Journal of Executive Management

Volume 13. Issue 25. Spring and summer, 2021. Pages 209 to 231.

Research Paper

A Combined Model for Change of Risk Management in Iran's Oil Industry Engineering and Construction Projects

Peyman Niayeshnia [1], Morteza Rayati Damavandi*[2], Sirous Gholampour [3]

[1] PhD Student, Department of Civil Engineering, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran. Email:P.niayeshnia@gmail.com
[2] Assistant professor, Department of Civil Engineering, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. Email: m_rayati@qaemiau.ac.ir
[3] Assistant professor, Department of Civil Engineering, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. Email: sgh235@yahoo.com

10.22080/jem.2021.18496.3171

Received:
April 3, 2020
Accepted:
October 3, 2020
Available online:
January 15, 2022

Keywords:
Changes Management, Risk, Fuzzy, FMEA, TOPSIS

Abstract

In most execution schemes with various contractual patterns, changes in design and execution have become one of the main problems of project implementation, as many project management theorists have identified as one of the major risks affecting project success. Thus, providing a changes management model can play a key role in a more holistic approach to reducing risk and achieving project goals. For this purpose, unlike other conventional methods of risk assessment and modification, in this study, changes identified by four criteria: probability of occurrence, severity of effect, probability of detection and probability of determining appropriate response using Fuzzy FMEA fuzzy environment technique, The identified changes were prioritized and critical cases identified. Then, to evaluate the impact of other components on project objectives and to consider the interplay of these criteria with each other, it was combined with TOPSIS hierarchical structure method. The results show that engineering design changes are one of the most important factors contributing to the failure of EC projects. Also, poor planning risk is the most effective risk of planning and construction projects when planning ahead is delayed. Given that there are many EC projects currently underway in the Iranian oil industry that are at risk of changes, Using the results of this research can be useful in reducing the effects of unwanted changes and achieving project goals.

*Corresponding Author: Morteza Rayati Damavandi
Address: m_rayati@qaemiau.ac.ir

Email: Assistant professor, Department of Civil Engineering, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Volume 13. Issue 25. Spring and summer, 2021. Pages 209 to 231.

Extended Abstract

1. Objective

In most execution schemes with various contractual patterns, as project management theorists argue, changes in design and implementation are the main problems of projects, putting them at the risk of failure. In this regard, many countries around the world seriously aim to find the best executive and contractual methods along with careful planning to carry out projects in production, extraction, and development of oil industry. One of the low-risk methods for carrying out these projects is the implementation of projects in the oil industry under Engineering and Construction (EC) contracts, which transmits the lowest risk to clients.

2. Methodology

Providing a management model can play a key role in a more holistic approach to reduce the risk and achieve the project goals (Kabirifar & Mojtahedi, 2019). For this purpose, unlike other conventional methods of risk assessment and modification, in this study, changes identified have been prioritized based on four criteria, including probability of occurrence, severity of effect, probability of detection and probability of determining appropriate response using FMEA fuzzy environment technique. Then, the critical cases have been identified. following that, to evaluate the impact of other components on project objectives and to consider the interaction of these criteria with each other, TOPSIS hierarchical structure method has been used.

3. Results/Findings

Table 1 shows that the engineering phase of Engineering and Construction projects has a leading role in project efficiency, and accurate performance of engineering activities in different stages can ensure the success of the project. Moreover, the construction phase is in the next rank in Energy and Petroleum industry EC projects.

Table 1 Ranking of EC steps and their impact on project efficiency

EC Phases	NC	ND	NCD	Rank
Engineering	0.71	0.61	0.65	1
Construction	0.49	0.59	0.54	2

This article seeks to determine the importance of the criterion for the overall evaluation of contractual changes in various parts of EC projects in the oil industry, expressed by active and experienced companies in this field. Questionnaires were distributed among selected experts from active and experienced companies in this field. After returning the questionnaires, data analysis was done using a combination of FMEA and TOPSIS methods.

Scope, time, cost and quality are the main features of project management that affect its efficiency and any project is analyzed and evaluated through these factors (Martens & Carvalho, 2020). The results of this research show that engineering design changes are of the most important factors contributing to the

failure of EC projects. Also, poor planning risk is the most effective risk of planning and construction projects when planning ahead is delayed (Gamil & Rahman, 2018). Given that there are many risky EC projects currently underway in the Iranian oil industry, using the results of this research can be useful in reducing the effects of unwanted changes and achieving project goals (Masoudnejad et.al,2019).

The results of this research can be applied to all project stakeholders, including petroleum and energy employers, planners, contractors, consulting engineers and companies related to energy and oil industry, especially the National Iranian Oil Company, the National Iranian South Oil Company, the National Iranian Oil Refining and Distribution, as well as all companies involved in the implementation of EC projects in the Energy and Petroleum Industry in all countries. This is because they create more quantitative and computational indices and standards for evaluating the risks and changes items, while measuring, comparing, and modifying progress over time by setting goals.

4. Conclusions

Based on the research findings, it can be concluded that this model is suitable for EC projects. Employers can also assign the projects to the qualified contractors based on their previous productivity by using a comination of FMEA and TOPSIS methods presented in this article and comparing the contractors at the bidding stage.

References

Gamil, Y., & Rahman, I. (2018). Identification of causes and effects of poor communication in construction industry: A theoretical review. *Emerg. Sic*, 3(2), 37-54.

Kabirfar, K., & Mojtahedi, M. (2019). The impact of Engineering, Procurement and Construction (EPC) phases on project performance. *The Journal of Buildings*, 9(1), 2075-5309.

Masoudnejad, M., Rayatid Damavandi, M., & Gholampour, S. (2019). A hybrid model for risk assessment in infrastructure projects: The case of small-scale power plants. *Asas Journal*, 21(54), 41-56. [In Persian]

Martens, M. L., & Carvalho, M. M. (2020). Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective. *Int. J. Proj. Manage*, 35(3), 1084–1102.

پژوهشنامه مدیریت اجرایی
Journal of Executive Management
دوره ۱۳. شماره ۲۵. بهار و تابستان ۱۴۰۰. صفحات ۲۰۹ تا ۲۳۱.

علمی پژوهشی

ارائه مدل ترکیبی مدیریت ریسك تغییرات در پروژه‌های طرح و ساخت توام (EC) در طرح هاي اجرايي حوزه صنعت نفت ايران

پیمان نیایش نیا [۱] ، مرتضی رعیتی دماوندی [۲*] ، سیروس غلامپور [۳]

[۱] دانشجو ی دکتری گروه مهندسی عمران، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران p.niayeshnia@gmail.com
[۲] استادیار گروه مهندسی عمران، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران m_rayati@Qaemiau.ac.ir
[۳] استادیار گروه مهندسی عمران، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران s.gholampour@Qaemiau.ac.ir

10.22080/jem.2021.18496.3171

تاریخ دریافت:
۱۵ فروردین ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش:
۱۲ مهر ۱۳۹۹
تاریخ انتشار:
۲۵ دی ۱۴۰۰

چکیده

در اکثر طرح‌های اجرایی که با الگوهای مختلف قراردادی درحال اجرا می‌باشد تغییرات در طراحي و اجرا نسبت به توافقات اولیه قراردادی به‌یکی از معضلات اصلی پروژه‌ها تبدیل شده است، به‌طوریکه بسیاری از تئوریسین‌های علم مدیریت آنرا از اصلی‌ترین ریسک‌های تاثیر گذار بر موفقیت پروژه می‌دانند. بدین سبب ارائه مدل مدیریت تغییرات می‌تواند نقشی اساسی در نگرش جامع در راستای کاهش مخاطرات و رسیدن به اهداف پروژه‌ها بوجود آورد. بدین منظور برخلاف روش‌های مرسوم ارزیابی ریسک، در این پژوهش تغییرات شناسایی شده با چهار معیار احتمال وقوع، شدت اثر، احتمال تشخیص و احتمال تعیین پاسخ مناسب و با استفاده از تکنیک حالت شکست و تحلیل اثر در محیط FMEA فازی، اولویت بندی و موارد بحرانی مشخص گردید. سپس برای ارزیابی تاثیر سایر مولفه‌ها بر اهداف پروژه و در نظر گرفتن تاثیر متقابل این معیارها بر یکدیگر از ترکیب آن با روش ساختار سلسله مراتبی تاپسیس استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات بخش طراحی و مهندسی از مهمترین عوامل مؤثر در عدم موفقیت پروژه‌های طرح و اجرا می‌باشد. همچنین برنامه‌ریزی ضعیف در تقدم و تأخر تهیه نقشه‌ها، موثرترین ریسک پروژه‌های طرح و ساخت توام می‌باشد. استفاده از نتایج این تحقیق می‌تواند در راستای کاهش آثار تغییرات ناخواسته و نیل به اهداف پروژه‌ها مفید واقع شود.

