

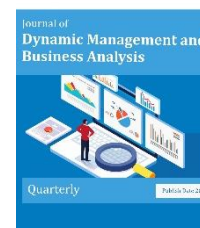


Journal Website

Article history:
Received 23 June 2024
Revised 23 August 2024
Accepted 07 September 2024
Published online 28 September 2024

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 3, Issue 3, pp 1-18



E-ISSN: 3041-8933

Planning with a Futurology Approach for the Development of Inland Petrochemical Hubs

Hamzeh Davoodi¹, Foad Makvandi²*, Mohammad Hemmati³, Ghanbar Amirnejad⁴, Vahid Chenari¹

- ^{1.} Department of Public Administration, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran.
- ^{2.} Department of Public Administration, Shushtar Branch, Islamic Azad University, Shushtar, Iran (Corresponding author).
- ^{3.} Department of Public Administration, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
- ^{4.} Department of Public Administration, Tehran science of Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

* Corresponding author email address: foad.makvandi@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original

How to cite this article:

Davoodi H, Makvandi F, Hemmati M, Amirnejad GH, Chenari V. (2024). Planning with a Futurology Approach for the Development of Inland Petrochemical Hubs. *Dynamic Management and Business Analysis*, 3(3), 1-18.

<https://doi.org/10.22034/dmbaj.2024.2039790.1091>



© 2024 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: The necessity of optimal policymaking in the petrochemical industry has consistently been highlighted as one of the strategic priorities in the country's overarching documents, such that the role of these policies in securing the national interests of current and future generations cannot be overlooked. For this reason, considering future-based scenarios regarding the petrochemical industry, especially the establishment of inland hubs within the developmental horizon of the country, is crucial and this is conducted with the aim of planning with a futurology approach for the development of inland petrochemical hubs. **Methodology:** In this study, qualitative content analysis, scenario formulation, prioritization of propositions, robust planning under conditions of uncertainty, and strategic evaluation methods have been employed across three phases. In this context, interviews were conducted with 20 experts. **Findings:** Based on the research findings, optimistic scenarios are predicated on the reduction of sanctions, economic stability and exchange rate, foreign financing, participation of domestic investors, and access to technology, provided that the government is directly involved. Achieving these conditions requires a shift in foreign policy aimed at sanction relief, which, in turn, is expected to facilitate the realization of other conditions. In moderate scenarios, the importance of sanction reduction remains vital, and without it, the development of petrochemical hubs seems unattainable. **Conclusion:** Accordingly, the manner of government intervention in these projects and its collaboration with other institutions and various sectors will play a significant role in the status of these projects.

Keywords: Petrochemical industry, inland hubs, energy, foresight, Iran.



EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The petrochemical industry is a key player in the global economy, particularly in energy and chemical product supply. With growing demands for energy and petrochemical products, the industry has become a critical element in national economic strategies. Specifically, the development of inland petrochemical hubs is considered one of the strategic priorities for countries rich in natural resources, such as Iran. These hubs offer opportunities for leveraging natural resources, enhancing production efficiency, and securing long-term economic growth. The necessity of creating future-oriented policies for developing these hubs is evident, especially considering the rapidly changing global economic, political, and environmental conditions ([Ahmadi et al., 2020](#)).

The establishment of inland petrochemical hubs is not without challenges. One of the significant factors is the geopolitical context, as sanctions and international relations often impact the ability to secure foreign investments and access to critical technologies. Studies like that of Bustamante et al. (2022) emphasize the need for integrated financial models and environmental assessments in the petrochemical industry to improve economic and environmental sustainability. Moreover, leveraging innovative technologies such as artificial intelligence (AI) and automation has been highlighted as a means to improve operational efficiency and reduce costs ([Ansari & Taqvi, 2023](#)).

Another important aspect is government intervention. Effective governmental policies are essential for mitigating risks and ensuring the long-term viability of inland hubs. Government participation plays a critical role in creating a stable financial environment, attracting foreign investment, and promoting technology transfers. Without such involvement, the development of petrochemical hubs may be limited, as shown in previous studies ([Ahmadi et al., 2020](#); [Ghaithan et al., 2021](#)). This study, therefore, focuses on developing inland petrochemical hubs using a futurology-based approach, examining the key drivers and uncertainties that influence the future of the industry.

Methodology

This study utilized qualitative content analysis, scenario formulation, proposition prioritization, and robust planning methodologies to develop strategic insights for the petrochemical sector. The research was conducted in three phases. In the first phase, expert interviews were conducted with 20 industry professionals, including policymakers, industry leaders, and subject-matter experts. The second phase focused on identifying the key drivers and uncertainties using scenario analysis, where the experts rated each driver's influence on the industry. This information was then used to construct several future scenarios for inland petrochemical hub development.

The third phase involved a robust evaluation of strategies. Using scenario analysis software, the researchers analyzed how different combinations of uncertainties and drivers would impact the success or failure of petrochemical hubs. The final step was evaluating these scenarios based on their feasibility, consistency, and potential for long-term sustainability.

Findings

The study identified several key uncertainties and driving forces that are pivotal for the development of inland petrochemical hubs. The most influential factors included sanctions, economic stability, foreign investment, technological accessibility, and government participation. Among these, the reduction of sanctions and government involvement were highlighted as critical factors for the successful establishment of inland hubs. Without international cooperation and foreign policy shifts, the potential for successful development remains limited.

Three major scenarios were constructed: optimistic, moderate, and pessimistic. The optimistic scenario assumes the reduction of sanctions, economic stability, increased foreign investment, and direct governmental participation. In this scenario, the petrochemical hubs would thrive, leveraging foreign technologies and investments to enhance production capacity and competitiveness in the global market. The moderate scenario emphasizes a partial reduction in sanctions and limited foreign investment. Under this scenario, government intervention remains crucial, but the industry faces challenges due to financial constraints and limited access to cutting-edge technologies. The pessimistic scenario assumes continued sanctions, economic instability, and minimal foreign investment. In this case, the development of inland hubs is significantly hindered, and the government is left to manage the industry with limited resources and outdated technologies.

Discussion and Conclusion

The findings of this study align with previous research on the importance of government involvement and international collaboration in developing inland petrochemical hubs. Ahmadi et al. (2020) and Bustamante et al. (2022) highlight that the success of large-scale industrial projects depends heavily on foreign investment and technological transfers, both of which are often influenced by international relations ([Ahmadi & Saffari, 2024](#); [Bustamante et al., 2022](#)). In this study, the optimistic scenario, which assumes reductions in sanctions and increased foreign involvement, parallels Bustamante et al. (2022), who argue that international cooperation is essential for securing the financial and technological resources needed for such projects ([Bustamante et al., 2022](#)).

Moreover, the moderate scenario emphasizes the ongoing importance of sanctions relief for the industry's development. As Ansari and Taqvi (2023) suggest, financial stability and risk management are key to ensuring the success of large petrochemical ventures. Without significant changes in foreign policy, the ability of petrochemical hubs to attract foreign investment and secure advanced technologies remains constrained ([Ansari & Taqvi, 2023](#)). This study further supports the findings of Chen and Chin (2023), who argue that geopolitical stability is a prerequisite for the sustainable growth of the petrochemical industry ([Chen & Chin, 2023](#)).

From a technological perspective, the adoption of advanced technologies like AI and lean manufacturing processes is essential for improving operational efficiency and reducing environmental impacts. Ghaithan et al. (2021) show that integrating these technologies can lead to significant gains in productivity and sustainability ([Ghaithan et al., 2021](#)). This study corroborates these findings, as the optimistic scenario predicts that access to modern technologies will be a key driver for improving the efficiency and sustainability of inland petrochemical hubs.



The study also underscores the role of public-private partnerships in driving the success of petrochemical hubs. Barsegyan (2021) points out that collaborative frameworks between the government and private sector are essential for enhancing productivity and sustainability in industrial settings (Barsegyan, 2021). The results of this study highlight the importance of such partnerships, particularly in contexts where governmental intervention is necessary to mitigate risks and promote long-term economic growth.

