صلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۰، پاییز ۹۷
صفحات ۲۵۵-۲۲۹

خوشه بندی، ارزیابی و انتخاب پروژه ها با رویکرد کوله پشتی و روش‌های تصمیم گیری چند معیاره

اعظم کشاورز حدادها*، زهرا جلیلی بال**، سیامک حاجی یخچالی***

تاریخ دریافت:۹۵/۵/۱۸
تاریخ پذیرش:۹۶/۵/۲۸

چکیده

انتخاب سبد بهینه از پروژه‌ها، ازجمله تصمیمات استراتژیک در سطح مدیریت سازمان‌های پروژه محور می‌باشد؛ که به‌عنوان یکی از مراحل اصلی و موثر در مدیریت سبد پروژه‌ها مطرح می‌گردد. به‌عبارت‌دیگر، پس از شناسایی و ارزیابی پروژه‌های مختلف، می بایست ترکیب بهینه ای از پروژه ها بر مبنای معیارهای مختلف انتخاب گردد. ازآنجایی‌که منابع سازمان‌ها معمولاً کمتر از منابع موردنیاز در پروژه‌های پیش رو سازمان‌هاست، لذا انتخاب پروژه‌ها از میان سبدی از پروژه‌ها و تصمیم‌گیری در این رابطه امری اجتناب‌ناپذیر در سازمان محسوب می‌شود. لذا حیات سازمان‌ها ارتباط تنگاتنگی با نحوه مدل‌سازی و رویکرد استفاده‌شده در سازمان، جهت انتخاب پروژه‌ها دارد. در پژوهش‌های صورت گرفته در راستای انتخاب پروژه عموماً به بحث خوشه‌بندی پروژه‌ها توجه زیادی نشده است درحالی‌که خوشه‌بندی پروژه‌ها این امکان را فراهم می‌آورد که پروژه‌ها به بالاترین بازدهی برسند. در این مقاله به ارائه مدلی جهت خوشه‌بندی، ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها خواهیم پرداخت. در ابتدا پروژه‌ها در سبدهای مختلف با استفاده از الگوریتم K-MEANS خوشه‌بندی خواهند شد، سپس به ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌های هر سبد با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای پرداخته خواهد شد. درنهایت پس از ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌ها، با استفاده از مسئله کوله‌پشتی، پروژه ها از هر سبد انتخاب خواهد شد.

کلمات کلیدی: خوشه بندی، اولویت بندی، انتخاب پروژه، فرایند تحلیل شبکه ای، رویکرد کوله پشتی.

* – کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، موسسه آموزش عالی علاء الدوله سمنانی گرمسار
** – دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه شاهد
*** –دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه تهران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه سازمانهای پروژه محور [1]بمنظور باقی ماندن در محیط رقابت جهانی ، با انتخاب درست پروژه ها و اجرای موثر آنها اهداف بلند مدت خود دنبال می کنند. بی شک مزیت رقابتی پایدار سازمانهای پروژه محور، توانمندی در اجرای موثر و کارآمد پروژه ها است. اجرای پروژه در محدوده ، زمان و هزینه برنامه ریزی شده به شیوه ای که بتوان حاشیه سود بالاتر از سطح استاندارد صنعت را ایجاد نمود، رویای مدیران سازمان های پروژه محور است. سازمانها برای دستیابی به این مهم ناگزیر از بکارگیری روشها و ابزارهای کارآمد در زمینه مدیریت پروژه ها هستند. انتخاب پروژه‌ها، از جمله تصمیمات استراتژیک در سازمان‌های پروژه محور میباشد؛ که به عنوان یکی از مراحل اصلی و تأثیرگذار در مدیریت سبد پروژه‌ها مطرح میشود. به عبارت دیگر، پس از شناسایی و ارزیابی پروژه‌های مختلف، با تعریف شاخص‌ها و معیارهای مختلف، اقدام به مقایسه پروژه‌ها کرده تا بتوان ترکیب بهینه‌ای از آنها را انتخاب نمود. از آنجایی که سازمانها با محدودیت هایی از قبیل محدودیت بودجه، منابع و زمان روبرو هستند، لذا انتخاب پروژه‌ها از میان سبدی از پروژه‌ها و تصمیم‌گیری در این رابطه امری اجتناب ناپذیر در سازمان محسوب می‌شود.

از این رو حیات سازمان‌ها ارتباط تنگاتنگی با نحوه مدل‌سازی و رویکرد استفاده شده در سازمان، جهت انتخاب پروژه‌ها دارد. چرا که در صورت انتخاب پروژه نامناسب، علاوه بر از بین رفتن منابع سازمان، فرصت‌های آینده سازمان نیز دچار خطر می‌شود. در واقع می‌توان گفت یک پروژه زمانی موفق است که تمامی انتظاراتی راکه در هنگام انتخاب شدن با آن روبرو بوده، برآورده سازد.

برای مسئله انتخاب سبد بهینه پروژه‌ها، رویکردها و مدل‌سازی‌های متنوعی ارائه شده است. در اکثر این مدل‌سازی‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور انتخاب ترکیب بهینه پروژه‌ها استفاده شده است. در این‌گونه از روش‌ها؛ معمولاً محدودیت‌های مرتبط با مسئله انتخاب پروژه‌ها چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرد، و پروژه‌ها صرفا بر مبنای مقایسه براساس

-1 Project Driven Organazition

Archive of SID

www.SID.ir

معیارهای از پیش‌تعیین شده‌ای، ارزیابی و انتخاب می‌شوند همچنین در اکثر مدل های انتخاب پروژه مسئله خوشه بندی پروژه ها که منجر به افزایش بازدهی و کاهش ریسک می گردد، نادیه گرفته می شود. با توجه به ماهیت مسئله انتخاب پروژه، که بایستی محدودیت‌های متنوعی همچون محدودیت بودجه، محدودیت زمان اجرا و... را در نظر گرفت، ترکیبی از روش تصمیم‌گیری چند معیاره و رویکرد کوله پشتی می‌تواند مثمر ثمر واقع گردد. لذا در این مقاله سعی بر آن است تا بتوان با الگوبرداری از روش فوق، مدلی به منظور انتخاب پروژه-ها، توسعه داده شود؛ به نحوی که محدودیت‌های سازمان مجری نیز در آن مد نظر قرار گرفته باشد. به این منظور در ابتدا پروژه های مورد نظر با توجه به سیاست های سازمان در خوشه های مختلف قرار گرفته می شوند سپس معیارهای مورد نیاز در انتخاب پروژه شناسایی شده و با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای وزن‌دهی می‌شوند. در ادامه با توجه به این اوزان و مد نظر قرار دادن محدودیت‌های سازمان، ترکیب بهینه پروژه‌ها انتخاب می‌گردد.

مرور ادبیات

مدل‌های زیادی برای کمک به سازمان‌ها جهت تصمیم‌گیری در مورد مسئله انتخاب پروژه‌ها توسعه داده شده است، که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد.