کلیدواژه ها:
مدیریت تغییرات، ریسک، فازی، FMEA ، تاپسیس

* **نویسنده مسئول:** مرتضی رعیتی دماوندی
آدرس: استادیار گروه مهندسی عمران، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران
ایمیل: m_rayati@Qaemiau.ac.ir

۱ مقدمه

امروزه صنعت نفت به عنوان یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازها جهت رشد و توسعه صنایع مختلف داراي نقش ویژه و استراتژیکي مي باشد. این صنعت به دلیل نقش زیربنایی و ارتباط تنگاتنگ با عوامل موثر بر رشد اقتصادی، جزو صنایع پویا و اثر گذار مي باشد و افزایش بهره وری و کارایی در آن براي دستندرکاران صنایع مختلف از اهمیت بسزایی برخوردار است(صادقي و همکاران،۲۰۱۳). پروژه‌های در حال انجام در حوزه انرژی و صنعت نفت شامل عملیات‌های چند وجهی و ساختاریافته می‌باشد که در رابطه با رسیدن به محصول خاص و منحصر به فرد نظیر ساخت یک واحد پالایشگاهی ، مخازن ذخیره و واحدهاي بهره‌برداري متمرکز می‌باشند(صالحي طالشي،۲۰۱۸). هزینه، زمان و دامنه محدودیت سه گانه مثلث مدیریت پروژه مي‌باشند و به عنوان شاخص‌هاي عملکرد مدیریت پروژه شناخته مي‌شوند. صنعت نفت در اغلب کشورها درصد قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی را نشان می‌دهد، بنابراین موفقیت در صنعت نفت در هر کشور منجر به ارتقاء و رشد و ثبات اقتصادی می‌گردد. در سال‌های اخیر، تلاش‌های متعددی برای بهبود بهره‌وری پروژه‌های نفتی ایران و مدیریت بهینه سازي آنها انجام شده است که اغلب بیانگر اصول اساسی برای اجرای موفقیت آمیز مدیریت پروژه می‌باشد. با انجام بهینه سازی پروژه‌های حوزه صنعت نفت بر پایه مدیریت و برنامه ریزی می‌توان با گردآوری اطلاعات و کنترل جامع آنها باعث برنامه ریزی دقیق‌تر برای پروژه‌های آتی شد(مسعودنژاد و همکاران،۲۰۱۹).

پروژه‌های تعریف شده در صنعت نفت عموماً شامل چندین فعالیت چند وجهي و غیر متمرکز می‌باشند که توسط متخصصین پروژه انجام می‌شود، یکي از روش‌هاي اجراي پروژه هاي این حوزه روش اجرا تحت قرارداد طرح و ساخت توام مي‌باشد که به اختصار به آنها EC[1] مي‌گوییم. پروژه‌های صنعت نفت باتوجه به تنوع کار، بودجه، مدت زمان و عوامل درگیر در آنها در زمره پروژه‌های پیچیده قرار می‌گیرند. همچنین این پروژه‌ها شامل چندین زیر پروژه تاسیساتی، فرآیندی، عمرانی و زیربنایی می‌باشند و برای رسیدن به موفقیت پروژه به هماهنگی دقیقی بین ارکان پروژه احتیاج دارند. بر این اساس، صنعت نفت و حوزه انرژی در فرآیندهای خود اغلب با معضلاتی روبرو هستند که در برخی موارد باعث عدم توفیق کامل در موفقیت پروژه‌ها می‌شوند. به این ترتیب، صنعت نفت و حوزه انرژی تحت تأثیر اثرات جریانی ناشی از راندمان و بهره‌وری قرار گرفته‌اند. اجرای موفقیت آمیز پروژه‌های نفتی در حوزه رقابتی بازار نفت نقش مهمی‌در موفقیت شرکت‌های پیمانکاری این صنعت دارد. بنابراین شرکت‌های پروژه محور نفتی که قادر به مدیریت منابع خود (اعتباري، نیروي انسانی، مالی، تجهیزات و زمان) هستند، در این حوزه نقش اصلي و اساسي را بازي مي‌نمایند. افزایش تغییرات در پروژه‌هاي اجرایي با اهداف اصلی مدیریت پروژه، یعني زمان، هزینه و کیفیت رابطه معکوس دارد، به طوري که افزایش تغییرات و دوباره کاري‌ها اثرات منفی در متغیرهاي سه گانه فوق ایجاد مي‌نماید. از این رو با توجه به دانش و تجربه اجرایی پیمانکاران و به منظور تسریع در انجام و بهره برداري از طرح‌ها، نیاز به استفاده از روش‌هاي نوین قراردادي و مدیریت پروژه نظیر استفاده از روش طرح و ساخت توام متداول گردیده است. همچنین با توجه به سابقه نه چندان طولاني مدت اجراي این نوع پروژه‌ها، امکان ایجاد تغییرات و تضاد نگرش‌ها بین عوامل آن امري اجتناب ناپذیر خواهد بود. بنابراین در این مقاله ارزیابی تغییرات در پروژه‌هاي اجرا شده با روش طرح و ساخت توام یا EC در یکي از مهمترین حوزه‌هاي انجام دهنده پروژه، یعني حوزه صنعت نفت مورد بررسي قرار گرفته است.

1 Engineering Construction

برای شناسايي ريسك پروژه‌ها روش‌هاي متعددي مطرح گرديده كه هر يك در شرايط خاص خود قابل استفاده است. روش‌های اصلی شناسایی ریسک‌ها شامل طوفان فکری، مرور مستندات، روش دلفی، تحلیل چک لیست‌ها و تحلیل فرضیات می‌باشد. تحلیل ریسک به دو صورت کیفی و کمی انجام می‌شود. تحلیل کیفی ریسک معمولاً شامل ارزیابی احتمال، تأثیر و ماتریس احتمال-تأثیر مي‌باشد. افزايش تغييرات در پروژه‌هاي اجرايي با اهداف اصلی سه گانه مديريت پروژه، يعني زمان، هزينه و كيفيت رابطه معكوس دارد، به طوري كه افزايش تغييرات و دوباره كاري‌ها اثرات منفی در متغيرهاي سه گانه فوق ايجاد مي‌نمايد(مورتا و همكاران،۲۰۱۸)[1] . از اين رو با توجه به دانش و تجربه اجرايي پيمانكاران و به منظور تسريع در انجام و بهره برداري از طرح‌ها ، نياز به استفاده از روش‌هاي نوين قراردادي و مديريت پروژه نظير اجراي پروژه‌ها تحت قراردادهايEC متداول گرديده است. همچنين با توجه به سابقه نه چندان طولاني مدت اجراي اين نوع پروژه‌ها، امكان ايجاد تغييرات و تضاد نگرش‌ها بين عوامل آن امري اجتناب ناپذير خواهد بود. بنابراين در اين مقاله بررسی تغييرات در پروژه‌هاي اجرا شده با روش EC در يكي از مهمترين حوزه‌هاي انجام دهنده پروژه، يعني حوزه صنعت نفت با توجه به ويژگي‌هاي پروژه‌هاي EC مورد بررسي قرار گرفته است. از آنجائيكه تغييرات و تعارضات در پروژه‌هاي اجرايي كشور بسيار متداول می‌باشند ، از اين‌رو در اين پژوهش پس از بررسی و تحليل محتواي ادبيات، مدارك و مستندات مرتبط با ايجاد تغييرات در پروژه‌هاي EC حوزه صنعت نفت كشور مد نظر قرار گرفته و پس از آن رويكرد و الگوي نحوه برخورد و مواجهه با تغييرات ايجاد شده در پروژه هاي EC تعريف مي‌گردد.

۲ پیشینه پژوهش

هدف اصلی این پژوهش ارزیابی و اولویت بندی ریسک تغییرات مي‌باشد. محققین مدل‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک پروژه‌های زیربنایی ارائه نمودند که برخی از مطالعات صورت گرفته به شرح زیر می‌باشد.

ادلکو و همکاران با هدف بررسی تاثیر عوامل بیرونی سازمان بر روی مدیریت ریسک شرکت‌های ساختمانی با توجه به عامل‌های اقتصادی، سیاسی و تکنولوژیکی، از پرسشنامه به عنوان ابزار جمع آوري داده‌ها استفاده نمودند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش مدل سازی معادلات ساختاری استفاده شد. این مطالعه نشان داد مدیریت مناسب ریسک‌های سیاسی، اقتصادی و تکنولوژیکی می‌توانند موجب کاهش نرخ حوادث کارگری و همچنین موجب موفقیت پروژه از نظر زمان، هزینه و کیفیت گردد(ادلکو[2]،۲۰۱۷). زمانی که یک تغییر یا دوباره كاري مطرح می‌شود، ارزش آن معمولاً به عنوان هزینه تغییر شناخته می‌شوند. این موارد ، هزینه هايي هستند كه در آن مدعی احساس می‌كند سزاوار دريافت هزينه هاي آنها مازاد بر قرارداد می‌باشد. بايد گفت زمينه‌هاي جبران اين هزينه‌ها بر اساس قرارداد هر پروژه متفاوت می‌باشد. تحقيقات انجام شده در پروژه‌هاي غير صنعتی در كانادا، نشان داد كه جبران از دست دادن بهره‌وري، به عنوان مهمترين خسارت ايجاد تغييرات می‌باشد(دنگ[3]،۲۰۱۸). بادقت درقراردادهاي منعقد شده در پروژه‌هاي حوزه انرژي و صنعت نفت، تغييراتي در اين قراردادها و پروژه‌ها رخ داده است كه به طور عمده اين تغييرات در يكی از محورهاي محدوده، زمان، هزينه و كيفيت مي‌باشد(ابراهيمی،۲۰۱۸). مراحل اجرای پروژه‌های EC به دلیل اندرکنش هایی که شامل یک سری از فعالیتهای اجرایی برای تحقق اهداف پروژه در یک زمان خاص است باعث متمایز شدن این پروژه‌ها

[1] Moura et.al.
2 Adeleke et.al.
3 Deng et.al.

