*Journal of Strategic Value Chain Management*

Journal homepage: **https://svcm.semnan.ac.ir/**

**ISSN: 3092-6386**

Semnan University

# Identifying and Prioritizing Drivers for Optimizing the Sustainable Value Chain of Iran's Petrochemical Industry with a Strategic Foresight Approach

**Kobra Bakhshizadeh Borj**

Associate Professor, Department of Business Administration, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabai University, Tehran, Iran. bakhshizadeh@atu.ac.ir

**Hossein Hamzavi***

Master of Public Administration, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabai University, Tehran, Iran. Hossein.hamzvii@gmail.com

**Mohammd Amin Jamali**

Master of International Business, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabai University, Tehran, Iran. Ma.jamali9675@gmail.com

ARTICLE INFO

***Article type:***
*Research Full Paper*

***Article history:***
*Received: 2025-02- 25*
*Revised: 2025-03-09*
*Accepted: 2025-04-04*

**Keywords:**
*Value chain;*
*Sustainable value chain;*
*Sustainable development;*
*Sustainable production;*
*Petrochemical industry.*

**EXTENDED ABSTRACT**

**Background and Objectives:** The sustainable value chain of the Iranian petrochemical industry plays a key role in achieving sustainable development in the Islamic Republic of Iran by increasing productivity, reducing environmental pollutants, and developing downstream industries. Therefore, the purpose of this study was to identify and prioritize the drivers of optimizing the sustainable value chain of the Iranian petrochemical industry with a strategic foresight approach.

**Materials and Methods:** The present study is based on the analysis of the interaction/structural matrix with a strategic foresight approach in terms of its method and is of a developmental-applied type in terms of its purpose. The statistical population of this study consists of 15 academic experts and senior managers of the petrochemical industry in the Islamic Republic of Iran. The data of this study were collected through semi-structured interviews and a qualitative questionnaire rated from zero to three according to the interaction/structural matrix and analyzed with the Miqmac statistical software.

**Results:** The findings of this study showed that the drivers of promoting a culture of sustainable development and corporate social responsibility, the development of new technologies and the digitalization of business and production processes, the implementation of monitoring systems for safety, environment and occupational health standards, flexibility and integration of the supply chain and production processes are influential drivers. It is also observed that the drivers of the requirement to comply with national and international environmental standards, transparency and accountability in interacting with

* Corresponding author.
E-mail address: Hossein.hamzvii@gmail.com
https://orcid.org/0009-0004-2380-1000

stakeholders and involving them in decision-making, paying attention to waste management, recycling and reuse of chemical waste, investing in renewable, clean and green energy technologies are influential drivers. Finally, it is observed that the drivers of supporting education and development of human resource competencies, diversification of regional and international export products and markets are independent drivers.

**Conclusion:** The results of this study showed that prioritizing the drivers of optimizing the sustainable value chain of the Iranian petrochemical industry with a strategic foresight approach can help petrochemical companies achieve a sustainable value chain by focusing on economic, social, and environmental development goals. Also, paying attention to the drivers of optimizing the sustainable value chain of the Iranian petrochemical industry can help managers and leaders of the petrochemical industry to optimally allocate resources and time for the successful design and implementation of a sustainable value chain.

**Cite this article as:**

Bakhshizadeh Borj, K., Hamzavi, H. & Jamali M.A .(2024). Identifying and prioritizing drivers for optimizing the sustainable value chain of Iran's petrochemical industry with a strategic foresight approach. *Journal of Strategic Value Chain Management*, 1 (3), 1-26.

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.36996.1024

© 2024 authors retain the copyright and full publishing rights. Journal of Strategic Value Chain Management Published by **Semnan University Press**.

This is an open access article under the CC-BY-4.0 license. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

**مدیریت زنجیره ارزش راهبردی**

https://svcm.semnan.ac.ir

ISSN: 3092-6386

# شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی

کبری بخشی زاده برج

**دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.**

bakhshizadeh@atu.ac.ir

حسین حمزوی*

**کارشناسی ارشد مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.**

Hossein.hamzvii@gmail.com

محمدامین جمالی

**کارشناسی ارشد بازرگانی بین‌الملل، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.**

Ma.jamali9675@gmail.com

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**

مقاله کامل علمی- پژوهشی

*تاریخ دریافت: ۰۷-۱۲-۱۴۰۳*

*تاریخ بازنگری: ۱۹-۱۲-۱۴۰۳*

*تاریخ پذیرش: ۱۵-۰۱-۱۴۰۴*

**واژه‌های کلیدی:**

*زنجیره ارزش؛*

*زنجیره ارزش پایدار؛*

*توسعه پایدار؛*

*تولید پایدار؛*

*صنعت پتروشیمی.*

**چکیده**

**سابقه و هدف:** زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با افزایش بهره‌وری، کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و توسعه صنایع پایین‌دستی، نقش کلیدی در دستیابی به توسعه پایدار ج.ایران ایفا می‌کند. لذا، هدف از انجام این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی بود.

**روش:** پژوهش حاضر از نظر روش انجام، بر پایه تحلیل ماتریس اثرات متقابل/ساختاری با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی و از نظر هدف از نوع توسعه‌ای-کاربردی است. جامعه آماری این پژوهش از ۱۵ نفر از خبرگان دانشگاهی و مدیران عالی صنعت پتروشیمی کشور ج.ا.ایران تشکیل شده است. داده‌های این تحقیق از طریق مصاحبه نیمه ساختاریافته و پرسشنامه کیفی امتیازدهی از صفر تا سه طبق ماتریس اثرات متقابل/ساختاری جمع‌آوری شده و با نرم‌افزار آماری میک‌مک تجزیه و تحلیل شده‌اند.

**یافته‌ها:** یافته‌های این پژوهش نشان داد که که پیشران‌های ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی، توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی، اجرای سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیطزیستی و بهداشت شغلی، انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی به عنوان پیشران‌های تأثیرگذار( نفوذ) هستند. همچنین، مشاهده می‌شودکه پیشران‌های الزام به رعایت استانداردهای

زیست‌محیطی ملی و بین‌المللی، شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها، توجه به مدیریت پسماند، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پاک و سبز به عنوان پیشران‌های تأثیرپذیر(وابسته) هستند. در نهایت، مشاهده می‌شود که پیشران‌های حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی، تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی به عنوان پیشران‌های مستقل(حذف شونده) هستند.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان داد که اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی می‌تواند شرکت‌های پتروشیمی را در دستیابی به زنجیره ارزش پایدار با تمرکز بر اهداف توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی یاری رساند. همچنین، توجه به پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران، می‌تواند مدیران و رهبران صنعت پتروشیمی را در راستای تخصیص بهینه منابع و زمان برای طراحی و پیاده‌سازی موفق زنجیره ارزش پایدار یاری دهد.

**استناد:** بخشی‌زاده برج، کبری، حمزوی، حسین و جمالی، محمد امین. (۱۴۰۳). شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی.مجله *مدیریت زنجیره ارزش راهبردی*، ۱(۳)، ۱– ۲۶.

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.36996.1024

**ناشر: دانشگاه سمنان**

## ۱. مقدمه

کشور ایران به‌عنوان یکی از نقاط استراتژیک در نقشه انرژی جهان، با بهره‌مندی از منابع عظیم نفت و گاز، دارای مزیت نسبی قابل‌توجهی برای توسعه صنعت پتروشیمی و تکمیل زنجیره ارزش در این حوزه بوده، و با در اختیار داشتن بیش از ۳۳ تریلیون مترمکعب ذخایر متعارف گاز طبیعی و ۱۵۷ میلیارد بشکه ذخایر قابل برداشت نفت خام، ظرفیت بالایی برای گسترش این صنعت و ایجاد ارزش افزوده در بخش انرژی دارد (آماده و همکاران، ۱۴۰۱). از همین رو، تکمیل زنجیره ارزش در صنایع و بخش انرژی با اهدافی همچون افزایش صادرات غیرنفتی، کاهش خام‌فروشی نفت و گاز، ارتقای عمق ساخت داخل تا تولید محصول نهایی با رعایت اصل رقابت‌پذیری، حمایت هدفمند از صادرات متناسب با ارزش افزوده، کاهش وابستگی درآمدهای صادراتی به نفت و گاز، و حرکت به‌سوی اقتصادی متنوع و توسعه پایدار در شرکت ملی صنایع پتروشیمی مورد توجه قرار گرفته است (میرجلیلی، ۱۴۰۲). افزون بر این، با توجه به اینکه توسعه پایدار و انطباق پایداری در مدیریت زنجیره تأمین انرژی به یک مطالبه اجتماعی تبدیل شده است، گسترش صنعت پتروشیمی در کشور و حضور مؤثر در بازارهای جهانی نیازمند به‌کارگیری رویکردهای مبتنی بر توسعه پایدار در زنجیره ارزش این صنعت است (سنگبر و همکاران، ۱۴۰۱). در واقع، توسعه پایدار در زنجیره ارزش پتروشیمی به رویکردی اشاره دارد که در آن فرآیندهای تولید، توزیع و مصرف محصولات پتروشیمی با کمترین اثرات زیست‌محیطی، بیشترین بهره‌وری منابع و رعایت اصول مسئولیت اجتماعی انجام می‌شود(شینکویچ[1] و همکاران، ۲۰۲۱). این رویکرد بر کاهش آلاینده‌ها، بهینه‌سازی انرژی، بازیافت پسماندها و ارتقای نوآوری‌های سبز متمرکز بوده و هدف آن ایجاد تعادل میان رشد اقتصادی، حفاظت از محیط‌زیست و توسعه اجتماعی در صنعت پتروشیمی است (بارهاونا[2] و همکاران، ۲۰۲۴).

با تکیه بر مفهوم توسعه پایدار، زنجیره ارزش پایدار به مجموعه‌ای از فعالیت‌های هماهنگ در تولید، توزیع و مصرف کالاها و خدمات گفته می‌شود که با رعایت اصول زیست‌محیطی، مسئولیت اجتماعی و حکمرانی اقتصادی، به ایجاد ارزش افزوده بلندمدت و کاهش اثرات منفی بر محیط‌زیست و جامعه کمک می‌کند(وو[3] و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین بر اساس تئوری منبع، زنجیره ارزش پایدار مدلی از توسعه صنعتی و اقتصادی است که در آن کلیه مراحل تولید و توزیع، علاوه بر سودآوری، بهینه‌سازی منابع، کاهش آلاینده‌ها و بهبود شرایط اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز در نظر می‌گیرد تا تعادل میان منافع اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برقرار شود(مانورونگ[4] و همکاران، ۲۰۲۴). در واقع، تئوری زنجیره ارزش پایدار رویکردی توسعه‌یافته از مفهوم سنتی زنجیره ارزش است که بر ایجاد ارزش اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی به‌طور هم‌زمان در طول کل زنجیره تأمین تمرکز دارد. این تئوری به سازمان‌ها کمک می‌کند تا ضمن افزایش کارایی و سودآوری، اثرات منفی زیست‌محیطی و اجتماعی خود را کاهش داده و مسئولیت‌پذیری بیشتری در قبال ذی‌نفعان داشته باشند(آنتونی جونیو[5]، ۲۰۱۹). بر اساس این مفهوم، پایبندی به زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی با بهینه‌سازی مصرف انرژی، استفاده از فناوری‌های پاک و بازیافت مواد برای کاهش آلودگی سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و اثرات منفی بر محیط‌زیست، بهبود مدیریت پسماند صنعتی و پاسخگویی مسئولانه‌تر در حفظ منابع طبیعی می‌شود(عبدالسلام[6] و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین، استفاده از مبانی تولید و توسعه پایدار در زنجیره ارزش مانند بهینه‌سازی فرآیندها و مدیریت کارآمدتر زنجیره تأمین، منجر به کاهش هدررفت مواد اولیه و انرژی شده، که این امر نه‌تنها هزینه‌های

[1] Shinkevich
[2] Barahona
[3] Wu
[4] Manurung
[5] Manurung
[6] Abdussalam

تولید را کاهش می‌دهد، بلکه بازدهی اقتصادی و رقابت‌پذیری شرکت‌های فعال صنعت پتروشیمی را نیز بهبود می‌بخشد(الشیخ و کواچیچ لوکمان[1]، ۲۰۲۲؛ رژکین[2]، ۲۰۱۹). علاوه بر این، شرکت‌های پتروشیمی که در زنجیره ارزش خود اصول پایداری را رعایت می‌کنند، در بازارهای جهانی و بین‌المللی از جایگاه بهتری برخوردار شده و موجب انطباق بهتر با قوانین و کاهش ریسک‌های تجاری مرتبط با مقررات زیست‌محیطی می‌گردند(گارداس[3] و همکاران، ۲۰۱۹).

