

ارزیابی ریسک‌ها و رتبه‌بندی پروژه‌ها با روش سیستم استنتاج فازی و AHP در چارچوب استاندارد دانش مدیریت پروژه

زهرا زارع هرخته
دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران
z.zare19@yahoo.com

آفرین اخوان*
دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران
akhavan@sau.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۸

تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۲/۱۱/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵

چکیده

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. در این پژوهش سعی شد با شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌ها براساس استاندارد PMBOK و رتبه‌بندی آن‌ها براساس تلفیق تکنیک‌های فازی و تحلیل سلسله مراتبی، اطلاعات کامل و جامعی از مدیریت ریسک پروژه‌های نفتی در اختیار مدیران و خبرگان قرار گیرد. این پژوهش در شرکت مشاوره مهندسی عمید و با همکاری ۷ نفر از مشاوران پروژه‌های صنعت نفت بر روی سه پروژه‌ی صنعت نفت (پروژه a، پروژه b و پروژه c) انجام شد. ابتدا با استفاده از مطالعات پیشین و کسب نظر از مشاوران شرکت و در چارچوب استاندارد PMBOK، ریسک‌های پروژه‌های صنعت نفت در چهار گروه ریسک‌های فنی، درون سازمانی، برون سازمانی و مدیریت پروژه، قرار گرفتند. سپس ریسک‌ها با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) فازی رتبه‌بندی شدند. معیارهای رتبه‌بندی در روش مقایسات زوجی هزینه، زمان، کیفیت و محدوده پروژه مشخص گردید. ریسک‌ها براساس تأثیری که بر این اهداف پروژه (هزینه، کیفیت، زمان و هزینه‌ی پروژه) می‌گذارند رتبه‌بندی شدند. پس از وزن‌دهی ریسک‌ها، سه پروژه‌ی تحقیق براساس هر کدام از ریسک‌های شناسایی‌شده مقایسه زوجی شدند و از نتیجه‌ی این مقایسات به‌عنوان ورودی استنتاج فازی استفاده شد. در نهایت میزان موفقیت هر کدام از پروژه‌ها بدست آمد و پروژه b، در رتبه اول، پروژه a در رتبه دوم و پروژه c در رتبه سوم قرار گرفت؛ در نتیجه پروژه b به‌عنوان پروژه با کمترین ریسک انتخاب شد.

واژگان کلیدی

ارزیابی ریسک پروژه؛ تحلیل سلسله مراتبی؛ استاندارد PMBOK؛ استنتاج فازی؛ پروژه نفتی.

۱- مقدمه

لزوم صرف بهینه منابع آنها، دارای اهمیت انکارناپذیری است. هدف از فاز ارزیابی ریسک، اندازه‌گیری ریسک‌ها براساس شاخص‌های مختلف، از قبیل میزان تأثیر و احتمال وقوع می‌باشد. رتبه‌بندی ریسک‌ها، قسمت کلیدی این فرایند به شمار می‌رود. زیرا با انجام رتبه‌بندی ریسک‌ها، ارجحیت هر ریسک براساس شاخص‌های تعیین‌شده، در مقابل سایر ریسک‌ها مشخص و در نتیجه تصمیم‌گیرنده می‌تواند در مورد میزان تخصیص منابع موجود برای مقابله با هر ریسک برنامه‌ریزی نماید. با توجه به اینکه وجود ریسک در پروژه‌ها می‌تواند اثر منفی داری بر عملکرد کوتاه‌مدت و نیز اثر منفی بلندمدت بر عملکرد مالی سازمان داشته باشد، لذا 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 نشان می‌دهد که داشتن یک لیست از ریسک‌های مهم و همچنین اولویت‌بندی و تعیین اهمیت آنها حائز

حوزه وسیعی از فعالیت‌های مدیران بخش صنعت را مباحث مرتبط با مسائل تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهد. در محیط‌های پیچیده، سازمان‌ها نیازمند مدیرانی هستند که این پیچیدگی‌های ذاتی را در زمان تصمیم‌گیری‌های مهم لحاظ و تفکیک کنند. مدیریت ریسک مؤثر بخش مهمی از این فرایند تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهد. مدیریت پروژه‌های گوناگون از جمله مسائلی است که مدیران صنعتی همواره با آن‌ها مواجه هستند. از آنجا که یکی از مشکلات مدیران پروژه‌ها، شناسایی و نحوه‌ی برخورد با ریسک در پروژه می‌باشد، بنابراین شناسایی و اولویت‌بندی ریسک، مسأله‌ای مهم در مدیریت ریسک است؛ زیرا در صورت عدم توجه به ریسک‌ها، پروژه با تأخیر و افزایش هزینه روبرو می‌شود. مدیریت ریسک یکی از فازهای مدیریت پروژه بوده و با توجه به ماهیت نامطمئن پروژه‌ها و

* نویسنده مسئول

۴- مبانی نظری تمقیق

مدیران پروژه‌ها نیازمند اطلاعاتی هستند که بتوانند پروژه‌ها را براساس ریسک‌های شناسایی‌شده، رتبه‌بندی کرده و پروژه‌هایی را انتخاب کنند که کمترین ریسک را دارند. زیربنای اقتصادی پروژه‌های عظیم و پیچیده در بردارنده‌ی فاکتورهای ریسک متعددی می‌باشد و اجرای موفقیت‌آمیز چنین پروژه‌هایی به مدیریت اثر بخش فاکتور ریسک کلیدی بستگی دارد. پروژه‌های نفتی ریسک بیشتری نسبت به پروژه‌های دیگر دارند، زیرا این پروژه‌ها مستلزم مخارج زیاد و شرایط مکانی پیچیده هستند. انتخاب و اجرای پروژه با کمترین ریسک، می‌تواند به صرفه‌جویی‌های اقتصادی، استفاده بهینه از منابع، بالا بردن بهره‌وری منجر گردد. برای ارزیابی ریسک پروژه‌ها ابتدا پارامترهای ریسک در پروژه‌ها مشخص و اولویت‌بندی می‌گردد و سپس با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، کم‌ریسک‌ترین پروژه نفتی انتخاب خواهد شد [۳]. با توجه به این که وجود ریسک در پروژه‌ها می‌تواند اثر معنی داری بر عملکرد کوتاه مدت و نیز اثر منفی بلندمدت بر عملکرد مالی سازمان داشته باشد [۲۰]. 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. در واقع داشتن یک لیست جامع از ریسک‌های مهم در زمینه پروژه‌های نفتی و گازی و همچنین اولویت‌بندی و تعیین اهمیت آنها حایز اهمیت است [۴]. در پروژه‌های صنعتی نیروگاهی فاز اجرایی و کنترل دارای بیشترین اهمیت و فازهای برنامه‌ریزی، راه‌اندازی، آغازین و بهره‌برداری به ترتیب در رتبه‌های بعدی اولویت قرار می‌گیرند. هم‌چنین براساس نتایج حاصل از تاپسیس فازی، ریسک‌های عدم داشتن تجربه مدیریتی در پروژه‌های مشابه، عدم بکارگیری نیروی انسانی ماهر و عدم برخورداری پیمانکار از صلاحیت لازم، به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را به خود اختصاص می‌دهند و ریسک‌های تکراری بودن یا نبودن پروژه، عدم وجود برخی قوانین حقوقی و استانداردها و عدم ثبات در سیاست‌های دولت و حمایت آن به ترتیب کمترین رتبه را به خود اختصاص خواهند داد [۵]. با گسترش حوزه تجاری شرکت‌ها و جهانی‌شدن پروژه‌ها، امروزه استفاده از استاندارد برای هم‌زبانی افراد درگیر در پروژه و اطمینان از اجرای درست‌کار ضروری است. استانداردها علاوه بر تبیین کار و تعیین چگونگی اجرای صحیح عملیات، به‌عنوان مرجعی برای افراد گروه پروژه در اختلافات مطرح است. قوت استانداردها در جامع‌بودن آن‌ها، سادگی، مقبولیت عام استفاده‌کنندگان و تضمینش برای اجرای درست‌کار است. با توجه به جهانی‌شدن شرکت‌های ساخت و تولید و گسترش بازارهای کار، مدیران پروژه بهتر است با استانداردهای مدیریت پروژه آشنا شوند؛ بهره‌گیری از آن‌ها می‌تواند آن‌ها را در اجرای برنامه‌های پروژه یاری نماید [۲۱]. استاندارد PMBOK عواملی مثل شناسایی ریسک، انجام تحلیل کمی و کیفی ریسک را جداگانه بررسی می‌کند [۶]. مدیریت ریسک به‌عنوان یکی

