

مدیریت و ارزیابی سبد پروژه‌های مستقل در شرایط عدم قطعیت و سازگاری پروژه‌ها*

هادی مختاری^۱

زینب حبیبی^۲

چکیده

در این تحقیق به بررسی و پیشنهاد رویکردهایی جهت انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت پرداخته می‌شود. این بررسی در حالتی است که پروژه‌های مورد بررسی مستقل هستند و ماهیتاً امکان انتخاب چند گزینه، به عنوان سبدهای از پروژه‌ها، بصورت همزمان وجود دارد. معیار محدودکننده سرمایه‌گذار در انتخاب سبدهای بزرگ‌تر، محدودیت در بودجه و سرمایه در دسترس است که تعیین می‌کند کدام پروژه‌ها اقتصادی بوده و قابل انتخاب هستند. ولی تغییرپذیری و نوسان در مطلوبیت اقتصادی پروژه‌ها که ناشی از عدم قطعیت‌های بیرونی است، عامل مهمی است که باید در این ارزیابی‌ها لحاظ شود. در این تحقیق دو رویکرد متفاوت جهت ارزیابی اقتصادی سبد پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت پیشنهاد می‌شود. رویکرد اول بر مبنای تابع توزیع نرمال و با معیار کمترین ضریب تغییرات طراحی شده، درحالی که رویکرد دوم بر اساس اصلاح بودجه در دسترس و با معیار بیشترین امید ریاضی عمل می‌کند. در انتها نتایج رویکردهای پیشنهاد شده بر اساس نمونه مسائل ارائه شده، مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اقتصادی، بحران اقتصادی، ریسک و عدم قطعیت، سبد پروژه‌ها

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۱.

^۱. استادیار مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه سراسری کاشان، کاشان، ایران (نویسنده مسئول) mokhtari_ie@kashanu.ac.ir

^۲. دانشجوی مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه سراسری کاشان، کاشان، ایران zeinabhabibi@yahoo.com

مقدمه

تصمیم عبارت است از این که داده‌ها و اطلاعات موجود در مورد موضوعی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و از ترکیب مناسب آن‌ها بهترین راه حل حاصل شود (اسکونژاد، ۱۳۹۳). در اکثر سازمان‌ها مشکلاتی وجود دارد که در صورتی که در قالب یک فرآیند به آن پرداخته نشود و جهت رفع آن اقدامی صورت نگیرد به احتمال قوی مجدداً و در چند مرحله تشدید شده و در مراحل حاد منجر به ایجاد بحران در سازمان می‌گردد. لذا به همین علت کلیه سازمان‌ها جهت حل مشکلات از روش‌های سیستماتیک تصمیم‌گیری استفاده می‌نمایند. به طور کلی تصمیم‌گیری یک فرآیند ذهنی است که تمام افراد بشر در سراسر زندگی خود با آن سر و کار دارند. فرآیند تصمیم‌گیری در پرتو نگرش‌ها، شخصیت، دانش و بینش فرد صورت می‌گیرد و این عوامل بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند. در مدیریت معاصر تصمیم‌گیری به عنوان فرآیند حل یک مسئله تعریف شده است و اغلب به تصمیم‌گیری، «حل مسئله» نیز گفته می‌شود. بطور کلی، در فرآیند حل مسئله شش مرحله اساسی وجود دارد (احمدپور داریانی، ۱۳۸۷) که عبارتند از (۱) تجزیه و تحلیل محیط (۲) تشخیص حل مسئله (۳) شناخت حل مسئله (۴) فرضیه‌سازی (۵) ایجاد راه‌های مختلف حل مسئله (۶) تصمیم‌انتخاب بهترین راهکارها. تصمیم‌گیری از اجزای جدایی‌ناپذیر مدیریت به شمار می‌آید و در همه وظایف مدیریت به نحوی جلوه گر است. در تعیین خط‌مشی‌های سازمان، در تدوین هدف‌ها، طراحی سازمان، انتخاب، ارزیابی و در تمامی اعمال مدیریت تصمیم‌گیری جزء اصلی و رکن اساسی است. در هر نوع تصمیم‌گیری دو عامل اساسی وجود دارد (الوانی، ۱۳۸۵):

۱. ارزش نتایج حاصل از اتخاذ تصمیم و اجرای آن یا به عبارتی ارزش مورد انتظار شخص.
۲. شانس و احتمالی که در صورت اقدام، برای نیل به نتایج احتمالی مطلوب وجود خواهد داشت.

مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی اخذ تصمیم و تجزیه و تحلیل فعالیت‌های مدیریتی وجود دارد ولی بطور کلی می‌توان آن‌ها را در چهار دسته تقسیم‌بندی کرد (الوانی، ۱۳۸۵) که عبارتند از (۱) مدل‌های کلامی: در مدل‌های کلامی؛ مدل بصورت نوشتار و در قالب عبارت و جملات بیان و تشریح می‌شود. (۲) مدل‌های ترسیمی: در این مدل‌ها روابط بین متغیرها بصورت نمودار و اشکال ترسیم می‌گردد مانند نمودار تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر که در تصمیم‌گیری مربوط به تولید بسیار کاربرد دارد. (۳) مدل‌های تجسمی: در این مدل‌ها وضعیت فیزیکی موضوع در مقیاس معین مجسم می‌گردد مانند ماکت یک ساختمان یا یک کارخانه یا سالن استقرار اتومبیل. (۴) مدل‌های ریاضی: مدل‌های ریاضی روابط ریاضی بین متغیرها را نشان می‌دهند مانند فرمول تعیین تعداد کالا در نقطه سر به سر نوعی مدل ریاضی به شمار می‌آید. طبقه‌بندی تصمیم‌ها کار مدیر و تحلیل‌گر را در انتخاب مدل‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری و شیوه‌های اخذ تصمیم ساده می‌سازد. بطور کلی در این طبقه‌بندی سه گروه قرار می‌گیرند (اسکونزاد، ۱۳۹۳؛ سلطانی، ۱۳۷۸):

۱. تصمیم‌گیری تحت شرایط اطمینان کامل: زمانی که تصمیم‌گیرنده با اطمینان کامل می‌داند که نتیجه یا نتایج حاصل از هر حالت ممکن چیست و در چه شرایطی اتفاق خواهد افتاد. از نظر تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان کامل قرار دارد.
۲. تصمیم‌گیری در شرایط ریسک: وقتی تصمیم‌گیرنده با اطمینان کامل نمی‌داند که نتایج حاصل از هر حالت چیست ولی احتمال وقوع آن‌ها را می‌داند در تحت شرایط ریسک و با مخاطره تصمیم می‌گیرد.
۳. تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان: هنگامی که تصمیم‌گیرنده احتمال وقوع نتایج حاصل از حالات ممکن را نمی‌داند؛ او در شرایط عدم اطمینان تصمیم‌گیری می‌کند. تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان یکی از پیچیده‌ترین انواع آن بوده و راهکار مناسبی را می‌طلبد. از آنجا که موضوع این تحقیق ارایه چهارچوب تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان است، در ادامه به بررسی بیشتر این حالت می‌پردازیم.

امروزه ضروری است که برای مواجهه هر چه بیشتر با شرایط واقعی از روش‌ها و رویکردهای توسعه یافته‌تر بهره برد. این روش‌ها نگاهی جامع‌تر به موضوعاتی مانند تعدد آینده‌ها، تعدد اهداف، تغییر طرز تلقی نسبت به ریسک، و از همه مهم‌تر عوامل اجتناب‌ناپذیر دارند. از آنجا که سازمان به جای «یک آینده محتمل» با طیفی از «آینده‌های شدنی» مواجه می‌شود «عدم قطعیت» بر مسئله سایه می‌اندازد. اگر بتوان تک تک آینده‌ها یک احتمال منطقی و معقول برآورد کرد، آنگاه انتخاب از بین مجموعه سیاست‌ها یا راهکارها سر راست می‌شود. تصمیم‌گیرنده کافی است که در بین آن‌ها مطلوب‌ترین را انتخاب کرده و از انتخاب منطقی خود راضی بوده و از آن دفاع کند. به طور کلی، ارکان اساسی و متغیرهای کلیدی تعریف‌کننده یک فضای تصمیم عبارتند از: مجموعه‌ای از سیاست‌ها، راهکارها، اقدام‌ها یا گزینه‌ها که تصمیم‌گیرنده و برنامه‌ریز باید از بین آنها انتخاب کند. در هر تصمیم‌گیری هوشمندانه‌ای باید با تمرکز بر ارکان فوق‌مبنائی منطقی و عقلانی برای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری و نهایتاً تدوین و اجرای اقدام‌ها و برنامه‌ها فراهم شود. هر چقدر اطلاعات درباره فضای تصمیم کمتر باشد عدم قطعیت‌ها نیز بیشتر و عمیق‌تر می‌شود. مثلاً اگر عملاً هیچ برآوردی درباره توزیع احتمال بر روی وضعیت‌های آینده میسر نباشد تصمیم‌گیری در شرایط «عدم قطعیت عمیق» مطرح می‌شود. به طور کلی «عدم قطعیت عمیق» زمانی وجود دارد که تحلیل‌گران مدل‌های مناسب برای نشان دادن چگونگی تولید مجموعه وضعیت‌های آینده، مجموعه سیاست‌ها، و روابط بین آن‌ها را نمی‌دانند یا نمی‌توانند درباره آن‌ها به توافق برسند (سید حسینی، ۱۳۹۳). همانطور که قبلاً مطرح شد، تصمیم‌گیری صحیح یکی از راه‌های حفظ سازمان و جلوگیری از بحران‌های احتمالی آتی است. مفهوم کلی بحران اشاره به وضعیتی است که در اثر بروز یک حادثه غیرمترقبه دگرگون می‌شود. این حادثه ممکن است یک رویداد بالقوه یا بالفعل باشد (درگی، ۱۳۸۹). سه عامل مهم در تعریف و تشخیص بحران از دیدگاه روش تصمیم‌گیری نقش عمده دارند که عبارتند از تهدید، زمان و غافلگیری. همچنین کرولین و ورتیسکی (۱۹۷۷) برای

تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی مدلی را ارائه نموده است. بنظر وی ماهیت تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی با مسائل زیر در ارتباط است:

۱. در شرایط بحرانی، از قوه درک و توان ذهنی و شعوری تصمیم‌گیرنده کاسته می‌شود.

