شناسایی مخاطرات پروژه‌های نفتی براساس استاندارد PMBOK و رتبه‌بندی آن‌ها با رویکرد AHP و TOPSIS در محیط فازی

مهناز برخورداری احمدی*
استادیار گروه ریاضی کاربردی و جانبی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران
mahnaz_barkhordari@yahoo.com

ابراهیم جمالی
گروه مهندسی صنایع، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران
ebrahimjamali84@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳
تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۶/۰۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۳

چکیده

با توجه به این‌که وجود ریسک در پروژه‌ها می‌تواند اثر معنی‌داری بر عملکرد کوتاه‌مدت و نیز اثر منفی بلندمدت بر عملکرد مالی سازمان داشته باشد، بنابراین مدیریت ریسک برای کاهش شکست‌های ناشی از ریسک‌های مختلفی نظیر چرخه‌های نامطمئن اقتصادی، تقاضای نامطمئن مشتری و حوادث طبیعی و انسانی غیرقابل پیش‌بینی و ... ضروری است. مطالعات پیشین نشان می‌دهد که داشتن یک لیست جامع از ریسک‌های مهم در زمینه پروژه‌های نفتی و گازی و هم‌چنین اولویت‌بندی و تعیین اهمیت آنها حائز اهمیت است. در این پژوهش به شناسایی ریسک‌های شرکت فنی مهندسی تهران جنوب با استفاده از روش‌های شناسایی و گروه‌بندی ریسک در استاندارد PMBOK و سپس مشخص‌کردن وزن معیارهای هزینه، زمان، کیفیت و محدوده با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و در نهایت اولویت‌بندی ریسک‌ها با استفاده از روش تاپسیس به صورت کلی و در هر گروه پرداخته شده است.

واژگان کلیدی

شناسایی مخاطرات؛ رتبه‌بندی مخاطرات؛ استاندارد PMBOK؛ AHP فازی؛ TOPSIS فازی.

۱- مقدمه

در محیط رقابتی امروز، فشار بسیار زیادی برای ارائه نتایج سریع در پروژه‌ها وجود دارد و برای موفقیت یک پروژه در دست‌یابی به اهداف از پیش تعیین‌شده، باید عوامل متعددی در نظر گرفته شوند.

از آن‌جا که پروژه‌ها سرشار از عدم اطمینان‌هایی مانند مهارت‌های فنی یا کیفیت مدیریت و ... هستند، بسیاری از آن‌ها در دست‌یابی به اهداف محدوده، منافع، هزینه و زمان مورد انتظارشان شکست می‌خورند. توجه به این عدم قطعیت‌ها و عوامل ایجادکننده ریسک‌ها موجب شد تا مسأله مدیریت ریسک[1] مطرح شود [۴]. ریسک پروژه، رویدادها یا وضعیت‌های ممکن‌الوقوع نامعلومی است که در صورت وقوع به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد.

هریک از این رویدادها یا وضعیت‌ها دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. پیامدهای این رویدادها مستقیماً بر زمان، هزینه، کیفیت و دامنه مصوب پروژه اثر می‌گذارد [۵]. در چند سال اخیر ریسک و عدم اطمینان به موضوعی مهم و جذاب در بین پژوهش‌گران و محققین تبدیل شده است [۶]. هر نوع ریسکی مربوط به جریان مواد، اطلاعات و پول می‌تواند عملیات طبیعی زنجیره را مختل کند [۷].

ریسک جزء ذاتی تمام پروژه‌ها است و امکان حذف کامل آن وجود ندارد. هر چند می‌توان برای کاهش تأثیر ریسک در دست‌یابی به اهداف پروژه، آن را به‌طور مؤثری مدیریت کرد. اما احتمال رخداد آن حداقل در یکی از ابعاد پروژه از قبیل محدوده، زمان، هزینه یا کیفیت وجود دارد. بنابراین، شناسایی، تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی ریسک، می‌تواند نقش به‌سزایی در موفقیت پروژه داشته باشد.

رتبه‌بندی ریسک‌ها، قسمت کلیدی این فرایند به‌شمار می‌رود. زیرا با انجام رتبه‌بندی، برتری هر ریسک در مقابل سایر ریسک‌ها مشخص می‌شود و در نتیجه تصمیم‌گیرنده می‌تواند در مورد میزان تخصیص منابع موجود برای مقابله با هر ریسک برنامه‌ریزی کند [۸].

بیشتر تحقیقات انجام‌شده به مفاهیم مدیریت ریسک، ارائه مطالعات میدانی و موردی و مرور ادبیات پرداخته‌اند و تحقیقات اندکی در مورد رویکردهای مدل‌سازی انجام شده است. تاکنون در زمینه شناسایی، دسته‌بندی جامع و سلسله مراتبی ریسک‌های پروژه‌ها، ارزیابی و اندازه‌گیری این ریسک‌ها، تعیین میزان بزرگی و رتبه‌بندی آن‌ها مطالعات

1. Risk Management

* نویسنده مسئول

جدی صورت نگرفته است. هم‌چنین پژوهش‌های انجام شده داخلی تنها به بیان ریسک‌ها در یک حوزه خاص پرداخته‌اند. بنابراین، مدیران پروژه با داشتن لیست جامعی از ریسک‌ها در این حوزه و تعیین اهمیت هرکدام از آن‌ها، قادر خواهند بود اثرات منفی ریسک‌ها را کاهش دهند و درصد موفقیت پروژه را بالا برند. شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌ها براساس استاندارد PMBOK و رتبه‌بندی آنها براساس تکنیک‌های فازی در پروژه‌های صنعت نفت برای اولین بار توسط محقق صورت می‌گیرد. هدف از این تحقیق شناسایی ریسک‌ها و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه صنعت نفت در شرکت فنی و مهندسی تهران جنوب است.

۲- پیشینه تحقیق

هدف از مطالعه بریجز و تولیور شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های مدیریت زنجیره تأمین در صنعت پتروشیمی بود. آنها در این پژوهش ۶ ریسک عمده را شناسایی کردند: ریسک تولید و بهره‌برداری، ریسک حمل و نقل، ریسک جغرافیای سیاسی، ریسک شهرت، ریسک در دسترس بودن منابع نفتی، ریسک محیطی و قوانین و مقررات، و اولویت‌بندی ریسک‌ها که به صورت زیر بود:

۱- ریسک حمل و نقل
۲- ریسک تولید و بهره‌برداری
۳- ریسک محیطی و قوانین و مقررات
۴- ریسک در دسترس بودن منابع نفتی
۵- ریسک شهرت
۶- ریسک جغرافیای سیاسی [۹].

