

یک روش کاربردی برای رتبه‌بندی و انتخاب سبد پروژه‌ها بر مبنای ارزیابی کیفی ریسک

محمدعلی هاتفی*

استادیار گروه اقتصاد و مدیریت انرژی، دانشگاه صنعت نفت

(تاریخ دریافت ۹۲/۶/۲۹ - تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۹۴/۶/۲۲ - تاریخ تصویب ۹۴/۱۱/۶)

چکیده

انجام‌دادن پروژه‌ها راهی اساسی برای اجرای راهبردهای سازمانی، به‌ویژه در سازمان‌های پروژه‌محور است. در این‌گونه سازمان‌ها، تصمیم‌گیرندگان همواره با مسئله انتخاب سبد پروژه‌ها روبه‌رو هستند و البته تمایل دارند با توجه به درجه ریسک‌پذیری خود، منابع محدود سازمان را به سمت پروژه‌هایی هدایت کنند که کمترین تهدید و بیشترین فرصت را داشته باشند. پژوهش حاضر روشی جدید را برای رتبه‌بندی و انتخاب سبد پروژه‌ها با توجه به گرایش ریسک تصمیم‌گیرندگان ارائه می‌دهد. در این روش، به‌دلیل سهولت کاربرد، قضاوت خبرگان در قالب تخمین‌های کیفی ارائه می‌شود. همچنین، روش پیشنهادی شامل روش ویژه‌ای برای محاسبه سطح ریسک کل است که در آن از مشکلات محاسباتی روش‌های سنتی اجتناب می‌شود. در انتهای پژوهش، کاربرد روش پیشنهادی در نمونه واقعی مربوط به صنعت سازه‌های فولادی تحلیل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انتخاب سبد پروژه‌ها، تحلیل کیفی ریسک پروژه، رتبه‌بندی پروژه‌ها، گرایش ریسک، مدیریت سبد پروژه‌ها.

مقدمه

مناسب از پروژه‌ها را برگزینند. ساختار پژوهش شامل شش بخش است که با مقدمه آغاز می‌شود و در ادامه پیشینه تحقیق بیان می‌شود. پس از تشریح شدن مشخصات تحقیق و طرح مسئله، روش پیشنهادی برای رتبه‌بندی و انتخاب سبد پروژه‌ها ارائه می‌شود. همچنین، روند اجرای مدل توسعه‌داده‌شده در موقعیتی واقعی تشریح می‌شود. در نهایت، نتیجه تحقیق بیان می‌شود.

پیشینه تحقیق

ادبیات موضوع پروژه سابقه‌ای چند ده‌ساله در مبحث انتخاب پروژه‌ها با نگاه به ریسک دارد. بنابر تعریف کوپر و چپمن [۳]، ریسک عبارت است از وقوع ضرر یا سود اقتصادی و مالی، صدمات یا خسارت‌های کیفی و جسمی و تأخیراتی که به دلیل وجود عدم قطعیت در انجام‌دادن هر کاری حادث می‌شوند. عده‌ای از پژوهشگران در زمینه ارزش و جایگاه استفاده از روش‌های تحلیل ریسک در

بقای سازمان‌ها به تدوین راهبردهای مناسب و اجرای صحیح آن‌ها وابسته است. بنابر آمار موجود، حدود ۶۶ درصد از راهبردهای سازمانی با شکست مواجه می‌شوند که ریشه آن در اجراشدن صحیح این راهبردهاست [۱]. یکی از راه‌های اجرای راهبردها، به‌ویژه در سازمان‌های پروژه‌محور، انجام‌دادن پروژه‌هاست. با توجه به محدودیت‌های سازمان‌ها، به‌ویژه سطح بودجه، بی‌گمان یکی از مهم‌ترین مسائل این سازمان‌ها مدیریت سبد پروژه‌ها (PPM)^۱ است. جفری [۲] PPM را شامل فرایند نظام‌مند انتخاب، پشتیبانی و مدیریت مجموعه پروژه‌های شرکت می‌داند. یکی از زیرمجموعه‌های PPM، مسئله انتخاب سبدهای مناسب از پروژه‌هاست. تحلیل ریسک (تهدیدها و فرصت‌ها) راهکاری است که به این انتخاب بسیار کمک می‌کند. پژوهش حاضر روشی کاربردی را ارائه می‌کند که تصمیم‌گیرنده به کمک آن می‌تواند با نگاهی پویا به پروژه‌ها و با توجه به تهدیدها و فرصت‌ها، سبدهای

توسعه دادند که در آن از داده‌های تاریخی^{۱۷} برای تحلیل ریسک استفاده شد.

مشخصات تحقیق و طرح مسئله

مطالعات نشان می‌دهند علی‌رغم رشد کارهای تحقیقاتی، سازمان‌ها هنوز برای انتخاب و مدیریت سبد پروژه‌ها آماده نیستند [۱۶] و شاید بتوان علت آن را در بی‌توجهی به تحقیقات کاربردی دانست. محققانی نظیر سودر و شرمن [۱۸] معتقدند مفیدبودن یک روش، به واقع‌گرایی، قابلیت‌ها، انعطاف‌پذیری، سهولت کاربرد و هزینه آن روش وابسته است. روش پیشنهادی پژوهش حاضر ویژگی‌هایی دارد که آن را از روش‌های پیشین متمایز می‌کند. این ویژگی‌ها که همه در راستای کاربردی‌شدن آن هستند، به‌همراه شکاف تحقیقاتی مربوطه، در ادامه (موارد الف، ب و ج) تشریح می‌شوند.

الف) در روش‌های موجود، پروژه پدیده‌ای محسوب می‌شود که برنامه‌ای ایستا دارد، درحالی‌که یک پروژه جنبه‌های متغیر متعددی دارد و ممکن است از مسیرهای مختلفی جریان یابد که این موضوع بیانگر پویابودن برنامه اجرای پروژه‌هاست. درواقع، روش‌های موجود اغلب به پرسش «کدام پروژه‌ها انتخاب شوند؟» پاسخ داده‌اند که به‌نظر ناکافی است. درعمل، تصمیم‌گیرنده با مجموعه‌ای از متغیرها روبه‌رو است که آینده اجرای پروژه‌ها به این متغیرها وابسته است. براین‌اساس، مسئله عبارت است از «انتخاب بهترین ترکیب پروژه‌ها و متغیرهای مؤثر». متغیرهای مؤثر متغیرهایی هستند که پس از انتخاب تصویب پروژه‌ها، بر برنامه و مسیر اجرای پروژه‌ها تأثیر می‌گذارند؛ متغیرهایی مانند فعالیت‌ها، مشخصات کیفی، منابع مورد نیاز، منابع موجود، انواع قراردادهای، منابع تأمین مالی، پیمانکاران موجود، تأمین‌کنندگان مواد، تأمین‌کنندگان تجهیزات، روش‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده و... درواقع، اگر به پروژه‌ها فقط براساس بیانیه کار (SOW)^{۱۸} آن‌ها توجه شود، ممکن است پروژه الف نسبت به پروژه ب ترجیح داده شود، درحالی‌که ممکن است نوع قراردادهای برای اجرای پروژه الف آن‌چنان سخت‌گیرانه و تهدیدآمیز باشد که پروژه ب در اولویت قرار گیرد.