In conclusion, the development of inland petrochemical hubs in Iran hinges on several critical factors, including sanctions relief, economic stability, foreign investment, and governmental participation. Without international cooperation and access to modern technologies, the potential for developing these hubs remains limited. Future research should focus on exploring the impact of emerging technologies and expanding the scope of collaboration between the government and private sector to ensure the long-term viability of these hubs.



برنامه‌ریزی با رویکرد آینده پژوهشی جهت توسعه هاب‌های پتروشیمی

درون سرزمینی

حمزه داودی^۱، فواد مکوندی^{۲*}، محمد همتی^۳، قنبر امیرنژاد^۴، وحید چناری^۱

^۱ گروه مدیریت دولتی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران.

^۲ گروه مدیریت دولتی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران (نویسنده مسئول).

^۳ گروه مدیریت دولتی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

^۴ گروه مدیریت دولتی، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: foad.makvandi@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

داودی ح، مکوندی ف، همتی م، امیرنژاد ق، چناری و (۱۴۰۳). برنامه‌ریزی با رویکرد آینده پژوهشی جهت توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی. *مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار*، ۳(۳)، ۱۸-۱.



© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: ضرورت سیاست گذاری‌های بهینه در صنعت پتروشیمی، همواره به عنوان یکی از اولویت‌های استراتژیک در اسناد فرادستی نظام مطرح بوده است بطوری که نمی‌توان نقش این سیاست‌ها را در تأمین منافع ملی نسل‌های فعلی و آینده نادیده گرفت. به این خاطر در نظر گرفتن سناریوهای مبتنی بر آینده در خصوص صنایع پتروشیمی بویژه ایجاد هاب‌های درون سرزمینی در افق توسعه‌ای کشور بسیار ضروری است و پژوهش حاضر با هدف برنامه‌ریزی با رویکرد آینده پژوهشی جهت توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی انجام شد. **روش‌شناسی:** در این پژوهش از روش‌های تحلیل محتوای کیفی، تبیین سناریو، اولویت‌بندی گزاره‌ها، برنامه‌ریزی پابرجا در شرایط عدم قطعیت و ارزیابی راهبردها بوده و در سه فاز انجام گردیده است. در این راستا با ۲۰ خبره مصاحبه انجام شده است. **یافته‌ها:** بر اساس نتایج تحقیق سناریوهای خوشبینانه بر کاهش تحریم‌ها، ثبات اقتصادی و نرخ ارز، تأمین مالی خارجی، مشارکت سرمایه گذاران داخلی و دسترسی به تکنولوژی مبتنی بوده مشروط به اینکه دولت مشارکت مستقیم داشته باشد. برقراری این شرایط نیازمند ایجاد یک تغییرات در سیاست خارجی با هدف تحریم زدایی است که در پی آن انتظار می‌رود سایر شرایط نیز برقرار گردد. در سناریوهای متوسط نیز اهمیت کاهش تحریم‌ها همچنان برقرار بوده و بدون آن نمی‌توان توسعه هاب‌های پتروشیمی را در دسترس دید. بر این اساس نحوه‌ی مداخله دولت در انجام این پروژه‌ها و همکاری آن با سایر نهادها و بخش‌های مختلف نقش بسزایی در وضعیت این پروژه‌ها خواهد داشت.

کلیدواژگان: صنعت پتروشیمی، هاب-های درون سرزمینی، انرژی، آینده پژوهی، ایران.

صنعت پتروشیمی یکی از بخش‌های کلیدی اقتصاد جهانی محسوب می‌شود و با توجه به افزایش تقاضا برای انرژی و محصولات شیمیایی، اهمیت این صنعت روز به روز بیشتر می‌شود. توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی به عنوان یکی از اولویت‌های استراتژیک در کشورها، از جمله ایران، به منظور بهره‌گیری از منابع طبیعی و بهینه‌سازی تولید، مطرح شده است. در این زمینه، برنامه‌ریزی با رویکرد آینده‌پژوهی برای توسعه این هاب‌ها، ضروری است تا بتوان در شرایط عدم قطعیت و تغییرات سریع اقتصادی، سیاسی و محیطی، سیاست‌های مناسب را تدوین و اجرا کرد (Barsegyan, 2021).

یکی از روش‌های موثر در ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد هاب‌های پتروشیمی، استفاده از تحلیل‌های سیستماتیک و مدل‌سازی‌های پیشرفته است که به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا با توجه به شرایط موجود و آینده، سناریوهای مختلف را تدوین کنند (Bustamante et al., 2024; Varshavi et al., 2024). به عنوان مثال، استفاده از مدل‌های ارزیابی اقتصادی و زیست‌محیطی در زنجیره تولید محصولات پتروشیمی می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش پایداری تولید کمک کند. علاوه بر این، کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی این صنایع از طریق استفاده از تکنولوژی‌های نوین مانند انرژی‌های تجدیدپذیر و بازیافت مواد اولیه، یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی‌های آینده‌نگرانه در این زمینه است (Bustamante et al., 2022).

ایجاد هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی نه تنها نیازمند برنامه‌ریزی‌های دقیق اقتصادی و مدیریتی است، بلکه باید به چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی نیز توجه کرد. تحقیقات نشان داده است که موقعیت جغرافیایی هاب‌های صنعتی می‌تواند تأثیرات مهمی بر قیمت مسکن و دیگر عوامل اقتصادی در مناطق اطراف داشته باشد (Chen & Chin, 2023). در این راستا، برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای باید به گونه‌ای باشد که تأثیرات منفی بر محیط زیست و جامعه به حداقل برسد و از مزایای اقتصادی آن به نحو احسن استفاده شود (Kar, 2023; Shalbolova et al., 2023; Shinkevich, Kudryavtseva, et al., 2019; Singh et al., 2021).

استفاده از تکنولوژی‌های هوش مصنوعی و کنترل‌کننده‌های هوشمند در فرآیندهای پتروشیمی نیز یکی از روش‌های مدرن برای بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها محسوب می‌شود. این تکنولوژی‌ها می‌توانند به مدیریت بهتر فرآیندها و کاهش خطاهای انسانی کمک کنند و در عین حال باعث کاهش مصرف انرژی و مواد اولیه شوند (Ansari & Taqvi, 2023). از این رو، توسعه و بهره‌برداری از این تکنولوژی‌ها در هاب‌های پتروشیمی می‌تواند نقش مهمی در بهبود بهره‌وری و افزایش سودآوری ایفا کند.

یکی از چالش‌های اصلی در توسعه هاب‌های پتروشیمی، مسئله تأمین مالی و سرمایه‌گذاری است. در سال‌های اخیر، نوسانات اقتصادی و تحریم‌های بین‌المللی باعث شده است که دسترسی به منابع مالی خارجی برای پروژه‌های بزرگ دشوار شود. این مسئله نیاز به سیاست‌های حمایتی از سوی دولت و همکاری با بخش خصوصی را بیش از پیش افزایش داده است (Ahmadi et al., 2020). از سوی دیگر، ایجاد بسترهای مناسب برای جذب سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی از طریق ارائه تسهیلات و مشوق‌های اقتصادی می‌تواند نقش مهمی در توسعه این پروژه‌ها ایفا کند (Bosworth & Salemin, 2021).

در نهایت، توسعه هاب‌های پتروشیمی نه تنها به بهبود وضعیت اقتصادی کشورها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به افزایش ظرفیت تولید انرژی و محصولات شیمیایی نیز منجر شود. این مسئله به ویژه در کشورهای دارای منابع غنی نفت و گاز مانند ایران از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به اینکه این کشورها می‌توانند از منابع طبیعی خود برای تولید محصولات پتروشیمی بهره‌برداری کنند، ایجاد هاب‌های

پتروشیمی درون سرزمینی می‌تواند به بهبود وضعیت اقتصادی و افزایش توان رقابتی آنها در بازار جهانی کمک کند (Ghaithan et al., 2021).