قاسم زاده (۱۹۹۹) یک فرایند پیش ارزیابی صلاحیت را پیشنهاد می کند که هر پروژه در آن می‌بایست به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت برآورده کردن معیارهای اولیه، پروژه می‌تواند به مرحله بعدی راه پیدا کند. چارچوب یکپارچه انتخاب سبد پروژه‌ها که توسط قاسم زاده (۱۹۹۹)ایجاد شد، بر روی رویه‌ها و طریقه مصرف ابزار و تکنیک‌ها تمرکز دارد. این چارچوب به‌طور گسترده‌ای در تحقیقات آکادمیکی و عملیاتی مورد اشاره واقع شده است. لوتسما(۱۹۹۰) و لوکاس و مور (۱۹۷۶) روش امتیازدهی را برای انتخاب پروژه‌ها پیشنهاد کردند. مدل امتیاز دهی می‌تواند همه عواملی که در فرایند انتخاب پروژه مهم می‌باشند را در نظر بگیرد و شاخصی تئوری برای انتخاب بین پروژه‌های مختلف را فراهم نماید. سانتوس (۱۹۸۹) خطی مشی‌ای همراه با تکنیک رتبه‌بندی جهت انتخاب سبد

Archive of SID

www.SID.ir

بهینه پروژه‌ها را ارائه می دهد. این روش رتبه‌بندی یک خطی مشی ساختاریافته است که چندین عامل مانند سود اقتصادی، اهداف کسب و کار و ... را همزمان در نظر می‌گیرد. به‌هرحال این روش در مورد مسائلی که در دسترسی منابع و رابطه بین پروژه‌ها را در نظر دارند، مناسب نیست.

راثی و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره فازی پروژه های شش سیگما را اولویت بندی و انتخاب کردند. آن ها از ترکیب روش تاپسیس و ویکور به صورت فازی استفاده کردند و در این مطالعه ۷ معیار حیاتی برای انتخاب پروژه ها مورد بررسی قرار گرفته و رویکرد پیشنهادی را روی یک مطالعه موردی برای بررسی کردن کارایی مدل پیاده سازی کردند.

یوسفی و هادی ونچه (۲۰۱۶) پروژه های شش سیگما را با استفاده از ترکیب روش های تصمیم گیری چندمعیاره اولویت بندی و انتخاب کردند. آن ها از ترکیب روش های تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس و تحلیل پوششی داده ها بدین منظور پرداختند و برای تمامی معیارها و پروژه های پیشنهادی وزنی به عنوان اولویت ارائه دادند. در نهایت پروژه های با اولویت بالاتر را انتخاب کردند.

رحیمی پور و همکاران (۲۰۱۶) از تکنیک های تحلیل فرآیند شبکه ای و تاپسیس در محیط فازی برای انتخاب و اولویت بندی پروژه های نفت و گازی استفاده کردند. ابتدا از روش فرآیند تحلیل شبکه ای برای وزن دهی معیارها، سپس اولویت بندی پروژه های مورد نظر با تکنیک تاپسیس فازی صورت گرفت.

صالحی و همکارانش (۲۰۱۵) در پژوهش خود از ترکیبی از روش های ویکور و تحلیل سلسله مراتبی برای مسئله انتخاب سبد پروژه استفاده کرده است.

وینو و سوآرناکار (۲۰۱۵) برای انتخاب پروژه‌های شش سیگما از ترکیبی از روش‌های دیمتل، تحلیل شبکه‌ای و تاپسیس استفاده کردند. در ابتدا روابط میان معیارها با استفاده از تکنیک دیمتل مورد ارزیابی قرار گرفت سپس وزن دهی به معیارها و پروژه‌ها با تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای انجام شد و درنهایت با استفاده از نتایج وزن دهی به پروژه‌ها، پروژه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

مناسب با تکنیک تاپسیس انتخاب شدند. همچنین کارایی مدل پیشنهادی با اجرا در یک مورد مطالعاتی مورد ارزیابی قرار گرفت.

کاظمی و همکاران (۱۳۹۱)به اولویت بندی پروژه های بهبود، پرداخته اند. آن ها پس از خودارزیابی پروژه ها بر اساس مدل EFQM که از سوی خبره های صنعت مورد مطالعه، بدست آمده است، به اولویت بندی پروژه ها با استفاده از روش ترکیبی AHP گروهی- فازی و ماتریس تلاش- موفقیت به طراحی یک نرم افزار پرداختند که توسط دو روش مذکور، پروژه ها را اولویت بندی می کند.

آمل سینق (۲۰۱۴) به ارائه روشی برای اولویت بندی پروژه ها پرداخته است. وی از یک الگوریتم ترکیبی برای این مطالعه استفاده کرده است. او مسئله زمان بندی چند پروژه ای را با اولویت بندی پروژه ها و ضمن در نظر گرفتن منابع محدود مدل کرده است.

همچنین مدل‌های متنوعی از برنامه‌ریزی ریاضی در مورد مسئله انتخاب سبد پروژه‌ها معرفی شده است. مدل‌های ریاضی، مدل‌های بهینه‌سازی هستند که از تکنیک‌های برنامه ریزی ریاضی برای انتخاب سبد بهینه پروژه‌ها از بین پروژه‌های کاندید، در راستای حداکثر نمودن هدف و همچنین راضی نمودن محدودیت‌های منابع، می‌نمایند.

علی نژاد و سیمیاری (۱۳۹۲) با استفاده از رویکرد تلفیقی دیمتل و تحلیل پوششی داده ها به انتخاب سبد بهینه پروژه ها پرداختند، بدین صورت که ابتدا با استفاده از روش دیمتل شاخص های مؤثر بر انتخاب پروژه ها را شناسایی کرده و سپس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها و شاخص های مشخص شده از روش دیمتل امتیاز کارایی پروژه ها را بدست آورده و بر مبنای این امتیاز کارایی پروژه ها را رتبه بندی کردند. اشمیت (۱۹۹۳) مدل برنامه‌ریزی غیرخطی را برای بررسی وابستگی پروژه‌های کاندید ارائه می‌کند. سه نوع از برهم کنش‌ها در این مدل، برهمکنش‌های سود، خروجی و منابع نامیده می‌شوند که پس از مدلسازی مسئله، الگوریتم شاخه و کران برای حل این مدل پیشنهاد شده است. بدری (۲۰۰۱) یک مدل برنامه-ریزی آرمانی برای انتخاب سبد پروژه در پروژه‌های سیستم‌های اطلاعاتی، ارائه نمود. استامر و هایدنبرگ (۲۰۰۳) یک مدل و روش جستجو برای سبد بهینه پارتو در فرایند تصمیم‌گیری

Archive of SID

www.SID.ir

چندمرحله‌ای پیشنهاد نموده است. ارزیابی ارزش سبدهای پیشنهادشده به‌طور گسترده به‌وسیله مدل‌های وزن‌دهی چند ضابطه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است.

گاتیار و همکاران(۲۰۱۱) به منظور انتخاب سبد یا پورتفولیوی پروژه‌ها به ارائه یک مدل بهینه سازی خطی چند هدفه با در نظر گرفتن راندمان نیروی انسانی پرداخته اند.

پنگسری (۲۰۱۵) برای انتخاب پروژه از روش تصمیم گیری چند معیاره استفاده کرد او از ترکیبی از سه روش دلفی ، تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس استفاده کرد. در پژوهش وی برای وزن دهی به معیارها از تحلیل سلسله مراتبی و برای اولویت بندی به معیارها از تاپسیس بهره گرفته شده است.

