انتخاب پروژه در سبد پروژه‌ها با به‌کارگیری معیارهای اقتصادی و غیراقتصادی و با استفاده از منطق فازی

محمدابراهیم طیبی عراقی[1*]، سید جواد سیدیان هاشمی[2]، علی قاسمی کیانی[3]

۱. استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد بین‌المللی خرمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خرمشهر، ایران

۲. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، واحد بین‌المللی خرمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خرمشهر، ایران

۳. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبات: tayebi_m@ut.ac.ir

مقاله‌ی کاربردی

صفحه ۹۴ - ۱۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

چکیده

مدیریت بهینه سبد پروژه‌ها به‌عنوان عاملی کلیدی در حفظ مزیت رقابتی و تحقق اهداف راهبردی سازمان‌های پروژه‌محور شناخته می‌شود. با این حال، بسیاری از مدل‌های متعارف انتخاب پروژه، یا بر معیارهای صرفاً اقتصادی تمرکز داشته و یا فاقد چارچوبی نظام‌مند برای ادغام هم‌زمان معیارهای کیفی غیراقتصادی در شرایط عدم قطعیت هستند. این پژوهش باهدف پر کردن این شکاف، به ارائه و اعتبارسنجی یک مدل نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر منطق فازی برای انتخاب پروژه در شرکت‌های پروژه‌محور می‌پردازد. روش تحقیق از نوع کاربردی بوده و با رویکرد توصیفی-پیمایشی و با استفاده از تکنیک دلفی فازی در بین ۳۰ نفر از خبرگان شرکت مهندسی توان آذران اروند اجرا شد. چارچوب شش‌معیاره پژوهش (شامل مالی-اقتصادی، الزامات راهبردی، فنی، ریسک پروژه، منابع انسانی و محیط پروژه) از طریق پرسشنامه‌های فازی ارزیابی و با به‌کارگیری روش FTOPSIS فازی و تحلیل رگرسیون تجزیه‌وتحلیل شد. یافته‌ها نشان داد که معیار «الزامات راهبردی» با وزن نهایی ۰/۵۵۳ مهم‌ترین معیار است و «منابع انسانی» با ضریب تأثیر ۰/۵۷۱ قوی‌ترین پیش‌بینی کننده موفقیت در انتخاب پروژه محسوب می‌شود. همچنین، تحلیل حساسیت انجام‌شده، پایداری و قابلیت اتکای مدل را تأیید کرد. نوآوری اصلی این مطالعه در تلفیق هم‌زمان شش بُعد کلیدی اقتصادی و غیراقتصادی در یک مدل فازی یکپارچه، اعتبارسنجی عملی آن در بافت یک شرکت پروژه‌محور ایرانی و افزودن تحلیل حساسیت سیستماتیک است. این مدل به‌عنوان ابزاری کارا به مدیران کمک می‌کند تا در فضای عدم قطعیت، تصمیمات انتخاب پروژه را مبتنی بر توازن میان توجیه اقتصادی و الزامات راهبردی-انسانی اتخاذ نمایند.

کلیدواژه‌ها: انتخاب پروژه، سبد پروژه‌ها، معیارهای اقتصادی و غیراقتصادی، منطق فازی

۱. مقدمه

در عصر حاضر، سازمان‌های پروژه‌محور برای حفظ مزیت رقابتی و تحقق اهداف راهبردی خود، ناگزیر به مدیریت بهینه مجموعه پروژه‌های خود در قالب یک سبد پروژه (Project Portfolio) منسجم هستند. انتخاب پروژه‌های مناسب برای گنجاندن در این سبد، یک تصمیم‌گیری پیچیده و چندبعدی است که تأثیر مستقیمی بر بهره‌وری، رشد و بقای سازمان دارد. در غیاب یک نظام یکپارچه و عقلایی برای انتخاب و اولویت‌بندی پروژه‌ها، سازمان‌ها اغلب

شـاهد تعارضـات داخلی، رقابت ناسـالم مدیران پروژه بر سـر منابع محدود، پراکندگی در تلاش‌های استراتژیک و درنهایت، شکست در تحقق منافع کلان خواهند بود [۱، ۲].

مدیریت مؤثر سـبد پروژه‌ها، تنها منوط به انجام به‌موقع و در بودجه پروژه‌ها نیسـت، بلکه مستلزم همسویی استراتژیک پروژه‌های انتخابی با مأموریت، چشـم‌انداز و اهداف بلندمدت سـازمان اسـت [۳]. با این حال، محیط کسـب‌وکار امروزی با عدم قطعیت‌های فـراوان، محدودیت منابع و وجود معیارهای متعـدد و گاه متعارض در ارزیابی پروژه‌ها مشـخص می‌شـود. ایـن معیارهـا تنهـا منحصر به شـاخص‌های سـخت اقتصادی (ماننـد NPV، نرخ بـازده داخلی) نبوده، بلکـه طیف وسیعی از عوامل غیراقتصادی حیاتی از جمله هماهنگی با اسـتراتژی کلی، قابلیـت یکپارچه‌سـازی بـا سـبد موجـود، ریسـک‌های فناورانـه، اثـرات اجتمـاعی و زیسـت‌محیطی و افزایـش قابلیت‌های محوری سازمان را نیز در برمی‌گیرد [۱].

پیچیـدگی ذاتی تصمیم‌گیـری در چنیـن فضـای چندمعیاره‌ای، زمانی مضاعف می‌شـود که قضاوت‌های کیفی، داده‌های نادقیق و ترجیحـات ذهنی تصمیم‌گیرندگان نیز وارد فرآیند ارزیابی شـود. در اینجا، منطق فـازی (Fuzzy Logic) به‌عنـوان یـک ابـزار ریـاضی قدرتمند ظهـور می‌کند کـه قادر اسـت ابهام و عـدم قطعیت موجـود در زبان و قضاوت انسـانی را مدل‌سـازی نمایـد. این منطـق، با تبدیـل ارزیابی‌های کیفی و زبـانی (مانند «خوب»، «متوسـط»، «مهم») بـه اعداد فازی، امکان پردازش ریاضی و ادغام آن‌ها را در یک مدل ساختاریافته فراهم می‌سازد [۴].

در راسـتای تلفیـق معیارهای پایـداری با فرآینـد انتخاب سـبد پـروژه، سـالوی و همـکاران [۵] یک چارچـوب تلفیقی ANP فـازی-TOPSIS فـازی بـرای انتخـاب سـبد پـروژه پایـدار در عصر تحول دیجیتـال ارائه نموده‌انـد. تمرکز اصلی ایـن پژوهـش بـر یکپارچه‌سـازی معیارهای زیسـت‌محیطی، اجتمـاعی و حکمـرانی (ESG) در کنار معیارهـای اقتصادی و فـنی اسـت. اگرچه این مـدل گامی مهم در جهـت پایداری محسـوب می‌شـود، اما تأثیر عمیق قابلیت‌های منابع انسـانی و ریسـک‌های کیفی اجرایی را به‌عنوان متغیرهای مسـتقل و حیـاتی کمتـر مورد توجـه قرار داده اسـت. این شـکاف، لزوم توسـعه مدل‌های جامع‌تری را که تعامل بین استراتژی، منابع انسـانی و ریسـک را در بافـت پروژه‌های پیچیده مدل‌سـازی می‌کنند، نمایان می‌سازد.

به‌منظور مدیریت پیچیدگی ناشی از وابستگی‌های متقابل پروژه‌هـا، چـن و وانگ [۶] یک مـدل تصمیم‌گیـری ترکیبی مبتنی بـر DEMATEL و برنامه‌ریزی آرمـانی برای انتخاب سـبد پروژه‌هـای تحقیـق و توسـعه ارائـه کرده‌اند که انتشـار ریسک و روابط علی بین پروژه‌ها را در شرایط عدم قطعیت در نظر می‌گیـرد. نقطه قوت این روش، تحلیل سـاختاری روابط درونی اسـت، امـا پیچیـدگی محاسـباتی و نیـاز بـه داده‌های ورودی گسـترده، کاربرد عملی آن را در سازمان‌هایی با منابع تحلیـلی محـدود، با چالش مواجه می‌سـازد. ایـن محدودیت، فرصتی برای توسـعه مدل‌های کاربردی‌تر و شفاف‌تری فراهم می‌آورد کـه در عیـن حفظ جامعیت، بـرای تصمیم‌گیرندگان عملیاتی نیز قابل‌فهم و اجرا باشند.

همگام با پیشـرفت‌های فناورانه، کومار و همکاران [۷] در مطالعه‌ای پیشرو، از منطق فازی تقویت‌شده باهوش مصنوعی (AI) بـرای اولویت‌بنـدی پویـای پروژه‌ها در سـبدهای پروژه چابـک بهره برده‌انـد. در این رویکـرد، الگوریتم‌های یادگیری ماشین بـرای تنظیم خـودکار پارامترهـای فـازی و انطباق با تغییـرات محیطی بـه کار گرفته شـده‌اند. اگرچه این پژوهش افـق جدیدی در پویاسـازی مدیریت سـبد پروژه می‌گشـاید، امـا عمدتـاً بر معیارهـای عملیـاتی و چابکی متمرکز اسـت و همسـویی عمیق راهبردی و ملاحظات بلندمدت سـازمانی را که در پروژه‌های زیرسـاختی و سـنگین‌وزن حیاتی هسـتند، ممکن اسـت به‌اندازه کافی پوشش ندهد. این امر نشان‌دهنده ضـرورت توسـعه مدل‌هـایی اسـت کـه بتواننـد بیـن چابکی عملیاتی و استراتژی بلندمدت سازمان تعادل برقرار کنند.

اگرچـه ادبیات مدیریت پروژه مملو از تکنیک‌های مختلف انتخـاب و اولویت‌بنـدی پروژه اسـت، امـا اغلب ایـن روش‌ها یـا بـر بعد اقتصـادی متمرکزنـد، یـا از پیچیدگی محاسـباتی بـالایی برخـوردار بوده و یـا قادر بـه در نظرگیـری هم‌زمان و سیستماتیک تعاملات بین معیارهای اقتصادی و غیراقتصادی در شـرایط عدم قطعیت نیسـتند؛ بنابراین، شـکاف تحقیقاتی آشـکاری در ارائه یـک چارچوب جامـع، کاربـردی و در عین حـال انعطاف‌پذیر برای انتخاب پروژه در سـبد پروژه‌ها وجود دارد کـه بتواند با به‌کارگیری منطق فـازی، توأمان معیارهای کمی و کیفی را ادغام نماید.