ب) فرمول سنتی و البته متعارف در ادبیات موضوع

انتخاب سبد پروژه‌ها تحقیقاتی را انجام داده‌اند. روانشادنی و همکاران [۴] نشان دادند در نظر گرفتن پروژه‌ها با هم، در مقایسه با تحلیل انفرادی آن‌ها کارایی سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد. تلو و کاک [۵] با مطالعه روی ۱۷۶ شرکت نشان دادند به‌کارگیری مدیریت و تحلیل ریسک سبد پروژه‌ها چگونه موجب موفقیت این پروژه‌ها می‌شود. مارکوویتز [۶] اولین کسی بود که بحث سبد سرمایه‌گذاری^۲ را با ارائه مفهوم کارایی ریسک^۳ مطرح کرد و نشان داد متنوع‌سازی^۴ سبد پروژه‌ها موجب کاهش ریسک می‌شود. مدرس و حسن‌زاده [۷] با به‌کارگیری روش برنامه‌ریزی صفر و یک^۵، عدم قطعیت را در انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه اعمال کردند. هوانگ [۸] ریسک را به‌صورت یک منحنی تعریف کرد که تمام نتایج نامطلوب ممکن را در نظر می‌گرفت. در تحقیق وی، مسئله انتخاب پروژه‌ها از طریق فرایندی ترکیبی شامل الگوریتم ژنتیک (GA)^۶ و شبیه‌سازی فازی حل شد. تحقیق دریک و کولمایر [۹] براساس مرور عملکرد مالی پروژه‌های گذشته و استفاده از روش ارزش خالص فعلی (NPV)^۷ بود. گلمحمدی و پژوتان [۱۰] در قالب روشی ابداعی، مدل وابستگی هزینه‌ای بین پروژه‌ها را مطرح کردند، به‌گونه‌ای که در آن مدل، هزینه‌ها به‌صورت ثابت بودند. در صنعت نیمه هادی‌ها، از کان و همکاران [۱۱] یک DSS^۸ را برای انتخاب پروژه‌ها ارائه داده‌اند که در آن، تحلیل ریسک در یکی از مراحل اصلی فرایند تصمیم‌گیری قرار دارد. عباسی و همکاران [۱۲] نیز فرایندی ترکیبی شامل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)^۹ و کارت امتیازی متوازن (BSC)^{۱۰} برای گزینش پروژه‌ها ارائه دادند. رشیدی و همکاران [۱۳] یک روش فازی با ترکیب GA و ANN^{۱۱} برای رتبه‌بندی پروژه‌ها در صنعت ساختمان عرضه کردند. تورفی و رشیدی [۱۴] و تایلان و همکاران [۱۵] مدل‌هایی با ترکیب AHP^{۱۲} و TOPSIS^{۱۳} در محیط فازی توسعه دادند. پادوانی و همکاران [۱۶] بر تنظیم و متعادل‌سازی^{۱۴} سبد پروژه‌ها تأکید کردند و به‌کمک آمار موجود در صنعت شیمی و پتروشیمی، اهمیت این موضوعات را نشان دادند. عباسیان جهرمی و رجایی [۱۷] یک مدل ترکیبی استدلال موردمحور (CBS)^{۱۵} به‌صورت فازی و برنامه‌ریزی صفر و یک را برای غربالگری پروژه‌ها^{۱۶} در صنعت ساخت و عمران

و مدیریت ریسک در سطح مقدماتی از بلوغ قرار دارند [۲۳]؛ ۳. تهدیدها و فرصت‌ها، رخدادهایی هستند که در حین اجرا یا متعاقب اجرای پروژه‌ها حادث می‌شوند.

روش پیشنهادی

برای حل مسئله تعریف‌شده در بخش قبل، یک روش پیشنهادی - که در ادامه برای سهولت «روش» خطاب می‌شود - با تمرکز ویژه بر گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده طراحی شده است. بخش شایان توجهی از این روش مبتنی بر نگرش کیفی و استفاده از قضاوت خبرگان است که البته خبرگان نیز دانش خود را از پروژه‌ها و تجارب قبلی کسب کرده‌اند. براین اساس، مدل پیشنهادی برای کسب نظرهای خبرگان از روش دلفی^{۲۲} استفاده می‌کند. شایان ذکر است براساس دو دلیل رویکرد کیفی انتخاب شده است:

۱. با توجه به فرض اول تحقیق، داده‌های تاریخی برای تحلیل ریسک پروژه‌ها ضروری هستند، اما معمولاً به دلیل ماهیت غیرتکراری پروژه‌ها دردسترس نیستند. همچنین، داده‌های تاریخی موجود نیز متعلق به پروژه‌های گذشته است و ممکن است برای مقتضیات و پروژه‌های آینده مناسب نباشند. در این شرایط، استفاده از داده‌های ذهنی خبرگان مطرح می‌شود.

۲. با توجه به فرض دوم تحقیق، استفاده از تحلیل کمی، مناسب نیست. کاهکون و آرتو [۲۴] در کتاب خود تصریح می‌کنند که محاسبات دقیق احتمال و اثر ریسک‌ها، به‌ویژه در شرایطی که بانک اطلاعات محکمی وجود نداشته باشد، قابلیت اطمینان ارزیابی را کاهش می‌دهد. درحقیقت، در شرکت‌هایی با سطح مقدماتی از بلوغ، داده‌های دقیق مورد نیاز برای تحلیل کمی ریسک، ناچیز هستند و اگر تحلیلگران برای محاسبه آن‌ها اقدام کنند، نتایج معتبری عایدشان نمی‌شود و دشواری کار موجب ناخرسندی آن‌ها درباره استفاده از روش می‌شود. درنتیجه، با توجه به سهولت کاربرد روش‌های کیفی، در مدل پیشنهادی نیز این رویکرد مدنظر قرار گرفته است و شرطی لازم برای کاربردی شدن روش تلقی می‌ود.

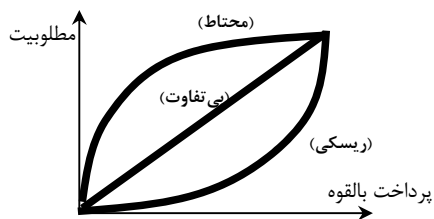
گام‌های روش عبارت‌اند از: ۱. تشکیل تیم خبرگان، ۲. تعیین گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده، ۳. شناسایی پروژه‌ها و

می‌گوید که برای محاسبه سطح ریسک منفرد می‌توان احتمال ریسک را در اثر ریسک ضرب کرد، اما براساس تأکید محققانی نظیر ویلیامز [۱۹] و المغربی [۲۰]، ضرب احتمال در اثر ریسک، براساس فرمول ارزش انتظاری، ایرادی با عنوان «چاه متوسط‌ها»^{۱۹} دارد که گمراه‌کننده است. همچنین، در زمینه مقادیر کیفی احتمال و اثر، تبدیل آن‌ها به نمرات ترتیبی و ضرب آن‌ها در هم، مشکل را افزایش می‌دهد، زیرا طبق نظر پژوهشگران، مقادیر ترتیبی به اعداد تبدیل نمی‌شوند. درنتیجه، محاسبات ریاضی مثل ضرب و جمع بین این مقادیر بی‌معناست [۲۱]. از نظر محققان تحلیل ریسک، ایراد دیگر روش‌های موجود، برابردانستن دو مشخصه «احتمال» و «اثر» ریسک، به‌علت ضرب عددی آن‌ها در یکدیگر است. آن‌ها معتقدند ضرب احتمال و اثر به برابردانستن یک ریسک با احتمال کم ولی فاجعه‌انگیز، با یک ریسک بسیار محتمل ولی با اثر کم منجر می‌شود. البته ریسک اول فاجعه‌انگیز است و اگر رخ دهد حتی یک سازمان را ورشکست می‌کند. در روش پیشنهادی پژوهش حاضر، برای اجتناب از این مشکلات، سلول‌های نمودار احتمال و اثر به‌طور مستقیم وزن‌دهی می‌شوند. این موضوع در گام هفتم روش تشریح می‌شود.

ج) مطالعه روش‌های متعدد موجود برای انتخاب سبد پروژه‌ها نشان می‌دهد بیشتر آن‌ها بر محاسبات متمرکز شده‌اند و رفع نیازهای واقعی تصمیم‌گیرندگان را در فرع قرار داده‌اند. در این زمینه، یکی از نقص‌های مهم موجود، نداشتن توجه کافی به گرایش ریسک^{۲۰} تصمیم‌گیرنده است. روش پیشنهادی این پژوهش در تمام گام‌های خود به‌طور قوی به درجه ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده توجه می‌کند.