نتایج مطالعه سینگ‌ماند و همکاران[1] که با هدف شناسایی ریسک در مدیریت زنجیره تأمین، انجام شد، نشان داد ریسک‌های عرضه، تقاضا، عملیاتی، امنیتی، رقابتی، منابع، مهم‌ترین ریسک‌های مدیریت زنجیره تأمین هستند [۱۰].

قاری و کریمی، در مطالعه‌ای به بررسی رویکرد مدیریت ریسک در زنجیره تأمین با استفاده از نقشه فرایند چند وظیفه‌ای پرداخته‌اند. این فرایند شامل ۸ مرحله اصلی است که از تشکیل تیم آغاز شده و در پایان به مطالعه روش کاهش ریسک و طراحی مجدد زنجیره، با هدف کاهش ریسک‌های موجود می‌پردازد [۱].

میر فخرالدینی و همکاران، از فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور ارزیابی عوامل ریسک زنجیره تأمین در حوزه فناوری اطلاعات بنگاه‌های کوچک و متوسط استفاده کردند. در این مطالعه از فنون الکتر، تاپسیس و تاکسونومی جهت رتبه‌بندی عوامل ریسک زنجیره تأمین استفاده شده و در نهایت با استفاده از روش میانگین، رتبه‌بندی نهایی عوامل ریسک زنجیره تأمین در حوزه مورد مطالعه بدست آمده است [۲].

سبحانی و همکاران در مطالعه خود استدلال می‌کنند پالایشگاه نفت فوق سنگین همانند سایر محیط‌های صنعتی به دلیل ماهیت و نوع فعالیت‌ها با مخاطرات مختلفی از نظر ایمنی سلامت بهداشت و محیط‌زیست همراه می‌باشد در نتیجه امکان آسیب به انسان تجهیزات و محیط‌زیست در اینگونه صنایع وجود دارد. این پژوهش به منظور ارزیابی ریسک زیست‌محیطی پالایشگاه نفت فوق سنگین خوزستان واقع در حد فاصل دو شهرستان آبادان و خرمشهر با استفاده ازروش PHA[2] در سال ۱۳۹۳ انجام شده است. بدین منظور در مرحله اول بعد از مطالعه کلیه فعالیت‌ها و فرایندهای پالایشگاه نفت فوق سنگین لیستی از فعالیت‌هایی که احتمال ایجاد ریسک در آنها وجود داشت تهیه شد. سپس عمده‌ترین فعالیت‌های شناسایی شده توسط کارشناسان از لحاظ ریسک‌های تولیدی بررسی و این ریسک‌ها وارد مرحله ارزیابی ریسک مقدماتی PHA شدند به دلیل وسعت پروژه و محدودیت اطلاعات بررسی کل واحدهای پالایشگاه میسر نبوده لذا پژوهش حاضر در این مقاله تنها در حیطه واحد تقطیر اتمسفری پالایشگاه به مطالعه پرداخته است [۳].

۳- روش انجام تحقیق

۳-۱- جامعه و نمونه آماری و روش نمونه‌گیری

امروزه، اغلب پروژه‌های بزرگ در یک محیط پویا و پیچیده اجرا می‌شوند به نحوی‌که عدم اطمینان و ریسک جزء ویژگی‌های ذاتی آن‌ها می‌باشد. این عدم اطمینان باعث گردیده که اغلب پروژه‌های کشور در رسیدن به اهداف از پیش تعیین‌شده موفقیت قابل توجهی کسب ننمایند. این موضوع منجر به مشکلاتی از قبیل عدم توجیه اقتصادی بهره‌برداری از پروژه‌ها، کاهش کارایی و بروز نارضایتی در ذی‌نفعان کلیدی شده است. بر طبق تعریف راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه، ریسک عبارت است از یک رخداد غیرقطعی که در صورت وقوع حداقل بر یکی از اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد [۸].

جامعه آماری این پژوهش را کلیه کارشناسان‌ارشد شرکت فنی و مهندسی تهران جنوب تشکیل می‌دهند، که تعداد آن‌ها برابر با ۲۶ نفر است. مطابق با فرمول کوکران، حجم نمونه ۲۰ نفر محاسبه شد، که به شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب و در پژوهش شرکت داده می‌شوند:

$$n = \frac{N.z^2a/2.p.q}{\varepsilon^2.(N-1)+(z^2a/2).(p.q)} = \frac{26\times1/96^2\times/5\times/5}{(/05)^2\times(124-1)+(1.96)^2\times/5\times/5} = 20$$

1. Singh Mand et,al,

2. Preliminary Hazard Analysis

n= حجم نمونه

N= حجم یا اندازه تقریبی و تخمینی جامعه مادر

ε= میزان دقت برآورد یا میزان خطای حدی است (در این پژوهش ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است).

p= مقدار نسبت صفت موجود در جامعه است. اگر در اختیار نباشد می‌توان آن را ۰/۵ درنظر گرفت. در این حالت مقدار واریانس به حداکثر مقدار خود می‌رسد.

q= درصد افرادی که فاقد آن صفت در جامعه هستند $(q = 1 - p)$

$Z\ a/2$= عدد بحرانی توزیع سطح ۹۵ درصد اطمینان $(a = ۰/۰۵)$

هم‌چنین به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه از نظرات ۹ نفر از خبرگان سازمان (مدیران میانی سازمان) استفاده شد.

در این پژوهش از تکنیک‌های زیر به منظور پاسخگویی به سؤالات و فرضیات پژوهش استفاده شد.

۱- شناسایی ریسک‌های پروژه‌ها براساس استاندارد PMBOK

مراحل شناسایی ریسک‌ها عبارتند از:

- تعیین ریسک‌ها براساس ۴ گروه اصلی (ریسک‌های برون سازمانی، درون سازمانی، ریسک‌های فنی، کیفی، عملکردی، و ریسک‌های مدیریت پروژه): در این مرحله با استفاده از یک پرسشنامه از خبرگان سازمان خواسته شد تا با استفاده از دانش، تجربه و تخصص خود ریسک‌های هر حوزه (۴ گروه ریسک اصلی) را لیست کنند.

- تعیین میزان اهمیت ریسک‌ها: در این مرحله کلیه ریسک‌های هر کدام از ۴ حوزه اصلی، با استفاده از یک چک لیست، مجدداً در اختیار خبرگان سازمان قرار داده شد و از آنها خواسته شد میزان اهمیت هر کدام از ریسک‌ها را مشخص کنند (براساس طیف لیکرت ۵ تایی).

- انتخاب مهم‌ترین ریسک‌ها: در این مرحله میانگین هر کدام از ریسک‌ها محاسبه شد و ریسک‌هایی که میزان اهمیت آنها از عدد ۳/۵ بالاتر باشد، انتخاب و وارد پژوهش می‌شوند.

