Amirkabir Journal of Civil Engineering

Amirkabir J. Civil Eng., 55(4) (2023) 175-178
DOI: 10.22060/ceej.2023.21184.7643

The Investigation of Risk Management at the Stage of Construction with Interpretive Structural Modeling method (Case Study: Yazd-Naein Oil Pipeline Construction Project)

M. Sohrabi, H. Soltanpanah, A. A. Nasrizar , M. S. Sabeti

Department of Civil Engineering, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

ABSTRACT: Recognizing the nature of risks effectively on oil projects is an important issue in the risk management of companies such as the Iranian Oil Pipeline and Telecommunication Company. This study aims at identifying risks and extracting the structure of relationships between critical risks of the Yazd-Naein oil pipeline construction project using Interpretative Structural Modeling (ISM) to help the pillars of the project. To do this, using different techniques, first, the critical risks of the project are identified and prioritized, and then using ISM, the reciprocal relationships between risks and their effectiveness on each other are recognized. This study has attempted to make a more realistic comprehension for confrontation with non-security caused by the risks of the Yazd-Naein oil pipeline construction project using ISM. The results showed that sanctions risk on project has to be concentrated by risk management since it has the highest effect on other risks and the least affectability from them. Also, since the opinion of experts has been used in this study, in the case of using in similar projects, it is expected that the implementation of the mentioned structure may positively and significantly influence the achievement of project goals such as cost, time, project scope, quality and sanitation, security and environment.

Review History:

Received: Mar. 05, 2022
Revised: Feb. 21, 2023
Accepted: Feb. 22, 2023
Available Online: Mar. 05, 2023

Keywords:

Risk management
risk identification
risk analysis
interpretive structural modeling (ISM)
Cross-Impact matrix multiplication applied to classification

1- Introduction

The oil and gas industry is important and strategic for every country and plays an important role in the economic development of that country [1]. Since oil and gas projects include different risks, the management of such risks is important to make sure of the successful performance of the projects [2, 3]. The pipeline is a safe and economical method to transport oil products exposed to a wide range of risks and in the case of the occurrence of such risks, there is the probability of so severe and unpleasant accidents. Recently, so many studies have been conducted in the field of project risk [4]. Kraidi et al [5] investigated risk factors related to oil and gas pipelines in Iraq focusing on the identification and analysis of risks caused by the third-party disorder to prepare comprehensive pattern of risk management. Zuofa and Ochieng [6] investigated risk management methods in the oil and gas industry of Nigeria and concluded that unawareness about project risk management, lack of education, bureaucratic government system, and imperfect formation of a team are among factors that limit the effectiveness of project risk management. The previous studies reveal that due to limited resources on the identification and recognition of cross-impact between the risks of oil pipelines construction projects in Iran, there is a research gap in this field. Therefore, it is necessary to use a method to achieve cross-impact among the risks of these projects and show their effectiveness and affectability on each other and make a more realistic comprehension for confrontation with non-security caused by such risks.

2- Methodology

This study aims at identifying the critical risks of the construction project of Yazd-Naein 16-inch with a comprehensive study and investigation to extract the structure of relations between these risks. This strategic study is considered among mixed studies and is considered an applied one in purpose. In this project, totally 60 risks were identified and prioritized using the checklist, interview and using similar projects by 24 managers and supervisors of projects and also experts involved in oil pipelines construction projects. Next, the identified risks were analyzed based on probability-impact assessment technique by 10 experts and through interviews and holding sessions, and the probability and impact score of each risk was achieved, after the qualitative analysis of the risks, the risks were quantified and prioritized and the risks were categorized in three critical, important and acceptable groups.

*Corresponding author's email: heresh@iausdj.ac.ir

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to Amirkabir University Press. The content of this article is subject to the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC 4.0) License. For more information, please visit https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.

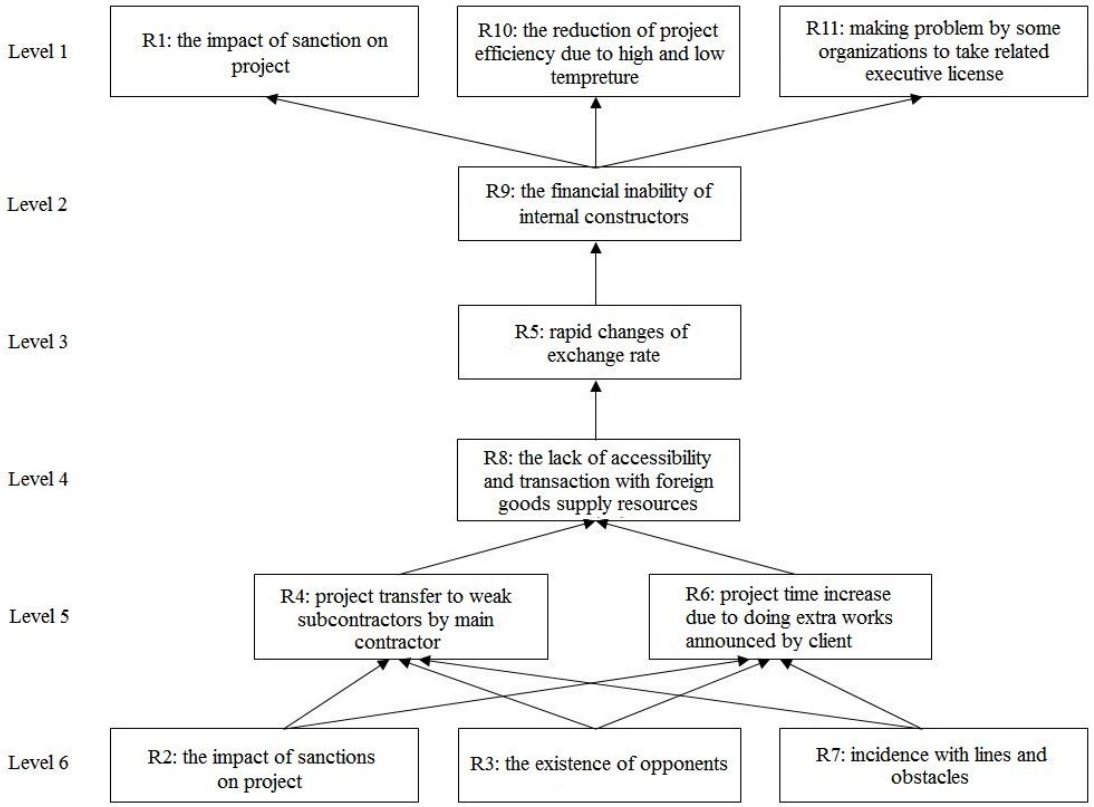

Figure 1. the interaction network of ISM

3- Research Findings

Among 90 prioritized risks, 11 risks were identified as critical ones. Then, to extract the structure of cross-impact among critical risks, ISM was implemented. Figure 1 shows the ultimate ISM achieved in this study which has been consisted of six levels. Risks of level six are the most effective ones which directly influence level five risks. The risks of level five also directly influence the risks of level four and these impacts continue level to level and to the first level. In this model, the risks of level one are the most impressible ones. Next, using cross-impact matrix analysis, the type of variables has been specified considering their impact on other variables, and variables are divided into four groups of autonomous, dependent, interface, and independent. Accordingly, the risk of sanctions impact on the project is among independent variables such variables have low dependence and high conduction. In other words, high effectiveness and low affectability are among the features of such variables. The risks of sanction impact on the project and project time increase are considered among dependent variables due to extra works announced by the client. Such variables have strong dependence and weak conduction, such variables have mainly high affectability and low impact on the system. The risk of project transfer to weak subcontractors by the contractor is considered interface, such variables enjoy high independence and high conduction power, in other words, the effectiveness and affectability of such criterion are so high and any small change on these variables causes basic changes in the system. The other risks are considered autonomous, that is they have low independence and conduction power, such criterion generally separate from the system because they have weak connections with the system. Any change in these variables doesn't cause serious change in the system.

4- Discussion & Conclusion

This study aims at identifying critical risks of the Yazd-Naein oil pipeline construction project with a comprehensive study and investigation and extracting the structure of relations among such variables. Therefore, with the help of the interpretive structural modeling process, reciprocal relations among risks were achieved, next according to cross-impact matrix analysis the type of variables has been specified considering effectiveness on other variables. This study represents a new recognition of the nature of the risks of the Yazd-Naein oil pipeline construction project and represents their levels. This study has made an effort to represent conditions for a reasonable decision-making for managers in confrontation with non-security and the risks of the Yazd-Naein oil pipeline construction project using the ISM method and consequently reduces the impact of key risks

on projects and meanwhile helps managers understand across impact between different risks of Yazd-Naein oil pipeline construction project and its consequences on decision-makings about the response to risk strategies. Most studies have been conducted on the identification and management of the risks in oil pipelines construction projects in Iran only identified the risks and no study has been conducted on the identification and analysis of reciprocal relations among the risks of oil pipelines construction projects so far. Therefore, this study has an innovative aspect and causes a more realistic understanding for confrontation with non-security caused by the risks of oil pipeline construction projects. Since the opinions of experts involved in oil pipeline construction projects in Iran have been used in this study, it is expected that the implementation of the mentioned structure in this study may have a positive and significant effect on the achievement of the research goals in the case of being used in similar projects.

References

[1] A. Correljé, C. Van der Linde, Energy supply security and geopolitics: A European perspective, Energy Policy, 34(5) (2006) 532–543.

[2] D. Cooper, P. Bosnich, S. Grey, G. Purdy, G. Raymond, P. Walker, M. Wood, Project Risk Management Guidelines: Managing Risk with ISO 31000 and IEC 62198, John Wiley & Sons, 2014.

[3] T. Aven, J.E. Vinnem, H.S. Wiencke, A decision framework for risk management, with application to the offshore oil and gas industry, Reliability Engineering & System Safety, 92(4) (2007) 433-448.

[4] PMI, Project Management Institute, a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Newton Square, Project Management Institute, (2016).

[5] L. Kraidi, R. Shah, W. Matipa, F. Borthwick, Analyzing the critical risk factors associated with oil and gas pipeline projects in Iraq, International Journal of Critical Infrastructure Protection, 24 (2019) 14-22.

