

شناسایی و ارزیابی ریسک در پروژه‌های ساخت پتروشیمی در ایران؛ مطالعه موردی: هلدینگ پتروشیمی باختر

محمد شریعتمداری^۱، نسیم نهاوندی^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

یکی از اساسی‌ترین موضوعات مطرح در بسیاری از سازمان‌های پروژه‌محور، مدیریت ریسک پروژه‌های در حال انجام آن سازمان است. در این راستا در گام نخست می‌بایست ریسک‌های بالقوه پروژه‌ها، تحت ساختاری نظام‌مند و فراگیر، شناسایی شده و پس از آن با بهره‌گیری از روش‌های مناسب و مطلوب به ارزیابی آن‌ها از حیث احتمال رخداد و نیز میزان اثرگذاری آن‌ها بر اهداف پروژه پرداخته شود. در این مطالعه، با در نظرگیری شرکت هلدینگ پتروشیمی باختر به عنوان یکی از بزرگترین شرکت‌های ایجاد کننده و بهره‌بردار پروژه‌های پتروشیمی در ایران به عنوان مطالعه موردی، به شناسایی و ارزیابی عدم قطعیت‌ها و ریسک‌های جاری و محتمل پروژه‌های ساخت پتروشیمی در ایران پرداخته شده است. برای شناسایی ریسک‌ها از دو روش بررسی مستندات و مصاحبه بهره برده شده است. این فرآیند منجر به شناسایی و طبقه‌بندی ۱۰۴ ریسک بالقوه در پروژه‌های پتروشیمی، در دو دسته ۸ زیردسته، شده است. همچنین از آن‌جا که ارزیابی ریسک‌ها یک فرآیند تصمیم‌گیری شهودی، ذهنی و وابسته به تجربیات گذشته است، برای این مرحله از روش منطق شهودی استفاده شده است. روش منطق شهودی که روشی مبتنی بر تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و تئوری شواهد دمپستر-شافر است، برای مواجهه با چنین قضاوت‌های شهودی و نادقیقی که در فضایی نامطمئن و با نقص در دسترسی به اطلاعات و شواهد انجام می‌گیرد، روشی کارا و سودمند است. استفاده از این روش، علاوه بر ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده، منجر به اندازه‌گیری سطح شناخت از ریسک‌های شناسایی شده نیز شده است.

کلمات کلیدی: عدم قطعیت و ریسک، پروژه‌های ساخت پتروشیمی در ایران، شناسایی ریسک، ارزیابی ریسک، تئوری شواهد دمپستر-شافر، روش منطق شهودی (□□).

*نویسنده مسئول: نسیم نهاوندی

پست الکترونیکی: n_nahavandi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۰۰/۰۰/۰۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۰۰/۰۰/۰۰

هر پروژه دارای عدم قطعیت و ریسک‌هایی^۱ است که از فاکتورهای داخلی و خارجی نشأت می‌گیرند. عدم قطعیت در تمامی جنبه‌های پروژه‌های مهندسی-خرید-ساخت (EPC)^۲ وجود دارد [۱]. کارفرمایان و پیمانکاران می‌بایست تمامی فاکتورهای ریسک موجود در سازمانشان و نیز محیط پیرامونشان را، که بصورت بالقوه وجود دارند، شناسایی کنند [۲]. ریسک‌ها می‌بایست یا مورد اجتناب قرار گیرند، یا کاهش داده شده، و یا پذیرفته شوند ولیکن نبایست مورد غفلت قرار گیرند [۳]. چادری و همکارانش [۴] معتقدند که می‌بایست برای تمامی ریسک‌های قریب‌الوقوع برنامه پشتیبان مهیا گردد. این برنامه‌ها می‌بایست پیش‌بینی کاهش، و تدارکات پاسخ‌دهی مناسب برای تمامی رخدادهای منفی که ممکن است رخ دهند را دربرگیرند. ریسک‌ها پویا هستند و در طول زمان تغییر می‌کنند: بسیاری از پروژه‌ها متحمل هزینه‌های اضافی و یا تأخیراتی می‌گردند که ناشی از عدم در نظرگیری ریسک‌ها است. آدافین و همکارانش [۵] نشان داده‌اند که نتایج واقعی پروژه معمولاً از آنچه که انتظار می‌رود ضعیفتر بوده و هزینه‌های پروژه‌ها نیز فراتر از هزینه‌های تخمین زده شده است. از طرف دیگر در بسیاری موارد پیمانکاران بدلیل کمبود زمان برای ارائه پیشنهادها مالی خود ممکن است با این ریسک روبه‌رو گردند که هزینه‌های خود را تنها براساس یک طرح کلی تخمین زده باشند. از این رو ضروری است پیمانکاران ریسک‌های بالقوه را بررسی کرده، توانایی‌های خود را تخمین زده و منابع خود را در راستای بکارگیری فرایند مدیریت ریسک، مهیا سازند. آن‌ها همچنین می‌بایست رخدادهایی را که پروژه و یا منافع پروژه را متأثر می‌سازد شناسایی کرده و آن‌ها را مدیریت و کنترل کنند [۶]. این فعالیت‌ها به افزایش سودآوری و تأمین مطلوبیت پیمانکار و کارفرما منجر خواهد شد. از این رو در پروژه‌ها، مدیریت ریسک باید از سوی تمامی نهادهای حاضر (کارفرما، مشاور و پیمانکار) اعمال گردد.

مدیریت ریسک از آن جهت دارای اهمیت است که این شانس را برای اعضای تیم پروژه مهیا می‌سازد که از طریق برقراری ارتباط مستمر در یک کار جمعی به شناخت و ارزیابی بهتری از ریسک‌های بالقوه پروژه دست یابند. پس از آن است که آن‌ها خواهند توانست به پاسخ‌های مناسبی در جهت کنترل و نظارت بر ریسک‌ها دست یابند [۷]. کریمی عزیمی و همکارانش [۸] و پکین و همکارانش [۳] بیان داشته‌اند که مدیریت ریسک یک فعالیت مستمر و تکرارشونده است و می‌بایست در سرتاسر اجزای پروژه و نیز مراحل مختلف آن انجام گیرد. مطالعات متعددی در ارتباط با فواید مدیریت ریسک در فاز ساخت پروژه‌های EPC وجود دارد. برای مثال، مدیریت ریسک می‌تواند کیفیت تخمین‌های هزینه و نیز تصمیم‌گیری در پروژه‌های ساخت را بهبود دهد [۹، ۱۰]، همچنین می‌تواند در تکمیل ساخت پروژه‌ها با زمان و هزینه تعیین شده کمک کند [۴] و نیز می‌توان منجر به کاهش هزینه‌های تخصیص یافته به مدیریت ریسک گردد [۱۱، ۱۲]. از شناسایی و ارزیابی کیفی ریسک‌های پروژه، به عنوان یکی از حیاتی‌ترین مراحل مدیریت ریسک‌ها یاد می‌شود. هدف از شناسایی ریسک فراهم آوردن لیستی از ریسک‌های محتمل است که می‌بایست در طول زمان پروژه مدیریت گردند [۱۳]. پس از آن فاکتورهای ریسکی که شناسایی شده می‌بایست از لحاظ احتمال رخداد و تغییر میزان تأثیرگذاری آن‌ها بر اهداف پروژه بررسی شوند [۱۴].

با وجود مطالعات گسترده در زمینه شناسایی و ارزیابی ریسک، توجه چندانی به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های پتروشیمی، به عنوان یکی از مهمترین و حساس‌ترین پروژه‌ها در ایران و جهان، نشده است. در این مقاله کوشش شده است تحت ساختاری نظام‌مند به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های پتروشیمی در ایران پرداخته شود. در این راه هلدینگ پتروشیمی باختر به عنوان یکی از بزرگترین مجریان و بهره‌برداران صنعت پتروشیمی ایران در راستای مطالعه موردی انتخاب شده است. برای شناسایی ریسک‌ها از رویکردهای بررسی مستندات و مصاحبه استفاده شده است. از آنجاکه فرآیند ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده در محیطی غیرقطعی و در شرایط عدم دسترسی کامل به اطلاعات و شواهد انجام می‌گیرد، برای ارزیابی ریسک‌ها از روش منطق شهودی (ER)^۳ بهره برده شده است. این روش به هنگام ارزیابی میزان دسترسی به اطلاعات و شواهد را در نظر گرفته و ساختار مناسبی را برای تجمیع نظرات ارزیابان فراهم می‌آورد.

ساختار این مقاله بدین گونه است: در ابتدا ادبیات موضوع در خصوص شناسایی و ارزیابی ریسک و روش منطق شهودی به کفایت مرور شده است. پس از آن چهارچوب پیشنهادی برای شناسایی و ارزیابی ریسک ارائه شده است. این چهارچوب در بعد شناسایی ریسک‌ها

1 - Uncertainties And Risks

2 - Engineering Procurement Construction (EPC) Projects

3 - Evidential Reasoning (ER)

مشکل از ۲ مرحله شناسایی اولیه ریسک‌ها از طریق بررسی مستندات و تکمیل شناسایی و طبقه‌بندی آن‌ها از طریق مصاحبه است. در بعد ارزیابی ریسک نیز این ساختار از ۵ مرحله تعیین شاخص‌های ارزیابی ریسک، تعیین اهمیت و رتبه ارزیابی، ارائه چهارچوب ارزیابی روش منطق شهودی، تجمیع ارزیابی‌ها و در نهایت رتبه‌دهی بر اساس تئوری مطلوبیت تشکیل شده است. در انتها نیز نتیجه‌گیری مطالعه ارائه شده است.

۲- ادبیات موضوع

۲-۱- شناسایی ریسک^۴

شناسایی ریسک‌ها به معنی فرآیند تخصیص ریسک و نیز گردآوری خصوصیات آن‌ها است [۱۵]. گستره دانش مدیریت پروژه (PMBOK)^۵ دسته‌بندی ریسک‌ها را بعنوان ساختار تضمین‌کننده کارایی و کیفیت فرایند شناسایی ریسک معرفی می‌کند. هدف از شناسایی ریسک فراهم آوردن لیستی از ریسک‌های محتمل است که می‌بایست در طول زمان پروژه مدیریت گردند [۱۳]. شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌ها منجر به افزایش شفافیت نگرش افراد در ارزیابی خواهد شد [۱۶، ۱۷]. شناسایی تمامی ریسک‌های پروژه، زمان‌بر و غیربهبینه است از اینرو شناسایی مهمترین آن‌ها در اولویت است [۱۸]. ریسک‌های پروژه را با روش‌ها و تکنیک‌های گوناگون می‌توان شناسایی و دسته‌بندی نمود. برخی محققان در طبقه‌بندی ریسک، به منشا و ماهیت آن‌ها [۱۹، ۲۰] و برخی دیگر به نوع آن‌ها [۲۱] توجه کرده‌اند. طوفان فکری، مصاحبه، چک‌لیست، الگوگیری، روش دلفی، ارزیابی خبرگان و تجربیات گذشته پرتکرارترین روش‌های شناسایی فاکتورهای ریسک در مطالعات صورت گرفته بوده‌اند [۲۲-۲۴]. مطابق با PMBOK بهترین روش از میان روش‌های فوق، روشی است تیم مدیریت پروژه با آن آشنایی بیشتری دارند [۱۳].

شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌ها برای پروژه‌ها، در مطالعات متعددی انجام گرفته است. خروجی این مطالعات طبقه‌بندی تعداد کثیری از ریسک‌هایی است که بر اهداف پروژه اثرگذارند. در مطالعه‌ای کو و لو [۲۵] اثرگذاری ۲۰ ریسک را بر عملکرد پروژه‌های ساخت مورد بررسی قرار داده‌اند. این ریسک‌ها به ۵ دسته طراحی، مدیریت ساخت، اجتماعی، اقتصادی و ایمنی و حوادث طبیعی تفکیک شده‌اند. تایلان و همکارانش [۱۹]، پروژه‌هایی در عربستان سعودی را بررسی نموده و ریسک‌های کلی برای شرایط غیرقطعی را شناسایی کرده‌اند. آن‌ها ۳۰ ریسک شناسایی شده را در ۵ گروه هزینه، زمان، کیفیت، پایداری محیط و ایمنی تفکیک کرده و همچنین ۱۶ ریسک به عنوان ریسک‌های اساسی شناسایی و متمایز نموده‌اند. ال و همکارانش [۲۶] ریسک‌هایی را که بر زمان و هزینه پروژه‌ها اثرگذارند شناسایی کرده‌اند. آن‌ها ۷۰ ریسک شناسایی شده را در چهار دسته و ۱۳ زیردسته تفکیک کرده‌اند. بغدادی و کیشک [۲۷] ۵۴ ریسک مرتبط با پروژه‌های فرودگاهی را در سه گروه داخلی، خارجی و حوادث غیرقابل پیش‌بینی شناسایی کرده‌اند. لیو و همکارانش [۲۸] به بررسی ریسک‌های اجتماعی در مگا پروژه‌های حکومتی پرداخته‌اند. آن‌ها ۱۱ ریسک مرتبط را در ۵ گروه اصلی شناسایی و تفکیک کرده‌اند. سامان‌ترا و همکارانش [۲۹] به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های مرتبط با پروژه‌های احداث خطوط مترو پرداخته‌اند. آن‌ها ۲۰ ریسک را در ۵ دسته طراحی مهندسی، مدیریت ساخت، ایمنی ساخت، خطرات طبیعی و مسائل اجتماعی و اقتصادی شناسایی و دسته‌بندی کرده‌اند. دانگ و همکارانش [۳۰] ارزیابی الگوهای ریسک در پروژه‌های احداث جاده در ویتنام را مطالعه کرده‌اند. در این مطالعه چهار دسته مرتبط با پیمانکار، مرتبط با پروژه، مرتبط با کارفرما، و ریسک‌های خارجی برای دسته‌بندی ۵۱ ریسک شناسایی شده مورد استفاده قرار گرفته است. ماتره و همکارانش [۳۱] به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های ساخت در هند پرداخته‌اند. آن‌ها در این مطالعه ۲۰ ریسک و ۳۲ سنجه عملکردی را مورد شناسایی و ارزیابی قرار داده‌اند.

مدیریت ریسک در پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی بصورت گسترده‌ای مورد بررسی قرار نگرفته است. تنها چند مطالعه با تمرکز به مدیریت ریسک در این نوع پروژه‌ها وجود دارد. ون‌ثویت و همکارانش [۳۲] ۵۹ ریسک اصلی مرتبط با پروژه‌های نفت و گاز در ویتنام را ارزیابی کرده‌اند. در تحقیق دیگری مبین و مانان [۳۳] فاکتورهای ریسک مرتبط با قراردادهای EPC در پروژه‌های نفت و گاز را بررسی کرده‌اند، آن‌ها ۱۶۸

⁴ - Risk Identification

⁵ - Project Management Body Of Knowledge (PMBOK)

ریسک فاکتور را شناسایی و در ۷ دسته ذیل طبقه‌بندی کرده‌اند: مالی، انسانی، کیفی، خرید و قراردادهای، مدیریت پروژه، مهندسی. الشحابی و همکارانش [۳۴] ریسک‌های مرتبط با پروژه نفت و گاز دور از خشکی را ارزیابی کرده‌اند. ۵۹ ریسک در این تحقیق شناسایی شده است که از آن میان ۹ عدد از آن‌ها بعنوان ریسک‌های حیاتی و اساسی متمایز شده‌اند.

۲-۲- ارزیابی ریسک^۶

ارزیابی ریسک بعنوان «فرایند اولویت‌بندی ریسک‌ها برای آنالیز بیشتر براساس احتمال رخداد آن‌ها و میزان تأثیرگذاریشان» تعریف شده است [۱۵]. ارتباط مستقیمی فی‌مابین موفقیت مدیریت ریسک و موفقیت ارزیابی ریسک وجود دارد. زیرا نتایج ارزیابی ریسک در برنامه مدیریت ریسک کاربرد فراوانی دارد [۳۵]. ارزیابی ریسک تکنیکی برای ارزیابی منابع ریسک، شناسایی ریسک‌های محتمل و محاسبه اثرات بالقوه ریسک‌ها بر اهداف پروژه است [۳۶].

در ارزیابی کیفی ریسک از ابزارهای چون نمودار پارتو^۷، آنالیز اثرات و مدل‌های خرابی (FMEA)^۸، ماتریس احتمال و اثر ریسک^۹ و تکنیک‌های مشابه استفاده می‌شود. در روش احتمال و اثر ریسک، برای هر یک از ریسک‌ها ماتریسی دوبعدی تشکیل می‌شود بنام ماتریس سطوح ریسک^{۱۰} که دو بعد آن شامل شانس یا احتمال ریسک^{۱۱} و اثر، نتیجه و یا شدت ریسک^{۱۲} است. احتمال ریسک بیانگر شانس رخدادن رویداد و شدت ریسک بیانگر درجه اهمیت اثرات ریسک و یا به عبارت بهتر نتایج رویدادهای مرتبط با ریسک، می‌باشد. در متن ماتریس نیز شاخص مواجهه با ریسک قرار می‌گیرد.

مطالعات متعددی از روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MADM)^{۱۳} همچون AHP، TOPSIS و ANP برای ارزیابی ریسک بهره برده‌اند. ژنگ و همکاران [۳۷] با بهره‌گیری از روش AHP فازی، متدولوژی جدیدی را برای مواجهه با ریسک‌ها در شرایط بحرانی ارائه کرده‌اند. بعلاوه، AHP مورد استفاده آنها به گونه‌ای اصلاح شده است که فاکتورهای ریسک ساختاردهی و اولویت‌بندی شوند. دیکمن و بیرگنول [۳۸] متدولوژی را برای ریسک سرریز هزینه با استفاده از ارزیابی ریسک فازی برای پروژه‌های بین‌المللی ساخت پیشنهاد داده‌اند. متدولوژی پیشنهاد شده از یک روش امتیازدهی ریسک فازی به‌همراه یک فرایند دیاگرامی شناسایی ریسک بهره می‌برد. دیاگرام یاد شده به سادگی تعاملات فی‌مابین ریسک‌ها را نشان می‌دهد. نیتو مورت و رازویلا [۱۵] متدولوژی را برای ارزیابی ریسک‌ها با استفاده از مجموعه فازی و نیز روش AHP برای مدلسازی تعداد بیشتری از ریسک‌ها ارائه کرده‌اند. آن‌ها همچنین از روش وزن‌دهی سلسله‌مراتبی که بر پایه مقایسات زوجی است برای تعیین اوزان ریسک‌ها بهره برده‌اند. کو و لو [۲۵] ریسک‌ها را برای پروژه ساخت مترو با بهره‌گیری از یک روش MADM فازی، ارزیابی کرده‌اند. آن‌ها از روش CFPR برای اندازه‌گیری میزان اثرگذاری گروه‌های ریسک و نیز فاکتورهای ریسک بر عملکرد پروژه بهره برده‌اند. همچنین در این تحقیق از CFRR برای آنالیز احتمال رخداد ریسک و نیز سطح ریسک کلی پروژه استفاده شده است. تایلان و همکارانش [۱۹] از متدولوژی یکپارچه شامل TOPSIS فازی و AHP فازی استفاده کرده‌اند. آن‌ها از مدل ترکیبی TOPSIS فازی و AHP فازی برای ارزیابی ریسک‌های مبهم، نادقیق و نامطمئن بهره برده‌اند. ایدوغان و کوسال [۳۹] ریسک‌های پروژه‌های ساخت بین‌المللی را با استفاده از روش ANP ارزیابی کرده‌اند. این روش از آنجا انتخاب شده است که در آن روابط دوطرفه فی‌مابین ریسک‌ها قابل مدلسازی و نمایش است. چمونو و همکارانش [۴۰]، یک متدولوژی جدید برای گزینش روش ارزیابی ریسک مناسب ارائه کرده‌اند. آن‌ها متدولوژی خود را بر پایه ANP بنا نهاده‌اند. فضلی و هاوی [۴۱] یک چهارچوب ارزیابی ریسک در زنجیره تأمین نفت را با استفاده از DEMATEL و ANP ارائه کرده‌اند. از DEMATEL برای آنالیز وابستگی‌های فی‌مابین ریسک‌ها و از ANP برای رتبه‌دهی به ریسک‌ها استفاده شده است. مطالعات صورت گرفته تاکنون تمامی جوانب ارزیابی ریسک در پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی را پوشش نداده است. وود [۴۲] تنها بر روی درک عملکرد پروژه در صنایع نفت و گاز در هنگامی که با عدم قطعیت‌های مهمی مواجه‌ایم تمرکز کرده است. این مطالعه به فرایند ارزیابی ریسک

⁶ - Risk Assessment

⁷ - Pareto Chart

⁸ - Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)

⁹ - Risk probability and Impact Matrix

¹⁰ - Risk Level Matrix

¹¹ - Risk Likelihood

¹² - Risk Impact

¹³ - Multi Attribute Decision Making (MADM)

ورود نکرده و آن را مورد بررسی قرار نداده است. در مطالعه دیگری بوسیله میدل و کاربویی [۴۳] مدیریت ریسک بنگاه (ERM) در صنایع نفت و گاز مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه نیز به ارزیابی ریسک‌های تأثیرگذار بر اهداف پروژه پرداخته نشده است.