۲- وزن‌دهی به معیارهای هزینه، زمان، کیفیت و محدوده در پروژه‌های شرکت فنی مهندسی تهران جنوب بوسیله تکنیک FAHP[1].

در این مرحله بوسیله تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی چانگ، معیارهای هزینه، زمان، کیفیت و محدوده پروژه‌ها در شرکت فنی مهندسی تهران جنوب وزن‌دهی شدند.

۳- رتبه‌بندی ریسک‌های شرکت فنی مهندسی تهران جنوب با استفاده از تکنیک F TOPSIS[2]

۴- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش AHP فازی

با توجه به تأثیرگذاری معیارهای ریسک بر معیارهای اصلی زمان، هزینه، کیفیت و محدوده پروژه‌ها، بنابراین این چهار عامل به‌عنوان عامل‌های اصلی ارزیابی شناسایی شده و پرسش‌نامه مربوط به آن تهیه شد. با توجه به استفاده از مدل AHP فازی، مراحل روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به روش چانگ در شکل (۱) آورده شده است:

مرحله ۱: رسم نمودار سلسله مراتبی ساختار AHP

مرحله ۲: تعریف اعداد فازی به منظور انجام مقایسه‌های زوجی

به منظور جمع‌بندی پرسش‌نامه، ابتدا یک تابع عضویت فازی برای مقایسه‌ها در نظر گرفته شد که به صورت جدول (۱) است. جهت انجام مقایسه زوجی پرسش‌نامه‌ای طراحی شد. معیارها به ۹ نفر از صاحب‌نظران و مدیران پروژه‌های شرکت تهران جنوب ارائه شد که پس از دریافت و تکمیل پرسش‌نامه‌ها، اطلاعات آنها براساس مدل AHP فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از جمع‌بندی نظرات پرسش‌گران، نتیجه مقایسه زوجی نظرات پرسش‌گران به صورت جدول (۲) قابل مشاهده است.

در مرحله بعد به منظور جمع‌بندی نظرات با استفاده از AHP فازی گروهی، یک عدد فازی مثلثی که مؤلفه اول آن حداقل نظرسنجی‌ها، مؤلفه دوم آن میانگین نظرسنجی‌ها و مؤلفه سوم آن حداکثر نظرسنجی‌ها بود، ارائه شد.

مرحله ۳: تشکیل ماتریس مقایسه زوجی $(\widetilde{A})$ با به‌کارگیری اعداد فازی

ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر خواهد بود:

$$\widetilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

که ماتریس حاوی اعداد فازی زیر است:

$$\tilde{a}_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ \tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9} \text{ or } \tilde{1}^{-1}, \tilde{3}^{-1}, \tilde{5}^{-1}, \tilde{7}^{-1}, \tilde{9}^{-1} & i \neq j \end{cases}$$

با توجه به جدول (۳)، ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شد.

مرحله ۴: محاسبه S_i برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی

S_i که خود یک عدد فازی مثلثی است از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1} \quad (۱)$$

که در این رابطه i بیان‌گر شماره سطر و j بیان‌گر شماره ستون است.

با توجه به رابطه (۱)، ابتدا باید جمع افقی و عمودی کلیه مقادیر اعداد فازی را پیدا نمود.

مقادیر $\sum_{gi}^{j} M_{gi}^{j}$ در این رابطه اعداد فازی مثلثی ماتریس‌های مقایسه زوجی هستند. مقادیر $\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$، $\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$، $\sum_{gi}^{j} M_{gi}^{j}$ را می‌توان به ترتیب از روابط زیر محاسبه کرد:

1. Fuzzy Analytical Hierarchy Process
2. Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j , \sum_{j=1}^{m} m_j , \sum_{j=1}^{m} u_j\right) \quad (۲)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i , \sum_{i=1}^{n} m_i , \sum_{i=1}^{n} u_i\right) \quad (۳)$$

در روابط (۲) و (۳) l_i، m_i و u_i به ترتیب مؤلفه‌های اول تا سوم اعداد فازی هستند.

از آن‌جا که مقادیر به‌دست آمده نرمال نمی‌باشد، به منظور نرمال‌سازی ابتدا باید جمع اعداد فازی را محاسبه و سپس معکوس کرده و در نهایت عدد فازی هر ردیف را در آن ضرب کرد. در نهایت سر جمع فازی گزینه‌ها به‌دست می‌آید.

در این قسمت به منظور نرمال‌سازی مقادیر شاخص‌های فازی هر معیار، طبق فرمول ارائه‌شده، نتیجه عدد فازی هر معیار در معکوس سرجمع ستونی اعداد فازی ضرب شد.

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_j}\right) \quad (۴)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$$

جهت محاسبه عدد قطعی معیارها، از فرمول درجه بزرگی شاخص‌ها، استفاده شد.

مرحله ۵: محاسبه درجه بزرگی S_iها نسبت به هم‌دیگر

به‌طور کلی اگر $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، که نهایتاً درجه بزرگتری M_1 نسبت به M_2 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (۵)$$

از طرفی دیگر میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از K عدد فازی مثلثی دیگر از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{and } (M \geq M_k)] = \text{Min } V(M \geq M_i), \quad i = 1,2,3,\dots,k \quad (۶)$$

مرحله ۶: محاسبه وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس‌های مقایسه زوجی

بدین منظور از روابط زیر استفاده می‌شود:

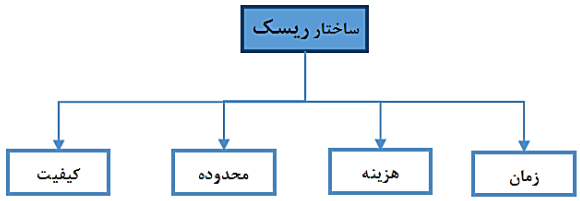
$$d^n(A_i) = \text{Min } V(S_i \geq S_k) \quad k = 1,2,\dots,n \ , \ k \neq i \quad (۷)$$

به منظور نرمال سازی مقادیر وزن شاخص‌ها، می‌بایست مقادیر به دست آمده را بر سر جمع آنها، تقسیم نماییم. بنابرین بردار وزن نرمالیزه نشده به صورت زیر خواهد بود:

$$W' = \left(d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n)\right)^T \quad A_i = (i = 1,2,\dots,n) \quad (۸)$$

در جدول (۴) وزن شاخص‌ها به صورت درصدی بیان شده و نیز رتبه آنها تعیین شده است. برطبق محاسبات به عمل آمده، درجه اهمیت و رتبه شاخص‌ها به ترتیب اهمیت به صورت زیر است.

۱- کیفیت، ۲- هزینه، ۳- محدوده، ۴- زمان.



