

بهینه‌سازی سبد پروژه‌های سازمان؛ رویکرد خوشه‌بندی و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی

ملیحه بینشیان^{۱*}، سعید صفری^۲، رضا عباسی^۳، منصور مؤمنی^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
- ۲- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
- ۳- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
- ۴- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۹

دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۱

چکیده

انتخاب صحیح پروژه‌ها یکی از مهم‌ترین اقدامات سازمان‌های پروژه‌محور در راستای مدیریت راهبردی است و محدودیت منابع موجب می‌شود سازمان‌ها نتوانند روی تمامی پروژه‌ها سرمایه‌گذاری نمایند. از این رو، انتخاب مجموعه پروژه‌های موردنظر سازمان یا پورتفولیوی پروژه‌ها به نحوی که بتواند اهداف و استراتژی‌های سازمان را با در نظر گرفتن محدودیت‌های سازمانی برآورده سازد، بسیار حائز اهمیت است. برای تحقق این مهم و به منظور تصمیم‌گیری دقیق‌تر، پژوهش حاضر از سه مرحله غربال جهت تشکیل سبد پروژه سازمان استفاده نموده است. در مرحله اول، غربال پروژه‌ها براساس معیارهای انتخاب پروژه و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی اولویت‌بندی شده‌اند. از آنجایی که بیش‌ترین هزینه‌های هر سازمان ناشی از ریسک پروژه و اتمام دیرهنگام است و همچنین ممکن است پروژه‌ای از اولویت خوبی برخوردار باشد ولی انجام آن برای سازمان دارای درجه بالایی از ریسک بوده و هزینه‌های زیادی را به همراه داشته باشد، لذا در مرحله دوم غربال، پروژه‌ها براساس ریسک پروژه بر مبنای استاندارد PMBOK خوشه‌بندی فازی شدند. براساس نتایج خوشه‌بندی، پروژه‌ها در سه خوشه قرار گرفتند. خوشه اول پروژه‌هایی هستند که از ریسک معقولی برخوردار هستند. پروژه‌های

خوشه دوم نیز دارای درجه بالایی از ریسک بوده که در صورت لزوم انجام آن‌ها، نیازمند توجه خاص مدیریت ارشد هستند. در خوشه سوم، پروژه‌های هستند که ریسک بحرانی داشته و در صورت لزوم انجام آن‌ها، به طرح‌ریزی مشخص و برنامه‌ریزی خاص نیاز دارند. در مرحله بعد، خبرگان براساس حوزه فعالیت هر شرکت، پروژه‌ها را به شرکت‌ها تخصیص دادند. در مرحله آخر غربال، پروژه‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک و با در نظر گرفتن سه محدودیت آرمانی «سود»، «بودجه» و «ریسک» در هر یک از شرکت‌های زیرمجموعه انتخاب شدند.

واژگان کلیدی: سبد پروژه^۲؛ انتخاب پروژه^۳؛ تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی^۴؛ خوشه‌بندی^۵؛ برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک^۶.

۱- مقدمه

نیاز روزافزون سازمان‌ها و شرکت‌های پروژه محور به ایجاد سیستم‌های متمرکز و یکپارچه که در قالب آن بتوان دانش مدیریت پروژه را نهادینه کرد و از طریق آن کلیه پروژه‌های پیشنهادی سازمان را ارزیابی، اولویت‌بندی و انتخاب نمود، از دیرباز موردتوجه مدیران و مسئولان ارشد سازمان‌ها بوده است. انتخاب پروژه در سازمان‌های پروژه محور، یک تصمیم حیاتی و پویا بوده و اداره این‌گونه سازمان‌ها به این شکل، چالش‌های خاصی را برای آن‌ها ایجاد می‌کند. یکی از بزرگ‌ترین این چالش‌ها اطمینان از هم‌جهت بودن بیشتر پروژه‌های سازمان با استراتژی مدیریت شرکت است. این موضوع درباره منابع نیز که می‌تواند شرکت را در مسیر موردنظر هدایت کند، صادق است. زیرا منابع به‌ویژه سرمایه‌های انسانی اختصاص‌یافته به هر پروژه کمیاب هستند و در این شرایط انتخاب و تخصیص بهینه منابع محدود سازمان به تعداد محدودی از پروژه‌های سازمان برای بیشتر سازمان‌ها یک تصمیم بسیار مهم تلقی می‌شود. از این رو، انتخاب مجموعه پروژه‌های موردنظر سازمان یا سبد پروژه‌ها که بتواند

2. Project portfolio
3. Project Selection
4. Fuzzy Multi-Criteria Decision Making
5. Clustering
6. Zero-one Goal Programming

اهداف و استراتژی‌های سازمان را با در نظر گرفتن محدودیت‌های سازمانی برآورده سازد، بسیار حائز اهمیت است.

مدیریت سبب پروژه، رویکردی برگرفته از دانش مدیریت پروژه است [۱]. مدیریت سبب پروژه یکی از راهکارهای دستیابی به اهداف سازمان‌ها با در نظر گرفتن ویژگی‌ها، نیازها و انتظارات از پروژه‌های مختلف سازمان است. هدف اصلی از مدیریت سبب پروژه، انتخاب، طراحی و اجرای پروژه‌هایی است که در نهایت بتوانند دستیابی سازمان را به اهداف نهایی خود تسهیل کنند و این امر تنها از طریق یکپارچه‌سازی اهداف پروژه با اهداف سازمان محقق می‌شود [۲].

عموماً مشاهده می‌شود که در صورت نبود یک نظام مدیریتی کلان و متمرکز، پروژه‌های سازمان در تعارض با یکدیگر قرار گرفته و مقدمه‌ساز بروز مشکلات و تحمیل هزینه‌های کلان به سازمان می‌شوند [۳]. حال با توجه به اینکه هر پروژه خصوصیات خاص خود را از لحاظ عمر، چرخه حیات، نرخ مصرف منابع در دوره‌های مختلف و موارد دیگر دارد، عملی کردن این امر بسیار مشکل و مستلزم تلاش فراوان است؛ مخصوصاً زمانی که تعداد پروژه‌ها زیاد باشد، تعداد حالت‌هایی که می‌توان انتخاب نمود، بسیار زیاد خواهد بود و ارزیابی هر حالت با توجه به معیارهایی که باید در فرآیند انتخاب پروژه لحاظ نمود، کار بسیار دشواری است [۴]. هدف از تصمیم‌گیری در خصوص سبب پروژه‌ها، تخصیص مجموعه محدودی از منابع به پروژه‌ها به منظور متعادل نمودن ریسک و درآمد در راستای اهداف و راهبردهای سازمان است. با توجه به مطالب مطرح‌شده، مسئله اصلی این تحقیق این است که با چه روش و سازوکار علمی می‌توان سبب بهینه پروژه شرکت را در شرایط مختلف به نحوی تشکیل داد که بیشترین ارزش‌آفرینی را برای سازمان به ارمغان آورد.

۲- مروری بر پیشینه تحقیق

با مروری بر مطالعات پیشین، ملاحظه می‌شود هر یک از پژوهش‌ها از منظری به بررسی و ارزیابی پروژه‌ها و تشکیل سبب پروژه سازمان پرداخته‌اند. جدول ۱ مهم‌ترین پژوهش‌های انجام‌گرفته در این حوزه را نشان می‌دهد.

