فصلنامه علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال یازدهم، شماره ۲۸، بهار ۹۲
صفحات ٤١ تا ٦٠

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

علیرضا علی نژاد*
کاووس سیمیاری **

چکیده

یکی از مسائل مهم در مبحث مدیریت پروژه، انتخاب سبد بهینه پروژه است. مسئلهٔ 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 می شود 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، دانشکدهٔ مهندسی صنایع و مکانیک، قزوین، ایران kavoos.simiari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۱ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۳۰**

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در سازمان‌های پروژه‌ای محور وجود طرح‌های متعدد در بدنهٔ 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 به‌منظور 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 توجیه‌های 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. به‌طور 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

Archive of SID

www.SID.ir

چهارچوب‌ها عبارتند از چهارچوب پیشنهادی *انگلند و گراهام*، چهارچوب پیشنهادی *قاسم زاده و آرچر*، چهارچوب پیشنهادی *کوپر*، چهارچوب‌های مورد استفاده در IT

نظریه‌پردازان 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 تصمیم گیری 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 برمی خوریم که هر یک به جنبه‌ای خاص از این مشکل توجه داشته اند. یکی از تأثیرگذارترین افراد در این بحث، *مارکویتز*[1] می‌باشد به‌طوری که نظریهٔ مارکویتز 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.

1- Markowitz

Archive of SID

www.SID.ir

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 : ۱ـ میزان تقاضا ۲ـ تجزیه و تحلیل تقاضا ۳ـ توسعهٔ تکنیک‌ها و روش‌های جدید بود. [۲۱]

با بررسی‌های انجام شده مشاهده گردید که تعداد مقالات کمی در ضمینه ترکیب انتخاب پروژه با مبحث تحلیل پوششی داده‌ها وجود دارد. مدل‌های DEA[1] در ضمینهٔ 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 [2] در DEA از طریق یک ساختار سلسله‌مراتبی گنجانده شده است [۱۰].

در سال ۲۰۰۷ *محمودزاده* و همکاران با استفاده از AHP [3] و TOPSIS [4] 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 ـ 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 مرحله ای 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 الگوریتمCP [1] 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	مولف	روش ارائه شده
۱۹۷۸	آکر و تیبجی	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 صفرو یک همراه با برنامه‌ریزی آرمانی
۲۰۰٤	دورنر و همکاران	الگوریتم مورچگان
۲۰۰۷	محمود زاده و همکاران	AHP , TOPSIS در محیط فازی
۲۰۰۷	هلوآنی 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 [2] 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

Archive of SID

www.SID.ir

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*[1] خواهد بود.

در این تحقیق به منظور تعیین شاخص‌ها از تکنیک DEMATEL استفاده کرده و شاخص‌های به‌دست آمده در مرحلهٔ 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 رابط‌های 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 پایهٔ مقایسه‌های زوجی و پذیرش بازخور روابط است. یعنی در ساختار سلسله‌مراتبی حاصل از آن، هر عنصر

1- Likert Scales

Archive of SID

www.SID.ir

می‌تواند بر تمامی عناصر هم سطح خود، تأثیر بگذارد و از تک تک آن‌ها تأثیر بپذیرد. پذیرش روابط انتقال‌پذیر و توانایی نمایش تمامی بازخوردهای ممکن، نیز دلایل دیگری بر ارجحیت آن نسبت به سایر روش‌های مشابه می باشد.

این تکنیک دارای ۹ گام اساسی به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ مشخص نمودن عناصر تشکیل دهنده سیستم با استفاده از روش‌هایی مثل طوفان فکری[1]، دلفی[2] و ...؛

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

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

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

۵ـ تشکیل ماتریس X با توجه به گام‌های سوم و چهارم؛

۶ـ محاسبهٔ جمع سطری درایه‌های ماتریس X و ضرب آن در معکوس بیشینه مقدار. این عمل باعث می‌شود شدت اثر نسبی حاکم بر رابطه‌های مستقیم موجود در سیستم به دست آید (M)؛

۷ـ 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 ـ در ماتریس S، جمع سطری درایه‌ها(R)، جمع ستونی درایه‌ها (J) و مجموع (R+J) و تفاضل (J-R) محاسبه می‌گردد؛

۹ـ مشخص کردن سلسله مراتب عناصر.