اهمیت است. امروزه توجه به فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در عرصه صنعت و تجارت و ارزیابی توان صنایع و شرکت‌ها در رویارویی با عدم قطعیت‌ها و ریسک‌های موجود ضروری و مهم بوده و اولویت‌بندی ریسک‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد. اولویت‌بندی ریسک، فرایند شناسایی عوامل ریسک، ارزیابی آن‌ها و رتبه‌بندی ریسک‌ها براساس اثرات نامطلوب آنان می‌باشد [۱]. عواقب شدید ریسک‌های شناسایی‌شده بر عملکرد زمان و هزینه را می‌توان با بهبود مدیریت ریسک برطرف کرد [۱۹]. یکی از بزرگ‌ترین مشکلات پروژه‌های فعلی عدم امکان اجرای پروژه در زمان و با مبلغ از پیش تعیین‌شده می‌باشد. حوزه مدیریت ریسک به‌عنوان یکی از حوزه‌های دانش استاندارد PMBOK فرایندهای شناسایی، تجزیه و تحلیل و واکنش به ریسک‌ها است که به منظور حداکثر کردن فرصت‌ها و حداقل کردن تهدیدات پیاده‌سازی می‌شود [۲].

با توجه به اهمیت بالای پروژه‌های نفتی و صرف هزینه و زمان زیاد برای این پروژه‌ها، ارزیابی ریسک‌ها در این حوزه از اهمیت بالایی برخوردار است و باعث می‌شود تا عکس‌العمل مناسب برای رویارویی با این خطرات بهتر انجام شود. این تکنیک پیشگیرانه فهرستی از خطرات حیاتی را فراهم می‌کند تا اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه برای کاهش آنها برنامه‌ریزی شود. شناسایی ریسک‌ها و موانع هر یک از انواع گوناگون آن و تعیین میزان اهمیت هر یک برای جلوگیری از اثر منفی بلندمدت آنها در پروژه‌های شرکت نفت از اهداف این تحقیق است. در این تحقیق انتظار می‌رود با تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم استنتاج فازی، روشی ارائه شود که مدیران بتوانند مدیریت ریسک پروژه‌ها را بهتر انجام دهند. در این تحقیق از روش استنتاج فازی برای محاسبه هزینه و زمان اتمام پروژه استفاده شده است، تا بتوان هدف اجرای پروژه در زمان از پیش تعیین‌شده و با مبلغ توافقی تحقق یابد و ضرر و زیان‌های پروژه کاسته شود. جهت دقت بیشتر این موضوع و کنترل بهتر، مدیریت ریسک بر روی پروژه‌ها پیاده‌سازی می‌شود تا با پیش‌بینی و آنالیز ریسک‌ها تهدیدهای پروژه شناسایی و کنترل شود. در این پژوهش به شناسایی ریسک‌های پروژه‌های صنعت نفت شرکت مشاوره مهندسی عمید با استفاده از روش شناسایی و گروه‌بندی ریسک در استاندارد و سپس مشخص کردن وزن معیارها با تلفیق روش تحلیل سلسله‌مراتبی و در نهایت اولویت‌بندی ریسک‌ها با استفاده از سیستم استنتاج فازی پرداخته می‌شود. در این پژوهش سعی می‌شود تا با شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌ها براساس استاندارد PMBOK و رتبه‌بندی آن‌ها براساس تلفیق تکنیک‌های فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی، اطلاعات کامل و جامعی از مدیریت ریسک پروژه‌های نفتی در اختیار مدیران و خبرگان قرار گیرد. در ادامه ابتدا مبانی نظری موضوع آورده می‌شود. در بخش سوم روش شناسایی و مراحل تحقیق بیان می‌گردد. در بخش چهارم، تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق مطرح می‌شود و در بخش آخر بحث و نتیجه‌گیری عنوان شده است.

ریسک فرصت‌ها و تهدیدات پیش روی سازمان را شناسایی و عوامل اثرگذار بر آنها را رصد کرده و راه‌حل‌های مقتضی مواجهه با آنها را به مدیریت سازمان ارائه شد. روش اجرای تحقیق نیز طراحی پرسشنامه براساس معیارهای حوزه مدیریت ریسک و تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از پرسشنامه، با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS بود. نتایج بدست‌آمده از تحقیق حاکی از آن بود که میزان انطباق مدیریت ریسک سازمان با استاندارد PMBOK در حد متوسط بوده و براساس آزمون فریدمن اولویت‌بندی میزان انطباق مدیریت حوزه‌های مدیریت ریسک در سازمان قطار شهری با استاندارد PMBOK به ترتیب از کم به زیاد بصورت؛ مدیریت ریسک مالی، مدیریت ریسک تدارکات و قراردادهای، مدیریت ریسک فنی، مدیریت ریسک ساختاری و سازمانی و مدیریت ریسک خارج سازمانی بود [۹].

در پژوهش دیگری که با هدف ارزیابی مدیریت ریسک شرکت‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل رابطه خاکستری با وزن آنتروپی در شرکت‌های پذیرفته‌شده بورس اوراق بهادار تهران بود، ابتدا به دنبال یافتن وزن نسبی برای اندازه‌گیری مدیریت ریسک شرکت‌ها با استفاده از متغیرهای (مدیریت ریسک راهبردی، مدیریت ریسک عملیاتی، مدیریت ریسک گزارشگری و مدیریت ریسک عدم رعایت قوانین و مقررات) صورت گرفت. سپس، براساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آنتروپی، به دنبال مشخص کردن رتبه‌بندی شرکت‌ها از لحاظ عملکرد مدیریت ریسک با استفاده از تجزیه و تحلیل رابطه خاکستری در شرکت‌ها بود. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن بود که بسیاری از شرکت‌ها نسبت به مدیریت ریسک از عملکرد بالایی برخوردارند [۱۰]. در پژوهش دیگری با مروری بر مطالعات ایران و مقایسه آنها با مطالعات دیگر کشورها و استانداردهای جهانی ضمن بیان نقاط مشترک و تفاوت این مطالعات، اقدام به ارائه الگوی مشترکی گردید [۱۱]. در تحقیقی از ۱۵ متخصص خواسته شد در مورد عوامل ریسک جمع‌آوری شده از مطالعات قبلی برای تأیید کارایی این عوامل در مصر بحث کنند. سی و پنج عامل ریسک در طی بررسی آزمایشی انتخاب شدند که بین ۹۵ شرکت‌کننده توزیع شد. برای تسهیل فرایند تحلیل، مجموعه براساس مقیاس پنج درجه‌ای لیکرت بود. هدف اصلی تحقیق بازتعریف و ترتیب ریسک‌ها با توجه به شرایط موجود بود. مدل پیشنهادی عوامل مختلف پر ریسک را شناسایی کرد که می‌توانند به‌طور انباشته بر عملکرد کلی تأثیر بگذارند [۱۹]. هدف مطالعه وقار و همکاران (۲۰۲۳) شناسایی موانع استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای مدیریت ایمنی در بخش ساخت و ساز نفت و گاز مالزی و درک علل ریشه‌ای مقاومت در برابر پذیرش آن بود. تحلیل عاملی اکتشافی و مدل‌سازی معادلات ساختاری بر روی داده‌های نظرسنجی جمع‌آوری شده از متخصصان صنعت انجام شد. مطالعه نشان داد که موانع دانش، موانع خلاقانه، موانع فنی، موانع نظارتی، و موانع عملکردی مهم‌ترین چالش‌هایی هستند که مانع پذیرش گسترده مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای مدیریت ایمنی می‌شوند. تأیید شد که این چالش‌ها به‌طور قابل توجهی بر

از حوزه‌های دانش استاندارد PMBOK فرایندهای شناسایی، تجزیه و تحلیل و واکنش به ریسک‌هاست که به منظور حداکثر کردن فرصت‌ها و حداقل کردن تهدیدات پیاده‌سازی می‌شود. هدف از پیاده‌سازی فرایند مدیریت ریسک پروژه، شناسایی و ریشه‌یابی علل وقوع هر ریسک، تحلیل آن تا حد امکان، برنامه‌ریزی و اجرای روش‌های واکنش و تخصیص ریسک‌ها به عوامل ذی‌صلاح، به منظور کنترل مؤثر ریسک‌های ارجح هر پروژه، اجتناب از هزینه‌های غیرضروری، به حداقل رساندن مدیریت بحران و بهینه‌نمودن استفاده از منابع محدود می‌باشد [۷]. 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 [۲۲]. 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 [۲۳]. 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 ادامه به برخی از مطالعات به‌طور مختصر اشاره شده است.

