فصلنامه مهندسی مدیریت نوین
سال دهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۳

ارزیابی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با رویکرد سوارا فازی و بهترین-بدترین فازی

عمار رستمی نجف‌آبادی [۱]، مهرداد نیکبخت [۲]، عاطفه امین‌دوست [۳]، مهدی کرباسیان [۴]

چکیده

با در نظر گرفتن شرایط رقابتی و جایگاه پروژه‌های گازی در توسعه کشور به‌عنوان یکی از منابع مهم انرژی و برتری‌های اقتصادی، انجام طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ در این صنعت، به‌منظور اجرای هدفمند، بهینه و اثربخش پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز امری ضروری محسوب می‌گردد؛ بنابراین با توجه به اهمیت اجرای این‌گونه پروژه‌ها و چالش‌های مطرح در این حوزه، مطالعه حاضر سعی دارد با مقایسه دو تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به ارزیابی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی بپردازد. بدین منظور با انتخاب تعداد ۳۶ نفر خبره و متخصص در حوزه صنعت گاز طبیعی از پرسشنامه محقق ساخته، روش لاوشه و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی (Fuzzy SWARA) و بهترین- بدترین فازی (FBWM) استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این است که از بین ۳۲ معیار مدیریت ریسک، ۱۷ معیار به‌عنوان معیارهای کلیدی مدیریت ریسک شناسایی گردید. بر اساس نتایج حاصل‌شده چنین استنباط می‌گردد که معیار عدم کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین فازی با وزن قطعی (۰/۲۲) با رتبه دوم در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی با وزن قطعی (۰/۸۲) هم‌خوانی دارد و از بیشترین اهمیت برخوردار است. همچنین معیار فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره

---

[۱]. گروه مهندسی صنایع، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

[۲]. مرکز تحقیقات فناوری‌های نوین ساخت و تولید، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران Nikbakht2020@yahoo.com

[۳]. مرکز تحقیقات فناوری‌های نوین ساخت و تولید، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

[۴]. گروه مهندسی صنایع، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

تاریخ وصول ۱۴۰۲/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۱/۲۷

بهترین– بدترین فازی با وزن قطعی (۰/۵۰) و در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی با وزن قطعی (۰/۰۴۸) کمترین اهمیت را به خود اختصاص داده که اشتراک معنایی با یکدیگر دارند.

کلیدواژه‌ها: پروژه، شبکه‌های توزیع گاز طبیعی، مدیریت ریسک، تکنیک سوارا فازی و تکنیک بهترین– بدترین فازی.

مقدمه

تفسیر قوانین و مقررات مختلف و سرعت تغییرات در فرآیندهای سیستم شبکه‌های توزیع گاز امری ضروری است. علاوه بر این، در شرایط رقابتی اقتصاد امروز و جایگاه پروژه‌های گازی در توسعه کشور، اجرا و انجام طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ در این صنعت در دو حوزه اجرای پروژه و امور بهره‌برداری پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی مطرح می‌شود (Flanagan and Norman, 2000). صنعت نفت و گاز یکی از صنایع کلیدی در جهان به‌ویژه ایران است که تولید ناخالص داخلی آن به‌شدت به آن بستگی دارد (Matbou and Maleki, 2022).

امروزه با توجه به محیط‌های پیچیده و متغیر در پروژه‌ها به‌ویژه پروژه‌های گازی، ضرورت استفاده از شیوه‌های نوین مدیریتی به‌منظور کاهش زمان، هزینه، ریسک و افزایش سطح کیفیت مورد انتظار ذینفعان در پروژه‌های اجرایی است. غالباً برخی از پروژه‌ها در رسیدن به زمان، بودجه و کیفیت مورد نظر به شکست منجر می‌شود. علت اصلی این انحرافات، وقوع ریسک‌هایی است که در طول اجرای یک پروژه رخ می‌دهند (Zhang, and Fan, 2014) و به‌عنوان احتمال رخدادی تعریف می‌شود که ممکن است بر چرخه عمر یا زمان‌بندی پروژه تأثیر منفی بگذارد و پروژه را در معرض زیان قابل قبولی قرار دهد. پیامدهای مخرب مختلفی ممکن است به دلیل خطرات و عدم قطعیت بر روی پروژه رخ دهد (Flanagan and Norman, 2000). ازاین‌رو بایستی به شناسایی، ارزیابی و پاسخ به خطراتی که ممکن است پروژه‌های گازی با آن روبه‌رو شوند، دقت کافی به‌عمل آید. از طرفی دیگر، نادیده گرفتن خطرات ناشی از شکست در پروژه‌ها می‌تواند هزینه‌های اضافی را تحمیل کند یا زمان آن را افزایش دهد. (Zhang, and Fan, 2014).

هدف اصلی در سیستم شبکه‌های توزیع گاز طبیعی، ارائه توزیع کارآمد و قابل اعتماد انرژی به مشتری است. عملکرد سیستم شبکه‌های توزیع گاز بایستی نسبت به تأمین گاز قابلیت اطمینان کافی و قوی داشته باشد که بتواند با توجه به نیاز مصرف کننده موضوع ارزیابی ریسک و خطرات و پیامدهای ناشی از آن کاهش یابد (Dos Santos et al, 2011). از طرفی دیگر در اجرای پروژه‌های گازی از عدم اطمینان‌هایی مانند مهارت‌های فنی، طراحی، مدیریتی و غیره برخوردار هستند که بسیاری از آنها در دست‌یابی به اهداف مورد انتظارشان به شکست منجر می‌شوند. توجه به این عدم قطعیت‌ها سبب می‌شود تا رویداد و وضعیتی نامعلوم در صورت وقوع بر پروژه تحمیل شود که به‌صورت پیامد منفی اثر آن را بر پروژه می‌گذارد؛ بنابراین پرداختن به مدیریت ریسک جهت کاهش شکست‌های ناشی از ریسک‌های احتمالی و غیرقابل‌پیش‌بینی ضروری است(Barkhordari Ahmadi & Jamali, 2017). با توجه به‌ضرورت دستیابی به قابلیت اطمینان و ایمنی در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز، ارزیابی مدیریت ریسک به‌عنوان یک ابزار صحیح برای مقابله با این خطرها می‌تواند مورد استفاده قرار گرفته و تهدیدها و آسیب‌های ممکن الوقوع را شناسایی و اندازه‌گیری نماید (Moradi et al, 2017).

بااین‌وجود عوامل مختلفی نیز ممکن است در انجام هر پروژه ناشناخته باشد و با توجه به اجرای تعداد زیادی از طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ گازی، بسیاری از آنها به نقطه موفقیت نمی‌رسند و نسبت به اهداف مشخص‌شده خود دارای انحراف هستند. این انحراف و محدودیت‌ها را می‌توان به عواملی نظیر رعایت نشدن حدود زمان، هزینه و کیفیت مصوب در پروژه‌ها، وجود شیوه‌های مختلف طراحی، اجرا و بهره‌برداری، عدم توجه به مدیریت ریسک در پروژه‌ها، موازی و دوباره‌کاری و مهم‌تر از آن عدم اجرای صحیح مدیریت دانش بر پایه موفقیت در پروژه برشمرد (Flanagan and Norman, 2000).

لذا با در نظر گرفتن انحراف و محدودیت‌های به وجود آمده در اجرای پروژه‌های صنعت گاز در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی توسط شرکت‌های گاز و شرکت‌های مجری، نظیر عدم قطعیت و در دسترس نبودن اطلاعات کافی، عدم تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مناسب در اجرای پروژه‌ها، در نظر نگرفتن معیارهای مدیریت

ریسک و تأثیرپذیری این نوع معیارها در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی، لازم است تدابیر مدیریتی اندیشید که از این نوع چالش‌ها رهایی یافت و در جهت افزایش اثربخشی و تقویت، بهبود و تسهیل در راندمان اجرای فعالیت‌های پروژه‌ای بتوان با تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مناسب، سیستماتیک و هدفمند با نظام‌مند نمودن مدیریت بهینه پروژه‌ها، پروژه‌های موفق اجرا نمود. با توجه به اهمیت مسئله و پژوهش حاضر و با در نظرگرفتن ارزیابی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی تاکنون پژوهشی صورت نگرفته است که این سبب ایجاد شکاف تحقیقاتی در پروژه‌های اجرایی گازی و حوزه صنعت گاز است. این تحقیق در راستای پرسازی شکاف تحقیقاتی موجود به روش لاوشه[1] و بهره‌گیری از دو تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی[2] و بهترین– بدترین فازی[3] پرداخته شده است. همچنین به مقایسه نتایج حاصل‌شده از یافته‌های به‌دست‌آمده با انجام دو تکنیک اشاره شده می‌پردازد. ساختار اصلی پژوهش حاضر بدین‌صورت خلاصه می‌گردد: بخش دوم و سوم به پیشینه و روش پژوهش می‌پردازد و در بخش چهارم و پنجم به یافته‌های پژوهش و نتایج و بحث اختصاص یافته است.

