فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال هفدهم، شماره ۵۲، بهار ۹۸
صفحات ۳۸۵-۳۳۹

انتخاب سبد پروژه با بکارگیری رویکردی تلفیقی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه ریزی خطی عدد صحیح با ضرایب تابع هدف اصلاح شده

ندا اخوان تپه سری*، بابک شیرازی**، علی تاجدین***

تاریخ دریافت:۹۵/۱۰/۱۲- تاریخ پذیرش:۹۶/۵/۱۵

چکیده

انتخاب سبد پروژه مساله اصلی در سازمان‌های پروژه محور می‌باشد. در انتخاب پروژه مسئله تصمیم گیری بهینه به منظور استفاده حداکثری از منابع محدود و دستیابی هرچه بیشتر به اهداف سازمان با رعایت محدودیتها مطرح می‌باشد. ازینرو جهت تسهیل انتخاب سبد پروژه در سازمانهای پروژه محور، به ارائه یک مدل کاربردی که بتواند با لحاظ کردن محدودیتها، اهداف و الویت‌های سازمان مربوطه ترکیب بهینه ای از پروژه‌ها را انتخاب کند، پرداخته ایم. مدل پیشنهادی این مقاله مدلی ترکیبی و منعطف و متشکل از چهار مرحله اصلی می‌باشد. در ابتدا با غربالگری اولیه تعدادی از گزینه‌های کاندید نامناسب جهت صرفه جویی در زمان و هزینه با استفاده از روش غیرجبرانی حذف می‌شوند. و در ادامه به دلیل چند معیاره بودن ذات اینگونه مسائل و کمی و کیفی بودن معیارها و عدم قطعیت داده‌ها در دنیای واقعی با کمک تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و با بکارگیری قضاوتهای غیرقطعی تصمیم گیرندگان به رتبه بندی پروژه‌ها می‌پردازیم. برای تولید سبدهای پروژه با استفاده از برنامه ریزی خطی عددصحیح (ILP)، با بکارگیری مدلی کوله پشتی به تغییر ضرایب تابع هدف هر پروژه در مدل ILP، به منظور محفوظ ماندن امتیاز چندمعیاره پروژه‌ها روی آورده و در ادامه سبدهای تولید شده را ارزیابی و رتبه بندی می‌نماییم. برای بررسی اعتبار روش پیشنهادی، انتخاب سبد پروژه را در صنایع پالایش نفت به اجرا در آورده ایم.

واژگان کلیدی: انتخاب سبد پروژه؛ امتیازات افزایش یافته؛ برنامه ریزی خطی عدد صحیح؛ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی.

---

* دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علوم و فنون مازندران.

** دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علوم و فنون مازندران (نویسنده مسئول).
shirazi_b@yahoo.com

*** استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علوم و فنون مازندران.

مقدمه

اتخاذ تصمیم توسط فرد یا مدیر یک سازمان برای کسب یک هدف یا هدف‌های معینی است. از آنجا که تصمیم گیری صحیح بعنوان مهم ترین وظیفه و مسئولیت اصلی یک مدیر مطرح می‌شود، پس باید تصمیمات مناسب برای موضوعات پیچیده را با ساده کردن و هدایت مراحل تصمیم گیری اتخاذ کنیم. یکی از تصمیمات مهمی که در سازمانها گرفته می‌شود انتخاب پروژه با نگاهی جامع و فراگیر می‌باشد. به عبارتی باید با این نگرش به سمت انتخاب پروژه گام برداشته شود که آنرا به صورت فعالیتی که در خلا و جدا از دیگر اهداف و تصمیمات صورت می‌پذیرد نپنداریم. بلکه تمامی مسائل مهم دخیل در انتخاب یک پروژه باید لحاظ شود. به مجموعه ایی از پروژه‌ها که در یک واحد اقتصادی و تحت اهداف استراتژی یکسان و منابع مشترک در حال ادامه ی فعالیت می‌باشند یک "سبد پروژه" گفته می‌شود. انتخاب سبد پروژه[1](PPS) یک فعالیت دوره ای می‌باشد که اهداف اعلام شده سازمان پروژه محور را با توجه به منابع محدود در دسترس و یا بعضا متناقض دنبال می کند.

مدیریت سبد پروژه یک فرآیند تصمیم‌گیری دینامیک است که بواسطه‌ی آن لیست پروژه‌های فعال بصورت پیوسته و دائمی مورد تجدید نظر قرار می‌گیرد و بروز می‌شود. پروژه‌های جدید ارزیابی شده، انتخاب و الویت بندی می‌شوند، پروژه‌های موجود ممکن است در اجرایشان تسریع، حذف و یا دوباره الویت بندی شوند و منابع جدید به پروژه‌های فعال اختصاص داده شوند. با توجه به اینکه هر پروژه خصوصیات خاص خود را از لحاظ عمر، چرخه حیات، نرخ مصرف منابع در دوره‌های مختلف را دارا می‌باشد، عملی کردن این امر بخصوص زمانی که تعداد پروژه‌ها نیز زیاد می‌باشد بسیار مشکل و مستلزم تلاش فراوان است. مشکلات مرتبط با PPS می‌توانند از فاکتورهایی همچون اهداف (معیارهای) چندگانه و اغلب متناقض، وجود اهداف کیفی، وجود عدم قطعیت و ریسک در عملکرد یک پروژه با توجه به یک معیار خاص اثرگذار، وابستگی بعضی از پروژها به یکدیگر چه

1.Project portfolio selection (PPS)

در همکاری و مشارکت و چه در مصرف منابع، وجود تعداد زیادی پرتفولیوی موجه و شدنی نتیجه شوند (گوچز و بوچر، ۱۹۹۸). علاوه بر مشکلات مذکور، در اثر محدودیت منابع، محدودیت‌هایی همچون مالی، فشار کار، تجهیزات وجود دارد که می‌بایست مورد توجه قرار گیرند. به وضوح می‌توان گفت دلیل اصلی که چرا بعضی از پروژه‌ها پس از انتخاب، کامل نمی شوند این است که محدودیت منابع همیشه در فرآیند انتخاب پروژه فرمولبندی نمی شوند. انتخاب سبد پروژه مادامی که دسترسی و مصرف منابع در طول زمان یکنواخت نباشند پیچیده تر نیز می گردد. اکثر مسائل مطرح در مدیریت در نهایت معطوف به بهره وری و استفاده بهینه و حداکثری از منابع می‌باشد، ازینرو در انتخاب پروژه نیز مسئله تصمیم گیری بهینه مطرح می‌باشد که می‌بایست هر پروژه در راستای دیگر شرایط یک سازمان پروژه محور و با توجه به اهداف کلی این سازمان انتخاب شود.

هدف اساسی از انجام این مقاله، مطرح کردن موضوع PPS برای شناساندن و مورد توجه قرار گرفتن آن در سازمان‌های پروژه محور و همچنین ارائه یک مدل کاربردی ترکیبی قابل فهم و منعطف است که بتواند با لحاظ کردن محدودیت‌ها، اهداف و الویت‌های سازمان مربوطه ترکیب بهینه ای از پروژه‌ها را انتخاب کند.

ایده اصلی جستجو در محیط‌هایPPS با مطالعه مقالات قاسم زاده و آرچر(۱۹۹۸و ۲۰۰۰) در ذهن محقق ایجاد شده است. بدین منظور در این مقاله به ارائه یک مدل ترکیبی با الگوبرداری از چارچوب آرچر و قاسم زاده (۱۹۹۹) می‌پردازیم. الگوها و چاچوب‌های جامعی برای تسهیل فرآیند انتخاب سبد پروژه طراحی شده‌اند. چارچوب انتخاب با بیشترین جزییات توسط آرچر و قاسم زاده معرفی گردیده که به سه فاز اصلی ملاحظات استراتژیک، ارزیابی هر پروژه بصورت جداگانه و انتخاب پروژه‌های سبد تقسیم می گردد. روش پیشنهادی در این پژوهش متشکل از چهار مرحله اصلی می‌باشد. ابتدا یک غربالگری اولیه صورت می گیرد تا گزینه‌های مناسب را از بین تمامی گزینه‌های کاندید، انتخاب کرده و گزینه‌های نامناسب را کنار گذاشته که این امر با معرفی یک حد آستانه‌ی مشخص

براساس محدودیت مورد نظر تصمیم گیرنده (DM)[1] در هر معیار و با استفاده از روشهای غیرجبرانی صورت می‌پذیرد. حد آستانه یک محدودیت برای جلوگیری از اجرای پروژه‌های ناخواسته می‌باشد که سبب ذخیره سازی زمان برای تمرکز و توجه بیشتر مدیران برروی پروژه‌های همراستا با نیاز سازمان می‌شود (بعنوان مثال حذف پروژه‌هایی که آلودگی زیست محیطی به همراه دارند). و سپس بدلیل چند معیاره بودن ذات اینگونه مسائل وهم کمی و کیفی بودن معیارها و وجود عدم قطعیت در فضای مسئله و در دست نبودن اطلاعات دقیق، به کمک روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی[2] وزن معیارها و سپس امتیاز گزینه‌ها را بدست آورده و گزینه‌هایی که از مرحله اول بدست آمده اند را در این مرحله بصورت انفرادی رتبه بندی می‌کنیم. اما بدلیل وجود محدودیت‌هایی از قبیل محدودیت‌های بودجه، مالی، سیاسی و... که در مدل‌های[3] MADM فازی نمی توانند گنجانده شوند از برنامه ریزی ریاضی خطی عدد صحیح[4] (ILP) برای یافتن گزینه ی بهینه نهایی استفاده می کنیم. اما اشکال فرمول بندی عدد صحیح که یک فرم از مدل کوله پشتی با چند محدودیت می‌باشد در حالت کنونی آن است که به دلیل محدودیت بودجه و تابع هدفی که به دنبال بهترین ترکیب از پروژه‌ها می‌باشد، رتبه پروژه‌ها بر طبق آنچه که از گام قبل بدست می‌آید لحاظ نمی شود (پروژه‌ها با رتبه پایین و هزینه ی کم ممکن است به پروژه‌ها با هزینه بالا ترجیح داده شوند). به منظور جلوگیری از ادغام اجتناب ناپذیر پروژه‌ها که بوسیله تابع هدف و محدودیت مدل ILP ایجاد می گردد می‌بایست ویژگی انفرادی هر پروژه در مدل ILP لحاظ گردد، که این امر با جایگزین کردن امتیازهای چند شاخصه با امتیازهای افزایش یافته[5] در تابع هدف ILP بدست می‌آید.

در این پژوهش سعی نموده ایم با بکارگیری ویژگی مثبت هر یک از روشهای معروف مطرح شده در انتخاب پروژه، مدل ترکیبی منعطفی را برای انتخاب سبد پروژه ارائه نماییم

1. Decision Maker
2. Fuzzy Analytical Hierarchy process
3. Multi-Attribute Decision Making
4. Integer Linear Programming
5. Augmented Scores (AS)

که با شرکت دادن تصمیم گیرندگان در تمامی مراحل به آسانی از قضاوت‌های غیرقطعی آنها برای رتبه بندی پروژه‌ها استفاده می‌نماید. و بمنظور محفوظ ماندن امتیاز بدست آمده برای هر پروژه، در هنگام تولید سبدهای متعدد به تغییر ضرایب تابع هدف مسئله ILP می‌پردازد. در ادامه، در بخش دوم مقاله مفاهیم مربوط به سبد پروژه و روشهای انتخاب پروژه آمده است. مراحل روش پیشنهادی برای انتخاب سبد پروژه در بخش سوم شرح داده شده است. در بخش چهارم و پنجم به ترتیب بررسی مدل پیشنهادی در صنایع پالایش نفت و نتیجه گیری کلی از روش مطرح شده آورده شده است.

مرور ادبیات

سبد پروژه

به مجموعه ای از پروژه‌ها که در یک واحد اقتصادی و تحت اهداف استراتژی یکسان و منابع مشترک در حال ادامه فعالیت می‌باشند یک "سبد پروژه" گفته می‌شود (لوکت و فریمن، ۱۹۷۰). عبارت "سبد" مترادف با اصطلاح "مجموعه ی دارایی‌ها" و یا حتی بطور گسترده تر " مجموعه ی چشم اندازها" بکار گرفته می‌شود. یک سبد می‌تواند در بر گیرنده ی دارایی‌های مالی، املاک و مستغلات، پروژه، مکان یابی کارخانه و دیگر چیزهای ترکیب شدنی باشد. مقدار منابع مالی و فیزیکی این پروژه‌ها اغلب کاملا محدود است و پروژه‌ها تحت مدیریت یکسان برای جذب این منبع محدود و کمیاب با یکدیگر رقابت می کنند.

یک سبد به عنوان یک مجموعه برنامه در نظر گرفته می‌شود، که هر برنامه مجموعه ایی از پروژه‌ها با اهداف یکسان می‌باشد. این برنامه‌ها با هم هدف کلی سازمان را تشکیل می‌دهند. مدیریت برنامه‌ها به معنای مدیریت سبد می‌باشد، به عبارت دیگر ما درباره ی مجموعه ایی از "انواع مجموعه پروژه‌ها" صحبت می کنیم. همچنین فرض اساسی در مورد مدیریت سبد پروژه این است که بطور کلی در بیشتر شرکت‌ها تعداد پروژه‌های پیشنهادی آنها بیشتر از

توان مالی و منابع فیزیکی آنها برای اجرا می‌باشد. لذا مدیریت مجبور به تصمیم گیری برای تداوم بعضی و یا حذف بعضی دیگر می‌باشد. مدیریت سبد روی این مطلب هم تاکید می‌کند که نه تنها پروژه‌ها می‌باید بصورت جدا از هم بلکه در کل سبد نیز باید بعنوان یک موجودیت واحد ارزیابی گردند زیرا آنها به ندرت مستقل از یکدیگر می‌باشند.