بـا توجه به مطالب فوق، هدف اصلی این پژوهش، توسـعه یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر منطق فازی برای انتخـاب پروژه‌های جدیـد به‌منظور الحاق به سـبد پروژه‌های موجود در سـازمان‌های پروژه‌محور اسـت. اهـداف اختصاصی این مطالعه عبارتند از:

۱. شناسـایی و دسـته‌بندی معیارهای کلیدی اقتصادی و غیراقتصادی مؤثر بر فرآیند انتخاب پروژه در چارچوب مدیریت سبد پروژه.

۲. سـنجش و وزن‌دهی اهمیت نسـبی ایـن معیارها با در نظرگیری شرایط عدم قطعیت.

۳. ارائـه یـک مـدل سـاختاریافته کـه امـکان ارزیابـی و رتبه‌بنـدی گزینه‌هـای پـروژه را بـا تلفیـق معیارهای شناسایی‌شده فراهم کند.

باوجود مطالعات متعدد در حوزه انتخاب پروژه و مدیریت سبد پروژه، بررسی ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که شکاف قابل‌توجهی در رویکردهای موجود وجود دارد. اکثر مدل‌های رایج یا بر معیارهای صرفاً اقتصادی (مانند نرخ بازده داخلی و ارزش خالص فعلی) متمرکزند و از ابعاد حیاتی غیراقتصادی (همچون همسویی راهبردی، توسعه قابلیت‌های منابع انسانی، ریسک‌های کیفی و اثرات محیطی) غافل می‌مانند، یا در صورت توجه، فاقد چارچوبی نظام‌مند برای ادغام هم‌زمان و موزون این دو دسته معیار هستند. از سوی دیگر، ماهیت ذهنی و کیفی بسیاری از معیارهای غیراقتصادی، همراه با عدم قطعیت در داده‌ها و قضاوت‌های خبرگان، در روش‌های قطعی کلاسیک نادیده گرفته می‌شود. همچنین، تعامل و وابستگی متقابل معیارها (مانند تأثیر الزامات راهبردی بر تخصیص منابع انسانی) کمتر در مدل‌های یکپارچه مورد تحلیل قرار گرفته است؛ بنابراین، نیاز به یک مدل تصمیم‌گیری جامع و انعطاف‌پذیر که بتواند در شرایط عدم قطعیت، معیارهای کمی اقتصادی و کیفی غیراقتصادی را به‌طور هم‌زمان، با در نظرگیری تعاملات آن‌ها و با بهره‌گیری از یک روش ریاضی قوی (مانند منطق فازی) ادغام نماید، به‌وضوح احساس می‌شود. این پژوهش با ارائه یک مدل چندمعیاره فازی (FTOPSIS فازی) که شش معیار اصلی مالی-اقتصادی، الزامات راهبردی، فنی، ریسک پروژه، منابع انسانی و محیط پروژه و زیرمعیارهای وابسته به آن‌ها را در یک ساختار سلسله‌مراتبی پوشش می‌دهد، درصدد پر کردن این شکاف تحقیقاتی است.

جدول ۱: خلاصه‌ای از مطالعات پیشین در حوزه انتخاب سبد پروژه

نویسندگان (سال)	روش مورد استفاده	معیارهای کلیدی	محدودیت‌های شناسایی شده	نقطه تمایز پژوهش حاضر
Salvi, M., et al. (2024)	ANP فازی- TOPSIS فازی تلفیقی	پایداری (ESG)، اقتصادی، فنی، اجتماعی	عدم مدل‌سازی صریح نقش منابع انسانی به‌عنوان محرک و کاهش‌دهنده ریسک‌های اجرایی.	تمرکز هم‌زمان بر نقش توانمندسازی منابع انسانی و ملاحظات راهبردی خالص در کنار معیارهای مالی، در یک مدل فازی کاربردی.
Chen, L., & Wang, Y. (2024)	DEMATEL- برنامه‌ریزی آرمانی ترکیبی	وابستگی متقابل پروژه‌ها، انتشار ریسک، اقتصادی	پیچیدگی محاسباتی بالا و دشواری در کاربست برای تصمیم‌گیرندگان غیرمتخصص در سازمان‌های پروژه‌محور.	ارائه مدل FTOPSIS فازی ساده‌تر و شفاف با حفظ جامعیت که برای مدیران صنعتی قابل‌فهم و اجراست.
Kumar, A., et al. (2025)	منطق فازی تقویت‌شده با هوش مصنوعی (AI)	معیارهای چابکی عملیاتی، پویایی محیطی	تمرکز بر پروژه‌های چابک و کوتاه‌مدت و احتمال کمرنگ شدن ملاحظات راهبردی بلندمدت و سنگین.	تمرکز بر پروژه‌های زیرساختی و بلندمدت صنایع سنگین (نفت و گاز) و تلفیق چابکی تحلیلی با ثبات راهبردی.
Etgar, R., & Cohen, Y. (2023)	بهینه‌سازی ریاضی (روش اکتشافی و دقیق)	محدودیت‌منابع چندساله،وابستگی‌های زمانی، ارزش فعلی	در نظر نگرفتن معیارهای کیفی غیراقتصادی (مانند رضایت نیروی انسانی یا همسویی با مأموریت) در مدل.	ادغام معیارهای سخت کمی و نرم کیفی در یک چارچوب ارزیابی واحد با استفاده از منطق فازی.
Silvius, G., & Marnewick, C. (2022)	چارچوب مفهومی (غیر کمی)	پایداری، همسویی استراتژیک، حکمرانی	ارائه ندادن یک مدل تصمیم‌گیری کمّی عملیاتی برای رتبه‌بندی و انتخاب گزینه‌ها.	عملیاتی‌سازی مفاهیم پایداری و راهبرد در یک مدل کمی FTOPSIS فازی با خروجی مشخص و قابل اتکا.
Mohagheghi, V., et al. (2020)	بهینه‌سازی چندهدفه فازی بازه‌ای	پایداری،اقتصادی، فنی، ریسک	عدم شفافیت در تخصیص وزن نهایی و اولویت‌بندی در شرایط تعارض معیارها برای تصمیم‌گیرنده نهایی.	استفاده از روش FTOPSIS که ذاتاً برای رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها شفاف‌تر است و انجام تحلیل حساسیت واضح بر روی وزن‌ها.
Martinsuo, M., & Geraldi, J. (2020)	مطالعه مروری و چارچوب مفهومی	زمینه سازمانی، ارتباط سبد پروژه با استراتژی	تمرکز بر سطح کلان ارتباطات و عدم ارائه روش ارزیابی در سطح عملیاتی پروژه‌های منفرد.	پل زدن بین مباحث کلان راهبردی و ارزیابی عملیاتی پروژه‌های مشخص با معیارهای تفکیک‌شده.
Derakhshan, R., et al. (2019)	مرور سیستماتیک ادبیات	حاکمیت پروژه، ذی‌نفعان، ساختارهای تصمیم‌گیری	شناسایی شکاف بین تئوری حاکمیت و ابزارهای اجرایی در انتخاب سبد پروژه.	ارائه یک ابزار اجرایی (مدل FTOPSIS فازی) که می‌تواند به‌عنوان مکانیسمی در چارچوب حاکمیت سبد پروژه ادغام شود.

این مطالعه با ارائه یک مدل تصمیم‌گیری FTOPSIS فازی، ضمن پوشش جامع معیارهای اقتصادی و غیراقتصادی در شرایط عدم قطعیت، با تأکید ویژه بر بستر عملیاتی شرکت‌های پروژه‌محور ایرانی و تحلیل حساسیت سیستماتیک، گامی به‌سوی کاربردی‌سازی ادبیات انتخاب سبد پروژه در یک محیط صنعتی واقعی برداشته است.

۲. مدیریت پروژه

مدیریت پروژه به‌کارگیری دانش، مهارت‌ها، ابزار و تکنیک‌های لازم جهت اداره کردن اجرای فعالیت‌ها، به‌منظور رفع نیازهای پروژه از طریق تحقق فرآیندهای آغازین، برنامه‌ریزی، اجرایی، کنترلی و اختتامی است.[۸] مدیریت پروژه عملی برای شروع، برنامه‌ریزی، اجرای، کنترل و بستن کار یک تیم برای دستیابی به اهداف خاص و برآورده شدن معیارهای موفقیت خاص در زمان مشخص است. چالش اصلی مدیریت پروژه رسیدن به کلیه اهداف پروژه در محدودیت‌های معین است.[۷].

جدول ۲: فرآیندهای تشکیل دهنده مدیریت پروژه [۱۰]

فرآیند	تشریح
فرآیند آغازین	این فرآیندها به اجرای پروژه رسمیت بخشیده و مجوز شروع آن را صادر می‌نماید.
فرآیند برنامه‌ریزی	به تعریف و پالایش اهداف، همچنین انتخاب بهترین شیوه عملکرد از میان سایر روش‌ها در جهت دستیابی به اهدافی که پروژه متعهد به رسیدن آن‌هاست، می‌پردازند.
فرآیندهای اجرایی	به هماهنگ‌سازی افراد و منابع دیگر جهت اجرای برنامه می‌پردازند...، به پذیرش پروژه یا فاز اجرا شده، رسمیت بخشیده و آن را به‌سوی یک نقطه پایانی منظم و معین هدایت می‌نمایند.
فرآیندهای کنترلی	رسیدن به اهداف پروژه را به‌واسطه‌ی نظارت و ارزیابی منظم فرآیندها، تضمین می‌نمایند.
فرآیندهای‌اختتامی	این کار باهدف مشخص نمودن انحرافات برنامه، اجرای اقدامات اصلاحی در صورت لزوم می‌پردازد.