نسبت به پروژه‌های متعارف می‌گردد. مراحل اجرای پروژه‌ها به روش EC یکی از پیچیده ترین روشهای انجام پروژه است که می‌تواند بر موفقیت یک پروژه تاثیر بگذارد. برخی محققان سه جنبه موفقیت پروژه در مراحل EC شامل"روند اجرای، ارزش پروژه و رضایت مشتری" را شناسایی کرده اند. محقق دیگری بر اهمیت زمان، هزینه، کیفیت و رضایت مشتری در مراحل EC تأکید کرده است (حبیبی و همکاران،۲۰۱۸) به طور کلی، موفقیت پروژه‌های پیچیده صنعتی به شدت با عملکرد چرخه عمر آنها مرتبط است و عملکرد هر فاز EC را می‌توان به مثلث زمان، هزینه و کیفیت نسبت داد (پال و همکاران[1]،۲۰۱۷). زمان، هزینه و کیفیت سه عنصر اساسی اجرای پروژه می‌باشند که برای تعیین و اندازه‌گیری راندمان پروژه استفاده می‌شود. برخی از ریسک‌های دیگری که می‌توانند بر موفقیت پروژه تأثیر بگذارند(به غیر از افزایش زمان و هزینه) عبارتند از حوادث، نوسان قیمت، عدم کفایت کیفیت مواد، وضعیت جوی نامناسب، محدودیت های بین المللی ، شرایط محیط زیستی ، مسائل بهداشتی و ایمنی(مسعودنژاد و همکاران،۲۰۱۹). استفاده از زمان، هزینه و کیفیت به عنوان فاکتورهای مهم موفقیت پروژه‌های ساخت و ساز به منظور ارزیابی عملکرد پروژه‌های ساخت و ساز به طور گسترده توسط بسیاری از محققان مورد مطالعه قرار گرفته است، با این حال، درک این فاکتورها باتوجه به مراحل مختلف پروژه‌های EC و اولویت بندی عواملی که می‌توانند بر فاکتورهای موفقیت پروژه در بخشهای مختلف موثر باشند و بر بهره‌وری پروژه تأثیر بگذارد، حائز اهمیت می‌باشد. همچنین در مطالعه‌ای دیگر که در خصوص اثرات بازار ارز و سرمایه گذاری در صنعت پروشیمی ایران انجام شده است، نشان میدهد که تغییر نرخ ارز در ایران از مهمترین ریسکهای اصلی و اثرگذار در صنعت پتروشیمی در راستای سرمایه گذاری و اجرای پروژه ها در این صنعت می‌باشد (زارعی و احمدلو،۲۰۲۰).

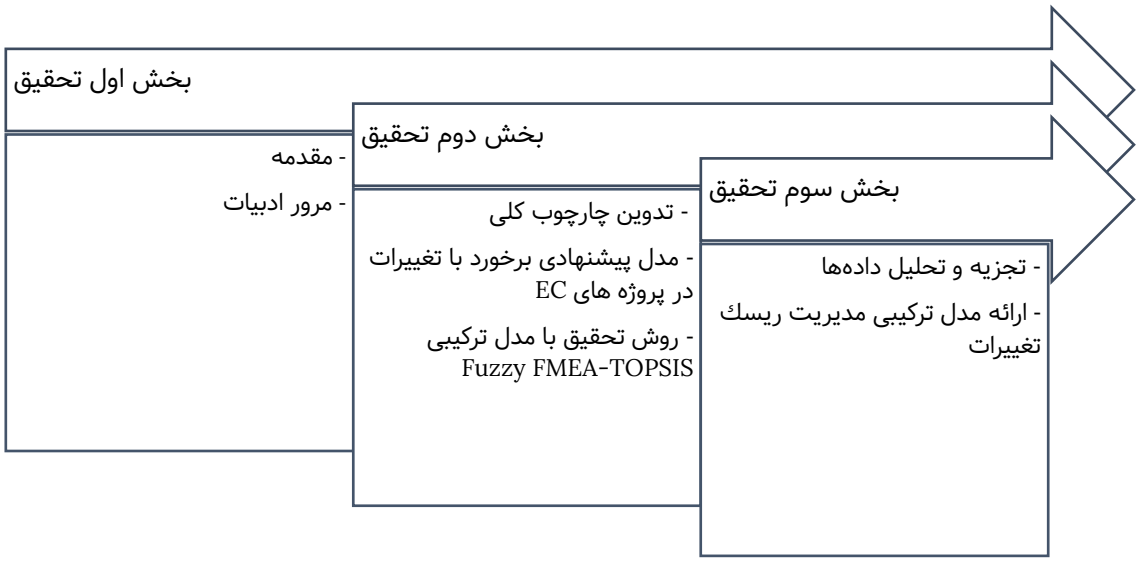
علاوه بر موارد بیان شده قبلی، مواردی نظیر انتخاب اشتباه پیمانکاران، مشاوران و مدیریت پروژه و همچنین ناکارآمدی مدیریت سایت ونیز عوامل دیگر همچون مشکلات مربوط به پیمانکاران فرعی، برنامه ریزی ضعیف، مشکلات مالی کارفرما، پرسنل کم تجربه و یا ناآگاه، نیز باعث اتلاف زمان پروژه و ضعف در بهره‌وری و عملکرد پروژه می‌شوند (زارعی و احمدلو،۲۰۲۰). علاوه بر این، دلایل دیگری نیز وجود دارد که باعث تأخیر می‌گردد که تحت کنترل عوامل درگیر در پروژه نمی‌باشد، مانند بی ثباتی اقتصادی، بلایای طبیعی، انقلاب ، کودتا ، وضعیت جوی غیر قابل پیش بینی، جنگ ، شورش و اعتصاب و نیز دلایلی که توسط ذینفعان و تصمیم گیران ایجاد می‌شود، مانند تغییر در طراحی یا تأخیر در پرداخت‌ها(کبیری فرد،۲۰۱۹).

با بررسی ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش مشخص می‌شود که در زمینه مدیریت تغییرات در پروژه‌هاي EC حوزه صنعت نفت در کشور پژوهشی انجام نگرفته است که این مطلب ضرورت انجام پژوهش را مشخص مي‌نماید. همچنین در مطالعات مربوط به تغییرات انجام شده، صرفاً به یک بعد از تغییرات "سبب ها یا مباني ایجاد تغییرات یا زمینه‌هاي بروز خسارت و یا به بحث کلي انواع تغییرات" پرداخته شده است. ولیکن این پژوهش با توجه به بررسی‌هاي صورت گرفته ، تغییرات را از نظر زمان، هزینه و کیفیت در پروژه‌های اجرایی صنعت نفت ایران شناسایی و اولویت بندي نموده است(کبیری فرد،۲۰۱۹).

در این تحقیق بعد از جمع آوري داده‌ها و تجزیه و تحلیل محتواي آنها، الگو مدیریت تغییرات بسط مي‌یابد که نشان دهنده الگو جامع از مدیریت تغییرات می‌باشد. لازم به ذکر است که در پژوهش‌هاي پیشین در ارتباط با تغییرات، همواره یک جنبه از تغییرات مورد توجه بوده و جداسازي و طبقه بندي آنها هیچگاه مورد بررسی قرار نگرفته است. در این پژوهش سعي گردیده بعد از گردآوري

