cox, J., Kurup, P., McCall, J., Greene, D., Talmadge, M., Huang, Z., Macknick, J., Sitterley, K. A., Miara, A., Evans, A., Thirumaran, K., Malhotra, M., . . . Kim, J. H. (2021). Opportunities and Challenges for Industrial Water Treatment and Reuse. *Acs Es&t Engineering*, *2*(3), 465-488. https://doi.org/10.1021/acsestengg.1c00282

Michael, A. O. (2022). 30,000 BPD Capacity Modified Modular Refinery Operations in Nigeria. *Open Journal of Modelling and Simulation*, *10*(04), 340-348. https://doi.org/10.4236/ojmsi.2022.104020

Mofo, L. (2020). Future-Proofing the Plastics Value Chain in Southern Africa. https://doi.org/10.35188/unu-wider/2020/905-1

Norouzi, N. (2021). <scp>Post-COVID</Scp> -19 and Globalization of Oil and Natural Gas Trade: Challenges, Opportunities, Lessons, Regulations, and Strategies. *International Journal of Energy Research*, *45*(10), 14338-14356. https://doi.org/10.1002/er.6762

Orazbayeva, K., Sadu, Z., Nurgaliyeva, Z., Akisheva, A., & Ussenbayev, T. (2023). Formation and Development of Petrochemical Production in Kazakhstan According to the Cluster Principle. *Bio Web of Conferences*, *65*, 09001. https://doi.org/10.1051/bioconf/20236509001

Øverland, I., & Poussenkova, N. (2020a). LUKOIL: Patriotic Cosmopolite. https://doi.org/10.4337/9781788978019.00014

Øverland, I., & Poussenkova, N. (2020b). Tatneft: Genghis Can. https://doi.org/10.4337/9781788978019.00017

Pagliaro, M., & Meneguzzo, F. (2020). Oil Refining in Sicily: A Critical Perspective Looking to the Future. *Energy Science & Engineering*, *8*(3), 566-573. https://doi.org/10.1002/ese3.604

Pattnaik, F., Patra, B. R., Nanda, S., Mohanty, M., Dalai, A. K., & Rawat, J. K. (2024). Drivers and Barriers in the Production and Utilization of Second-Generation Bioethanol in India. *Recycling*, *9*(1), 19. https://doi.org/10.3390/recycling9010019

Prodanova, N., Gordova, M., & Parasotskaya, N. (2023). Industrial Ecology and Environmental Management: Reducing the Level of Systemic Risks. *E3s Web of Conferences*, *371*, 05019. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337105019

Rahman, M., Munadi, S., Widarsono, B., & Caryana, Y. K. (2022). Technology Challenges in Indonesia Oil and Gas Development. *Scientific Contributions Oil and Gas*, *34*(1), 11-17. https://doi.org/10.29017/scog.34.1.787

Randolph, N. (2021). Pipeline Logic and Culpability: Establishing a Continuum of Harm for Sacrifice Zones. *Frontiers in Environmental Science*, *9*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.652691

Steininger, B. (2021). Ammonia Synthesis on the Banks of the Mississippi: A Molecular-Planetary Technology. *The Anthropocene Review*, *8*(3), 262-279. https://doi.org/10.1177/20530196211029676

Tullo, A. (2021). C&EN's Global Top 50. *C&en Global Enterprise*, *99*(27), 27-33. https://doi.org/10.1021/cen-09927-cover

Tullo, A. H. (2021). C&EN's Global Top 50 for 2021. *Chemical & Engineering News*, 26-33. https://doi.org/10.47287/cen-09927-cover

Wegner, R. C., & Fernandes, M. P. (2021). Business and Development Strategies in China: Inferences Based on the Evolution of SINOPEC. *Estudos Internacionais Revista De Relações Internacionais Da Puc Minas*, *9*(1), 70-93. https://doi.org/10.5752/p.2317-773x.2021v9n1p70-93

Yadav, V. G., Yadav, G. D., & Patankar, S. C. (2020). The Production of Fuels and Chemicals in the New World: Critical Analysis of the Choice Between Crude Oil and Biomass Vis-À-Vis Sustainability and the Environment. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *22*(9), 1757-1774. https://doi.org/10.1007/s10098-020-01945-5

Zastupov, A. V. (2020). Increasing Innovation, Technology and Digital Potential of Industrial Enterprises. 113-121. https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.03.16

Журавлева, М. В., Valeeva, E., Klimentova, G., Гончарова, И. Н., & Тагашева, Р. Г. (2021). Interdisciplinary Engineering Education for Sustainable Development of Russian Petrochemical Cluster. 1485-1492. https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.09.02.166