[6] T. Zuofa, E.G. Ochieng, Issues in risk management: the perspectives of managers in Nigeria's oil and gas industry, International Journal of Engineering Research & Technology, 3(4) (2014) 369-374.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

M. Sohrabi, H. Soltanpanah, A. A. Nasrizar , M. S. Sabeti, The Investigation of Risk Management at the Stage of Construction with Interpretive Structural Modeling method (Case Study: Yazd-Naein Oil Pipeline Construction Project) , Amirkabir J. Civil Eng., 55(4) (2023) 175-178.

DOI: 10.22060/ceej.2023.21184.7643

This page intentionally left blank

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۵، شماره ۴، سال ۱۴۰۲، صفحات ۸۳۳ تا ۸۴۸
DOI: 10.22060/ceej.2023.21184.7643

بررسی‌مدیریت ریسک در مرحله احداث با روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (مطالعه‌موردی: پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین)

میثم سهرابی، هیرش سلطان‌پناه*، امیراسعد نصری زر، محمدصدیق ثابتی

گروه مهندسی عمران، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

خلاصه: شناخت ماهیت ریسک‌های تأثیرگذار بر پروژه‌های نفتی یک موضوع مهم در مدیریت ریسک در شرکت‌هایی مانند شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران است. هدف این مقاله، شناسایی ریسک‌ها و استخراج ساختار روابط میان ریسک‌های بحرانی پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین با به‌کارگیری رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری جهت کمک به ارکان پروژه می‌باشد. برای این کار ابتدا با استفاده از تکنیک‌های مختلف، ریسک‌های بحرانی پروژه شناسایی و اولویت‌بندی شده و سپس با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط متقابل میان ریسک‌ها و قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها بر یکدیگر مشخص شدند. در این مقاله تلاش شد با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری درک واقع‌بینانه‌تری جهت مواجهه با عدم اطمینان ناشی از ریسک‌های پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین ایجاد گردد. نتایج پژوهش نشان داد که ریسک تحریم‌ها بر پروژه به جهت آنکه دارای بیشترین تأثیر بر سایر ریسک‌ها است و کمترین اثرپذیری را از آن‌ها دارد، می‌بایست در کانون توجه مدیریت ریسک قرار گیرد. همچنین ازآنجاکه در این پژوهش از نظرات کارشناسان و افراد خبره درگیر در پروژه استفاده گردیده است، انتظار می‌رود اجرای ساختار بیان‌شده در این مقاله بتواند در صورت به‌کارگیری در پروژه‌های مشابه، تأثیر مثبت و به سزایی جهت تحقق اهداف پروژه از قبیل هزینه، زمان، محدوده پروژه، کیفیت و بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست داشته باشد.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴
بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۰۲
پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۳
ارائه آنلاین: ۱۴۰۱/۱۲/۱۴

کلمات کلیدی:
مدیریت ریسک
شناسایی ریسک
تجزیه‌وتحلیل ریسک
مدل‌سازی ساختاری تفسیری
تحلیل ماتریسی تأثیر متقابل

۱- مقدمه

سازمان‌ها همواره با طیف گسترده‌ای از خطرات مخرب بالقوه روبه‌رو می‌شوند و سازمان‌هایی موفق‌ترند که بتوانند ریسک‌هایی را که در معرض آن‌ها قرار دارند مدیریت کنند [۱]. صنعت نفت و گاز برای هر کشوری مهم و استراتژیک است و نقش مهمی در توسعه اقتصادی آن کشور دارد [۲]. به دلیل تأثیرات قابل‌توجه آن بر همه جنبه‌های مشاغل دیگر، از مهم‌ترین بخش‌ها می‌باشد [۳]. پروژه‌ها، ستون فقرات فعالیت‌های صنعت و گاز هستند که هدف آن‌ها برآورده کردن تقاضای جهانی انرژی است. پروژه‌های نفت و گاز پیچیده، پر ریسک، نامشخص و از نظر فنی دشوار هستند و باید به بودجه‌ها و برنامه‌های سخت پایبند باشند [۴]. استفاده مؤثر از شیوه‌های مدیریت پروژه می‌تواند در غلبه بر چالش‌هایی که ذینفعان پروژه‌های نفت و گاز را درگیر می‌کند کمک کند [۵]. ازآنجاکه پروژه‌های نفت و گاز ریسک‌های متعددی را شامل می‌شوند، مدیریت این ریسک‌ها برای اطمینان از عملکرد موفق پروژه مهم می‌باشد [۶، ۷]. خطوط لوله یک روش ایمن و اقتصادی برای حمل مواد نفتی است که در معرض طیف وسیعی از ریسک‌ها قرار دارند و در صورت وقوع این ریسک‌ها، احتمال بروز حوادث بسیار شدید و ناگواری وجود دارد. شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران سال‌هاست که متولی اجرای پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت می‌باشد، لذا با توجه به پیچیدگی و دشواری این پروژه‌ها احتمال بروز حوادث ناشی از وقوع ریسک‌ها و تأثیر آن‌ها بر اهداف پروژه وجود دارد. هدف این مقاله، شناسایی ریسک‌ها و استخراج ساختار روابط میان ریسک‌های بحرانی پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین جهت کمک به ارکان پروژه می‌باشد. برای این کار ابتدا ریسک‌های بحرانی پروژه شناسایی و اولویت‌بندی شده و سپس با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط متقابل میان ریسک‌ها و قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها بر یکدیگر مشخص می‌شوند.

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: heresh@iausdj.ac.ir

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

جدول ۱. تعدادی از مدل‌های معتبر در زمینه مدیریت ریسک

Table 1. A number of valid models in the field of risk management

مدل	گام‌های مدل	منابع
Boehm	شناسایی ریسک- تجزیه‌وتحلیل ریسک- اولویت‌بندی ریسک- برنامه‌ریزی مدیریت ریسک- رفع ریسک- نظارت بر ریسک.	(بوهم، ۱۹۹۱) [۱۱]
Wideman	شناسایی ریسک- ارزیابی- توسعه پاسخ به ریسک- مستندسازی ریسک.	(وایدمن، ۱۹۹۲) [۱۲]
SHAMPU	تعریف پروژه، تمرکز بر فرآیند، شناسایی مسائل، ساختار مسائل، تعیین مالکیت، برآورد تغییرات، ارزیابی کلی تفسیرها، کنترل برنامه و مدیریت پیاده‌سازی.	(چاپمن و وارد، ۱۹۹۷) [۱۳]
PRAM	تعریف پروژه- تمرکز بر پرام- شناسایی- ارزیابی- برنامه‌ریزی- مدیریت.	(وارد، ۱۹۹۹) [۱۴]
ALARM	هدف استراتژیک سازمان‌ها- ارزیابی ریسک- گزارش دهی ریسک- تصمیم‌گیری- درمان ریسک- گزارش دهی ریسک باقیمانده- نظارت.	(آی آر ام، ۲۰۰۲) [۱۵]
AS/NZS4360	زمینه‌سازی- شناسایی ریسک‌ها- تجزیه‌وتحلیل ریسک‌ها- سنجش ریسک‌ها- درمان ریسک- نظارت و بازنگری- ثبت فرآیند مدیریت ریسک- ارتباط و مشاوره.	(استاندارد استرالیا، ۲۰۰۴) [۱۶]
PRINCE2	شناسایی ریسک- ارزیابی ریسک- برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک - پیاده‌سازی پاسخ‌ها- برقراری ارتباط.	(او جی سی، ۲۰۱۷) [۱۷]
PMBOK	برنامه‌ریزی مدیریت ریسک- شناسایی ریسک‌ها- انجام تحلیل کیفی ریسک- انجام تحلیل کمی ریسک- برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک- اجرای پاسخ‌های ریسک- نظارت ریسک‌ها.	(پی ام آی، ۲۰۱۷) [۱۸]

۲- پیشینه تحقیق

پروژه‌های ساخت، بالاترین میزان شکست را متحمل می‌شوند و مدیریت ریسک به یک بخش جدایی‌ناپذیر مدیریت پروژه تبدیل شده است. هر نوع ریسکی که ممکن است در اهداف پروژه تأثیر بگذارد باید زود شناسایی شود و برای مقابله با آن‌ها باید طرحی تدوین گردد [۸]. نقش و اهمیت مدیریت ریسک در موفقیت پروژه توسط متخصصین و پژوهشگران اثبات شده است [۹]. بسیاری از سازمان‌ها به نقش مثبت مدیریت ریسک در پروژه‌ها اذعان نموده‌اند و معتقدند که اگرچه نمی‌توان ریسک‌های پروژه را به‌طور کامل از بین برد، اما می‌توان آن‌ها را کنترل کرد [۱۰]. مدیریت ریسک امروزه یک مفهوم بسیار شناخته‌شده در صنعت است. از سال ۱۹۹۰ میلادی به بعد، مدل‌های ریسک مختلفی با هدف افزایش موفقیت پروژه‌ها مطرح شد [۶]. برخی از این مدل‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