به طور کلی، برای توسعه هاب‌های پتروشیمی نیاز به برنامه‌ریزی‌های دقیق و استفاده از رویکردهای آینده‌نگرانه است. این امر نه تنها به افزایش کارایی و بهره‌وری در تولید کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی و افزایش پایداری اقتصادی نیز منجر شود. استفاده از تکنولوژی‌های نوین، همکاری‌های بین‌المللی و سیاست‌های حمایتی از جمله عوامل کلیدی در موفقیت این پروژه‌ها به شمار می‌رود (Alva et al., 2021; Bencekri, 2024; Chen & Chin, 2023; Kakar et al., 2021). ضرورت سیاست گذاری‌های بهینه در صنعت پتروشیمی، همواره به عنوان یکی از اولویت‌های استراتژیک در اسناد فرادستی نظام مطرح بوده است بطوری که نمی‌توان نقش این سیاست‌ها را در تأمین منافع ملی نسل‌های فعلی و آینده نادیده گرفت. به این خاطر در نظر گرفتن سناریوهای مبتنی بر آینده در خصوص صنایع پتروشیمی بویژه ایجاد هاب‌های درون سرزمینی در افق توسعه‌ای کشور بسیار ضروری است و پژوهش حاضر با هدف برنامه‌ریزی با رویکرد آینده پژوهشی جهت توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی انجام شد.

روش پژوهش

مراحل اجرای تحقیق با توجه به نوع هدف و روش تحقیق شامل سه فاز به صورت ذیل می‌باشد.

فاز اول پژوهش شامل:

۱. تعیین مسئله یا تصمیم اصلی:

تعیین روش موضوع اصلی پژوهش، هدف یا تصمیمی که بایستی اتخاذ شود. هر چه گستره تصمیم یا موضوع پژوهش بیشتر باشد، تدوین سناریوها سخت‌تر خواهد بود. در این بخش از پژوهش مصاحبه و گفتگو با اعضای تصمیم گیرنده صنعت برای تشخیص نمودن تصمیمات یا موضوعات اصلی صورت می‌گیرد و به دلیل اینکه نقطه شروع حساس هر فرایندی، برنامه‌ریزی سناریو است عمدتاً افق زمانی این برنامه‌ریزی به صورت بلند مدت در این مرحله بررسی می‌گردد.

۲. شناسایی عوامل کلیدی نیروهای پیشران:

هنگامی که موضوع اصلی پژوهش در بخش قبلی مشخص گردید. در این بخش فهرستی از عواملی که بیشترین تأثیرگذاری مستقیم بر نتایج و پیامدهای شناخته شده در پژوهش را دارند، تهیه می‌گردد. در این پژوهش براساس مطالعات کتابخانه‌ای گسترده شامل مطالعه کتب، مقالات و پایاننامه‌های داخلی و خارجی، عوامل کلیدی و نیروهای پیشران اثرگذار بر آینده هاب‌های درون سرزمینی پتروشیمی استخراج شده است. پس از مشخص نمودن این عوامل، با توجه به نظرات و عقاید پرسنل لیستی از عوامل کلیدی بازبینی و تکمیل گردیده و این عوامل نهایی مبنای تنظیم پرسشنامه محقق ساخته قرار می‌گیرد.

۳. شناسایی عدم قطعیت‌های کلیدی (نیروهای محرکه):

در این بخش به عوامل کلیدی و نیروهای پیشران مؤثر بر صنعت مورد بررسی توسط اعضای خبرگان براساس دو معیار عدم قطعیت (اطمینان) که روند یا عامل را احاطه کرده و همچنین درجه اهمیت و میزان تأثیرگذاری برای موفقیت موضوعات یا تصمیمات کلیدی، امتیاز داده می‌شود. سپس بر عواملی که اثرگذاری و عدم قطعیت بالاتری نسبت به بقیه عوامل دارند، تمرکز می‌گردد. زیرا آنها می‌توانند تغییرات بسیاری در آینده ایجاد نمایند و باید برای این عوامل، برنامه‌ریزی بلند مدتی صورت گیرد تا مدیران را در تصمیم‌گیری‌های سازمانی کمک کنند. به همین دلیل در پژوهش حاضر برای شناسایی عوامل دارای عدم قطعیت بالاتری هستند، می‌توان از ماتریس عدم اطمینان - میزان



اهمیت (میزان تأثیرگذاری) استفاده کرد. که این ماتریس در اختیار خبرگان صنعت پتروشیمی قرار می‌گیرد و عواملی که تأثیرگذاری بالا و عدم اطمینان بیشتری دارند به عنوان عدم قطعیت‌های کلیدی در این پژوهش شناسایی و مشخص می‌گردند. به دلیل اینکه عواملی با تأثیر بالا و عدم قطعیت پایین می‌توانند آینده نسبتاً مطمئنی را ایجاد نمایند، باید در برنامه‌ریزی کوتاه مدت از آن‌ها استفاده کرد.

جامعه آماری شامل مجموعه‌ای از افراد، گروه‌ها و یا رویدادهایی هستند که در یک یا چند ویژگی مشترک‌اند و نمونه‌آماري از میان آن‌ها انتخاب می‌گردد و در نهایت پیامدها و نتایج پژوهش به کل جامعه آماری تعمیم داده می‌شود. پاسخ‌دهندگان در فرایند سناریو باید از میان افراد و گروهی انتخاب شوند که در زمینه مورد بررسی محقق خبره باشند. به همین دلیل، خبرگان این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری قضاوتی هدفمند و روش شبکه‌ای (گلوله برفی) براساس شرایط ذیل انتخاب می‌گردند:

۱- دارای مدرک تحصیلی دانشگاهی کارشناسی ارشد به بالا.

۲- حداقل پنج سال سابقه کاری در حوزه صنعت پتروشیمی.

فاز دوم پژوهش

روش تحلیل اثر متقابل (CIB) که اولین بار در سال ۱۹۶۶ توسط گوردون و هلمز بر طبق مکتب روندهای تعدیل شده، ابداع شد. این روش یک روش تجزیه و تحلیل شبکه‌ای تأثیرگذاری است که توسط آن می‌توان چگونگی تأثیر عملکردها و روندهای متفاوت را بر یکدیگر مشخص کرد و همچنین روابط میان متغیرها که از بینش کیفی خبرگان برخوردار است، به قضاوت کلی و دویه دو پرداخته و تصاویر سناریوها را فراهم می‌کند. در این روش بایستی رویدادها، روندها، و پیشرفت‌هایی را انتخاب کرد که اثرات مورد انتظار از آن‌ها بر آینده از بیشترین کمیت خود برخوردار باشند. تحلیل اثرات متقابل شامل مواردی ذیل از قبیل:

۱- تحلیل کیفی و میان رشته‌ای

۲- الگوریتمی برای ارزیابی اطلاعات گردآوری شده برای تحلیل کیفی در روابط میان متغیرهای کلیدی

۳- یک رویکرد خبرگی برای داوری، سازماندهی و گردآوری اطلاعات درباره سرفصل‌های موارد انجام شونده است (شوارتز، ۲۰۱۴). یکی از ویژگی‌های اصلی این روش شامل مواردی مانند انعطاف پذیری بالا در ارزیابی متغیرها، درک آسان مطالب اطلاعاتی و تحلیل سیستم کیفی آن‌ها و همچنین شفافیت زیاد اطلاعات است که توسط این روش می‌توان تصویر کلی از ترکیب منظم اطلاعات به عنوان خروجی پژوهش به دست آورد.

در فاز دوم برای مشخص کردن اثر متقابل از پرسشنامه مخصوص سناریو نگاری استفاده می‌گردد. به بیان دیگر خبرگان این صنعت وابستگی حالت‌های مختلف عدم قطعیت‌های کلیدی را با استفاده از مقیاس قضاوتی هفت درجه‌ای از به شدت رقابتی تا به شدت محدودکنندگی میزان تأثیرگذاری شاخص را تعیین می‌کنند. بنابراین بر مبنای شبکه تأثیرگذاری به دست آمده از قضاوت خبرگان این حوزه سناریوها با استفاده از نرم افزار سناریو ویزارد ایجاد می‌گردند.

جامعه آماری در این مرحله از میان متخصصان با شرایط زیر انتخاب می‌گردند:

۱- دارا بودن مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد به بالا.