در تحقیقی با انجام مطالعه موردی در نیروگاه بادی منجیل، ابتدا مهم‌ترین ریسک‌های فاز ساختمان و نصب در پروژه توسعه نیروگاه بادی شناسایی شد. سپس مدلی جهت اولویت‌بندی ریسک‌ها براساس نظرات گروهی و روش AHP ارائه شد. پس از تعیین اولویت ریسک‌ها، برنامه‌ریزی برای پاسخ به ریسک‌ها انجام شد [۸]. محققین دیگری با بررسی ۴۰ مقاله دریافتند که از AHP برای ارزیابی ریسک استفاده شده است. نتایج نشان داد که ۱۳ زمینه مختلف مهندسی عمران کشف شده است که از روش AHP به‌عنوان روش ارزیابی تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند و شرکت‌های صنعتی و مدیریتی، پروژه‌های بزرگراه‌های جاده‌ای و ساخت و ساز اشاره کرده‌اند که زمینه اصلی منافع زیادی را جذب کرده است [۲۴]. در تحقیقی با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری و تحلیل سلسله‌مراتبی ریسک‌های پروژه‌های صنایع ساخت و ساز مالزی شناسایی و ارزیابی شد. هدف شناسایی، مطالعه و ارزیابی اثر عوامل مؤثر بر هزینه و زمان احتمالی بود. داده‌ها از شانزده شرکت ساختمانی جمع‌آوری شد [۲۵]. در تحقیق دیگر یک مدل فازی ارزیابی ریسک برای مسیرهای یک شرکت حمل و نقل نفت ارائه می‌شود که از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی در وزن‌دهی معیارهای مربوط به ویژگی‌های جاده استفاده می‌شود. سپس، نمرات ریسک برای ۱۱ مسیر مختلف با استفاده از یک روش ارزیابی چندمعیاره تعیین می‌شود و به منظور کاهش ریسک، اقداماتی پیشنهاد شده، مانند تعیین رانندگان با تجربه برای این مسیر، آموزش‌های منظم برای رانندگان، تعمیر و نگهداری وسیله نقلیه و تعمیر مجدد وسایل نقلیه و بارگیری مجدد در یک زمان [۲۶]. در تحقیق دیگری هدف اصلی تعیین میزان انطباق مدیریت ریسک در سازمان قطار شهری تبریز و حومه براساس استاندارد PMBOK بوده و در همین راستا مدیریت

مقاله حاضر، یک چارچوب جامع برای ریسک‌های پروژه‌های صنعت نفت در چارچوب استاندارد PMBOK ارائه می‌کند که مستلزم شناسایی ریسک، ارزیابی ریسک و پیشنهاد راهبردهای مناسب برای پاسخگویی به ریسک‌ها است. همچنین با توجه به گسترش محدود ریسک‌های پروژه‌های صنعت نفت در چارچوب استاندارد PMBOK در کشورهای در حال توسعه، این تحقیق برای کاربرد در این مناطق از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. تحقیق حاضر به صورت مورد کاوی بوده و در جریان آن ابتدا ریسک‌های مختلف پروژه بر مبنای جمع‌آوری نظرات خبرگان شناسایی شد؛ سپس با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی در شرایط فازی و در چارچوب استاندارد PMBOK، ریسک‌ها و پروژه‌ها اولویت‌بندی شد.

جامعه آماری این تحقیق، مشاوران پروژه‌های صنعت نفت و نیروی شرکت مشاوره عمید هستند که تعداد آن‌ها برابر با ۸ نفر است.

نمونه آماری به بخشی از جامعه آماری اطلاق می‌شود که ویژگی‌ها و صفات جامعه آماری را در خود داشته باشد و محقق بتواند با مطالعه آن بخش، درباره جامعه آماری قضاوت کند. با توجه به این‌که فقط ۷ نفر از افراد جامعه آماری در دسترس بودند و تعداد نفرات کم بود، برای افزایش دقت کار، هر ۷ نفر در پژوهش شرکت داده شدند. مهندسين مشاور شرکت عمید دارای گواهینامه ISO 9001 بوده و با پیاده‌سازی این استاندارد در سازمان خود نسبت به تضمین کیفیت خدمات مشاوره، مدیریت اطلاعات و نظام مستندسازی و گزارش‌دهی، نظام برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، با توجه به استانداردهای گواهینامه ISO 9001 اقدام می‌نماید. مشخصات مشاورین بخش صنعت نفت و نیرو:

مشاور ۱: مقطع دکتری: مهندسی صنایع، ۱۰ سال سابقه

مشاور ۲: مقطع دکتری: مهندسی شیمی، ۱۱ سال سابقه

مشاور ۳: مقطع کارشناسی‌ارشد: مدیریت فناوری، ۸ سال سابقه

مشاور ۴: مقطع کارشناسی‌ارشد: مهندسی شیمی، ۸ سال سابقه

مشاور ۵: مقطع کارشناسی‌ارشد: مهندسی صنایع، ۷ سال سابقه

مشاور ۶: مقطع کارشناسی‌ارشد: مهندسی مکانیک، ۶ سال سابقه

مشاور ۷: مقطع کارشناسی‌ارشد: مهندسی صنایع، ۶ سال سابقه

مشاور ۸: مقطع کارشناسی: صنایع، ۴ سال سابقه

این پژوهش از سه مرحله تشکیل شده است که در شکل ۱ نشان داده شده است:

۳-۱- شناسایی ریسک‌های پروژه براساس استاندارد PMBOK

در این مرحله با استفاده از تحقیقات پیشین و ادبیات موضوع و استاندارد PMBOK، ریسک‌های پروژه‌های نفتی در چهار گروه اصلی استاندارد مدیریت پروژه (ریسک‌های برون‌سازمانی، درون‌سازمانی، ریسک‌های فنی، کیفی، عملکردی و ریسک‌های مدیریت پروژه) قرار می‌گیرند [۹]:

• ریسک بیرونی: ریسک‌های بیرونی پروژه در محدوده اختیارات مدیران پروژه نمی‌باشند. مدیران پروژه باید آمادگی لازم جهت مواجه شدن با

پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای مدیریت ایمنی تأثیر می‌گذارد [۲۷]. محققین دیگری به طبقه‌بندی و مدل‌سازی عوامل ریسک که تأثیرات منفی بر موفقیت پروژه‌های ساختمانی در یمن دارند، بررسی کردند. یک نظرسنجی پرسشنامه‌ای از ۳۱۴ شرکت‌کننده شامل مشتریان، پیمانکاران و مشاوران شاغل در پروژه‌های ساخت و ساز نفت و گاز استفاده شد. در دسته‌بندی ریسک داخلی که بیشترین تأثیر را دارد؛ شامل مدیریت پروژه، طراحی مطالعات امکان‌سنجی و در دسترس بودن مواد منابع بود. عناصر اصلی ریسک خارجی شامل ملاحظات سیاسی، اقتصادی و امنیتی بود [۲۸]. مقاله حاضر، یک چارچوب جامع برای ریسک‌های پروژه‌های صنعت نفت در چارچوب استاندارد PMBOK ارائه می‌کند که مستلزم شناسایی ریسک، ارزیابی ریسک و پیشنهاد راهبردهای مناسب برای پاسخگویی به ریسک‌ها است. همچنین با توجه به گسترش محدود ریسک‌های پروژه‌های صنعت نفت در چارچوب استاندارد PMBOK در کشورهای در حال توسعه، این تحقیق برای کاربرد در این مناطق از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. تحقیق حاضر به صورت موردکاوی بوده و در جریان آن ابتدا ریسک‌های مختلف پروژه بر مبنای جمع‌آوری نظرات خبرگان شناسایی می‌شود. سپس با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی در شرایط فازی و در چارچوب استاندارد PMBOK، ریسک‌ها و پروژه اولویت‌بندی می‌شود. برای این منظور در این پژوهش برای مدیریت ریسک پروژه‌ها، از تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم کنترل فازی در چارچوب استاندارد PMBOK استفاده می‌شود [۲۹].