جدول ۱ روش‌های مورداستفاده جهت ارزیابی و انتخاب سبب پروژه

روش پیشنهادی	عنوان مقاله	سال انتشار	مقاله
AHP فازی و TOPSIS فازی	انتخاب پروژه برای توسعه میدان‌های نفتی با استفاده از روش‌های سلسله‌مراتبی فازی و تاپسیس فازی	۲۰۱۰	[۵]
ANP، DEMATEL و VIKOR	تلفیق فنون دیمتل و مدل نوین MCDM جهت کاوش انتخاب سبب پروژه مبتنی بر CAPM	۲۰۱۱	[۶]
برنامه‌ریزی ریاضی دوسطحی فازی	ارائه مدل‌سازی فازی جهت بهینه‌سازی فازی سبب پروژه	۲۰۱۱	[۷]
برنامه‌ریزی ریاضی خطی چندهدفه فازی	انتخاب فازی پروژه‌های دارای وابستگی درونی جهت تشکیل سبب پروژه R&D	۲۰۱۱	[۸]
برنامه‌ریزی عدد صحیح غیرخطی و الگوریتم ژنتیک	انتخاب سبب پروژه چندمعیاره مبتنی بر الگوریتم ژنتیک	۲۰۱۲	[۹]
مدل داده‌کاوی، تحلیل پوششی داده‌ها و الگوریتم تکاملی	ارائه چارچوبی تلفیقی و چندمعیاره مبتنی بر قاعده فازی برای انتخاب سبب پروژه پایدار	۲۰۱۳	[۱۰]
AHP فازی و TOPSIS فازی	انتخاب پروژه‌های ساخت و ارزیابی ریسک با استفاده از روش‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تاپسیس فازی	۲۰۱۴	[۱۱]
برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط	ارائه یک چارچوب تصمیم‌گیری جهت ارزیابی سبب پروژه‌های فناوری اطلاعات	۲۰۱۴	[۱۲]
رویکرد جستجوی ابتکاری و الگوریتم ژنتیک چندهدفه	سنجش تکنیک انتخاب سبب پروژه با استفاده از روش بهینه‌سازی ژنتیک چندهدفه	۲۰۱۴	[۱۳]
برنامه‌ریزی آرمانی فازی	ارائه مدل چندمرحله‌ای چندمعیاره جهت مدیریت سبب پروژه‌ها	۲۰۱۴	[۱۴]
برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک چندهدفه	استفاده از بهینه‌سازی قوی برای برنامه‌ریزی چندهدفه تعاملی با اطلاعات نادقیق جهت انتخاب سبب پروژه R&D	۲۰۱۴	[۱۵]
روش دوم بهینه‌سازی کلونی مورچگان	ارائه رویکرد فراابتکاری تلفیقی برای مدیریت اهداف و تصمیمات متعدد جهت حمایت جزئی در بهینه‌سازی سبب پروژه	۲۰۱۵	[۱۶]
روش DEMATEL و تحلیل نقل‌قول ثبت‌شده	ارائه رویکردی نوین مبتنی بر روش دیمتل و تحلیل نقل‌قول ثبت‌شده جهت اولویت‌بندی سبب‌های سرمایه‌گذاری	۲۰۱۵	[۱۷]
فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی	ارائه سیستم پشتیبان تصمیم برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌ها در یک برنامه کارای انرژی در منطقه کلبه‌نشینی از شهر ریودنانیرو	۲۰۱۵	[۱۸]

۲-۱- چارچوب نظری معیارهای انتخاب پروژه

در این مطالعه با مرور مطالعات پیشین در خصوص انتخاب پروژه و تشکیل سبد بهینه، معیارهای انتخاب پروژه شناسایی شدند. معیارهای نهایی انتخاب پروژه بر اساس پرسشنامه ۷ گزینه‌ای لیکرت به شرح جدول ۲ نهایی شد.

جدول ۲ چارچوب نظری معیارهای انتخاب پروژه

معیارها	زیرمعیارها	تعریف	مراجع
مؤلفه‌های مالی (C۱)	بودجه موردنیاز (C۱۱)	بودجه موردنیاز پروژه، پیش‌بینی هزینه‌های مرتبط به نیروی کار، مواد و سایر هزینه‌های مرتبط است.	[۱؛ ۵؛ ۱۹-۲۱ و ۲۳]
	سودآوری پروژه (C۲۱)	یکی از نارسایی‌های روش‌های ارزش فعلی خالص و نرخ بازده داخلی زمانی رخ می‌دهد که سرمایه‌گذاری‌های اولیه پروژه‌های پیشنهادی یکسان نباشد؛ در چنین مواردی معمولاً از معیار سودآوری استفاده می‌شود.	[۱؛ ۱۹ و ۲۳]
	نرخ بازگشت سرمایه (C۳۱)	نرخ بازگشت سرمایه (ROI) یکی از روش‌های استاندارد ارزیابی پروژه‌ها و طرح‌های اقتصادی است. در این روش، معیار ارزیابی طرح، کوتاهی و بلندی زمان بازگشت سرمایه است.	[۱۹ و ۲۳]
مؤلفه‌های سازمانی (C۲)	برخورداری یا دسترسی به نیروی کار مجرب (C۱۲)	نیروی انسانی مجرب و متخصص از ارکان و پایه‌های اساسی هر پروژه است. در اختیار داشتن نیروی کار مجرب یا دسترسی آسان به آن‌ها با توجه به موقعیت جغرافیایی پروژه از جمله معیارهای کلیدی در انتخاب پروژه محسوب می‌شود.	[۲۱-۱۹ و ۲۳]
	همراستایی با اهداف کلان و استراتژی‌های سازمان (C۲۲)	این معیار بیانگر نقش و جایگاه پروژه انتخابی در تسهیل تحقق اهداف کلان و استراتژی‌های سازمان پروژه است.	[۱؛ ۲۰-۲۳]
	کمک به کسب سهم بیشتر از بازار (C۳۲)	سهم بازار، بخشی از کل بازار است که سازمان آن را به خود اختصاص داده و برنامه‌های بازاریابی خود را در راستای رفع نیازهای آن تهیه، تنظیم و اجرا می‌نماید.	[۲۳]

[۲۱]	تعداد پروژه‌هایی که شرکت در گذشته در آن حوزه یا رشته تخصصی انجام داده است.	تجربه پروژه‌های مشابه (C۴۲)	
[۲۳ و ۲۱: ۱]	میزان حمایت مدیر ارشد از پروژه در بُعد مالی و غیرمالی، و تعهد وی بر نظارت بر عملکرد مدیران پروژه و تسهیل تأمین نیازهای مادی و غیرمادی موردنیاز آن‌ها در پروژه.	حمایت مدیریت ارشد (C۵۲)	
[۲۰ و ۵]	سطح دسترسی به منابع، تجهیزات، و فناوری مورد استفاده در پروژه و میزان توجه اقتصادی خرید یا اجاره آن‌ها برای انجام فعالیت‌های پروژه.	برخورداری به تجهیزات موردنیاز (C۱۳)	مؤلفه‌های فنی و کارکردی (C۲)
[۲۱ و ۱۹: ۵]	مدت زمان موردنیاز جهت تکمیل پروژه و ارائه تحویل دانی‌های آن به کارفرما مطابق باکیفیت از پیش تعریف شده.	مدت زمان و زمان بندی پروژه (C۲۳)	
[۲۰ و ۵]	این معیار بیانگر میزان تناسب میان «نیاز پروژه به تجهیزات و فناوری پیشرفته و پیچیده» با «تجهیزات و فناوری فعلی موجود در سازمان» است.	تجهیزات و فناوری پیشرفته (C۳۳)	
[۲۴ و ۲۳: ۲۰: ۱۹: ۵]	ریسک‌های زمانی، رویدادهای محتمل و غیرقطعی هستند که در صورت وقوع، مدت زمان اجرای پروژه را دستخوش تغییر قرار خواهند داد.	ریسک زمانی (C۱۴)	ریسک (C۴)
[۲۴ و ۲۳: ۲۰: ۱۹: ۵]	ریسک‌های هزینه‌ای، رویدادهای محتمل و غیرقطعی هستند که در صورت وقوع، هزینه موردنیاز جهت تکمیل پروژه را دستخوش تغییر قرار خواهند داد.	ریسک هزینه‌ای (C۲۴)	
[۲۴ و ۲۳: ۲۰: ۱۹: ۵]	ریسک‌های فنی و کیفی، رویدادهای محتمل و غیرقطعی هستند که در صورت وقوع، عملکرد فنی و کیفی پروژه را تحت الشعاع قرار داده و به تبع آن بر زمان و هزینه تکمیل پروژه تأثیر خواهند گذاشت.	ریسک فنی و کیفی (C۳۴)	
[۲۴ و ۵]	ریسک‌های ایمنی، رویدادها و مخاطرات محتمل و غیرقطعی هستند که با توجه به ماهیت پروژه ممکن است برای نیروی کار حادث شود.	ریسک ایمنی (C۴۴)	