از سوی دیگر، بسیاری از شرکت‌های پتروشیمی در فعالیت‌های خود عمدتاً بر عملکرد مالی و اقتصادی تمرکز دارند و از اهمیت دو مؤلفه کلیدی پایداری، یعنی عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی، مغفول مانده‌اند(باریکینا[4] و همکاران، ۲۰۲۲). در واقع، این رویکرد منجر به بهره‌برداری غیرمسئولانه از منابع طبیعی، آلودگی محیط زیست، تخریب اکوسیستم‌های محلی، مصرف بی‌رویه منابع تجدیدناپذیر، مدیریت نادرست پسماندهای صنعتی و افزایش ضایعات غیرقابل بازیافت در صنعت و جامعه می‌شود(برائمه و منساه[5]، ۲۰۲۳). بر همین اساس و با توجه به پیامدهای مثبت و منفی دستیابی به اهداف زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران، شناسایی پیشران‌های بهینه‌سازی این نوع زنجیره ارزش اهمیت دو چندانی پیدا می‌کند. در واقع، انتظار می‌رود توجه به پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران در سه سطح اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی اثرات قابل توجهی داشته باشد. شناسایی پیشران‌های مؤثر بر مؤلفه‌های اقتصادی در صنعت پتروشیمی به شرکت‌ها کمک می‌کند تا با بهینه‌سازی منابع، کاهش هزینه‌ها و مدیریت کارآمد منابع مالی، بهره‌وری، سودآوری و توان رقابتی خود را افزایش داده و به رشد بلندمدت و پایداری اقتصادی دست یابند(چن[6] و همکاران، ۲۰۲۳). از طرفی، شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤلفه‌های زیست‌محیطی در صنعت پتروشیمی به شرکت‌ها کمک می‌کند تا با کاهش آلودگی‌ها، مدیریت منابع طبیعی و رعایت استانداردهای جهانی زیست‌محیطی، از بحران‌های زیست‌محیطی جلوگیری کرده و منابع طبیعی را برای نسل‌های آینده حفظ کنند(کیپتوم[7] و همکاران، ۲۰۲۴). در نهایت، شناسایی پیشران‌های مهم مؤلفه‌های اجتماعی به شرکتهای فعال در صنعت پتروشیمی این امکان را می‌دهد که مسئولیت‌های اجتماعی خود را به‌خوبی انجام داده و در بهبود شرایط زندگی جوامع محلی و تقویت اعتماد عمومی نقش داشته باشند و با توجه به رفاه کارکنان، تنوع و حقوق بشر، شهرت سازمان را ارتقا داده و نیروی انسانی متخصص و توانمند جذب کنند(سویوشی و وانگ[8]، ۲۰۱۴). با این‌حال، از مهم‌ترین دلایل توسعه نامتوازن صنعت پتروشیمی می‌توان به فقدان استراتژی توسعه صنعتی در کشور و در نتیجه، نبود استراتژی توسعه‌بخشی، عدم تعیین اهداف مشخص و اولویت‌بندی عوامل مؤثر برای صنایع پیشران پتروشیمی، و همچنین نبود انسجام سیاستی و اجرایی در تحقق این اهداف اشاره کرد(میرجلیلی، ۱۴۰۲).

با توجه به سند تحول دولت مردمی در سال ۱۴۰۰ هجری شمسی مبنی بر ارتقای کیفی و افزایش کمی تولید ملی، افزایش رقابت‌پذیری و کسب مزیت رقابتی، ارتقای شاخص عملکرد زیست‌محیطی کشور، توجه به ملاحظات محیط‌زیستی در برنامه‌های توسعه مبتنی بر ظرفیت‌های زیست‌محیطی سرزمینی و سطح فناوری در صنایع پر اهمیت شمرده می‌شود؛ از طرفی، با توجه به برنامه هفتم توسعه مبنی بر سرمایه‌گذاری سالانه حداقل ۷ میلیارد دلار در این صنعت در راستای افزایش ظرفیت صنعت پتروشیمی ایران از ۹۶ میلیون تن فعلی به حدود ۱۳۰ میلیون تن مطابق با اهداف کارگروه برنامه هفتم پیشرفت صنعت پتروشیمی، اهمیت پرداختن به پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران روشن می‌شود. در واقع، این کارگروه به بررسی احکام و تکالیف قانونی مرتبط، رصد وضعیت طرح‌های در دست اجرا و عملکرد مجتمع‌های

[1] El-Sheikh & Kovačič Lukman
[2] Rezkin
[3] Gardas
[4] Barykina
[5] Braimah & Mensah
[6] Chen
[7] Kiptum
[8] Sueyoshi & Wang

تولیدی صنعت پتروشیمی پرداخته تا زمینه‌ساز توسعه پایدار و متوازن این صنعت باشد. لذا، با شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران، علاوه بر کمک به دستیابی به اهداف برنامه هفتم پیشرفت صنعت پتروشیمی، انتظار می‌رود سهم ایران در زنجیره ارزش پتروشیمی جهان بهبود یابد و جایگاه کشور در بازارهای منطقه‌ای و جهانی تقویت شود.

افزون بر این، با شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی، فرصت‌های رشد و پیشرفت در این صنعت به‌طور عادلانه و منصفانه فراهم می‌شود. در واقع، با شناسایی پیشران‌های بهینه‌سازی عملکرد پایدار سازمان‌های نفت و گاز و پتروشیمی و بهبود وضعیت عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، می‌توان موجب بهبود جایگاه صنعت پتروشیمی کشور جمهوری اسلامی ایران در جهان و منطقه شد. همچنین، رویکرد آینده‌نگاری راهبردی در شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران، تصمیم‌سازی هوشمندانه و تدوین استراتژی‌های بهینه برای تولید و توسعه پایدار در این صنعت را ممکن می‌سازد. در نهایت، شناسایی دقیق این پیشران‌ها، مسیر توسعه صنعت پتروشیمی را همسو با تغییرات جهانی و الزامات زیست‌محیطی با هدف ارتقای بهره‌وری، کاهش وابستگی به منابع فسیلی و افزایش رقابت‌پذیری صنعت در بازارهای بین‌المللی تسهیل می‌نماید. با توجه به توضیحات فوق، در تحقیق حاضر پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران مبتنی بر ادبیات تحقیق و با استفاده از رویکرد آینده‌نگاری راهبردی شناسایی شده و با استفاده از نظرات خبرگان در قالب ماتریس اثرات متقابل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری اولویت‌بندی می‌شود. لذا، هدف از انجام این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی است.

## ۲. پیشینه پژوهش

### زنجیره ارزش پایدار

زنجیره ارزش پایدار به مجموعه‌ای از فعالیت‌های هماهنگ در تولید، توزیع و مصرف کالاها و خدمات گفته می‌شود که با رعایت اصول زیست‌محیطی، مسئولیت اجتماعی و حکمرانی اقتصادی، به ایجاد ارزش افزوده بلندمدت و کاهش اثرات منفی بر محیط‌زیست و جامعه کمک می‌کند(وو[1] و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین بر اساس تئوری منبع، زنجیره ارزش پایدار مدلی از توسعه صنعتی و اقتصادی است که در آن کلیه مراحل تولید و توزیع، علاوه بر سودآوری، بهینه‌سازی منابع، کاهش آلاینده‌ها و بهبود شرایط اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز در نظر می‌گیرد تا تعادل میان منافع اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برقرار شود(مانورونگ[2] و همکاران، ۲۰۲۴). در واقع، زنجیره ارزش پایدار یک راهکار استراتژیک برای مقابله با چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی، کمبود منابع و نابرابری‌های اجتماعی بوده، که با به‌کارگیری شیوه‌های پایدار مطابق با استانداردهای جهانی و الزامات زیست‌محیطی در فرآیندهای تولید و توزیع، می‌توان تأثیرات منفی این چالش‌ها را کاهش داد(پاتیل[3] و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین، زنجیره ارزش پایدار با ایجاد تعادل میان رشد اقتصادی، حفاظت از محیط‌زیست و ارتقای رفاه اجتماعی، نقش کلیدی در توسعه پایدار ایفا می‌کند. این رویکرد با بهینه‌سازی مصرف منابع، کاهش آلاینده‌ها و افزایش بهره‌وری، به شرکت‌ها کمک می‌کند تا در عین سودآوری، مسئولیت‌پذیرانه عمل کنند(هوآ[4] و همکاران، ۲۰۲۰).

[1] Wu
[2] Manurung
[3] Patil
[4] Hua

در نهایت، پذیرش اصول زنجیره ارزش پایدار موجب افزایش رقابت‌پذیری، رعایت استانداردهای جهانی و کاهش ریسک‌های زیست‌محیطی و اجتماعی شرکت‌ها و سازمان‌ها در صنایع حیاتی می‌شود(جرایست[1]، ۲۰۱۸).

## مؤلفه‌های زنجیره ارزش پایدار

بر اساس رویکرد توسعه و تولید پایدار، زنجیره ارزش پایدار از مؤلفه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تشکیل شده است. مؤلفه اقتصادی بر سودآوری، بهره‌وری و رقابت‌پذیری در زنجیره ارزش تأکید دارد و شامل بهینه‌سازی هزینه‌ها، افزایش کارایی تولید، استفاده از فناوری‌های نوین و ایجاد فرصت‌های شغلی پایدار است تا رشد اقتصادی هم‌زمان با کاهش اتلاف منابع و هزینه‌ها تحقق یابد(گارسیا تاپیا[2] و همکاران، ۲۰۲۴). از طرفی، مؤلفه اجتماعی زنجیره ارزش پایدار به رعایت حقوق کارگران، تأمین امنیت شغلی، حمایت از جوامع محلی و ارتقای کیفیت زندگی مرتبط بوده و بر مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها، رعایت استانداردهای اخلاقی و افزایش رفاه اجتماعی تأکید دارد تا توسعه‌ای عادلانه و پایدار ایجاد شود(سریکار[3] و همکاران، ۲۰۲۲). در نهایت، مؤلفه زیست محیطی شامل مدیریت کارآمد منابع، کاهش انتشار آلاینده‌ها، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و به حداقل رساندن ضایعات صنعتی است تا تأثیرات منفی فعالیت‌های اقتصادی بر محیط‌زیست کاهش یافته و تعادل اکولوژیکی حفظ شود(ولمر[4] و همکاران، ۲۰۱۹).

## پیشینه تجربی پژوهش

در این قسمت به بررسی پژوهش‌های انجام شده در حوزه زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی پرداخته شده و در ادامه با نگاهی تحلیلی-انتقادی ابعاد پژوهش‌های انجام شده بررسی می‌شود؛ و در نهایت، اهمیت و ضرورت انجام این پژوهش بیان می‌گردد.

خدائی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به واکاوی ابعاد و مولفه‌های مدل عوامل کلیدی ارزش آفرینی پایدار در زنجیره‌های تامین صنعت نفت و گاز ایران پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که کیفیت حاکمیت، زیرساخت‌ها و قابلیت‌های بنیادین، ساختار و سازماندهی، فرآیند ارزیابی و بازخورد، کیفیت ارتباطات، منابع کارآمد، عوامل تسهیل‌کننده مدیریت دانش، آگاهی و پشتیبانی اجتماعی، توانایی هماهنگ‌سازی فرآیندها میان عناصر و بخش‌های زنجیره، محرک‌های ارتقای پایداری در زنجیره به عنوان عوامل کلیدی ارزش آفرینی پایدار در زنجیره‌های تامین صنعت نفت و گاز جمهوری اسلامی ایران هستند.

سنگبر و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به شناسایی و اولویت‌بندی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در صنعت پتروشیمی به مؤلفه‌های مرتبط با مدیریت شرکت‌ها، مدیریت زنجیره تأمین، پایداری و تداوم زنجیره تأمین، ویژگی‌های زنجیره تأمین، همکاری در زنجیره تأمین و نقش کارکنان تقسیم‌بندی شده‌اند. در این میان، مؤلفه‌های مرتبط با تداوم و پایداری زنجیره تأمین به‌عنوان اولویت اصلی برنامه‌ریزی در صنعت پتروشیمی برای دستیابی به پایداری در نظر گرفته شده‌اند.