کارازو و همکاران (۲۰۱۰) برای مسئله انتخاب پورتفولیوی پروژه‌ها به ارائه یک مدل جامع چند هدفه پرداختند. در این مطالعه یک مدل برنامه ریزی چند هدفه صفر و یک طی یک افق زمانی پیشنهاد دادند که هم پورتفولیوی کارآمد پروژه ها را انتخاب می کرد و هم زمانبندی بهینه پروژه‌ها را با توجه به محدودیت های منابع ، نیازهای استراتژیک و وابستگی و تأثیر متقابل پروژه ها به هم مشخص می‌کرد.

ازآنجایی‌که مسئله انتخاب پروژه با محدودیت منابع، از دسته مسائل ان پی هارد، است (دورنر،۲۰۰۴) در سالهای اخیر از روش‌های فرا ابتکاری و ابتکاری بکار گرفته شده اند.

الگوریتم‌های تدریجی و تکاملی (مداگلیا ،۲۰۰۷) و الگوریتم‌های کلونی (دورنر،۲۰۰۴) نیز برای حل این نوع از مسائل استفاده شده است. تاسان و همکارش(۲۰۱۵) به منظور حل همزمان مسئله انتخاب و زمانبندی در شبکه‌های منفصل؛ که غالباً در آن‌ها، مسائل انتخاب و زمان‌بندی پروژه به صورت جداگانه بررسی می‌شود، از یک روش الگوریتم ژنتیک یکپارچه استفاده نمودند. در روش ارائه شده توسط آن‌ها، رویکرد تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای استفاده گردید.

راسی و همکاران (۲۰۱۵) برای انتخاب پروژه های شش سیگما از تاپسیس استفاده کرده است. هم چنین وینو و همکارانش(۲۰۱۵) نیز برای انتخاب پروژه های شش سیگما از ترکیبی از روش های تاپسیس، دیمتل و فرایند تحلیل شبکه ای استفاده کردند.

Archive of SID

www.SID.ir

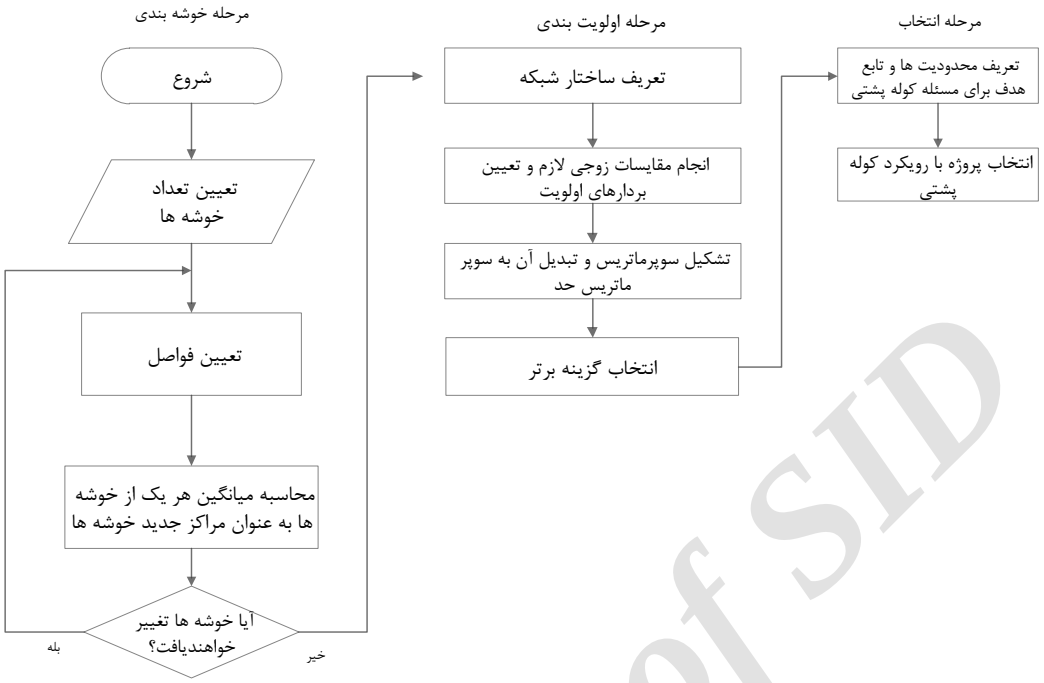
برت دریک و همکارانش (۲۰۰۵) یک روش کیفی سه مرحله‌ای در حل مسئله سبد پروژه در صنعت فناوری اطلاعات معرفی کردند که همبستگی قوی بین افزایش فرآیندهای سبد پروژه و کاهش مسائل مرتبط با پروژه‌ها و بین عملکرد پروژه‌ها برقرار می‌کرد که با توجه به نمودارهای رسم شده، به مقایسه عملکرد روش در هر یک از سه مرحله اجرای الگوریتم پرداختند. همچنین رفیعی و همکارانش(۲۰۱۴) مسئله انتخاب و زمانبندی پروژه‌های چند دوره‌ای را مورد بررسی قرار دادند و از رویکرد برنامه‌ریزی احتمالی چند مرحله‌ای در حل آن استفاده نمودند.

مدل پیشنهادی

در این قسمت مدل پیشنهادی مسئله خوشه‌بندی، ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها ارائه می‌گردد به این صورت که در هر مرحله چه گام‌هایی وجود دارد. گام‌های هر مرحله و همچنین ارتباط میان مراحل، به‌طور کامل در شکل ۱ نشان داده‌شده است. در این مقاله طبق فرآیند نشان داده شده در شکل۱ ابتدا پروژه ها با استفاده از الگوریتم k-means خوشه بندی میشوند سپس به ارزیابی و وزن دهی به پروژه ها در هرخوشه با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای پرداخته شده و در نهایت با استفاده از رویکرد کوله پشتی و با استفاده ار نتایج روش فرآیند تحلیل شبکه ای، پروژه های مناسب از هر خوشه انتخاب می گردند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۸: مراحل انجام تحقیق (منبع: نگارنده)

خوشه بندی با الگوریتم K-MEAN

روش های خوشه بندی مختلفی برای خوشه بندی استفاده می شوند اما در میان آنها خوشه بندی به روش K-Mean بطور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته است. K-Mean در مسائل NP-Hard شناخته شده است.

K-Mean الگوریتم مناسبی برای خوشه بندی پروژه ها است. در این مطالعه الگوریتم K-Mean برای خوشه بندی پروژه ها در هر سبد مورد استفاده قرار میگیرد.

