

انتخاب سبد بهینه پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی DEA/DEMATEL

علیرضا علی نژاد*

کاووس سیمیاری**

چکیده

یکی از مسائل مهم در میحث مدیریت پروژه، انتخاب سبد بهینه پروژه است. مسئله انتخاب پروژه و فعالیت‌های وابسته به آن، یکی از فعالیت‌های مهم در بسیاری از سازمان‌ها، به ویژه شرکت‌های پیمانکاری و شرکت‌های پروژه محور عمرانی می‌باشد. مسئله انتخاب پروژه، یک فعالیت دوره‌ای برای انتخاب یک پورتفولیوی مناسب از میان پروژه‌های پیشنهادی یا پروژه‌های در حال اجرای سازمانی می‌باشد که اهداف سازمانی را به شیوه‌ای مطلوب و بدون صرف منابع اضافی و یا نادیده گرفتن سایر محدودیت‌ها برآورده می‌سازد. در انتخاب سبد پروژه، اساسی‌ترین موضوعی که مطرح می‌شود این است که سبد باید حاوی چه پروژه‌هایی باشد. هر چه انتخاب پروژه‌های سبد اصلح باشد، تحقق مأموریت‌های سازمان محتمل‌تر خواهد بود. در انتخاب این ترکیب تشخیص فرصت‌ها، ارزیابی میزان همسویی پروژه با اهداف و ساختار سازمان و تحلیل هزینه، سود و ریسک‌های پروژه بسیار حائز اهمیت است.

در این تحقیق از یک رویکرد تلفیقی کمی و کیفی برای انتخاب سبد بهینه پروژه استفاده می‌شود. بدین صورت که ابتدا با استفاده از تکنیک DEMATEL شاخص‌های مؤثر انتخاب شده و سپس به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص‌های شناسایی شده در قسمت قبل، کارایی پروژه‌ها مشخص و رتبه بندی پروژه‌ها انجام می‌شود.

واژگان کلیدی: انتخاب سبد بهینه پروژه، تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیک DEMATEL.

* استاد یار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، قزوین، ایران. Alinezhad@qiau.ac.ir (نویسنده مسئول)

** دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، قزوین، ایران. kavos.simiyari@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۱

مقدمه

در سازمان‌های پروژه‌ای محور وجود طرح‌های متعدد در بدنه سازمان باعث شده است تا از لحاظ ساختار و روش‌ها و سیستم‌های کاری تغییر و تحولات گوناگونی به وجود آید. این اجتماع پروژه‌ها باعث می‌شود تا برای مدیریت و رهبری پروژه شرایط خاصی بر سازمان‌ها و مدیران پروژه تحمیل شود. از این رو به منظور استفاده مطلوب از فرصت‌ها و دارایی‌های سازمان و کنترل پیشرفت پروژه‌های سازمان لازم است با استقرار یک مدیریت جامع و چند بعدی کلیه پروژه‌های سازمان با صحت و سلامت و با توجه‌های مناسب اقتصادی، فنی و اجتماعی به انجام رسد. [۵]

مدیریت سبد پروژه رویکردی برگرفته از دانش مدیریت پروژه می‌باشد و یکی از آخرین روش‌هایی است که در مدیریت پروژه‌ها استفاده می‌گردد. با این مضمون که در این سیستم، مدیریت بر ترکیبی از پروژه‌ها با اهداف و شرایط خاص می‌باشد و سطح بالاتری از مدیریت پروژه در سازمان‌ها تلقی می‌شود. در این نظام مدیریتی هدف اصلی طراحی و اجرای پروژه‌هایی است که بتوانند در نهایت دستیابی سازمان پروژه را به هدف استراتژیک خود تسهیل کند. گزینش پروژه‌های مناسب، تخصیص صحیح منابع محدود سازمان، تحقق تأکیدات بیانیه استراتژیک، هماهنگی و هم‌افزایی در مجموعه سبد پروژه‌های سازمان و تامین سلامت روابط سازمانی مدیران پروژه از جمله مهم‌ترین مبانی نظری تشکیل دهنده این سیستم می‌باشد. به طور کلی برخورداری از رویکرد مدیریت سبد پروژه منافع و نتایج زیر را برای سازمان به همراه می‌آورد. [۱۳]

- ارزش جمعی بالاتر برای سبد پروژه‌های سازمان؛
 - ریسک جمعی پایین‌تر برای سازمان؛
 - سامان دهی سرمایه گذاری‌های سازمان (بهره وری سرمایه)؛
 - تاثیرات سازمانی بیشتر با حجم سرمایه گذاری کمتر؛
 - تصحیح و مدیریت عملکرد بهتر در سطح کل سازمان؛
 - درک جامع از وضعیت عملکرد سازمان؛
 - تضمین حسن همجواری بین پروژه‌های سازمان.
- مدیریت سبد پروژه به شرکت‌های پروژه محور کمک می‌کند تا با استفاده از برخی مدل‌ها و چهارچوب‌ها به انتخاب بهترین گزینه اقدام نمایند. برخی از مدل‌ها و

چهارچوب‌ها عبارتند از چهارچوب پیشنهادی انگلند و گراهام، چهارچوب پیشنهادی قاسم زاده و آرچر، چهارچوب پیشنهادی کوپر، چهارچوب‌های مورد استفاده در IT نظریه پردازان و صاحب نظران دانش مدیریت پروژه هر یک با توجه به انگاشت خود از مدیریت پروژه و مباحث مربوطه تعاریف خاصی را از مدیریت سبد پروژه ارائه داده‌اند که به دو مورد آن اشاره می‌شود:

الف) مدیریت سبد پروژه به معنای توانایی در مدیریت و نظارت مؤثر بر تضمین موفقیت پروژه‌های سازمان است به طوری که تأکیدات بیانیه استراتژیک سازمان برآورده شود. [۲۰].