آماده و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به تحلیل زنجیره ارزش تولید محصولات پتروشیمی و ارائه الگوی بهینه تولید محصولات پتروشیمی با کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه فازی در تولید محصولات پتروشیمی پرداختند. یافته‌های این پژوهش

[1] Jraisat
[2] García-Tapia
[3] Srikar
[4] Vollmer

نشان داد که کاهش مقدار تولید اتیلن و پلی اتیلن سبک، و افزایش تولید بوتادین و پروپیلن مهمترین توصیه‌ها و سیاست‌ها در زنجیره ارزش تولید محصولات پتروشیمی است.

بارهاونا [1] و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی موانع زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی در بخش پتروشیمی عربستان پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که مهم‌ترین موانع در زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی شامل شکاف‌های ارتباطی و عدم تمایل مشتری به پذیرش شیوه‌های پایدار است.

بیات [2] و همکاران (2022) در پژوهشی به تحلیل زنجیره‌های ارزش صنعت پتروشیمی با تمرکز بر رویکرد جدید پتروپالایشگاهی پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که زنجیره ارزش محصولات پتروشیمی با رویکرد ایجاد پالایشگاه های پتروشیمی در مقایسه با تمرکز بر زنجیره به روش سنتی از مزایای نسبتا بالایی برخوردار است. لذا، نتایج پژوهش نشان می دهد که زنجیره محصولات پتروشیمی با رویکرد ایجاد پالایشگاه های پتروشیمی در مقایسه با تمرکز بر زنجیره به روش سنتی از مزایای نسبتا بالایی برخوردار است.

با بررسی مطالعات پیشین می‌توان استنباط نمود که تا کنون پژوهشی به شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی نپرداخته است. به این صورت که در پژوهش خدائی و همکاران (۱۴۰۲) با نگاهی کلی به عوامل کلیدی ارزش آفرینی پایدار در زنجیره‌های تامین صنعت نفت و گاز ایران بدون توجه به اهمیت و اولویت‌بندی مؤلفه‌های پایداری وبا تأکید بر دو مؤلفه اقتصادی و اجتماعی در این صنعت پرداخته شده است؛ در حالی که یک از مؤلفه‌های کلیدی زنجیره ارزش پایدار مؤلفه زیست‌محیطی است. همچنین، در پژوهش سنگبر و همکاران (۱۴۰۱) به شناسایی و اولویت‌بندی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی پرداخته شده که مؤلفه‌های مرتبط با تداوم و پایداری زنجیره تأمین به‌عنوان اولویت اصلی برنامه‌ریزی در صنعت پتروشیمی برای دستیابی به پایداری معرفی شده است؛ این درحالی بوده که نقش دو مؤلفه اقتصادی و اجتماعی در مدیریت زنجیره تامین پایدار و زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی حائز اهمیت بوده و محقق از آن مغفول مانده است. از سوی دیگر، در پژوهش آماده و همکاران (۱۴۰۱) تحلیل زنجیره ارزش تولید محصولات پتروشیمی و ارائه الگوی بهینه تولید محصولات پتروشیمی با نگاهی تولیدی بررسی شده که نشان می‌دهدتولید محصولات پتروشیمی چه اثری بر بهینه‌سازی زنجیره ارزش تولید محصولات پتروشیمی دارد. با این‌حال، در این پژوهش هیچ نگاهی به مؤلفه‌های پایداری اعم از مؤلفه‌های اقتصادی، زیست‌محطی و اجتماعی در بهینه‌سازی زنجیره ارزش تولید محصولات پتروشیمی نشده است. افزون بر این، در پژوهش بارهاونا و همکاران (۲۰۲۴) موانع زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی بررسی شد و نشان داده شد که مهم‌ترین موانع در زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی شامل شکاف‌های ارتباطی و عدم تمایل مشتری به پذیرش شیوه‌های پایدار است؛ باید بیان نمود که، با اینکه شناسایی موانع در جهت دستیابی به زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی مسئله‌ی مهمی است، با این‌حال مقدم بر شناسایی عوامل بهینه در راستای بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی بوده و تضمینی بر بهبود زنجیره تامین پایدار ندارد. در نهایت، پژوهش بیات و همکاران (۲۰۲۱) به تحلیل زنجیره‌های ارزش صنعت پتروشیمی با تمرکز بر رویکرد جدید پتروپالایشگاهی و نشان دادند که زنجیره محصولات پتروشیمی با رویکرد ایجاد پالایشگاه های پتروشیمی در مقایسه با تمرکز بر زنجیره به روش سنتی از مزایای نسبتا بالایی برخوردار است؛ اما، در این پژوهش بیان نشده که مسئله‌ی پایداری در این زنجیره ارزش چه جایگاهی داشته و چه عوامل و پیشران‌هایی می‌تواند این مهم را رقم بزند.

با نگاهی تحلیلی بر پژوهش‌های پیشین انجام شده، می‌توان استنباط نمود که در برخی پژوهش‌ها تأکیدی بر مقوله پایداری در زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی نبوده و یا در برخی پژوهش‌ها که با رویکرد پایداری به زنجیره ارزش صنعت

[1] Barahona
[2] Bayat

پتروشیمی انجام شده، بر تمام مؤلفه‌های پایداری تأکیدی نشده است. این موضوع جایی اهمیت خود را نشان می‌دهد که صنعت پتروشیمی در تحقق اهداف توسعه پایدار ج.ا.ایران نقش کلیدی ایفا می‌کند. در واقع، تحقق زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی نه‌تنها ابزاری برای توسعه اقتصادی و مالی است، بلکه راهکاری اساسی برای دستیابی به توسعه پایدار و متوازن کشور ایران محسوب می‌شود. افزون بر این، بر مبنای چشم‌انداز اقتصاد مقاومتی، دستیابی به زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی با کاهش خام‌فروشی، افزایش تولید محصولات با ارزش‌افزوده بالا و بهینه‌سازی مصرف منابع، به تنوع‌بخشی به اقتصاد و کاهش وابستگی به درآمدهای نفتی، کشور را به سمت توسعه پایدار بهینه سوق می‌دهد. که در نهایت، این رویکرد، تاب‌آوری اقتصادی کشور را افزایش داده و جایگاه ایران را در بازارهای بین‌المللی صنعت پتروشیمی تثبیت می‌کند. لذا، با توجه به نواقص پژوهش‌های گذشته و با تمرکز بر ضرورت دستیابی به اهداف توسعه پایدار ملی و بین‌المللی شناسایی و اولویت‌های پیشران‌ها و عواملی که بر بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران ضرورت دارد. از همین رو، هدف اصلی این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی است.

## ۳. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر روش انجام، بر پایه تحلیل ماتریس اثرات متقابل/ساختاری با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی و از نظر هدف از نوع توسعه‌ای-کاربردی است. روش ماتریس تحلیل اثرات متقابل/ساختاری با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی ابزاری است که برای سنجش احتمال رخداد یک پدیده در یک مجموعه پیش‌بینی‌شده، درک پویایی‌های سیستم و شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، احتمال وقوع یک موضوع بر اساس ارزیابی تأثیرات متقابل بالقوه میان عناصر پیش‌بینی‌شده و قضاوت‌های مرتبط با آن تنظیم می‌شود(اسحاقی گرجی و همکاران، ۱۴۰۳). در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری امیتازدهی به پارامترها(پیشران‌ها) به این صورت بوده که، امتیاز صفر (بدون تأثیر)، امتیاز یک (تأثیر ضعیف)، امتیاز دو (تأثیر متوسط) و امتیاز سه (تأثیر زیاد) است، که خبرگان از طریق مصاحبه نیمه ساختاریافته به پارامترها(پیشران‌ها) امتیاز خود را اعلام می‌نمایند. به این صورت که پیشران‌ها بر اساس میزان و شدت تأثیری که بر سایر پیشران‌های دیگر می‌گذارند، از صفر(بدون تأثیر) تا سه(تأثیر زیاد)، امتیاز آنها اعلام می‌شود(یاسوری و اسماعیلی، ۱۴۰۲). به طوری کلی تحلیل اثرات متقابل/ساختاری مطابق شامل چهار مرحله زیر است(نخجیرکان و همکاران، ۱۴۰۳):

مرحله اول: شناسایی پیشران‌ها(متغیرها) و عوامل کلیدی.
مرحله دوم: تشکیل ماتریس پیشران‌ها(متغیرها) و اطلاعات به نرم افزار میک‌مک.
مرحله سوم: تعیین روابط بین پیشران‌ها(متغیرها) و امتیازبندی در نرم افزار میک‌مک.
مرحله چهارم: استخراج نتایج و اولویت‌بندی پیشران‌ها(متغیرها) از نرم افزار میک‌مک.

داده‌های این پژوهش از طریق مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان با روش امتیازدهی ماتریس میک‌مک از طیف امتیاز صفر تا سه جمع‌آوری شده است. به این صورت که، خبرگان بر اساس ماتریس اثرات متقابل/ساختاری به پیشران‌های شناسایی‌شده، امتیاز خود را اعلام نموده‌اند. نکته‌ی حائز اهمیت در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری این بوده که به قطر اصلی نیز امتیازی تعلق نمی‌گیرد. به این معنا که یک پیشران با خود آن پیشران در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری ارتباطی ندارد. در نهایت، تجزیه‌و تحلیل داده‌ها بر مبنای خروجی نرم‌افزار میک‌مک بر اساس امتیاز نهایی به‌دست آمده برای هر یک از پیشران‌های شناسایی‌شده بر اساس رتبه‌بندی و اولویت‌بندی پیشران‌ها به تفکیک تأثیرگذاری (نفوذ) و تأثیرپذیری (وابستگی) انجام می‌شود(فتحی و همکاران، ۱۴۰۳).

جامعه آماری این پژوهش ۱۵ نفر از خبرگان شامل اساتید دانشگاهی و مدیران عالی پتروشیمی کشور ج.ا.ایران با روش نمونه‌گیری هدفمند است. به این صورت که، تعداد ۶ نفر از این خبرگان از اساتید دانشگاهی و اعضای هیأت علمی دانشگاه‌های طراز اول کشور(با مدرک دکترای تخصصی، سابقه پژوهش در حوزه زنجیره ارزش و حداقل ۱۰ سال سابقه تدریس) انتخاب شدند، و ۹ نفر از خبرگان از مدیران عالی پتروشیمی کشور ج.ا.ایران(با مدرک دکترای تخصصی، تجربه سمت مدیریت عالی در پتروشیمی‌های جنوب کشور و حداقل سابقه کاری ۱۲ سال در پتروشمیمی) انتخاب شدند.