در سال‌های اخیر، تحقیقات زیادی در زمینه ریسک پروژه انجام شده است [۱۹] که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است. داندا و همکاران [۲۰] مقوله‌های مختلف ریسک و موانع مدیریت ریسک را در پروژه‌های داخلی و بین‌المللی بررسی کردند و درنهایت تعامل بین موانع در مدیریت ریسک پروژه را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند. پیژوتو و همکاران [۲۱] در پژوهشی که بر روی سازمان انرژی الکتریک پرتقال داشتند مشخص کردند که بیشترین ریسک‌های شناخته‌شده در پروژه منبع فنی و خارجی دارند. شابارچین و تسفاماریام [۲۲] یک رویکرد ارزیابی ریسک لرزه‌ای احتمالی را برای زیرساخت‌های خط لوله واقع در شمال شرقی بریتیش کلمبیا، کانادا ارائه نمودند. بای و همکاران [۲۳] در پژوهشی زمین‌لغزش‌های ناشی از ساخت خط لوله، ویژگی‌های زمین‌لغزش‌ها در طول دوره ساخت و همچنین ارزیابی ریسک طولانی شدن زمان پروژه ساخت خط لوله انتقال نفت و گاز در چین را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند. یو و همکاران [۲۴] یک بینش جدید برای ارزیابی ریسک مربوط به فرآیند تعمیرات و نگهداری خطوط لوله انتقال نفت و گاز ساحلی تحت عدم قطعیت با استفاده از روش AHP و دانش متخصصین ارائه دادند. کریدی و همکاران [۲۵] عوامل ریسک مرتبط با پروژه‌های خط لوله نفت و گاز در عراق را با تمرکز بر شناسایی و تجزیه‌وتحلیل ریسک‌های ناشی از اختلال شخص ثالث، به‌منظور تدوین الگوی جامع مدیریت ریسک موردبررسی قرار دادند. وو و همکاران [۲۶] در پژوهشی، ریسک‌های پروژه خط لوله دریایی را با ادغام مدل‌سازی ساختاری تفسیری و شبکه بیزی مورد ارزیابی قرار دادند. زوفا و اوچینگ [۲۷] شیوه‌های مدیریت ریسک در صنعت نفت و گاز نیجریه را موردبررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که عدم آگاهی در مورد مدیریت ریسک پروژه، عدم آموزش، سیستم دولتی بوروکراتیک و تشکیل ناقص تیم از جمله عواملی هستند که اثربخشی مدیریت ریسک پروژه را محدود می‌کنند. دی [۲۸] در پژوهشی، ریسک‌های پروژه احداث خط لوله نفت در هند را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داد. کرچویز [۲۹] در

پژوهشی، یک مدل جدید مبتنی بر رویکردهای پیشگیرانه و کل‌نگر ارائه داد که توسعه‌ای از تحلیل ریسک سنتی به سمت مدیریت ریسک پیچیده در پروژه‌های حفاری افقی است. در این مدل تجزیه‌وتحلیل درخت خطای فازی، شاخص وزنی فازی و یک ماتریس پاسخ ریسک از فرآیند مدیریت ریسک پشتیبانی می‌کنند. به‌طورکلی، ۱۴۷ استراتژی اصلاح ریسک برای تمامی ریسک‌های حفاری افقی شناسایی‌شده پیشنهاد شد. استفاده از مدل مدیریت ریسک پیشنهادی به فرد اجازه می‌دهد تا به‌طور مؤثر ریسک وقوع رویدادهای اساسی را کاهش دهد و کاهش قابل‌توجهی از ریسک وقوع رویداد برتر را فراهم کند. قبادی و همکاران [۳۰] در پژوهشی با ارائه مدلی جامع شاخص‌های ریسک‌های پروژه‌های ساختمانی سبز را اولویت‌بندی کردند. بدین منظور در گام اول به شناسایی و غربال شاخص‌ها از دیدگاه کارشناسان پروژه‌های ساختمانی سبز با استفاده از تکنیک دلفی فازی پرداختند و در ادامه روش نوینی به کمک ترکیب نتایج فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تکنیک دیمتل در شرایط فازی برای رتبه‌بندی و ارزیابی روابط علی و معلول بین عوامل به کار بردند و در نهایت به اولویت‌بندی نهایی شاخص‌های ریسک‌های پروژه‌های ساختمانی سبز، با لحاظ نتایج گام‌های اولیه و با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه فازی و تکنیک دیمتل در نرم‌افزار Super Decision پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که ریسک‌های مربوط به کیفیت بد مواد و نامناسب بودن تجهیزات از اهمیت بالایی برخوردار هستند و نداشتن مقیاس برای هزینه فعالیت‌ها دارای کم‌ترین اهمیت می‌باشد. جوکار و همکاران [۳۱] در پژوهشی به ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک پروژه‌های مشارکت عمومی- خصوصی بر مبنای تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: آزادراه شمال) پرداختند. در این پژوهش جهت ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه مشارکت عمومی- خصوصی، ریسک‌های شناسایی‌شده در گام اول غربالگری و در گام نهایی رتبه‌بندی شدند. نتایج تحقیق نشان داد که ریسک‌های کیفیت پایین مواد و تجهیزات، مقاومت از طرف ذینفعان برای تصویب ایده‌ها و نداشتن اهداف واقع‌بینانه به ترتیب، سه ریسک بالا در پروژه‌های مشارکت عمومی- خصوصی می‌باشند و از اهمیت بالایی برخوردار هستند. پرچمی و همکاران [۳۲] الگویی برای مدیریت ریسک‌های بخش تدارکات پروژه‌های بین‌المللی شرکت‌های ایرانی (پروژه‌های موردی سیمان سوریه و سیمان ونزوئلا) ارائه دادند. در این پژوهش ابتدا با جمع‌آوری نقطه نظرات متخصصین و بررسی دو نمونه موردی، با استفاده از قواعد دلفی، سعی بر شناسایی عوامل تأثیرگذار در پروژه‌های برون‌مرزی شد. سپس ریسک‌ها بر اساس نوع اثرگذاری آن‌ها بر حوزه تدارکات و بر اساس فازهای پروژه اولویت‌بندی و دسته‌بندی شدند؛ در ادامه نیز به مهم‌ترین ریسک‌ها پاسخ داده شد و در نهایت الگویی جهت پیاده‌سازی مدیریت ریسک برای بخش تدارکات پروژه‌های بین‌المللی پیشنهاد داده شد. نتایج بیانگر این است که ریسک‌های مالی بیشترین فراوانی ریسک را به خود اختصاص داده و ریسک‌های موجود در فاز اجرا، بیشترین فراوانی را نسبت به ریسک فازهای دیگر پروژه داشته است. همچنین ریسک‌های مستقیم بیشترین تأثیر را در تدارکات پروژه‌های بین‌المللی دارند.

از مطالعه پیشینه پژوهش چنین بر می‌آید کـه به دلیل محدود بودن منابعی که به موضوع شناسایی و شناخت روابط متقابل میان ریسک‌های پروژه احداث خطوط لوله نفت در ایران نگریسته‌اند، خـلأ تحقیقاتی در این زمینه وجود دارد. لـذا با توجه به اینکه شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران سال‌هاست که متولی اجرای پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت در ایران می‌باشد، ضـرورت استفاده از یک روش که روابط متقابل میان ریسک‌های این پروژه‌ها را به دست آورده و قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها بر یکدیگر مشخص نماید و درک واقع‌بینانه‌تری جهت مواجهه با عدم اطمینان ناشی از این ریسک‌ها ایجاد کند احساس می‌شود.

۳- روش تحقیق

پروژه‌های نفت و گاز به‌طور عام و پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت به‌صورت خاص سهم عمده‌ای در سرمایه‌گذاری کشور را شامل می‌شوند. لذا با توجه به پیچیدگی و دشواری پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت، احتمال بروز حوادث ناشی از وقوع ریسک‌ها وجود دارد و ممکن است شاهد وقایع و اتفاقاتی باشیم که هرکدام به‌نوبه خود تأثیرات منفی و ناگواری بر روی اهداف پروژه از قبیل هزینه، زمان، محدوده پروژه، کیفیت و بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست داشته باشند و پروژه‌های مذکور را با چالش جدی روبرو کنند. به همین دلیل این حوزه در صنعت نفت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اگرچه در این تحقیق پروژه خاصی موردمطالعه قرار گرفته است، اما چارچوب ارائه‌شده می‌تواند در پروژه‌های مشابه زیرمجموعه صنعت نفت نیز مورداستفاده قرار گیرد و با توجه به ویژگی‌های خاص پروژه‌های نفت و گاز، نقشه راهی جهت شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های بحرانی این پروژه‌ها ارائه نماید. با نظری دوباره بر پیشینه پژوهش مشاهده می‌شود که تاکنون پژوهشی در راستای اولویت‌بندی ابعاد و شاخص‌های ریسک‌های پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت در ایران جهت شناسایی مهم‌ترین ریسک‌ها صورت نگرفته است. لذا هدف این پژوهش این است که با

مطالعه و بررسی جامع، ریسک‌های بحرانی پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین را شناسایی و ساختار روابط میان این ریسک‌ها را استخراج نماید. این تحقیق ازنظر راهبردی جزو تحقیقات ترکیبی و ازنظر هدف یک تحقیق کاربردی است. در این پژوهش ابتدا ریسک‌های پروژه احداث خط لوله ۱۶ اینچ نفت یزد- نائین با استفاده از تکنیک‌های چک‌لیست، مصاحبه و استفاده از پروژه‌های مشابه قبلی شناسایی گردیدند و سپس این ریسک‌ها بر اساس ساختار شکست ریسک بر مبنای ۴ سطح ریسک فنی، ریسک داخلی، ریسک تجاری و ریسک خارجی طبقه‌بندی شدند. در گام دوم، تجزیه‌وتحلیل کیفی ریسک‌ها انجام شد. در گام سوم، کمی سازی احتمال وقوع و اثر ریسک‌ها صورت گرفت. در گام چهارم، ریسک‌ها بر اساس نمره احتمال و اثر اولویت‌بندی شدند و در انتها با کمک روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط بین ریسک‌ها استخراج و ریسک‌ها دسته‌بندی شدند و ارتباط بین ریسک‌های پروژه مشخص گردید. سازمان موردمطالعه در این تحقیق، شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران می‌باشد که سال‌هاست متولی اجرای پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت می‌باشد. جامعه آماری این تحقیق را ۲۴ نفر از مدیران و سرپرستان پروژه‌ها و همچنین کارشناسان خبره درگیر با پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت در فازهای مختلف پروژه که در بخش‌های کارفرما، مشاور، پیمانکاری، تأمین‌کننده و سایر ذینفعان پروژه مشغول فعالیت می‌باشند، تشکیل داده‌اند.