۲- حداقل ده سال سابقه کاری در حوزه صنعت پتروشیمی.

فاز سوم پژوهش

در این مرحله پس از مشخص نمودن خوشبینانه‌ترین، محتمل‌ترین، بدبینانه‌ترین سناریوها از طریق مصاحبه و پرسشنامه فازدوم، راهبردهای پیشنهادی خبرگان برای هر سناریو جمع‌آوری می‌گردد تا برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای مدیران مربوطه در آینده تسهیل گردد.

جامعه آماری این مرحله نیز مانند مرحله دوم پژوهش حاضر براساس شرایط زیر انتخاب می‌شوند:

۱- دارا بودن مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد به بالا.

۲- حداقل ده سال سابقه کاری در حوزه صنعت پتروشیمی.

روایی و پایایی داده‌ها

پرسشنامه محقق ساخته پژوهش حاضر براساس مطالعات کتابخانه‌ای است که توسط آن شاخص‌ها تعیین و ورودی تحلیل متقابل تأثیرات متوازن به نرم افزار سناریوویزارد است. برای سنجش اعتبار محتوای مدل و پرسشنامه اول در این پژوهش، عوامل و زیر مؤلفه‌ها از منظر متخصصین و خبرگان مورد بررسی قرار گرفت. این خبرگان متشکل از برخی مدیران، اساتید و خبرگان صنعت پتروشیمی می‌باشند که اعتبار صوری ابزار مورد بررسی قرار دادند. برای بررسی روایی پرسشنامه دوم چون این پرسشنامه خروجی پرسشنامه اول می‌باشد و نظرات متخصصان و خبرگان در انتخاب زیر مؤلفه‌های خروجی پرسشنامه اول دخیل بوده و زیر مؤلفه‌های خروجی پرسشنامه اول به عنوان متغیرهای ورودی پرسشنامه دوم در نظر گرفته می‌شوند و لذا نیازی به بررسی روایی آن وجود ندارد.

برای سنجش پایایی پرسشنامه اول نیز در ابتدا ۲۰ نسخه‌ای بین متخصصان، کارشناسان و خبرگان توزیع گردید و سپس برای جمع نظر خبرگان از میانگین فازی استفاده گردید که برای تعیین مؤلفه‌ها از حد نصاب ۰,۷ در نظر گرفته شد که پایایی پرسشنامه تعیین شد. پرسشنامه دوم نیازی به تعیین پایایی ندارد زیرا نرم افزار سناریوویزارد خود به تعیین داده‌های ورودی اقدام می‌کند و این کار را با تعیین سازگاری درونی متغیرها انجام می‌دهد. در صورتی که داده‌های ورودی فاقد پایایی باشند، نرم‌افزار به دلیل عدم سازگاری داده‌ها هیچ خروجی و سناریوای ارائه نمی‌دهد.

یافته‌ها

نتایج فاز اول پژوهش

جهت انجام این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری قضاوتی هدفمند و روش نمونه‌گیری گلوله برفی، در ابتدا از طریق ایمیل و تلفن با ۳۱ خبره تماس و نهایتاً ۲۰ نفر با مشخصات در این مرحله شرکت نمودند. مشارکت کنندگان شامل سیاست‌گذاران، عموم صاحب نظران، متخصصان، کارشناسان، مدیران و تصمیم‌گیران حوزه‌های صنعت پتروشیمی و اقتصاد انرژی می‌باشند. عوامل کلیدی و نیروهای پیشران که با توجه به نظرات خبرگان صنعت و پرسشنامه مربوطه جهت ارزیابی میزان تأثیرگذاری و عدم قطعیت آنها، با استفاده از طیف لیکرت ۵ تایی امتیاز دهی و با استفاده از اعداد فازی مثلثی به شرح زیر فازی سازی شدند.

جدول ۱

اعداد فازی میزان اثرگذاری

میزان اثرگذاری	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم	(0, 0, 0.25)
کم	(0, 0.25, 0.5)
متوسط	(0.25, 0.5, 0.75)
زیاد	(0.5, 0.75, 1)
خیلی زیاد	(0.75, 1, 1)



در این مرحله به منظور جمع‌بندی نظر خبرگان، از روش میانگین فازی طبق فرمول ذیل استفاده گردید و سپس به منظور رهایی از اعداد فازی، از فرمول ۲ استفاده شده است.

$$F_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^n li}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n mi}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n ui}{n} = (L, M, U) \quad (1)$$

$$Crisp = \frac{L+M+U}{3} \quad (2)$$

نتایج به شرح جداول ذیل می‌باشد. لازم به ذکر است غربال با در نظر گرفتن حد ۰,۷ می‌باشد.

جدول ۲

میزان عدم قطعیت و میزان تاثیرگذاری

میزان تاثیرگذاری				میزان عدم قطعیت				عوامل کلیدی و نیروهای پیشران
Crisp			F(ave)	Crisp			F(ave)	
0.875	1	0.9375	0.6875	0.758	0.925	0.8	0.55	حمایت دولت
0.808	0.975	0.85	0.6	0.750	0.975	0.7625	0.5125	تامین مالی
0.917	1	1	0.75	0.750	1	0.75	0.5	وجود سرمایه گذاری داخلی
0.858	1	0.9125	0.6625	0.725	0.975	0.725	0.475	وجود سرمایه گذاری خارجی
0.313	0.5375	0.2875	0.1125	0.275	0.5	0.25	0.075	سطح فرهنگی
0.850	1	0.9	0.65	0.833	1	0.875	0.625	عدم وجود تحریم
0.675	0.925	0.675	0.425	0.438	0.675	0.425	0.2125	توجه به محیط زیست
0.629	0.8625	0.6375	0.3875	0.513	0.7625	0.5125	0.2625	بهره وری منابع
0.850	1	0.9	0.65	0.750	1	0.75	0.5	نرخ ارز
0.696	0.8875	0.725	0.475	0.517	0.7625	0.5125	0.275	وجود نیروهای متخصص
0.696	0.8875	0.725	0.475	0.575	0.825	0.575	0.325	وجود زیرساخت
0.867	1	0.925	0.675	0.750	1	0.75	0.5	ثبات سیاسی
0.900	1	0.975	0.725	0.825	1	0.8625	0.6125	ثبات اقتصادی
0.833	0.975	0.8875	0.6375	0.792	0.925	0.85	0.6	دسترسی به تکنولوژی
0.850	1	0.9	0.65	0.817	1	0.85	0.6	سیاست خارجی فعال
0.808	1	0.8375	0.5875	0.688	0.9375	0.6875	0.4375	ثبات امنیتی
0.825	1	0.8625	0.6125	0.638	0.8875	0.6375	0.3875	وجود زنجیره‌های پسین و پیشین
0.800	0.975	0.8375	0.5875	0.588	0.8375	0.5875	0.3375	برنامه ریزی مبتنی بر آمایش
0.775	0.95	0.8125	0.5625	0.638	0.8875	0.6375	0.3875	قیمت انرژی
0.517	0.75	0.5125	0.2875	0.175	0.375	0.125	0.025	مصرف داخلی انرژی

پس از بررسی نظرات تمامی خبرگان پاسخگو در مصاحبه‌ها، ۱۰ عدم قطعیت شناسایی شده مشخص گردیدند. ۱۰ مورد فوق طبق

نظر خبرگان در واقع عدم قطعیت‌هایی هستند که بیشترین اثرگذاری را بر آینده توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی دارد. این عوامل

عبارتند از: عدم وجود تحریم، ثبات اقتصادی، سیاست خارجی فعال، دسترسی به تکنولوژی، حمایت دولت، تامین مالی، وجود سرمایه گذاری داخلی، نرخ ارز، ثبات سیاسی و وجود سرمایه گذاری خارجی. بهترین پاسخ استراتژیک برای عدم قطعیت‌ها برنامه‌ریزی براساس سناریونگاری است.

