Journal of Strategic Value Chain Management, 2(4), Spring 2025, 59-85

Journal of Strategic Value Chain Management

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

ISSN: 3092-6386

Semnan University

Identifying and Ranking the Drivers for Improving and Developing the Application of Artificial Intelligence in the Iranian Oil and Gas Industry Value chain

Hossein Hamzavi*

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

Jamshid Salehi Sadaghyani

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

Reza Azarpara

Master of Business Administration, School of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. Reza.azarpara99@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2025-07-23
Revised: 2025-08-05
Accepted: 2025-08-12

Keywords:
Artificial Intelligence,
Value Chain,
Oil and Gas Industry,
Strategic Futures Approach.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: Today, artificial intelligence technology, by focusing on algorithms based on the intelligentization of operational processes with more accurate risk prediction and preventive maintenance, increases safety and reduces sudden stops in production and transmission processes in the value chain of the oil and gas industry. Therefore, the purpose of this research was to identify and rank the drivers of improvement and development of the application of artificial intelligence in the value chain of the oil and gas industry in the Republic of Iran.

Materials and Methods: In terms of the method of conduct, the present study is based on structural interaction matrix analysis with a strategic futures research approach and in terms of the purpose, it is of a developmental-applied type. The statistical population of this study consists of 30 academic experts and senior managers of the oil and gas industry in the Republic of Iran. The data of this study were collected through library studies, structured interviews, and a qualitative questionnaire rated from zero to three according to the structural interaction matrix and analyzed with the MICMAC statistical software.

Results: The findings of this study showed that the drivers of improving interaction and cooperation between IT units and operational and strategic departments, attracting, training and developing human resources specialized in the fields of artificial intelligence and oil and gas engineering, and establishing the ability to integrate smart systems with operational processes and equipment in the industry are influential drivers (influence). Also, the drivers of expanding investment in research, development and deployment of advanced digital infrastructure in the value chain, cultural and mental acceptance of human resources towards the use of artificial

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

intelligence-based technologies in the value chain, and establishing sustainable communication infrastructures in order to transfer artificial intelligence-based data in real time to the value chain are influential drivers (dependent). Finally, the drivers of implementing mechanisms for evaluating the performance of smart technologies in real operational environments are the use of scalability capabilities of smart solutions in the value chain from exploration to distribution as independent drivers (removable).

Conclusion: The results of this study showed that identifying and ranking the drivers of improvement and development of the application of artificial intelligence in the value chain of the Iranian oil and gas industry with a strategic foresight approach can pave the way for identifying upcoming opportunities and threats and help managers and decision-makers in this industry to formulate effective strategies to promote technology and improve the performance of the value chain. Also, this will enable better adaptation to environmental changes and emerging technologies and pave the way for the development and sustainable production of the Iranian oil and gas industry.

Cite this article as:

Hamzavi, H., Salehi Sadaghyani, J., & Azarpara. R. (2025). Identifying and ranking the drivers for improving and developing the application of artificial intelligence in the Iranian oil and gas industry value chain. *Strategic Value Chain Management*, 2(4), 59-85.
DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.38434.1033

© 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

بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران

حسین حمزوی*

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

Hossein.hamzvii@gmail.com

جمشید صالحی صدقیانی

استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

sadaghiani@atu.ac.ir

رضا آذرپرا

کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Reza.azarpara99@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۰۱-۰۵-۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴-۰۵-۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۱-۰۵-۱۴۰۴

واژه‌های کلیدی:

هوش مصنوعی،

زنجیره ارزش،

صنعت نفت و گاز،

رهیافت آینده‌پژوهشی راهبردی.

چکیده

سابقه و هدف: امروزه، فناوری هوش مصنوعی از طریق تمرکز بر الگوریتم‌های مبتنی بر هوشمندسازی فرآیندهای عملیاتی با پیش‌بینی دقیق‌تر ریسک‌ها و نگهداری پیشگیرانه، موجب افزایش ایمنی و کاهش توقفات ناگهانی در فرآیندهای تولید و انتقال در زنجیره ارزش صنایع نفت و گاز می‌گردد. لذا، هدف از انجام این پژوهش، بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران بود.

روش: پژوهش حاضر از نظر روش انجام، بر پایه تحلیل ماتریس اثرات متقابل ساختاری با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی و از نظر هدف از نوع توسعه‌ای-کاربردی است. جامعه آماری این پژوهش از ۳۰ نفر از خبرگان دانشگاهی و مدیران عالی صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران تشکیل شده است. داده‌های این پژوهش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه 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 پیشران‌های بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی، جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز، زمینه‌سازی قابلیت ادغام

سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت به عنوان پیشران‌های تأثیرگذار(نفوذ) هستند. همچنین، پیشران‌های گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش، پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش، تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش به عنوان پیشران‌های تأثیرپذیر(وابسته) هستند. در نهایت، پیشران‌های پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی، بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع به عنوان پیشران‌های مستقل(حذف شونده) هستند.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی می‌تواند زمینه‌ساز شناسایی فرصت‌ها و تهدیدهای پیش‌رو شود و به مدیران و تصمیم‌گیران این صنعت کمک کند تا راهبردهای مؤثری در راستای ارتقاء فناوری و بهبود عملکرد زنجیره ارزش تدوین کنند. همچنین، این امر، امکان تطبیق بهتر با تغییرات محیطی و فناوری‌های نوظهور را فراهم ساخته و مسیر توسعه و تولید پایدار صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران را هموار می‌سازد.

استناد: حمزوی، حسین، صالحی صدقیانی، جمشید و رضا، آذرپرا. (۱٤۰٤). بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران. *مدیریت زنجیره ارزش راهبردی*، ۲(٤)، ۵۹- ۸۵.

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.38434.1033

ناشر: دانشگاه سمنان

۱. مقدمه

در عصر تجارت کنونی، صنایع نفت و گاز بخش مهمی از اقتصاد ملی ایران را تشکیل داده و توسعه این صنعت نقشی کلیدی در رشد اقتصادی دارد؛ با این‌حال، طبق گزارش مرکز زنجیره ارزش کشور، ظرفیت فعلی پالایش نفت خام کشور 1.8 میلیون بشکه در روز بوده و طی سال‌های گذشته، برنامه‌ریزی‌هایی برای افزایش این ظرفیت به 3.8 میلیون بشکه در روز انجام شده است؛ اما، بررسی‌ها نشان می‌دهد که صنعت نفت و گاز کشور از نظر کمی و کیفی با وضعیت مطلوب توسعه زنجیره ارزش درنظر گرفته شده تا به امروز فاصله محسوسی دارد(جلالی و همکاران، ۱۳۹۷). در واقع، رویکرد توسعه زنجیره ارزش در حوزه نفت و گاز به‌جای خام‌فروشی، ضمن ایجاد ارزش افزوده، موجب رونق صنایع وابسته، افزایش اشتغال مستقیم و غیرمستقیم، و پویایی اقتصادی می‌شود. این رویکرد، به‌دلیل ماهیت معاملات خرد، متنوع و غیرقابل ردیابی از منظر فنی، امکان فروش و بازاریابی محصولات را چه در شرایط تحریم و چه در وضعیت عادی، نسبت به نفت خام آسان‌تر می‌سازد و عملاً تحریم‌پذیر نیست. از سوی دیگر، با توجه به تغییر سبک زندگی در کشورهای توسعه‌یافته و افزایش تقاضا برای محصولات وابسته به صنعت نفت و گاز، تقاضای این مواد روندی رو به رشد دارد. بنابراین، تغییر مسیر از خام‌فروشی به سمت توسعه زنجیره ارزش نفت و گاز، اقدامی کاملاً ضروری، راهبردی و آینده‌نگرانه به‌شمار می‌رود (غالمعلی پور، ۱۴۰۱). بررسی مطالعات اخیر نشان می‌دهد آنچه که به توسعه زنجیره ارزش در حوزه نفت و گاز کمک می‌کند، حرکت به سوی هوشمندسازی فرآیندهای زنجیره ارزش این صنعت از طریق بکارگیری فناوری‌های نوین و نوظهوری همچون اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان است. این فناوری‌ها با بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری، نقش مهمی در ارتقا و توسعه رقابت‌پذیری و پایداری زنجیره ارزش نفت و گاز ایفا می‌کنند(ابو[1] و همکاران، ۲۰۱۸). در این میان، هوش مصنوعی با امکان تحلیل لحظه‌ای داده‌ها، پیش‌بینی رفتار مخزن و بهینه‌سازی فرآیند تولید، نقش محوری در میدان نفتی هوشمند ایفا می‌کند و از طریق دیجیتالی‌سازی سامانه‌های ابزار دقیق و تبادل دانش مبتنی بر شبکه، کنترل بهبودیافته و تصمیم‌گیری سریع در مواجهه با چالش‌های عملیاتی را ممکن می‌سازد؛ به همین دلایل، فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به دلیل سرعت پاسخ سریع و ظرفیت قوی برای تعمیم، توجه قابل توجهی در حوزه زنجیره ارزش نفت و گاز را به خود جلب کرده‌اند(سیرکار[2] و همکاران، ۲۰۲۱).

در چارچوب تحول دیجیتال، هوش مصنوعی به فناوری‌ای گفته می‌شود که با شبیه‌سازی توانایی‌های انسانی مانند یادگیری، استدلال و تصمیم‌گیری، با اتکا به داده‌های بزرگ، پردازش سریع اطلاعات و الگوریتم‌های یادگیری پیشرفته، فرایندهای سازمانی را به‌صورت هوشمند و خودکار مدیریت می‌کند و با ویژگی‌هایی همچون خودیادگیری، سازگاری پویا با محیط و تحلیل بلادرنگ، نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری و تسریع تصمیم‌گیری ایفا می‌نماید(احمد[3] و همکاران،۲۰۲۵؛ هیون-د[4] و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های پیچیده، شناسایی الگوها، پیش‌بینی روندها و خودکارسازی وظایف تکراری، نقشی کلیدی در بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش هزینه‌ها، ارتقای کیفیت عملیات و افزایش بهره‌وری ایفا کرده و به تصمیم‌گیری دقیق‌تر و سریع‌تر در بخش‌های مختلف زنجیره ارزش منجر می‌شود(گانشکومار[5] و همکاران، ۲۰۲۳). بر اساس تئوری مبتنی بر منبع، در مراحل مختلف زنجیره ارزش، از تأمین مواد اولیه تا توزیع نهایی، هوش مصنوعی با بهبود زمان‌بندی، مدیریت هوشمند موجودی، پیش‌بینی دقیق تقاضا و بهینه‌سازی مسیرهای توزیع، موجب ارتقای عملکرد کلی می‌شود. این قابلیت‌ها موجب افزایش هماهنگی، کاهش اتلاف منابع و بهبود پاسخ‌گویی به نیازهای بازار می‌گردد(آسیماکوپولوس[6] و همکاران، ۲۰۲۴). در صنعت نفت و گاز، تکنیک‌ها و ابزارهای هوش

[1] Abu
[2] Sircar
[3] Ahmed
[4] Huynh-The
[5] Ganeshkumar
[6] Assimakopoulos

مصنوعی مانند یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی، الگوریتم‌های ژنتیک، منطق فازی و سیستم‌های در بخش‌های مختلف صنعت از جمله اکتشاف، حفاری، تولید، مدیریت مخازن، پیش‌بینی خرابی تجهیزات، و بهینه‌سازی بهره‌برداری در طول زنجیره ارزش به کار گرفته می‌شوند؛ که این امر موجب افزایش دقت در تصمیم‌گیری، کاهش هزینه‌های عملیاتی، بهینه‌سازی عملکرد، و ارتقاء ایمنی در عملیات پیچیده این صنعت می‌شود(چوبی و کارماکار[1]، ۲۰۲۱). افزون بر این، هوش مصنوعی با تحلیل بلادرنگ داده‌های پیچیده، دقت در اکتشاف منابع، پیش‌بینی رفتار مخزن نفت و گاز، بهینه‌سازی تولید، پالایش و توزیع را به‌طور مؤثری افزایش می‌دهد و با کاهش هزینه‌ها، ارتقاء ایمنی و تسهیل اتوماسیون و خودکارسازی فرآیندها، موجب بهبود چشمگیر بهره‌وری در کل زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز می‌شود(اوچینگ[2] و همکاران، ۲۰۲۴). با وجود ظرفیت بالای هوش مصنوعی در راستای بهینه‌سازی فرآیندها در صنعت نفت و گاز، استفاده محدود از این فناوری اغلب ناشی از چالش‌هایی مانندکیفیت پایین یا ناقص بودن داده‌ها، مقاومت سازمانی در برابر تغییر، هزینه‌های بالای پیاده‌سازی، کمبود نیروی متخصص، و عدم درک کامل از مزایای هوش مصنوعی است(جان و اویمی[3]، ۲۰۲۲). همچنین ساختارهای سنتی در صنعت پالایش، نگرانی از امنیت داده‌ها، و دشواری در یکپارچه‌سازی فناوری‌های جدید با زیرساخت‌های قدیمی، موجب می‌شود بسیاری از شرکت‌های فعال در این حوزه همچنان به روش‌های سنتی اتکا کنند. در نتیجه، هوش مصنوعی در برخی بخش‌ها هنوز به عنوان یک ابزار پرریسک تلقی شده و به‌صورت گسترده به کار گرفته نمی‌شود(سینگ[4] و همکاران، ۲۰۲۳).