شکل ۱- نمودار سلسله مراتبی ساختارAHP

جدول ۱- مقیاس‌های فازی مثلثی اعداد فازی مقایسه‌های پرسش‌نامه

عدد فازی	تعریف	مقیاس فازی مثلثی
$\tilde{۹}$	ترجیح کاملاً زیاد (اولی به دومی)	(۷,۹,۹)
$\tilde{۷}$	ترجیح خیلی زیاد (اولی به دومی)	(۵,۷,۹)
$\tilde{۵}$	ترجیح زیاد (اولی به دومی)	(۳,۵,۷)
$\tilde{۳}$	ترجیح کم (اولی به دومی)	(۱,۳,۵)
$\tilde{۱}$	ترجیح برابر	(۱ ,۱ ,۱)
$\tilde{۳}^{-۱}$	ترجیح کاملاً زیاد (اولی به دومی)	$\left(\frac{۱}{۵}, \frac{۱}{۳}, ۱\right)$
$\tilde{۵}^{-۱}$	ترجیح خیلی زیاد (اولی به دومی)	$\left(\frac{۱}{۷}, \frac{۱}{۵}, \frac{۱}{۳}\right)$
$\tilde{۷}^{-۱}$	ترجیح زیاد (اولی به دومی)	$\left(\frac{۱}{۹}, \frac{۱}{۷}, \frac{۱}{۵}\right)$
$\tilde{۹}^{-۱}$	ترجیح کم (اولی به دومی)	$\left(\frac{۱}{۹}, \frac{۱}{۹}, \frac{۱}{۷}\right)$

جدول ۲- نتیجه جمع‌بندی نظرات پرسش‌گران

کد شاخص	عنوان شاخص (راست)	اولویت راست به چپ				برابر	اولویت چپ به راست				عنوان شاخص (چپ)	کد شاخص
		ترجیح کاملاً زیاد	ترجیح خیلی زیاد	ترجیح زیاد	ترجیح کم	ترجیح برابر	ترجیح کم	ترجیح زیاد	ترجیح خیلی زیاد	ترجیح کاملاً زیاد		
۱	زمان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	هزینه	۲
۱	زمان	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	محدوده	۳
۱	زمان	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	کیفیت	۴
۲	هزینه	۰	۱	۴	۳	۰	۰	۰	۱	۰	محدوده	۳
۲	هزینه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	کیفیت	۴
۳	محدوده	۰	۲	۱	۱	۲	۳	۰	۰	۰	کیفیت	۴

جدول ۳- مقادیر فازی شاخص‌ها

ردیف	نام شاخص	زمان			هزینه			محدوده			کیفیت		
		u	m	l	u	m	l	u	m	l	u	m	l
۱	زمان	۱	۱	۱	۱	۰/۲۱۱	۰/۱۱۱	۵	۰/۵۳۴	۰/۱۱۱	۱	۰/۱۷۳	۰/۱۱۱
۲	هزینه	۹	۴/۷۴۹	۱	۱	۱	۱	۹	۴/۰۱۶	۰/۱۱۱	۱	۰/۱۹۹	۰/۱۱۱
۳	محدوده	۹	۱/۸۷۱	۰/۲	۹	۰/۲۴۹	۰/۱۱۱	۱	۱	۱	۹	۳/۳۷۰	۰/۲۰۰
۴	کیفیت	۹	۵/۷۷۴	۱	۹	۵/۰۳۶	۱	۵	۰/۲۹۷	۰/۱۱۱	۱	۱	۱

۴-۲- تجزیه و تحلیل ریسک‌ها به روش TOPSIS فازی

به‌منظور رتبه‌بندی معیارهای ریسک شناسایی شده، از روش TOPSIS فازی استفاده می‌کنیم. چن و هوانگ مراحل استفاده از روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی را در یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره با n معیار و m گزینه به شرح زیر ارائه کرده است:

مرحله ۱: تعیین فهرست گزینه‌ها: گزینه‌ها یا عوامل ریسک به صورت شکل (۲) در نظر گرفته شد.

مرحله ۲: تعریف اعداد مقیاس‌های فازی

به‌منظور جمع‌بندی پرسش‌نامه‌ها، ابتدا به یک تابع عضویت فازی برای مقایسه‌ها در نظر گرفته شد که به صورت جدول (۵) است.

مرحله ۳: تشکیل ماتریس تصمیم

بر مبنای مؤلفه‌های ریسک ارائه شده در شکل (۲) و با در نظر گرفتن بررسی میزان تأثیرگذاری هر کدام از ریسک‌ها بر روی معیارهای ۴گانه اصلی شناسایی شده، پرسش‌نامه‌ای در نظر گرفته شد. هم‌چنین پرسش‌نامه دیگری برای تعیین میزان احتمال هر مؤلفه ریسک، طراحی شد که به صاحب‌نظران مربوطه ارائه گردید. به منظور تعیین میزان هر کدام از مقادیر مقیاس‌های فازی، مشابه روش AHP گروهی، اگر کمیته تصمیم‌گیرنده دارای k عضو باشد و رتبه‌بندی فازی k امین تصمیم‌گیرنده $\tilde{x}_{ijk} = (a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk})$ (عدد فازی مثلثی)، به ازای $(i=1,2,\ldots,m \ , \ j=1,2,\ldots,m)$ باشد، با توجه به معیارها، رتبه‌بندی فازی ترکیبی $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ بدین صورت است که مؤلفه اول آن حداقل نظرسنجی‌ها، مؤلفه دوم آن میانگین نظرسنجی‌ها و مؤلفه سوم آن حداکثر نظرسنجی‌ها می‌باشد.

در صورتی‌که اعداد فازی مثلثی استفاده شود، $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ که عملکرد گزینه i در رابطه با معیار j می‌باشد. پس با توجه به مقیاس‌های فازی، نهایتاً ماتریس تصمیم تعیین می‌شود.

مرحله ۴: تعیین ماتریس وزن معیارها

در این مرحله ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، به‌صورت ذیل تعریف می‌شود:

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \ldots, \tilde{w}_n]$$

از آنجا که وزن معیارها با استفاده از روش AHP فازی تعیین شد، پس در این مرحله آن وزن‌ها را جایگزین می‌کنیم.

مرحله ۵: بی‌مقیاس‌کردن ماتریس تصمیم فازی

زمانی که x_{ij} ها به صورت فازی هستند، مسلماً r_{ij}ها نیز فازی خواهند بود. برای بی‌مقیاس کردن به جای محاسبات پیچیده در روش شباهت به گزینه ایده‌آل کلاسیک، در این مرحله از تغییر مقیاس خطی، برای تبدیل مقیاس معیارهای مختلف به مقیاس قابل مقایسه استفاده می‌شود.