به منظور بهره‌گیری از نظرات خبرگان، ۱۰ مورد از پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران مطابق با اسناد و مدارک موجود در پایگاه‌های معتبر علمی خارجی(الزویرو، اسکوپوس، گوگل اسکولار، ساینس دایرکت، امرالد) و داخلی(مگیران، پرتال جامع علوم انسانی، علم نت، نورمگز، مرجع دانش) شناسایی گردید. از همین رو، ارتباط بالفعل و بالقوه بین پیشران‌ها در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری در این پژوهش ۱۰×۱۰ بوده، که میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر پیشران بر دیگری، به صورت زوجی مشخص می‌شود. در جدول ۱ پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

**جدول ۱.** پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران

| پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران | علامت اختصاری | مفهوم | منابع |
|---|---|---|---|
| توجه به مدیریت پسماند، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی | X1 | مدیریت بهینه پسماندهای شیمیایی از طریق بازیافت و استفاده مجدد برای کاهش آلودگی و افزایش بهره‌وری منابع. | (ضمیرایی و ناهد، ۱۳۹۷)، (جانسون[1] و همکاران، ۲۰۲۳)، (فرادیا[2] و همکاران، ۲۰۱۹). |
| شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها | X2 | ایجاد ارتباط مؤثر و شفاف با ذی‌نفعان و مشارکت آن‌ها در فرآیندهای تصمیم‌گیری. | (سانی[3] و همکاران، ۲۰۲۳)، (کاریکاری آپیا[4] و همکاران، ۲۰۲۲). |
| سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پاک و سبز | X3 | توسعه و به‌کارگیری انرژی‌های پاک برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی. | (شینکویچ[5] و همکاران، ۲۰۲۰)، (هوانگبو[6] و همکاران، ۲۰۲۲)، (سنتی[7] و همکاران، ۲۰۱۳). |
| الزام به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی ملی و بین‌المللی | X4 | پایبندی به مقررات ملی و بین‌المللی برای کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی. | (آماده و همکاران، ۱۴۰۱)، (تیان[8] و همکاران، ۲۰۲۴)، (سویوشی و وانگ[9]، ۲۰۱۴). |
| حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی | X5 | ارتقای مهارت‌ها و توانمندی‌های کارکنان برای افزایش بهره‌وری و نوآوری. | (مجد[10] و همکاران، ۲۰۲۳)، (ماسیکو[11] و همکاران، ۲۰۲۲). |

1 Johnson
2 Farradia
3 Sani
4 Karikari Appiah
5 Shinkevich
6 Hwangbo
7 Centi
8 Tian
9 Sueyoshi & Wang
10 Majd
11 Masiko

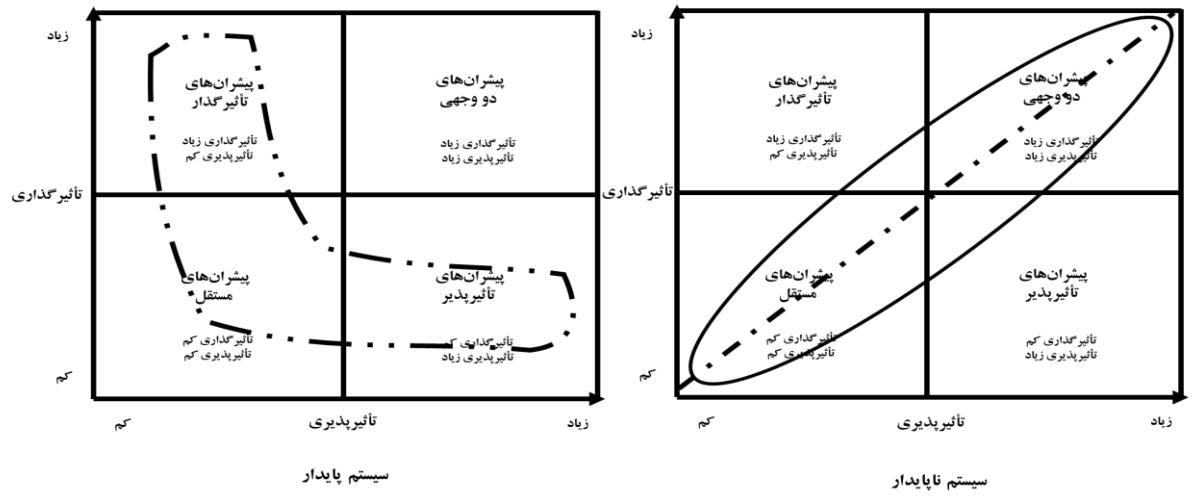
| پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران | علامت اختصاری | مفهوم | منابع |
|---|---|---|---|
| توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی | X6 | به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته برای بهینه‌سازی فرآیندهای تولید و کسب‌وکار. | (السمهان[1] و همکاران، ۲۰۲۲)، (سیهلالی و تلوکداری [2]، ۲۰۲۲). |
| ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی | X7 | ترویج ارزش‌های پایداری و تعهد سازمانی به مسئولیت‌های اجتماعی. | (دوتاگوپتا[3] و همکاران، ۲۰۲۱)، (مینا[4] و همکاران، ۲۰۲۱)، |
| اجرای سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیط‌زیستی و بهداشت شغلی | X8 | پایش مستمر استانداردهای ایمنی، بهداشت شغلی و محیط‌زیستی برای کاهش ریسک‌ها. | (امیری و همکاران، ۱۴۰۳)، (جیا[5] و همکاران، ۲۰۲۴)، (کومار و باروا[6]، ۲۰۲۲). |
| تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی | X9 | گسترش سبد محصولات و حضور در بازارهای بین‌المللی برای افزایش رقابت‌پذیری. | (شاه[7] و همکاران، ۲۰۲۱)، (هویدت[8]، ۲۰۲۱). |
| انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی | X10 | بهینه‌سازی و هماهنگ‌سازی فرآیندهای زنجیره تأمین در جهت افزایش کارایی و تاب‌آوری. | (وانگ[9] و همکاران، ۲۰۲۲)، (پوداساینی[10]، ۲۰۲۱)، (اوتومو و رامدانی [11]، ۲۰۲۱). |

پس از شناسایی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران، ماتریس اثرات متقابل/ساختاری با ابعاد ۱۰×۱۰ تشکیل شده و در اختیار خبرگان قرار می‌گیرد و در نهایت اطلاعات در نرم افزار میک‌مک وارد و تحلیل می‌شوند. قبل از تحلیل اطلاعات باید بیان کرد که هر یک از پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران مطابق با ماتریس اثرات متقابل/ساختاری بر اساس شکل۱ در یک قسمت از ماتریس قرار می‌گیرند. بر اساس شکل ۱ پیشران‌های قرار گرفته در سمت راست بالای ماتریس دارای بیشترین تأثیرگذاری (نفوذ) و بیشترین تأثیرپذیری (وابستگی) بوده و به عنوان متغیرهای دو وجهی(پیوندی) شناخته می‌شوند. همچنین، پیشران‌های قرار گرفته در سمت راست پایین ماتریس دارای کمترین تأثیرگذاری (نفوذ) و بیشترین تأثیرپذیری (وابستگی) بوده و با عنوان متغیرهای وابسته(اثرپذیر) شناخته می‌شوند. همچنین، پیشران‌های قرار گرفته در سمت چپ بالای ماتریس دارای بیشترین تأثیرگذاری (نفوذ) و کمترین تأثیرپذیری (وابستگی) بوده و به عنوان متغیرهای تأثیرگذار(نفوذی) شناخته می‌شوند؛ و در نهایت، پیشران‌های قرار گرفته در سمت چپ پایین ماتریس دارای کمترین تأثیرگذاری (نفوذ) و کمترین تأثیرپذیری (وابستگی) بوده و به عنوان متغیرهای مستقل(حذف شونده) شناخته می‌شوند.

[1] Al-Samhan
[2] Sihlali & Telukdarie
[3] Duttagupta
[4] Mina
[5] Jia
[6] Kumar & Barua
[7] Shah
[8] Hvidt
[9] Wang
[10] Pudasaini
[11] Oetomo & Ramdhani

**شکل ۱.** شماتیک پراکندگی پیشران‌ها در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری بر اساس تأثیرگذاری و تأثیرپذیری

همچنین، نحوه توزیع و پراکندگی پیشران‌ها(متغیرها) در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری نشان‌دهنده میزان پایداری یا ناپایداری سیستم است. بر اساس شکل ۲، در سیستم‌های پایدار، پراکندگی پیشران‌ها(متغیرها) به شکل L بوده که بیانگر تأثیرگذاری بالای برخی پیشران‌ها(متغیرها) و پایداری کلی سیستم است. در این سیستم، جایگاه هر یک از عوامل به‌طور دقیق مشخص شده و نقش آن‌ها به‌وضوح قابل تشخیص است. در مقابل، در سیستم‌های ناپایدار، وضعیت پیچیده‌تر بوده و متغیرها به‌صورت پراکنده در امتداد محور قطری صفحه توزیع ماتریس اثرات متقابل/ساختاری شده‌اند.




**شکل ۲.** شماتیک پراکندگی پیشران‌ها در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری بر اساس پایداری و ناپایداری سیستم

## ٤. یافته‌ها

مطابق با ماتریس اثرات متقابل/ساختاری بر اساس پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران در قالب فرمی در اختیار خبرگان موردنظر قرار داده شد و این خبرگان بر اساس طیف امتیازبندی میک‌مک میزان اثرگذاری (نفوذ) و اثرپذیری (وابستگی) بین پیشران‌ها را تعیین نمودند و سپس با تشکیل ماتریس اثرات متقابل، روابط بین پیشران‌ها در محیط نرم افزار میک‌مک تحلیل گردید. نتایج حاصـــل از پردازش مقدماتی داده‌ها در ماتریس در جدول ۲ و درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس در جدول ۳ قابل نمایش است.

**جدول ۲.** ویژگی‌های ماتریس اثرات مستقیم و مستقیم بالقوه

| شاخص | ابعاد ماتریس | تعداد تکرار | تعداد صفر | تعداد یک | تعداد دو | تعداد سه | جمع | درجه پرشدگی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار | 10×10 | 2 | ۲۰ | ۴۴ | ۲۵ | ۱۱ | ۸۰ | ۸۰ درصد |

**جدول ۳.** درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس

| چرخش | تأثیرگذاری(نفوذ) | تأثیرپذیری(وابستگی) |
|---|---|---|
| ۱ | ۹۷درصد | ۹۵درصد |
| ۲ | 100درصد | 100درصد |

بر اساس جدول ۲ ، درجه پرشدگی ماتریس برابر با ۸۰ درصد است که بیانگر میزان تأثیرگذاری پیشران‌های انتخاب‌شده بر یکدیگر می‌باشد. همچنین بر اساس جدول۳، ماتریس تحلیل اثرات پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران، با استفاده از شاخص‌های آماری و دو بار چرخش داده‌ها، از مطلوبیت و بهینگی صددرصد برخوردار بوده که نشان‌دهنده روایی بالای ابزار پژوهش است. پس از تأیید درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس، در ادامه، میزان اثرگذاری یک پیشران بر سایر پیشران‌ها (حاصل جمع سطرهای ماتریس) و میزان اثرپذیری یک پیشران از سایر پیشران‌های (حاصل جمع ستون‌های ماتریس)، در جدول ۴ ارائه شده است که امتیاز کل برابر با ۱۲۷ است.

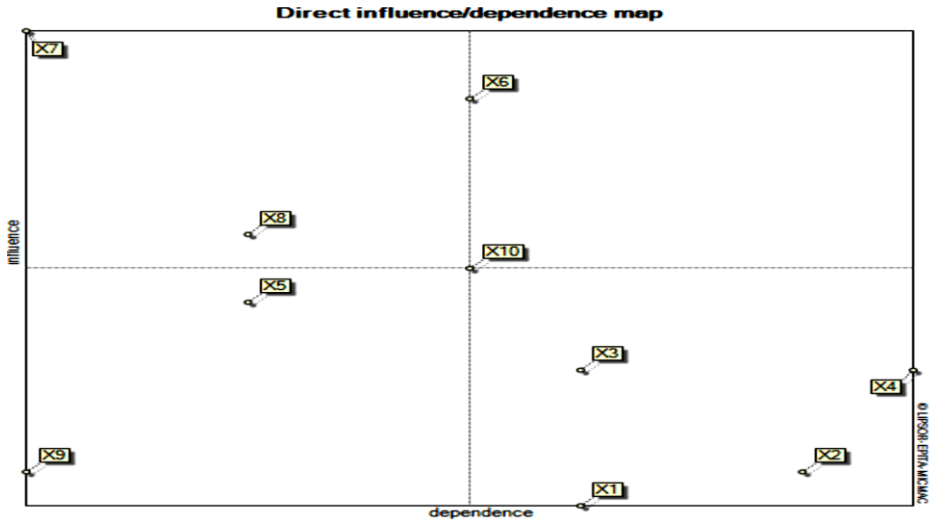
**جدول ٤.** میزان اثرگذاری و اثرپذیری پیشران‌های پژوهش

| پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران | علامت اختصاری | تعداد امتیاز کل سطرها (تأثیرگذاری) | تعداد امتیاز کل ستون‌ها (تأثیرپذیری) |
|---|---|---|---|
| توجه به مدیریت پسماند، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی | X1 | 7 | 14 |
| شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها | X2 | 8 | 16 |
| سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پاک و سبز | X3 | 11 | 14 |
| الزام به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی ملی و بین‌المللی | X4 | 11 | 17 |
| حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی | X5 | 13 | 11 |
| توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی | X6 | 19 | 13 |
| ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی | X7 | 21 | 9 |
| اجرای سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیط‌زیستی و بهداشت شغلی | X8 | 15 | 11 |
| تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی | X9 | 8 | 9 |
| انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی | X10 | 14 | 13 |
| جمع کل | - | 127 | 127 |

ماتریس اثرات متقابل/ساختاری دارای چهار نوع ماتریس تأثیرات مستقیم، تأثیرات غیر مستقیم، تأثیرات مستقیم بالقوه، تأثیرات غیر مستقیم بالقوه است. در واقع، امتیاز خبرگان بصورت مستقیم در ماتریس اثرات متقابل/ساختاری وارد می‌شود؛ و سپس ماتریس تأثیرات غیرمستقیم متناظر با ماتریس تأثیرات مستقیم است، که توسط نرم‌افزار با تکرار پی‌در پی تعداد چرخش‌ها تقویت شده است.