ارزیابی اسناد بالادستی حوزه انرژی کشور از جمله «سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی در بندهای الف-۱ و الف-۴ »، «سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی در بندهای ۱۳ ،۱۴ ۱۵و ۱۸ »، « برنامه توسعه توسعه در فصل ۹ و ۱۰ در مواد ۴۲ تا ۴۸»، «سند ملی راهبرد انرژی کشور در بندهای ج-۱-۳ و ج-۱-۷ » و «طرح جامع انرژی بندهای ۲ و ۳»، نشان می‌دهد که هیچ‌یک از این اسناد حاوی قانون یا مقرراتی در جهت تشویق خام‌فروشی نیستند و در مقابل، همگی بر لزوم تکمیل زنجیره ارزش در حوزه نفت و گاز بر مبانی توسعه فناورانه، ایجاد زیرساخت‌ها، خدمات پشتیبانی و شبکه‌سازی در زنجیره ارزش تأکید دارند. طبق گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۴۰۲)، کمتر از ۱۵ درصد از ظرفیت بالقوه فناوری‌های هوش مصنوعی در صنعت نفت ایران مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین براساس داده‌های شرکت ملی نفت ایران، کمتر از ۱۰ پروژه پایلوت مبتنی بر هوش مصنوعی در حال اجراست که عمدتاً در حوزه‌هایی مانند زمین‌شناسی، پردازش داده‌های لرزه‌ای و پیش‌بینی شکست حفاری متمرکز شده‌اند. در کنار این اقدامات، طی سال‌های اخیر چندین استارتاپ فناور نیز در حوزه‌هایی همچون داده‌کاوی و تحلیل پیش‌بینی خرابی تجهیزات در شهرک‌های فناوری نفت فعالیت خود را آغاز کرده‌اند، با این حال اغلب این فعالیت‌ها هنوز در مرحله مطالعاتی یا آزمایشی باقی مانده‌اند و به بهره‌برداری صنعتی نرسیده‌اند. از همین رو، بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی به عنوان فناوری پیشتاز در قرن بیست و یکم در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران، علاوه بر کمک به دستیابی به اهداف اسناد بالادستی کشور در حوزه صنعت نفت و گاز، انتظار می‌رود سهم ایران در زنجیره ارزش نفت و گاز در بازارهای بین‌المللی و منطقه‌ای انرژی بهبود یابد و جایگاه کشور در این بازارهای جهانی تقویت شود.

افزون بر این، بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی می‌تواند نقش کلیدی در بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری، شناسایی حوزه‌های اولویت‌دار برای سرمایه‌گذاری و پژوهش، و جلوگیری از هدررفت منابع در صنعت

[1] Choubey & Karmakar
[2] Ochieng
[3] John & Oyeyemi
[4] Singh

نفت و گاز ج.ا.ایران داشته باشد. از طرفی، صنعت نفت، گاز و پتروشیمی با چالش‌هایی مانند نوسانات قیمت، رقابت فزاینده و الزامات زیست‌محیطی مواجه هستند. در این میان، هوش مصنوعی به عنوان فناوری تحول‌آفرین قرن ۲۱، راهکارهایی نوین برای بهینه‌سازی عملیات، مدیریت زنجیره تأمین و کاهش آلاینده‌ها ارائه داده است. شرکت‌های پیشرو جهان مانند Shell، BP، Totalو Chevron با بهره‌گیری از تحلیل داده و سیستم‌های هوشمند، ساختارهای مدیریتی خود را بر اساس هوش مصنوعی داده‌محور کرده‌اند(صادقی راد و همکاران، ۱۴۰۴). با این‌حال، مشاهدات ملموسی جهت شناسایی پیشران‌های کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز انجام نشده و محققان صرفاً به بررسی کارکردها، فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با این موضوع پرداخته‌اند. از همین رو، با توجه به توضیحات فوق، در مطالعه حاضر پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران مبتنی بر ادبیات پژوهش و با استفاده از رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی شناسایی شده و با استفاده از نظرات خبرگان در قالب ماتریس اثرات متقابل بر اساس دو آیتم تأثیرگذاری(نفوذ) و تأثیرپذیری(وابستگی) رتبه‌بندی می‌شوند. لذا، هدف از انجام این پژوهش بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی است.

۲. پیشینه پژوهش

در این بخش در ابتدا مبانی نظری اصلی پژوهش که زنجیره ارزش و هوش مصنوعی بوده مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس پیشینه تجربی نیز بررسی می‌شود. این امر ابتدا ذهن خوانندگان را با مفاهیم اصلی آشنا ساخته و سپس درک پژوهش‌های انجام شده را ساده می‌نماید.

بر اساس دیدگاه تئوری منابع و قابلیت‌ها، زنجیره ارزش مجموعه‌ای از منابع، فرآیندها و مهارت‌ها بوده که یک سازمان برای ایجاد ارزش متمایز و بهره‌برداری از مزیت‌های رقابتی در بازار به‌کار می‌گیرد و توسعه این زنجیره موجب پایداری و رشد سازمان می‌شود(آیزنریش[1] و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، زنجیره ارزش مجموعه‌ای از فعالیت‌های متوالی بوده که یک سازمان یا کسب‌وکار برای خلق ارزش و کسب مزیت رقابتی انجام می‌دهد و شامل بخش‌های اصلی و پشتیبانی است که هر کدام به بهبود کارایی و افزایش ارزش محصول یا خدمت کمک می‌کنند(استبان-آمارو[2] و همکاران، ۲۰۲۵). در واقع، زنجیره ارزش فرآیندی هماهنگ از فعالیت‌های منظم و بهم پیوسته است که سازمان‌ها و کسب‌وکارها در راستای ایجاد ارزش افزوده و به دست آوردن مزیت رقابتی اجرا می‌کنند، که هر یک در ارتقای محصولات و خدمات نهایی نقش کلیدی دارند(عبدالمجید[3] و همکاران، ۲۰۲۴). از طرفی، بر اساس رویکرد تحول دیجیتال، هوش مصنوعی به مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها و مدل‌ها اطلاق می‌شود که از طریق تحلیل و ایحاد پایگاه داده‌ها تجربه کسب نموده و عملکرد خود را به‌مرور بهبود می‌بخشند و با هدف افزایش دقت، خودکارسازی تصمیم‌گیری و تحلیل داده‌های پیچیده به کار گرفته می‌شوند(کیتسیوس و کاماریوتو[4]، ۲۰۲۱). در واقع، هوش مصنوعی فناوری‌ای است که با توانمندسازی ماشین‌ها در انجام وظایف پیچیده و انسانی‌محور مانند تشخیص الگوها و تحلیل داده‌ها، پردازش زبان طبیعی و اتوماسیون فرآیندها در صنایع مختلف به‌کار گرفته می‌شود و به‌عنوان ابزاری راهبردی، نقش مؤثری در افزایش بهره‌وری و نوآوری سازمانی ایفا می‌کند(اویکونله و بوهن[5]، ۲۰۲۴). بر همین اساس، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، یادگیری تدریجی و سازگاری با شرایط محیطی، امکان پیش‌بینی رویدادها، افزایش دقت، خودکارسازی تصمیم‌گیری و تحلیل داده‌های پیچیده را فراهم

[1] Eisenreich
[2] Esteban-Amaro
[3] Abdelmeguid
[4] Kitsios & Kamariotou
[5] Oyekunle & Boohene

می‌سازند(چاندرا و فنگ[1]، ۲۰۲۵). هوش مصنوعی با استخراج بینش‌های عمیق از داده‌های بزرگ، امکان شناسایی نقاط بحرانی، تحلیل ریسک‌ها و پیش‌بینی اختلالات احتمالی در زنجیره ارزش را فراهم می‌کند. این ویژگی‌ها به سازمان‌ها و کسب‌وکارها کمک می‌کند تا واکنش‌های سریع‌تر و مؤثرتری نسبت به تغییرات محیطی و نوسانات بازار داشته باشند(مایر[2] و همکاران، ۲۰۱۹).

۱.۲. پیشینه تجربی پژوهش

در این بخش، مطالعات صورت‌گرفته در زمینه هوش مصنوعی و زنجیره ارزش مرور می‌شود و سپس با رویکردی تحلیلی-انتقادی، جنبه‌های مختلف این پژوهش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند؛ در پایان نیز، نوآوری، ضرورت و اهمیت انجام این پژوهش بیان می‌شود.

هوشمند و همکاران(۱۴۰۳) در پژوهشی به بررسی نقش هوش مصنوعی در تحول دیجیتال زنجیره ارزش کشتی‌سازی پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که فناوری هوش مصنوعی با کاربردهای گسترده و متنوع در صنعت کشی‌سازی، موجب خلق ارزش و افزایش ارزش افزوده در مراحل مختلفی از جمله نیازسنجی بازار، طراحی، تأمین تجهیزات، ساخت، تست و تحویل می‌شود. این فناوری با تأثیرگذاری بر هر یک از این مراحل و فعالیت‌های کلیدی، می‌تواند شاخص‌های اصلی رقابت‌پذیری کشتی‌سازان مانند توانایی جذب سفارش، اجرای به موقع سفارش و پایداری در کسب‌وکار را بهبود بخشد.

محمدی و همکاران(۱۴۰۲) در پژوهشی به شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای هوش مصنوعی در زنجیره تأمین ۴.۰ پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربردهایی مانند ارائه توصیه‌های شخصی‌سازی‌شده، سیستم‌های یکپارچه و هوشمند مدیریت انبارداری، و سیستم‌های هوشمند استقبال از مشتریان از اهمیت بالایی برخوردارند. در مقابل، چالش‌هایی همچون پیچیدگی‌های نظارتی در پیاده‌سازی هوش مصنوعی، هزینه‌های بالای زیرساخت فناوری اطلاعات و کمبود روش‌های مؤثر برای آموزش چت‌بات‌ها از مهم‌ترین مسائل اولویت‌دار به شمار می‌آیند.

فیور[3](۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی بهینه‌سازی زنجیره ارزش صنعت نفت و اجتناب‌ناپذیری هوش مصنوعی و علم داده در توسعه میان‌دستی و پایین‌دستی پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی و راه‌حل‌های علم داده در کمک به اپراتورهای میان‌دستی و پایین‌دستی رد بهینه‌سازی زنجیره ارزش صنعت نفت برای دستیابی به عملکرد بهینه، که به سودآوری و پایداری کمک می‌کند، نقش مهمی دارند.

حسین [4] و همکاران(۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی کاربرد هوش مصنوعی در صنعت نفت و گاز پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربردهای هوش مصنوعی در سرتاسر زنجیره ارزش صنعت مانند عملیات میان‌دستی، از جمله مدیریت یکپارچگی خط لوله و بهینه‌سازی حمل و نقل و لجستیک نیز قابل توجه است. همچنین، ارزیابی ریسک و نظارت بر ایمنی با استفاده از هوش مصنوعی، تجزیه و تحلیل و کاهش اثرات زیست‌محیطی و سیستم‌های تشخیص و پاسخ به حوادث در زمان واقعی در صنعت نفت و گاز قابل تحقق است.