تحلیل پوششی داده‌ها

مدل DEA یک مدل ناپارامتریک است که برای تخمین درجهٔ کارایی و رتبه‌بندی شرکت‌ها به کار می‌رود. مدل‌های DEA می‌تواند ورودی‌گرا و یا خروجی‌گرا باشد و

1- Brain Storming
2- Delphi Method

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین به صورت مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس(CRS)[1] و یا بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS)[2] مشخص می‌شوند. مدل‌های خروجی گرا با توجه به مقادیر فاکتورهای ورودی، خروجی را بیشینه میکنند و مدل‌های ورودی‌گرا 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 ـ داگلاس، ترانسلوگ و...) نمی‌باشد [۴].

اندازه گیری کارایی از مطالعهٔ فارل آغاز شد و مطالعات او برمبنای کارهای انجام شده توسط افرادی همچون دبرو و کوپمانز بود [۱۱].

چارنز، کوپر و رودز (CCR) در سال ۱۹۷۸ مدل خود را بر مبنای حداقل‌سازی 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، چارنزوکوپر (BCC) اندازه‌گیری کارایی به روش DEA بسط یافت. استفاده از فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، زمانی که تمام بنگاه‌ها درمقیاس بهینه فعالیت نمی‌نمایند، مقادیر محاسبه شده برای کارایی فنی وتحلیل را دچار اختلال خواهد کرد. مدل‌های ورودی محور و خروجی محور این مدل نیز به صورت زیر است [۶].

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

به‌منظور ارزیابی عوامل و انتخاب مهمترین شاخص اثر گذار بر انتخاب پروژه‌ها ابتدا با استفاده از تکنیک DEMATEL، شاخص‌ها شناسائی 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- Cnstant Return to Scale
2- Variable Return to Scale

Archive of SID

www.SID.ir

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 مطالعهٔ 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 ب عامل B مؤثر است؛

سه (۳) : عامل A بر عامل B تاثیر نسبتا 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 تصمیم گیری می‌شود . درصورتی که رابطهٔ بین شاخص‌ها تأیید شد، میانهٔ 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 به‌کار گرفته می‌شود[۱۹]. سپس جمع سطری ماتریس محاسبه شده و در معکوس بیشترین مقدار ضرب می‌شود تا ماتریس M به دست آید که نشان دهندهٔ شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم است. در قدم بعدی با استفاده از رابطهٔ $S = M(۱ - M)^{-۱}$ ماتریس S را محاسبه کرده که نشان دهندهٔ شدت اثر نسبی حاکم بر روابط مستقیم و غیرمستقیم است و در نهایت با استفاده از ماتریس S مقادیرR (میزان تأثیرگذاری)، J (شدت تأثیرپذیری)، R+J (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.

Archive of SID

www.SID.ir

در گام بعدی با توجه به خروجی روش DEMATEL به انتخاب بهینهٔ پروژه‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته می شود 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 مسئلهٔ دوگان به قیود کمتری نسبت به مسئله اولیه نیاز دارد. دوگان مدل BCC ورودی محور به شرح زیر می‌باشد:

$$Min\ \theta \qquad s.t \qquad (۱)$$

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

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

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = ۱$$

$$\lambda_j \geq ۰ \qquad j = ۱,۲,\dots,n$$

$$\theta \quad free$$

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:

الف) $\theta^* = ۱$ باشد؛

ب) تمامی متغیرهای کمکی مقدار صفر داشته باشد.

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

Archive of SID

www.SID.ir

که میانگین کارایی بالاتری داشته باشد، رتبهٔ بالاتری به خود اختصاص می‌دهد.

در ادامه با استفاده از یک مطالعهٔ موردی از یک شرکت پیمانکاری مراحل به‌طور کامل توضیح داده می‌شود.

مطالعهٔ 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
٤	میزان رضایت سرمایه گذار
٥	منابع انسانی پروژه
٦	سودآوری پروژه
۷	هزینهٔ نرم افزاری پروژه
۸	هزینه‌های پشتیبانی
۹	مدت زمان پروژه
۱۰	نقش پروژه در سودآوری سازمان
۱۱	تعداد فاکتورهای موفقیت بحرانی
۱۲	هزینهٔ خدمات مشاوره‌ای
۱۳	ارزش فعلی خالص
۱٤	درصد ریسک پروژه
۱٥	هزینهٔ تعمیر و نگهداری پروژه
۱٦	میزان انطباق پروژه‌ها با زمان پیش‌بینی شده
۱۷	هزینهٔ آموزشی پروژه
۱۸	نرخ رشد پروژه

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

Archive of SID

www.SID.ir

شماره (۳)آورده شده است:

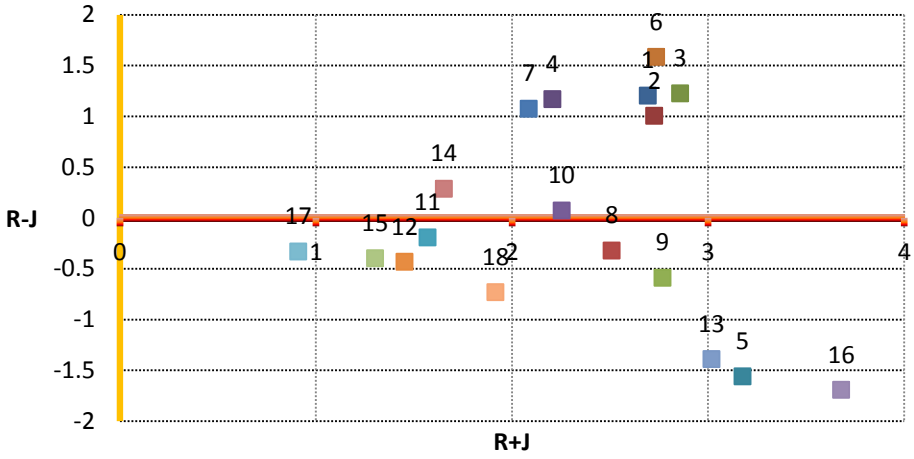
جدول ۳. ترتیب اثرگذاری نهایی هر عامل بر سایر عوامل و ترتیب اهمیت نهایی عوامل در سیستم

	R-J	شماره عوامل (طبقه بندی شده)	شماره عامل		R+J	شماره عوامل (طبقه بندی شده)	شماره عامل
عوامل تاثیر گذار R-J>۰	۱,۵۸۴۲	٦	۱	ترتیب نزولی مجموع تاثیر گذاری و تاثیر پذیریR+J	۳,٦۷۹٤	۱٦	۱
	۱,۲۲۵٦	۳	۲		۳,۱۷۵۱	۵	۲
	۱,۲۰۳۳	۱	۳		۳,۰۱۷۵	۱۳	۳
	۱,۱٦۸۸	٤	٤		۲,۸۵۸۲	۳	٤
	۱,۰۷٦۷	۷	۵		۲,۷٦۷۳	۹	۵
	۱,۰۰٤۸	۲	٦		۲,۷۳٤٦	٦	٦
	۰,۲۸۸۹	۱٤	۷		۲,۷۲٦	۲	۷
	۰,۰۷۲۱	۱۰	۸		۲,٦۹۱۸	۱	۸
عوامل تاثیر پذیری R-J<۰	-۰,۱۹۰۵	۱۱	۹		۲,۵۰۸۵	۸	۹
	-۰,۳۲۰٦	۸	۱۰		۲,۲۵۲۸	۱۰	۱۰
	-۰,۳۲۸۸	۱۷	۱۱		۲,۲۰٦۸	٤	۱۱
	-۰,۳۹۵	۱۵	۱۲		۲,۰۸۵۹	۷	۱۲
	-۰,٤۳۲۱	۱۲	۱۳		۱,۹۱٦۲	۱۸	۱۳
	-۰,۵۸۸۳	۹	۱٤		۱,٦۵۲۱	۱٤	۱٤
	-۰,۷۲۸۹	۱۸	۱۵		۱,۵٦۹۱	۱۱	۱۵
	-۱,۳۸۹٦	۱۳	۱٦		۱,٤۵۲۲	۱۲	۱٦
	-۱,۵۵۸۹	۵	۱۷		۱,۳۰۱٤	۱۵	۱۷
	-۱,٦۹۱٦	۱٦	۱۸		۰,۹۱۰۳	۱۷	۱۸

نمودار شماره ۱ مقادیر مختصات نهایی عوامل را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



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 پیش بینی شده، منابع انسانی، ارزش فعلی خالص و میزان بودجه .