نتایج فاز دوم پژوهش

در این مرحله خبرگان از میان افرادی با شرایط مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد به بالا و حداقل ده سال سابقه کار در حوزه مرتبط با پتروشیمی انتخاب شده‌اند. از بین پنل خبرگان فاز اول و همچنین خبرگان معرفی شده به روش گلوله برفی، با ۲۰ خبره تماس گرفته شد و در نهایت ۱۰ نفر در این مرحله شرکت نمودند و به امتیاز دهی نحوه اثرگذاری متقابل حالت‌های مختلف توصیف‌گرها پرداختند. با شناسایی مهمترین عوامل سیستم که از میزان اثرگذاری و عدم قطعیت بالایی برخوردار بودند، مجموعه‌ای از مولفه‌های کیفی بدیل که حالت‌های ممکن توصیف‌گرها را نشان می‌دهند، گردآوری شده و طبق شکل ذیل در نرم افزار ScenarioWizard بعنوان ساختار تحلیل تعریف می‌گردد که سطر و ستون ماتریس CIB را شکل می‌دهد. پنل خبرگان وابستگی متقابل این توصیف‌گرها را ارزیابی می‌کنند و در هر خانه از ماتریس، میزان و نوع تاثیرگذاری مولفه سطری بر مولفه ستونی مربوطه تعیین می‌گردد. خبرگان قضاوت آثار متقابل را برای وابستگی متقابل با استفاده از رتبه بندی کیفی (طیف لیکرت هفت تایی) انجام می‌دهند. سپس ماتریس‌های CIB به اعداد فازی مثلثی به شرح زیر فازی سازی می‌شوند:

جدول ۳

فازی سازی اعداد

عدد	اعداد فازی مثلثی
+۳	(0.9, 1, 1)
+۲	(0.75, 0.9, 1)
+۱	(0.5, 0.75, 0.9)
۰	(0.3, 0.5, 0.75)
-۱	(0.1, 0.3, 0.5)
-۲	(0, 0.1, 0.3)
-۳	(0, 0, 0.1)

با طراحی وضعیت‌ها و تهیه ماتریس متقاطع مجدداً همانند مرحله قبل، پرسشنامه مفصلی تهیه و در اختیار خبرگان قرار گرفت. خبرگان بر تکمیل پرسشنامه براساس سه ویژگی تقویت کننده، بی تأثیر و محدود کننده اقدام کردند و با درج ارقامی بین ۳- تا ۳+ میزان تأثیرگذاری هر کدام از این وضعیت‌ها را مشخص کردند. با جمع آوری داده‌ها که توسط خبرگان صنعت پتروشیمی صورت گرفته شد، امکان استفاده از نرم افزار سناریوویزارد فراهم گردید.

نرم افزار سناریوویزارد با محاسبات پیچیده امکان استخراج سناریوهایی با احتمال وقوع قوی، ضعیف و با احتمال سازگاری و انطباق بالا را برای محقق فراهم می‌آورد. برای تجمیع نظرات خبرگان، روش میانگین فازی طبق فرمول ۱ استفاده شده و سپس به منظور رهایی از فازی بر مبنای فرمول ۲ صورت می‌پذیرد تا شبکه اثرگذاری را در نرم افزار Scenario wizard تبیین نماید. با تحلیل ماتریس آثار متقابل



متوازن (CIB) در Scenario wizard، سناریوهای سازگار آینده ایجاد هاب‌های پتروشیمی محاسبه گردیده و ۵ سناریو به شرح گزارش شده در جدول ۴ توسط نرم افزار ایجاد شده است.

جدول ۴

تابلوی خلاصه شده سناریوها توسط نرم افزار

سناریوی اول	A: تحریم‌ها B: ثبات اقتصادی C: سیاست خارجی فعال D: حمایت دولت E: سرمایه گذاری داخلی F: نرخ ارز G: ثبات سیاسی H: دسترسی به تکنولوژی I: تامین مالی J: سرمایه گذاری خارجی	A1: کاهش تحریم‌ها B1: وجود ثبات اقتصادی C1: بهبود روابط بین الملل D1: مشارکت مستقیم دولت در ایجاد هاب‌های پتروشیمی E1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران داخلی F1: ثبات نرخ ارز G1: وجود ثبات سیاسی H1: امکان دسترسی به تکنولوژی I3: برنامه تامین مالی توسط سرمایه گذاران خارجی J1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران خارجی
سناریوی دوم	A: تحریم‌ها B: ثبات اقتصادی C: سیاست خارجی فعال D: حمایت دولت E: سرمایه گذاری داخلی F: نرخ ارز G: ثبات سیاسی H: دسترسی به تکنولوژی I: تامین مالی J: سرمایه گذاری خارجی	A1: کاهش تحریم‌ها B1: وجود ثبات اقتصادی C2: بهبود روابط خارجی منطقه ای D1: مشارکت مستقیم دولت در ایجاد هاب‌های پتروشیمی E1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران داخلی F1: ثبات نرخ ارز G1: وجود ثبات سیاسی H1: امکان دسترسی به تکنولوژی I3: برنامه تامین مالی توسط سرمایه گذاران خارجی J1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران خارجی
سناریوی سوم	A: تحریم‌ها B: ثبات اقتصادی C: سیاست خارجی فعال D: حمایت دولت E: سرمایه گذاری داخلی F: نرخ ارز G: ثبات سیاسی H: دسترسی به تکنولوژی I: تامین مالی J: سرمایه گذاری خارجی	A1: کاهش تحریم‌ها B1: وجود ثبات اقتصادی C1: بهبود روابط بین الملل D2: رفع موانع و محدودیت‌های ایجاد هاب توسط دولت E1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران داخلی F1: ثبات نرخ ارز G1: وجود ثبات سیاسی H1: امکان دسترسی به تکنولوژی I3: برنامه تامین مالی سرمایه گذاران خارجی J1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران خارجی
سناریوی چهارم	A: تحریم‌ها B: ثبات اقتصادی C: سیاست خارجی فعال D: حمایت دولت E: سرمایه گذاری داخلی F: نرخ ارز G: ثبات سیاسی H: دسترسی به تکنولوژی	A1: کاهش تحریم‌ها B1: وجود ثبات اقتصادی C2: بهبود روابط خارجی منطقه ای D2: رفع موانع و محدودیت‌های ایجاد هاب توسط دولت E1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران داخلی F1: ثبات نرخ ارز G1: وجود ثبات سیاسی H1: امکان دسترسی به تکنولوژی

I3: برنامه تامین مالی توسط سرمایه گذاران خارجی	I: تامین مالی	سناریوی پنجم
J1: همکاری و مشارکت سرمایه گذاران خارجی	J: سرمایه گذاری خارجی	
A2: افزایش تحریم‌ها	A: تحریم‌ها	
B2: عدم ثبات اقتصادی	B: ثبات اقتصادی	
C3: عدم تغییر در شرایط سیاست خارجی	C: سیاست خارجی فعال	
D3: عدم همکاری دولت در ایجاد هاب‌های پتروشیمی	D: حمایت دولت	
E2: عدم همکاری و مشارکت سرمایه گذاران داخلی	E: سرمایه گذاری داخلی	
F2: افزایش نرخ ارز	F: نرخ ارز	
G2: عدم ثبات سیاسی	G: ثبات سیاسی	
H2: عدم دسترسی به تکنولوژی	H: دسترسی به تکنولوژی	
I4: برنامه تامین مالی مشترک داخلی و خارجی	I: تامین مالی	
J1: عدم همکاری و مشارکت سرمایه گذاران خارجی	J: سرمایه گذاری خارجی	

بررسی سازگاری درونی سناریوها: در تحلیل CIB سازگاری درونی هر سناریو توسط یک بررسی منطقی نرم افزار Scenario wizard تعیین می‌شود. سناریوهای سازگار، حاصل از شبکه تأثیر متقابل با استفاده از الگوریتم CIB و Scenario wizard محاسبه می‌شود. سناریوهای سازگار بازتاب دهنده تعادل سیستمی تأثیر شبکه شامل اثرات غیر مستقیم است و مجموعه‌ای از حالات ممکن آینده را ارائه می‌دهد. در این پژوهش میزان سازگاری سناریوها از ۲ - تا ۲ در نظر گرفته می‌شود و به دلیل اینکه امتیاز تأثیر متقابل (Total impact score) سناریوها بالا است و تأثیر پذیری آن‌ها از سیستم زیاد است بنابراین Scenario wizard به ناسازگاری سناریوها توجهی ندارد و آن‌ها را به عنوان سناریو قوی در نظر می‌گیرد.