۲. در شرایط بحرانی اطلاعات تحریف می‌شود.

۳. شرایط بحرانی موجب آشفتگی و اختلال در تصمیم‌گیری گروهی می‌شود.

۴. اجبار به اطاعت از دستورات و مقررات موجود، موجب تشدید بحران می‌شود.

۵. عدم آمادگی برای تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی بروز می‌کند.

از طرف دیگر از آنجا که در شرایط بحرانی مشکلات اجرا بیشتر خود را نشان می‌دهد بنابراین شناخت وضعیت بحرانی و مشکلات آن ضروری است. در این جهت اولاً در شرایط بحرانی، اجرای دقیق و سریع تصمیمات ضروری است. ثانیاً، اجراء تصمیمات نیاز به مساعدت و پشتیبانی تمامی واحدهای سازمانی یا دولتی دارد. ثالثاً، ممکن است بهترین تصمیم با اجرای نادرست مواجه گردد و نهایتاً، معمولاً در سازمان‌های بزرگ و دولت، تعداد واحدهای اجرایی زیاد و بعضاً موازی هستند و در هر واحد اجرایی، امکان، موقعیت، قدرت و توان برای اینکه آن واحد بر حسب نظر و اختیار خود عمل کند نیز وجود دارد. بدین دلایل، توصیه‌ها و دستوراتی برای رویارویی و دفع بحران و همچنین افزایش کیفیت تصمیم‌گیری و اجرای بهتر در زیر آورده می‌شود (کارولین و ورتیسکی، ۱۹۷۷):

۱. باید از رسیدن به یک توافق زودرس و بی‌موقع در تصمیم‌گیری جلوگیری کرد.

۲. باید از تحریف اطلاعات جلوگیری نمود.

۳. باید از تصمیم‌گیری غلط در گروه جلوگیری کرد.

۴. انعطاف‌پذیری بیشتری در دستورات و دستورالعمل‌ها بوجود آورد.

۵. برای تصمیم‌گیری آمادگی داشت.

۶. مانع از شکست در اجرای تصمیمات شد.

از جمله بحران‌هایی که اکثر سازمان‌ها با آن مواجه هستند ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت است که در ادامه به بررسی آن می‌پردازیم.

پیشینه پژوهش

گستره عدم قطعیت در پروژه‌ها قابل ملاحظه است و بسیاری از فعالیت‌های مدیریت پروژه از همان مراحل اولیه دوره عمر پروژه، به تبیین و تصمیم‌گیری در مورد مجموعه اقدامات ممکن در برابر عدم قطعیت‌های پروژه می‌پردازد. بخشی از موارد عدم قطعیت در پروژه‌ها، به امکان تغییر در معیارهای عملکرد پروژه مانند هزینه، زمان یا کیفیت باز می‌گردد. همچنین می‌توان، عدم قطعیت را به چهار ناحیه زیر طبقه‌بندی کرد (جعفری و همکاران، ۱۳۸۵):

۱. عدم قطعیت در مبانی و برآوردهای پروژه
۲. عدم قطعیت در طراحی و تدارکات پروژه
۳. عدم قطعیت در اهداف پروژه و اولویت‌های آن‌ها
۴. عدم قطعیت در روابط بین نهادهای حاضر در پروژه

کیفیت و دقت برآوردها به مواردی چون تجربه و مهارت کسانی که آن‌ها را تهیه کرده‌اند، چگونگی و زمان انجام این برآوردها و منابع و فرضیاتی که این برآوردها بر آن استوارند وابسته است. برآوردهایی مانند زمان، هزینه و کیفیت حوزه مشهودی از عدم قطعیت در پروژه‌ها هستند. به عنوان مثال، ممکن است در مورد زمان و منابع لازم برای اتمام فعالیت خاصی اطمینان وجود نداشته باشد. دلایل این نوع عدم قطعیت می‌تواند شامل عوامل متعددی از جمله موارد زیر باشد (عالم‌تبریز و حمزه‌ای، ۱۳۹۰):

- نبود مشخصات صریح از آن چه مورد نیاز است
- نبود تجربه در خصوص برخی از فعالیت‌ها
- پیچیدگی از دید تعداد عوامل مؤثر و تعداد وابستگی‌های بین فعالیت‌ها
- امکان وقوع رویداد یا شرایطی که فعالیت مورد نظر را متأثر سازد

طبیعت و مشخصات اقلام تحویلی پروژه و فرایند تعریف و تولید آن‌ها، در مراحل اولیه دوره عمر پروژه، زمینه‌ساز عدم قطعیت‌های بنیادی هستند. اصولاً بیشتر این عدم قطعیت‌ها ریشه در مراحل پیش از اجرای پروژه دارد که از تعجیل در مشخص کردن کاری که باید انجام شود، ناشی می‌شود. هرگاه در تعریف پروژه در مورد اهداف و اولویت‌دهی بین آن‌ها عدم قطعیت وجود داشته و موازنه قابل قبولی وجود نداشته باشد، مشکلات عمده‌ای به وجود می‌آید. روابط بین نهادهای مختلف حاضر در پروژه، حتی اگر به نظر خیلی ساده برسند، می‌تواند بسیار پیچیده و حائز اهمیت باشند. تضاد و عدم هماهنگی بین نهادهای مختلف پروژه می‌تواند منجر به ایجاد عدم قطعیت با منشأهای زیر گردد:

- محدوده و ویژگی مسئولیت‌ها.
- نوع درک و استنباط از نقش‌ها و مسئولیت‌ها.
- ارتباط‌ها در پروژه.
- ظرفیت و توانایی نهادهای حاضر در پروژه.
- توقع‌ها و انتظارات غیررسمی به جای قراردادهای رسمی.
- روش‌های ایجاد هماهنگی و کنترل.

ریسک در پروژه‌ها از تأثیر عدم قطعیت بر اهداف به وجود می‌آید. برخی ریسک‌ها زیان‌بار هستند که می‌توان آن‌ها را «تهدید» نامید. ولی برخی دیگر از ریسک‌ها، می‌توانند در رسیدن به اهداف ما را کمک نمایند که آن‌ها را می‌توان «فرصت» اتلاق کرد (پورحیدری و اخلاقی یزدی نژاد، ۱۳۸۸). درک ارتباط بین تهدیدها و فرصت‌ها، بویژه در امور پروژه‌ها و مدیریت ریسک پروژه‌ها حائز اهمیت خاصی است. برخی افراد ادعا می‌کنند فرصت‌ها به خودی خود وجود ندارند، بلکه تنها نتیجه عدم حضور تهدیدهای شناخته شده هستند. هدف مدیریت ریسک این است که خود به عنوان عامل تغییر عمل نموده، موقعیت مبهم فعلی را اداره کرده و روشی کنترل شده و مدیریت‌پذیر را برای این مسئله در اختیار تیم مدیریت بگذارد. مدیریت ریسک در بخش‌های متنوع و مختلفی

کاربرد دارد. از امور مالی و اعتباری تا سایر فعالیت‌های تجاری ردپایی از مدیریت ریسک به چشم می‌خورد. در پروژه‌ها، این مدیریت باید از سوی تمامی نهادهای حاضر شامل کارفرما، مشاور و پیمانکار اعمال شود. در حقیقت، مدیریت ریسک در سازمان‌ها شبیه به رانندگی با یک ماشین است که نیازمند ابزارهایی هستند که نگاه رو به جلو داشته و آینده مبهم و غبارآلود را بررسی و جستجو نموده تا بتوانند موانع محتمل (تهدید) و (میان‌برها) فرصت‌ها را شناسایی کنند و به راننده امکان تصحیح مسیر را در زمان مقتضی بدهند تا از بحران‌ها جلوگیری کرده و در عین حال، حرکت به سمت مقصد مطلوب را تسهیل نمایند (پورحیدری و اخلاقی یزدی نژاد، ۱۳۸۸).

بدیهی است به کارگیری یک فرایند مشترک در پرداختن همزمان به هر دو نوع ریسک، با عنوان مدیریت یکپارچه ریسک، مزایای متعددی دارد. همچنین به تجربه ثابت شده است که یک فرایند واحد که به دو موضوع می‌پردازد، از دو فرایند مجزا مؤثرتر خواهد بود. به این ترتیب، منظور از فرایند مدیریت ریسک ارائه ضوابطی است که به چارچوب‌های ساختارمند رفتار و مواجهه با مسئله ریسک را در هر دو بعد فرصت و تهدید در پروژه‌ها ارائه کرده و منجر به کسب موفقیت بیشتر در پروژه‌ها گردد. از طرفی در واقعیت ارتباط تنگاتنگی با مباحث مدیریت سازمان و مدیریت ریسک و بحران وجود دارد (نصیبی، ۱۳۹۴).