مدیریت سبد پروژه به دنبال یافتن پاسخی به پرسشهایی مانند "چه پروژه ایی را باید بپذیریم؟" و "چه پروژه ایی را باید رد کنیم؟" می‌باشد و می‌کوشد تا در ضرورت‌های استراتژیکی و تاکتیکی تعادل ایجاد نمایید (کوپر و همکاران، ۱۹۹۹) . مواردی همانند ارزش جمعی بالاتر برای سبد پروژه‌های سازمان، ریسک جمعی پایین تر، سامان دهی سرمایه گذاری‌های سازمان(بهره وری سرمایه)، تصحیح و مدیریت عملکرد بهتر در سطح کل سازمان، درک جامع از وضعیت عملکرد و تضمین حسن همجواری بین پروژه‌های سازمان را می‌توان منافع حاصل از برقراری رویکرد مدیریت سبد در سازمانهای پروژه محور دانست (زارع، ۱۳۸۴).

انتخاب سبد پروژه

انتخاب سبد پروژه یک فعالیت دوره ای است که درگیر انتخاب یک سبد از پروژه‌هایی است، که اهداف اعلام شده یک سازمان را با توجه به منابع محدود و سایر محدودیت‌های متناقض ملاقات می‌کنند. انتخاب سبد را می‌توان، انتخاب یک سرمایه گذاری از یک لیست از سرمایه گذاری‌های کاندیدا به منظور حداکثر کردن اهداف مورد نظر بدون نقض محدودیت‌ها دانست. یکی از تأثیرگذارترین افراد در بحث سبد پروژه، مارکویتز می‌باشد (لوکت و فریمن، ۱۹۷۰). وی از بنیان گذاران تئوری مدرن پرتفولیوی در سال ۱۹۵۲ می‌باشد که با ارائه مدل تمام کوواریانس گامی در جهت سرمایه گذاری برداشت. وی معتقد بود از آنجا که نمی توان تغییرات بازار سرمایه را پیش بینی کرد، می‌بایست به طریقی سرمایه گذاری صورت گیرد تا بتوان ریسک ناشی از آن را مهار نمود. تحقیق در مورد انتخاب سبد پروژه می‌تواند در دو دسته بندی کلی قرار بگیرد:

الف) حوزه فعالیت : رشته و فیلدی که تمایل به پیاده سازی PPS در آن داریم.
مسئله انتخاب پرتفولیو در حوزه‌های زیادی کاربرد داشته که نمونه‌های معروف برای آن پرتفولیوی پروژه (ابوطالب و همکاران، ۲۰۰۵، چانگ و همکاران، ۲۰۱۲، کاو و همکاران، ۲۰۰۶، رحمانی و همکاران، ۲۰۱۲)، پرتفولیوی مالی(اوونی، ۲۰۱۴و یو ۲۰۱۲)، مکان یابی کارخانه(برانس و همکاران، ۱۹۹۲)، مسائل ترکیبی(مارتینو، ۱۹۹۵)، ترکیب ناوگان‌ها در حمل و نقل(هوف، ۲۰۱۰)، برنامه ریزی استفاده از زمین(گوپتا، ۲۰۰۸)، ریسک(تیسار، ۲۰۱۳، وی و همکاران ۲۰۱۱) و ... می‌باشند.

ب) روش‌های حل: ارائه روش‌هایی برای انتخاب سبد پروژه

سودر (۱۹۷۳) و تارو (۲۰۰۰) روش ارزیابی پروژه‌ها را به شش دسته ی: روش ارزیابی سود، روش برنامه ریزی ریاضی، روش تحلیل تصمیم گیری، روش مدل شبیه سازی، روش ابتکاری و روش مدل سازی شناختی تقسیم بندی کرده اند، که بعدها به فرآیند تصمیم گیری گروهی توسعه داده شده است. دسته ی هفتم، Ad hoc، برای مواقعی که روش انتخاب پروژه در هیچ یک از شش دسته ی فوق قرار نمی گیرند طراحی شده است(مارکوویتز، ۲۰۰۲).

هوانگ و همکارانش (۲۰۰۸) از روش[1] AHP فازی برای انتخاب سبد R&D که پروژه‌های با عدم قطعیت را بررسی می‌کند استفاده کرده است. همچنین رحمانی و همکاران (۲۰۱۲) در انتخاب پروژه‌های IT از فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده نمودند.کتابی و همکاران با استفاده از AHP فازی به انتخاب تامین کنندگان در حالت معیارهای چندگانه پرداخته اند(۱۳۸۷). اسمیت پرا و همکاران (۲۰۱۰) از روش ANP برای کمک به مدیران بمنظور بهبود در توزیع بودجه خود میان گزینه‌های موجود در جهت بهبود شبکه برق رسانی ونزوالا استفاده کرده است. سودر (۱۹۷۳) مدل برنامه ریزی غیر خطی را تعریف کرده که با استفاده از تابع خطی تکه ایی به LP تبدیل شده است. قاسم زاده و همکاران (۲۰۰۰) یک مدل برنامه ریزی خطی صفر و یک برای برنامه ریزی و

1 .Analytic Hierarchy Process

انتخاب سبد پروژه‌ها بر اساس اهداف سازمانی و محدودیت منابع ارائه کردند. گو و همکاران(۲۰۰۸)،یک مدل برنامه ریزی غیرخطی ارائه نمودند که علاوه بر درنظر گرفتن چند نوع وابستگی موجود بین پروژه‌ها به بیان محدودیت‌های موجود در حوزه منابع لازم برای انتخاب سبد پروژه پرداخته است.

پارا و همکارانش(۲۰۰۱) یک برنامه ریزی فازی آرمانی با اهداف فازی و محدودیت‌های فازی با در نظر گرفتن سه معیار بازده، ریسک و نقدینگی را فرمولبندی کرده اند. گپتا و همکارانش (۲۰۰۸)، روش برنامه ریزی ریاضی فازی را به همراه[1] MCDM برای توسعه مدل کلی بهینه سازی سبد بکار برده اند. فضلی و تقی زاده رتبه بندی فازی را در انتخاب سبد بهینه بورس اوراق بهادار بکار گرفته اند(۱۳۸۹). آرمان و همکارانش (۲۰۰۸) یک فرآیند سیستماتیک برای کمک به تصمیم گیرندگان در انتخاب سبد بهینه پروژه‌های تحقیق و توسعه در فرآیند تولید یک شرکت بزرگ با تکنولوزی بالا با استفاده از مدل ILP معرفی کردند. سبد بهینه جذاب ترین پروژه‌ها را بصورت ترکیبی که اهداف کمی و کیفی را برآورده می‌کنند نشان می‌دهد. بدری و همکارانش(۲۰۰۱) یک مدل GP صفر و یک را فرموله کردند که در انتخاب پروژه‌های سیستم اطلاعات بکار گرفته شد. مدل در برگیرنده ی معیارهایی مانند ارجحیت‌های تصمیم گیرنده، سودها، هزینه‌ها، اولویت‌ها، ریسک‌ها و منابع موجود می‌باشد. جدیدی و همکاران(۲۰۱۵) با استفاده از GP[2] به ارائه یک مدل برنامه ریزی آرمانی چند گزینه ای به منظور کنترل بیشتر تصمیم گیرندگان بر روی الویت‌هایشان پرداخته اند. مدل هس (۱۹۶۲) یکی از اولین مدل‌هایی بود که برای حل مسئله‌های انتخاب سبد بکار گرفته شد. هدف از مدل حداکثر سازی ارزش فعلی کل جریان نقدی حال و آینده است. همچنین کارا و همکاران(۲۱۰۳) از مدل برنامه ریزی پویا برای انتخاب سبد در حوزه توسعه محصول جدید که در آن از آنالیز حاشیه ای برای مشخص شدن ساختارهای کیفی سیاست‌های بهینه استفاده شده است را توسعه داده اند. باتاچاریا (۲۰۱۵) مساله انتخاب سبد پروژه تحقیق و توسعه را بعنوان یک مساله تصمیم گیری چند

1. Multi-Criteria Decision Making
2. Goal programming

معیاره معرفی نمود و از رویکردی مبتنی بر تئوری خاکستری جهت حل آن در محیط‌های نامشخص استفاده نمود. وی و چانگ [۴۵] به ارائه یک رویکرد ترکیبی از تئوری مجموعه‌های فازی و تصمیم گیری گروهی چندمعیاره به منظور انتخاب سبد پروژه توسعه محصول جدید پرداخته اند. فریرا و همکارانش (۲۰۱۶) روش تصمیم گیری فازی جهت رتبه بندی گزینه‌ها با ترکیب پارامترهای تاپسیس فازی و الکتری فازی ارائه کردند. کاوالیری و همکاران(۲۰۱۵) با استفاده از شبکه‌های پرت و تکنیک تاپسیس، یک رویکرد رویداد محور به منظور گسترش یک چارچوب متوازن برای زمانبندی سبد پروژه‌ها توسعه دادند. رجینالدو(۲۰۱۵) اشاره نموده اند که در انتخاب سبد هم باید چند معیاره بودن مساله و هم حضور و تاثیر سرمایه گذار در آن لحاظ گردد. همچنین آنها عدم قطعیت را بوسیله ی اعداد فازی LR بطور تقریبی کمی نمودند. علی نژاد و سیمیاری با استفاده از تکنیک DEMATEL شاخص‌های موثر را انتخاب نموده و سپس به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص‌های شناسایی شده، رتبه بندی پروژه‌ها و انتخاب سبد بهینه را انجام داده اند(علی نژاد، ۱۳۹۲). ونگ و همکاران(۲۰۱۵) با ارائه الگوریتمی ابتکاری، مسئله انتخاب سبد پروژه چند معیاره را با در نظر گرفتن تاثیرات متقابل در ارتباط با معیارهای چندگانه را فرمول بندی کرده اند. ابراهیم نژاد و همکاران (۲۰۱۳) با کمک الگوریتم ابتکاری، یک مدل دو هدفه فازی با هدف حداقل سازی ریسک کمبود منابع، و دستیابی به نرخ بازگشت قابل در تصمیم گیری‌ها را ارائه نمودند. لوک و همکاران (۲۰۰۲) با کمک ترکیبی از شبکه‌های احتمالی، شبیه سازی و مدل سازی ریاضی به ارائه یک مدل ریاضی جهت حداکثر سازی ارزش فعلی پروژه‌ها با در نظر گرفتن محدودیت منابع در دوره‌های زمانی متعدد پرداخته اند. گوو و همکاران(۲۰۱۶) با طراحی روش شبیه سازی فازی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک به انتخاب سبد فازی چند دوره ای با افق سرمایه گذاری مختلف پرداخته‌اند.

روشهای حل ارئه شده برای تصمیم گیری و انتخاب سبد پروژه بطور خلاصه در جدول ۱ آمده است. یکی از روشهای تصمیم گیری، روش SMART[1] می‌باشد. این روش بخاطر

1. Simple Multi-Attribute Rating Technique

سادگی در پاسخ به نیاز تصمیم گیرنده و راهنمایی گام به گام فرآیند تصمیم گیری بسیار پرکاربرد بوده است. روش اسمارت از هشت گام اصلی شکل گرفته است که بصورت زیر می‌باشد(گونزالز و همکاران، ۲۰۱۳):

گام ۱: تعیین تصمیم گیرنده (یا تصمیم گیرندگان)

گام ۲: تعیین گزینه‌های تصمیم

گام ۳: تعیین معیارهایی که مرتبط با مسئله ی تصمیم گیری می‌باشند

گام ۴: تعیین عملکرد هر آلترناتیو با توجه به هر معیار

گام ۵: تعیین وزن هر معیار

گام ۶: تعیین میانگین وزنی مقدارهای تخصیص داده شده به هر آلترناتیو

گام ۷: ایجاد تصمیم گیری موقت

گام ۸: انجام تحلیل حساسیت برای رسیدن به جواب نهایی

روشی که برای انتخاب پروژه‌های سبد در بخش بعد معرفی می گردد بر مبنای ساختار این روش می‌باشد. تغییرات زیادی در این روش ایجاد شده است، اما گامهای اصلی مطرح شده در بالا همچنان بعنوان اسکلت اصلی برای تمامی نسخه‌های آن می‌باشد. در مقاله حاضر به منظور ایجاد و طراحی متدولوژی انتخاب سبد، گام‌هایی به این ساختار اضافه و برخی از گام‌ها نیز اصلاح شده اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول۱. روش‌های حل مسئله انتخاب سبد پروژه در ادبیات

محقق	سال تحقیق	محور تحقیق
هس	۱۹۶۲	برنامه ریزی پویا
لوکت و همکاران	۱۹۷۰	ترکیب شبکه‌های احتمالی، شبیه سازی و مدلسازی ریاضی
سودر	۱۹۷۳	برنامه ریزی غیر خطی
قاسم زاده و همکاران	۱۹۹۹	برنامه ریزی خطی صفر و یک
پارا و همکاران	۲۰۰۱	برنام ریزی فازی آرمانی
بدری و همکاران	۲۰۰۱	برنامه ریزی آرمانی صفر و یک
لوچ و همکاران	۲۰۰۲	برنامه ریزی پویا
کاو و همکاران	۲۰۰۶	شبکه‌های پرت و تاپسیس
هوانگ و همکاران	۲۰۰۸	فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی
آرمان و همکاران	۲۰۰۸	برنامه ریزی خطی عدد صحیح
گپتا و همکاران	۲۰۰۸	برنامه ریزی ریاضی فازی و تصمیم گیری چند معیاره
گوو و همکاران	۲۰۰۸	برنامه ریزی غیر خطی
اسمیت پرا و همکاران	۲۰۱۰	فرایند تحلیل شبکه ای
وی و چانگ	۲۰۱۱	تکنیک‌های تصمیم گیری
رحمانی و همکاران	۲۰۱۲	فرایند تحلیل سلسله مراتبی
یو و همکاران	۲۰۱۲	الگوریتم ابتکاری
ابراهیم نژاد وهمکاران	۲۰۱۳	الگوریتم ابتکاری
گونزالس و همکاران	۲۰۱۳	الگوریتم ممتیک
باتاچاریا	۲۰۱۵	رویکرد تئوری خاکستری
جدیدی و همکاران	۲۰۱۵	برنامه ریزی آرمانی
سابوریدو و همکاران	۲۰۱۶	الگوریتم‌های بهینه سازی تکاملی چند هدفه
گوو و همکاران	۲۰۱۶	شبیه سازی فازی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک
فریرا و همکاران	۲۰۱۶	تاپسیس فازی و الکتری فازی

در تحلیل مرور ادبیات این نتیجه حاصل گردیده است که روش صریحی که تمام مسائل مطرح شده در انتخاب سبد پروژه را در برگیرد و بطور کامل شرح دهد (که کدام روش، در کدام وضعیت و مرحله استفاده گردد) وجود ندارد.