گام های اساسی الگوریتم K-Mean به شرح زیر است:

گام اول: انتخاب k داده بعنوان مراکز خوشه ها

گام دوم:تعیین فواصل داده ها با مراکز خوشه ها

گام سوم: قرار دادن داده هایی که به مرکز خوشه ها نزدیکترند در خوشه مربوطه

Archive of SID

www.SID.ir

گام چهارم: محاسبه میانگین هر یک از خوشه ها به عنوان مراکز جدید خوشه ها
گام پنجم: تکرار مراحل دوم تا چهارم تا رسیدن به عدم تغییر در خوشه ها

معیارهای انتخاب پروژه

در این بخش در ابتدا معیارهای مختلف مسئله انتخاب پروژه معرفی می‌شوند. برای شناسایی معیارهای تاثیر گذار در انتخاب سبد پروژه از مطالعات کتابخانه‌ای شامل بررسی کتاب‌ها و همچنین مقالات مرتبط استفاده شده است. از آنجایی که مطالعات پیشین اکثر در برگیرنده معیارهای موثر متنوعی می باشند، در این قسمت سعی شده است تا معیارهای مؤثر شناسایی شده، از جامعیت و همچنین منطق مناسبی از منظر تأثیرگذاری بر مسئله انتخاب پروژه برخوردار باشند. در شرکت یا سازمان مورد بررسی این معیارها از طریق پرسشنامه یا مصاحبه با خبرگان که بر اساس مقایسات زوجی شکل گرفته است، تعیین می گردند. لیستی از این معیارها در جدول (۱) با بکارگیری مقالاتی همچون بلیچفلت و همکاران ۲۰۰۸، الونل ۲۰۰۳،دریک ۲۰۰۵ ، پنگسری ۲۰۱۵ و رحیمی پور و همکاران۲۰۱۶ و ... ارائه شده اند.

جدول ۱- معیارهای تاثیر گذار بر انتخاب پروژه

سودآوری
برنامه استراتژیک سازمان
محدودیت‌های پروژه
مهارت مدیران و کارکنان سازمان
تجربه سازمان در پروژه‌های مشابه
درصد ریسک پروژه
ریسک پذیر بودن سازمان
تکنولوژی موردنیاز
زمان تکمیل پروژه‌ها
همراستایی پروژه با اهداف و استراتژی‌های سازمان

Archive of SID

www.SID.ir

تورم
مزیت رقابتی
فرصت‌های بازار
تخصص و مهارت رقبای موجود
منابع انسانی پروژه
اهمیت پروژه برای موفقیت‌های اتی شرکت
میزان رضایت مشتریان
نرخ بازگشت سرمایه

در این مقاله نیز سعی می شود تا جهت انتخاب سبد بهینه پروژه، از معیارهای ارائه شده در جدول فوق استفاده شود. در ادامه روش بکاررفته جهت وزن‌دهی معیارهای منتخب بررسی می‌شود؛ تا بتوان با بهره‌گیری از آن‌ها در مدل‌سازی اصلی مسئله، ترکیب بهینه پروژه‌ها را انتخاب نمود.

فرایند تحلیل شبکه‌ای و مراحل آن

روش تحلیل شبکه‌ای بوسیله ساعتی و تاکی زاوا در سال ۱۹۸۶ پیشنهاد گردید. روش ANP تعمیم یافته روش AHP می باشد. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی موثرند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی‌توان از روش AHP استفاده کرد.

گام‌های فرایند تحلیل شبکه‌ای به شرح زیر است:

گام اول: تعریف ساختار شبکه

مسئله مورد بررسی باید بصورت روشن به یک سیستم منطقی، مثل یک شبکه تبدیل گردد. در این مرحله موضوع مورد نظر به یک ساختار شبکه‌ای که در آن گره‌ها به عنوان خوشه‌ها مطرح می باشند، تبدیل می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

گام دوم: انجام مقایسات زوجی لازم وتعیین بردارهای اولویت

مشابه مقایسات زوجی که در روش AHP صورت می‌گیرد، عناصر تصمیم در هر یک از خوشه‌ها، بر مبنای میزان اهمیت آن‌ها در ارتباط با معیارهای کنترلی دو به دو مقایسه می‌شوند. خود خوشه‌ها نیز بر مبنای نقش و تاثیر آن‌ها در رسیدن به هدف ، دو به دو مورد مقایسه قرار می‌گیرند. تصمیم‌گیران در ارتباط با مقایسه زوجی عناصر و یا خود خوشه‌ها دو به دو باید تصمیم‌گیری کنند. افزون بر این، وابستگی‌های متقابل بین عناصر یک خوشه نیز باید دو به دو مورد مقایسه قرار گیرند. تاثیر هر عنصر بر روی عنصر دیگر از طریق بردار ویژه قابل مطرح شدن است. اهمیت نسبی عناصر بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی ارزیابی می‌شود. در این قسمت بردار اهمیت داخلی محاسبه می‌شود که نشانگر اهمیت نسبی (ضریب اهمیت) عناصر یا خوشه‌ها است که از طریق رابطه زیر بدست می‌آید:

$$AW = \lambda_{max}$$

که در آن:

A: ماتریس مقایسه دودویی معیارها

W: بردار ویژه (ضریب اهمیت)

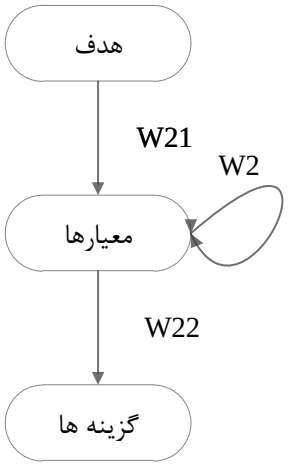
λ_{max}: بزرگترین مقدار ویژه عددی است.

گام سوم: تشکیل سوپر ماتریس و تبدیل کردن آن به سوپر ماتریس حد

بمنظور رسیدن به اولویت‌های کلی در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت‌های داخلی (یعنی W های محاسبه شده) در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شوند. در نتیجه یک سوپرماتریس (در واقع یک ماتریس تقسیم‌بندی شده) که هر بخش از این ماتریس ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد، حاصل می‌شود. شکل ۲ نشان دهنده شمای کلی مسئله تصمیم گیری با استفاده از روش ANP می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: شمای کلی مسأله تصمیم گیری

گام چهارم: اولویت کلی گزینه ها

در صورتی که سوپر ماتریس تشکیل شده در مرحله سوم، کل شبکه را در نظر گرفته باشد(بدین معنا که گزینه‌ها نیز در سوپر ماتریس لحاظ شده باشند)، اولویت کلی گزینه‌ها از ستون مربوط گزینه‌ها در سوپر ماتریس حد نرمالیزه شده قابل دستیابی است. اگر سوپر ماتریس، فقط بخشی از شبکه که وابستگی متقابل دارند را مشمول شود و گزینه‌ها در سوپر ماتریس در نظر گرفته نشوند، محاسبات بعدی لازم است صورت بگیرد تا اولویت کلی گزینه‌ها حاصل گردد. گزینه‌ای که بیشترین اولویت کلی را داشته باشد، بعنوان برترین گزینه برای موضوع مورد نظر انتخاب می‌شود.

رویکرد کوله پشتی

مسئله انتخاب پروژه، فعالیتی دوره ای است بمنظور انتخاب سبدی مناسب و مطلوب از میان پروژه های پیشنهادی سازمان و پروژه های در حال اجرا، که بتواند اهداف سازمانی را به صورتی مطلوب و بدون اتلاف منابع و یا صرف نظر از برخی محدودیت ها برآورده نماید. در انتخاب سبد پروژه ها، اساسی ترین سوال این است که سبد حاوی چه پروژه هایی باشد تا هم

Archive of SID

www.SID.ir

سو با اهداف سازمان پیش رویم. در انتخاب این ترکیب از پروژه ها، عواملی نظیر فرصت ها، میزان هم سویی پروژه با اهداف استراتژیک سازمان ،هزینه ، سود و ریسک باید در نظر گرفته شود.