۳-۳- مرور ادبیات

شیوه‌های مختلفی برای انجام تحقیق وجود دارد که انتخاب شیوهی تحقیق بستگی مستقیمی به هدف، موضوع و امکانات موردنیاز دارد [۳۰]. به بیانی دیگر، هدف از انتخاب روش تحقیق این است که محقق معین کند که مایل است از کدام رویکرد برای دست‌یافتن به اهداف و پاسخ به سؤالات تحقیق استفاده کند [۱۲]. تحقیق حاضر به لحاظ هدف، کاربردی است. زیرا از نتایج آن به صورت عملی و کاربردی در انتخاب پروژه‌ها استفاده خواهد شد. روش گردآوری داده‌ها، روش اسنادی و میدانی است؛ در این تحقیق از منابع کتابخانه‌ای و اینترنت و همچنین مستندات موجود در شرکت استفاده شده است. به منظور شناسایی ریسک‌های پروژه از تحقیقات پیشین استفاده شد و در تحلیل‌های کمی و کیفی نیز از پرسشنامه‌های مربوط به روش تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی و استنتاج فازی استفاده شده است. در این تحقیق به منظور شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه در شرکت مهندسی و مشاوره عمید، ضمن مطالعه و گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و موتور استنتاج فازی در چارچوب طبقه‌بندی استاندارد PMBOK استفاده می‌شود. نظریه فازی نشان داده است که ابزار مفیدی برای مقابله با این نوع عدم قطعیت‌ها در تصمیم‌گیری است.

زوجی قرار می‌گیرند تا ماتریس نهایی پروژه‌ها - ریسک‌ها مشخص گردد. سپس با ضرب وزن ریسک‌های بدست‌آمده از مرحله ۲ در ماتریس پروژه - ریسک، ماتریس بی‌مقیاس وزین دست‌آید. از این ماتریس به‌عنوان ورودی استنتاج فازی استفاده خواهد شد.

- تعیین تابع عضویت برای هر یک از ورودی‌ها
 - نوشتن قوانین استنتاج فازی مربوطه با استفاده از نظر خبرگان و متخصصان
 - قراردادن امتیاز هر پروژه از هر ریسک با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه زوجی پروژه‌ها
 - انتخاب کم ریسک‌ترین پروژه‌ها و یا اولویت پروژه‌ها براساس میزان موفقیت
 - پروژه‌های تحقیق در جهت توسعه‌ی میدان نفتی عبارتند از:
 - پروژه a: تعمیر و تکمیل ۵ حلقه چاه قدیمی
 - پروژه b: حفر ۳ حلقه چاه توسعه‌ای در بخش دریا و ۲ حلقه چاه در خشکی
 - پروژه c: حفر ۳ چاه و احداث ۲۰ کیلومتر جاده دسترسی
- در این پژوهش به منظور اولویت‌بندی ریسک‌ها و پروژه‌های نفتی از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم استنتاج فازی استفاده شده است. در این تحقیق از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی چانگ استفاده شد. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. این متغیرها و عدد فازی مثلثی معادل آن‌ها در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- متغیرهای زبانی و اعداد فازی معادل آن‌ها

مقیاس زبانی	عدد فازی مثلثی	معکوس عدد فازی مثلثی
اهمیت مطلق	$(7, 9, 11)$	$(\frac{1}{11}, \frac{1}{9}, \frac{1}{7})$
اهمیت خیلی قوی	$(5, 7, 9)$	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5})$
اهمیت قوی	$(3, 5, 7)$	$(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3})$
اهمیت ضعیف	$(1, 3, 5)$	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$
اهمیت یکسان	$(1, 1, 1)$	$(1, 1, 1)$

۴- تجزیه و تحلیل یافته‌های تمقیق

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. به این ترتیب در این پژوهش ابتدا با استفاده مطالعات پیشین و بررسی ادبیات موضوع در چارچوب استاندارد PMBOK، به شناسایی ریسک‌های پروژه‌های نفتی پرداخته شد سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به رتبه‌بندی و اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده با استفاده از چهار معیار هزینه، زمان، کیفیت و محدوده پرداخته شد. در نهایت با استفاده از روش استنتاج فازی و تعریف قوانین استنتاج و توابع عضویت فازی به بررسی میزان موفقیت سه پروژه مورد مطالعه پژوهش پرداخته شد.

این دسته از ریسک‌ها را داشته باشند و تا آنجا که ممکن است اثرات آن‌ها را به حداقل رسانده و یا حذف کنند. از مهم‌ترین ریسک‌های بیرونی می‌توان به تغییر در سیاست‌های پولی و مالی، بازار سهام، تورم، نرخ مالیات، عوامل محیطی (آب‌وهوا)، رخدادهای اجتماعی، قوانین و مقررات، تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان اشاره کرد.

- ریسک‌های درون سازمانی: ریسک‌هایی هستند که معمولاً در اثر کمبود منابع سازمانی به وجود آیند و در صورتی که برنامه‌ای مناسب به جهت کاهش یا حذف این دسته از ریسک‌ها پیش‌بینی نشده باشد، پروژه با تأخیر زمانی مواجه می‌شود. فقدان تدوین اولویت‌های سازمانی در اجرای پروژه، کمبود منابع و وابستگی‌های پروژه از مصادیق مهم این نوع ریسک هستند.
- ریسک‌های فنی - کیفی - عملکردی: ریسک‌هایی هستند که در اثر فناوری به‌کار گرفته شده در پروژه و یا محیط کاری پروژه به وجود می‌آیند. به‌عنوان مثال ریسک‌های فنی شامل ریسک‌های مربوط به طراحی و ساخت محصول هستند. نیازمندی، فناوری، پیچیدگی، عملکرد، اطمینان و کیفیت نیز از این دسته ریسک‌ها هستند.
- ریسک‌های مدیریت پروژه: عدم تخصیص زمان، هزینه و منابع کاری مناسب، استفاده از برنامه نامناسب، عدم توجه کافی مدیریت پروژه به تحقق اهداف، ارتباطات و کنترل ضعیف، جزء مصادیق این گروه ریسک‌ها است.

۳-۲- تعیین وزن و درجه اهمیت ریسک‌های پروژه براساس معیارهای تصمیم‌گیری

۱- تعیین معیارهای اولویت‌بندی ریسک‌ها و وزن هر یک از آن‌ها با روش AHP فازی:

در این گام معیارهای هزینه، زمان، محدوده و کیفیت به‌عنوان معیارهای مؤثر در اولویت‌بندی ریسک‌ها، با استفاده از پرسشنامه روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی مورد مقایسه زوجی قرار می‌گیرند تا وزن و اهمیت هر یک از آن‌ها مشخص شود.

۲- مقایسه زوجی چهار گروه ریسک‌های شناسایی‌شده نسبت به معیارهای اولویت‌بندی و مشخص کردن وزن ریسک‌ها:

در این گام ریسک‌های پروژه در چهار گروه فنی، مدیریت پروژه، درون‌سازمانی و برون‌سازمانی نسبت به معیارهای هزینه، کیفیت، محدوده و زمان دو به دو مورد مقایسه زوجی قرار می‌گیرند تا در نهایت وزن و اهمیت هر یک از گروه‌های ریسک مشخص شود.

۳-۳- رتبه‌بندی و اولویت‌بندی پروژه‌های پژوهش با استفاده از مقایسات زوجی پروژه‌ها نسبت به ریسک‌های شناسایی‌شده و سیستم استنتاج فازی

- در این مرحله با استفاده از مقایسات زوجی سه پروژه مورد مطالعه نسبت به چهار گروه ریسک‌های شناسایی‌شده مورد مقایسات

پس از تعیین وزن هر یک از معیارها، چهار گروه ریسک‌های شناسایی شده دو به دو نسبت به معیارها مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند که وزن و امتیاز نهایی چهار گروه ریسک شناسایی شده مطابق با جدول (۴۴) محاسبه شد.