افزون بر این، دو ماتریس تأثیرات مستقیم بالقوه و تأثیرات غیر مستقیم بالقوه نیز با تخصیص یک مقدار متناظر به مقادیر تعریف شده در به دست می‌آیند، که شامل تأثیرگذاری (نفوذ) و تأثیرپذیری (وابستگی) برای اولویت‌بندی پیشران‌های

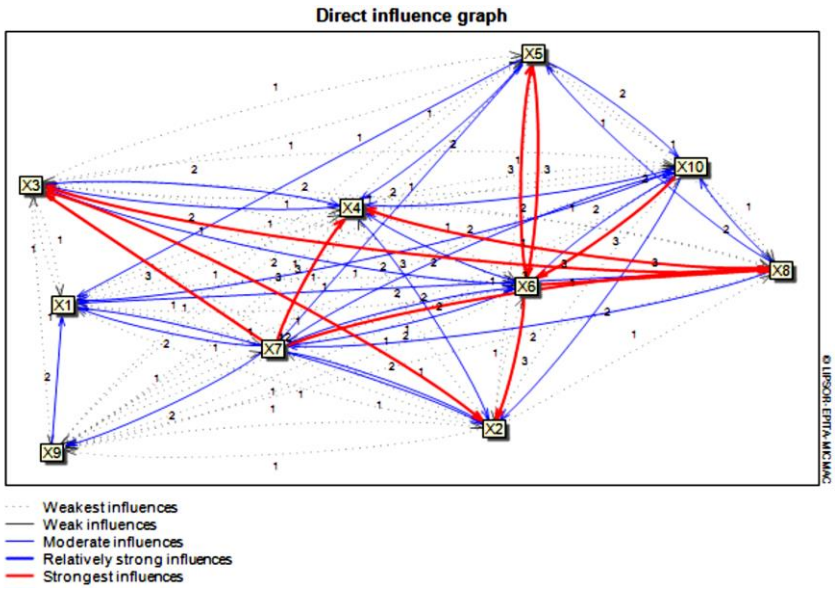
بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران است. در شکل ۳ نیز ماتریس اثر وابستگی مستقیم بر اساس تحلیل میک‌مک نیز بدست آمده است.




**شکل ۳.** ماتریس اثر وابستگی مستقیم پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران

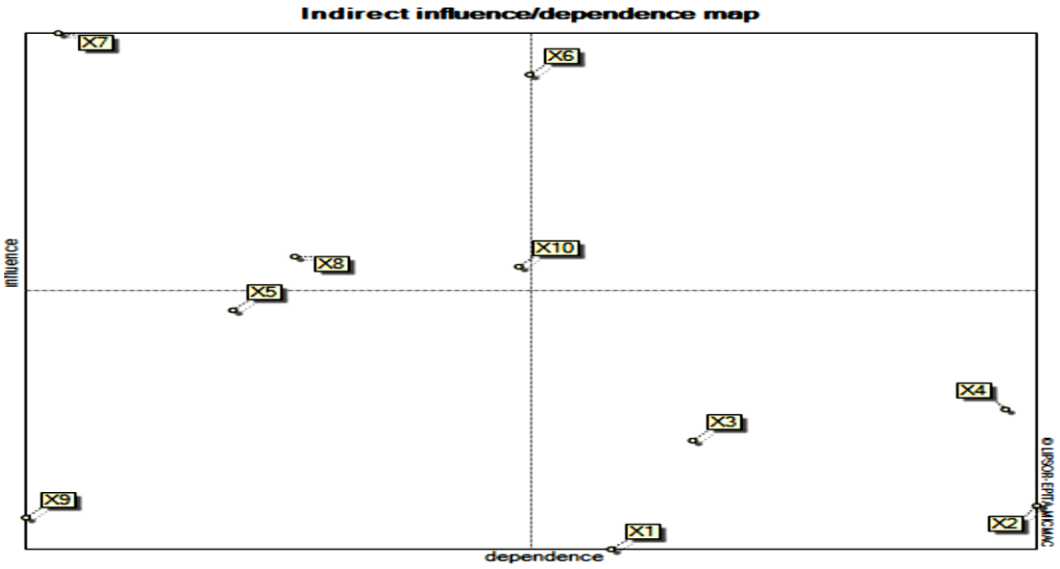
همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده شماتیک پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران در وضعیت پایدار بوده، به‌طوری که قرارگیری پیشران‌ها از نظر پراکندگی تأثیرگذاری (نفوذ) و تأثیرپذیری (وابستگی) به شکل کاملاً واضح در حالت L، و در سه ناحیه متغیرهای تأثیرگذار(نفوذ)، تأثیرپذیر(وابسته) و مستقل(حذف شونده) پراکنده شده‌اند. بنابراین، در این سیستم، جایگاه هر یک از پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران به‌طور دقیق مشخص شده و نقش آن‌ها به‌وضوح قابل تشخیص است.

همچنین، در شکل۴ ارتباط بین پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران در سطح پوشش ۱۰۰ درصد نمایش داده شده است، که تنها روابط مستقیم بین پیشران‌ها را نشان داده است. در این شکل تأثیر زیاد (خطوط قرمز)، متوسط (خطوط آبی)، کم( خطوط مشکی)، خیلی کم (خطوط نقطه چین) به آنها تعلق گرفته است.



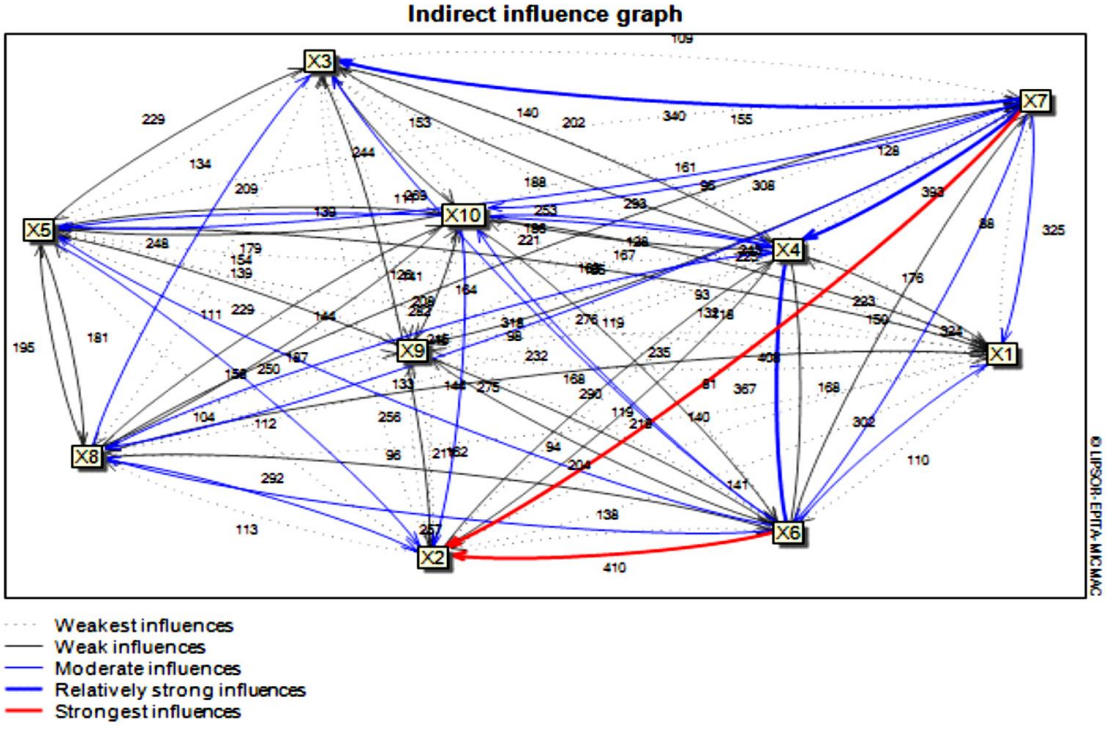

**شکل ٤.** روابط مستقیم بین پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با پوشش ۱۰۰ درصد

همانطورکه قبلاً اشاره شد ماتریس تأثیرات غیر مستقیم MII متناظر با ماتریس تأثیرات مستقیم است، که توسط نرم‌افزار میک‌مک با تکرار پی در پی (تعداد چرخش‌ها) تقویت شده است. در شکل ۵ ماتریس اثر وابستگی غیرمستقیم پیشران‌ها نمایش داده شده است.



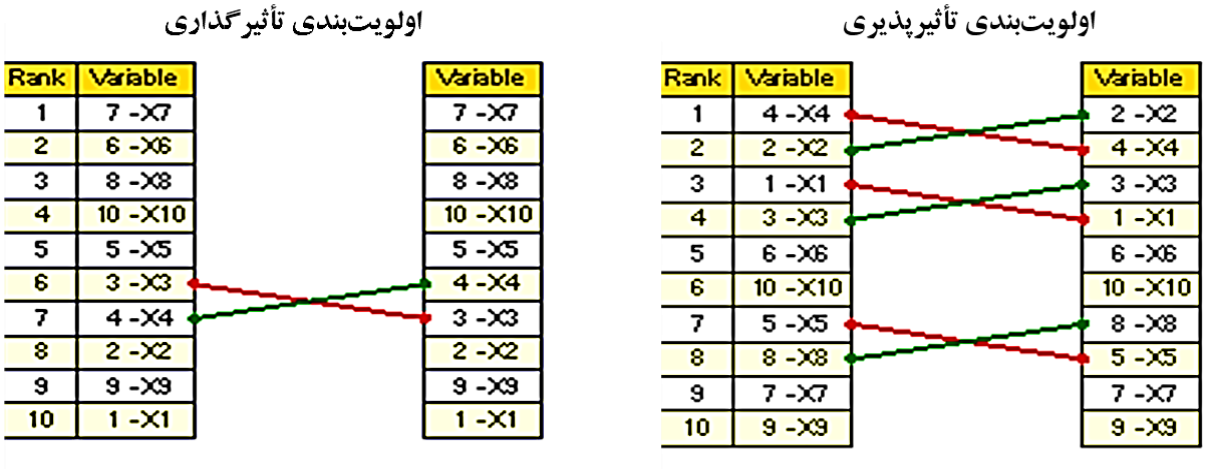

**شکل ۵.** ماتریس اثر وابستگی غیر مستقیم پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران

در شکل ۶ روابط غیرمستقیم پیشران‌ها در سطح پوشش ۱۰۰ درصد نمایش داده شده است که تنها روابط غیر مستقیم بین پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران را که نشان می‌دهد. در این شکل هم نیز تأثیر زیاد (خطوط قرمز)، متوسط (خطوط آبی)، کم( خطوط مشکی)، خیلی کم (خطوط نقطه چین) به آنها تعلق گرفته است.




**شکل ٦.** روابط غیرمستقیم بین پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با پوشش ۱۰۰ درصد

در نهایت، بر اساس تحلیل ماتریس اثرات متقابل/ساختاری، روابط مستقیم و غیرمستقیم پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران در نرم‌افزار میک‌مک، به اولویت‌بندی این پیشران‌ها در شکل ۷ می‌پردازیم.




**شکل ۷.** اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران بر اساس روابط مستقیم و غیرمستقیم بین پیشران‌ها

اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران بر اساس روابط مستقیم و غیرمستقیم بین پیشران‌ها مطابق با جدول ۵ است.