پیشینه تحقیق

تاکنون تحقیقات و مطالعات متنوعی در ارتباط با موضوع مورد مطالعه انجام شده است که به تعدادی از مهم‌ترین سوابق پژوهش‌های خارجی و داخلی صورت گرفته اشاره می‌شود. برای مثال: بهرامی و رستگار (Rastegar, 2022 Bahrami and) در مطالعه خود به شناسایی فیدرهای توزیع نیروی برق مبتنی بر امینت و ریسک پرداخته و از روش فازی بهترین- بدترین و ویکور[4] و همچنین از روش سکا[5] استفاده شده است. در این پژوهش سه معیار افت ولتاژ، تلفات و حاشیه بارگذاری به‌عنوان عملیات مبتنی بر امنیت و ریسک تعریف شده است. معصومی و همکاران(Masoumi & et al, 2022) در مطالعه خود جهت انتخاب یک استراتژیک تأمین‌کننده در زنجیره تأمین انرژی‌های

[1] Lawshe
[2] Fuzzy SWARA
[3] Fuzzy Best-Worst Method (FBWM)
[4] Vise Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje (VIKOR)
[5] Simultaneous Evaluation of Criteria and Alternatives (SECA)

تجدیدپذیر در شرایط سبز بهینه‌سازی نرخ مصرف منابع و کاهش اثرات منفی زیست-محیطی، از رویکرد فازی بهترین – بدترین، واسپاس[۱] و کوپراس[۲] استفاده نموده‌اند. کرایدی و همکاران(Kraidi et al, 2021) در پژوهشی به بررسی کاهش خطرات ایمنی و امنیتی مرتبط با پروژه‌های نفت و گاز مبتنی بر نظریه فازی با استفاده از روش‌شناسی ترکیبی به تجزیه‌وتحلیل و رتبه‌بندی روش‌های کاهش ریسک اشاره دارد. نتایج نشان داد عوامل: تروریسم، فساد اداری و مناطق ناامن بیشترین میزان در کاهش خطرات ایمنی و امنیتی مرتبط با پروژه‌های نفت و گاز را دارند. مولی کاستیلو و همکاران(Mouli-Castillo et al, 2021) در مقاله خودارزیابی کمی ریسک در شبکه‌های توزیع هیدروژن و مقایسه با گاز طبیعی را مدنظر قرار داده‌اند. یافته‌های این تحقیق که بر اساس مدلسازی صورت گرفته است نشان از آن دارد که کنتور گاز خانگی عاملی خطرساز و دارای ریسک بالا است. بالالی و همکاران(Balali et al, 2021) در تحقیقی با عنوان رتبه‌بندی ریسک‌های مؤثر بر تهدیدات منابع انسانی در پروژه‌های تأمین گاز طبیعی با استفاده از روش‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای[۳] و کوپراس به مطالعه موردی شهر شیراز پرداخته‌اند. با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه، عواملی از جمله: نصب، خطر نشتی، تأثیر ریسک، نحوه عملکرد و خطر وقوع و بر اساس رویکرد کوپراس عواملی چون: مداخلات شهرداری، اشتباهات در تعمیر گاز، تأمین لوله‌های گازرسانی، ناتوانی مالی پیمانکاران در عایق‌کاری لوله‌ها، خرابکاری انسانی و خوردگی مهم‌ترین عوامل شناسایی‌شده در ریسک‌های مؤثر در پروژه‌های تأمین گاز طبیعی قرار گرفته است. سلیک و جول (Celik and Gul, 2021) یک رویکرد مبتنی بر شناسایی خطر، ارزیابی و تجزیه‌وتحلیل ریسک و نظارت و کنترل برای ساخت ایمنی سد به‌منظور بهره‌گیری بهینه از آب و تولید برق آبی با استفاده از روش بهترین– بدترین و مارکوس[۴] ارائه می‌دهند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مهم‌ترین خطر ناشی از رانندگی وسایط نقلیه شناسایی شده است. محتشمی(Mohtashami, 2021) هدف از ارائه مقاله خود را یک روش

[1] Weighted Aggregated Sum-Product Assessment method (WASPAS)
[2] Complex Proportional Assessment (COPRAS)
[3] Analytical Network process (ANP)
[4] Measurement Alternatives and Ranking according to Compromise Solution (MARCOS)

تصمیم‌گیری چندمعیاره اصلاح شده با رویکرد بهترین–بدترین فازی بیان می‌دارد. نصراللهی و همکاران(Nasrollahi et al, 2021) ایجاد یک رویکرد یکپارچه بهترین-بدترین فازی و تکنیک پرامتی[1] جهت انتخاب یک ربات مناسب برای اهداف صنعتی خاص در محیط تولید مبتنی بر اتوماسیون را مدنظر قرار داده‌اند. معصوم بیگی و همکاران (Masoumbeigi et al, 2021) در مطالعه خود به شناسایی و ارزیابی انواع خطرات و تهدیدات (ریسک‌های) بالقوه تأسیسات آبی شهر هشتگرد در مورد کمیت و کیفیت آب و بهره‌برداری و نگهداری پرداخته و از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و خرابی[2] استفاده شده است. یافته‌های این مطالعه نشان داد انجام اصلاحات به‌خصوص برای تهدیدات در سطح بحرانی، به ترتیب اولویت برای مخازن آب و شبکه توزیع، ایستگاه پمپاژ و سپس چاه‌های آب، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش پتانسیل خطر و اثرات مخرب تهدیدات در بحران داشته است. تهرانی و همکاران (Tehrani et al, 2020) هدف از نگارش پژوهش خود را مدیریت ریسک قراردادهای سرمایه‌گذاری پروژه‌های بالادستی نفت و گاز ایران با رویکرد نظریه داده بنیاد نظام‌مند با خطوط راهنمای تفسل معرفی نموده‌اند. نتایج حاکی از آن است که از بین دو دسته تحولات سیاسی بین‌المللی و تحولات اقتصادی، مهم‌ترین ریسک‌های شناسایی‌شده، ریسک‌های وقوع جنگ و ناآرامی، تحریم سرمایه‌گذاری و تحریم فروش نفت و گاز هستند. همچنین از روش دلفی[3] فازی نیز برای غربال‌سازی شاخص‌ها استفاده گردیده است. میرمحمد صادقی و نبویان‌پور (Mirmohammad Sadeghi & Nabavianpour, 2019) هدف از نگارش خود را در پژوهشی، بررسی ریسک‌پذیری (وضعیت موجود) شبکه توزیع آب شهر گرمسار به روش‌های باینری[4] و تاپسیس[5] و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی[6] بیان می‌دارند. نتایج نشان داد روش تاپسیس (۶۳ درصد صحت) نسبت به روش باینری (۴۵ درصد صحت) در پیش‌بینی اتفاقات شبکه توزیع آب عملکرد بهتری داشته است. نصراللهی و اصغری‌زاده (Nasrolahi & Asgharizadeh, 2019) هدف از

[1] PROMETHEE
[2] Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)
[3] Delphi
[4] Binary
[5] Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
[6] Geoqraphic information systems (GIS)

ارائه پژوهش خود را شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر بهره‌وری عوامل تولید و اشتغال در صنعت پرورش مرغ گوشتی استان آذربایجان غربی با روش بهترین–بدترین فازی عنوان می‌دارند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در چهار گروه اصلی نیروی انسانی، هزینه، سرمایه و مواد دسته‌بندی شده است. مهم‌ترین شاخص شناسایی‌شده قیمت فروش مرغ زنده و پس از آن، مدت زمان پرورش است. عسگری و همکاران (Asgari & et al, 2016) در پژوهشی بر اساس ساختار شکست ریسک و تکنیک تاپسیس شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های بالادستی نفت و گاز ایران را ارائه نموده‌اند. نتیجه این پژوهش حاصل از آن است که علاوه بر گستردگی و تنوع ریسک‌های پروژه‌های بالادستی، اولویت‌بندی بر اساس سه سطح ساختار ریسک انجام که ریسک‌های ناهمگون را سطوح دو و یک شامل می‌شود طبقه‌بندی شده است.