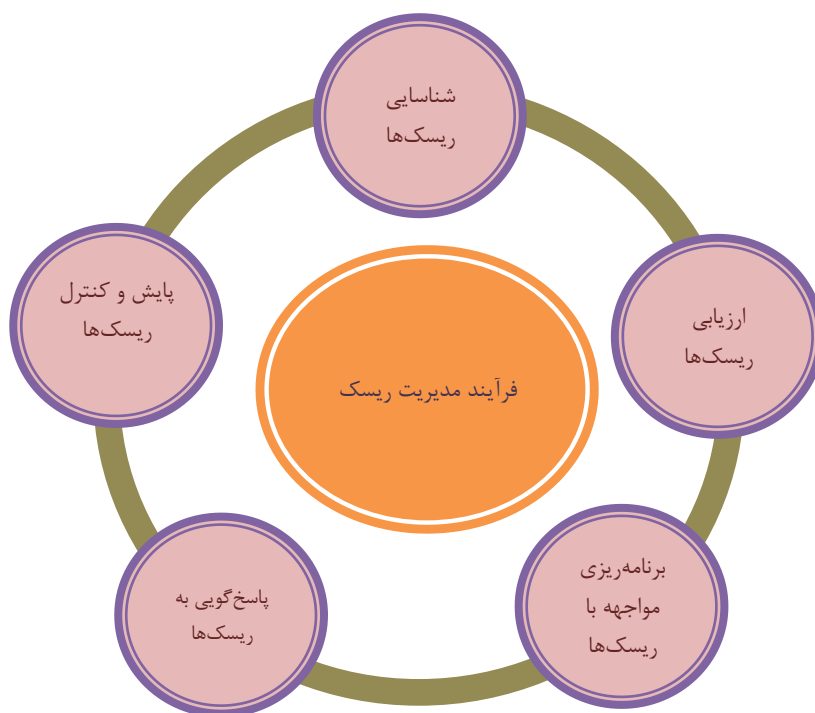
فرایندهای مدیریت ریسک را به صورت زیر می‌توان دسته‌بندی کرد (PMBOK، ۲۰۱۳):

(۱) برنامه‌ریزی مدیریت ریسک: برنامه‌ریزی مدیریت ریسک اولین مرحله از فرایند مدیریت ریسک است و به عنوان قدم آغازین پیش از ورود به سایر مراحل که به صورت چرخشی تکرار می‌شوند. برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، فرایند تصمیم‌گیری در رابطه با رویکرد و نحوه هدایت فعالیت‌های مدیریت ریسک در یک پروژه است. در این مرحله، سطح و نوع مدیریت ریسک، متناسب با ریسک پروژه و اهمیت پروژه برای سازمان، منابع مورد نیاز برای فعالیت‌های مدیریت ریسک و مبانی مواجهه با ریسک‌ها مشخص می‌گردد. (۲) شناسایی ریسک‌ها: پس از آن که اقدامات مقدماتی برای شروع فرایند

مدیریت ریسک به صورت کامل انجام شد، پروژه می‌تواند وارد قدم اول در چرخه فرایند مدیریت ریسک، یعنی شناسایی ریسک شود. در این مرحله، ریسک‌های پروژه اهم از تهدید و فرصت، با به کارگیری روش‌ها و ابزارهایی خاص شناسایی، تشریح و مستند می‌شوند. (۳) ارزیابی کیفی ریسک: از آنجا که تعداد ریسک‌های شناسایی شده در پروژه متعدد و بررسی تمام آن‌ها زمان بر و پرهزینه است، از این رو، برای مدیریت منطقی، ابتدا باید آن‌ها را اولویت‌بندی کرد. در مرحله ارزیابی کیفی، اولویت ریسک‌ها بر اساس احتمال وقوع و تأثیر آن‌ها بر اهداف پروژه تعیین می‌شود تا ریسک‌های مهم‌تر را در معرض دید مدیریت قرار دهد و در نتیجه، نواحی و ابعاد پرمخاطره و حساس‌تر پروژه مورد توجه و دقت کافی برای اقدام‌های بعدی قرار گیرند. (۴) ارزیابی کمی ریسک: پس از اولویت‌بندی ریسک‌ها، در مرحله ارزیابی کیفی، می‌توان در مورد ریسک‌هایی با اولویت بالا ارزیابی کمی انجام داد. ارزیابی کمی ریسک به معنای تحلیل عددی تأثیر دسته جمعی مجموعه ریسک‌های مهم پروژه بر اهداف آن است. (۵) برنامه‌ریزی پاسخ‌گویی به ریسک: بدیهی است که فرایند مدیریت ریسک نمی‌تواند پس از ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده متوقف شود. به همین دلیل، مرحله بعدی در فرایند مدیریت ریسک، تصمیم‌گیری درباره نحوه پاسخ‌گویی به ریسک‌های شناسایی شده و اولویت‌بندی شده، است. (۶) پایش و کنترل ریسک: آخرین مرحله از فرایند مدیریت ریسک که در مرحله اجرایی پروژه کاربرد دارد، زمانی است که پاسخ‌های اتخاذ شده ریسک در برنامه مدیریت پروژه گنجانده شده و به منظور یافتن ریسک‌های جدید یا تغییرات در ریسک‌ها و پاسخ‌های مربوط، پروژه در حین اجرا تحت مراقبت و پایش مداوم و مستمر قرار می‌گیرد. شکل (۱) مراحل کلی مدیریت ریسک را نمایش می‌دهد.

تاکنون تعداد متنوعی از شاخص‌های ارزیابی در شرایط ریسک و عدم قطعیت در ادبیات پیشنهاد شده است که هر کدام با مبانی و ویژگی‌ها و مفروضات خاص خود به ارزیابی مسائل می‌پردازند. به عنوان مثال شاخص میانگین-واریانس (مارکوییز، ۱۹۵۹)، میانگین-شبه واریانس (مارکوییز، ۱۹۵۹)، انحراف مطلق میانگین MAD (کانو و یامازاکی،

(۱۹۹۱)، شبه انحراف مطلق میانگین (اسپرانزا، ۱۹۹۳)، ابزار شبیه‌سازی مونت کارلو (مایر، پترسون و واندرواید، ۱۹۷۷ و پانادرو، درینگ، کایزیز، ژوآن و فیتو، ۲۰۱۷)، همبستگی (دوشی، کومار و یرامیلی، ۲۰۱۷)، رویکرد استوار (کارا، ایزمن و وبر، ۲۰۱۷ و زیدوناس، هاساپیس، سولیس، و سامیتاس، ۲۰۱۷ و مینن و روعه، ۲۰۱۷)، برنامه‌ریزی ریاضی (گوجار و ریتر ۲۰۱۰، نوزیک، ترن کویست و زوو، ۲۰۰۴، خنجرپناه و پیشوایی، ۲۰۱۸، برونو، احمد، شاپیرو و استریت، ۲۰۱۶) و به همین ترتیب سایر معیارها (راچو، اورتوبلی، استویانو، فابزی و بیگ‌لووا، ۲۰۰۸).



شکل ۱. نمای کلی از فرآیند مدیریت ریسک

تمایز این تحقیق نسبت به معیارهای قبلی در ارائه دو رویکرد جدید است که هر کدام دارای ویژگی‌های خاص خود بوده و در شرایط مفروض خود کاربرد دارند. ویژگی‌ها و مفروضات این دو رویکرد به صورت زیر می‌باشد: ارزیابی سببی از پروژه‌ها، شرایط وجود

پروژه‌های سازگار، سبدهای پروژه مستقل، استفاده از شاخص‌های آماری امید ریاضی و واریانس برای سبد پروژه به جای پروژه‌ها.

روش‌شناسی پژوهش

ارزیابی اقتصادی طرح‌ها شاخه‌ای از علم تصمیم‌گیری است که در آن هدف استفاده از روش‌های مختلف ریاضی و اقتصادی است در راستای ارزیابی و مقایسه اقتصادی امکانات و فرصت‌های سرمایه‌گذاری است. هدف در این علم ساده‌سازی مقایسه اقتصادی پروژه‌هاست که مدیران، مهندسان و کارشناسان از آن به عنوان ابزاری جهت انتخاب بهترین گزینه‌های پیش‌رو استفاده نمایند. یک تعریف از ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها عبارت است از تحلیل اقتصادی میزان تفاوت مورد انتظار که مابین گزینه‌های ممکن از لحاظ فنی وجود دارد. اصطلاح پیش‌بینی نشان‌دهنده توجه مطالعات امکان‌سنجی به آینده و تصمیمات اقتصادی آینده است. مسئولیت مهم مدیران در سازمان‌ها تدوین استراتژی کسب و کار و تصمیم‌گیری اقتصادی برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت آتی است به نحوی که رشد سودآوری مجموعه تضمین گردد. در این شرایط مسلم است که تصمیم نادرست بر سلامت مالی و اقتصادی بنگاه اثر نامطلوب گذاشته و منجر به کاهش عمر بنگاه می‌شود. سرمایه‌گذاران در طول فعالیت خود با پیشنهادهاى مختلفی برای سرمایه‌گذاری مواجه می‌شوند. فرآیند ارزیابی این پروژه‌ها با بررسی اولیه و تجزیه و تحلیل نتایج ممکن آن‌ها آغاز می‌شود. در این فرآیند کلیه پروژه‌ها با معیارهای مشخصی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و از میان آن‌ها تنها پروژه‌هایی که شاخص‌های مورد نظر را تأمین می‌کنند به عنوان گزینه‌های انتخاب نهایی تعیین می‌گردند.

اما یکی از دغدغه‌هایی که در اکثر پروژه‌ها موجب کاهش مطلوبیت اقتصادی و آسیب‌پذیری پروژه‌ها می‌شود، وجود عدم قطعیت و ریسک در محیط و عوامل پیرامونی پروژه‌ها است. به دلیل وجود عدم قطعیت‌ها و ریسک نمی‌توان به نتیجه و خروجی ارزیابی پروژه‌ها هرچه که باشد، اطمینان قطعی داشت. در عمل، آنچه که پیش‌بینی می‌شود و آنچه تحقق می‌یابد لزوماً یکسان نیستند. عدم قطعیت در پروژه‌ها به شرایطی گفته می‌شود که در

آن رفتار و خصوصیات یک سیستم را نمی‌توان با استفاده از داده‌ها و اطلاعات موجود از بعد کمی و کیفی توصیف و پیش‌بینی نمود. در این حالت احتمالات مربوط به وقایع و رخدادها قابل محاسبه و تخمین نیستند. با اینکه تصمیم‌گیرنده ممکن است از تمامی حالات ممکن اطلاع داشته باشد ولی روشی جهت تعیین احتمال وقوع آن‌ها در دسترس نیست یا تنها برای تعداد محدودی از رخدادها در دسترس است. در حالت ریسک، تمام گزینه‌ها و رخدادها ممکن نتایج مشخص بوده و علاوه بر این احتمال رخداد آن‌ها نیز بصورت فراوانی مشخص و در دسترس است. به عنوان یک رویکرد متداول در ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها، داده‌ها و اطلاعات مالی را قطعی در نظر می‌گیرند. در حالی که در اکثر موارد عدم قطعیت و ریسک از عوامل موثر بر کیفیت برآوردها و ارزیابی‌ها بوده و نقش بسزا و تعیین‌کننده‌ای دارند. لذا در عمل نمی‌توان پارامترها را با اطمینان بالا قطعی فرض کرد و نتایج حاصل از این‌گونه امکان‌سنجی‌ها می‌تواند نتایج آسیب‌پذیر و غیرقابل جبرانی را در پی داشته باشد. لذا بایستی عوامل مربوط به عدم قطعیت و ریسک را نیز در مدل‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها لحاظ نمود.