۲-۳- روش منطق شهودی

در دنیای واقعی بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری با هر دو دسته معیارهای کمی و کیفی درگیر هستند. به عنوان مثال در فرآیند ارزیابی ریسک‌ها، در بسیاری از موارد تعیین احتمال رخداد و نیز میزان اثر هر یک از ریسک‌های شناسایی شده بر اهداف پروژه بصورت کمی مشکل و در بسیاری از موارد ناممکن است. از اینرو در عمل این معیارها می‌بایست بصورت کیفی و تحت قضاوت‌های انسانی^{۱۴} مورد ارزیابی قرار گیرند. این طیف از قضاوت‌ها ذهنی بوده و همواره با عدم قطعیت‌هایی نشأت گرفته از ناتوانی انسانی ارزیابان همراه است. ناتوانی‌هایی از جنس عدم توانایی در فراهم آوردن قضاوت‌های کامل، فقدان اطلاعات و شواهد، و یا ابهام معنایی معیارها در فرآیند ارزیابی. این چنین عدم قطعیت‌هایی را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: فازی بودن (ابهام)^{۱۵} و جهل (نقص)^{۱۶} [۴۴]. ابهام در ارزیابی را می‌توان با بهره‌گیری از تئوری مجموعه‌های فازی^{۱۷} [۴۵] بیان کرد. از سوی دیگر در پاسخ به نوع دوم از عدم قطعیت‌های معرفی شده، تئوری شواهد دمپستر-شافر (D-S)^{۱۸} [۴۶] چهارچوب مناسبی را برای مدل‌سازی جهل ارائه کرده است. در دو دهه گذشته، روش منطق شهودی (ER) برای مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه پیشنهاد و توسعه داده شده است [۴۷] [۴۸]. اساس این روش بر پایه یک مدل ارزیابی سلسله مراتبی و قوانین ترکیب تئوری شواهد دمپستر-شافر (D-S) است، که حاصل دگرگونی یکی از تکنیک‌های اساسی برای مواجهه با حالت عدم اطمینان در هوش مصنوعی است. به هنگام ارزیابی ریسک‌های پروژه در اکثر مواقع به جای مواجهه با عدم قطعیت‌هایی از جنس ابهام با عدم قطعیتی از جنس جهل و عدم دسترسی کامل به اطلاعات و شواهد روبه‌رو هستیم. به عنوان مثال ارزیابان در هنگام ارزیابی میزان اثر ریسک‌های پروژه به پشتیبانی میزان شناخت و آگاهی خود از اثرات آن ریسک‌ها بر اهداف پروژه، ارزیابی خود را ارائه می‌کنند. از اینرو به جهت در نظرگیری میزان دسترسی به اطلاعات و شواهد در فرآیند ارزیابی، در این مقاله از روش منطق شهودی استفاده شده است. تاکنون روش ER در گستره وسیعی از مسائل مهندسی و مدیریت استفاده شده است، از جمله ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها [۴۹، ۵۰]، ارزیابی رویه‌های تعمیرات و نگهداری [۵۱]، ارزیابی عملکرد [۵۲]، آنالیز حالات بالقوه خرابی [۵۳]، مسئله موازنه زمان-هزینه-کیفیت در پروژه‌های ساخت [۵۴] و انتخاب روش‌های طراحی [۵۵].

همچنین در مقایسه با روش مرسوم احتمال و شدت ریسک نیز بهره‌گیری از روش منطق شهودی دارای برتری و رجحان قابل توجهی است. اولاً همانطور که در بخش پیشین تشریح شد در روش احتمال و اثر ریسک، اثرات ریسک بصورت کلی و تحت یک معیار کلی مورد سنجش قرار می‌گیرد. ولیکن در روش منطق شهودی امکان تفکیک میزان تأثیرگذاری ریسک‌های شناسایی شده بر هر یک از اهداف سه‌گانه پروژه مشتمل بر زمان، هزینه و کیفیت و عملکرد پروژه، حتی با در نظرگیری اوزان و اهمیت نسبی متفاوت، وجود داشته و می‌توان با بهره‌گیری از این روش تحت فرآیندی کارا به تجمیع این ارزیابی‌ها اقدام نمود. ثانیاً در ماتریس احتمال و اثر ریسک میزان دسترسی به شواهد و اطلاعات در فرآیند ارزیابی در نظر گرفته نمی‌شود. به عبارت دیگر طراحی و استفاده از این روش با فرض دسترسی کامل به شواهد و اطلاعات صورت می‌گیرد. که این فرض با توجه به ماهیت ارزیابی عدم قطعیت‌ها و ریسک‌های پروژه به دور از واقعیت است.

¹⁴ - Human Judgments

¹⁵ - Fuzziness (Vagueness)

¹⁶ - Ignorance (Incompleteness)

¹⁷ - Fuzzy Sets Theory

¹⁸ - Dempster-Shafer (D-S) Theory of Evidence

۳- چهارچوب پیشنهادی برای شناسایی و ارزیابی ریسک

چهارچوب پیشنهادی برای شناسایی و ارزیابی ریسک در پروژه‌های پتروشیمی، با در نظرگیری هلدینگ پتروشیمی باختر به عنوان مطالعه موردی، که متشکل از ۷ مرحله است در شکل ۱ نشان داده شده است. در ادامه به تشریح هر یک از این مراحل خواهیم پرداخت:



شکل ۱: چهارچوب پیشنهادی برای شناسایی و ارزیابی ریسک

۳-۱- شناسایی اولیه ریسک‌ها از طریق بررسی مستندات پروژه‌های انجام شده و در حال انجام

در این مطالعه در راستای شناسایی ریسک‌های پروژه‌های انجام شده و در حال انجام هلدینگ باختر سه دسته از اسناد مورد بررسی قرار گرفت:

- ❖ گزارش‌های پیشرفت تهیه شده در بخش‌های برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه کارفرما
- ❖ گزارش‌های پیشرفت تهیه شده توسط پیمانکاران
- ❖ لوایح تأخیرات و مدارک الحاقیه قرارداد ارائه شده توسط پیمانکاران

جدول ۱ تعداد گزارش‌ها و لوایح بررسی شده برای استخراج عدم‌قطعیت‌ها و ریسک، تعداد ریسک‌های شناسایی شده و فراوانی جمع‌ی آن‌ها را نشان می‌دهد. تعداد کل ریسک‌های استخراج شده در مجموع از ۳ دسته اسناد بررسی شده ۶۴ ریسک بوده است، که با توجه به ۲۰ ریسک مشترک در آن‌ها مجموع کل ریسک‌های استخراج شده ۴۴ ریسک بوده است.

جدول ۱: کلیات بررسی گزارشات و لوایح

| ردیف | عنوان سند | تعداد گزارش‌های بررسی شده | تعداد ریسک‌های شناسایی شده | فراوانی ریسک‌های شناسایی شده |
|------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ۱ | گزارش‌های پیشرفت کارفرما | ۳۵۳ | ۲۳ | ۶۳۴ |
| ۲ | گزارش‌های پیشرفت پیمانکاران | ۶۰۹ | ۲۳ | ۳۸۵ |
| ۳ | لوایح تاخیرات و الحاقیه‌ها | ۲۹ | ۱۸ | ۱۵۸ |
| | مجموع | ۹۹۱ | ۴۴ | ۱۱۷۷ |

۳-۲- تکمیل شناسایی ریسک‌ها و دسته‌بندی آنها از طریق مصاحبه با خبرگان

در ادامه، در راستای تکمیل شناسایی ریسک‌های جاری و محتمل در پروژه‌های انجام شده و یا در حال انجام هلدینگ باختر، با بهره‌گیری از گروهی از کارشناسان و مدیران این هلدینگ از طریق مصاحبه اقدام شده است. از آنجا که در این مصاحبه‌ها سؤالات موردنظر تا حد زیادی تعیین شده و در زمان مصاحبه به مصاحبه‌شوندگان ارائه شده است، مصاحبه‌ها «نیمه ساختار یافته» بوده است و از آنجا که مصاحبه حول موضوع از پیش تعیین شده انجام گرفته است مصاحبه «نیمه‌باز» بوده است. گروه همکار در این بخش از مطالعه متشکل از ۱۷ نفر از کارشناسان و مدیران شاغل در شرکت‌های زیرمجموعه هلدینگ باختر بوده است. جدول ۲ اطلاعات تحصیلی و شغلی تیم کارشناسی همکار در مطالعه را نشان می‌دهند.

جدول ۲: اطلاعات تحصیلی و شغلی گروه همکار در مطالعه

| سطح تحصیلات | سابقه کار | جایگاه سازمانی | محل سازمانی |
|---------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| کارشناسی | ۱۰ تا ۱۵ سال | مدیر عامل و عضو هیئت مدیره | مدیریت عالی و مدیریت پروژه |
| کارشناسی ارشد | ۱۵ تا ۲۰ سال | رییس بخش | مهندسی |
| | ۲۰ تا ۲۵ سال | کارشناس ارشد | تدارکات |
| | ۲۵ سال به بالا | | مالی |
| | | | نظارت و بازرسی |

مصاحبه‌های صورت گرفته حول سه سوال ذیل انجام گرفته است:

- ❖ در تجارب پیشین‌تان با توجه به بخشی که در پروژه مشغول به فعالیت بوده‌اید، با چه موارد و حوادثی روبه‌رو شده اید که زمان، هزینه، یا کیفیت فعالیت‌های پروژه را از حد مطلوب برنامه‌ریزی شده برای آن خارج کرده است؟
- ❖ به نظر شما در زمان کنونی آیا موارد، و رخدادی (علاوه بر موارد ذکر شده برای سؤال ۱) ممکن است رخ دهد که زمان، هزینه و یا کیفیت پروژه را دستخوش تغییرات اساسی کند؟
- ❖ چه طبقه‌بندی را برای تفکیک ریسک‌های شناسایی شده پیشنهاد می‌کنید؟

با تجمیع نتایج بدست آمده از مصاحبه‌های صورت گرفته با گروه همکار در این مطالعه و نیز فرآیند بررسی مستندات، تعداد ۱۰۴ ریسک مرتبط با پروژه‌های انجام شده و در حال انجام هلدینگ باختر استخراج و شناسایی شد، که در دو دسته داخلی و خارجی و ۸ زیردسته پیشنهاد شده برای طبقه‌بندی ریسک‌ها تفکیک شده است. جداول ۳ و ۴ به ترتیب ریسک‌های شناسایی شده داخلی و خارجی در پروژه‌های پتروشیمی را نشان می‌دهد.