ب) مدیریت سبد پروژه فرایند تصمیم‌گیری پویایی را مهیا می‌سازد که می‌توان در آن ارزش‌ها را مورد سنجش قرار داد، پروژه‌های سازمان را اولویت بندی کرد و در نهایت منابع محدود سازمانی را برای دستیابی به اهداف کلان سازمان به درستی بین پروژه‌ها تخصیص داد [۱۹].

انتخاب پورتفولیوی پروژه نیز به عنوان یکی از فرایندهای اصلی مدیریت پورتفولیوی پروژه، یک فعالیت دوره‌ای برای انتخاب یک پورتفولیوی مناسب از میان پروژه‌های پیشنهادی یا پروژه‌های در حال اجرای سازمانی می‌باشد که اهداف سازمانی را به شیوه‌ای مطلوب و بدون صرف منابع اضافی و یا نادیده گرفتن سایر محدودیت‌ها برآورده می‌سازد [۱۲].

پیشینه تحقیق

در بررسی ادبیات موضوعی که در خصوص انتخاب سبد پروژه وجود دارد به روش‌های مختلف و متنوعی برای حل این مشکل برمی‌خوریم که هر یک به جنبه‌ای خاص از این مشکل توجه داشته‌اند. یکی از تأثیرگذارترین افراد در این بحث، مارکوویتز^۱ می‌باشد به طوری که نظریه مارکوویتز در سال ۱۹۵۹ و روش حداقل واریانس یکی از قوی‌ترین نظریه‌های موجود می‌باشد. [۱۶]

در سال ۱۹۶۷ شارپ و ویلیام از یک برنامه‌ریزی خطی در مسائل انتخاب پروژه استفاده کردند.

در سال ۱۹۹۴ سوتیروف و کراستوا یک رویکرد برای مسائل انتخاب پروژه در محیط غیرقطعی ارائه کردند. در مدل ارائه شده محدودیت منابع در نظر گرفته شد و تابع هدف حداکثر بهره‌وری منابع بود. شاخص‌های مورد بررسی عبارتند از: ۱- میزان تقاضا ۲- تجزیه و تحلیل تقاضا ۳- توسعه تکنیک‌ها و روش‌های جدید بود. [۲۱]

با بررسی‌های انجام شده مشاهده گردید که تعداد مقالات کمی در زمینه ترکیب انتخاب پروژه با مبحث تحلیل پوششی داده‌ها وجود دارد. مدل‌های DEA^۱ در زمینه انتخاب تکنولوژی و ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه توسط *ارال* و همکاران در سال ۱۹۹۱ [۱۷]، خوجا در سال ۱۹۹۵ [۱۴] و باکر در سال ۱۹۹۷ [۸] پیشنهاد شد. آن‌ها اقدامات مربوط به ارزیابی را به عنوان ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA طبقه‌بندی کرده و سپس با استفاده از امتیازات کارایی، پروژه‌ها را رتبه‌بندی کردند.

در سال ۲۰۰۶ *ایلات* و همکاران از ترکیب دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیاز متوازن در پروژه تحقیق و توسعه استفاده کردند. در روش حل ارائه شده BSC^۲ در DEA از طریق یک ساختار سلسله‌مراتبی گنجانده شده است [۱۰].

در سال ۲۰۰۷ محمودزاده و همکاران با استفاده از AHP^۳ و TOPSIS^۴ و در محیط فازی روش جدیدی برای حل این مسائل ارائه کردند. در مقاله اشاره شده بیشتر جنبه مالی پروژه‌ها در نظر گرفته شده است و برای هر پروژه چهار شاخص ارزش خالص فعلی، نرخ بازگشت سرمایه، آنالیز هزینه - سود و دوره بازپرداخت برای مقایسه آورده شده است. در ابتدا با استفاده از روش AHP وزن هر شاخص را به دست آورده و با استفاده از روش TOPSIS پروژه‌ها انتخاب می‌شوند [۱۵].

در سال ۲۰۱۱ رفیعی و کیانفر یک مدل غیرقطعی در مسائل انتخاب پروژه ارائه کردند. در مقاله ارائه شده از برنامه‌ریزی چند دوره‌ای احتمالی برای حل مسائل انتخاب پروژه چند دوره‌ای استفاده شده است. برنامه‌ریزی احتمالی چند مرحله‌ای برای حل برنامه‌ریزی طولانی مدت در فضای احتمالی استفاده می‌شود. در ابتدا برنامه‌ریزی خطی چند مرحله‌ای به فرم رایج ارائه شده سپس سناریوهای موجود را با استفاده از الگوریتم‌های موجود کاهش داده و در نهایت با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی و

1- Data Envelopment Analysis

2- Balanced scorecard

3- Analytic Hierarchy Process

4- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

مفاهیم درخت سناریو مدل حل می‌شود. داده‌های تصادفی مسئله می‌تواند هزینه و بودجه در دسترس و محدودیت اصلی محدودیت بودجه می‌باشد. [۱۸]

در سال ۲۰۱۱ لیو و وانگ یک مدل بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم CP^۱ برای انتخاب و زمانبندی پروژه همراه با محدودیت منابع ارائه کردند. در مدل ارائه شده تابع هدف حداکثر کردن مقدار سود حاصل از انتخاب پروژه‌ها می‌باشد همچنین دو سناریو مختلف یکی بهینه‌سازی همراه با محدودیت بودجه و دیگری همراه با محدودیت منابع مورد بررسی قرار گرفت.