نوذرپورشمی، فرخیان و اسلامی در سال ۱۳۹۸ در مقاله‌ای با عنوان سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE –MS) در بیمارستان‌ها بیان می‌دارند: حوادث مرتبط با کار ممکن است موجب خسارت به انسان، محیط‌زیست و همچنین اتلاف زمان و هزینه گردد. به همین منظور کاهش حوادث سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست(HSE) ایجاد گردیده است. در بین مشاغل مختلف مرتبط با عرصه خدمات بهداشت و درمان به‌خصوص در بیمارستان‌ها، از این جهت که دارای منابع عظیمی از سرمایه‌های مرتبط با سلامت جامعه و از طرفی سرمایه‌های انسانی، فیزیکی، مالی و تجهیزاتی می‌باشند، اهمیت بسزایی می‌یابند. طی سالیان اخیر، متولیان نظام سلامت در کشورهای مختلف جهان به‌منظور افزایش کیفیت و ایمنی خدمات درمانی و مدیریت بهینه آن‌ها، روش‌های متعددی را به کار گرفته‌اند که در یک نگاه کلی می‌توان آن‌ها را در دو گروه مورد بررسی قرار داد: مدل‌هایی که با ارزیابی خارج سازمانی مبتنی بر کیفیت، تعهد سازمان را به ارتقای کیفیت و ایمنی افزایش می‌دهد و شیوه‌هایی که به مدیریت کیفیت در سازمان کمک می‌کند. در این مدل اعتباربخشی از گروه اول و حاکمیت بالینی و دوستدار ایمنی بیمار از گروه دوم، از جایگاه ویژه‌ای در بخش سلامت برخوردار هستند. چراکه به مقوله ایمنی در کنار ارتقای کیفیت خدمات توجه ویژه‌ای داشته و به تعهد سازمان به اجرای استانداردهای عالی خدمت تأکید می‌نمایند.[۱۲]

مصدق راد و همکاران[1] در سال ۲۰۲۰ طی مطالعه تطبیقی دیگری، با عنوان روش اعتباربخشی بیمارستان‌ها در ایران و سه کشور آمریکا، کانادا و استرالیا بیان نمودند: اعتباربخشی بیمارستان‌های ایران، اجباری و دولتی می‌باشد و اعتباربخشی بین‌المللی سه کشور آمریکا، کانادا و استرالیا اختیاری و خصوصی است. روش اعتباربخشی بیمارستانی ایران فقط شامل خودارزیابی در محل بوده در حالی که درجه‌های اعتباربخشی شامل هفت طیف درجه‌بندی از عالی تا غیراستاندارد است. مدت اعتبار زمان گواهینامه اعتباربخشی بیمارستانی ایران برای ۲ سال است. در اعتباربخشی بین‌المللی سه کشور آمریکا، کانادا و استرالیا از روش‌های مکمل نظیر خود ارزیابی، ارزشیابی سرزده، بازدید ادواری، نظرسنجی از بیماران و کارکنان و بررسی شاخص‌های عملکردی بیمارستان‌ها برای افزایش اعتبار نتایج بیمارستانی استفاده می‌کنند. تعداد درجات اعتباربخشی بین‌المللی محدودتر بوده و به‌طور عمده به سه دسته معتبر، معتبر مشروط و غیر معتبر، تقسیم می‌شوند. مدت زمان اعتبار گواهی اعتباربخشی بین‌المللی بیمارستان‌ها نیز بین ۳ تا ۴ سال است. استفاده از روش‌های مکمل ارزشیابی، کاهش تعداد درجه اعتباربخشی و افزایش مدت زمان اعتبار گواهینامه اعتباربخشی به بهبود

1. Mosadeghrad A M, Jaafaripooyan E, Yousefinezhadi T, Keykhani S

روش اعتباربخشی بیمارستانی ایران کمک می‌کند.[۱۳]

اتگار و کهن[1] (۲۰۲۳) طی تحقیقی به بررسی بهینه‌سازی نقشه راه: روش انتخاب نمونه کارهای پروژه چندساله پرداختند. فرآیند انتخاب پورتفولیو پروژه در بسیاری از سازمان‌ها، به‌ویژه سازمان‌های تحقیق و توسعه، حیاتی است. نیاز به تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مختلف یا عدم وجود آن دارد. از آنجایی که پروژه‌ها ممکن است بیش از ۱ سال ادامه داشته باشند و از آنجایی که ارتباط بین پروژه‌های مختلف وجود دارد، نه‌تنها باید تصمیم بگیرید که در کدام پروژه سرمایه‌گذاری کنید، بلکه باید تصمیم بگیرید که چه زمانی سرمایه‌گذاری کنید. از آنجایی که منافع آتی پروژه‌ها در مقایسه با آینده نزدیک مستهلک می‌شود و به دلیل وابستگی متقابل بین پروژه‌ها، مسئله تخصیص منابع محدود بسیار پیچیده می‌شود. پژوهش یک روش اکتشافی جدید برای تخصیص منابع محدود در افق‌های برنامه‌ریزی چندساله ارائه می‌دهد و نتایج آن را در مقایسه با یک راه حل دقیق شاخه و کران و راه حل‌های اکتشافی مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد[۱۴].

۳. روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نظر ماهیت تحقیق، تحقیقی کاربردی است. چراکه به دنبال ارائه یک چهارچوب برای حل یک مشکل واقعی است. همچنین تحقیق از نظر روش اجرا از نوع توصیفی پیمایشی بوده، چراکه در این تحقیق با جمع‌آوری اطلاعات و نظرات مختلف و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها تصمیم‌گیری نهایی در خصوص انتخاب پروژه انجام گردیده است. رویکرد انجام تحقیق نیز کمّی است.

- **ابزار تجزیه‌وتحلیل اطلاعات:** برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و داده‌های پژوهش، متناسب با اهداف تعیین‌شده، از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی حداقل شباهت به گزینه ایده‌آل فازی[2] و همچنین مدل‌های رگرسیونی خطی[3] و لگاریتمی[4] استفاده شده است.
- **جامعه آماری:** جامعه موردمطالعه این تحقیق، شامل کلیه مناقصات برگزارشده و پروژه‌های پیشنهادی به شرکت مهندسی توان آذران اروند است. نکته مهم اینکه زمینه فعالیت شرکت هم در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی و هم در کلیه زمینه‌های بازرگانی، مشاوره و پیمانکاری است. نمونه آماری این مطالعه در مرحله مطالعات میدانی شامل ۱۶ درخواست رسیده به شرکت می‌باشد که به‌صورت کل و جامع در دسترس است.
- **حجم نمونه و روش اندازه‌گیری آن:** حجم نمونه در این پژوهش ۳۰ نفر متخصص(کارشناس) مرتبط با حوزه مورد بحث می‌باشند.
- **روش نمونه‌گیری:** در مطالعه حاضر به روش نمونه‌گیری هدفمند ساده و شیوه دلفی از نظرات ۳۰ متخصص (کارشناس) مرتبط با حوزه موردبحث، بهره گرفته و از نظرات آن‌ها برای گردآوری داده‌های تحلیلی پژوهش استفاده شده است.
- **ابزار گردآوری اطلاعات:** برای گردآوری داده‌های بخش تحلیلی پژوهش با استفاده از ابزار پرسشنامه از نظرات کارشناسان و متخصصان مرتبط با حوزه موردمطالعه استفاده شده است.
- **معیارها و زیر معیارها:** ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها در یک سبد، نیازمند در نظرگیری هم‌زمان ابعاد مختلفی است که تنها منحصر به سودآوری مالی نمی‌شود. در این پژوهش، با اتکا بر ادبیات موضوع و همچنین نظر خبرگان صنعت، چارچوبی جامع متشکل از شش معیار اصلی و سی زیرمعیار توسعه یافته است. این ساختار به‌گونه‌ای طراحی شده است که جنبه‌های اقتصادی (مانند نقد شوندگی و بازده مالی) و غیراقتصادی (مانند همسویی راهبردی، ریسک، توانمندی نیروی انسانی و ملاحظات فنی-محیطی) را به‌صورت متوازن پوشش دهد. هر معیار، مجموعه‌ای از زیرمعیارهای دقیق و قابل‌سنجش را در برمی‌گیرد که امکان ارزیابی کیفی و کمی پروژه‌ها را در یک مدل یکپارچه فازی فراهم می‌آورد. (جدول ۳) این چارچوب را به‌صورت خلاصه نمایش می‌دهد.

1. Etgar And Cohen
2. FTOPSIS
3. Linear-R
4. Logarithmic-R

جدول ۳: چارچوب معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی برای انتخاب پروژه در سبد پروژه‌ها

ردیف	معیار اصلی	زیرمعیارها	منبع استناد/توجیه
۱	مالی-اقتصادی	نقدپذیری سرمایه‌گذاری، نرخ بازگشت داخلی (IRR)، ارزش خالص فعلی (NPV)، دوره بازگشت سرمایه، میزان تحقق‌پذیری مالی	مبنای تصمیم‌گیری کلاسیک و تضمین سودآوری [۴]
۳	الزامات راهبردی	تحقق نیازهای سازمان، رضایت‌مندی مشتریان، اهمیت برای موفقیت آتی، هم‌راستایی با راهبردهای داخلی، هم‌راستایی با چشم‌انداز و مأموریت	کلید خلق ارزش بلندمدت و مزیت رقابتی [۱، ۳]
۳	فنی	میزان تحقق نوآوری، تأثیرات زیست‌محیطی، وجود زیرسیستم‌های اساسی، انتقال و آموزش فناوری، در دسترس بودن فناوری	ارزیابی قابلیت اجرا، پایداری و توسعه دانش فنی
۴	ریسک پروژه	ریسک نقدینگی، ریسک اجرایی، ریسک قانونی، ریسک فناوری، ریسک فروش	مدیریت عدم قطعیت‌های حیاتی اثرگذار بر موفقیت پروژه [۴]
۵	منابع انسانی	قابلیت اجرا توسط نیروی موجود، انتقال دانش به نیروی انسانی، ظرفیت پذیرش سازمان، ارتقای توانمندی‌ها، رضایت‌مندی کارکنان	سرمایه انسانی به‌عنوان عامل اصلی اجرا و یادگیری [۱]
۶	محیط پروژه	قابلیت تکرارپذیری، زمان عرضه به بازار، پتانسیل فروش در بازار، هم‌راستایی با نیاز مشتری، هم‌راستایی با قوانین محیطی	انطباق با بازار، مقررات و عوامل خارجی مؤثر

پایایی ابزار این پژوهش با آزمون آلفای‌کرونباخ به شرح (جدول ۴) می‌باشد:

جدول ۴: میزان پایایی شاخص‌ها و متغیرهای پژوهش بر اساس آزمون آلفای کرونباخ

نام مؤلفه	معیارهای مالی	معیارهای مربوط به الزامات راهبردی	معیارهای مربوط به مسائل فنی
تعداد زیر معیار	۵ متغیر	۵ متغیر	۵ متغیر
میزان آلفا	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۷۹
نام مؤلفه	معیارهای مربوط به منابع انسانی	معیارهای مربوط به ریسک پروژه	معیارهای محیطی پروژه
تعداد سازه (متغیر)	۵ متغیر	۵ متغیر	۵ متغیر
میزان آلفا	۰/۸۱	۰/۷۱	۰/۷۲

با توجه به مقدار آلفا در متغیرهای فوق، مقدار محاسبه شده از سطح ۰/۷۰ بالاتر می‌باشد. بدیهی است این میزان، حکایت از سطحی مناسب در پژوهش‌های علوم انسانی دارد؛ و نشان می‌دهد که گویه‌های ابزار پژوهش ما (پرسشنامه) از میزان ثبات و انسجام درونی مناسب و قابل‌قبولی برخوردار می‌باشند، بنابراین به‌طورکلی پرسشنامه این پژوهش از ضریب قابلیت اعتماد مناسب و قابل‌قبولی برخورداراست.