۳- ۱- مطالعه موردی

موردمطالعه، پروژه احداث خط لوله ۱۶ اینچ نفت یزد- نائین به طول تقریبی ۹۹ کیلومتر به همراه احداث کلیه تأسیسات بین‌راهی نظیر ایستگاه‌های شیرهای اصلی، هواگیری و حفاظت کاتدی می‌باشد که توسط شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران انجام گردید. این شرکت با مأموریت انتقال مواد نفتی نقشی مؤثر در تأمین انرژی بخش‌های مختلف صنعتی و بهینه‌سازی اقتصاد ملی را بر عهده دارد و در مجموع کنترل شبکه‌ای با کارکرد انتقال سالانه بالغ بر ۱۲۸ میلیارد لیتر مواد نفتی را از طریق افزون بر ۱۴ هزار کیلومتر خطوط لوله با پشتیبانی شبکه مخابرات صنعتی با استفاده از ۲۹۶ ایستگاه مخابراتی با ضریب اطمینان ۹۹/۹۹ درصد انجام می‌دهد.

۳- ۲- یافته‌های پژوهش

در پروژه موردمطالعه، جمعاً ۹۰ ریسک با استفاده تکنیک‌های چک‌لیست، مصاحبه و استفاده از پروژه‌های مشابه قبلی توسط ۲۴ نفر از مدیران و سرپرستان پروژه‌ها و همچنین کارشناسان خبره درگیر با پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت شناسایی و اولویت‌بندی گردید. در مرحله بعد، ریسک‌های شناسایی‌شده بر اساس تکنیک ارزیابی احتمال و اثر توسط ۱۰ نفر از خبرگان حوزه ریسک و پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت شامل (۳ نفر از مدیران برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، ۳ نفر از مدیران مهندسی و طرح‌ها، ۲ نفر از مدیران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست و ۲ نفر از مجریان طرح‌ها در شرکت ملی مهندسی ساختمان و شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران) و از طریق مصاحبه و برگزاری جلسات، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند و بر اساس میانگین نظرات آن‌ها که اختلاف جدی نیز میان نظرات وجود نداشت نمره احتمال و اثر هر ریسک به دست آمد. در تکنیک ارزیابی احتمال و اثر، ارزیابی احتمال ریسک، احتمال وقوع هر یک از ۹۰ ریسک شناسایی‌شده را رسیدگی می‌کند و ارزیابی اثر ریسک، اثر بالقوه بر اهداف پروژه (هزینه، زمان، محدوده پروژه، کیفیت و بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست) را در نظر می‌گیرد. پس از انجام تحلیل کیفی ریسک‌ها، کمی‌سازی و اولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس جداول و مقیاس‌های ذکر شده در استاندارد راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه انجام گردید [۱۸, ۳۳]. در کمی سازی، احتمال وقوع ریسک‌ها و میزان تأثیر هر یک از ریسک‌ها بر اهداف پروژه صورت گرفت و نمره احتمال* اثر هر ریسک با ضرب کردن نمره احتمال وقوع در اثرگذاری بر اهداف پروژه به دست آمد. در گام بعدی نیز جهت ارزیابی اولویت نسبی ریسک‌ها در هر سطح از اولویت، ریسک‌ها بر اساس نمره احتمال و اثر به‌صورت مجزا اولویت‌بندی شدند و در سه دسته بحرانی (نمره حاصل‌ضرب احتمال وقوع ریسک در اثرگذاری بر اهداف پروژه بیشتر از ۲۰ درصد باشد)، مهم (نمره حاصل‌ضرب احتمال وقوع ریسک در اثرگذاری بر اهداف پروژه از ۸ درصد الی ۲۰ درصد باشد) و ناحیه قابل‌قبول (نمره حاصل‌ضرب احتمال وقوع ریسک در اثرگذاری بر اهداف پروژه کمتر از ۸ درصد باشد) طبقه‌بندی گردیدند که نتایج آن در جدول شماره ۲ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول نشان داده شده است از بین ۹۰ ریسک اولویت‌بندی شده، ۱۱ ریسک به‌عنوان ریسک‌های بحرانی شناسایی شدند که ۸ ریسک خارجی و ۲ ریسک تجاری و ۱ ریسک داخلی می‌باشند. در ادامه جهت استخراج ساختار روابط متقابل میان ریسک‌ها، روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری به کار گرفته شد

.

جدول ۲. اولویت‌بندی ریسک‌ها

Table 2. Prioritizing risks

ردیف	سطح صفر RBS	سطح یک RBS	سطح دو RBS	احتمال*اثر				
				هزینه	زمان	محدوده پروژه	کیفیت	بهداشت، ایمنی و
۱	ریسک پروژه	خارجی	تأثیر تورم بر پروژه	۰/۷۲	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۹
۲		خارجی	تأثیر تحریم‌ها بر پروژه	۰/۳۶	۰/۷۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۹
۳		خارجی	وجود معارضین	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۰۷
۴		تجاری	واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء ضعیف توسط پیمانکار اصلی	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۴
۵		خارجی	تغییرات سریع نرخ ارز	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۷
۶		داخلی	افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۷
۷		خارجی	تلاقی با خطوط و موانع	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۴
۸		خارجی	عدم امکان دسترسی و معامله با منابع تأمین کالای خارجی	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۰۴
۹		تجاری	عدم توانایی مالی سازندگان داخلی	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۲۸	۰/۰۷
۱۰		خارجی	کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
۱۱		خارجی	ایجاد مشکل و مانع توسط برخی سازمان‌ها جهت اخذ مجوزهای اجرایی مربوطه	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۷
۱۲		خارجی	آسیب‌دیدگی خطوط در اثر وقوع زلزله	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۲۰
۱۳		تجاری	ضعف مدیریت پیمانکار و کمبود نیروهای متخصص در مجموعه پیمانکار و عوامل اجرایی آن	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰
۱۴		خارجی	پایین بودن راندمان عملیات اجرایی به دلیل سنگی بودن جنس زمین	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰
۱۵		فنی	آسیب به لوله در اثر عمق کم آن	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰
۱۶		تجاری	کمبود پیمانکاران قوی با ساختار منسجم و دارای سلسه‌مراتب سازمانی و رسمی مشخص	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰
۱۷		فنی	تراکم جمعیت در اطراف خط لوله احداث‌شده	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰
۱۸		خارجی	تأخیر در تحصیل اراضی	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵
۱۹		خارجی	قرار گرفتن پروژه در حریم‌ها	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰
۲۰		تجاری	عدم ارائه برنامه زمان‌بندی مناسب و منطقی توسط پیمانکار	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵
۲۱		خارجی	کمبود نیروی متخصص در بخش مشاور	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
۲۲		تجاری	تعامل نامناسب پیمانکار اصلی و پیمانکاران جزء	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰
۲۳		خارجی	وقوع سیل	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۱۰
۲۴		خارجی	مشکل دسترسی به منابع تأمین مصالح مناسب	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵
۲۵		فنی	تغییر در شرح کار پروژه	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۵
۲۶		خارجی	عدم تأمین به‌موقع و مناسب مصالح و کالا جهت اجرای پروژه	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۲۷		خارجی	بروز مشکل در خصوص درج نام ایران به‌عنوان کشور استفاده‌کننده کالا و استفاده از کشورهای واسطه	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳
۲۸		خارجی	بروز مشکلات در خصوص صدور مجوز صادرات/ واردات توسط کشورهای سازنده/ فروشنده	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳
۲۹		تجاری	عدم نصب تابلوها و علائم هشداردهنده در محیط پروژه، توسط پیمانکار	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۲۰

۳۰	خارجی	آب‌گرفتگی کانال‌های حفاری به دلیل بارندگی یا آبیاری زمین‌های کشاورزی اطراف کانال	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۷
۳۱	تجاری	عدم توانایی گروه جوشکاری	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
۳۲	تجاری	نقص جوشکاری	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۶
۳۳	داخلی	تأخیر در تحویل لوله به پیمانکار توسط کارفرما	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳
۳۴	تجاری	عدم آشنایی پیمانکاران (خصوصاً غیربومی) با بافت منطقه و شرایط جغرافیایی محل اجرای پروژه	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
۳۵	داخلی	ضعف دستگاه نظارت در کنترل و اجرای استانداردهای مربوطه در کلیه مراحل اجرای پروژه	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۶
۳۶	تجاری	ضعف پیمانکار در تأمین تجهیزات و ماشین‌آلات موردنیاز پروژه	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
۳۷	تجاری	عدم تعهد پیمانکار به اجرای کار در برنامه زمان‌بندی	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳
۳۸	فنی	برخورد با لوله و شکست آن در اثر حفاری	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۲
۳۹	فنی	شکست خط لوله در اثر بارهای وارده به آن	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۲
۴۰	تجاری	نبود برنامه و تقاضای جامع جهت تهیه و تأمین کلیه اقلام در زمان مناسب توسط پیمانکار	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲
۴۱	فنی	عدم رعایت مسائل بهداشت، ایمنی و زیست‌محیطی در محل پروژه	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۲
۴۲	داخلی	تطویل زمان بررسی صورت‌وضعیت‌ها در مراحل سند رسی، ذی‌حسابی و خزانه)	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۲
۴۳	تجاری	عدم توانایی مالی پیمانکار	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰
۴۴	تجاری	تأخیر در اجرای عملیات تست هیدرو استاتیک و حفاظت کاتدی	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵
۴۵	تجاری	روند طولانی در خصوص اخذ تأییدیه کارفرما جهت خرید از فروشندگان/ سازندگان خارج از فهرست فروشندگان (Vendor List)	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵
۴۶	خارجی	تهدیدهای محلی	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
۴۷	خارجی	ضعف در استفاده از ابزار مناسب و دقیق به هنگام تزریق و تست خطوط اجراشده	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵
۴۸	فنی	تخریب پوشش روی لوله در اثر محیط نامناسب اطراف (آب و رشد گیاهان)	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۵
۴۹	فنی	آسیب‌دیدگی خطوط روباز در اثر برخورد ماشین‌آلات	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۰
۵۰	تجاری	عدم وجود استانداردها و سیستم‌های کنترل کیفیت در سازمان پیمانکاری	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵
۵۱	داخلی	تأخیر در پرداخت صورت‌وضعیت‌های پیمانکار	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵
۵۲	داخلی	اعلام نیازهای جدید بهره‌بردار پس از اجرا	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۳
۵۳	داخلی	عدم هماهنگی مابین عوامل پروژه	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵
۵۴	داخلی	عدم تحویل موقت پروژه از سوی بهره‌بردار	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۳
۵۵	خارجی	اولویت سازندگان داخلی به‌جای سازندگان خارجی	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۳
۵۶	تجاری	عدم هماهنگی تخصیص نیرو با برنامه زمان‌بندی توسط پیمانکار	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
۵۷	داخلی	کمبود نیروی متخصص در بخش کارفرما	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۰۲
۵۸	خارجی	رانش زمین	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
۵۹	تجاری	نبود دانش مدیریت پروژه در شرکت پیمانکاری	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
۶۰	خارجی	مشکلات ناشی از تأمین آب و برق	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳
۶۱	خارجی	عدم توجه به شرایط جوی و فصلی جهت شروع پروژه	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۶
۶۲	خارجی	عدم شناسایی کامل ظرفیت‌های سازندگان و فروشندگان کالای پروژه	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳
۶۳	فنی	آب بردگی و پارگی خط در مسیر عبور رودخانه	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۶
۶۴	فنی	کاهش ضخامت پوشش لوله	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳
۶۵	خارجی	عدم تطابق مشخصات کالای تحویلی با مشخصات موردنیاز	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۲
۶۶	خارجی	عدم وجود جاده دسترسی جهت ورود به سایت	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۶۷	فنی	تداخل پروژه‌های موازی با محدوده کاری پروژه	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۶
۶۸	داخلی	طولانی بودن زمان تنظیم سندهای پرداخت توسط کارفرما	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳

۶۹	داخلی	عدم توجه کارفرما به پرونده‌سازی پیمانکار/ مشاور در طول اجرای پروژه جهت خلق ادعا	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۷۰	فنی	شکست پوشش خارجی لوله (Coating)	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳
۷۱	خارجی	کسری کالا	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲
۷۲	فنی	تغییر در ابعاد و نقشه‌های اولیه	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲
۷۳	تجاری	عدم حضور مفسر جوشکاری بعد از عملیات جوشکاری	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۲
۷۴	خارجی	تأخیر در ترخیص کالا	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۷۵	تجاری	عدم حضور عوامل مدیریتی شرکت‌های پیمانکاری در پروژه	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳
۷۶	فنی	ایجاد جریان کاتدی- آندی به علت عدم وجود پوشش مناسب	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳
۷۷	داخلی	عدم همکاری بهره‌بردار جهت راه‌اندازی	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳
۷۸	خارجی	تأخیر در بارگیری، حمل و تخلیه کالا	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲
۷۹	فنی	برخورد تجهیزات کشاورزی به خط لوله	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۶
۸۰	تجاری	مشکل تفسیر فیلم‌های رادیوگرافی	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
۸۱	فنی	عدم تطبیق نقشه‌های دریافتی از کارفرما با محل اجرای پروژه	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱
۸۲	داخلی	عدم تحویل زمین به پیمانکار توسط کارفرما	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۸۳	فنی	عدم نصب لوله آبرو در مسیر اجرای پروژه	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
۸۴	فنی	سقوط افراد به داخل کانال	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴
۸۵	فنی	اختلال در سیستم حفاظت کاتدی	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۸۶	تجاری	عدم دقت پیمانکار در تکمیل فرمت گزارش‌های مختلف	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۸۷	فنی	آسیب به لوله در اثر حمل‌ونقل ریلی و جاده‌ای اطراف یا روی خطوط لوله	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲
۸۸	داخلی	عدم بررسی فیلم‌های رادیوگرافی توسط کارفرما در زمان مناسب	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱
۸۹	داخلی	عدم هماهنگی کارفرما در خصوص تردد پرسنل پیمانکار	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۹۰	فنی	آسیب رسیدن به لوله هنگام بارگیری، حمل و تخلیه	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱

۳- ۳- روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)[1]

روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری در سال ۱۹۷۷ توسط سیج ارائه شد. مدل‌سازی ساختاری تفسیری یک روش جامع است که در موقعیت‌های مختلف به‌منظور درک بهتر روابط بین متغیرهای موردبررسی قابل‌اجرا است [۳۴-۳۷]. این روش به طبقه‌بندی عوامل و شناسایی روابط بین معیارها می‌پردازد. رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری یک روش‌شناسی مؤثر و کارا برای موضوعاتی است که در آن متغیرهای کیفی در سطوح مختلف اهمیت، بر یکدیگر آثار متقابل دارند. با استفاده از این تکنیک می‌توان ارتباطات و وابستگی‌های بین متغیرهای کیفی مسئله را کشف کرد [۳۸]. در ذیل تمامی مراحلی که برای توسعه مدل موردنظر با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری موردنیاز است، معرفی می‌شود [۳۹].

۳- ۳- ۱- تشکیل ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM)[2]

پس از شناسایی ریسک‌های بحرانی، این ریسک‌ها در ماتریس خود تعاملی ساختاری وارد شدند. ماتریس خود تعاملی ساختاری از ابعاد و شاخص‌های ریسک‌های پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین و مقایسه آن‌ها با استفاده از چهار حالت روابط مفهومی تشکیل شده است. در سطر و ستون اول جدول از پاسخ‌دهندگان خواسته شد که نوع ارتباط دوبه‌دویی عوامل را مشخص کنند. اطلاعات حاصله بر اساس روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری جمع‌بندی شده و ماتریس خود تعاملی ساختاری نهایی تشکیل شده است. منطق مدل‌سازی ساختاری تفسیری منطبق بر روش‌های بدون مشخصه متغیر و بر مبنای مد در فراوانی‌ها عمل می‌کند به این شکل که علامتی به‌صورت نهایی در جدول وارد می‌شود که توسط بیشترین تعداد متخصصین مورد تأیید قرار گرفته باشد. لذا در جدول شماره ۳ روابط میان ابعاد ریسک‌های پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین بر مبنای نظرات ۱۰ تن از خبرگان و متخصصین حوزه احداث خطوط لوله نفت در ایران با سابقه کار بالای ۱۰ سال، قابل‌مشاهده است. علائم و حالت‌های مورداستفاده در این رابطه مفهومی به شرح زیر است:

- V: عامل سطر i باعث محقق شدن عامل ستون j می‌شود.
- A: عامل ستون j باعث محقق شدن عامل سطر i می‌شود.
- X: هر دو عامل سطر و ستون باعث محقق شدن یکدیگر می‌شوند (عامل i و j رابطه دوطرفه دارند).
- O: بین عامل سطر و ستون هیچ ارتباطی وجود ندارد.

1 . Interpretive Structural Modelling
2 . Structural Self-Interaction Matrix

جدول ۳. ماتریس خود تعاملی ساختاری

Table 3. Structural Self-Interaction Matrix

I \ J	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
R1 تأثیر تورم بر پروژه		A	O	O	A	O	O	A	A	O	O
R2 تأثیر تحریم‌ها بر پروژه			O	O	V	V	O	V	O	O	O
R3 وجود معارضین				O	O	V	X	O	O	O	X
R4 واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء ضعیف توسط پیمانکار اصلی					O	A	O	V	O	V	V
R5 تغییرات سریع نرخ ارز						O	O	A	V	O	O
R6 افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما							A	O	O	O	A
R7 تلاقی با خطوط و موانع								O	O	O	X
R8 عدم امکان دسترسی و معامله با منابع تأمین کالای خارجی									O	O	O
R9 عدم توانایی مالی سازندگان داخلی										O	O
R10 کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا											O
R11 ایجاد مشکل و مانع توسط برخی سازمان‌ها جهت اخذ مجوزهای اجرایی مربوطه											

ماتریس خود تعاملی ساختاری در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

۳- ۳- ۲- تشکیل ماتریس دستیابی اولیه

ماتریس دستیابی اولیه از تبدیل ماتریس خود تعاملی ساختاری به یک ماتریس دو ارزشی (صفر- یک) حاصل شده است. بر اساس اصول مدل‌سازی ساختاری تفسیری، برای استخراج ماتریس دستیابی اولیه باید در هر سطر عدد یک جایگزین علامت‌های V و X و عدد صفر جایگزین علامت‌های A و O در ماتریس خود تعاملی ساختاری شود. حاصل تبدیل تمام سطرها نتیجه حاصله ماتریس دستیابی اولیه است که در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. سپس روابط ثانویه بین بعد/ شاخص‌ها کنترل شده است. رابطه ثانویه به‌گونه‌ای است که اگر بعد J منجر به بعد I شود و بعد K را منجر شود، بعد J منجر به بعد K خواهد شد. با تبدیل نمادهای روابط ماتریس خود تعاملی ساختاری به اعداد صفر و یک برحسب قواعد زیر می‌توان به ماتریس دست یافت.

- اگر نماد خانه ij در ماتریس خود تعاملی ساختاری حرف V باشد، در آن خانه عدد ۱ و در خانه قرینه عدد صفر گذاشته می‌شود.
- اگر نماد خانه ij در ماتریس خود تعاملی ساختاری حرف A باشد، در آن خانه عدد صفر و در خانه قرینه عدد ۱ گذاشته می‌شود.
- اگر نماد خانه ij در ماتریس خود تعاملی ساختاری حرف X باشد، در آن خانه عدد ۱ و در خانه قرینه نیز عدد ۱ گذاشته می‌شود.
- اگر نماد خانه ij در ماتریس خود تعاملی ساختاری حرف O باشد، در آن خانه عدد صفر و در خانه قرینه نیز عدد صفر گذاشته می‌شود.

با توجه به قوانین روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری، ماتریس دستیابی اولیه در جدول شماره ۴ آورده شده است.