اوچینگ[5] و همکاران(۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی کاربرد بالقوه هوش مصنوعی مولد و الگوریتم یادگیری ماشین در بخش نفت و گاز پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی مولد و الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند بهره‌وری، ایمنی و تصمیم‌گیری را در صنعت نفت و گاز بهبود دهند. این فناوری‌ها قادرند تحلیل داده‌های پیچیده

[1] Chandra & Feng
[2] Mayer
[3] Favour
[4] Hussain
[5] Ochieng

را تسریع کرده و هزینه‌ها را کاهش دهند. همچنین، آینده این صنعت با ادغام بیشتر این فناوری‌ها نویدبخش تحولات اساسی است.

سینگ[1] و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی بهینه‌سازی زنجیره ارزش تولید نفت و گاز توسط فناوری‌های صنعت ۴.۰ پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از کمک فناوری‌های 4.0 امکان یکپارچه‌سازی، پیش‌بینی رفتار سیستم با مدل‌های ترکیبی و بهینه‌سازی جامع از طریق دیجیتال توئین واحد را فراهم می‌کند. این رویکرد می‌تواند بهره‌وری بهینه‌سازی زنجیره ارزش تولید نفت و گاز را افزایش داده و انتشار کربن را کاهش دهد.

با بررسی مطالعات پیشین می‌توان استنباط نمود که تا کنون پژوهشی به بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی نپرداخته است. به این صورت که در پژوهش هوشمند و همکاران (۱۴۰۳) با تمرکز بر صنعت کشتی‌سازی، به بررسی نقش هوش مصنوعی در ایجاد ارزش در مراحل عملیاتی زنجیره ارزش پرداخته است، اما فاقد تحلیل پیشران‌ها و نیروهای محرک تحول در سطح کلان و آینده‌نگرانه است. در نتیجه، محدود بودن دیدگاه پژوهش هوشمند به کارکردهای فعلی، مهم‌ترین کاستی آن در مقایسه با این تحقیق محسوب می‌شود. از طرفی، پژوهش محمدی و همکاران(۱۴۰۲) تمرکز خود را صرفاً بر کاربردهای فعلی هوش مصنوعی در زنجیره تأمین ۴.۰ و شناسایی چالش‌های اجرایی قرار داده، در حالی که پژوهش حاضر با رویکردی آینده‌نگر، به شناسایی پیشران‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها در یک حوزه حیاتی مانند نفت و گاز می‌پردازد. ضعف اصلی پژوهش، فقدان رویکرد راهبردی و آینده‌پژوهانه برای تدوین سیاست‌های بلندمدت است، در حالی‌که پژوهش حاضر با تأکید بر آینده‌پژوهی، به شکل‌گیری زیرساخت‌های توسعه هوش مصنوعی در این صنعت کمک می‌کند. از سوی دیگر، پژوهش فیور (۲۰۲۴) تمرکز خود را بر بهینه‌سازی زنجیره ارزش در بخش‌های میان‌دستی و پایین‌دستی صنعت نفت و لزوم به‌کارگیری هوش مصنوعی و علم داده در این زمینه قرار داده است. ضعف عمده پژوهش فیور، عدم ارائه رویکرد راهبردی و کلان‌نگر برای ترسیم مسیرهای توسعه آینده است، در حالی‌که پژوهش حاضر با بهره‌گیری از ابزارهای آینده‌پژوهی، می‌تواند به ترسیم نقشه‌راه فناوری‌های نوظهور در این صنعت کمک کند. از طرفی، پژوهش حسین و همکاران (۲۰۲۴) به کاربردهای عملیاتی هوش مصنوعی در بخش‌های مختلف زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز، از جمله حمل‌ونقل، لجستیک، ایمنی و محیط‌زیست پرداخت. تمرکز این پژوهش بر ارائه مصادیق اجرایی و فنی فناوری‌هاست، اما فاقد نگاه بلندمدت و تحلیل آینده‌محور در زمینه اثرات کلان و سیاست‌گذاری است. پژوهش حاضر با تمرکز بر شناسایی و رتبه‌بندی پیشران‌های راهبردی، زمینه‌ساز تدوین برنامه‌های کلان توسعه فناوری در صنعت نفت و گاز است و می‌تواند شکاف راهبردی موجود در مطالعه حسین و همکاران را پوشش دهد. همچنین، پژوهش اوچینگ و همکاران (۲۰۲۴) بر پتانسیل‌های آینده‌نگر هوش مصنوعی مولد و یادگیری ماشین در بهبود بهره‌وری، تصمیم‌گیری و کاهش هزینه‌ها در صنعت نفت و گاز تأکید دارد. اگرچه این پژوهش نیز رویکردی نسبتا آینده‌نگر دارد، تمرکز آن عمدتاً بر مزایای بالقوه فناوری و تحلیل عمومی آن‌هاست. در مقابل، پژوهش حاضر با تمرکز دقیق بر شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های تحول، به سیاست‌گذاری دقیق‌تر و هدفمندتر در سطح کلان کمک می‌کند و فراتر از تحلیل مزایای عمومی، به طراحی مسیرهای تحول می‌پردازد. در نهایت، پژوهش سینگ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی امکان بهینه‌سازی بلادرنگ زنجیره ارزش تولید نفت و گاز با استفاده از فناوری‌های 4.0 پرداخته است. این پژوهش با تمرکز بر تکنولوژی‌های موجود، بر کارکرد دیجیتال توئین و یکپارچه‌سازی داده‌ها تأکید دارد. در حالی‌که مطالعه مذکور دیدگاهی فناورانه و مهندسی دارد، پژوهش حاضر با رویکردی کل‌نگر و آینده‌پژوهانه، تلاش می‌کند پیشران‌های تحول در صنعت را شناسایی کرده و اولویت‌بندی نماید. در

[1] Oosthuizen

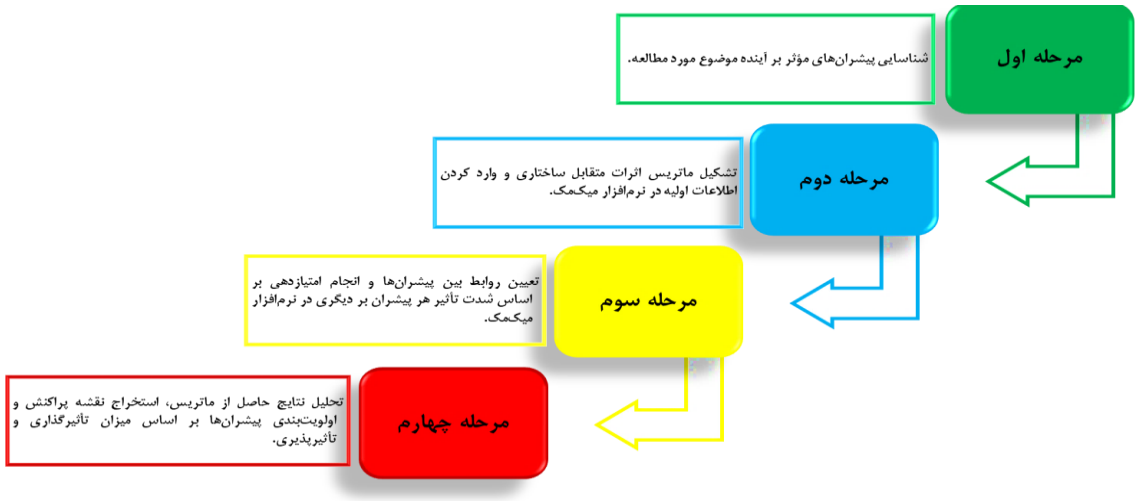
نتیجه، پژوهش حاضر می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری راهبردی و توسعه زیرساخت‌های آینده فناوری در صنعت نفت و گاز باشد.

با نگاهی تحلیلی بر پژوهش‌های پیشین انجام شده، می‌توان استنباط نمود که در برخی پژوهش‌ها تأکیدی بر زمینه‌سازی کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنایع نبوده و یا در برخی پژوهش‌ها که با رویکرد بکارگیری هوش مصنوعی به زنجیره ارزش انجام شده، بر پیشران‌های اثرگذار این مقوله در زنجیره ارزش تأکیدی نشده است. این موضوع جایی اهمیت خود را نشان می‌دهد که صنعت نفت و گاز در تحقق مقاصد تولید و توسعه پایدار ج.ا.ایران نقش کلیدی ایفا می‌کند. در نتیجه، نادیده گرفتن عوامل و پیشران‌های اثرگذار در مسیر به‌کارگیری هوش مصنوعی، به معنای غفلت از فرصتی مهم در راستای تحول دیجیتال این صنعت است. پژوهش حاضر با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی، تلاش می‌کند این خلأ را پر کرده و مسیر توسعه فناورانه زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز را با تکیه بر هوش مصنوعی، سیستم‌نگری و شناسایی پیشران‌های کلیدی هدایت کند. لذا، با توجه به نواقص پژوهش‌های پیشین و با تمرکز بر ضرورت دستیابی به اهداف توسعه پایدار ملی و بین‌المللی بررسی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران ضرورت دارد. از همین رو، سوال اصلی این پژوهش، به اصن صورت بوده که پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی چیستند و از چه رتبه‌بندی برخوردارند؟

۳. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر روش انجام، بر پایه تحلیل ماتریس اثرات متقابل ساختاری با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی و از نظر هدف از نوع توسعه‌ای-کاربردی است. روش ماتریس تحلیل اثرات متقابل ساختاری با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی[1]، ابزاری کاربردی برای ارزیابی احتمال وقوع یک پدیده در میان مجموعه‌ای از عناصر پیش‌بینی‌شده است. این روش با هدف درک پویایی‌های سیستم، شناسایی و رتبه‌بندی پیشران‌های مؤثر بر آینده به کار گرفته می‌شود. در این چارچوب، احتمال بروز هر پدیده با توجه به ارزیابی تأثیرات متقابل بالقوه میان پیشران‌ها و قضاوت‌های دقیق درباره آن‌ها تعیین می‌گردد(اسحاقی‌گرجی و همکاران، ۱۴۰۳). در ماتریس اثرات متقابل ساختاری، امتیازدهی به پیشران‌ها به این شکل انجام می‌شود که امتیاز صفر نشان‌دهنده «عدم تأثیر»، امتیاز یک «تأثیر ضعیف»، امتیاز دو «تأثیر متوسط» و امتیاز سه «تأثیر زیاد» است. این امتیازها توسط خبرگان، از طریق مصاحبه‌های ساختاریافته، به هر پیشران اختصاص داده می‌شود؛ به‌طوری‌که هر پیشران بر اساس میزان و شدت تأثیرگذاری‌اش بر سایر پیشران‌ها، در بازه‌ای از صفر تا سه ارزیابی و امتیازدهی می‌گردد. به طوری کلی تحلیل اثرات متقابل ساختاری بر اساس شکل ۱ شامل چهار مرحله زیر است(رضایی‌منش و همکاران، ۱۴۰۴):

[1]Strategic Futures Studies



شکل ۱. مراحل اجرای تحلیل اثرات متقابل ساختاری با رهیافت آینده‌پژوهی راهبردی در نرم‌افزار میک‌مک

داده‌های این پژوهش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و انجام مصاحبه‌های ساختاریافته با خبرگان، با بهره‌گیری از روش امتیازدهی ماتریس میک‌مک در بازه‌ی صفر تا سه، گردآوری شده‌اند. در این فرایند، خبرگان بر اساس ساختار ماتریس اثرات متقابل ساختاری، به پیشران‌های شناسایی‌شده امتیاز اختصاص داده‌اند. نکته قابل توجه در این ماتریس آن است که به قطر اصلی (خانه‌هایی که نشان‌دهنده تأثیر یک پیشران بر خود آن است) امتیازی تعلق نمی‌گیرد؛ چرا که در این روش، فرض بر آن است که هر پیشران بر خود تأثیری ندارد. در نهایت، تحلیل داده‌ها با استفاده از خروجی نرم‌افزار میک‌مک انجام گرفته و رتبه‌بندی پیشران‌ها بر اساس امتیاز نهایی، در دو بعد تأثیرگذاری (نفوذ) و تأثیرپذیری (وابستگی) صورت گرفته است(حمزوی و همکاران، ۱۴۰۴).