**جدول ۵.** اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران بر اساس میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری

| ردیف | تاثیرپذیری(وابستگی) | | | علامت اختصاری | تاثیرگذاری(نفوذ) | | | علامت اختصاری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | غیرمستقیم | علامت اختصاری | مستقیم | | غیرمستقیم | علامت اختصاری | مستقیم | |
| 1 | 1309 | X2 | 1338 | X4 | 1590 | X7 | 1653 | X7 |
| 2 | 1291 | X4 | 1259 | X2 | 1509 | X6 | 1496 | X6 |
| 3 | 1110 | X3 | 1102 | X1 | 1155 | X8 | 1181 | X8 |
| 4 | 1063 | X1 | 1102 | X3 | 1135 | X10 | 1102 | X10 |
| 5 | 1016 | X6 | 1023 | X6 | 1050 | X5 | 1023 | X5 |
| 6 | 1010 | X10 | 1023 | X10 | 857 | X4 | 866 | X3 |
| 7 | 881 | X8 | 866 | X5 | 797 | X3 | 866 | X4 |
| 8 | 845 | X5 | 866 | X8 | 670 | X2 | 629 | X2 |
| 9 | 744 | X7 | 708 | X7 | 647 | X9 | 629 | X9 |
| 10 | 725 | X9 | 708 | X9 | 585 | X1 | 551 | X1 |

مطابق با یافته‌ها و تحلیل روابط مستقیم و غیرمستقیم بین پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران، مشاهده می‌شود که پیشران‌های ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی(X7)، توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی(X6)، اجرای سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیط‌زیستی و بهداشت شغلی(X8)، انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی(X10) به عنوان پیشران‌های تأثیرگذار( نفوذ) هستند. همچنین، مشاهده می‌شودکه پیشران‌های الزام به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی ملی و

بین‌المللی(X4)، شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها(X2)، توجه به مدیریت پسماند، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی(X1)، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پاک و سبز(X3) به عنوان پیشران‌های تأثیرپذیر(وابسته) هستند. در نهایت، مشاهده می‌شود که پیشران‌های حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی(X5)، تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی (X9) به عنوان پیشران‌های مستقل(حذف شونده) هستند.

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی انجام شد. در همین راستا، با استفاده از تحلیل ماتریس اثرات متقابل/ساختاری با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی، ده پیشران بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران شناسایی و بر اساس نظر خبرگان دانشگاهی و مدیران عالی پتروشیمی کشور ج.ا.ایران اولویت‌بندی شدند. انتظار می‌رود که مدیران و مسؤلان صنعت پتروشیمی ایران در چارچوبی به عملیاتی‌سازی این پیشران‌ها بر اساس اولویت تعیین شده، در جهت دستیابی و بهبود زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی بپردازند.

در وهله اول، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پیشران‌های ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی(X7)، توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی(X6)، اجرای سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیط‌زیستی و بهداشت شغلی(X8)، انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی(X10) به عنوان پیشران‌های تأثیرگذار( نفوذ) هستند. به این معنا که این پیشران‌ها از قدرت تأثیرگذاری (نفوذ) به شدت بالایی در برابر سایر پیشران‌های شناسایی‌شده، دارند. بـه عبارت دیگر، میزان تأثیرگذاری (نفوذ) این پیشران‌ها، موجب می‌شود کـه قابلیت به شدت بالایی جهت پایداری سیستم ایفا نمایند. بر همین اساس، می‌توان استنباط نمود که پیشران‌های ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی، توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی، اجرای سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیط‌زیستی و بهداشت شغلی، انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی در دستیابی به بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران از سطح اولویت بالایی برخوردارند. از همین رو، می‌توان استنباط نمود که بر اساس اولویت اول، توسعه فرهنگ پایداری و مسئولیت اجتماعی شرکتی در صنعت پتروشیمی ایران، نقش مهمی در بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار ایفا می‌کند. با ترویج اصول پایداری، شرکت‌ها ملزم به کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی، بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش شفافیت در فعالیت‌های خود می‌شوند. همچنین، مسئولیت‌پذیری اجتماعی، موجب حمایت از جوامع محلی، ارتقای سطح رفاه کارکنان و بهبود تعاملات اجتماعی در زنجیره تأمین می‌شود. لذا، ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی موجب بهبود مدیریت زنجیره ارزش پایدار از طریق بهبود فرهنگ سازمانی، کاهش اثرات زیست‌محیطی و بهینه‌سازی مصرف منابع و احیاء حس مسئولیت‌پذیری شرکتی می‌شود. در نتیجه، اجرای این رویکرد می‌تواند منجر به افزایش رقابت‌پذیری صنعت پتروشیمی ایران و تحقق توسعه پایدار گردد. از طرفی بر اساس اولویت دوم، توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی صنعت پتروشیمی ایران، به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار کمک می‌کند. به‌کارگیری فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای امکان بهینه‌سازی مصرف انرژی، کاهش ضایعات و افزایش دقت در پیش‌بینی نیازهای بازار را بصورت دیجیتال فراهم می‌کند. همچنین، دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی، باعث افزایش شفافیت، تسریع عملیات زنجیره تأمین و بهبود هماهنگی میان واحدهای مختلف تولیدی و توزیعی می‌شود. در نهایت، این تحول دیجیتالی، رقابت‌پذیری صنعت پتروشیمی ایران را در بازارهای بین‌المللی افزایش داده و توسعه پایدار را تسریع می‌کند. افزون بر این، بر اساس اولویت سوم، به‌کارگیری اجرای

سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیط‌زیستی و بهداشت شغلی ، یکی از ارکان کلیدی بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی ایران است. اجرای این سیستم‌ها، موجب کاهش حوادث صنعتی، بهبود شرایط کاری کارکنان و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی می‌شود. نظارت بر عملکرد زیست‌محیطی و ایمنی، به افزایش اعتماد عمومی و جذب سرمایه‌گذاری‌های پایدار کمک کرده و مانع از تحمیل هزینه‌های اضافی ناشی از جریمه‌های زیست‌محیطی و آسیب‌های ناشی از حوادث صنعتی می‌شود. علاوه بر این، رعایت استانداردهای بین‌المللی ایمنی و محیط‌زیستی، صادرات محصولات پتروشیمی ایران را تسهیل کرده و موقعیت کشور را در بازارهای جهانی تقویت می‌کند. در نهایت، بر اساس اولویت چهارم، انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی ، نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها، بهبود کارایی و پایداری زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی ایران دارد. هماهنگی و انسجام میان واحدهای مختلف زنجیره تأمین، از تأمین مواد اولیه تا توزیع محصولات نهایی، موجب کاهش اتلاف منابع، افزایش بهره‌وری و بهبود زمان‌بندی تولید می‌گردد. در واقع، انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین، به ایجاد یک زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی، کارآمد و مقاوم در برابر چالش‌های داخلی و بین‌المللی منجر می‌شود. یافته‌های این بخش با یافته‌های پژوهش خدائی و همکاران (۱۴۰۲) و سنگبر و همکاران (۱۴۰۱) بطور نسبی همخوانی دارد. با این‌حال، در این پژوهش‌ها، عوامل موردنظر در راستای دستیابی به زنجیره ارزش پایدار بصورت تک مؤلفه‌ای بررسی شده و اینکه با سایر مؤلفه‌ها بر زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی چه تأثیری دارند پرداخته نشده است. در مجموع، پیشران‌های ارتقاء فرهنگ توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی شرکتی، توسعه فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تجاری و تولیدی، اجرای سیستم‌های نظارت بر استانداردهای ایمنی، محیط‌زیستی و بهداشت شغلی، انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین و فرآیندهای تولیدی موجب کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری، کاهش اثرات زیست‌محیطی و افزایش تاب‌آوری صنعت پتروشیمی در برابر تغییرات اقتصادی و زیست‌محیطی در طول زنجیره ارزش می‌شوند.

در وهله دوم، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پیشران‌های الزام به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی ملی و بین‌المللی(X4)، شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها(X2)، توجه به مدیریت پسماند، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی(X1)، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پاک و سبز(X3) به عنوان پیشران‌های تأثیرپذیر(وابسته) هستند. به این معنا که این پیشران‌ها از قدرت تأثیرپذیری (وابستگی) به شدت بالایی در برابر سایر پیشران‌های شناسایی‌شده، دارند. بـه عبارت دیگر، میزان تأثیرپذیری (وابستگی) این پیشران‌ها، موجب می‌شود کـه در جهت پایداری سیستم تحت تأثیر سایر پیشران‌ها نقش خود را ایفا نمایند. بر همین اساس، می‌توان استنباط نمود که پیشران‌های الزام به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی ملی و بین‌المللی، شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها، توجه به مدیریت پسماند، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پاک و سبز در دستیابی به بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران از سطح اولویت به نسبت پایین‌تری برخوردارند. از همین رو، می‌توان استنباط نمود که بر اساس اولویت پنجم، رعایت استانداردهای زیست‌محیطی ملی و بین‌المللی در صنعت پتروشیمی ایران، نقش مهمی در کاهش آلودگی‌ها، ارتقای پایداری و افزایش اعتبار جهانی این صنعت در جهت بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار دارد. اجرای این استانداردها، موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کنترل پساب‌های صنعتی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در فرآیندهای تولیدی می‌شود. علاوه بر این، رعایت الزامات محیط‌زیستی همچنین می‌تواند موجب افزایش اعتماد عمومی، ارتقای مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها و جذب سرمایه‌گذاری‌های پایدار شود. از طرفی بر اساس اولویت ششم، افزایش شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها در صنعت پتروشیمی، موجب تقویت اعتماد ذی‌نفعان و بهبود هماهنگی میان بخش‌های مختلف زنجیره ارزش پایدار می‌شود. اطلاع‌رسانی دقیق درباره اثرات

زیست‌محیطی، برنامه‌های توسعه پایدار و عملکرد مالی، باعث کاهش ریسک‌های تجاری و افزایش حمایت عمومی می‌شود. مشارکت دادن ذی‌نفعان، ازجمله نهادهای دولتی، جوامع محلی و شرکای تجاری، در فرآیندهای تصمیم‌گیری، می‌تواند به تدوین راهبردهای پایدارتر و کاهش تعارضات منجر شود. این تعاملات شفاف و پاسخگو، موجب بهبود مدیریت منابع، افزایش کارایی عملیاتی و بهینه‌سازی زنجیره تأمین می‌شود. از سوی دیگر بر اساس اولویت هفتم، توجه به مدیریت پسماند، بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی، نقش کلیدی در کاهش اثرات زیست‌محیطی و افزایش بهره‌وری منابع و حرکت به سوی زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی دارد. به‌کارگیری راهکارهای بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی، نه‌تنها موجب کاهش آلودگی و هزینه‌های دفع زباله می‌شود، بلکه امکان استخراج مواد با ارزش برای استفاده مجدد را نیز فراهم می‌کند. توجه به مدیریت بهینه پسماند، یک گام اساسی در راستای بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار و تحقق توسعه سبز در صنعت پتروشیمی ایران است. در نهایت بر اساس اولویت هشتم، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، پاک و سبز ، یکی از مؤلفه‌های اثرپذیر در بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران است. در واقع، استفاده از منابعی مانند انرژی خورشیدی، بادی و هیدروژن سبز، می‌تواند وابستگی این صنعت به سوخت‌های فسیلی را کاهش داده و انتشار گازهای گلخانه‌ای را محدود کند. این نوع سرمایه‌گذاری، علاوه بر کاهش هزینه‌های انرژی در بلندمدت، موجب افزایش کارایی تولید، بهبود تطابق با استانداردهای زیست‌محیطی و کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود. در مجموع، توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر، نه‌تنها موجب کاهش آلاینده‌ها و افزایش پایداری زنجیره تأمین می‌شود، بلکه زمینه را برای رشد نوآوری و رقابت‌پذیری پایدار در این صنعت فراهم می‌کند. یافته‌های این بخش با یافته‌های پژوهش جانسون و همکاران (۲۰۲۳) و آماده و همکاران (۱۴۰۱) بطور نسبی همخوانی دارد. با این‌حال، در این پژوهش‌ها، عوامل موردنظر در راستای دستیابی به زنجیره ارزش پایدار بصورت تک مؤلفه‌ای بررسی شده و اینکه با سایر مؤلفه‌ها بر زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی چه تأثیری دارند پرداخته نشده است. به‌طور کلی، پایبندی به استانداردهای زیست‌محیطی ملی و بین‌المللی، شفافیت و پاسخگویی در تعامل با ذی‌نفعان، مشارکت آن‌ها در فرآیند تصمیم‌گیری، مدیریت مؤثر پسماندهای شیمیایی از طریق بازیافت و استفاده مجدد، و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و پاک، همگی نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها، بهبود بهره‌وری، کاهش اثرات زیست‌محیطی و افزایش تاب‌آوری در طول زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی در برابر نوسانات اقتصادی و زیست‌محیطی ایفا می‌کنند.