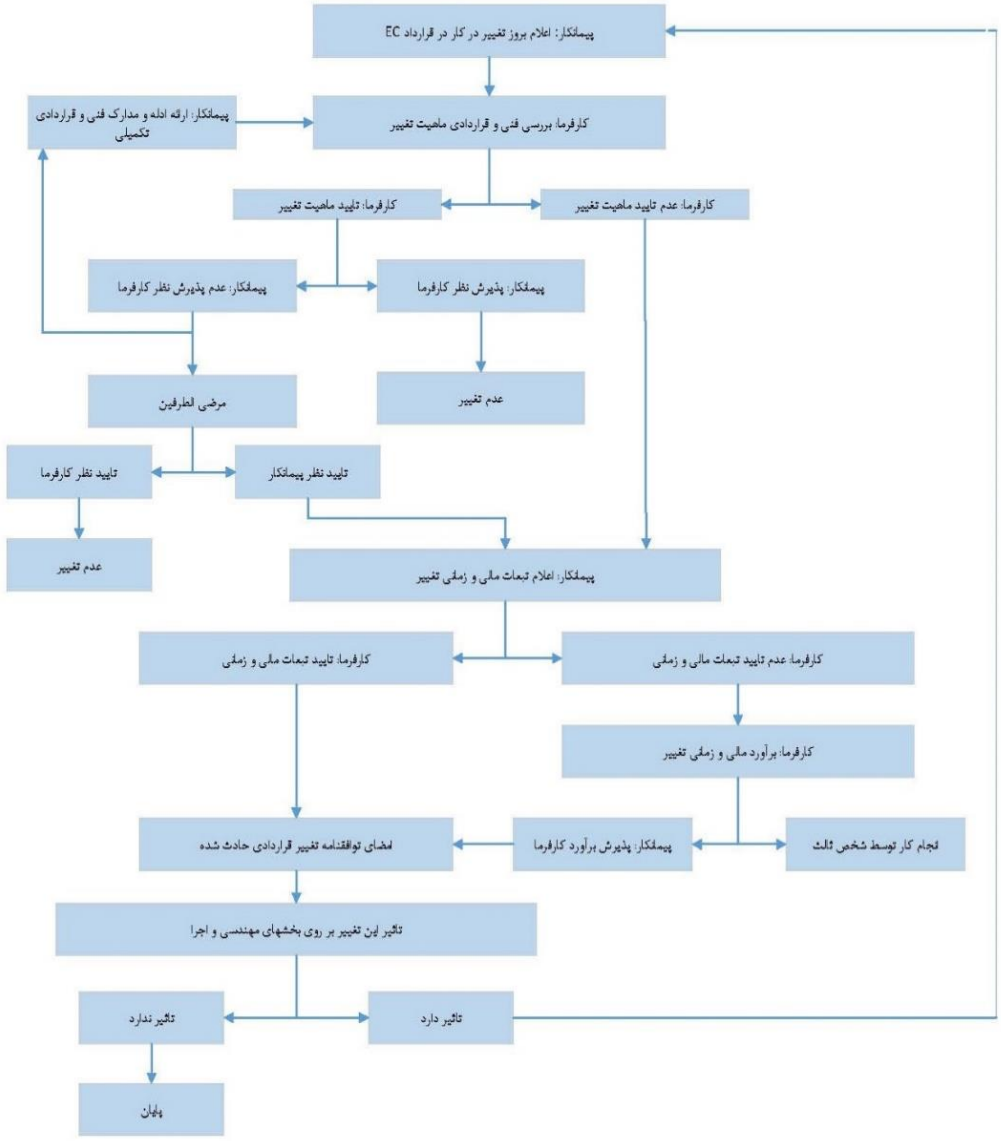
1 Pal el. al.

داده‌هاي كيفي و كمی و تحليل محتواي آنها، الگو مديريت تغييرات پيشنهادي را پياده‌سازي نمود.لازم به ذكر است اين الگو در اختيار تعدادي از خبرگان قرار گرفت و بعد از تأييد موارد مبناي ادامه اين پژوهش قرار گرفت. اين پژوهش مطابق با شكل ۱ در سه بخش ، مقدمه و مرور ادبيات، چارچوب كلي مدل پيشنهادي و روش تحقيق و تجزيه و تحليل و تفسير داده‌ها و نتيجه گيري و ارائه مدل ريسك نغييرات تنظيم شده است.



شكل ۱ فرآيند انجام تحقيق

با توجه به موارد فوق و به منظور نظام مند سازي رويكرد برخورد با تغييرات حادث شده در قراردادها و پروژه‌های EC و علي الخصوص پروژه‌هاي اجرايي تعريف شده در صنعت نفت ، مدل و الگوي ابتكاري زير جهت استفاده كارفرمايان ، پيمانكاران و مشاوران ارايه مي‌گردد:



شکل ۲ الگوی پیشنهادی مدیریت تغییرات قراردادهای EC

۳ روش شناسی تحقیق

همانگونه که می دانیم تغییرات از جنس ریسک می‌باشد بنابراین شناسایی و اولویت بندی ریسک‌ها از اساسی ترین گام‌ها در مدیریت تغییرات می باشد و بدون انجام این مراحل اجرای سایر گام‌ها امکان پذیر نمی‌باشد. تکنیک‌های مختلفی برای شناسایی ریسک‌های پروژه وجود دارد و تنها یک راه‌حل به عنوان بهترین روش برای شناسایی وجود ندارد، بلکه ترکیبی مناسب از تکنیک‌های مختلف باید مورد استفاده قرار گیرد. همچنین بررسی تغییرات صرفا از نظر احتمال وقوع و شدت اثر روش مناسبی نمی‌باشد زیرا این دو معیار به تنهایی بیانگر تمامی جنبه‌ای تاثیرگذار ریسک تغییرات نمی باشند(کبیري فر و همکاران،۲۰۱۹). علاوه بر این ارتباط بین معیارها در پروژه‌های طرح و ساخت توام بسیار پیچیده بوده و معمولا یک معیار بر دیگر معیارها تاثیر می‌گذارد. ارزیابی و تحلیل ریسک تغییرات در شرایط مختلف

و پیچیده، بویژه در حوزه صنعت نفت که تحت تأثیر معیارهاي متعدد و گزینه‌هاي متنوع است، مستلزم بهره‌گیري از تکنیک‌هاي کمی و مدل‌هاي ریاضی تصمیم‌گیري می‌باشد. بنابراین در این پژوهش پس از شناسایی ریسک‌هاي ایجاد تغییرات در پروژه‌های EC حوزه صنعت نفت(پروژه‌های طرح و ساخت توام در صنعت نفت) در ابتدا با اضافه نمودن معیار احتمال پاسخگویی به ریسک با استفاده از تکنیک حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثر (FMEA[1]) در محیط فازی که شامل سه معیار احتمال وقوع، شدت اثر و کنترل/تشخیص می باشد ریسك‌هاي ایجاد تغییرات در پروژه اولویت‌بندی شده و سپس ریسک‌هاي تغییرات بحرانی حاصل از آن تعیین می‌گردند. حال به منظور رتبه‌بندی تغییرات تاثیر گذار ، از یک ساختار تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM[2]) استفاده می‌شود که علاوه بر در نظر گرفتن سایر معیارهای موثر بر اهداف پروژه، توانایی در نظر گرفتن وابستگی میان این معیارها را نیز دارا مي‌باشد.

۳،۱ حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثر (FMEA)

روش شکست و تجزیه و تحلیل اثر یک تکنیک تحلیلی است و از ترکیب دو مولفه تکنولوژی و خبرگی برای جلوگیری از تولید محصول نامطلوب و ممانعت از به خطر افتادن اعتبار شرکت استفاده مي‌نماید (ادام تي و اونساري گو[3]،۲۰۱۸).

در FMEA سنتی از یک عدد اولویت ریسک (RPN [4]) جهت ارزیابی سطح ریسک استفاده می‌گرددد. RPN از طریق حاصل ضرب سه فاکتور که آنها به ترتیب احتمال وقوع ریسک (O[5]) ، شدت ریسک (S[6]) و احتمال تشخیص ریسک (D[7]) می‌باشندحاصل مي‌شود.

$$RPN = O \times S \times D$$

مطابق با جدول یك ، این روش از طیف پنج مقیاسی و امتیاز دهي جهت اندازه‌گیری سه پارامتر احتمال وقوع، شدت اثر و میزان تشخیص بعلاوه آیتم پیشنهادی این تحقیق بعنوان تعیین پاسخ مناسب (احتمال پاسخگویی یا توان پاسخگویی هر ریسک عبارت است از امکان یا توان حل یا مواجه شدن با آن ریسک که آن را با R[8] نمایش می‌دهیم) استفاده می‌کند که به آن RPN_d[9] (عدد اولویت ریسک توسعه یافته) می‌گوییم.

$$RPN_d = O \times S \times D \times R$$

1 Failure Mode and Effects Analysis
2 Multiple Criteria Decision Making
3 Adamty & Onsarigo
4Risk Priority Number
5 Occurrence
6 Severity
7 Detection
8 Reply
9 Risk Priority Number-developed

جدول ۱ احتمال وقوع، شدت ، تشخیص و تعیین پاسخ

درجه ریسک	احتمال وقوع	شدت اثر			تشخیص	تعیین پاسخ	علائم فازي
		کیفیت	زمان	هزینه			
بسیار بالا	شانس وقوع بالای ۶۷٪ (۲/۳)	کیفیت انتظارات برآورده نمی کند.	افزایش بیش از ۲۵ درصد زمان	افزایش بیش از ۲۵ درصد هزینه	خطر شناسایی و کنترل نمی شود.	پاسخ اشتباه - اثر تغییر را افزایش می دهد.	Vh
بالا	شانس وقوع بین ۳۳٪ تا ۶۷٪	تغییرات کیفیت کلی در جهت کاهش.	افزایش بین ۱۵ تا ۲۵ درصد زمان	افزایش بین ۱۵ تا ۲۵ درصد هزینه	احتمال بعید برای تشخیص و کنترل خطر وجود دارد.	بدون پاسخ	H
متوسط	شانس وقوع بین ۱۰٪ تا ۳۳٪	بخش از کیفیت پروژه تحت تاثیر قرار می گیرد.	افزایش بین ۱۰ تا ۱۵ درصد زمان	افزایش بین ۱۰ تا ۱۵ درصد هزینه	شانس متوسط برای شناسایی و کنترل خطر وجود دارد.	پاسخ مبهم است- قطعیت مشخص نیست.	M
کم	شانس وقوع بین ۱٪ تا ۱۰٪	میزان کمی از کیفیت‌ها تحت تاثیر قرار دارد	افزایش بین ۵ تا ۱۰ درصد زمان	افزایش بین ۵ تا ۱۰ درصد هزینه	شانس احتمالی برای تشخیص و کنترل هست	پاسخ داده می‌شود- تقلیل اثر تغییرات.	L
بسیار کم	شانس وقوع کم‌تر از ۱٪	کاهش کیفیت قابل توجه نیست..	افزایش کمتر از ۵ درصد زمان	افزایش کمتر از ۵ درصد هزینه	خطر مطمئنا شناسایی و کنترل خواهد شد.	پاسخ مناسب داده می‌شود	Vl

اگر چه روش شکست و تجزیه و تحلیل اثر سنتی، به طور گسترده در پژوهش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولیکن این روش به علت شرایط و محدودیتهایی که براي محاسبه شاخص عدد اولویت ریسک دارد، همواره مورد انتقاد محققان بوده است. در پژوهش حاضر برای غلبه بر ضعف‌های ارزیابی و اولویت بندی ریسک‌ها با روش اولویت بندی سنتی RPN، از رویکرد توسعه یافته فازی[1] برای تعیین $FRPN_d$[2] استفاده شده است. لذا در ادامه ابتدا منطق فازی را تعریف نموده و سپس کاربرد آن در روش شکست و تجزیه و تحلیل اثر ارائه خواهد شد.