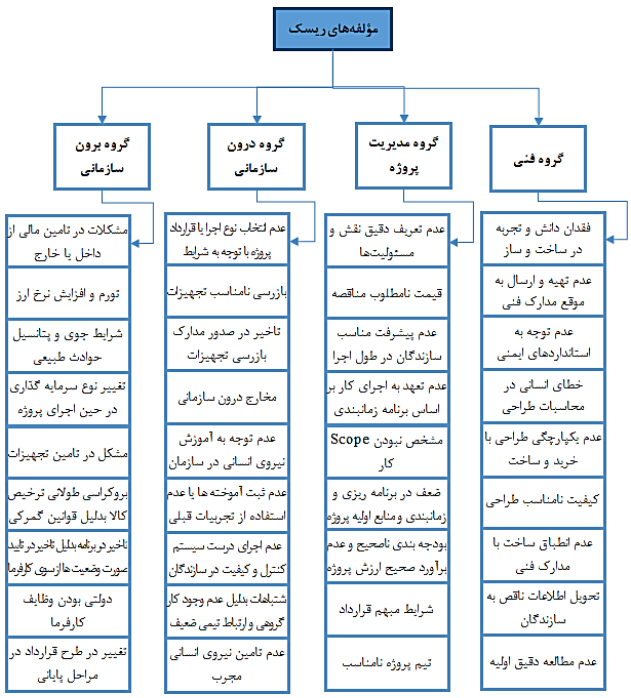
$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{C_j^*}, \frac{b_{ij}}{C_j^*}, \frac{c_{ij}}{C_j^*}\right)$$

جدول ۴- مقادیر وزن قطعی و رتبه شاخص‌ها

ردیف	نام شاخص	وزن شاخص	رتبه
۱	زمان	٪۱۹/۱۱	۴
۲	هزینه	٪۲۶/۹۲	۲
۳	محدوده	٪۲۶/۲۷	۳
۵	کیفیت	٪۲۷/۷۰	۱

جدول ۵- مقیاس‌های فازی

تعریف	مقیاس فازی مثلثی
خیلی کم	(۰ ,۰ ,۱)
کم	(۰ ,۱ ,۳)
بین کم و متوسط	(۱ ,۳ ,۵)
متوسط	(۳ ,۵ ,۷)
بین متوسط و زیاد	(۵ ,۷ ,۹)
زیاد	(۷ ,۹ ,۱۰)



شکل ۲- ساختار مؤلفه‌های ریسک

اگر اعداد فازی به صورت مثلثی باشند، درایه‌های ماتریس تصمیم بی‌مقیاس به صورت زیر به دست می‌آید:

که در آن

$$C_j^* = \max c_{ij} , (i = 1,2, \dots , m)$$

مرحله ۶: تعیین ماتریس تصمیم فازی وزن‌دار

با توجه به وزن معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم فازی وزن‌دار از ضرب کردن ضریب اهمیت مربوط به هر معیار در ماتریس بی‌مقیاس شده فازی و به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} . \tilde{w}_j = \left(\frac{a_{ij}}{C_j^*}, \frac{b_{ij}}{C_j^*}, \frac{c_{ij}}{C_j^*}\right) . \left(w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}\right) \quad (۹)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} . \tilde{w}_j = \left(\frac{a_{ij}}{C_j^*} . w_{j1}, \frac{b_{ij}}{C_j^*} . w_{j2}, \frac{c_{ij}}{C_j^*} . w_{j3}\right)$$

که $\tilde{w}_j$ بیان کننده ضریب اهمیت معیار C_j است.

در این مرحله مقادیر به دست آمده در وزن های فازی محاسبه شده در مرحله AHP گروهی ضرب شد.

مرحله ۷: یافتن حل ایده آل فازی و حل ضد ایده آل فازی

حل ایده آل فازی (A^*) و حل ضد ایده آل فازی (A^-) به ترتیب به صورت زیر تعریف می شوند:

$$A^* = \{\tilde{v}_1^* , \tilde{v}_2^* , \dots , \tilde{v}_n^*\}$$
$$A^- = \{\tilde{v}_1^- , \tilde{v}_2^- , \dots , \tilde{v}_n^-\}$$

که $\tilde{v}_j^*$ بهترین مقدار معیار i، از بین تمام گزینه‌ها و $\tilde{v}_j^-$ بدترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه‌ها می‌باشد. این مقدار از روابط زیر به دست می‌آیند:

$$\tilde{v}_j^* = {}^{Max}_{i} . \{\tilde{v}_{ijk}\} , i = 1,2, \dots , m , \quad (۱۰)$$
$$j = 1,2, \dots , n$$

$$\tilde{v}_j^- = {}^{Min}_{i} . \{\tilde{v}_{ijk}\} , i = 1,2, \dots , m , \quad (۱۱)$$
$$j = 1,2, \dots , n$$

با توجه به فرمول ارائه‌شده جهت اختلاف‌های محاسبه، حداکثر c_{ij} به‌عنوان معیار مقایسه حداکثری و حداقل a_{ij} به‌عنوان معیار مقایسه حداقلی در نظر گرفته شد.

dij^- و dij^+، به ترتیب، نشان‌دهنده فاصله Vij از Vj^- و Vj^+ هستند که با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$d_{ij}^* = d\left(v_{ij}, v_j^*\right) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}\left[\left(v_{ij_1} - v_{j\,1}^*\right)^2 + \left(v_{ij_2} - v_{j\,2}^*\right)^2 + \left(v_{ij_3} - v_{j\,3}^*\right)^2\right]} \quad (۱۲)$$

$(i=1,2,\dots,m) , (j=1,2,\dots,n)$

$$d_{ij}^- = d\left(v_{ij}, v_j^-\right) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}\left[\left(v_{ij_1} - v_{j\,1}^-\right)^2 + \left(v_{ij_2} - v_{j\,2}^-\right)^2 + \left(v_{ij_3} - v_{j\,3}^-\right)^2\right]} \quad (۱۳)$$

$(i=1,2,\dots,m) , (j=1,2,\dots,n)$

با توجه به مقادیر به‌دست آمده میزان اختلاف مقادیر هر مؤلفه ریسک با مقادیر حداقلی و حداکثری براساس فرمول به دست آمد.

فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل فازی به ترتیب از روابط زیر محاسبه شد:

$$S_i^* = \sum_{j=1}^{n} d_{ij}^* , \quad (۱۴)$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^{n} d_{ij}^- \quad (۱۵)$$

در نهایت، ضریب نزدیکی یا شاخص شباهت (CC^1) گزینه i با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$CC_i = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \qquad i = 1,2,\dots,m \qquad (۱۶)$$

اگر $S_i^* = 0$ باشد، در نتیجه $S_i^- = 1$ که در نهایت $CC_i=1$ می‌شود که این به معنی حداقل دوری از راه‌حل ایده‌آل و حداکثر نزدیکی به راه‌حل ضد ایده‌آل و به عبارتی بهترین راه‌حل است.