[۲۰ و ۲۳]	ریسک‌های محیطی و سیاسی شامل کلیه وقایع و رویدادهای محتمل و غیرقطعی هستند که از بیرون به پروژه تحمیل می‌شوند. این دسته از ریسک‌ها مواردی چون قوانین و آئین‌نامه‌های محدودکننده دولتی، شرایط سیاسی کشور در منطقه و جهان، تحریم‌ها، وضعیت شاخص‌های اقتصادی، وجود معارضان حقیقی و حقوقی در پروژه و... را شامل می‌شود.	ریسک محیطی و سیاسی (C۵۴)	
[۲۱ و ۲۲]	این مؤلفه دلالت بر این موضوع دارد که آیا سازمان، قابلیت ارائه خدمات باکیفیت مرتبط با پروژه منتخب را دارد یا خیر.	بهبود کیفیت ارائه خدمات (C۱۵)	
[۲۱ و ۲۲]	با توجه به آن‌که نظرات خبرگان سازمانی در انتخاب پروژه‌های پیشنهادی بسته به موقعیت و سمت سازمانی‌شان از اهمیت متفاوتی برخوردار است لذا قدرت و جایگاه سازمانی تصمیم‌گیران نیز در انتخاب پروژه مؤثر است.	افزایش قدرت تصمیم‌گیری مدیران (C۲۵)	کیفیت ارائه خدمات (C۵)

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از منظر هدف از نوع کاربردی و از نظر ماهیت و شیوه گردآوری داده‌ها، از نوع توصیفی-تحلیلی است. جامعه آماری این پژوهش از دو بخش تشکیل شده است: (۱) پروژه‌های پیشنهادی به شرکت در حوزه‌های مختلف (۲) خبرگان سازمان. بخش اول جامعه آماری کلیه پروژه‌های پیشنهادی به شرکت در حوزه‌های کاری مختلف را شامل می‌شود. لازم است که فرآیند اولیه غربال، جهت شناسایی پروژه‌های پیشنهادی انجام شود. سازوکار غربال اولیه بدین صورت است که مسئولان امر در شرکت مورد مطالعه موظف‌اند طرح‌های توجیهی پروژه‌های گوناگون را مورد بررسی قرار داده و پروژه‌های فاقد توجیه اقتصادی و فنی و همچنین پروژه‌های با ریسک بالا را کنار بگذارند. نمونه اخذ شده از پروژه‌ها در این مرحله، تحت عنوان «پروژه‌های پیشنهادی» نامیده می‌شوند که جهت انتخاب نهایی در سبب پروژه سازمان، مطابق با سازوکار روش پیشنهادی مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. طبق گفتگوهای به عمل آمده با کارشناسان واحد برنامه‌ریزی و

کنترل پروژه هلدینگ و شرکت‌های زیرمجموعه، تعداد ۴۷ پروژه پروژه‌های پیشنهادی در بهار ۱۳۹۵ هستند که البته تعداد زیادی از این پروژه‌ها قسمت‌هایی از یک پروژه بزرگ‌تر هستند. بخش دوم جامعه آماری، خبرگان سازمانی یعنی افراد متخصصی هستند که نقطه نظرات آن‌ها در مراحل مختلف این پژوهش حائز اهمیت و تعیین کننده است. از آنجاکه تعداد متخصصان آگاه نسبت به موضوع موردبحث در شرکت مورد مطالعه محدود است لذا از سرشماری استفاده شده است. جامعه کارشناسان، خبرگان و متخصصان در هلدینگ و زیرمجموعه‌ها که مستقیماً در انتخاب پروژه تصمیم‌گیری می‌نمایند، شامل ۳۲ نفر است. قلمرو مکانی پژوهش یک هلدینگ عمرانی و شرکت‌های زیرمجموعه آن بوده و داده‌های گردآوری شده مربوط به مقطع زمانی بهار سال ۱۳۹۵ است.

در این پژوهش، غربال پروژه‌های پیشنهادی طی سه مرحله انجام خواهد شد. در مرحله اول غربال، معیارهای انتخاب پروژه از مطالعات پیشین استخراج شده است. از آنجایی که اهمیت معیارها و زیرمعیارها از نظر خبرگان یکسان نیست، لذا با استفاده از فنون دیمتل و ANP فازی وزن معیارها و زیرمعیارها محاسبه شد. در مرحله بعد، پروژه‌های پیشنهادی شناسایی شده و به منظور تعیین اولویت نسبی (رتبه‌بندی) پروژه‌ها براساس معیارهای شناسایی شده، از روش کارای ویکور فازی استفاده شد. از آنجایی که بیشترین هزینه‌های هر سازمان ناشی از ریسک پروژه و اتمام دیرهنگام است و به دلیل اهمیت این موضوع، در مرحله دوم غربال به منظور دسته‌بندی نظام‌مند پروژه‌ها در گروه‌های منطقی و برای اینکه بتوان مدیریت بهینه بر روی پروژه‌های مشابه داشت، پروژه‌ها براساس ریسک (بر مبنای استاندارد PMBOK) خوشه‌بندی فازی شدند؛ بدین وسیله، وضعیت پروژه در هر یک از ریسک‌ها مشخص شد. خبرگان سازمان با توجه به حوزه فعالیت هر شرکت پروژه‌ها را به شرکت‌ها تخصیص دادند. از طرفی، سازمان‌ها همواره با محدودیت منابع مالی و غیرمالی مواجه هستند، لذا برای لحاظ کردن محدودیت‌ها در فرآیند ارزیابی، در مرحله سوم غربال، این موضوع در قالب مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل ۱ الگوریتم پیشنهادی پژوهش حاضر را به صورت گام‌به‌گام نمایش می‌دهد.



شکل ۱ فرآیند اجرای پژوهش

تصمیم‌گیرندگان معمولاً در فرآیند تصمیم‌گیری با ابهامات، تردیدها و عدم قطعیت مواجه هستند. برای رفع ابهام و ذهنی بودن قضاوت تصمیم‌گیرنده و همچنین بیان واژه‌های کلامی در فرآیند تصمیم‌گیری، نظریه فازی مطرح شد [۲۵]. بر این اساس، پژوهش‌های فراوانی در این خصوص انجام گرفته است، اما تعداد بسیار کمی از این مطالعات قادر به انعکاس ابهامات موجود در تفکرات و تصمیمات کارشناسان هستند. از آنجاکه منطق فازی دلالت بر تفسیر شرایط مبهم و تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت دارد، لذا پژوهش حاضر درصدد پر کردن شکاف مزبور با ارائه روش‌شناسی مبتنی بر فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره تحت شرایط عدم قطعیت است. همچنین جهت

محاسبه و در نظر گرفتن شدت و ارتباط معیارها و زیرمعیارها، روش دیمتل به کار گرفته شده است. مراحل این روش به صورت زیر است:

مرحله اول: تشکیل ماتریس نظرسنجی از پاسخ‌دهندگان؛ مرحله دوم: تشکیل ماتریس روابط اولیه فازی (تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم)؛ مرحله سوم: فازی زدایی ماتریس روابط اولیه فازی با استفاده از روش CFCS؛ مرحله چهارم: استخراج ماتریس ارتباط کامل (اثر مستقیم و غیرمستقیم)؛ مرحله پنجم: ترسیم نمودار علی. همچنین در این روش جهت جمع‌آوری نظرات تصمیم‌گیرندگان برای تشکیل ماتریس تصمیم فازی، از جدول ۳ استفاده شده است.