البته افراد مختلف مسائل انتخاب پروژه را با روش‌های متفاوتی حل کردند که در جدول ۱ خلاصه شده است:

جدول ۱. روش‌های حل در سال‌های مختلف

سال	مؤلف	روش ارائه شده
۱۹۷۸	آکر و تیجی	برنامه ریزی عدد صحیح صفر و یک
۱۹۹۱	کاراوی و اشمیت	برنامه‌ریزی پویا
۱۹۹۵	موخرجی و برا	برنامه‌ریزی آرمانی
۱۹۹۵	سانتانام و کیپاریسیس	برنامه ریزی غیرخطی صفر و یک همراه با برنامه‌ریزی آرمانی
۲۰۰۴	دورنر و همکاران	الگوریتم مورچگان
۲۰۰۷	محمود زاده و همکاران	AHP, TOPSIS در محیط فازی
۲۰۰۷	هلوانی و همکاران	روش PROMETHEE-MD-2T
۲۰۰۹	قربانی و ربانی	الگوریتم ژنتیک
۲۰۱۰	کارازو و همکاران	Scatter Search

تفاوت مهم این تحقیق استفاده از ترکیب دو روش DEMATEL^۲ و DEA در انتخاب سبد بهینه پروژه‌ها و رتبه بندی آنها بر اساس کارایی پروژه (نسبت ورودی به خروجی) است. این رویکرد تلفیقی، نسبت به رویکردهای موجود در این خصوص دو مزیت دارد. اول آنکه با توجه به آنکه معمولاً روش DEMATEL بر اساس نظر سنجی از خبرگان (روش کیفی) بنا نهاده شده است و از طرف دیگر روش DEA یک روش کمی است. از این رو، تلفیق این دو روش کمی و کیفی بسیاری از نواقص مدل‌های صرفاً کمی و صرفاً کیفی را ندارد و دوم آنکه با استفاده از تکنیک

1- Constraint Programing

2- Decision Making Trail and Evaluation Laboratory

EMATEL شاخص‌های تاثیرگذار و اصلی را شناسایی می‌گردد که این خود باعث نتیجه‌گیری و تجزیه و تحلیل دقیق‌تر در مدل تحلیل پوششی داده‌ها می‌شود.

روش تحقیق

تحقیق حاضر به لحاظ روش انجام تحقیق توصیفی از نوع پیمایشی است. روش‌های جمع‌آوری اطلاعات نیز ترکیبی از روش میدانی (پرسش‌نامه و مصاحبه) و روش کتابخانه‌ای است. مقیاس سنجش متغیرهای تحقیق در پرسش‌نامه طیف لیکرت^۱ خواهد بود.

در این تحقیق به منظور تعیین شاخص‌ها از تکنیک DEMATEL استفاده کرده و شاخص‌های به‌دست آمده در مرحله قبل را به عنوان ورودی و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرده و پروژه‌ها را رتبه‌بندی می‌کنیم.

تکنیک DEMATEL

تکنیک DEMATEL در اواخر سال ۱۹۷۱ میلادی به طور عمده برای مسائل پیچیده جهانی و استفاده از قضاوت خبرگان در زمینه‌های علمی، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و رهبران عقیدتی و هنرمندان به کار گرفته شد. سه نوع مختلف از سؤالات در این تکنیک به کار می‌رود. سؤالات مربوط به ویژگی‌ها و شاخص‌های مؤثر از یک مسئله مفروض، سؤالات مربوط به روابط ممکن از شاخص‌ها با مشخص نمودن شدت آن روابط به صورت کاردینال و سؤال برای بررسی ماهیت عناصر تشخیص داده شده و نقد از آن‌ها برای بررسی احتمالی و مجدد [۲] اجرای این شیوه، شاخص‌های مؤثر موجود در یک مسأله و رابطه‌های ممکن و شدت اثر روابط بین شاخص‌ها را به صورت امتیاز دهی عددی معین می‌کند. به گونه‌ای که با ساختاردهی به شاخص‌های حاصل از نظر خبرگان و یا شاخص‌های استخراج شده از ادبیات موضوعی، امکان درک روابط، بازخوردها و در نهایت میزان اهمیت شاخص‌ها برای خبرگان فراهم می‌شود. از برتری روش DEMATEL نسبت به سایر روش‌ها، تصمیم‌گیری بر پایه مقایسه‌های زوجی و پذیرش بازخور روابط است. یعنی در ساختار سلسله‌مراتبی حاصل از آن، هر عنصر

می تواند بر تمامی عناصر هم سطح خود، تأثیر بگذارد و از تک تک آن ها تأثیر پذیرد. پذیرش روابط انتقال پذیر و توانایی نمایش تمامی بازخوردهای ممکن، نیز دلایل دیگری بر ارجحیت آن نسبت به سایر روش های مشابه می باشد.

این تکنیک دارای ۹ گام اساسی به شرح زیر می باشد:

۱- مشخص نمودن عناصر تشکیل دهنده سیستم با استفاده از روش هایی مثل طوفان فکری^۱، دلفی^۲ و...؛

۲- ماتریس نظرسنجی تشکیل شده و در اختیار خبرگان قرار داده می شود تا شدت اثرها به وسیله امتیاز دهی مشخص شود؛

۳- جمع آوری ماتریس حاصل از گام قبل و تصمیم گیری در مورد وجود یا عدم وجود رابطه بین دو عامل توسط رأی اکثریت؛

۴- محاسبه میانه امتیازات برای نشان دادن رابطه مستقیم تأثیر عوامل برای هر یک از روابط تأیید شده در گام قبل؛

۵- تشکیل ماتریس X با توجه به گام های سوم و چهارم؛

۶- محاسبه جمع سطری درایه های ماتریس X و ضرب آن در معکوس بیشینه مقدار. این عمل باعث می شود شدت اثر نسبی حاکم بر رابطه های مستقیم موجود در سیستم به دست آید (M)؛

۷- محاسبه ماتریس S توسط رابطه $S = M(1 - M)^{-1}$. این رابطه نشان دهنده شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم و غیرمستقیم است؛

۸- در ماتریس S، جمع سطری درایه ها (R)، جمع ستونی درایه ها (J) و مجموع (R+J) و تفاضل (J-R) محاسبه می گردد؛

۹- مشخص کردن سلسله مراتب عناصر.