در وهله آخر، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پیشران‌های حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی(X5)، تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی(X9) به عنوان پیشران‌های مستقل(حذف شونده) هستند. به این معنا که این پیشران‌ها هم تأثیرگذاری پایین و هم تأثیرپذیری پایین به سایر پیشران‌ها دارند و می‌توان پس از توجه به پیشران‌های مهم با اولویت پایین‌تر مورد توجه قرار گیرند یا اینکه بطور کامل حذف شوند. بـه عبارت دیگر، میزان تأثیرگذاری (نفوذ) و تأثیرپذیری (وابستگی) پایین این پیشران‌ها، موجب می‌شود کـه در جهت پایداری یا ناپایداری سیستم نقشی را ایفا ننمایند. بر همین اساس، می‌توان استنباط نمود که پیشران‌های حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی، و تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی در دستیابی به بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران از سطح اولویت کاملاً پایین‌تری برخوردارند. با این‌حال، می‌توان استنباط نمود که بر اساس اولویت نهم، ممکن است حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی از طریق افزایش دانش تخصصی و مهارت‌های مدیریتی کارکنان، بهره‌وری عملیاتی را ارتقا داده و امکان به‌کارگیری فناوری‌های نوین و شیوه‌های تولید پایدار در زنجیره ارزش را فراهم می‌کند. این رویکرد علاوه بر کاهش هزینه‌های ناشی از ناکارآمدی، موجب افزایش نوآوری، بهبود ایمنی صنعتی و رقابت‌پذیری شرکت‌های پتروشیمی می‌شود. همچنین، بر اساس اولویت دهم، ممکن است تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی ، نقش مؤثری در کاهش وابستگی به یک بازار خاص

و افزایش پایداری زنجیره ارزش دارد. در واقع، با تولید محصولات متنوع و ارزش‌افزوده بالا، علاوه بر کاهش تأثیر نوسانات بازارهای جهانی، فرصت‌های جدیدی برای رشد و توسعه صنعت پتروشیمی ایران ایجاد می‌شود. یافته‌های این بخش با یافته‌های پژوهش ماسیکو و همکاران (۲۰۲۲) و هویدت (۲۰۲۱) بطور نسبی همخوانی دارد. با این‌حال، در این پژوهش‌ها، عوامل موردنظر در راستای دستیابی به زنجیره ارزش پایدار بصورت تک مؤلفه‌ای بررسی شده و اینکه با سایر مؤلفه‌ها بر زنجیره ارزش پایدار در صنعت پتروشیمی چه تأثیری دارند پرداخته نشده است. با این‌حال، پیشران‌های حمایت از آموزش و توسعه شایستگی‌های منابع انسانی، و تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای صادراتی منطقه‌ای و بین‌المللی در دستیابی به بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران در این مطالعه با درجه اهمیت پایین شناخته شد.

بر اساس نتایج پژوهش، به مدیران و رهبران صنعت پتروشیمی کشور ج.ا.ایران پیشنهاد می‌شود که:

- واحدهای بازیافت داخلی در مجتمع‌های پتروشیمی برای پردازش و استفاده مجدد از پسماندهای شیمیایی، کاهش ضایعات و بهینه‌سازی مصرف منابع تعبیه شود. این امر موجب کاهش هزینه‌های دفع زباله، کاهش آلودگی زیست‌محیطی و ایجاد ارزش افزوده از ضایعات صنعتی در زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی می‌شود.
- سامانه‌های دیجیتال گزارش‌دهی و شفافیت عملکرد زیست‌محیطی و مالی برای دسترسی عمومی و دریافت بازخورد از ذی‌نفعان و جوامع محلی راه‌اندازه‌ی و اطلاع‌رسانی شود. این امر موجب افزایش اعتماد عمومی، بهبود سرمایه‌گذاری و کاهش ریسک‌های عملیاتی و قانونی در زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی می‌شود.
- نیروگاه‌های خورشیدی و بادی در مجتمع‌های پتروشیمی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش انتشار کربن راه‌اندازی توسعه داده شود. این امر موجب کاهش هزینه‌های انرژی در بلندمدت، افزایش تطابق با استانداردهای زیست‌محیطی و بهبود وجهه بین‌المللی صنعت در زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی می‌شود.
- برنامه‌های آگاهی‌بخشی درون‌سازمانی و برون‌سازمانی برای تشویق به رفتارهای پایدار و افزایش مشارکت اجتماعی در حوزه محیط‌زیست طراحی و اجرا شود. این امر موجب بهبود وجهه اجتماعی شرکت‌ها، افزایش تعهد کارکنان و تقویت تعاملات با جوامع محلی در زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی می‌شود.
- از فناوری اینترنت اشیا و هوش مصنوعی برای پایش بلادرنگ عملکرد تجهیزات، بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های عملیاتی استفاده شود. این امر موجب بهبود کنترل فرآیندها، کاهش هدررفت منابع و افزایش سرعت و دقت در تولید در زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی می‌شود.
- سامانه‌های هوشمند نظارت و هشدار برای شناسایی و کاهش خطرات ایمنی و زیست‌محیطی در فرآیندهای تولید راه‌اندازی شوند. این امر موجب کاهش حوادث صنعتی، افزایش ایمنی کارکنان و بهبود تطابق با مقررات محیط‌زیستی و بهداشتی در زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی می‌شود.
- توسعه محصولات پتروشیمی با ارزش افزوده بالا و ایجاد توافقات تجاری جدید با کشورهای منطقه برای کاهش وابستگی به یک بازار خاص مدنظر قرار گیرد. این امر موجب افزایش درآمدهای صادراتی، کاهش آسیب‌پذیری در برابر نوسانات بازار جهانی و ایجاد فرصت‌های جدید رشد در زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی می‌شود.

بر اساس نتایج پژوهش، به محققان آتی پیشنهاد می‌شود که:

- به شناسایی و اولویت‌بندی موانع و چالش‌های زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکردهای کیفی و آمیخته به منظور تحقق و بهینه‌سازی پایدار زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران بپردازند.

- همچنین، توصیه می‌شود که پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران را از طریق رویکرد کمی در میان مدیران، کارکنان و متخصصان حوزه زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران سنجش و ارزیابی نمایند.

## تعارض منافع

تعارض منافع نداریم.

## سپاسگزاری

نویسندگان از تمام خبرگان اعم از اساتید دانشگاهی و مدیران عالی صنعت پتروشیمی کشور ج.ا.ایران که در انجام این پژوهش، همکاری لازم را داشتند، تقدیر و تشکر می‌نمایند.

## منابع

اسحاقی گرجی، مجید، زارعی، عظیم اله، حمزوی، حسین، اسدبک، مهدی و محمدی شیر کلایی، حسینعلی. (۱۴۰۳). اولویت‌بندی مسائل سیاست زیست‌محیطی جمهوری اسلامی ایران. *حکمرانی و توسعه*، ۴(۱)، ۷۴-۹۲.
doi:10.22111/jipaa.2024.447250.1166

امیری، علی، حیدری، سیدعباس و میرابی، وحیدرضا. (۱۴۰۳). مدل ارزش‌افزوده زنجیره تأمین صنایع پتروشیمی با رویکرد توسعه پایدار. *فصلنامه ارزش آفرینی در مدیریت کسب و کار*، ۴(۳)، ۳۶۶-۳۸۸. doi: 10.22034/jvcbm.2024.434943.1293

آماده، حمید، قاسمی، عبدالرسول، میرزائی، حجت‌الله و بختیاری، حمید . (۱۴۰۱). تحلیل زنجیره ارزش تولید محصولات پتروشیمی و ارائه الگوی بهینه تولید محصولات پتروشیمی: کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه فازی در تولید محصولات پتروشیمی. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱۲(۴۵)، ۴۱-۶۹. doi: 10.22054/jiee.2023.72228.1979

خدائی، فیروز، تقی زاده، هوشنگ و باقرزاده خواجه، مجید. (۱۴۰۲). واکاوی ابعاد و مولفه های مدل عوامل کلیدی ارزش آفرینی پایدار در زنجیره‌های تامین: مطالعه موردی صنعت نفت و گاز ایران.*فصلنامه مطالعات توسعه و مدیریت منابع*، ۱(۴).
https://civilica.com/doc/1969257

سنگبر، محمدعلی، صافی، محمدرضا، آذر، عادل و ربیعه، مسعود . (۱۴۰۱). شناسایی و اولویت‌بندی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی با رویکرد ترکیبی «فراترکیب» و «نظریه گراف‌ها و رویکرد ماتریسی». *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۰(۶۴)،۱-۳۴. doi: 10.22054/jims.2022.39256.2254

ضمیرایی، زهرا و ناهد، علی. (۱۳۹۷). پسماندهای صنایع پتروشیمی و نحوه مدیریت آن. *پژوهش و فناوری محیط زیست*، ۳(۴ )، ۱۵-۱۹.
https://dorl.net/dor/20.1001.1.26763060.1397.3.4.3.1

فتحی، محمدرضا، خسروی، ابوالفضل و اسمعیل بیگی، فائزه. (۱۴۰۳). شناسایی و تحلیل موانع پذیرش بلاکچین در صنعت گردشگری با به‌کارگیری ماتریس تأثیرات متقاطع. *گردشگری و اوقات فراغت*، ۹(۱۷)، ۴۵-۸۰. doi: 10.22133/tlj.2024.426052.1127

میرجلیلی، فاطمه . (۱۴۰۲). ارزیابی اثرات قوانین و مقررات ناظر بر توسعه متوازن و پایدار زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی. (۱۹۲۵۷). *ماهنامه گزارش های کارشناسی مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی*، ۳۱(۶)، ۱۹۲۵۷
. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.29809525.1402.31.6.22.3

نخجیرکان، پویا، درویشی، فرهاد، براتی، ناصر، زالی، نادر و محمدحسینی، بابک . (۱۴۰۳). آینده نگاری راهبردی شهرهای هوشمند در افق ۱۴۱۵، مورد مطالعاتی: شهر رشت. *آینده پژوهی ایران*، ۹(۱)، ۹۳-۱۳۴. doi: 10.30479/jfs.2022.16571.1360

یاسوری، مجید و اسماعیلی، سعیده. (۱۴۰۲). شناسایی و تبیین پیشران‌های موثر بر توسعه گردشگری با رویکرد آینده‌پژوهی (مورد مطالعه: منطقه آزاد تجاری-صنعتی انزلی). *آینده پژوهی ایران*، ۸(۱)، ۲۲۲-۲۵۳. doi: 10.30479/jfs.2023.17629.1421

## References


Abdussalam, O., Trochu, J., Fello, N., & Chaabane, A. (2021). Recent advances and opportunities in planning green petroleum supply chains: a model-oriented review. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(6), 524-539. http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2020.1862935

Anthony Jnr, B. (2019). Sustainable value chain practice adoption to improve strategic environmentalism in ICT-based industries. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 12(3), 380-409. http://dx.doi.org/10.1108/JGOSS-06-2018-0022

Barahona, I., Fallatah, M., & Alkhars, M. (2024). Barriers to Sustainable supply chain initiatives in the Petrochemical industry: a case study from the Saudi Arabian petrochemical sector. *LogForum*, 20(3). https://doi.org/10.17270/J.LOG.001075

Barykina, Y. N., Chernykh, A. G., & Na, B. (2022, February). Energy production as a basis for sustainable development in the BRICS countries. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 990, No. 1, p. 012016). https://doi.org/10.1088/1755-1315/990/1/012016

Bayat, A., Rahbar, F., Vatani, A., & Razavi, S. A. (2022). An Analysis of the Value Chains of the Petrochemical Industry With a Focus on the New Approach of Petro-Refinery. *Petroleum Business Review*, 6(4), 115-132. https://doi.org/10.1002/9783527630844.ch1

Braimah, S. M., & Mensah, J. T. (2023). Petrochemical Resource Management. *In Sustainability Management in the Oil and Gas Industry* (pp. 256-266). https://doi.org/10.4324/9781003309864-21

Centi, G., Quadrelli, E. A., & Perathoner, S. (2013). Catalysis for CO 2 conversion: a key technology for rapid introduction of renewable energy in the value chain of chemical industries. *Energy & Environmental Science*, 6(6), 1711-1731. https://doi.org/10.1039/c3ee00056g

