

انتخاب بهینه‌ی پروژه‌های پورتفولیو به کمک مدل ترکیبی برنامه‌ریزی ریاضی فازی با در نظر گرفتن وابستگی میان پروژه‌ها

علی بزرگی امیری^۱، علیرضا ادیبی^۲، حمیدرضا ادیبی^۳

^۱ دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، دانشیار؛ alibozorgi@ut.ac.ir

^۲ گروه مهندسی صنایع، پردیس البرز، دانشگاه تهران، تهران، ایران، کارشناسی ارشد؛ alireza.adibi@ut.ac.ir

^۳ گروه مدیریت کسب‌وکار، دانشکده مدیریت، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، کارشناسی ارشد؛ std_adibi@khu.ac.ir

* نویسنده‌ی مسئول: علی بزرگی امیری

چکیده

اکثر شرکت‌های مبتنی بر پروژه به‌منظور حداکثر نمودن ارزش تجاری سازمان و افزایش سودآوری، در افق‌های زمانی مشخص اقدام به تعریف پروژه‌های مناسب می‌نمایند. در این بین با توجه به اینکه پروژه‌های یک پورتفولیو برای دستیابی به منابع موردنیاز خود با یکدیگر رقابت می‌کنند، وابستگی میان پروژه‌های یک سازمان و تأثیر بالقوه و بالفعل آن‌ها برای انتخاب سبد پروژه‌ها، برای مدیران اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. مقاله حاضر با استفاده از تکنیک‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم استنتاج فازی یک مدل ترکیبی برنامه‌ریزی ریاضی فازی ارائه داده است که به دنبال انتخاب پروژه‌های یک پورتفولیو با ایجاد حداکثر هم‌افزایی میان آن‌ها در شرایط عدم قطعیت است. در چارچوب ارائه‌شده از مفهوم هم‌افزایی به‌گونه‌ای استفاده می‌شود که محدودیت‌های زمانی، هزینه‌ای و تعاملات میان آن‌ها ارضا شده و تصمیم‌گیرندگان امکان ارزیابی حالت‌های مختلف انتخاب را داشته باشند. همچنین به‌منظور بیان اثربخش بودن مدل پیشنهادشده یک مطالعه موردی در صنعت تلکام ارائه شده است.

کلمات کلیدی: انتخاب پورتفولیو پروژه‌ها، وابستگی میان پروژه‌ها، برنامه‌ریزی ریاضی فازی، سیستم استنتاج فازی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

Fuzzy mathematical planning model for project portfolio selection considering projects interdependencies

Ali Bozorgi-amiri¹, Alireza Adibi², Hamidreza Adibi³

¹ School of Industrial Engineering, College of Engineering University of Tehran, Tehran, Iran; alibozorgi@ut.ac.ir

² School of Industrial Engineering, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran; alireza.adibi@ut.ac.ir

³ School of MBA, Management department, Kharazmi University, Tehran, Iran; std_adibi@khu.ac.ir

Abstract

Projects are used in most organizational structures including strong matrix, weak matrix, balance matrix, project-oriented, virtual, hybrid and project management office to achieve the goals of the organization. Many organizations consider their successful projects as a competitive advantage and use a comprehensive portfolio management system to manage projects, plans and operations to achieve their organizational goals. As project management has become more professional, the focus of organizations has shifted from management to one or more complex projects separately and to the management of an interconnected set of projects. Therefore, a formal portfolio management process is a requirement for integrated implementation and the use of a portfolio system to manage projects to achieve the goals and strategies of the organization based on the desired criteria of management, is necessary. Income sources in almost all of the project-based companies, especially in IT Industry, are highly dependent on the company's project revenue, so Project Portfolio Selection has always been one of their managers' main concerns. To maximize their business value and profitability, these companies define appropriate projects in specific time horizons. Because the projects compete for resources, the interdependence between an organization's projects and their potential and actual impact on the portfolio selection has become particularly important to managers. Applying Analytical Hierarchy Process (AHP) technique and the Fuzzy Inference System (FIS), this paper presents a hybrid model of Fuzzy Mathematical Programming that seeks to select projects in a portfolio by creating maximum synergies between them in the presence of uncertainty. In the proposed model, the concept of synergy is used in such a way that time constraints, costs, and interactions between them are satisfied, and decision-makers have the opportunity to evaluate different selection modes. We used the fuzzy conditional programming approach in the objective function and the Jimenez method in constraints to defuzzify the problem. In order to express the effectiveness of the proposed model, it is applied in the telecom industry as a case study.

Keywords: Project portfolio selection, Projects interdependency, Fuzzy mathematical planning, Fuzzy Inference System, Analytical Hierarchy Process

۱. پژوهش‌های پیشین

پروژه‌ها تقریباً به‌عنوان اجزای اصلی اجرایی یک سازمان در نظر گرفته می‌شوند. از پروژه‌ها در اکثر ساختارهای سازمانی از جمله ماتریس قوی، ماتریس ضعیف، ماتریس بالانس، پروژه محور، مجازی، هیبریدی و دفتر مدیریت پروژه جهت نیل به اهداف سازمان استفاده می‌شود^[۱]. بسیاری از سازمان‌ها پروژه‌های موفق خود را به‌عنوان مزیت رقابتی در نظر گرفته و از یک سیستم مدیریت پورتفولیو جامع به‌منظور مدیریت پروژه‌ها، طرح‌ها و عملیات جهت تحقق اهداف سازمانی خود استفاده می‌کنند. با حرفه‌ای‌تر شدن مدیریت پروژه‌ها، تمرکز سازمان‌ها از روی مدیریت بر یک یا چند پروژه پیچیده به‌صورت مجزا برداشته و به مدیریت مجموعه‌ای به‌هم‌پیوسته از پروژه‌ها معطوف شده است؛ بنابراین یک فرآیند مدیریت پورتفولیو رسمی به‌عنوان یک نیازمندی جهت پیاده‌سازی یکپارچه به شمار می‌رود و استفاده از یک سیستم پورتفولیو به‌منظور مدیریت پروژه‌ها جهت نیل به اهداف و استراتژی‌های سازمان بر اساس معیارهای موردنظر مدیریت، واجب و ضروری است. اجزای پورتفولیو ممکن است با یکدیگر مرتبط یا غیر مرتبط و مستقل یا وابسته باشند. اهمیت این موضوع از آنجایی نشأت می‌گیرد که اجزای پورتفولیو برای به دست آوردن سهمی از کل و یا بخشی از مجموعه منابع محدود با یکدیگر رقابت می‌کنند^[۲]. انتخاب پورتفولیو پروژه در بسیاری از زمینه‌ها از جمله تحقیق و توسعه، داروسازی، تحلیل‌های مالی و سامانه‌های اطلاعاتی کاربرد دارد^[۳].