در گام بعدی شاخص‌های ذکر شده را به‌عنوان ورودی‌ها و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می شود. دو متغیر میزان بودجه و منابع انسانی پروژه متغیرهای ورودی و دو متغیر ارزش فعلی خالص پروژه و میزان انطباق پروژه‌ها با زمان پیش بینی شده متغیرهای خروجی پروژه را تشکیل می دهند. اطلاعات این متغیرها، جهت انتخاب بهینهٔ پروژه‌ها، با استفاده از نرم افزار DEAP مورد تحلیل قرار گرفت. نرم افزار DEAP اولا 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 کاهشی) را نیز برای هر پروژه به تفکیک ارائه می‌کند. در جدول (۴) اطلاعات ۱۰ پروژه به همراه شاخص‌های آن‌ها ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. پروژه‌ها و شاخص‌ها

شماره پروژه	پرسنل (نفر)	بودجه (میلیون ریال)	NPV	میزان انطباق پروژه‌ها
۱	۲۱	۱۲۹	۲۲	۸۸
۲	۱٤	۱۰۳	۲٦	۷٦
۳	۱۳	۱۰۲	۳۲	٤٥
٤	۱۳	۱۰۸	۱٦	٦۷
٥	۱۲	۸۸	۱۹	۳٤
٦	۱۱	۷٦	۳٤	٥٤
۷	۹	۷۹	۳٦	٦۷
۸	۱۲	۱۲۱	۱۹	٥٦
۹	۱۱	۱۰۲	٤۳	٥٦
۱۰	۷	۸۸	۱۷	٦۸

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

$$Min\ \theta \qquad (۶)$$

$$s.t$$

$$۲۲\lambda_۱ + ۲٦\lambda_۲ + ۳۲\lambda_۳ + ۱٦\lambda_٤ + ۱۹\lambda_٥ + ۳٤\lambda_٦ + ۳٦\lambda_۷ + ۱۹\lambda_۸ + ٤۳\lambda_۹ + ۱۷\lambda_{۱۰} \geq ۲۲$$

$$۸۸\lambda_۱ + ۷٦\lambda_۲ + ٤٥\lambda_۳ + ٦۷\lambda_٤ + ۳٤\lambda_٥ + ٥٤\lambda_٦ + ٦۷\lambda_۷ + ٥٦\lambda_۸ + ٥٦\lambda_۹ + ٦۸\lambda_{۱۰} \geq ۸۸$$

$$۲۱\lambda_۱ + ۱٤\lambda_۲ + ۱۳\lambda_۳ + ۱۳\lambda_٤ + ۱۲\lambda_٥ + ۱۱\lambda_٦ + ۹\lambda_۷ + ۱۲\lambda_۸ + ۱۱\lambda_۹ + ۷\lambda_{۱۰} \leq ۲۱\theta$$

$$۱۲۹\lambda_۱ + ۱۰۳\lambda_۲ + ۱۰۲\lambda_۳ + ۱۰۸\lambda_٤ + ۸۸\lambda_٥ + ۷٦\lambda_٦ + ۷۹\lambda_۷ + ۱۲۱\lambda_۸ + ۱۰۲\lambda_۹ + ۸۸\lambda_{۱۰} \leq ۱۲۹\theta$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = ۱$$

$$\lambda_j \geq ۰ \qquad j = ۱,۲,\dots,n$$

$$\theta \quad free$$

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

Archive of SID

www.SID.ir

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	۰,۷۱٤	۰,۷۹۹	IRS[1]
۳	۰,۸۷٦	۱	۰,۸۷٦	۰,۹۱٥	DRS[2]
٤	۱	۱	۱	۱	-
٥	۱	۱	۱	۱	-
٦	۰,۹۱۷	۰,٦۳۰	۰,٥۷۷	۰,٦۹۳	IRS
۷	۰,۸۸۲	۰,٥۲٥	۰,٤٦۳	۰,٥۹۸	IRS
۸	۱	۱	۱	۱	-
۹	۰,۹۰۹	۰,۷۷٤	۰,۷۰٤	۰,۷۹۱	DRS
۱۰	۰,۸۱۲	۰,۹٥۳	۰,۷۷۳	۰,۸٤۲	IRS
میانگین	۰,۹۳۹	۰,۸٦۰	۰,۸۱۱	۰,۸٦۳	

همان‌طور که در جدول مشخص است نرم افزار DEAP نوع بازدهی را نیز مشخص می‌کند. توضیح اینکه نوع بازدهی IRS به معنای بازده افزاینده (افزایشی) به مقیاس وDRS 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 ۱و۴ و ۵ و ۸ با میانگین کارایی ۱۰۰ درصد که جزء پروژه‌های کاملا کارا طبقه‌بندی می‌شود، بقیهٔ پروژه‌ها در گروه پروژه‌های ناکارا طبقه بندی می شوند که می‌بایست پروژه مرجع خود را بشناسند و مقادیر بهینه نهاده‌ها و ستاده‌های آن‌ها معین گردد و در ضمن مازاد عوامل تولید برای همهٔ پروژه‌ها محاسبه شود. یکی از مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج این تحقیق، دستیابی و طراحی مدل رتبه‌بندی و تعیین درجهٔ هر پروژه می باشد که با توجه به روش تحقیق، این درجهٔ‌بندی بر اساس کارایی صورت می گیرد.