جدول ۴- وزن و امتیاز نهایی چهار گروه ریسک شناسایی شده با روش تحلیل سلسله مراتبی

رتبه	نام گروه ریسک	امتیاز
۱	گروه برون سازمانی	۰/۴۳۰
۲	گروه مدیریت پروژه	۰/۳۱۴
۳	گروه درون سازمانی	۰/۱۴۵
۴	گروه فنی	۰/۱۱۲

۴-۳- اولویت‌بندی پروژه‌ها براساس روش مقایسات زوجی و استنتاج فازی

در این مرحله با استفاده از دو روش استنتاج فازی و روش مقایسات زوجی فازی به اولویت‌بندی پروژه‌ها و شناسایی میزان موفقیت هر یک از آن‌ها پرداخته شده است. به این ترتیب که سه پروژه مورد مطالعه در این پژوهش نسبت به هر یک از چهار گروه ریسک مورد مقایسات زوجی قرار گرفتند و با ضرب ماتریس مقایسات زوجی پروژه‌ها نسبت به ریسک‌ها در وزن ریسک‌ها، ماتریس بی‌مقیاس وزین به دست آمد. در نهایت، ماتریس بی‌مقیاس وزین به‌عنوان ورودی مرحله استنتاج فازی مورد استفاده قرار گرفت.

به این ترتیب، ابتدا به مقایسات زوجی هر یک از گزینه‌ها (پروژه‌ها) نسبت به ریسک‌ها پرداخته شد و وزن و تأثیر هر یک از ۴ گروه ریسک شناسایی شده برای هر یک از سه پروژه a، b و c تعیین گردید که نتایج آن در جدول (۵) نشان داده شده؛ در واقع اعداد جدول نشان می‌دهند که هر پروژه از هر ریسک چه امتیاز یا مقداری دارد:

جدول ۵- مقایسات زوجی پروژه‌ها نسبت به چهار گروه ریسک شناسایی شده

ریسک ۴ (برون‌سازمانی)	ریسک ۳ (درون‌سازمانی)	ریسک ۲ (مدیریت پروژه)	ریسک ۱ (فنی)	مقایسات زوجی
۰/۳۷۶	۰/۱۹۶	۰/۵۷۴	۰/۳۷۶	پروژه a
۰/۵۷۴	۰/۴۰۲	۰/۳۷۶	۰/۰۵۱	پروژه b
۰/۰۵۱	۰/۴۰۲	۰/۰۵۱	۰/۵۷۴	پروژه c

برای محاسبه ماتریس بی‌مقیاس وزین، ماتریس مقایسات زوجی پروژه‌ها نسبت به ریسک‌ها را در وزن ریسک‌های به‌دست آمده از مرحله قبل ضرب می‌شود:

$$V=N*W \quad (1)$$

در این رابطه، N، ماتریس نرمال شده‌ی مقایسات زوجی پروژه نسبت به ریسک، W، وزن ریسک و V، ماتریس بی‌مقیاس وزین می‌باشد. با استفاده از رابطه‌ی (۱) ماتریس بی‌مقیاس وزین (ورودی استنتاج فازی) در جدول (۶) به‌دست آمده است.

۴-۱- شناسایی ریسک‌های پروژه براساس استاندارد PMBOK

در این مرحله با توجه به مطالب عنوان شده در بخش مقدمه، ریسک پروژه‌ها براساس استاندارد PMBOK به‌طور کلی در ۴ گروه ریسک‌های برون‌سازمانی، درون‌سازمانی، ریسک‌های فنی، کیفی، عملکردی و ریسک‌های مدیریت پروژه قرار می‌گیرند. بنابراین با بررسی ادبیات موضوع و برگزاری جلسات در میان ۷ نفر از خبرگان و مشاوران تحقیق، ۴ گروه اصلی استاندارد PMBOK، به‌عنوان ریسک‌های پروژه‌های نفتی در نظر گرفته شدند.

۴-۲- تعیین معیارهای اولویت‌بندی ریسک‌ها و رتبه‌بندی معیاره و ریسک‌ها با روش AHP فازی

با توجه به تأثیرگذاری معیارهای ریسک بر معیارهای اصلی زمان، هزینه، کیفیت و محدوده پروژه‌ها، این چهار عامل به‌عنوان عامل‌های اصلی ارزیابی شناسایی شدند (شکل ۱) و پرسشنامه مربوط به آن تهیه شد. بنابراین در این مرحله به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده، ابتدا وزن چهار معیار هزینه، زمان، کیفیت و محدوده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی محاسبه گردید. برای این امر، مقایسات زوجی معیارها براساس اجماع نظرات صاحب‌نظران تکمیل گردید. سپس هر مقدار با استفاده از جدول شماره ۱ از عبارات کلامی به اعداد فازی مثلثی تبدیل شد تا قابل تجزیه و تحلیل باشد.

نتیجه مقایسات زوجی معیارها براساس روابط چانگ در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با اعداد فازی

مقایسات زوجی	کیفیت	زمان	محدوده	هزینه
کیفیت	(۱, ۱, ۱)	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$	(۱, ۳, ۵)	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$
زمان	(۱, ۳, ۵)	(۱, ۱, ۱)	(۳, ۵, ۷)	(۱, ۱, ۱)
محدوده	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$	(۱, ۱, ۱)	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$
هزینه	(۱, ۳, ۵)	(۱, ۱, ۱)	(۱, ۳, ۵)	(۱, ۱, ۱)

نتایج حاصل از محاسبات تحلیل سلسله‌مراتبی فازی نشان می‌دهد که معیار «زمان» با وزن ۰/۳۶۵ اولویت اول، معیار «هزینه» با وزن ۰/۳۲۷ اولویت دوم، معیار «کیفیت» با وزن ۰/۲۳۹ اولویت سوم و معیار «محدوده» با وزن ۰/۰۷۰ اولویت چهارم را در اثرگذاری داشته است (جدول ۳۳).

جدول ۳- اولویت و اهمیت معیارهای ارزیابی ریسک‌ها

رتبه	نام معیار	امتیاز
۱	زمان	۰/۳۶۵
۲	هزینه	۰/۳۲۷
۳	کیفیت	۰/۲۳۹
۴	محدوده	۰/۰۷۰

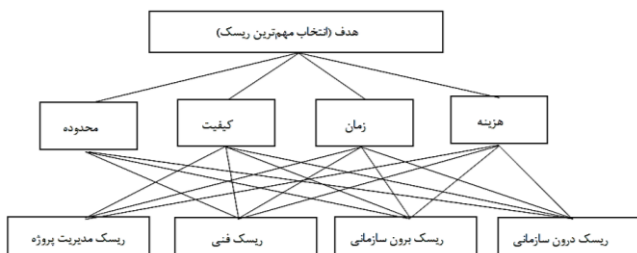
میزان موفقیت پروژه‌ها پرداخته شده است که نتایج در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۶ برای پروژه‌های a، ریسک ۱ (فنی) ۰/۰۴۲، ریسک ۲ (مدیریت پروژه) ۰/۱۸، ریسک ۳ (درون سازمانی) ۰/۰۲۸ و ریسک ۴ (برون سازمانی) ۰/۱۶۲ است. در نتیجه با استفاده از مدل فازی ساخته شده در نرم‌افزار متلب میزان موفقیت پروژه‌های a، ۰/۳۷۵ بدست می‌آید (شکل ۲). برای پروژه‌های b، ریسک ۱ (فنی) ۰/۰۰۶، ریسک ۲ (مدیریت پروژه) ۰/۱۱۸، ریسک ۳ (درون سازمانی) ۰/۰۵۸ و ریسک ۴ (برون سازمانی) ۰/۲۴۷ است. در نتیجه میزان موفقیت پروژه‌های b، ۰/۴۵ بدست می‌آید (شکل ۳). برای پروژه‌های c، ریسک ۱ (فنی) ۰/۰۶۴، ریسک ۲ (مدیریت پروژه) ۰/۱۶، ریسک ۳ (درون سازمانی) ۰/۰۵۸ و ریسک ۴ (برون سازمانی) ۰/۲۲ است. در نتیجه میزان موفقیت پروژه‌های c، ۰/۴۲۹ بدست می‌آید (شکل ۴).