آرچر^[۴] یک مدل کاربردی به‌عنوان چارچوب انتخاب پورتفولیو پروژه ارائه داده‌اند که به کمک آن در هر مرحله هدف مشخصی محقق می‌شود و خروجی آن به تکمیل مرحله بعدی کمک می‌کند؛ بدین ترتیب که پروژه‌ها پس از غربالگری یک‌به‌یک با توجه به معیارهای اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفته و به کمک ابزارهای تصمیم‌گیری و آنالیز حساسیت امتیازبندی می‌شوند. انگلاند^[۵] فرآیندی را ارائه داده که در آن تیم مدیریتی پروژه‌ها، منابع و تعاملات میان آن‌ها را بررسی نموده و طی چهار مرحله خروجی‌های به هم وابسته‌ای ایجاد می‌کنند؛ بدین ترتیب که ابتدا پروژه‌ها شناسایی و پس‌از آن اهداف پروژه‌ها متناسب با اهداف استراتژیک و توانایی‌های سازمانی دسته‌بندی می‌شوند و پس از ارزیابی پروژه‌ها با مقایسه منابع در دسترس و موردنیاز، اولویت هر پروژه مشخص می‌شود. کوپر^[۶] یک فرآیند چندمرحله‌ای ارائه داده است که در دو سطح بررسی تصمیمات استراتژیک و تصمیمات تاکتیکی برای سبد پروژه بررسی می‌شود. مسکندل^[۷] با ارائه‌ی یک چارچوب مفهومی جامع با محور قرار دادن استراتژی سازمانی، برای پروژه‌های سازمانی پورتفولیو تعریف می‌کند. وی با ایجاد پیوند میان استراتژی کسب‌وکار سازمان، مدیریت

پورتفولیو پروژه و موفقیت کسب‌وکار، مدلی ارائه داده است تا شکاف میان استراتژی و پیاده‌سازی آن پر شود.

شفاهی^[۸] یک روش اکتشافی دومرحله‌ای به کمک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی ارائه می‌دهد که در آن به دنبال حداکثر رساندن ارزش خالص فعلی سرمایه‌گذاری‌های آینده می‌باشند و محدودیت‌های موقتی بودجه و سرمایه‌گذاری مجدد بر روی استراتژی در نظر گرفته شده است. آن‌ها برای حل مشکلات در ابعاد بزرگ، ابتدا اندازه مسئله را کاهش داده و پس از ساده‌سازی، پروژه‌های مطلوب انتخاب شوند. دو^[۹] مسئله‌ی انتخاب سبد سیستم تسلیح شده را شرح داده و تجزیه و تحلیل نموده‌اند. آن‌ها ابتدا با بررسی سیستم تسلیح شده در انتخاب پورتفولیو به سؤالاتی نظیر بررسی تنظیمات خاص تصمیم‌گیری سیستم‌ها، انتخاب معیارهای لازم برای یک سیستم انتخاب پورتفولیو و نوع روابط میان انتخاب یک سیستم و مؤلفه‌های مرتبط با پروژه‌ها برای پذیرش یا رد این روش پاسخ داده‌اند و در نهایت به‌منظور رتبه‌بندی روش ویکور در شرایط عدم قطعیت را توسعه دادند. سانگ^[۱۰] یک روش مبتنی بر تجزیه و تحلیل مقبولیت چندمعیاره‌ی تصادفی برای انتخاب پورتفولیو پروژه‌ها و برنامه‌ی زمان‌بندی آن‌ها با در نظر گرفتن معیارهای عدم قطعیت و اطلاعات اولیه نامشخص ارائه داده است. در مدل پیشنهادی سانگ از مقادیر تصادفی برای مدل‌سازی مقادیر معیارهای نامشخص و از فضای وزنی با توسعه یکنواخت برای اوزان ناشناخته استفاده می‌کند. توانا^[۱۱] با ارائه یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی و ایجاد یک فرآیند با استفاده از ابزار سلسله‌مراتبی فازی و سیستم استنتاج فازی، چارچوبی امکان‌پذیر با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی را فراهم می‌آوردند. در این مطالعه، یک رویکرد ترکیبی دومرحله‌ای برای ارزیابی و انتخاب نمونه بهینه پروژه‌ها در شرایط عدم قطعیت پیشنهاد شده است که در مرحله اول، ارزش هر پروژه از منظر استراتژیک-عملیاتی و ریسک آن با استفاده از معیارهای کیفی سنجیده می‌شود و پس‌از آن یک مدل ریاضی با سه تابع هدف که به دنبال حداکثر سازی سود، حداکثر سازی ارزش پروژه و به حداقل رساندن ریسک پروژه می‌باشند، ارائه می‌دهد.

کسکین^[۱۲] در پژوهشی با یک رویکرد دومرحله‌ای فازی مدلی برای انتخاب سبد پروژه برای پروژه‌های نسل چهارم صنعت ارائه داده است. در این پژوهش معیارهای و وابستگی‌های میان پروژه‌ها در نظر گرفته شده است. لی^[۱۳] به حل مسئله انتخاب پورتفولیو پروژه‌ها با توجه به وابستگی‌های موجود میان پروژه‌ها و محدودیت‌های کاردینالی آن‌ها پرداختند. وی برای افزایش بهره‌وری محاسبات یک روش خطی سازی را ارائه داده‌اند که شامل متغیرهای کمتر و محدودیت‌های برابر است. علاوه بر این آن‌ها رویکردی را اراده داده‌اند که به کمک برش

باینری عمومی می‌توان گزینه‌های بیشتری را در اختیار تصمیم‌گیرنده برای انتخاب پیشنهاد داد. ما^[۱۴] در تحقیق خود به ارائه مدلی برای انتخاب پورتفوی بهینه پروژه‌ها با در نظر گرفتن پایداری اقتصادی، محیط‌زیست و اجتماعی پرداخته‌اند. تاناسکل^[۱۵] در تحقیق خود به ارائه مدل فازی برای انتخاب پورتفوی پروژه‌ها با در نظر گرفتن عملکرد مالی و رضایت مشتریان و کارمندان پرداخته است. در این تحقیق چهار مدل ریاضی برای حداکثر سازی ارزش فعلی خالص و نرخ نسبت فایده به هزینه ارائه شده است.

ماوروتاس^[۱۷] یک روش انتخاب پورتفولیوی پروژه تحقیق و توسعه را پیشنهاد می‌کند که با عدم قطعیت ذاتی ارزیابی پروژه تحقیق و توسعه سروکار دارد. با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری با تجزیه و تحلیل چند معیاره، برنامه‌ریزی ریاضی و شبیه‌سازی مونت کارلو امکان حل مسائل بزرگ را فراهم آورده‌اند. هریسون^[۱۸] مسئله انتخاب پورتفولیو پروژه‌ها را با حداکثر رساندن ارزش کل پورتفولیو از طریق انتخاب و زمان‌بندی زیرمجموعه‌ای از پروژه‌ها با محدودیت‌های عملیاتی مختلف حل نموده است. وی از برنامه پایتون که برای تولید نمونه‌های مشکل استفاده نموده که به محققان اجازه می‌دهد نمونه‌های جدیدی برای حل مسئله تولید کنند. بای^[۱۹] یک روش پیشنهادی مدل سیستم‌ها پویایی را با در نظر گرفتن هم‌افزایی پویا برای پیش‌بینی ارزش تحقق استراتژیک از طریق اجرای پورتفولیو پروژه ارائه می‌کند. این روش را می‌توان در فرآیند انتخاب پورتفولیوی پروژه، که شامل سه رویه است، به کاربرد: حذف پروژه با محدودیت منابع، تعیین ارزش عملکردی پروژه و شبیه‌سازی مدل‌سازی رویکرد پویایی سیستم. رنجبر^[۲۰] مسئله انتخاب پورتفولیو را از میان مجموعه‌ای از پروژه‌های ممکن که باید از نقطه‌نظر پیمانکار به‌طور هم‌زمان برنامه‌ریزی شوند، مورد مطالعه قرار می‌دهد. در این مقاله، ساختاری متشکل از یک روش چند معیاره ترکیبی فازی و یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی دوهدفه فازی برای رسیدگی به ابعاد کمی و کیفی مسئله انتخاب پورتفولیوی پروژه و زمان‌بندی ارائه شده است. مارگس^[۲۱] پورتفولیو‌ها را در یک فرآیند تولید صریح تولید و از استراتژی‌های امکان‌سنجی و کارایی برای کاهش پیچیدگی محاسباتی استفاده می‌شود. اطلاعات جزئی در یک فرآیند ساختار یافته برای استخراج ثابت‌های مقیاس استفاده می‌شود.