جدول ۳: ریسک‌های داخلی شناسایی شده در پروژه‌های پتروشیمی

| عنوان ریسک | کد ریسک | عنوان ریسک | کد ریسک | |
|--|---------|---|---------|-----------------------|
| عدم تخصیص مالی بهنگام در پروژه | IM11 | تأخیر در فرایند دریافت تسهیلات | IM1 | مالکیت و مدیریت عالیه |
| عدم کفایت کنترل‌ها | IM12 | عدم هماهنگی و تعارضات میان سهامداران | IM2 | |
| عدم تکمیل ساختار سازمانی مصوب | IM13 | نقص در فرایند ارزیابی و انتخاب پیمانکاران | IM3 | |
| بروکراسی سازمانی و عدم پیگیری کافی امور | IM14 | بی‌انگیزگی و عدم مهارت و تجربه کافی تیم راهبری پروژه | IM4 | |
| نقص در بروزرسانی مطالعات اقتصادی طرح | IM15 | تعارضات و بحث‌ها فی‌مابین بخش‌های مختلف پروژه | IM5 | |
| نقص در بودجه‌ریزی و برنامه‌ریزی منابع طرح | IM16 | نقص در تعیین شرح وظایف و مسئولیت‌های مشخص برای بخش‌ها و افراد درگیر پروژه | IM6 | |
| تأخیر در امضا و موثرسازی قراردادهای | IM17 | تجربه ناکافی در مدیریت برخی فعالیت‌های راهبری | IM7 | |
| ابهامات در قراردادهای | IM18 | نقص در فرایندهای مدیریت دانش در سازمان | IM8 | |
| انتخاب نامناسب محل پروژه | IM19 | برنامه‌ریزی ضعیف | IM9 | |
| | | نقص در ارتباطات و فرایند‌های تبادل اطلاعات میان ارکان و اشخاص در پروژه | IM10 | |
| نقص در As-Built نمودن نقشه‌های مهندسی | IE8 | نقص در تشخیص و تعریف نیازمندی‌های پروژه | IE1 | مهندسی |
| مشکلات قراردادی با پیمانکار EPS | IE9 | نقص در مذاکرات و فرایند‌های دریافت لایسنس | IE2 | |
| تأخیر در بررسی و ارسال اسناد توسط پیمانکار EPS | IE10 | عدم همکاری مناسب لایسنسور و پیمانکار EPS | IE3 | |
| تأخیر در ارسال و تصحیح اسناد ساخت توسط تامین‌کنندگان | IE11 | نقص در فرآیندهای تهیه TBE | IE4 | |
| پیچیدگی طراحی و مهندسی ساخت در برخی تجهیزات | IE12 | اشتباهات و خطاها در طراحی | IE5 | |
| تغییرات در طراحی بوسیله لایسنسور و با پیمانکار EPS | IE13 | استانداردهای متفاوت تامین‌کننده و پیمانکار EPS | IE6 | |
| | | نقص در دیتابیس یکپارچه طراحی شده برای اطلاعات مهندسی | IE7 | |
| نقص در فرایندهای ترخیص از گمرگات خارجی | IP9 | مشکلات احتمالی در حمل زمینی محموله‌های ترافیکی | IP1 | تدارکات |
| نقص در فعالیت‌های مرتبط با Forwarder | IP10 | مشکلات احتمالی در انعقاد قراردادهای حمل و بیمه | IP2 | |
| مشکلات احتمالی در پرداخت‌ها و انتقال پول | IP11 | تاخیرات و مشکلات احتمالی به هنگام حمل دریایی تجهیزات | IP3 | |
| نقص در فرایند نظارت بر ساخت | IP12 | نقص در فعالیت‌های مرتبط با Third Party | IP4 | |
| پنهان‌کاری و استفاده از متریکال نامرغوب توسط تامین‌کنندگان | IP13 | تأخیر در فرایند ساخت تامین‌کنندگان علی‌الخصوص تامین‌کنندگان داخلی | IP5 | |
| افزایش قیمت متریکال و تجهیزات | IP14 | مشکلات تامین مواد برای تامین‌کنندگان داخلی | IP6 | |
| ورشکستگی تامین‌کنندگان متریکال و تجهیزات | IP15 | ادعاهای قراردادی و حقوقی تامین‌کنندگان | IP7 | |
| نقص در عملکرد برخی تجهیزات ساخته شده | IP16 | نقص در فرایندهای ترخیص از گمرگات داخلی | IP8 | |
| نقص در فرایندهای نظارت سایت پروژه | IC10 | عدم تجربه کافی پیمانکاران ساخت | IC1 | ساخت |
| نقص در فرایندهای ارتباطی و اطلاعاتی میان پیمانکاران و تیم نظارت | IC11 | تداخلات کاری میان پیمانکاران | IC2 | |
| نقص در اهتمام به مسایل مرتبط با HSE | IC12 | تجهیزات ناکافی پیمانکاران | IC3 | |
| خرابی ماشین‌آلات | IC13 | ادعاهای قراردادی پیمانکاران | IC4 | |
| عدم دریافت بهنگام مواد | IC14 | نقص در برنامه‌ریزی پیمانکاران ساخت | IC5 | |
| عدم هماهنگی، دعوی و جدل‌های فی‌مابین پیمانکاران و پیمانکاران خرد | IC15 | عدم تجهیز بهنگام کارگاه توسط پیمانکاران | IC6 | |
| ورشکستگی پیمانکاران ساخت | IC16 | نقص در تامین نیروی انسانی با مهارت کافی توسط پیمانکاران | IC7 | |
| اعتبار و قدرت مالی ناکافی برخی پیمانکاران | IC17 | تخمین اشتباه زمان و هزینه فعالیت توسط پیمانکاران | IC8 | |
| تعارضات فی‌مابین مشاور طرح، تیم نظارت و پیمانکاران | IC18 | نقص در مدیریت در سطح پیمانکاران ساخت | IC9 | |

جدول ۴: ریسک های خارجی شناسایی شده در پروژه های پتروشیمی

| عنوان ریسک | کد ریسک | عنوان ریسک | کد ریسک |
|---|---------|---|---------|
| عدم همکاری سلیقه‌ای برخی نهادها و اشخاص تصمیم‌گیر محلی و منطقه‌ای | EP5 | جنبه ها و تفاسیر گوناگون از تحریم‌های بین‌المللی جاری برای ایران | EP1 |
| ناآرامی‌ها، هرج و مرج و اعتصابات ملی و منطقه‌ای | EP6 | تهدیدات و فشار برخی نهادهای داخلی | EP2 |
| محدودیت‌ها در خصوص فروش محصولات پتروشیمی | EP7 | مخالفت‌های ساکنان بومی منطقه | EP3 |
| اعتصابات کارگری | EP8 | احتمال وضع تحریم‌های جدید | EP4 |
| افزایش حقوق و دستمزد | EM8 | تورم در خصوص مواد و تجهیزات داخلی | EM1 |
| افزایش قیمت خوراک | EM9 | افزایش ظرفیت و تسریع فرایند ساخت واحدهای مشابه داخلی | EM2 |
| افزایش قیمت یونیلیتی‌ها | EM10 | ظهور تکنولوژی‌های جدید با بهره‌وری و اقتصاد طرح بهتر | EM3 |
| نقص در دسترسی بهنگام و مطمئن به خوراک | EM11 | افزایش ظرفیت تولید بین‌المللی | EM4 |
| نقص در دسترسی بهنگام و مطمئن به یوتیلیتی‌ها | EM12 | امکان کاهش تقاضای جهانی | EM5 |
| تغییرات نرخ برابری ارزها | EM13 | رکود و کاهش قدرت ارائه تسهیلات توسط بانک‌های داخلی | EM6 |
| | | امکان عدم همکاری‌های دولتی در ارائه تضامین مناسب در خصوص استفاده از تسهیلات خارجی | EM7 |
| وضع قوانین و دستورالعمل‌های جدید از سوی NPC | EL5 | امکانات افزایش فشار نهادهای زیست - محیطی بر طرح | EL1 |
| وضع قوانین و مقررات جدید از سوی سازمان منطقه ویژه | EL6 | دعاوی با نهادها و اتحادیه‌های کارگری | EL2 |
| تأخیر در دریافت مجوزها و تأییدیه‌های ملی | EL7 | تأخیر در دریافت مجوزها و امتیازات منطقه‌ای | EL3 |
| عدم قطعیت‌ها و ناعدالتی در دعاوی حقوقی | EL8 | معارضات بومی و دعاوی مربوط به آن‌ها | EL4 |
| تروریسم و خرابکاری | EA5 | زمین لرزه | EA1 |
| آتش‌سوزی و انفجار در واحد | EA6 | ریزگردها و طوفان | EA2 |
| آتش‌سوزی و انفجار در واحدهای مجاور | EA7 | باران شدید | EA3 |
| سرقت | EA8 | دما و رطوبت بالا | EA4 |

۳-۳- تعیین شاخص‌های ضروری برای ارزیابی ریسک‌ها

به منظور استفاده از روش منطق شهودی در مسئله ارزیابی ریسک‌های پروژه، در ابتدا می‌بایست معیارهای لازم جهت سنجش ریسک‌ها تعیین گردد. شکل ۲ سلسله مراتب معیارها برای ارزیابی ریسک‌های پروژه را نشان می‌دهد. در سطح نخست ارزیابی ریسک پروژه‌های ایجاد پتروشیمی قرار دارد. سطح دوم به دو معیار احتمال رخداد ریسک و میزان تأثیر آن بر اهداف پروژه تفکیک شده است. ولیکن میزان اثرگذاری ریسک به خودی خود قابل ارزیابی نبوده و به سه دسته میزان تأثیر بر زمان پروژه، میزان تأثیر بر هزینه پروژه و میزان تأثیر بر کیفیت و عملکرد پروژه، تفکیک شده است.

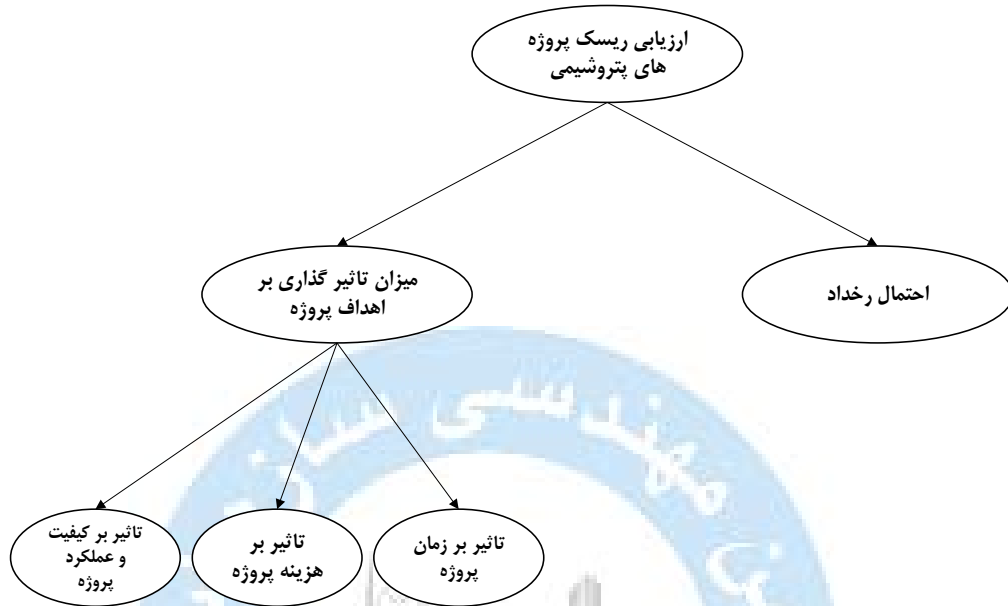
۳-۴- تعیین اهمیت و رتبه ارزیابی برای هر یک از شاخص‌های ارزیابی