با توجه به اهمیت در نظر گرفتن ریسک در پروژه‌ها، لزوم بکارگیری مدیریت ریسک به عنوان فرایندی در شناسایی، تجزیه و تحلیل و پاسخ به ریسک احساس می‌شود، تا با بهره‌گیری از آن بتوان به اهداف پروژه مثل بالا بردن ارزش اقتصادی و کاهش ریسک‌های متغیر، بالا بردن درصد اطمینان در سرمایه‌گذاری به وسیله شناخت ریسک‌های مربوطه و چگونگی انتخاب پروژه‌ها برای حفظ ارزش و رسیدن به اهداف هر پروژه دست یافت. با توجه به اهمیت ملاک سودده یا زیان‌ده بودن پروژه‌ها شناخت ریسک‌های سرمایه‌گذاری و آنالیز و تجزیه آن‌ها با استفاده از روش‌هایی برای یافتن بهترین پروژه ضروری به نظر می‌رسد. لذا در ادامه به بررسی و پیشنهاد رویکردهایی جهت انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت پرداخته می‌شود. این بررسی در دو حالت امکان‌پذیر است: (۱) پروژه‌های مورد بررسی وابسته هستند. وابستگی پروژه‌ها به این معناست که با انتخاب یکی از پروژه‌هایی که کاندید انتخاب هستند، منطقاً امکان

انتخاب گزینه‌های دیگر وجود نداشته و اصطلاحاً پروژه‌ها ناسازگار هستند، و (۲) پروژه‌های مورد بررسی مستقل هستند و ماهیتاً امکان انتخاب چند گزینه بصورت همزمان وجود دارد. ولیکن تنها معیار محدود کننده سرمایه گذار، محدودیت در بودجه و سرمایه در دسترس است که تعیین می‌نماید کدام پروژه‌ها اقتصادی بوده و قابل انتخاب هستند. حالت اول در اکثر منابع اقتصاد مهندسی و ارزیابی اقتصادی طرح‌ها با عنوان اقتصاد مهندسی احتمالی مطرح و بررسی شده است. در این تحقیق ضمن مرور حالت اول، قصد داریم رویکردهای مناسبی برای حالت دوم پیشنهاد و بررسی نماییم. قبل از ارائه رویکردها، ابتدا نمادها و پارامترهایی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، معرفی می‌شوند.

نمادها و پارامترها

تعداد پروژه‌های مستقل در دسترس	n
اندیس معرف پروژه	i
اندیس معرف سبد پروژه	j
تعداد حالات احتمالی رخداد پروژه i ام	S_i
احتمال رخداد حالت S ام پروژه i ام	p_{iS}
متغیر سرمایه مورد نیاز پروژه i ام	B_i
سرمایه مورد نیاز پروژه i ام در حالت احتمالی S ام	B_S^i
متغیر ارزش فعلی خالص پروژه i ام	NPW_i
ارزش فعلی خالص پروژه i ام در حالت احتمالی S ام	NPW_S^i
متوسط سرمایه مورد نیاز پروژه i ام	$E[B_i]$
انحراف معیار سرمایه مورد نیاز پروژه i ام	$\sigma[B_i]$
متوسط NPW پروژه i ام	$E[NPW_i]$
انحراف معیار NPW پروژه i ام	$\sigma[NPW_i]$
تعداد پروژه‌های موجود در سبد j ام	N_j
متغیر سرمایه مورد نیاز سبد j ام	B^j
متغیر NPW سبد j ام	NPW^j
متوسط سرمایه مورد نیاز سبد j ام	μ_j^B
متوسط NPW سبد j ام	μ_j^{NPW}
انحراف معیار سرمایه مورد نیاز سبد j ام	σ_j^B
انحراف معیار NPW سبد j ام	σ_j^{NPW}
متوسط سرمایه مورد نیاز پروژه i ام در سبد j ام	μ_{ij}^B

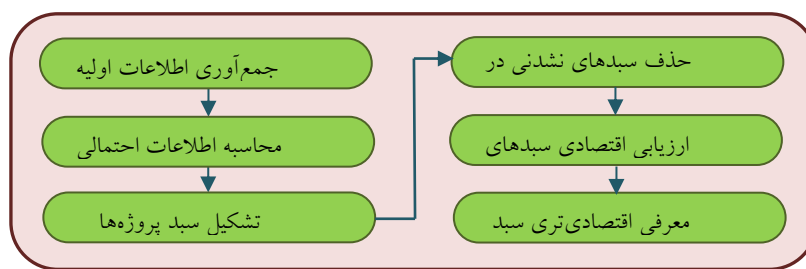
متوسط NPW پروژه i ام در سبد J ام	μ_{ij}^{NPW}
انحراف معیار سرمایه مورد نیاز پروژه i ام در سبد J ام	σ_{ij}^B
انحراف معیار NPW پروژه i ام در سبد J ام	σ_{ij}^{NPW}
بودجه در دسترس	B
بودجه اصلاح شده	B_{new}

پروژه‌های مستقل (سازگار)

دو پروژه را زمانی مستقل گویند که فرآیند مالی دو پروژه تأثیری بر هم نداشته باشد و انتخاب یک پروژه باعث انتخاب یا عدم انتخاب پروژه دیگر نگردد (اسکونژاد، ۱۳۹۳). باید توجه داشت که هیچ سازمانی به علت محدودیت بودجه خود، قادر به سرمایه‌گذاری در کلیه پروژه‌های پیشنهادی نیست. بودجه یک سازمان جهت سرمایه‌گذاری در پروژه‌های موجود، معمولاً کمتر از مجموع سرمایه‌های اولیه مورد نیاز برای پروژه‌های مذکور می‌باشد. بنابراین شناخت روش‌های تخصیص سرمایه به پروژه‌های موجود جهت سرمایه‌گذاری و نهایتاً انتخاب تعدادی از پروژه‌های مذکور که از یک طرف حداکثر سقف بودجه سازمان را رعایت نموده و از طرف دیگر بیشترین ارزش اقتصادی را ایجاد می‌نمایند، از اهمیت زیادی برخوردار است. اهمیت این تخصیص زمانی بیشتر می‌گردد که شرایط و پارامترهای اقتصادی پروژه‌ها با عدم قطعیت مواجه بوده و تصمیم‌گیری سازمان را دچار ریسک نموده و آینده سازمان را دچار آسیب‌پذیری می‌نماید. در چنین شرایطی پروژه‌ها را بر اساس میزان سرمایه اولیه مورد نیاز گروه‌بندی نموده و سبدهای پروژه شکل می‌گیرد. هر سبد از تعدادی پروژه مستقل تشکیل می‌گردد و در نهایت ارزیابی اقتصادی بین سبدها صورت گرفته و در نهایت یک سبد از پروژه‌ها به عنوان اقتصادی‌ترین ترکیب از پروژه‌ها که کمترین میزان ریسک را متوجه سازمان می‌کند، انتخاب می‌شود. در این راستا، ابتدا لیست پروژه‌ها به همراه برآوردی از سرمایه مورد نیاز و ارزش فعلی خالص (NPW^1) جریان نقدی آن‌ها در قالب جدول اطلاعات پروژه دریافت می‌شود. این جدول حالت‌های مختلف احتمالی برای رخداد پروژه‌های موجود را بر اساس نواسانات احتمالی

¹ Net Present Worth

در جریان نقدی^۱ پروژه‌ها تعیین می‌نماید. در مرحله اول از پردازش اطلاعات اولیه، متوسط و انحراف معیار سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک پروژه‌ها بر اساس مفاهیم آماری امید ریاضی و واریانس تعیین می‌گردد. پس از این مرحله، سبد پروژه‌ها بر اساس گروه‌بندی پروژه‌های مستقل موجود انجام می‌گیرد. در این مرحله تمام حالات ممکن از گروه‌بندی پروژه‌ها صورت می‌گیرد. با فرض داشتن n پروژه مستقل، تعداد سبدهای ممکن با لحاظ نمودن سبد تهی (عدم انتخاب هیچکدام از پروژه‌ها^۲) برابر 2^n و بدون احتساب آن برابر $2^n - 1$ خواهد بود. در این مرحله تعدادی سبد در اختیار داریم که نسبت به هم ناسازگار بوده و هدف انتخاب تنها یکی از آنهاست به نحوی که با حداقل ریسک، بیشترین ارزش اقتصادی را برای سازمان ایجاد نماید. در این راستا، متوسط و انحراف معیار سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک سبدها بر اساس مفاهیم آماری امید ریاضی و واریانس تعیین می‌گردد. در این مرحله اطلاعات لازم جهت انتخاب اقتصادی‌ترین سبد فراهم می‌باشد و می‌بایست دو فرآیند زیر صورت گیرد: (۱) انتخاب سبدهای شدنی از لحاظ بودجه در دسترس و حذف باقیمانده سبدها از ارزیابی و (۲) انتخاب اقتصادی‌ترین سبد از بین سبدهای انتخاب شده. در این راستا، در این مقاله دو رویکرد متفاوت در قالب دو الگوریتم پیشنهاد می‌شود. فرآیند کلی رویکرد پیشنهادی در شکل (۲) نمایش داده شده است.