Chen, X., Wang, M., Wang, B., Hao, H., Shi, H., Wu, Z., ... & Wang, B. (2023). Energy consumption reduction and sustainable development for oil & gas transport and storage engineering. *Energies*, 16(4), 1775. https://doi.org/10.3390/en16041775

Duttagupta, A., Islam, M., Hosseinabad, E. R., & Zaman, M. A. U. (2021). Corporate social responsibility and sustainability: a perspective from the oil and gas industry. *Journal of Nature, Science & Technology*, 2, 22-29. https://doi.org/10.1109/ice/itmc-iamot55089.2022.10033320

El-Sheikh, L., & Kovačič Lukman, R. (2022). Developing a Framework for Closed-Loop Supply Chain and Its Impact on Sustainability in the Petrochemicals Industry. *Sustainability*, 14(6), 3265. https://doi.org/10.3390/su14063265

Farradia, Y., Bon, A. T. B., & Muharam, H. (2019). Internal vs external green supply chain management at petrochemical industry economic performance in Indonesia. *In International conference on industrial engineering and operations management, Bangkok, Thailand* (pp. 3610-3619). https://doi.org/10.4108/eai.17-7-2019.2302906

García-Tapia, G., Nanwani, S., & López, J. F. A. (2024). Geospatial Analysis of the Sustainable Value Chain in the Textile Sector of the United States. *In Sustainability, Stakeholders and Marketing in the Textile Sector: Conceptual and Practical Cases for the Americas* (pp. 1-32). https://doi.org/10.1007/978-981-97-6952-0_1

Gardas, B. B., Raut, R. D., & Narkhede, B. (2019). Determinants of sustainable supply chain management: A case study from the oil and gas supply chain. *Sustainable Production and Consumption*, 17, 241-253. https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.11.005

Hua, Y., Zhou, S., Huang, Y., Liu, X., Ling, H., Zhou, X., ... & Yang, S. (2020). Sustainable value chain of retired lithium-ion batteries for electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 478, 228753. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.228753

Hvidt, M. (2021). Economic diversification and job creation in the Arab Gulf countries: Applying a value chain perspective. *When Can Oil Economies Be Deemed Sustainable*, 281-300. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5728-6_11

Hwangbo, S., Heo, S., & Yoo, C. (2022). Development of deterministic-stochastic model to integrate variable renewable energy-driven electricity and large-scale utility networks: Towards decarbonization petrochemical industry. *Energy*, 238, 122006. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122006

Jia, J., Wang, X., Xu, Y., Song, Z., Zhang, Z., Wu, J., & Liu, Z. (2024). Digital twin technology and ergonomics for comprehensive improvement of safety in the petrochemical industry. *Process Safety Progress*. http://dx.doi.org/10.1002/prs.12575

Johnson, N., Okure, U. E., Dozid, E. A., & Kzbir, H. M. (2023). Revolutionizing Waste Management Planning in Indorama Eleme Petrochemical Operational Complex: Promoting Sustainability. https://doi.org/10.20944/preprints202312.2111.v1

Jraisat, L. (2018). Information sharing in sustainable value chain network (SVCN): Innovative technology for transportation in cities. *In The 25th Annual EurOMA Conference from 24-26 June 2018 in Budapest, Hungary*. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-18732-3_5

Karikari Appiah, M., Boateng, F., Abugri, A., & Barnes, S. (2022). Modeling the implications of sustainable supply chain practices on sustainable performance in Ghana's petroleum industry: the role of stakeholders' pressure. *International Journal of Sustainable Engineering*, 15(1), 312-322. https://doi.org/10.1080/19397038.2022.2149875

Kiptum, C. K., Bouraima, M. B., Ibrahim, B., Oloketuyi, E. A., Makinde, O. O., & Qiu, Y. (2024). Implementation of effective supply chain management practice in the national oil corporation in developing country: an integrated BWM-AROMAN approach. *Decision making advances*, 2(1), 199-212. https://doi.org/10.31181/dma21202439

Kumar, S., & Barua, M. K. (2022). Sustainability of operations through disruptive technologies in the petroleum supply chain. *Benchmarking: An International Journal*, 29(5), 1640-1676. http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-02-2021-0086

Majd, A. A., Armaki, A. A., Masoomi, M., Sari, H. D. G. P., & Moomivandpour, F. (2023). The Failure of Petrochemical Industries in the Oil Economy with a Special View on the Field of Human Resources Management. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 10(4), 411-443. https://doi.org/10.18415/ijmmu.v10i6.4907

Manurung, K. A. A., Siregar, H., Fahmi, I., & Hakim, D. B. (2024). Sustainable Value Chain for Sustainable Lending of State-Owned Banks in Indonesia. Sustainability, 16(12), 4940. https://doi.org/10.3390/su16124940

Masiko, P. B., Oluka, P. N., Kajjumba, G. W., Mugurusi, G., & Nyesiga, S. D. (2022). Technology, human resource competencies and productivity in nascent petroleum industries: an empirical study. *Technological Sustainability*, 1(2), 132-144.

Mina, H., Kannan, D., Gholami-Zanjani, S. M., & Biuki, M. (2021). Transition towards circular supplier selection in petrochemical industry: A hybrid approach to achieve sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125273. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125273

Oetomo, D. S., & Ramdhani, R. F. (2021). The Analysis of Development Natural gas-based Petrochemical Industry in Teluk Bintuni Regency. *International Journal Applied Technology Research*, 2(2), 103-126. https://doi.org/10.35313/ijatr.v2i2.47

Patil, S., Jha, A., & Jha, A. K. (2016). Role of financial agencies in integrating small farmers into a sustainable value chain: A synthesis-based on successful value chain financing efforts. *Current Science*, 2082-2090. https://doi.org/10.18520/cs/v110/i11/2082-2090

Pudasaini, P. (2021). Integrated planning of downstream petroleum supply chain: a multi-objective stochastic approach. *Operations Research Perspectives*, 8, 100189.۴ https://doi.org/10.1016/j.orp.2021.100189

Rezkin, P. E. (2019). Value chain of the refining and petrochemical industries: assessment and strategy integration. *In Topical Issues of Rational Use of Natural Resources*, Volume 2 (pp. 633-642). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003014638-22

Sani, S. I. M., Ismail, S., & Fathi, M. S. (2023, September). Improving stakeholder engagement in petrochemical projects during Covid-19 pandemic in Malaysia. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2827, No. 1). https://doi.org/10.1063/5.0164795

Shah, S. F. A., Qyyum, M. A., Qadeer, K., & Lee, M. (2021). Sustainable economic growth and export diversification potential for Asian LNG-exporting countries: LNG–petrochemical nexus development using product space model. *Energy*, 236, 121334. http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2021.121334

Shinkevich, A. I., Kudryavtseva, S. S., & Ershova, I. G. (2020). Modelling of energy efficiency factors of petrochemical industry. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(3), 465-470. https://doi.org/10.32479/ijeep.9396

Shinkevich, M. V., Ershova, I. G., Ishmuradova, I. I., Prasolov, V. I., Prokopyev, A. I., & Cherezova, Y. A. (2021). State priorities in the petrochemistry of Russia: sustainable development, green industry and energy efficiency. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(4), 59-68. https://doi.org/10.32479/ijeep.11364

Sihlali, B., & Telukdarie, A. (2022, June). Integrated Digital System in Planning, Scheduling and Logistics Processes at a Petroleum Company. *In 2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association For Management of Technology (IAMOT) Joint Conference* (pp. 1-8). https://doi.org/10.1109/ice/itmc-iamot55089.2022.10033320

Srikar, T., Ratnamala, B. S. S., & Lakshmi, V. S. (2022). Evaluation and development of management model for sustainable value chain in Indian construction industry. *Materials Today: Proceedings*, 60, 1623-1628. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.186

Sueyoshi, T., & Wang, D. (2014). Sustainability development for supply chain management in US petroleum industry by DEA environmental assessment. *Energy Economics*, 46, 360-374. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.09.022

Sueyoshi, T., & Wang, D. (2014). Sustainability development for supply chain management in US petroleum industry by DEA environmental assessment. *Energy Economics*, 46, 360-374. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.09.022

Tian, C., Liang, Y., Lin, Q., You, D., & Liu, Z. (2024). Environmental pressure exerted by the petrochemical industry and urban environmental resilience: Evidence from Chinese petrochemical port cities. *Journal of Cleaner Production*, 471, 143430. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143430

Vollmer, N. I., Gernaey, K. V., Mussatto, S. I., & Sin, G. (2019). Sustainable Value Chain Design for Biorefineries. *In 22nd Nordic Process Control Workshop*. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823377-1.50278-0

Wang, C. N., Nhieu, N. L., Tran, K. P., & Wang, Y. H. (2022). Sustainable integrated fuzzy optimization for multimodal petroleum supply chain design with pipeline system: The case study of Vietnam. *Axioms*, 11(2), 60. https://doi.org/10.3390/axioms11020060

Wu, K. J., Tseng, M. L., Yang, W. H., Ali, M. H., & Chen, X. (2023). Re-shaping sustainable value chain model under post pandemic disruptions: A fast fashion supply chain analysis. *International Journal of Production Economics*, 255, 108704. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108704

## References [In Persian]

Amadeh, H., Ghasemi, A., Mirzaei, H., Bakhtiari, H. (2023). Value Chain Analysis of Petrochemical Products. Providing an Optimized Pattern of petrochemical Production: Application of Fuzzy Multi-Object Linear Planning for Producing Of Petrochemical Product. *Iranian Energy Economics,* 45 (12), 41-69.doi: 10.22054/jiee.2023.72228.1979

Amiri, A., Heydari, S. A., & Mirabi, V. (2024). The value-added model of the supply chain of petrochemical industries with a sustainable development approach. *Journal of value creating in Business Management*, 4(3), 366-388. doi: 10.22034/jvcbm.2024.434943.1293

Eshaghi Gordji, M., Zarei, A.A., Hamzavi, H., Asadbak, M., & Mohammadi Shir Kalai, H. (2024). Prioritizing Environmental Policy Issues of the Islamic Republic of Iran. Governance and Development Journal, 4(1), 75-92. doi:10.22111/jipaa.2024.447250.1166

Fathi, M. R., Khosravi, A., & Esmaeel Beigi, F. (2024). Identifying and analyzing the barriers to blockchain adoption in the tourism industry by using the Cross-impact matrix. *Tourism and Leisure Time Journal*, 9(17), 45-80.doi: 10.22133/tlj.2024.426052.1127

Khodai, F., Taghizadeh, H. and Bagherzadeh Khajeh, M. (۲۰۲۲). Analysis of dimensions and components of the model of key factors of sustainable value creation in supply chains: A case study of the Iranian oil and gas industry. *Quarterly Journal of Development and Resource Management Studies*, 1(4). https://civilica.com/doc/1969257

Mirjalili, F. (۲۰۲۲). Evaluating the effects of laws and regulations governing the balanced and sustainable development of the petrochemical industry value chain. (19257). *Monthly Journal of Expert Reports of the Research Center of the Islamic Consultative Assembly*, 31(6), 19257. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.29809525.1402.31.6.22.3

Nakhjirkan, P., Darvishi Setalani, F., Barati, Naser. Zali, N. & Mohammad Hoseini, B. (2024). Strategic Foresight for Smart Cities Management in 1415: A Case of Study in Rasht, *Iranian Futures Research*. Volume 9, NO.1 Spring & Summer 2024,93-134. https://doi.org/10.30479/jfs.2022.16571.1360

Sangbor, M. A., Safi, M. R., Azar, A., Rabieh, M. (2022). Identifying and Prioritizing Sustainable Supply Chain Management Enablers in the Petrochemical Industry by Combined Approach of Meta-Synthesis Method and Graph Theory and Matrix Approach (GTMA), *Journal of Industrial Management Studies,* 20(64), 1-34. doi: 10.22054/jims.2022.39256.2254

Yasouri, M. & Esmaeili, S. (2022). Identifying and Explaining the Driving Factors Affecting Tourism Development with Future Studies Approach (Case Study of Anzali Trade-Industrial Free Zone). *Iranian Futures Research*, 8(1), 222-253. doi: 10.30479/jfs.2023.17629.1421

Zamiraei, Z. & Nahed, A. (2018). Wastes from petrochemical industries and their management. *Environmental Research and Technology*, 3(4), 15-19. https://dorl.net/dor/20.1001.1.26763060.1397.3.4.3.1