بیان مسئله

روشهای مطرح شده، در انتهای فرآیند تصمیم گیری، سبدی را بعنوان انتخاب نهایی در اختیار DM قرار می‌دهند که تصمیم گیرنده به دلیل عدم آگاهی از روند انتخاب پروژه‌های درون سبد نمی تواند بطور کامل به آن اعتماد نماید و این امر ممکن است سبب رد سبد منتخب و تجدید فرآیند تصمیم گیری گردد. با مرور روشهای موجود مشخص گردید که بسیاری از روشها تمامی پروژه‌های پیشنهادی به یک سازمان پروژه محور را با روند مشابهی تحلیل و بررسی می‌کنند که سبب صرف هزینه و زمان زیادی میشود و این مسئله به دلیل آنکه بسیاری از این پروژه‌ها همراستا با نیاز و محدودیتهای سازمان نمی باشند واز همان ابتدا باید کنار گذاشته شوند مطلوب نمی باشد. روشهای بسیاری از تصمیم گیری چندمعیاره در حالت عدم قطعیت بیان شده است، اما روشی که از قضاوتهای غیرقطعی DM استفاده نماید و آنها را بصورت منطقی تر در مدل وارد کند وجود ندارد. همچنین سبدهای زیادی از پروژه‌هایی که بوسیله تصمیم گیری چندمعیاره رتبه بندی شده اند انتخاب و ارزیابی گردیده اند، اما روشی که سازگاری وزن و امتیازات اولیه معیارها و پروژه‌ها را بررسی کند و ثبات رتبه بندی بدست آمده از MCDM را تضمین کند به روشنی دیده نشده است. با توجه به بررسی صورت گرفته، مسئله اصلی تحقیق این می‌باشد که "چگونه می‌توان یک روش تصمیم گیری مناسب و کاربردی برای ارزیابی پروژه و انتخاب سبد در یک سازمان پروژه محور ایجاد و اجرا نمود که سازمان را در دستیابی به اهداف استراتژیک و تجاری یاری نماید".

روش شناسی

وقتی مسئله تصمیم گیری در برگیرنده ی چندین شاخص یا معیار باشد و اطلاعات دقیق و ثبت شده ای از آنها در دست نباشد، می‌بایست با معرفی ابزار و روشهایی قابل فهم و منسجم به تصمیم گیرندگان، تجارب و قضاوتهای آنها را بمنظور اتخاذ تصمیم بهینه جهت دهی نمود. پارامترها و متغیرهای مورد استفاده در مدل پیشنهادی به شرح جدول ۲ می‌باشد.

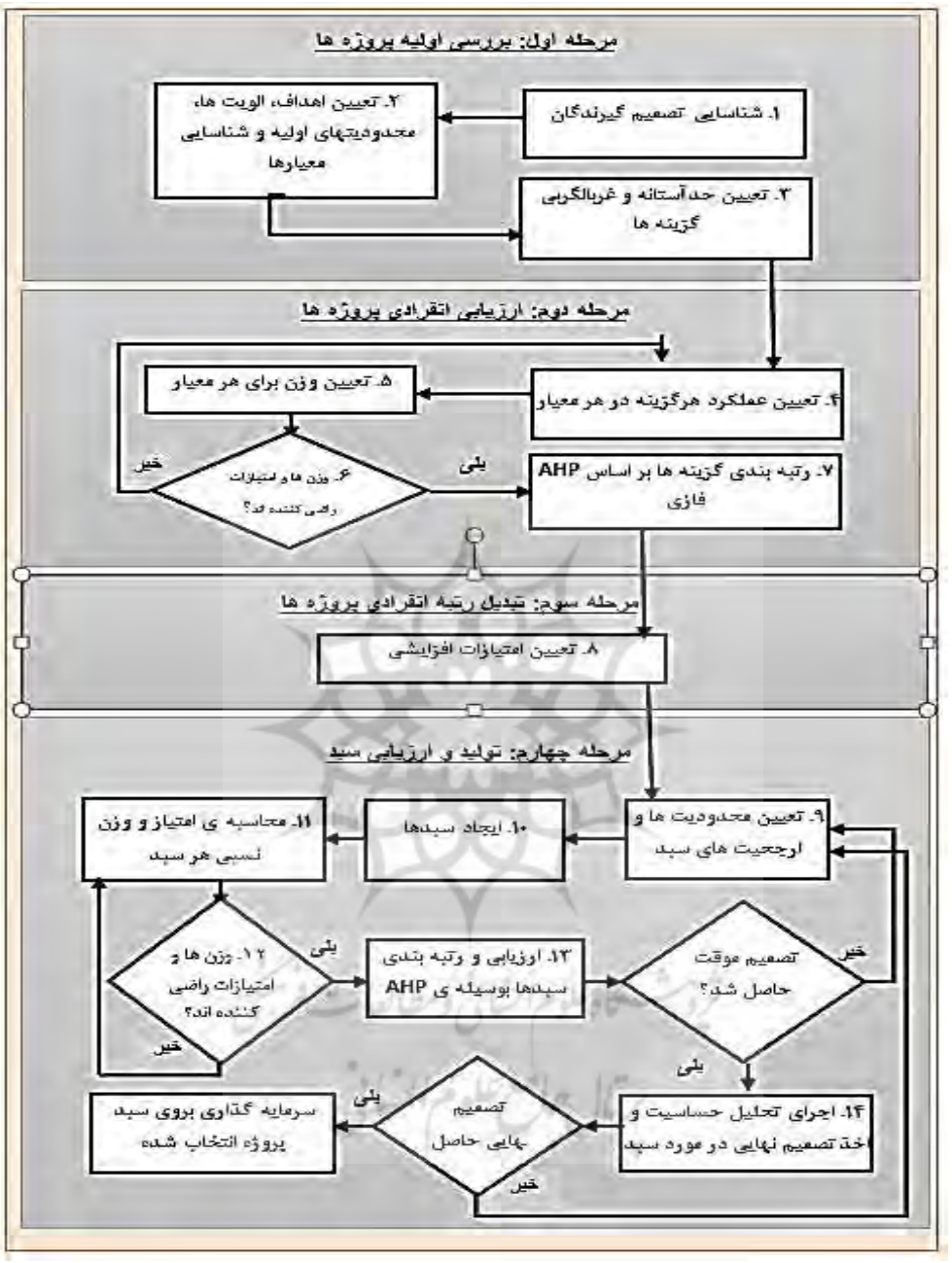
جدول ۲. پارامترها و متغیرها

اندیس	تعاریف	اندیس	تعاریف
$i = ۱, \dots, \mathrm{m}$	پروژه‌های پیشنهادی	f	شمارنده سطر ماتریس مقایسات زوجی
$j = ۱, \dots, \mathrm{n}$	معیارهای موجود	$V\left(M_۱ \geq M_۲\right)$	درجه بزرگی عدد فازی $\mathrm{M_1}$ بر $\mathrm{M_2}$
x_i	متغیر تصمیم انتخاب و عدم انتخاب پروژه iام	$\mathrm{w}(x_i)$	وزن پروژه iام
c_j	معیار jام	$\mathrm{w}(c_j)$	وزن معیار jام
P_i	پروژه iام	$\mathrm{A^m}$	ماتریس مقادیر میانی اعداد ماتریس مقایسات زوجی فازی
C_i	هزینه یا بودجه پروژه iام	$\mathrm{A^g}$	ماتریس میانگین هندسی حد بالا و پایین اعداد ماتریس مقایسات زوجی فازی
$budg$	بودجه کل در دسترس		

d	پروژه ای دلخواه	w_i^m , w_i^g	وزن‌های سطر iام ماتریسهای A^g و A^m
ms_d	امتیاز چندمعیاره پروژه dام	w^m , w^g	بردار وزن ماتریسهای A^g و A^m
Z_d	بزرگترین امتیاز ممکن اکتسابی توسط پروژه‌های بدتر از پروژه d	λ_{max}^m , λ_{max}^g	مقدار ویژه ماتریسهای A^g و A^m
as_i	امتیاز افزایشی پروژه iام	$I.I.^m$, $I.I.^g$	شاخص ناسازگاری ماتریسهای A^g و A^m
$M = (a_{ijl}, a_{ijm}, a_{iju})$	عدد فازی مثلثی	$I.R.^m$, $I.R.^g$	نرخ ناسازگاری ماتریسهای A^g و A^m

بدین منظور روش پیشنهادی در این تحقیق از چهار مرحله اصلی تشکیل گردیده است که با بیان گامهای لازم در هر مرحله، فرآیند انتخاب سبد را آسان می‌نماید(شکل۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱. الگوریتم تصمیم گیری برای انتخاب سبد پروژه

مرحله اول: بررسی اولیه پروژه‌ها

قدم ۱: تعیین تصمیم گیرنده(ها)

قبل از فرآیند ایجاد، ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها، مهم است که بدانیم چه کسانی در فرآیند تصمیم‌گیری دخیل خواهند بود. تنها یک شخص تصمیم گیرنده خواهد بود یا گروهی از تصمیم گیرندگان را خواهیم داشت؟ در اغلب سازمانها فعالیت انتخاب سبد، توسط گروهی از تصمیم گیرندگان صورت خواهد پذیرفت. اغلب رئیس پروژه مسولیت انتخاب اعضای گروه را بر عهده دارد و هدف و فعالیت‌های گروه را تعیین می‌کند. رئیس پروژه باید اعضای گروه را بر اساس توانایی و تجربیاتشان در زمینه ی تحقیق و توسعه، مالی، و بازاریابی و غیره انتخاب کند.

قدم ۲: تعیین اهداف، اولویت‌ها، محدودیت‌های اولیه و شناسایی معیارها

در این قدم به شناسایی و تعیین نیازها و اهداف دوره ی فعلی انتخاب سبد می‌پردازیم. اگر فرآیند انتخاب پروژه یکبار در سال رخ دهد، پس اهداف و نیازهای امسال با سال قبل ممکن است متفاوت باشد (نباشد). اهداف می‌توانند برای مثال دستیابی به یک سبد متعادل با تعداد مشخص پروژه از هر دپارتمان باشد. اهداف تعیین شده باید منعکس کننده ی استراتژی و نیازهای سازمان باشد. محدودیت‌ها نشان دهنده ی شرایط و قیودی هستند که هر پروژه به تنهایی یا سبد پروژه‌ها باید کل یا بخشی از آنها را برآورده سازند. میزان رضایت از این محدودیت‌ها بستگی دارد به توانایی گروه کارشناسی تصمیم گیرنده در دستیابی به سبدی که همه ی آنها را راضی کند. در این مرحله با آنها همچون محدودیت‌های اولیه رفتار می‌شود تا تصمیم گیرندگان قادر باشند برخی از آنها را وقتی به مرحله انتخاب سبد می‌رسند حذف یا اضافه نمایند.

اهداف، الویت‌ها، محدودیت‌ها و حدود آستانه می‌توانند توسط گروهی از کارشناسان در مرحله ی اول یا قبل تر از آن توسط مدیران بالاسری تعیین گردند. این امر تضمین می‌کند که گروه تصمیم گیرندگان قبل از ارزیابی پروژه‌ها آنها را کاملا درک کنند، چون

راهنمایی نهایی را آنها باید در اختیار ایجاد کنندگان پروژه قرار دهند و به آنها بفهمانند چه پروژه ایی برای سازمان "مناسب" است. معیارهایی که پروژه‌ها بر اساس آنها ارزیابی می‌گردند نیز در این قدم شناسایی می‌شود. ایده ی اصلی استفاده از معیار، سنجش عملکرد آلترناتیوها می‌باشد. معیارهای ارزیابی می‌توانند بطور کلی مطرح شوند بنابراین قبل از ارزیابی آلترناتیوها بر اساس آنها، نیاز است که به معیارهای مشخص تر تفکیک شوند (یعنی عناصر تصمیم). یک ساختار سلسله مراتبی (یا درخت ارزش) می‌تواند برای شناسایی سطوح مختلف معیارها مورد استفاده قرار گیرد. در پایان این قدم، گروه تصمیم گیرندگان قادر خواهد بود یک دستورالعمل که نیازهای سازمان را در بر می‌گیرد برای ایجاد کننده ی پروژه‌ها فراهم سازد. گروه باید در هنگام تعیین دستورالعمل‌ها این مسئله را مد نظر قرار دهد که خلاقیت و انگیزه ی ایجاد کننده ی پروژه را محدود ننماید. تعداد n معیار $c_j = \{c_1,\ c_2, \dots, c_n\}$ برای ارزیابی انتخاب می‌گردد.

قدم ۳: تعیین حدآستانه و غربالگربی پروژه‌ها

این قدم را می‌توان "محل بازرسی" نیز نامید. برای اطمینان از اینکه پروژه‌ها برای ارزیابی جزئی تر مناسب می‌باشند یا خیر، در این گام جمع آوری و غربال می‌شوند. ابتدا یک غربالگری اولیه صورت می‌گیرد تا گزینه‌های مناسب را از بین تمامی گزینه‌های کاندید، انتخاب کرده و گزینه‌های نامناسب را کنار گذاشته که این امر با معرفی یک حد آستانه ی مشخص براساس محدودیتهای مورد نظر تصمیم گیرنده (DM) در هر معیار صورت می‌پذیرد. حد آستانه یک محدودیت برای جلوگیری از اجرای پروژه‌های ناخواسته می‌باشد که سبب ذخیره سازی هزینه و زمان برای تمرکز و توجه بیشتر مدیران برروی پروژه‌های همراستا با استراتژی و نیاز سازمان می‌شود. حد آستانه، شرایط خاصی است که تصمیم گیرندگان تمایل ندارند که پروژه‌ها از آن فراتر رفته یا کمتر از آن باشند. آنها معمولا بصورت حداکثر/حداقل تعریف می‌شوند و نباید از آنها تجاوز شود. برای مثال حذف پروژه‌هایی که منابع انسانی بومی بکار گرفته شده در آن از درصد مشخصی

کمتر باشد. آن پروژه کنار گذاشته خواهد شد و ارزیابی کلی در مورد آن صورت نمی گیرد.