براساس توضیحات، مسئله عبارت است از: «انتخاب سبدهای ترکیب پروژه‌ها و متغیرهای مؤثر - که هر مورد را به اختصار یک «ترکیب» می‌نامیم - به نحوی که میزان تهدید و فرصت ترکیب‌های منتخب، با توجه به گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده برای وی قابل قبول باشد.» مفروضاتی برای تحقیق حاضر لحاظ شده‌اند: ۱. پروژه‌های مورد بررسی خواص یک پروژه متعارف را دارند که عبارت‌اند از یکتا بودن، موقتی بودن و تکامل تدریجی^{۲۱} [۲۲]؛ ۲. شرکت‌ها و سازمان‌های کشور از نظر اجرای سیستم‌های مدیریت پروژه

مصاحبه با تصمیم‌گیرنده و کسب اطلاعات لازم، درجه ریسک‌پذیری وی را در مقیاسی کیفی از مقداری بین فوق‌العاده ریسکی، خیلی ریسکی، ریسکی، کمی ریسکی، بی‌تفاوت، کمی محتاط، محتاط، خیلی محتاط و فوق‌العاده محتاط تعیین کرد. در گام اصلی روش (مقایسه ترکیب‌ها و انتخاب سبد پروژه‌ها)، تصمیم‌گیرنده به‌طور مستقیم نظرهایش را براساس گرایش ریسکی خود ارائه می‌دهد، اما از درجه ریسک‌پذیری تعیین شده در این گام برای تخمین پارامترهای گام‌های بعدی استفاده می‌شود.



شکل ۱. گرایش‌های سه‌گانه ریسک

گام ۳. شناسایی پروژه‌ها و متغیرهای مؤثر: در این گام، ابتدا مجموعه پروژه‌های کاندید مشخص می‌شود. براساس این مجموعه، متغیرهای تأثیرگذار بر برنامه و مسیر اجرای آن‌ها پس از انتخاب و تصویب پروژه‌ها، شناسایی می‌شوند. درباره مفهوم این متغیرها در بخش پیشینه تحقیق توضیحاتی ارائه شد.

گام ۴. تهیه لیست ترکیب‌ها: ساختاردهی نتایج گام قبل با استفاده از ماتریسی چندبعدی با نام «ماتریس پروژه‌ها» صورت می‌گیرد. پروژه‌های موجود یکی از ابعاد این ماتریس هستند. همچنین، به هر یک از متغیرها نیز یک بعد از ماتریس اختصاص می‌یابد. درنهایت، هر سلول از ماتریس پروژه‌ها بیانگر یکی از ترکیب‌هاست؛ برای مثال، شکل ۲ یک ماتریس سه‌بعدی را نشان می‌دهد که هر سلول آن بیانگر ترکیبی از یک پروژه با منبع تأمین مالی و نوع قرارداد با پیمانکار است. با تصور چنین ساختاری می‌توان لیستی را تهیه کرد که هر ردیف آن به یکی از سلول‌های این ساختار اشاره دارد. شاید لیست مذکور شامل تمام سلول‌های ماتریس پروژه‌ها نشود؛ برای مثال، ممکن است در شکل ۲ تخصیص منابع مالی خارج از شرکت برای اجرای پروژه A، خلاف مقررات باشد.

متغیرهای مؤثر، ۴. تهیه لیست ترکیب‌ها، ۵. شناسایی ریسک‌ها، ۶. ترسیم نمودار دوجبهی احتمال و اثر ریسک، ۷. انجام دادن محاسبات سطح ریسک کل، ۸. ترسیم نمودار تهدید- فرصت، ۹. غربالگری و رتبه‌بندی ترکیب‌ها و ۱۰. انتخاب سبد ترکیب‌های برتر^{۲۳}.

برای اجرای روش، ابتدا فردی به‌عنوان دبیر اجرایی روش منصوب می‌شود. فعالیت‌هایی نظیر کسب اطلاعات با روش دلفی، هماهنگی و هدایت برگزاری جلسات مصاحبه، انجام دادن محاسبات کمی و... بر عهده او قرار دارد. این شخص، درواقع نقش تسهیل‌کننده روش را دارد.

گام ۱. تشکیل تیم خبرگان: در اولین گام، تیم معتبری از خبرگان تشکیل می‌شود. ممکن است این تیم شامل متخصصانی از سازمان، افراد آشنا به پروژه‌ها و کارشناسان مدیریت ریسک باشد. برای حداقل‌سازی مشکلات مربوط به قضاوت‌های انسانی، خبرگان باید درباره مفهوم پروژه‌های تحت بررسی و متغیرهای مؤثر، فهم عمیقی داشته باشند. دبیر اجرایی روش وظیفه توجیه تیم و شناساندن محیط تصمیم‌گیری به آن‌ها را به عهده دارد. همچنین، خبرگان باید وقت کافی برای جلسات تحلیل ریسک داشته باشند و در مقاطع زمانی جلسات، از تمام فعالیت‌های روزمره سازمانی به دور باشند.

گام ۲. تعیین گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده: گرایش ریسک به عواملی نظیر میزان نقدینگی، جو داخلی سازمان، محیط بیرون سازمان، حمایت ذی‌نفعان و... وابسته است. درکل، گرایش ریسک سه حالت دارد که عبارت‌اند از ریسک‌دوست (ریسکی)، ریسک‌گریز (محتاط) و خنثی نسبت به ریسک (بی‌تفاوت)^{۲۴} [۲۵]. نمودار مطلوبیت این گرایش‌ها در شکل ۱ نشان داده می‌شود. یک فرد ریسکی با هدف رسیدن به سود بالا حاضر است پروژه‌های پرمخاطره اما با عواید بالا را بپذیرد. در مقابل، شخص محتاط، مخاطره را تهدیدی برای بقای خود می‌داند؛ بنابراین، ترجیح می‌دهد به سراغ چنین پروژه‌هایی نرود. افرادی هم بینابین این دو هستند که بی‌تفاوت نامیده می‌شوند. تشکیل نمودار واقعی مطلوبیت تصمیم‌گیرنده درعمل دشوار و پیچیده است و برای آن باید جلسات تحلیلی ویژه‌ای برگزار شود که این موضوع با فرض دوم تحقیق حاضر منافات دارد. در عوض، می‌توان از طریق

گام ۷. انجام‌دادن محاسبات سطح ریسک کل:

اکنون باید تمام تهدیدها و فرصتها با شاخصی واحد نشان داده شوند. شاخص بیان تمام ریسک‌ها، سطح ریسک کل^{۲۵} است که آن برای تهدیدها با TRL_t (سطح تهدید کل) و برای فرصتها با TRL_o (سطح فرصت کل) نشان داده می‌شود. برای محاسبه سطح ریسک کل، باید مقادیر سطح مربوط به تک‌تک ریسک‌ها را با هم جمع کرد (رابطه‌های ۱ و ۲).

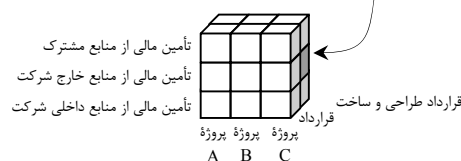
$$TRL_t = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 u_{ij} \times t_{ij} \quad (1)$$

$$TRL_o = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 v_{ij} \times o_{ij} \quad (2)$$

در این روابط، i و j به ترتیب شماره‌دهنده سطوح اثر و سطوح احتمال در نمودار احتمال و اثر هستند؛ برای مثال، $i = 1$ به اثر خیلی کم و $j = 3$ به احتمال متوسط اشاره دارد. در رابطه ۱، t_{ij} به تعداد تهدیدهایی اشاره دارد که در سلول (i, j) واقع شده‌اند. در رابطه ۲ نیز o_{ij} به تعداد فرصتهایی اشاره دارد که در سلول (i, j) قرار گرفته‌اند. همچنین، وزن در نظر گرفته شده مربوط به سلول (i, j) بخش تهدیدهاست و v_{ij} نیز وزن در نظر گرفته شده مربوط به سلول (i, j) بخش فرصت‌هاست. هریک از این وزن‌ها تابعی از سه پارامتر با تعاریف زیر است:

پارامتر α (ضریب وزنی اهمیت یک سطح ریسک نسبت به سطح دیگر): طبق شکل ۳ به سطحی از ریسک (خط‌چین‌های مورب) که در آن هر دو مشخصه احتمال و اثر خیلی زیاد هستند، وزن واحد (۱) داده شده است. به سطح بعدی که در آن بین مشخصه‌های احتمال و اثر، یکی زیاد و دیگری خیلی زیاد است، وزن $1 \times \alpha$ تخصیص یافته است و همین‌طور الی آخر. هر سطح نسبت به سطح بالاتر یک ضریب α ($0 < \alpha < 1$) دارد. بیشتر بودن این ضریب نشان‌دهنده نزدیک‌تر بودن اهمیت سطوح مختلف ریسک است. از نظر گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده، این ضریب رابطه معکوسی با درجه ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده دارد.