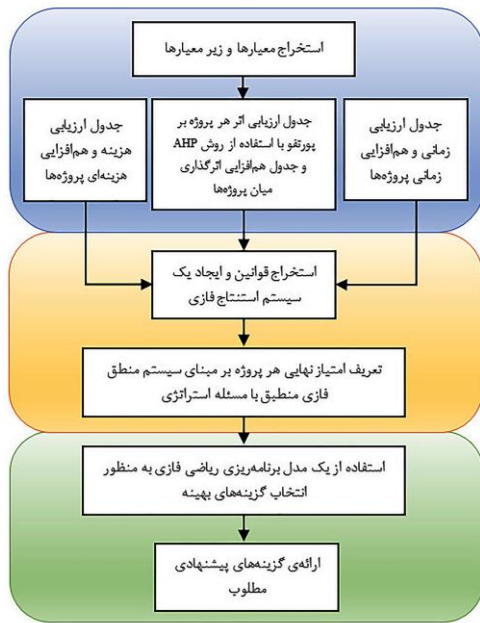
ما برای انتخاب پروژه‌ها از روشی ترکیبی استفاده کرده‌ایم که یک رویکرد سه مرحله‌ای است. برای محاسبه‌ی پارامترهای تابع هدف از سیستم استنتاج فازی استفاده می‌شود. استفاده از این روش به ما این امکان را می‌دهد تا پارامترهای با واحدهای اندازه‌گیری متفاوت (نظیر زمان و هزینه) را کنار یکدیگر گذاشته و به امتیاز واحدی از ترکیب ورودی‌های تعریف شده برای تابع هدف دست پیدا کنیم. برای

این منظور در ابتدا تیم تصمیم‌گیری با توجه به نیازها و تخصص‌های لازم تشکیل شده و پس‌از آن سایر مراحل ارزیابی، انتخاب معیارها و تهیه جدول هم‌افزایی میان پروژه‌ها به کمک این تیم تهیه می‌گردد. در نهایت به کمک مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی، پروژه‌ها به‌گونه‌ای انتخاب می‌شوند که میان آن‌ها هم‌افزایی ایجاد شود. این هم‌افزایی با توجه به وابستگی میان پروژه‌های موجود صورت می‌پذیرد و تمرکز این پژوهش بیش‌تر در این قسمت است. استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی فازی ارائه شده به ما این امکان را می‌دهد تا گزینه‌های متعددی را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و به هیئت‌مدیره جهت تصمیم‌گیری نهایی ارائه دهیم. ما با پیاده‌سازی مراحل طراحی شده، یک مسئله در دنیای واقعی مورد مطالعه موردی قرار می‌گیرد و با انجام تجزیه و تحلیل حساسیت روی نتایج به‌دست‌آمده، اثربخشی و کارایی رویکرد پیشنهادی خود را ارزیابی می‌کنیم.

در ادامه به بیان دقیق مسئله پرداخته و به همراه مقدمه‌ای، رویکرد پیشنهادی خود را تشریح می‌کنیم. بعد از آن به پیاده‌سازی مدل پیشنهادی در یک مطالعه موردی (حوزه ICT) اختصاص یافته و شامل بحث در مورد نتایج به‌دست‌آمده است. بخش بعدی، تجزیه و تحلیل حساسیت روی نتایج مطالعه موردی به‌دست‌آمده است و در نهایت با نتیجه‌گیری، پژوهش ما به پایان می‌رسد.

منبع	سال	روش
آرچر	۱۹۹۹	ارائه چارچوب
آنگلاند	۱۹۹۹	ارائه فرآیند
کوپر	۲۰۰۱	ارائه فرآیند
مسکندل	۲۰۱۰	ارائه چارچوب
شفاهی	۲۰۱۸	برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی
دو	۲۰۱۹	سیستم تسلیح شده، ویکور
سانگ	۲۰۱۹	تجزیه و تحلیل مقبولیت چندمعیاره‌ی تصادفی
توانا	۲۰۱۹	برنامه‌ریزی ریاضی فازی
کسکین	۲۰۱۹	چارچوب دو مرحله‌ای فازی
لی	۲۰۲۰	برنامه‌ریزی خطی
ما	۲۰۲۰	استفاده از معیارهای پایداری
تنساکول	۲۰۲۰	برنامه‌ریزی ریاضی فازی
ماوروتاس	۲۰۲۱	تصمیم‌گیری معیاره، برنامه‌ریزی ریاضی و شبیه‌سازی مونت کارلو
هریسون	۲۰۲۲	برنامه‌ریزی خطی
بای	۲۰۲۲	ارائه فرآیند (سیستم‌های پویا)
رنجبر	۲۰۲۲	تصمیم‌گیری چند معیاره و برنامه‌ریزی ریاضی فازی دوهدفه
مارگس	۲۰۲۲	ارائه فرآیند، تصمیم‌گیری چند معیاره

۲. بیان مسئله و راه حل پیشنهادی



شکل ۱. چارچوب انتخاب سید پروژه‌ها

به‌طورقطع نمی‌توان گفت که در یک سازمان پروژه محور، پروژه‌های یک پورتفولیو از هم مستقل هستند و عوامل بسیاری باعث می‌شود که پروژه‌ها وابستگی درونی به یکدیگر داشته باشند. گاهی معیارهای ارزیابی انتخاب پروژه‌ها با یکدیگر در تضاد بوده و انتخاب سبد پروژه با پیچیدگی مواجه می‌شود. این در حالی است که هم‌افزایی میان پروژه‌های یک پورتفولیو موجب ایجاد هم‌سویی میان استراتژی شرکت و پروژه‌های سازمانی شده و شکاف میان معیارهای ارزیابی را کاهش داده و متناسب با استراتژی می‌نماید؛ بنابراین در انتخاب بهینه‌ی پورتفولیو پروژه‌ها نه تنها سود حاصل از اجرای پروژه‌ها، بلکه عوامل دیگری مانند ریسک اجرایی، توانایی سازمانی اجرای پروژه و بودجه را نیز باید در نظر گرفت که این مهم در رویکرد انتخاب معیارها و روش انتخاب، امکان‌پذیر است. این پژوهش تلاش دارد با ارائه یک چارچوب منسجم نقش مستقیم در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سازمانی داشته و سرعت و دقت تصمیم‌گیری را افزایش دهد. از طرف دیگر برای محقق نمودن این مهم تلاش می‌شود وابستگی میان پروژه‌ها در نظر گرفته شود تا با بررسی ماهیت عملیاتی پروژه‌ها و نتایج بدست آمده از هر یک در راستای اهداف استراتژیک سازمان بوده و بهترین گزینه‌ها با عنایت به محدودیت‌های بودجه‌ای، هزینه‌ای و کیفیت پیش‌بینی‌شده، محقق گردد.