پس از مشخص شدن حدود آستانه، برای فیلتر اولیه پروژه‌ها از روش غیر جبرانی استفاده می‌نماییم. هدف رتبه بندی گزینه‌های موجود در معیارها نمی‌باشد، بلکه می‌خواهیم سطح رضایت تصمیم گیرندگان در مورد تمامی معیارها رعایت شود. بنابراین می‌توان از روش حذف و یا روش رضایت بخش شمول استفاده نمود (این روشها برای DM قابل فهم و آسان می‌باشد). که در این حالت سطح رضایت تصمیم گیرندگان در کلیه معیارها بررسی می‌گردد و در صورتی که یک گزینه تمامی حدود آستانه را رعایت نمود، بعنوان گزینه مناسب وارد مرحله بعد می‌شود. تعداد m پروژه $P_i = \{P_1,\ P_2, \dots, P_m\}$ جهت بررسی بیشتر وارد مرحله بعدی می‌شود. با ارزیابی و غربالگری پروژه‌ها این اطمینان حاصل می‌شود که آنها برای سازمان سودمند هستند. در واقع هدف از استفاده از روش غیر جبرانی پیشنهادی کاهش زمان و هزینه محاسبه، کاهش سایز مسئله، افزایش درک تصمیم گیرنده با دخالت مستقیم در فرآیند ارزیابی و انتخاب و کاربردی کردن متدولوژی برای مدیران می‌باشد که این امر با حذف پروژه‌های نامناسب و پیگیری فرآیند با پروژه‌های مناسب باقی مانده میسر می‌گردد. پروژه‌های نامناسب می‌توانند نگه داشته شده و اصلاح گردند، یا بطور کامل کنار گذاشته شوند و پروژه‌های باقیمانده وارد قدم بعد می‌شوند.

مرحله دوم: ارزیابی انفرادی پروژه‌ها

نقطه ی آغاز این مرحله دریافت پروژه‌هایی است که از فیلتر موجود در قدم قبل با موفقیت عبور کرده اند.

قدم ۴: تعیین عملکرد گزینه‌ها در هر معیار

برای این منظور به دلیل استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در گامهای بعد، می‌بایست پروژه‌ها را بر اساس هر معیار بصورت زوجی مقایسه نمود. هدف از بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی بدست آوردن نظر کارشناسان و متخصصین است، با این وجود روش

AHP معمولی به درستی نحوه تفکر و قضاوت‌های ذهنی و مبهم انسانی را بیان نمی کند، زیرا در مقایسه‌های زوجی این روش از اعداد دقیق استفاده می‌شود. در دنیای واقعی بخاطر وجود اطلاعات ناقص و یا در اختیار نبودن اطلاعات، داده‌ها اغلب دقیق نیستند و معمولا بصورت فازی/مبهم در دسترس هستند. در برخی شرایط، داده‌های دقیق برای مدل کردن موقعیت‌های واقعی نامناسب هستند. برای مثال قضاوت‌های شخصی برای عملکردها اغلب مبهم است و نمی توان عملکرد گزینه‌ها را با داده‌های دقیق بطور صحیح و مناسب برآورد کرد. بنابراین داده‌ها ممکن است ساختارهایی مانند داده‌های فازی، کراندار یا بازه ایی به خود بگیرند. برای حل این مسئله از AHP فازی استفاده می‌شود. مقایسات زوجی فازی برای نشان دادن قضاوت‌های غیرقطعی DMها منطقی تر می‌باشد.در این مقاله فرض نیز بر آن است که داده‌ها نیز از نوع فازی مثلثی می‌باشند. بنابراین ماتریس مقایسات زوجی با درایه‌های فازی مثلثی تکمیل می گردد. در سال ۱۹۹۶ "روش تحلیل توسعه ای" [1](EA) توسط چانگ[2] (۱۹۹۶) برای فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه گردید. در روش EA، برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار S_f که خود یک عدد مثلثی است، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_f = \sum_{j=1}^{n} M_{fj} \times \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1} \qquad (1)$$

که f بیانگر شماره ی سطر و i و j به ترتیب نشان دهنده ی گزینه‌ها و معیارها هستند.

در این روش پس از محاسبه S_fها، باید درجه ی بزرگی آن‌ها را نسبت به هم به دست آورد. به طور کلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 بر M_2، که با $V(M_2 \leq M_1)$ نشان می‌دهیم،به صورت زیر تعریف می‌شود:

(2)

$$\begin{cases} V\left(M_1 \geq M_2\right) = 1 & \text{اگر } m_1 \geq m_2 \\ V\left(M_1 \geq M_2\right) = hgt\left(M_1 \cap M_2\right) & \text{درغیراینصورت} \end{cases}$$

1. Extent analysis method
2. Chang

همچنین داریم:

$$hgt\left(M_1 \cap M_۲\right) = \frac{a_{iju_1} - a_{ijl_۲}}{\left(a_{iju_1} - a_{ijl_۲}\right) + \left(a_{ijm_۲} - a_{ijm_1}\right)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از fعدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V(M_۱ \geq M_۲, \dots, M_\text{f}\ ) = Min[V(M_۱ \geq M_۲\ ), \dots, V(M_۱ \geq M_\text{f})] \qquad (3)$$

در روش EA برای محاسبه ی وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$w'(x_i) = Min\{V(S_i \geq S_f\} \qquad f = ۱,۲, \dots, n \qquad f \neq i \qquad (4)$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر خواهد بود:

$$w' = \left[w'\left(c_۱\right), w'\left(c_۲\right), \dots, w'(c_n)\right]^T \qquad (5)$$

که همان بردار ضرایب غیر بهنجار AHP فازی است.

قدم ۵: تعیین وزن هر یک از معیارهای تصمیم گیری

به منظور ارزیابی پروژه‌ها، گروه تصمیم گیری برای بدست آوردن جذابیت و مطلوبیت کل هر پروژه باید ارزش آن پروژه در معیارهای مختلف را با هم ترکیب کند. برای اینکار می‌توان به هر یک از معیارها وزنی را اختصاص داده که نشان دهنده ی اهمیت آن معیار از دید تصمیم گیرنده می‌باشد و با ترکیب وزنی ارزش پروژه‌ها در معیارها، جذابیت پروژه‌ها محاسبه می‌گردند. روش وزن دهی به معیارها در این الگوریتم به کمک مقایسات زوجی بین معیارها با نظر گروه تصمیم گیری انجام می‌شود.

از آنجا که مسئله سازگاری و ناسازگاری در مسائل چند معیاره حائز اهمیت می‌باشد، وجود تکنیکی که بتواند نسبت به سازگاری و ناسازگاری هر تصمیم اظهار نظر کند از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از مزایای مهم فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اندازه گیری و کنترل سازگاری هر ماتریس و تصمیم می‌باشد. بدین دلیل پس از بدست آوردن ماتریس مقایسات زوجی به بررسی میزان سازگاری سیستم می‌پردازیم. گاگوس و بوچر[۲۰] روشی را برای محاسبه درجه سازگاری ماتریس مقایسات زوجی فازی ارائه نموده اند. در این روش از هر ماتریس مقایسه زوجی دو ماتریس مجزا تشکیل میشود: A^m و A^g. ماتریس A^m از مقادیر میانی ترجیحات هرخبره حاصل میگردد و ماتریس A^g از میانگین هندسی حدبالا و پایین اعداد فازی مثلثی ایجاد می‌شود.

$$A^g = \sqrt{a_{ijl}a_{iju}}$$

در ادامه می‌بایست بردار وزن هر یک ازین دو ماتریس محاسبه شود.از آنجا که داده‌های این ماتریسها غیرفازی اند از روابط ذیل مقادیر w^m و w^g بدست آورده می‌شود:

$$w^m = [w_i^m]\,;\quad w_i^m = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{a_{ijm}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ijm}} \qquad \text{و} \qquad w^g = \left[w_i^g\right];\quad w_i^g = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{\sqrt{a_{ijl}a_{iju}}}{\sum_{i=1}^{n}\sqrt{a_{ijl}a_{iju}}} \qquad (7)$$

n بعد ماتریس است. بزرگترین مقدار ویژه برای هریک از ماتریس‌ها از روابط زیر بدست می‌آید.

$$\lambda_{max}^m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ijm}\left(w_j^m / w_i^m\right) \quad , \quad \lambda_{max}^g = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sqrt{a_{ijl}a_{iju}}\left(w_j^g / w_i^g\right) \qquad (8)$$

طبق روش ساعتی شاخص ناسازگاری(I.I.)[1] را از رابطه زیر بدست می‌آید:

1. Inconsistency Index

$$I.I.^{m} = \frac{\lambda_{max}^{m} - \mathrm{n}}{\mathrm{n} - 1} \quad , \quad I.I.^{g} = \frac{\lambda_{max}^{g} - \mathrm{n}}{\mathrm{n} - 1} \tag{9}$$

نرخ ناسازگاری نیز نیز از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$I.R.^{m} = \frac{I.I.^{m}}{\mathrm{I.\,I.\,R}^{m}.} \quad , \quad I.R.^{g} = \frac{I.I.^{g}}{\mathrm{I.\,I.\,R}^{g}.} \tag{10}$$

در این فرمول (I.I.R.)[1] شاخص ناسازگاری تصادفی است که توسط گاگوس و بوچر طبق جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. شاخص تصادفی گاگوس و بوچر

اندازه ماتریس	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
R^{m}	۰	۰	۰,٤۸	۰,۷۹	۱,۰۷	۱,۱۹	۱,۲۸	۱,۳٤	۱,۳۷	۱,٤۱
R^{g}	۰	۰	۰,۱۷	۰,۲٦	۰,۳٥	۰,۳۸	۰,٤۱	۰,٤۱	۰,٤۳	۰,٤٥

اگر هر دو نرخ سازگاری هر ماتریس مقایسه زوجی بزرگتر از ۰/۱ باشد باید تصمیم گیرنده در ترجیحاتش تجدیدنظر نماید. اگر فقط یکی از دو نرخ بزرگتر از ۰/۱ باشد و دیگری در محدوده قابل قبول باشد می‌بایست DM در مورد مقدار میانی تجدید نظر کند.

1. Inconsistency Index of Random Matrix

قدم ۶: بررسی رضایتمندی گروه تصمیم گیری از امتیازات و وزن‌های تخصیص داده شده
برای اطمینان از اینکه گروه تصمیم گیری در مراحل بعدی، تصمیم به تغییر وزن و امتیازات تعیین شده در مراحل قبلی را نگیرند این گام لازم و ضروری است. بعد از ارزیابی پروژه‌ها برخی از اعضای گروه ممکن است بخاطر اینکه نتایج ارزیابی ضعیف بوده دست به تغییر در وزن‌ها و امتیازات اختصاص داده شده به معیارها و پروژه‌ها بزنند. اگر رضایتمندی گروه برآورده نشده باشد، می‌توانند قدم‌های ۴ و ۵ را آنقدر تکرار کنند تا در مورد وزن و امتیاز به یک توافق جمعی برسند.

قدم ۷: ارزیابی پروژه‌ها بر اساس AHP فازی و رتبه بندی پروژه‌ها
در این گام تصمیم گیرنده با بکار بردن مرحله نهایی AHP فازی (ترکیب وزنها) به ارزیابی پروژه‌ها می‌پردازد و رتبه نهایی هر پروژه را بدست می‌آورد.

مرحله سوم: تبدیل رتبه انفرادی پروژه‌ها با توجه به هزینه هر پروژه

بعد از ارزیابی و رتبه بندی هر پروژه با توجه به امتیازات بدست آمده در گام قبل، وارد مرحله ی انتخاب سبد شده و با کمک مدل برنامه ریزی ریاضی خطی عدد صحیح بهترین ترکیب (سبد) از بین پروژه‌های پیشنهادی را برای سرمایه گذاری انتخاب می‌کنیم. روش پیشنهادی در این پژوهش برمبنای ایجاد توازن، تطابق و توافق بین انتخاب نهایی پروژه‌های بدست آمده از برنامه ریزی عدد صحیح و رتبه بندی بدست آمده از رویکرد چند شاخصه می‌باشد. بدین منظور می‌بایست با جایگزین نمودن امتیازات چندشاخصه با امتیازات افزایشی این توازن را برقرار نمود.

قدم ۸: تعیین امتیازات افزایشی پروژه‌ها
هدف از این گام برقراری حداکثر توازن و تطابق بین انتخاب نهایی پروژه‌های بدست آمده از برنامه ریزی عدد صحیح و رتبه بندی بدست آمده از رویکرد چند شاخصه می‌باشد. اما اشکال فرمول بندی عدد صحیح که یک فرم از مدل کوله پشتی با چند محدودیت می‌باشد آن است که به دلیل محدودیت بودجه و تابع هدفی که به دنبال

بهترین ترکیب از پروژه‌ها می‌باشد، رتبه ی پروژه‌ها بر طبق امتیاز چند معیاره ای که از گام قبل بدست آمده لحاظ نمی شود. پروژه‌ها با امتیاز پایین و هزینه ی کم ممکن است به پروژه‌ها با هزینه ی بالا ترجیح داده شوند.

این وضعیت به دلیل فرمول بندیIP رخ می‌دهد که ذاتا ترکیبی از پروژه‌ها را با یک پروژه ی منفرد مقایسه می کند. بعنوان مثال فرض کنید سه پروژه ی A و B و C با امتیاز چند معیاره ی ۰/۴۵، ۰/۲۵ و ۰/۳ و هزینه ی ۲۰۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ در دسترس هستند. اگر مستقیما امتیازات چند معیاره را بعنوان ضرایب تابع هدف استفاده کنیم، ترکیب پروژه‌هایB و C بر پروژه ی A ترجیح داده خواهند شد، چون امتیاز ادغامی آنها ۰/۴۵< ۰/۳+۰/۲۵ و هزینه ی ادغامی آنها $2000 > 500 + 1000$ می‌باشند. این وضعیت در حالت تصمیم گیری فعلی خواستنی و مطلوب نیست از این رو به دنبال تطبیق و سازگاری بیشتر جواب نهایی با امتیازات چند شاخصه ی هر پروژه هستیم. با استفاده از امتیازات افزایش یافته مشکل ناچیز پنداشتن پروژه‌های خوب اما با هزینه‌های بالا حل می گردد و رتبه‌های اولیه ی بدست آمده در گام قبل برای پروژه‌ها تا حد ممکن در نظر گرفته می‌شوند.