اگر $S_i^* = 1$ باشد، در نتیجه $S_i^- = 0$ که در نهایت $CC_i=0$ می‌شود که این به معنی حداکثر دوری از راه‌حل ایده‌آل و حداقل نزدیکی به راه‌حل ضد ایده‌آل و به عبارتی بدترین راه‌حل است.

بنابراین براساس شاخص شباهت، رتبه‌بندی گزینه‌های مختلف با توجه به میزان نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل مثبت و دوری از راه‌حل ضدایده‌آل یا منفی انجام شد.

نهایتاً به منظور به دست آوردن شاخص رتبه‌بندی میزان اختلاف‌های مثبت و منفی جمع شد و نسبت میزان اختلاف‌های منفی بر مجموع اختلاف‌های مثبت و منفی محاسبه شد.

با استفاده از شاخص شباهت به رتبه‌بندی معیارهای ریسک پرداخته شد و اولویت ریسک‌های تعیین شده، مشخص شد.

الف) گروه فنی

رتبه‌بندی ریسک‌ها براساس گروه‌های مربوطه به صورت جدول (۶) است. با بررسی رتبه عوامل مختلف گروه فنی، میانگین رتبه گروه برابر با ۲۲/۵۵ است.

ب) گروه مدیریت پروژه

با توجه به جدول (۷)، با بررسی رتبه عوامل مختلف گروه مدیریت پروژه، میانگین رتبه گروه برابر با ۱۴/۱۱ می‌باشد.

ج) گروه درون سازمانی

با توجه به جدول (۸)، با بررسی رتبه عوامل مختلف گروه درون سازمانی، میانگین رتبه گروه برابر با ۱۷/۴۴ است.

د) گروه برون‌سازمانی

با توجه به جدول (۹) با بررسی رتبه عوامل مختلف گروه، میانگین رتبه گروه برابر با ۱۹/۸۸ است.

۵- خلاصه پژوهش

این تحقیق با توجه به موارد زیر انجام شد:

۱- براساس استاندارد PMBOK، ۴ گروه اصلی عوامل ریسک، شامل گروه‌های فنی، مدیریت پروژه، درون سازمانی و برون سازمانی می‌باشند.

۲- در ابتدای تحقیق ۶۸ مورد ریسک مورد ارزیابی قرار گرفت که نهایتاً ۳۶ مورد، بنا به نظرات صاحب‌نظران و نظرسنجی مورد پذیرش قرار گرفت که در ۴ گروه اصلی عوامل ریسک، دسته‌بندی شدند.

۳- با توجه به لزوم اولویت‌بندی ریسک‌های مذکور، ۴ معیار به‌عنوان معیارهای اصلی تحلیل و ارزیابی عوامل ریسک، شامل معیارهای زمان، هزینه، محدوده و کیفیت در نظر گرفته شدند.

۴- به منظور تعیین وزن و میزان اهمیت معیارهای ۴ گانه اصلی، پرسش‌نامه مقایسه زوجی تهیه و به تعدادی از صاحب‌نظران، کارشناسان و مدیران پروژه ارائه گردید که نهایتاً به ترتیب معیارهای کیفیت، هزینه، محدوده و زمان اولویت‌بندی شدند.

۵- به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های ۳۶ گانه، در ابتدا آنها به‌عنوان گزینه‌های مربوط به تحلیل TOPSIS در نظر گرفته شدند و براساس معیارهای ۴ گانه مذکور پرسش‌نامه میزان تأثیر عوامل ریسک تهیه شد. هم‌چنین به منظور بررسی میزان احتمال وقوع هر ریسک، پرسش‌نامه‌ای تهیه گردید.

۶- پس از ارائه پرسش‌نامه‌های مذکور به صاحب‌نظران مربوطه، براساس مقیاس‌بندی فازی، هر پرسش‌نامه مقداردهی شد و براساس مدل تحلیل گروهی مشابه AHP گروهی، تحلیل انجام شده و با ضرب احتمال هر ریسک در مقدار تأثیر ریسک، ماتریس تصمیم‌گیری عوامل ریسک مبتنی بر معیارهای ۴ گانه بدست آمد.

۷- پس از انجام تحلیل‌های مبتنی بر TOPSIS فازی در نهایت هم رتبه هر ریسک در مجموعه ۳۶گانه ریسک‌ها محاسبه شد و هم رتبه هر ریسک در گروه مربوطه مشخص شد (مطابق جدول (۱۰)).

1. Closeness Coeficient

جدول ۶- رتبه‌بندی‌های مؤلفه‌های گروه ریسک‌های فنی

ردیف	عنوان ریسک	رتبه در گروه	رتبه کلی	شاخص شباهت
۱	فقدان دانش و تجربه در ساخت و ساز	۲	۱۷	۰/۴۲۱۸
۲	عدم تهیه و ارسال به موقع مدارک فنی	۵	۲۱	۰/۴۲۰۸
۳	عدم توجه به استانداردهای ایمنی در طراحی	۷	۲۸	۰/۳۹۷۵
۴	خطای انسانی در محاسبات طراحی و ایمنی و عدم کنترل کافی	۶	۲۲	۰/۴۲۰۴
۵	عدم یکپارچگی طراحی با خرید و ساخت	۱	۱۳	۰/۴۲۲۴
۶	کیفیت نامناسب طراحی، تاخیر در طراحی، شکست در طراحی	۸	۲۹	۰/۳۹۴۹
۷	عدم انطباق ساخت با مدارک فنی	۳	۱۸	۰/۴۲۱۴
۸	تحویل اطلاعات ناقص به سازندگان	۴	۲۰	۰/۴۲۰۹
۹	عدم مطالعه دقیق اولیه	۹	۳۵	۰/۳۲۸۴

جدول ۷- رتبه‌بندی‌های مؤلفه‌های گروه ریسک‌های مدیریت پروژه

ردیف	عنوان ریسک	رتبه در گروه	رتبه کلی	شاخص شباهت
۱	عدم تعریف دقیق نقش و مسئولیت‌ها و همچنین منشور پروژه	۸	۲۵	۰/۴۱۱۸
۲	قیمت نامطلوب مناقصه	۹	۳۲	۰/۳۸۳۹
۳	عدم پیشرفت مناسب سازندگان در طول اجرای پروژه	۷	۲۴	۰/۴۱۲۵
۴	عدم تعهد به اجرای کار براساس برنامه زمانبندی	۶	۱۴	۰/۴۲۲۴
۵	مشخص نبودن Scope کار	۴	۸	۰/۴۲۴۰
۶	ضعف در برنامه‌ریزی و زمانبندی و منابع اولیه پروژه	۲	۵	۰/۴۲۴۳
۷	بودجه بندی ناصحیح و عدم برآورد صحیح ارزش پروژه (کمتر از حد پیش‌بینی کردن هزینه‌های عملیاتی)	۳	۶	۰/۴۲۴۲
۸	شرایط مبهم قرارداد	۵	۱۱	۰/۴۲۲۸
۹	تیم پروژه نامناسب	۱	۲	۰/۴۲۷۰