۳- ۳- ۳- تشکیل ماتریس دستیابی نهایی

پس‌ازاینکه ماتریس دستیابی اولیه به دست آمد، با دخیل کردن انتقال‌پذیری در روابط متغیرها، ماتریس دستیابی نهایی تشکیل می‌گردد تا ماتریس دستیابی اولیه سازگار شود. بدین‌صورت که اگر (i,j) با هم در ارتباط باشند و نیز (j,k) با هم رابطه داشته باشند، آنگاه (i,k) با هم در ارتباط هستند. انتقال‌پذیری روابط مفهومی بین متغیرها در روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری یک فرض مبنایی بوده و بیانگر این است که درصورتی‌که

جدول ۴. ماتریس دستیابی اولیه

Table 4. Initial reachability matrix

J / I	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
R1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
R2	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰
R3	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱
R4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱
R5	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
R6	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
R7	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱
R8	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
R9	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
R10	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
R11	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰

متغیر A بر متغیر B تأثیر داشته باشد و متغیر B بر متغیر C تأثیر گذارد، متغیر A بر متغیر C تأثیر می‌گذارد. در این مرحله تمام روابط ثانویه بین متغیرها بررسی می‌شود و ماتریس دسترسی نهایی مطابق جدول شماره ۵ به دست آمده است. قدرت نفوذ هر متغیر عبارت است از تعداد نهایی متغیرهایی (شامل خودش) که می‌تواند در ایجاد آن‌ها نقش داشته باشد. میزان وابستگی عبارت است از تعداد نهایی متغیرهایی که موجب ایجاد متغیر یادشده می‌شوند. در جدول شماره ۵، سلول‌هایی که با *۱ نشان داده شده است، روابطی هستند که در ماتریس سازگار شده ایجاد شده‌اند. در جدول شماره ۵ قدرت نفوذ (میزان تأثیری که هر یک از عوامل بر سایر دارند) ۱۱ شاخص شناسایی‌شده به‌عنوان ریسک‌های بحرانی می‌باشند. نتایج بیانگر این است که واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء ضعیف توسط پیمانکار اصلی با میزان قدرت نفوذ ۹ بیشترین تأثیر و تأثیر تورم بر پروژه و کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا با میزان قدرت نفوذ ۱ کمترین تأثیر را دارند.

۳- ۳- ۴- تعیین سطوح عوامل

برای تعیین سطوح و اولویت‌بندی متغیرها، مجموعه دستیابی هر متغیر، یعنی متغیرهایی که از طریق این متغیر می‌توان به آن‌ها رسید و مجموعه پیش‌نیاز هر متغیر، یعنی متغیرهایی که از طریق آن‌ها به این متغیر می‌توان رسید، تعیین می‌شود. پس‌ازآن برای هر متغیر عناصر مشترک در مجموعه دستیابی و پیش‌نیاز شناسایی‌شده و پس از تعیین عناصر مشترک، اقدام به تعیین سطوح متغیرها می‌شود. در اولین جدول، متغیری دارای بالاترین سطح خواهد بود که مجموعه دستیابی و عناصر مشترک آن کاملاً یکسان باشد. پس از تعیین این متغیر یا متغیرها، آن‌ها را از جدول حذف کرده و با متغیرهای باقیمانده جدول بعدی تشکیل می‌شود. در جدول دوم نیز همانند جدول اول متغیرهای سطح دوم تعیین و این رویه تا تعیین سطح همه متغیرها ادامه می‌یابد. در این پژوهش پس از شش تکرار همه عناصر تعیین سطح شدند که نتایج سطح‌بندی در جدول شماره ۶ آمده است. بنا به محدودیت از درج تکرارهای بعدی خودداری شده است. شاخص‌هایی که مجموعه پیش‌نیاز و دستیابی آن‌ها کاملاً یکسان باشند، در بالاترین سطح از سلسله‌مراتب مدل ساختاری تفسیری قرار می‌گیرند.

جدول ۵. ماتریس دستیابی نهایی

Table 5. Final reachability matrix

J / I	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	قدرت نفوذ
R1	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
R2	۱	۱	۰	۱*	۱	۱	۰	۱	۱*	۰	۰	۷
R3	۰	۰	۱	۱*	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۵
R4	۱*	۰	۱*	۱	۱*	۱*	۱*	۱	۰	۱	۱	۹
R5	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۳
R6	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱*	۰	۱*	۱*	۵
R7	۰	۰	۱	۱*	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۵
R8	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱*	۰	۰	۴
R9	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۲
R10	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱
R11	۰	۰	۱	۱*	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۵
میزان وابستگی	۶	۱	۴	۶	۴	۶	۴	۴	۴	۳	۵	

جدول ۶. سطح‌بندی معیارها

Table 6. Leveling criteria

	معیارها	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
R1	تأثیر تورم بر پروژه	R1	R1-R2-R4-R5-R8-R9	R1	اول
R2	تأثیر تحریم‌ها بر پروژه	R1-R2-R4-R5-R6-R8-R9	R2	R2	ششم
R3	وجود معارضین	R3-R4-R6-R7-R11	R3-R4-R7-R11	R3-R4-R7-R11	ششم
R4	واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء ضعیف توسط پیمانکار اصلی	R1-R3-R4-R5-R6-R7-R8-R10-R11	R2-R3-R4-R6-R7-R11	R3-R4-R6-R7-R11	پنجم
R5	تغییرات سریع نرخ ارز	R1-R5-R9	R2-R4-R5-R8	R5	سوم
R6	افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما	R4-R6-R8-R10-R11	R2-R3-R4-R6-R7-R11	R4-R6-R11	پنجم
R7	تلاقی با خطوط و موانع	R3-R4-R6-R7-R11	R3-R4-R7-R11	R3-R4-R7-R11	ششم
R8	عدم امکان دسترسی و معامله با منابع تأمین کالای خارجی	R1-R5-R8-R9	R2-R4-R6-R8	R8	چهارم
R9	عدم توانایی مالی سازندگان داخلی	R1-R9	R2-R5-R8-R9	R9	دوم
R10	کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا	R10	R4-R6-R10	R10	اول
R11	ایجاد مشکل و مانع توسط برخی سازمان‌ها جهت اخذ مجوزهای اجرایی مربوطه	R3-R4-R6-R7-R11	R3-R4-R6-R7-R11	R3-R4-R6-R7-R11	اول

شکل ۱. شبکه تعاملات مدل‌سازی ساختاری تفسیری

Fig. 1. the interaction network of Interpretive Structural Modelling

۳- ۳- ۵- شبکه تعاملات مدل‌سازی ساختاری تفسیری

در این مرحله بر اساس سطوح تعیین‌شده و ماتریس دستیابی نهایی، مدل نهایی ساختاری تفسیری به دست می‌آید. همان‌طور که مشخص شد، مدل نهایی ساختاری تفسیری به‌دست‌آمده در این پژوهش از شش سطح تشکیل که در شکل شماره ۱ مشخص شده است. در گراف مدل‌سازی ساختاری تفسیری روابط متقابل و تأثیرگذاری بین شاخص‌ها و ارتباط شاخص‌های سطوح مختلف نمایان است که موجب درک بهتر فضای تصمیم‌گیری می‌شود. در این بخش سه ریسک تأثیر تحریم‌ها بر پروژه، وجود معارضین و تلاقی با خطوط و موانع در پایین‌ترین سطح قرار گرفته‌اند و وابستگی به دیگر ریسک‌ها ندارند. ریسک‌های واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء توسط پیمانکار اصلی و افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما در سطح پنجم، ریسک عدم امکان دسترسی و معامله با منابع تأمین کالای خارجی در سطح چهارم، ریسک تغییرات سریع نرخ ارز در سطح سوم، ریسک عدم توانایی مالی سازندگان داخلی در سطح دوم و ریسک‌های تأثیر تورم بر پروژه، کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا و ایجاد مشکل و مانع توسط برخی سازمان‌ها جهت اخذ مجوزهای اجرایی مربوطه در سطح اول قرار دارند. تمامی شاخص‌های یادشده از مهم‌ترین ریسک‌های تأثیرگذار بر پروژه احداث خط لوله یزد- نائین می‌باشند. ریسک‌های سطح ششم، تأثیرگذارترین ریسک‌ها می‌باشند که به‌صورت مستقیم بر روی ریسک‌های سطح پنجم تأثیر می‌گذارند. ریسک‌های سطح پنجم نیز به‌صورت مستقیم بر ریسک‌های سطح چهارم تأثیرگذارند و این تأثیرات سطوح به سطوح و تا سطح اول ادامه دارد. در این مدل ریسک‌های سطح اول، تأثیرپذیرترین ریسک‌ها می‌باشند.

شکل ۲. ماتریس قدرت نفوذ- میزان وابستگی

Fig. 2. Penetration power- dependency degree Matrix

۳- ۳- ۶- تحلیل ماتریسی تأثیر متقابل (MICMAC[1])

در این مرحله با استفاده از تحلیل ماتریسی تأثیر متقابل نوع متغیرها با توجه به اثرگذاری بر سایر متغیرها مشخص شده است و پس از تعیین قدرت نفوذ یا اثرگذاری و قدرت وابستگی عوامل می‌توان تمامی ریسک‌ها را در یکی از خوشه‌های چهارگانه روش ماتریس اثر متغیرها طبقه‌بندی نمود. اهمیت متغیرها بیشتر بر اساس روابط غیرمستقیم میان آن‌ها سنجیده می‌شود و متغیرها به چهار گروه خودمختار، وابسته، رابط و مستقل تقسیم می‌شوند [۴۰]. نوع اول، ریسک‌های مستقل هستند که دارای قدرت هدایت بالا، اما وابستگی کمی می‌باشند، یعنی بر روی ریسک‌های دیگر تأثیر زیادی می‌گذارند و درعین‌حال از دیگر ریسک‌ها تأثیر کمی می‌پذیرند [۴۱]. نوع دوم، ریسک‌های رابط هستند که قدرت هدایت بالا و وابستگی زیادی دارند، یعنی هم تأثیرگذاری زیادی بر روی سایر ریسک‌ها دارند و هم به میزان زیادی از آن‌ها تأثیر می‌پذیرند [۴۲]. نوع سوم، ریسک‌های وابسته هستند که دارای قدرت هدایت کم ولی وابستگی زیادی می‌باشند، یعنی علی‌رغم اینکه از دیگر ریسک‌ها تأثیر می‌پذیرند، بر روی آن‌ها تأثیرگذاری کمی دارند [۴۲]. نهایتاً نوع چهارم، ریسک‌های خودمختار هستند که دارای قدرت هدایت و وابستگی کم می‌باشند، یعنی نه بر روی ریسک‌های دیگر تأثیر زیادی می‌گذارند و نه از آن‌ها چندان تأثیرپذیرند [۴۳]. مدل پژوهش از لحاظ قدرت نفوذ و میزان وابستگی به‌صورت شکل شماره ۲ نشان داده شده است. قدرت نفوذ هر متغیر بر اساس جمع هر ردیف جدول شماره ۶ و میزان وابستگی نیز بر اساس جمع هر ستون جدول شماره ۶ به دست آمده است. بر این اساس ریسک تأثیر تحریم‌ها بر پروژه از نوع متغیرهای مستقل می‌باشد. این متغیرها دارای وابستگی کم و هدایت بالا می‌باشند، به‌عبارتی‌دیگر تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری کم از ویژگی‌های این متغیرها است. ریسک‌های تأثیر تورم