فرآیند پیشنهادی ما با استخراج معیارها، زیرمعیارها و هم‌افزایی میان پروژه‌ها توسط تیم تصمیم‌گیری آغاز می‌شود. هم‌افزایی نشأت گرفته از وابستگی‌های میان پروژه از عوامل محدودیت‌ساز پروژه‌ها نظیر منابع، زمان، هزینه، ریسک و ... می‌تواند باشد. برای حل مسئله، ابتدا معیارها و زیرمعیارهای انتخاب پروژه با بررسی هم‌پوشانی میان عوامل وابسته‌ساز پروژه‌ها توسط تیم پروژه شناسایی و انتخاب می‌شوند. معیارها با توجه به تجربه سازمانی و بررسی شرکت‌های بین‌المللی این حوزه شناسایی، بررسی و انتخاب شده‌اند. سپس میزان هم‌افزایی زمانی و هزینه‌ای به‌عنوان دو پارامتر اول مدل توسط تیم تصمیم‌گیری استخراج شده و اثرگذاری میان پروژه‌ها به کمک روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به‌عنوان پارامتر سوم محاسبه می‌گردد. در مرحله بعدی یک سیستم استنتاج فازی به منظور فراهم آوردن گزینه‌های مختلف ایجاد، امتیاز نهایی هر پروژه استخراج و به‌عنوان تابع هدف در مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی پیشنهادی استفاده می‌شود. استفاده از سیستم استنتاج فازی این امکان را فراهم می‌آورد تا معیارهای منتخب با واحدهای اندازه‌گیری مختلف را با یکدیگر جمع نموده و امتیاز نهایی محاسبه شود. شکل ۱ چارچوب استفاده‌شده در این مطالعه را نمایش می‌دهد. در ادامه به تشریح هر مرحله و ارائه نتایج حاصل شده در مطالعه موردی می‌پردازیم.

۱.۲. مرحله اول: تشکیل تیم و استخراج معیارها، زیرمعیارها و هم‌افزایی میان پروژه‌ها

ابتدایه‌ساکن به‌منظور بررسی امکان هم‌افزایی میان پروژه‌ها تیمی متشکل از اشخاص پاسخگو و مسئول نسبت به پروژه و سازمان تشکیل می‌شود که با عنایت به نقش هر شخص در سازمان هر یک مسئولیت مجزایی داشته و امکان تعارض میان نیازمندی‌های اجرایی هر یک وجود دارد. اعضای پروژه شامل مدیر پروژه (مسئول نسبت به نیازهای پروژه)، مدیر میانی (مسئول نسبت به نیازهای سازمانی) و متخصصان مرتبط با حوزه‌های درگیر با پروژه بوده و به‌عنوان مسئول بخش سازمانی خود عضوی از تیم تصمیم‌گیری پروژه هستند. مدیریت پروژه در نقش نماینده‌ی سازمان، به دنبال منتخب است و وظیفه دارد با تصمیم‌گیری‌های خود از توسعه‌ی پیمانکاران منتخب (از منظر توان تولید و ...) حمایت نموده و پروژه را مطابق با برنامه‌ی زمان‌بندی به پایان برساند.

معیارها و زیرمعیارهای انتخاب پروژه‌ها (که در راستای اهداف پورتفولیو و سازمان است) توسط تیم منتخب شناسایی و به کمک آن‌ها مقدار اثر هر پروژه محاسبه می‌گردد (در این مطالعه از نرم‌افزار Expert Choice نسخه ۱۱ استفاده شده است). به‌منظور شناسایی و انتخاب معیارها دو حوزه‌ی نیازمندی‌ها و تجربه سازمانی و نمونه‌های موفق پیاده‌سازی شده در شرکت‌های بین‌المللی موردبررسی قرار گرفته و اهم معیارهای موردنیاز توسط تیم پروژه انتخاب شده‌اند.

سپس میزان هم‌افزایی میان پروژه‌ها و هم‌پوشانی زمانی و هزینه‌ای آن‌ها با استفاده از روش طوفان فکری تخمین زده می‌شود.

نیمه ضعیف	$[-1 \quad -0.5 \quad 0]$
ضعیف	$[-\infty \quad -1 \quad 0.4]$

جدول ۳. اصلاحات بیانی اثر پروژه‌ها به همراه مقادیر بازه‌های تعریف شده

اثر زیاد	اثر متوسط	اثر کم
$[0.6 \quad 0.8 \quad \infty \quad \infty]$	$[0.2 \quad 0.4 \quad 0.6 \quad 0.8]$	$[-\infty \quad -\infty \quad 0.2 \quad 0.4]$

جدول ۴. اصلاحات بیانی هزینه‌ی پروژه‌ها به همراه مقادیر بازه‌های تعریف شده

هزینه زیاد	هزینه متوسط	هزینه کم
$[20 \quad 25 \quad \infty \quad \infty]$	$[5 \quad 12 \quad 18 \quad 25]$	$[-\infty \quad -\infty \quad 5 \quad 10]$

جدول ۵. اصلاحات بیانی زمان پروژه‌ها به همراه مقادیر بازه‌های تعریف شده

زمان زیاد	زمان متوسط	زمان کم
$[9 \quad 15 \quad \infty \quad \infty]$	$[3.02 \quad 5.02 \quad 10 \quad 12]$	$[-\infty \quad 0 \quad 6]$

جدول ۶ مقادیر ورودی سیستم استنتاج فازی و امتیاز نهایی

هر پروژه را نشان می‌دهد. ستون مقادیر ورودی از راست به چپ مقادیر اثر، هزینه و زمان مرتبط با هر پروژه است.

جدول ۶ امتیاز نهایی هر پروژه

پروژه	مقادیر ورودی	امتیاز
۱	$[0.126 \quad 7 \quad 11]$	۰.۷۲
۲	$[0.109 \quad 10 \quad 12]$	۰.۵۰
۳	$[0.125 \quad 30 \quad 10]$	۰.۲۱
۴	$[0.118 \quad 12 \quad 9]$	۰.۵۰
۵	$[0.089 \quad 5 \quad 7]$	۰.۹۱
۶	$[0.106 \quad 15 \quad 11]$	۰.۵۰
۷	$[0.119 \quad 5 \quad 7]$	۰.۹۰
۸	$[0.106 \quad 10 \quad 8]$	۰.۵۰
۹	$[0.102 \quad 11 \quad 15]$	۰.۵۰

۳،۲. مرحله سوم: انتخاب بهینه پورتفولیو پروژه با استفاده از

مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی

در این مرحله از مقادیر محاسبه شده در مراحل قبل به عنوان پارامترهای ورودی مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی استفاده می‌شود. شاخص‌ها، متغیرها و پارامترهای مسئله به شرح ذیل بیان می‌گردد.

شاخص‌ها:

پروژه i ام و j ام

پارامترها:

\tilde{A}_i امتیاز افزوده پروژه i
 B بودجه مصوب

برای این منظور ساختار شکست پروژه‌ها تا سطح بسته‌های کاری شکسته شده و میزان هم‌پوشانی و هم‌افزایی میان بسته‌های کاری با توجه به معیارهای تعیین شده، شناسایی می‌شوند. جدول ۱ معیارها و زیرمعیارهای استخراج شده در مطالعه موردی را نمایش می‌دهد.