جدول ۵

مشخصات ۵ سناریو محتمل به دست آمده براساس محاسبات نرم افزاری

سناریو	مقدار سازگاری	نمره تأثیر کل
اول	صفر	۲۲۵
دوم	صفر	۲۲۵
سوم	صفر	۲۲۴
چهارم	صفر	۲۲۴
پنجم	۲۶	۱۴۶

تجزیه و تحلیل داده‌ها در مرحله سوم

با دستیابی به سناریوهای سازگار به دست آمده از نرم افزار Scenario wizard در فاز دوم پژوهش، در این مرحله به تحلیل و ارزیابی سناریوهای سازگار پرداخته می‌شود تا خوشبینانه‌ترین، محتمل‌ترین و بدبینانه‌ترین سناریو را مشخص کرده و راهبردهایی توسط خبرگان صنعت پتروشیمی برای هر کدام از این سناریو پیشنهاد شود تا تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در این خصوص را در آینده تسهیل نماید. با تبیین حالت‌های خوشبینانه، محتمل و بدبینانه برای شاخص‌های هر توصیفگر، طبق جدول زیر امتیازی به هر کدام از سناریوها اختصاص داده شده است.



جدول ۶

حالت‌های خوش-بینانه، محتمل و بدبینانه

سناریو	A: تحریم‌ها	B: ثبات اقتصادی	C: سیاست خارجی فعال	D: حمایت دولت	E: سرمایه‌گذاری داخلی	F: نرخ ارز	G: ثبات سیاسی	H: دسترسی به تکنولوژی	I: تأمین مالی	J: سرمایه‌گذاری خارجی	Impact Score	O: خوشبینانه	M: متوسط	P: بدبینانه
۱	کاهش	وجود	جهانی	مشارکت	مشارکت	ثبات	ثبات	امکان	خارجی	انجام	۲۲۵	۷	۳	۰
	O	O	O	O	M	O	M	M	O	O				
۲	کاهش	وجود	منطقه	مشارکت	مشارکت	ثبات	ثبات	امکان	خارجی	انجام	۲۲۵	۶	۴	۰
	O	O	M	O	M	O	M	M	O	O				
۳	کاهش	وجود	جهانی	کمک	مشارکت	ثبات	ثبات	امکان	خارجی	انجام	۲۲۴	۶	۴	۰
	O	O	O	M	M	O	M	M	O	O				
۴	کاهش	وجود	منطقه	کمک	مشارکت	ثبات	ثبات	امکان	خارجی	انجام	۲۲۴	۵	۵	۰
	O	O	M	M	M	O	M	M	O	O				
۵	افزایش	عدم	عدم	عدم	عدم	افزایش	عدم	عدم	د و خ	عدم	۱۴۶	۰	۴	۶
	M	P	P	P	P	M	P	P	M	M				

با در نظر گرفتن امتیاز حالت‌های خوش‌بینانه، متوسط و بدبینانه سناریوها و همچنین با توجه به نمره تأثیرگذاری آن‌ها، سناریوها از خوشبینانه‌ترین به بدبینانه‌ترین حالت مرتب شده‌اند.

سناریو اول به عنوان خوش‌بینانه‌ترین (سناریو تیک آف)، سناریو چهارم به عنوان محتمل‌ترین (سناریو کروز) و سناریو پنجم به عنوان بدبینانه‌ترین (سناریو استال) انتخاب و نام‌گذاری شدند تا برای این سناریوها راهبردهایی توسط خبرگان پیشنهاد و مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت، با بررسی مطالعات داخلی و خارجی انجام شده در خصوص موضوع تحقیق و همچنین با استفاده از نظرات خبرگان این صنعت، پاسخ به سؤال اول پژوهش به شرح جدول ذیل شناسایی شدند و همچنین عوامل با عدم قطعیت کلیدی و تأثیرگذاری بالا نیز به شرح ذیل متمایز گردیدند.

جدول ۷

عوامل کلیدی و نیروهای پیش‌ران مؤثر بر توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی

حمایت دولت	سطح فرهنگی	نرخ ارز	ثبات اقتصادی	وجود زنجیره‌های پسین و پیشین
تأمین مالی	عدم وجود تحریم	وجود نیروهای متخصص	دسترسی به تکنولوژی	برنامه‌ریزی مبتنی بر آمایش
وجود سرمایه‌گذاری داخلی	توجه به محیط زیست	وجود زیرساخت	سیاست خارجی فعال	قیمت انرژی
وجود سرمایه‌گذاری خارجی	بهره‌وری منابع	ثبات سیاسی	ثبات امنیتی	مصرف داخلی انرژی

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش که بر توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی با رویکرد آینده‌پژوهی تمرکز دارد، چندین جنبه مهم را برجسته می‌کند. یکی از مهم‌ترین نتایج، سناریوی خوش‌بینانه‌ای است که عمدتاً بر کاهش تحریم‌ها، ثبات اقتصادی، تأمین مالی خارجی و

دسترسی به فناوری استوار است. این عوامل به عنوان عناصر کلیدی برای ایجاد و گسترش موفقیت‌آمیز هاب‌های پتروشیمی در ایران شناسایی شدند. علاوه بر این، پژوهش تأکید کرد که مشارکت مستقیم دولت به عنوان یک فعال مهم در تسهیل شرایط لازم برای عملکرد بهینه این هاب‌ها ضروری است. این نتایج با پژوهش‌های پیشین همخوانی دارد که همواره بر نقش سیاست‌های دولتی و روابط بین‌المللی در شکل‌دهی به آینده صنعت پتروشیمی تأکید داشته‌اند. به عنوان مثال، Bustamante و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که همکاری دولت در اولویت‌بندی اقدامات تولید پاک می‌تواند به بهبود چرخه تولید صنعتی کمک کند، که این امر با تأکید این پژوهش بر نقش دولت در تسهیل دسترسی به فناوری و منابع مالی برای توسعه پتروشیمی هم‌راستا است (Bustamante et al., 2022).

علاوه بر این، سناریوی متوسط نیز بر اهمیت کاهش تحریم‌ها تأکید دارد. حتی بدون دستیابی به کاهش کامل تحریم‌ها، پژوهش نشان می‌دهد که هرگونه پیشرفت در این زمینه می‌تواند برای بهبود قابلیت دستیابی به هاب‌های پتروشیمی حیاتی باشد. این نتیجه توسط Ahmadi و همکاران (۲۰۲۰) که بر اهمیت دسترسی به منابع مالی بین‌المللی و مدیریت ریسک به عنوان عوامل مرکزی برای رشد و ثبات صنعت پتروشیمی در مناطق تحت تحریم تأکید کرده‌اند، تأیید می‌شود (Ahmadi et al., 2020). نتایج این پژوهش این دیدگاه را گسترش می‌دهد و نشان می‌دهد که بدون تغییرات معنادار در سیاست خارجی، توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی محدود باقی خواهد ماند. این یافته اهمیت دارد، زیرا نه تنها به نیاز به ثبات اقتصادی و سیاسی که توسط Chen و Chin (۲۰۲۳) مطرح شده، اشاره می‌کند بلکه بر پژوهش‌های پیشین در مورد دینامیک‌های اجتماعی و سیاسی تأسیس هاب‌های پتروشیمی در سایر زمینه‌ها نیز تأکید دارد (Chin et al., 2021).