همان‌طور که در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده میزان موفقیت پروژه‌های b در مقابل چهار گروه ریسک شناسایی شده ۰/۴۵، میزان موفقیت پروژه‌های c در مقابل ریسک‌ها ۰/۴۲۹ و میزان موفقیت پروژه‌های a در مقابل ریسک‌ها ۰/۳۷۵ محاسبه شده است که به ترتیب اولویت اجرای پروژه‌ها را از b به a نشان می‌دهد. در واقع هرچه ریسک یک پروژه کمتر باشد، میزان موفقیت آن بیشتر است. در نتیجه پروژه‌های b، ریسک کمتری نسبت به دو پروژه‌ی دیگر دارد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به منظور شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های نفتی براساس استاندارد PMBOK و روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و اولویت‌بندی پروژه‌ها با استفاده از منطق فازی انجام شده است. موفقیت پروژه‌ها در گرو دستیابی به اهداف موردنظر و صرف منابع پیش‌بینی شده در طول چرخه حیات پروژه می‌باشد. طی مراحل چرخه عمر پروژه که با طرح ایده پروژه آغاز و تا بهره‌برداری از پروژه ادامه می‌یابد، محدودیت‌هایی در حوزه‌های مختلف مدیریت پروژه شامل مدیریت یکپارچگی، محدوده، زمان، هزینه، کیفیت، ریسک، منابع انسانی، ارتباطات و تدارکات وجود دارند که در موفقیت پروژه تأثیر گذارند و نیاز به مدیریت دارند. از این‌رو به‌کارگیری تئوری محدودیت‌ها برای مدیران پروژه‌ها جهت ایجاد نگرشی متفاوت درباره مسائل، آرمان‌ها، اهداف، خط‌مشی‌ها و روش‌های انجام کار، در این پژوهش مطرح می‌گردد.



شکل ۱- نمودار سلسله مراتبی

جدول ۶- ماتریس بی‌مقیاس وزین مقایسات زوجی پروژه‌ها نسبت به چهار گروه

ریسک				
ماتریس بی‌مقیاس وزین	ریسک ۱ (فنی)	ریسک ۲ (مدیریت پروژه)	ریسک ۳ (درون سازمانی)	ریسک ۴ (برون سازمانی)
پروژه a	۰/۰۴۲	۰/۱۸۰	۰/۰۲۸	۰/۱۶۲
پروژه b	۰/۰۰۶	۰/۱۱۸	۰/۰۵۸	۰/۲۴۷
پروژه c	۰/۰۶۴	۰/۰۱۶	۰/۰۵۸	۰/۰۲۲

به این ترتیب مراحل استفاده از روش استنتاج فازی به شرح زیر انجام شده است:

• گام اول: فازی‌سازی متغیرهای ورودی

نخستین مرحله پردازش سیستم خبره فازی، فازی‌سازی ورودی‌های سیستم است. ورودی‌ها، مقداری است که هر پروژه از هر ریسک دارد (ضرب در وزن ریسک) که با استفاده از مقایسات زوجی پروژه‌ها نسبت به چهار گروه ریسک و وزن ریسک‌ها بدست آمده است (جدول ۶). برای فازی‌سازی ورودی‌ها ابتدا هر یک از آن‌ها با توجه به نظر خبرگان و رویکرد اشاره شده در الگوریتم مدل‌سازی، با استفاده از مقادیر کلامی در سه گروه پایین، متوسط و بالا دسته‌بندی شدند. در ادامه هر یک از متغیرهای کلامی با استفاده از عدد مثلثی فازی به مجموعه فازی تبدیل شدند و مجموعه فازی و توابع عضویت آن‌ها براساس رنج متغیرها و نظر خبرگان تعیین شد.

• گام دوم: فازی‌سازی متغیر خروجی

میزان موفقیت پروژه، تنها متغیر خروجی سیستم بوده که با استفاده از مقادیر کلامی در سه گروه بالا، متوسط و پایین دسته‌بندی شده و معادل با هر یک از متغیرهای کلامی، عدد فازی تعریف شده است. به منظور جمع‌بندی نظرات با استفاده از AHP فازی، یک عدد فازی مثلثی که مؤلفه اول آن حداقل نظرسنجی‌ها، مؤلفه دوم آن میانگین نظرسنجی‌ها و مؤلفه سوم آن حداکثر نظرسنجی‌ها بود، ارائه شد.

• گام سوم تدوین قوانین استنتاج (موتور استنتاج)

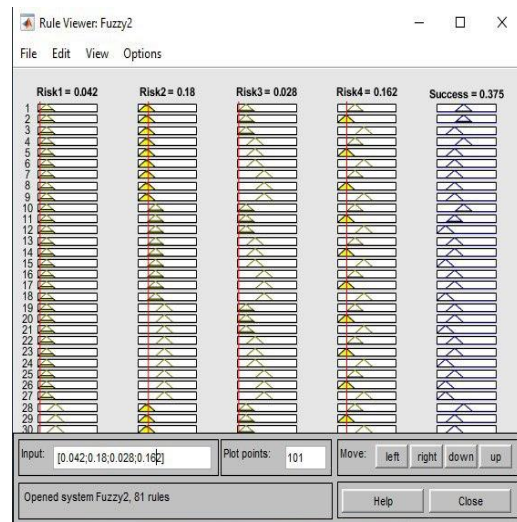
سیستم خبره چهار متغیر ورودی دارد که هر یک به سه مجموعه فازی دسته‌بندی شده‌اند. بنابراین در حالت ایده‌آل به ۸۱ قانون نیاز است (۳×۳×۳=۲۷). که در این پژوهش با استفاده از نظر ۴ فرد خبره که حداقل ۸ سال سابقه کار داشته و با سیستم استنتاج فازی آشنا هستند، برای طراحی موتور استنتاج فازی، ۸۱ قانون تعیین گردید این قوانین در نرم‌افزار متلب ثبت شد. این قوانین به صورت اگر، آنگاه است که به‌عنوان مثال می‌توان به قانون زیر اشاره کرد:

اگر ریسک گروه فنی بالا (H)، ریسک گروه مدیریت پروژه بالا (H)، ریسک گروه درون سازمانی بالا (H) و ریسک گروه برون سازمانی بالا (H) باشد، آن‌گاه میزان موفقیت پروژه پایین (L) خواهد بود.

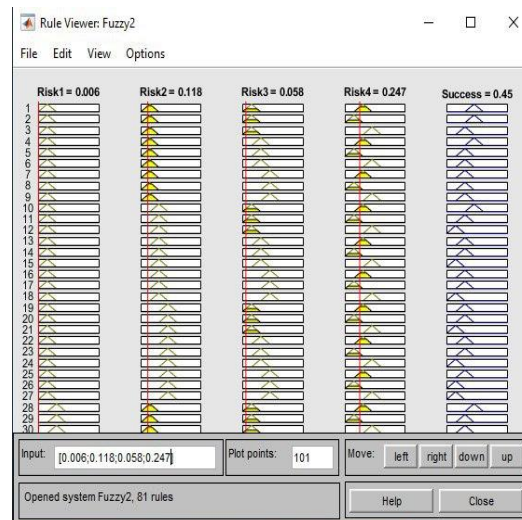
در نهایت با استفاده از مدل فازی ساخته شده در نرم‌افزار متلب و با استفاده از تعریف متغیرهای ورودی و خروجی و ترسیم توابع عضویت هر یک از متغیرها و همچنین تدوین ۸۱ قانون فازی نسبت به اولویت‌بندی یا