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای محاسبه اثر پروژه

معیارها و زیرمعیارها	کد معیارها و زیرمعیارها
قابلیت اجرا	الف
تجربیات مشابه	۱.الف
تضمین اجرایی	۲.الف
ریسک اجرا	۳.الف
قابلیت انعطاف پذیری	ب
استفاده بهینه از منابع	۱.ب
افزایش همکاری	۲.ب
کاهش تأخیر	۳.ب
کاهش دوباره کاری	۴.ب
هماهنگی با استراتژی سازمان	پ
افزایش رضایت‌مندی مشتری	۱.پ
بهبود E2E کیفیت شبکه	۲.پ

۲،۲. مرحله دوم: ایجاد سیستم منطق فازی و مشخص نمودن

امتیاز نهایی هر پروژه

در این مرحله به کمک نظر خبرگان، سیستم استنتاج فازی با بهره‌گیری از اصطلاحات بیانی تهیه شده است تا به کمک آن امتیاز افزوده‌ی هر پروژه استخراج شده و در مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی مرحله بعد به عنوان پارامتر تابع هدف مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۲ اصطلاحات بیانی قضاوتی و مقادیر ورودی به مدل سیستم استنتاج فازی و جداول ۳، ۴ و ۵ اصطلاحات بیانی اثر، هزینه و زمان پروژه‌ها به همراه مقادیر بازه‌های در نظر تعریف شده را نشان می‌دهند.

با توجه به اینکه هر پارامتر شامل سه سطح کم، متوسط و زیاد است و از اپراتور "And" در تهیه قوانین استنتاج فازی استفاده شده است، خروجی پرسشنامه شامل تعداد ۲۷ قانون بوده و قضاوت نهایی با استفاده از روش طوفان فکری به کمک نظر خبرگان و مدیران میانی تهیه شده است (امتیاز هر پروژه به کمک جعبه ابزار FIS Editor GUI در نرم‌افزار MATLAB 2017b محاسبه شده است).

جدول ۲. اصطلاحات بیانی مرتبط با قضاوت پروژه‌ها و بازه‌های تعریف شده

بازه‌های کمی در نظر گرفته شده	قضاوت
قوی	$[0.4 \quad 1 \quad +\infty]$
نیمه قوی	$[0 \quad 0.5 \quad 1]$
متوسط	$[0.4 \quad 0 \quad 0.4]$

پورتفولیو را مشخص نموده و در صورت وجود هم‌افزایی مقدار هزینه ذخیره‌شده (کم شده) را از هزینه‌ی پروژه i ام حذف می‌نماید. محدودیت دوم (۳) حداکثر زمان تعریف‌شده جهت تحقق اقلام قابل تحویل پروژه‌ها را مشخص می‌نماید به صورتی که در صورت وجود هم‌افزایی میان پروژه‌ی i ام و j ام زمان ذخیره‌شده از زمان پروژه‌ی i ام کسر می‌گردد. محدودیت سوم (۴) حداقل هم‌پوشانی میان پروژه‌های یک پورتفولیو را مشخص می‌کند و در صورت وجود هم‌افزایی مقدار اثر به پروژه‌ی i ام اضافه می‌گردد. محدودیت چهارم (۵) شرط فعال‌سازی هم‌افزایی بوده و محدودیت پنجم (۶) نشان‌دهنده‌ی صفر و یکی بودن پارامتر (۷) نشان‌دهنده تعداد پروژه‌های بررسی‌شده است.

$$Nec(a \geq g) = 1 - poss(a < g) = 1 - Sup_{r < g} \{ \mu_A(r) \} \quad (8)$$

حال با توجه به اینکه متغیر امکانی α همان متغیر امکانی مرتبط با تابع هدف مسئله است می‌توان گفت:

MaxZ

s.t.

$$Nec\left(\sum_{ij=1}^n \tilde{A}_{ij} x_{ij} \geq g\right) \geq 0.5 \quad (9)$$

در نتیجه تابع هدف مدل را می‌توان به مدل قطعی تبدیل نمود.

در مرحله بعدی به سراغ دیفازی نمودن محدودیت‌ها می‌رویم. بدین منظور همان‌طور که توضیح داده شد از روش خیمنز استفاده کرده‌ایم. در این روش از رتبه‌بندی کارایی برای غیر فازی کردن محدودیت‌های یک مدل امکانی استفاده می‌شود [۱۶]. طبق روش رتبه‌بندی، برای هر زوجی از اعداد فازی a و b ، درجه بزرگ‌تر یا مساوی بودن عدد فازی a نسبت به عدد فازی b به صورت ذیل تعریف می‌شود:

$$Degree(\tilde{a} \geq \tilde{b}) = \mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) \equiv \text{degree of preference of } \tilde{a} \text{ over } \tilde{b}$$

$$\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) \equiv \begin{cases} 0 & E_r^a < E_r^b \\ \frac{E_r^a - E_r^b}{E_r^a - E_r^a + E_r^b - E_r^b} & \in [E_r^a - E_r^b < 0, E_r^a - E_r^b > 0] \\ 1 & E_r^a > E_r^b \end{cases} \quad (10)$$

حال چنانچه دو شرط ذیل برقرار باشد، می‌گوییم عدد فازی a حداقل با درجه بتا از عدد فازی b بزرگ‌تر یا مساوی است و می‌نویسیم:

TT	زمان کل
$MinI$	حداقل میزان اثر
c_i	هزینه پروژه i
c_j	هزینه پروژه j
t_i	زمان پروژه i
t_j	زمان پروژه j
I_i	اثر پروژه i
I_j	اثر پروژه j
$\tilde{S}C_{ij}$	هم‌افزایی میان پروژه‌های i و j
$\tilde{S}T_{ij}$	هم‌افزایی میان پروژه‌های i و j
\tilde{S}_{ij}	هم‌افزایی میان پروژه‌های i و j
w_i	وزن پروژه i
θ	ذخیره مدیریتی
α, β	ضریب امکان انتخاب
y_{ij}	در صورت انتخاب شدن پروژه‌های i و j برابر ۱ و در غیر این صورت ۰

متغیرها:

x_i در صورت انتخاب شدن پروژه‌ی i ام برابر ۱ و در غیر این صورت برابر ۰ است

مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی (از نوع محدودیت نرم و عدد فازی) به شرح ذیل بیان می‌شود.

$$MaxZ = \sum_{ij=1}^n \tilde{A}_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i - \left[\sum_{1 < i < j < n} \tilde{S}C_{ij} (c_i + c_j) \right] \times y_{ij} \leq B \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n t_i x_i - \left[\sum_{1 < i < j < n} \tilde{S}T_{ij} (t_i + t_j) \right] \times y_{ij} \leq TT \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n I_i x_i + \left[\sum_{1 < i < j < n} \tilde{S}_{ij} (I_i + I_j) \right] \times y_{ij} \geq MinI \quad (4)$$

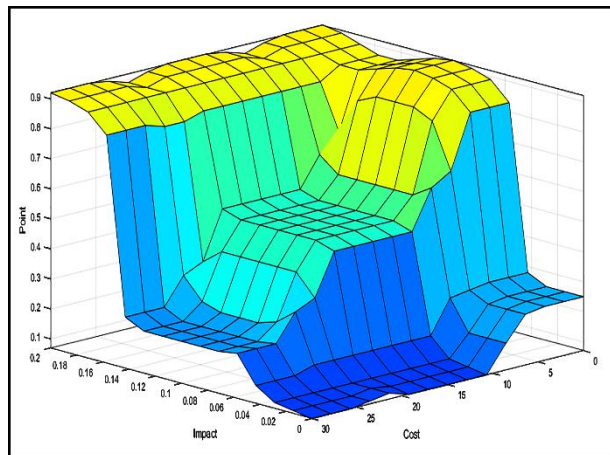
$$y_{ij} = x_i \times x_j \quad (5)$$

$$y_{ij}, x_i, x_j \in \{0, 1\} \quad (6)$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7)$$