بررسی ادبیات نظری مرتبط با پژوهش نشان داد که در اکثر مطالعاتی که تاکنون در زمینه اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز صورت گرفته، در مورد مباحث تخصصی گاز و تأثیرگذاری معیارهای مدیریت ریسک پژوهشی انجام نگرفته است و در تعداد کمی از مقالات مذکور به مطالعه فرآیند شناسایی و اولویت‌بندی مخاطرات و ریسک‌های پروژه‌های نفت و گاز و شبکه توزیع گاز شهری پرداخته شده است؛ بنابراین پژوهش جاری تلاش می‌کند مؤثرترین و کلیدی‌ترین معیارهای مدیریت ریسک که در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با آن روبه‌رو هستند را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های عنوان‌شده در زمینه مطالعاتی مطرح و با روش لاوشه شناسایی و انجام دهد. همچنین تاکنون پژوهشی برای مقایسه نتایج حاصل‌شده از یکدیگر با استفاده از دو تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی و بهترین– بدترین فازی انجام نشده است.

روش تحقیق

در این پژوهش با توجه به اینکه هدف، در نظر گرفتن معیارهای مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی است، پژوهشی کاربردی و از نظر ماهیت داده‌ها، روش توصیفی – تحلیلی و از نوع پیمایشی است. برای تدوین چارچوب نظری تحقیق و مروری بر تحقیقات پیشین از روش مطالعه کتابخانه‌ای و در قسمت مطالعه کاربردی از نوع میدانی از طریق مشاهده و مصاحبه با گروه خبرگان و متخصصین حوزه

صنعت گاز طبیعی استفاده گردیده است. پس از ارزیابی تحقیقات و نظریه‌های گروه خبرگان مرتبط با موضوع تحقیق، بر اساس معیارهای پژوهش اقدام به تهیه و طراحی پرسشنامه محقق ساخته گردید.

جامعه آماری این پژوهش در حوزه صنعت گاز طبیعی است. نمونه آماری این پژوهش ۳۶ نفر است که به‌عنوان خبرگان و متخصصین این حوزه انتخاب شده است. از این تعداد ۳۱ نفر به پرسشنامه محقق ساخته جواب داده‌اند و تعداد ۳۱ پرسشنامه قابل استفاده عودت گردید. به دلیل قابلیت دسترسی به جامعه آماری، روش نمونه‌گیری غیرتصادفی هدفمند به شیوهٔ سرشماری انجام گرفته و کل جامعه آماری را شامل می‌شود.

در این پژوهش از پرسشنامه محقق ساخته، روش لاوشه، تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی، تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین – بدترین فازی استفاده می‌شود. جهت تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش در انجام روش لاوشه به کمک نرم‌افزار اکسل[1] عوامل مؤثر و با اهمیت بیشتر انتخاب و بقیه عوامل حذف می‌شوند. همچنین با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی و بهترین- بدترین فازی با استفاده از نرم‌افزار لینگو[2] معیارهای کلیدی مدیریت ریسک وزن داده و اهمیت آنها محاسبه و ارزیابی می‌شود و در نهایت نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه می‌گردد.

تکنیک سوارا فازی

تکنیک سوارا یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط کرسولین و همکاران(Kersuliene et al, 2010) در زمینه وزن‌دهی به معیارهای پژوهش با استفاده از نظرات جمعی خبرگان معرفی شده است. در این روش اهمیت و اولویت‌بندی وزن هر معیار با استفاده از عواملی مانند دانش ضمنی، تجربه و اطلاعات توسط گروه خبره تعیین می‌گردد. مهم‌ترین معیار در رتبه اول و کم‌اهمیت‌ترین معیار در رتبه آخر قرار می‌گیرد. سپس با توجه به میانگین مقدار رتبه‌ها، رتبه‌بندی نهایی صورت می‌پذیرد؛ در این روش ابتدا، معیارها با توجه به نظر خبرگان اولویت‌بندی شده و سپس میزان اهمیت و

[1] Excel
[2] Lindo Lingo

وزن نسبی هر یک از آنها نسبت به یکدیگر محاسبه و تعیین می‌گردد. تکنیک سوارا فازی برحسب سه حد پایین، متوسط و بالا طبق نظر ماوی و همکاران (Mavi et al, 2017) شامل پنج گام و مرحله است و به شرح ذیل است:

گام اول: ابتدا معیارهای کلیدی و نهایی که وزن داده شده است را بر اساس درجه اهمیت به‌صورت نزولی مرتب می‌شوند. مهم‌ترین معیار در ردیف اول قرار می‌گیرد.

گام دوم: در این مرحله اهمیت نسبی هریک از معیارها نسبت به معیار مهم‌تر قبلی مشخص و تعیین می‌گردد که با S_j نشان داده می‌شود.

گام سوم: در این گام ضریب فازی محاسبه می‌گردد که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر معیار است. این ضریب فازی با K_i نمایش داده می‌شود و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{K}_L=\begin{Bmatrix} \tilde{i}j = 1 \\ \hat{S}j + \tilde{i}j > 1 \end{Bmatrix} \qquad (۱)$$

گام چهارم: وزن اولیه معیارها طبق رابطه (۲) محاسبه و تعیین می‌گردد که با حرف اختصاری $\tilde{q}_j$ آمده است. لازم به ذکر است وزن معیار نخست که مهم‌ترین معیار است برابر عدد یک در نظر گرفته می‌شود.

$$\tilde{q}_j = \begin{Bmatrix} \tilde{i}j = 1 \\ \frac{\tilde{x}_j - 1}{\tilde{k}_j} > 1 > 1 \end{Bmatrix} \qquad (۲)$$

گام پنجم: در مرحله آخر، وزن نهایی و قطعی معیارها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌شود با استفاده از حرف اختصاری $\tilde{w}$ بر اساس رابطه (۳) محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{w} = \frac{\tilde{q}_j}{\Sigma \tilde{q}_j} \qquad (۳)$$

لازم به ذکر است که خروجی در این گام، به‌صورت وزن‌های نسبی فازی است که باید از طریق رابطه (۴) به اعداد (w_j^u, w_j^m, w_j^l) قطعی تبدیل شوند.

$$Wcrisp = \frac{(w_j^m - w_j^l) + (w_j^u - w_j^l)}{3} + w_j^l \qquad (۴)$$

تکنیک بهترین- بدترین فازی

تکنیک بهترین-بدترین فازی یکی از جدیدترین و کاربردی‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی است که در راستای پاسخ به ابهامات و معایب سایر روش‌های مبتنی بر مقایسه زوجی بین هر یک از این دو معیار (بهترین و بدترین) و دیگر

معیارها انجام می‌پذیرد که یک مسئله حداقل–حداکثری جهت مشخص کردن وزن معیارهای مختلف فرموله و حل می‌گردد (Rezaei, 2015). ازجمله ویژگی‌های برجسته این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی می‌توان نیاز به داده‌های مقایسه‌ای کمتر و همچنین منجر به مقایسه‌ای پایدارتر و استوارتری می‌شود، بدین معنی که جواب‌های قابل اطیمنان‌تری به دست می‌آید (Rezaei, 2016). این روش اولین بار توسط گو و ژائو (Guo & Zhao, 2017) توسعه داده شده است. تکنیک بهترین– بدترین فازی شامل پنج گام و مرحله اصلی است که در ذیل بدان اشاره می‌شود (گو و ژائو، ۲۰۱۷):

گام ۱: در این مرحله، مجموعه معیارهای $\{C1, C2,\ldots, Cn\}$ که باید در تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گیرند، مشخص می‌گردد.

گام ۲: در این بخش، تصمیم‌گیرندگان بهترین (مطلوب‌ترین و مهم‌ترین) و بدترین (نامطلوب‌ترین و بی‌اهمیت‌ترین) معیارها را مشخص می‌کنند.