فرآیند انتخاب پروژه میتواند تحت محدودیتهای مختلف باشد، اما این مسئله با محدودیت هایی نظیر محدودیت بودجه ، مسئله ای است که پیشینه ای طولانی دارد و این فرآیند توسط مسئله کوله پشتی[۱] نشان داده می شود . با اطلاعات قطعی داده شده، تلاش میشود تا کوله پشتی با هدف ماکزیمم کردن ارزش کلی آن تحت محدودیت حجم کوله پشتی، پر گردد. این مسئله توسط روش هایی از قبیل گیلاس چینی[۲] حل می شود . به این ترتیب که پروژه ها بر مبنای نسبت ارزش آن پروژه به بودجه مصرفی آن مرتب میشوند و با شروع از عدد با نسبت بالاتر، انتخاب پروژه آغاز می گردد و پروژه منتخب از فهرست پروژه های بالقوه برای انتخاب حذف می شود.

در مسئله کوله پشتی داریم:

V_i: وزن حاصل از تکنیک فرایند تحلیل شبکه ای پروژه i

C_i:: هزینه پروژه i

B: مقدار بودجه در دسترس برای اجرای پروژه ها

متغیر:

X_i : انتخاب یا عدم انتخاب پروژه -i

$$max \sum_{i=1}^{n} V_i X_i$$

S.t.

$$\sum_{i=1}^{n} C_i X_i \leq \boldsymbol{B} \qquad \forall i = 1,2,\dots,n$$

12 Knapsack Problem
13 Cherry Picking

Archive of SID

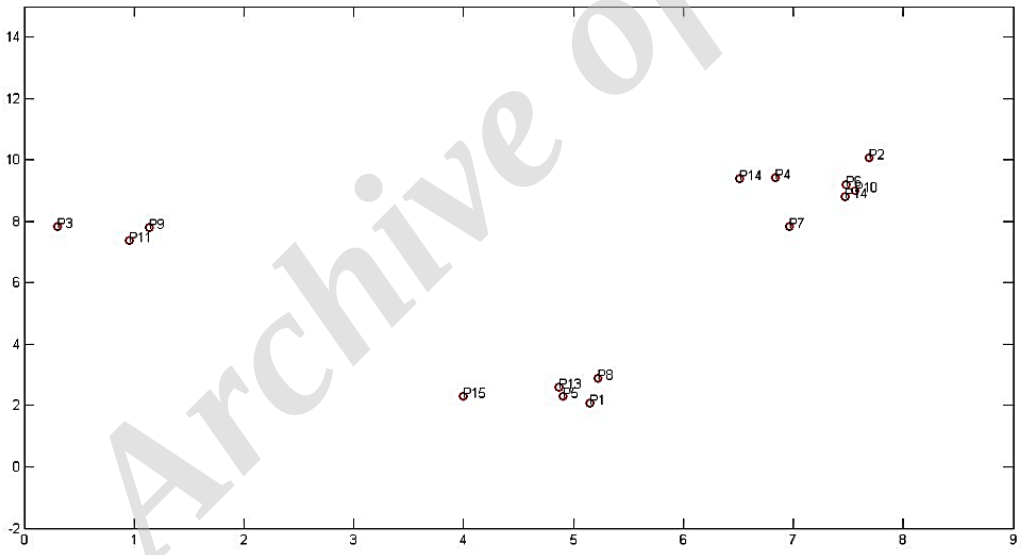
www.SID.ir

$X_i \in \{0,1\}$

مطالعه موردی (سازمان پروژه محور)

خوشه‌بندی پروژه‌ها

با مصاحبه با خبرگان شرکت و نظرسنجی از آن‌ها، خوشه‌های پروژه‌های شرکت موردنظر مشخص شدند و ازآنجاکه خوشه‌ها در این شرکت مشخص بودند، الگوریتم k-means به‌عنوان ابزاری کارآمد جهت خوشه‌بندی پروژه‌ها مشخص گردید. نتایج خوشه‌بندی پروژه‌های شرکت با استفاده از الگوریتم k-means در شکل ۳ نشان داده‌شده است، که با استفاده از نرم‌افزار متلب انجام‌گرفته است. با توجه به مسائل محرمانه شرکت و درخواست شرکت مبنی بر نبردن نام خوشه‌ها و پروژه‌های ذی‌ربط، نام دقیق هر خوشه و همچنین نام پروژه‌های هر خوشه بیان‌نشده است. در جدول ۲ نیز پروژه‌های هر خوشه مشخص‌شده‌اند.



شکل ۳ :خروجی حاصل از خوشه بندی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- نتایج خوشه بندی پروژه ها

خوشه۱	خوشه۲	خوشه۳
P1	P2	P3
P5	P4	P9
96	P7	P10
P8	P14	P11
P12	P16	P13
	P18	P15
	P19	P17
	P21	P20
	P22	P23
	P25	P24

در ادامه پروژه‌های مربوط به هر خوشه به‌طور مستقل، مورد ارزیابی قرارگرفته و با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای وزن دهی و رتبه‌بندی می‌گردند.

وزن‌دهی به معیارها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

پس از خوشه‌بندی پروژه‌ها، به اولویت‌بندی و ارزیابی پروژه‌ها در هر خوشه می‌پردازیم بدین منظور اولین گام تعیین معیارهای انتخاب پروژه است. برای تعیین این معیارها پرسشنامه‌ای در میان خبرگان و کارشناسان شرکت مذبور توزیع شد و معیارهایی معین گردید و سپس با استفاده از آزمون t-student و پرسشنامه‌ای برای این آزمون معیارها را معین کردیم.

آزمون تی آماری

این فرضیه که کلیه شاخص‌ها در مطالعه مورد نظر کاربرد دارند با استفاده از آزمون تی آماری مورد آزمون قرار گرفت که جدول۳ نشان‌دهنده نتایج حاصل از این آزمون است. آزمون مربوط به تائید شاخص‌ها آزمون تی آماری است. زیرا این آزمون بمنظور توزیع‌های نرمال با میانگین نامعلوم و واریانس نامعلوم مورداستفاده قرار می‌گیرد. با توجه به این امر که نمونه مورد مطالعه از ۳۰ نفر بیشتر است و همچنین با توجه به این امر که جامعه موردمطالعه در این

Archive of SID

www.SID.ir

پژوهش دارای واریانس نامعلوم نیست، بر اساس قضیه حد مرکزی مجاز به استفاده از این آزمون می‌باشیم.