جدول ۳ اعداد فازی مثلثی متناظر با عبارتهای زبانی [۲۶]

متغیر زبانی	اعداد فازی مثلثی	عدد فازی
بدون تأثیر	(۰/۲۵ و ۰ و ۰)	۰
تأثیر بسیار کم	(۰/۵۰ و ۰/۲۵ و ۰)	۱
تأثیر کم	(۰/۷۵ و ۰/۵۰ و ۰/۲۵)	۲
تأثیر زیاد	(۱/۰۰ و ۰/۷۵ و ۰/۵۰)	۳
تأثیر بسیار زیاد	(۱/۰۰ و ۱/۰۰ و ۰/۷۵)	۴

جهت محاسبه وزن معیارها، از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است. این روش برای نرخ‌گذاری و رتبه‌بندی ترجیحات، از ماتریس مقایسات زوجی استفاده می‌کند. در مواردی که داده‌های ورودی با ابهام روبرو هستند، نمی‌توان از این ماتریس استفاده نمود. برای حل این مسئله، وو و همکارانش مدلی را ارائه نمودند که از روش ANP در محیط فازی بهره می‌گیرد. در روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، مقدار متناظر با ارجحیت‌های زبانی به صورت اعداد فازی مثلثی در ماتریس‌های مقایسات زوجی وارد می‌شود. مراحل این روش عبارت‌اند از:

مرحله اول: تشکیل مدل شبکه‌ای مسئله؛ مرحله دوم: تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی؛ مرحله سوم: محاسبه بسط مرکب فازی (S_i) برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی؛ مرحله چهارم: محاسبه درجه ارجحیت (درجه

امکان‌پذیری) S_i بر S_k ؛ مرحله پنجم: محاسبه وزن اولیه معیارها؛ مرحله ششم: محاسبه وزن نهایی معیارها.
جدول ۴ اعداد فازی متناظر با عبارات‌های زبانی را برای تشکیل ماتریس مقایسات زوجی ارائه می‌نماید.

جدول ۴ اعداد فازی مثلثی متناظر با عبارات‌های زبانی [۲۷] و [۲۸]

اعداد فازی مثلثی (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})	عدد فازی	عبارات زبانی برای تعیین اهمیت نسبی معیارها
(۱ و ۱ و ۱)	$\bar{1}$	ارجحیت یا اهمیت کاملاً برابر
(۱ و ۱ و ۲)		ارجحیت یا اهمیت برابر
(۲ و ۳ و ۴)	$\bar{3}$	ارجحیت یا اهمیت کم
(۴ و ۵ و ۶)	$\bar{5}$	ارجحیت یا اهمیت متوسط
(۶ و ۷ و ۸)	$\bar{7}$	ارجحیت یا اهمیت زیاد
(۸ و ۹ و ۹)	$\bar{9}$	ارجحیت یا اهمیت بسیار زیاد
(۳ و ۴ و ۵)، (۱ و ۲ و ۳) (۷ و ۶ و ۵) و (۸ و ۷ و ۶)	$\bar{2}, \bar{4}, \bar{6}, \bar{8}$	مقادیر میانی

جهت رتبه‌بندی پروژه‌ها از روش ویکور (VIKOR) استفاده شده است. با توجه به کاستی‌های موجود در روش قطعی VIKOR، در مواجهه با عدم قطعیت‌های موجود در تصمیم‌گیری از روش VIKOR در محیط فازی و در چارچوب زیر بهره برده‌ایم.

مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی مطابق با نظرات خبرگان؛ مرحله دوم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال و موزون؛ مرحله سوم: فازی‌زدایی ماتریس تصمیم‌گیری فازی موزون؛ مرحله چهارم: تعیین بهترین مقدار f_j^* و بدترین مقدار f_j^- ؛ مرحله پنجم: تعیین مقادیر S_i ، R_i و Q_i ؛ مرحله ششم: رتبه‌بندی گزینه‌ها.

جدول ۵ اعداد فازی متناظر با عبارات‌های زبانی را نشان می‌دهد.

جدول ۵ اعداد فازی مثلثی متناظر با عبارتهای زبانی

اعداد فازی	متغیرهای زبانی
(۰ و ۱/۲ و ۲)	خیلی کم (VL)
(۱ و ۲ و ۳)	کم (L)
(۲ و ۳/۵ و ۵)	متوسط رو به پایین (ML)
(۴ و ۵ و ۶)	متوسط (M)
(۵ و ۶/۵ و ۸)	متوسط رو به بالا (MH)
(۷ و ۸ و ۹)	بالا (H)
(۸ و ۹/۵ و ۱۰)	خیلی بالا (VH)

خوشه‌بندی یکی از شاخه‌های یادگیری بدون نظارت و فرآیند خودکاری است که در طی آن، نمونه‌ها به دسته‌هایی که اعضای آن مشابه یکدیگر هستند، تقسیم می‌شوند؛ به این دسته‌ها خوشه گفته می‌شود. از طرفی هر پروژه دارای ریسک‌هایی است و از آنجایی که پیچیدگی‌های زیادی در پروژه‌های امروزی وجود دارند، شناسایی مهم‌ترین دسته‌های ریسک برای موفقیت و کارآمدی پروژه‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند [۲۹]. در این پژوهش، از روش خوشه‌بندی به منظور دسته‌بندی نظام‌مند پروژه‌ها و تصمیم‌گیری صحیح‌تر استفاده شده است؛ بدین صورت که پروژه‌های اولویت‌بندی شده بر اساس ریسک پروژه بر مبنای استاندارد PMBOK خوشه‌بندی فازی شدند. ریسک، پتانسیلی است که می‌تواند مشکلاتی در اجرای پروژه و دستیابی به اهداف آن ایجاد نماید. ریسک جزء ذاتی تمام پروژه‌هاست و امکان حذف کامل آن وجود ندارد. اگرچه می‌توان برای کاهش تأثیر ریسک در دستیابی به اهداف پروژه، آن را به‌طور مؤثری مدیریت کرد اما احتمال رخداد آن، حداقل در یکی از ابعاد پروژه از قبیل محدوده، زمان، هزینه یا کیفیت وجود دارد [۳۰]. لذا خوشه‌بندی این مزیت را برای سازمان دارد که پروژه‌هایی که اولویت بالایی دارند ولی ریسک انجام آن برای هلدینگ بالاست و ممکن است سازمان را متحمل هزینه کند، مشخص می‌کند تا خبرگان در مورد انتخاب این‌گونه پروژه‌ها بهتر تصمیم‌گیری کنند. خوشه‌بندی بر اساس معیارهای جدول ۶، بر مبنای استاندارد PMBOK و با روش FCM انجام گرفت.

جدول ۶ ریسک پروژه بر مبنای استاندارد PMBOK جهت خوشه‌بندی [۳۰]

توصیف ریسک	تعریف ریسک	طبقه ریسک
خرابی دستگاه	ریسک‌هایی هستند که در اثر فناوری به کار گرفته شده در پروژه یا محیط کاری پروژه به وجود می‌آیند.	ریسک فناوری-عملکردی
تغییر مداوم کیفیت مصالح حین عملیات		
نامناسب بودن فناوری ساخت		
عدم تحویل به موقع منابع		
عدم دقت در هنگام عملیات		
ناکارآمدی تجهیزات		
برآورد نامناسب هزینه و عدم تطابق هزینه‌ها با منابع تخصیصی توسط مهندس مشاور	ریسک‌هایی هستند که معمولاً در اثر کمبود منابع سازمانی به وجود می‌آیند و در صورتی که برنامه‌ای مناسب جهت کاهش یا حذف این دسته از ریسک‌ها پیش‌بینی نشده باشد، پروژه با تأخیر زمانی مواجه می‌شود.	ریسک نیروی
برنامه‌ریزی غیرفنی بدون توجه به موقعیت مکانی پروژه		
عدم توانایی مالی پیمانکار در تهیه اقلام مصرفی موردنیاز جهت شروع پروژه		
عدم استفاده از نیروی متخصص و با تجربه‌ی کاری توسط پیمانکار		
اولویت‌بندی غیرصحیح در تخصیص منابع مالی		
عدم تصویب به موقع طرح‌ها و اصلاحات پیشنهادی در زمان اجرای پروژه	عدم تخصص زمان، هزینه و منابع کاری مناسب، استفاده از برنامه نامناسب، عدم توجه کافی مدیریت پروژه به تحقق اهداف، ارتباطات و کنترل ضعیف، جزء مصادیق این گروه ریسک‌ها هستند.	ریسک مدیریت
تغییر مدیران و مسئولین مرتبط با پروژه		
استفاده از مهندسين مشاور باتجربه ناکافی در امر نظارت و کنترل پروژه		
کمبود نیروی متخصص و آشنا با فناوری‌های جدید در پیکره نیروی کارفرما		
عدم تخصیص مناسب و به موقع منابع مالی توسط سازمان مدیریت برنامه‌بودجه	ریسک‌های بیرونی پروژه در محدوده اختیارات مدیران پروژه نیستند. مدیران پروژه باید آمادگی لازم جهت مواجه شدن با این دسته از ریسک‌ها را داشته باشند و تا آنجا که ممکن است اثرات آن‌ها را به حداقل رسانده یا حذف کنند.	ریسک نیروی
اختلال در تهیه مصالح موردنیاز		
وقوع حوادث غیرمترقبه مانند سیل		
احتمال برخورد محل پروژه با تأسیسات زیربنایی نظیر آب، برق و... و مشکلات مختلف در رفع این مسائل		
معارضین ملکی		