1 Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC)

بر پروژه و افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما از نوع وابسته می‌باشند. این متغیرها دارای وابستگی قوی و هدایت ضعیف هستند، این متغیرها اصولاً تأثیرپذیری بالا و تأثیرگذاری کمی روی سیستم دارند. ریسک واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء ضعیف توسط پیمانکار اصلی از نوع رابط می‌باشد، این متغیرها از وابستگی بالا و قدرت هدایت بالا برخوردارند، به عبارتی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری این معیارها بسیار بالاست و هر تغییر کوچکی بر روی این متغیرها باعث تغییرات اساسی در سیستم می‌شود. مابقی ریسک‌ها در زمره خودمختار هستند، یعنی میزان وابستگی و قدرت هدایت کمی دارند، این معیارها عموماً از سیستم جدا می‌شوند، زیرا دارای اتصالات ضعیف با سیستم هستند. تغییری در این متغیرها باعث تغییر جدی در سیستم نمی‌شود.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

پروژه‌های نفت و گاز به‌طور عام و پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت به‌صورت خاص سهم عمده‌ای در سرمایه‌گذاری کشور را شامل می‌شوند. لذا با توجه به پیچیدگی و دشواری پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت، احتمال بروز حوادث ناشی از وقوع ریسک‌ها وجود دارد و ممکن است شاهد وقایع و اتفاقاتی باشیم که هرکدام به‌نوبه خود تأثیرات منفی و ناگواری بر روی اهداف پروژه از قبیل هزینه، زمان، محدوده پروژه، کیفیت و بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست داشته باشند و پروژه‌های مذکور را با چالش جدی روبرو کنند. به همین دلیل این حوزه در صنعت نفت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اگرچه در این تحقیق پروژه خاصی موردمطالعه قرار گرفته است، اما چارچوب ارائه‌شده می‌تواند در پروژه‌های مشابه زیرمجموعه صنعت نفت نیز مورداستفاده قرار گیرد و با توجه به ویژگی‌های خاص پروژه‌های نفت و گاز، نقشه راهی جهت شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های بحرانی این پروژه‌ها ارائه نماید. با نظری دوباره بر پیشینه پژوهش مشاهده می‌شود که تاکنون پژوهشی در راستای اولویت‌بندی ابعاد و شاخص‌های ریسک‌های پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت در ایران جهت شناسایی مهم‌ترین ریسک‌ها صورت نگرفته است. لذا هدف این پژوهش این است که با مطالعه و بررسی جامع، ریسک‌های بحرانی پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین را شناسایی و ساختار روابط میان این ریسک‌ها را استخراج نماید. این تحقیق ازنظر راهبردی جزو تحقیقات ترکیبی و ازنظر هدف یک تحقیق کاربردی است. برای نیل به اهداف پژوهش، ابتدا با استفاده از تکنیک‌های چک‌لیست، مصاحبه و استفاده از پروژه‌های مشابه قبلی شناسایی، ریسک‌های پروژه شناسایی و بر مبنای ۴ سطح ریسک فنی، ریسک مدیریتی، ریسک تجاری و ریسک خارجی طبقه‌بندی شدند. از بین ۹۰ ریسک اولویت‌بندی شده، ۱۱ ریسک به‌عنوان ریسک‌های بحرانی شناسایی شدند. از ۱۱ ریسک بحرانی، ۸ ریسک خارجی،۲ ریسک تجاری و ۱ ریسک داخلی می‌باشند و این نشان می‌دهد تأثیر ریسک‌های خارجی در پروژه بسیار زیاد و بیشترین وزن را دارا می‌باشد. ریسک‌های تأثیر تورم بر پروژه و تأثیر تحریم بر پروژه هرکدام با احتمال*اثر ۰/۷۲ بیشترین مقدار را دارند. ریسک تأثیر تورم بر پروژه بیشترین تأثیر را بر هزینه می‌گذارد، اما ریسک تأثیر تحریم‌ها بر پروژه بیشترین تأثیر را بر زمان پیشبرد پروژه گذاشته است. همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، احتمال*اثر زمان در ۱۱ ریسک اولویت‌دار، در قسمت بحرانی می‌باشد و این نشان‌دهنده آن است که ریسک‌های پروژه بیشترین تأثیر را بر روی زمان پروژه دارند که این موضوع سبب آن می‌گردد که ما شاهد تأخیرها و تمدیدهای زمانی در پروژه باشیم. در مرحله بعد با کمک فرآیند مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط متقابل میان ریسک‌ها به دست آمد. بر اساس گراف مدل‌سازی ساختاری تفسیری سه ریسک تأثیر تحریم‌ها بر پروژه، وجود معارضین و تلاقی با خطوط و موانع در پایین‌ترین سطح قرار گرفته‌اند و وابستگی به دیگر ریسک‌ها ندارند. ریسک‌های واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء توسط پیمانکار اصلی و افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما در سطح پنجم، ریسک عدم امکان دسترسی و معامله با منابع تأمین کالای خارجی در سطح چهارم، ریسک تغییرات سریع نرخ ارز در سطح سوم، ریسک عدم توانایی مالی سازندگان داخلی در سطح دوم و ریسک‌های تأثیر تورم بر پروژه، کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا و ایجاد مشکل و مانع توسط برخی سازمان‌ها جهت اخذ مجوزهای اجرایی مربوطه در سطح اول قرار دارند. تمامی شاخص‌های یادشده از مهم‌ترین ریسک‌های تأثیرگذار بر پروژه احداث خط لوله یزد- نائین هستند. سطح ششم یعنی ریسک‌های تأثیر تحریم بر پروژه‌ها، وجود معارضین و تلاقی با خطوط و موانع، تأثیرگذارترین ریسک‌ها می‌باشند که به‌صورت مستقیم بر روی ریسک‌های سطح پنجم یعنی واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء ضعیف توسط پیمانکار اصلی و افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما تأثیر می‌گذارند. ریسک‌های سطح پنجم نیز به‌صورت مستقیم بر ریسک‌های سطح چهارم تأثیرگذارند و این تأثیرات سطوح به سطوح و تا سطح اول ادامه دارد. در این مدل ریسک‌های سطح اول یعنی تأثیر تورم بر پروژه، کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا و ایجاد مشکلات و موانع توسط برخی سازمان‌ها جهت اخذ مجوزهای اجرایی مربوطه تأثیرپذیرترین

ریسک‌ها می‌باشند. بر اساس تحلیل ماتریسی تأثیر متقابل، ریسک تأثیر تحریم‌ها بر پروژه‌ها به دلیل اینکه دارای بیشترین تأثیر بر سایر ریسک‌ها است و کمترین اثر را از آن‌ها می‌پذیرد، بایستی آن را در اولویت مدیریت ریسک قرار داد. ریسک‌های تأثیر تورم بر پروژه و افزایش زمان پروژه به علت انجام کارهای اضافی ابلاغ‌شده توسط کارفرما، بیشترین تأثیرپذیری را نسبت به سایر ریسک‌ها دارند و از منظر سیستمی جزو ریسک‌های اثرپذیر و وابسته هستند، به‌عبارت‌دیگر برای وقوع این ریسک‌ها، ریسک‌های دیگری دخالت دارند و خود آن‌ها کمتر می‌توانند زمینه‌ساز وقوع ریسک‌های دیگر شوند. ریسک واگذاری پروژه به پیمانکاران جزء ضعیف توسط پیمانکار اصلی، علاوه بر تأثیر بر سایر ریسک‌ها، از آن‌ها نیز متأثر می‌شود. این ریسک غیر ایستا می‌باشد، زیرا هر نوع تغییر در آن می‌تواند سیستم را تحت تأثیر قرار دهد. نهایتاً ریسک‌های وجود معارضین، تغییرات سریع نرخ ارز، تلاقی با خطوط و موانع، عدم امکان دسترسی و معامله با منابع تأمین کالای خارجی، عدم توانایی مالی سازندگان داخلی، کاهش راندمان پروژه به علت دمای بالا و پایین هوا و ایجاد مشکلات و موانع توسط برخی سازمان‌ها جهت اخذ مجوزهای اجرایی مربوطه تا حدودی از سایر ریسک‌ها مجزا هستند و ارتباطات کمی با آن‌ها دارند، زیرا دارای اتصالات ضعیف با سیستم هستند. تغییری در این متغیرها باعث تغییر جدی در سیستم نمی‌شود. افزایش موفق پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت در ایران نیازمند مدیریت ریسک‌هایی می‌باشد که این پروژه‌ها را تهدید می‌کنند. این پژوهش، شناخت جدیدی از ماهیت ریسک‌های پروژه احداث خط لوله نفت یزد- نائین و سطح‌بندی آن‌ها ارائه می‌دهد. در این مقاله، تلاش شده است تا با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری شرایطی را برای تصمیم‌گیری منطقی مدیران در مواجهه با عدم اطمینان و ریسک‌های احداث خط لوله نفت یزد- نائین ارائه و به دنبال آن کاهش میزان تأثیر ریسک‌های کلیدی در پروژه ایجاد نماید و درعین‌حال به مدیران کمک می‌کند تا تأثیر متقابل بین ریسک‌های مختلف پروژه احداث خط لوله یزد- نائین و پیامدهایی که این امر برای تصمیم‌گیری‌ها در مورد استراتژی‌های پاسخ به ریسک دارد را درک کنند. بحث اساسی در مورد ریسک‌های شناسایی‌شده در میان کارشناسان منجر به یادگیری قابل‌توجهی در مورد روابط متقابل و قرار گرفتن در معرض ریسک کلی پروژه موردمطالعه می‌شود. بیشتر تحقیقاتی که در رابطه با شناسایی و مدیریت ریسک پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت در ایران انجام شده است فقط به شناسایی ریسک‌ها پرداخته و تاکنون هیچ پژوهشی در خصوص شناسایی و تحلیل روابط متقابل میان ریسک‌های پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت انجام نگرفته است، لذا این تحقیق جنبه نوآورانه دارد و باعث ایجاد درک واقع‌بینانه‌تری جهت مواجهه با عدم اطمینان ناشی از ریسک‌های پروژه احداث خط لوله نفت می‌گردد. در پایان پژوهش نیز نتایج این تحقیق در اختیار خبرگانی که در مقاله مورداشاره قرار گرفته است داده شد، نکته جالب این است که تمام افراد خبره بر واقعی بودن و عینی بودن نتایج تحقیق اتفاق‌نظر داشتند. به عبارتی خبرگان با این موضوع موافق بوده‌اند که این چارچوب کاربردی بوده و می‌تواند بر میزان موفقیت پروژه‌های مشابه تأثیر به سزایی داشته باشد و واقعیت‌های پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت را بیان نماید. این نکته به‌نوعی نشان‌دهنده روایی چارچوب ارائه‌شده در تحقیق می‌باشد. ازآنجاکه در این پژوهش از نظرات کارشناسان و افراد خبره درگیر در پروژه‌های احداث خطوط لوله نفت در ایران استفاده گردیده است، انتظار می‌رود اجرای ساختار بیان‌شده در این مقاله بتواند در صورت به‌کارگیری در پروژه‌های مشابه، تأثیر مثبت و به سزایی جهت تحقق اهداف پروژه از قبیل هزینه، زمان، محدوده پروژه، کیفیت و بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست داشته باشد. همچنین پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی تلاش گردد مدل در راستای پاسخگو بودن در تمام پروژه‌های نفت و گاز توسعه یابد.

