



Journal Website

Article history:
Received 28 April 2026
Revised 15 September 2026
Accepted 23 September 2026
Initial Publication 28 September 2026
Final Publication 22 December 2027

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 6, Issue 5, pp 1-27



E-ISSN: 3041-8933

Analyzing the Role of the Network Economy in Optimizing the Oil Industry Supply Chain and Its Implications for Business Performance: A Data Mining Approach

Zahra Tanha¹, Zahra Razmi^{2*}

¹ PhD Student, Department of Information Technology Management, Alzahra University, Tehran, Iran

² Associate Professor, Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: zahrarazmi@alzahra.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Tanha, Z. & Razmi, Z. (2027). Analyzing the Role of the Network Economy in Optimizing the Oil Industry Supply Chain and Its Implications for Business Performance: A Data Mining Approach. *Dynamic Management and Business Analysis*, 6(5), 1-27.

<https://doi.org/10.61838/dmbaj.462>



© 2027 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: This study aimed to analyze the role of the network economy in optimizing the oil industry supply chain and to examine its implications for business performance by integrating panel statistical analyses with data mining methods.

Methodology: This applied, quantitative, ex post facto study used firm-year data from 20 publicly listed U.S. oil and gas companies over 2020-2024, yielding an initial panel of 100 firm-year observations. Network economy was measured by the unique number of named partnerships, joint ventures, and disclosed corporate investment relationships. The operating expense-to-revenue ratio represented supply chain cost optimization, while return on assets and net profit margin represented business performance. Data were analyzed using hierarchical regression, generalized linear models with firm-clustered robust standard errors, Mundlak decomposition, and data mining algorithms including linear regression, regression trees, random forests, neural networks, and automated numerical modeling.

Findings: Network economy was negatively associated with operating cost burden ($B = -0.0064$, $p < 0.05$) and positively associated with return on assets ($B = 0.0042$, $p < 0.05$) and net profit margin ($B = 0.0061$, $p < 0.05$). Operating cost burden was negatively related to return on assets ($B = -0.278$, $p < 0.001$) and net profit margin ($B = -0.624$, $p < 0.001$). Final R^2 values were 0.401 for operating cost burden, 0.526 for return on assets, and 0.603 for net profit margin. Mundlak decomposition showed that between-firm network effects were generally significant. Automated numerical modeling provided the best predictive performance for operating cost burden ($R^2 = 0.618$) and return on assets ($R^2 = 0.557$).

Conclusion: The findings indicate that broader network relationships in oil companies are associated with lower operating cost burden and stronger financial performance, and that combining explanatory and predictive approaches provides a useful framework for evaluating the role of the network economy in supply chain optimization.

Keywords: Network Economy, Supply Chain, Oil Industry, Business Performance, Data Mining, Return on Assets, Net Profit Margin.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The oil and gas industry operates through a highly complex supply chain in which upstream, midstream, downstream, refining, service, equipment, financial, logistics, and infrastructure actors are interconnected through multiple operational and investment relationships. The performance of firms in this industry therefore depends not only on internal resources and capabilities but also on the structure and effectiveness of their relationships with external actors. Under such conditions, the network economy provides an appropriate framework for understanding how interorganizational relationships, partnerships, information exchange, investment ties, and resource complementarities may contribute to supply chain optimization and business performance. In a network economy, value is increasingly created through interactions among interconnected actors rather than exclusively within organizational boundaries, and relational assets can become an important source of competitive advantage (Avetisyan, 2024; Sawhney & Zabin, 2002). The growing importance of network-based structures has also changed organizational capabilities, emphasizing the ability to manage relationships, knowledge flows, and external resources as strategic competencies (Kucharska, 2019).

Digital transformation has further intensified the networked nature of contemporary supply chains. Digitalized supply chains enable firms to improve information visibility, accelerate coordination, support real-time decision-making, and respond more effectively to changes in demand, operational conditions, and market uncertainty. Recent evidence indicates that supply chain digitalization can enhance agility and that its performance effects depend partly on firms' innovation capabilities (Wang et al., 2025). Similarly, digital transformation has been associated with improved supply chain performance through greater integration, transparency, flexibility, and coordination (Rana et al., 2025). These developments are particularly relevant to the oil and gas industry, where enterprise resource planning systems, real-time analytics, and digitally integrated processes can improve the coordination of procurement, inventory, production, maintenance, and logistics activities (Pentyala, 2022; Tulli, 2024). Evidence from the oil and gas sector also indicates that digital supply chain capabilities are associated with improved business performance (Jusoh, 2024).

Supply chain optimization in the oil industry cannot, however, be reduced to technological adoption. Operational efficiency, cost control, resilience, sustainability, financial flexibility, and interorganizational coordination must be considered simultaneously. Lean supply chain approaches emphasize eliminating non-value-adding activities and improving process efficiency (Etemadi & Kasraei, 2024), while research on offshore oil supply chains demonstrates the importance of integrating resilience, sustainability, process constraints, and operational priorities (Karimi et al., 2024). More broadly, sustainable supply chain management increasingly depends on collaboration across organizational boundaries (Singh et al., 2025), while successful implementation of green supply chain practices requires coordinated managerial, technological, and interorganizational capabilities (Zarei et al., 2025). These perspectives suggest that network relationships may influence performance partly by facilitating resource sharing, information integration, risk distribution, and operational coordination.

The network economy may also influence firms through financial and strategic channels. Supply chain finance platforms can strengthen competitive advantage by facilitating coordination among

participants and improving access to financial resources (Wang, 2025). Supply chain finance may additionally generate knowledge spillovers and support innovation through interactions between core firms and supply chain partners (Huang et al., 2026). Changes in network-based financial arrangements, including decentralized financial structures, further demonstrate how network architecture can reshape market power, pricing, and user participation (Webb, 2024). At the same time, network relationships can support competitive advantage through relational and intangible resources (Agaba & Kalu, 2019), while the development of multiple channels and interconnected supply structures can create both value opportunities and additional coordination complexity (Putri & Pulansari, 2025). Technology-driven integration, flexibility, and organizational ambidexterity have likewise been identified as important determinants of supply chain integration and performance under uncertainty (Rahman et al., 2025).

Despite the growing literature on digital supply chains, smart supply chain management, sustainability, and interorganizational integration, relatively limited attention has been paid to the observable network structure of oil companies and its relationship with operational cost burden and financial performance using longitudinal corporate data. Moreover, many studies emphasize explanatory relationships without examining whether the same variables also possess predictive value in more recent periods. Big-data-driven approaches demonstrate the capacity of data analytics to identify complex and potentially nonlinear relationships in networked economic environments (Zhou & Zhou, 2022), while smart supply chain research highlights the managerial opportunities created by predictive and data-driven decision-making (Kumar, 2023). Accordingly, the present study examined whether the extent of disclosed corporate partnerships and investments was associated with supply chain cost efficiency and business performance and whether these relationships could also support out-of-sample prediction.

Methods and Materials

This applied quantitative study employed a descriptive-analytical, ex post facto design using longitudinal firm-year data. The research population consisted of publicly traded companies operating in the upstream, midstream, downstream and refining, oilfield services, equipment, and energy infrastructure segments. The final sample included 20 United States-listed oil and gas companies observed over the 2020–2024 fiscal years, producing an initial balanced structure of 100 firm-year observations. Companies were included when audited annual reports, identifiable fiscal periods, traceable corporate identifiers, consistent currency information, and reconstructable financial items were available.

Financial data were extracted from audited annual reports and official corporate disclosure records. Oil-price information was obtained from official energy data, while economic growth and inflation indicators were obtained from World Bank data. Network economy was operationalized as the unique number of named partnerships, joint ventures, equity-method investments, and other identifiable corporate investment relationships disclosed for each firm-year. Operational cost burden was measured as operating expenses divided by revenue. Business performance was measured using return on assets, calculated as net income divided by average total assets, and net profit margin, calculated as net income divided by revenue. Firm size was measured as the natural logarithm of total assets, and leverage was calculated as total liabilities divided by total assets. Industry segment and year were controlled using dummy variables.

Data quality was assessed through structural validation, reconstruction of financial ratios, source tracing, and repeated coding of a fixed subsample of records. Outliers were identified using the interquartile range rule but retained in the baseline analyses, with their influence assessed through

sensitivity analyses. Missing values were retained as null observations, and each model was estimated using complete cases for the variables included in that specification.

Statistical analysis was conducted using IBM SPSS Statistics. Descriptive statistics, Pearson and Spearman correlations, hierarchical regression, generalized linear models with firm-clustered robust standard errors, multicollinearity diagnostics, residual diagnostics, and Mundlak decomposition were applied. The Mundlak approach separated within-firm annual variation from between-firm structural differences. Predictive modeling was conducted in IBM SPSS Modeler. Data from 2020–2022 were used as the training period and observations from 2023–2024 as the test period. Linear regression, regression trees, random forests, neural networks, and automated numerical modeling were compared using mean absolute error, root mean squared error, and test-set coefficient of determination.

Findings

The initial dataset contained 100 firm-year observations from 20 companies. Six companies were classified as upstream firms, four as midstream firms, five as downstream and refining firms, and five as oilfield services and equipment firms. Each fiscal year contributed 20 observations. After applying model-specific complete-case requirements, the operating-cost and net-profit-margin models were estimated using 62 observations from 14 companies, whereas the return-on-assets model used 51 observations from 14 companies.

The mean number of disclosed network relationships was 6.84, with a standard deviation of 4.19 and a range from 1 to 19. Mean operating cost ratio was 0.716, mean return on assets was 0.068, and mean net profit margin was 0.091. The mean leverage ratio was 0.582. Bivariate analysis showed that the network economy indicator was negatively correlated with the operating cost ratio ($r = -0.342$, $p < 0.01$) and positively correlated with return on assets ($r = 0.308$, $p < 0.05$) and net profit margin ($r = 0.289$, $p < 0.05$). Operating cost burden was negatively related to return on assets ($r = -0.526$, $p < 0.001$) and net profit margin ($r = -0.614$, $p < 0.001$).

Multivariate results confirmed these patterns. After controlling for firm size, leverage, industry segment, and year, network economy had a negative association with operating cost burden ($B = -0.0064$, $p < 0.05$). Adding the network variable increased explained variance by 0.068, and the final model explained 40.1% of the variation in operating cost burden. In the return-on-assets model, network economy had a positive coefficient ($B = 0.0042$, $p < 0.05$), while operating cost burden had a negative coefficient ($B = -0.278$, $p < 0.001$). The final model explained 52.6% of the variance in return on assets. In the net-profit-margin model, network economy was positively associated with profitability ($B = 0.0061$, $p < 0.05$), whereas operating cost burden showed a strong negative association ($B = -0.624$, $p < 0.001$). The final model explained 60.3% of net profit margin variance. Leverage was positively associated with operating cost burden and negatively associated with both performance measures.

Mundlak decomposition indicated that between-firm differences accounted for an important part of the observed relationships. The between-firm effect of network economy on operating cost burden was negative and significant ($B = -0.0087$, $p < 0.05$), while its between-firm effects on return on assets ($B = 0.0068$, $p < 0.05$) and net profit margin ($B = 0.0094$, $p < 0.01$) were positive. The within-firm network effect was significant for return on assets ($B = 0.0031$, $p < 0.05$), suggesting that annual increases in network relationships within the same firm were also associated with improved asset profitability.

Predictive analysis showed that automated numerical modeling and random forests outperformed the simpler benchmark models. For operating cost burden, automated modeling achieved MAE = 0.088, RMSE = 0.117, and test R^2 = 0.618. Random forests achieved test R^2 = 0.593. For return on assets, automated modeling produced MAE = 0.036, RMSE = 0.048, and test R^2 = 0.557, followed by random forests with test R^2 = 0.508. Network economy was the most important normalized predictor of operating cost burden, whereas operating cost burden ranked first and network economy second in predicting return on assets.

Discussion and Conclusion

The findings indicate that a broader network of disclosed corporate partnerships and investments is associated with lower operational cost burden and stronger financial performance in the oil industry. This pattern suggests that network structures may create economic value by improving access to complementary resources, supporting information exchange, distributing operational responsibilities, and reducing coordination inefficiencies. The negative relationship between network economy and operating cost burden is particularly important because it links an externally oriented organizational characteristic to an observable measure of supply chain efficiency.

The results further indicate that cost efficiency represents a central pathway through which supply chain conditions are associated with business performance. Operating cost burden showed stronger relationships with return on assets and net profit margin than most other predictors, and its contribution to the explanatory power of the performance models was substantial. Thus, supply chain optimization appears to have direct financial relevance rather than representing merely an operational objective.

The Mundlak results add an important distinction. A considerable portion of the network-performance relationship reflected persistent differences between firms, indicating that companies with structurally broader networks may also possess more developed managerial, informational, or strategic capabilities. Nevertheless, the significant within-firm association with return on assets suggests that changes in network relationships over time can also be accompanied by changes in performance. The observed relationships therefore cannot be attributed exclusively to stable firm characteristics.

The predictive findings reinforce the explanatory results while also revealing that the underlying relationships are not entirely linear. Ensemble and automated algorithms produced lower prediction errors and higher test-set explanatory power than linear regression and single regression trees. This suggests that interactions and nonlinear patterns may exist among network structure, cost burden, leverage, firm size, industry characteristics, and performance. Combining traditional statistical analysis with data mining therefore provides a more comprehensive understanding of both association and prediction.

Overall, the study concludes that the network economy is meaningfully associated with supply chain optimization and business performance in the oil industry. Firms with broader observable networks tended to exhibit lower operating cost burdens and stronger profitability and asset returns, while operating cost efficiency emerged as a particularly important determinant of performance. The convergence of regression, panel decomposition, and predictive modeling results indicates that network relationships should be considered an economically relevant component of supply chain strategy rather than merely a descriptive feature of corporate structure.

تحلیل نقش اقتصاد شبکه‌ای در بهینه‌سازی زنجیره تأمین صنعت نفت و پیامدهای آن بر عملکرد کسب و کار با رویکرد داده‌کاوی

زهرا تنها^۱، زهرا رزمی^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: zahrarazmi@alzahra.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

تنها، زهرا، و رزمی، زهرا. (۱۴۰۶). تحلیل نقش اقتصاد شبکه‌ای در بهینه‌سازی زنجیره تأمین صنعت نفت و پیامدهای آن بر عملکرد کسب و کار با رویکرد داده‌کاوی. مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۶(۵)، ۲۷-۱.



© ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: هدف پژوهش حاضر، تحلیل نقش اقتصاد شبکه‌ای در بهینه‌سازی زنجیره تأمین صنعت نفت و بررسی پیامدهای آن بر عملکرد کسب و کار با تلفیق تحلیل‌های آماری پنلی و روش‌های داده‌کاوی بود. **روش‌شناسی:** این پژوهش کاربردی، کمی و پس‌رویدادی با استفاده از داده‌های شرکت - سال انجام شد. نمونه اولیه شامل ۲۰ شرکت بورسی فعال در بخش‌های مختلف صنعت نفت و گاز ایالات متحده طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ و در مجموع ۱۰۰ مشاهده شرکت - سال بود. اقتصاد شبکه‌ای بر اساس تعداد یکتای مشارکت‌ها، سرمایه‌گذاری‌های مشترک و روابط سرمایه‌گذاری نام‌گذاری شده در افشاهای رسمی شرکت‌ها سنجیده شد. نسبت هزینه‌های عملیاتی به درآمد به‌عنوان شاخص بهینه‌سازی هزینه‌ای زنجیره تأمین و بازده دارایی‌ها و حاشیه سود خالص به‌عنوان شاخص‌های عملکرد کسب و کار در نظر گرفته شدند. تحلیل داده‌ها با رگرسیون سلسله‌مراتبی، مدل خطی تعمیم‌یافته با خطاهای استاندارد مقاوم خوشه‌ای، تجزیه ماندلاک و الگوریتم‌های داده‌کاوی شامل رگرسیون خطی، درخت رگرسیون، جنگل تصادفی، شبکه عصبی و مدل‌سازی خودکار عددی انجام شد. **یافته‌ها:** اقتصاد شبکه‌ای با نسبت هزینه عملیاتی رابطه منفی و معنادار داشت ($B = -0.0064, p < 0.005$) و با بازده دارایی‌ها ($B = 0.0042, p < 0.005$) و حاشیه سود خالص ($B = 0.0061, p < 0.005$) رابطه مثبت و معنادار نشان داد. نسبت هزینه عملیاتی نیز با بازده دارایی‌ها ($B = -0.278, p < 0.001$) و حاشیه سود خالص ($B = -0.624, p < 0.001$) رابطه منفی داشت. ضرایب تعیین نهایی مدل‌های هزینه عملیاتی، بازده دارایی‌ها و حاشیه سود خالص به ترتیب ۰.۴۰۱، ۰.۵۲۶ و ۰.۶۰۳ بود. در تجزیه ماندلاک، اثرات بین‌شرکتی اقتصاد شبکه‌ای بر هزینه و عملکرد عمدتاً معنادار بود. در بخش داده‌کاوی، مدل‌سازی خودکار عددی بهترین عملکرد را برای پیش‌بینی نسبت هزینه عملیاتی ($R^2 = 0.618$) و بازده دارایی‌ها ($R^2 = 0.557$) نشان داد. **نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد گسترش روابط شبکه‌ای شرکت‌های نفتی با کاهش بار هزینه عملیاتی و بهبود عملکرد مالی همراه است و ترکیب تحلیل‌های تبیینی و پیش‌بینانه می‌تواند چارچوب مناسبی برای ارزیابی نقش اقتصاد شبکه‌ای در بهینه‌سازی زنجیره تأمین فراهم سازد.

کلیدواژه‌گان: اقتصاد شبکه‌ای، زنجیره تأمین، صنعت نفت، عملکرد کسب و کار، داده‌کاوی، بازده دارایی‌ها، حاشیه سود خالص.

مقدمه

صنعت نفت و گاز یکی از پیچیده‌ترین و راهبردی‌ترین صنایع در اقتصاد جهانی است که عملکرد آن به تعامل هم‌زمان مجموعه‌ای گسترده از بازیگران، تأمین‌کنندگان، پیمانکاران، شرکت‌های خدماتی، نهادهای مالی، شرکت‌های حمل‌ونقل، پالایشگاه‌ها، توزیع‌کنندگان و بازارهای نهایی وابسته است. زنجیره تأمین این صنعت به دلیل گستردگی جغرافیایی، سرمایه‌بری بالا، نوسانات شدید قیمت، وابستگی به زیرساخت‌های فنی و لجستیکی، حساسیت به تحولات سیاسی و اقتصادی و ضرورت استمرار جریان مواد، تجهیزات، اطلاعات و منابع مالی، در معرض سطح بالایی از عدم قطعیت قرار دارد. در چنین محیطی، رویکردهای سنتی مدیریت زنجیره تأمین که عمدتاً بر روابط خطی میان سازمان و تأمین‌کنندگان مستقیم آن تمرکز دارند، برای توضیح و مدیریت پیچیدگی‌های موجود کافی نیستند. تحول دیجیتال، افزایش وابستگی متقابل میان بنگاه‌ها و توسعه پلتفرم‌های اطلاعاتی موجب شده است زنجیره تأمین بیش از گذشته ماهیتی شبکه‌ای پیدا کند و عملکرد هر شرکت نه فقط به منابع درونی آن، بلکه به کیفیت، گستره و کارایی روابط آن با سایر بازیگران اقتصادی وابسته باشد. از این منظر، اقتصاد شبکه‌ای چارچوب مناسبی برای تحلیل ساختارهای جدید ارزش‌آفرینی فراهم می‌کند؛ زیرا در این چارچوب ارزش اقتصادی از طریق تعامل، اتصال، تبادل اطلاعات و شکل‌گیری روابط چندجانبه میان بازیگران ایجاد می‌شود و موقعیت یک بنگاه در شبکه می‌تواند بر هزینه‌ها، دسترسی به منابع، سرعت پاسخ‌گویی و قدرت رقابتی آن اثر بگذارد (Avetisyan, 2024; Sawhney & Zabin, 2002).

اقتصاد شبکه‌ای مفهومی فراتر از استفاده صرف از فناوری اطلاعات است و به ساختاری اشاره دارد که در آن روابط میان بنگاه‌ها، پلتفرم‌ها، تأمین‌کنندگان، مشتریان، سرمایه‌گذاران و سایر ذی‌نفعان، بخشی از دارایی راهبردی سازمان را تشکیل می‌دهد. در چنین ساختاری، مزیت رقابتی به میزان قابل توجهی از توانایی شرکت در ایجاد و حفظ ارتباطات کارآمد، بهره‌برداری از جریان‌های اطلاعاتی و تبدیل روابط بیرونی به منابع ارزش‌آفرین ناشی می‌شود. مفهوم «سرمایه رابطه‌ای» در اقتصاد شبکه‌ای نیز بر همین مبنا شکل گرفته است و نشان می‌دهد روابط سازمانی می‌توانند مشابه سایر دارایی‌ها بر ارزش، عملکرد و پایداری شرکت اثرگذار باشند (Sawhney & Zabin, 2002). توسعه رسانه‌های جدید و زیرساخت‌های ارتباطی نیز ساختار اقتصاد شبکه‌ای را دگرگون کرده و سرعت تشکیل، بازآرایی و گسترش شبکه‌های اقتصادی را افزایش داده است (Avetisyan, 2024). حتی در حوزه‌هایی که در ظاهر فاصله بیشتری با مدیریت زنجیره تأمین دارند، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اقتصاد شبکه‌ای می‌تواند بر شکل‌گیری قابلیت‌های جدید سازمانی، برندسازی، تعامل با ذی‌نفعان و عملکرد بنگاه اثر بگذارد (Kucharska, 2019). از این رو، بررسی روابط شبکه‌ای در صنعت نفت می‌تواند تصویری فراتر از تعاملات سنتی خریدار - تأمین‌کننده ارائه دهد و مجموعه مشارکت‌ها، سرمایه‌گذاری‌های مشترک و روابط سازمانی را به‌عنوان بخشی از معماری اقتصادی شرکت در نظر گیرد.

گسترش اقتصاد شبکه‌ای با تحول دیجیتال زنجیره تأمین نیز ارتباط نزدیکی دارد. دیجیتالی‌شدن موجب شده است جریان اطلاعات، هماهنگی عملیاتی و تصمیم‌گیری میان بازیگران زنجیره با سرعت بیشتری انجام شود و مرزهای سنتی میان سازمان‌ها کاهش یابد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که دیجیتالی‌شدن زنجیره تأمین می‌تواند چابکی شرکت را افزایش دهد و ظرفیت سازمان برای پاسخ‌گویی به تغییرات بازار و محیط را تقویت کند (Wang et al., 2025). همچنین، تحول دیجیتال زنجیره تأمین از طریق یکپارچه‌سازی اطلاعات، بهبود قابلیت رؤیت‌پذیری، افزایش سرعت تصمیم‌گیری و تسهیل هماهنگی میان واحدها و شرکای تجاری، با بهبود عملکرد زنجیره مرتبط دانسته شده است (Rana et al., 2025). این موضوع در صنعت نفت و گاز اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا تصمیم‌گیری در این صنعت نیازمند پردازش هم‌زمان حجم زیادی از اطلاعات مالی، عملیاتی، لجستیکی و بازار است. توسعه سامانه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی و اتصال آن‌ها به ابزارهای تحلیل بلادرنگ، امکان نظارت دقیق‌تر بر فرآیندهای خرید، موجودی، حمل‌ونقل، تولید و مصرف منابع را ایجاد کرده و قابلیت تصمیم‌گیری داده‌محور را افزایش

داده است (Pentyala, 2022; Tulli, 2024). در نتیجه، شبکه‌ای‌شدن روابط و دیجیتالی‌شدن زنجیره را می‌توان دو تحول مکمل دانست که در کنار یکدیگر ساختار سنتی مدیریت عملیات را به سمت نظام‌های متصل، منعطف و داده‌محور هدایت می‌کنند.

اهمیت این تحولات در صنعت نفت و گاز از آن جهت بیشتر است که ناکارآمدی در یک نقطه از زنجیره می‌تواند پیامدهای مالی و عملیاتی گسترده‌ای در سراسر شبکه ایجاد کند. تأخیر در تأمین تجهیزات، اختلال در حمل‌ونقل، ضعف هماهنگی میان پیمانکاران، افزایش موجودی‌های مازاد، دوباره‌کاری، عدم اشتراک به‌موقع اطلاعات و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌های ناقص می‌توانند هزینه‌های عملیاتی را افزایش داده و سودآوری را کاهش دهند. پژوهش‌های انجام‌شده در صنعت نفت و گاز نشان داده‌اند که دیجیتالی‌کردن فرآیندهای زنجیره تأمین می‌تواند از طریق افزایش شفافیت، دسترسی سریع‌تر به اطلاعات و هماهنگی بهتر میان واحدها، عملکرد کسب‌وکار را تقویت کند (Jusoh, 2024). همچنین، به‌کارگیری راهبردهای زنجیره تأمین هوشمند در این صنعت، ضمن ایجاد فرصت برای بهبود کارایی و پایداری، با چالش‌هایی مانند پیچیدگی داده، یکپارچگی سامانه‌ها، سرمایه‌گذاری فناوری و مدیریت تغییر همراه است (Kumar, 2023). از این منظر، بهینه‌سازی زنجیره تأمین تنها به کاهش مستقیم هزینه‌های لجستیک یا خرید محدود نیست، بلکه شامل بهبود هماهنگی، کاهش اصطکاک اطلاعاتی، افزایش قابلیت پیش‌بینی و استفاده مؤثرتر از منابع در سطح شبکه است.

یکی از ابعاد مهم بهینه‌سازی زنجیره تأمین در صنعت نفت، کنترل هزینه‌های عملیاتی است. هزینه‌های بالای نگهداری دارایی‌ها، انرژی، نیروی انسانی، خدمات پیمانکاری، لجستیک و تجهیزات تخصصی موجب می‌شود که حتی تغییرات نسبتاً کوچک در کارایی عملیاتی بتوانند تأثیر قابل توجهی بر عملکرد مالی شرکت داشته باشند. رویکرد ناب در زنجیره تأمین نفت و گاز با هدف کاهش فعالیت‌های فاقد ارزش افزوده، حذف اتلاف و بهبود جریان فرآیندها مورد توجه قرار گرفته است و شواهد موجود نشان می‌دهد که انطباق اصول ناب با ویژگی‌های این صنعت می‌تواند زمینه بهبود کارایی را فراهم کند (Etemadi & Kasraei, 2024). در کنار آن، تاب‌آوری و پایداری نیز به عناصر جدایی‌ناپذیر طراحی و مدیریت زنجیره تبدیل شده‌اند؛ زیرا کاهش هزینه بدون توجه به پایداری جریان تأمین می‌تواند آسیب‌پذیری سیستم را افزایش دهد. مطالعه انجام‌شده در صنعت نفت فراساحلی نیز نشان می‌دهد که ارزیابی هم‌زمان محدودیت‌های فرآیندی، تاب‌آوری و پایداری برای شناسایی نقاط بحرانی زنجیره تأمین ضروری است (Karimi et al., 2024). بنابراین، بهینه‌سازی زنجیره در محیط نفتی باید میان کارایی هزینه‌ای، انعطاف‌پذیری و استمرار عملیات تعادل ایجاد کند.

از سوی دیگر، شبکه‌ای‌شدن زنجیره تأمین می‌تواند از طریق تقویت یکپارچگی میان بازیگران، کاهش هزینه‌های مبادله و ارتقای هماهنگی بر عملکرد اثر بگذارد. پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که یکپارچگی مبتنی بر فناوری، انعطاف‌پذیری و دوسوتوانی سازمانی می‌توانند سطح یکپارچگی زنجیره تأمین را تقویت کرده و عملکرد را در محیط‌های نامطمئن بهبود بخشند (Rahman et al., 2025). همچنین، شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین زمانی می‌توانند به مزیت رقابتی پایدار منجر شوند که پاسخ‌گویی زنجیره و ظرفیت هماهنگی میان اعضای آن را افزایش دهند (Saputra et al., 2024). این منطق در صنعت نفت اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا روابط اقتصادی میان شرکت‌ها معمولاً بلندمدت، سرمایه‌بر و مبتنی بر تخصص‌های مکمل هستند. تشکیل سرمایه‌گذاری‌های مشترک، مشارکت‌های راهبردی و روابط مالکیتی یا قراردادی می‌تواند شرکت را به منابع، فناوری‌ها و بازارهایی متصل کند که دستیابی مستقل به آن‌ها هزینه بیشتری دارد. با این حال، گسترش شبکه لزوماً همیشه به کارایی بیشتر منجر نمی‌شود؛ زیرا افزایش تعداد روابط ممکن است هزینه‌های هماهنگی، نظارت و مدیریت را نیز افزایش دهد. بنابراین، رابطه میان گستره اقتصاد شبکه‌ای و عملکرد باید به‌طور تجربی بررسی شود.

تحولات مرتبط با پلتفرم‌ها نیز بر اهمیت این موضوع افزوده‌اند. پلتفرم‌های دیجیتال و مالی، روابط سنتی میان شرکت‌ها را تغییر داده و امکان هماهنگی، تأمین مالی و تبادل اطلاعات میان چندین بازیگر را فراهم کرده‌اند. یافته‌های جدید نشان می‌دهد که پلتفرم‌های تأمین

مالی زنجیره تأمین می‌توانند از طریق کاهش محدودیت‌های مالی، تسهیل تعامل میان شرکا و ایجاد سازوکارهای جدید هماهنگی، مزیت رقابتی ایجاد کنند (Wang, 2025). علاوه بر این، تأمین مالی زنجیره می‌تواند از طریق سرریز دانش و تعامل میان شرکت‌های اصلی و شرکای زنجیره، نوآوری را نیز تحت تأثیر قرار دهد (Huang et al., 2026). حتی تحولات مالی غیرمتمرکز نشان داده‌اند که فناوری‌های شبکه‌ای می‌توانند ساختار قدرت بازار، قیمت‌گذاری و رفتار کاربران را در مقایسه با سازوکارهای سنتی تغییر دهند (Webb, 2024). در نتیجه، اقتصاد شبکه‌ای را می‌توان در پیوند با مجموعه‌ای از سازوکارهای مالی، اطلاعاتی و سازمانی بررسی کرد که بر نحوه تخصیص منابع و شکل‌گیری مزیت رقابتی تأثیر می‌گذارند.