ترکیب «پروژه C به‌گونه‌ای که در آن منابع مالی از خارج شرکت تأمین شوند و قرارداد با پیمانکار به‌صورت طراحی و ساخت، منعقد شود»



شکل ۲. مثالی برای ماتریس پروژه‌ها

گام ۵. شناسایی ریسک‌ها: در این مرحله، تهدیدها و

فرصتهای هریک از ترکیب‌های لیست‌شده با استفاده از نظرهای تیم خبرگان شناسایی می‌شود. پیشنهاد این است که ابتدا لیستی از تمام ریسک‌های مترتب بر کل ترکیب‌ها مشخص شود. سپس ریسک‌های هر ترکیب به‌طور جداگانه مشخص شود. ریسک‌های یک سلول خاص عبارت‌اند از اجتماع ریسک‌های مستقل هریک از ابعاد مربوطه و ریسک‌های وابسته حاصل از ترکیب این ابعاد؛ برای مثال، در ماتریس شکل ۲ ریسک‌های مستقل سلول هاشورخورده عبارت‌اند از ریسک فعالیت‌های پروژه C (فارغ از اینکه منابع مالی آن از چه محلی تأمین شود و چه نوع قراردادی با پیمانکار منعقد شود)، ریسک تأمین مالی از منابع خارج شرکت (فارغ از اینکه این منبع مالی برای چه پروژه‌ای باشد و در قالب چه قراردادی خرج شود) و ریسک انعقاد قرارداد طراحی و ساخت (فارغ از اینکه این قرارداد برای چه پروژه‌ای باشد و منبع مالی آن از چه محلی تأمین شود). همچنین، ریسک‌های وابسته این سلول شامل ریسک مربوط به ترکیب پروژه C، در قالب واگذاری به پیمانکار به‌صورت قرارداد طراحی و ساخت و با محل تأمین مالی خارج از سازمان است.

گام ۶. ترسیم نمودار دوجهی احتمال و اثر

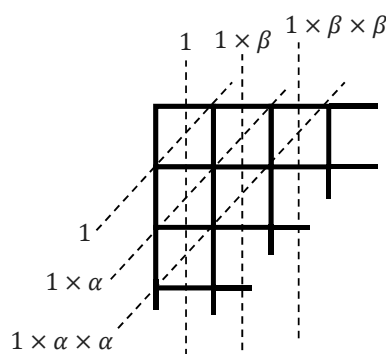
ریسک: نمودار احتمال و اثر شامل دو محور احتمال وقوع رخداد ریسک و آثار ناشی از وقوع آن می‌شود. در این نمودار، تهدیدها و فرصتها به‌طور جداگانه در بخش مربوطه قرار می‌گیرند (شکل ۵) [۱۹]. با پایه‌گذاری مقیاس کیفی پنج‌نقطه‌ای برای اندازه‌گیری میزان احتمال و اثر، محل هریک از ریسک‌ها در این نمودار تعیین می‌شود.

گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده از پارامتر γ استفاده شده است؛ یعنی کل اوزان مربوط به تهدیدها در ضریب γ ($>$) ضرب می‌شود. بیشتر بودن این ضریب، نشان‌دهنده نزدیک‌تر بودن اهمیت تهدیدها و فرصت‌هاست. از نظر گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده، ضریب γ برای فرد بی‌تفاوت ۱ است. هرچقدر فرد ریسک‌پذیرتر باشد، این ضریب بیشتر در نظر گرفته می‌شود (بیشتر از ۱) و هرچقدر فرد محتاط‌تر باشد، این ضریب کمتر لحاظ می‌شود (کمتر از ۱).

در جدول ۱، پیشنهادهایی برای تعیین مقدار پارامترهای سه‌گانه بالا براساس درجه ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده ارائه شده است. بازه‌های این جدول قابل انعطاف است و تحلیلگران می‌توانند براساس محیط تصمیم‌گیری خود، آن‌ها را تغییر دهند. اوزان سلول‌های نمودار احتمال و اثر مطابق شکل ۵ محاسبه می‌شود. با توجه به اختصاص وزن ۱ برای تهدید با احتمال خیلی زیاد و اثر خیلی زیاد، در تفسیر می‌توان گفت اگر سطح تهدید کل برای یک گزینه برابر یک باشد، آن ترکیب ۱۰۰ درصد خطرناک است و سایر مقادیر نیز نسبت به همین نقطه مرکزی قابل تعبیر است. این تفسیر در مورد فرصت‌ها نیز صادق است.

در تکمیل این توضیحات، جدول ۲ تشکیل می‌شود که نوع‌شناسی ترکیب‌ها با توجه سطح ریسک کل را نشان می‌دهد. شایان ذکر است حدود بیان شده در این جدول نیز انعطاف‌پذیر است.

گام ۸. ترسیم نمودار تهدید- فرصت: در این گام، نمودار تهدید- فرصت با دو محور TRL_t و TRL_o ترسیم می‌شود. این نمودار طبق جفری [۲] از نوع مدل‌های نیمرخ^{۲۶} است و گاهی نمودار ریسک- برگشت^{۲۷} یا نمودار ریسک- عایدی^{۲۸} نیز شناخته می‌شود. با استفاده از این نمودار، مکان هندسی هر گزینه با در نظر گرفتن سطح تهدید کل و سطح فرصت کل تعیین می‌شود. به شکل ۴ توجه کنید. برخی ترکیب‌ها برای تصمیم‌گیرنده با هر گرایشی از ریسک، کم‌ارزش است؛ مانند G که تهدید بالا و فرصت اندک دارد. در مقابل، ترکیب‌های جذاب (مانند F) آن‌هایی هستند که توأم با تهدید کم، فرصت‌های بالایی را مهیا می‌سازند. انتخاب ترکیب‌های دیگر به گرایش ریسک

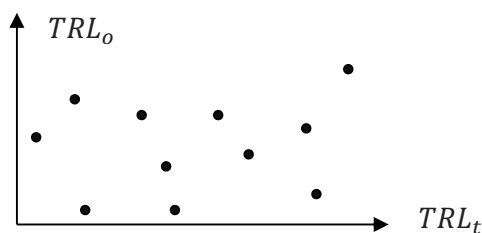


شکل ۳. اوزان نسبی سطوح مختلف ریسک

پارامتر β (ضریب وزنی اهمیت اثر ریسک نسبت به احتمال ریسک): تمرکز بر ریسک‌های با احتمال و اثر زیاد، امری متعارف است. البته در زمینه ریسک‌هایی که آثار فاجعه‌انگیز دارد، احتمال آن‌ها کم است، زیرا سابقه رخداد قبلی در اذهان نیست و کمتر به آن توجه می‌شود. این موضوع منشأ خطاهای بعدی می‌شود، زیرا در صورت رخ دادن این ریسک‌ها، نتایج بسیار ناگواری پدید می‌آید. یکی از راه‌های برخورد با این مشکل، اعمال وزن بیشتر مشخصه اثر ریسک نسبت به مشخصه احتمال ریسک است که در مدل حاضر سعی شده است با کمک پارامتر β ($0 < \beta \leq 1$) لحاظ شود. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، هر ستون اثر ریسک (خط‌چین‌های عمودی) نسبت به ستون با اثر ریسک بیشتر، یک ضریب β دارد و همین امر موجب می‌شود مشخصه اثر ریسک نسبت به مشخصه احتمال ریسک اهمیت بیشتری داشته باشد؛ برای نمونه، سلول با احتمال زیاد و اثر خیلی زیاد وزن بیشتری نسبت به سلول با احتمال خیلی زیاد و اثر زیاد دارد. بیشتر بودن β نشان‌دهنده نزدیک‌تر بودن اهمیت سطوح مختلف اثر ریسک است. از نظر گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده، هرچقدر فرد ریسک‌پذیرتر باشد، این ضریب کمتر در نظر گرفته می‌شود.