رقابت بر سر اختصاص امتیاز مناسب به پروژه‌ها است بنابراین از ضرایبی در تابع هدف استفاده می کنیم که این نقص را بر طرف کند و همزمان رتبه ی اولیه ی پروژه‌ها بشدت تحریف نگردد. در واقع می‌خواهیم در رتبه بندی چندمعیاره بدست آمده برای پروژه iام نسبت به رتبه چندمعیاره پروژه دیگر چنان تفاوتی ایجاد نماییم تا زمانی که چندین پروژه در تابع هدف ILP با هم ترکیب می‌شوند، مجموع رتبه ی چندمعیاره آنها بر مرتبه چندمعیاره پروژه iام غلبه نکند و این پروژه را مغلوب نسازد. چرا که در در تابع هدف ILP برای هر پروژه نیاز به ضریبی داریم که بتواند جایگاه واقعی هرپروژه را در قیاس با سایر پروژه‌ها محفوظ بدارد. ازینرو ابتدا پروژه‌ها با تکنیک چندمعیاره رتبه بندی می گردند و چون مقدار این رتبه‌ها(msها)بسیار به یکدیگر نزدیک می‌باشد، برای آنکه پس از ورود به تابع هدف ILP هنگام ترکیب آنها با یکدیگر این ترکیب حق پروژه ی دیگری را ضایع نکند، به

همین سبب رتبه جدیدی براساس رتبه بندی قبلی اما با تفاوت‌های چشمگیر نسبت به هم برای هر پروژه تعریف می‌کنیم. که این رتبه جدید(as) بعنوان ضریب تابع هدف هر پروژه وارد مدل میگردد. چون رتبه جدید هر پروژه نسبت به رتبه چندمعیاره آن افزایش چشمگیری پیدا کرده ازینرو به آن امتیاز افزایشی (افزایش یافته) اطلاق می‌کنیم.

ابتدا یک رویکرد ساده می‌تواند اختصاص امتیاز به پروژه‌ها بر اساس رتبه ی اولیه شان باشد. بطوری که امتیاز i امین پروژه بزرگتر از جمع امتیازات همه ی پروژه‌هایی که بدتر از i هستند باشد (براساس رتبه ی اولیه). از این رو اگر امتیاز یک را به آخرین (بدترین) پروژه اختصاص دهیم پروژه بعدی امتیازش ۲ (۱+۱) خواهد بود و بعدی ۴ (۱+۲+۱) خواهد شد. با دنبال کردن این رویکرد برای m پروژه امتیاز بهترین پروژه $۲^{m-۱}$ خواهد شد. بدین ترتیب زمانی که تعداد پروژه‌های پیشنهادی زیاد شود، تفاوت‌های سنگینی در ضرایب تابع هدف خواهیم داشت.

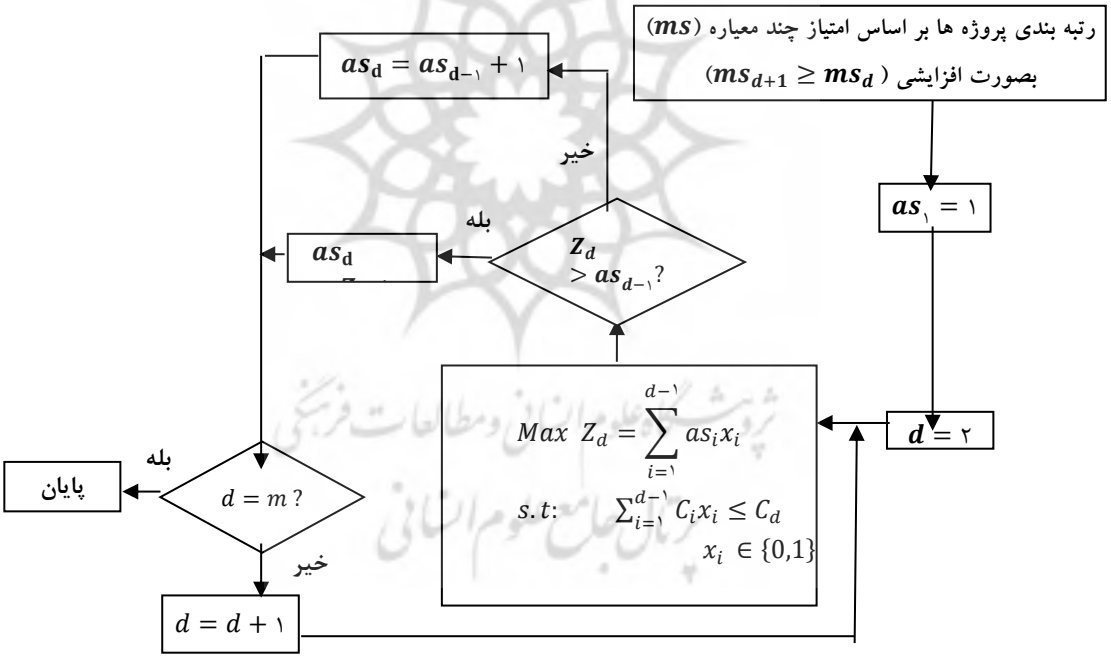
در روش فوق باید به دنبال بالاترین نمره ی تجمعی ممکنی باشیم که می‌تواند توسط پروژه‌هایی که بدتر از d هستند و همزمان هزینه ی تجمعی کمتر از d دارند بدست آید. این امتیاز به امتیاز افزایشی (as) معروف است. as برای پروژه ی P_i این خاصیت را ایجاد می‌کند که هیچ ترکیبی از پروژه‌هایی که در رتبه بندی پایین تر از آن هستند و بودجه ی کمتری از P_i دارند نمی توانند یک as بزرگتر از P_i داشته باشند. بمنظور یافتن as ابتدا پروژه‌ها را بر طبق امتیاز چند شاخصه (ms) بطور صعودی رتبه بندی می‌کنیم $(ms_{d+۱} \geq ms_d \quad d = ۱, \dots, \mathrm{m})$. برای بدترین پروژه as را برابر یک در نظر می‌گیریم $(\mathrm{as}_۱ = ۱)$ سپس برای d امین پروژه $(\mathrm{d} = ۱, \dots, \mathrm{m})$ مسئله ی کوله پشتی زیر را حل می‌کنیم:

$$Max\ Z_d = \sum_{i=۱}^{d-۱} as_i x_i \qquad (11)$$

$$s.t: \quad \sum_{i=1}^{d-1} C_i x_i \leq C_d$$

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

بطوری as_i امتیاز افزایشی برای i امین پروژه و C_i هزینه ی i امین پروژه می‌باشد. اندازه Z_d بزرگترین امتیاز ممکنی است که می‌تواند توسط پروژه‌هایی که بدتر از d هستند و همزمان هزینه ی تجمعی کمتر از d دارند، بدست آید. اگر $Z_d < as_{d-1}$ کافی که as_{d-1} را یک واحد افزایش دهیم تا as_d بدست آید. در مقابل اگر $Z_d > as_{d-1}$ پس as_k را برابر $Z_d + 1$ قرار می‌دهیم. الگوریتم محاسبه as برای تمامی پروژه‌ها بصورت شکل۲ است.



شکل ۲. الگوریتم محاسبه ی امتیاز افزایشی

اگر دو یا تعداد بیشتری از پروژه‌ها دارای رتبه ی اولیه یکسانی باشند برای محاسبه ی امتیاز افزایشی آنها باید توجه داشت که به همه ی این پروژه‌ها باید امتیاز افزایشی یکسانی تخصیص داده شود. برای اینکار ابتدا طبق روال عادی امتیاز افزایشی پروژه‌ها را محاسبه می‌کنیم سپس در بین پروژه‌هایی که دارای رتبه ی اولیه ی یکسانی هستند بیشترین مقدار امتیاز افزایشی بدست آمده را به همه ی آنها اختصاص می‌دهیم.

مرحله چهارم: تولید و ارزیابی سبد

پس از ارزیابی و رتبه بندی پروژه‌ها، تصمیم گیرنده نمی تواند بدون در نظر گرفتن محدودیت‌ها و ارجحیت‌های دیگر، به آسانی بودجه را به پروژه‌ها با رتبه‌های بالاتر اختصاص دهد تا جایی که بودجه به اتمام برسد. بلکه باید بودجه در دسترس را به بهترین ترکیب از پروژه‌هایی اختصاص دهد که سازمان را در نزدیکی هر چه بیشتر به اهدافش قرار دهد. در این مرحله سبدهای پیشنهادی تشکیل شده و سپس ارزیابی می‌گردند و در نهایت در انتهای این مرحله سبد نهایی انتخاب می‌گردد. گام‌های مرحله ی انتخاب سبد بصورت زیر می‌باشد:

قدم ۹: تعیین محدودیت‌ها و ارجحیت‌های سبد این دوره

محدودیت‌ها و الویت‌های اولیه در گام دوم در مرحله ی اول روش پیشنهادی معرفی و تعیین شده بودند. در این گام تصمیم گیرندگان این فرصت را دارند که محدودیت‌ها را اصلاح یا محدودیت‌های جدید به مسئله اضافه کنند. مثال‌هایی از محدودیت‌هایی که می‌تواند انتخاب سبد را تحت شعاع قرار دهند در ادامه آورده شده اند.

$$\sum_{i\in S_T} x_i \leq \%Q \ \sum_{i=1}^{m} x_i \qquad (12)$$

بطوری که x_i یک متغییر صفر و یک می‌باشد ($x_i = 1$ اگر پروژه iام انتخاب گردد و در غیر اینصورت $x_i = 0$). S_T مجموعه ی در بر گیرنده ی پروژه‌ها از دپارتمانی خاص و Q نیز یک عدد ثابت می‌باشد. m تعداد کل پروژه‌هاست.

$$x_i = 1 \qquad (13)$$

پروژه ی iام یک پروژه ی طلایی(گاو مقدس) می‌باشد (حتما باید در سبد نهایی قرار بگیرد).

$$\sum_{i=1}^{m} C_i x_i \leq budg \qquad (14)$$

بطوری که C_i هزینه ی iامین پروژه و $budg$ مقدار کل بودجه ی در دسترس می‌باشد.

$$\sum_{i \in S_A} x_i = 0 \qquad (15)$$

بطوری که S_A مجموعه ی پروژه‌های در حال اجرا می‌باشد.

قدم ۱۰: ایجاد سبدهای پروژه بطوریکه اهداف و محدودیت‌های سازمان را برآورده کنند

تعداد سبدهایی از پروژه‌ها مواقعی که تعداد محدودیت‌ها کم و تعداد پروژه‌ها زیاد است، می‌تواند خیلی زیاد باشد. برای حل این مسئله تصمیم گیرنده از مدل ILP با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و ارجحیت‌های مختلف برای ایجاد سبدهای متنوع کمک می‌گیرد. تابع هدف این مدل بصورت زیر خواهد بود:

$$Max\ Z = \sum_{i=1}^{m} as_i x_i \qquad (16)$$

بطوری که x_i یک متغیر صفر و یک که معرف انتخاب شدن $(x_i = 1)$ و نشدن $(x_i = 0)$ پروژه ی iام می‌باشد. m نیز تعداد کل پروژه‌ها و as_i هم امتیاز افزایشی محاسبه شده برای iامین پروژه است. اگر محقق به دنبال تولید سبدهای بیشتر برای یافتن جوابی بهتر می‌باشد، جواب اولیه را بعنوان محدودیت جدید وارد مدل کرده و مدل را دوباره حل می‌کنیم تا جواب دوم (سبد دوم) تولید گردد این فرآیند را تا زمانی که مدل متوقف شود، ادامه می‌دهیم (فضای حل نشدنی گردد). اگر مدل در مرحله اول هیچ جوابی را تولید نکند، تصمیم گیرندگان باید در محدودیت‌ها تجدید نظر کرده و مدل را دوباره حل نمایند.

قدم ۱۱: محاسبه ی امتیازات و وزن‌های نسبی هر سبد

بعد از تولید سبدها، تصمیم گیرنده می‌تواند وزن‌های جدید برای معیارها در نظر بگیرد. زیرا اهمیت هر معیار با توجه به پروژه‌ها، متفاوت از اهمیت همان معیارها با توجه به

سبدها می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند مثلا همگن نبودن پروژه‌های سبد باشد. امتیاز هر سبد را نیز می‌توان به دو روش محاسبه نمود. اول آنکه امتیاز هر سبد با جمع امتیازهای پروژه‌های هر سبد در هر معیار محاسبه گردد. روش دیگر آن است که از DM بخواهیم سبدهای تولیدی را نسبت به هم، با توجه به پروژه‌های درون هر سبد مقایسه زوجی نماید و با کمک روش EA آنها را امتیازبندی نماید. در این مطالعه از روش اول استفاده شده است.

قدم ۱۲: بررسی رضایتمندی تصمیم گیرندگان نسبت به امتیازات و وزن‌ها

در این قدم تصمیم گیرندگان بروی وزن معیارها و امتیاز سبدها تمرکز کرده، اگر رضایتمندی آنها برآورده نشود، می‌توانند به گام قبلی برگشته و اصلاحات لازم را انجام دهند و اگر رضایتمندی حاصل شود وارد گام بعد می‌شوند.