بر این اساس به‌کارگیری تئوری محدودیت‌ها در پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی می‌تواند مسیر دستیابی به اهداف پروژه‌ها و سازمان را تسهیل سازد. علاوه بر این با هدف شناسایی تأثیر استفاده از رویکرد تئوری محدودیت‌ها بر موفقیت پروژه و شناسایی تأثیر عوامل محدودکننده بر حوزه‌های مدیریت پروژه طبق استاندارد PMBOK، به کنکاش در خصوص محدودیت‌ها و گلوگاه‌های سیستم مدیریت پروژه بپردازد، تا از این طریق برنامه‌ریزی، سازماندهی و کنترل محدودیت‌ها و ابزارهای مناسبی در اختیار مدیریت پروژه قرار دهد. در نتیجه موفقیت پروژه افزایش و عملکرد پروژه بهبود می‌یابد. همچنین بررسی ریسک‌های موجود در پروژه‌های صنعت نفت یک شرکت پروژه‌محور در چارچوب استاندارد PMBOK می‌تواند در پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی بر حوزه‌های مدیریت زمان، یکپارچگی، تدارکات، ریسک، ارتباطات و منابع انسانی پروژه مؤثر باشد و مدیران پروژه از طریق شناسایی گلوگاه‌ها و مدیریت محدودیت‌های موجود در این حوزه‌ها، می‌توانند پروژه‌ها را به سوی موفقیت سوق دهند. در همین راستا در تحقیقی عنوان شد که منافع حاصل از به‌کارگیری این تکنیک مدیریتی بسیار بیشتر از مضرات آن است و فرصت‌های بسیاری را برای پیشرفت کشور به همراه دارد. لذا پیشنهاد شد مدیریت و آنالیز ریسک به‌عنوان جزئی از صنعت پتروشیمی در همه‌ی ابعاد این صنعت استفاده گردد تا میزان حوادث و ریسک در این صنعت به صفر کاهش یابد [۱۳]. در تحقیق دیگر عنوان شد که ریسک جزو ذاتی تمام پروژه‌ها است و امکان حذف کامل آن وجود ندارد. اگرچه می‌توان برای کاهش تأثیر ریسک در دستیابی به اهداف پروژه، آن را به شیوه مؤثری مدیریت کرد؛ اما احتمال رخداد آن حداقل در یکی از ابعاد پروژه از قبیل محدوده، زمان، هزینه یا کیفیت وجود دارد. این اعتقاد که پروژه‌ها سرشار از عدم اطمینان‌هایی مانند مهارت‌های فنی یا ... هستند، این واقعیت را تقویت می‌کند که بسیاری از پروژه‌ها در دستیابی به اهداف منافع، هزینه، محدوده و زمان موردانتظار شکست می‌خورند. وجود ریسک و عدم قطعیت در پروژه موجب کاهش دقت در تخمین مناسب اهداف شده و از کارایی پروژه‌ها می‌کاهد [۱۴].

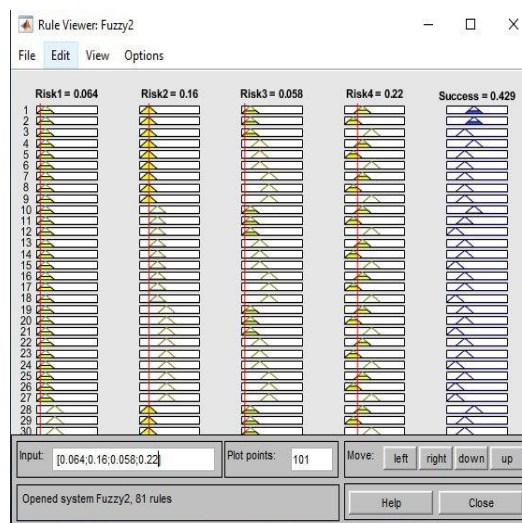
در این تحقیق نتایج حاصل نشان داد که معیار «زمان» با وزن (۰/۳۶۵) اولویت اول، معیار «هزینه» با وزن (۰/۳۲۷) اولویت دوم، معیار «کیفیت» با وزن (۰/۲۳۹) اولویت سوم و معیار «محدوده» با وزن (۰/۰۷) اولویت چهارم را در اثرگذاری داشته است. نتایج همراستا با تحقیق درج شده در منبع ۱۵ است. پس از تعیین وزن هر یک از معیارها، چهار گروه ریسک‌های شناسایی‌شده دو به دو نسبت به معیارها مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند و نتایج محاسبات نشان داد که ریسک‌های مربوط به گروه برون‌سازمانی با وزن (۰/۴۳) اولویت اول، ریسک‌های گروه مدیریت پروژه با وزن (۰/۳۱۳) اولویت دوم، ریسک‌های گروه درون‌سازمانی با وزن (۰/۱۴۵) اولویت سوم و در نهایت ریسک‌های گروه فنی با وزن (۰/۱۱۲) اولویت چهارم را کسب کرده‌اند. در همین راستا محقق مقوله شرایط ورود خودروساز به فرایند ارزیابی مدیریت ریسک را شامل عوامل سازمانی، ملی