جدول ۸- رتبه‌بندی‌های مؤلفه‌های گروه ریسک‌های درون سازمانی

ردیف	عنوان ریسک	رتبه در گروه	رتبه کلی	شاخص شباهت
۱	عدم انتخاب نوع اجرا یا قرارداد پروژه با توجه به شرایط	۶	۱۶	۰/۴۲۲۳
۲	بازرسی نامناسب تجهیزات	۵	۱۵	۰/۴۲۲۳
۳	تأخیر در صدور مدارک بازرسی تجهیزات	۸	۳۳	۰/۳۸۳۱
۴	مخارج درون سازمانی	۹	۳۶	۰/۳۱۲۰
۵	عدم توجه به آموزش نیروی انسانی در سازمان	۷	۱۹	۰/۴۲۱۱
۶	عدم ثبت آموخته‌ها یا عدم استفاده از تجربیات قبلی	۱	۷	۰/۴۲۴۰
۷	عدم تأمین نیروی انسانی مجرب	۲	۹	۰/۴۲۳۸
۸	عدم اجرای درست سیستم کنترل و کیفیت در سازندگان	۴	۱۲	۰/۴۲۲۷
۹	اشتباهات بدلیل عدم وجود کار گروهی و ارتباط تیمی ضعیف	۳	۱۰	۰/۴۲۳۷

جدول ۹- رتبه‌بندی‌های مؤلفه‌های گروه ریسک‌های برون سازمانی

ردیف	عنوان ریسک	رتبه در گروه	رتبه کلی	شاخص شباهت
۱	مشکلات در تأمین مالی از داخل یا خارج (به دلایل مختلف)	۲	۳	۰/۴۲۶۹
۲	تورم و افزایش نرخ ارز	۳	۴	۰/۴۲۵۹
۳	شرایط جوی و پتانسیل حوادث طبیعی (سیل، زلزله، طوفان و ...)	۷	۳۰	۰/۳۹۳۰
۴	تغییر نوع سرمایه‌گذاری در حین اجرای پروژه	۶	۲۷	۰/۴۱۰۸
۵	مشکل در تأمین تجهیزات	۱	۱	۰/۴۲۸۷
۶	بروکراسی طولانی ترخیص کالا و تجهیزات بدلیل قوانین گمرکی	۹	۳۴	۰/۳۷۸۱
۷	تأخیر در برنامه بدلیل تأخیر در تأیید صورت وضعیت‌ها از سوی کارفرما	۵	۲۶	۰/۴۱۱۷
۸	دولتی بودن وظایف کارفرما	۸	۳۱	۰/۳۹۱۸
۹	تغییر در طرح قرارداد در مراحل پایانی	۴	۲۳	۰/۴۱۹۸

جدول ۱۰- اولویت‌بندی نهایی گروه‌ها و ریسک‌ها

گروه ریسک	عنوان ریسک	رتبه در گروه	رتبه در کل
ریسک های مدیریتی	تیم پروژه نامناسب	۱	۲
	ضعف در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی و منابع اولیه پروژه	۲	۵
	بودجه‌بندی ناصحیح و عدم برآورد صحیح ارزش پروژه	۳	۶
	مشخص نبودن Scope کار	۴	۸
	شرایط مبهم قرارداد	۵	۱۱
	عدم تعهد به اجرای کار براساس برنامه زمان‌بندی	۶	۱۴
	عدم پیشرفت مناسب سازندگان در طول اجرای پروژه	۷	۲۴
	عدم تعریف دقیق نقش و مسئولیت‌ها و هم‌چنین منشور پروژه	۸	۲۵
	قیمت نامطلوب مناقصه	۹	۳۲
ریسک‌های درون سازمانی	عدم ثبت آموخته‌ها یا عدم استفاده از تجربیات قبلی	۱	۷
	عدم تأمین نیروی انسانی مجرب	۲	۹
	اشتباهات به دلیل عدم وجود کار گروهی و ارتباط تیمی ضعیف	۳	۱۰
	عدم اجرای درست سیستم کنترل و کیفیت در سازندگان	۴	۱۲
	بازرسی نامناسب تجهیزات	۵	۱۵
	عدم انتخاب نوع اجرا یا قرارداد پروژه با توجه به شرایط	۶	۱۶
	عدم توجه به آموزش نیروی انسانی در سازمان	۷	۱۹
	تأخیر در صدور مدارک بازرسی تجهیزات	۸	۳۳
	مخارج درون سازمانی	۹	۳۶
ریسک‌های برون سازمانی	مشکل در تأمین تجهیزات	۱	۱
	مشکلات در تأمین مالی از داخل یا خارج (به دلایل مختلف)	۲	۳
	تورم و افزایش نرخ ارز	۳	۴
	تغییر در طرح قرارداد در مراحل پایانی	۴	۲۳
	تأخیر در برنامه به دلیل تأخیر در تأیید صورت وضعیت‌ها از سوی کارفرما	۵	۲۶
	تغییر نوع سرمایه‌گذاری در حین اجرای پروژه	۶	۲۷
	شرایط جوی و پتانسیل حوادث طبیعی (سیل، زلزله، طوفان و ...)	۷	۳۰
	دولتی بودن وظایف کارفرما	۸	۳۱
	بروکراسی طولانی ترخیص کالا و تجهیزات به دلیل قوانین گمرکی	۹	۳۴
ریسک‌های فنی	عدم یکپارچگی طراحی با خرید و ساخت	۱	۱۳
	فقدان دانش و تجربه در ساخت و ساز	۲	۱۷
	عدم انطباق ساخت با مدارک فنی	۳	۱۸
	تحویل اطلاعات ناقص به سازندگان	۴	۲۰
	عدم تهیه و ارسال به موقع مدارک فنی	۵	۲۱
	خطای انسانی در محاسبات طراحی و ایمنی و عدم کنترل کافی	۶	۲۲
	عدم توجه به استانداردهای ایمنی در طراحی	۷	۲۸
	کیفیت نامناسب طراحی، تأخیر در طراحی، شکست در طراحی	۸	۲۹
	عدم مطالعه دقیق اولیه	۹	۳۵

۶- نتیجه پژوهش با توجه به اهداف تحقیق

الف) شناسایی ریسک‌های پروژه‌ها در شرکت فنی مهندسی تهران جنوب

لیست جامعی از ریسک‌های پروژه‌ها با استفاده از پرسش‌نامه آزاد و مصاحبه با خبرگان تهیه گردید و طی بررسی نهایی مهم‌ترین ریسک‌ها در گروه‌های مربوطه قرار گرفتند. بنابراین هدف اول تحقیق محقق گردید.