پارامتر γ (ضریب وزنی اهمیت تهدیدها نسبت به اهمیت فرصت‌ها): بی‌گمان تصمیم‌گیرنده محتاط‌تر به تهدیدها توجه می‌کند تا فرصت‌ها. برای تصمیم‌گیرنده ریسک‌پذیر، قضیه بالعکس است. در این زمینه، برای اعمال

تصمیم‌گیرنده بستگی دارد؛ برای مثال، ترکیب C به موردی اشاره دارد که دارای فرصت فوق‌العاده است و درعین‌حال، تصمیم‌گیرنده باید خطر بالایی را نیز بپذیرد. چنین خاصیتی معمولاً در مورد پروژه‌های سرمایه‌گذاری بزرگ صادق است.



شکل ۴. نمونه‌ای از یک نمودار تهدید-فرصت

جدول ۱. تعیین پارامترهای وزن‌دهی به سلول‌های نمودار احتمال و اثر براساس درجه ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده

پارامتر γ	پارامتر β	پارامتر α	درجه ریسک‌پذیری
$1.70 < \gamma$	$0.00 < \beta \leq 0.25$	$0.00 < \alpha \leq 0.25$	فوق‌العاده ریسکی
$1.50 < \gamma \leq 1.70$	$0.15 < \beta \leq 0.25$	$0.15 < \alpha \leq 0.25$	خیلی ریسکی
$1.30 < \gamma \leq 1.50$	$0.25 < \beta \leq 0.35$	$0.25 < \alpha \leq 0.35$	ریسکی
$1.10 < \gamma \leq 1.30$	$0.35 < \beta \leq 0.45$	$0.35 < \alpha \leq 0.45$	کمی ریسکی
$0.90 < \gamma \leq 1.10$	$0.45 < \beta \leq 0.55$	$0.45 < \alpha \leq 0.55$	بی تفاوت
$0.70 < \gamma \leq 0.90$	$0.55 < \beta \leq 0.65$	$0.55 < \alpha \leq 0.65$	کمی محتاط
$0.50 < \gamma \leq 0.70$	$0.65 < \beta \leq 0.75$	$0.65 < \alpha \leq 0.75$	محتاط
$0.30 < \gamma \leq 0.50$	$0.75 < \beta \leq 0.85$	$0.75 < \alpha \leq 0.85$	خیلی محتاط
$0.00 < \gamma \leq 0.30$	$0.85 < \beta \leq 1.00$	$0.85 < \alpha < 1.00$	فوق‌العاده محتاط

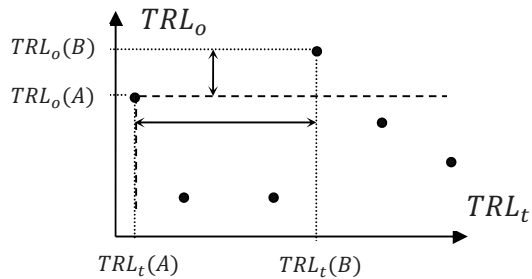
1	$\alpha\beta$	$\alpha^2\beta^2$	$\alpha^3\beta^3$	$\alpha^4\beta^4$	خیلی زیاد	$\gamma\alpha^4\beta^4$	$\gamma\alpha^3\beta^3$	$\gamma\alpha^2\beta^2$	$\gamma\alpha\beta$	γ
α	$\alpha^2\beta$	$\alpha^3\beta^2$	$\alpha^4\beta^3$	$\alpha^5\beta^4$	زیاد	$\gamma\alpha^5\beta^4$	$\gamma\alpha^4\beta^3$	$\gamma\alpha^3\beta^2$	$\gamma\alpha^2\beta$	$\gamma\alpha$
α^2	$\alpha^3\beta$	$\alpha^4\beta^2$	$\alpha^5\beta^3$	$\alpha^6\beta^4$	متوسط	$\gamma\alpha^6\beta^4$	$\gamma\alpha^5\beta^3$	$\gamma\alpha^4\beta^2$	$\gamma\alpha^3\beta$	$\gamma\alpha^2$
α^3	$\alpha^4\beta$	$\alpha^5\beta^2$	$\alpha^6\beta^3$	$\alpha^7\beta^4$	کم	$\gamma\alpha^7\beta^4$	$\gamma\alpha^6\beta^3$	$\gamma\alpha^5\beta^2$	$\gamma\alpha^4\beta$	$\gamma\alpha^3$
α^4	$\alpha^5\beta$	$\alpha^6\beta^2$	$\alpha^7\beta^3$	$\alpha^8\beta^4$	خیلی کم	$\gamma\alpha^8\beta^4$	$\gamma\alpha^7\beta^3$	$\gamma\alpha^6\beta^2$	$\gamma\alpha^5\beta$	$\gamma\alpha^4$
احتمال					خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	
اثر تهدیدها					اثر فرصت‌ها					

شکل ۵. اوزان سلول‌های نمودار احتمال و اثر ریسک

جدول ۲. نوع‌شناسی ترکیب‌ها براساس سطح ریسک کل

نوع ترکیب از نظر تهدید	نوع ترکیب از نظر فرصت	حدود سطح ریسک کل (تهدید/فرصت)
بی خطر	بی فایده	$TRL \leq 0.2$
بسیار کم خطر	بسیار کم فایده	$0.2 < TRL \leq 0.4$
کم خطر	کم فایده	$0.4 < TRL \leq 0.6$
نسبتاً خطرناک	نسبتاً سودمند	$0.6 < TRL \leq 0.8$
خطرناک	سودمند	$0.8 < TRL \leq 1.2$
پرمخاطره	پرسود	$1.2 < TRL \leq 1.4$
بسیار پرمخاطره	بسیار پرسود	$1.4 < TRL \leq 1.6$
فوق‌العاده پرمخاطره	فوق‌العاده پرسود	$1.6 < TRL \leq 1.8$
دارای خطرات فاجعه‌انگیز	دارای سود بسیار جذاب	$1.8 < TRL$

گام ۹. غربالگری و رتبه‌بندی ترکیب‌ها: این گام شامل فرایند شکل ۷ است که طی آن تصمیم‌گیرنده می‌تواند براساس گرایش ریسک خود، ترکیب‌ها را رتبه‌بندی کند. ابتدا نوع‌شناسی ترکیب‌ها به تصمیم‌گیرنده عرضه می‌شود تا موارد ناخواسته را حذف کند؛ برای مثال، ممکن است یک فرد ریسکی ترکیب‌های با سود ناچیز را حذف کند. در زمینه موارد باقیمانده، تصمیم‌گیرنده هر بار باید بین دو ترکیب مفروض یکی را انتخاب کند. برای درک این فرایند، شکل ۶ را در نظر بگیرید.