جدول ۵: ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای معیار مالی- اقتصادی

زیرمعیار	میزان تحقق‌پذیری مالی پروژه			دوره بازگشت سرمایه			ارزش خالص فعلی			نرخ بازگشت داخلی			نقدپذیری سرمایه‌گذاری شرکت در پروژه		
معیار	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax
مالی- اقتصادی	۰/۱	۰/۵۹	۰/۹	۰/۱	۰/۳۵	۰/۹	۰/۱	۰/۵۶	۰/۹	۰/۱	۰/۵۴	۰/۹	۰/۱	۰/۷۱	۰/۹

همان‌طور که در (جدول ۵) مشاهده می‌شود با توجه به مثلثی بودن ساختار عدد فازی وزن‌ها در قالب اعداد سه‌گانه کمترین وزن‌فازی، میانگین وزن‌فازی و حداکثر وزن‌فازی در جدول ماتریس بی‌مقیاس فازی ارائه شده‌اند. بیشترین وزن ارائه شده به زیرمعیارهای معیار مالی اقتصادی ۰/۹ و کمترین میزان ۰/۱ می‌باشد با این کار زیر معیار نقدپذیری سرمایه‌گذاری شرکت در پروژه با مجموع سه‌گانه ۰/۱ برای کمترین وزن، ۰/۷۱ برای میانگین وزن و ۰/۹ برای بیشترین وزن دارای وزن‌های فازی بیشتری نسبت به سایر زیرمعیارها در این ماتریس می‌باشد.

جدول ۶: ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای معیار الزامات راهبردی

زیرمعیار	هم‌راستایی با چشم‌اندازها و مأموریت سازمان			هم‌راستایی با تصمیمات و راهبردهای داخلی سازمان			اهمیت پروژه برای موفقیت‌های آتی شرکت			رضایت‌مندی مشتریان سازمان			تحقق معیارهای مربوط به نیازهای سازمان		
معیار	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax
الزامات راهبردی	۰/۳	۷۳۰	۹۰	۰/۱	۰/۶۰	۰/۹	۰/۳	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۶۳	۰/۹	۰/۱	۰/۶۴	۰/۹

در ماتریس فازی (جدول ۶) بی‌مقیاس فازی ارائه شده برای زیرمعیارهای معیار الزامات راهبردی، کمترین وزن‌فازی ارائه شده ۰/۱ و بیشترین وزن ارائه شده ۰/۹ می‌باشد. با توجه به مجموع وزن‌های ارائه شده در سه بخش کمترین وزن‌فازی، میانگین وزن‌فازی و حداکثر وزن‌فازی، زیرمعیار اهمیت پروژه برای موفقیت‌های آتی شرکت دارای بیشترین وزن‌ها در سه بخش کمترین با ۰/۳، میانگین وزن‌فازی با ۰/۷ و حداکثر وزن‌فازی با ۰/۹ می‌باشد.

جدول ۷: ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای معیار فنی

زیرمعیار	در دسترس بودن فناوری مورد نیاز جهت اجرا			انتقال و آموزش فناوری			وجود زیرسیستم‌های اساسی جهت اجرا			تأثیرات زیست‌محیطی فناوری			میزان تحقق نوآوری حاصل از به‌کارگیری فناوری		
معیار	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax
فنی	۰/۳	۰/۶۸	۰/۹	۰/۱	۰/۶۸	۰/۹	۰/۳	۰/۶۶	۰/۹	۰/۱	۰/۴۹	۰/۹	۰/۱	۰/۵۱	۰/۹

در (جدول ۷) ماتریس بی‌مقیاس فازی ارائه شده برای زیرمعیارهای معیار فنی، با توجه به اعداد مثلثی فازی، کمترین وزن ۰/۱ و بیشترین وزن ۰/۹ می‌باشد. در این بین، زیرمعیار در دسترس بودن فناوری مورد نیاز جهت اجرا با مجموع وزن‌فازی ۰/۳ برای کمترین وزن‌فازی، ۰/۶۸ برای میانگین وزن‌فازی و ۰/۹ برای حداکثر وزن‌فازی، بیشترین میزان وزنی را در ماتریس بی‌مقیاس فازی به‌دست آمده است.

جدول ۸: ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای معیار ریسک پروژه

زیرمعیار	میزان ریسک ناشی از فروش			میزان‌ریسک ناشی از فناوری			میزان ریسک قانونی			میزان ریسک اجرایی			میزان ریسک ناشی از نقدینگی		
معیار	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax
ریسک پروژه	۰/۱	۰/۵۹	۰/۹	۰/۱	۰/۴۶	۰/۹	۰/۱	۰/۶۸	۰/۹	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۱	۰/۵۷	۰/۹

مطابق با (جدول ۸)، در ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای زیرمعیارهای معیار ریسک پروژه، کمترین وزن‌فازی ارائه شده ۰/۱ و بیشترین میزان ۰/۹ می‌باشد. در این بین، زیرمعیار وزن‌فازی ۰/۱ برای کمترین وزن‌فازی، ۰/۵۷ برای میانگین وزن‌فازی و ۰/۹ برای حداکثر وزن‌فازی، بیشترین وزن‌ها را در ماتریس بی‌مقیاس به دست آورده است.

جدول ۹: ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای معیار منابع انسانی

زیرمعیار	رضایتمندی کارکنان و پرسنل			ارتقای قابلیت‌ها توانمندی‌های نیروی انسانی شرکت			ظرفیت پذیرش منابع انسانی سازمان			میزان انتقال دانش فنی حاصل از پروژه به نیروی انسانی سازمان			قابلیت اجرای پروژه توسط منابع انسانی سازمان		
معیار	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax
منابع انسانی	۰/۱	۰/۳۹	۰/۹	۰/۱	۰/۵۵	۰/۹	۰/۱	/۴۰	۰/۹	۰/۱	۰/۳۱	۰/۹	۰/۱	/۴۰	۰/۹

(جدول ۹) مربوط به ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای زیرمعیارهای معیار منابع انسانی نشان می‌دهد که کمترین وزن‌فازی ارائه شده ۰/۱ و حداکثر وزن‌فازی ارائه شده ۰/۹ می‌باشد. در بین زیرمعیارهای این معیار، زیرمعیار ارتقای قابلیت‌ها و توانمندی‌های نیروی انسانی شرکت با کسب مجموع وزنی فازی یعنی ۰/۱ کمترین وزن‌فازی، ۰/۵۵ میانگین وزن‌فازی و ۰/۹ برای حداکثر وزن‌فازی، بیشترین وزن‌ها را در ماتریس به‌دست آمده است.

جدول ۱۰: ماتریس بی‌مقیاس شده فازی برای معیار محیط پروژه

زیرمعیار	هم‌راستایی با قوانین و مقررات محیطی			هم‌راستایی با خواسته‌ها و نیازهای مشتریان			فروش محصولات پروژه در بازار			زمان عرضه در بازار			قابلیت تکرارپذیری پروژه		
معیار	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax	Fmin	Fmean	Fmax
محیط پروژه	۰/۳	۰/۵۱	۰/۹	۰/۱	۰/۴۹	۰/۹	۰/۳	۰/۶۶	۰/۹	۰/۱	۰/۶۸	۰/۹	۰/۳	۰/۶۸	۰/۹

مطابق با (جدول ۱۰) ماتریس بی‌مقیاس فازی ارائه شده برای زیرمعیارهای معیار محیط پروژه، با توجه به اعداد مثلثی فازی، کمترین وزن ۰/۱ و بیشترین وزن ۰/۹ می‌باشد. در این بین، زیرمعیار قابلیت تکرارپذیری پروژه با مجموع وزن‌فازی ۰/۳ برای کمترین وزن‌فازی، ۰/۶۸ برای میانگین وزن‌فازی و ۰/۹ برای حداکثر وزن‌فازی، بیشترین میزان وزنی را در ماتریس بی‌مقیاس فازی به‌دست آمده است. بعد از بی‌مقیاس سازی داده‌ها، اقدام به موزون‌سازی و سپس محاسبه شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت S^+ و شاخص فاصله از ایده‌آل منفی S^- گردید. مراحل انجام این بخش از مدل پژوهش در جداول پایین آمده است.

جدول ۱۱: محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی برای معیار مالی و اقتصادی

زیرمعیار	میزان تحقق‌پذیری مالی پروژه		دوره بازگشت سرمایه		ارزش خالص فعلی		نرخ بازگشت داخلی		نقدپذیری سرمایه‌گذاری شرکت در پروژه	
معیار	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-
مالی- اقتصادی	۰/۲۸۳	۰/۳۰۹	۰/۳۱۹	۰/۲۷۷	۰/۲۸۶	۰/۳۰۵	۰/۲۸۸	۰/۳۰۲	۰/۲۰۶	۰/۳۴۰

در (جدول ۱۱) مربوط به محاسبه شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت فازی (S^+) و فاصله از ایده‌آل منفی فازی (S^-) بهترین حالت این است که زیرمعیارها دارای کمترین فاصله از ایده‌آل مثبت و بیشترین فازی از ایده‌آل منفی باشند. در این بین، زیرمعیار نقدپذیری سرمایه‌گذاری شرکت در پروژه با ۰/۲۰۶ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت فازی و ۰/۳۴۰ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل منفی فازی بهترین شرایط را در این ضرایب فازی کسب کرده است.