منابع

[1] E. Banks, Risk culture: A practical guide to building and strengthening the fabric of risk management, Springer, 2012.

[2] A. Correljé, C. Van der Linde, Energy supply security and geopolitics: A European perspective, Energy Policy, 34(5) (2006) 532–543.

[3] A.B. Badiru, S.O. Osisanya, Project management for the oil and gas industry: a world system approach, CRC Press, 2013.

[4] E. Briel, P. Luan, R. Westney, Built-In bias jeopardizes project success, Oil and Gas Facilities, 2(02) (2013) 19-24.

[5] D. Cooper, S. Grey, G. Raymond, P. Walker, Managing risk in large projects and complex procurements, Chichester, John Willey and Sons Ltd, (2005).

[6] D. Cooper, P. Bosnich, S. Grey, G. Purdy, G. Raymond, P. Walker, M. Wood, Project Risk Management Guidelines: Managing Risk with ISO 31000 and IEC 62198, John Wiley & Sons, 2014.

Analysis of interactions among barriers in project risk management, Journal of Industrial Engineering International, 14 (2018) 153-169.

[21] J. Peixoto, A. Tereso, G. Fernandes, R. Almeida, Project risk management methodology: a case study of an electric energy organization, Procedia Technology, 16 (2014) 1096-1105.

[22] O. Shabarchin, S. Tesfamariam, Risk assessment of oil and gas pipelines with consideration of induced seismicity and internal corrosion, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 47 (2017) 85-94.

[23] M. Bai, Y. Du, Y. Chen, Y. Xing, P. Zhao, Risk assessment of long gas and oil pipeline projects inducing landslide disasters during construction, Journal of performance of constructed facilities, 31(5) (2017) 04017063.

[24] X. Yu, W. Liang, L. Zhang, G. Reniers, L. Lu, Risk assessment of the maintenance process for onshore oil and gas transmission pipelines under uncertainty, Reliability Engineering & System Safety, 177 (2018) 50-67.

[25] L. Kraidi, R. Shah, W. Matipa, F. Borthwick, Analyzing the critical risk factors associated with oil and gas pipeline projects in Iraq, International Journal of Critical Infrastructure Protection, 24 (2019) 14-22.

[26] W.-S. Wu, C.-F. Yang, J.-C. Chang, P.-A. Château, Y.-C. Chang, Risk assessment by integrating interpretive structural modeling and Bayesian network, case of offshore pipeline project, Reliability Engineering & System Safety, 142 (2015) 515-524.

[27] T. Zuofa, E.G. Ochieng, Issues in risk management: the perspectives of managers in Nigeria's oil and gas industry, International Journal of Engineering Research & Technology, 3(4) (2014) 369-374.

[28] P.K. Dey, Managing project risk using combined analytic hierarchy process and risk map, Applied Soft Computing, 10(4) (2010) 990-1000.

[29] M. Krechowicz, Comprehensive risk management in horizontal directional drilling projects, Journal of construction engineering and management, 146(5) (2020) 04020034.

[7] T. Aven, J.E. Vinnem, H.S. Wiencke, A decision framework for risk management, with application to the offshore oil and gas industry, Reliability Engineering & System Safety, 92(4) (2007) 433-448.

[8] M. Basova, A. Mitselsky, Risk management KPIs: efficiency tool or formality, in: Enterprise Risk Management Symposium, Society of Actuaries, 2011.

[9] C. Liu, X. Sun, J. Chen, J. Li, Statistical properties of country risk ratings under oil price volatility: Evidence from selected oil-exporting countries, Energy policy, 92 (2016) 234-245.

[10] V.R. Tummala, J.F. Burchett, Applying a risk management process (RMP) to manage cost risk for an EHV transmission line project, International journal of project management, 17(4) (1999) 223-235.

[11] B.W. Boehm, Software risk management: principles and practices, IEEE software, 8(1) (1991) 32-41.

[12] R.M. Wideman, Project and program risk management a guide to managing project risks and opportunities, Project Management Institute, Inc., 1992.

[13] C. Chapman, S. Ward, Project risk management processes, techniques and insights, John Wiley & Sons Ltd, 1997.

[14] S.C. Ward, Assessing and managing important risks, International Journal of Project Management, 17(6) (1999) 331-336.

[15] A. Airmic, Irm, A risk management standard, (2002).

[16] A. Standard, Australian Standard/New Zealand Standard Risk Management 4360: 2004, Sydney and Wellington Author, (2004).

[17] OfficeofGovernmentCommerce, Managing successful projects with PRINCE2, The Stationery Office, 2017.

[18] PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute, (2017).

[19] PMI, Project Management Institute, a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Newton Square, Project Management Institute, (2016).

[20] R.V. Dandage, S.S. Mantha, S.B. Rane, V. Bhoola,

[30] J. Ghaobadi, J. Rezaeian, M. Haji Aghaei Keshteli, Identification and prioritization the risks of green building projects based on the combination of FANP and FDEMATEL:(case study: Savadkooh county), Amirkabir journal of civil engineering, 51(3) (2019) 599-616.

[31] E. Jokar, B. Aminnejad, A. Lork, Risk Assessment and Prioritization in Projects with Private Public Participation Method Based on Combination of Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Techniques (Case Study: North Freeway), Amirkabir Journal of Civil Engineering, 53(3) (2021) 847-862.

[32] M.P. Jalal, S. Moradi, H. Niksirat, A Model For Managing The Risks of International Project Procurement of Iranian Companies (Case study-Syrian Cement and Venezuelan Cement projects), Amirkabir Journal of Civil Engineering, 54(3) (2022) 10-10.

[33] PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute, (2013).

[34] S. Sushil, Interpreting the interpretive structural model, Glob. J. Flex. Syst. Manag, 13(2) (2012) 87-106.

[35] S.K. Yadav, V. Tripathi, G. Goel, Modelling strategic orientation dimensions and performance of small and medium enterprises: An application of interpretative structural modelling, Journal of Modelling in Management, 14(3) (2019) 754-772.

[36] S. Kumar Sharma, A. Bhat, Modelling supply chain agility enablers using ISM, Journal of modelling in management, 9(2) (2014) 200-214.

[37] A. Verma, N. Seth, N. Singhal, Application of interpretive structural modelling to establish interrelationships among the enablers of supply chain competitiveness, Materials Today: Proceedings, 5(2) (2018) 4818-4823.

[38] P. Charan, R. Shankar, R.K. Baisya, Analysis of interactions among the variables of supply chain performance measurement system implementation, Business Process Management Journal, 14(4) (2008) 512-529.

[39] K. Govindan, M. Palaniappan, Q. Zhu, D. Kannan, Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling, International Journal of Production Economics, 140(1) (2012) 204-211.

[40] A. Ramesh, D. Banwet, R. Shankar, Modeling the barriers of supply chain collaboration, Journal of Modelling in Management, 5(2) (2010) 176-193.

[41] D.-W. Kwak, V.S. Rodrigues, R. Mason, S. Pettit, A. Beresford, Risk interaction identification in international supply chain logistics: Developing a holistic model, International Journal of Operations & Production Management, 38(2) (2018) 372-389.

[42] V. Ravi, R. Shankar, Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics, Technological Forecasting and Social Change, 72(8) (2005) 1011-1029.

[43] A. Agarwal, R. Shankar, M. Tiwari, Modeling agility of supply chain, Industrial marketing management, 36(4) (2007) 443-457.

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

M. Sohrabi, H. Soltanpanah, A. A. Nasrizar , M. S. Sabeti, The Investigation of Risk Management at the Stage of Construction with Interpretive Structural Modeling method (Case Study: Yazd-Naein Oil Pipeline Construction Project) , Amirkabir J. Civil Eng., 55(4) (2023), Amirkabir J. Civil Eng., 55(4) (2023) 833-848.

DOI: 10.22060/ceej.2023.21184.7643