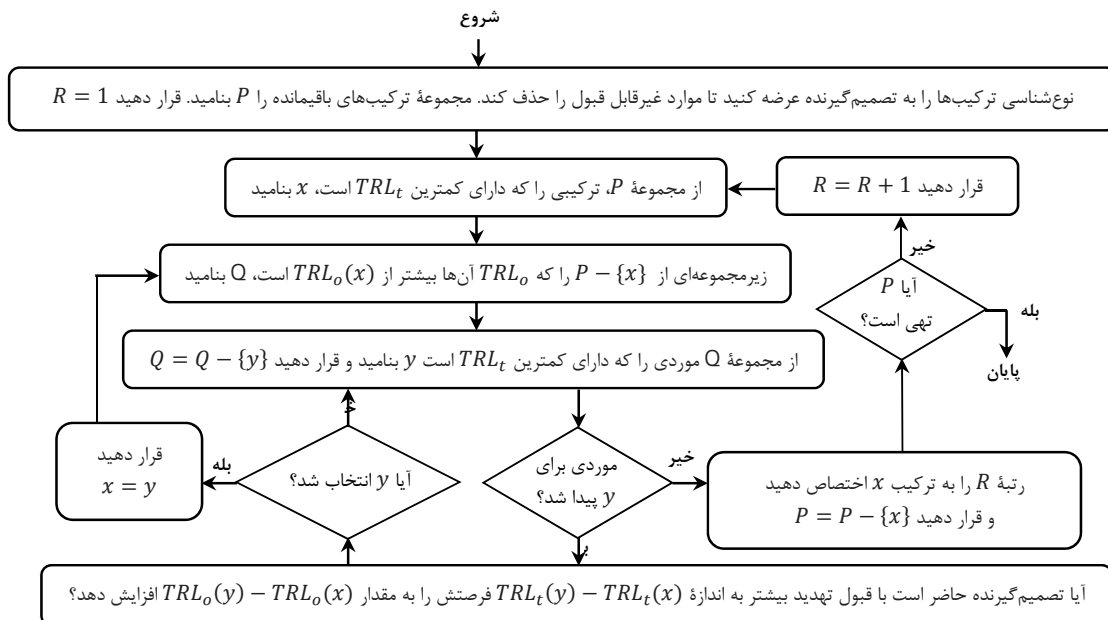


شکل ۶. مقایسه زوجی براساس گرایش ریسک تصمیم‌گیرنده

فرض کنید شخص ترکیب A را مدنظر دارد. به‌ازای این انتخاب، ترکیب‌های C, D, E و F قابل حذف‌اند، زیرا این‌ها از نظر تهدید و فرصت، بدتر از A هستند و به‌اصطلاح، تحت تسلط A هستند. اکنون مقایسه ترکیب A با ترکیب B

طرح می‌شود. در واقع، فقط این دو ترکیب روی مرز مؤثر قرار دارند. در اینجا، به تصمیم‌گیرنده گفته می‌شود درحالی‌که به ریسک بیشتر به اندازه $TRL_t(B) - TRL_t(A)$ راضی شده است، آیا حاضر است به‌جای ترکیب A ترکیب B را انتخاب کند و در عوض فرصت بیشتری معادل $TRL_o(A) - TRL_o(B)$ کسب کند.

گام ۱۰. انتخاب سبب ترکیب‌های برتر: در این گام، لیست رتبه‌بندی‌شده ترکیب‌ها در اختیار است و راه‌حل‌های مؤثر در صدر آن قرار دارد. فرایند انتخاب به این نحو است که ترکیب‌های لیست به ترتیب مدنظر قرار می‌گیرند و با توجه به سطح تهدید کل و سطح فرصت کل، برای انتخاب آن‌ها تصمیم گرفته می‌شود. به‌عنوان قاعده کلی، به‌محض اینکه یک ترکیب رد شود، انتخاب ترکیب‌های بعدی نیز منتفی می‌شود. ممکن است چند ترکیب به یک پروژه اشاره داشته باشند؛ بنابراین، به‌محض انتخاب یک ترکیب با پروژه مفروض، سایر ترکیب‌های مربوط به همان پروژه نیز حذف می‌شوند. ممکن است تصمیم‌گیرنده علاوه‌بر محدودیت گرایش ریسک خود، محدودیت‌های دیگری نظیر سطح بودجه موجود، سقف زمانی برای پروژه‌ها و غیره را نیز در نظر بگیرد و آن‌ها را رعایت کند.



شکل ۷. فرایند غربالگری و رتبه‌بندی ترکیب‌ها

جدول ۳. ریسک‌های پیش روی ترکیب‌ها در مطالعه موردی

کد	ریسک (تهدیدها یا فرصت)
O1	درآمد مالی حاصل از اجرای پروژه
O2	تبلیغ عملکرد شرکت و فرصت کسب پروژه‌های بعدی
O3	انگیزه توسعه بخش‌های طراحی مهندسی شرکت
O4	بهبود جو شرکت، ناشی از وجود کار داخل کارگاه‌ها
O5	توسعه بخش‌های نظارتی شرکت
O6	کار با پیمانکار مطمئن، با کیفیت قابل قبول خروجی‌ها
O7	توسعه شبکه پیمانکاران معتمد شرکت
O8	نوسانات مطلوب قیمت مواد اولیه (به‌ویژه آلیاژهای فولاد)
T1	کمبود محل فیزیکی (سوله) برای مونتاژ قطعات بزرگ
T2	کمبود متخصص کنترل کیفیت در شرکت
T3	عوارض ناشی از طولانی‌بودن مسیر حمل به سایت نصب
T4	مشکلات پذیرش کیفیت ساخت توسط ناظر کارفرما
T5	مشکلات پذیرش کیفیت نصب توسط ناظر کارفرما
T6	ترک کار پیمانکار و عواقب مربوطه
T7	نبود تعامل مناسب بین پیمانکاران
T8	تأثیرات منفی ناشی از وجود تحریم‌ها
T9	نوسانات نامطلوب قیمت آلیاژهای فولاد
T10	کمبود نقدینگی
T11	برآوردهای ناصحیح مواد و قطعات
T12	دسترسی‌نداشتن به مواد و تجهیزات مورد نیاز در بازار داخل
T13	تغییر در مشخصات فنی قطعات و محصولات
T14	خطرات ایمنی حین کار

جدول ۴. سطح ریسک کل برای ترکیب‌ها در مطالعه موردی

ردیف	TRL_t	TRL_o
۱	۰/۲۶۵	۰/۴۶۸
۲	۰/۳۹۰	۰/۴۳۷
۳	۰/۲۴۹	۰/۳۲۳
۴	۰/۳۸۶	۰/۲۹۳
۵	۰/۰۳۴	۰/۱۰۰
۶	۱/۸۹۵	۱/۱۰۲
۷	۱/۴۸۵	۱/۰۹۷۱
۸	۰/۱۳۷	۰/۰۴۴۸
۹	۰/۲۶۱	۰/۴۱۸
۱۰	۰/۲۵۵	۰/۲۷۷
۱۱	۰/۳۶۵	۰/۲۴۶
۱۲	۰/۰۲۲	۰/۰۶۷
۱۳	۰/۱۳۸	۰/۰۳۸
۱۴	۰/۱۶۴	۰/۰۳۸
۱۵	۰/۱۲۶	۰/۰۴۴

تحلیل یک نمونه واقعی

در این قسمت، کاربرد روش در موقعیتی واقعی بررسی می‌شود. شرکت منتخب، پیمانکار صنعت سازه‌های فلزی است- که در ادامه برای سهولت شرکت خطاب می‌شود. کارفرمای دولتی به پیمانکاران تخصصی مربوطه اعلام کرده است تا پیشنهادهای خود را برای انجام دادن پروژه‌هایی به شرح جدول ۵ مربوط به طرح یکی از سدهای کشور اعلام کنند. اغلب بخش‌های طراحی و تدارکات پروژه‌ها در تعهد خود کارفرماست؛ بنابراین، پروژه‌ها اغلب به بخش C از سه بخش EPC^{۲۶} طرح مربوط هستند. برای بررسی پروژه‌ها، تیم خبرگان متشکل از کارشناسانی از واحدهای طراحی مکانیکال، طراحی الکتریکال، مهندسی ساخت و برنامه‌ریزی پروژه به همراه دو نفر از مدیران پروژه‌های مشابه شرکت و یک متخصص باسابقه در حوزه سدهای نیروگاهی از بیرون شرکت تشکیل شد. همچنین، درجه ریسک‌پذیری شرکت حدوداً محتاط تشخیص داده شد و مقادیر پارامترهای α, β و γ به ترتیب ۰/۶۵، ۰/۱۶۵، ۰/۱۷۵ تعیین شدند و اوزان سلول‌های نمودار احتمال و اثر، مطابق فرمول‌های مندرج در شکل ۵ محاسبه شد. تیم دو متغیر «اجرای کارها توسط خود شرکت یا واگذاری به پیمانکاران» و «ساخت تجهیزات در محل شرکت یا در محل سایت نصب» را برای پروژه‌ها تعیین کرد. خبرگان با کمک روش دلفی، ۱۵ ترکیب را مطابق ستون دوم جدول ۵ شناسایی کردند. آن‌ها تهدیدها و فرصت‌های پیش روی ترکیب‌ها را شامل موارد جدول ۳ دانستند. در این جدول، فرصت‌ها با حرف O و تهدیدها با حرف T کدگذاری شده‌اند. همچنین، ریسک‌های هر یک از ترکیب‌ها تعیین و در نمودار احتمال و اثر (شکل ۸) درج شده است. در این نمودار، برای درج تهدیدها و فرصت‌ها از کدی استفاده شده است که شامل ردیف ترکیب و کد ریسک می‌شود؛ برای مثال، تهدید «3T4» به این معناست که ترکیب P1-S1-S2 دارای تهدید T4 است. در ادامه، مقادیر سطح تهدید کل و سطح فرصت کل برای هر یک از ترکیب‌ها محاسبه می‌شود (جدول ۴).