در این مطالعه به سبب آنکه تصمیم‌گیرندگان مقایسه فی‌مابین معیارهای در دو سطح داده شده را ناممکن می‌دانستند، در هر دو سطح اهمیت نسبی معیارها برابر در نظر گرفته شده است. از طرف دیگر به منظور ارزیابی معیارهای ارزیابی ریسک پروژه لازم است رتبه‌های ارزیابی^{۱۹} تعریف شوند. این رتبه‌ها در حقیقت فراهم کننده یک مجموعه کامل از استانداردهای متمایزکننده^{۲۰} برای ارزیابی معیارهای موردبحث‌اند. یک جنبه ی مهم برای ارزیابی، سطح تمایز و یا به عبارتی تعداد اعضای مجموعه رتبه‌های ارزیابی است. تعداد عناصر می‌بایست به اندازه‌ای زیاد باشد که دقت بی‌استفاده را به تصمیم‌گیرنده تحمیل نکند، و می‌بایست به اندازه‌ای کم باشد که اجازه تمایز مناسب بین گزینه‌ها را به تصمیم‌گیرنده بدهند. مطابق با بررسی انجام شده، در عمل عدد ۵ مقدار معقولانه‌ای برای این تعداد است. بعلاوه، اگرچه در بیشتر مقالات به منظور سادگی کار، یک مجموعه یکسان از رتبه‌های ارزیابی را برای همه معیارها در نظر گرفته‌اند، ولی معیارهای مختلف می‌توانند

¹⁹ - Evaluation Grades

²⁰ - Distinct Standards

مجموعه رتبه‌های ارزیابی متفاوتی داشته باشند. برای استفاده از الگوریتم روش منطق شهودی ابتدا می‌بایست بواسطه روش تبدیل ارائه شده در ادبیات موضوع این مجموعه‌های متفاوت به مجموعه رتبه معیار سطح بالایشان تبدیل شوند. در این مطالعه، رتبه‌های ارزیابی برای تمامی معیارها یکسان و به صورت ذیل تعریف شده است: بسیار بالا (VH) ۲۱، بالا (H) ۲۲، متوسط (M) ۲۳، پایین (L) ۲۴، بسیار پایین (VL) ۲۵.



شکل ۲: سلسله مراتب معیارها برای ارزیابی ریسک‌های پروژه

۳-۵- چهارچوب مدل شده روش منطق شهودی برای ارزیابی ریسک‌ها

پس از تعیین اوزان و رتبه‌های ارزیابی برای همه شاخص‌های ارزیابی، در این قسمت چهارچوبی برای مدلسازی ارزیابی ریسک‌های پروژه بر پایه روش منطق شهودی ارائه می‌شود. تشریح این چهارچوب برای "میزان تاثیرگذاری بر اهداف پروژه" ارائه می‌گردد، ولیکن بسط آن به قسمت دیگر یعنی "احتمال رخداد" و نیز سطح فوقانی این دو معیار یعنی "ارزیابی ریسک در پروژه‌های پتروشیمی"، به راحتی امکان پذیر است.

در ابتدا یک ساختار سلسله مراتبی متشکل از دو سطح برای ارزیابی ریسک در نظر بگیرید، "تاثیرگذاری بر اهداف پروژه" را با نماد RI در سطح بالایی نشان داده و یک مجموعه محدود از شاخص‌های ارزیابی تاثیرگذاری بر اهداف را در سطح پایین قرار می‌دهیم. این شاخص‌ها را اینگونه در نظر بگیرید:

$$RI = \{RI_1, \dots, RI_i, \dots, RI_L\} \quad (1)$$

و فرض کنید اوزان معیارهای پایه به صورت $W = (w_1, \dots, w_i, \dots, w_L)$ داده شده است، بطوریکه w_i اهمیت نسبی مربوط به RI_i شاخص است و $0 \leq w_i \leq 1$. برای ارزیابی این دسته از شاخص‌ها فرض کنید مجموعه رتبه‌های ارزیابی ذیل در نظر گرفته شده است:

$$\mathcal{H} = \{H_1, \dots, H_n, \dots, H_N\} \quad (2)$$

یک ارزیابی برای شاخص RI_i مربوط به ریسکی خاص را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$S(HC_i) = \{(H_n, \beta_{n,i}), n = 1, \dots, N\} \quad (3)$$

که $\beta_{n,i}$ نشان‌دهنده یک درجه اطمینان است بطوریکه:

$$\beta_{n,i} \geq 0 \quad (4)$$

$$\sum_{n=1}^N \beta_{n,i} \leq 1 \quad (5)$$

یک ارزیابی کامل نامیده می‌شود اگر:

$$\sum_{n=1}^N \beta_{n,i} = 1 \quad (6)$$

و ناقص نامیده می‌شود اگر:

$$\sum_{n=1}^N \beta_{n,i} < 1 \quad (7)$$

برای ارزیابی هر کدام از این ریسک‌ها در مقابل معیار احتمال رخداد، این پرسش صورت می‌گیرد که: "احتمال رخداد این ریسک در پروژه‌های پتروشیمی تا چه حد است؟" و در مقابل زیرمعیارهای میزان تاثیرگذاری بر اهداف پرسش بدین گونه خواهد بود که: "میزان تاثیرگذاری این ریسک بر این هدف چگونه است؟" پاسخ تصمیم‌گیرنده بدین سوال می‌بایستی در قالب رتبه‌های ارزیابی داده شود.

به سبب محدودیت فضا، ارزیابی‌های انجام شده تنها برای زیردسته "مالکیت و مدیریت عالی" در جدول ۵ آورده شده است. برای مثال تیم کارشناسی، ریسک "عدم هماهنگی و تعارضات میان سهامداران (IM2)" را در قبال عامل "تاثیر بر هزینه پروژه" بصورت ۴۰٪ بالا و ۴۰٪ بسیار بالا ارزیابی کرده است، که در جدول بصورت $\{VH(0.4); H(0.4)\}$ نمایش داده شده است، که در آن حروف VH و H نمایانگر همان رتبه‌های ارزیابی "بسیار بالا" و "بالا" در مجموعه رتبه‌های ارزیابی پنج‌گانه مورد استفاده و اعداد ۴۰٪ و ۴۰٪ درجات اطمینان تصمیم‌گیرنده برای دو رتبه ارزیابی ارائه شده، بوده است. از آنجا که در این ارزیابی درجات اطمینان ارائه شده جمعی کمتر از یک دارند، ارزیابی ناقص بشمار می‌آید. این چنین ارزیابی‌های ناقصی در دنیای واقعی بکرات رخ داده و می‌توان دلیل آن را فقدان داده و شواهد و یا عدم توانایی تصمیم‌گیرنده در ارائه یک ارزیابی، به سبب فقدان مهارت و تجربه کافی در این چنین معیارهایی، نسبت داد. از طرف دیگر در خصوص ارزیابی ریسک "برنامه‌ریزی ضعیف (IM9)" در ارتباط با عامل "تاثیر بر زمان پروژه" بصورت ۳۰٪ بالا و ۷۰٪ متوسط ارزیابی شده است، که در ارزیابی کامل به شمار می‌آید.

جدول ۵: ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده در زیردسته مالکیت و مدیریت عالی

| کد ریسک | ارزیابی های صورت گرفته | | |
|---------|------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | احتمال رخداد | تاثیر بر زمان پروژه | تاثیر بر هزینه پروژه و کیفیت پروژه |
| IM1 | VH(0.6), H(0.3) | VH(0.8), H(0.1) | H(0.6), M(0.2) |
| IM2 | H(0.3), M(0.2) | VH(0.4), H(0.4) | L(0.2), VL(0.6) |
| IM3 | M(0.9) | H(0.6), M(0.4) | H(0.8), M(0.1) |
| IM4 | H(0.6), M(0.2) | M(0.9) | H(0.5), M(0.5) |
| IM5 | VH(0.5), H(0.5) | M(0.2), L(0.5) | M(0.1), L(0.8) |
| IM6 | M(0.5), L(0.4) | H(0.3), M(0.6) | H(0.4), M(0.5) |
| IM7 | M(0.7) | H(0.5), M(0.1) | H(0.3), M(0.4) |
| IM8 | M(0.4), L(0.6) | M(0.2), L(0.8) | L(0.8), VL(0.2) |
| IM9 | M(0.9) | H(0.3), M(0.7) | L(0.6), VL(0.4) |
| IM10 | H(1) | M(0.8) | M(0.4), L(0.6) |
| IM11 | M(0.2), L(0.7) | VH(0.6), H(0.3) | VL(0.8) |
| IM12 | M(0.8) | H(0.4), M(0.6) | H(0.5), M(0.5) |
| IM13 | L(0.9), VL(0.1) | M(0.5), L(0.5) | M(0.2), L(0.7) |
| IM14 | M(0.9) | M(0.4), L(0.5) | VL(0.8) |
| IM15 | L(0.8) | VL(1) | M(0.4), L(0.6) |
| IM16 | VH(0.1), H(0.8) | VH(0.5), H(0.5) | VL(0.7) |
| IM17 | M(1) | M(0.5), L(0.5) | VL(0.7) |
| IM18 | H(0.8), M(0.2) | M(0.2), L(0.7) | L(0.5), VL(0.5) |
| IM19 | M(0.5), L(0.5) | H(0.6), M(0.4) | H(0.2), M(0.7) |

۳-۶- الگوریتم منطق شهودی برای تجمیع ارزیابی‌ها

این فرایند بر پایه قانون ترکیب تئوری شواهد دمپستر-شافر بنا نهاده شده است. در ابتدا یک الگوریتم بازگشتی برای این فرایند تجمیع ارائه شد [۴۸]، که در سال ۲۰۰۲ به سبب برطرف کردن برخی نواقص، دچار اصلاحاتی شد [۵۶]. در ذیل خلاصه ای از این الگوریتم اصلاح شده منطق شهودی ارائه می‌گردد.

در ابتدا درجات اطمینان با ضرب در اوزان مرتبطشان به جرم‌های احتمال پایه تبدیل می‌شوند و نیز داریم:

$$m_{n,i} = w_i \beta_{n,i}, \quad n = 1, \dots, N; \quad i = 1, \dots, L \quad (8)$$

$$m_{H,i} = 1 - \sum_{n=1}^N m_{n,i} = 1 - w_i \sum_{n=1}^N \beta_{n,i}, \quad i = 1, \dots, L \quad (9)$$

$$\bar{m}_{H,i} = 1 - w_i, \quad i = 1, \dots, L \quad (10)$$

$$\tilde{m}_{H,i} = w_i (1 - \sum_{n=1}^N \beta_{n,i}), \quad i = 1, \dots, L \quad (11)$$

با توجه به این مسئله که:

$$m_{H,i} = \bar{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^L w_i = 1 \quad (13)$$

که $m_{n,i}$ یک جرم احتمال پایه بوده و نشان دهنده درجه اطمینان برای معیار پایه RI_i است و از این فرضیه حمایت می کند که برای معیار RI_i رتبه ارزیابی H_n برگزیده شود. بایستی توجه داشته که جرم احتمال تخصیص یافته به کل مجموعه H یعنی $m_{H,i}$ میزان احتمال عدم تخصیص به هیچکدام از رتبه های ارزیابی تعریف می شود. این جرم به دو قسمت تقسیم می شود: $\bar{m}_{H,i}$ و $\tilde{m}_{H,i}$. اولین قسمت از مجموع احتمال باقی مانده $\bar{m}_{H,i}$ است که به این سبب که معیارها در یک ارزیابی تنها به تناسب و نشان نقش ایفا می کنند، به رتبه های منحصر به فرد تخصیص داده نشده است. $\tilde{m}_{H,i}$ دومین قسمت از مجموع احتمال باقی مانده تخصیص نیافته به رتبه های ارزیابی به سبب نقص در ارزیابی $S(RI_i)$ است. اگر $S(RI_i)$ کامل باشد، $\tilde{m}_{H,i}$ صفر خواهد بود.