تحلیل پوششی داده ها

مدل DEA یک مدل ناپارامتریک است که برای تخمین درجه کارایی و رتبه بندی شرکت ها به کار می رود. مدل های DEA می تواند ورودی گرا و یا خروجی گرا باشد و

1- Brain Storming
2- Delphi Method

همچنین به صورت مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)^۱ و یا بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS)^۲ مشخص می‌شوند. مدل‌های خروجی گرا با توجه به مقادیر فاکتورهای ورودی، خروجی را بیشینه می‌کنند و مدل‌های ورودی گرا با توجه به سطح داده شده خروجی، فاکتورهای ورودی را کمینه می‌کنند [۱].

DEA تمام داده‌ها (ارقام و اطلاعات) را تحت پوشش قرار داده و به همین دلیل تحلیل پوششی داده‌ها نامیده می‌شود. لازم به یادآوری است که در روش DEA در اندازه‌گیری کارایی نیازی به مشخص بودن نوع تابع (کاب - داگلاس، ترانسلوگ و...) نمی‌باشد [۴].

اندازه‌گیری کارایی از مطالعه فارل آغاز شد و مطالعات او بر مبنای کارهای انجام شده توسط افرادی همچون دبرو و کوپمانز بود [۱۱].

چارنز، کوپر و رودز (CCR) در سال ۱۹۷۸ مدل خود را بر مبنای حداقل سازی عوامل تولید و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس ارائه نمودند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین نهاده و ستاده را داشت [۹]. مدل ارائه شده هم به صورت ورودی محور و هم به صورت خروجی محور ارائه شد. مدل CCR ورودی محور به صورت زیر می‌باشد:

در سال ۱۹۸۴ با لحاظ کردن فرض بازدهی متغیر به مقیاس توسط بنکر، چارنز و کوپر (BCC) اندازه‌گیری کارایی به روش DEA بسط یافت. استفاده از فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، زمانی که تمام بنگاه‌ها در مقیاس بهینه فعالیت نمی‌نمایند، مقادیر محاسبه شده برای کارایی فنی و تحلیل را دچار اختلال خواهد کرد. مدل‌های ورودی محور و خروجی محور این مدل نیز به صورت زیر است [۶].

انتخاب سبد بهینه پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی DEA/DEMATEL

به منظور ارزیابی عوامل و انتخاب مهمترین شاخص اثر گذار بر انتخاب پروژه‌ها ابتدا با استفاده از تکنیک DEMATEL، شاخص‌ها شناسایی و رتبه‌بندی شده‌اند. اجرای این شیوه، شاخص‌های مؤثر موجود در یک مسأله و رابط‌های ممکن و شدت اثر روابط بین شاخص‌ها را به صورت امتیاز عددی معین می‌کند، به گونه‌ای که

1- Constant Return to Scale
2- Variable Return to Scale

با ساختاردهی به شاخص‌های حاصل از نظر خبرگان، امکان درک روابط، بازخوردها و در نهایت میزان اهمیت شاخص‌ها برای خبرگان فراهم می‌شود. در ابتدا با بهره‌گیری از روش‌هایی همچون نظرخواهی از خبرگان و مطالعه ادبیات موجود فهرستی از شاخص‌های موجود را استخراج کرده و سپس یک ماتریس نظرسنجی تهیه شده به گونه‌ای که سطرها و ستون‌های این ماتریس همان شاخص‌ها هستند و در اختیار خبرگان قرار می‌گیرد تا با مقایسات زوجی هر یک از عوامل واقع بر هر سطر ماتریس با تک‌تک عامل‌های واقع بر ستون‌های ماتریس شدت اثر عامل سطری بر عامل ستونی بین یک تا چهار امتیازدهی می‌کنند که مفاهیم زیر را در بر دارد:

صفر (۰): عامل A بر عامل B تاثیر ندارد؛

یک (۱): عامل A بر عامل B تاثیر کمی دارد؛

دو (۲): عامل A بر عامل B مؤثر است؛

سه (۳): عامل A بر عامل B تاثیر نسبتاً زیادی دارد؛

چهار (۴): عامل A بر عامل B به شدت تاثیر گذار است.

سپس ماتریس‌های حاصل جمع آوری شده و در مورد وجود یا عدم وجود رابطه بین دو شاخص توسط خبرگان توسط رای اکثریت تصمیم‌گیری می‌شود. در صورتی که رابطه بین شاخص‌ها تأیید شد، میانه امتیازات محاسبه شده و ماتریس نهایی که نشان‌دهنده شدت اثر حاکم بر روابط مستقیم است تشکیل می‌شود. در صورت امتیازبندی بین صفر تا صد، میانگین هندسی به کار گرفته می‌شود [۱۹]. سپس جمع سطری ماتریس محاسبه شده و در معکوس بیشترین مقدار ضرب می‌شود تا ماتریس M به دست آید که نشان‌دهنده شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم است. در قدم بعدی با استفاده از رابطه $S = M(1 - M)^{-1}$ ماتریس S را محاسبه کرده که نشان‌دهنده شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم و غیرمستقیم است و در نهایت با استفاده از ماتریس S مقادیر R (میزان تأثیرگذاری)، J (شدت تأثیرپذیری)، (مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری)، R-J (مقدار نهایی اثرگذاری) را محاسبه می‌کنیم. با استفاده از قانون پاراتو، ۲۰٪ شاخص‌ها که بیشترین مقادیر R+J را دارند انتخاب می‌کنیم.