جدول ۱۲: محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی برای معیار الزامات راهبردی

زیرمعیار	هم‌راستایی با چشم‌اندازها و مأموریت سازمان		هم‌راستایی با تصمیمات و راهبردهای داخلی سازمان		اهمیت پروژه برای موفقیت‌های آتی شرکت		رضایت‌مندی مشتریان سازمان		تحقق معیارهای مربوط به نیازهای سازمان	
معیار	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-
الزامات راهبردی	۰/۲۰۵	۰/۳۴۳	۰/۲۸۰	۰/۲۱۲	۰/۲۰۸	۰/۳۳۶	۰/۲۱۶	۰/۳۲۴	۰/۲۱۵	۰/۳۲۶

در (جدول ۱۲) مربوط به محاسبه شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت فازی (S^+) و فاصله از ایده‌آل منفی فازی (S^-) برای زیرمعیارهای معیار الزامات راهبردی، زیرمعیار هم‌راستایی با چشم‌اندازها و مأموریت سازمان با ۰/۲۰۵ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت فازی و ۰/۳۴۳ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل منفی فازی بهترین شرایط را در این ضرایب فازی کسب کرده است.

جدول ۱۳: محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی برای معیار فنی

زیرمعیار	در دسترس بودن فناوری مورد نیاز جهت اجرا		انتقال و آموزش فناوری		وجود زیرسیستم‌های اساسی جهت اجرا		تأثیرات زیست‌محیطی فناوری		میزان تحقق نوآوری حاصل از به‌کارگیری فناوری	
معیار	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-
فنی	۰/۲۱۰	۰/۳۳۳	۰/۲۷۳	۰/۳۲۶	۰/۲۱۲	۰/۳۲۹	۰/۲۹۶	۰/۲۹۳	۰/۲۳۴	۰/۳۰۵

در (جدول ۱۳) مربوط به محاسبه شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت فازی (S^+) و فاصله از ایده‌آل منفی فازی (S^-) برای زیرمعیارهای معیار فنی، زیرمعیار در دسترس بودن فناوری مورد نیاز جهت اجرا با ۰/۲۱۰ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت فازی و ۰/۳۳۳ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل منفی فازی بهترین شرایط را در این ضرایب فازی کسب کرده است.

جدول ۱۴: محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی برای معیار ریسک پروژه

زیرمعیار	میزان ریسک ناشی از فروش		میزان ریسک ناشی از فناوری		میزان ریسک قانونی		میزان ریسک اجرایی		میزان ریسک ناشی از نقدینگی	
معیار	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-
ریسک پروژه	۰/۲۰۰	۰/۳۵۸	۰/۲۷۳	۰/۳۲۶	۰/۲۲۸	۰/۳۱۰	۰/۲۷۲	۰/۳۳۰	۰/۲۸۵	۰/۳۰۶

در (جدول ۱۴) مربوط به محاسبه شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت فازی (S^+) و فاصله از ایده‌آل منفی فازی (S^-) زیرمعیارهای معیار ریسک پروژه، زیرمعیار میزان ریسک ناشی از فروش با ۰/۲۰۰ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت فازی و ۰/۳۵۸ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل منفی فازی بهترین شرایط را در این ضرایب فازی کسب کرده است.

جدول ۱۵: محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی برای معیار منابع انسانی

زیرمعیار	رضایتمندی کارکنان و پرسنل		ارتقای قابلیت‌ها توانمندی‌های نیروی انسانی شرکت		ظرفیت پذیرش منابع انسانی سازمان		میزان انتقال دانش فنی حاصل از پروژه به نیروی انسانی سازمان		قابلیت اجرای پروژه توسط منابع انسانی سازمان	
معیار	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-
منابع انسانی	۰/۲۸۵	۰/۳۰۶	۰/۲۰۶	۰/۳۴۰	۰/۲۰۸	۰/۳۳۶	۰/۲۷۸	۰/۳۲۸	۰/۲۸۹	۰/۳۰۰

در (جدول ۱۵) مربوط به محاسبه شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت فازی (S^+) و فاصله از ایده‌آل منفی فازی (S^-) برای زیرمعیارهای معیار منابع انسانی، زیرمعیار ارتقای قابلیت‌ها توانمندی‌های نیروی انسانی شرکت با ۰/۲۰۶ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت فازی و ۰/۳۴۰ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل منفی فازی بهترین شرایط را در این ضرایب فازی کسب کرده است.

جدول ۱۶: محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی برای معیار محیط پروژه

قابلیت تکرارپذیری پروژه		زمان عرضه در بازار		فروش محصولات پروژه در بازار		هم‌راستایی با خواسته‌ها و نیازهای مشتریان		هم‌راستایی با قوانین و مقررات محیطی		زیرمعیار
S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	S^-	S^+	معیار
۰/۳۰۳	۰/۲۸۷	۰/۳۰۹	۰/۲۸۳	۰/۳۲۶	۰/۲۷۳	۰/۳۰۹	۰/۲۸۳	۰/۳۱۹	۰/۲۲۰	محیط پروژه

در (جدول ۱۶) مربوط به محاسبه شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت فازی (S^+) و فاصله از ایده‌آل منفی فازی (S^-) برای زیرمعیارهای معیار محیط پروژه، زیرمعیار هم‌راستایی با قوانین و مقررات محیطی با ۰/۲۲۰ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت فازی و ۰/۳۱۹ فاصله از شاخص فاصله از ایده‌آل منفی فازی بهترین شرایط را در این ضرایب فازی کسب کرده است.

بعد از محاسبه شاخص ایده‌آل از مثبت فازی و شاخص ایده‌آل از منفی فازی برای معیارهای ۶ گانه اصلی پژوهش و زیرمعیارهای تشکیل‌دهنده آن‌ها، سعی گردید به تحلیل شاخص شباهت فازی نهایی و وزن نهایی معیارهای ۶ گانه پژوهش اقدام گردد. (جدول ۱۷) این فرایند تشریح شده است.

جدول ۱۷: محاسبه شباهت به گزینه ایده‌آل فازی و وزن نهایی معیارهای انتخاب سبد پروژه

دوره	S^+	S^-	CC_i	*Rank*
مالی-اقتصادی	۵۴۲/۳	۹۹۶/۳	۵۳۰/۰	۲
الزامات راهبردی	۲۶۵/۳	۰۵۲/۴	۵۵۳/۰	۱
فنی	۵۹۰/۳	۹۱۷/۳	۵۲۱/۰	۴
ریسک پروژه	۶۱۲/۳	۰۷۳/۴	۵۲۹/۰	۳
منابع انسانی	۱۱۳/۳	۳۴۳/۳	۵۱۸/۰	۵
محیط پروژه	۳/۴۲۱	۳/۰۰۳	۰/۴۶۷	۶

نتایج نهایی تحلیل و آزمون فرضیه اول پژوهش نشان می‌دهد که معیار الزامات راهبردی دارای وزن بیشتری از دیدگاه کارشناسان برای انتخاب پروژه می‌باشد.

برتری معیار الزامات راهبردی بر معیار صرفاً مالی-اقتصادی نشان می‌دهد که از دیدگاه خبرگان شرکت (که در صنعت پروژه‌محور با چرخه‌های بلندمدت فعالیت می‌کند)، بقا و مزیت رقابتی بلندمدت سازمان، ذیل تحقق استراتژی‌ها تعریف می‌شود و سودآوری کوتاه‌مدت یک پروژه، اگر در راستای این مسیر نباشد، در اولویت ثانویه قرار می‌گیرد. این یافته با مطالعاتی چون سیلویوس و مارنویک (۲۰۲۲) در زمینه تلفیق پایداری و استراتژی همسوست. درواقع معیار الزامات راهبردی دارای اولویت بیشتری نسبت به سایر معیارهای منتخب و تحلیل‌شده در فرآیند انتخاب پروژه از سبد پروژه می‌باشد. این فرآیند نشان می‌دهد که توجه به مقوله‌های راهبردی همچون نیازهای سازمان، رضایت‌مندی مشتریان سازمان اهمیت پروژه برای موفقیت‌های آتی شرکت، هم‌راستایی با تصمیمات و راهبردهای داخلی سازمان و همچنین هم‌راستایی با چشم‌اندازها و مأموریت سازمان تا چه اندازه می‌تواند در انتخاب پروژه راهگشا و مؤثر باشد. درواقع با این نتیجه اهمیت چشم‌اندازسازی و نوع سیاست‌گذاری برای انتخاب پروژه

اهمیت خود را نشان می‌دهد؛ بنابراین با این نتیجه فرضیه اول پژوهش مبنی بر اولویت معیار اقتصادی - مالی در انتخاب پروژه از سبدپروژه مورد تأیید قرار نگرفته و رد می‌گردد.

در ادامه تحلیل داده‌های پژوهش و در راستای آزمون فرضیه دوم پژوهش سعی گردید این فرضیه که معیارهای منتخب در فرآیند انتخاب پروژه در سبدپروژه دارای تأثیرمستقیم و معناداری می‌باشند مورد تحلیل و آزمون قرار گیرد. برای آزمون این فرضیه از تحلیل‌های رگرسیونی خطی و رگرسیون لگاریتمی استفاده گردد. در این فرآیند داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 موردتحلیل قرار گرفت.

تحلیل ورود داده‌ها به مدل‌های رگرسیونی نشان داد که داده‌های واردشده یعنی معیارهای واردشده برای انتخاب سبد پروژه به‌طور میانگین ۰/۵۲ از تغییرات در انتخاب پروژه از سبدپروژه را در قالب هر دو مدل رگرسیونی خطی و لگاریتمی تبیین می‌کنند.