جدول۱. نتایج آزمون تی آماری (منبع: نگارنده)

ردیف	شاخص‌ها	مقدار t	سطح معنی‌داری	انحراف از میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪		میانگین	رد/ قبول
					حد بالا	حد پایین		
۱	تجربیات سازمان در پروژه‌های مشابه	۳,۳۸۹	۰,۰۱۱	۰,۷۲۷۱	۰,۶۵۵	۰,۱۶۵	۴,۴۳۷۴	قبول
۲	شایستگی مدیران و کارکنان سازمان	۲,۴۵۶	۰,۰۰۵	۰,۸۰۱۲	۰,۶۵۹	۰,۰۸۸۹	۴,۳۷۴۱	قبول
۳	نقاط ضعف و قدرت سازمان	۲,۸۳۰	۰,۰۲۰	۰,۷۹۸۴۳	۰,۶۳۱	۰,۰۵۸۳	۴,۳۳۳۵	قبول
۴	سطح ریسک پروژه	۲,۳۴۵	۰,۰۰۹	۰,۸۶۵۴	۰,۷۵۳	۰,۱۲۱۰	۴,۲۸۶۷	قبول
۵	میزان منابع سازمان	۱,۷۵۳	۰,۱۰۷	۰,۷۴۶۰	۰,۴۷۶	-۰,۰۵۴۳	۲,۲۲۱۰	رد
۶	تکنولوژی موردنیاز پروژه	۲,۲۸۳	۰,۰۰۴	۰,۶۵۴۸	۰,۸۳۴	۰,۰۴۹۹	۴,۲۳۴۸	قبول
۷	حمایت ذینفعان	۲,۲۳۶	۰,۰۲۹	۰,۸۳۶۵	۰,۶۸۹	-۰,۰۹۴۵	۴,۲۷۶۱	قبول
۸	ورود به بازارهای منطقه‌ای	۲,۲۵۲	۰,۰۴۴	۰,۶۴۱۲	۰,۶۵۹	۰,۰۶۵۴	۴,۳۷۵۴	قبول
۹	تکنولوژی	۲,۲۶۱	۰,۰۱۴	۰,۷۸۹۴	۰,۹۰۹	۰,۰۷۸۹	۴,۳۲۲۲	قبول

Archive of SID

www.SID.ir

ردیف	شاخص‌ها	مقدار t	سطح معنی‌داری	انحراف از میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪		میانگین	رد/ قبول
					حد بالا	حد پایین		
	موردنیاز پروژه							
۱۰	ارزش خالص فعلی پروژه	۲,۴۲۲	۰,۰۱۶	۰,۸۲۲۴	۰,۵۴۴	۰,۰۶۸۷	۴,۴۲۵۷	قبول
۱۱	دوره بازگشت سرمایه	۲,۲۲۵	۰,۰۱۶	۰,۶۷۵۲	۰,۸۳۱	۰,۰۶۳۲	۴,۲۹۷۶	قبول
۱۲	مدت‌زمان تکمیل پروژه	۱,۵۲۳	۰,۱۵۱	۰,۹۶۷۱	۰,۸۰۱	-۰,۰۷۶۵	۲,۲۴۰۰	رد
۱۳	همسویی پروژه با استراتژی و چشم‌انداز سازمان	۲,۱۰۸	۰,۰۱۲	۰,۸۱۴۲	۰,۶۰۹	۰,۰۸۲۴	۴,۳۲۲۲	قبول
۱۴	تعداد و مهارت رقبای موجود	۲,۶۳۳	۰,۰۱۹	۰,۸۲۲۲	۰,۶۴۳	۰,۰۸۸۹	۴,۴۱۱۲	قبول
۱۵	محدودیت‌های پروژه	۱,۷۸۱	۰,۰۶۷	۰,۵۸۳۲	۰,۶۲۲	-۰,۰۴۳۵	۲,۱۷۶۲	رد
۱۶	سیاست‌های هیئت‌مدیره	۲,۲۸۴	۰,۰۲۵	۰,۷۹۶۶	۰,۶۴۷	۰,۰۷۶۶	۴,۳۴۹۱	قبول

با توجه به نتایج آزمون تی آماری، درنهایت معیارها و زیر معیارهای منتخب در سازمان موردنظر برای مسئله انتخاب پروژه، در جدول ۴ آورده شده است.

جدول۲. معیارها و زیر معیارهای مطالعه موردی

هدف	انتخاب پروژه			
معیارهای	عوامل سازمانی	عوامل اجرایی(C_2)	عوامل	عوامل بازار(C_4)

Archive of SID

www.SID.ir

اصلی	(C_1)		اقتصادی(C_3)	
زیر معیارها	تجربیات سازمان در پروژه‌های مشابه	سطح ریسک پروژه	ارزش خالص فعلی پروژه	ورود به بازارهای منطقه‌ای
	شایستگی مدیران و کارکنان سازمان	تکنولوژی موردنیاز پروژه	دوره بازگشت سرمایه	تعداد و مهارت رقبای موجود
	نقاط ضعف و قدرت سازمان	حمایت ذینفعان		
	سیاست‌های هیئت‌مدیره	محدودیت‌های پروژه		
		همسویی پروژه با استراتژی و چشم‌انداز سازمان		

پس از تعیین معیارها زیر معیارها ، با تدوین پرسشنامه‌ای که در پیوست ارائه‌شده است، و توزیع آن میان کارشناسان شرکت موردنظر، مقایسات زوجی میان معیارها، زیر معیارها و همچنین پروژه‌ها انجام شد و با استفاده از نرم‌افزار Super Decision، معیارها، زیر معیارها و پروژه‌ها وزن دهی و رتبه‌بندی شدند. نتایج وزن دهی به معیارها و زیر معیارها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای در جدول ۵ آورده شده است.

Archive of SID

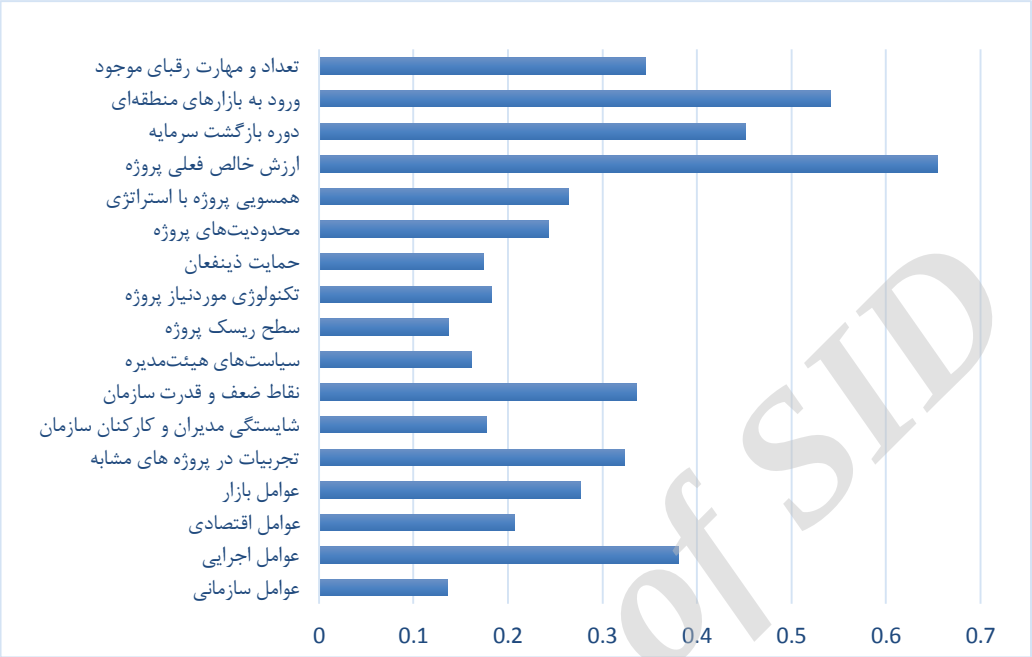
www.SID.ir

جدول۳. نتایج وزن دهی به معیارها و زیر معیارها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

معیار	وزن
عوامل سازمانی	۰,۱۳۵۵۵
عوامل اجرایی	۰,۳۸۰۹۳
عوامل اقتصادی	۰,۲۰۶۵۴
عوامل بازار	۰,۲۷۶۹۹
تجربیات سازمان در پروژه‌های مشابه	۰,۳۲۳۴۷
شایستگی مدیران و کارکنان سازمان	۰,۱۷۶۹۶
نقاط ضعف و قدرت سازمان	۰,۳۳۶۰۲
سیاست‌های هیئت‌مدیره	۰,۱۶۱۵۴
سطح ریسک پروژه	۰,۱۳۷۱۴
تکنولوژی موردنیاز پروژه	۰,۱۸۲۶۱
حمایت ذینفعان	۰,۱۷۳۶۰
محدودیت‌های پروژه	۰,۲۴۲۸۲
همسویی پروژه با استراتژی و چشم‌انداز سازمان	۰,۲۶۳۸۴
ارزش خالص فعلی پروژه	۰,۶۵۴۱۵
دوره بازگشت سرمایه	۰,۴۵۱۱۱
ورود به بازارهای منطقه‌ای	۰,۵۴۱۱۱
تعداد و مهارت رقبای موجود	۰,۳۴۵۸۵

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤. نتایج اولویت‌دهی به معیارها و زیر معیارها

شکل ۴ نشان دهنده نتایج اولویت بندی معیارها و زیرمعیارها می باشد. همچنین نتایج وزن دهی به پروژه‌ها نیز در شکل‌های ۵، ۶ و ۷ آورده شده است.

Name	Graphic	Normals
p3		0.380889
p9		0.318277
p11		0.300834

شکل۵. نتایج وزن دهی پروژه‌های خوشه ۱

Archive of SID

www.SID.ir

Name	Graphic	Normals
p2		0.161957
p4		0.124949
p6		0.166180
p7		0.084287
p10		0.131076
p12		0.159600
p14		0.171950

شکل٦. نتایج وزن دهی پروژه‌های خوشه ۲

Name	Graphic	Normals
p1		0.218343
p5		0.212418
p8		0.181829
p13		0.151775
p15		0.235636

شکل۷ . نتایج وزن دهی پروژه‌های خوشه ۳

در ادامه با توجه به اولویت و وزن پروژه‌ها در هر خوشه، از میان پروژه‌های موجود، پروژه‌های مناسب جهت اجرا با توجه به محدودیت بودجه ، با استفاده از رویکرد کوله‌پشتی انتخاب می گردند.

انتخاب پروژه با رویکرد کوله‌پشتی

همانطور که پیش تر نیز گفته شد، در این مقاله به دنبال تصمیم گیری در رابطه با انتخاب و یا رد برخی پروژه های پیشنهادی به سازمان می باشیم. بدین منظور یک رویکرد ترکیبی ارائه شده است که در بخش ۴-۱ و ۴-۲ نتایج آن قابل مشاهده می باشد. حال می بایست با بهره گیری از نتایج بخش های ۴-۱ و ۴-۲ و همچنین برخی اطلاعات مربوط به پروژه ها که از جمله پارامترهای مدل پیشنهادی می باشند، به تصمیم گیری نهایی در رابطه با انتخاب و یا عدم انتخاب پروژه های پیش روی سازمان با استفاده از مدل ریاضی که به صورت رویکرد کوله

Archive of SID

www.SID.ir

پشتی ارائه شده است،پرداخته می شود. این مدل با استفاده از نرم افزار GAMS 24.1.2 کدنویسی شده و در رایانه ای با ریزپردازنده CPU Core i7 و 4.0 GB RAM نتایج بدست آمده مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

در این مقاله، تعداد ۲۵ پروژه پیشنهادی مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند که در بخش ۴-۱ مشاهده می شود که این پروژه ها در ۳ خوشه طبقه بندی شده اند. سپس با مد نظر قرار دادن معیارهای جدول ۴ و پیاده سازی روش فرآیند تحلیل شبکه ای، در هر خوشه به صورت جداگانه، وزنی برای هر پروژه حاصل می شود که با V_i در جداول ۶ ،۷و۸ مشخص شده است. با توجه به اینکه مسئله کوله پشتی تنها دارای یک محدودیت بوده و این محدودیت نیز، محدودیت بودجه د نظر گرفته شده، می بایست هزینه هر پروژه نیز در دسترس باشد که در جداول ۶ ،۷و۸ مشخص شده است. در این مدلسازی هدف حداکثر کردن اولویت پروژه ها با توجه به محدودیت بودجه می باشد.

جدول٤: اطلاعات پروژه‌های خوشه ۱

پروژه	هزینه C_i (میلیون ریال)	وزن پروژه‌ها V_i حاصل از فرایند تحلیل شبکه‌ای
P3	۴۴۱۲۰۱	۰,۳۸۰۸۹۹
P9	۳۱۲۴۰	۰,۳۱۸۲۷۷
P11	۸۲۸۷۷۲	۰,۳۰۰۸۳۴

جدول۵. اطلاعات پروژه‌های خوشه ۲

پروژه	هزینه C_i (میلیون ریال)	وزن پروژه‌ها V_i حاصل از فرایند تحلیل شبکه‌ای
P2	۳۱۵۱۲۰۰	۰,۱۶۱۹۵۷
P4	۴۳۳۲۹۰	۰,۱۲۴۹۴۹
P6	۱۰۶۳۵۳۰	۰,۱۶۶۱۸۰
P7	۵۹۸۷۲۸۰	۰,۰۸۴۲۸۷
P10	۷۰۹۰۲۰۰	۰,۱۳۱۰۷۶

Archive of SID

www.SID.ir

P12	۱۰۶۳۵۳۰	۰,۱۵۹۶۰۰
P14	۱۵۷۵۶۰۰	۰,۱۷۱۹۵۰

جدول٦. اطلاعات پروژه‌های خوشه۳

پروژه	هزینه C_i (میلیون ریال)	وزن پروژه‌ها V_i حاصل از فرایند تحلیل شبکه‌ای
P1	۱۵۷۵۶۰۰	۰,۲۱۸۳۴۳
P5	۱۰۶۳۵۳۰	۰,۲۱۲۴۱۸
P8	۹۸۴۷۵۰۰	۰,۱۸۱۸۲۹
P13	۳۹۳۹۰	۰,۱۵۱۷۷۵
P15	۴۷۲۶۸۰	۰,۲۳۵۶۳۶

با استفاده از اطلاعات مربوط به پروژه‌ها و پس از اجرای مدل در نرم‌افزارGAMS ، پروژه‌های مناسب در هر خوشه انتخاب شدند. در خوشه اول، پروژه های ۳و۹، در خوشه دوم پروژه های ۲،۴،۶و۱۴ و در خوشه سوم پروژه های ۱،۵ و ۱۵ انتخاب شدند و مابقی پروژه ها رد شدند. نتایج حاصل از حل مدل انتخاب پروژه با رویکرد کوله‌پشتی با محدودیت بودجه و وضعیت انتخاب و رد پروژه ها در جدول ۹ آورده شده است.