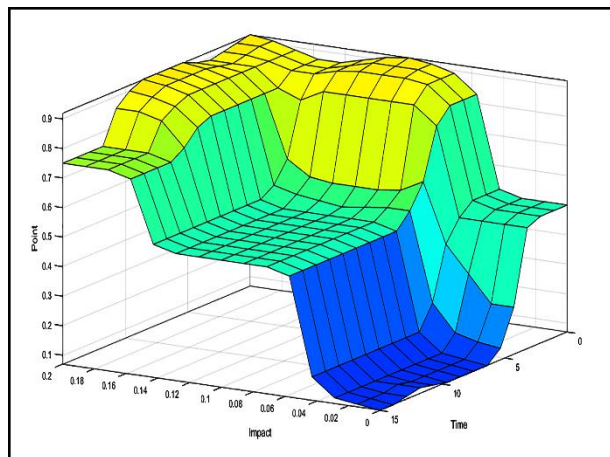
تابع هدف (۱) به دنبال حداکثر سازی امتیاز افزوده پروژه‌ی i ام است به صورتی که محدودیت‌های تعریف‌شده ارضا گردد. محدودیت اول (۲) حداکثر بودجه تعریف‌شده برای پروژه‌های

محورهای X و Y مقادیر ورودی به سیستم و محور Z نمایانگر مقادیر خروجی سیستم (امتیاز) است. پارامتر هزینه بین ۰ تا ۳۰ واحد پولی، زمان بین ۰ تا ۱۵ واحد زمانی (ماه) و اثرگذاری هر پروژه بین ۰ و ۰.۲ محاسبه شده و مقدار خروجی (امتیاز) نیز بین ۰ و ۱ است.



شکل ۲. ارتباط مقادیر زمان و اثر با هزینه به دست آمده

سطح خروجی در شکل ۲ نشان می‌دهد که هزینه و اثر با یکدیگر رابطه معکوس دارند به گونه‌ای که افزایش یکی موجب کاهش امتیاز و افزایش دیگری موجب افزایش امتیاز می‌شود. تفاوت آن با شکل ۳ در شدت نزولی بودن شیب زمان است به طوری که کاهش زمان بیشتر از ۷ الی ۸ ماه با توجه به نظر خبرگان قابل قبول نیست. هزینه طی دو مرحله و با سه سطح صفر شده و زمان طی یک مرحله و در دو سطح به این مقدار می‌رسد.



شکل ۳. ارتباط مقادیر زمان و اثر با امتیاز به دست آمده

سطح خروجی در شکل ۳ نشان می‌دهد که زمان و اثر با یکدیگر رابطه معکوس دارند بدین ترتیب که افزایش یکی موجب کاهش امتیاز دیگری می‌گردد. همچنین با افزایش امتیاز مقدار اثر طی سه مرحله افزایش و زمان طی دو مرحله کاهش می‌یابد.

$$\beta \in [0, 1], \quad \mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) \geq \beta$$

$$\tilde{a} \geq_{\beta} \tilde{b} \equiv \frac{E_{\gamma}^a - E_{\gamma}^b}{E_{\gamma}^a - E_{\gamma}^a + E_{\gamma}^b - E_{\gamma}^b} \geq \beta \quad (11)$$

با توجه به موارد گفته شده می‌توان مدل فازی عنوان شده را به شکل ذیل به مدل قطعی تبدیل نمود:

$$\text{Max} Z = \sum_{i=1}^n \tilde{A}_i x_i - \gamma \left[\sum_{i=1}^n w_i x_i \right] \quad (12)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i - \left[\sum_{i < j < n} (\beta E_{\gamma}^{\tilde{S}_{ij}(c_i+c_j)} + (1-\beta) E_{\gamma}^{\tilde{S}_{ij}(c_i+c_j)}) \right] \times y_{ij} \leq B + B(1-\alpha)\theta \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n t_i x_i - \left[\sum_{i < j < n} (\beta E_{\gamma}^{\tilde{S}_{ij}(t_i+t_j)} + (1-\beta) E_{\gamma}^{\tilde{S}_{ij}(t_i+t_j)}) \right] \times y_{ij} \leq TT + TT(1-\alpha)\theta \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^n I_i x_i + \left[\sum_{i < j < n} \beta E_{\gamma}^{\tilde{S}_{ij}(I_i+I_j)} + (1-\beta) E_{\gamma}^{\tilde{S}_{ij}(I_i+I_j)} \right] \times y_{ij} \geq \text{Min}I + \text{Min}I(1-\alpha)\theta \quad (15)$$

$$y_{ij} = x_i \times x_j \quad (16)$$

$$y_{ij}, x_i, x_j \in \{0, 1\} \quad (17)$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (18)$$

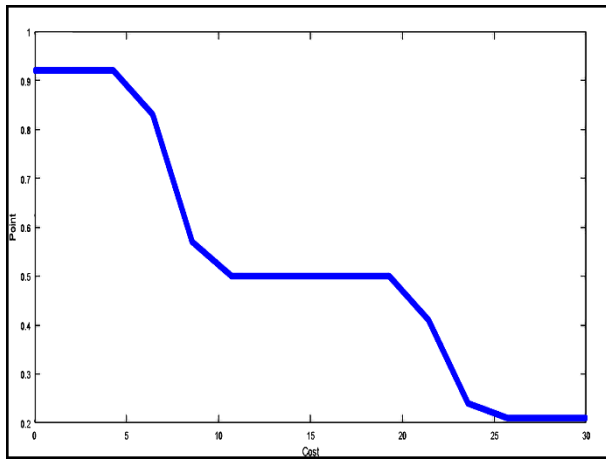
$$\alpha, \beta \in [0, 1] \quad (19)$$

لازم به ذکر است که مقدار تتا (ذخیره مدیریتی) در محدودیت‌ها برابر ۱۰٪ در نظر گرفته شده و مقدار گاما در تابع هدف برابر ۰.۵ است. همچنین با توجه به اینکه برای دیفازی نمودن تابع هدف نیاز به مشخص بودن وزن هر پروژه است، از روش آنتروپی جهت مشخص نمودن وزن هر پروژه استفاده شده است.

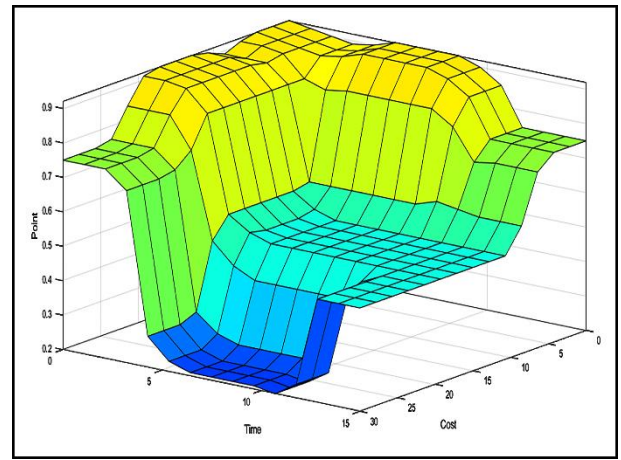
جداول مرتبط با درصد هم‌افزایی زمانی، هزینه‌ای و اثرگذاری میان پروژه‌های i ام و j ام که توسط تیم تصمیم‌گیری استخراج شده در قسمت ضمیمه نشان داده شده است.