با توجه به اینکه سازمان‌ها همواره با محدودیت منابع مالی و غیرمالی مواجه هستند و قادر به اجرای تمامی پروژه‌ها نیستند، لذا برای لحاظ کردن محدودیت‌های هر یک از شرکت‌های زیرمجموعه در فرآیند ارزیابی، این موضوع در بخش آخر در قالب مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. ZOGP یکی از روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی است که در آن مقادیر متغیرهای تصمیم فقط مقدار صفر یا یک به خود می‌گیرند. چنانچه $X_{ij} = 0$ باشد به معنی آن است که گزینه موردنظر انتخاب نشده است و اگر $X_{ij} = 1$ باشد، نشان‌دهنده این است که گزینه موردنظر انتخاب شده است [۳۱]. مدل کلی برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک این مقاله برای هر شرکت با توجه به منابع و پروژه‌های نیمه‌تمام از دوره‌های قبل، به صورت زیر است:

X_i : تعداد پروژه‌ها در هر شرکت
 A_i : میزان سود هر پروژه
 B_i : میزان بودجه هر پروژه
 R_i : میزان ریسک هر پروژه
 P_1 : آرمان ۱، حداقل کسب سودی معادل b_2 موردنظر است که این مهم‌ترین آرمان محسوب می‌شود.

P_2 : آرمان ۲، مبلغی که صرف هزینه‌ی اجرای پروژه‌ها می‌شود از بودجه‌ی b_3 تجاوز نکند. این آرمان اولویت دوم را دارد.
 P_3 : آرمان ۳، حداکثر ریسک قابل قبول از سوی شرکت و معادل b_4 بوده که این آرمان اولویت سوم را دارد.

$$\text{Min}Z = P_1 d_1^- + P_2 d_2^+ + P_3 d_3^+$$

Subject To

$$X_1 + X_2 + \dots + X_i \geq b_1 \quad (\text{محدودیت سیستمی، حداقل تعداد پروژه‌ها})$$

$$X_1 A_1 + X_2 A_2 + \dots + X_i A_i + d_1^- - d_1^+ = b_2 \quad (\text{محدودیت آرمانی، میزان سود})$$

$$X_1 B_1 + X_2 B_2 + \dots + X_i B_i + d_2^- - d_2^+ = b_3 \quad (\text{محدودیت آرمانی، میزان بودجه})$$

$$X_1 R_1 + X_2 R_2 + \dots + X_i R_i + d_3^- - d_3^+ = b_4 \quad (\text{محدودیت آرمانی، میزان ریسک})$$

$$X_i = 0 \text{ Or } 1$$

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تبیین قابلیت‌های کارکردی چارچوب روش‌شناسی پیشنهادی، این چارچوب به صورت گام به گام در مورد سبد بهینه یکی از دوره‌های گذشته اجرا شد. نتایج حاصل شده نشان داد که به کارگیری چارچوب پیشنهادی قادر است از وقوع دو پروژه نیمه تمام که ناشی از تداخل منابع بوده و همچنین پروژه‌ای که عدم توانایی شرکت در آن موجب برون سپاری شده، جلوگیری کرده و با انتخاب پروژه‌های اولویت دار منجر به کاهش هزینه‌ها و در نتیجه افزایش سود سازمان گردد. با توجه به ناکارآمدی رویکردهای سنتی در فرآیندهای گزینش پروژه در این شرکت، روش پیشنهادی جهت ارزیابی، مقایسه و انتخاب پروژه جهت تشکیل سبد بهینه پروژه در فصل بهار ۱۳۹۵ پیاده‌سازی شد. طبق بررسی‌های انجام شده، سبد پروژه در این شرکت به صورت فصلی تشکیل می‌شود. همچنین پروژه‌های پیشنهادی در این بازه تعداد ۴۷ پروژه بوده که توجیه فنی و اقتصادی اولیه آن توسط خبرگان تأیید شده است. در این پژوهش با توجه به رعایت برخی ملاحظات از عنوان کردن نام پروژه خودداری شده است و با P۱ تا P۴۷ نشان داده می‌شوند. از آنجایی که اهمیت معیارهای انتخاب پروژه (مندرج در جدول ۲) از نظر کارشناسان برابر نبوده، لذا بر اساس گام ۳ و ۴ روش پیشنهادی، وزن شاخص‌ها با استفاده از روش‌های دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی استخراج شد. با محاسبه مولفه‌های r و d ، شدت اثرگذاری نهایی هر یک از معیارها و زیرمعیارها بر معیارها و زیرمعیارهای دیگر در سیستم به صورت جداول ۷ و ۸ حاصل شد.

جدول ۷ ارزیابی معیارها بر اساس شدت اثر و تفکیک آن‌ها مبتنی بر تأثیرگذاری (علت) و تأثیرپذیری (معلول)

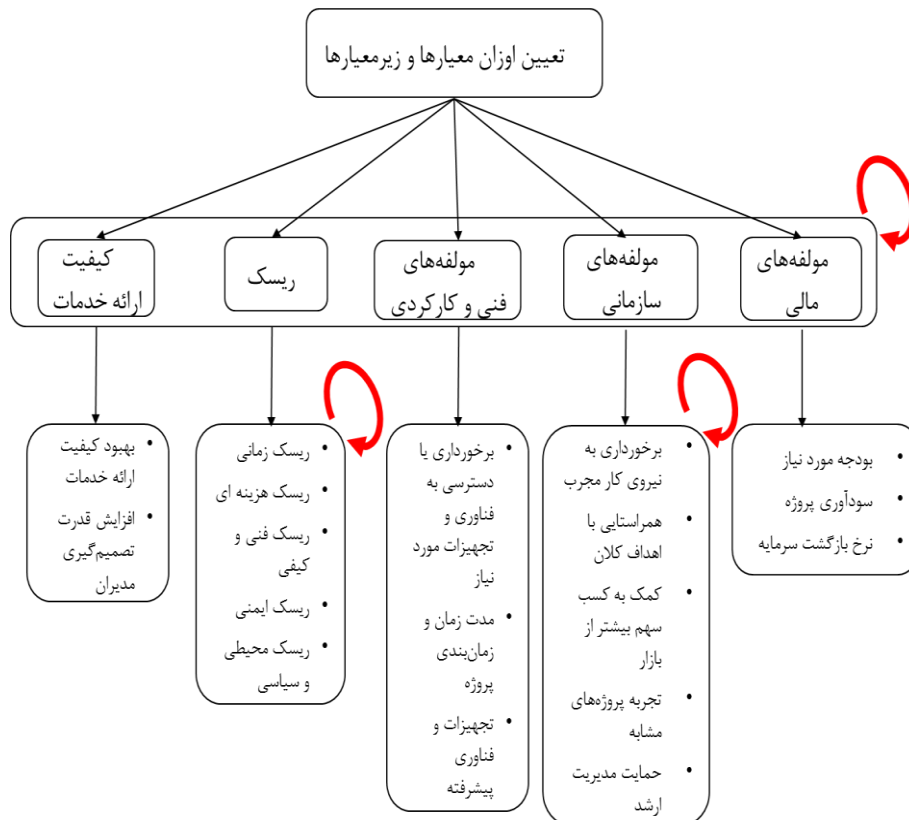
d-r	d+r	D	R	معیارها
-۱/۵۵	۴/۷۰	۱/۵۷	۳/۱۳	مؤلفه‌های مالی (C۱)
۰/۷۹	۴/۶۳	۲/۷۱	۱/۹۲	مؤلفه‌های سازمانی (C۲)
۱/۱۶	۴/۸۱	۲/۹۹	۱/۸۳	مؤلفه‌های فنی و کارکردی (C۳)
-۰/۳۷	۴/۸۱	۲/۲۲	۲/۵۹	ریسک (C۴)
-۰/۰۲	۴/۰۳	۲/۰۱	۲/۰۳	کیفیت ارائه خدمات (C۵)

مقادیر مثبت ستون d-r (بردار رابطه) بیانگر تأثیرگذار بودن آن معیار و مقادیر منفی این ستون بیانگر تأثیرپذیری معیار است.