در گام بعدی با توجه به خروجی روش DEMATEL به انتخاب بهینه پروژه‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته می‌شود به گونه‌ای که شاخص‌های انتخاب شده در روش DEMATEL به عنوان ورودی‌ها و خروجی‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. نظر به اینکه در حالت بازدهی متغیر به مقیاس، نتایج حالت ورودی محور و خروجی محور تفاوت می‌کند، در این تحقیق به دلایل مدیریتی که وجود دارد، مبنای تجزیه و تحلیل، بر ورودی محور بودن و حداقل شدن عوامل تولید گذارده شده است. بنابراین مدلی که در DEA استفاده می‌شود مدل BCC ورودی محور می‌باشد. استفاده از برنامه‌ریزی خطی برای حل مسئله دوگان به قیود کمتری نسبت به مسئله اولیه نیاز دارد. دوگان مدل BCC ورودی محور به شرح زیر می‌باشد:

$$\text{Min } \theta \quad \text{s.t} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\theta \text{ free}$$

در این مدل θ نسبت کاهش ورودی‌های تحت بررسی را جهت بهبود کارایی نشان می‌دهد.

یک واحد در این مدل هنگامی کارا است؛ اگر و تنها اگر دو شرط زیر برقرار باشد:

$$\text{الف) } \theta^* = 1 \text{ باشد؛}$$

ب) تمامی متغیرهای کمکی مقدار صفر داشته باشد.

بعد از محاسبه کارایی‌های پروژه‌ها، آن‌ها را رتبه بندی می‌کنیم بدین ترتیب که ابتدا پروژه‌های کارا رتبه بندی می‌شوند و هر کدام که به عنوان مرجع بیشتر انتخاب شده باشد در رتبه بالاتری قرار می‌گیرد و بعد از آن پروژه‌ها ناکارا رتبه بندی می‌شوند و هر کدام

که میانگین کارایی بالاتری داشته باشد، رتبه بالاتری به خود اختصاص می‌دهد. در ادامه با استفاده از یک مطالعه موردی از یک شرکت پیمانکاری مراحل به‌طور کامل توضیح داده می‌شود.

مطالعه موردی

در گام اول باید با بهره‌گیری از روش‌هایی همچون نظرخواهی از خبرگان و مطالعه ادبیات موجود و ... فهرستی از عوامل موجود و مؤثر در مسأله مورد بررسی استخراج می‌شود. با بررسی‌های به عمل آمده، عوامل زیر به عنوان عوامل اصلی اثرگذار بر انتخاب پروژه مورد شناسایی قرار گرفته است:

جدول ۲. شاخص‌ها

شماره شاخص	شاخص
۱	نرخ بازگشت سرمایه
۲	میزان سرمایه فیزیکی
۳	میزان بودجه
۴	میزان رضایت سرمایه‌گذار
۵	منابع انسانی پروژه
۶	سودآوری پروژه
۷	هزینه نرم افزاری پروژه
۸	هزینه‌های پشتیبانی
۹	مدت زمان پروژه
۱۰	نقش پروژه در سودآوری سازمان
۱۱	تعداد فاکتورهای موفقیت بحرانی
۱۲	هزینه خدمات مشاوره‌ای
۱۳	ارزش فعلی خالص
۱۴	درصد ریسک پروژه
۱۵	هزینه تعمیر و نگهداری پروژه
۱۶	میزان انطباق پروژه‌ها با زمان پیش‌بینی شده
۱۷	هزینه آموزشی پروژه
۱۸	نرخ رشد پروژه

با انجام مراحل تکنیک DEMATEL نتایج زیر حاصل می‌شود که در جدول

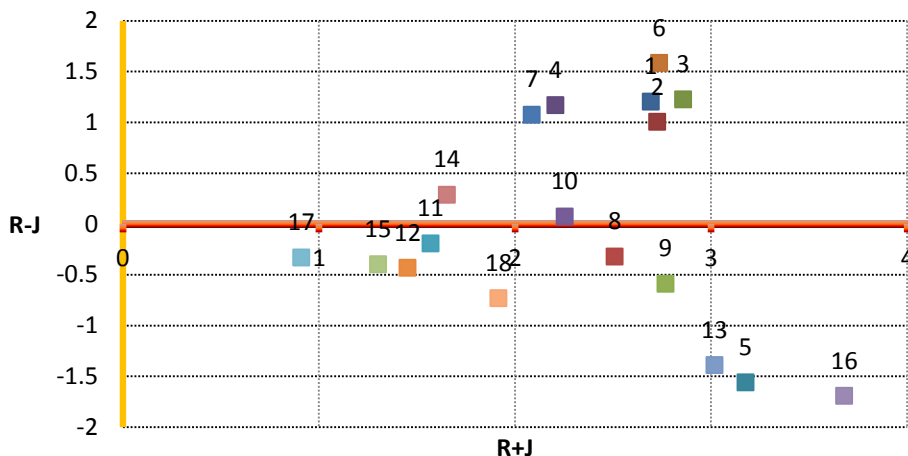
شماره (۳) آورده شده است:

جدول ۳. ترتیب اثرگذاری نهایی هر عامل بر سایر عوامل و ترتیب اهمیت نهایی عوامل در

سیستم

شماره عامل	شماره عوامل (طبقه بندی شده)	R+J	ترتیب نزولی مجموع تاثیر گذاری و تاثیر پذیری R+J	شماره عامل	شماره عوامل (طبقه بندی شده)	R-J	عوامل تاثیر گذار <R-J
۱	۱۶	۳,۶۷۹۴		۱	۶	۱,۵۸۴۲	
۲	۵	۳,۱۷۵۱		۲	۳	۱,۳۲۵۶	
۳	۱۳	۳,۰۱۷۵		۳	۱	۱,۳۰۳۳	
۴	۳	۲,۸۵۸۲		۴	۴	۱,۱۶۸۸	
۵	۹	۲,۷۶۷۳		۵	۷	۱,۰۷۶۷	
۶	۶	۲,۷۳۴۶		۶	۲	۱,۰۰۴۸	
۷	۲	۲,۷۲۶		۷	۱۴	۰,۲۸۸۹	
۸	۱	۲,۶۹۱۸		۸	۱۰	۰,۰۷۲۱	
۹	۸	۲,۵۰۸۵		۹	۱۱	۰,۱۹۰۵-	
۱۰	۱۰	۲,۲۵۲۸		۱۰	۸	۰,۳۲۰۶-	
۱۱	۴	۲,۲۰۶۸		۱۱	۱۷	۰,۳۲۸۸-	
۱۲	۷	۲,۰۸۵۹		۱۲	۱۵	۰,۳۹۵-	
۱۳	۱۸	۱,۹۱۶۲		۱۳	۱۲	۰,۴۳۲۱-	
۱۴	۱۴	۱,۶۵۲۱		۱۴	۹	۰,۵۸۸۳-	
۱۵	۱۱	۱,۵۶۹۱		۱۵	۱۸	۰,۷۲۸۹-	
۱۶	۱۲	۱,۴۵۲۲		۱۶	۱۳	۱,۳۸۹۶-	
۱۷	۱۵	۱,۳۰۱۴		۱۷	۵	۱,۵۵۸۹-	
۱۸	۱۷	۰,۹۱۰۳		۱۸	۱۶	۱,۶۹۱۶-	