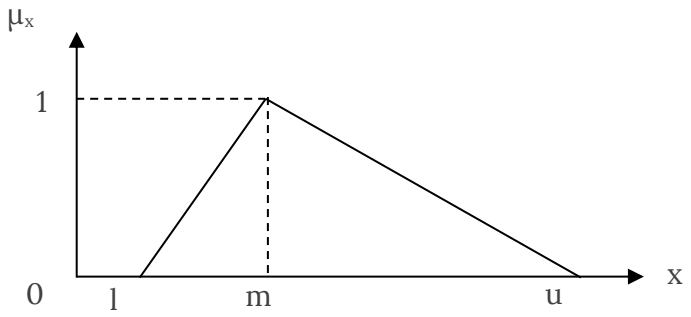
۳،۲ رویکرد فازی برای FMEA

تئوري مجموعه‌هاي فازي اولين با توسط پروفسور لطفي‌زاده استاد دانشگاه برکلي مطرح گرديد. اين نظريه قادر خواهد بود بسياري از مفاهيم و عبارات غيرقطعی را با زبان رياضي بيان کند و زمينه را براي استدلال، استنتاج، کنترل و تصميم‌گيري در شرايط عدم اطمينان بوجود بياورد(بلمن و لطفي زاده[3]. بر اساس اين نظريه، $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\}$ يک مجموعه فازی مي‌باشد، که در آن X مقادير حقيقي عضو مجموعه R را مي‌پذيرد و تابع عضويت آن به‌صورت $\mu_{\tilde{A}}(x) :\rightarrow [0,1]$ می‌باشد. عدد فازي مثلثي A عددي با تابع عضويت تکه‌اي خطي μ_A به صورت

1 Fuzzy
2 Fuzzy Risk Priority Number-developed
3 Belman & Lotfi Zadeh

رابطه (۱) تعریف مي‌شود که به صورت عدد فازي مثلثي (l , m , u) نشان داده می‌شود. شکل۲، این تابع عضویت را نمایش مي‌دهد (فتاحي و کریم زاده،۲۰۱۸)

$$\mu_A(x)=\begin{cases}(x-l)/(m-l), & l\le x\le m\\ (u-x)/(u-m), & m\le x\le u\\ 0, & otherwise\end{cases} \quad (۳)$$



شکل ۳ عدد فازي مثلثي

اگر $\tilde{A}=(l_1, m_1, u_1)$ و $\tilde{B}=(l_2, m_2, u_2)$ دو عدد فازي مثلثي باشند، تابع فاصله $d(\tilde{A}, \tilde{B})$ به صورت رابطه (۲) تعریف مي‌شود (جونیور و همکاران[1]،۲۰۱۴):

$$d(\tilde{A},\tilde{B})=\sqrt{\frac{1}{3}[(1_1-1_2)^2+(m_1-m_2)^2+(u_1-u_2)^2]} \quad (۴)$$

۳،۳ عملیات جبری با اعداد فازی

با توجه به عدد ثابت k و دو عدد مثلثی $\tilde{A}$ و $\tilde{B}$ اعمال جبری اصلی در رابطه‌های زیر نشان داده شده است(جونیور و همکاران،۲۰۱۴):

$$\tilde{A}(+)\tilde{B}=(l_1+l_2, m_1+m_2, u_1+u_2) \quad l_1\ge 0, l_2\ge 0 \quad (۵)$$

$$\tilde{A}(\times)\tilde{B}=(l_1\times l_2, m_1\times m_2, u_1\times u_2) \quad l_1\ge 0, l_2\ge 0 \quad (۶)$$

$$\tilde{A}(-)\tilde{B}=(l_1-l_2, m_1-m_2, u_1-u_2) \quad l_1\ge 0, l_2\ge 0 \quad (۷)$$

$$\tilde{A}(\div)\tilde{B}=(l_1\div l_2, m_1\div m_2, u_1\div u_2) \quad l_1\ge 0, l_2\ge 0 \quad (۸)$$

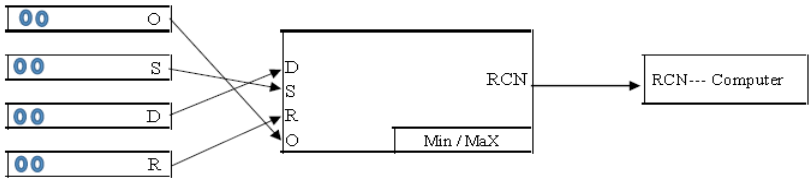
$$\tilde{A}^{-1}=(\frac{1}{u_1},\frac{1}{m_1},\frac{1}{l_1})\ge 0 \quad (۹)$$

$$k\times\tilde{A}=(k\times l_1, k\times m_1, k\times u_1) \quad l_1\ge 0, k\ge 0 \quad (۱۰)$$

1 Junir el. al.

$$\frac{\tilde{A}}{k}=(\frac{l_1}{k},\frac{m_1}{k},\frac{u_1}{k}) \qquad l_1 \geq 0\ ,\ k \geq 0$$

در پژوهش حاضر برای اجرای منطق فازی از نرم‌افزار FuzzyTech 5.54 برای محاسبه مقادیر عدد توسعه یافته اولویت ریسک فازی (که در این نرم افزار با RCN نشان داده می‌شود) استفاده شده است. مدل ایجاد شده برای تکنیک FMEA این پژوهش دارای چهار ورودی و یک خروجی متغیر می‌باشد، که در شکل۳ نمایش داده شده است.



شکل ۴ سیستم توسعه یافته فازی برای تحلیل وضعیت ریسک و تغییرات ۴ عاملی

قوانین فازی با استفاده از کاربرانی که نسبت به سیستم دانش و تخصص دارند تعریف می‌شود. تعداد قوانین را می‌توان از حاصلضرب تعداد تابع‌هاي عضویت شدت اثر، احتمال وقوع، تشخیص و پاسخ بدست آورد. در این پژوهش با توجه به تعریف ۵ معیار(خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) برای هریک از حالات احتمال وقوع، شدت ، تشخیص و پاسخ، تعداد قواعد برابر ۶۲۵ عدد مي‌باشد. این قواعد برای کنترل مقادیر، با ایجاد قانون‌هایی با استفاده از برنامه MATLAB تعریف می‌شوند، به عنوان مثال؛

Rule# 26: if Occurrence = Almost none and Severity = Low and no Detection = Almost none then

Risk = None.

Rule# 111: if Occurrence = Medium and Severity = Very high and no Detection = Almost none

Then Risk = High low.

باید توجه داشت زمانی که ابعاد شکست ریسک و تغییرات بر چندین بعد از مسئله اثرگذار می‌باشند، RPN_d به تنهایي نمي‌تواند کلیه زوایا و ریسکهاي موجود را در بر گیرد زیرا RPN_d بر اساس چهار معیار احتمال وقوع، شدت اثر ، میزان کنترل و احتمال پاسخ مناسب به دست می‌آید و این معیارها به تنهایی بیانگر تاثیرات تمام جنبه‌های مدیریت ریسك تغییرات نیستند. در ضمن با توجه به اینکه در دنیای واقعی بین معیارهای مختلف وابستگی وجود دارد، بنابراین برای لحاظ کردن تاثیر این تغییرات بر ابعاد و اهداف مختلف پروژه و در نظر گرفتن وابستگی میان آنها، از روش تحلیل سلسله مراتبي TOPSIS بهره خواهیم برد.

تکنیک TOPSIS، یکی از تکنیک‌های معروف روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره کلاسیک می‌باشد که اولین بار توسط هوانگ و یون[1] معرفی گردید. روش TOPSIS که یک روش تصمیم گیری گروهی می‌باشد راه‌حل هایی را جهت فعالیتهای عملکردی و انتخاب مسیر با استفاده از شناسایی اهداف

1 Hwang, K. Yoon

متناقض و بهینه سازی مسیر دستیابی به هدف ارائه می‌دهد. به طور خلاصه، حل ایده‌آل شامل تمام بهترین مقادیر معیارهای در دسترس می‌باشد در حالی که حل ضد ایده‌آل، ترکیبی از بدترین مقادیر معیارهای در دسترس می‌باشد(مسعودنژاد و همکاران،۲۰۱۹).