جدول ۵. پروژه‌ها و ترکیب‌ها در مطالعه موردی

ترکیب‌ها (ردیف ترکیب)	توضیح پروژه‌ها و متغیرهای مؤثر
(1) P1-F-S2, (2) P1-F-S3, (3) P1-S1-S2, (4) P1-S1-S3	پروژه ساخت و نصب تجهیزات سرریز: شامل سه بخش دریچه‌های سرویس، دریچه‌های مسدودسازی و یک جرثقیل ده تن می‌شود. ممکن است خود شرکت یا تنها پیمانکار موجود (مستقر در نزدیکی سایت نصب) دریچه‌ها را بسازند که این دو به ترتیب با کدهای F و S1 شناخته می‌شوند. همچنین، یکی از دو پیمانکار کاندید (کدهای S2 و S3) دریچه‌ها را نصب می‌کنند که البته پیمانکار دوم سابقه کمتری در همکاری با شرکت دارد. ساخت و نصب جرثقیل را خود شرکت انجام می‌دهد.
(5) P2	پروژه ساخت و نصب تجهیزات تونل انحراف: بخش اصلی این پروژه، دریچه مسدودسازی بوده است که شامل قطعات مدفون و شیر دریچه نیز می‌شود. پیش‌بینی خبرگان این بود که با توجه به کوچک بودن مقیاس کار و همچنین تجرب قبلی و پروژه‌های انجام‌گرفته، شرکت تمام کارها را انجام می‌دهد.
(6) P3-A1, (7) P3-A2	پروژه تأمین، ساخت و نصب دریچه‌های تحتانی: بخش‌های این محصول عبارت‌اند از پوشش فولادی کانال، دریچه حفاظت، دریچه سرویس، سیستم هواساز و جرثقیل. طبق اعلام کارفرما، تأمین فولاد مورد نیاز برای پوشش فولادی کانال بر عهده پیمانکار است. پیش‌بینی خبرگان این بود که تمام کار این پروژه را شرکت انجام می‌دهد. برای ساخت پوشش فولادی کانال، با توجه به نوع و حجم کار، دو مسیر وجود دارد؛ یکی ساخت در محل شرکت و انتقال به محل سایت نصب و دیگری ساخت این سازه در محل سایت نصب. این دو با کدهای A1 و A2 شناخته می‌شود.
(8) P4-F-S2, (9) P4-F-S3, (10) P4-S1-S2, (11) P4-S1-S3	پروژه ساخت و نصب سیستم ورودی آبیاری: این پروژه دارای دریچه‌های آشغالگیر و قطعات مدفون، شیر حفاظت اصلی، مجرای فولادی و تجهیزات شاخه پایین رود می‌شود. متغیرهای دریچه آشغالگیر مانند پروژه ساخت و نصب تجهیزات سرریز است. سایر بخش‌ها را خود شرکت انجام می‌دهد.
(12) P5	پروژه ساخت و نصب تجهیزات اتاق شیرآلات: این پروژه شامل شیرهای حفاظت کمکی، شیرهای سرویس، دریچه خروجی و یک جرثقیل می‌شود. پیش‌بینی خبرگان این بود که کل کار را شرکت انجام می‌دهد.
(13) P6-S4, (14) P6-S5, (15) P6-S6	پروژه ساخت و اجرای سیستم کنترل، ابزار دقیق و الکترونیکال: برای این بخش، واگذاری کار به یکی از سه پیمانکار موجود (با کدهای S4، S5 و S6) قابل برنامه‌ریزی است.

		6T2	7T2	6T3, 6T5, 7T5	خیلی زیاد	1301, 1401, 1501, 1204	104, 204, 504, 804, 904	101, 201, 701, 801, 901	601	
	6T1		3T4, 4T4, 10T4, 11T4, 2T5, 4T5, 9T5, 11T5	1T2, 2T2, 8T2, 9T2	زیاد	305, 405, 1005, 1105	501, 1201	301, 401, 1001, 1101, 704, 106, 306, 806, 1006	603, 703, 604	702
6T4, 7T4	1T1, 2T1, 6T9, 7T9	8T1, 9T1, 13T13, 14T13, 15T13, 2T14, 4T14, 9T14, 11T14	15T4	1T3, 2T3, 13T8, 14T8, 15T8	متوسط	1306, 1406		102, 202, 207, 407, 907, 1107	302, 402, 103, 203, 803, 903	602
6T8, 7T8, 6T12, 7T12	3T7, 4T7, 10T7, 11T7	6T10, 7T10, 13T5	5T3, 1T11, 2T11, 3T11, 4T11	8T3, 9T3, 12T3	کم	502, 1202	1507	802, 902	1002, 1102	
6T11, 7T11	4T6, 11T6	2T6, 3T6, 9T6, 10T6, 1T14, 3T14, 8T14, 10T14	5T14, 12T14	15T5	خیلی کم	1302, 1402, 1502			608, 708	
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	احتمال	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
اثر تهدیدها					اثر فرصت‌ها					

شکل ۸. نمودار احتمال و اثر در مطالعه موردی

مشخص شدند: ۸، ۹، ۱، ۳، ۱۰، ۵، ۱۲، ۱۵، ۱۳، ۱۴، ۲، ۱۱ و ۴. در گام آخر روش، با گزینش ترکیب ۸، ترکیب‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ حذف می‌شوند. سپس ترکیب ۱ انتخاب می‌شود و متعاقب آن ترکیب‌های ۲، ۳ و ۴ حذف می‌شوند. در ادامه، ترکیب‌های ۵ و ۱۲ انتخاب می‌شوند. در نهایت نیز ترکیب ۱۵ انتخاب می‌شود که این موضوع به حذف ترکیب‌های ۱۳ و ۱۴ منجر می‌شود.

جمع‌بندی

مطالعه ادبیات موضوع نشان می‌دهد از بین روش‌های ارائه‌شده برای انتخاب سبد پروژه‌ها، به دلیل رعایت نکردن جنبه کاربردی بودن مدل‌ها، سازمان‌ها کمتر به سوی استفاده از آن‌ها گام برداشته‌اند؛ بنابراین، بسیاری از شرکت‌ها هنوز از روش‌های سنتی مانند مباحثه در جلسات، سبد پروژه‌های خود را انتخاب می‌کنند. به علاوه، مدل‌های موجود به گرایش ریسک تصمیم‌گیرندگان کمتر توجه کرده‌اند. در نتیجه، تحقیق حاضر کوشید روشی کاربردی را ارائه دهد که در عمل به آسانی قابل اجرا باشد. این روش ضمن اینکه با رویکرد کیفی طراحی شده است، سعی می‌کند اولاً پروژه‌ها را پدیده‌هایی پویا بداند؛ یعنی مسیرهای مختلف اجرای پروژه‌ها پس از انتخاب و تصویب نیز در مدل لحاظ می‌شوند؛ ثانیاً گرایش ریسک تصمیم‌گیرندگان را به شدت اعمال کند. به علاوه، طی این روش، روش ویژه‌ای برای محاسبه سطح ریسک کل ارائه شده است. در پایان، شایان ذکر است اجرای مؤثر روش به تشکیل تیم خبرگان متشکل از افراد باتخصص، بالانگیزه، فارغ از فعالیت‌های روزمره سازمانی و تحت حمایت مدیران ارشد نیازمند است. بی‌توجهی به این جنبه زیربنایی موجب کاهش شایان توجه ارزش خروجی‌های روش می‌شود.