قدم ۱۳: ارزیابی سبدهای تولید شده با AHP فازی و رتبه بندی آنها و ایجاد تصمیم موقت

در این قدم سبدها را با بکار بردن AHP فازی مانند آنچه در گام‌های قبل انجام شده ارزیابی و رتبه بندی می‌نمایند. معمولا تصمیم گیرندگان سبدهایی که رتبه‌های بالاتری دارند را بعنوان تصمیم موقت انتخاب می‌کنند. اگر گروه تصمیم گیرنده بر سر تصمیمات موقت به توافق برسند در گام بعدی بررسی‌های بیشتری برای رسیدن به سبد نهایی صورت می‌گیرد. در غیر اینصورت گروه باید به گام‌های ۹ تا ۱۲ برگشته و اصلاحات مورد نیاز را در محدودیت‌ها، امتیازات و وزن‌های سبدهای پیشنهادی انجام دهند.

قدم ۱۴: پیاده سازی تحلیل حساسیت و ایجاد تصمیم نهایی برای سبد پروژه

حل مدل، سبدهایی از پروژه را فراهم می‌کند که سود کل را حداکثر نموده و محدودیت‌ها را برآورده می‌نماید. بعد از آنکه مدل حل شده و جوابهای خاص حاصل گردید، می‌توان قدرت جواب‌ها را با تغییر در متغیرها و پارامترهای مدل به کمک تحلیل

حساسیت بررسی نمود. اگر یک تغییر کوچک تاثیر زیادی بر سبد موقت ایجاد کند تصمیم گیرندگان باید بحث کنند که سبد دیگری را انتخاب کنند یا همین سبد را نگه دارند. در پایان این گام تصمیم گیرندگان تصمیم می‌گیرند که سبد انتخاب شده را بپذیرند و سرمایه گذاری را انجام دهند یا دوباره به قدم‌های ۹ تا ۱۴ برگردند. اگر سبد انتخاب شده تصمیم گیرنده را راضی کند پس تصمیم نهایی بدست آمده است.

ضروری است که تصمیم گیرنده دوباره پروژه‌های رد شده را بررسی نماید تا مطمئن شود که پروژه‌های خوب کنارگذاشته نمی شوند. پروژه می‌تواند به دلایلی همچون بودجه ی در دسترس کنار گذاشته شوند. این پروژه‌ها می‌توانند با کمی اصلاحات در انتخابات بعدی در نظر گرفته شوند.

بطور کلی خروجی چهار مراحله الگوریتم به شرح زیر است:

خروجی مرحله اول: خروجی این مرحله پروژه‌هایی هستند که از غربالگری اولیه عبور کرده اند و حداقل‌های اولیه را جهت بررسی بیشتر دارا می‌باشند.

خروجی مرحله دوم: خروجی این مرحله اختصاص یک رتبه (ms) به هر پروژه ی خروجی از مرحله اول با استفاده از تکنیک تصمیم گیری چندمعیاره فازی (AHP فازی) می‌باشد.

خروجی مرحله سوم: خروجی مرحله دوم یعنی msها وارد مدل کوله پشتی موجود در مرحله سوم میشود (با استفاده از msها پروژه‌ها مرتب می‌شوند و با حل مدل کوله پشتی به هر پروژه یک وزن جدید (as) اختصاص می‌یابد). تبدیل امتیازات چند معیاره به امتیازات افزایش یافته.

خروجی مرحله چهارم: امتیازات افزایشی (as) بعنوان ضریب تابع هدف هر پروژه در مدل ILP قدم دهم قرار میگیرند و سبدهای ممکن تولید می‌گردد و در نهایت سبد برتر در انتهای این گام انتخاب می‌شود.

تجزیه و تحلیل انتخاب سبد پروژه در صنایع پالایش نفت

در این بخش کاربرد روش پیشنهاد شده برای انتخاب سبد پروژه در صنایع پالایش نفت نشان داده می‌شود. بدلیل مسائل محرمانه و امنیتی موجود در صنعت نفت به جای استفاده از داده‌های واقعی به تولید داده پرداخته شده است.

مرحله ی بررسی اولیه پروژه‌ها

گروه تصمیم گیرنده از روسای شرکت نفتی و مدیران بخش ایده پردازی پالایش نفت تشکیل شده اند. در ابتدا، گروه به کسانی نیاز دارد که روش‌های بکار گرفته شده و ابزارهای استفاده شده در متدولوژی را درک کنند و با آنها آشنایی داشته باشند. اهداف و محدودیت‌های فعالیت‌های این دوره ی انتخاب سبد در حوزه ی فعالیت‌های زیر می‌باشند:

- سوخت پاک
- تولید هیدروژن
- تولید محصولات اولیه پتروشیمی و مواد شیمیایی از محصولات بازیافتی
- ارتقاء کیفیت محصولات کم ارزش بازیافت شده

انتخاب پروژه‌های پالایش نفت بودجه ی محدود خود را دارد که بعنوان محدودیتی در انتخاب سبد لحاظ می‌گردد. محدودیت دیگر آن است که هر یک از حوزه ی فعالیت فوق باید توسط پروژه ایی در سبد نهایی در نظر گرفته شوند (یعنی از هر ناحیه حداقل یک پروژه در سبد نهایی وجود داشته باشد). محققین با استفاده از ساختار سلسله مراتبی بالا به پایین و بررسی ادبیات موجود در مورد معیارهای ارزیابی پروژه و نیازمندی‌های شرکت نفتی مورد نظر معیارهای ارزیابی زیر را تعیین نموده اند:

- مالی ($\boldsymbol{F}$): این معیار نشان دهنده ی سود مورد انتظار (یا زیان‌های مورد انتظار) بدست آمده از اجرای پروژه ی خاص می‌باشد. که از تخمین مقدار هزینه و درآمد حاصل می‌شود.

- تکنولوژی (T): تکنولوژی می‌تواند اقلام فیزیکی (مانند ماشین آلات یا تجهیزات)، روش‌ها، تکنیک‌ها و نرم افزارهای کامپیوتری باشند که برای حل مسائل مختلف یا رسیدن به هدفی خاص مورد نیاز هستند. بنابراین یکی از متداول ترین تعریف‌ها برای تکنولوژی "بکار بستن دانش و آگاهی برای اهداف مفید" می‌باشد.
- استخدام (E): معیار استخدام بر اساس تعداد افرادی که در اجرای هر پروژه بکار گرفته می‌شوند ارزیابی می گردد.
- فرصت (O): این معیار نشان دهنده ی فواید ذهنی می‌باشد که از اجرای یک پروژه حاصل خواهد شد. این معیار به راحتی با واحدهای پولی قابل بیان نمی باشد بنابراین تصمیم گیرنده بر اساس تجارب خود به ارزیابی آن می‌پردازد.
- ریسک (R): احتمال اینکه یک پروژه اهداف و مقاصد را با موفقیت برآورد نماید را ریسک گویند. اگر احتمال موفقیت کم باشد ریسک پروژه بالا در نظر گرفته می‌شود و برعکس اگر احتمال شکست کم باشد ریسک پروژه پایین لحاظ می گردد.

در این مرحله گروه خطوط کلی که در برگیرنده ی اهداف، الویت‌ها و ارجحیت‌های دوره ی انتخاب سبد، محدودیت‌ها، شرایط و معیارهای تصمیم گیری که پروژه‌ها براساس آنها ارزیابی خواهند شد را ایجاد می کند. ایجاد کننده ی پروژه نیز سعی می‌نماید که این خطوط کلی را در هنگام ایجاد و معرفی پروژه لحاظ نماید. نمونه ایی از دستورالعمل‌هایی که در ایجاد پروژه پالایش نفت باید لحاظ گردد عبارتند از:

- مطلوب است که پروژه ی ایجاد شده در یکی از چهار حوضه ی نامبرده قرار داشته باشد. مطابقت تکنولوژی بکار گرفته شده در پروژه با استانداردهای زیست محیطی مهم است و ترجیحا تاثیرات منفی بروی محیط زیست را حداقل کند. و به دنبال فرصتهایی برای ایجاد همکاری و ارتباط مناسب با شرکت‌های بین المللی باشد.
- سازمان به دنبال بکارگیری پروژه‌هایی است که تکنولوژی‌های مهم را بکار بندد.

پروژه‌هایی که بعد از بازبینی اولیه رد شده اند نیاز به ارزیابی بیشتر نخواهند داشت. سرمایه

ی مورد نیاز برای اجرای پروژه‌ها در این دوره محدود (۱۰ میلیون دلار) می‌باشد. برآورد مالی پروژه‌ها بر اساس فرآیند مالی سازمان باید صورت گیرد.

- توضیح مختصری از ریسک تخمینی پروژه‌ها برای هر پروژه بر طبق عناصر مختلف ریسک باید صورت گیرد. سازمان به دنبال سبد پروژه ی متعادل از ترکیب مناسب پروژه‌ها که نیازمندی‌های سازمان را برآورده سازد می‌باشد.

بعد از ایجاد پروژه‌ها گروه تصمیم گیرنده سعی می‌نماید قدرت و جذابیت هر پروژه را ارزیابی نماید. برای اطمینان از اینکه تمامی پروژه‌ها ارزش ارزیابی جزئی تر را دارا می‌باشند، تصمیم گیرنده با بکارگیری روش غیرجبرانی (رضایت بخش شمول) به بررسی پروژه‌ها می‌پردازد و پس از نامناسب شناخته شدن پروژه ای، از بررسی بیشتر و تکمیلی کنار گذاشته می‌شود. معمولا بین ۲۰ الی ۳۰ پروژه در شرکت نفتی مذکور اجازه بررسی بیشتر را می‌یابند. در این مطالعه نیز حداکثر ۳۰ پروژه برای ارزیابی نهایی مورد نظر قرار می گیرند.

مرحله ارزیابی انفرادی پروژه‌ها

تصمیم گیرنده گزینه‌ها را از نظر هر معیار مورد مقایسه قرار می‌دهد. با استفاده از طیف ۱/۹ تا ۹ ساعتی ماتریس مقایسات زوجی را به صورت اعداد فازی مثلثی تشکیل داده، و بدین طریق ترجیحات خود را با مقایسه ی زوجی پروژه‌هایی که از فیلتر قبل عبور کرده اند در هر معیار بیان می کنند. و یک امتیاز به هر گزینه اختصاص می‌یابد. و سپس تصمیم گیرنده یک وزن که نشان دهنده ی اهمیت هر معیار می‌باشد را به آن معیار اختصاص می‌دهد. وزن معیارها به شرح جدول زیر می‌باشد که با استفاده از نرم افزار EC بدست آمده‌اند:

جدول ۴. اوزان معیارهای تصمیم

معیار	R	O	T	E	F
وزن نرمال نشده	۰/۱۱۲	۰/۸۹	۰/۳۹	۰/۳۸	۱
وزن نرمال شده	۰/۰٤	۰/۳۲	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۳٦

پس از انجام دو مرحله فوق اگر گروه در مورد امتیازات و وزن‌ها کوچکترین تردیدی دارند باید در همین مرحله آنرا برطرف کنند. اگر هیچ تغییری نیاز نبود، گروه تصمیم گیری می‌تواند مرحله ی بعد را آغاز کند.

بعد از بدست آوردن امتیازات و وزن‌ها در گام قبل، برای ارزیابی پروژه‌ها با استفاده از روش AHP این نتایج با استفاده از میانگین موزون ادغام گردیده تا ضریب اهمیت نسبی (امتیاز نهایی) هر یک از پروژه‌ها بدست آید. و بدین ترتیب رتبه بندی پروژه‌ها مشخص می‌گردد. همانطوری که در جدول۵ می‌توان مشاهده نمود پروژه‌های ۱۵، ۲۸، ۸، ۲۱ و ۱۲ به ترتیب رتبه‌های اول تا پنجم را به خود اختصاص داده اند.

تبدیل رتبه انفرادی پروژه‌ها با توجه به هزینه هر پروژه

با توجه به رتبه بندی صورت گرفته در گام قبل برای پروژه‌ها و همچنین بودجه ی مصرفی هر یک از پروژه‌ها امتیازات افزایشی آنها را قبل از ورود به مرحله ی بعد با استفاده از مدل ۱۱ محاسبه می‌نماییم و از این امتیاز بجای امتیاز چند شاخصه ی هر پروژه

در تابع هدف مدل IP استفاده می‌کنیم. با اینکار اطمینان حاصل می‌کنیم که هیچ ترکیبی از پروژه‌هایی که در رتبه ی پایین تر قرار دارند و بودجه ی کمتری را نیز مصرف می‌کنند به جای پروژه ایی با بودجه ی بالاتر و رتبه ی بالاتر انتخاب نمی شوند. و رتبه ی چند شاخصه ی هر پروژه در انتخاب نهایی بی‌تاثیر نخواهد شد.جدول ۵ امتیازات افزایشی پروژه‌ها را به همراه هزینه هر پروژه نشان می‌دهد.

جدول ۵. رتبه نهایی پروژه‌ها و امتیازات افزایشی

امتیاز افزایشی	هزینه	پروژه	امتیاز چندمعیاره	رتبه	امتیاز افزایشی	هزینه	پروژه	امتیاز چندمعیاره	رتبه
۲۷	۱	۵	۰/۰۲۹۸۱۲	۱۵	۱	۲/۴	۹	۰/۰۱۵۱۶۶	۳۰
۲۸	۱/۲	۱	۰/۰۳۰۲۵۱	۱۴	۲	۲/۳	۲۴	۰/۰۱۶۴۴۶	۲۹
۴۸	۲	۷	۰/۰۳۰۵۰۸	۱۳	۳	۲	۲۵	۰/۰۱۹۶۵۳	۲۸
۴۹	۱/۳	۱۶	۰/۰۳۰۸۹۹	۱۲	۴	۲/۱	۱۹	۰/۰۲۰۲۵۲	۲۷
۵۰	۱/۵	۲	۰/۰۳۲۹۹۷	۱۱	۵	۱/۷	۱۳	۰/۰۲۰۴۰۷	۲۶
۵۱	۱/۸	۲۶	۰/۰۴۷۷۰۰	۱۰	۶	۱/۸	۲۰	۰/۰۲۳۱۹۲	۲۵
۵۲	۱/۴	۲۲	۰/۰۴۸۵۸۵	۹	۷	۲	۳	۰/۰۲۳۵۵۵	۲۴
۵۳	۱/۶	۱۰	۰/۰۴۸۹۱۰	۸	۸	۱	۱۷	۰/۰۲۴۴۳۸	۲۳
۸۰	۲/۵	۴	۰/۰۴۸۹۱۸	۷	۹	۱/۵	۶	۰/۰۲۵۶۲۶	۲۲
۸۱	۲/۲	۱۸	۰/۰۴۸۹۸۹	۶	۱۰	۲/۱	۲۹	۰/۰۲۵۶۴۶	۲۱
۸۲	۱/۲	۱۲	۰/۰۴۹۱۶۹	۵	۱۸	۲/۵	۳۰	۰/۰۲۶۷۳۳	۲۰
۸۳	۲	۲۱	۰/۰۴۹۳۲۰	۴	۱۹	۱/۴	۲۳	۰/۰۲۷۱۵۴	۱۹
۸۴	۱/۶	۸	۰/۰۴۹۷۲۷	۳	۲۰	۱	۱۱	۰/۰۲۷۳۸۳	۱۸
۸۵	۱/۸	۲۸	۰/۰۵۰۷۰۸	۲	۲۱	۱/۵	۱۴	۰/۰۲۷۸۵۸	۱۷
۸۶	۱/۱	۱۵	۰/۰۵۱۰۲۸	۱	۲۲	۱/۶	۲۷	۰/۰۲۸۹۷۱	۱۶

تولید و ارزیابی سبد

ارزیابی پروژه‌ها نشان داد که هر پروژه چقدر "خوب" است. لحاظ کردن برترین پروژه‌ها در سبد نهایی بدون ایجاد تعادل در آن باعث گمراهی تصمیم گیرندگان می‌گردد و باید محدودیت‌ها و ارجحیت‌های آنها نیز در انتخاب سبد نهایی در نظر گرفته شود.