روش تاپسیس در شش مرحله به شرح زیر انجام خواهد شد

مرحله یکم – تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به یک ماتریس بی‌مقیاس:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^{\,2}}} \qquad (11)$$

مرحله دوم – ایجاد ماتریس بی‌مقیاس وزین با فروض W به عنوان ورودی الگوریتم:

$$\text{ماتریس بی مقیاس وزین} = V = N_D.W_{n\times n} = \begin{vmatrix} V_{11},\ldots,V_{1j},\ldots V_{1n} \\ V_{m1},\ldots,V_{mj},\ldots V_{mn} \end{vmatrix} \qquad (12)$$

N_D ماتریسی است که امتیازات شاخص‌ها در آن بی‌مقیاس و قابل مقایسه شده است و $W_{n\times n}$ ماتریسی است قطری که فقط قطر اصلی آن، غیر صفر می‌باشد.

مرحله سوم –گزینه ایده‌آل مثبت (A+) و منفی (A-) را تعریف کنیم:(۱۳و۱۴)

گزینه ایده‌آل مثبت $= A^{+} = \{(\max V_{ij} \mid j \in J),(\min V_{ij} \mid j \in J')i = 1,2,..m\}$

گزینه ایده آل منفی $= A^{-} = \{(\min_i V_{ij} \mid j \in J),(\min_i V_{ij} \mid j \in J')i = 1,2,..m\}$

مرحله چهارم – اندازه فاصله،فاصله گزینه iام یا ایده‌آل از روش اقلیدسی:(۱۵ و ۱۶)

فاصله گزینه i ام از ایده‌آل مثبت $d_{i+} = \left\{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_j^{+})^2\right\}^{0/5} \quad i = 1,2,\ldots,m$

فاصله گزینه i ام از ایده‌آل منفی $d_{i-} = \left\{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_j^{-})^2\right\}^{0/5} \quad i = 1,2,\ldots,m$

مرحله پنجم – محاسبه نزدیکی نسبی Ai به راه-حل ایده‌آل منفی،: (۱۷)

$$0 \le cl_{i+} < 1$$

ملاحظه می‌شود که چنانچه Ai=A+ گردد آنگاه $d_{i+} = 0$ بوده و بر این اساس $cl_{i+} = 1$ خواهد شد و در صورتی که Ai=A- شود آنگاه $d_{i-} = 0$ بوده و $cl_{i+} = 0$ خواهد شد. بنابراین هر اندازه گزینه Ai به راه‌حل ایده‌آل (A+) نزدیک‌تر باشد، ارزش cl_{i+} به واحد نزدیک‌تر خواهد بود.

مرحله ششم - رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس ترتیب نزولی cl_{i+} .

TOPSIS یک روش مؤثر برای تجزیه و تحلیل و رتبه بندی گزینه های جایگزین‌است و از ارزش خالص سازگاری(NC) که روش خوشبینانه است و ارزش خالص عدم سازگاری(ND) که روشی بد بینانه است استفاده می‌کند (دنیل و همکاران[1]،۲۰۰۹). در این مقاله، از TOPSIS و مفهوم NCD برای ایجاد مقادیر امتیاز برای رویکردهای مدیریت تغییرات در

$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{(d_{i+} + d_{i-})},$$

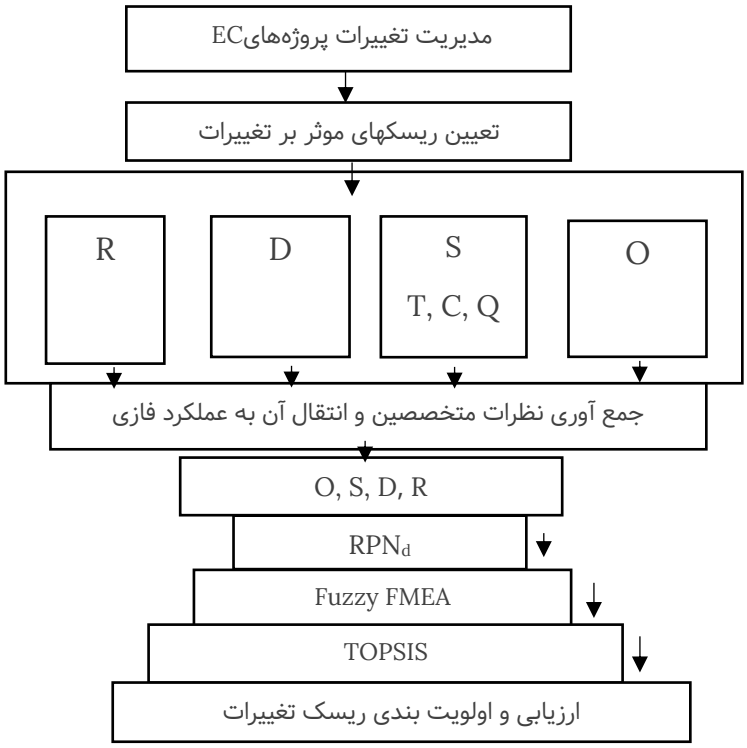
مراحل طراحی و مهندسی(E) و ساخت و اجرا (C) استفاده شده است.

با توجه به اینکه هدف از این تحقیق ارائه مدلی جهت ارزیابی و مدیریت تغییرات پروژه‌های طرح و ساخت توام(EC) در حوزه صنعت نفت می‌باشد، در این راستا ابتدا ریسک‌های ایجاد تغییرات موجود در پروژه هاي طرح و ساخت توام شناسایی شده و سپس با استفاده از روش Fuzzy FMEA، اولویت‌بندی و تغییرات بحرانی مشخص گردیده و پس از آن برای بررسی اثر آنها بر معیارهای پروژه از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده گردیده است. همچنین با توجه به مطالعات انجام شده بر اساس استاندارد PMBOK[2] و مصاحبه‌های صورت گرفته با خبرگان این صنعت، دو معیار "طراحی-مهندسی" و "ساخت-اجرا" بعنوان معیارهای اصلی در پروژه‌هایEC حوزه صنعت نفت در نظر گرفته می‌شود.

چارچوب مدل پیشنهادی پژوهش حاضر در شکل ۵ ارائه شده است.

1 Daniel et. al.

2 Project Management Body Of Knowledge



شکل ۵ مدل پیشنهادی ارزیابی ریسک‌های پروژه

۳،۴ شناسایی ریسک‌ها:

با استفاده از مطالعات گسترده در زمینه شناسایی ریسک در منابع داخلی و خارجی، مطالعه سوابق و درس‌آموخته‌های پروژه‌های پیشین و مصاحبه با افراد خبره و فعال با تجربه کاری بیش از پانزده سال در پروه‌هاي صنعت نفت و برگزاری جلسات طوفان فکری نهایتاً تعداد ۲۰ عدد ریسک در دو دسته طراحی-مهندسی و ساخت- اجرا تقسیم‌بندی و سپس تعداد ۳۰ پرسشنامه تهیه و توزیع گردید. در مجموع ۲۷ پرسشنامه پاسخ داده‌شد که نرخ ۹۰٪ را نشان می‌دهد. موقعیت و تجربه پاسخ دهندگان نشان می‌دهد که نظرات آنها دارای صلاحیت و شایستگی بوده و نماینده جامعه می‌باشد. همچنین، در راستای پیشنهاد رابینسون(چن امل و ناانا[1]، ۲۰۱۴)، روایی و نماینده بودن نمونه در این پژوهش قابل پذیرش می‌باشد(شرح آمار پرسش شوندگان در جدول ۲ به نمایش درآمده است).

1 Chanamool & naenna

جدول ۲ بررسی ویژگی های پاسخ دهندگان

دسته	آیتم	فراوانی	درصد(%)	رتبه
نوع کار	کارشناسان شرکت های کارفرمایی	۱۸	۳۳	۱
	کارشناسان شرکت های پیمانکاري	۱۸	۳۳	۱
	ارشناسان شرکت هاي مشاور	۱۸	۳۳	۱
عنوان شغلی	مدیر کل / عامل	۱۲	۴۶	۴
	مدیر / مدیر پروژه	۸	۲۸	۳
	رئیس بخش	۵	۱۹	۲
	سرپرست	۲	۷	۱
سابقه	۲۶ سال یا بیشتر	۱۱	۴۰	۳
	۲۱-۲۵ سال	۷	۲۶	۲
	۲۰ تجربه کاری -۱۶ سال	۹	۳۴	۱

۴ یافته‌های پژوهش

۴،۱ محاسبه اولويت بندي به روش FMEA فازي

پاسخ‌های پرسشنامه‌ها جمع‌آوری و بررسی گردید و سپس توسط متخصصان ناشناس به اشتراک گذاشته شد. سپس کارشناسان نیز توانستند در قضاوت‌های خود تجدید نظر نمایند. این فرآیند تا زمان اتفاق نظر در میان کارشناسان تکرار شد. در جدول ۳ نتایج اولویت‌بندی بدست آمده مربوط به تغییرات اثرگذار شناسایی شده به نمایش در آمده است