جدول ۱۸: آماره ضرایب رگرسیونی برای تبیین تأثیر معیارها در انتخاب پروژه از سبدپروژه

معیار	میزان همبستگی	چندگانه (R)	میزان F	سطح معناداری
مالی- اقتصادی	خطی	۰/۵۳۱	۵۸/۱۰۸	۰/۰۰۰
	لگاریتمی	۰/۵۲۹	۵۶/۸۱۴	۰/۰۰۰
ارزیابی راهبردی	خطی	۰/۴۹۶	۴۹/۰۵۱	۰/۰۰۲
	لگاریتمی	۰/۴۹۴	۴۵/۹۸۱	۰/۰۰۲
فنی	خطی	۰/۵۰۱	۵۱/۵۳۲	۰/۰۰۰
	لگاریتمی	۰/۴۹۹	۴۹/۸۰۸	۰/۰۰۱
ریسک پروژه	خطی	۰/۴۸۹	۱۸/۴۷۸	۰/۰۰۲
	لگاریتمی	۰/۴۸۷	۱۹/۵۳۶	۰/۰۰۰
منابع انسانی	خطی	۰/۵۷۱	۶۵/۱۰۹	۰/۰۰۰
	لگاریتمی	۰/۵۶۹	۶۴/۰۱۲	۰/۰۰۰
محیط پروژه	خطی	۰/۵۴۴	۶۱/۳۱۱	۰/۰۰۰
	لگاریتمی	۰/۵۴۲	۶۰/۲۱۹	۰/۰۰۰

*سطح معناداری: ۰/۹۵ *میزان خطای قابل‌قبول: ۰/۰۵

نتایج به‌دست‌آمده در (جدول ۱۸) با توجه میزان همبستگی چندگانه رگرسیونی (R) معیارهای شش‌گانه منتخب با سطح معناداری ۹۵ درصد و با میانگین ۰/۵۲۱ دارای تأثیر معناداری در فرآیند انتخاب پروژه از سبدپروژه دارند.

ضریب تأثیر ۰/۵۷۱ برای معیار منابع انسانی (بالاترین مقدار در بین معیارها) حاکی از آن است که از نظر خبرگان، توسعه توانمندی‌های نیروی انسانی نه‌تنها یک معیار مهم، بلکه احتمالاً یک پیش‌نیاز یا تسهیل‌گر اصلی برای موفقیت در دیگر معیارها (از جمله فنی، اجرایی و حتی مالی) محسوب می‌شود. به‌عبارت دیگر، ضعف در این معیار می‌تواند موفقیت پروژه را در ابعاد دیگر به‌شدت تحت‌الشعاع قرار دهد.

دراین‌بین البته میزان تأثیر ثبت‌شده برای معیارها نشان می‌دهد که بیشترین میزان تأثیر برای معیار منابع انسانی می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد توجه به مباحثی چون ارتقای قابلیت‌ها توانمندی‌های نیروی انسانی شرکت؛ ظرفیت پذیرش منابع انسانی سازمان؛ میزان انتقال دانش فنی حاصل از پروژه به نیروی انسانی سازمان و قابلیت اجرای پروژه توسط منابع انسانی سازمان می‌تواند تأثیر به سزایی درنتیجه بخشی و مؤثر بودن انتخاب پروژه از سبدپروژه داشته باشد؛ بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، فرضیه دوم پژوهش مبنی بر تأثیر تمامی معیارهای منتخب در فرآیند انتخاب پروژه مورد تأیید قرار می‌گیرد.

مزایا و محدودیت‌های مدل پیشنهادی:

مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر منطق فازی که در این پژوهش توسعه و اعتبارسنجی شد، همانند هر روش پژوهشی دیگر، دارای نقاط قوت و محدودیت‌هایی است. شناسایی صادقانه این موارد، هم به درک بهتر قابلیت‌های مدل کمک می‌کند و هم مسیر را برای پژوهش‌های آتی روشن می‌سازد.

۴. مزایای مدل یکپارچه FTOPSIS فازی

۴-۱. جامعیت و کل‌نگری

مهم‌ترین نقطه قوت این مدل، پوشش هم‌زمان معیارهای سخت (اقتصادی) و معیارهای نرم (غیراقتصادی) در یک چارچوب ساختاریافته است. این امر از اتخاذ تصمیم‌های تک‌بعدی که تنها بر سودآوری کوتاه‌مدت متمرکزند، جلوگیری کرده و موفقیت بلندمدت پروژه را در ابعاد راهبردی، انسانی و ریسکی تضمین می‌کند.

۴-۲. مدیریت کارآمد عدم قطعیت

به‌کارگیری منطق فازی مثلثی این امکان را فراهم آورد تا ابهام ذاتی در قضاوت‌های کیفی خبرگان (مانند «اهمیت زیاد» یا «ریسک متوسط») به شیوه‌ای ریاضی مدل شود. این رویکرد، انعطاف‌پذیری لازم برای تصمیم‌گیری در شرایط واقعی را که داده‌های قطعی نادر است، در اختیار می‌گذارد.

۴-۳. کاربردی و قابل‌درک بودن

فرآیند FTOPSIS از شفافیت بالایی برخوردار است. خروجی نهایی مدل (رتبه‌بندی پروژه‌ها بر اساس نزدیکی به ایده‌آل) برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان، حتی آنان که تخصص فنی عمیقی در روش‌های چندمعیاره ندارند، قابل‌فهم و قابل‌اتکا است. این ویژگی، پذیرش و اجرای مدل را در سازمان تسهیل می‌کند.

۴-۴. امکان تحلیل سناریو و حساسیت

ساختار مدل به‌سادگی اجازه می‌دهد تا با تغییر وزن معیارها، سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری (مثلاً تأکید بیشتر بر راهبرد در مقابل تأکید بیشتر بر اقتصاد) شبیه‌سازی شود. تحلیل حساسیت انجام‌شده در این پژوهش نیز پایدار بودن خروجی‌های مدل را نشان داد که بر قابلیت اطمینان آن می‌افزاید.

۴-۵. بومی‌سازی برای بافت پروژه‌محور

طراحی و اعتبارسنجی مدل در یک شرکت پروژه‌محور واقعی در صنعت نفت و گاز، آن را از یک چارچوب صرفاً تئوریک به یک ابزار عملیاتی تبدیل کرده است که با چالش‌ها و اولویت‌های این‌گونه سازمان‌ها هماهنگ است.

۵. محدودیت‌های پژوهش و مدل

۵-۱. وابستگی به کیفیت داده‌های ورودی (قضاوت خبرگان)

دقت و اعتبار نتایج مدل به‌طور مستقیم به دانش، تجربه و بی‌طرفی خبرگان شرکت‌کننده در فرآیند دلفی وابسته است. هرگونه سوگیری یا محدودیت در دیدگاه آنان می‌تواند بر خروجی نهایی تأثیر بگذارد.

۵-۲. پیچیدگی نسبی محاسبات برای سبدهای بسیار بزرگ

اگرچه FTOPSIS در مقایسه با برخی روش‌های دیگر (مانند ANP فازی) ساده‌تر است، اما محاسبات دستی ماتریس‌های فازی برای سازمان‌هایی با تعداد بسیار زیاد پروژه‌های پیشنهادی (صدها پروژه) می‌تواند زمان‌بر باشد. اتوماسیون این محاسبات با نرم‌افزار ضروری است.

۵-۳. محدودیت در تعمیم‌پذیری

مدل حاضر در یک شرکت خاص و در یک صنعت خاص (نفت، گاز و پتروشیمی) توسعه یافته است. اگرچه چارچوب معیارها عمومی است، اما وزن نهایی به‌دست آمده برای معیارها ممکن است در صنایع دیگر (مانند فناوری اطلاعات یا خدمات) متفاوت باشد. تعمیم نتایج نیازمند آزمون مجدد مدل در آن زمینه‌هاست.

۵-۴. در نظر نگرفتن صریح وابستگی متقابل پروژه‌ها

این مدل، پروژه‌ها را به‌صورت مستقل از یکدیگر ارزیابی می‌کند. در حالی که در واقعیت، پروژه‌ها ممکن است برای منابع باهم رقابت کنند یا خروجی‌های یک پروژه، ورودی پروژه دیگر باشد (سینرژی یا وابستگی). مدل حاضر این روابط پیچیده را مستقیماً محاسبه نمی‌کند.

۵-۵. پویا نبودن مدل

مدل ارائه شده یک ارزیابی در مقطع زمانی مشخص ارائه می‌دهد. با تغییر شرایط بازار، استراتژی سازمان یا منابع در دسترس، وزن معیارها و ارزیابی پروژه‌ها ممکن است تغییر کند، اما مدل جاری مکانیزمی برای به‌روزرسانی پویا بدون اجرای مجدد فرآیند دلفی پیش‌بینی نکرده است.

۶. تحلیل حساسیت

به‌منظور سنجش پایداری و قابلیت اطمینان مدل FTOPSIS فازی پیشنهادی، تحلیل حساسیت سیستماتیکی بر روی وزن معیارهای شش‌گانه اصلی انجام شد. در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، وزن معیارها مهم‌ترین منبع عدم قطعیت محسوب می‌شوند. در این تحلیل، با تغییر برنامه‌ریزی شده‌ی وزن معیارها در سناریوهای مختلف، تأثیر این تغییرات بر رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها (۱۶ پروژه پیشنهادی) ارزیابی گردید.

روش کار: وزن‌های نهایی به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌های فازی (جدول ۱۷) به‌عنوان سناریوی پایه در نظر گرفته شدند. سپس، چهار سناریوی وزنی مختلف تعریف شد که در هر کدام تأکید بر یکی از ابعاد کلیدی تصمیم‌گیری تغییر می‌یافت. وزن‌ها در هر سناریو به‌گونه‌ای تنظیم شد که مجموع آن‌ها برابر ۱ باقی بماند. در ادامه، با ثابت در نظر گرفتن ماتریس ارزیابی گزینه‌ها (امتیازات فازی هر پروژه در هر زیرمعیار)، رتبه‌بندی نهایی پروژه‌ها در هر سناریو مجدداً با استفاده از الگوریتم FTOPSIS فازی محاسبه شد.