$E_{I(i)} = \{RI_1, \dots, RI_i\}$ را زیرمجموعه ای شامل i معیار پایه اول در نظر بگیرد. $m_{n,I(i)}$ را یک جرم احتمال نشان دهنده درجه اطمینان برای همه معیارهای پایه در $E_{I(i)}$ در نظر بگیرید، که از این فرضیه حمایت می کند که ارزیابی در رتبه H_n قرار می گیرد. $m_{H,I(i)}$ را نیز جرم احتمال باقی مانده تخصیص نیافته برای معیارهای پایه حاضر در $E_{I(i)}$ در نظر بگیرید.

حال با توجه به این نشانه گذاری ها، فرایند بازگشتی تجمیع طبق الگوریتم زیر صورت می گیرد:

$$\{H_n\}: m_{n,I(i+1)} = K_{I(i+1)} [m_{n,I(i)} m_{n,i+1} + m_{n,I(i)} m_{H,i+1} + m_{H,I(i)} m_{n,i+1}], \quad (14)$$

$$m_{H,I(i)} = \bar{m}_{H,I(i)} + \tilde{m}_{H,I(i)}, \quad n = 1, \dots, N \quad (15)$$

$$\{H\}: \tilde{m}_{H,I(i+1)} = K_{I(i+1)} [\tilde{m}_{H,I(i)} \tilde{m}_{H,i+1} + \tilde{m}_{H,I(i)} \bar{m}_{H,i+1} + \bar{m}_{H,I(i)} \tilde{m}_{H,i+1}], \quad (16)$$

$$\{H\}: \bar{m}_{H,I(i+1)} = K_{I(i+1)} [\bar{m}_{H,I(i)} \bar{m}_{H,i+1}], \quad (17)$$

$$\{H\}: \bar{m}_{H,I(i+1)} = K_{I(i+1)} [\bar{m}_{H,I(i)} \bar{m}_{H,i+1}], \quad (18)$$

بعد از تجمع M ارزیابی انجام شده و تعیین $\bar{m}_{H,I(L)}$ درجات اطمینان ترکیبی همه رتبه ها با استفاده از فرایند نرمال سازی زیر بدست می آیند:

$$\{H_n\}: \beta_n = \frac{m_{n,I(L)}}{1 - \bar{m}_{H,I(L)}}, \quad n = 1, \dots, N, \quad (19)$$

$$\{H\}: \beta_H = \frac{\tilde{m}_{H,I(L)}}{1 - \bar{m}_{H,I(L)}} \quad (20)$$

β_n بدست آمده در بالا یک درست نمایی برای H_n بوده و β_H نمایانگر اندازه نقص در ارزیابی کلی و به عبارتی ارزیابی در کل مجموعه H است.

با استفاده از الگوریتم ارائه شده در فوق و اعمال آن بر ارزیابی های ارائه شده برای ۱۰۴ ریسک شناسایی شده می توان امتیازات نهایی و تجمیع شده برای هر ریسک را در هر یک از معیارهای اصلی "احتمال رخداد" و "تاثیرگذاری بر اهداف پروژه" و در نهایت "ارزیابی نهایی ریسک های پروژه های پتروشیمی" بدست آورد. جدول ۶ نشان دهنده ارزیابی های تجمیع شده برای زیردسته مالکیت و مدیریت عالی است.

هر عدد در مقابل هر رتبه در جدول ۶ نشان دهنده ی درجه باور تجمعی تصمیم‌گیرنده است. نتایج نشان داده شده در جدول فوق‌الذکر را بواسطه مقدارشان در هر یک از رتبه‌های ارزیابی می‌توان تحلیل کرد. برای مثال "عدم تخصیص مالی بهنگام در پروژه (IM11)" بصورت ۱۲٫۶٪ بسیار پایین، ۳۶٫۰۲٪ پایین، ۱۰٫۲۹٪ متوسط، ۱۹٫۳۵٪ بالا، ۹٫۹۰٪ بسیار بالا و ۱۱٫۸۵٪ نامشخص ارزیابی شده است. با در نظرگیری مستقیم این نتایج شاید بتوان یک رتبه‌بندی اولیه ارائه کرد ولیکن در بسیاری از موارد ارزیابی گزینه‌ها بسیار به هم نزدیک بوده و رتبه‌بندی مستقیم آن‌ها بسیار مشکل است.

جدول ۶: ارزیابی تجمیع شده در زیردسته مالکیت و مدیریت عالی

| کد ریسک | ارزیابی های تجمیع شده | | | | | |
|---------|-----------------------|-----------|--------|--------|--------|----------|
| | Unknown | Very High | High | Medium | Low | Very Low |
| IM1 | 0.0843 | 0.2908 | 0.4369 | 0.0289 | 0.1432 | 0.0159 |
| IM2 | 0.3057 | 0.0770 | 0.2282 | 0.1949 | 0.0787 | 0.1155 |
| IM3 | 0.0540 | 0.0000 | 0.3283 | 0.6177 | 0.0000 | 0.0000 |
| IM4 | 0.0945 | 0.0000 | 0.3525 | 0.4991 | 0.0539 | 0.0000 |
| IM5 | 0.0810 | 0.2702 | 0.2702 | 0.0545 | 0.3240 | 0.0000 |
| IM6 | 0.0781 | 0.0000 | 0.1009 | 0.5199 | 0.3011 | 0.0000 |
| IM7 | 0.2350 | 0.0000 | 0.2813 | 0.4837 | 0.0000 | 0.0000 |
| IM8 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1912 | 0.7300 | 0.0788 |
| IM9 | 0.0554 | 0.0000 | 0.0428 | 0.6354 | 0.2093 | 0.0571 |
| IM10 | 0.0276 | 0.0000 | 0.5138 | 0.1931 | 0.1897 | 0.0759 |
| IM11 | 0.1185 | 0.0990 | 0.1935 | 0.1029 | 0.3602 | 0.1260 |
| IM12 | 0.0878 | 0.0000 | 0.1313 | 0.7184 | 0.0625 | 0.0000 |
| IM13 | 0.0350 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0962 | 0.7212 | 0.1477 |
| IM14 | 0.0986 | 0.0000 | 0.0000 | 0.5430 | 0.2433 | 0.1151 |
| IM15 | 0.0999 | 0.0000 | 0.1289 | 0.0870 | 0.5150 | 0.1692 |
| IM16 | 0.0785 | 0.1238 | 0.6345 | 0.0736 | 0.0000 | 0.0896 |
| IM17 | 0.0498 | 0.0000 | 0.0000 | 0.6336 | 0.2104 | 0.1062 |
| IM18 | 0.0128 | 0.0000 | 0.3995 | 0.1837 | 0.3366 | 0.0673 |
| IM19 | 0.0358 | 0.0121 | 0.2340 | 0.4791 | 0.2389 | 0.0000 |

۳-۷- روش رتبه‌دهی منطق شهودی بر پایه مطلوبیت بازه‌ای

ممکن است مواردی پیش بیاید که توضیحات ارائه شده در قالب β_n و β_H برای نمایش تفاوت بین دو ارزیابی کافی نباشد. در چنین مواردی، پسندیده آن است که مقادیر عددی هم‌ارز برای ارزیابی‌های توزیع شده طی روشی تولید گردد. مفهوم مطلوبیت مورد انتظار برای تعیین چنین مقادیری استفاده می‌شود. فرض کنید $u(H_n)$ مطلوبیت رتبه H_n باشد به طوری که: $u(H_{n+1}) > u(H_n)$ اگر H_{n+1} بر H_n ارجحتر باشد.

$u(H_n)$ ممکن است با استفاده از روش تخصیص احتمال یا با استفاده از مدل‌های رگرسیون ساخته شده با استفاده از رتبه‌بندی جزئی یا مقایسه جفتی بدست آید. مطلوبیت مورد انتظار گزینه R می‌تواند برای رتبه بندی گزینه‌های مورد استفاده قرار گیرد. بدین صورت:

$$u(R) = \sum_{n=1}^N \beta_n u(H_n). \quad (21)$$

در این مطالعه به سبب دستیابی به یک رتبه‌بندی نهایی برای ریسک‌های مورد مطالعه در قبال عوامل داخلی و خارجی و هر یک از زیرمجموعه‌های آنها مقادیر مطلوبیتی بدین شرح را، برای هر یک از رتبه‌های ارزیابی پنج‌گانه مورد استفاده، در نظر گرفته شده است: بسیارپایین: ۰، پایین: ۰٫۲۵، متوسط: ۰٫۵، بالا: ۰٫۷۵، بسیاربالا: ۱. با استفاده از این مقادیر مطلوبیت و نیز ارزیابی‌های تجمیع شده در

مرحله قبل به یک رتبه‌بندی مناسب برای ریسک‌های مورد مطالعه اقدام شده است. جداول ۷ و ۸ به ترتیب نتایج نهایی ارزیابی ریسک‌های داخلی و خارجی شناسایی شده را نشان می‌دهند.