گام ۳: در این گام، میزان عملکرد بهترین معیار در برابر سایر معیارها تعیین و مشخص می‌شود. بردار نتایج مقایسات بهترین معیار نسبت به بقیه معیارها به‌صورت رابطه (۵) بیان می‌شود:

$$AB= (\alpha_{B1}, \alpha_{B2}, \ldots, \alpha_{Bn}) \qquad (۵)$$

گام ٤: در این مرحله، میزان عملکرد همه معیارها نسبت به بدترین معیار تعیین و مشخص می‌شود. بردار نتایج مقایسات معیارها نسبت به بدترین معیار به‌صورت رابطه (۶) بیان می‌شود:

$$AW= (\alpha_{1w}, \alpha_{2w}, \ldots, \alpha_{nw}) \qquad (۶)$$

گام ۵: در این بخش، مقادیر بهینه وزن‌ها برای معیارها تعیین و مشخص می‌گردد. مقادیر بهینه برای معیارها منحصربه‌فرد است که برای هر جفت از $\frac{W_b}{W_j} - \tilde{\alpha}_{Bj}$ و $\frac{W_j}{W_w} - \tilde{\alpha}_{jW}$ خواهیم داشت. برای برآورده ساختن این شروط برای همه j ها باید راه‌حلی انجام گیرد که مقدار قدر مطلق حداکثر اختلاف $\left|\frac{W_b}{W_j} - \tilde{\alpha}_{Bj} - \tilde{\alpha}_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{W_j}{W_w} - \tilde{\alpha}_{jW}\right|$ حداقل گردد. با توجه به اینکه وزن‌ها غیرمنفی و جمع‌پذیر هستند، مسئله به‌صورت مدل (۱) بیان می‌گردد:

(۱)

$$Min\ Max\ \{\left|\frac{\tilde{W}b}{\tilde{W}j} - \tilde{\alpha}_{Bj}\right| and \left|\frac{\tilde{W}j}{\tilde{W}w} - \tilde{\alpha}_{jW}\right|\}$$

$$S.t$$

$$\sum_{i=1}^{n} R\ (\tilde{W}j) = 1$$

$$l_j^W \le m_j^W \le u_j^W$$

$$L_j^W \ge 1 \qquad j= 1, 2, ..., n$$

$\tilde{\alpha}_{jw} = (l_{jw}, m_{jw}, u_{jw})$, $\tilde{W}w = (l_W^w, m_W^W, u_W^W)$, $\tilde{W}_J = (l_j^w, m_j^W, u_j^W)$, که $\tilde{W}_B = (l_B^w, m_B^W, u_B^W)$ و $\tilde{\alpha}_{BJ} = (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})$ تعریف می‌شود.

در ادامه مدل (۱)، با تعریف $\tilde{\xi} = (l\xi, m\xi, u\xi)$ و $l\xi \le m\xi \le u\xi$ و با در نظر گرفتن $\tilde{\xi}^* = (K^*, K^*, K^*)$ و $K^* \le l\xi$ مدل نهایی به‌صورت مدل (۲) تبدیل و به دست می‌آید.

(۲)

$$Min\ \xi$$

$$S.t$$

$$\left|\frac{(l_B^*, m_B^*, u_B^*)}{(l_j^*, m_j^*, u_j^*)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})\right| \le (K^*, K^*, K^*)$$

$$\left|\frac{(l_j^*, m_j^*, u_j^*)}{(l_{jW}^*, m_w^*, u_w^*)} - (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW})\right| \le (K^*, K^*, K^*)$$

$$\sum_{i=1}^{n} R\ (\tilde{W}j) = 1$$

$$l_j^* \le m_j^* \le u_j^* \qquad j= 1, 2, ..., n$$

با حل مدل (۲)، مقادیر بهینه و نهایی وزن‌های ($W1^*, W2^*, ..., Wn^*$) و مقدار ξ^* و نرخ سازگاری با بهره‌گیری از نظرات خبرگان به دست خواهد آمد.

یافته‌های پژوهش

با استفاده از مرور ادبیات تحقیق در منابع و مراجع معتبر به‌ویژه مطالعات میدانی و نظرسنجی و مصاحبه با خبرگان متخصص و صاحب‌نظر در حوزه صنعت گاز طبیعی، طبق جدول (۱)، تعداد ۳۲ معیار مدیریت ریسک با ۶ بعد (عنوان ریسک) به‌عنوان معیارهای مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی شناسایی و دسته‌بندی شدند. در مرحله بعد، پرسشنامه محقق‌ساخته بین جامعه آماری ذکر شده

توزیع و پس از پاسخ به سؤالات طراحی‌شده و تکمیل آن، میزان اهمیت هر کدام از این معیارها ارزیابی می‌گردد.

به‌منظور محاسبه ضریب و نسبت روایی محتوایی پژوهش و استفاده از روش لاوشه ابتدا شاخص CVR[1] و در ادامه شاخص CVI[2] نسبت به تعداد کل مشارکت‌کنندگان (خبرگان متخصص) که در اجرای این تحقیق به پرسشنامه محقق‌ساخته جواب داده‌اند (۳۱ نفر) انجام می‌گردد. شاخص CVR در محدوده ۰/۳۱ تا ۰/۳۳ قرار می‌گیرد که اگر شاخص محاسبه‌شده برای گویه‌ها، مقدار منفی یا کوچک‌تر از ۰/۳۱ باشد آن گویِ را کنار گذاشته و از پرسشنامه حذف می‌گردد؛ در غیر این صورت، گویه در پرسشنامه باقی می‌ماند. همچنین برای محاسبه شاخص CVI، اگر مقدار حاصل از ۰/۷ کوچک‌تر بود گویه حذف می‌شود؛ اگر بین ۰/۷ تا ۰/۷۹ بود باید بازبینی انجام شود و اگر از ۰/۷۹ بزرگتر بود قابل قبول است. نظر به اینکه هرگز از هر دو روش‌ها همزمان نمی‌توان استفاده کرد، چونکه هر کدام ممکن است نتایج متفاوتی را ارائه کنند، بنابراین برای غلبه بر این مشکل، در این تحقیق، با استفاده از شاخص روایی CVI، شاخص‌هایی که با استفاده از CVR تعیین شده‌اند، مجدداً با استفاده از شاخص CVI مورد سنجش و غربالگری در شاخص‌های تعیین‌شده CVR قرار می‌گیرد (لاوشه، ۱۹۷۵). در نهایت نتایج به‌دست‌آمده از روش لاوشه جهت ارزیابی شاخص‌های CVR و CVI در جدول (۱) و همچنین معیارهای کلیدی و نهایی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی در جدول (۲) دیده می‌شوند.

جدول (۱): ارزیابی معیارهای مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی

عنوان ریسک	معیارهای مدیریت ریسک	شاخص CVR	شاخص CVI	وضعیت (نتیجه پذیرش/ عدم پذیرش)
طراحی	عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی	۰.۸۰۶	۰.۹۰	باقی می‌ماند.
	عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه	۰.۵۴۸	۰.۷۷	باقی می‌ماند.
	بروز تغییرات در طراحی در طول پروژه	-۰.۰۹۷	---	حذف می‌شود.

[1] Content Validity Ratio (CVR)
[2] Content Validity Index (CVI)

	عدم شفافیت برخی از دستورالعمل‌های طراحی	-۰.۰۳۲	---	حذف می‌شود.
فنی	پیچیدگی‌های ناشی از تکنولوژی و نوآوری‌های جدید مورد استفاده در اجرای پروژه	-۰.۳۵۵	---	حذف می‌شود.
	عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه	۰.۶۷۷	۰.۸۳	باقی می‌ماند.
	عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه	۰.۵۴۸	۰.۷۷	باقی می‌ماند.
	عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه	۰.۶۱۳	۰.۸۱	باقی می‌ماند.
	ریسک‌های راه‌اندازی موقت پروژه	۰.۲۲۶	---	حذف می‌شود.
مدیریتی	مشکلات ناشی از اخذ مجوزها و طی شدن روندهای قانونی و مقرراتی	۰.۸۰۶	۰.۹۰	باقی می‌ماند.
	کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی	۰.۴۸۴	۰.۷۴	باقی می‌ماند.
	ضعف در عملکرد و توانایی پایین پیمانکاران پروژه	۰.۵۴۸	۰.۷۷	باقی می‌ماند.
	ضعف در عملکرد و توانایی پایین تأمین‌کنندگان پروژه	۰.۵۴۸	۰.۷۷	باقی می‌ماند.
	فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران	۰.۴۱۹	۰.۷۱	باقی می‌ماند.
	عدم پایبندی به تعهدات ارائه‌شده به ذینفعان پروژه (نارضایتی ذینفعان، شکل-گیری پرونده‌های قضایی و حقوقی، اتلاف در منابع مالی و زمان و ...)	۰.۰۳۲	---	حذف می‌شود.
	برون‌سپاری نامناسب پروژه	۰.۰۳۲	---	حذف می‌شود.
مدیریتی	عدم‌کفایت منابع انسانی و سازمانی پروژه	۰.۱۶۱	---	حذف می‌شود.
زیست محیطی	خطر رانش، حرکت زمین و فرونشست در اجرای پروژه	۰.۵۴۸	۰.۷۷	باقی می‌ماند.
	توقف در کار به دلیل مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله و غیره)	۰.۶۱۳	۰.۷۱	باقی می‌ماند.
	شرایط جوی نامناسب	-۰.۲۹۰	---	حذف می‌شود.
ایمنی	توقف در کار به دلیل مخاطرات ایمنی (بروز حوادث آتش‌سوزی و خسارت به اموال، نشت گاز و ...)	۰.۰۹۷	---	حذف می‌شود.
	توقف در کار به دلیل عوامل زیان‌آور در محیط کار (عوامل بیماری‌زا، گرما، سرما و ...)	-۰.۲۲۶	---	حذف می‌شود.
	عدم رعایت استاندارد و فاکتورهای ایمنی در طراحی	۰.۴۸۴	۰.۷۴	باقی می‌ماند.
مالی و اقتصادی	عدم تأمین به‌موقع منابع مالی	۰.۸۰۶	۰.۹۰	باقی می‌ماند.
	هزینه فرصت ازدست‌رفته	۰.۰۳۲	---	حذف می‌شود.
	خرید و تأمین نامناسب و بدون کیفیت اقلام، کالاها و تجهیزات مورد استفاده در پروژه	۰.۴۱۹	۰.۷۱	باقی می‌ماند.
	عدم اجرای بودجه‌ریزی عملیاتی	۰.۲۲۶	---	حذف می‌شود.
	اشکال در تهیه اسناد و برگزاری مناقصات و استعلامات و انتخاب پیمانکاران	۰.۲۹۰	---	حذف می‌شود.