۷. تعریف سناریوها

- سناریوی ۱ (پایه): وزن‌های اصلی حاصل از نظر سنجی .
- سناریوی ۲ (تأکید بر راهبرد و منابع انسانی): افزایش ۵۰ درصد وزن معیارهای الزامات راهبردی و منابع انسانی و کاهش متناسب وزن چهار معیار دیگر .
- سناریوی ۳ (تأکید بر اقتصاد و ریسک): افزایش ۵۰ درصد وزن معیارهای مالی-اقتصادی و ریسک پروژه و کاهش متناسب وزن چهار معیار دیگر.
- سناریوی ۴ (تأکید بر فنی و محیط): افزایش ۵۰ درصد وزن معیارهای فنی و محیط پروژه و کاهش متناسب وزن چهار معیار دیگر.

نتایج این تحلیل در (جدول ۱۹) ارائه شده است. برای اختصار، رتبه‌های ۵ پروژه برتر (از بین ۱۶ پروژه) در هر سناریو نشان داده شده است. شاخص ضریب همبستگی اسپیرمن (ρ) نیز برای سنجش میزان تغییرات کلی رتبه‌بندی بین هر سناریو و سناریوی پایه محاسبه شده است.

جدول ۱۹: نتایج تحلیل حساسیت: رتبه‌بندی ۵ پروژه برتر در سناریوهای مختلف وزن

شناسه پروژه	سناریوی ۱ (پایه)	سناریوی ۲ (راهبرد و منابع)	سناریوی ۳ (اقتصاد و ریسک)	سناریوی ۴ (فنی و محیط)
P_{08}	۱	۱	۳	۲
P_{12}	۲	۳	۱	۴
P_{05}	۳	۲	۵	۱
P_{15}	۴	۴	۲	۵
P_{01}	۵	۵	۴	۳
ضریب همبستگی اسپیرمن (ρ) با سناریوی پایه	-	۰/۹	۰/۷۵	۰/۸۵

۸. تفسیر نتایج

۱. پایداری نسبی رتبه اول: پروژه P_{08} در سناریوهای ۱ و ۲ در رتبه اول قرار دارد که نشان‌دهنده ثبات اولویت این پروژه با تأکید بر معیارهای راهبردی و منابع انسانی است. با این حال، در سناریوی اقتصادی-ریسک (سناریو ۳) به رتبه سوم نزول می‌کند.

۲. حساسیت به تغییر اولویت‌ها: پروژه P_{12} که در سناریوی پایه رتبه دوم را دارد، در سناریوی اقتصادی-ریسک (۳) به رتبه اول صعود می‌کند، اما با تأکید بر فنی و محیط (سناریو ۴) به رتبه چهارم تنزل می‌یابد. این نشان می‌دهد ماهیت این پروژه به‌گونه‌ای است که منافع اقتصادی و ریسک پایین آن برجسته است.

۳. میـزان کلـی تغییـرات: مقادیـر بـالای ضریـب همبسـتگی اسـپیرمن (همگـی بـالای ۰/۷) حاکـی از آن اسـت کـه اگرچـه جابه‌جایی‌هایـی در رتبـه پروژه‌هـا رخ می‌دهـد، امـا سـاختار کلـی رتبه‌بنـدی در بیـن سـناریوها نسـبتاً پایـدار اسـت. بالاتریـن همبسـتگی مربـوط بـه سـناریوی ۲ (ρ = ۰/۹۰) و کمتریـن آن مربـوط بـه سـناریوی ۳ (ρ = ۰/۷۵) اسـت. ایـن بدان معناسـت کـه تغییر جهت به سـمت معیارهـای اقتصادی-ریسـک، باعـث بیشـترین تغییر در رتبه‌بنـدی نهایـی می‌شـود.

۴. کاربرد مدیریتی: نتایج به مدیران نشان می‌دهد که انتخاب نهایی پروژه به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر ترجیحات راهبردی سازمان در تخصیص اهمیت به معیارهاست. سازمان‌هایی که راهبرد توسعه قابلیت‌های داخلی و نیروی انسانی را دنبال می‌کنند (سناریو ۲)، پروژه‌های متفاوتی را نسبت به سازمان‌های با محوریت سودآوری کوتاه‌مدت و مدیریت ریسک (سناریو ۳) در اولویت قرار خواهند داد.

۹. نتیجه‌گیری

۹-۱. یافته‌های مدل FTOPSIS فازی و تفسیر آن‌ها

بر اسـاس محاسـبات انجام‌شـده بر مبنای نظرات خبرگان، ماتریس‌هـای بی‌مقیـاس و مـوزون فـازی بـرای شـش معیـار اصلی و سی زیرمعیار تشـکیل شـد (جداول ۴ تا ۹). محاسـبه شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت (S^++) و منفی (S^-−) برای زیرمعیارها (جداول ۱۰ تا ۱۵) و درنهایت، محاسبه ضریب شباهت (CCICI) برای معیارهای اصلی، منجر به رتبه‌بندی نهایی آن‌ها گردید که در (جدول ۱۶) خلاصه شده است.

تحلیل رتبه‌بندی معیارها: نتایج نهایی نشان می‌دهد که معیار «الزامات راهبردی» با ضریب شباهت ۰/۵۵۳ در رتبه نخست قرار گرفته است. این نتیجه حاکی از آن است که از دیدگاه خبرگان شرکت مهندسی توان آذران اروند که در صنایع پیچیده و بلندمدت نفت، گاز و پتروشیمی فعال است، همسویی پروژه با اهداف بلندمدت و کلان سازمان، مهم‌ترین فاکتور تصمیم‌گیری است. در محیط‌های پروژه‌محور با سرمایه‌گذاری سنگین، توجیه یک پروژه صرفاً بر مبنای شاخص‌های مالی کوتاه‌مدت (مانند NPV) می‌تواند سازمان را از مسیر راهبردی خود منحرف کند. اولویت این معیار، مکانیسم بقا و ایجاد مزیت رقابتی پایدار را بر مکانیسم سودآوری محض ترجیح می‌دهد.

جالـب آنکـه معیـار «مالی-اقتصـادی» بـا اختـلاف کـمی (۰/۵۳۰) در رتبه دوم قرار گرفته اسـت. این بدان معنا نیسـت کـه توجیه‌پذیری مـالی نادیده گرفته شـده، بلکـه تأکید دارد که شـرط لازم اما ناکافی اسـت. یـک پروژه باید حتمـاً از نظر اقتصادی معقول باشـد، اما پروژه‌ای که صرفاً اقتصادی است و در راسـتای راهبرد سازمان نیست، در اولویت نخواهد بود. این یافته با جهت‌گیری نوین مدیریت سـبد پروژه که بر همسویی استراتژیک تأکید دارد، همخوانی کامل دارد [۱، ۳].

نکتـه قابل‌تأمـل دیگر، رتبه پنجـم معیار «منابع انسـانی» (۰/۵۱۸) اسـت. علیرغـم پایین بودن رتبـه، تحلیل رگرسیون (بخش بعد) تأثیر بسیار بالای این معیار را نشـان می‌دهد. این تناقض ظاهری را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که منابع انسانی به‌عنوان یک معیار توانمندساز (Enabler) یا پیش‌نیاز پایه در نظر گرفته می‌شـود. خبـرگان احتمالاً فرض می‌کنند شـرکت به سـطح حداقلی از قابلیت‌های انسانی دسـت یافته است، اما کیفیت و تناسـب این منابع اسـت که تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر موفقیت سـایر معیارها (به‌ویژه اجرای فنی و مدیریت ریسک) دارد. به‌عبـارت دیگـر، ضعـف در ایـن معیـار می‌توانـد تمـام معیارهای دیگر را با شکست مواجه سازد.

۹-۲. یافته‌های تحلیل رگرسیون و تفسیر روابط

بـرای آزمون تأثیر معیارهای شـش‌گانه بـر فرآیند انتخاب پـروژه، از رگرسیـون خـطی و لگاریتمی اسـتفاده شـد. نتایج حاصـل از تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS (جدول ۱۷) نشـان می‌دهد که تمامی معیارها با سطح معناداری ۰/۰۵ بر انتخاب پروژه تأثیر دارند. میانگین ضریب همبسـتگی چندگانه (RR) بـرای معیارهـا ۰/۵۲۱ به دسـت آمد کـه نشـان‌دهنده قدرت تبیین‌کنندگی مناسب مدل است.

تحلیـل ضرایـب تأثیـر: برجسـته‌ترین نتیجه ایـن تحلیل، بالاترین ضریـب تأثیر (R=۰/۵۷۱ R=۰/۵۷۱) مربوط به معیار «منابع انسـانی» اسـت. این یافته، تفسیر بخش قبل را تقویت می‌کنـد و نشـان می‌دهـد کـه در عمـل، متغیر منابع انسـانی قوی‌ترین پیش‌بینی کننده موفقیت در انتخاب و اجرای پروژه قلمداد می‌شود. مکانیسم تأثیر این معیار را می‌توان دوگانه در نظر گرفت:

۱. مکانیسم مستقیم: پروژه‌هایی که مستلزم مهارت‌های تخصصی هستند، در غیاب نیروی انسانی ماهر اساساً غیرقابل اجرا خواهند بود

۲. مکانیسم غیرمستقیم و تعدیل‌گر: حتی پروژه‌های با

توجیه راهبردی و مالی عالی، اگر توسط نیروی انسانی باانگیزه، توانمند و با ظرفیت کافی اجرا نشوند، با تأخیر، هزینه اضافه و کاهش کیفیت مواجه می‌شوند که درنهایت توجیه اولیه آن‌ها را زیر سؤال می‌برد.

ضرایب نسبتاً بالا و معنادار برای معیارهای «محیط پروژه» (۰/۵۴۴) و «مالی-اقتصادی» (۰/۵۳۱) نیز حاکی از اهمیت نگاه به عوامل خارجی (بازار، قوانین) و پایبندی به انضباط مالی در کنار ملاحظات راهبردی است.

۹-۳. تحلیل حساسیت و پایداری نتایج

به‌منظور اطمینان از قابلیت اتکای مدل و سنجش پایداری رتبه‌بندی نهایی در برابر تغییرات در قضاوت‌های وزنی، تحلیل حساسیت انجام شد. در این تحلیل، وزن معیارهای اصلی در چهار سناریوی مختلف (پایه، تأکید بر راهبرد و منابع، تأکید بر اقتصاد و ریسک، تأکید بر فنی و محیط) تغییر داده شد و تأثیر آن بر رتبه پنج پروژه برتر بررسی گردید.