سیستم استنتاج فازی:

در خصوص سیستم استنتاج فازی از آنجاکه سه ورودی "اثر"، "هزینه" و "زمان" به سیستم وارد و یک خروجی توسط سیستم استنتاج فازی به عنوان امتیاز هر پروژه ارائه می‌گردد، ما نیاز به یک نمودار چهاربعدی جهت بررسی داریم که این مهم امکان‌پذیر نیست. بنابراین، تصاویر سه‌بعدی تولید شده توسط نرم‌افزار مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. همان‌طور که در اشکال ذیل مشاهده می‌شود هر نمودار رابطه‌ی میان یک جفت ورودی و یک خروجی را نمایش می‌دهد.



شکل ۷. ارتباط خطی مقادیر زمان و امتیاز



شکل ۴. ارتباط مقادیر زمان و هزینه با امتیاز به دست آمده

۳. تجزیه و تحلیل

به منظور قطعی نمودن، ما مقدار امکان تابع هدف را از مقدار ۰,۵ بزرگ تر در نظر می گیریم. با توجه به نوع دیفازی نمودن مدل ریاضی فازی، این امکان برای تصمیم گیرنده فراهم آورده شده تا به ازای مقادیر مختلف آلفا و بتا نتایج مختلف انتخاب پروژهها را بررسی و تجزیه و تحلیل نمایند. بدین صورت که مقادیر آلفا و بتا در بازه $[0, 0.5]$ انتخاب شده و به ازای اختلاف ۰,۱ به صورت زوجی مورد بررسی قرار گرفتند که منتج به تولید تعداد ۲۵ حالت متفاوت گردید. مدل، توسط نرم افزار GAMS حل و خلاصه نتایج حاصل شده در جداول ۷ و ۸ نشان داده شده است. جداول به این سؤال پاسخ می دهند که به ازای مقادیر مختلف آلفا و بتا کدام پروژهها بیشترین امتیاز افزوده را برای پورتفولیو ایجاد می کنند و میزان عدم قطعیت را اندازه گیری می کنند.

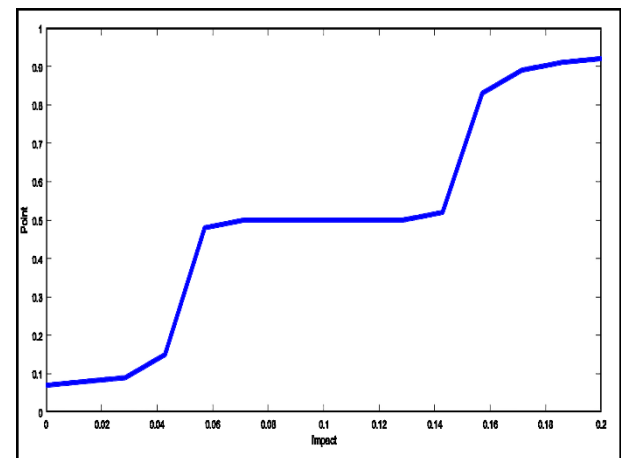
جدول ۷. فراوانی انتخاب و نتایج به دست آمده در مطالعه موردی

ردیف	فراوانی انتخاب	پروژه های منتخب								
		۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱	۱۹%	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓
۲	۶۲%	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓
۳	۱۵%	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
۴	۴%	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓
۵	۴۴%	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
۶	۲۳%	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
۷	۳۳%	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
۸	۱۰۰%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓

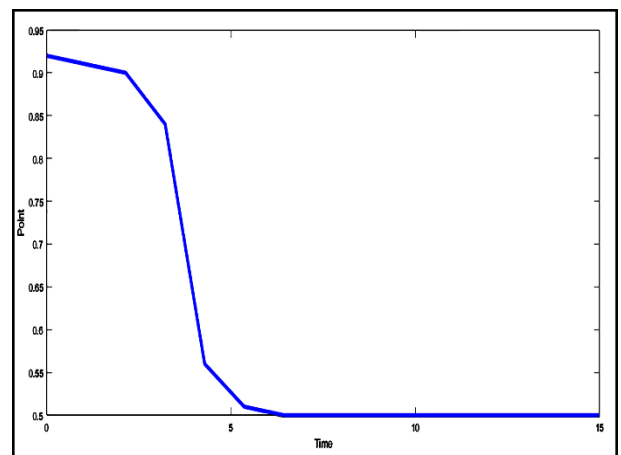
جدول ۸. مقادیر و فراوانی تابع هدف

ردیف	فراوانی تابع هدف	مقدار تابع هدف
۱	۷۲%	۴.۱۴۵
۲	۲۵%	۳.۸۳
۳	۳%	۳.۸۲۵

سطح خروجی در شکل ۴ نشان می دهد که هزینه و زمان نسبت به امتیاز با یکدیگر رابطه مستقیم دارند. شکل های ۵، ۶ و ۷ روابط خطی هر یک از مقادیر هزینه، زمان و اثر را با امتیاز حاصل شده از سیستم استنتاج فازی نمایش می دهند.



شکل ۵. ارتباط خطی مقادیر اثر و امتیاز



شکل ۶. ارتباط خطی مقادیر زمان و امتیاز

به عنوان نمونه در جداول بالا ۱۹ درصد از جواب‌های به دست آمده پروژه‌های سوم و چهارم را انتخاب نکرده‌اند و در چهار ردیف اول مجموع پروژه‌های منتخب ارزشی برابر با مقدار ۴,۱۴۵ دارند؛ به گونه‌ای که در سه مورد تعداد دو پروژه و در مورد آخر تعداد سه پروژه هیچ‌گاه انتخاب نمی‌شوند. این موضوع موجب می‌شود تا مدیران مسئول امکان انتخاب گزینه‌های متعدد متناسب با فرهنگ و توان سازمانی خود را داشته باشند.

بررسی نتایج به دست آمده به ازای هر پروژه:

جدول ۹ نشان می‌دهد که انتخاب پروژه‌های شماره ۱، ۵ و ۷ حتمی بوده و پروژه ۸ شانس بسیار بالایی برای انتخاب شدن در پورتفولیو را دارد. پروژه‌های شماره ۹، ۳ و ۶ به ترتیب کمترین مقبولیت انتخاب را داشته و از منظر تعداد دفعات انتخاب، پروژه‌های ۲ و ۴ احتمال یکسانی برای انتخاب شدن داشته و پروژه‌ای امکان انتخاب شدن دارد که از منظر مدیریت جذابیت بیشتری داشته باشد.

جدول ۹. فراوانی انتخاب هر پروژه

فراوانی انتخاب	پروژه
۱	۱۰۰%
۲	۱۰۰%
۳	۱۰۰%
۴	۸۸%
۵	۷۵%
۶	۷۵%
۷	۶۳%
۸	۵۰%
۹	۳۸%

بررسی اثرات عدم قطعیت بر نتیجه‌گیری نهایی:

با در نظر گرفتن ابهام ۵۰ درصدی در مدل، پروژه‌های ۱، ۵ و ۷ و در حالت قطعی مسئله تنها تأمین‌کننده‌ی شماره ۵ در تمامی حالت‌های تغییر بودجه انتخاب می‌شوند. این تجزیه و تحلیل به ما نشان می‌دهد وجود عدم قطعیت در اطلاعات ورودی مسئله تأثیر شدیدی بر نتیجه‌ی نهایی تیم تصمیم‌گیری پروژه نگذاشته و استفاده از محدودیت فازی تا حد مطلوبی به عدم قطعیت موجود پاسخ داده است.