جدول ۳ اولویت بندی ریسک تغییرات شناسایی شده با توجه به RCN

گروه	ردیف	ریسک تغییرات شناسایی شده	O	S	D	R	Fuzzy	کد	عدد RCN
فاز طراحی و مهندسی E	۱	عدم دقت در طراحی در هنگام مناقصه	۸	۶	۷	۸	محاسبات با نرم افزار در محیط فازی ۵ معیاره بر اساس پرسشنامه های دریافتی از پرسش شوندگان و اعمال فاکتور وزنی اهمیت هر دسته از پرسش شوندگان انجام پذیرفته است	A	۵۹۲۲٫۲۰
	۲	ضعف در طراحی نهایی	۴	۱۰	۷	۸		B	۴۷۹۸٫۰۸
	۳	عدم رعایت ضوابط طراحی به جهت کاهش هزینه اجرا	۳	۸	۲	۳		C	۱۳۱٫۴۱۴
	۴	برآورد ناکافی اجرای پروژه در مناقصه	۹	۱۰	۵	۶		D	۶۱۵۶٫۰۵
	۵	اعمال سلیقه در طراحی توسط اجرا	۱	۵	۱	۴		E	۱۲٫۷۰۵
	۶	دیده نشدن بخشی از کار در طراحی	۷	۸	۹	۹		F	۱۲۵۲۶٫۸
	۷	عدم ارائه اطلاعات کاقی در مناقصه	۷	۶	۹	۸		G	۷۰۳۲٫۶۱
	۸	برنامه ریزی ضعیف در تقدم و تاخر تهیه نقشه ها	۱۰	۸	۱۰	۸		H	۲۰۷۳۶٫۰
فاز ساخت و اجرا C	۹	مشکل در راه اندازی به دلیل عدم کیفیت اجرا	۹	۶	۹	۹		I	۱۲۳۳۷٫۹
	۱۰	روش نامناسب مناقصه و انتخاب اجرا	۳	۸	۷	۵		J	۱۲۵۳٫۰۷
	۱۱	بروکراسی اداری و دخالت افراد ثالث	۷	۴	۳	۶		K	۶۲۳٫۷۵
	۱۲	عدم بررسی مشخصات قرارداد پروژه	۹	۷	۸	۴		L	۴۱۰۲٫۳۵
	۱۳	عدم رعایت ضوابط جهت تسریع	۳	۵	۴	۳		M	۱۵۹٫۷۰۵
	۱۴	تغییر مشخصات پروژه نسبت به‌مناقصه	۴	۶	۴	۲		N	۱۸۰٫۶۴۳
	۱۵	ضعف اجرا و نیروی متخصص	۶	۹	۳	۱		O	۱۷۶٫۰۲
	۱۶	عدم تصمیم گیری به موقع	۱	۴	۵	۳		P	۴۵٫۰۴۵
	۱۷	عدم تزریق به موقع نقدینگی پروژه	۷	۷	۵	۵		Q	۱۹۹۱٫۳۹
	۱۸	تغییرات قوانین و تحریم ها	۶	۷	۷	۳		R	۱۳۲۵٫۴۰
	۱۹	تورم و نوسانات قیمت ها	۱۰	۸	۸	۷		S	۱۲۰۰۰٫۵
	۲۰	کنترل ضعیف اجرا	۲	۶	۵	۴		T	۲۴۱٫۹۲۰

لازم به ذكر است به طور كلي در روش Fuzzy FMEAهيچ RCN مبنايي وجود ندارد كه بتوان داده‌ها را با آن مقايسه و سطوح بحرانی را تعيين كرد. در اين تحقيق، به منظور تعيين سطح بحرانی و تجزيه و تحليل داده‌ها از روش‌هاي آماري نرم افزار SPSS استفاده شده است و بر اساس نتايج آماري ميانگين مقادير RCN، براي۲۰ ريسک شناسايی شده ۴۴۵۶/۴ و انحراف معيار ۵۶۱۹/۳ به دست آمده است. حد بحرانی برای ريسک‌های شناسايی شده، حاصل جمع مقدار ميانگين با انحراف معيار RCN ها برابر با ۱۰۰۷۵/۷ می‌باشد.

$$\bar{X} = \frac{1}{N}\Sigma_{i=1}^{N} \quad (۱۸)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\Sigma_{i=1}^{N}(x-\bar{x})2} \quad (۱۹)$$

=

Nتعداد داده‌ها، $\bar{X}$=میانگین حسابي، X_i=داده‌ها (RPN & FRPN)، σ =انحراف معیار

با توجه به سطح بحرانی بدست آمده، با استفاده از روش Fuzzy FMEA، چهار ریسک اصلی بعنوان ریسک هاي موثر بر تغییرات پروژه‌هاي EC حوزه صنعت نفت شناخته مي‌شوند، که در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴ ریسک‌ها بحرانی موثر بر تغییرات حاصل از Fuzzy FMEA

RCN	ریسک بحرانی	کد	رتبه
۱۲۵۲۶،۸۴۴	دیده نشدن بخشی از کار در طراحی	F	۲
۲۰۷۳۶،۰۰۰	ضعیف در تقدم و تاخر تهیه نقشه‌ها	H	۱
۱۲۳۳۷،۹۲۰	مشکل در راه اندازی به دلیل عدم کیفیت اجرا	I	۳
۱۲۰۰۰،۵۶۰	تورم و نوسانات قیمت ها	S	۴

۴،۲ محاسبه وزن معیارها بر اساس روش TOPSIS

در جدول ۶ مقدار خالص(NCD) به دست آمده از روش TOPSIS ارائه شده است. در این جدول نشان می‌دهد ضعیف برنامه ریزی در تقدم و تاخر تهیه نقشه‌ها و دیده نشدن بخشی از کار در طراحی و مشکل در راه اندازی به دلیل عدم کفایت اجرا و تورم و نوسانات قیمت ها بیشترین تاثیر را نسبت به سایر فاکتورهای مهم در ریسک‌های ایجاد تغییرات در پروژه‌های EC دارند.

جدول ۵ رتبه بندی عوامل بر تغییرات پروژه EC

شاخص	ID	ریسک‌های تغییرات تاثر گذار پروژه EC	NC	ND	NCD	رتبه
XE1	A	عدم دقت در طراحی در هنگام مناقصه	0.70	0.66	0.68	7
XE2	B	ضعف در طراحی نهایی	0.71	0.59	0.65	8
XE3	C	عدم رعایت ضوابط طراحی برای هزینه اجرا	0.44	0.29	0.36	18
XE4	D	برآورد ناکافی اجرای پروژه در مناقصه	0.75	0.67	0.71	6
XE5	E	اعمال سلیقه در طراحی توسط اجرا	0.38	0.14	0.26	20
XE6	F	دیده نشدن بخشی از کار در طراحی	0.96	0.78	0.87	2
XE7	G	عدم ارائه اطلاعات کاقی در مناقصه	0.78	0.69	0.74	5
XE8	H	برنامه ریزی ضعیف در تقدم و تاخر تهیه نقشه	0.98	0.94	0.96	1
XC1	I	مشکل در راه اندازی بدلیل عدم کیفیت اجرا	0.77	0.86	0.82	3
XC2	J	روش نامناسب مناقصه و انتخاب اجرا	0.50	0.56	0.53	12
XC3	K	بروکراسی اداری و دخالت افراد ثالث	0.32	0.60	0.46	14
XC4	L	عدم بررسی مشخصات قرارداد پروژه	0.60	0.68	0.64	9
XC5	M	عدم رعایت ضوابط جهت تسریع	0.32	0.50	0.41	16
XC6	N	تغییر مشخصات نسبت به مناقصه	0.39	0.45	0.42	15

رتبه	NCD	ND	NC	ریسک‌های تغییرات تاثر گذار پروژه EC	ID	شاخص
17	0.37	0.42	0.32	ضعف اجرا و نیروی متخصص	O	XC7
19	0.30	0.32	0.28	عدم تصمیم گیری به موقع	P	XC8
10	0.61	0.62	0.60	عدم تزریق به موقع نقدینگی پروژه	Q	XC9
11	0.59	0.63	0.55	تغییرات قوانین و تحریم ها	R	XC10
4	0.80	0.85	0.75	تورم و نوسانات قیمت ها	S	XC11
13	0.51	0.53	0.49	کنترل ضعیف اجرا	T	XC12

با توجه به نتایج به دست آماده از جدول ۶ و تجزیه و تحلیل TOPSIS و با در نظر گرفت فازهای مختلف پروژه‌هایEC، نشان می‌دهد که مرحله طراحی و مهندسی نقش اساسی را در عملکرد پروژه‌هاي EC در حوزه صنعت نفت دارد و مرحله ساخت و اجرا رتبه بعدی را دارا می‌باشد(موارد درجدول شماره ۷ به نمایش آمده است).

جدول ۶ رتبه بندی مراحل EC و تأثیر آنها بر بهره‌وری پروژه

رتبه	NCD	ND	NC	فازEC
۱	۰٫۶۶	۰٫۶۱	۰۷۱	طراحی و مهندسی
۲	۰٫۵۴	۰٫۵۹	۰٫۴۹	اجرا و ساخت

این مقاله به دنبال تعیین اهمیت معیار ارزیابی کلی تغییرات قراردادی در بخشهای مختلف پروژه های EC صنعت نفت است که توسط شرکت های فعال و دارای سابقه در این زمینه ابراز شده است. پرسشنامه ها میان خبرگان انتخاب شده از شرکت های فعال و داري سابقه در این حوزه توزیع گردید. پس از بازگشت پرسشنامه‌های پاسخ داده شده ، تحلیل داده‌ها با استفاده از روش ترکیبی FMEA و تاپسیس رتبه بندی گردید.