جدول۷. نتایج انتخاب پروژه‌ها با رویکرد کوله‌پشتی

خوشه مربوطه	پروژه‌های انتخاب‌شده
۱	P3
۱	P9
۲	P2
۲	P4
۲	P6
۲	P14
۳	P1
۳	P5
۳	P15

Archive of SID

www.SID.ir

همان‌گونه که از جدول۹ مشخص است، به سبب محدودیت بودجه شرکت، از هر خوشه تنها چند پروژه انتخاب شدند و برخی پروژه ها با توجه به اینکه از نظر هزینه ای و نسبت به اولویتشان نسبت به دیگر پروژه ها به صرفه نبودند، رد شدند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مسئله انتخاب پروژه از جمله مهمترین تصمیمات استراتژیک در اکثر سازمان‌ها، علی الخصوص سازمان‌های پروژه محور می‌باشد؛ که در صورت انتخاب نادرست پروژه ها می-تواند اثرات نامطلوبی برای سازمان بدنبال داشته باشد و منابع و فرصت های استراتژیک سازمان را از دست بدهد. از طرف دیگر، محدودیت‌های سازمانی همچون محدودیت منابع، محدودیت منطقه جغرافیایی و .. از جمله مسائلی هستند که سازمان‌ها را با چالش‌های جدی در زمان انتخاب و پیاده‌سازی پروژه‌ها مواجه می‌کنند. لذا انتخاب پروژه بر اساس محدودیت-های موجود، ضرورتی اجتناب ناپذیر مینماید. بدین منظور در این مقاله سعی شد تا با بهره-گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و رویکرد کوله پشتی، ساختاری جهت انتخاب سبد بهینه پروژه‌ها توسعه داده شود به نحوی که بتواند شریط واقعی موجود همچون محدودیت‌های سازمانی را نیز مد نظر قرار دهد، و در عین حال بیشترین تطابق را با نظرات خبرگان داشته باشد. علی‌رغم ساختار ارائه شده در این مقاله، به منظور کاربری‌تر کردن آن، میتوان در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت را به عنوان تحقیقات آتی پیشنهاد نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

ج. کاظمی، م.رکنی، ا. اخروی، اولویت‌بندی پروژه‌های بهبود EFQM با استفاده از روش AHP فازی گروهی و ماتریس تلاش

موفقیت: مطالعه موردی یک صنعت تولیدی، مدیریت تولید و عملیات، دوره سوم پیاپی،۱۳۹۱، ۱۱۹-۱۳۴.

ع. علی نژاد، ک. سیمیاری، انتخاب سبد بهینه پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی DEA/DEMATEL ،مطالعات مدیریت صنعتی، دوره ۱۱، شماره ۲۸، ۱۳۹۲، ۴۱-۶۰.

A. F. Carazo, T. Gómez, J. Molina, A. G. Hernández-Díaz, F. M. Guerrero, and R. Caballero, "Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection," Computers & Operations Research, vol. 37, no. 4, pp. 630–639, Apr. 2010.

A. Singh, " Resource Constrained Multi-Project Scheduling with Priority Rules & Analytic Hierarchy Process" , Procedia Engineering, vol 69, pp.725 – 734.2014.

Badri, M. A., Davis, D., & Davis, D. (2001). A comprehensive 0–1 goal programming model for project selection. *International Journal of Project Management, 19*(4), 243-252.

Blichfeldt, B. S., Eskerod, P. Project portfolio management – There's more to it than what management enacts, International Journal of Project Management ۲۶ (۲۰۰۸), PP ۳۵۷–۳۶۵.

De Reyck, B., Grushka-Cockayne, Y., Lockett, M., Calderini, S. R., Moura, M., & Sloper, A. (2005). The impact of project portfolio management on information technology projects. *International Journal of Project Management, 23*(7), 524-537.

Doerner, K., Gutjahr, W. J., Hartl, R. F., Strauss, C., & Stummer, C. (2004). Pareto ant colony optimization: A metaheuristic approach to multiobjective portfolio selection. *Annals of Operations Research, 131*(1-4), 79-99.

Dos Santos, B. L. (1989). *Selecting information systems projects: problems, solutions and challenges.* Paper presented at the System

Archive of SID

www.SID.ir

Sciences, 1989. Vol. III: Decision Support and Knowledge Based Systems Track, Proceedings of the Twenty-Second Annual Hawaii International Conference on.

Elonen, S., Artto, K. A. Problems in managing internal development projects in multi-project environments, International Journal of Project Management, ۲۱ (۲۰۰۳), PP ۳۹۵–۴۰۲.

Ghasemzadeh, F., Archer, N., & Iyogun, P. (1999). A zero-one model for project portfolio selection and scheduling. *Journal of the Operational Research Society*, *50*(7), 745-755.

Lootsma, F., Mensch, T., & Vos, F. (1990). Multi-criteria analysis and budget reallocation in long-term research planning. *European journal of operational research*, *47*(3), 293-305.

Lucas, H. C., & Moore, J. R. (1976). *A multiple-criterion scoring approach to information system project selection*: New York University, Graduate School of Business Administration.

Medaglia, A. L., Graves, S. B., & Ringuest, J. L. (2007). A multiobjective evolutionary approach for linearly constrained project selection under uncertainty. *European journal of operational research*, *179*(3), 869-894.

Pangsri, P., (2015) .Application of the Multi Criteria Decision Making Methods for Project Selection .*Universal Journal of Management 3(1 ,(*pp. pp.15-20.

Rafiee, M., Kianfar, F., & Farhadkhani, M. (2014). A multistage stochastic programming approach in project selection and scheduling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *70*(9-12), 2125-2137.

Rathi, R .K .S., (2015) .Six Sigma Project Selection Using Fuzzy TOPSIS Decision Making Approach .*Management Science Letters,5* ,p. PP.447.

Rahmani, N. Talebpour, A. and Ahmadi, T. Developing a Multi Criteria Model for Stochastic IT Portfolio Selection by AHP Method. Procedia-Social and Behavarial sciences, 2012.62,p:1041-1045.

Archive of SID

www.SID.ir

Salehi, K., (2015) .A hybrid fuzzy MCDM approach for project selection problem .*Decision Science Letters ,4* ,p. pp.109۱۱٦–

Schmidt, R. L. (1993). A model for R&D project selection with combined benefit, outcome and resource interactions. *Engineering Management, IEEE Transactions on, 40*(4), 403-410.

Stummer, C., & Heidenberger, K. (2003). Interactive R&D portfolio analysis with project interdependencies and time profiles of multiple objectives. *Engineering Management, IEEE Transactions on, 50*(2), 175-183.

Tasan, S. O., & Gen, M. (2013). An integrated selection and scheduling for disjunctive network problems. *Computers & Industrial Engineering, 65*(1), 65-76.

Vinodh, S .S.,(2015) .Lean Six Sigma project selection using hybrid approach based on fuzzy DEMATEL–ANP–TOPSIS ."*.International Journal of Lean Six Sigma* ,Vol. 6.

W. J. Gutjahr and K. a. Froeschl, "Project portfolio selection under uncertainty with outsourcing opportunities," Flexible Services and Manufacturing Journal, Jul. 2011.

Yousefi, A., Hadi-vencheh, A., Selecting Six sigma projects:MCDM or DEA?, Journal of Modelling in Management, 2016, 11(1):p309-325.

Archive of SID

www.SID.ir