مبنای کار و رتبه‌بندی پروژه در این تحقیق بدین‌گونه است که:

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

Archive of SID

www.SID.ir

در مرحلهٔ 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، رتبهٔ اول را در بین تمامی پروژه‌ها کسب می نماید و به همین ترتیب پروژه دوم و ... تا آخر. [۶]

در مرحلهٔ 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 می شود. مطالب فوق، سیستم رتبه‌بندی و تعیین درجهٔ هر پروژه را روشن ساخت که بر اساس آن سرمایه‌گذار می‌تواند در هر زمانی از نتایج روشDEA استفاده نموده و رتبهٔ 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 ٦.رتبه‌بندی پروژه‌های مورد بررسی بر اساس کارایی

شماره پروژه	تعداد مرتبه تکرار در گروه مرجع	میانگین کارایی	رتبه پروژه
۱	۱	۱	٤
۲	۰	۰,۷۹۹	۷
۳	۰	۰,۹۱۵	٥
٤	٤	۱	۲
٥	٦	۱	۱
٦	۰	۰,٦۹۳	۹
۷	۰	۰,٥۹۸	۱۰
۸	۳	۱	۳
۹	۰	۰,۷۹۱	۸
۱۰	۰	۰,۸٤۲	٦

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

انتخاب شاخص‌های تأثیرگذار بر روی پروژه‌ها باعث نتیجه‌گیری دقیق‌تر و در نتیجه انتخاب سبد سود آور و بهینه پروژه می‌گردد. در این مقاله رویکردی تلفیقی جهت انتخاب سبد بهینه پروژه‌های سازمان‌ها معرفی گردید. بر اساس این رویکرد تلفیقی، ابتدا عوامل اثرگذار بر انتخاب پروژه‌ها شناسائی و با استفاده از روش DEMATEL اولویت هر شاخص شناسائی گردید. این بخش از تحقیق از طریق مقایسه زوجی امتیازات مربوط به شاخص‌ها انجام گرفت. در ادامه مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر انتخاب سبد بهینهٔ پروژه‌ها شناسائی و به‌عنوان 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 کار ایی فنی ۰/۸۱۱ می باشد. این بدان معناست که مجموعه پروژه‌ها با ۶/۱ درصد ناکارایی مقیاس، میزان ۱۴/۰ درصد ناکارایی مدیریت و میزان ۱۸/۹ درصد ناکارایی فنی مواجه‌اند. در واقع ارقام فوق نشان می‌دهد که میانگین بیشترین کارایی برای مجموعه پروژه‌ها، مربوط به کارایی مقیاس و کمترین کارایی مربوط به کارایی فنی می‌باشد و همچنین میانگین (هندسی) کل کارایی (مقیاس، مدیریت و فنی) مجموع پروژه‌ها نیز معادل ۰/۸۶۳ می باشد که این عدد نشان دهندهٔ عملکرد نسبتا خوب کل پروژه‌ها به لحاظ کارایی می باشد. در جهت اجرای این تحقیق محدودیتهایی وجود داشت که از جمله آن‌ها می‌توان به عدم همکاری مناسب خبرگان، تکمیل اطلاعات به ده شرکت نمونه و محدود کردن تحقیق به معیارهای شناسائی شده اشاره کرد.

در پایان پیشنهادات زیر جهت تحقیقات آتی ارائه می‌گردد:

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 سلسله مراتبی فازی و ... نیز می‌تواند در ارزیابی مدل‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد؛

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱. آزاده، م، ع و همکاران. **ترکیب مدل‌های پارامتریک و ناپارامتریک برای رتبه‌بندی شرکت‌های توزیع برق**، نشریهٔ بین المللی 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. اصغرپور، محمدجواد، **تصمیم‌گیری گروهی و نظریهٔ بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات**. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.

۴. امامی میبدی، علی، اصول و اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی ـ کاربردی)، چاپ دوم، موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، ۱۳۸۴.

۵. زارع اشکذری، جلال الدین، **سیستم مدیریت سبد پروژه، مفاهیم و رویکرد. مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی 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, CooperWW, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 selectionproblem 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 uncertanty with application to project selection. Operation Research 51.115-126, 1994.

Archive of SID

www.SID.ir