جامعه آماری این پژوهش ۳۰ نفر از خبرگان شامل اساتید دانشگاهی و مدیران عالی صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با روش نمونه‌گیری هدفمند است. اطلاعات جمعیت شناختی جامعه آماری مطابق با جدول ۱ است.

جدول ۱. اطلاعات جمعیت شناختی جامعه آماری

ردیف	خبرگان	تعداد	مدرک تحصیلی	سابقه تدریس/ کاری	سابقه پژوهش/ سمت
۱	اساتید دانشگاهی و اعضای هیأت علمی دانشگاه‌های طراز اول کشور	۱۷	دکتری تخصصی	۱۲ سال سابقه تدریس	سابقه پژوهش در حوزه زنجیره ارزش و هوش مصنوعی
۲	مدیران عالی صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران	۱۳	دکتری تخصصی	۱۵ سال سابقه کار	تجربه سمت مدیریت در پالایشگاه‌های نفت و گاز
۳	جمع کل	۳۰	-	-	-

به منظور بهره‌گیری از نظرات خبرگان، ۸ مورد از پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران مطابق با اسناد و مدارک موجود در پایگاه‌های معتبر علمی خارجی(الزویرو، ساینس دایرکت، اسکوپوس، امرالد، گوگل اسکولار) شناسایی گردید. در جدول۲ پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

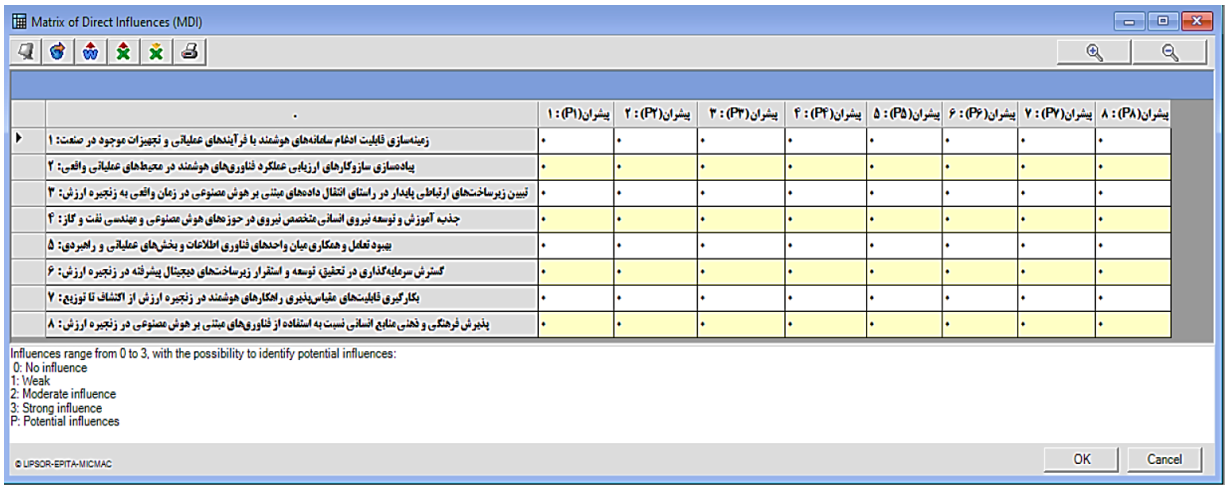
جدول ۲. پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران

ردیف	پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران	علامت اختصاری	مفهوم	منابع
۱	زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت	پیشران(P1)	ایجاد شرایط فنی و ساختاری برای هماهنگی کامل سیستم‌های هوشمند با تجهیزات عملیاتی. فراهم‌سازی زیرساخت لازم جهت یکپارچه‌سازی فناوری‌های نوین با فرآیندهای جاری بدون ایجاد اختلال.	(ژانگ و وانگ [1]، ۲۰۲۳)، (تمیزل [2] و همکاران، ۲۰۱۹) .
۲	پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی	پیشران(P2)	طراحی و اجرای چارچوب‌های سنجش اثربخشی سامانه‌های هوشمند در شرایط واقعی عملیاتی. ایجاد نظام‌های بازخورد و پایش عملکرد برای بهینه‌سازی مداوم راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی.	(زکی‌زاده و زند [3]، ۲۰۲۴)، (سلویک [4] و همکاران، ۲۰۲۰).
۳	تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش	پیشران(P3)	توسعه شبکه‌های ارتباطی مقاوم و پایدار برای تسهیل جریان داده‌های لحظه‌ای در تمام زنجیره ارزش. استقرار بسترهای ارتباطی مطمئن در جهت پشتیبانی از تصمیم‌گیری آنی و داده‌محور.	(فیور [5]، ۲۰۲۴)، (حسین [6] و همکاران، ۲۰۲۴).
۴	جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز	پیشران(P4)	تقویت توانمندی منابع انسانی با آموزش‌های تخصصی در تقاطع هوش مصنوعی و مهندسی نفت. تأمین نیروی کار ماهر و چندتخصصی برای اجرای موفق پروژه‌های فناورانه در صنعت نفت و گاز.	(المراشدة [7] و همکاران، ۲۰۲۱)، (فادیف [8] و همکاران، ۲۰۲۱).
۵	بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی	پیشران(P5)	افزایش هم‌افزایی بین تیم‌های فنی و اجرایی برای تسریع در استقرار فناوری‌های هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی. برقراری ارتباط مؤثر بین واحدهای مختلف به منظور یکپارچه‌سازی اهداف دیجیتال، راهبردی و عملیاتی.	(وانا‌سینگه [9] و همکاران، ۲۰۲۱)، (کوروتیف و تکیچ [10]، ۲۰۲۱).
۶	گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش	پیشران(P6)	تخصیص منابع مالی و انسانی به نوآوری‌های فناورانه با هدف ارتقای بهره‌وری کل زنجیره ارزش.	(سیرکار [11] و همکاران، ۲۰۲۱)، (کوروتیف و تکیچ، ۲۰۲۱).

[1] Zhang & Wang
[2] Temizel
[3] Zakizadeh & Zand
[4] Selvik
[5] Favour
[6] Hussain
[7] Almarashda
[8] Fadeev
[9] Wanasinghe
[10] Koroteev & Tekic
[11] Sircar

ردیف	پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران	علامت اختصاری	مفهوم	منابع
			حمایت از پروژه‌های تحقیق و توسعه با تمرکز بر تحول دیجیتال، هوش مصنوعی و به‌کارگیری فناوری‌های نوین.	
۷	بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع	پیشران(P7)	استفاده از راهکارهای هوشمند قابل‌گسترش در راستای پیاده‌سازی در تمامی مراحل زنجیره ارزش. طراحی سیستم‌های منعطف در مقیاس‌های مختلف عملیاتی بدون افت عملکرد.	(علیو[1] و همکاران، ۲۰۲۲)، (سینگ[2] و همکاران، ۲۰۲۳).
۸	پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش	پیشران(P8)	شکل‌گیری نگرش مثبت در بین منابع انسانی نسبت به نقش تحول‌آفرین فناوری‌های هوشمند. تقویت فرهنگ سازمانی پذیرای نوآوری به‌منظور تسهیل فرایند گذار دیجیتال در صنعت.	(رزمک[3] و همکاران، ۲۰۲۵)، (الحاجی و بکار[4]، ۲۰۲۴).

از همین رو، ارتباط بالفعل و بالقوه بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران در ماتریس اثرات متقابل ساختاری در این پژوهش ۸×۸ بوده و مطابق با شکل ۲ است.



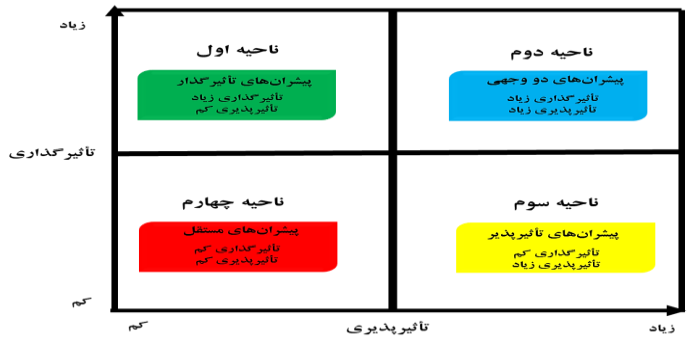
شکل ۲. ماتریس اولیه اثرات متقابل ساختاری پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران

پس از شناسایی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران، ماتریس اثرات متقابل ساختاری با ابعاد ۸×۸ 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 بهسازی و توسعه

[1] Aliyu
[2] Singh
[3] Razmak
[4] Al-Haji & Bakar

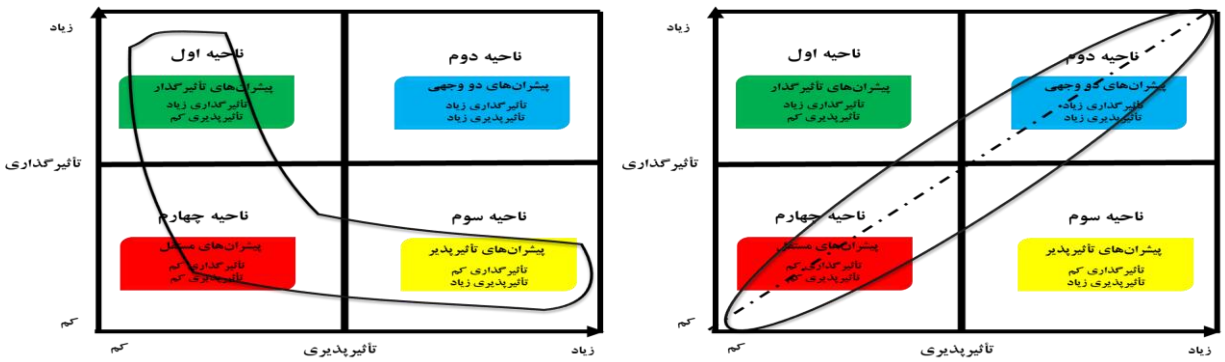
کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران مطابق با ماتریس اثرات متقابل ساختاری بر اساس شکل۳ در یک قسمت از ماتریس قرار می‌گیرند.

بر اساس شکل ۳ پیشران‌های قرار گرفته در سمت چپ بالای ماتریس(ناحیه اول) دارای بیشترین تأثیرگذاری (نفوذ) و کمترین تأثیرپذیری (وابستگی) بوده و به عنوان متغیرهای تأثیرگذار(نفوذی) شناخته می‌شوند؛ همچنین، پیشران‌های قرار گرفته در سمت راست بالای ماتریس (ناحیه دوم) 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 (ناحیه سوم) دارای کمترین تأثیرگذاری (نفوذ) و بیشترین تأثیرپذیری (وابستگی) بوده و با عنوان متغیرهای وابسته(اثرپذیر) شناخته می‌شوند؛ و در نهایت، پیشران‌های قرار گرفته در سمت چپ پایین ماتریس(ناحیه چهارم) دارای کمترین تأثیرگذاری (نفوذ) و کمترین تأثیرپذیری (وابستگی) بوده و به عنوان متغیرهای مستقل(حذف شونده) شناخته می‌شوند(بخشی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳).



شکل ۳. شماتیک پراکندگی پیشران‌ها در ماتریس اثرات متقابل ساختاری بر اساس تأثیرگذاری و تأثیرپذیری

همچنین، نحوه توزیع و پراکندگی پیشران‌ها در ماتریس اثرات متقابل ساختاری نشان‌دهنده میزان پایداری یا ناپایداری سیستم است. بر اساس شکل ۴، 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(حمزوی و همکاران، ۱۴۰۴).



شکل ٤. شماتیک پراکندگی پیشران‌ها در ماتریس اثرات متقابل ساختاری بر اساس پایداری و ناپایداری سیستم

٤. یافته‌ها

مطابق با چارچوب ماتریس اثرات متقابل ساختاری، فرمی حاوی پیشران‌های شناسایی‌شده در اختیار خبرگان قرار گرفت. این خبرگان با استفاده از طیف امتیازدهی میک‌مک، میزان اثرگذاری(نفوذ) و اثرپذیری(وابستگی) میان پیشران‌ها را ارزیابی کردند. پس از تکمیل فرم‌ها، ماتریس اثرات متقابل ساختاری تشکیل شد و روابط میان پیشران‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار میک‌مک مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از پردازش مقدماتی داده‌ها در ماتریس در جدول ۴ و درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس در جدول ۵ قابل نمایش است.