در میان این ۲۰ ریسک با بیشترین اهمیت، ۱۱ ریسک داخلی و ۹ ریسک خارجی بوده است. در میان ۱۱ ریسک داخلی ریسک‌های مرتبط با "مالکیت و مدیریت عالی" با ۴ ریسک بیشترین سهم را داشته و پس از آن ریسک‌های مرتبط با "مهندسی" و ریسک‌های مرتبط با "ساخت" هر یک ۳ ریسک را از این مجموعه به خود اختصاص داده‌اند. در میان ۹ ریسک خارجی نیز ۵ ریسک متعلق به دسته "بازار و اقتصاد کلان" بوده است و بخش‌های "سیاسی-اجتماعی" و "حوادث طبیعی و غیرطبیعی" هر یک ۲ ریسک را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۷: نتایج نهایی ارزیابی ریسک‌های داخلی شناسایی شده در پروژه‌های پتروشیمی

| رتبه ریسک | میانگین ریسک | مینیمم ریسک | ماکزیمم ریسک | کد ریسک | رتبه ریسک | میانگین ریسک | مینیمم ریسک | ماکزیمم ریسک | کد ریسک | |
|-----------|--------------|-------------|--------------|---------|-----------|--------------|-------------|--------------|---------|----------------------|
| 54 | 0.4448 | 0.3856 | 0.5041 | IM11 | 6 | 0.7109 | 0.6687 | 0.7530 | IM1 | مالکیت و مدیریت عالی |
| 36 | 0.5172 | 0.4733 | 0.5611 | IM12 | 35 | 0.5181 | 0.3653 | 0.6710 | IM2 | |
| 99 | 0.2459 | 0.2284 | 0.2633 | IM13 | 18 | 0.5821 | 0.5551 | 0.6091 | IM3 | |
| 75 | 0.3816 | 0.3323 | 0.4309 | IM14 | 20 | 0.5746 | 0.5274 | 0.6219 | IM4 | |
| 89 | 0.3189 | 0.2689 | 0.3688 | IM15 | 11 | 0.6217 | 0.5812 | 0.6622 | IM5 | |
| 9 | 0.6758 | 0.6365 | 0.7150 | IM16 | 53 | 0.4499 | 0.4109 | 0.4890 | IM6 | |
| 74 | 0.3943 | 0.3694 | 0.4192 | IM17 | 21 | 0.5703 | 0.4528 | 0.6878 | IM7 | |
| 44 | 0.4821 | 0.4757 | 0.4885 | IM18 | 97 | 0.2781 | 0.2781 | 0.2781 | IM8 | |
| 38 | 0.5048 | 0.4869 | 0.5227 | IM19 | 58 | 0.4298 | 0.4021 | 0.4575 | IM9 | |
| | | | | | 27 | 0.5431 | 0.5293 | 0.5569 | IM10 | |
| 81 | 0.3640 | 0.3640 | 0.3640 | IE8 | 2 | 0.7589 | 0.7143 | 0.8035 | IE1 | مهندسی |
| 102 | 0.2123 | 0.1931 | 0.2315 | IE9 | 7 | 0.6981 | 0.6656 | 0.7306 | IE2 | |
| 41 | 0.4990 | 0.3894 | 0.6086 | IE10 | 37 | 0.5103 | 0.3895 | 0.6311 | IE3 | |
| 26 | 0.5527 | 0.4472 | 0.6582 | IE11 | 30 | 0.5385 | 0.4098 | 0.6672 | IE4 | |
| 70 | 0.4007 | 0.2863 | 0.5151 | IE12 | 10 | 0.6436 | 0.5098 | 0.7775 | IE5 | |
| 59 | 0.4292 | 0.3140 | 0.5445 | IE13 | 28 | 0.5418 | 0.5067 | 0.5768 | IE6 | |
| | | | | | 48 | 0.4671 | 0.4311 | 0.5031 | IE7 | |
| 55 | 0.4396 | 0.3662 | 0.5130 | IP9 | 72 | 0.3957 | 0.2908 | 0.5006 | IP1 | تدارکات |
| 51 | 0.4520 | 0.3876 | 0.5165 | IP10 | 79 | 0.3756 | 0.3574 | 0.3937 | IP2 | |
| 61 | 0.4254 | 0.3263 | 0.5245 | IP11 | 83 | 0.3532 | 0.2315 | 0.4749 | IP3 | |
| 42 | 0.4978 | 0.4307 | 0.5649 | IP12 | 63 | 0.4226 | 0.3924 | 0.4527 | IP4 | |
| 94 | 0.2974 | 0.2770 | 0.3178 | IP13 | 34 | 0.5288 | 0.4924 | 0.5653 | IP5 | |
| 43 | 0.4938 | 0.4506 | 0.5371 | IP14 | 95 | 0.2917 | 0.2568 | 0.3266 | IP6 | |
| 90 | 0.3161 | 0.3024 | 0.3298 | IP15 | 66 | 0.4142 | 0.3725 | 0.4559 | IP7 | |
| 33 | 0.5302 | 0.4115 | 0.6490 | IP16 | 93 | 0.3103 | 0.2281 | 0.3924 | IP8 | |
| 76 | 0.3814 | 0.3381 | 0.4247 | IC10 | 14 | 0.6039 | 0.5733 | 0.6344 | IC1 | ساخت |
| 88 | 0.3249 | 0.3030 | 0.3468 | IC11 | 29 | 0.5406 | 0.5341 | 0.5471 | IC2 | |
| 57 | 0.4367 | 0.3980 | 0.4754 | IC12 | 15 | 0.5943 | 0.5789 | 0.6096 | IC3 | |
| 69 | 0.4078 | 0.3021 | 0.5135 | IC13 | 25 | 0.5619 | 0.5407 | 0.5831 | IC4 | |
| 71 | 0.3978 | 0.2634 | 0.5322 | IC14 | 22 | 0.5700 | 0.5572 | 0.5828 | IC5 | |
| 86 | 0.3366 | 0.3108 | 0.3624 | IC15 | 91 | 0.3156 | 0.2899 | 0.3412 | IC6 | |
| 96 | 0.2875 | 0.2311 | 0.3438 | IC16 | 73 | 0.3948 | 0.3654 | 0.4241 | IC7 | |
| 39 | 0.5019 | 0.4805 | 0.5234 | IC17 | 24 | 0.5677 | 0.4410 | 0.6945 | IC8 | |
| 46 | 0.4786 | 0.3314 | 0.6258 | IC18 | 12 | 0.6216 | 0.5933 | 0.6499 | IC9 | |

جدول ۸: نتایج نهایی ارزیابی ریسک‌های خارجی شناسایی شده در پروژه‌های پتروشیمی

| رتبه ریسک | میانگین اهمیت ریسک | مینیمم اهمیت ریسک | ماکزیمم اهمیت ریسک | کد ریسک | رتبه ریسک | میانگین اهمیت ریسک | مینیمم اهمیت ریسک | ماکزیمم اهمیت ریسک | کد ریسک | |
|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|---------|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|---------|-------------------------|
| 77 | 0.3810 | 0.2596 | 0.5023 | EP5 | 1 | 0.7819 | 0.7704 | 0.7933 | EP1 | سیاسی و اجتماعی |
| 103 | 0.2015 | 0.1049 | 0.2981 | EP6 | 31 | 0.5324 | 0.3951 | 0.6696 | EP2 | |
| 23 | 0.5692 | 0.4806 | 0.6578 | EP7 | 104 | 0.1948 | 0.1612 | 0.2283 | EP3 | |
| 100 | 0.2417 | 0.1292 | 0.3541 | EP8 | 16 | 0.5910 | 0.4934 | 0.6887 | EP4 | |
| 52 | 0.4512 | 0.3888 | 0.5136 | EM8 | 50 | 0.4525 | 0.4025 | 0.5025 | EM1 | اقتصاد کلان و بازار |
| 62 | 0.4236 | 0.4005 | 0.4466 | EM9 | 85 | 0.3437 | 0.3369 | 0.3505 | EM2 | |
| 49 | 0.4552 | 0.4264 | 0.4841 | EM10 | 56 | 0.4376 | 0.4147 | 0.4605 | EM3 | |
| 19 | 0.5795 | 0.5666 | 0.5924 | EM11 | 68 | 0.4094 | 0.3861 | 0.4326 | EM4 | |
| 4 | 0.7380 | 0.7254 | 0.7506 | EM12 | 98 | 0.2667 | 0.2429 | 0.2905 | EM5 | |
| 3 | 0.7513 | 0.7334 | 0.7691 | EM13 | 5 | 0.7342 | 0.7214 | 0.7469 | EM6 | |
| | | | | | 8 | 0.6893 | 0.6604 | 0.7182 | EM7 | |
| 82 | 0.3560 | 0.3248 | 0.3871 | EL5 | 78 | 0.3763 | 0.2685 | 0.4841 | EL1 | حقوقی و قانونی |
| 65 | 0.4145 | 0.3890 | 0.4401 | EL6 | 101 | 0.2160 | 0.1973 | 0.2347 | EL2 | |
| 32 | 0.5322 | 0.4330 | 0.6314 | EL7 | 64 | 0.4164 | 0.3221 | 0.5107 | EL3 | |
| 84 | 0.3447 | 0.3393 | 0.3502 | EL8 | 45 | 0.4810 | 0.4472 | 0.5148 | EL4 | حوادث طبیعی و غیر طبیعی |
| 47 | 0.4733 | 0.3177 | 0.6288 | EA5 | 17 | 0.5894 | 0.4307 | 0.7481 | EA1 | |
| 40 | 0.5016 | 0.3577 | 0.6454 | EA6 | 87 | 0.3287 | 0.1782 | 0.4793 | EA2 | |
| 13 | 0.6184 | 0.4241 | 0.8127 | EA7 | 92 | 0.3153 | 0.2165 | 0.4142 | EA3 | |
| 67 | 0.4117 | 0.3765 | 0.4468 | EA8 | 80 | 0.3656 | 0.3354 | 0.3957 | EA4 | |

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های بالقوه پروژه‌های هلدینگ پتروشیمی باختر به عنوان نمونه‌ای از پروژه‌های صنعت پروژه‌های پتروشیمی در ایران پرداخته شد. در فاز شناسایی قریب به ۱۰۰۰ گزارش و لایحه موجود در شرکت‌های زیرمجموعه مورد مطالعه قرار گرفته و برای شناسایی سایر ریسک‌های محتمل و نیز دسته‌بندی آن‌ها، با تشکیل گروه کارشناسی متشکل از ۱۷ نفر از مدیران و کارشناسان این شرکت از طریق مصاحبه اقدام شد. از ۱۰۴ ریسک شناسایی شده در این فرایند ۵۶ ریسک داخلی و ۴۸ ریسک خارجی تشخیص داده شد. در فاز ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده نیز از آن‌جا که ارزیابی ریسک پروژه بسیار پیچیده بوده و اغلب نیازمند قضاوت‌های شهودی و نادقیق است، در راستای هدایت آنالیز تصمیم‌گیری به سمتی منطقی، قابل اطمینان، تکرارپذیر و شفاف از روش منطق شهودی استفاده شد. در این تحقیق از آنجا که ماهیت عدم قطعیت‌ها در فرایند ارزیابی ریسک‌ها بیش از آنکه ناشی از ابهام باشد نشأت گرفته از عدم دسترسی کامل به اطلاعات و شواهد است، استفاده از روش منطق شهودی بر استفاده از رویکردهای فازی برتری داشت. از سوی دیگر در قیاس با روش مرسوم احتمال و شدت ریسک، استفاده از روش منطق شهودی در نظرگیری و جمع‌آوری ارزیابی‌ها در خصوص اثرگذاری ریسک‌های پروژه بر اهداف مختلف پروژه را ممکن ساخت و همچنین میزان دسترسی به شواهد و اطلاعات را نیز در فرایند ارزیابی در نظر گرفت.

در این راستا فرایند ساخت ساختار سلسله مراتبی مرتبط، چهارچوب ارزیابی مورد استفاده و نیز فرایند جمع‌آوری ارزیابی‌ها بطور کامل تشریح شد. در نهایت پنج ریسک "جنبه‌ها و تفاسیر گوناگون از تحریم‌های بین‌المللی جاری برای ایران"، "نقص در تشخیص و تعریف نیازمندی‌های پروژه"، "تغییرات نرخ برابری ارزها"، "نقص در دسترسی بهنگام و مطمئن به یوتیلیتی‌ها" و "رکود و کاهش قدرت ارائه تسهیلات توسط بانک‌های داخلی" به عنوان ریسک‌های پراهمیت در پروژه‌های پتروشیمی ایران ارزیابی شد.

مراجع

- [1] Zhi, H. (1995). Risk management for overseas construction projects. *International Journal of Project Management*, 13(4), 231-237.
- [2] Ling, F. Y. Y., & Hoi, L. (2006). Risks faced by Singapore firms when undertaking construction projects in India. *International Journal of Project Management*, 24(3), 261-270.
- [3] Peckiene, A., Komarovska, A., & Ustinovicus, L. (2013). Overview of risk allocation between construction parties. *Procedia Engineering*, 57, 889-894.
- [4] Choudhry, R. M., Aslam, M. A., Hinze, J. W., & Arain, F. M. (2014). Cost and schedule risk analysis of bridge construction in Pakistan: Establishing risk guidelines. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(7), 04014020.
- [5] Adafin, J., Rotimi, J. O., & Wilkinson, S. (2016). Risk impact assessments in project budget development: architects' perspectives. *Architectural Engineering and Design Management*, 12(3), 189-204.
- [6] Ou-Yang, C., & Chen, W.-L. (2017). Applying a risk assessment approach for cost analysis and decision-making: a case study for a basic design engineering project. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 1-13.
- [7] Du, L., Tang, W., Liu, C., Wang, S., Wang, T., Shen, W., Zhou, Y. (2016). Enhancing engineer-procure-construct project performance by partnering in international markets: Perspective from Chinese construction companies. *International Journal of Project Management*, 34(1), 30-43.
- [8] KarimiAzari, A., Mousavi, N., Mousavi, S. F., & Hosseini, S. (2011). Risk assessment model selection in construction industry. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9105-9111.
- [9] Wang, J., Guan, S., & Lin, D.-q. (2010). Study on approach of cost risk assessment in bidding phase. *Internet Technology and Applications, 2010 International Conference*.
- [10] Arslan, G., Tuncan, M., Birgonul, M. T., & Dikmen, I. (2006). E-bidding proposal preparation system for construction projects. *Building and Environment*, 41(10), 1406-1413.
- [11] Lu, W., Zhang, L., & Pan, J. (2015). Identification and analyses of hidden transaction costs in project dispute resolutions. *International Journal of Project Management*, 33(3), 711-718.
- [12] Hwang, B.-G., Zhao, X., & Toh, L. P. (2014). Risk management in small construction projects in Singapore: status, barriers and impact. *International Journal of Project Management*, 32(1), 116-124.
- [13] institute, P. m. (2008). A guide to the project management body of knowledge.
- [14] Sukumaran, P., Bayraktar, M. E., Hong, T., & Hastak, M. (2006). Model for analysis of factors affecting construction schedule in highway work zones. *Journal of transportation engineering*, 132(6), 508-517.
- [15] Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. (2011). A fuzzy approach to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*, 29(2), 220-231.
- [16] Gładysz, B., Skorupka, D., Kuchta, D., & Duchaczek, A. (2015). Project risk time management—a proposed model and a case study in the construction industry. *Procedia Computer Science*, 64, 24-31.
- [17] Cárdenas, I. C., Al-Jibouri, S. S., Halman, J. I., & Tol, F. A. (2014). Modeling Risk-Related Knowledge in Tunneling Projects. *Risk analysis*, 34(2), 323-339.
- [18] El-Sayegh, S. M. (2008). Risk assessment and allocation in the UAE construction industry. *International Journal of Project Management*, 26(4), 431-438.
- [19] Taylan, O., Bafail, A. O., Abdulaal, R. M., & Kabli, M. R. (2014). Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing*, 17, 105-116.
- [20] Chapman, R. J. (2001). The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management. *International Journal of Project Management*, 19(3), 147-160.
- [21] Kartam, N. A., & Kartam, S. A. (2001). Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective. *International Journal of Project Management*, 19(6), 325-335.
- [22] Serpell, A., Ferrada, X., Rubio, L., & Arauzo, S. (2015). Evaluating risk management practices in construction organizations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 194, 201-210.
- [23] Dziadosz, A., & Rejment, M. (2015). Risk Analysis in Construction Project-Chosen Methods. *Procedia Engineering*, 122, 258-265.
- [24] Lyons, T., & Skitmore, M. (2004). Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey. *International Journal of Project Management*, 22(1), 51-61.
- [25] Kuo, Y.-C., & Lu, S.-T. (2013). Using fuzzy multiple criteria decision making approach to enhance risk assessment for metropolitan construction projects. *International Journal of Project Management*, 31(4), 602-614.
- [26] El, M. S. B. A. A., El Nawawy, O. A. M., & Abdel-Alim, A. M. (2015). Identification and assessment of risk factors affecting construction projects. *HBRC Journal*.
- [27] Baghdadi, A., & Kishk, M. (2015). Saudi Arabian aviation construction projects: Identification of risks and their consequences. *Procedia Engineering*, 123, 32-40.

- [28] Liu, Z.-z., Zhu, Z.-w., Wang, H.-j., & Huang, J. (2016). Handling social risks in government-driven mega project: An empirical case study from West China. *International Journal of Project Management*, 34(2), 202-218.
- [29] Samantra, C., Datta, S., & Mahapatra, S. S. (2017). Fuzzy based risk assessment module for metropolitan construction project: An empirical study. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*.
- [30] Dang, C. N., Dang, C. N., Le-Hoai, L., Le-Hoai, L., Kim, S.-Y., Kim, S.-Y., . . . Lee, Y.-D. (2017). Identification of risk patterns in Vietnamese road and bridge construction: contractor's perspective. *Built Environment Project and Asset Management*, 7(1), 59-72.
- [31] Mhatre, T. N., Mhatre, T. N., Thakkar, J., Thakkar, J., Maiti, J., & Maiti, J. (2017). Modelling critical risk factors for Indian construction project using interpretive ranking process (IRP) and system dynamics (SD). *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(9), 1451-1473.
- [32] Van Thuyet, N., Ogunlana, S. O., & Dey, P. K. (2007). Risk management in oil and gas construction projects in Vietnam. *International journal of energy sector management*, 1(2), 175-194.
- [33] Mubin, S., & Mannan, A. (2013). Innovative Approach to Risk Analysis and Management of Oil and Gas Sector EPC Contracts from a Contractor's Perspective. *Journal of Business & Economics*, 5(2), 149.
- [34] El-Shehaby, M., Nosair, I., & Sanad, A. E.-M. (2014). Risk assessment and analysis for the construction of off shore oil & gas projects. *Int. J. Sci. Res. Educ.*
- [35] Baloi, D., & Price, A. D. (2003). Modelling global risk factors affecting construction cost performance. *International Journal of Project Management*, 21(4), 261-269.
- [36] Asgari, S., Awwad, R., Kandil, A., & Odeh, I. (2016). Impact of considering need for work and risk on performance of construction contractors: An agent-based approach. *Automation in Construction*, 65, 9-20.
- [37] Zeng, J., An, M., & Smith, N. J. (2007). Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*, 25(6), 589-600.
- [38] Dikmen, I., Birgonul, M. T., & Han, S. (2007). Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects. *International Journal of Project Management*, 25(5), 494-505.
- [39] Aydogan, G., & Koksall, A. (2013). An analysis of international construction risk factors on partner selection by applying ANP approach. *ICCREM 2013: Construction and Operation in the Context of Sustainability* (pp. 658-669).
- [40] Chemweno, P., Pintelon, L., Van Horenbeek, A., & Muchiri, P. (2015). Development of a risk assessment selection methodology for asset maintenance decision making: An analytic network process (ANP) approach. *International Journal of Production Economics*, 170, 663-676.
- [41] Fazli, S., Mavi, R. K., & Vosooghizaji, M. (2015). Crude oil supply chain risk management with DEMATEL-ANP. *Operational Research*, 15(3), 453-480.
- [42] Wood, D. A. (2017). Gas and oil project time-cost-quality tradeoff: Integrated stochastic and fuzzy multi-objective optimization applying a memetic, nondominated, sorting algorithm. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*.
- [43] Meidell, A., & Kaarbøe, K. (2017). How the enterprise risk management function influences decision-making in the organization—A field study of a large, global oil and gas company. *The British Accounting Review*, 49(1), 39-55.
- [44] Yang, J.-B., Wang, Y.-M., Xu, D.-L., & Chin, K.-S. (2006). The evidential reasoning approach for MADA under both probabilistic and fuzzy uncertainties. *European Journal of Operational Research*, 171(1), 309-343.
- [45] Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. *Information Sciences*, 8(3), 199-249.
- [46] Shafer, G. (1976). A mathematical theory of evidence (Vol. 1): *Princeton University press* Princeton.
- [47] Yang, J.-B., & Sen, P. (1994). A general multi-level evaluation process for hybrid MADM with uncertainty. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 24(10), 1458-1473.
- [48] Yang, J.-B., & Singh, M. G. (1994). An evidential reasoning approach for multiple-attribute decision making with uncertainty. *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics*, 24(1), 1-18.
- [49] Zhu, W.-d., Liu, F., Chen, Y.-w., Yang, J.-b., Xu, D.-l., & Wang, D.-p. (2015). Research project evaluation and selection: an evidential reasoning rule-based method for aggregating peer review information with reliabilities. *Scientometrics*, 105(3), 1469-1490.
- [50] Liu, H.-C., Liu, L., Bian, Q.-H., Lin, Q.-L., Dong, N., & Xu, P.-C. (2011). Failure mode and effects analysis using fuzzy evidential reasoning approach and grey theory. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4403-4415.
- [51] Ahmadzadeh, F., & Bengtsson, M. (2017). Using evidential reasoning approach for prioritization of maintenance-related waste caused by human factors—a case study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(9-12), 2761-2775.
- [52] Fu, C., & Yang, S. (2012). The combination of dependence-based interval-valued evidential reasoning approach with balanced scorecard for performance assessment. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3717-3730.
- [53] Liu, F., Zhu, W.-d., Chen, Y.-w., Xu, D.-l., & Yang, J.-b. (2017). Evaluation, ranking and selection of R&D projects by multiple experts: an evidential reasoning rule based approach. *Scientometrics*, 111(3), 1501-1519.

- [54] Monghasemi, S., Nikoo, M. R., Fasaei, M. A. K., & Adamowski, J. (2015). A novel multi criteria decision making model for optimizing time-cost-quality trade-off problems in construction projects. *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3089-3104.
- [55] Ng, C. (2016). An evidential reasoning-based AHP approach for the selection of environmentally-friendly designs. *Environmental Impact Assessment Review*, 61, 1-7.
- [56] Yang, J.-B., & Xu, D.-L. (2002). On the evidential reasoning algorithm for multiple attribute decision analysis under uncertainty. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 32(3), 289-304.