نمودار شماره ۱ مقادیر مختصات نهایی عوامل را نشان می دهد.



نمودار ۱. مختصات نهایی عوامل

با توجه به قانون پارتو که بیان می‌کند ۸۰ درصد وزن شاخص‌ها در ۲۰ درصد اول آن نهفته است. از این رو ۴ شاخص اثرگذار اصلی عبارتند از: میزان انطباق پروژه‌ها با زمان پیش‌بینی شده، منابع انسانی، ارزش فعلی خالص و میزان بودجه. در گام بعدی شاخص‌های ذکر شده را به‌عنوان ورودی‌ها و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود. دو متغیر میزان بودجه و منابع انسانی پروژه متغیرهای ورودی و دو متغیر ارزش فعلی خالص پروژه و میزان انطباق پروژه‌ها با زمان پیش‌بینی شده متغیرهای خروجی پروژه را تشکیل می‌دهند. اطلاعات این متغیرها، جهت انتخاب بهینه پروژه‌ها، با استفاده از نرم افزار DEAP مورد تحلیل قرار گرفت. نرم افزار DEAP اولاً سه نوع کارایی را که شامل کارایی فنی، مقیاس و مدیریتی است ارائه می‌کند و همچنین نوع بازدهی (بازده متغیر به مقیاس افزایشی و یا کاهششی) را نیز برای هر پروژه به تفکیک ارائه می‌کند. در جدول (۴) اطلاعات ۱۰ پروژه به همراه شاخص‌های آن‌ها ارائه شده است.

جدول ۴. پروژه‌ها و شاخص‌ها

میزان انطباق پروژه‌ها	NPV	بودجه (میلیون ریال)	پرسنل (نفر)	شماره پروژه
۸۸	۲۲	۱۲۹	۲۱	۱
۷۶	۲۶	۱۰۳	۱۴	۲
۴۵	۳۲	۱۰۲	۱۳	۳
۶۷	۱۶	۱۰۸	۱۳	۴
۳۴	۱۹	۸۸	۱۲	۵
۵۴	۳۴	۷۶	۱۱	۶
۶۷	۳۶	۷۹	۹	۷
۵۶	۱۹	۱۲۱	۱۲	۸
۵۶	۴۳	۱۰۲	۱۱	۹
۶۸	۱۷	۸۸	۷	۱۰

برای حل مسئله فوق از مدل BCC ورودی محور استفاده می‌کنیم و برای یکی از پروژه‌ها (به عنوان مثال پروژه اول) به صورت زیر می‌باشد و سپس کارایی هر پروژه محاسبه می‌شود.

$$\text{Min } \theta \quad (۶)$$

s.t

$$۲۲\lambda_1 + ۲۶\lambda_2 + ۳۲\lambda_3 + ۱۶\lambda_4 + ۱۹\lambda_5 + ۳۴\lambda_6 + ۳۶\lambda_7 + ۱۹\lambda_8 + ۴۳\lambda_9 + ۱۷\lambda_{10} \geq ۲۲$$

$$۸۸\lambda_1 + ۷۶\lambda_2 + ۴۵\lambda_3 + ۶۷\lambda_4 + ۳۴\lambda_5 + ۵۴\lambda_6 + ۶۷\lambda_7 + ۵۶\lambda_8 + ۵۶\lambda_9 + ۶۸\lambda_{10} \geq ۸۸$$

$$۲۱\lambda_1 + ۱۴\lambda_2 + ۱۳\lambda_3 + ۱۳\lambda_4 + ۱۲\lambda_5 + ۱۱\lambda_6 + ۹\lambda_7 + ۱۲\lambda_8 + ۱۱\lambda_9 + ۷\lambda_{10} \leq ۲۱\theta$$

$$۱۲۹\lambda_1 + ۱۰۳\lambda_2 + ۱۰۲\lambda_3 + ۱۰۸\lambda_4 + ۸۸\lambda_5 + ۷۶\lambda_6 + ۷۹\lambda_7 + ۱۲۱\lambda_8 + ۱۰۲\lambda_9 + ۸۸\lambda_{10} \leq ۱۲۹\theta$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = ۱$$

$$\lambda_j \geq ۰$$

$$\theta \text{ free}$$

$$j = ۱, ۲, \dots, n$$

جدول (۵) خروجی نهایی نرم افزار را نشان می‌دهد.