جدول ٤. ویژگی‌های ماتریس اثرات مستقیم و مستقیم بالقوه

شاخص	ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفر	تعداد یک	تعداد دو	تعداد سه	جمع	درجه پرشدگی
مقدار	۸×۸	2	۱۵	۲۷	۱۶	۶	۶۴	۸۵ درصد

جدول ۵. درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس

چرخش	تأثیرگذاری(نفوذ)	تأثیرپذیری(وابستگی)
۱	۹۸درصد	۹۶درصد
۲	100درصد	100درصد

بر اساس جدول ۲ ، درجه پرشدگی ماتریس برابر با ۸۵ درصد است که بیانگر میزان تأثیرگذاری پیشران‌های انتخاب‌شده بر یکدیگر می‌باشد. همچنین، بر اساس جدول۳ ماتریس تحلیل اثرات متقابل ساختاری پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران، با استفاده از شاخص‌های آماری و دو بار چرخش داده‌ها، از درجه مطلوبیت و بهینگی صددرصد برخوردار بوده، که نشان‌دهنده روایی و پایایی 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 ۶ ارائه شده است که امیتاز کل برابر با ۷۷ است.

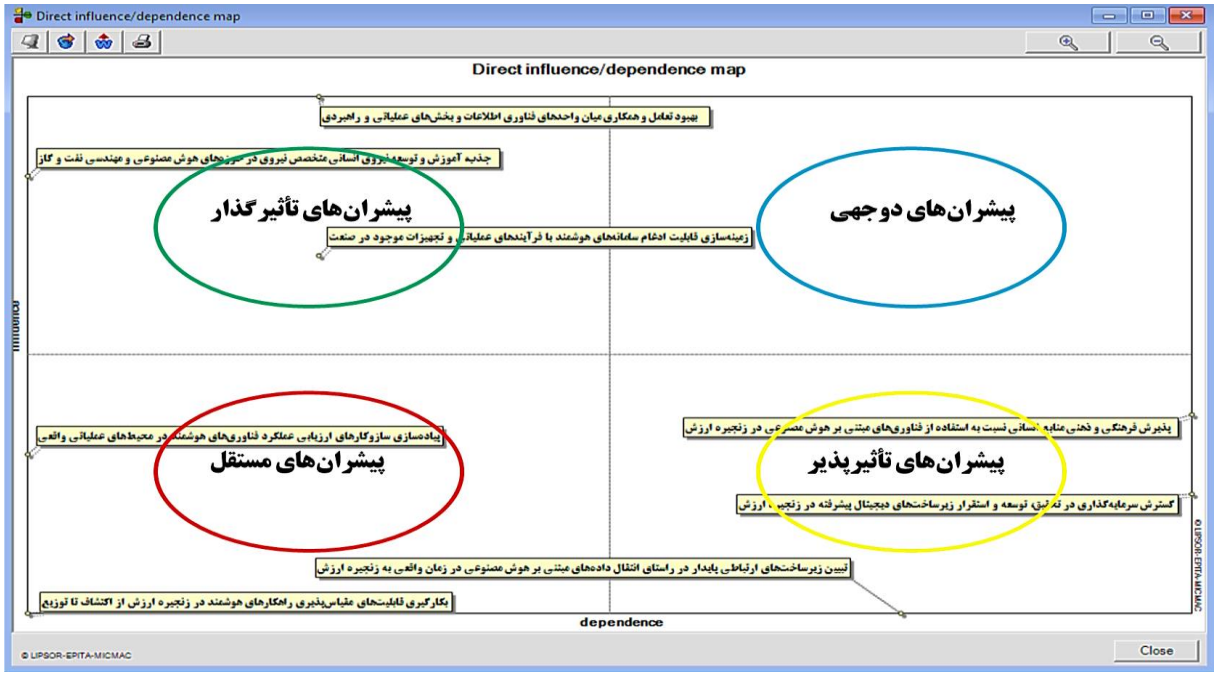
جدول ٦. میزان اثرگذاری و اثرپذیری پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران

پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران	علامت اختصاری	تعداد امتیاز کل سطرها(تأثیرگذاری)	تعداد امتیاز کل ستون‌ها(تأثیرپذیری)
زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت	پیشران(P1)	13	9
پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی	پیشران(P2)	8	8
تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش	پیشران(P3)	4	11
جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز	پیشران(P4)	15	8
بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی	پیشران(P5)	17	9
گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش	پیشران(P6)	7	12

پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران	علامت اختصاری	تعداد امتیاز کل سطرها(تأثیرگذاری)	تعداد امتیاز کل ستون‌ها(تأثیرپذیری)
بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع	پیشران(P7)	4	8
پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش	پیشران(P8)	9	12
جمع کل		۷۷	۷۷

ماتریس اثرات متقابل ساختاری دارای چهار نوع ماتریس تأثیرات مستقیم، تأثیرات غیر مستقیم، تأثیرات مستقیم بالقوه، تأثیرات غیر مستقیم بالقوه است. در این روش، امتیازهای ارائه‌شده توسط خبرگان به‌طور مستقیم در ماتریس اثرات متقابل وارد می‌شود. پس از آن، ماتریس تأثیرات غیرمستقیم که بر پایه‌ی ماتریس تأثیرات مستقیم شکل می‌گیرد، با انجام تکرارهای متوالی (چرخش‌های پی‌درپی) توسط نرم‌افزار تقویت و استخراج می‌شود(بخشی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳).

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 رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران است. در شکل ۳ نیز ماتریس اثر وابستگی مستقیم بر اساس تحلیل میک‌مک نیز بدست آمده است.

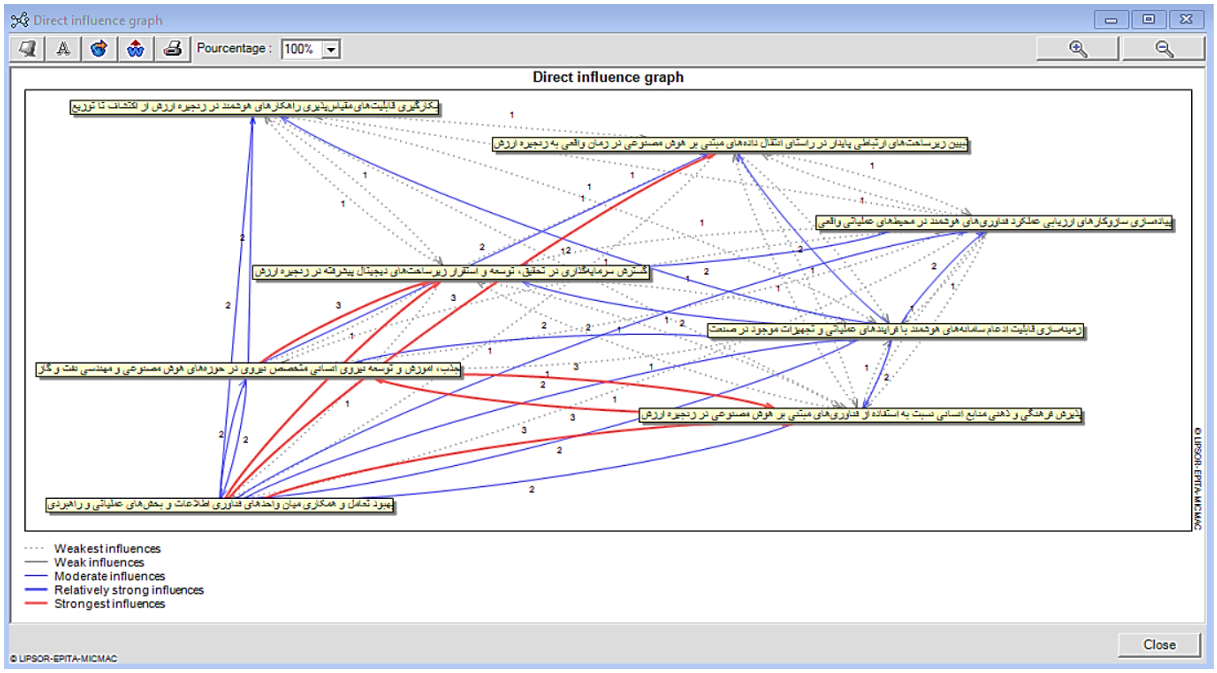


شکل ۵. ماتریس اثر وابستگی مستقیم پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران

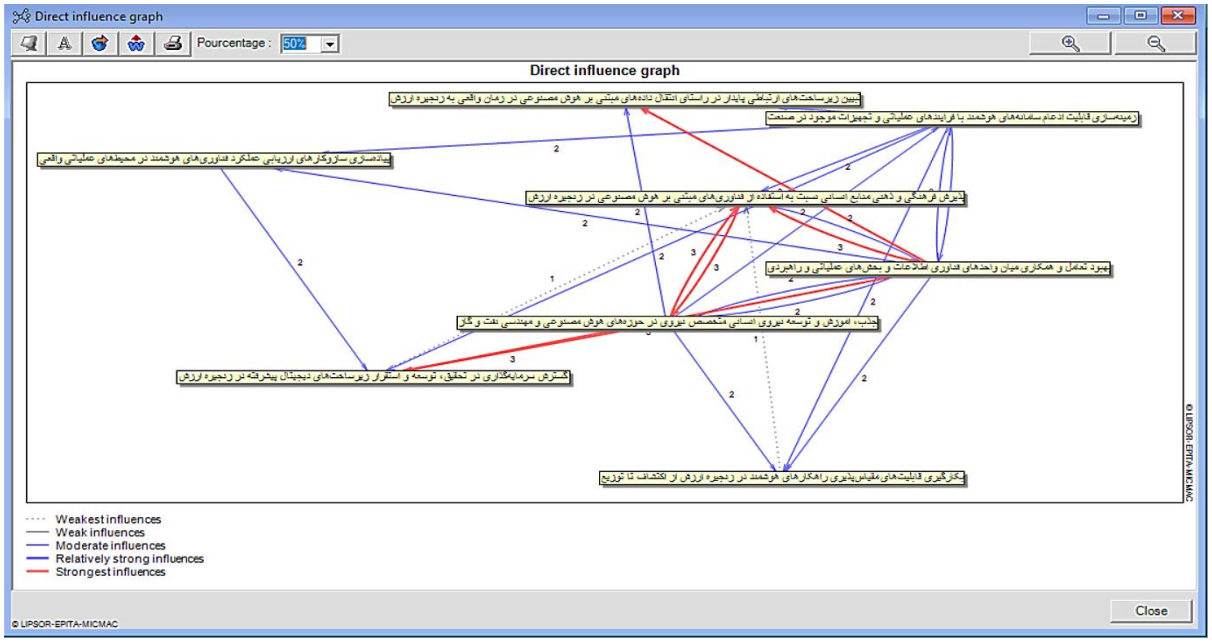
همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده شماتیک پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران در وضعیت پایدار بوده، به‌طوری که قرارگیری پیشران‌ها از نظر پراکندگی تأثیرگذاری (نفوذ) و تأثیرپذیری (وابستگی) به شکل کاملاً واضح در حالت L، و در سه ناحیه متغیرهای تأثیرگذار(نفوذ)، تأثیرپذیر(وابسته) و مستقل(حذف شونده) پراکنده شده‌اند. بنابراین، در این سیستم، جایگاه هر یک از پیشران‌های بهسازی

و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران به‌طور دقیق مشخص شده و نقش آن‌ها به‌وضوح قابل تشخیص است.

همچنین، در شکل ۶ و ۷ به ترتیب ارتباط بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران در سطح پوشش ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد نمایش داده شده است، که تنها روابط مستقیم بین پیشران‌ها را نشان داده است. در این شکل‌ها، خطوط قرمز نشان‌دهنده تأثیر زیاد، خطوط آبی نمایانگر تأثیر متوسط، خطوط مشکی نشان‌دهنده تأثیر کم و خطوط نقطه‌چین بیانگر تأثیر بسیار کم هستند.

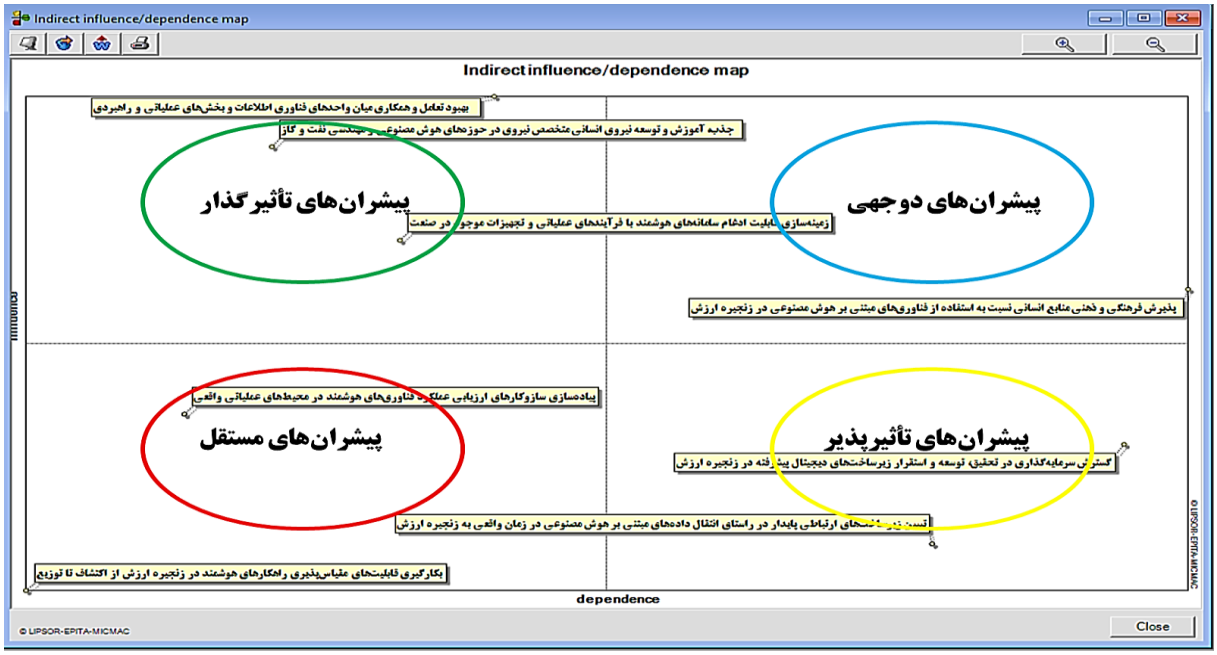


شکل ٦. روابط مستقیم بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با پوشش ۱۰۰ درصد



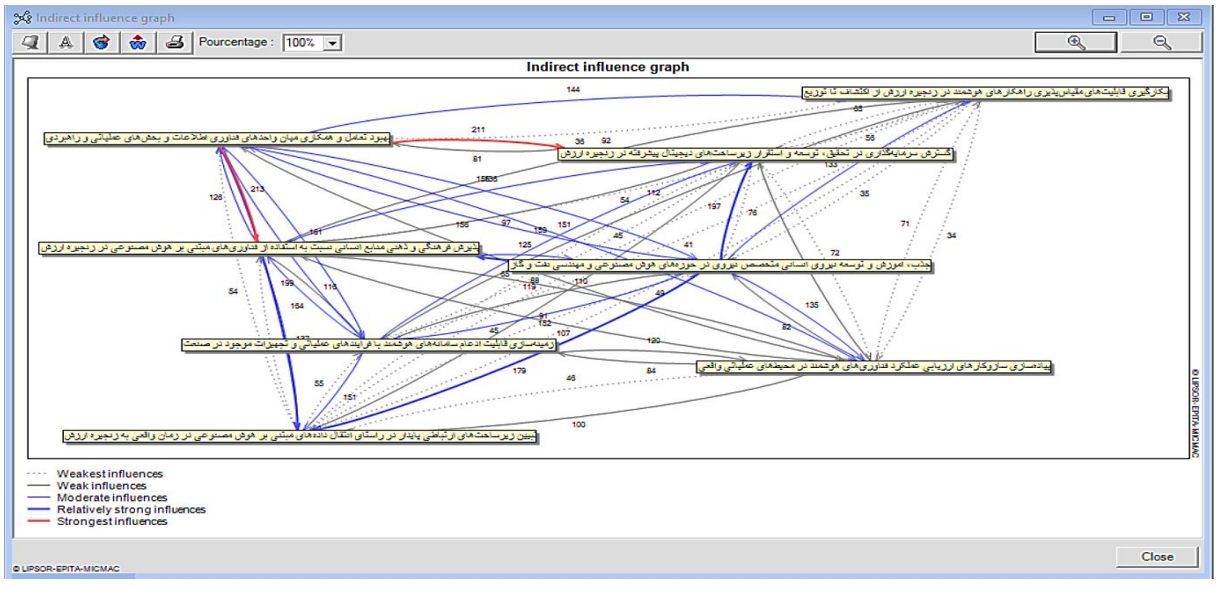
شکل ۷. روابط مستقیم بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با پوشش ۵۰ درصد

همانطورکه قبلاً اشاره شد ماتریس تأثیرات غیر مستقیم متناظر با ماتریس تأثیرات مستقیم است، که توسط نرم‌افزار میک‌مک با تکرار پی در پی (تعداد چرخش‌ها) تقویت شده است. در شکل ۸ ماتریس اثر وابستگی غیرمستقیم پیشران‌ها نمایش داده شده است.

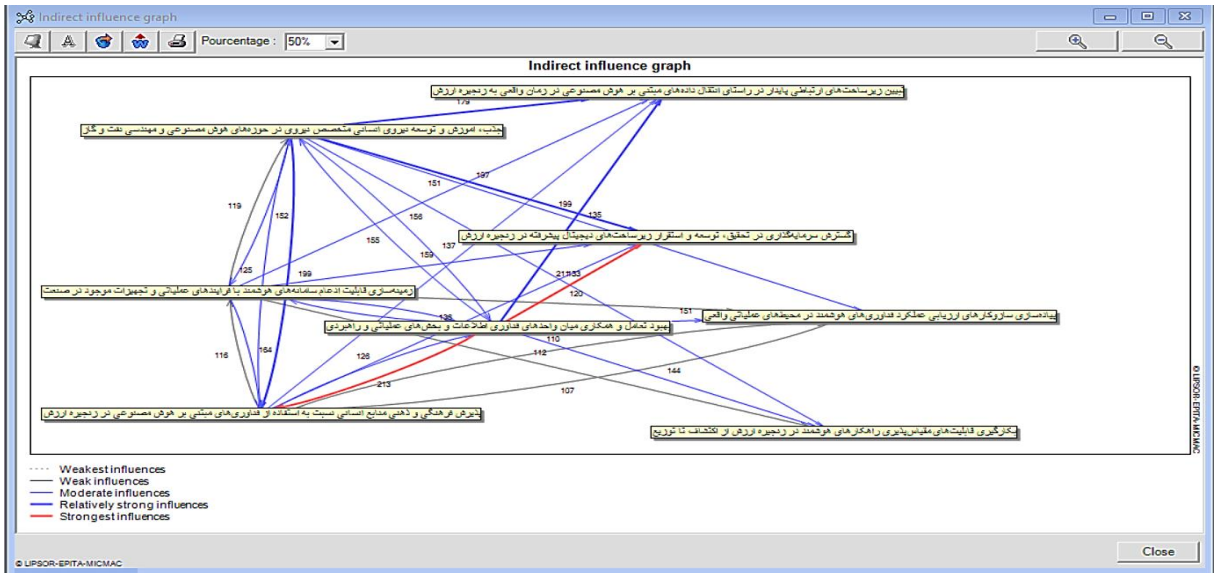


شکل ۸. ماتریس اثر وابستگی غیرمستقیم پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران

شکل ۹ و ۱۰ روابط غیر مستقیم بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران در سطح پوشش ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد را نشان می‌دهد. در این شکل‌ها، خطوط قرمز نشان‌دهنده تأثیر زیاد، خطوط آبی نمایانگر تأثیر متوسط، خطوط مشکی نشان‌دهنده تأثیر کم و خطوط نقطه‌چین بیانگر تأثیر بسیار کم هستند.



شکل ۹. روابط غیرمستقیم بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با پوشش ۱۰۰ درصد



شکل ۱۰. روابط غیرمستقیم بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با پوشش ۵۰ درصد

در نهایت، بر اساس تحلیل ماتریس اثرات متقابل ساختاری، روابط مستقیم و غیرمستقیم پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران در نرم‌افزار میک‌مک، به رتبه‌بندی این عوامل می‌پردازیم. در جدول ۷ نیز رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران بر اساس بیشترین تأثیرگذاری (نفوذ) در میک‌مک به تفکیک آورده شده است.

جدول ۷. رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران به تفکیک تأثیرگذاری (نفوذ)

رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران به تفکیک تأثیرگذاری (نفوذ)	علامت اختصاری	امتیاز نهایی	
		تأثیرگذاری مستقیم	تأثیرگذاری غیرمستقیم
بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی	پیشران(P5)	2207	2019
جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز	پیشران(P4)	1948	1863
زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت	پیشران(P1)	1688	1575
پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش	پیشران(P8)	1168	1424
پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی	پیشران(P2)	1038	1038
گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش	پیشران(P6)	909	945
تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش	پیشران(P3)	519	638
بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع	پیشران(P7)	519	494

در جدول ۸ نیز رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران بر اساس بیشترین تأثیرپذیری (وابستگی) در میک‌مک به تفکیک آورده شده است.

جدول ۸. رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران به تفکیک تأثیرپذیری (وابستگی)

رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران به تفکیک تأثیرپذیری (وابستگی)	علامت اختصاری	امتیاز نهایی	
		تأثیرگذاری مستقیم	تأثیرگذاری غیرمستقیم
گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش	پیشران(P6)	1558	1512
پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش	پیشران(P8)	1558	1485
تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش	پیشران(P3)	1428	1402
زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت	پیشران(P1)	1168	1214
بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی	پیشران(P5)	1168	1173
پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی	پیشران(P2)	1038	1118
جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز	پیشران(P4)	1038	1080
بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع	پیشران(P7)	1038	1012

مطابق با یافته‌ها و تحلیل روابط بر اساس دو مؤلفه تأثیرپذیری(نفوذ) و تأثیرگذاری(وابستگی) بین پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران، مشاهده می‌شود که پیشران‌های بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی، جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز، زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت به عنوان پیشران‌های تأثیرگذار(نفوذ) هستند. همچنین، مشاهده می‌شودکه پیشران‌های گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش، پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش، تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش به عنوان پیشران‌های تأثیرپذیر(وابسته) هستند. در نهایت، مشاهده می‌شود که پیشران‌های پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی، بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع به عنوان پیشران‌های مستقل(حذف شونده) هستند.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بازشناسی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی انجام شد. در همین راستا، با استفاده از تحلیل ماتریس اثرات متقابل ساختاری با رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی، هشت پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره

ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران بازشناسی و بر اساس نظر خبرگان دانشگاهی و مدیران صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران رتبه‌بندی شدند. انتظار می‌رود که مدیران و مسؤلان صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران در چارچوبی به عملیاتی‌سازی این پیشران‌ها بر اساس رتبه‌بندی تعیین شده، در جهت بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز بپردازند.

در وهله اول، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پیشران‌های بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی، جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز، زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت 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 ادعا نمود که پیشران‌های بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی، جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز، زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت در بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران از سطح اولویت بالایی برخوردارند. از همین رو، می‌توان استنباط نمود که پیشران بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی یکی از الزامات بنیادین برای موفقیت کاربست هوش مصنوعی در صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران است. در واقع، فقدان هماهنگی بین این واحدها منجر به گسست ارتباطی میان نیازهای فنی و الزامات اجرایی در کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش می‌شود. در واقع، با ایجاد کانال‌های ارتباطی مؤثر و فرآیندهای مشارکتی، می‌توان درک بهتری از قابلیت‌های هوش مصنوعی در بسترهای عملیاتی در صنعت نفت و گاز ایجاد کرد. این تعامل با ایجاد هم‌راستایی استراتژیک، موجب تسریع و افزایش دقت در استقرار راه‌حل‌های هوشمند شده و در نهایت، بهره‌وری فناوری‌های نوین هوش مصنوعی را در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز به‌طور چشم‌گیری ارتقا می‌دهد. از طرفی، پیشران جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص در حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی نفت و گاز یکی از پیشران‌های حیاتی برای پایدارسازی و گسترش هوش مصنوعی در این صنعت به‌شمار می‌رود. نیروی انسانی ماهر، پلی میان دانش فناورانه و مسائل پیچیده صنعتی ایجاد می‌کند. بدون حضور سرمایه انسانی، حتی کاربست پیشرفته‌ترین سیستم‌های هوش مصنوعی نیز کارکرد مطلوبی نخواهند داشت. آموزش‌های هدفمند، بازطراحی برنامه‌های آموزشی و تعامل مؤثر میان صنعت و مراکز علمی می‌تواند شکاف تخصصی موجود را کاهش داده و زمینه‌ساز سرمایه‌گذاری مؤثر بر توسعه منابع انسانی شود؛ امری که پیش‌نیاز اساسی برای تحقق تحول دیجیتال در صنعت نفت و گاز به‌شمار می‌رود. در نهایت، پیشران زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت یک پیشران تکنولوژیک اساسی در تحقق کاربست هوش مصنوعی در صنعت نفت و گاز ایران به‌شمار می‌آید. بسیاری از زیرساخت‌های فعلی در صنعت نفت و گاز با معماری‌های قدیمی طراحی شده‌اند که قابلیت پذیرش فناوری‌های هوشمند را ندارند. تطبیق‌پذیری این سامانه‌ها نیازمند ارتقاء زیرساختی، استانداردسازی و بازمهندسی فرآیندهاست. ادغام موفق سامانه‌های هوشمند با فرآیندها و تجهیزات موجود، موجب بهره‌برداری بهینه از داده‌ها، افزایش دقت در کنترل، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری شده و به‌عنوان عاملی زیرساختی و تسهیل‌گر، نقش کلیدی در تحقق تحول دیجیتال صنعت نفت و گاز ایفا می‌کند. یافته‌های این بخش با یافته‌های پژوهش واناسینگه و همکاران(۲۰۲۱)، و المراشدۀ و همکاران(۲۰۲۱) بطور نسبی همخوانی دارد.

در وهله دوم، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پیشران‌های گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش، پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش، تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش 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 گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش، پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زنجیره ارزش، تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش در بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران از سطح اولویت به نسبت پایین‌تری برخوردارند. از همین رو، می‌توان استنباط نمود که پیشران گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق، توسعه و استقرار زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته در زنجیره ارزش، به‌عنوان عاملی حیاتی برای افزایش ظرفیت فناورانه و توانمندسازی فرآیندهای هوش مصنوعی در صنعت نفت و گاز ایران شناخته می‌شود. این سرمایه‌گذاری‌ها موجب تقویت قابلیت جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌ها در زمینه هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز می‌شوند و زمینه را برای نوآوری‌های مستمر فراهم می‌آورند. بدون توسعه زیرساخت‌های قوی، امکان پیاده‌سازی مؤثر فناوری‌های هوشمند در سطح زنجیره ارزش محدود خواهد بود و در نتیجه، بهره‌وری و کارایی کاهش می‌یابد. از طرفی، پیشران پذیرش فرهنگی و ذهنی منابع انسانی نسبت به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، یکی از چالش‌های مهم در مسیر بهسازی کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنفت نفت و گاز ایران است. نگرش مثبت و آمادگی کارکنان و مدیران برای پذیرفتن تغییرات فناورانه، نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت پروژه‌های هوش مصنوعی در زنجیره ارزش نفت و گاز دارد. ارتقای فرهنگ سازمانی و آموزش مستمر می‌تواند مقاومت در برابر فناوری‌های جدید را کاهش داده و روند تطبیق با سیستم‌های هوشمند را تسهیل کند. در نهایت، پیشران تبیین زیرساخت‌های ارتباطی پایدار در راستای انتقال داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در زمان واقعی به زنجیره ارزش، نقش کلیدی در تضمین ارتباط مستمر و بدون تأخیر بین بخش‌های مختلف صنعت نفت و گاز ایران دارد. این زیرساخت‌ها امکان تبادل سریع و امن داده‌ها را فراهم کرده و به بهبود تصمیم‌گیری‌های لحظه‌ای کمک می‌کنند. در غیاب چنین زیرساخت‌هایی، فرآیندهای هوشمند هوش مصنوعی دچار اختلال شده و بهره‌وری کل زنجیره ارزش صنعت کاهش می‌یابد؛ بنابراین ایجاد زیرساخت‌های قوی ارتباطی از ضرورت‌های اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. یافته‌های این بخش با یافته‌های پژوهش سیرکار و همکاران(۲۰۲۱)، و رزمک و همکاران(۲۰۲۵) بطور نسبی همخوانی دارد.

در وهله آخر، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پیشران‌های پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی، بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع 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 پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی، بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع در بهسازی و توسعه

کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران از سطح اولویت کاملاً پایین‌تری برخوردارند. با این‌حال، می‌توان استنباط نمود که پیشران پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی، نقش مهمی در اطمینان از اثربخشی و کارایی کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران ایفا می‌کند. این سازوکارها امکان شناسایی نقاط قوت و ضعف سیستم‌ها را فراهم کرده و به بهبود مستمر آنها کمک می‌کنند. بدون ارزیابی دقیق در محیط واقعی، خطر بروز خطاها و ناکارآمدی‌ها افزایش می‌یابد و استفاده بهینه از فناوری‌های هوشمند مختل می‌شود. از طرفی، پیشران بکارگیری قابلیت‌های مقیاس‌پذیری راهکارهای هوشمند در زنجیره ارزش از اکتشاف تا توزیع، امکان توسعه و انطباق فناوری‌ها با تغییرات حجم داده‌ها و نیازهای عملیاتی مختلف در صنعت نفت و گاز را فراهم می‌کند. این قابلیت موجب می‌شود راهکارهای هوشمند بتوانند در تمام مراحل زنجیره ارزش به‌صورت پویا و منعطف در صنعت نفت و گاز عمل کنند. مقیاس‌پذیری، به‌ویژه در صنعت نفت و گاز، موجب افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها شده و در نهایت به بهبود عملکرد کل زنجیره ارزش منجر می‌شود. یافته‌های این بخش با یافته‌های پژوهش فیور(۲۰۲۴) و علیو و همکاران(۲۰۲۲) بطور نسبی همخوانی دارد.

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

- بر اساس پیشران بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی، کمیته‌های مشترک میان بخش‌های فناوری اطلاعات و عملیاتی در پالایشگاه‌های نفت و گاز تشکیل شوند که به‌طور منظم به بررسی پروژه‌های هوش مصنوعی در زنجیره ارزش و زنجیره تامین صنعت بپردازند. این کمیته‌ها باید دارای اختیار تصمیم‌گیری باشند و با هدف هم‌راستاسازی نیازهای عملیاتی و ظرفیت‌های فناوری فعالیت کنند.
- بر اساس پیشران زمینه‌سازی قابلیت ادغام سامانه‌های هوشمند با فرآیندهای عملیاتی و تجهیزات موجود در صنعت، طراحی راهکارهای هوشمند از ابتدا با معماری ماژولار و انعطاف‌پذیر انجام شود تا به‌راحتی در مراحل مختلف زنجیره ارزش قابل استفاده باشند. استفاده از پلتفرم‌های ابری و زیرساخت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای ارتقای مقیاس‌پذیری ضروری است. همچنین، ارزیابی عملکرد این سیستم‌ها در مقیاس‌های کوچک و گسترش تدریجی آنها، ریسک پیاده‌سازی را کاهش می‌دهد.
- بر اساس پیشران پیاده‌سازی سازوکارهای ارزیابی عملکرد فناوری‌های هوشمند در محیط‌های عملیاتی واقعی، طراحی چارچوب ارزیابی مبتنی بر شاخص‌های کلیدی عملکرد در راستای سنجش میزان اثربخشی سیستم‌های هوشمند هوش مصنوعی در زنجیره ارزش، ضروری است. اجرای آزمایشی این چارچوب در واحدهای عملیاتی منتخب و بازنگری مستمر آن بر اساس بازخورد کاربران، کارایی آن را تضمین می‌کند. همچنین، استفاده از داشبوردهای تعاملی برای گزارش‌گیری به تصمیم‌سازی دقیق در این حوزه کمک خواهد کرد.

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

- به شناسایی و اولویت‌بندی موانع و چالش‌های کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش و زنجیره تامین صنایع بالادستی و پایین‌دستی ج.ا.ایران با رویکردهای کیفی و آمیخته به منظور تحقق، توسعه و بهه‌سازی زنجیره ارزش هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال بپردازند.
- همچنین، توصیه می‌شود که پیشران‌های کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنایع بالادستی و پایین‌دستی ج.ا.ایران از طریق رویکرد کمی در میان منابع انسانی حوزه نفت و گاز و متخصصان حوزه زنجیره ارزش سنجش و ارزیابی نمایند.

محدودیت‌های این پژوهش شامل موارد زیر است:

- از آنجا که، در این پژوهش پیشران‌های بهسازی و توسعه کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز ج.ا.ایران شناخته است، ممکن است بکارگیری این نتایج در سایر صنایع کاربرد راهبردی و آینده‌نگارانه نداشته باشد. لذا، سازمان‌ها، صنایع و کسب‌وکارها باید با دقت و ملاحظه کافی این پیشران‌ها استفاده نمایند.
- همچنین، از آنجا که، در این پژوهش به کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش پرداخته شده است، احتمال اینکه این نتایج در مورد بکارگیری این پیشران‌ها در موارد مشابه مانند فناوری اطلاعات، یادگیری ماشین، اینترنت اشیاء، کلان داده و الگوریتم‌های عصبی کاربرد عملیاتی و راهبردی نداشته باشد. لذا، سازمان‌ها، صنایع و کسب‌وکارها باید صرفاً بر کاربست هوش مصنوعی در زنجیره ارزش بر اساس نتایج حاصل شده تمرکز نمایند.

تعارض منافع

تعارض منافع نداریم.

سپاسگزاری

نویسندگان از تمامی خبرگان، از جمله اساتید دانشگاهی و مدیران صنعت نفت و گاز جمهوری اسلامی ایران، که در انجام این پژوهش همکاری و حمایت‌های ارزشمندی ارائه کردند، صمیمانه قدردانی 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

بخشی زاده برج، کبری، حمزوی، حسین و جمالی، محمدامین. (۱۴۰۳). شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی. *مدیریت زنجیره ارزش راهبردی*، ۱(۳)، ۱-۲۶.
doi: 10.22075/svcm.2025.36996.1024

جلالی، سید حسین، خلیل نژاد، شهرام و گل محمدی، عماد . (۱۳۹۷). قابلیت‌های استراتژیک در صنعت نفت و گاز: مطالعه‌ای در بخش میان‌دستی. *مدیریت نوآوری*، ۷(۴)، ۵۱-۸۰. https://www.nowavari.ir/article_90185.html

حمزوی، حسین، کاملی، محمدجواد و صالحی صدقیانی، جمشید. (۱۴۰۴). آینده‌پژوهشی تأثیرگذارترین و تأثیرپذیرترین عوامل مؤثر بر ترویج و ارتقای فرهنگ حفاظت از محیط‌زیست در سازمان‌های دولتی ج.ا.ایران. *فصلنامه مدیریت و حقوق محیط زیست*، ۴(۲).۳۶-۵۵ https://sanad.iau.ir/Journal/jeml/Article/1211146

حمزوی، حسین، همتی فر، محمد، فتوت، بنفشه و حسینی، سیده مرضیه. (۱۴۰۴). شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های راهبردی توسعه شایستگی‌های رفتاری کارکنان نسل Z در سازمان‌های دولتی با رهیافت آینده‌پژوهشی. *مدیریت دولتی تطبیقی*، ۳(۱).
doi: 10.22098/cpa.2025.17291.1068

رضایی‌منش، بهروز، حمزوی، حسین و حسینی، سیده مرضیه. (۱۴۰۴). شناسایی و رتبه‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی عملکرد پایدار سازمان‌های نفت و گاز و پتروشیمی با رویکرد آینده‌پژوهی. *پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد*. ۴(۱)، ۱۱-۲۶. doi: 10.22105/mrpe.2025.506185.1146

صادقی راد، محمد حسین و زمانیان، علیرضا و نیک اختر، یوسف. (۱۴۰۴). هوش مصنوعی در شرکت های بزرگ نفت، گاز و پتروشیمی، *یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی برق، کامپیوتر، مکانیک و هوش مصنوعی*،مشهد

https://civilica.com/doc/2294655،

غالمعلی پور، افشین. (۱۴۰۱). راهبردها و الزامات توسعه زنجیره ارزش نفت و گاز. *اندیشکده اقتصاد مقاومتی*. شناسه ۱۴۰۱۰۱۱۱۹.

محمدی، مهدی، حیدری دهویی، جلیل و احمدی، عاطفه. (۱۴۰۲). شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای هوش مصنوعی در زنجیره تأمین ۴.۰ (مورد مطالعه صنعت خرده‌فروشی). *مدیریت توسعه فناوری*، ۱۱(۴)، ۷۸-۱۰۶. doi: 10.22104/jtdm.2024.6904.3317

هوشمند، حمید، علی آبادیان، علی و بحری، امیرمهدی. (۱۴۰۳). نقش هوش مصنوعی در تحول دیجیتال زنجیره ارزش کشتی سازی، *اولین کنفرانس بین المللی دوسالانه هوش مصنوعی و علوم داده*، بوشهر. https://civilica.com/doc/2008122

References

Abdelmeguid, A., Afy-Shararah, M., & Salonitis, K. (2024). Towards circular fashion: Management strategies promoting circular behaviour along the value chain. *Sustainable Production and Consumption*, 48, 143-156. https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.05.010

Abu, Z., Aun, I. I., & Oluwasanmi, O. O. (2018). Technology transfer and entrepreneurial development in the value chain system of the Nigerian oil and gas industry. *Pacific Journal of Science and Technology*, 19(1), 50-54. https://doi.org/10.2118/207091-ms

Ahmed, S. R., Baghdadi, R., Bernadskiy, M., Bowman, N., Braid, R., Carr, J., ... & Harris, N. C. (2025). Universal photonic artificial intelligence acceleration. *Nature*, 640(8058), 368-374. https://doi.org/10.1038/s41586-025-08854-x

Al-Haji, Y. K., & Bakar, S. B. (2024). Factors that Influence AI Investment Decisions in Oman's Hydrocarbons Industry: A Review of the Theoretical Literature and Proposed Theoretical Model. *Quality-Access to Success*, 25(200). http://dx.doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00250

Aliyu, R., Mokhtar, A. A., & Hussin, H. (2022). Prognostic health management of pumps using artificial intelligence in the oil and gas sector: a review. *Applied Sciences*, 12(22), 11691. http://dx.doi.org/10.3390/app122211691

Almarashda, H. A. H. A., Baba, I. B., Ramli, A. A., Memon, A. H., & Rahman, I. A. (2021). Human Resource Management and Technology Development in Artificial Intelligence Adoption in the UAE Energy Sector. *Journal of Applied Engineering Sciences*, 11(2). https://doi.org/10.2478/jaes-2021-0010

Assimakopoulos, F., Vassilakis, C., Margaris, D., Kotis, K., & Spiliotopoulos, D. (2024). Artificial intelligence tools for the agriculture value chain: Status and prospects. *Electronics*, 13(22), 4362. https://doi.org/10.3390/electronics13224362

Chandra, Y., & Feng, N. (2025). Algorithms for a new season? Mapping a decade of research on the artificial intelligence-driven digital transformation of public administration. *Public Management Review*, 1-35. http://dx.doi.org/10.1080/14719037.2025.2450680

Choubey, S., & Karmakar, G. P. (2021). Artificial intelligence techniques and their application in oil and gas industry. *Artificial Intelligence Review*, 54(5), 3665-3683. https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-020-09935-1

Eisenreich, A., Füller, J., Stuchtey, M., & Gimenez-Jimenez, D. (2022). Toward a circular value chain: Impact of the circular economy on a company's value chain processes. *Journal of Cleaner Production*, 378, 134375. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134375

Esteban‐Amaro, R., Estelles‐Miguel, S., Lengua, I., Yannou, B., & Bouillass, G. (2025). Assessing circularity and sustainability of a value chain: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, 34(1), 634-647. http://dx.doi.org/10.1002/bse.4009

Fadeev, A., Komendantova, N., Cherepovitsyn, A., Tsvetkova, A., & Paramonov, I. (2021). Methods and priorities for human resource planning in oil and gas projects in Russia and OPEC. *OPEC Energy Review*, 45(3), 365-389. https://doi.org/10.1111/opec.12213

Favour, D. A. (2024). Petroleum Industry Value Chain Optimization: the Inevitability of Artificial Intelligence and Data Science in Midstream and Downstream Development. *In SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition (p. D032S029R002)*. http://dx.doi.org/10.54660/.IJMRGE.2022.3.1.1075-1086

Ganeshkumar, C., Jena, S. K., Sivakumar, A., & Nambirajan, T. (2023). Artificial intelligence in agricultural value chain: review and future directions. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 13(3), 379-398. http://dx.doi.org/10.1108/JADEE-07-2020-0140

Hussain, M., Alamri, A., Zhang, T., & Jamil, I. (2024). Application of artificial intelligence in the oil and gas industry. *In Engineering applications of artificial intelligence* (pp. 341-373). http://dx.doi.org/10.56726/IRJMETS57687

Huynh-The, T., Pham, Q. V., Pham, X. Q., Nguyen, T. T., Han, Z., & Kim, D. S. (2023). Artificial intelligence for the metaverse: A survey. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 117, 105581. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105581

John, A. O., & Oyeyemi, B. B. (2022). The Role of AI in Oil and Gas Supply Chain Optimization. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth* Evaluation, 3(1), 1075-1086. http://dx.doi.org/10.54660/.IJMRGE.2022.3.1.1075-1086

Kitsios, F., & Kamariotou, M. (2021). Artificial intelligence and business strategy towards digital transformation: A research agenda. *Sustainability*, 13(4), 2025. http://dx.doi.org/10.3390/su13042025

Koroteev, D., & Tekic, Z. (2021). Artificial intelligence in oil and gas upstream: Trends, challenges, and scenarios for the future. *Energy and AI*, 3, 100041. https://doi.org/10.1016/j.egyai.2020.100041

Mayer, N., Gandhi, S. J., & Hecht, D. (2019). AN Understanding of artificial intelligence applications in the automotive industry value chain. In Proceedings of the International Annual Conference of the American Society for Engineering Management. (pp. 1-10). http://dx.doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V12I5P126

Ochieng, E. G., Ominde, D., & Zuofa, T. (2024). Potential application of generative artificial intelligence and machine learning algorithm in oil and gas sector: Benefits and future prospects. *Technology in Society*, 79, 102710. http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102710

Oyekunle, D., & Boohene, D. (2024). Digital transformation potential: The role of artificial intelligence in business. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev*., 9(3), 1. http://dx.doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i3.4499

Razmak, J., Refae, G. A. E., & Farhan, W. (2025). The role of AI applications in production and operations management: complementing or replacing human labour. *International Journal of Economics and Business Research*, 29(13), 1-28. http://dx.doi.org/10.1504/IJEBR.2025.146325

Selvik, J. T., Stanley, I., & Abrahamsen, E. B. (2020). SMART criteria for quality assessment of key performance indicators used in the oil and gas industry. *International Journal of Performability Engineering*, 16(7), 999. http://dx.doi.org/10.23940/ijpe.20.07.p2.9991007

Singh, H., Li, C., Cheng, P., Wang, X., Hao, G., & Liu, Q. (2023). Real-time optimization and decarbonization of oil and gas production value chain enabled by industry 4.0 technologies: a critical review. *SPE Production & Operations*, 38(03), 433-451. http://dx.doi.org/10.2118/214301-PA

Sircar, A., Yadav, K., Rayavarapu, K., Bist, N., & Oza, H. (2021). Application of machine learning and artificial intelligence in oil and gas industry. *Petroleum Research*, 6(4), 379-391. https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2021.05.009

Temizel, C., Canbaz, C. H., Palabiyik, Y., Putra, D., Asena, A., Ranjith, R., & Jongkittinarukorn, K. (2019, March). A comprehensive review of smart/intelligent oilfield technologies and applications in the oil and gas industry. *In SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference (p. D042S087R001)*. http://dx.doi.org/10.2118/195095-MS

Wanasinghe, T. R., Wroblewski, L., Petersen, B. K., Gosine, R. G., James, L. A., De Silva, O., ... & Warrian, P. J. (2020). Digital twin for the oil and gas industry: Overview, research trends, opportunities, and challenges. *IEEE access*, 8, 104175-104197. http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998723

Zakizadeh, M., & Zand, M. (2024). Revolutionizing Oil & Gas: A Comprehensive Review of Smartening Technologies in the oil & Gas Industry. *In Proceedings of the International Conference of New Technologies in Oil, Gas and Petrochemical Engineering in Iran*, Tehran, Iran (pp. 22-23).

Zhang, L., & Wang, J. (2023). Intelligent safe operation and maintenance of oil and gas production systems: Connotations and key technologies. *Natural Gas Industry B*, 10(3), 293-303. http://dx.doi.org/10.1016/j.ngib.2023.05.006

References [In Persian]

Bakhshizadeh Borj, K., Hamzavi, H. & Jamali, M. (2025). Identifying and prioritizing drivers for optimizing the sustainable value chain of Iran's petrochemical industry with a strategic foresight approach. *Strategic Value Chain Management*, 1(3), 1-26. doi: 10.22075/svcm.2025.36996.1024

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

Gholamalipour, A. (۲۰۲۲). Strategies and Requirements for Developing the Oil and Gas Value Chain. *Resistance Economics Think Tank*. ID 140101119.

Hamzavi, H., Hemmatifar, M., fotovat, B. & Hosseini, S. M. (2025). Identifying and prioritizing strategic drivers for developing behavioral competencies of Generation Z employees in government organizations with a futures research approach. *Comparative Public Administration*, 3(1). doi: 10.22098/cpa.2025.17291.1068

Hamzavi, H., Kameli, M.J. & Salehi Sedqiani, J.M. (2025). Future research on the most influential and influential factors affecting the promotion and enhancement of environmental protection culture in government organizations in the Republic of Iran. *Environmental Management and Law*, 4(2), 36-55. https://sanad.iau.ir/Journal/jeml/Article/1211146

Houshmand, H., Ali Abadian, A., & Bahri, A.M. (2024). The Role of Artificial Intelligence in the Digital Transformation of the Shipbuilding Value Chain, *1st International Biennial Conference of Artificial Intelligence and Data Science*, Bushehr. https://civilica.com/doc/2008122

Jalali, S. H., Khalil Nezhad, S. & golmohammadi, E. (2019). Strategic Capabilities in the Oil and Gas Industry: A Study in the Midstream Sector. *Innovation Management Journal*, 7(4), 51-80. https://www.nowavari.ir/article_90185.html

Mohammadi, M., Heidaryd Dahooie, J. & Ahmadi, A. (2024). Identification and prioritization of artificial intelligence applications in supply chain 4.0 (retail industry case study). *Journal of Technology Development Management*, 11(4), 78-106. doi: 10.22104/jtdm.2024.6904.3317

RezaeiManesh, B., Hamzavi, H., & Hosseini, S. M. (2025). Identifying and prioritizing drivers for optimizing sustainable performance of oil, gas and petrochemical organizations with a futures research approach. *Modern Research in Performance Evaluation*. 4(1), 11-26. doi: 10.22105/mrpe.2025.506185.1146

Sadeghi Rad, M.H. & Zamanian, A. & Nik Akhtar, Y. (۲۰۲۵). Artificial Intelligence in Large Oil, Gas and Petrochemical Companies, *11th International Conference on Electrical, Computer, Mechanical and Artificial Intelligence Engineering*, Mashhad, https://civilica.com/doc/2294655