با توجه به درجه ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده، محاسبات نشان داد ترکیب‌های ۵ و ۶ پرمخاطره است و سایر ترکیب‌ها نسبت به این دو، به‌طور عمومی خطر کمتر و البته سود کمتر نیز دارند. به‌هرحال، طبق نظر تصمیم‌گیرنده، ترکیب‌های ۵ و ۶ با وجود سودمندی، حذف شدند. با وجود اینکه ترکیب‌های ۵، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ عایدی ناچیزی داشتند، تصمیم‌گیرنده به حذف آن‌ها تمایلی نداشت.

برای انجام دادن مقایسات زوجی، اولین کاندید ترکیب ردیف ۱۲ است که دارای کمترین تهدید (۰/۲۲) و فرصتی برابر ۰/۰۶۷ است. به‌ازای این کاندید، مقایسه آن با مواردی که فرصت بیشتر از ۰/۰۶۷ دارند مطرح می‌شود؛ یعنی ترکیب‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱. از بین این موارد، ترکیب ۵ دارای کمترین تهدید (۰/۰۳۴) است.

اکنون از تصمیم‌گیرنده سؤال می‌شود که آیا حاضر است به‌ازای پذیرش تهدید بیشتری معادل ۰/۰۱۲ (۰/۰۲۲-۰/۰۳۴) و کسب فرصت بیشتری معادل ۰/۰۳۳ (۰/۰۶۷-۰/۰۱)، ترکیب ۵ را به‌جای ترکیب ۱۲ انتخاب کند؟ پاسخ تصمیم‌گیرنده نشان می‌دهد چنین تعویضی برای او مطلوب است. با مطرح شدن ترکیب ۵ با تهدید ۰/۰۳۴ و فرصت ۰/۰۱، مقایسه آن با مواردی که دارای فرصت بیشتر از ۰/۰۱ است مطرح می‌شود؛ یعنی ترکیب‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱. در این مجموعه، کمترین تهدید به ترکیب ۸ مربوط است (۰/۱۳۷) که دارای فرصت ۰/۴۴۸ است. از تصمیم‌گیرنده سؤال می‌شود که آیا حاضر است به‌ازای پذیرش تهدید بیشتری معادل ۰/۱۰۳ (۰/۰۳۴-۰/۱۳۷) و کسب فرصت بیشتری معادل ۰/۳۴۸ (۰/۱-۰/۴۴۸)، ترکیب ۸ را به‌جای ترکیب ۵ انتخاب کند؟ او می‌پذیرد. گزینه ۸ کاندید می‌شود و... با ادامه این روند براساس فرایند شکل ۷، ترکیب‌ها به ترتیب اولویت بدین صورت

مراجع

1. Crittenden, V. and Crittenden, W. (2008). "Building a capable organization: the eight levers of strategy implementation." *Business Horizons*, Vol. 51, 301-309.
2. Jeffrey, K.P. (2010). *Project management: achieving competitive advantage*, 2nd Ed., Prentice Hall, Pearson Education Inc.
3. Cooper, D. and Chapman, C. (1987). *Risk analysis for large projects - models, methods and cases*, 1st Ed. Wiley, NY, USA.

4. Ravanshadnia, M., Rajaie, H. and Abbasian H.R. (2011). "A comprehensive bid/no-bid decision making framework for construction companies." *Iranian Journal of Science and Technology*, Transaction B: Engineering, Vol. 35, No. C1, 95-103.
 5. Teller, J. and Kock, A. (2013). "An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success." *International Journal of Project Management*, Vol. 31, No. 6, 817-829.
 6. Markowitz, H.M. (1952). *Portfolio selection: efficient diversification of investments*, 1st Ed., Yale University Press, New Haven, USA.
 7. Modarres, M. and Hassanzadeh, F. (2009). "A robust optimization approach to R&D project selection." *World Applied Science Journal*, Vol. 7, No. 5, 582-592.
 8. Huang, X. (2008). "Risk curve and fuzzy portfolio selection." *Journal of Computers and Mathematics with Applications*, Vol. 55, 1102-1112.
 9. Drake, A.R. and Kohlmeyer, J.M. (2010). "Risk-taking in new project selection: additive effects of bonus incentives and past performance history." *Advances in Accounting*, Vol. 26, No. 2, 207-220.
 10. Golmohammadi, A. and Pajoutan, M. (2010). "Meta-heuristics for depended portfolio selection problem considering risk." *Journal of Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 5, 5642-5649.
 11. Ozkan, B, Wu, D., Linderoth, J.T. and Moore, J. (2010). "R&D project portfolio analysis for the semiconductor industry." *Operations Research*, Vol. 58, No. 6, 1548-1563.
 12. Abbasi, M., Ashrafi, M., Kheirkhah, A., Bonyad, H. and Ghorbanzadeh Karimi, H. (2013). "R&D project selection using DEA and BSC." *Science & Technology Policy*, Vol. 5, No. 3, 67-84.
 13. Rashidi, A., Jazebi, F. and Brilakis, I. (2011). "Neuro-fuzzy genetic system for selection of construction project managers." *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 137, No. 1, 17-29.
 14. Torfi, F. and Rashidi, A. (2011). "Selection of project managers in construction firms using AHP and fuzzy TOPSIS: a case study." *Journal of Construction in Developing Countries*, Vol. 16, No. 1, 69-89.
 15. Taylan, O., Bafail, A.O., Abdulaal, R.M.S. and Kabli, M.R. (2014), "Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies." *Applied Soft Computing*, Vol. 17, 105-116.
 16. Padovani, M., DeCarvalho, M.M. and NamurMuscat, A.R. (2012). "Project portfolio adjustment and balance: a case study in the chemical sector." *Production*, Vol. 22, No. 4, 674-694.
 17. Abbasianjahromi, H.R. and Rajaie, H. (2013). "Application of fuzzy CBR and MODM approaches in the project portfolio selection in construction companies." *Iranian Journal of Science and Technology*, Vol. 37, No. C1, 143-155.
 18. Souder, W.E. and Sherman, J.D. (1994). *Managing new technology development*, McGraw Hill, New York, USA.
 19. Williams, T.M. (1996). "The two-dimensionality of project risk." *International Journal of Project Management*, Vol. 14, No. 3, 185-186.
 20. Elmaghraby, S.E. (2005). "On the fallacy of averages in project risk management." *European Journal of Operational Research*, Vol. 165, 307-313.
 21. Miler, J. (2005). A method of software project risk identification and analysis, Ph.D. Dissertation, Gdansk University of Technology, Gdansk, Polish.
 22. Project Management Institute (PMI). (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok Guide)*, 5th Ed., Newtown Square, PA, USA.
 23. Arsanjani, M.A., Ershadi M., Ahmadvand A.M. and Ghazizadeh Fard S.Z. (2012). "Dynamic analysis of problems related to absence of project portfolio system in the project based organizations." *Iranian Journal of Management Science*, Vol. 7, No. 27, 71-93.
-

24. Kahkonen, K. and Artto, K.A. (1997). Managing risks in projects, 1st Ed., E & FN SPON, Helsinki, Finland.
25. Flanagan, R. and Norman, G., (1993). Risk management and construction, 1st Ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.

واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1. Project Portfolio Management (PPM)
 2. Investment portfolio
 3. Risk efficiency concept
 4. Diversification
 5. Zero-One programming
 6. Genetic Algorithm (GA)
 7. Net Present Value (NPV)
 8. Decision Support System (DSS)
 9. Data Envelopment Analysis (DEA)
 10. Balanced Score Cards (BSC)
 11. Artificial Neural Network (ANN)
 12. Analytical Hierarchy Process (AHP)
 13. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
 14. Portfolio adjustment and balancing
 15. Case-Based Reasoning (CBR)
 16. Project screening
 17. Historical data or Historical records
 18. State Of Work (SOW)
 19. Flow of averages or Fallacy of averages
 20. Risk attitude or Risk tolerance or Risk utility
 21. Uniqueness, Temporarily and Progressive elaboration
 22. DELPHI method
 23. Preferred solution
 24. Risk taker, Risk averse, and Risk neutral
 25. Total Risk Level (TRL)
 26. Profile models
 27. Risk-Return
 28. Risk-Reward
 29. Engineering, Procurement, Construction (EPC)
-