یکی دیگر از ابزارهای ایجاد کننده ی محدودیت، ماتریس پروژه‌ها می‌باشد. از آنجا که پروژه‌ها همیشه یکسان نمی باشند و نباید آنها را به طرق یکسان مورد ارزیابی قرار داد، می‌توان آنها را در دسته‌های همگنی طبقه بندی نمود. اگرچه اغلب مواقع پروژه‌های حوزه ی پالایش نفت یکسان هستند اما در این تحقیق برای رسیدن به همگنی پروژه‌ها، پروژه‌ها برطبق حوزه‌های مختلف فعالیت دسته بندی می‌گردند. در این حالت تصمیم گیرنده می‌تواند درصدی از بودجه را برای هر طبقه اختصاص دهد. جدول ۶ یک نمونه از ماتریس پروژه ی محدود شده را نشان می‌دهد.

جدول ۶. نمونه ایی از ماتریس پروژه ی محدود شده

بودجه	پروژه‌ها	حوزه ی فعالیت
٪۲۰	P_1 تا P_8	سوخت پاک
٪۲۰	P_9 تا P_{16}	ارتقاء کیفیت محصولات کم ارزش بازیافت شده
٪٤۰	P_{17} تا P_{23}	تولید محصولات اولیه پتروشیمی و مواد شیمیایی از محصولات بازیافتی
٪۲۰	P_{24} تا P_{30}	تولید هیدروژن

محدودیت مرتبط با دسته ی "سوخت پاک" را می‌توان بصورت زیر نشان داد:

$$x_1C_1 + x_2C_2 + x_3C_3 + x_4C_4 + x_5C_5 + x_6C_6 + x_7C_7 + x_8C_8 \leq .2budg$$

بطوری که xها متغیرهای صفر و یک، C بودجه ی پروژه‌ها یا هزینه ی پروژه‌ها و $budg$ بودجه‌ی کل در دسترس می‌باشند. در انتخاب سبد پروژه، تصمیم گیرنده باید به

ارزیابی سبدهایی که محدودیت‌ها و ارجحیت‌های دوره ی فعلی را برآورده می‌کنند بپردازد. برای ایجاد سبدهای پیشنهادی که محدودیت‌های مختلف را در نظر می‌گیرد محقق مدل ILP را بکار می‌برد. که تابع هدف آن بصورت زیر می‌باشد:

$$Max\ Z = \sum_{i=۱}^{۳۰} as_i x_i$$

بطوری که x_i یک متغییر صفر و یک که معرف انتخاب شدن $(x_i = ۱)$ و نشدن $(x_i = ۰)$ پروژه ی iام می‌باشد. تعداد کل پروژه‌ها ۳۰ و as_i هم امتیاز افزایشی محاسبه شده برای iامین پروژه است. برآورده شدن تابع هدف فوق منوط به :

- محدودیت بودجه: کل سرمایه گذاری برای سبدهای انتخاب شده در این دوره نباید از بودجه ی در دسترس تجاوز کند (یعنی ۱۰میلیون دلار)

$$\sum_{i=1}^{30} C_i x_i \leq 10$$

- محدودیت دسته بندی: حداقل یک پروژه از هر حوزه ی فعالیت باید در سبد انتخاب شده حضور داشته باشد.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq 1$$
$$x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{۱۲} + x_{۱۳} + x_{۱۴} + x_{۱۵} + x_{۱۶} \geq 1$$
$$x_{۱۷} + x_{۱۸} + x_{۱۹} + x_{۲۰} + x_{۲۱} + x_{۲۲} + x_{۲۳} \geq 1$$
$$x_{۲۴} + x_{۲۵} + x_{۲۶} + x_{۲۷} + x_{۲۸} + x_{۲۹} + x_{۳۰} \geq 1$$

- محدودیت‌های مربوط به جدول ۶ (ماتریس پروژه ی محدود شده).

محقق برای حل مدل فوق از $LINGO$ استفاده نموده و حل اول مدل یک سبد از پروژه‌های ۸، ۱۲، ۱۸، ۲۲، ۲۶ و۲۸ با سرمایه گذاری دقیقا برابر ۱۰ میلیون دلار می‌باشد.

این سبد بصورت یک محدودیت برای تولید سبدهای بعدی وارد مدل می‌گردد. این محدودیت بصورت زیر خواهد بود:

$$x_{۸} + x_{۱۲} + x_{۱۸} + x_{۲۲} + x_{۲۶} + x_{۲۶} \leq ۵$$

سپس سبد بعدی با پروژه‌های: ۸، ۱۵، ۱۸، ۲۲، ۲۶ و ۲۸ و سرمایه گذاری ۹/۹ میلیون دلار ایجاد می‌گردد. این پروژه‌ها نیز به صورت محدودیت به همراه محدودیت قبلی وارد مدل شده و دوباره مدل را برای یافتن سبد بعدی حل می‌کنیم این کار آنقدر ادامه می‌یابد تا مدل قادر به ایجاد جواب جدید نباشد. تعداد سبدهای ایجاد شده بیشتر از ۵۰ سبد می‌باشد که محقق ۴۰ سبد ابتدایی را برای ورود به گام بعد در نظر می‌گیرد. تصمیم گیر می‌تواند برای هر سبد از ۴۰ سبد ایجاد شده، امتیازات نسبی را محاسبه نموده و به معیارها، متناسب با پروژه‌های موجود در هر سبد وزن جدید اختصاص می‌دهد. در این تحقیق تصمیم گیرنده تمایل دارد تا از همان وزن‌هایی که برای ارزیابی پروژه‌ها به معیارها اختصاص داده است برای ارزیابی سبدها نیز استفاده کند. امتیاز هر سبد نیز با جمع امتیازهای پروژه‌های هر سبد در هر معیار محاسبه گردد. با در دست داشتن امتیاز هر سبد و وزن معیارها، به رتبه بندی سبدها می‌پردازیم. پس از حل، رتبه بندی نهایی ۴۰ سبد ایجاد شده بطور کامل در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. سبدهای تولید شده و رتبه بندی آنها

رتبه سبدها	پروژه‌های هر سبد	سبد	رتبه سبدها	پروژه‌های هر سبد	سبد
۱۶	۸-۱۰-۱۲-۲۱-۲۶-۲۸	۲۱	۳۳	۸-۱۲-۱۸-۲۲-۲۶-۲۸	۱
۵	۸-۱۲-۱۵-۲۱-۲۶-۲۸	۲۲	۲۴	۸-۱۵-۱۸-۲۲-۲۶-۲۸	۲
۶	۸-۱۰-۱۵-۲۱-۲۶-۲۸	۲۳	۴۰	۸-۱۵-۲۱-۲۲-۲۶-۲۸	۳
۱۲	۴-۱۲-۱۵-۲۱-۲۲-۲۸	۲۴	۲۳	۸-۱۲-۲۱-۲۲-۲۶-۲۸	۴
۳۴	۴-۱۲-۱۵-۲۱-۲۲-۲۶	۲۵	۳۶	۴-۸-۱۰-۱۵-۲۲-۲۶	۵
۱	۸-۱۲-۱۵-۱۸-۲۱-۲۸	۲۶	۱۸	۴-۸-۱۰-۱۵-۲۲-۲۸	۶
۱۵	۸-۱۲-۱۵-۱۸-۲۱-۲۶	۲۷	۳۸	۸-۱۰-۱۲-۱۸-۲۲-۲۶	۷
۳	۸-۱۲-۱۵-۲۱-۲۲-۲۸	۲۸	۲۵	۸-۱۰-۱۲-۱۸-۲۲-۲۸	۸

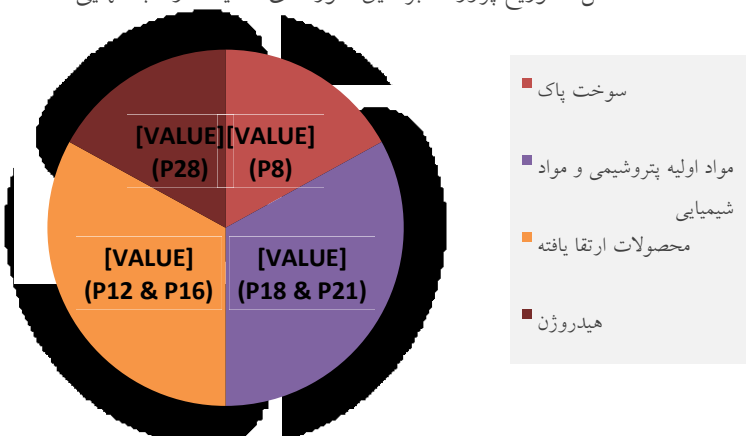
۱۹	۸-۱۲-۱۵-۲۱-۲۲-۲۶	۲۹	۲۷	۸-۱۰-۱۲-۱۵-۱۸-۲۶	۹
۴	۸-۱۰-۱۵-۲۱-۲۲-۲۸	۳۰	۸	۸-۱۰-۱۲-۱۵-۱۸-۲۸	۱۰
۲۲	۸-۱۰-۱۵-۲۱-۲۲-۲۶	۳۱	۳۹	۴-۱۰-۱۲-۱۵-۲۲-۲۶	۱۱
۳۷	۴-۱۲-۱۵-۲۲-۲۶-۲۸	۳۲	۲۶	۴-۱۰-۱۲-۱۵-۲۲-۲۸	۱۲
۱۴	۸-۱۲-۱۵-۱۸-۲۶-۲۸	۳۳	۳۵	۴-۸-۱۲-۱۵-۲۲-۲۶	۱۳
۲۰	۸-۱۲-۱۵-۲۲-۲۶-۲۸	۳۴	۱۷	۴-۸-۱۲-۱۵-۲۲-۲۸	۱۴
۲۱	۸-۱۰-۱۵-۲۲-۲۶-۲۸	۳۵	۱۳	۸-۱۰-۱۲-۱۵-۲۱-۲۶	۱۵
۱۱	۸-۱۲-۱۵-۱۸-۲۲-۲۶	۳۶	۲	۸-۱۰-۱۲-۱۵-۲۱-۲۸	۱۶
۲۹	۸-۱۲-۱۵-۱۸-۲۲-۲۸	۳۷	۳۲	۸-۱۰-۱۲-۲۱-۲۲-۲۶	۱۷
۳۱	۸-۱۰-۱۵-۱۸-۲۲-۲۶	۳۸	۱۰	۸-۱۰-۱۲-۲۱-۲۲-۲۸	۱۸
۷	۸-۱۰-۱۵-۱۸-۲۲-۲۸	۳۹	۲۸	۸-۱۰-۱۲-۱۵-۲۲-۲۶	۱۹
۳۰	۸-۱۰-۱۲-۲۲-۲۶-۲۸	۴۰	۹	۸-۱۰-۱۲-۱۵-۲۲-۲۸	۲۰

رتبه بندی نشان می‌دهد که سبد۲۶ با پروژه‌های ۸، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۸ بالاترین رتبه را با سرمایه گذاری ۹/۹ میلیون دلار از آن خود خواهد کرد. تصمیم گیرندگان این سبد را بعنوان انتخاب موقت در نظر گرفته و بعد از بررسی‌های بیشتر در گام بعد برای انتخاب نهایی تصمیم گیری می‌کنند.

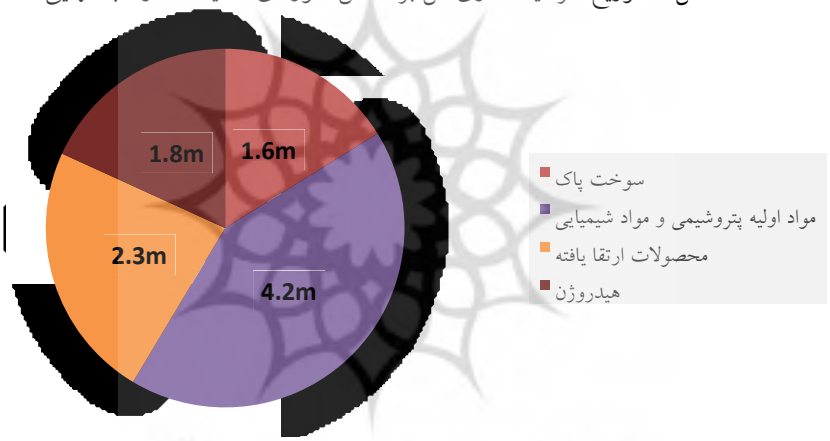
ابزارهایی نیز برای اطمینان از وجود تعادل در سبد موقت مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای نمونه شکل‌های۳ و شکل۴ توزیع پروژه‌ها و اندازه ی سرمایه گذاری صورت گرفته در سبد نهایی بر اساس حوزه‌های فعالیت نمایش داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل۳. توزیع پروژه‌ها بر طیق حوزه‌های فعالیت در سبد نهایی



شکل ٤. توزیع سرمایه گذاری کل بر اساس حوزه ی فعالیت‌ها در سبد نهایی



همچنین بعد از آنکه مدل حل گردید و جواب‌های خاص حاصل شد، می‌توان قدرت جواب‌ها را با تغییر در متغیرها و پارامترهای مدل به کمک تحلیل حساسیت بررسی نمود. بعنوان مثال در این مطالعه موردی معیار "مالی" یکی از تاثیر گذار ترین معیارهاست. پس از بررسی مشخص گردید که وقتی وزن معیار مالی بین ۱۰۰ تا ۸۲ قرار دارد برترین سبد همچنان سبد ۲۶ خواهد بود. اما وقتی وزن این معیار بین ۸۲ تا ۷۰ در نظر گرفته می‌شود، سبد ۲۶ جای خود را به سبد ۲۷ خواهد داد. و اگر وزن آن از ۷۰ کمتر گردد سبد ۸ در

بالاترین رتبه قرار خواهد گرفت. تصمیم گیرندگان می‌توانند حساسیت وزن دیگر معیارها را نیز به طریق مشابه بررسی کنند.