ب) اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌ها در شرکت فنی مهندسی تهران جنوب

بعد از تجزیه و تحلیل یافته‌ها و مشخص‌کردن وزن معیارهای اصلی، با استفاده از روش تاپسیس فازی، رتبه‌بندی ۳۶ ریسک انجام شد. با بررسی میانگین رتبه‌های مؤلفه‌های ریسک هر گروه مشخص شد که بالاترین رتبه مربوط به گروه ریسک‌های مدیریت پروژه، رتبه بعدی مربوط به گروه

ریسک‌های درون سازمانی، سپس برون‌سازمانی و در نهایت فنی می‌باشد. به عبارتی مشکل اصلی پروژه‌ها و یا به عبارتی مهم‌ترین ریسک‌های پروژه‌ها در وهله اول مربوط به وضعیت مدیریت پروژه و بعد وضعیت درون سازمانی می‌باشد و مسایل فنی در درجه آخر اهمیت قرار دارند. مسایل برون‌سازمانی، در درجه سوم اهمیت می‌باشد. این موضوع با بررسی ۱۴ مؤلفه اول بالای رتبه‌بندی ریسک‌ها مجدداً مورد تأیید است زیرا که از این ۱۴ تا، ۶ مورد آن مربوط به ریسک‌های مدیریت پروژه، ۴ مورد درون سازمانی، ۳ مورد برون سازمانی و تنها یکی از آن‌ها ریسک فنی می‌باشد. در نتیجه هدف دوم تحقیق که رتبه‌بندی ریسک‌ها بود نیز محقق گردید و ریسک‌ها به‌صورت کلی و هم‌چنین در گروه‌های مربوطه رتبه‌بندی شدند.

ج) محدودیت‌های تحقیق:

نتایج به‌دست آمده فقط در حیطه سازمان مورد مطالعه قابل تعمیم است. بنابراین مطالعه حاضر از این حیث دارای محدودیت است.

د) پیشنهادات جهت کاهش رتبه و اهمیت ریسک‌ها:

۱. ثبت مشکلات پیش آمده در پروژه‌ها براساس ریسک‌های تعریف شده تحقیق، به منظور اندازه‌گیری میزان رخداد واقعی ریسک‌ها در سازمان.
۲. ارائه راهکارهای مناسب مبتنی بر هر ریسک در پروژه.
۳. درجه‌بندی اهمیت راهکارهای هر ریسک براساس میزان اهمیت هر ریسک در سازمان.
۴. اجرای اقدامات مؤثر قبل از وقوع ریسک به‌عنوان یک رویکرد پیشگیرانه و پیش کنشی در مقابل رویکردهای انفعالی.

ت) پیشنهادات برای تحقیقات آتی:

۱. بررسی نقش ابزارهای نرم‌افزاری نظیر Pert Master جهت کاهش احتمال وقوع ریسک‌ها و یا کاهش هزینه احتمالی ریسک بخصوص در پروژه‌های بزرگ پتروشیمی و نفتی.
۲. شبیه‌سازی دینامیکی ریسک‌ها و تأثیرپذیری زمان، هزینه، کیفیت و محدوده پروژه‌ها.
۳. رتبه‌بندی پروژه‌ها از لحاظ میزان ریسک‌پذیری براساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها.

۷- تقدیر و تشکر

تهیه‌کننده این تحقیق وظیفه می‌داند که از استاد گران‌قدر، سرکار خانم دکتر مهناز برخورداری احمدی به‌خاطر هم‌فکری‌ها و راهنمایی‌هایی که داشته‌اند، تشکرکند. هم‌چنین، از کسانی که به نوعی در به انجام رساندن این تحقیق یاری نمودند، سپاس‌گزاری می‌شود.

۸- مراجع

۱- قاری، امید، کریمی، رسول، مدیریت ریسک زنجیره تأمین با رویکرد نقشه فرایند چند وظیفه‌ای، نخستین کنگره بین‌المللی مدیریت ریسک، تهران، ۱۳۸۶.
۲- میرفخرالدینی، سید حیدر، عندلیب اردکانی، داود، رضایی اصل، مرتضی. به‌کارگیری فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه جهت ارزیابی عوامل ریسک زنجیره تأمین. مجله مطالعات مدیریت صنعتی، تابستان ۱۳۹۰، شماره ۲۱، ۲۴ صفحه - از ۱۰۷ تا ۱۳۰، ۱۳۹۰.
۳- سبحانی، عقیل، اورک، ندا، و محمدی روزبهانی، مریم. کاربرد روش PHA در ارزیابی ریسک زیست‌محیطی پالایشگاه نفت فوق سنگین خوزستان (مطالعه موردی: واحد تقطیر اتمسفری). همدان: مجموعه مقالات اولین همایش ملی بهداشت محیط، سلامت و محیط‌زیست پایدار، ۱۳۹۳.
4- Vanany, I., Zailani, S., & Pujawan, N., Supply Chain Risk Management: Literature Review and Future Research, 16 Int'l Journals of Information Systems and Supply Chain Management, 2(1), 16-33, 2009.
5- PMBOK., (A Guide To Project Management Body Of Knowledge) project Management Institute, Pennsylvania: Newtown Square, 2013.
6- Oke, A., Gopalakrishnan, M., Managing disruptions in supply chains: A case study of a retail supply chain, International Journal of Production Economics, 118 (1), 168-174, 2009.
7- Tang, Ou., and Nurmaya Musa, S., Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management, International Journal of Production Economics. 133:25-34. (ISI/SCOPUS Cited Publication), 2011.
8- PMI (Project Management Institute), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 4nd ed., Pennsylvania, 2008.
9- - Briggs,C.A.,& Tolliver, D., Managing and Mitigating the Upstream Petroleum Industry Supply Chain Risks: Leveraging Analytic Hierarchy Process. International Journal of Business and Economics Perspectives, Volume 7, Number 1, 1-20, 2012.
10- - Singh Mand, Jaskanwal. Singh, Chandan Deep. Singh, Rajdeep. IMPLEMENTATION OF CRITICAL RISK FACTORS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, International journal of management research and business strategy, Vol. 2 , No. 1, 2013.