جدول ۸ ارزیابی زیرمعیارها بر اساس شدت اثر و تفکیک آن‌ها مبتنی بر تأثیرگذاری (علت) و تأثیرپذیری (معلول)

d-r	d+r	D	R	زیرمعیارها
-۰/۰۰۵	۴/۰۳	۲/۰۱	۲/۰۲	بودجه موردنیاز (C۱۱)
-۰/۰۱۱	۳/۹۸	۱/۹۳	۲/۰۴	سودآوری پروژه (C۲۱)
-۰/۰۰۴	۳/۹۶	۱/۹۶	۲/۰۰	نرخ بازگشت سرمایه (C۲۱)
۰/۴۵	۴/۸۴	۲/۶۵	۲/۱۹	برخورداری یا دسترسی به نیروی کار مجرب (C۱۲)
۰/۱۹	۴/۱۳	۲/۱۶	۱/۹۷	همراستایی با اهداف کلان و استراتژی‌های سازمان (C۲۲)
-۱/۰۲	۵/۲۰	۲/۰۹	۳/۱۱	کمک به کسب سهم بیشتر از بازار (C۳۲)
۰/۰۸	۴/۵۲	۲/۳۰	۲/۲۲	تجربه پروژه‌های مشابه (C۴۲)
۰/۰۸	۴/۴۶	۲/۲۷	۲/۱۹	حمایت مدیریت ارشد (C۵۲)
۰/۰۴	۳/۸۵	۱/۹۵	۱/۹۰	برخورداری یا دسترسی به فناوری و تجهیزات موردنیاز (C۱۳)
۰/۰۶	۳/۸۱	۱/۹۴	۱/۸۸	مدت‌زمان و زمان‌بندی پروژه (C۲۳)
-۰/۰۷	۳/۹۱	۱/۹۲	۱/۹۹	تجهیزات و فناوری پیشرفته (C۳۳)
-۰/۰۶۴	۵/۱۰	۲/۲۳	۲/۸۷	ریسک زمانی (C۱۴)
-۰/۰۵۲	۵/۲۴	۲/۲۶	۲/۸۸	ریسک هزینه‌ای (C۲۴)
۰/۰۶۵	۴/۶۵	۲/۶۵	۲/۰۰	ریسک فنی و کیفی (C۳۴)
۰/۰۵۱	۴/۴۴	۲/۴۷	۱/۹۶	ریسک ایمنی (C۴۴)
۰/۰۳۷	۴/۲۸	۲/۲۳	۱/۹۶	ریسک محیطی و سیاسی (C۵۴)
-۰/۰۰۵	۳/۹۳	۱/۹۴	۱/۹۹	بهبود کیفیت ارائه خدمات (C۱۵)
۰/۰۰۳	۳/۸۹	۱/۹۶	۱/۹۳	افزایش قدرت تصمیم‌گیری مدیران (C۲۵)

با استخراج روابط حاکم میان معیارها و زیرمعیارها از روش دیمتل فازی، ساختار شبکه‌ای مسئله به صورت شکل ۲ بدست آمد.



شکل ۲ ساختار شبکه‌ای مسئله

با توجه به ساختار شبکه‌ای مسئله و روابط حاکم میان مؤلفه‌ها (مطابق با نظر کمیته خبرگان) پرسشنامه‌ای محقق ساخته جهت جمع‌آوری نقطه نظرات اعضاء در قالب ماتریس‌های مقایسات زوجی طراحی شد. با جمع‌آوری داده‌ها از اعضاء کمیته، اوزان نهایی کلیه معیارها و زیرمعیارها به صورت جداول ۹ و ۱۰ حاصل شد.

جدول ۹ اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها

مؤلفه‌های فنی و کارکردی			مؤلفه‌های سازمانی				مؤلفه‌های مالی			معیارها	
۰/۱۸			۰/۴۳				۰/۲۲			وزن	
C۲۳	C۲۳	C۱۳	C۵۲	C۴۲	C۳۲	C۲۲	C۱۲	C۳۱	C۲۱	C۱۱	زیرمعیارها
۰/۳۳	۰/۱۳	۰/۵۴	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۴۸	۰/۰۷	۰/۳۹	۰/۵۳	وزن اولیه
۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۲	وزن نهایی

جدول ۱۰ اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها

کیفیت ارائه خدمات		ریسک					معیارها
۰/۰۱		۰/۱۷					وزن
C۲۵	C۱۵	C۵۴	C۴۴	C۲۴	C۲۴	C۱۴	زیرمعیارها
۰/۵۳	۰/۴۷	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۴	وزن اولیه
۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۴۷	۰/۰۲۶	۰/۰۲۹	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷	۰/۰۴۱	وزن نهایی

در مرحله بعد پس از تعیین بهترین مقدار f_j^* و بدترین مقدار f_j^- و محاسبه مقادیر Q_i و R_i ، نتایج اولویت‌بندی پروژه‌های شرکت با استفاده از روش ویکور فازی مطابق با جدول ۱۱ بدست آمد.

مطابق با گام ۵ پژوهش، رتبه‌بندی اولیه پروژه‌ها صورت گرفت ولی در واقعیت ممکن است پروژه‌های از نظر معیارهای انتخاب پروژه رتبه خوبی کسب کرده باشد اما ریسک انجام آن بالا باشد و هرگز آن پروژه انجام نشود و هزینه‌های زیادی از جمله هزینه‌های برون‌سپاری یا هزینه عدم انجام پروژه را سازمان متحمل شود. بر این اساس، پروژه‌ها با توجه به جدول ۶ (ریسک پروژه بر مبنای استاندارد PMBOK) و با استفاده از روش FCM در سه خوشه قرار گرفتند. نتایج حاصل از خوشه‌بندی نشان داد که خوشه اول پروژه‌هایی هستند که به نسبت از ریسک معقولی برخوردار هستند. پروژه‌های خوشه دوم نیز دارای درجه بالایی از ریسک هستند که در صورت لزوم انجام، به توجه خاص مدیریت ارشد نیاز دارند. خوشه سوم هم پروژه‌های دارای ریسک بحرانی هستند که در صورت لزوم انجام، به طرح‌ریزی مشخص و

برنامه‌ریزی خاص نیازمندی‌ها. نتایج حاصل از خوشه‌بندی در جدول ۱۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱۱ محاسبه و رتبه‌بندی پروژه‌های شرکت