در انتهاي این قسمت، لازم به ذکر به منظور بررسی پایایی حاصل از داده‌هاي پژوهش پس از اخذ داده‌هاي حاصل از پرسشنامه، از روش همسانی درونی استفاده شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که ضریب آلفاي کرونباخ در تمامی قسمت هاي مدیریت تغییرات از ۰/۷ بیشتر است . از این رو پرسشنامه مورد استفاده از پایایی پژوهشی لازم برخوردار می‌باشد.

۵ بحث و نتیجه‌گیری:

از آنجاییکه در خصوص ارزیابی و مدیریت ریسک و تغییرات در پروژه‌هايEC حوزه انرژي و صنعت نفت، پژوهش مدونی انجام نگرفته است ، لذا این تحقیق با هدف اولویت بندی و رتبه بندي تغییرات مؤثر بر مثلث مدیریت پروژه باتوجه به بخشهاي مختلف پروژه هاي طرح و ساخت توام ، شامل بخش طراحي و مهندسي(E) و ساخت و اجرا (C) در پروژه هاي اجرايي حوزه صنعت نفت در ایران انجام پذیرفته است.

اگرچه برخی از محققان برخی از دلایل ضعف در عملکرد ضعیف پروژه‌های صنعتی و عمرانی در ایران را مورد بررسی قرار داده اند، ولیکن در شناسایی، طبقه بندی و اولویت بندی ریسك‌هاي تغییرات در پروژه‌های صنعتی در حوزه صنعت نفت که هدف اصلی این پژوهش بوده است، تحقیق مدون و کاملی صورت نگرفته است، پروژه‌های اجرایی حوزه صنعت

نفت باتوجه به ذینفعان و منابع درگیر در آن نقش اقتصادی قابل توجهی را برای هر کشور دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد. که عمده خبرگان این صنعت معتقدند که انجام دقیق فعالیتهای طراحی و مهندسی مهمترین عامل برای موفقیت پروژه و کاهش تغییرات و دوباره کاري‌ها می‌باشد. همچنین رعایت تقدم و برنامه ریزي در تهیه نقشه هاي محاسباتي و اجرايي بسيار مهم است و به دلیل ضعف این عوامل، بسیاری از پروژه‌های صنعتی و اجرایی در حوزه صنعت نفت در ایران موفقیت آمیز نبوده اند. با توجه به اینکه پروژه‌های EC زیادی در حوزه صنعت نفت در کشور درحال اجرا می‌باشد که در معرض ریسک‌هاي تغییرات قرار دارند، انجام این تحقیق در راستای کاهش مخاطرات و رسیدن به اهداف پروژه‌ها مي‌تواند مفید واقع شود. عدم انجام دقیق فعالیتهاي طراحي و مهندسي منجر به بروز بیشترین تغییرات مالی و دوباره کاري‌ها در پروژه خواهد شد. این پژوهش تأکید مي‌کند که ضعف برنامه ریزي در توالي و زمانبندي تهیه نقشه ها مهمترین معیار در جهت تحمیل تغییرات ناخواسته به پروژه‌هاي EC در صنعت نفت مي‌باشد و به دلیل ضعف این عوامل، بسیاري از پروژه‌هاي صنعتي و اجرايي در حوزه نفت در ایران موفقیت آمیز نبوده‌اند. در حقیقت بیشترین تغییرات به دلیل عدم دقت در مرحله طراحی و مهندسی در پروژه‌های EC بوده و در این مطالعه به مقام اول رسیده است. این پژوهش تأکید می‌کند که مدیریت و برنامه ریزی و طراحی دقیق در ابتدای پروژه بسیار مهم بوده و در صورت عدم توجه و دقت در این مهم، بسیاری از پروژه‌های صنعتی و اجرایی در حوزه نفت دچار مشکل شده اند. از آنجائیکه منابع مالی عموماً مهمترین نقش را در شروع یک پروژه در صنایع مختلف بر عهده دارد، در برخي مواقع کارفرمایان و پیمانکاران به منظور شتاب و تعجیل در شروع پروژه، بدون برنامه ریزی و برآورد دقیق احجام و مقادیر کار، فعالیتهای اجرایی را آغاز می‌نمایند که در این صورت عمدتاً پروژه با شکست مواجه می‌شود.

در این مقاله از مدلي تركيبي جهت ارزيابي ريسك تغييرات با استفاده از تكنيک FMEA در محيط فازي براي اولويت‌بندي تغييرات شناسايي شده و در نتيجه انتخاب تغييرات بحراني استفاده گرديده و سپس تغييرات بحراني با استفاده از تكنيک تصميم گيري چند معياره (TOPSIS) كه توانايي در نظر گرفتن چندين معيار گاهاً متضاد و تاثير متقابل معيارها بر يكديگر را دارد، در جهت رتبه بندي نهايي استفاده شده است. نتايج حاصل از اين تحقيق قابل استفاده براي كليه ذينفعان پروژه اعم از كارفرمايان حوزه نفت و انرژي، برنامه ريزان، پيمانكاران، مهندسين مشاور و شركت‌هاي مرتبط با حوزه پيمانكاري صنعت نفت و نيز شركت ملي نفت ايران و شركت پخش و پالايش و شركت مناطق نفت خيز جنوب خواهد بود زيرا شاخص ها و استانداردهاي كميو محاسباتي بيشتري براي مديريت ريسک پروژه و جلوگيري از تضادها و تغييرات ناخواسته ايجاد مي‌كنند.

در این مقاله مدل مدیریت ریسک و تغییرات بر روی مثلث حیاتی پروژه(هزینه، زمان و دامنه) متمرکز شده است زیرا این عوامل به منظور ارزیابی موفقیت پروژه، برای ذینفعان پروژه ملموس تر هستند. با این حال، جهت توسعه تحقیقات آتی عواملی مانند ایمنی، پایداری و رضایتمندی نیز می‌توانند به عنوان اقدامات پیشنهادی جهت ارزیابی و رتبه بندی ریسکها و تغییرات مورد بحث قرار گیرند.

فهرست منابع

Adamtey, S., & Onsarigo, L.(2018). Analysis of pipe-bursting construction risks using probability-impact model. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 41(7) 0024-2535.

Adeleke, A. Q., Bahaudin, A. Y., Kamaruddeen, A. M., Khan, M. W. A., Yao, L., Sorooshian, S.& Salimon, M. G. (2017). The Influence of Organizational External Factors on Construction Risk Management in Nigerian Construction Companies. *Safety and Health at Work*, 2(1) , 1121-10788.

Chanamool, N., & Naenna, T. (2016). Fuzzy FMEA application to improve decision making process in an emergency department. *Applied Soft Computing*, 43(1), 441-453.

Deng, X., Low, S.P., Zhao, X. & Chang, T. (2018). Identifying micro variables contributing to political risks in international construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2(1), 86886-67252.

Ebrahimi, N., Farahani, M. & Sheikh, J. (2018). Pathology of claim management process in design and Build contracts: the case study of oil contracts. *Sixth International Conference on Project Management, Istanboul, Turkey*.

Fattahi, R., & Khalilzadeh, M. (2018). Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment. *Safety Science*, 102(4), 290-300.

Gamil, Y., & Rahman, I. (2018). Identification of causes and effects of poor communication in construction industry: A theoretical review. *Emerg. Sic*, 3(2), 37- 54.

Habibi, M., Kermanshahi, S. & Safapour, E. (2018). Engineering, procurement and construction cost and schedule Performance leading indicators: State-of-the-art review. In *Proceedings of the Construction Research Congress* ASCE, 2 (4), 161-2218.

Kabirfar, K., & Mojtahedi, M. (2019) The impact of Engineering, Procurement and Construction (EPC) Phases on Project Performance. *The Journal of Buildings*, 9 (1), 2075-5309.

Kerzner, H., & Kerzner, H.R. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. *Hoboken*, 46 (5), 1673-1886.

Lopes, J., Oliveira, R. & Abreu, M. (2017). The sustainability of the construction industry in sub-saharan Africa: Some new evidence from recent data. *Procedia Eng*, 172 (9), 657–664.

Masoudnejad, M., Rayatid Damavandi, M. & Gholampour, S. (2019). A hybrid model for risk assessment in infrastructure projects: the case of small-scale power plants. *Asas Journal*, 21(54), 41-56. [In Persian]

Martens, M. L., & Carvalho, M. M. (2020). Key factors of sustainability in project Management context: A survey exploring the project Managers' perspective. *Int. J. Proj. Manage*, 35(3), 1084–1102.

Moura, H., & Teixeira J.C. (2018). Claims in railway projects in Portugal. *International Conference on Information and Knowledge Management in a Global Economy, Instituto Superior Tecnico, Lisbon, Portugal.*

Pal, R., Wang, P. & Liang, X. (2017). The critical factors in Managing relationships in international engineering, procurement, and construction (iepc) projects of Chinese organizations. *Int. J. Proj. Manage*, 35 (1), 1225–1237.

Salehi Taleshi, M., Arbabi, H. & Hosseinalipour, M. (2018). Examining the Role of the Project Management Office in Creation of Knowledge Management Infrastructures in Project-Based Organizations of Iranian Oil & Gas Upstream Industry. *Journal of Executive Management* ,9(18), 37-61. [In Persian]

Zarei, S., & Ahmadlou, Z. (2020). Foreign exchange market Movements and investment risk in the petrochemical industry. *IJE*, 22 (1), 29-55.