بررسی حساسیت تابع هدف:

به منظور بررسی حساسیت تابع هدف و نتایج به دست آمده، مقادیر سمت راست هر محدودیت را با ثابت در نظر گرفتن دو

محدودیت دیگر تغییر دادیم. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد تغییر پارامتر هم‌پوشانی میان پروژه‌ها، بیش‌ترین اثر را بر نتایج به دست آمده در این مدل نشان می‌دهد. پس از محدودیت سوم، تغییر بودجه و پس‌از آن تغییر زمان بیش‌ترین اثرگذاری را بر روی مقدار تابع هدف می‌گذارد.

۴. نتیجه‌گیری

انتخاب پروژه‌های یک پورتفولیو یکی از تصمیمات مهم در سازمان‌ها است که سودآوری سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه با عنایت به ماهیت پروژه‌ها یک رویکرد ترکیبی دومرحله‌ای با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی مبتنی بر فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی، سیستم استنتاج فازی و برنامه‌ریزی ریاضی فازی برای ارزیابی و انتخاب بهینه پروژه‌های پورتفولیو در شرایط عدم قطعیت پیشنهاد شده که رویکردی جدید برای حل مسئله انتخاب بهینه پروژه‌های یک پورتفولیو بوده و هدف اصلی آن ایجاد حداکثر هم‌افزایی میان پروژه‌ها است.

این انتخاب باید به گونه‌ای باشد که با ایجاد هم‌افزایی میان پروژه‌ها، ضمن ایجاد رقابت میان آن‌ها و کاهش زمان تأخیر در تأمین محصولات موردنیاز پروژه، هزینه نهایی را کاهش داده و مجموع کیفیت مطلوب سازمان را افزایش دهد. برای این منظور در مرحله اول شاخص‌های اصلی ارزیابی شناسایی شده و معیارها و زیر معیارها به کمک روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی مشخص و میزان هم‌افزایی میان پروژه‌ها استخراج می‌شوند. در مرحله دوم با ایجاد یک سیستم استنتاج فازی مقدار امتیاز هر پروژه استخراج و در نهایت به کمک یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی پروژه‌های بهینه پورتفولیو انتخاب می‌شوند. مفهوم "ذخیره مدیریتی" که در استانداردهای مدیریت پروژه ارائه می‌شود به کمک روش فازی در مدل به کار گرفته شده و به کمک روش خیم‌ز گزیننده‌های متعدد به مدیران مسئول به جهت تصمیم‌گیری ارائه می‌شود که نتایج مطلوب آن در مطالعه موردی نشان داده شده است. استفاده از رویکرد فازی این امکان را برای تیم پروژه فراهم می‌آورد تا با بررسی گزینه‌های مختلف مطلوب‌ترین گزینه‌ها را با توجه به استراتژی سازمان انتخاب نمایند.

برخی نکات کلیدی وجود دارد که باید در اجرای روش حل پیشنهادی مورد توجه قرار گیرد. تصمیم‌گیری‌ها بر اساس نظرات تصمیم‌گیرندگان تیم پروژه است؛ بنابراین، مدل پیشنهادی به تعداد متخصصان و تجربیات آن‌ها بسیار حساس است. همچنین برخی از محدودیت‌های عملی و واقعی مرتبط با سازمان و پروژه ممکن است در مدل ریاضی در نظر گرفته نشده باشند که مدیران باید مدنظر قرار

14. Ma, J., Harstvedt, J. D., Jaradat, R., & Smith, B. Sustainability driven multi-criteria project portfolio selection under uncertain decision-making environment. *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106236. (2020).
15. Tansakul, N., & Yenradee, P. Fuzzy Improvement-Project Portfolio Selection Considering Financial Performance and Customer Satisfaction. *International Journal of Knowledge and Systems Science (IJKSS)*, 11(2), 41-70. (2020).
16. Jimenez, M. Ranking fuzzy numbers through the comparison of its expected interactive, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 4(4): 379-388. (1996).
17. Mavrotas, G., & Makryvelios, E. (2021). Combining multiple criteria analysis, mathematical programming and Monte Carlo simulation to tackle uncertainty in Research and Development project portfolio selection: A case study from Greece. *European Journal of Operational Research*, 291(2), 794-806.
18. Harrison, K. R., Elsayed, S. M., Garanovich, I. L., Weir, T., Boswell, S. G., & Sarker, R. A. (2022). Generating datasets for the project portfolio selection and scheduling problem. *Data in Brief*, 42, 108208.
19. Bai, L., Bai, J., & An, M. (2022). A methodology for strategy-oriented project portfolio selection taking dynamic synergy into considerations. *Alexandria Engineering Journal*, 61(8), 6357-6369.
20. Ranjbar, M., Nasiri, M. M., & Torabi, S. A. (2022). Multi-mode project portfolio selection and scheduling in a build-operate-transfer environment. *Expert Systems with Applications*, 189, 116134.
21. Marques, A. C., Frej, E. A., & de Almeida, A. T. (2022). Multicriteria decision support for project portfolio selection with the FITradeoff method. *Omega*, 111, 102661.

6. منابع (References)

1. Project Management Institute. Guide to the Project Management Body of Knowledge-6th edition (PMBOK® Guide), Project Management Institute. (2018).
2. Project Management Institute. The Standard for Portfolio Management-4th edition, Project Management Institute (2017).
3. Abbassi, M., Ashrafi, M., & Tashnizi, E. S. Selecting balanced portfolios of R&D projects with interdependencies: A Cross-Entropy based methodology. *Technovation*, 34(1), 54-63. (2014).
4. Archer, N. P., & Ghasemzadeh, F. An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, 17(4), 207-216. (1999).
5. Englund, R. L., & Graham, R. J. From experience: linking projects to strategy. *Journal of Product Innovation Management: AN INTERNATIONAL PUBLICATION OF THE PRODUCT DEVELOPMENT & MANAGEMENT ASSOCIATION*, 16(1), 52-64. (1999).
6. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. Portfolio management for new product development: results of an industry practices study. *r&D Management*, 31(4), 361-380. (2001).
7. Meskendahl, S. The influence of business strategy on project portfolio management and its success—A conceptual framework. *International Journal of Project Management*, 28(8), 807-817. (2010).
8. Shafahi, A., & Haghani, A. Project selection and scheduling for phase-able projects with interdependencies among phases. *Automation in Construction*, 93, 47-62. (2018).
9. Dou, Y., Zhou, Z., Xu, X., & Lu, Y. System portfolio selection with decision-making preference baseline value for system of systems construction. *Expert Systems with Applications*, 123, 345-356. (2019).
10. Song, S., Yang, F., & Xia, Q. Multi-criteria project portfolio selection and scheduling problem based on acceptability analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 793-799. (2019).
11. Tavana, M., Khosrojerdi, G., Mina, H., & Rahman, A. A hybrid mathematical programming model for optimal project portfolio selection using fuzzy inference system and analytic hierarchy process. *Evaluation and program planning*, 77, 101703. (2019).
12. Keskin, F. D. A two-stage fuzzy approach for Industry 4.0 project portfolio selection within criteria and project interdependencies context. *J. Multi-Criteria Decis. Anal*, 1-19. (2019).
13. Li, X., Huang, Y. H., Fang, S. C., & Zhang, Y. An alternative efficient representation for the project portfolio selection problem. *European Journal of Operational Research*, 281(1), 100-113. (2020).