شکل ۲- میزان موفقیت پروژه a



شکل ۳- میزان موفقیت پروژه b



شکل ۴- میزان موفقیت پروژه c

۶- مراجع

- و بین‌المللی تبیین می‌کند؛ همچنین چهار مقوله دیگر که چگونگی ارزیابی مدیریت ریسک را توسط خودروساز تشریح می‌کند، عبارت‌اند از: مقوله عوامل بسترساز شامل بسترهای سازمانی، ملی و بین‌المللی؛ مقوله عوامل اقتضایی شامل ماهیت عوامل متغیر محیطی، ماهیت مشتری و ماهیت خودروساز؛ مقوله اهداف شامل نتایج ملی و نتایج سازمانی (بقا، رشد و سودآوری) و مقوله راهکار (فرایند مواجهه) شامل مراحل پیش‌مواجهه، مواجهه و پس‌مواجهه [۱۶]. همچنین محققان دیگری براساس نتایج کسب‌شده عوامل خطر برق‌گرفتگی، خطر نشستی هنگام راه‌اندازی به دلیل گیرافتادن لباس و اعضای بدن فرد تعمیرکار بین تجهیزات دوار و ثابت را به ترتیب به‌عنوان بحرانی‌ترین عوامل ریسک در پروژه‌های نفت و گاز شرکت پارس عنوان نمودند [۱۷]. در تحقیق دیگری پنج عامل کلیدی، میزان کاربرد در شناسایی خطرات، قابلیت استفاده در مراحل مختلف ارزیابی ریسک، قابلیت راستی‌آزمایی، سهولت کاربرد، نیاز آموزشی و هزینه به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای انتخاب تکنیک ارزیابی ریسک مطرح شد [۱۸].
- سه پروژه مورد مطالعه در این پژوهش نسبت به هر یک از چهار گروه ریسک شناسایی شده با استفاده از تلفیق روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و استنتاج فازی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن بود که میزان موفقیت پروژه a در مقابل چهار گروه ریسک شناسایی شده ۰/۳۷۵، میزان موفقیت پروژه b در مقابل ریسک‌ها ۰/۴۵ و میزان موفقیت پروژه c در مقابل ریسک‌ها ۰/۴۲۹ محاسبه شده است که به ترتیب اولویت اجرای پروژه‌ها عبارتند از b، c و در انتها a می‌باشد.
- محدودیت‌های تحقیق شامل افزایش زیاد قوانین استنتاج فازی با افزایش تعداد ریسک‌ها و کم‌بودن تعداد افراد نمونه‌ی تحقیق و در دسترس نبودن همه‌ی افراد بود. در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود تا با استفاده از روش‌های دیگری مانند ANP، TOPSIS برای رتبه‌بندی ریسک‌ها بکار برد. در این تحقیق، برای قوانین ورودی منطق فازی وزنی در نظر گرفته نشد. در تحقیقات آتی استفاده از قواعد وزن‌دار برای استنتاج فازی می‌تواند نتایج بهتری ارائه دهد. ضمن آنکه در این تحقیق برای متغیرهای ورودی و خروجی، هر کدام ۳ بازه (کم، متوسط، زیاد) در نظر گرفته شد که می‌تواند تعداد بازه‌های بیشتری در نظر گرفته شود. به شرکت مشاوره مهندسی نیز پیشنهاد می‌گردد، جلسات توجیهی برگزار نماید و فرایند مطالعه جهت مشارکت بیشتر افراد خبره تشریح گردد. با توجه به این‌که ریسک‌های گروه برون‌سازمانی به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های این پژوهش معرفی شدند، پیشنهاد می‌شود مدیران پروژه‌های صنعت نفت برای افزایش بازدهی این پروژه‌ها، بیشترین تمرکز خود را بر کنترل و پایش ریسک‌های برون‌سازمانی داشته باشند. بنابراین پیشنهاد می‌شود مشاوران شرکت مدنظر برای افزایش کارایی و موفقیت پروژه‌ها، توجه به ریسک‌های این گروه را در اولویت قرار دهند. همچنین ارائه‌ی راهکارهای مناسب برای رویارویی با هر ریسک و درجه‌بندی اهمیت راهکارها می‌تواند به مدیریت بهتر پروژه‌ها در این شرکت کمک کند.
- ۱- فدائی آشتیانی، صادق. شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه براساس تاپسیس فازی (مورد مطالعاتی: پروژه‌های توسعه‌ای شرکت ذوب‌آهن اصفهان). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، موسسه آموزش عالی صنعتی فولاد، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، ۱۳۹۷.
 - ۲- سیدزاد، حسین. دسته‌بندی اجرایی حول مدیریت ریسک براساس استاندارد PMBOK در پروژه‌های عمرانی. پنجمین کنفرانس بین‌المللی حسابداری، مدیریت و نوآوری در کسب و کار، تهران، ۱۳۹۸.
 - ۳- حاجی یخچلی، سیامک، پرجمی جلال، مجید و اسدی، محمدکاظم. انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین سبز پروژه‌های صنعت نفت و گاز با ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی. مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)، ۱۳۹۴، (۳)، ۲۴۶-۲۳۱.
 - ۴- برخوردار احمدی، مهناز و جمالی، ابراهیم. شناسایی مخاطرات پروژه‌های نفتی براساس استاندارد PMBOK و رتبه‌بندی آنها با رویکرد AHP و TOPSIS در محیط فازی، فصلنامه تخصصی رشد فناوری، ۱۳ (۵۰)، ۴۱-۵۰، ۱۳۹۶.
 - ۵- تایانلووی بیک، قربان. ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های موجود در پروژه‌های صنعتی نیروگاهی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، مؤسسه آموزش عالی اشراق، دانشکده مهندسی صنایع، ۱۳۹۶.
 - ۶- قنبری قوی، علیرضا و جوهری، مجید. فرایند مدیریت ریسک با رویکرد تطابق در بازارهای اقتصادی تورمی. کنفرانس ملی معماری و عمران شهری، تربت جام، ۱۳۹۶.
 - ۷- قربانی، سمیه. مدیریت ریسک پروژه مبتنی بر راهنمای PMBOK و کاربرد آن در پروژه‌های عمرانی. عمران و پروژه، ۳(۲)، ۶۰-۷۹، ۲۰۲۱.
 - ۸- سایه‌بانی، مصباح، حاتمی، فرزاد و هروی، حمید. اولویت‌بندی ریسک‌ها و ارائه‌ی مدل مدیریت ریسک در توسعه‌ی نیروگاه‌های بادی براساس استاندارد مدیریت پروژه. نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، ۵۰(۴)، ۸۱۲-۸۰۱، ۱۳۹۷.
 - ۹- شاه‌میرزایی، علی، پاسبان، محمد. ارزیابی ریسک‌های سازمان قطار شهری تبریز و حومه، براساس استاندارد PMBOK. تحقیقات میان‌رشته‌ای در علوم مهندسی و مدیریت، دوره ۳، ۱۴۰۰.
 - ۱۰- رهنمای‌رودپشتی، فریدون، امینی، هادی، عزیززی، فرهاد، نوروزی، محمد. ارزیابی مدیریت ریسک شرکت با استفاده از کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری با وزن آنتروپی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۴۶، ۴۹۵-۵۱۶، ۱۴۰۰.
 - ۱۱- همتی‌نیا، سلمان، مبشری، مهسا و جوزی، سیدعلی. مدیریت تلفیقی ریسک‌های مکان‌مند خطوط لوله انتقال نفت و گاز. چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی، ۱۳۹۸.
 - ۱۲- خلیل‌زاده، محمد، کاظمی، جلال، دهقان‌سانج، کاظم. ارزیابی و اولویت‌بندی تولید محصولات کشاورزی با روش تصمیم‌گیری تاپسیس فازی (مطالعه موردی منطقه مهاباد و میاندوآب). چهارمین همایش ملی کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۳۹۵.
 - ۱۳- افروغ، احمد، عباسی، مصطفی. نقش مدیریت ریسک در کاهش حوادث ساخت و نصب در صنایع پتروشیمی. پژوهش‌های کاربردی در فنی و مهندسی، ۱۰، ۱-۱۴، ۱۳۹۷.
 - ۱۴- بمانی‌طوفال، رومینا و خاتمی، سید شهاب. مدیریت ریسک در پروژه‌های ساختمانی براساس استاندارد PMBOK. هفتمین کنفرانس ملی فناوری‌های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، تهران، ۱۳۹۹.
 - ۱۵- موسی‌زاده مقدم، امیر. مدیریت و ارزیابی ریسک ایمنی در کارگاه‌های سدسازی با روش AHP. کار و جامعه، ۲۳۴، ۴۳-۵۰، ۱۳۹۸.
 - ۱۶- محقر، علی، خراسانی، علیرضا. طراحی مدل ارزیابی مدیریت ریسک در شرکت‌های خودروساز؛ نظریه داده‌بنیاد. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۳۹، ۲۸-۹، ۱۳۹۹.
 - ۱۷- علی‌کاظمی، مهدی، علی‌حسینی، مسعود، احتشام‌رانی، رضا. ارزیابی عوامل ریسک انسانی در پروژه‌های نفت و گاز: مطالعه موردی شرکت نفت و گاز پارس. پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، ۱۸، ۶۶-۳۹، ۱۳۹۹.

- ۱۸- سلاجقه، ساغر، اخوان، آفرین، حاجی حسینی، علیرضا. تعیین مدل بهینه ارزیابی ریسک در پروژه‌های عمرانی- مطالعه موردی پروژه احداث کارخانه فولاد. طب کار، ۱۲(۱). ۳۳-۲۴، ۱۳۹۹.
- 19- Yousri, E., Sayed, A.E.B., Farag, M.A. and Abdelalim, A.M., Risk Identification of Building Construction Projects in Egypt. *Buildings*, 13(4), pp.1084, (2023).
- 20- Sanajaoba, S. and Fernandez, E., Maiden application of Cuckoo Search algorithm for optimal sizing of a remote hybrid renewable energy System. *Renewable energy*, 96, pp.1-10, (2016).
- 21- Freeman, J. and Chen, T., Green supplier selection using an AHP-Entropy-TOPSIS framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(3), pp.327-340, (2015).
- 22- Ramli, M.A., Hiendro, A. and Twaha, S., Economic analysis of PV/diesel hybrid system with flywheel energy storage. *Renewable Energy*, 78, pp.398-405, (2015).
- 23- Schwening, G.S. and Abdalla, Á.M., Selection of agricultural aircraft using AHP and TOPSIS methods in fuzzy environment. In 29th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, pp. 0875, (2014).
- 24- Kumar, D. and Katoch, S.S., Sustainability indicators for run of the river (RoR) hydropower projects in hydro rich regions of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, pp.101-108, (2014).
- 25- Abd El-Karim, M.S.B.A., Mosa El Nawawy, O.A. and Abdel-Alim, A.M., Identification and assessment of risk factors affecting construction projects. *HBRC journal*, 13(2), pp.202-216, (2017).
- 26- Khodeir, L.M. and Mohamed, A.H.M., Identifying the latest risk probabilities affecting construction projects in Egypt according to political and economic variables. From January 2011 to January 2013. *HBRC journal*, 11(1), pp.129-135, (2015).
- 27- Waqar A., Othman, I. and González-Lezcano, R.A., Challenges to the Implementation of BIM for the Risk Management of Oil and Gas Construction Projects: Structural Equation Modeling Approach. *Sustainability*, 15(10), p.8019, (2023).
- 28- Kassem, M.A., Risk management assessment in oil and gas construction projects using structural equation modeling (PLS-SEM). *Gases*, 2(2), pp.33-60, (2022).
- 29- Dhaenens-Flipo, C. and Finke, G., An integrated model for an industrial production-distribution problem. *Iie Transactions*, 33(9), pp.705-715, (2001).
- 30- Zebardast, E., Application of analytic hierarchy process in urban and regional planning. pp.13-21, (2002).