این پژوهش همچنین نشان داد که ثبات اقتصادی، به ویژه در زمینه نرخ ارز و تأمین مالی خارجی، همچنان چالش اصلی محسوب می‌شود. این موضوع با نتیجه‌گیری‌های Ansari و Taqvi (۲۰۲۳) همخوانی دارد که بر اهمیت مدل‌سازی مالی پیشرفته و استراتژی‌های کاهش ریسک برای اطمینان از موفقیت پروژه‌های بزرگ پتروشیمی تأکید می‌کنند (Ansari & Taqvi, 2023). با توجه به نوسانات اقتصادی در بسیاری از مناطق، از جمله ایران، نیاز به ورودی‌های مالی پایدار و پیش‌بینی‌پذیر برای این هاب‌ها نباید نادیده گرفته شود. این موضوع همچنین توسط Halim و همکاران (۲۰۱۹) که چالش‌های مالی را به عنوان عامل کلیدی در استراتژی‌های قیمت‌گذاری و سودآوری کل پروژه‌های پتروشیمی شناسایی کرده‌اند، تأیید می‌شود (Halim et al., 2019).

دسترسی به فناوری نیز، به ویژه در زمینه استفاده از فرآیندهای تولید پاک‌تر و کارآمدتر، به عنوان یکی دیگر از نتایج کلیدی پژوهش شناسایی شد. همان‌طور که Ghaithan و همکاران (۲۰۲۱) اشاره کرده‌اند، یکپارچه‌سازی فناوری‌های نسل چهارم صنعتی و اصول تولید ناب می‌تواند عملکرد پایداری صنایع پتروشیمی را به طور قابل توجهی بهبود بخشد (Ghaithan et al., 2021). در زمینه صنعت پتروشیمی ایران، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پیشرفت‌های فناورانه، همراه با سیاست‌های دولتی و همکاری‌های بین‌المللی، می‌تواند مسیری برای بهبود کارایی و کاهش تأثیرات زیست‌محیطی فراهم کند. این یافته با مطالعات Shinkevich و همکاران (۲۰۱۹) که بر مدیریت روندهای مصرف انرژی در کارخانجات پتروشیمی از طریق فناوری‌های صرفه‌جویی منابع تأکید دارند (Shinkevich, Kudryavtseva, et al., 2019; Shinkevich, Malysheva, et al., 2019)، همخوانی دارد.

نتایج پژوهش همچنین بر اهمیت همکاری بین بخش‌های دولتی و خصوصی تأکید دارد. توسعه موفقیت‌آمیز هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی نیازمند رویکردی هم‌افزاست که از قوت‌های هر دو بخش دولتی و خصوصی استفاده کند. این موضوع با کار Barsegyan (۲۰۲۱) که بر اهمیت ساختارهای سازمانی و چارچوب‌های همکاری در افزایش بهره‌وری و پایداری صنایع پتروشیمی تأکید می‌کند

(Barsegyan, 2021)، هم‌راستا است. علاوه بر این، Ahmadi و همکاران (۲۰۲۰) به اهمیت همکاری‌های عمومی و خصوصی در مدیریت ریسک و تضمین ثبات اقتصادی بلندمدت برای پروژه‌های بزرگ پتروشیمی اشاره کرده‌اند (Ahmadi et al., 2020).

نتایج همچنین نشان می‌دهد که زمینه‌های ژئوپلیتیک توسعه هاب‌های پتروشیمی به طور قابل توجهی بر موفقیت آنها تأثیر خواهد گذاشت. این یافته با کار Rasmy و همکاران (۲۰۲۱) که بر اهمیت ایجاد هاب‌های چندبخشی که به فشارهای سیاسی خارجی مقاوم هستند و به شرایط بازار تغییرپذیر انطباق می‌یابند (Rasmy et al., 2021)، تأکید می‌کنند، پشتیبانی می‌شود. اهمیت انعطاف‌پذیری و انطباق‌پذیری برای آینده هاب‌های پتروشیمی، به ویژه در مناطق مستعد ناپایداری ژئوپلیتیک مانند ایران، امری حیاتی است.

با وجود ارائه بینش‌های ارزشمند، این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است. اول اینکه، اتکا به مصاحبه‌های کیفی با تعداد محدودی از خبرگان (۲۰ نفر) ممکن است قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌ها را محدود کند. اگرچه نظر کارشناسان حائز اهمیت است، اما گنجاندن حجم نمونه بزرگ‌تر یا دیدگاه‌های متنوع‌تر می‌توانست درک جامع‌تری از مسائل مربوط به توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی ارائه دهد. علاوه بر این، این پژوهش شامل داده‌های کمی یا مدل‌سازی‌های مالی نشده است که می‌توانست با ارائه بینش‌های قابل اندازه‌گیری در مورد امکان‌سنجی و سودآوری هاب‌های پتروشیمی در سناریوهای مختلف اقتصادی و ژئوپلیتیک، تحلیل را غنی‌تر کند. همچنین، پژوهش به طور خاص به شرایط ایران محدود است و نتایج ممکن است به طور مستقیم به سایر مناطق با شرایط ژئوپلیتیکی و اقتصادی متفاوت قابل انتقال نباشد.

دوم، این پژوهش با توجه به ماهیت پویای عوامل ژئوپلیتیکی و اقتصادی مانند تحریم‌ها و روابط بین‌المللی نیز محدودیت‌هایی دارد. با توجه به عدم پیش‌بینی‌پذیری این عناصر، سناریوهای خوش‌بینانه و متوسط ارائه شده در این پژوهش ممکن است به سرعت با بروز تحولات سیاسی جدید از اعتبار خارج شوند. این محدودیت در هر رویکرد آینده‌پژوهانه ذاتی است، زیرا فرضیات استفاده شده برای ساخت سناریوهای آینده ممکن است در محیط‌های سیاسی و اقتصادی به سرعت در حال تغییر، معتبر باقی نمانند.

تحقیقات آینده باید با غلبه بر این محدودیت‌ها، مجموعه‌ای متنوع‌تر از منابع داده و روش‌های تحلیلی را بگنجاند. گسترش حجم نمونه مصاحبه‌شدگان به منظور گنجاندن طیف گسترده‌تری از ذی‌نفعان از جمله سیاست‌گذاران، رهبران صنعت و سرمایه‌گذاران بین‌المللی می‌تواند درک دقیق‌تری از چالش‌ها و فرصت‌های مرتبط با هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی فراهم کند. علاوه بر این، گنجاندن مدل‌های کمی مانند پیش‌بینی مالی و ارزیابی‌های تأثیر اقتصادی می‌تواند پیش‌بینی‌های قابل اعتمادتر و دقیق‌تری از امکان‌سنجی و سودآوری این هاب‌ها تحت سناریوهای مختلف ژئوپلیتیکی و اقتصادی ارائه دهد.

تحقیقات آینده همچنین می‌تواند به بررسی تأثیر فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی (AI) و بلاک‌چین در توسعه و مدیریت هاب‌های پتروشیمی بپردازد. همان‌طور که پژوهشگران بسیاری نیز اشاره کرده‌اند، کنترل‌کننده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و سیستم‌های پیشرفته اتوماسیون پتانسیل زیادی برای بهینه‌سازی فرآیندهای صنعتی و مدیریت از جمله پتروشیمی، کاهش هزینه‌ها و بهبود پایداری دارند (Ansari & Taqvi, 2023; Ariaparsa & Ebraimihi, 2023; Nader, 2023). بررسی یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها در بخش پتروشیمی،

به ویژه در مناطقی مانند ایران، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی را در مورد چگونگی استفاده از نوآوری‌های فناوری در صنعت ارائه دهد.

در نهایت، مطالعات طولی که توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی را در طول زمان پیگیری می‌کنند، می‌تواند برای ارزیابی کاربرد واقعی سناریوهای ارائه شده در این پژوهش مفید باشد. با نظارت بر اجرای سیاست‌ها و ایجاد هاب‌های پتروشیمی در مناطق مختلف، محققان می‌توانند شواهد تجربی در مورد اثربخشی رویکردهای برنامه‌ریزی آینده‌نگر ارائه دهند.

برای فعالان صنعت پتروشیمی، چندین پیشنهاد عملی از این پژوهش استخراج می‌شود. اول اینکه، دولت‌ها باید نقش فعالی در تسهیل توسعه هاب‌های پتروشیمی درون سرزمینی ایفا کنند، از جمله ایجاد یک محیط قانونی پایدار، کاهش موانع سرمایه‌گذاری خارجی و

تقویت همکاری‌های عمومی و خصوصی. این امر به ویژه در مناطق تحت تأثیر تحریم‌ها حائز اهمیت است، جایی که مداخله دولت می‌تواند به کاهش ریسک‌های مرتبط با ناپایداری‌های سیاسی و اقتصادی کمک کند.