شکل ۲. نمایی از فرآیند کلی ارزیابی پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت

¹ Cash Flow

² Do Nothing

رویگرد اول که با عنوان الگوریتم اول معرفی شده است، فرآیند انتخاب سبدها را با فرض نرمال بودن جریان نقدی و سرمایه مورد نیاز بررسی می‌نماید. در این الگوریتم، سبدهایی قابلیت انتخاب دارند که با حداکثر ریسک α سرمایه مورد نیازشان از سرمایه در دسترس سازمان فراتر رفته و بودجه سازمان، امکان عملیاتی کردن آنها را حداقل در $100(1 - \alpha)$ درصد اوقات دارد. بدین ترتیب در این رویکرد، تنها سبدهایی کفایت لازم برای بررسی اقتصادی را دارند که بحران و ریسک اقتصادی سازمان را به 100α درصد محدود نمایند. لازم به ذکر است که پارامتر ریسک α در الگوریتم پیشنهادی بصورت $0 \leq \alpha \leq 1$ قابل تعریف بوده و انتخاب آن در اختیار کاربر (سرمایه‌گذاران و مدیران سازمان‌ها) است. هرچقدر مقدار α نزدیک به ۱ تعریف شود، سازمان ریسک بیشتری را می‌پذیرد و در نقطه مقابل، هرچقدر مقدار α نزدیک به صفر انتخاب شود، سازمان با احتیاط بیشتری سبدها را ارزیابی می‌نماید و تنها سبدهای با ریسک کمتر را در چارچوب ارزیابی اقتصادی خود قرار داده و بقیه را از ارزیابی‌ها خارج می‌کند. در این مرحله، در میان سبدهای باقیمانده، سبدهی به عنوان اقتصادی‌ترین ترکیب از پروژه‌ها انتخاب می‌شود، که بیشترین ارزش اقتصادی (بیشترین متوسط NPW) و در عین حال کمترین تغییرات و ریسک در ارزش اقتصادی (کمترین انحراف معیار NPW) را دارا باشد. در این راستا از معیار ضریب تغییرات^۱ $CV_j = \sigma_j / \mu_j$ استفاده می‌شود. هر چه متوسط ارزش اقتصادی پروژه‌های یک سبد μ_j بیشتر باشد، آن سبد مطلوبیت اقتصادی بیشتری داشته و لذا ضریب تغییرات آن کاهش یافته و سبد احتمال انتخاب بیشتری خواهد داشت. همچنین از طرف دیگر، هرچقدر انحراف معیار ارزش اقتصادی پروژه‌های یک سبد σ_j کمتر باشد، ریسک اقتصادی آن سبد کمتر بوده و لذا ضریب تغییرات کاهش یافته و سبد احتمال انتخاب بیشتری خواهد داشت. قدم‌های این رویکرد در قالب الگوریتم اول در ادامه مشاهده می‌شود.

^۱ Coefficient of Variations (CV)

قدم‌های الگوریتم پیشنهادی اول (تابع توزیع و معیار حداقل ضریب تغییرات):

قدم (۱) دریافت جدول اطلاعات پروژه

قدم (۲) محاسبه امید ریاضی سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک پروژه‌ها:

$$E[NPW_i] = \sum_{s=1}^{S_i} p_{is} NPW_s^i \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$E[B_i] = \sum_{s=1}^{S_i} p_{is} B_s^i \quad \text{رابطه (۲)}$$

قدم (۳) محاسبه انحراف معیار سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک پروژه‌ها:

$$\sigma[NPW_i] = [E[NPW_i^2] - (E[NPW_i])^2]^{\frac{1}{2}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\sigma[B_i] = [E[B_i^2] - (E[B_i])^2]^{\frac{1}{2}} \quad \text{رابطه (۴)}$$

قدم (۴) تشکیل سبد پروژه‌ها جهت ارزیابی اقتصادی

قدم (۵) محاسبه امید ریاضی سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک سبدها:

$$\mu_j^B = \sum_{i=1}^{N_j} \mu_{ij}^B, \quad \mu_j^{NPW} = \sum_{i=1}^{N_j} \mu_{ij}^{NPW} \quad \text{رابطه (۵)}$$

قدم (۶) محاسبه انحراف معیار سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک سبدها:

$$\sigma_j^B = \left[\sum_{i=1}^{N_j} (\sigma_{ij}^B)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad \sigma_j^{NPW} = \left[\sum_{i=1}^{N_j} (\sigma_{ij}^{NPW})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{رابطه (۶)}$$

قدم (۷) انتخاب سبدهایی با حداکثر ریسک α از طریق رابطه احتمال زیر:

$$p(B^j \geq B) \leq \alpha = p\left(Z \geq \frac{B - \mu_j^B}{\sigma_j^B}\right) \leq \alpha = p\left(Z \leq \frac{B - \mu_j^B}{\sigma_j^B}\right) \geq 1 - \alpha \quad \text{رابطه (۷)}$$

که در این رابطه Z متغیر تصادفی نرمال استاندارد است. در این قدم، سبدهایی انتخاب می‌شوند که در رابطه فوق صدق کنند و احتمال این که سرمایه مورد نیاز آنها از سرمایه در دسترس سرمایه گذار (B) بیشتر شود حداکثر α باشد.

قدم (۸) ارزیابی اقتصادی سبدهای انتخاب شده در قدم ۷ از طریق انتخاب سبد با حداقل

ضریب تغییرات CV_j :

$$CV_j = \frac{\sigma_j}{\mu_j} \quad \text{رابطه (۸)}$$

اما رویکرد دوم پس از تشکیل سبد پروژه‌ها و محاسبه اطلاعات آنها، به این صورت است که جهت انتخاب سبدهای شدنی از لحاظ بودجه در دسترس و حذف باقیمانده سبدها، بودجه در دسترس سازمان بصورت زیر اصلاح می‌گردد:

$$B_{new} = (1 + \alpha)B \quad \forall 0 \leq \alpha \leq 1 \quad \text{رابطه ۹}$$

در این رابطه اگر $\alpha \geq 0$ باشد، پارامتر α تعیین‌کننده میزان ریسکی است که سازمان در ارزیابی سبدها، پذیرفته است و اگر $\alpha < 0$ باشد، در این صورت α تعیین‌کننده میزان اطمینانی است که سازمان در ارزیابی سبدها درخواست می‌نماید. در این صورت ملاک باقی ماندن سبدها در ارزیابی اقتصادی این است که آیا مقدار متوسط سرمایه مورد نیاز آنها کوچکتر یا مساوی B_{new} است یا خیر. اگر $B_{new} \geq B$ باشد به این معنا است که سازمان، سبدهایی را که متوسط سرمایه مورد نیاز آنها به اندازه 100α درصد بیشتر از بودجه در دسترس است، هم می‌پذیرد. این حالت بیانگر رویکرد متهورانه یک سازمان است. در صورتی که اگر $B_{new} < B$ باشد، به این معنا است که سازمان تنها سبدهایی را می‌پذیرد که متوسط سرمایه مورد نیاز آنها حداقل به اندازه 100α درصد کمتر از بودجه در دسترس باشند. این حالت بیانگر رویکرد ریسک‌گریزی سازمان است. در نهایت پس از حذف سبدهای نشدنی، انتخاب اقتصادی‌ترین سبد از بین سبدهای باقیمانده بر اساس حداکثر امید ریاضی ارزش اقتصادی پروژه‌های موجود در سبدها انجام می‌شود. به عبارت دیگر، از میان سبدهای باقیمانده، سبدی انتخاب می‌شود که بیشترین مقدار متوسط ارزش فعلی خالص را دارا باشد. قدم‌های این رویکرد در قالب الگوریتم دوم در ادامه مشاهده می‌شود.

قدم‌های الگوریتم پیشنهادی دوم: (بودجه‌ی اصلاح شده و معیار حداکثر امید ریاضی)

قدم (۱) دریافت جدول اطلاعات پروژه

قدم (۲) محاسبه امید ریاضی سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک پروژه‌ها:

$$E[NPW_i] = \sum_{s=1}^{S_i} p_{is} NPW_s^i \quad \text{رابطه ۱۰}$$

$$E[B_i] = \sum_{s=1}^{S_i} p_{is} B_s^i \quad \text{رابطه ۱۱}$$

قدم (۳) تشکیل سبد پروژه‌ها جهت ارزیابی اقتصادی

قدم (۴) محاسبه امید ریاضی سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک سبدها:

$$\mu_j^B = \sum_{i=1}^{N_j} \mu_{ij}^B, \quad \mu_j^{NPW} = \sum_{i=1}^{N_j} \mu_{ij}^{NPW} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

قدم (۵) محاسبه بودجه اصلاح شده از طریق ضریب ریسک یا اطمینان α از طریق رابطه

زیر:

$$B_{new} = (1 + \alpha)B \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

که در این رابطه، داریم:

$$\text{If } \alpha \geq 0 \quad \alpha \text{ ضریب ریسک است} \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

$$\text{If } \alpha < 0 \quad \alpha \text{ ضریب اطمینان است}$$

قدم (۶) انتخاب سبدهای شدنی از لحاظ بودجه در دسترس و حذف سایر سبدها با معیار:

$$\mu_j^B \leq B_{new} \quad \text{رابطه (۱۵)}$$

قدم (۷) انتخاب اقتصادی‌ترین سبد شدنی که بیشترین مقدار متوسط ارزش فعلی خالص

μ_j^{NPW} را داراست.