	واجد صلاحیت			
	برآورد نامناسب هزینه‌ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء	۰.۶۱۳	۰.۸۱	باقی می‌ماند.
	اشکالات در فهرست بهاء	۰.۱۶۱	---	حذف می‌شود.
	عدم توانایی در تهیه اقلام، کالاها و تجهیزات مورد استفاده در پروژه به علت تحریم و ممنوعیت‌های خاص	۰.۲۲۶	---	حذف می‌شود.
	نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی	۰.۴۱۹	۰.۷۱	باقی می‌ماند.

جدول (۲): معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی

ردیف	عنوان ریسک	معیارهای کلیدی مدیریت ریسک
۱	طراحی	عدم کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی
۲		عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه
۳	فنی	عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه
۴		عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه
۵		عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه
۶	مدیریتی	مشکلات ناشی از اخذ مجوزها و طی شدن روندهای قانونی و مقرراتی
۷		کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی
۸		ضعف در عملکرد و توانایی پایین پیمانکاران پروژه
۹		ضعف در عملکرد و توانایی پایین تأمین‌کنندگان پروژه
۱۰		فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران
۱۱	زیست‌محیطی	خطر رانش، حرکت زمین و فرونشست در اجرای پروژه
۱۲		توقف در کار به دلیل مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله و غیره)
۱۳	ایمنی	عدم رعایت استاندارد و فاکتورهای ایمنی در طراحی
۱۴	مالی و اقتصادی	عدم تأمین به‌موقع منابع مالی
۱۵		خرید و تأمین نامناسب و بدون کیفیت اقلام، کالاها و تجهیزات مورد استفاده در پروژه
۱۶		برآورد نامناسب هزینه‌ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء
۱۷		نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی

بر اساس یافته‌های به‌دست‌آمده از نتایج محاسبه شاخص CVR برای ارزیابی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی، از

۳۲ معیار در نظر گرفته شده، ۱۷ معیار در پرسشنامه باقی می‌ماند و ۱۵ معیار به دلیل عدم احراز سطح شاخص از پرسشنامه کنار گذاشته و حذف می‌شود. همچنین طبق نتایج جدول (۱)، از ۱۷ معیار مدیریت ریسک شناسایی‌شده، همان ۱۷ معیار برحسب نتایج شاخص CVI باقی‌مانده است که به‌عنوان معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در جدول (۲) نمایش داده شده است.

پس از انجام و انتخاب معیارهای کلیدی و نهایی مدیریت ریسک مطابق جدول (۲)، در مرحله بعد وزن بهینه و نهایی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از تکنیک سوارا فازی انجام می‌گردد. نتایج آن با توجه به گام‌های پنج‌گانه اشاره‌شده در انجام تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی در جداول (۳) تا (۴) و نمودار (۱) دیده می‌شود.

جدول (۳): محاسبات نهایی مربوط به تعیین میزان اهمیت نسبی (Sj)، ضریب فازی (Kj)، وزن اولیه هر معیار (qj) و وزن نهایی و قطعی (wj) مقادیر معیارها مربوط به معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی

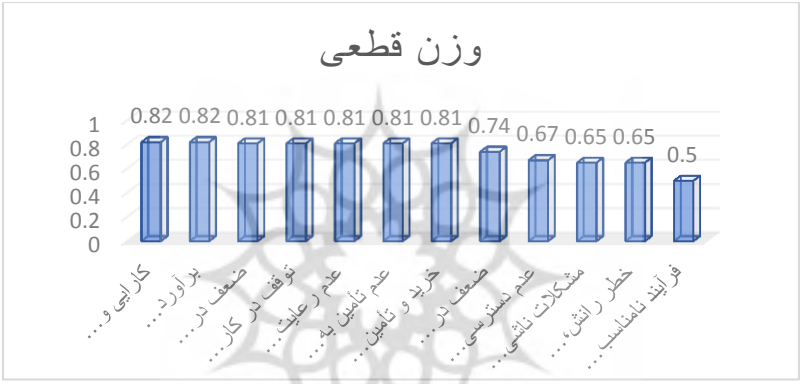
رتبه	wj	qj	Kj	Sj	معیارهای کلیدی مدیریت ریسک
۱	۰.۸۹	۰.۳۵	۱.۶۳	۰.۶۳	عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه
۱	۰.۸۹	۰.۲	۱.۷۳	۰.۷۳	نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی
۲	۰.۸۲	۰.۱۱	۱.۸۷	۰.۸۷	عدم کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی
۲	۰.۸۲	۱	۱	۰.۰۰	عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه
۲	۰.۸۲	۰.۰۲	۱.۸۳	۰.۸۳	عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه
۲	۰.۸۲	۰	۱.۷	۰.۷۰	کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی
۲	۰.۸۲	۰.۰۶	۱.۷۵	۰.۷۵	برآورد نامناسب هزینه ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء
۳	۰.۸۱	۰	۱.۸	۰.۸۰	ضعف در عملکرد و توانایی پایین تأمین‌کنندگان پروژه
۳	۰.۸۱	۰	۱.۸۸	۰.۸۸	توقف در کار به دلیل مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله و غیره)
۳	۰.۸۱	۰	۱.۸۷	۰.۸۷	عدم رعایت استاندارد و فاکتورهای ایمنی در طراحی
۳	۰.۸۱	۰	۱.۶۹	۰.۶۹	عدم تأمین به‌موقع منابع مالی
۳	۰.۸۱	۰.۰۱	۱.۹۷	۰.۹۷	خرید و تأمین نامناسب و بدون کیفیت اقلام، کالاها و تجهیزات

					مورد استفاده در پروژه
۴	۰.۷۴	۰.۰۱	۱.۹	۰.۹۰	ضعف در عملکرد و توانایی پایین پیمانکاران پروژه
۵	۰.۶۷	۰	۱.۸۷	۰.۸۷	عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه
۵	۰.۶۷	۰	۱.۸۷	۰.۸۷	عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه
۶	۰.۶۵	۰	۱.۷	۰.۷۰	مشکلات ناشی از اخذ مجوزها و طی شدن روندهای قانونی و مقرراتی
۶	۰.۶۵	۰.۰۴	۱.۷۳	۰.۷۳	خطر رانش، حرکت زمین و فرونشست در اجرای پروژه
۷	۰.۵۰	۰.۵۷	۱.۷۷	۰.۷۷	فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران

جدول (٤): وزن نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از تکنیک سوارا فازی

ردیف	رتبه	معیارهای کلیدی مدیریت ریسک	وزن نهایی و قطعی
۱	۱	عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه	۰.۸۹
۲	۱	نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی	۰.۸۹
۳	۲	عدم کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی	۰.۸۲
۴	۲	عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه	۰.۸۲
۵	۲	عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه	۰.۸۲
۶	۲	کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی	۰.۸۲
۷	۲	برآورد نامناسب هزینه‌ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء	۰.۸۲
۸	۳	ضعف در عملکرد و توانایی پایین تأمین‌کنندگان پروژه	۰.۸۱
۹	۳	توقف در کار به دلیل مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله و غیره)	۰.۸۱
۱۰	۳	عدم رعایت استاندارد و فاکتورهای ایمنی در طراحی	۰.۸۱
۱۱	۳	عدم تأمین به‌موقع منابع مالی	۰.۸۱
۱۲	۳	خرید و تأمین نامناسب و بدون کیفیت اقلام، کالاها و	۰.۸۱

		تجهیزات مورد استفاده در پروژه	
۰.۷۴	۴	ضعف در عملکرد و توانایی پایین پیمانکاران پروژه	۱۳
۰.۶۷	۵	عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه	۱۴
۰.۶۵	۶	مشکلات ناشی از اخذ مجوزها و طی شدن روندهای قانونی و مقرراتی	۱۵
۰.۶۵	۶	خطر رانش، حرکت زمین و فرونشست در اجرای پروژه	۱۶
۰.۵۰	۷	فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران	۱۷



نمودار (۱): وزن نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از تکنیک سوارا فازی

همانگونه که از جدول (۴) و نمودار (۱) مشاهده می‌گردد دو معیار کلیدی عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه و نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی با وزن نهایی و قطعی ۰/۸۹ بیشترین وزن و پنج معیار کلیدی عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی، عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه، عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه، کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی و برآورد نامناسب هزینه‌ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء با وزن نهایی و قطعی ۰/۸۲ در رتبه دوم نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی قرار دارند و معیار فرآیند نامناسب

ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران در رتبه هفتم با کمترین وزن نهایی و قطعی به مقدار ۰/۵۰ قرار گرفته است.