جدول ۵. انواع کارایی پروژه‌ها و نوع بازدهی آن‌ها در حالت بازده متغیر به مقیاس

شماره پروژه	کارایی مقیاس (scale)	کارایی مدیریتی (vrste)	کارایی فنی (crste)	میانگین کارایی	نوع بازدهی
۱	۱	۱	۱	۱	-
۲	۰,۹۹۳	۰,۷۲۰	۰,۷۱۴	۰,۷۹۹	IRS ^۱
۳	۰,۸۷۶	۱	۰,۸۷۶	۰,۹۱۵	DRS ^۲
۴	۱	۱	۱	۱	-
۵	۱	۱	۱	۱	-
۶	۰,۹۱۷	۰,۶۳۰	۰,۵۷۷	۰,۶۹۳	IRS
۷	۰,۸۸۲	۰,۵۲۵	۰,۴۶۳	۰,۵۹۸	IRS
۸	۱	۱	۱	۱	-
۹	۰,۹۰۹	۰,۷۷۴	۰,۷۰۴	۰,۷۹۱	DRS
۱۰	۰,۸۱۲	۰,۹۵۳	۰,۷۷۳	۰,۸۴۲	IRS
میانگین	۰,۹۳۹	۰,۸۶۰	۰,۸۱۱	۰,۸۶۳	

همان‌طور که در جدول مشخص است نرم افزار DEAP نوع بازدهی را نیز مشخص می‌کند. توضیح اینکه نوع بازدهی IRS به معنای بازده افزایشی (افزایشی) به مقیاس و DRS بازده کاهنده (کاهشی) به مقیاس می‌باشد.

بازده به مقیاس بیانگر ارتباطات بین تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم تولیدی، خدماتی یا یک بنگاه است. بازده به مقیاس به این سؤال جواب می‌دهد که اگر ورودی‌های یک واحد دو برابر شود میزان خروجی یا ستاده آن چند برابر تغییر می‌کند. با توجه به جدول فوق، به جز پروژه‌های شماره ۱ و ۴ و ۵ و ۸ با میانگین کارایی ۱۰۰ درصد که جزء پروژه‌های کاملاً کارا طبقه‌بندی می‌شود، بقیه پروژه‌ها در گروه پروژه‌های ناکارا طبقه‌بندی می‌شوند که می‌بایست پروژه مرجع خود را بشناسند و مقادیر بهینه نهاده‌ها و ستاده‌های آن‌ها معین گردد و در ضمن مازاد عوامل تولید برای همه پروژه‌ها محاسبه شود. یکی از مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج این تحقیق، دستیابی و طراحی مدل رتبه‌بندی و تعیین درجه هر پروژه می‌باشد که با توجه به روش تحقیق، این درجه‌بندی بر اساس کارایی صورت می‌گیرد.

مبنای کار و رتبه‌بندی پروژه در این تحقیق بدین گونه است که:

1- Increasing Return to Scale
2- Dedreasing Return to Scale

در مرحله اول پروژه‌های کارا رتبه‌بندی می‌شوند. هرچند ممکن است چندین پروژه بعنوان کارا توسط نرم افزار معرفی شوند، ولی این بدین معنا نیست که تمامی این پروژه‌ها، از لحاظ کارایی در یک رتبه‌اند. هر پروژه‌ای که تعداد مرتبه بیشتری بعنوان پروژه الگو برای دیگر پروژه‌های ناکارا معرفی شده باشد، رتبه اول را در بین تمامی پروژه‌ها کسب می‌نماید و به همین ترتیب پروژه دوم و ... تا آخر. [۶]

در مرحله دوم می‌بایست شعب ناکارا نیز رتبه‌بندی شوند تا ضعیف‌ترین پروژه به لحاظ کارایی و بهره‌وری مشخص شده و موقعیت هر پروژه در رتبه بندی مشخص گردد. جهت رتبه‌بندی پروژه‌های ناکارا، میانگین (هندسی که در جدول ۳ محاسبه و ارائه شده) انواع کارایی را (کارایی مدیریتی، مقیاس و فنی) در حالت بازده متغیر به مقیاس در نظر می‌گیریم. میانگین کارایی هر پروژه‌ای که بالاتر بود، رتبه آن پروژه هم بالاتر می‌شود. مطالب فوق، سیستم رتبه‌بندی و تعیین درجه هر پروژه را روشن ساخت که بر اساس آن سرمایه‌گذار می‌تواند در هر زمانی از نتایج روش DEA استفاده نموده و رتبه هر پروژه را تعیین نماید تا از آن در اتخاذ تصمیمات کاربردی و هر آنچه که لازم دارد، استفاده نماید.

جدول (۶) رتبه بندی پروژه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۶. رتبه‌بندی پروژه‌های مورد بررسی بر اساس کارایی

شماره پروژه	تعداد مرتبه تکرار در گروه مرجع	میانگین کارایی	رتبه پروژه
۱	۱	۱	۴
۲	۰	۰,۷۹۹	۷
۳	۰	۰,۹۱۵	۵
۴	۴	۱	۲
۵	۶	۱	۱
۶	۰	۰,۶۹۳	۹
۷	۰	۰,۵۹۸	۱۰
۸	۳	۱	۳
۹	۰	۰,۷۹۱	۸
۱۰	۰	۰,۸۴۲	۶

در رتبه‌بندی پروژه‌ها، چنانچه دو پروژه، به یک میزان به‌عنوان الگو معرفی شده باشند، آن پروژه‌ای که میانگین کارایی بالاتری داشته باشد رتبه بالاتری می‌گیرد و

چنانچه هر دو پروژه، دارای میانگین کارایی مساوی نیز باشند، پروژه ای که بازدهی به مقیاس افزایش یافته داشته باشد نسبت به بازدهی ثابت، در مقام بالاتر و آن پروژه ای که بازده ثابت دارد نسبت به پروژه با بازدهی کاهنده، مقام بالاتری می گیرد و در نهایت چنانچه در تمامی این آیتم‌ها مساوی باشند، رتبه یکسانی خواهند گرفت.