یافته‌های پژوهش

در این بخش، در راستای تحلیل رویکردهای پیشنهادی و نمایش کاربرد آن‌ها در ارزیابی طرح‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت، به بررسی دو نمونه مسئله پرداخته می‌شود. به این منظور، دو الگوریتم پیشنهاد شده در بخش قبلی، در محیط نرم‌افزار Matlab 2010a برنامه‌نویسی شد. نمونه اول که در این تحقیق در نظر گرفته شده است شامل سه پروژه با عناوین X، Y و Z است. اطلاعات مربوط به این سه پروژه شامل حالت‌های مختلف برآورد شده برای سرمایه اولیه مورد نیاز و همچنین ارزش اقتصادی NPW برآورد شده در هر حالت در جدول (۱) ارائه شده است. به عنوان نمونه پروژه X به دلیل عدم قطعیت موجود در برآوردها و نوسانات جریان نقدی پیش‌بینی شده، به احتمال ۰/۴ مبلغ ۸۰۰ واحد پولی سرمایه نیاز دارد که با این سرمایه‌گذاری پیش‌بینی می‌شود که ۱۰۰۰۰ واحد پولی ارزش اقتصادی حاصل از این سرمایه‌گذاری عاید سازمان شود. علاوه

بر این، پیش‌بینی شده است در شرایط عدم قطعیت، به احتمال ۰/۴ سرمایه و ارزش اقتصادی این پروژه به ترتیب برابر ۷۰۰ و ۱۲۰۰۰ واحد پولی و همچنین به احتمال ۰/۲، برابر ۷۰۰ و ۱۳۵۰۰ واحد پولی باشد. بدیهی است انتخاب پروژه‌ها در چنین شرایطی ریسک اقتصادی ناشی از سرمایه‌گذاری غیراقتصادی را متوجه سازمان و تصمیم‌گیران می‌نماید. در این نمونه مسئله، بودجه در دسترس سازمان جهت سرمایه‌گذاری و تخصیص به پروژه‌ها برابر $B = 3000$ و همچنین ضریب ریسک در ارزیابی‌های اقتصادی سه پروژه برابر $\alpha = 0/2$ در نظر گرفته شده است. برای این مسئله، امید ریاضی و انحراف معیار سرمایه مورد نیاز و NPW تک تک پروژه‌ها در جداول (۲) و (۳) ارائه شده است. امید ریاضی و انحراف معیار NPW پروژه‌ها، برآوردی کلی از میزان ارزش اقتصادی پروژه‌ها را در اختیار قرار می‌دهد. همچنین امید ریاضی و انحراف معیار سرمایه مورد نیاز، رنجی از سرمایه مورد نیاز پروژه‌ها را در تخمین می‌زند. نحوه انجام این محاسبات در زیر ارائه شده است.

$$E[NPW_X] = 0.4 \times 10000 + 0.4 \times 12000 + 0.2 \times 13500 = 11500$$

$$E[NPW_Y] = 0.6 \times 15000 + 0.2 \times 20000 + 0.2 \times 18000 = 14600$$

$$E[NPW_Z] = 0.25 \times 10000 + 0.5 \times 15000 + 0.25 \times 14500 = 13625$$

$$E[B_X] = 0.4 \times 800 + 0.4 \times 700 + 0.2 \times 700 = 740$$

$$E[B_Y] = 0.6 \times 1200 + 0.2 \times 1000 + 0.2 \times 1150 = 1150$$

$$E[B_Z] = 0.25 \times 1800 + 0.5 \times 2200 + 0.25 \times 1500 = 1925$$

$$\sigma[NPW_X] = [E[NPW_X^2] - (E[NPW_X])^2]^{\frac{1}{2}} = 1341.64$$

$$\sigma[NPW_Y] = [E[NPW_Y^2] - (E[NPW_Y])^2]^{\frac{1}{2}} = 2576.82$$

$$\sigma[NPW_Z] = [E[NPW_Z^2] - (E[NPW_Z])^2]^{\frac{1}{2}} = 2102.83$$

$$\sigma[B_X] = [E[B_X^2] - (E[B_X])^2]^{\frac{1}{2}} = 48.99$$

$$\sigma[B_Y] = [E[B_Y^2] - (E[B_Y])^2]^{\frac{1}{2}} = 77.46$$

$$\sigma[B_Z] = [E[B_Z^2] - (E[B_Z])^2]^{\frac{1}{2}} = 294.75$$

پس از این مرحله، سبدهای پروژه‌ها بر اساس تعداد حالت‌های گروه‌بندی سه پروژه انجام می‌شود. از آنجا که به تعداد $n = 3$ پروژه داریم، لذا بدون در نظر گرفتن سبب تهی، به سبب پروژه بصورت ستون دوم جدول (۴) ایجاد می‌شود. علاوه بر این، جدول (۴) اطلاعات مربوط به امید ریاضی و انحراف معیار NPW و سرمایه مورد نیاز سبدها را که بر اساس روابط (۵) و (۶) محاسبه شده‌اند، نمایش می‌دهد.

تعداد ۲ = ۳

مدیریت و ارزیابی سبد پروژه‌های مستقل در شرایط عدم قطعیت و سازگاری // ۱۰۳

جدول ۱. اطلاعات اولیه سه پروژه (نمونه مسئله اول)

پروژه	حالت	احتمال	NPW	سرمایه مورد نیاز
X	۱	۰/۴	۱۰۰۰۰	۸۰۰
	۲	۰/۴	۱۲۰۰۰	۷۰۰
	۳	۰/۲	۱۳۵۰۰	۷۰۰
Y	۱	۰/۶	۱۵۰۰۰	۱۲۰۰
	۲	۰/۲	۲۰۰۰۰	۱۰۰۰
	۳	۰/۲	۱۸۰۰۰	۱۱۵۰
Z	۱	۰/۲۵	۱۰۰۰۰	۱۸۰۰
	۲	۰/۵	۱۵۰۰۰	۲۲۰۰
	۳	۰/۲۵	۱۴۵۰۰	۱۵۰۰

جدول ۲. متوسط ارزش فعلی خالص و سرمایه مورد نیاز پروژه‌ها (نمونه مسئله اول)

پروژه	حالت	احتمال	امید ریاضی <i>NPW</i>	امید ریاضی سرمایه مورد نیاز
X	۱	۰/۴	۱۱۵۰۰	۷۴۰
	۲	۰/۴		
	۳	۰/۲		
Y	۱	۰/۶	۱۴۶۰۰	۱۱۵۰
	۲	۰/۲		
	۳	۰/۲		
Z	۱	۰/۲۵	۱۳۶۲۵	۱۹۲۵
	۲	۰/۵		
	۳	۰/۲۵		

جدول ۳. انحراف معیار ارزش فعلی خالص و سرمایه مورد نیاز پروژه‌ها (نمونه مسئله اول)

پروژه	حالت	احتمال	انحراف معیار <i>NPW</i>	انحراف معیار سرمایه مورد نیاز
X	۱	۰/۴	۱۳۴۱/۶۴	۴۸/۹۹
	۲	۰/۴		
	۳	۰/۲		
Y	۱	۰/۶	۲۵۷۶/۸۲	۷۷/۴۶
	۲	۰/۲		
	۳	۰/۲		
Z	۱	۰/۲۵	۲۱۰۲/۸۳	۲۹۴/۷۵
	۲	۰/۵		
	۳	۰/۲۵		

جدول ۴. اطلاعات سرمایه مورد نیاز و ارزش فعلی خالص سبد پروژه‌ها (نمونه مسئله اول)

شماره سبد پروژه	لیست پروژه‌های سبد	امید ریاضی <i>NPW</i>	انحراف معیار <i>NPW</i>	امید ریاضی سرمایه مورد نیاز سبد	انحراف معیار سرمایه مورد نیاز سبد
۱	X	۱۱۵۰۰	۱۳۴۱/۶۴	۷۴۰	۴۸/۹۹
۲	Y	۱۴۶۰۰	۲۵۷۶/۸۲	۱۱۵۰	۷۷/۴۶
۳	Z	۱۳۶۲۵	۲۱۰۲/۸۳	۱۹۲۵	۲۹۴/۷۵
۴	XY	۲۶۱۰۰	۲۹۰۵/۱۷	۱۸۹۰	۹۱/۶۵
۵	XZ	۲۵۱۲۵	۲۴۹۴/۳۷	۲۶۶۵	۲۹۸/۷۹
۶	YZ	۲۸۲۲۵	۳۳۲۵/۹۴	۳۰۷۵	۳۰۴/۷۵
۷	XYZ	۶۹۷۲۵	۳۵۸۶/۳۵	۳۸۱۵	۳۰۸/۶۷

در این مرحله اطلاعات لازم جهت انتخاب اقتصادی‌ترین سبد فراهم بوده و باید دو فرآیند زیر صورت گیرد: (۱) انتخاب سبدهای شدنی از لحاظ بودجه در دسترس و حذف باقیمانده سبدها از ارزیابی و (۲) انتخاب اقتصادی‌ترین سبد از بین سبدهای انتخاب شده. در این راستا، دو الگوریتم پیشنهادی در این تحقیق، متفاوت عمل می‌نمایند. لذا در ابتدا الگوریتم اول که بر مبنای تابع توزیع و با معیار حداقل ضریب تغییرات عمل می‌کند را بررسی می‌نماییم. به این منظور ستون سوم جدول (۵) احتمال اینکه سرمایه مورد نیاز پروژه‌های سبد از سرمایه در دسترس $B = 3000$ بیشتر باشد را محاسبه می‌نمایند. اگر این احتمال با ملاحظه شرایط عدم قطعیت موجود، از مقدار ضریب ریسک $\alpha = 2/0$ بیشتر باشد، ریسک و خطر کسری بودجه سازمان در مرحله اجرا اجتناب‌ناپذیر است و لذا آن سبد گزینه مناسبی نبوده و بایستی از میان گزینه‌های قابل بررسی حذف گردد. همانطور که در جدول ملاحظه می‌شود، این مسئله برای سبدهای ۶ و ۷ صادق بوده و لذا از ارزیابی اقتصادی خارج می‌گردند. در جدول (۶) رقابت بین سبدهای باقیمانده بر اساس معیار حداقل ضریب تغییرات صورت گرفته و در نهایت سبد شماره ۵ با کمترین ضریب تغییرات به عنوان اقتصادی‌ترین گزینه انتخاب شده است. این انتخاب بدین معناست که پروژه‌های X و Z تنها سطح ریسکی حداکثر به اندازه $\alpha = 2/0$ به سازمان تحمیل نموده و از طرف دیگر بیشترین ارزش اقتصادی را برای سازمان تأمین می‌نمایند.

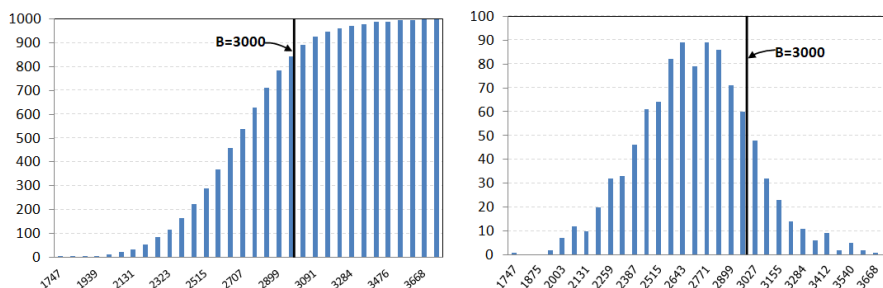
جدول ۵. انتخاب سبد پروژه‌ها شدنی توسط رویکرد اول (نمونه مسئله اول)

انتخاب سبد	نقض سرمایه در دسترس	$p\left(Z \leq \frac{B - \mu_j^B}{\sigma_j^B}\right)$	لیست پروژه‌های سبد	شماره سبد پروژه
✓	خیر	۱/۰۰	X	۱
✓	خیر	۱/۰۰	Y	۲
✓	خیر	۱/۰۰	Z	۳
✓	خیر	۱/۰۰	XY	۴
✓	خیر	۱/۰۰	XZ	۵
x	بله	۸/۶۹e-06	YZ	۶
x	بله	۰/۰۰	XYZ	۷

جدول ۶. ارزیابی اقتصادی سبدهای شدنی توسط معیار حداقل ضریب تغییرات (نمونه مسئله اول)

شماره سبد پروژه	لیست پروژه‌های سبد	$CV_j = \frac{\sigma_j}{\mu_j}$	حداقل CV_j
۱	X	۰/۰۰۳۲	
۲	Y	۰/۰۰۳۵	
۳	Z	۰/۰۰۳۴	
۴	XY	۰/۰۰۲۱	
۵	XZ	۰/۰۰۲۰	✓

در این قسمت در راستای ارزیابی ریسک سبد پروژه انتخاب شده، از تکنیک شبیه‌سازی نتایج استفاده می‌شود. بدین منظور سبد انتخاب شده توسط الگوریتم که شامل پروژه‌های X و Z است در ۱۰۰۰ سناریو شبیه‌سازی شد و دو تابع توزیع چگالی احتمال و توزیع تجمعی احتمال برای ارزش فعلی خالص این سبد به همراه سرمایه مورد نیاز جهت عملیاتی شدن آن، به عنوان متغیرهای تصادفی مسئله ارزیابی اقتصادی در شرایط عدم قطعیت مدل‌سازی شدند. شکل (۳) توابع مدل‌سازی شده را برای سرمایه مورد نیاز B^j نمایش می‌دهد.



شکل ۳. توابع توزیع چگالی و تجمعی احتمال سرمایه مورد نیاز سبد XZ

در این صورت، در سناریوهایی که سرمایه مورد نیاز این سبد از سرمایه در دسترس سازمان یعنی $B = 3000$ فراتر می‌رود، سازمان در معرض ریسک کسری بودجه قرار می‌گیرد. بر اساس سناریوهای شبیه‌سازی شده، تعداد این حالات ۱۲۷ سناریو از ۱۰۰۰ سناریو است که نشان می‌دهد سبد انتخاب شده، ریسک نشدنی بودن سرمایه‌گذاری

مدیریت و ارزیابی سبد پروژه‌های مستقل در شرایط عدم قطعیت و سازگاری // ۱۰۷

سازمان را در حد ۰/۱۲۷ محدود کرده و ریسک قابل قبول یعنی $\alpha = ۲/۰$ را نقض نمی‌کند. لذا همانطور که الگوریتم نیز تعیین نمود، این سبد قابلیت ارزیابی اقتصادی را به لحاظ ریسکی که به سازمان اعمال می‌کند داراست.

اما بر اساس الگوریتم دوم که بر مبنای بودجه اصلاح شده و معیار حداکثر امید ریاضی عمل می‌نماید، ابتدا بودجه در دسترس بر اساس ضریب α بصورت زیر اصلاح می‌گردد.

$$B_{new} = (1 + \alpha)B = (1 + 0.2) \times 3000 = 3600$$

در اینصورت سبدهایی حائز شرایط لازم جهت حضور در ارزیابی اقتصادی خواهند بود که امید ریاضی سرمایه مورد نیاز آن‌ها از بودجه اصلاح شده B_{new} بیشتر نباشد. جدول (۷) وضعیت سبدها را از این منظر نمایش می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، سبدهای ۱ تا ۶ حائز شرایط لازم بوده ولی سبد ۷ ریسک مواجهه با کسری بودجه را متوجه سازمان نموده و نمی‌تواند در ارزیابی اقتصادی مشارکت داشته باشد، لذا این سبد شدنی نبوده و از ارزیابی‌ها حذف می‌گردد. در این مرحله، در میان سبدهای باقیمانده در جدول (۸)، سبد ۶ با بیشترین مقدار امید ریاضی ارزش اقتصادی NPW ، به عنوان اقتصادی‌ترین سبد انتخاب می‌شود.

جدول ۷. انتخاب سبد پروژه‌ها شدنی توسط رویکرد دوم (نمونه مسئله اول)

شماره سبد پروژه	لیست پروژه‌های سبد	امید ریاضی سرمایه مورد نیاز سبد	نقض سرمایه در دسترس	انتخاب سبدهای شدنی
۱	X	۷۴۰	خیر	✓
۲	Y	۱۱۵۰	خیر	✓
۳	Z	۱۹۲۵	خیر	✓
۴	XY	۱۸۹۰	خیر	✓
۵	XZ	۲۶۶۵	خیر	✓
۶	YZ	۳۰۷۵	خیر	✓
۷	XYZ	۳۸۱۵	بله	×

جدول ۸. ارزیابی اقتصادی سبدهای شدنی توسط معیار حداکثر امید ریاضی (نمونه مسئله اول)

شماره سبد پروژه	لیست پروژههای سبد	امید ریاضی سبد	انتخاب اقتصادی‌ترین سبد شدنی
۱	X	۱۱۵۰۰	
۲	Y	۱۴۶۰۰	
۳	Z	۱۳۶۲۵	
۴	XY	۲۶۱۰۰	
۵	XZ	۲۵۱۲۵	
۶	YZ	۲۸۲۲۵	✓

علاوه بر نمونه مسئله اول که سه پروژه را مورد بررسی قرار می‌دهد، نمونه مسئله دیگری با تعداد ۱۰ پروژه در ادامه بررسی خواهد شد. در این مسئله بودجه در دسترس برابر $B = 9000$ با ضریب $\alpha = 2/0$ فرض شده است. اطلاعات بیشتر این مسئله در جدول (۹) ارائه شده است. از آنجاکه به تعداد $n = 10$ پروژه در این مسئله مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، لذا به تعداد ۱۰ سبد قابل تشکیل است. مسئله مذکور توسط برنامه نوشته شده در محیط نرم‌افزار Matlab اجرا شد و نتایج ثبت گردیدند. از آنجاکه تعداد سبدها در این مسئله زیاد بوده و ابعاد این مسئله در حد مسائل بزرگ قرار می‌گیرد، لذا جزئیات محاسبات در این مجال قابل ارائه نیست و تنها خلاصه‌ای از نتایج در جدول (۱۰) ارائه شده است. در این جدول اطلاعات مربوط به تعداد سبدهای شدنی در دو الگوریتم، رنج ارزش اقتصادی NPW سبدهای شدنی و در نهایت ترکیب پروژههای اقتصادی‌ترین سبد انتخاب شده توسط هر دو الگوریتم ارائه شده است.

جدول ۹. اطلاعات اولیه ۱۰ پروژه (نمونه مسئله دوم)

پروژه	حالت	احتمال	NPW	سرمایه مورد نیاز
۱	۱	۰/۴	۱۰۰۰۰	۱۸۰۰
	۲	۰/۴	۱۲۰۰۰	۱۷۰۰
	۳	۰/۱	۱۳۵۰۰	۱۰۰۰
	۴	۰/۱	۱۴۰۰۰	۷۵۰
۲	۱	۰/۴	۱۵۰۰۰	۱۲۰۰
	۲	۰/۲۵	۱۰۰۰۰	۱۸۰۰
	۳	۰/۲۵	۱۲۰۰۰	۲۰۰۰

مدیریت و ارزیابی سبد پروژه‌های مستقل در شرایط عدم قطعیت و سازگاری // ۱۰۹

پروژه	حالت	احتمال	NPW	سرمایه مورد نیاز
	۴	۰/۱	۱۲۵۰۰	۱۰۰۰
۳	۱	۰/۲	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰
	۲	۰/۲	۱۰۰۰۰	۱۲۰۰
	۳	۰/۲	۱۰۰۰۰	۱۸۰۰
	۴	۰/۲	۱۰۰۰۰	۸۰۰
۴	۱	۰/۱۵	۸۰۰۰	۱۸۰۰
	۲	۰/۲۵	۹۰۰۰	۱۶۰۰
	۳	۰/۳	۸۰۰۰	۱۸۰۰
	۴	۰/۳	۷۰۰۰	۲۰۰۰
۵	۱	۰/۸۵	۸۵۰۰	۱۹۰۰
	۲	۰/۰۵	۷۵۰۰	۲۱۰۰
	۳	۰/۰۵	۶۵۰۰	۲۳۰۰
	۴	۰/۰۵	۷۰۰۰	۱۹۰۰
۶	۱	۰/۱	۹۵۵۰	۱۰۵۰
	۲	۰/۱	۹۵۵۰	۱۱۵۰
	۳	۰/۱	۹۵۵۰	۱۲۵۰
	۴	۰/۷	۹۵۵۰	۱۳۵۰
۷	۱	۰/۰۵	۱۰۵۵۰	۱۰۰۰
	۲	۰/۰۵	۱۰۵۵۰	۲۰۰۰
	۳	۰/۰۵	۱۰۵۵۰	۲۰۰۰
	۴	۰/۸۵	۱۰۵۵۰	۱۰۰۰
۸	۱	۰/۶۵	۵۵۵۰	۱۱۵۰
	۲	۰/۱۵	۵۵۵۰	۱۰۵۰
	۳	۰/۱۰	۵۵۵۰	۱۲۵۰
	۴	۰/۱۰	۶۰۵۰	۱۴۵۰
۹	۱	۰/۲۵	۵۵۰	۸۵۰
	۲	۰/۲۵	۵۵۰	۱۱۵۰
	۳	۰/۲۵	۵۵۰	۱۳۵۰
	۴	۰/۲۵	۵۰	۹۵۰
۱۰	۱	۰/۲	۵۰۵۰	۲۸۵۰
	۲	۰/۲	۴۰۵۰	۲۵۵۰
	۳	۰/۲	۶۰۵۰	۲۷۵۰
	۴	۰/۴	۷۵۵۰	۲۹۵۰