در ادامه به‌منظور مقایسه نتایج دو تکنیک نامبرده در مطالعه حاضر، با توجه به گام-های پنج‌گانه اشاره‌شده در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین- بدترین فازی و شناسایی عوامل کلیدی بهترین و بدترین معیارهای مدیریت ریسک در نظر گرفته شده، مراحل و ماهیت دی‌فازی سازی[1]، ماتریس اولیه تصمیم[2]، ارزیابی اهمیت بهترین و بدترین معیار نسبت به سایر معیارها و در نهایت محاسبه وزن بهینه و نهایی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی طبق جدول (۲) انجام و در جداول (۵) تا (۷) و نمودارهای (۲) تا (۴) آمده است. همچنین در این تحقیق از اعداد $\tilde{M}= (l, m, u)$ فازی مثلثی استفاده می‌شود که یک عدد فازی مثلثی است و بیانگر بزرگ‌ترین، محتمل‌ترین و کوچک‌ترین ارزش ممکن در مجموعه خود هستند.

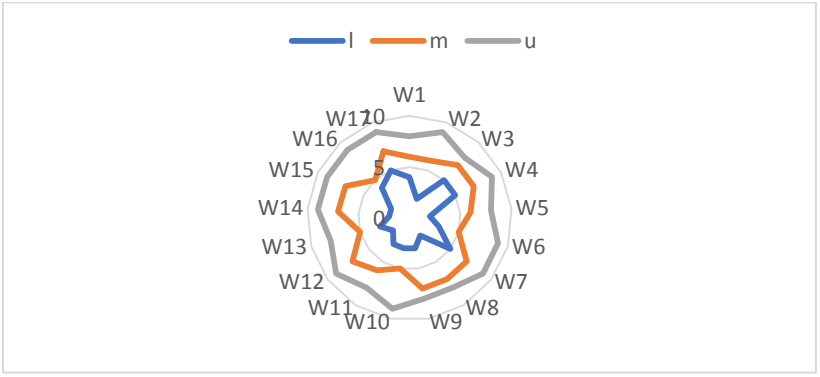
بر اساس یافته‌ها و ارزیابی صورت گرفته مطابق جدول (۱)، معیار عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی با وزن ۰/۹۰، به‌عنوان بهترین (مطلوب‌ترین، مهم‌ترین) با بیشترین اهمیت و معیار فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران پروژه با وزن ۰/۷۱، به‌عنوان بدترین (نامطلوب‌ترین، کم‌اهمیت‌ترین) با کمترین اهمیت دارا هستند.

جدول (۵): ارزیابی اهمیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی (نرمال‌سازی مقادیر)

معیار مقادیر	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
l	۴	۲	۵	۵	۲	۳	۵	۲	۳
m	۶	۶	۷	۷	۶	۵	۷	۷	۷
u	۸	۹	۸	۹	۸	۹	۹	۸	۸
معیار مقادیر	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	
l	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۴	۵	

[1] CFCS
[2] Initial decision matrix

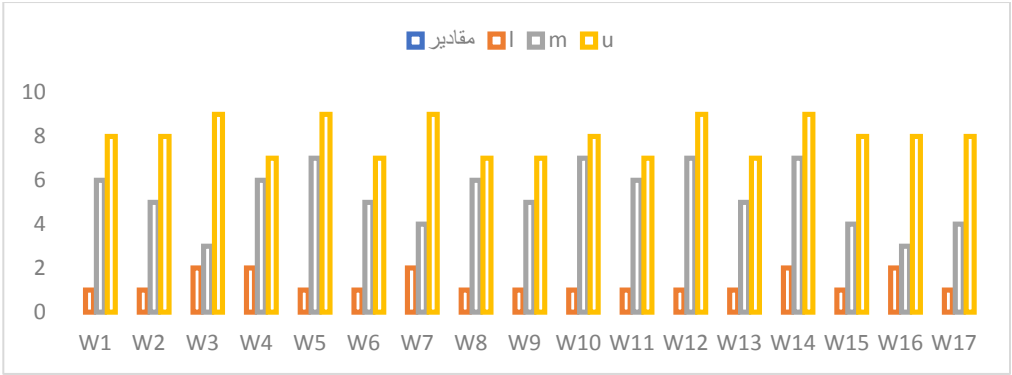
m	۵	۶	۷	۵	۷	۷	۵	۷	
u	۹	۸	۹	۸	۹	۹	۹	۹	



نمودار (۲): ارزیابی اهمیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی (نرمال‌سازی مقادیر)

جدول (٦): ارزیابی اهمیت بدترین معیار نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی (نرمال‌سازی مقادیر)

معیار مقادیر	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
l	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۱
m	۶	۵	۳	۶	۷	۵	۴	۶	۵
u	۸	۸	۹	۷	۹	۷	۹	۷	۷
معیار مقادیر	**W10**	**W11**	**W12**	**W13**	**W14**	**W15**	**W16**	**W17**	
l	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۱	
m	۷	۶	۷	۵	۷	۴	۳	۴	
u	۸	۷	۹	۷	۹	۸	۸	۸	



نمودار (۳): ارزیابی اهمیت بدترین معیار نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی (نرمال‌سازی مقادیر)

سپس بر اساس مدل (۲) در تکنیک بهترین – بدترین فازی، مسئله بهینه‌سازی بسط داده می‌شود و با توجه به محاسبه حد و کران بالا و پایین مقادیر نرمال شده و مقادیر قطعی در بهترین و بدترین معیار نسبت به سایر معیارها، نتیجه محاسبات در قالب مدل (۲) به‌صورت مدل (۳) ارائه می‌گردد.

مدل (۳)

$$\text{Min } \xi^*$$

S.t.

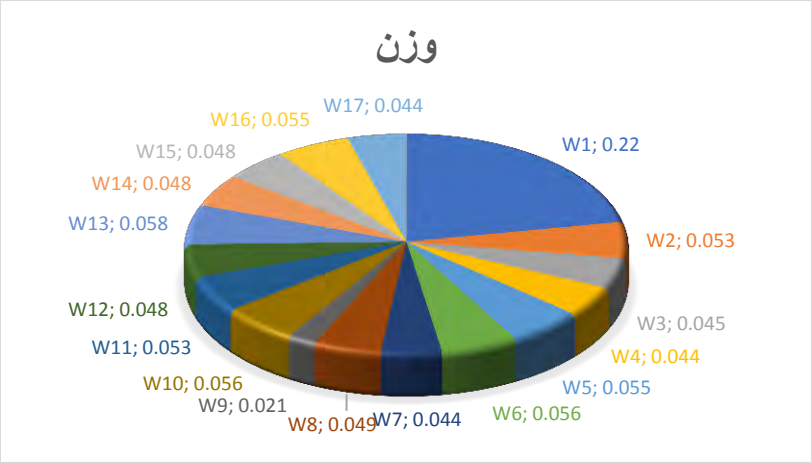
$|W1 - 5.78\ W2| \le \varepsilon$
$|W1 - 6.78\ W3| \le \varepsilon$
$|W1 - 7\ W4| \le \varepsilon$
$|W1 - 5.57\ W5| \le \varepsilon$
$|W1 - 5.43\ W6| \le \varepsilon$
$|W1 - 7\ W7| \le \varepsilon$
$|W1 - 6.2\ W8| \le \varepsilon$
$|W1 - 6.39\ W9| \le \varepsilon$
$|W1 - 5.43\ W10| \le \varepsilon$
$|W1 - 5.78\ W11| \le \varepsilon$
$|W1 - 6.36\ W12| \le \varepsilon$
$|W1 - 5.22\ W13| \le \varepsilon$
$|W1 - 6.36\ W14| \le \varepsilon$
$|W1 - 6.36\ W15| \le \varepsilon$
$|W1 - 5.61\ W16| \le \varepsilon$
$|W1 - 7\ W17| \le \varepsilon$

$|W2 - 4.78\ W14| \le \varepsilon$
$|W3 - 3.98\ W14| \le \varepsilon$
$|W4 - 5.39\ W14| \le \varepsilon$
$|W5 - 6.16\ W14| \le \varepsilon$
$|W6 - 4.57\ W14| \le \varepsilon$
$|W7 - 4.64\ W14| \le \varepsilon$
$|W8 - 5.20\ W14| \le \varepsilon$
$|W9 - 4.57\ W14| \le \varepsilon$
$|W10 - 6.02\ W14| \le \varepsilon$
$|W11 - 5.2\ W14| \le \varepsilon$
$|W12 - 6.16\ W14| \le \varepsilon$
$|W13 - 6.36\ W14| \le \varepsilon$
$|W15 - 4.22\ W14| \le \varepsilon$
$|W16 - 3.80\ W14| \le \varepsilon$
$|W17 - 4.22\ W14| \le \varepsilon$

در نهایت با جمع معیارها که بایستی عدد یک شود، وزن بهینه و نهایی محاسبه شده معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی، نرخ سازگاری و مقدار ξ^* در جدول و نمودار ذیل مشاهده می‌گردد.

جدول (۷): وزن نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از تکنیک بهترین – بدترین فازی

ردیف	معیارهای کلیدی مدیریت ریسک	وزن نهایی و قطعی
۱	عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی (W1)	۰/۲۲
۲	عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه (W2)	۰/۰۵۳
۳	عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه (W3)	۰/۰۴۵
۴	عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه (W4)	۰/۰۴۴
۵	عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه (W5)	۰/۰۵۵
۶	مشکلات ناشی از اخذ مجوزها و طی شدن روندهای قانونی و مقرراتی (W6)	۰/۰۵۶
۷	کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی (W7)	۰/۰۴۴
۸	ضعف در عملکرد و توانایی پایین پیمانکاران پروژه (W8)	۰/۰۴۹
۹	ضعف در عملکرد و توانایی پایین تأمین‌کنندگان پروژه (W9)	۰/۰۲۱
۱۰	فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران (W10)	۰/۰۵۶
۱۱	خطر رانش، حرکت زمین و فرونشست در اجرای پروژه (W11)	۰/۰۵۳
۱۲	توقف در کار به دلیل مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله و غیره) (W12)	۰/۰۴۸
۱۳	عدم رعایت استاندارد و فاکتورهای ایمنی در طراحی (W13)	۰/۰۵۸
۱۴	عدم تأمین به‌موقع منابع مالی (W14)	۰/۰۴۸
۱۵	خرید و تأمین نامناسب و بدون کیفیت اقلام، کالاها و تجهیزات مورد استفاده در پروژه (W15)	۰/۰۴۸
۱۶	برآورد نامناسب هزینه‌ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء (W16)	۰/۰۵۵
۱۷	نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی (W17)	۰/۰۴۴
مجموع اوزان ۱/۰۰	نرخ سازگاری ۰/۰۶۲	مقدار ξ^* ۰/۰۹۶



نمودار (٤): وزن نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از تکنیک بهترین– بدترین فازی

همانگونه که از جدول (۷) و نمودار (۴) مشاهده می‌گردد معیار کلیدی عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی با وزن نهایی و قطعی ۰/۲۲ بیشترین وزن را نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی دارند و معیار فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران با کمترین وزن نهایی و قطعی به مقدار ۰/۰۴۸ قرار گرفته است.

در نهایت به‌منظور مقایسه نتایج حاصل شده از وزن نهایی و قطعی یافته‌های به‌دست‌آمده با انجام دو تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی و بهترین–بدترین فازی به ترتیب بیشترین تا کمترین اهمیت در جدول (۷) مشاهده می‌شود.

جدول (۷): مقایسه نتایج حاصل‌شده از وزن نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از تکنیک سوارا فازی و بهترین– بدترین فازی

ردیف	معیارهای کلیدی مدیریت ریسک	وزن قطعی با رویکرد سوارا فازی	وزن قطعی با رویکرد بهترین– بدترین فازی
۱	عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه	۰.۸۹	۰/۰۴۴
۲	نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی	۰.۸۹	۰/۰۴۴
۳	عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی	۰.۸۲	۰/۲۲
۴	عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه	۰.۸۲	۰/۰۵۳

۵	عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه	۰.۸۲	۰/۰۴۵
۶	کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی	۰.۸۲	۰/۰۴۴
۷	برآورد نامناسب هزینه‌ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء	۰.۸۲	۰/۰۵۵
۸	ضعف در عملکرد و توانایی پایین تأمین‌کنندگان پروژه	۰.۸۱	۰/۰۲۱
۹	توقف در کار به دلیل مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله و غیره)	۰.۸۱	۰/۰۴۸
۱۰	عدم رعایت استاندارد و فاکتورهای ایمنی در طراحی	۰.۸۱	۰/۰۵۸
۱۱	عدم تأمین به‌موقع منابع مالی	۰.۸۱	۰/۰۴۸
۱۲	خرید و تأمین نامناسب و بدون کیفیت اقلام، کالاها و تجهیزات مورد استفاده در پروژه	۰.۸۱	۰/۰۴۸
۱۳	ضعف در عملکرد و توانایی پایین پیمانکاران پروژه	۰.۷۴	۰/۰۴۹
۱۴	عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه	۰.۶۷	۰/۰۵۵
۱۵	مشکلات ناشی از اخذ مجوزها و طی شدن روندهای قانونی و مقرراتی	۰.۶۵	۰/۰۵۶
۱۶	خطر رانش، حرکت زمین و فرونشست در اجرای پروژه	۰.۶۵	۰/۰۵۳
۱۷	فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران	۰.۵۰	۰/۰۵۶

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های ذکر شده در بخش پنج این پژوهش، به مدیران شرکت گاز کمک می‌کند تا چالش‌های موجود در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با در نظر گرفتن معیارهای کلیدی مدیریت ریسک را شناسایی نمایند تا با توجه به محدودیت‌ها و مشکلات به وجود آمده در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز در جهت رهایی و برون‌رفت از این چالش‌ها اقدامات و راه‌کارهایی کاربردی و مدیریتی به عمل آورند و برنامه‌ریزی نمایند.

در این پژوهش، مطابق نظرات خبرگان متخصص در حوزه صنعت گاز طبیعی، با استفاده از روش لاوشه معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی شناسایی شده است. همچنین با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی و بهترین- بدترین فازی وزن نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز نیز تعیین گردید.

بر اساس یافته‌های به‌دست‌آمده در بخش پنج این پژوهش، از بین ۳۲ معیار مدیریت ریسک، ۱۷ معیار برحسب نتایج محاسبه شاخص CVI باقی‌مانده است.

همچنین طبق ارزیابی صورت گرفته اوزان نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی در جدول (۴) و نمودار (۱) مشاهده می‌گردد. براین اساس دو معیار کلیدی عدم کنترل برنامه زمان‌بندی پروژه و نوسانات در نرخ ارز و تورم در بازارهای اقتصادی با وزن قطعی ۰/۸۹ بیشترین وزن را نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز دارند. همچنین به ترتیب معیارهای عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی، عدم تسلط کافی مهندس طراح جهت تهیه پکیج پروژه، عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای پروژه، کارایی و اثربخشی ضعیف و نادرست مدیریتی و نظارتی و برآورد نامناسب هزینه‌ها و صورت مقادیر و عدم توجه به فهرست بهاء در رتبه دوم با وزن قطعی ۰/۸۲، معیارهای ضعف در عملکرد و توانایی پایین تأمین‌کنندگان پروژه، توقف در کار به دلیل مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله و غیره)، عدم رعایت استاندارد و فاکتورهای ایمنی در طراحی، عدم تأمین به‌موقع منابع مالی و خرید و تأمین نامناسب و بدون کیفیت اقلام، کالاها و تجهیزات مورد استفاده در پروژه در رتبه سوم با وزن قطعی ۰/۸۱، معیار ضعف در عملکرد و توانایی پایین پیمانکاران پروژه در رتبه چهارم با وزن قطعی ۰/۷۴، معیار عدم دسترسی به‌موقع به اقلام، کالاها و تجهیزات باکیفیت و مطلوب مورد استفاده در پروژه در رتبه پنجم با وزن قطعی ۰/۶۷، دو معیار مشکلات ناشی از اخذ مجوزها و طی شدن روندهای قانونی و مقرراتی و خطر رانش، حرکت زمین و فرونشست در اجرای پروژه در رتبه ششم با وزن قطعی ۰/۶۵ و معیار فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران در رتبه هفتم با وزن قطعی ۰/۵۰ قرار گرفته است.

از طرفی دیگر، برحسب ارزیابی صورت گرفته با توجه به یافته‌های جدول (۷) و نمودار (۴) که با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین- بدترین فازی انجام‌شده است، اوزان نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی نشان داده شده است. ازاین‌رو معیار عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی با وزن قطعی ۰/۲۲، به‌عنوان بهترین (مطلوب‌ترین، مهم‌ترین) با بیشترین اهمیت و معیار فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران با کمترین وزن قطعی به مقدار ۰/۰۴۸، به‌عنوان بدترین (نامطلوب‌ترین، کم‌اهمیت‌ترین) با کمترین اهمیت نسبت به سایر معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز در نظر گرفته شده و ارزیابی می‌شوند.

بر همین اساس، طبق نتایج حاصل‌شده از اوزان نهایی و قطعی معیارهای کلیدی مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی با استفاده از دو تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی و بهترین– بدترین فازی، چنین استنباط می‌گردد که معیار عدم‌کفایت یا نقص اطلاعات فنی برای طراحی در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین – بدترین فازی با وزن قطعی (۰/۲۲) با رتبه دوم در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارافازی فازی با وزن قطعی (۰/۸۲) هم‌خوانی دارد و از بیشترین اهمیت برخوردار است. همچنین معیار فرآیند نامناسب ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و پیمانکاران در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین–بدترین فازی با وزن قطعی (۰/۵۰) و در تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارافازی فازی با وزن قطعی (۰/۰۴۸) کمترین اهمیت را به خود اختصاص داده که اشتراک معنایی با یکدیگر دارند.

با مقایسه نتایج دو تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و کاربرد آن در حوزه مورد مطالعه، نتایج حاصل از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین– بدترین فازی اولویت بالاتری نسبت به نتایج حاصل شده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی دارد. دلیل برتری نتایج بدست آمده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین– بدترین فازی نسبت به سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی دیگر، این است که در راستای پاسخ به ابهامات در داده‌ها و اطلاعات موجود جواب‌های قابل اطمینان، پایدار و استوارتری به دست می‌آید.

با عنایت به بخش یافته‌های این پژوهش، در یک جمع‌بندی کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که بایستی مدیران ارشد حوزه صنعت گاز تدابیر مدیریتی مؤثر و هدفمندی از جمله: نظارت کامل و دقیق بر بخش‌های عملیاتی، هماهنگی و ارتباط اثربخش بین بخش‌های کارفرما و پیمانکار، به‌کارگیری نیروهای متخصص با شرایط خاص پروژه و باتجربه و دارای دانش فنی و اجرایی مرتبط در زمینه طراحی پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی و همچنین به‌کارگیری نفرات فنی جهت فرآیند بررسی و خرید تجهیزات پروژه، بروز بودن علم و آگاهی نیروهای مهندسی مشاور و طراح با فناوری‌ها و تکنولوژی‌های نوین و جدید، طراحی کامل، جامع و فنی پروژه با در نظر گرفتن کلیه جزئیات اجرایی در نقشه‌ها جهت گستردگی و پراکنده بودن پروژه‌های گازی، حضور مهندس طراح در محل و بازدید از پروژه و شناسایی مشکلات پروژه قبل از مرحله طراحی و رعایت ملزومات و نیازمندی آن، ارزیابی و انتخاب سیستماتیک و تهیه لیست و فهرست از تأمین‌کنندگان مورد تأیید و توانمند شرکت‌های گازی و غیره در راستای افزایش اثربخشی و مدیریت بهینه در اجرای پروژه‌های شبکه‌های توزیع گاز طبیعی گام بردارند.

در خصوص پیشنهادهای پژوهشی نیز پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی با بهره‌گیری از رویکردهایی مانند آراس[1] فازی و واسپاس فازی و مقایسه نتایج به‌دست‌آمده با پژوهش جاری در صنعت مورد مطالعه پرداخته شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

References:

Asgari, Mohammad Mehdi; Sadeghi Shahdani, Mehdi and Seifloo, Sajjad. (2015). Identifying and prioritizing the risks of Iran's upstream oil and gas projects using the risk structure format (RBS) and TOPSIS technique. Economic Policy and Research Quarterly, 24(78).

Bahrami, S and Rastegar, M. (2022). Security - based critical power distribution feeder identification: application of fuzzy BWM-VIKOR and SECA. *International journal of electrical power and energy systems*.

Balali, A; Valipour, A; Edwards, R and Moehler, R. (2021). Ranking effective risks on human resources threats in natural gas supply

[1] Additive Ratio Assessment (ARAS)

projects using ANP-COPRAS method: Case study of Shiraz. *Reliability engineering and system safety*.

Barkhordari Ahmadi, M; Jamali, E.(2017). Identifying Risks of Oil Industry Projects Based on PMBOK's Standard, and Ranking Them by Using FAHP & Fuzzy TOPSIS Case study: Tehran Jonoob Technical and Construction Company, in the Site of Persian Gulf Star Oil Company. Roshd-e-Fanavari.13(50).

Celik, E and Gul, M. (2021). "Hazard identification, risk assessment and control for dam construction safety using an integrated BWM and MARCOS approach under interval type-2 fuzzy sets environment. *Automation in construction*.

Dos Santos, Sidney Pereira; Eugenio Leal, Jose and Oliveira, Fabri. (2011). Th development of a natural gas transportation logistics management system. Energy Policy 39.

Flanagan, R., Norman, G. (2000). Risk Management and Construction. *Blackwell Publishing Ltd, Oxford*.

Guo, S., Zhao, H., 2017. Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-based systems*.

Kraidi, L; Shah, R; Matipa, W and Borthwick, F. (2021). An investigation of mitigating the safety and security risks allied with oil and gas pipeline projects. *Journal of pipeline science and engineering*.

Lawshe, C.H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Phrsonnhl psychoi*.ogy.

Masoomi, B; Ghasemian Sahebi, I; Fathi, M; Yildirim, F and Ghorbani, S. (2022). Strategic supplier selection for renewable energy supply chain under green capabilities (fuzzy BWM-WASPAS-COPRAS approach). *Energy strategy reviews*.

Masoumbeigi H, Sadat Rasoul M, Qanizadeh G. Risk Identification and Assessment in Hashtgerd Drinking Water Facilities by FMEA Method. J Mar Med 2022; 3 (4):218-228

Matbou, F and Maleki, A. (2022). Prioritizing strategic innovative energy technologies for development by a novel fuzzy approach based on distances from ideals (case study: Upstream technologies of Iran's oil industry fields). Energy Rep.

Mirmohammadsadeghi, S., & Nabavianpour, M. (2019). Investigating the Risk of Garmsar Water Distribution Network through Binary and TOPSIS Methods Using GIS. Journal of Water and Sustainable Development, 6(1), 15-22. doi: 10.22067/jwsd.v6i1.73620.

Mohtashami, A. (2021). "A novel modified fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method". *Expert systems with applications*.

Moradi, Afshar; Najafi Kani, Ibrahim and Parvini, Mehdi. (2016). Risk assessment of urban gas distribution network using hierarchical analysis in Sanandaj city. Bimonthly journal of work health of Iran, 14(4).

Mouli-Castillo, J; Haszeldine, S. R; Kinsella, K; Wheeldon, M and McIntosh, A. (2021). A quantitative risk assessment of a domestic property connected to a hydrogen distribution network. *International journal of hydrogen energy*.

Nasrollahi, M., & Asgharizadeh, E. (2019). Identification and Prioritization of Criteria affecting the Productivity of Production Factors in Broiler Industry Using Fuzzy Best-Worst Method: A Case Study of West Azerbaijan Province of Iran. *Agricultural Economics and Development*, *27*(2), 237-261. doi: 10.30490/aead.2019.95476

Nasrollahi, M; Ramezani, J and Sadraei, M. (2020). "A FBWM-PROMETHEE approach for industrial robot selection". Heliyon.

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*.

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*.

Tehrani, R., Ebrahimi, S. N., & Misaghi Farouji, J. (2020). RISK MANAGEMENT OF IRAN UPSTREAM OIL AND GAS INVESTMENT CONTRACTS, GROUNDED THEORY METHOD (GTM) & TEFCEL APPROACH. *Journal Of Researches Energy Law Studies*, *6*(2), 265-284. doi: 10.22059/jrels.2021.282338.285

Zhang, Y and Fan, Z.P. (2014). An optimization method for selecting project risk response strategies. Int. J. *Proj. Manage*. 32 (3), 412–422.

COPYRIGHTS

© 2023 by the authors. Licensee Advances in Modern Management Engineering Journal. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).