دوم اینکه، رهبران صنعت باید به پذیرش فناوری‌های پیشرفته، از جمله هوش مصنوعی، اتوماسیون و اصول تولید ناب، اولویت دهند تا کارایی و پایداری فرآیندهای پتروشیمی بهبود یابد. همان‌طور که Ghaithan و همکاران (۲۰۲۱) اشاره کرده‌اند، یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها می‌تواند عملکرد سازمان‌های پتروشیمی را به طور قابل توجهی بهبود بخشد، به ویژه در مناطقی که دسترسی به منابع خارجی محدود است (Ghaithan et al., 2021).

در نهایت، فعالان صنعت باید بر توسعه مدل‌های کسب و کار مقاوم و سازگار تمرکز کنند که قادر به تحمل ناپایداری‌های ژئوپلیتیکی هستند. این شامل تنوع بخشیدن به منابع سرمایه‌گذاری، تقویت همکاری‌های بین‌المللی و توسعه برنامه‌های احتمالی برای اختلالات بالقوه، مانند تحریم‌ها یا رکود اقتصادی، می‌شود. با اتخاذ رویکردی انعطاف‌پذیر و آینده‌نگر، شرکت‌های پتروشیمی می‌توانند به طور بهتری در پیچیدگی‌های بازار جهانی حرکت کنند و موفقیت بلندمدت خود را تضمین کنند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول 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

- Ahmadi, M., Hatami, M., Rahgozar, P., Shirkhanloo, S., Abed, S., Kamalzadeh, H., & Flood, I. (2020). Development of an ESCO Risk Assessment Model as a Decision-Making Tool for the Energy Savings Certificates Market Regulator: A Case Study. *Applied Sciences*, 10(7), 2552. <https://doi.org/10.3390/app10072552>
- Ahmadi, R., & Saffari, H. (2024). The Effect of Knowledge-Based Leadership on Company Performance According to the Mediating Role of Customer Knowledge Management and Innovation Quality. *Dynamic Management and Business Analysis*, 2(4), 13-20. <https://doi.org/10.22034/dmbaj.2024.2022216.1009>
- Alva, F. M., Boever, R. D., & Eetvelde, G. V. (2021). Hubs for Circularity: Geo-Based Industrial Clustering Towards Urban Symbiosis in Europe. *Sustainability*, 13(24), 13906. <https://doi.org/10.3390/su132413906>



- Ansari, T., & Taqvi, S. A. A. (2023). State-of-the-Art Review on the Applications of Nonlinear and Artificial Intelligence-Based Controllers in Petrochemical Processes. *Chembioeng Reviews*, 10(6), 884-906. <https://doi.org/10.1002/cben.202300017>
- Ariaparsa, M., & Ebramihi, H. (2023). Technology Transfer Process in the Context of Open Innovation Paradigm. *Dynamic Management and Business Analysis*, 2(2), 28-39. <https://doi.org/10.22034/dmbaj.2024.2022823.1017>
- Barsegryan, N. V. (2021). Development Strategies of Organizational Structures of Petrochemical Enterprises Management. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.04.96>
- Bencekri, M. (2024). Locating Carbon Neutral Mobility Hubs Using Artificial Intelligence Techniques. *Scientific reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62701-z>
- Bosworth, G., & Saleminik, K. (2021). All Hubs and No Spokes? Exploring the Potential of Hubs to Sustain Rural and Regional Development. *Local Economy the Journal of the Local Economy Policy Unit*, 36(7-8), 543-550. <https://doi.org/10.1177/02690942221097027>
- Bustamante, G., Giannetti, B. F., Agostinho, F., Liu, G., & Almeida, C. M. V. B. (2022). Prioritizing Cleaner Production Actions Towards Circularity: Combining LCA and Emergy in the PET Production Chain. *Sustainability*, 14(11), 6821. <https://doi.org/10.3390/su14116821>
- Chen, C., & Chin, H. C. (2023). Concern Over Property Value: Will the Sitting of Petrochemical Hub Influencing Housing Price? *Planning Malaysia*, 21. <https://doi.org/10.21837/pm.v21i27.1280>
- Chin, S. Y., Shahrudin, S., Chua, G. K., Samsodin, N., Setiabudi, H. D., Chand, N. S. K., Chew, F. N., Leong, J. X., & Samsudin, N. A. (2021). Palm Oil-Based Chemicals for Sustainable Development of Petrochemical Industries in Malaysia: Progress, Prospect, and Challenges. *Acs Sustainable Chemistry & Engineering*, 9(19), 6510-6533. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c09329>
- Ghaithan, A. M., Khan, M. A., Mohammed, A., & Hadidi, L. A. (2021). Impact of Industry 4.0 and Lean Manufacturing on the Sustainability Performance of Plastic and Petrochemical Organizations in Saudi Arabia. *Sustainability*, 13(20), 11252. <https://doi.org/10.3390/su132011252>
- Halim, I., Miah, J. H., Khoo, H. H., & Koh, L. (2019). Evaluating the Potential Impacts of Carbon Tax Cost Passing Strategy on Petrochemical Selling Prices. *SN Applied Sciences*, 1(11). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1553-6>
- Kakar, R., Amelia, T. S. M., Teng, C. C., Bhupalan, K., & Amirul, A.-A. A. (2021). Biotransformation of Oleochemical Industry By-products to Polyhydroxyalkanoate Bioplastic Using Microbial Fermentation: A Review. *Environmental Quality Management*, 31(3), 31-46. <https://doi.org/10.1002/tqem.21748>
- Kar, D. (2023). Greening the Petrochemical Industry: Strategies for Sustainability. *Progress in Petrochemical Science*, 5(2). <https://doi.org/10.31031/pps.2023.05.000607>
- Nader, A. (2023). The Application of Artificial Intelligence in Teaching and Learning Based on a Systematic Literature Review. *Dynamic Management and Business Analysis*, 1(1), 59-71. <https://doi.org/10.22034/dmbaj.2024.2023006.1022>
- Rasmy, M., Tarek Abdel Latif Abu, A., & Ibrahim, A. A. M. (2021). Sustainable Strategy to Create Multisector or Unisector Smart Economic Hubs. *Smart and Sustainable Built Environment*, 11(3), 692-716. <https://doi.org/10.1108/sasbe-06-2020-0084>
- Shalbolova, U., Salykova, L., Bissenov, K., & Makhanov, S. (2023). Priorities for the Development of the Petrochemical Industry as Part of the Fuel and Energy Complex of Kazakhstan. *E3s Web of Conferences*, 411, 01043. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341101043>
- Shinkevich, A. I., Kudryavtseva, S. S., Shinkevich, M. V., Салимьянова, И. Г., & Ishmuradova, I. I. (2019). Improving the Efficiency of Production Process Organization in the Resource Saving System of Petrochemical Enterprises. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(4), 233-239. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7966>
- Shinkevich, A. I., Malysheva, T. V., Zarahchenko, I. A., Lubnina, A., Garipova, G. R., & Sharafutdinova, M. M. (2019). Investigation of Energy Consumption Trends in Petrochemical Plants for the Management of Resource Saving. *E3s Web of Conferences*, 124, 04005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912404005>
- Singh, N., Ogunseitan, O. A., Tang, Y., & Wong, M. H. (2021). Preventing Petrochemical Plastics Pollution: Sustainable Material Alternatives. <https://doi.org/10.31224/osf.io/xemny>
- Varshavi, R., Mohammad Porzarandi, M. E., & Hashemi, S. Z. (2024). Formulating a Suitable Strategy For a Car Parts Manufacturing Company (Case Study: Kosha Afarin Ideal Car Industries Company). *Dynamic Management and Business Analysis*, 2(4), 94-111. <https://doi.org/10.22034/dmbaj.2024.2035823.1038>