نتیجه گیری و پیشنهادات

انتخاب شاخص‌های تأثیرگذار بر روی پروژه‌ها باعث نتیجه گیری دقیق تر و در نتیجه انتخاب سبد سود آور و بهینه پروژه می گردد. در این مقاله رویکردی تلفیقی جهت انتخاب سبد بهینه پروژه‌های سازمان‌ها معرفی گردید. بر اساس این رویکرد تلفیقی، ابتدا عوامل اثرگذار بر انتخاب پروژه‌ها شناسایی و با استفاده از روش DEMATEL اولویت هر شاخص شناسایی گردید. این بخش از تحقیق از طریق مقایسه زوجی امتیازات مربوط به شاخص‌ها انجام گرفت. در ادامه مهم ترین عوامل اثرگذار بر انتخاب سبد بهینه پروژه‌ها شناسایی و به عنوان ورودی‌ها خروجی‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد و براساس روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاکی از این است که در مورد کل پروژه‌ها، میانگین کارایی مقیاس ۰/۹۳۹ و کارایی مدیریتی ۰/۸۶۰ و کارایی فنی ۰/۸۱۱ می باشد. این بدان معناست که مجموعه پروژه‌ها با ۶/۱ درصد ناکارایی مقیاس، میزان ۱۴/۰ درصد ناکارایی مدیریتی و میزان ۱۸/۹ درصد ناکارایی فنی مواجه‌اند. در واقع ارقام فوق نشان می دهد که میانگین بیشترین کارایی برای مجموعه پروژه‌ها، مربوط به کارایی مقیاس و کمترین کارایی مربوط به کارایی فنی می باشد و همچنین میانگین (هندسی) کل کارایی (مقیاس، مدیریتی و فنی) مجموع پروژه‌ها نیز معادل ۰/۸۶۳ می باشد که این عدد نشان دهنده عملکرد نسبتاً خوب کل پروژه‌ها به لحاظ کارایی می باشد. در جهت اجرای این تحقیق محدودیتهایی وجود داشت که از جمله آن‌ها می توان به عدم همکاری مناسب خبرگان، تکمیل اطلاعات به ده شرکت نمونه و محدود کردن تحقیق به معیارهای شناسایی شده اشاره کرد.

در پایان پیشنهادات زیر جهت تحقیقات آتی ارائه می گردد:

۱- برای ارزیابی مدل این تحقیق از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها DEA و روش

DEMATEL استفاده گردید. در کارهای آتی میتوان فضای مدل را توسعه داده و در محیط‌های فازی و غیر قطعی استفاده کرد. به‌عنوان مثال با استفاده از سایر روش‌ها مانند روش تحلیل پوششی داده‌های فازی، روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تلفیق روش تحلیل پوششی داده‌ها و روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و ... نیز می‌تواند در ارزیابی مدل‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد؛

۲- این روش تلفیقی را می‌توان علاوه بر مسائل انتخاب پروژه، در جامعه آماری دیگر استفاده کرد، نظیر سایر پالایشگاه‌ها، شعب مختلف بانکی و ... که می‌تواند به‌عنوان موضوع تحقیق دیگری مورد بررسی قرار گیرد؛

۳- بررسی تأثیر سایر معیارهای اثرگذار بر انتخاب پروژه‌ها می‌تواند موضوع تحقیق دیگری در این زمینه باشد.

منابع و مآخذ

۱. آزاده، م، ع و همکاران. ترکیب مدل‌های پارامتریک و ناپارامتریک برای رتبه‌بندی شرکت‌های توریع برق، نشریه بین‌المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران. شماره ۱ جلد ۱۹، ص ۶۳-۵۳، ۱۳۸۷.
۲. اصغر پور، محمد جواد، تصمیم‌گیری چند معیاره. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
۳. اصغر پور، محمد جواد، تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۴. امامی میبدی، علی، اصول و اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی - کاربردی)، چاپ دوم، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۸۴.
۵. زارع اشکذری، جلال‌الدین، سیستم مدیریت سبد پروژه، مفاهیم و رویکرد. مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، ۱۳۸۴.
۶. صفری، سعید و همکاران، مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه بندی اعتباری)، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۴ شماره ۴، زمستان ۸۹، ۱۳۸۹.
۷. مهرگان، محمد رضا، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها). انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
8. Banker RD, Charnes A, Cooper WW, Some models for estimating technical an scale inefficiencies in DEA. *Manag Sci* 30(9):1078-1092, 1984.
9. Baker RC, Talluri S A closer look at the use of data envelopment analysis for technology selection. *Computers and Industrial Engineering*; 32 (1): 101-8, 1997.
10. Charnes. A, Cooper.w.w, Rhodes.E, Measuring the efficiency of the decision making unit, *European journal of operation Research* 2(6): 429-444, 1978.
11. Eilat, H. Golany, B, Shtub, A, R & Dproject evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach. *omega*. 912-89536, 2000.
12. Farrell, M. The measurement of productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistics Society .Serial A*, Vol.120, No.3, PP.253-281, 1952.
13. Ghasemzadeh F, Archer N, Iyogun P, A zero-one model for project portfolio selection and scheduling. *J Oper Res Soc*; 50 (7):745-55, (1999).
14. Light, M, Project Portfolio Management Gartner Symposium Itxpo, San Diego, California 27-23, March, 2003.
15. Khouja M, The use of data envelopment analysis for technology selection . *Computers and Industrial Engineering*.28: 123-32, 1995.

16. Mahmoodzadeh. S, Shahrabi. J, .Pariazar.M, .Zaeri.M.S, Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. World Academy of Science, Engineering and Technology. 30, 2007.
17. Markowitz, H.M. Portfolio Selection. Journal of Finance- 77, 7.91, 1952.
Oral M, Kettani O, Lang P. A methodology for collective evaluation and selection of industrial R&D projects. Management Science. 37 (7):871–85, 1991.
18. Rafiee M, Kianfar F., A scenario tree approach to multi-period project selection problem using real-option valuation method. Int J Adv Manuf Technol .56:411–420, 1991.
19. Robbins, G, Ten Critical Steps for Successful Project Portfolio Management, 2005.
20. SpearMC, Withepaper Series, Project Portfolio Management, (2004).
21. Sotirov GR, Krasteva EB, An approach to group decision making under uncertainty with application to project selection. Operation Research 51.115-126, 1994.