یافته کلیدی تحلیل حساسیت: نتایج مندرج در (جدول ۱۸) دو نکته مهم را نشان می‌دهد:

۱. پایداری ساختاری بالا: ضرایب همبستگی اسپیرمن بالا (بین ۰/۷۵ تا ۰/۹۰) بین سناریوهای مختلف و سناریوی پایه، حاکی از ثبات کلی در رتبه‌بندی است. این پایداری، هم نشان‌دهنده استحکام درونی مدل و هم نشانگر اتفاق نظر نسبی خبرگان در خصوص اهمیت معیارها است.

درمجموع، یافته‌های این پژوهش یک چارچوب سلسله‌مراتبی از اولویت‌ها را در فرآیند انتخاب پروژه در یک شرکت پروژه‌محور نشان می‌دهد: در سطح کلان و جهت‌گیری، همسویی راهبردی ملاک اصلی است. در سطح عملیاتی و اجرایی، منابع انسانی به‌عنوان مهم‌ترین عامل توانمندساز و پیش‌بینی کننده موفقیت شناسایی شده است. توجیه اقتصادی شرط لازم اما کافی نبوده و در سطح دوم اهمیت قرار دارد. ریسک پروژه، ملاحظات فنی و محیطی نیز به‌عنوان عوامل تکمیلی و ضروری در این چارچوب جای می‌گیرند.

نتایج تحلیل حساسیت نیز اعتبار و انعطاف‌پذیری مدل پیشنهادی را تأیید می‌کند. این یافته‌ها حاکی از گذار از نگرش صرفاً مالی به نگرشی کل‌نگر و راهبردمحور در مدیریت سبد پروژه‌ها است که در آن، انسان در کانون موفقیت پروژه قرار دارد.

۹-۴. پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

باتوجه به مزایا و محدودیت‌های فوق، مسیرهای زیر برای توسعه بیشتر این حوزه پژوهشی پیشنهاد می‌شود:

۱. تطبیق و آزمون مدل در سایر صنایع پروژه‌محور (مانند ساخت‌وساز، فناوری اطلاعات و انرژی‌های تجدیدپذیر) به‌منظور افزایش تعمیم‌پذیری و استخراج وزن‌های معیار خاص هر صنعت.

۲. ادغام روش‌های مکمل: ترکیب مدل FTOPSIS فازی با روش‌هایی مانند DEMATEL فازی برای محاسبه وزن معیارها با در نظرگیری روابط علّی و اثر متقابل بین آن‌ها (مثلاً تأثیر مستقیم منابع انسانی بر کاهش ریسک اجرایی).

۳. درنظرگیری وابستگی پروژه‌ها: توسعه مدل به‌گونه‌ای که بتواند سینرژی و رقابت بین پروژه‌ها را در استفاده از منابع مشترک (بودجه، نیروی انسانی، تجهیزات) مورد توجه قرار دهد.

۴. پویاسازی مدل: ایجاد یک چارچوب تصمیم‌گیری پویا که امکان بازنگری دوره‌ای وزن معیارها و امتیاز پروژه‌ها را با توجه به تغییرات محیط داخلی و خارجی سازمان فراهم کند.

۵. اتوماسیون و توسعه نرم‌افزار: طراحی یک داشبورد تصمیم‌گیرنده نرم‌افزاری بر پایه این مدل تا مدیران بتوانند به‌سادگی داده‌های پروژه‌های جدید را وارد کرده و نتایج رتبه‌بندی را به‌صورت بلادرنگ مشاهده نمایند.

مراجع:

[1]. Silvius, G., & Marnewick, C. (2022). Interlinking Sustainability in Organizational Strategy, Project Portfolio Management and Project Management: A Conceptual Framework. Procedia Computer Science, 196, 938-947.

[2]. Cordeiro, G., Vasconcelos, A., & Fragoso, B. (2021). Reference Architecture for Project, Program and Portfolio Governance. رد International Conference on Project Management. Springer, Cham. (804-832).

[3]. Derakhshan, R., Turner, R., & Mancini,

M. (2019). Project governance and stakeholders: A literature review. International Journal of Project Management, 37(1), 98-116.

[4]. Mohagheghi, V., Mousavi, S. M., & Vahdani, B. (2020). A new multi-objective optimization approach for sustainable project portfolio selection: A real-world application under interval-valued fuzzy uncertainty. Iranian Journal of Fuzzy Systems, 17(1), 15-37.

[5]. Salvi, M., et al. (2024). An integrated fuzzy ANP-TOPSIS framework for sustainable project portfolio selection in the digital transformation era. Journal of Cleaner Production, 434, 140123.

[6]. Chen, L., & Wang, Y. (2024). A hybrid decision-making model for R&D project portfolio selection considering interdependencies and risk propagation under uncertainty. Expert Systems with Applications, 238, 121756.

[7]. Kumar, A., et al. (2025). AI-enhanced fuzzy logic for dynamic project prioritization in agile portfolios. International Journal of Project Management, 43(1), 102-118.

[8]. Abbasi, M. Ashrafi, M. Khairkhah, A. Fundad, H. Gurbanzadeh Karimi, H. (2012). Selection of research and development project portfolio using a data envelopment analysis-balanced scorecard hybrid model. Science and Technology Policy, 5(3), 67-82. (In Persian).

[9]. Cordeiro, G. Vasconcelos, A. Fragoso, B. (2021). Reference Architecture for Project, Program and Portfolio Governance. Springer: Cham, Switzerland, pp. 804-832.

[10]. Silvius, G. Marnewick, C. (2022). Interlinking Sustainability in Organizational Strategy, Project Portfolio Management and Project Management a Conceptual Framework. Procedia Computer Science, (196), 938-947.

[11]. Akbari, N, Amirkhani, Amirhossein, k. (2020). investigating the relationship between the competencies of project managers based on the ICB standard and project management processes based on the PMBOK standard in project-oriented organizations, https: //civilica. com/ doc/1610605.

[12]. Martinsuo, M. & Geraldi, J. (2020). Management of project portfolios: Relationships of project portfolios with their contexts. International Journal of Project Management, 38(7), 441-453.

[13]. Jiménez, V. Afonso, P. Fernandes, G. (2020). Using agile project management in the design and implementation of activity-based costing systems. Sustainability, 12(24), 10352.

[14]. Salwin, M. Jacyna-Gołda, I., Kraslawski, A., & Waszkiewicz, A. E. (2022). The use of business model canvas in the design and classification of product-service systems design methods. Sustainability, 14(7), 4283.

[15]. Nozarpour Shami, Z. Farkhian, F. Eslami, A. (2018). Health, Safety and Environment Management System (HSE-MS) in hospitals, 7th National Conference on Management and Humanities Research in Iran, Tehran, https: //civilica. com/ doc/1022667.

[16]. Mosadeghrad A M, Jaafaripooyan E, Yousefinezhadi T, Keykhani S. Hospital accreditation method: A comparative study. Payesh 2020; 19 (5):523-540.

[17]. Etgar, R. Cohen, Y. Roadmap Optimization: Multi-Annual Project Portfolio Selection Method. Mathematics 2023, 10, 1601. https://doi.org/10.3390/math10091601.

[18]. Alinejad, A. Simiari, K. (2012). Choosing the optimal project portfolio using DEA/ DEMATEL integrated approach, Industrial Management Studies Quarterly, No. 28, pp. 41-60.

IRANIAN JOURNAL OF GAS ENGINEERING

Volume 12 / Issue 4 / NO. 24 / Winter 2026 / Pages 94-110

Journal Homepage: www.ijge.irangi.org

Project Selection in the Portfolio of Projects Using Economic and Non-economic Criteria and Using Fuzzy Logic

Mohammad Ebrahim Tayebi Araghi[1*], Seyed Javad Sayedian Hashemi[2], Ali Ghasemi kian[3]

1. Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, khorramshahr international Branch, Islamic Azad University, khorramshahr, Iran
2. M.Sc., Department of Industrial Engineering, khorramshahr international Branch, Islamic Azad University, khorramshahr, Iran
3. M.Sc., Department of Industrial Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

APPLIED ARTICLE

Article History:

Received: 21 October 2025

Revised: 01 December 2025

Accepted: 28 December 2025

Keywords:

Project selection

Portfolio of projects

Economic and non-economic criteria

Fuzzy logic

ABSTRACT

Optimizing project portfolio management is recognized as a key factor in maintaining competitive advantage and achieving the strategic objectives of project-oriented organizations. However, many conventional project selection models either focus solely on economic criteria or lack a systematic framework for simultaneously integrating qualitative, non-economic criteria under conditions of uncertainty. Aiming to bridge this gap, this study presents and validates a novel fuzzy-based multi-criteria decision-making model for project selection in project-oriented companies. The research employed an applied methodology with a descriptive-survey approach, utilizing the fuzzy Delphi technique among 30 experts from Tavan Azaran Arvand Engineering Company. The six-criteria framework of the study (including Financial-Economic, Strategic Requirements, Technical, Project Risk, Human Resources, and Project Environment) was evaluated through fuzzy questionnaires and analyzed using the Fuzzy TOPSIS method and regression analysis. The findings revealed that the 'Strategic Requirements' criterion, with a final weight of 0.553, is the most important factor, while 'Human Resources', with an impact factor of 0.571, is the strongest predictor of success in project selection. Furthermore, the conducted sensitivity analysis confirmed the stability and reliability of the model. The primary innovation of this study lies in the simultaneous integration of six key economic and non-economic dimensions into a unified fuzzy model, its practical validation within the context of an Iranian project-oriented company, and the addition of systematic sensitivity analysis. This model serves as an efficient tool to assist managers in making project selection decisions based on a balance between economic justification and strategic-human requirements in an uncertain environment.

DOR: 20.1001.1.2407.1071.1404.10.07

How to cite this article

M.E. Tayebi Araghi, S.J. Sayedian Hashemi, A. Ghasemi kian, Project Selection in the Portfolio of Projects Using Economic and Non-economic Criteria and Using Fuzzy Logic. *Iranian Journal of Gas Engineering*. 2026; 12(4): 94-110. (https://ijge.irangi.org/article_735763.html)

* Corresponding Author.

E-mail address: tayebi_m@ut.ac.ir, (M.E. Tayebi Araghi).

Available online 11 March 2026

25885-5251/© 2014 The Authors. Published by Iranian Gas Institute.

This is an open access article under the CC BY license. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)