جدول ۱۰. خلاصه نتایج محاسبات (نمونه مسئله دوم)

الگوریتم	تعداد کل سبدها	تعداد سبدهای شدنی	بیشترین NPW در بین سبدهای شدنی	کمترین NPW در بین سبدهای شدنی	ترکیب پروژه‌های اقتصادی ترین سبد
الگوریتم اول (تابع توزیع و معیار حداقل ضریب)	۱۰۲۳	۵۶۲	۵۷۲۲۵	۴۲۵	پروژه‌های ۶ تا ۸
الگوریتم دوم (بودجه)	۱۰۲۳	۸۲۷	۶۵۵۰۰	۴۲۵	پروژه‌های ۱ تا ۸

دوره ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۲
دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سرمایه‌گذاری مناسب یکی از عوامل تأثیرگذار برای رشد و توسعه اقتصادی سازمان‌ها محسوب می‌شود. از آنجا که تصمیم‌گیری اقتصادی برای دستیابی به راه‌حلی است که قرار است در آینده مورد استفاده قرار گیرند، لذا به طور طبیعی مبتنی بر وقایعی هستند که در آینده اتفاق می‌افتند. این در حالی است که همواره آینده با دو عامل ریسک و عدم قطعیت مواجه می‌باشد و عدم توجه به این عوامل، ممکن است سازمان را تا مرز بحران‌های اقتصادی و مالی پیش برد. با توجه به ریسک‌گریز بودن صاحبان سرمایه و همچنین فضای مملو از نوسان و ریسک در محیط‌های سرمایه‌گذاری، مدیران و تصمیم‌گیران نیاز به ابزارهایی دارند که بتوانند با تصویر درستی از آینده، درباره سرمایه‌گذاری و مسیر حرکت آتی سازمان تصمیم‌گیری کنند. لذا با توجه به اهمیت شناخت ریسک‌های سرمایه‌گذاری و تجزیه و تحلیل آن‌ها، استفاده از روش‌های سیستماتیک برای یافتن بهترین سرمایه‌گذاری در شرایط ریسک و عدم قطعیت، ضروری به نظر می‌رسد. این در حالی است که ابزارهای سنتی ارزیابی پروژه‌ها شرایط عدم قطعیت و ریسک‌های موجود را در نظر نمی‌گیرند.

در این مقاله به بررسی و پیشنهاد رویکردهایی جهت انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت پرداخته شد. این بررسی در حالتی است که پروژه‌های مورد بررسی مستقل هستند و امکان انتخاب سبکی از پروژه‌ها، وجود دارد. دو رویکرد متفاوت جهت ارزیابی اقتصادی سبد پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت پیشنهاد شد. رویکرد اول فرآیند انتخاب سبدها را با فرض نرمال بودن جریان نقدی و سرمایه مورد نیاز بررسی می‌نماید. در این الگوریتم، سبدهایی قابلیت انتخاب دارند که با حداکثر ریسک α سرمایه مورد نیازشان از سرمایه در دسترس سازمان فراتر رود. در میان سبدهای باقیمانده، سبکی به عنوان اقتصادی‌ترین ترکیب از پروژه‌ها انتخاب می‌شود، که بیشترین ارزش اقتصادی و در عین حال کمترین تغییرات و ریسک در ارزش اقتصادی را دارا باشد. اما در رویکرد دوم پس از تشکیل سبد پروژه‌ها، جهت انتخاب سبدهای شدنی از لحاظ بودجه در

دسترس و حذف باقیمانده سبدها، بودجه در دسترس سازمان بصورتی اصلاح می‌گردد که اگر ضریب رابطه $\alpha \geq 0$ باشد، پارامتر α تعیین‌کننده میزان ریسکی است که سازمان در ارزیابی سبدها، پذیرفته است و اگر $\alpha < 0$ باشد، در اینصورت α تعیین‌کننده میزان اطمینانی است که سازمان در ارزیابی سبدها درخواست می‌نماید. در اینصورت ملاک باقی ماندن سبدها در ارزیابی اقتصادی این است که آیا مقدار متوسط سرمایه مورد نیاز آن‌ها از بودجه اصلاح شده بیشتر نشود. در نهایت پس از حذف سبدهای نشدنی، انتخاب اقتصادی‌ترین سبد از بین سبدهای باقیمانده بر اساس حداکثر امید ریاضی ارزش اقتصادی سبدها انجام می‌شود. نتایج دو رویکرد پیشنهادی با دو نمونه مسئله بطور مفصل مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار گرفت.

به عنوان تحقیقات آتی می‌توان پیشنهاد نمود که مسئله ارزیابی اقتصادی سبد پروژه‌ها در شرایط ریسک و عدم قطعیت را با استفاده از رویکردهای بهینه‌سازی ریاضی همانند برنامه‌ریزی خطی مدلسازی و حل نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود تحقیق حاضر را در شرایطی که جریان نقدی پروژه‌ها علاوه بر نوسانات ناشی از عدم قطعیت، در معرض تورم اقتصادی نیز قرار داشته و به این لحاظ سازمان دچار ریسک در سرمایه‌گذاری است، بررسی و تحلیل شود.

منابع

- Oskoonejad, M. (2013). Engineering economics: Economical evaluation of industrial projects. Tehran: Amirkabir University of Technology Press. (in persian)
- Alvani, S. M. (2005). General Management. Tehran: Ney Press. (in persian)
- Poorheidari, O & akhlaghi yazzinejad, E. (2008). Investigation of Advanced Evaluation Methods: Risk Analysis and Inflation Analysis In Long-Term Projects, *Journal of Economics Research*, 9(4), 37-56.
- Soltani, G. (1999). Engineering Economics. Shiraz: Shiraz University Press. (in persian)
- Jafari, M & ebnerasool, S. A & didevar, F. (2005). Role of Knowledge Management and Information Technology in Project Risk Management, *International Journal of Industrial Engineering & Production Management*. 17(5), 31-37. (in persian)
- Entrepreneurship, 101 techniques for creative problem solving, Tehran: Amirkabir University Press. (in persian)
- Seyed Hoseini, S. M. (2013). Advanced Engineering Economics and Decision Making Analysis, Tehran: Iran University of Science and Technology Press. (in persian)
- Dorgi, P. (2009). Tehran: How to Manage Business in Economic Crisis, Rasa Books Institute. (in persian)
- Alam Tabriz, A & Hamzei, E. (2000). Evaluation and Analysis of Project Risks using Integrated Approach of PMBOK Risk Management and RFMEA Technique, *Industrial Engineering Studies*, 9(23), 1-19. (in persian)
- Nasibi, M. & Modiri, M. & Nekoei, M. A. & Hasanavi, R. & Noori, M. (2014). Establishment of Information Interactive Model and Stakeholders Activities of Crisis Management in Industry using Concurrent Engineering, Iran Khodro Case Study, *Crisis Management*, 4(2), 23-36. (in persian)
- A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide, (2013), Project Management Institute, 5th Edition.
- Bruno, S., Ahmed, S., Shapiro, A., & Street, A. (2016). Risk neutral and risk averse approaches to multistage renewable investment planning under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 250(3), 979-989.
- Doshi, H., Kumar, P., & Yerramilli, V. (2017). Uncertainty, Capital Investment, and Risk Management. *Management Science*.
- Gutjahr, W. J., & Reiter, P. (2010). Bi-objective project portfolio selection and staff assignment under uncertainty. *Optimization*, 59(3), 417-445.
- Kara, G., Özmen, A., & Weber, G. W. (2017). Stability advances in robust portfolio optimization under parallelepiped uncertainty. *Central European Journal of Operations Research*, 1-21.
- Khanjarpanah, H., & Pishvaei, M. S. (2018). A fuzzy robust programming approach to multi-objective portfolio optimisation problem under uncertainty. *International Journal of Mathematics in Operational Research*, 12(1), 45-65.
- Konno, H., & Yamazaki, H. (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to Tokyo stock market. *Management science*, 37(5), 519-531.
- Maier, S. F., Peterson, D. W., & Vander Weide, J. H. (1977). A monte carlo investigation of characteristics of optimal geometric mean portfolios. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 12(2), 215-233.
- Markowitz, H. (1959), Portfolio Selection; Efficient Diversification of Investment. New York: Wiley.
- Meinen, P., & Roehe, O. (2017). On measuring uncertainty and its impact on investment: cross-country evidence from the euro area. *European Economic Review*, 92, 161-179.
- Nozick, L. K., Turnquist, M. A., & Xu, N. (2004). Managing portfolios of projects under uncertainty. *Annals of Operations Research*, 132(1-4), 243-256.
- Panadero, J., Doering, J., Kizys, R., Juan, A. A., & Fito, A. (2018). A variable neighborhood search simheuristic for project portfolio selection under uncertainty. *Journal of Heuristics*, 1-23.
- Rachev, S., Ortobelli, S., Stoyanov, S., Fabozzi, F., Biglova, A. (2008). Desirable Properties of an Ideal Risk Measure in Portfolio Theory. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 11, 19-54.
- Smart, Caroline, and Ilan Vertisky, (1977), Design for Crisis Decision Units, in *Administrative Science Quarterly*, 22, pp. 638-67.
- Speranza, M. G. (1993), Linear Programming Models for Portfolio Optimization. *Finance*, 14, 107-123.
- Xidonas, P., Hassapis, C., Soulis, J., & Samitas, A. (2017). Robust minimum variance portfolio optimization modelling under scenario uncertainty. *Economic Modelling*, 64, 60-71.

شناسه دیجیتال (DOI): JEMSC-1709-1060 (R3)

استناد به این مقاله:

مختاری، ه؛ حبیبی، ز. (۱۳۹۶). «مدیریت و ارزیابی سبد پروژه‌های مستقل در شرایط عدم قطعیت و سازگاری پروژه‌ها». دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم، ۶ (۲)، ۱۱۲-۸۳.