در کنار یکپارچگی دیجیتال، پایداری به یکی از محورهای اصلی تحول زنجیره‌های تأمین تبدیل شده است. فشارهای محیط‌زیستی، مقرراتی و ذی‌نفعان موجب شده‌اند شرکت‌ها علاوه بر هزینه و سرعت، پیامدهای زیست‌محیطی تصمیمات زنجیره را نیز در نظر بگیرند. همکاری محیط‌زیستی در زنجیره تأمین به‌عنوان یکی از سازوکارهای مؤثر برای توسعه زنجیره‌های پایدار مطرح شده و ضرورت ایجاد دستورکارهای پژوهشی و مدیریتی جدید در این حوزه مورد تأکید قرار گرفته است (Singh et al., 2025). در مطالعات داخلی نیز شناسایی عوامل موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز نشان داده است که عملکرد پایدار نیازمند ترکیبی از حمایت مدیریتی، هماهنگی بین‌سازمانی، فناوری و سازوکارهای اجرایی است (Zarei et al., 2025). اگرچه تمرکز پژوهش حاضر مستقیماً بر عملکرد زیست‌محیطی نیست، اما این مطالعات اهمیت نگاه شبکه‌ای را تقویت می‌کنند؛ زیرا تحقق پایداری نیز مانند کارایی هزینه‌ای، نیازمند تعامل میان چندین عضو زنجیره و تبادل مستمر داده و دانش است.

بعد دیگر اقتصاد شبکه‌ای به شکل‌گیری مزیت رقابتی مربوط می‌شود. مزیت رقابتی زمانی پایدارتر است که بنگاه بتواند منابع و قابلیت‌هایی ایجاد کند که رقبا به‌سادگی قادر به تقلید آن‌ها نباشند. روابط شبکه‌ای، دانش مشترک، دسترسی به کانال‌های تأمین و توزیع و سرمایه رابطه‌ای می‌توانند چنین منابعی ایجاد کنند. پژوهش‌های مرتبط با برند و رقابت نیز نشان داده‌اند که دارایی‌های نامشهود و کیفیت ارتباطات سازمان با بازار می‌توانند به شکل‌گیری مزیت رقابتی کمک کنند (Agaba & Kalu, 2019). در اقتصاد شبکه‌ای، این منطق از سطح بازار محصول فراتر رفته و به کل اکوسیستم کسب‌وکار تعمیم می‌یابد. همچنین، الگوهای دوکاناله و چندکاناله در زنجیره تأمین نشان می‌دهند که افزایش تعداد مسیرهای ارتباط با بازار، تصمیم‌گیری درباره قیمت، جریان محصول و تخصیص منابع را پیچیده‌تر می‌کند و در عین حال می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای افزایش ارزش ایجاد کند (Putri & Pulansari, 2025). از این رو، بررسی عملکرد شرکت‌ها بدون توجه به ساختار شبکه‌ای روابط آن‌ها ممکن است بخشی از عوامل مؤثر بر کارایی و سودآوری را نادیده بگیرد.

هم‌زمان با گسترش روابط شبکه‌ای، حجم و پیچیدگی داده‌های تولیدشده در زنجیره تأمین نیز افزایش یافته است. استفاده از داده‌های بزرگ و روش‌های تحلیلی پیشرفته امکان شناسایی الگوهایی را فراهم کرده است که از طریق روش‌های سنتی به‌سادگی آشکار نمی‌شوند. پژوهش‌های مرتبط با اقتصاد شبکه‌ای و تجارت الکترونیکی نشان داده‌اند که تحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند الگوهای رفتاری و ساختاری موجود در شبکه را شناسایی و مدل‌های تصمیم‌گیری را بهبود دهد (Zhou & Zhou, 2022). در محیط صنعتی نیز داده‌کاوی می‌تواند برای پیش‌بینی هزینه، ارزیابی عملکرد، شناسایی عوامل کلیدی و مقایسه الگوریتم‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. اهمیت این رویکرد برای صنعت نفت از آن جهت بیشتر است که روابط میان متغیرهای عملیاتی و مالی الزاماً خطی نیستند و ممکن است اثر متغیرهای مختلف بسته به شرایط بازار، اندازه شرکت یا ساختار شبکه تغییر کند. در چنین شرایطی، ترکیب مدل‌های آماری تبیینی با الگوریتم‌های پیش‌بینانه می‌تواند تصویری کامل‌تر از روابط موجود ارائه کند.

تحول دیجیتال زنجیره تأمین همچنین موجب تغییر ماهیت تصمیم‌گیری مدیریتی شده است. در ساختار سنتی، بسیاری از تصمیم‌ها بر تجربه مدیران و اطلاعات تاریخی محدود استوار بود؛ اما سامانه‌های جدید می‌توانند داده‌های عملیاتی، مالی و بازار را در زمان نزدیک به واقعیت تجمیع و تحلیل کنند. این تحول نه‌فقط سرعت تصمیم‌گیری، بلکه ظرفیت پیش‌بینی و سازگاری سازمان را افزایش داده است (Tulli, 2024). در عین حال، دیجیتالی‌شدن زنجیره زمانی بیشترین ارزش را ایجاد می‌کند که با قابلیت‌های سازمانی مانند نوآوری و چابکی ترکیب شود (Wang et al., 2025). یافته‌های تجربی درباره تحول دیجیتال نیز نشان داده‌اند که تأثیر فناوری بر عملکرد زنجیره از طریق سازوکارهایی مانند یکپارچگی اطلاعات، هماهنگی و انعطاف‌پذیری تحقق می‌یابد (Rana et al., 2025). بنابراین، در تحلیل اقتصاد شبکه‌ای نباید صرفاً تعداد روابط را مد نظر قرار داد، بلکه باید بررسی کرد که این روابط چگونه با هزینه و عملکرد شرکت همراه می‌شوند و آیا الگوهای حاصل قابلیت پیش‌بینی نیز دارند.

با وجود رشد مطالعات مربوط به دیجیتالی‌شدن، زنجیره تأمین هوشمند، پایداری و یکپارچگی، هنوز چند خلأ مهم در ادبیات مشاهده می‌شود. نخست، بخش قابل توجهی از مطالعات بر ادراک مدیران و داده‌های پیمایشی متکی هستند و کمتر از داده‌های واقعی صورت‌های مالی برای سنجش پیامدهای اقتصادی شبکه استفاده شده است. دوم، در بسیاری از پژوهش‌ها تحول دیجیتال یا یکپارچگی زنجیره به‌عنوان متغیرهای کلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، در حالی که ساختار واقعی روابط سرمایه‌گذاری و مشارکت شرکت‌ها کمتر به‌عنوان یک شاخص مشاهده‌پذیر اقتصاد شبکه‌ای وارد مدل شده است. سوم، مطالعات صنعت نفت بیشتر بر تاب‌آوری، دیجیتالی‌شدن ERP، پایداری یا مدیریت ناب تمرکز داشته‌اند (Pentyala, 2022; Karimi et al., 2024; Jusoh, 2024; Etemadi & Kasraei, 2024) و ارتباط میان گستره شبکه شرکتی، بار هزینه عملیاتی و شاخص‌های مالی کمتر به‌صورت یک چارچوب واحد آزمون شده است. چهارم، تمایز میان قدرت تبیینی و قدرت پیش‌بینی در بسیاری از مطالعات به‌طور کامل رعایت نشده است؛ در حالی که یک رابطه آماری معنادار الزاماً به معنای توان پیش‌بینی مناسب در داده‌های جدید نیست.

این خلأ زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که به ماهیت ناهمگن شرکت‌های نفتی توجه شود. شرکت‌های این صنعت از نظر اندازه، ساختار سرمایه، موقعیت زنجیره ارزش، شدت سرمایه‌گذاری، میزان تنوع فعالیت و وابستگی به شرکای تجاری تفاوت زیادی دارند. بخشی از روابط مشاهده‌شده میان شبکه و عملکرد ممکن است ناشی از تفاوت‌های پایدار میان شرکت‌ها باشد و نه تغییرات سالانه در داخل یک شرکت. بنابراین، استفاده از داده‌های پنلی و تفکیک اثرات درون‌شرکتی و بین‌شرکتی می‌تواند شناخت دقیق‌تری از سازوکارهای مورد بررسی فراهم کند. از سوی دیگر، تحلیل داده‌کاوی با تقسیم زمانی آموزش و آزمون می‌تواند مشخص سازد که آیا الگوهای شناسایی‌شده در دوره‌های گذشته قابلیت تعمیم به دوره‌های جدیدتر را دارند یا خیر. این رویکرد به‌ویژه برای تصمیم‌گیری مدیریتی اهمیت دارد؛ زیرا مدیران بیش از آنکه صرفاً به توضیح گذشته نیاز داشته باشند، به مدل‌هایی نیاز دارند که بتوانند تغییرات آتی هزینه و عملکرد را با دقت قابل قبول پیش‌بینی کنند.

از منظر مدیریتی نیز بررسی اقتصاد شبکه‌ای در زنجیره تأمین صنعت نفت می‌تواند پیامدهای مهمی داشته باشد. اگر گستردگی روابط شبکه‌ای با کاهش بار هزینه و بهبود سودآوری همراه باشد، توسعه هدفمند مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مشترک می‌تواند بخشی از راهبرد بهینه‌سازی زنجیره قرار گیرد. در مقابل، اگر برخی انواع گسترش شبکه هزینه هماهنگی بیشتری ایجاد کنند، مدیران باید میان تعداد روابط و کیفیت آن‌ها تمایز قائل شوند. همچنین، شناسایی اهمیت نسبی متغیرها از طریق مدل‌های داده‌کاوی می‌تواند به تخصیص منابع مدیریتی کمک کند و مشخص سازد که متغیرهایی مانند شبکه، اهرم مالی، اندازه شرکت یا ساختار صنعتی تا چه اندازه در پیش‌بینی عملکرد نقش دارند. این مسئله با ادبیات مربوط به مزیت رقابتی شبکه‌ای و یکپارچگی فناورانه سازگار است که بر ضرورت ترکیب منابع درونی با

قابلیت‌های ارتباطی تأکید دارد (Rahman et al., 2025; Wang, 2025). همچنین، توسعه زنجیره‌های پایدار و رقابت‌پذیر مستلزم آن است که تصمیم‌گیری در سطح یک شرکت منفرد انجام نشود، بلکه اثر متقابل اعضای شبکه نیز در نظر گرفته شود (Singh et al., 2025). در مجموع، شواهد نظری و تجربی موجود نشان می‌دهد اقتصاد شبکه‌ای، تحول دیجیتال، یکپارچگی زنجیره، پایداری و تحلیل داده‌محور به‌طور فزاینده‌ای در حال همگرایی هستند و این همگرایی ساختار مدیریت زنجیره تأمین را در صنایع پیچیده تغییر داده است. با این حال، هنوز نیاز به پژوهش‌هایی وجود دارد که با استفاده از داده‌های عینی و قابل ردیابی شرکت‌ها، نقش شبکه را هم‌زمان در کاهش هزینه و بهبود عملکرد مالی بررسی کرده و نتایج حاصل را با روش‌های پیش‌بینانه ارزیابی کنند. این ضرورت در صنعت نفت، به دلیل سرمایه‌بری، حساسیت به نوسانات، پیچیدگی روابط بین‌شرکتی و اهمیت راهبردی استمرار عملیات، برجسته‌تر است. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر تحلیل نقش اقتصاد شبکه‌ای در بهینه‌سازی زنجیره تأمین صنعت نفت و بررسی پیامدهای آن بر عملکرد کسب‌وکار با بهره‌گیری هم‌زمان از تحلیل‌های آماری پنلی و رویکردهای داده‌کاوی است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی، از نظر ماهیت، کمی و از نظر شیوه بررسی، توصیفی - تحلیلی با طرح پس‌رویدادی است. با توجه به اینکه هدف پژوهش بررسی نقش اقتصاد شبکه‌ای در بهینه‌سازی زنجیره تأمین صنعت نفت و تبیین پیامدهای آن برای عملکرد کسب‌وکار است، واحد تحلیل «شرکت - سال» در نظر گرفته شد و داده‌های واقعی شرکت‌ها در چند دوره مالی متوالی مبنای تحلیل قرار گرفت. انتخاب طرح پس‌رویدادی از آن جهت مناسب است که متغیرهای پژوهش، شامل ساختار روابط شبکه‌ای، هزینه‌های عملیاتی و شاخص‌های عملکرد مالی، پیش‌تر در محیط واقعی شرکت‌ها تحقق یافته‌اند و پژوهشگر بدون مداخله در شکل‌گیری آن‌ها، روابط میان متغیرها را بر اساس داده‌های تاریخی بررسی می‌کند. جامعه پژوهش شامل شرکت‌های عمومی فعال در بخش‌های مختلف صنعت نفت و گاز، از جمله فعالیت‌های بالادستی، میان‌دستی، پالایش و پایین‌دستی، خدمات نفتی، تجهیزات و زیرساخت انرژی بود. نمونه نهایی از ۲۰ شرکت بورسی ایالات متحده در دوره مالی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ تشکیل شد که در حالت کامل، ساختاری متوازن شامل ۱۰۰ مشاهده شرکت - سال ایجاد کرد؛ به‌گونه‌ای که برای هر شرکت پنج دوره مالی و برای هر سال ۲۰ شرکت در مجموعه داده وجود داشت. معیارهای ورود شرکت‌ها به نمونه شامل دسترسی به گزارش‌های سالانه حسابرسی‌شده، امکان شناسایی و ردیابی منبع داده، وجود شناسه مشخص شرکت، دوره مالی قابل تشخیص، واحد پول معین و امکان بازسازی محاسبات مالی از اقلام پایه بود. انتخاب این چارچوب زمانی امکان بررسی رفتار شرکت‌ها در شرایط متفاوت بازار انرژی و مقایسه تغییرات شبکه، هزینه و عملکرد طی چند سال متوالی را فراهم کرد.

ساختار داده اگرچه از نظر تعداد ردیف‌های شرکت - سال متوازن بود، میزان مفقودی در سطح متغیرها یکسان نبود؛ از این‌رو، حجم نمونه مؤثر هر مدل بر اساس موارد کامل متغیرهای واردشده در همان معادله تعیین شد. مدل مربوط به بار هزینه عملیاتی و مدل مربوط به حاشیه سود خالص بر ۶۲ مشاهده متعلق به ۱۴ شرکت و مدل بازده دارایی‌ها بر ۵۱ مشاهده متعلق به ۱۴ شرکت برآورد شد. داده‌های مفقود به‌صورت کد تهی حفظ شدند و از برآورد یا جایگزینی مصنوعی آن‌ها در تحلیل‌های اصلی اجتناب شد تا ساختار واقعی افشای اطلاعات شرکت‌ها حفظ شود. نسبت گردش موجودی با حدود ۵۱ درصد داده مفقود و چرخه تبدیل وجه نقد با حدود ۶۹ درصد داده مفقود، در تحلیل‌های حساسیت مورد استفاده قرار گرفتند؛ در مقابل، نسبت هزینه عملیاتی و بازده دارایی‌ها هر یک با حدود ۲۰ درصد داده مفقود و حاشیه سود خالص بدون داده مفقود، متغیرهای اصلی تحلیل را تشکیل دادند. برای کنترل ناهمگنی ساختاری شرکت‌ها، چهار گروه گسترده صنعتی شامل بالادستی، میان‌دستی، پایین‌دستی و خدمات و تجهیزات در مدل‌ها تعریف شد و اثر سال نیز با متغیرهای مجازی سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۴ و

سال ۲۰۲۰ به‌عنوان گروه مبنا کنترل گردید. همچنین اندازه شرکت و اهرم مالی به‌عنوان متغیرهای کنترلی اصلی در مدل‌ها وارد شدند. قیمت نفت، رشد اقتصادی و تورم نیز در تحلیل‌های حساسیت مورد استفاده قرار گرفتند، زیرا با وجود اهمیت نظری، در نمونه حاضر به دلیل ثبات کشور مورد مطالعه و هم‌زمانی زیاد با متغیرهای سال، امکان ایجاد هم‌پوشانی اطلاعاتی میان این شاخص‌ها و اثرات زمانی وجود داشت.

گردآوری اطلاعات به روش اسنادی و بر پایه منابع ثانویه رسمی انجام شد. اطلاعات مالی شرکت‌ها از گزارش‌های سالانه حسابرسی شده و اسناد ثبت شده در سامانه رسمی افشای شرکت‌های بورسی استخراج شد. اطلاعات قیمت نفت از پایگاه‌های رسمی انرژی و داده‌های مربوط به رشد اقتصادی و تورم از پایگاه بانک جهانی گردآوری شد. فرایند استخراج برای هر مشاهده به‌گونه‌ای طراحی شد که شناسه شرکت، سال مالی، شناسه منبع، نشانی سند، واحد پول، مقیاس گزارشگری، وضعیت تلفیقی صورت‌های مالی، برچسب گزارشگری و محل استخراج رقم در فایل ممیزی ثبت شود. تمامی اقلام پولی پس از توجه به مقیاس گزارشگری به میلیون دلار تبدیل شدند تا مقایسه میان شرکت‌ها امکان‌پذیر شود. در مواردی که یک رقم مربوط به یک دوره مالی در گزارش‌های بعدی تجدید ارائه شده بود، آخرین رقم حسابرسی شده موجود در دوره مطالعه ملاک قرار گرفت. همچنین در صورت وجود تعارض میان منابع یا عدم امکان ردیابی مطمئن یک مقدار، داده مورد نظر به‌جای برآورد ذهنی با کد تپی ثبت شد. این رویه امکان بازتولید محاسبات و ارزیابی مستقل منشأ هر مشاهده را فراهم ساخت.

برای سنجش اقتصاد شبکه‌ای، تعداد یکنای مشارکت‌ها، سرمایه‌گذاری‌های شرکتی، سرمایه‌گذاری‌های مبتنی بر روش ارزش ویژه و سرمایه‌گذاری‌های مشترک که نام آن‌ها در افشاهای رسمی شرکت ذکر شده بود، استخراج شد. شاخص اقتصاد شبکه‌ای برای شرکت t در سال N_{it} نمایش داده شد و از رابطه زیر به دست آمد:

$$N_{it} = \sum_{p=1}^{P_{it}} I_{pit}$$

در این رابطه، I_{pit} برای هر سرمایه‌گذاری یا مشارکت واجد معیار ورود مقدار ۱ و در غیر این صورت مقدار ۰ می‌گیرد. در فرایند شمارش، هر عضو شبکه تنها یک بار محاسبه شد و نام‌هایی که به خود شرکت یا تکرار یک رابطه واحد مربوط بودند از شمارش مضاعف حذف شدند. بنابراین، مقدار بیشتر N_{it} نشان‌دهنده گستره بیشتر روابط رسمی سرمایه‌گذاری و مشارکت شرکت است و در این مطالعه به‌عنوان سنجش مشاهده‌پذیر اقتصاد شبکه‌ای در نظر گرفته شد.

بهینه‌سازی زنجیره تأمین در بعد هزینه‌ای عمدتاً از طریق نسبت هزینه‌های عملیاتی به درآمد اندازه‌گیری شد. این متغیر برای شرکت t در سال t از رابطه زیر محاسبه شد:

$$C_{it} = \frac{OE_{it}}{REV_{it}}$$

که در آن OE_{it} بیانگر هزینه‌های عملیاتی و REV_{it} بیانگر درآمد شرکت است. مقدار پایین‌تر این نسبت نشان‌دهنده بار هزینه‌ای کمتر و در نتیجه کارایی بیشتر در استفاده از منابع عملیاتی است. در تحلیل حساسیت، گردش موجودی نیز به‌عنوان یکی از شاخص‌های تکمیلی کارایی زنجیره تأمین محاسبه شد:

$$IT_{it} = \frac{COGS_{it}}{\frac{INV_{it} + INV_{i,t-1}}{2}}$$

که در آن $COGS_{it}$ بهای تمام شده کالای فروش رفته و INV_{it} موجودی پایان دوره است. افزایش گردش موجودی بیانگر سرعت بیشتر تبدیل موجودی به فروش است.

عملکرد کسب و کار با دو شاخص مکمل بازده دارایی ها و حاشیه سود خالص اندازه گیری شد. بازده دارایی ها از نسبت سود خالص به متوسط دارایی های ابتدا و انتهای دوره محاسبه شد:

$$ROA_{it} = \frac{NI_{it}}{\frac{TA_{it} + TA_{i,t-1}}{2}}$$

همچنین حاشیه سود خالص از رابطه زیر به دست آمد:

$$NPM_{it} = \frac{NI_{it}}{REV_{it}}$$

که در آن NI_{it} سود خالص و TA_{it} کل دارایی هاست. استفاده هم زمان از این دو متغیر امکان بررسی دو بعد متفاوت عملکرد را فراهم کرد؛ به گونه ای که بازده دارایی ها کارایی شرکت در ایجاد سود از منابع تحت کنترل و حاشیه سود خالص میزان سود حاصل از هر واحد درآمد را نشان می دهد. اندازه شرکت از لگاریتم طبیعی کل دارایی ها و اهرم مالی از نسبت کل بدهی ها به کل دارایی ها محاسبه شد:

$$SIZE_{it} = \ln(TA_{it})$$

$$LEV_{it} = \frac{TL_{it}}{TA_{it}}$$

که در آن TL_{it} کل بدهی های شرکت است.

کنترل کیفیت داده ها در سه سطح ساختاری، محاسباتی و منبع انجام شد. در سطح ساختاری، یکتایی ترکیب شناسه شرکت و سال مالی، دامنه مقادیر، نوع متغیرها و سازگاری واحدهای اندازه گیری بررسی شد. در سطح محاسباتی، نسبت های مالی از اقلام اولیه صورت های مالی مجدداً محاسبه و با مقادیر ذخیره شده تطبیق داده شدند. در سطح منبع نیز نمونه ثابتی شامل ۲۰ مشاهده مجدداً از اسناد اصلی استخراج و کدگذاری شد و تطابق منبع، بازاستخراج مالی، بازکدگذاری متغیر شبکه و محاسبه نسبت ها مورد بررسی قرار گرفت. داده های پرت با استفاده از قاعده فاصله میان چارکی شناسایی شدند:

$$IQR = Q_3 - Q_1$$

$$Lower\ Bound = Q_1 - 1.5(IQR)$$

$$Upper\ Bound = Q_3 + 1.5(IQR)$$

مشاهداتی که خارج از این محدوده قرار گرفتند در تحلیل اصلی حذف نشدند و اثر آن ها از طریق تحلیل حساسیت، مقایسه ضرایب و کنارگذاری مشاهدات اثرگذار بررسی شد.

تحلیل داده ها در دو سطح مکمل تبیینی و پیش بینانه انجام شد. در سطح تبیینی از IBM SPSS Statistics و در سطح پیش بینانه از IBM SPSS Modeler استفاده شد. در مرحله نخست، شاخص های آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، کمینه، بیشینه و توزیع متغیرها محاسبه شد و سپس روابط دو متغیره با ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن بررسی گردید. تفاوت متغیرهای اصلی میان بخش های صنعت نیز پیش از برآورد مدل های چندمتغیره ارزیابی شد. تحلیل استنباطی اصلی شامل رگرسیون سلسله مراتبی، مدل خطی تعمیم یافته با

خطاهای استاندارد مقاوم خوشه‌ای در سطح شرکت و تجزیه ماندلاک برای تفکیک آثار درون‌شرکتی و بین‌شرکتی بود. در رگرسیون سلسله‌مراتبی ابتدا اندازه شرکت، اهرم مالی، صنعت و سال وارد مدل شدند و سپس متغیر اقتصاد شبکه‌ای و در مدل‌های عملکرد، بار هزینه عملیاتی به معادله افزوده شد. سهم افزوده متغیرهای نظری بر اساس تغییر ضریب تعیین محاسبه شد:

$$\Delta R^2 = R_{Extended}^2 - R_{Control}^2$$

مدل نخست برای بررسی رابطه اقتصاد شبکه‌ای با بار هزینه عملیاتی به شکل زیر برآورد شد:

$$C_{it} = \beta_0 + \beta_1 N_{it} + \beta_2 SIZE_{it} + \beta_3 LEV_{it} + \sum \gamma_s SEG_{si} + \sum \lambda_t YEAR_t + \varepsilon_{it}$$

در این مدل، ضریب β_1 تغییر مورد انتظار نسبت هزینه عملیاتی را در برابر افزایش یک واحد در شاخص شبکه نشان می‌دهد. از آنجا که مقدار کمتر C_{it} نشان‌دهنده بار هزینه‌ای پایین‌تر است، ضریب منفی برای این رابطه با افزایش کارایی هزینه‌ای سازگار خواهد بود. برای بررسی پیامدهای عملکردی، بازده دارایی‌ها و حاشیه سود خالص به‌طور جداگانه به‌عنوان متغیر وابسته وارد مدل شدند. مدل بازده دارایی‌ها به صورت زیر تعریف شد:

$$ROA_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 N_{it} + \alpha_2 C_{it} + \alpha_3 SIZE_{it} + \alpha_4 LEV_{it} + \sum \phi_s SEG_{si} + \sum \psi_t YEAR_t + u_{it}$$

مدل حاشیه سود خالص نیز به شکل زیر برآورد شد:

$$NPM_{it} = \delta_0 + \delta_1 N_{it} + \delta_2 C_{it} + \delta_3 SIZE_{it} + \delta_4 LEV_{it} + \sum \kappa_s SEG_{si} + \sum \tau_t YEAR_t + v_{it}$$

در این معادلات، ضرایب مربوط به N_{it} رابطه اقتصاد شبکه‌ای با عملکرد کسب‌وکار و ضرایب مربوط به C_{it} رابطه بار هزینه‌ای زنجیره تأمین با عملکرد را نشان می‌دهند. در نتیجه، مجموعه مدل‌ها سه مسیر تحلیلی اصلی شامل رابطه اقتصاد شبکه‌ای با کارایی هزینه‌ای، رابطه اقتصاد شبکه‌ای با عملکرد کسب‌وکار و رابطه کارایی هزینه‌ای با عملکرد را پوشش می‌دهد. با توجه به اینکه داده‌های یک شرکت در سال‌های مختلف از یکدیگر مستقل نیستند، خطاهای استاندارد مقاوم خوشه‌ای در سطح شرکت محاسبه شد. ماتریس واریانس خوشه‌ای بر اساس رابطه کلی زیر برآورد شد:

$$\hat{V}_{CR} = (X'X)^{-1} \left(\sum_{g=1}^G X'_g \hat{u}_g \hat{u}'_g X_g \right) (X'X)^{-1}$$

که در آن g نشان‌دهنده شرکت، X_g ماتریس متغیرهای توضیحی و $\hat{u}_g$ بردار باقیمانده‌های مربوط به همان شرکت است. هم‌خطی چندگانه با عامل تورم واریانس بررسی شد:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

همچنین برای بررسی فروض و تشخیص‌های مدل از آماره دوربین - واتسون، آزمون شاپیرو - ویلک، آزمون بروش - پاگان، باقیمانده‌های استاندارد شده و فاصله کوک استفاده شد. تحلیل‌های حساسیت نیز شامل تبدیل لگاریتمی شاخص شبکه، حذف مشاهدات اثرگذار،

استفاده از بازده دارایی‌ها بر پایه دارایی پایان دوره، حاشیه سود تعدیل‌شده، ورود شاخص‌های کلان اقتصادی و برآورد مدل با اثرات ثابت شرکت بود.

برای تفکیک تفاوت‌های ساختاری میان شرکت‌ها از تغییرات سالانه داخل هر شرکت، تجزیه ماندلاک برای اقتصاد شبکه‌ای و نسبت هزینه عملیاتی انجام شد. در این روش، هر متغیر X_{it} به میانگین شرکت و انحراف مشاهده سالانه از میانگین شرکت تفکیک شد:

$$X_{it} = \bar{X}_i + (X_{it} - \bar{X}_i)$$

جزء $\bar{X}_i$ تفاوت پایدار میان شرکت‌ها و جزء $(X_{it} - \bar{X}_i)$ تغییرات درون‌شرکتی را بازنمایی می‌کند. برای مثال، مدل بازده دارایی‌ها بر اساس اجزای درون‌شرکتی و بین‌شرکتی شبکه و هزینه به‌صورت زیر برآورد شد:

$$ROA_{it} = \theta_0 + \theta_1(N_{it} - \bar{N}_i) + \theta_2\bar{N}_i + \theta_3(C_{it} - \bar{C}_i) + \theta_4\bar{C}_i + \theta_5SIZE_{it} + \theta_6LEV_{it} + \sum \eta_s SEG_{si} + \sum \mu_t YEAR_t + e_{it}$$

این تجزیه مشخص می‌کند که رابطه مشاهده‌شده میان اقتصاد شبکه‌ای، هزینه و عملکرد عمدتاً ناشی از تغییرات سالانه در یک شرکت است یا از تفاوت‌های ساختاری و پایدار میان شرکت‌ها ناشی می‌شود.

در مرحله داده‌کاوی، فرایند تحلیل بر مبنای مراحل شناخت مسئله، شناخت داده‌ها، آماده‌سازی داده، مدل‌سازی، ارزیابی و تفسیر نتایج در SPSS Modeler انجام شد. داده‌های سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ به‌عنوان مجموعه آموزش و داده‌های سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ به‌عنوان مجموعه آزمون تعریف شدند. استفاده از تقسیم زمانی به‌جای تقسیم تصادفی موجب شد ترتیب واقعی رخدادها حفظ شود و مدل‌ها بر اساس داده‌های گذشته توسعه یافته و بر دوره‌های جدیدتر ارزیابی شوند. در مدل پیش‌بینی بار هزینه عملیاتی، نسبت هزینه عملیاتی متغیر هدف و شاخص شبکه، اندازه شرکت، اهرم مالی، بخش صنعت و متغیرهای زمانی به‌عنوان ورودی تعریف شدند. در مدل عملکرد نیز بازده دارایی‌ها متغیر هدف بود و اقتصاد شبکه‌ای، نسبت هزینه عملیاتی و متغیرهای کنترلی به‌عنوان پیش‌بین وارد مدل شدند.

الگوریتم‌های رگرسیون خطی، درخت رگرسیون و طبقه‌بندی، درختان تصادفی، شبکه عصبی و مدل‌سازی خودکار عددی برای متغیرهای هدف پیوسته اجرا شدند. با توجه به اندازه نمونه، رگرسیون خطی و درخت رگرسیون به‌عنوان مدل‌های مرجع در نظر گرفته شدند و مدل‌های پیچیده‌تر علاوه بر میزان دقت، از نظر اختلاف عملکرد میان داده‌های آموزش و آزمون بررسی شدند تا احتمال بیش‌برازش ارزیابی شود. عملکرد پیش‌بینی با سه معیار اصلی خطای مطلق میانگین، ریشه میانگین مربع خطا و ضریب تعیین آزمون سنجیده شد. خطای مطلق میانگین از رابطه زیر محاسبه شد:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

ریشه میانگین مربع خطا نیز برابر بود با:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$



و ضریب تعیین پیش‌بینی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

مدلی مطلوب‌تر تلقی شد که در مجموعه آزمون دارای MAE و RMSE کمتر، R^2 بیشتر و اختلاف محدودتری میان عملکرد آموزش و آزمون باشد. علاوه بر این، اهمیت نسبی متغیرهای ورودی برای تفسیر مدیریتی مدل‌های داده‌کاوی استخراج و نرمال‌سازی شد:

$$I_j^* = \frac{I_j}{\sum_{k=1}^K I_k}$$

به‌گونه‌ای که مجموع اهمیت نسبی تمام پیش‌بین‌ها برابر ۱ بود. رتبه اهمیت متغیرها به‌تنهایی معیار انتخاب مدل محسوب نشد و انتخاب نهایی بر پایه عملکرد مدل در مجموعه آزمون انجام گرفت. در نهایت، نتایج پژوهش در دو سطح مکمل تفسیر شد؛ سطح تبیینی بر اندازه و جهت ضرایب، معناداری آماری، تغییر ضریب تعیین و تفکیک آثار درون‌شرکتی و بین‌شرکتی تمرکز داشت و سطح پیش‌بینانه بر خطای پیش‌بینی، توان تعمیم مدل به دوره‌های جدید و اهمیت نسبی متغیرهای ورودی متمرکز بود.

یافته‌ها

در این پژوهش، ساختار اولیه داده‌ها شامل ۱۰۰ مشاهده شرکت - سال مربوط به ۲۰ شرکت بورسی فعال در صنعت نفت و گاز ایالات متحده طی دوره ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ بود؛ به‌گونه‌ای که از هر شرکت پنج مشاهده سالانه در مجموعه اولیه وجود داشت و در هر سال نیز ۲۰ شرکت مورد بررسی قرار گرفتند. از نظر ترکیب بخشی، ۶ شرکت معادل ۳۰٪ درصد نمونه در بخش بالادستی، ۴ شرکت معادل ۲۰٪ درصد در بخش میانی‌دستی، ۵ شرکت معادل ۲۵٪ درصد در بخش پایین‌دستی و پالایش و ۵ شرکت معادل ۲۵٪ درصد در حوزه خدمات و تجهیزات نفتی قرار داشتند. به دلیل استفاده از داده‌های تاریخی شرکت‌ها، مشخصات جمعیت‌شناختی متعارف در سطح افراد موضوعیت نداشت و ویژگی‌های پایه نمونه بر اساس بخش فعالیت، سال مالی و پوشش داده‌های شرکت - سال گزارش شد. توزیع مشاهدات در پنج سال مورد بررسی برابر بود و هر یک از سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۲۱، ۲۰۲۲، ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ شامل ۲۰ مشاهده شرکت - سال، معادل ۲۰٪ درصد مجموعه اولیه بود. بررسی الگوی داده‌های مفقود نشان داد شاخص اقتصاد شبکه‌ای، اندازه شرکت، اهرم مالی و حاشیه سود خالص برای تمام ۱۰۰ مشاهده قابل استخراج بود، در حالی که نسبت هزینه عملیاتی و بازده دارایی‌ها برای ۸۰ مشاهده قابل محاسبه بودند. در نتیجه، پس از اعمال شرط کامل بودن تمام متغیرهای مورد نیاز هر مدل، مدل بار هزینه عملیاتی و مدل حاشیه سود خالص بر ۶۲ مشاهده متعلق به ۱۴ شرکت و مدل بازده دارایی‌ها بر ۵۱ مشاهده متعلق به ۱۴ شرکت اجرا شد. در بخش داده‌کاوی نیز مطابق تقسیم زمانی از پیش تعیین‌شده، مشاهدات مربوط به سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ برای آموزش و مشاهدات سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ برای آزمون مدل‌های پیش‌بین مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱

آمار توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش

متغیر	تعداد مشاهده	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
اقتصاد شبکه‌ای، تعداد روابط نام‌گذاری شده	۱۰۰	۶.۸۴	۴.۱۹	۱.۰۰	۱۹.۰۰
نسبت هزینه عملیاتی	۸۰	۰.۷۱۶	۰.۱۸۴	۰.۳۸۷	۱.۲۶۴
بازده دارایی‌ها	۸۰	۰.۰۶۸	۰.۰۷۶	-۰.۱۴۲	۰.۲۴۱
حاشیه سود خالص	۱۰۰	۰.۰۹۱	۰.۱۰۸	-۰.۲۲۶	۰.۳۱۸
اندازه شرکت، لگاریتم طبیعی دارایی‌ها	۱۰۰	۱۰.۴۳	۱.۲۷	۷.۸۸	۱۲.۷۶
اهرم مالی	۱۰۰	۰.۵۸۲	۰.۱۷۱	۰.۲۲۸	۰.۹۳۷
گردش موجودی	۴۹	۸.۶۳	۵.۱۴	۱.۷۹	۲۶.۴۱
قیمت نفت، دلار در هر بشکه	۱۰۰	۷۱.۸۷	۱۵.۳۲	۳۹.۱۷	۹۴.۵۳
رشد اقتصادی	۱۰۰	۲.۲۶	۲.۷۹	-۲.۱۶	۵.۹۵
تورم	۱۰۰	۴.۲۶	۲.۳۶	۱.۲۳	۸.۰۰

نتایج جدول ۱ نشان داد شرکت‌های مورد بررسی به‌طور متوسط ۶.۸۴ رابطه سرمایه‌گذاری یا مشارکت نام‌گذاری شده در افشاهای رسمی خود داشتند و پراکندگی نسبتاً زیاد این متغیر با انحراف معیار ۴.۱۹، وجود تفاوت قابل توجه در گستره ساختار شبکه‌ای شرکت‌ها را نشان داد. حداقل یک و حداکثر ۱۹ رابطه نیز بیانگر آن بود که برخی شرکت‌ها دارای شبکه سرمایه‌گذاری محدود و برخی دیگر دارای ساختار نسبتاً گسترده‌ای از مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های شرکتی بودند. میانگین نسبت هزینه عملیاتی برابر با ۰.۷۱۶ بود؛ بنابراین، به‌طور متوسط معادل ۷۱.۶ درصد درآمد شرکت‌ها در قالب هزینه‌های عملیاتی جذب شده بود. با این حال، دامنه ۰.۳۸۷ تا ۱.۲۶۴ نشان داد شدت هزینه میان شرکت‌ها و سال‌های مختلف تفاوت محسوسی داشته است و در برخی مشاهدات هزینه‌های عملیاتی از درآمد دوره نیز بیشتر بوده‌اند. میانگین بازده دارایی‌ها ۰.۰۶۸ بود که به معنای ایجاد حدود ۶.۸ درصد سود خالص به ازای متوسط دارایی‌های شرکت است، در حالی که مقدار منفی حداقل این متغیر وجود دوره‌های زیان‌ده را تأیید کرد. میانگین حاشیه سود خالص نیز ۰.۰۹۱ به دست آمد، اما دامنه -۰.۲۲۶ تا ۰.۳۱۸ نشان داد عملکرد سودآوری فروش در نمونه ناهمگن بوده است. میانگین اهرم مالی ۰.۵۸۲ بیانگر آن بود که در نمونه، نزدیک به ۵۸.۲ درصد منابع دارایی از محل بدهی تأمین شده است. گردش موجودی نیز در مشاهدات قابل محاسبه به‌طور متوسط ۸.۶۳ بار در سال بود. در مجموع، پراکندگی مناسب شاخص شبکه، نسبت هزینه و متغیرهای عملکردی نشان داد داده‌ها از تغییرپذیری کافی برای آزمون روابط مورد نظر برخوردار بودند و محدودیت اصلی داده‌ها بیشتر به الگوی مفقودی برخی متغیرهای عملیاتی، به‌ویژه گردش موجودی، مربوط می‌شد.

پیش از اجرای مدل‌های چندمتغیره، توزیع متغیرها، هم‌خطی، استقلال نسبی باقیمانده‌ها و مشاهدات اثرگذار بررسی شد. آزمون شاپیرو - ویلک برای برخی متغیرهای مالی و به‌ویژه شاخص شبکه و حاشیه سود خالص معنادار بود که با توجه به ماهیت داده‌های مالی و وجود مقادیر انتهایی قابل انتظار بود. در مقابل، بررسی نمودارهای باقیمانده نشان داد انحراف از نرمال بودن در سطحی نبود که جهت ضرایب را تحت تأثیر اساسی قرار دهد. آزمون بروش - پاگان در مدل‌های بازده دارایی‌ها و حاشیه سود خالص نشانه‌هایی از ناهمسانی واریانس نشان داد؛ از این‌رو، استنباط اصلی بر خطاهای استاندارد مقاوم خوشه‌ای در سطح شرکت استوار شد. مقادیر عامل تورم واریانس برای متغیرهای اصلی کمتر از ۳.۲۶ بود و هیچ‌یک به سطح ۵ نرسیدند؛ بنابراین، شواهدی از هم‌خطی شدید مشاهده نشد. آماره دوربین - واتسون نیز در مدل‌های پایه بین ۱.۷۳ و ۲.۰۸ قرار داشت. بررسی فاصله کوک چند مشاهده اثرگذار بالقوه را مشخص کرد، اما حذف آن‌ها در تحلیل حساسیت موجب تغییر جهت ضرایب اصلی نشد و از این‌رو مشاهدات مزبور در تحلیل پایه حفظ شدند.



جدول ۲

ضرایب همبستگی بین متغیرهای اصلی پژوهش

متغیر	اقتصاد شبکه‌ای	نسبت هزینه عملیاتی	بازده دارایی‌ها	حاشیه سود خالص	اندازه شرکت	اهرم مالی
اقتصاد شبکه‌ای	۱.۰۰۰					
نسبت هزینه عملیاتی	***۰.۳۴۲-	۱.۰۰۰				
بازده دارایی‌ها	*۰.۳۰۸	***۰.۵۲۶-	۱.۰۰۰			
حاشیه سود خالص	*۰.۲۸۹	***۰.۶۱۴-	***۰.۷۲۱	۱.۰۰۰		
اندازه شرکت	***۰.۴۵۸	۰.۱۸۶-	۰.۲۲۴	۰.۱۶۸	۱.۰۰۰	
اهرم مالی	۰.۱۱۸	***۰.۳۷۹	***۰.۴۰۶-	***۰.۳۶۷-	*۰.۲۷۳	۱.۰۰۰

نتایج جدول ۲ جهت اولیه روابط میان متغیرهای پژوهش را تأیید کرد. اقتصاد شبکه‌ای با نسبت هزینه عملیاتی دارای همبستگی منفی و معنادار بود ($r = -0.342, p < 0.01$)، به این معنا که شرکت - سال‌هایی که تعداد بیشتری از مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های نام‌گذاری شده داشتند، به‌طور متوسط نسبت هزینه عملیاتی پایین‌تری را نشان می‌دادند. این یافته در سطح دو متغیره با انتظار نظری پژوهش درباره همراهی گستردگی شبکه با کارایی هزینه‌ای سازگار بود. اقتصاد شبکه‌ای همچنین با بازده دارایی‌ها ($r = 0.308, p < 0.05$) و حاشیه سود خالص ($r = 0.289, p < 0.05$) رابطه مثبت داشت. قوی‌ترین روابط دو متغیره به نسبت هزینه عملیاتی مربوط بود؛ به‌طوری که این متغیر با بازده دارایی‌ها رابطه منفی ($r = -0.526, p < 0.001$) و با حاشیه سود خالص نیز رابطه منفی قوی‌تری ($r = -0.614, p < 0.001$) نشان داد. بنابراین، افزایش بار هزینه‌ای با کاهش هر دو شاخص عملکرد همراه بود. اندازه شرکت با اقتصاد شبکه‌ای همبستگی مثبت و معنادار داشت ($r = 0.458, p < 0.001$)، که نشان می‌دهد شرکت‌های بزرگ‌تر عموماً دارای تعداد بیشتری رابطه سرمایه‌گذاری و مشارکت بوده‌اند. اهرم مالی نیز با نسبت هزینه عملیاتی رابطه مثبت ($r = 0.379, p < 0.01$) و با بازده دارایی‌ها و حاشیه سود خالص روابط منفی معنادار داشت. با وجود این روابط، هیچ‌یک از همبستگی‌های میان متغیرهای توضیحی به سطحی نرسید که احتمال هم‌خطی جدی را مطرح کند و نتایج با مقادیر VIF به‌دست‌آمده در مدل‌های چندمتغیره سازگار بود.

جدول ۳

نتایج مدل‌های رگرسیونی برای بار هزینه عملیاتی و عملکرد کسب‌وکار

متغیر / شاخص	نسبت هزینه عملیاتی C	بازده دارایی‌ها ROA	حاشیه سود خالص NPM
اقتصاد شبکه‌ای	***۰.۰۶۴- (0.0025)	***۰.۰۰۴۲ (0.0019)	***۰.۰۰۶۱ (0.0025)
نسبت هزینه عملیاتی	—	***۰.۲۷۸- (0.0068)	***۰.۶۲۴- (0.0087)
اندازه شرکت	***۰.۰۱۸- (0.0014)	***۰.۰۰۰۷ (0.0005)	***۰.۰۰۰۹ (0.0007)
اهرم مالی	***۰.۲۸۷ (0.0097)	***۰.۱۰۴- (0.0034)	***۰.۱۳۱- (0.0045)
کنترل صنعت	بله	بله	بله
کنترل سال	بله	بله	بله
تعداد مشاهده	۶۲	۵۱	۶۲
تعداد شرکت	۱۴	۱۴	۱۴
R^2 مدل کنترل	۰.۳۳۳	۰.۳۴۱	۰.۲۹۶
R^2 پس از ورود اقتصاد شبکه‌ای	۰.۴۰۱	۰.۳۸۴	۰.۳۴۴
ΔR^2 اقتصاد شبکه‌ای	***۰.۰۶۸	***۰.۰۴۳	***۰.۰۴۸
R^2 مدل نهایی	۰.۴۰۱	۰.۵۲۶	۰.۶۰۳
ΔR^2 نسبت هزینه عملیاتی	—	***۰.۱۴۲	***۰.۲۵۹

نتایج جدول ۳ نشان داد پس از کنترل اندازه شرکت، اهرم مالی، گروه صنعت و سال، اقتصاد شبکه‌ای همچنان با شاخص‌های اصلی زنجیره تأمین و عملکرد رابطه معناداری داشت. در مدل نخست، ضریب اقتصاد شبکه‌ای برای نسبت هزینه عملیاتی برابر با -0.0064 بود ($p < 0.05$). بر این اساس، افزایش یک واحد در تعداد روابط شبکه‌ای افشاشده با کاهش متوسط 0.0064 واحدی نسبت هزینه عملیاتی همراه بود. با توجه به ماهیت این نسبت، علامت منفی ضریب نشان‌دهنده جهت مطلوب رابطه است؛ یعنی گستردگی بیشتر شبکه با بار هزینه‌ای کمتر همراه بود. ورود اقتصاد شبکه‌ای به مدل، ضریب تعیین را از 0.333 به 0.401 افزایش داد و تغییر ضریب تعیین برابر با 0.068 و از نظر آماری معنادار بود. بنابراین، شاخص شبکه پس از لحاظ متغیرهای کنترلی حدود 6.8 درصد واریانس اضافی در نسبت هزینه عملیاتی را توضیح داد. اهرم مالی نیز ضریب مثبت و معناداری داشت ($B' = 0.287$, $p < 0.01$) و نشان داد شرکت‌هایی با وابستگی بیشتر به بدهی، در سایر شرایط ثابت، بار هزینه عملیاتی بیشتری داشتند.

در مدل بازده دارایی‌ها، ضریب اقتصاد شبکه‌ای برابر با 0.0042 و معنادار بود ($p < 0.05$)، به این معنا که افزایش گستره شبکه با بازده دارایی بالاتر همراه بود. ورود اقتصاد شبکه‌ای در مرحله دوم موجب افزایش R^2 از 0.341 به 0.384 شد. با ورود نسبت هزینه عملیاتی، قدرت تبیین مدل به‌طور محسوسی افزایش یافت و R^2 نهایی به 0.526 رسید. ضریب نسبت هزینه عملیاتی برابر با -0.278 بود ($p < 0.001$)، بنابراین افزایش بار هزینه‌ای با کاهش بازده دارایی‌ها ارتباط داشت. سهم افزوده نسبت هزینه عملیاتی در توضیح بازده دارایی‌ها برابر با 14.2 درصد بود که از سهم افزوده اقتصاد شبکه‌ای بیشتر بود. در مدل حاشیه سود خالص نیز اقتصاد شبکه‌ای دارای ضریب مثبت 0.0061 و معنادار بود ($p < 0.05$). نسبت هزینه عملیاتی قوی‌ترین متغیر این مدل بود و ضریب -0.624 ($p < 0.001$) نشان داد افزایش هزینه‌های عملیاتی نسبت به درآمد، با کاهش قابل توجه حاشیه سود خالص همراه است. ورود نسبت هزینه عملیاتی موجب افزایش R^2 از 0.344 به 0.603 شد و 25.9 درصد قدرت تبیینی اضافی ایجاد کرد. اهرم مالی نیز در هر دو مدل عملکرد دارای ضریب منفی و معنادار بود. در مجموع، نتایج سه مدل با الگوی منسجم نشان دادند اقتصاد شبکه‌ای از یک سو با کاهش بار هزینه عملیاتی و از سوی دیگر با بهبود مستقیم شاخص‌های عملکرد همراه است و هم‌زمان، کاهش بار هزینه‌ای نیز رابطه قوی و مستقلى با عملکرد بهتر دارد.

برای بررسی استحکام نتایج، تحلیل‌های حساسیت با تبدیل لگاریتمی شاخص شبکه، حذف مشاهدات دارای فاصله کوک بالا، محاسبه بازده دارایی‌ها بر اساس دارایی پایان دوره، استفاده از حاشیه سود تعدیل‌شده و ورود متغیرهای کلان انجام شد. در تمام این تحلیل‌ها، جهت ضریب اقتصاد شبکه‌ای در مدل هزینه منفی و در مدل‌های عملکرد مثبت باقی ماند. همچنین علامت ضریب نسبت هزینه عملیاتی در مدل‌های عملکرد در تمام مشخصات منفی باقی ماند. اندازه ضرایب در برخی مشخصات کاهش یافت، اما نتیجه اصلی نسبت به تعریف جایگزین متغیرها و حذف مشاهدات اثرگذار پایدار بود. ورود هم‌زمان قیمت نفت، رشد اقتصادی و تورم موجب افزایش خطاهای استاندارد برخی ضرایب زمانی شد که با هم‌پوشانی این متغیرها با اثرات سال سازگار بود؛ با این حال، جهت متغیرهای اصلی پژوهش تغییر نکرد.

جدول ۴

نتایج تجزیه ماندلاک و عملکرد مدل‌های داده‌کاوی

بخش	شاخص / الگوریتم	نسبت هزینه عملیاتی	بازده دارایی‌ها	حاشیه سود خالص
ماندلاک	اثر درون شرکتی اقتصاد شبکه‌ای	-0.0041	$*0.0031$	0.0038
ماندلاک	اثر بین شرکتی اقتصاد شبکه‌ای	-0.0087	$*0.0068$	$***0.0094$
ماندلاک	اثر درون شرکتی بار هزینه	—	$*0.196-$	$***0.487-$



ماندلاک	اثر بین‌شرکتی بار هزینه	—	***۰.۳۳۱-	***۰.۷۱۸-
داده‌کاوی	رگرسیون خطی MAE :	۰.۱۰۸	۰.۰۴۳	—
داده‌کاوی	رگرسیون خطی RMSE :	۰.۱۳۹	۰.۰۵۷	—
داده‌کاوی	رگرسیون خطی R^2 :آزمون	۰.۴۶۲	۰.۳۸۴	—
داده‌کاوی	درخت رگرسیون MAE :	۰.۱۱۲	۰.۰۴۷	—
داده‌کاوی	درخت رگرسیون RMSE :	۰.۱۴۸	۰.۰۶۲	—
داده‌کاوی	درخت رگرسیون R^2 :آزمون	۰.۴۰۹	۰.۳۱۶	—
داده‌کاوی	درختان تصادفی MAE :	۰.۰۹۱	۰.۰۳۸	—
داده‌کاوی	درختان تصادفی RMSE :	۰.۱۲۱	۰.۰۵۱	—
داده‌کاوی	درختان تصادفی R^2 :آزمون	۰.۵۹۳	۰.۵۰۸	—
داده‌کاوی	شبکه عصبی MAE :	۰.۰۹۷	۰.۰۴۱	—
داده‌کاوی	شبکه عصبی RMSE :	۰.۱۲۹	۰.۰۵۴	—
داده‌کاوی	شبکه عصبی R^2 :آزمون	۰.۵۳۸	۰.۴۴۹	—
داده‌کاوی	مدل‌سازی خودکار عددی MAE :	۰.۰۸۸	۰.۰۳۶	—
داده‌کاوی	مدل‌سازی خودکار عددی RMSE :	۰.۱۱۷	۰.۰۴۸	—
داده‌کاوی	مدل‌سازی خودکار عددی R^2 :آزمون	۰.۶۱۸	۰.۵۵۷	—

نتایج جدول ۴ در بخش تجزیه ماندلاک نشان داد رابطه اقتصاد شبکه‌ای با متغیرهای پیامد، به‌طور کامل ناشی از تغییرات سالانه در داخل هر شرکت نبود و تفاوت‌های پایدار میان شرکت‌ها نیز سهم قابل توجهی در روابط مشاهده‌شده داشتند. اثر درون‌شرکتی اقتصاد شبکه‌ای بر نسبت هزینه عملیاتی برابر با -0.0041 بود، اما به سطح معناداری آماری نرسید؛ در مقابل، اثر بین‌شرکتی اقتصاد شبکه‌ای برابر با -0.0087 و معنادار بود ($p < 0.05$). بنابراین، بخش مهمی از رابطه منفی شبکه و بار هزینه از این واقعیت ناشی می‌شد که شرکت‌هایی با ساختار شبکه‌ای گسترده‌تر به‌طور پایدار نسبت هزینه عملیاتی پایین‌تری داشتند. در مدل بازده دارایی‌ها، هم اثر درون‌شرکتی اقتصاد شبکه‌ای ($B' = 0.0031, p < 0.05$) و هم اثر بین‌شرکتی آن ($B' = 0.0068, p < 0.05$) مثبت بود؛ بنابراین، هم افزایش سالانه شبکه در داخل شرکت و هم تفاوت ساختاری میان شرکت‌های دارای شبکه گسترده‌تر و محدودتر با بازده دارایی‌ها ارتباط داشت. در مدل حاشیه سود خالص، اثر بین‌شرکتی اقتصاد شبکه‌ای قوی‌تر و معنادار بود ($B' = 0.0094, p < 0.01$)، در حالی که اثر درون‌شرکتی مثبت ولی غیرمعنادار باقی ماند. در مورد نسبت هزینه عملیاتی، هر دو جزء درون‌شرکتی و بین‌شرکتی با عملکرد رابطه منفی داشتند؛ با این حال، اندازه ضرایب بین‌شرکتی در هر دو مدل عملکرد بزرگ‌تر بود. این الگو نشان می‌دهد تفاوت‌های پایدار در ساختار هزینه و معماری شبکه شرکت‌ها بخش مهمی از ناهمگنی عملکرد را توضیح می‌دهند، هرچند تغییرات سالانه درون شرکت نیز به‌ویژه برای بازده دارایی‌ها اهمیت دارد.

در بخش داده‌کاوی، مقایسه الگوریتم‌ها بر داده‌های آزمون سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ نشان داد مدل‌های غیرخطی و مجموعه‌ای در مجموع عملکرد پیش‌بینانه بهتری از مدل‌های مرجع ساده داشتند. برای پیش‌بینی نسبت هزینه عملیاتی، مدل‌سازی خودکار عددی کمترین MAE برابر با ۰.۰۸۸ و کمترین RMSE برابر با ۰.۱۱۷ را ثبت کرد و ضریب تعیین آزمون آن ۰.۶۱۸ بود؛ بنابراین، این مدل حدود ۶۱.۸ درصد تغییرات نسبت هزینه عملیاتی در دوره آزمون را توضیح داد. درختان تصادفی با $R^2 = 0.593$ ، MAE برابر با ۰.۰۹۱ و RMSE برابر با ۰.۱۲۱ در رتبه بعدی قرار گرفتند. شبکه عصبی نیز عملکردی بهتر از رگرسیون خطی و درخت رگرسیون منفرد نشان داد، اما فاصله آن با مدل‌سازی خودکار و درختان تصادفی باقی ماند. برای بازده دارایی‌ها نیز مدل‌سازی خودکار عددی بهترین عملکرد را داشت و MAE برابر با ۰.۰۳۶، RMSE برابر با ۰.۰۴۸ و R^2 آزمون برابر با ۰.۵۵۷ را ثبت کرد. درختان تصادفی با $R^2 = 0.508$ عملکرد دوم را داشتند، در حالی که رگرسیون خطی و درخت رگرسیون به‌ترتیب ضرایب تعیین آزمون ۰.۳۸۴ و ۰.۳۱۶ را نشان دادند. فاصله محدود میان عملکرد آموزش و آزمون

در مدل سازی خودکار و درختان تصادفی نشان داد بهبود دقت این الگوریتم ها صرفاً ناشی از برازش بیش از حد به داده های آموزشی نبوده است.

بررسی اهمیت نسبی پیش بین ها در بهترین مدل پیش بینی نسبت هزینه عملیاتی نشان داد اقتصاد شبکه ای با اهمیت نرمال شده ۰.۳۱ مهم ترین پیش بین مدل بود و پس از آن اهرم مالی با ۰.۲۴، اندازه شرکت با ۰.۱۷، گروه صنعت با ۰.۱۵ و متغیرهای سال با اهمیت جمعی ۰.۱۳ قرار گرفتند. در مدل پیش بینی بازده دارایی ها، نسبت هزینه عملیاتی با اهمیت ۰.۳۷ بیشترین سهم را در ساخت پیش بینی داشت و اقتصاد شبکه ای با اهمیت ۰.۲۳ در رتبه بعدی قرار گرفت. اهرم مالی با ۰.۱۶، اندازه شرکت با ۰.۱۰، گروه صنعت با ۰.۰۸ و متغیرهای سال با اهمیت جمعی ۰.۰۶ سایر ورودی های مدل را تشکیل دادند. بنابراین، نتایج داده کاوی با یافته های مدل های تبیینی هم جهت بود؛ به این معنا که بار هزینه عملیاتی یکی از مهم ترین متغیرهای مرتبط با عملکرد مالی بود و شاخص اقتصاد شبکه ای نیز علاوه بر ارتباط آماری معنادار در مدل های رگرسیونی، در مدل های پیش بینانه سهم قابل توجهی در توضیح تغییرات هزینه و عملکرد داشت.

در مجموع، یافته های پژوهش یک الگوی نسبتاً منسجم را در سه سطح توصیفی، تبیینی و پیش بینانه آشکار ساخت. شرکت هایی که دارای شبکه گسترده تری از مشارکت ها و سرمایه گذاری های نام گذاری شده بودند، به طور متوسط بار هزینه عملیاتی پایین تر و عملکرد مالی مطلوب تری نشان دادند. پس از کنترل اندازه شرکت، اهرم مالی، گروه صنعت و سال، اقتصاد شبکه ای همچنان با کاهش نسبت هزینه عملیاتی و افزایش بازده دارایی ها و حاشیه سود خالص همراه بود. از سوی دیگر، بار هزینه عملیاتی رابطه منفی و قوی با هر دو معیار عملکرد داشت و سهم افزوده آن در توضیح حاشیه سود خالص به ویژه قابل توجه بود. تجزیه ماندلاک نشان داد بخش مهمی از این روابط از تفاوت های ساختاری میان شرکت ها ناشی می شود، اما برای بازده دارایی ها تغییرات سالانه درون شرکت نیز معنادار بود. نتایج داده کاوی نیز نشان داد استفاده هم زمان از متغیرهای شبکه ای، هزینه ای و مالی امکان پیش بینی قابل قبول شاخص های اصلی را فراهم می سازد و الگوریتم های مجموعه ای و مدل سازی خودکار عددی در داده های متأخر عملکرد بهتری نسبت به مدل های خطی و درخت منفرد داشتند.

بحث و نتیجه گیری

یافته های پژوهش حاضر نشان داد که اقتصاد شبکه ای در صنعت نفت با دو پیامد اصلی همراه است: نخست، کاهش بار هزینه عملیاتی و دوم، بهبود عملکرد کسب و کار در قالب افزایش بازده دارایی ها و حاشیه سود خالص. در مدل مربوط به نسبت هزینه عملیاتی، ضریب اقتصاد شبکه ای منفی و معنادار بود و ورود این متغیر موجب افزایش قدرت تبیینی مدل شد. این نتیجه نشان می دهد شرکت هایی که از شبکه گسترده تری از مشارکت ها، سرمایه گذاری های مشترک و روابط سازمانی برخوردارند، در مقایسه با شرکت هایی با شبکه محدودتر، ظرفیت بیشتری برای کنترل هزینه های عملیاتی دارند. چنین الگویی با منطق اقتصاد شبکه ای سازگار است؛ زیرا گسترش روابط بین سازمانی می تواند موجب تسهیل دسترسی به منابع، کاهش هزینه های مبادله، افزایش امکان اشتراک اطلاعات و توزیع بهتر ریسک های عملیاتی شود. در اقتصاد شبکه ای، ارزش تنها در درون سازمان ایجاد نمی شود، بلکه بخشی از آن از کیفیت و گستره ارتباطات میان بنگاه و سایر بازیگران اقتصادی ناشی می شود. بر همین اساس، روابط شبکه ای می توانند نوعی سرمایه رابطه ای ایجاد کنند که از طریق کاهش اصطکاک های اطلاعاتی و افزایش هماهنگی به بهره وری عملیاتی منجر شود (Sawhney & Zabin, 2002). همچنین، تحول ساختارهای اقتصادی در بستر رسانه ها و شبکه های جدید، امکان افزایش سرعت تعامل و کاهش فاصله میان بازیگران را فراهم کرده است (Avetisyan, 2024). از این منظر، نتیجه پژوهش حاضر را می توان مؤید این دیدگاه دانست که ساختار شبکه ای شرکت ها، زمانی که با روابط قابل ردیابی و نسبتاً پایدار همراه باشد، می تواند به کاهش بخشی از ناکارآمدی های عملیاتی زنجیره تأمین منجر شود.

این یافته همچنین با مطالعات حوزه تحول دیجیتال و یکپارچگی زنجیره تأمین هم‌راستا است. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که دیجیتالی‌شدن زنجیره تأمین از طریق بهبود دسترسی به اطلاعات، افزایش شفافیت، کاهش تأخیرهای تصمیم‌گیری و تسهیل هماهنگی میان اعضای زنجیره می‌تواند عملکرد عملیاتی را ارتقا دهد (Rana et al., 2025). در صنعت نفت و گاز نیز استفاده از سامانه‌های دیجیتال و ابزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمانی، امکان تحلیل بلادرنگ داده‌ها و هماهنگی بهتر میان فعالیت‌های تأمین، تولید، نگهداری و توزیع را افزایش داده است (Pentyala, 2022; Tulli, 2024). از آنجا که شاخص اقتصاد شبکه‌ای در پژوهش حاضر بر تعداد روابط نام‌گذاری شده و مشارکت‌های قابل مشاهده شرکت‌ها استوار بود، می‌توان استنباط کرد که گسترش این روابط زمانی می‌تواند به کاهش بار هزینه منجر شود که جریان اطلاعات و هماهنگی میان اعضای شبکه به‌طور مؤثر مدیریت شود. در همین راستا، نتایج مربوط به صنعت نفت و گاز نشان می‌دهد دیجیتالی‌شدن زنجیره تأمین با بهبود عملکرد کسب‌وکار ارتباط دارد و نقش آن تنها به اتوماسیون محدود نیست، بلکه به بهبود کیفیت هماهنگی و تصمیم‌گیری نیز مربوط می‌شود (Jusoh, 2024). بنابراین، اقتصاد شبکه‌ای را می‌توان بستری دانست که در صورت پشتیبانی توسط زیرساخت‌های اطلاعاتی مناسب، به کاهش هزینه‌های هماهنگی و افزایش کارایی عملیاتی منجر می‌شود.

نتیجه مهم دیگر پژوهش، رابطه مثبت و معنادار اقتصاد شبکه‌ای با بازده دارایی‌ها و حاشیه سود خالص بود. این یافته نشان داد که گسترش شبکه تنها با کاهش هزینه‌ها همراه نیست، بلکه می‌تواند به‌طور مستقیم نیز با عملکرد مالی بهتر ارتباط داشته باشد. یکی از توضیحات ممکن آن است که شرکت‌های دارای شبکه گسترده‌تر، دسترسی بیشتری به منابع مکمل، فناوری، بازار، اطلاعات و تخصص‌های بیرونی دارند و می‌توانند از این منابع برای افزایش بهره‌برداری از دارایی‌ها و بهبود سودآوری استفاده کنند. در ادبیات اقتصاد شبکه‌ای نیز بر این موضوع تأکید شده است که ارزش روابط سازمانی می‌تواند به شکل یک دارایی نامشهود در خلق مزیت رقابتی نقش داشته باشد (Sawhney & Zabin, 2002). همچنین، مطالعات مربوط به قابلیت‌های سازمانی در اقتصاد شبکه‌ای نشان داده‌اند که توانایی ایجاد و مدیریت روابط بیرونی می‌تواند به عملکرد بهتر سازمانی منجر شود (Kucharska, 2019). این نتیجه با پژوهش‌هایی که نقش دارایی‌های نامشهود و منابع رابطه‌ای را در ایجاد مزیت رقابتی بررسی کرده‌اند نیز همسو است؛ زیرا مزیت رقابتی پایدار صرفاً از منابع درونی ناشی نمی‌شود و روابط بیرونی و موقعیت شرکت در شبکه نیز در آن نقش دارند (Agaba & Kalu, 2019). بر این اساس، افزایش بازده دارایی‌ها در شرکت‌های شبکه‌ای‌تر می‌تواند ناشی از استفاده مؤثرتر از منابع موجود از طریق دسترسی به ظرفیت‌ها و قابلیت‌های سایر اعضای شبکه باشد.

نتایج پژوهش همچنین نشان داد نسبت هزینه عملیاتی رابطه‌ای منفی و معنادار با هر دو شاخص عملکرد کسب‌وکار داشت و این رابطه در مورد حاشیه سود خالص قوی‌تر بود. این یافته از نظر اقتصادی قابل انتظار است؛ زیرا افزایش سهم هزینه‌های عملیاتی از درآمد مستقیماً ظرفیت شرکت برای حفظ سود را کاهش می‌دهد. با این حال، اهمیت نتیجه حاضر در آن است که بار هزینه عملیاتی حتی پس از کنترل اندازه شرکت، اهرم مالی، صنعت و سال همچنان یکی از مهم‌ترین متغیرهای توضیح‌دهنده عملکرد باقی ماند. این نتیجه با منطق مدیریت ناب در زنجیره تأمین صنعت نفت هم‌راستا است؛ زیرا هدف اصلی رویکرد ناب حذف اتلاف، کاهش فعالیت‌های فاقد ارزش افزوده و بهبود جریان منابع در زنجیره است (Etemadi & Kasraei, 2024). همچنین، پژوهش‌های حوزه زنجیره تأمین هوشمند تأکید دارند که یکی از مهم‌ترین پیامدهای استفاده از فناوری و هماهنگی بهتر، کاهش ناکارآمدی‌ها و بهبود استفاده از منابع است (Kumar, 2023). بنابراین، یافته حاضر نشان می‌دهد کنترل هزینه‌های عملیاتی می‌تواند یکی از مهم‌ترین مسیرهایی باشد که از طریق آن بهینه‌سازی زنجیره تأمین به عملکرد مالی بهتر منجر می‌شود.

از منظر تاب‌آوری و پایداری نیز نتایج قابل تفسیر است. کاهش هزینه در زنجیره تأمین نباید صرفاً به معنای فشرده‌سازی منابع یا حذف ظرفیت‌های انعطاف‌پذیر تلقی شود؛ زیرا چنین رویکردی ممکن است در کوتاه‌مدت هزینه را کاهش دهد اما آسیب‌پذیری زنجیره را

افزایش دهد. مطالعات مربوط به صنعت نفت فراساحلی نشان داده‌اند که کارایی زنجیره باید همراه با تاب‌آوری و پایداری بررسی شود و تصمیم‌های بهینه زمانی حاصل می‌شوند که محدودیت‌های فرآیندی و ریسک‌های اختلال هم‌زمان در نظر گرفته شوند (Karimi et al., 2024). در همین راستا، همکاری در زنجیره تأمین یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به پایداری و عملکرد بهتر معرفی شده است (Singh et al., 2025). بر این اساس، رابطه منفی مشاهده‌شده میان اقتصاد شبکه‌ای و بار هزینه می‌تواند منعکس‌کننده این واقعیت باشد که شرکت‌های دارای روابط گسترده‌تر قادرند بخشی از منابع، تخصص و ریسک را در سطح شبکه توزیع کنند و از ظرفیت اعضای دیگر برای حفظ جریان عملیات بهره ببرند. با این حال، این تفسیر باید با احتیاط انجام شود، زیرا شاخص استفاده‌شده در پژوهش حاضر تعداد روابط را اندازه‌گیری می‌کند و کیفیت یا شدت تعامل میان اعضا را مستقیماً نمی‌سنجد.

یافته‌های پژوهش در مورد نقش اهرم مالی نیز قابل توجه بود. اهرم مالی با افزایش نسبت هزینه عملیاتی و کاهش شاخص‌های عملکرد همراه بود. این نتیجه نشان می‌دهد شرکت‌هایی که سهم بیشتری از دارایی‌های خود را از طریق بدهی تأمین کرده‌اند، ممکن است به دلیل فشار هزینه‌های مالی، محدودیت منابع یا کاهش انعطاف‌پذیری تصمیم‌گیری با دشواری بیشتری در کنترل هزینه‌ها و حفظ سودآوری مواجه شوند. اگرچه تمرکز اصلی پژوهش بر اقتصاد شبکه‌ای بود، این یافته نشان می‌دهد ساختار سرمایه می‌تواند بر میزان بهره‌برداری شرکت از ظرفیت‌های شبکه‌ای نیز اثرگذار باشد. در این زمینه، پژوهش‌های مربوط به پلتفرم‌های مالی زنجیره تأمین نشان داده‌اند که سازوکارهای مالی نوآورانه می‌توانند محدودیت‌های مالی بنگاه‌ها را کاهش داده و از طریق بهبود دسترسی به منابع مالی و اطلاعاتی، به ایجاد مزیت رقابتی کمک کنند (Wang, 2025). همچنین، تأمین مالی زنجیره تأمین می‌تواند از طریق سرریز دانش و تقویت ارتباط میان شرکت‌های اصلی و شرکای آن‌ها زمینه نوآوری را فراهم کند (Huang et al., 2026). از این رو، پیوند میان ساختار مالی و اقتصاد شبکه‌ای می‌تواند یکی از سازوکارهای مهمی باشد که نیازمند بررسی بیشتر در پژوهش‌های آینده است.

نتایج تجزیه ماندلاک نشان داد بخش مهمی از روابط مشاهده‌شده میان اقتصاد شبکه‌ای، بار هزینه و عملکرد از تفاوت‌های پایدار میان شرکت‌ها ناشی می‌شود و صرفاً حاصل تغییرات سالانه درون شرکت نیست. اثر بین‌شرکتی اقتصاد شبکه‌ای بر بار هزینه و عملکرد در چند مدل قوی‌تر از اثر درون‌شرکتی بود. این نتیجه نشان می‌دهد شرکت‌هایی که به‌طور ساختاری دارای شبکه گسترده‌تری هستند، احتمالاً از ویژگی‌های سازمانی، مدیریتی و راهبردی متمایزی برخوردارند که در طول زمان نسبتاً پایدار باقی می‌مانند. چنین ویژگی‌هایی می‌توانند شامل تجربه بیشتر در مدیریت مشارکت‌ها، زیرساخت اطلاعاتی توسعه‌یافته‌تر، دسترسی وسیع‌تر به بازارها و قابلیت هماهنگی بین‌سازمانی باشند. یافته مذکور با مطالعاتی که بر نقش یکپارچگی فناوری، انعطاف‌پذیری و دوسوتوانی در عملکرد زنجیره تأمین تأکید کرده‌اند سازگار است (Rahman et al., 2025). همچنین، نتایج مربوط به دیجیتالی‌شدن زنجیره و چابکی نشان می‌دهد که مزایای فناوری زمانی آشکارتر می‌شود که شرکت از ظرفیت‌های سازمانی و نوآورانه لازم برای بهره‌برداری از آن برخوردار باشد (Wang et al., 2025). بنابراین، تفاوت میان شرکت‌ها در نتایج حاضر می‌تواند بازتاب تفاوت در بلوغ مدیریتی و ظرفیت بهره‌برداری از روابط شبکه‌ای باشد، نه صرفاً تفاوت در تعداد روابط.

با این حال، معناداری اثر درون‌شرکتی اقتصاد شبکه‌ای بر بازده دارایی‌ها نیز نشان داد که تغییرات سالانه در گستره شبکه می‌تواند با تغییر در عملکرد مالی یک شرکت همراه باشد. این موضوع از نظر مدیریتی مهم است؛ زیرا نشان می‌دهد رابطه شبکه و عملکرد صرفاً ناشی از ویژگی‌های ثابت شرکت‌های بزرگ و قدرتمند نیست و افزایش یا کاهش روابط شبکه‌ای در طول زمان نیز می‌تواند با تغییر عملکرد همراه باشد. این یافته با دیدگاه تحول دیجیتال زنجیره تأمین سازگار است که بر ماهیت پویا و قابل توسعه قابلیت‌های شبکه‌ای تأکید دارد (Rana et al., 2025). همچنین، پژوهش‌های مربوط به پاسخ‌گویی زنجیره تأمین نشان داده‌اند که بهبود شیوه‌های مدیریت زنجیره و افزایش توان

پاسخ‌گویی می‌تواند مزیت رقابتی را تقویت کند (Saputra et al., 2024). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که شرکت‌ها الزاماً در یک وضعیت شبکه‌ای ثابت باقی نمی‌مانند و تغییر در معماری ارتباطات و مشارکت‌های آن‌ها می‌تواند بخشی از تغییرات عملکرد را توضیح دهد. نتایج بخش داده‌کاوی نیز اهمیت ویژه‌ای داشت. مدل‌های غیرخطی و مجموعه‌ای، به‌ویژه درختان تصادفی و مدل‌سازی خودکار عددی، در پیش‌بینی نسبت هزینه عملیاتی و بازده دارایی‌ها عملکرد بهتری از رگرسیون خطی و درخت منفرد نشان دادند. این یافته حاکی از آن است که روابط میان متغیرهای شبکه‌ای، مالی و عملکردی احتمالاً کاملاً خطی نیستند و الگوریتم‌هایی که توانایی شناسایی تعامل‌ها، آستانه‌ها و الگوهای غیرخطی را دارند می‌توانند بخش بیشتری از تغییرات را توضیح دهند. این نتیجه با جهت‌گیری مطالعات مبتنی بر داده‌های بزرگ همخوان است که نشان داده‌اند روش‌های داده‌محور می‌توانند الگوهایی را آشکار کنند که در چارچوب‌های آماری ساده قابل مشاهده نیستند (Zhou & Zhou, 2022). همچنین، اهمیت تحلیل بلادرنگ و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده در زنجیره تأمین صنعت نفت در مطالعات مرتبط با تحول دیجیتال سامانه‌های ERP مورد تأکید قرار گرفته است (Pentyala, 2022; Tulli, 2024). بنابراین، استفاده از داده‌کاوی در کنار مدل‌های آماری نه فقط دقت پیش‌بینی را افزایش می‌دهد، بلکه می‌تواند به شناسایی ساختارهای پیچیده‌تر رابطه میان شبکه، هزینه و عملکرد نیز کمک کند.

اهمیت نسبی متغیرها در مدل‌های داده‌کاوی نیز با نتایج رگرسیونی هم‌جهت بود. در مدل پیش‌بینی نسبت هزینه عملیاتی، اقتصاد شبکه‌ای یکی از مهم‌ترین پیش‌بین‌ها بود و در مدل بازده دارایی‌ها، نسبت هزینه عملیاتی در رتبه نخست و اقتصاد شبکه‌ای در رتبه بعدی قرار گرفت. این همگرایی میان نتایج تبیینی و پیش‌بینانه اهمیت نظری یافته‌ها را تقویت می‌کند. به بیان دیگر، متغیرهایی که در مدل‌های رگرسیونی رابطه معناداری با پیامدها داشتند، در مدل‌های داده‌کاوی نیز نقش مهمی در پیش‌بینی ایفا کردند. با این حال، باید میان اهمیت پیش‌بین و رابطه علی تمایز قائل شد؛ زیرا الگوریتم‌های داده‌کاوی بر بهینه‌سازی دقت پیش‌بینی متمرکز هستند و اهمیت بالا لزوماً به معنای وجود رابطه علی مستقیم نیست. این تمایز در تحلیل‌های مدیریتی اهمیت دارد، زیرا هدف استفاده از مدل‌های پیش‌بین باید شناسایی الگوهای کاربردی برای تصمیم‌گیری باشد، نه جایگزینی استنتاج علی.

نتایج پژوهش از منظر تحول ساختارهای رقابتی نیز قابل توجه است. شبکه‌های بین‌سازمانی می‌توانند به شرکت‌ها امکان دهند دسترسی به منابع و بازارها را گسترش دهند و از مزایای مقیاس و تخصص شرکا استفاده کنند. این موضوع با یافته‌های مربوط به مدل‌های دوکاناله و ساختارهای چندمسیره عرضه نیز هم‌راستا است که نشان می‌دهند افزایش مسیرهای تعامل می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای خلق ارزش ایجاد کند، هرچند پیچیدگی تصمیم‌گیری را نیز افزایش می‌دهد (Putri & Pulansari, 2025). همچنین، شکل‌های نوین شبکه‌ای در حوزه مالی و دیجیتال نشان داده‌اند که ساختارهای غیرمتمرکز می‌توانند روابط سنتی قدرت بازار و قیمت‌گذاری را تغییر دهند (Webb, 2024). در صنعت نفت نیز توسعه شبکه‌های مشارکتی می‌تواند شکل سنتی تأمین و مالکیت منابع را تغییر داده و به سمت ساختارهایی حرکت کند که در آن ارزش از طریق ترکیب منابع چند بازیگر ایجاد می‌شود. این تحول زمانی بیشترین منفعت را ایجاد خواهد کرد که شرکت توانایی لازم برای مدیریت پیچیدگی شبکه و تبدیل ارتباطات به قابلیت عملیاتی را داشته باشد.

در نهایت، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد اقتصاد شبکه‌ای نباید صرفاً به‌عنوان یک پدیده ارتباطی یا دیجیتال در نظر گرفته شود، بلکه می‌تواند یک متغیر اقتصادی و عملیاتی مؤثر بر ساختار هزینه و عملکرد شرکت باشد. هم‌زمانی رابطه منفی شبکه با بار هزینه و رابطه مثبت آن با شاخص‌های عملکرد نشان می‌دهد توسعه شبکه‌های سازمانی می‌تواند با بهبود موقعیت شرکت در زنجیره ارزش همراه باشد. این نتیجه با ادبیات زنجیره تأمین سبز نیز همخوان است که بر نقش هماهنگی بین‌سازمانی، زیرساخت‌های مدیریتی و همکاری برای دستیابی به عملکرد پایدار تأکید دارد (Zarei et al., 2025). همچنین، همسویی نتایج با پژوهش‌های مربوط به همکاری محیط‌زیستی و پایداری نشان

می‌دهد که شبکه‌ای شدن می‌تواند بستری برای تحقق هم‌زمان اهداف اقتصادی و راهبردی باشد (Singh et al., 2025). برآیند یافته‌ها بیانگر آن است که اقتصاد شبکه‌ای در صنعت نفت زمانی می‌تواند به بهینه‌سازی زنجیره تأمین منجر شود که روابط ایجادشده به افزایش دسترسی به اطلاعات، هماهنگی، منابع و قابلیت‌های مکمل منجر شوند و در نهایت آثار آن‌ها در قالب کاهش هزینه و بهبود عملکرد مالی قابل مشاهده باشد.

پژوهش حاضر با چند محدودیت همراه بود که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست، نمونه به ۲۰ شرکت بورسی ایالات متحده و دوره زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ محدود بود و بنابراین تعمیم یافته‌ها به شرکت‌های خصوصی، شرکت‌های دولتی یا صنایع نفت و گاز سایر کشورها باید با احتیاط انجام شود. دوم، شاخص اقتصاد شبکه‌ای بر تعداد مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های نام‌گذاری شده در افشاهای رسمی شرکت‌ها استوار بود و اگرچه این شاخص از قابلیت ردیابی مناسبی برخوردار است، کیفیت روابط، شدت تعامل، میزان سرمایه‌گذاری، مدت مشارکت و موقعیت هر شریک در شبکه را مستقیماً اندازه‌گیری نمی‌کند. سوم، بخشی از متغیرهای عملیاتی با داده‌های مفقود مواجه بودند و به‌ویژه گردش موجودی و چرخه تبدیل وجه نقد امکان استفاده گسترده در مدل‌های اصلی را نداشتند. چهارم، حجم مؤثر نمونه در برخی مدل‌ها به دلیل استفاده از موارد کامل کاهش یافت و این امر می‌تواند توان آماری برخی آزمون‌ها را محدود کند. پنجم، مطالعه حاضر بر داده‌های ثانویه مالی و افشاشده استوار بود و متغیرهایی مانند کیفیت مدیریت، سطح بلوغ دیجیتال، کیفیت قراردادهای مشارکتی، اعتماد بین‌سازمانی و قابلیت‌های فناوری به‌صورت مستقیم در مدل‌ها وارد نشدند. در نهایت، طراحی پس‌رویدادی پژوهش امکان شناسایی همراهی آماری را فراهم می‌کند، اما برای استنتاج روابط علی قطعی میان اقتصاد شبکه‌ای، بهینه‌سازی زنجیره تأمین و عملکرد کسب‌وکار محدودیت دارد.

پژوهش‌های آینده می‌توانند دامنه زمانی و جغرافیایی مطالعه را گسترش داده و نمونه‌های بین‌المللی شامل شرکت‌های نفت و گاز در مناطق مختلف را مقایسه کنند تا مشخص شود رابطه اقتصاد شبکه‌ای با هزینه و عملکرد تا چه اندازه به محیط نهادی و ساختار بازار وابسته است. همچنین پیشنهاد می‌شود شاخص اقتصاد شبکه‌ای از سطح شمارش روابط فراتر رفته و با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی، معیارهایی مانند درجه مرکزی، بینابینی، تراکم شبکه، تنوع شرکا و قدرت پیوندها سنجیده شود. بررسی ارزش مالی یا حجم سرمایه‌گذاری هر رابطه نیز می‌تواند سنجه دقیق‌تری از شدت شبکه فراهم کند. پژوهش‌های آینده می‌توانند متغیرهای میانجی مانند یکپارچگی اطلاعات، چابکی زنجیره، قابلیت دیجیتال، نوآوری و تاب‌آوری و متغیرهای تعدیل‌گر مانند عدم قطعیت بازار، نوسان قیمت نفت و اندازه شرکت را در مدل وارد کنند. استفاده از داده‌های فصلی یا ماهانه نیز می‌تواند حساسیت بیشتری برای شناسایی روابط زمانی ایجاد کند. علاوه بر این، ترکیب روش‌های اقتصادسنجی پویا با الگوریتم‌های یادگیری ماشین و استفاده از اعتبارسنجی زمانی چندمرحله‌ای می‌تواند قدرت تعمیم نتایج را افزایش دهد. بررسی روابط غیرخطی، اثرات آستانه‌ای و تعامل میان اقتصاد شبکه‌ای و ساختار مالی نیز مسیر مناسبی برای پژوهش‌های آینده خواهد بود.

برای مدیران شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز پیشنهاد می‌شود توسعه شبکه مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مشترک به‌عنوان یک تصمیم صرفاً توسعه‌ای در نظر گرفته نشود، بلکه هر رابطه بر اساس اثر آن بر هزینه، دسترسی به منابع، سرعت تصمیم‌گیری و عملکرد مالی ارزیابی شود. ایجاد سامانه یکپارچه برای ثبت و پایش روابط شبکه‌ای می‌تواند به مدیران کمک کند تا هزینه و ارزش هر مشارکت را در طول زمان اندازه‌گیری کنند. همچنین، شرکت‌ها باید میان گسترش تعداد روابط و قابلیت مدیریت آن‌ها تعادل برقرار کنند؛ زیرا افزایش تعداد شرکا بدون زیرساخت هماهنگی مناسب می‌تواند هزینه‌های مدیریتی را افزایش دهد. سرمایه‌گذاری در یکپارچه‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی، تحلیل بلادرنگ داده‌های زنجیره تأمین و داشبوردهای پیش‌بینی هزینه می‌تواند امکان شناسایی سریع انحراف‌ها را فراهم سازد. پیشنهاد می‌شود شاخص‌هایی مانند نسبت هزینه عملیاتی، بازده دارایی‌ها و حاشیه سود خالص در کنار شاخص‌های شبکه به‌صورت مستمر پایش شوند



و تصمیم‌های مربوط به توسعه یا محدودسازی مشارکت‌ها بر اساس ترکیب این شاخص‌ها انجام گیرد. همچنین، استفاده از مدل‌های داده‌کاوی برای پیش‌بینی هزینه و عملکرد می‌تواند به عنوان مکمل تحلیل‌های مالی سنتی در فرایند برنامه‌ریزی و بودجه‌بندی مورد استفاده قرار گیرد. در نهایت، مدیریت باید بر توسعه شبکه‌هایی تمرکز کند که نه فقط تعداد روابط، بلکه کیفیت تبادل اطلاعات، قابلیت مکمل شرکا، انعطاف‌پذیری عملیاتی و توان ایجاد ارزش مشترک را افزایش دهند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

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

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Agaba, M., & Kalu, E. (2019). Brand Equity and Competitive Advantage in Alcoholic Beverage Products. *International Journal of Management and Network Economics*, 4(3), 246-262. <https://doi.org/10.1504/IJMNE.2019.105869>
- Avetisyan, A. (2024). The Impact of New Media in the Context of the Transformation of the Network Economy. *Economics, Finance and Accounting*, 1(13), 5. <https://doi.org/10.59503/29538009-2024.1.13-5>
- Etemadi, A., & Kasraei, A. (2024). Leaning the Supply Chain in the Oil and Gas Industry: A Case Study of Iran Marine Industrial Company. *Industrial Management Journal*(30), 36-44.
- Huang, R., Hua, G., Chen, Z., & Peng, J. (2026). How does supply chain finance impact green breakthrough innovation in the supply chain? Knowledge spillover effect based on core firms. *Research in Transportation Business & Management*, 65, 101582. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2025.101582>
- Jusoh, A. (2024). Digital Supply Chain and Business Performance: The Case of the Oil and Gas Industry. *Information Management and Business Review*. [https://doi.org/10.22610/imbr.v16i3\(i\)s.3998](https://doi.org/10.22610/imbr.v16i3(i)s.3998)
- Karimi, F., Haghighat Monfared, J., & Keramati, M. A. (2024). Evaluating Supply Chain Resilience and Sustainability Using an Integrated Theory of Constraints, Process Approach, and Multi-Attribute Decision-Making Approach: The Offshore Oil Industry. *Industrial Management Perspective*, 14(2), 34-65. <https://doi.org/10.48308/jimp.14.2.34>
- Kucharska, W. (2019). Personal branding-A new competency in the era of the network economy. Corporate brand performance implications. In *Corporate social responsibility in the manufacturing and services sectors* (pp. 19-34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33851-9_2
- Kumar, A. (2023). Challenges and Opportunities to Conduct a Smart Supply Chain Management in Oil and Gas Industry With a Sustainable Strategies. <https://doi.org/10.52783/jier.v3i2.171>

- Pentyala, D. (2022). Enhancing Supply Chain Management in the Oil and Gas Industry Through Digital Transformation of ERP Systems. *Research and Analysis Journal*. <https://doi.org/10.18535/raj.v5i1.278>
- Putri, N. P., & Pulansari, F. (2025). Pricing Strategy Analysis Based on Dual Channel Supply Chain (DCSC) Model Concept. *Afebi Management and Business Review*, 10(1), 64-76. <https://www.journal.afebi.org/index.php/ambr/article/view/952>
- Rahman, M. K., Hossain, M. A., Piprani, A. Z., & Abdullah, A. R. (2025). Impact of tech-driven integration, flexibility, and ambidexterity on supply chain integration and performance in manufacturing firms: moderating role of uncertainty and agility. *Future Business Journal*, 11(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00488-9>
- Rana, J., Daultani, Y., Goswami, M., & Kumar, S. (2025). Exploring the Impact of Supply Chain Digital Transformation on Supply Chain Performance: An Empirical Investigation. *Business Strategy and the Environment*, 34(3), 3497-3521. <https://doi.org/10.1002/bse.4157>
- Saputra, D., Lukman, S., & Pujani, V. (2024). Investigation of the Connections Between Supply Chain Management Practices and Supply Chain Responsiveness From Competitive Advantage in the Palm Oil Industry. *Ranah Research Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(5), 2182-2192. <https://doi.org/10.38035/rj.v6i5.1105>
- Sawhney, M., & Zabin, J. (2002). Managing and measuring relational equity in the network economy. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30(4), 313-332. <https://doi.org/10.1177/009207002236908>
- Singh, R. K., Mishra, R., & He, Q. (2025). Sustainable Supply Chain and Environmental Collaboration in the Supply Chain Management: Agenda for Future Research and Implications. *Business Strategy and the Environment*, 34(5), 5487-5513. <https://doi.org/10.1002/bse.4136>
- Tulli, S. K. C. (2024). Enhancing Supply Chain Efficiency in the Oil and Gas Industry: The Role of Digital Transformation in ERP Systems for Real-Time Analytics and Decision-Making. *Research and Analysis Journal*. <https://doi.org/10.18535/raj.v7i03.394>
- Wang, C., Wang, W., Li, S., & Chen, X. (2025). The Innovative Roles of Supply Chain Finance Platforms in Generating Competitive Advantage. *Journal of Business Logistics*, 46(2). <https://doi.org/10.1111/jbl.70006>
- Wang, M. (2025). Supply Chain Digitalization and Agility: How Does Firm Innovation Matter in Companies? *Journal of Business Logistics*. <https://doi.org/10.1111/jbl.70007>
- Webb, A. (2024). Decentralized Finance (DeFi) and Its Implications on Traditional Network Economics: A Comparative Study on Market Power, Pricing Dynamics, and User Adoption. *International Journal of Cryptocurrency Research*, 4(1), 40-46. <https://doi.org/10.51483/ijccr.4.1.2024.40-46>
- Zarei, K., Mashayekhi Nezamabadi, A., & Zarri. (2025). Identifying Key Factors and a Success Model for Implementing Green Supply Chain Management in Iran's Construction Industry. *Dynamic Analysis in Management and Business*, 3(4), 1-22.
- Zhou, X., & Zhou, Y. (2022). Research on the Innovative Marketing Model of E-Commerce Platform Driven by Big Data in the Era of Network Economy. *Mobile Information Systems*, 2022, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/1551264>