رتبه	Qi	Ri	Si	پروژه	رتبه	Qi	Ri	Si	پروژه
۲۱	۰/۲۸۶	۰/۱۵	۰/۵۶	۲۵	۱	۰/۰۴۱	۰/۱۳	۰/۳۴	۱
۱۳	۰/۲۵۰	۰/۱۸	۰/۳۴	۲۶	۲۰	۰/۳۸۰	۰/۱۶	۰/۵۲	۲
۴۱	۰/۷۱۴	۰/۲۴	۰/۵۲	۲۷	۷	۰/۱۷۲	۰/۱۵	۰/۳۸	۳
۴۴	۰/۷۵۰	۰/۱۸	۰/۷۶	۲۸	۲۳	۰/۴۰۴	۰/۱۸	۰/۴۷	۴
۳۳	۰/۵۴۱	۰/۱۷	۰/۶۲	۲۹	۱۶	۰/۳۴۵	۰/۱۸	۰/۴۲	۵
۳	۰/۰۹۵	۰/۱۲	۰/۴۲	۳۰	۲۵	۰/۴۴۰	۰/۱۴	۰/۶۴	۶
۲	۰/۰۶۵	۰/۱۳	۰/۳۶	۳۱	۱۱	۰/۲۲۶	۰/۱۲	۰/۵۳	۷
۲۶	۰/۴۴۶	۰/۱۷	۰/۵۴	۳۲	۴۰	۰/۷۰۸	۰/۲۱	۰/۶۲	۸
۳۲	۰/۵۳۵	۰/۱۴	۰/۷۲	۳۳	۴۵	۰/۷۹۱	۰/۱۹	۰/۷۶	۹
۲۷	۰/۴۵۲	۰/۱۴	۰/۶۵	۳۴	۴۳	۰/۷۳۲	۰/۲۳	۰/۵۷	۱۰
۳۹	۰/۶۵۴	۰/۱۸	۰/۶۸	۳۵	۳۷	۰/۶۲۵	۰/۱۷	۰/۶۹	۱۱
۳۱	۰/۵۱۷	۰/۲۱	۰/۴۶	۳۶	۹	۰/۲۰۸	۰/۱۳	۰/۴۸	۱۲
۲۹	۰/۴۸۸	۰/۱۸	۰/۵۴	۳۷	۶	۰/۱۶۶	۰/۱۶	۰/۳۴	۱۳
۱۵	۰/۳۲۷	۰/۱۳	۰/۵۸	۳۸	۵	۰/۱۴۲	۰/۱۲	۰/۴۶	۱۴
۴۲	۰/۷۲۶	۰/۱۸	۰/۷۴	۳۹	۱۸	۰/۳۵۷	۰/۱۴	۰/۵۷	۱۵
۴۶	۰/۸۵۷	۰/۲۴	۰/۶۴	۴۰	۱۹	۰/۳۷۵	۰/۱۷	۰/۴۸	۱۶
۸	۰/۱۷۸	۰/۱۴	۰/۴۲	۴۱	۳۶	۰/۶۱۹	۰/۱۶	۰/۷۲	۱۷
۱۷	۰/۳۵۱	۰/۱۷	۰/۴۶	۴۲	۲۴	۰/۴۲۲	۰/۲۱	۰/۳۸	۱۸
۱۰	۰/۲۲۰	۰/۱۵	۰/۴۲	۴۳	۴۷	۰/۹۷۶	۰/۲۴	۰/۷۴	۱۹
۳۵	۰/۵۶۵	۰/۱۹	۰/۵۷	۴۴	۲۸	۰/۴۶۴	۰/۱۸	۰/۵۲	۲۰
۴	۰/۱۳۰	۰/۱۴	۰/۳۸	۴۵	۱۴	۰/۲۵۵	۰/۱۷	۰/۳۸	۲۱
۱۲	۰/۲۳۸	۰/۱۴	۰/۴۷	۴۶	۲۲	۰/۳۹۸	۰/۱۵	۰/۵۷	۲۲
۳۰	۰/۴۹۴	۰/۱۷	۰/۵۸	۴۷	۳۴	۰/۵۵۹	۰/۱۶	۰/۶۷	۲۳
					۳۸	۰/۶۴۸	۰/۱۹	۰/۶۴	۲۴

جدول ۱۲ نتایج حاصل از خوشه‌بندی

خوشه	پروژه‌ها به ترتیب اولویت‌بندی
۱	۱۹، ۹، ۲۷، ۸، ۱۱، ۱۷، ۲۳، ۲۹، ۲۰، ۳۲، ۶، ۱۶، ۱۵، ۴۲، ۲۱، ۴۶، ۷، ۴۳، ۱۲، ۳، ۴۵، ۳۰، ۱
۲	۴۰، ۲۸، ۳۹، ۳۵، ۴۴، ۴۷، ۳۷، ۱۸، ۴، ۲۲، ۲، ۵، ۳۸، ۲۶، ۱۳، ۱۴
۳	۱۰ و ۲۴، ۳۳، ۳۶، ۳۴، ۲۵، ۴۱، ۳۱

از آنجایی که حوزه فعالیت شرکت‌های زیرمجموعه یکسان نبودند، پس از انجام خوشه‌بندی، مطابق با گام ۹ خبرگان پروژه‌ها را با توجه به حوزه فعالیت هر شرکت به شرکت‌های زیرمجموعه تخصیص دادند. جدول ۱۳ نتایج حاصل از تخصیص خبرگان را نشان می‌دهد.

جدول ۱۳ نتایج حاصل از تخصیص براساس نظرات خبرگان

پروژه	شرکت
۱۳ و ۸، ۲۱، ۷، ۱۲، ۴۵	A
۲۹ و ۴۲، ۳۰	B
۲۶ و ۲۷، ۱۶، ۱	C
۹ و ۲۳، ۲۰، ۶، ۴۶	D
۱۴ و ۱۱، ۳۲، ۱۵، ۳	E
۱۹ و ۱۷، ۴۳	F

با توجه به اینکه منابع شرکت‌ها محدود بوده و توانایی اجرای تمامی پروژه‌ها را ندارند، لذا در این قسمت ضمن در نظر گرفتن محدودیت‌های شرکت و پروژه‌های نیمه‌تمام از دوره‌های قبل، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک به انتخاب پروژه در هر یک از شرکت‌ها پرداخته شد. براساس مدل کلی، محدودیتی سیستمی که مربوط به حداقل تعداد پروژه در هر شرکت است، در نظر گرفته شد. همچنین در هر شرکت سه محدودیت آرمانی سود، بودجه و ریسک موردتوجه قرار گرفت. البته مقادیر هر یک از این سه مؤلفه توسط خبرگان پیش‌بینی شده است.

مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک برای شرکت A به صورت زیر است (با توجه به حوزه فعالیت شرکت A پروژه‌های ۴۵، ۱۲، ۷، ۲۱، ۸ و ۱۳ مربوط به این شرکت است):

$$\text{Min}Z = P_1d_1^- + P_2d_2^+ + P_3d_3^+$$

$$X_{45} + X_{12} + X_7 + X_{21} + X_8 + X_{13} \geq 3$$

$$120X_{45} + 110X_{12} + 127X_7 + 157X_{21} + 117X_8 + 165X_{13} + d_1^- - d_1^+ = 600$$

$$800X_{45} + 625X_{12} + 850X_7 + 850X_{21} + 625X_8 + 1100X_{13} + d_2^- - d_2^+ = 4500$$

$$0.23X_{45} + 0.14X_{12} + 0.19X_7 + 0.13X_{21} + 0.26X_8 + 0.21X_{13} + d_3^- - d_3^+ = 0.9$$

با حل مدل فوق در نرم‌افزار گمز، پروژه‌های ۴۵، ۱۲، ۷، ۲۱ و ۱۳ در سبد نهایی این شرکت قرار گرفتند. به همین ترتیب، مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک برای سایر شرکت‌های زیرمجموعه با در نظر گرفتن محدودیت هریک از آن‌ها محاسبه شد. جدول ۱۴ سبد نهایی پروژه‌های شرکت‌های زیرمجموعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۴ سبد نهایی پروژه‌های شرکت‌های زیرمجموعه

شرکت	پروژه
A	۱۳، ۲۱، ۷، ۱۲، ۴۵ و ۱۳
B	۲۹ و ۴۲
C	۲۶ و ۱۶، ۱
D	۹ و ۲۳، ۶، ۴۶
E	۱۴ و ۱۱، ۳۲، ۱۵، ۳
F	۱۷ و ۴۳

۵- بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب پروژه به معنی اولویت‌بندی پروژه‌ها و تخصیص منابع سازمان فقط در بین پروژه‌هایی است که دارای بالاترین اولویت هستند تا به واسطه این انتخاب و تخصیص مناسب منابع، سود سازمان حداکثر شود. حل چنین مسائلی در شرکت

مورد مطالعه تا به حال به‌طور سنتی و با استفاده از نظر کارشناسان صورت می‌گرفت؛ در حالی که مراحل ارائه‌شده در این پژوهش به سازمان در ارزیابی کامل‌تر و تخصصی‌تر پروژه‌ها کمک کرده و منافع مشهود و نامشهود زیادی برای شرکت به ارمغان می‌آورد. بر اساس این الگوریتم، معیارهای انتخاب پروژه شناسایی و با نظر کمیته خبرگان غربال شد. از آنجاکه این معیارها از اهمیت و وزن یکسانی برخوردار نبودند، به منظور افزایش دقت، از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی جهت تعیین اوزان استفاده شد. با استفاده از نتایج حاصل از ANP فازی، پروژه‌ها با استفاده از روش ویکور فازی رتبه‌بندی شدند. با مطالعات انجام‌گرفته و گفتگو با مسئولان مرتبط مشخص شد که بیش‌ترین هزینه‌های شرکت مربوط به ریسک است؛ لذا در مرحله دوم غربال، پروژه‌ها بر اساس ریسک پروژه بر مبنای استاندارد PMBOK خوشه‌بندی فازی شدند. با استفاده از روش FCM و با کمک نرم‌افزار متلب پروژه‌ها در سه خوشه قرار گرفتند. در مرحله سوم غربال، خبرگان با توجه به حوزه فعالیت هر شرکت، پروژه‌ها را به شرکت‌های زیرمجموعه تخصیص دادند. با توجه به اینکه منابع شرکت‌ها محدود بوده و قادر به اجرای تمامی پروژه‌ها نیستند، در پایان با توجه به منابع و پروژه‌های نیمه‌تمام از دوره‌های قبل، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک و با در نظر گرفتن ۳ محدودیت آرمانی «سود»، «بودجه» و «ریسک» به تشکیل سبد نهایی پروژه برای هر شرکت پرداخته شد.

الگوریتم پیشنهادی می‌تواند در سایر حوزه‌ها از جمله انتخاب پیمانکار و... پیاده‌سازی شود. همچنین این الگوریتم علاوه بر هلدینگ‌های بزرگ در سازمان‌های پروژه محور بدون شرکت‌های زیرمجموعه هم کاربرد داشته و در نهایت، انتخاب پروژه در شرکت مورد مطالعه طبق سبد نهایی تشکیل‌شده، می‌تواند در بردارنده مزایای گوناگونی چون افزایش سودآوری، رضایت ذی‌نفعان، کاهش ریسک، تحقق نیازهای مشتریان سازمان، و بقا و حضور پررنگ در بازار رقابتی باشد.

پژوهش حاضر با به‌کارگیری چارچوب تلفیقی از خوشه‌بندی، برنامه‌ریزی آرمانی و فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، کاستی‌های موجود در مطالعات پیشین را در خصوص در نظر گرفتن ریسک، اعمال محدودیت و همچنین لحاظ کردن موضوع عدم قطعیت در محاسبات، با کمک منطق فازی مرتفع ساخت. با این وجود به منظور تکمیل

پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی محدودیت تجهیزات، نیروی انسانی و مواد اولیه نیز در برنامه‌ریزی آرمانی لحاظ شود.

مراجع

- [1] PMBOK, A. A Guide to the project Management body of knowledge (Fifth Edition). Project Management Institute, Pennsylvania USA, 2012.
- [2] Jafarzadeh, M., Tareghian, H., Rahbarnia, F., & Ghanbari, R. Optimal selection of project portfolios using reinvestment strategy within a flexible time horizon. *European Journal of Operational Research*, 2015, 243(2), 658-664.
- [3] Nikpay, A., & Torabi, A. New framework to select an appropriate portfolio of performance improvement projects. Ninth International Conference on Industrial Engineering, Tehran, 2012.
- [4] Nassif, L., Santiago Filho, J., & Nogueira, J. Project Portfolio Selection in Public Administration Using Fuzzy Logic. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2013, 74, 41-50.
- [5] Amiri, M. Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 2010, 37(9), 6218-6224.
- [6] Ho, W., Tsai, C., Tzeng, G., & Fang, S. Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM. *Expert Systems with Applications*, 2011, 38(1), 16-25.
- [7] Liu, S. A fuzzy modeling for fuzzy portfolio optimization. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 2011, 13803-13809.
- [8] Bhattacharyya, R., Kumar, P., & Kar, S. Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects. *Computers & Mathematics with Applications*, 2011, 62(10), 3857-387.
- [9] Yu, L., Wang, S., Wen, F., & Lai, K. Genetic algorithm-based multi-criteria project portfolio selection. *Annals of Operations Research*, 2012, 197(1), 71-86.

- [10] Khalili-Damghani, K., Sadi-Nezhad, S., Lotfi, F. H., & Tavana, M. A hybrid fuzzy rule-based multi-criteria framework for sustainable project portfolio selection. *Information Sciences*, 2013, 220, 442-462.
- [11] Taylan, O., Bafail, A., Abdulaal, R. M., & Kabli, M. Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing*, 2014, 17, 105-116.
- [12] Pendharkar, P. A decision-making framework for justifying a portfolio of IT projects. *International Journal of Project Management*, 2014, 32(4), 625-639.
- [13] Barros de Oliveira, M., Costa, H., Figueiredo, F. V., & Rocha, A. Scaling up a Project Portfolio Selection Technique by using Multiobjective Genetic Optimization. *iSys-Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, 2014, 7(4), 60-74.
- [14] Arasteh, A., Aliahmadi, A., & Omran, M. A Multi-stage Multi Criteria Model for Portfolio Management. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2014, 39(5), 4269-4283.
- [15] Hassanzadeh, F., Nemati, H., & Sun, M. Robust optimization for interactive multiobjective programming with imprecise information applied to R&D project portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 2014, 238(1), 41-53.
- [16] Fernandez, E., Gomez, C., Rivera, G., & Cruz-Reyes, L. Hybrid meta-heuristic approach for handling many objectives and decisions on partial support in project portfolio optimization. *Information Sciences*, 2015, 315, 102-122.
- [17] Altuntas, S., & Dereli, T. A novel approach based on DEMATEL method and patent citation analysis for prioritizing a portfolio of investment projects. *Expert Systems with Applications*, 2015, 42(3), 1003-1012.
- [18] Ribas, J. R., & Silva Rocha, M. A decision support system for prioritizing investments in an energy efficiency program in favelas in the city of Rio de Janeiro. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 2015, 22(1-2), 89-99.

- [19] Ali Nejad, A. & Samyari, K. Optimal Portfolio Selection Project Using an integrated approach DEA/DEMATEL. Journal of Industrial Management Studies, 2013, Number 28, Pages 41-60
- [20] Moradi, Sh. & Hassanpour, H. Selection, prioritization and portfolio optimization based on linear programming, engineering (Case Study: Institute of Consulting Engineers Taha), 2014, First National Congress of engineering construction and evaluation of development projects, Gorgan.
- [21] Kim, I., Shin, S., Choi, Y., Thang, N. M., Ramos, E. R., & Hwang, W. Development of a project selection method on information system using ANP and fuzzy logic. World Academy of Science, Engg. and Tech, 2009.
- [22] Tsai, W. H., Leu, J. D., Liu, J. Y., Lin, S. J., & Shaw, M. A MCDM approach for sourcing strategy mix decision in IT projects. Expert Systems with Applications, 2010, 37(5), 3870-3886.
- [23] Bai, H., & Zhan, Z. An IT Project selection method based on fuzzy analytic network process. In System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization (ICSEM), 2011 International Conference on, 2011, Vol. 2, pp. 275-279.
- [24] Hou, G. IT/IS project selection: A grey multi-criteria decision model approach. In E-Business and E-Government (ICEE), 2011 International Conference on, 2011, pp. 1-4.
- [25] Zimmermann, H. Fuzzy set theory—and its applications. Springer Science & Business Media, 2001.
- [26] Betty, ch., Chih-Wei ch., Chih-Hung, Wu. Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria, 2011.
- [27] Kabir, G., Hasin, M. A. A. Comparative analysis of AHP and Fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification. International Journal of Fuzzy Logic Systems, 2011, 1(1), 1-16.
- [28] Tzeng, G.-H., Huang, J.-J. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications . CRC Press, 2011.

- [29] Khatami Firuz Abadi, M., Vafadar nikjoo, A., Shahabi, A. Determine the most important project risk categories by considering the causal relationships between them in a fuzzy environment. *Management Research in Iran*, 2013.
- [30] Olfat, L., Khosravaani, V., jalali, R. Risk identification and prioritization of projects based on PMBOK standard with Fuzzy approach. *Journal of Industrial Management Studies*, 2011, 19, 147-163.
- [31] Yilmaz, B., Dagdeviren, M. A combined approach for equipment selection: F-PROMETHEE method and zero-one goal programming. *Expert systems with Applications*, 2011, 38, 11641-11650.