موانع و مشکلات تحقیق

انتخاب سبد پروژه یک مسئله دشوار می‌باشد. این تحقیق حجم اطلاعات مورد نیاز و تلاش‌های صورت پذیرفته برای غلبه بر این مسئله را نشان داده است .دسترسی به اطلاعات و منابع مورد نیاز براحتی میسر نبوده است و همچنین در قسمت مطالعه موردی به دلیل موضوعات محرمانه و امنیتی موجود در صنعت نفت که مانع از ارائه داده‌های دقیق گردید، برای داده‌های عددی به جای استفاده از داده‌های واقعی با استفاده از شبیه سازی به تولید داده پرداخته شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مدل پیشنهادی یک مدل مبتنی بر واقعیت می‌باشد زیرا این مزیت را نسبت به سایر مدلهای بررسی شده دارا می‌باشد که در آن می‌توان چندین هدف کمی و کیفی را بصورت جدا از هم، چندین محدودیت، عامل ترجیحات و تجربه ی تصمیم گیرندگان و عامل نیروی انسانی را با داده‌های فازی در دنیای غیرقطعی با هم در نظر گرفت. مزیت دیگر مدل طراحی شده، آشنا نمودن DM با ماهیت روشهای استفاده شده در مدل می‌باشد که این مسئله در سایر متدهای طراحی شده دیده نشده است. همچنین نادیده گرفتن اثر محدودیت بودجه و تاثیر سوء آن در جواب نهایی از جمله مواردی است که در این مدل مرتفع گردیده است. از در این مقاله، ما یک چارچوب متشکل از چهار مرحله اصلی برای انتخاب سبد پروژه پیشنهاد داده ایم، که پروژه‌های عبور کرده از فیلتر روش غیرجبرانی رضایت بخش شمول را با کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی رتبه بندی می‌نماید و سپس برای محفوظ ماندن جایگاه هر گزینه در هنگام تولید سبد، امتیازات چندشاخصه آنان را با امتیاز افزایشی جایگزین می‌کند. در ادامه با کمک برنامه ریزی خطی عدد

صحیح و AHP فازی به تولید سبدها و رتبه بندی آنها می‌پردازد. چارچوب پیشنهادی از روش‌هایی که از نظر تئوری معروف و از نظر فهم و کاربرد آسان می‌باشند استفاده نموده است. این متدولوژی این اختیار را به تصمیم گیرنده می‌دهد که تکنیک‌های مختلف هر مرحله را با توجه به نیاز و ساختار سازمان تعیین و تغییر دهد.

انتخاب سبد پروژه یک مسئله آسان نمی باشد. این تحقیق مقدار حجم اطلاعات مورد نیاز و تلاش‌های صورت پذیرفته برای غلبه بر این مسئله را نشان داده است که دسترسی به اطلاعات و منابع مورد نیاز براحتی میسر نبوده است. همچنین در قسمت مطالعه موردی به دلیل موضوعات محرمانه و امنیتی موجود در صنعت نفت که مانع از ارائه ی داده‌های دقیق گردید، برای داده‌های عددی به جای استفاده از داده‌های واقعی با استفاده از شبیه سازی به تولید داده پرداخته شده است. در ادامه چند پیشنهاد برای گسترش متدولوژی مطرح شده در آینده آورده شده است:

- گسترش متدولوژی برای تحت پوشش قرار دادن فاز بعدی (فاز اجرا) می‌تواند بعنوان یک بسته ی کامل مدیریت سبد باشد. بعنوان مثال الویت بندی پروژه‌های درون یک سبد برای اجرای آنها و تخصیص منابع براساس این الویت به منظور حداکثر سازی استفاده از منابع و همپوشانی زمان جهت حداقل سازی زمان اجرا.
- از آنجایی که تکنیک‌های استفاده شده در ارزیابی انفرادی پروژه‌ها و انتخاب سبد پروژه به نوع پروژه‌های در دست و ویژگی سازمان بستگی دارد، بررسی نیازمند است تا مناسب ترین تکنیک‌هایی که در هر وضعیت می‌توانند بکار برده شوند را شناسایی کند.
- در این مطالعه زمان سبد بصورت ثابت و قطعی در نظر گرفته شده است، حال آنکه می‌دانیم که پروژه‌ها در اکثر مواقع بصورت تصادفی تولید می‌شوند و زمان مشخصی برای آن وجود ندارد. بنابراین بررسی نیازمند است که در آن زمان و دوره ی سبد بصورت تصادفی در نظر گرفته شود. تا احتمال از دست دادن فرصت‌های مناسب کاهش یابد.

منابع

زارع اشکذری، ج.(۱۳۸۴). "سیستم مدیریت سبد پروژه،مفاهیم و مبانی رویکرد"، کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه.

علی نژاد، ع.، سیمیاری، ک.(۱۳۹۲). "انتخاب سبد بهینه پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی DEA/DEMATEL "، *فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، بهار، سال یازدهم، شماره ۲۸.

فضلی، ص.، تقی زاده، ر.(۱۳۸۹). "روش رتبه بندی فازی برای پورتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران"، *فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات* مدیریت صنعتی، زمستان، سال هشتم، شماره ۱۹.

کتابی، س.، حق شناس، ا.، حدادیان، ع.(۱۳۸۷). "انتخاب چندمعیاره تامین کنندگان با استفاده از AHPفازی"، *فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، پاییز، شماره ۱۲.

Abu-Taleb, M.F., Mareschal B. (1995)."Water resources planning in the Middle East: application of the PROMETHEE V multi criteria method", *European Journal of Operational Research*,81, 500-511.

Aouni, B., Colapinto, C., La Torre, D. (2014). "Financial portfolio management through the goal programming model: Current state-of-the-art", *European Journal of Operational Research,* 234, 536-545.

Archer, N.P., Ghasemzade, F. (1999). "An integrated framework for project portfolio selection", *International Journal of Project Management*, 17, 207-216.

Arman, H., Kabli, M., Gindy, N.N.Z. (2008). "Integer Linear Programming Model to Optimize the Decision-making in R&D Investments" In: EuroMOT, Nice, France,19-17.

Badri, M. A., Davis, D. (2001). "A Comprehensive ۱-۰Goal Programming Model for Project Selection", *International Journal of Project Management*, 19, 243-252.

Bhattacharyya, R. (2015). " A grey theory based multiple attribute approach for R&D project portfolio selection." *Fuzzy information and engineering,* 7, 211-225.

Brans, J.P., Mareschal, B. (1992). "PROMETHEE V: MCDM problems with segmentation constraints", *INFOR*, 30,85-96.

Chang, P.T., Lee, J.H. (2012)."A fuzzy DEA and knapsack formulation integrated model for project selection", *Computers & Operations Research,* 39,112-125.

Chang, D.Y., (1996). "Application of the extent analysis method on fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research,* 95 ,649-655.

Cooper, R.G., Edgett, S.j., Kleinschmidt, E.J. (1999)."New product portfolio management: practice and performance", *Journal of Production and Innovation Management*, 16, 333-351.

Ebrahimnejad, S., Hosseinpour, M.H., Mohammadi Nasrabadi, A. (2013). "A fuzzy bi-objective mathematical model for optimum portfolio selection by considering inflation rate effects", *The International journal of Advanced Manufacturing Technology,*69, 595-616.

Ferreira, L., Borenstein, D., Santi, E. (2016). " Hybrid fuzzy MADM ranking procedure for better alternative discrimination", *Engineering applications of artificial intelligence,* 50,71-82.

Ghasemzadeh,F., Archer,N. (2000)." Project portfolio selection through decision support," *Decision Support Systems,* 29, 73-88.

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

Ghasemzade, F., (1998). "Project portfolio selection: A decision support approach", PHD thesis, Mc Master University.

Gogus, O., Boucher, T.O. (1998)."Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons", *Fuzzy Sets and Systems* 94,133-144.

Gonzales, E., Fernandez, R., Cruz Reyes, L., Rivera,G., (2013). "Memetic algorithm for solving the problem of social portfolio using outranking model", *In Recent Advances on Hybrid Intelligent systems*, 335-348.

Guo, P., J.J. Liang, Y.M. Zhu, J.F.Hu, (2008). "R&D project portfolio selection model analysis within project interdependencies

context", *In Industrrial Engineering and Engineering Management*, 994-998.

Guo, S., Yu, L., Li, X., Kar, S. (2016). "Fuzzy multi-period portfolio selection with different investment horizons", *European Journal of Operational Research,* 25, 1026-1035.

Gupta, P., Mehlawat, M.K., Saxena, A. (2008)."Asset portfolio optimization using fuzzy mathematical programming", *Information Sciences,* 178, 1734-1755.

Hess, S. W. (1962). "A Dynamic Programming Approach to R and D Budgeting and Project Selection", *IRE Transactions on Engineering Management*, 9(4), 17۰-179.

Hoff, A., Andersson, H., Christiansen, M., Hasle G., Lokketangen, A. (2010)."Industrial aspects and literature survey: fleet composition and routing", *Computers and Operations Research* , 37, 2041-2061.

Huang, C.C., Chu, P.Y., Chiang, Y.H. (2008). " A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection", *Omega,* 36, 1038-1052.

Jadidi, O., Cavalieri, S., Zolfaghari, S. (2015). "An improved multi-choice goal programming approach for supplier selection problems*",* *Applied Mathematical Modelling* 39, 4213–4222.

Kao, H.P., Brain, W., Dong, J., Ku, K.C., (2006). "An event-driven approach with makespan/cost tradeoff analysis for project portfolio scheduling.", *Computers in Industry,* 57,379-397.

Kornfeld, B.J., Kara, S. (2013). "A framework for developing portfolios of improvements projects in manufacturing", *Procedia CIRP,* 7, 377-382.

Loch, Ch. H., Kavadias, S. (2002). "Dynamic portfolio selection of NPD programs using marginal returns." *Management Science* , 48, 1227-1241.

Lockett, A., Freeman, P. (1970). "probabilistic Networks and R&D portfolio selection", *Operational Research Quarterly*, 353-359.

Markowitz, H.M. (2002). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments,* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Martino, J. P. (1995). "*Research and Development Project Selection*", New York: John Wiley & Sons, Inc.

Nikolic, D., Jovanovic, I., Mihajlovic, I., Zivkovic,Z. (2009). "Multi-criteria ranking of copper concentrates according to their quality—an element of environmental management in the vicinity of copper-smelting complex in Bor, Serbia", *Journal of Environmental Management* , 91, 509-515.

Parra, M.A., Terol, A.B., Uria, M.V.R. (2001). "A fuzzy goal programming approach to portfolio selection", *European Journal of Operational Research,* 113, 287-297.

Rahmani, N., Talebpour, A., Ahmadi, T. (2012). "Developing a Multi Criteria Model for Stochastic IT Portfolio Selection by AHP Method", *Procedia - Social and Behavioral Sciences* , 62, 1041-1045.

Reginaldo,F. (2015). "Portfolio Management in Brazil and a Proposal for Evaluation and Balancing of Portfolio Projects with ELECTRE TRI and IRIS", *Procedia Computer Science*, 55, 1265-1274.

Saborido, R., Ruiz, A., Bermúdez, J., Vercher, E., Luque, M. (2016). "Evolutionary multi-objective optimization algorithms for fuzzy portfolio selection", *Applied Soft Computing,* 39,48-63.

Smith-Perera, A., García-Melón, M., Poveda-Bautista, R., Pastor-Ferrando, J.P. (2010)."A Project Strategic Index proposal for portfolio selection in electrical company based on the Analytic Network Process", *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 14, 1569-1579.

Souder, W. E. (1973)."Analytical Effectiveness of Mathematical Models for R&D Project Selection", *Management Science*, 19(8), 907-923.

Stummer, C., Heidenberger, K. (2003). "Interactive R & D portfolio analysis with project interdependencies and time profiles of multiple objectives", *IEEE Transactions on Engineering Management,* 50, 83-175.

Taru, A. (2000). "Strategies and methods for project portfolio management", TU-22.451 Seminar in Project Management, Helsinki University of Technology.

Tsaur, R.CH. (2013)."Fuzzy portfolio model with different investor risk attitudes", *European Journal of Operational Research,* 227, 385-390.

Wei, C.C., Chang, H.W. (2011). "A new approach for selecting portfolio of new product development projects", *Expert Systems with Applications* , 38 , 429–434.

Weng Siew, L., Hj. Jaaman, S.H., bin Ismail, H. (2015). "The impact of human behaviour towards portfolio selection in Malaysia", *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 172, 674-678.

Yu, L., Wang, S., Wen, F., Lai, K.K. (2012). "Geneticalgorithm-Based multi-criteria project portfolio selection", *Annals of Operations Research,*197, 71-86.

Zopounidis C., (1999). "Multicriteria decision aid in financial management", *European Journal of Operational Research,* 119, 404-415.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی