مهندسی صنایع و مدیریت شریف
دوره‌ی ۱-۲۸، شماره‌ی ۱، ص. ۹۹-۱۱۱، (یادداشت فنی)

Research Note

انتخاب پروژه براساس تخصیص بهینه منابع با استفاده از رویکرد ترکیبی فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی

صفر فضلی* **(استادیار)**
سیدسینا مدنی (کارشناس ارشد)
گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

منظور از «انتخاب پروژه»، اولویت‌بندی پروژه‌ها و تخصیص منابع سازمان در بین پروژه‌های دارای بالاترین اولویت با هدف بیشینه‌سازی سود سازمان است. در فرایند انتخاب پروژه عوامل مختلف ــ نظیر معیارهای کمی و کیفی ــ تأثیرگذارند که با توجه به آن‌ها، پروژه‌ها اولویت‌بندی و انتخاب می‌شوند. شایان ذکر است که همواره روابط متقابل و دوگانه‌یی بین این معیارها وجود دارد که مد نظر قرار دادن این روابط بر نتایج اولویت‌ها و انتخاب تأثیرگذار است. هدف این مقاله ارائه‌ی روشی نظام‌مند است که با درنظرگرفتن روابط درونی میان معیارها به اولویت‌بندی پروژه‌ها بپردازد و منابع سازمان را به پروژه‌هایی با اولویت بالاتر تخصیص دهد. نتایج اجرای مدل به‌گونه‌یی بوده که پس از مشخص‌شدن روابط درونی میان شش معیار انتخاب شده، هفت پروژه با توجه به نظرات خبرگان و با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌یی[1] اولویت‌بندی شده و با توجه به منابع موجود مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک[2] فرموله شده است به‌طوری که با حل این مدل از بین هفت پروژه‌ی مدنظر، پنج پروژه انتخاب و منابع سازمان به آن پنج پروژه تخصیص یافته است.

واژگان کلیدی: دلفی فازی، فرایند تحلیل شبکه‌یی، برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک، انتخاب پروژه، تخصیص منابع.

fazli@ikiu.ac.ir
sina_madani4@yahoo.com

۱. مقدمه

در سراسر دنیا مدیران ارشد دائماً با مسائل متفاوتی مواجه‌اند که از آن جمله می‌توان به چگونگی انتخاب مناسب‌ترین پروژه‌ها از بین پروژه‌های مختلفِ در دست بررسی، یا چگونگی بهره‌گیری از علوم و دانش‌های موجود برای پیش‌بینی شکست یا عدم شکست پروژه‌های تحت بررسی ــ و به‌عبارت بهتر چگونگی انتخاب پروژه‌های تحت بررسی خود به‌منظور ممانعت از سوء مصرف منابع ــ اشاره کرد.[1]

به‌طورکلی می‌توان گفت «انتخاب پروژه» فرایند ارزیابی و تجزیه و تحلیل پروژه‌های مستقل برای انتخاب بهترین پروژه و درنتیجه، تحقق اهداف سازمان است.[2] انتخاب بهترین ترکیب پروژه‌ها کار دشواری است چرا که عوامل مختلفی همچون ریسک پروژه، اهداف سازمان، محدودیت منابع سازمان و... در این مسئله دخیل‌اند.[3] علاوه بر عوامل یادشده آنچه که بر این دشواری می‌افزاید عبارت است از:[4و5]

- دشواریِ پیش‌بینیِ موفقیت و آثار آتی پروژه‌های تحت بررسی؛
- نامتجانس‌بودنِ استراتژی‌های افراد مشارکت داده‌شده در انتخاب پروژه؛
- تأثیرگذاری محدود برخی از مدل‌ها در دنیای واقعی، و درنتیجه ناهم‌خوانی نتایج آن‌ها با نتایج دنیای واقعی؛
- پیچیدگی شدید برخی از این مدل‌ها و نیازشان به داده‌های اولیه‌ی فراوان، تصمیم‌گیرندگان را دچار سردرگمی می‌کنند؛
- وابستگی برخی مدل‌ها به سطح تحصیلات تصمیم‌گیرندگان.

به‌طورکلی می‌توان گفت که هر سازمان در تلاش برای انتخاب برخی از پروژه‌ها از بین پروژه‌های مختلف باید به نکاتی توجه داشته‌باشد. این نکات عبارت‌اند از:

۱. هنگام انتخاب پروژه نمی‌توان فقط بر یک هدف تکیه کرد. در واقع مدل‌هایی که با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی به بررسی و انتخاب پروژه مبادرت می‌کنند، تکنیک‌هایی هستند که بهینه‌سازی را فقط با تکیه بر یک هدف دنبال می‌کنند. این در حالی است که مناسب‌ترین روش، استفاده‌ی همزمان از این هدف‌هاست. برنامه‌ریزی آرمانی برای حل مسائلی مطرح شده که همزمان چندین هدف را مد نظر قرار می‌دهد. در همین راستا، برای تخصیص منابع در بین پروژه‌های انتخاب‌شده می‌توان از برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک استفاده کرد، چرا که ابزاری بسیار مفید برای یافتن جواب بهینه است.[3]

---

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۳۸۸/۱۰/۲۷، اصلاحیه ۱۳۸۹/۲/۲۹، پذیرش ۱۳۸۹/۷/۵.

۲. پروژه‌های تحت بررسی همگی از اولویت یکسان برخوردار نیستند. برای مشخص‌شدن اولویت و وزن پروژه‌ها می‌توان با استفاده از چند معیار به مقایسه‌ی پروژه‌ها پرداخت و آن‌ها را وزن‌دهی کرد. بنابراین می‌توان گفت انتخاب پروژه از نوع مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره است.[۳] برای معین‌کردن وزن پروژه‌ها با توجه به معیارهای مورد نظر می‌توان از فرایند تحلیل شبکه‌یی استفاده کرد. نکته‌یی که در هنگام انتخاب پروژه باید مد نظر قرارگیرد این است که در دنیای واقعی معیارها و پروژه‌های مورد مطالعه با یکدیگر روابط درونی دارند. به‌عنوان مثال اگر کاهش هزینه، کاهش مدت زمان اتمام پروژه، و نیز بهبود کیفیت پروژه ازجمله معیارهای مورد نظر باشند، می‌توان گفت که این معیارها با هم رابطه‌ی درونی دارند. این امر بدان معناست که برای کاهش زمان اتمام پروژه به‌اجبار هزینه‌ها افزایش می‌یابد و نیز کاهش هزینه‌ها سبب کاهش کیفیت پروژه می‌شود. در واقع شناسایی و مدل‌کردن روابط درونی میان معیارها و گزینه‌ها می‌تواند سبب صرفه‌جویی در هزینه‌ها شود.[۶]

۳. هنگام انتخاب پروژه نیازمند جمع‌آوری نظرات گوناگون هستیم تا بتوانیم روابط درونی میان معیارها را شناسایی کنیم. در جمع‌آوریِ نظر جمعی برای پروژه‌هایی که رابطه‌ی درونی دارند، می‌توان از مصاحبه‌های تخصصی استفاده کرد. کینی و رایفا[۳] برای شناسایی تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان، روشی ریاضی را مطرح کرده‌اند. این تابع مطلوبیت سطح رضایت تصمیم‌گیرنده را برای گزینه‌های مختلف نشان می‌دهد. همچنین برای جمع‌آوری نظرات گروه متخصصین و مقایسات زوجی رایج در فرایند تحلیل شبکه‌یی می‌توان از روش دلفی فازی[۴] که یک روش سازمان‌یافته برای در نظرگرفتن نظر گروه متخصصین و مشخص‌کردن میزانِ رابطه‌ی درونی میان معیارها و پروژه‌هاست، استفاده کرد.[۳]

هدف این مطالعه، ارائه‌ی رویکردی ترکیبی برای انتخاب پروژه به‌وسیله‌ی روش دلفی فازی و فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی است. در بخش دوم این نوشتار مدل‌های مورد استفاده برای انتخاب پروژه بررسی می‌شود و سپس به بررسی مفاهیم اولیه‌ی دلفی فازی، فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک خواهیم پرداخت. پس از آن، مدل مورد نظر و روش جمع‌آوری داده‌های آن شرح داده می‌شود و در نهایت، به بحث و نتیجه‌گیری خواهیم پرداخت.

۲. مروری بر مفاهیم و ادبیات موضوع

در این بخش ضمن بررسی مطالعات دیگر محققین در زمینه‌ی انتخاب پروژه، نگاهی مختصر به مفاهیم اولیه مدل ترکیبی مورد نظر ــ ازجمله فرایند تحلیل شبکه‌یی، روش دلفی فازی و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک ــ خواهیم داشت.

۱.۲. انتخاب پروژه

انتخاب پروژه به‌معنی مشخص‌کردن برخی گزینه‌ها در جهت بیشینه‌کردن منافع سازمان و تخصیص منابع محدود سازمان در بین پروژه‌های موجود است.[۳] در دو دهه‌ی گذشته مدل‌های متنوعی برای انتخاب پروژه و تخصیص منابع معرفی شده‌اند. در بررسی و دسته‌بندی نظام‌مند و علمی ادبیات انتخاب پروژه توسط محققین[۵،۷و۸] روش‌های انتخاب پروژه به دو دسته‌ی عمده تقسیم شده است:[۷]

۱. مدل‌های جبرانی[۵] نظیر تجزیه‌وتحلیل هزینه/سود[۶] و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[۷]: این مدل‌ها نیازمند تابع مطلوبیت چندمعیاره[۸] برای یک‌پارچه‌سازی و وزن‌دهی به معیارهای چندگانه‌ی پروژه‌های تحت بررسی‌اند.

۲. مدل‌های غیرجبرانی[۹]: این مدل‌ها شامل دو نوع عمده‌ی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش‌های رتبه‌بندی معمولی‌اند. مدل‌های نوع اول (شامل مدل‌هایی مانند الکتر[۱۰]، پرومفی[۱۱] و...) نیازمند مشخص‌شدن وزن گزینه‌ها هستند. مدل‌های نوع دوم با الهام از نظریه‌ی انتخاب اجتماعی، مبتنی بر قضاوت گروه متخصصین هستند.

زاناکیس و همکاران روش‌های موجود ارزیابی و انتخاب پروژه را چنین دسته‌بندی کرده‌اند:[۷] ۱. روش‌های توصیفی مانند چک‌لیست[۱۲] و رتبه‌بندی غیرعددی[۱۳]؛ ۲. مدل‌های امتیازدهی[۱۴]؛ ۳. متد دلفی[۱۵]؛ ۴. مقایسات زوجی مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی؛ ۵. نظریه‌ی مطلوبیت[۱۶]؛ ۶. نظریه‌ی مجموعه‌های فازی؛ ۷. تجزیه‌وتحلیل تصمیم مانند درخت‌های تصمیم[۱۷]؛ ۸. تجزیه‌وتحلیل ریسک؛ ۹. رگرسیون خطی و تحلیل همبستگی[۱۸]؛ ۱۰. تحلیل پوششی داده‌ها[۱۹].

از سوی دیگر، کوپر روش‌های انتخاب پروژه را چنین دسته‌بندی کرده است:[۸] ۱. روش‌های مالی مانند ارزش فعلی خالص[۲۰] و بازده سرمایه‌گذاری[۲۱]؛ ۲. روش‌های مبتنی بر استراتژی کسب‌وکار؛ ۳. نمودار بابل[۲۲] یا نقشه‌های پورتفولیو[۲۳]؛ ۴. مدل‌های امتیازدهی؛ ۵. مدل‌های متفرقه (مانند مدل‌های چندمعیاره، دومعیاره با معیارهای مالی و...). وی معتقد است که روش‌های مالی در بین سازمان‌ها از محبوبیت بیشتری برخوردار است و این محبوبیت از بالا به پایین کاسته می‌شود.

همچنین می‌توان گفت استفاده از روش‌هایی همچون امتیازدهی، روش‌های عددی، روش‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی و روش‌های مبتنی بر تحلیل تصمیم و ترکیبی از این روش‌ها همواره برای انتخاب پروژه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کوپر بر این عقیده‌است که روش‌های عددی مبتنی بر محاسبات مالی امروزه بیشترین کاربرد را در بین روش‌های موجود انتخاب پروژه دارند. پاور و همکاران مدلی را برای انتخاب پروژه مطرح کرده‌اند که درصورت عدم اطمینان بالا، با استفاده از تجزیه‌وتحلیل مالی به ارزیابی و انتخاب پروژه می‌پردازد.[۲] اورال نیز از تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی ریاضی برای انتخاب پروژه سود برده است.[۹] اشنایدرجان[۲۴] فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی را برای انتخاب پروژه مطرح کرد[۱۰] و کیپاریسیس[۲۵] با فرض انتخاب یک پروژه از میان چندین پروژه‌ی پیشنهادی، یک مدل عدد صحیح و غیرخطی ارائه داد.[۳] همچنین طبق نظر اورال، محققین برای بررسی مدل‌های انتخاب پروژه به مدل‌های غیرخطی روی آورده‌اند.[۱۱] سانتانام[۲۶] و کیپاریسیس در مدل برنامه‌ریزی آرمانی خود به موضوع انتخاب پروژه‌های صنعت سیستم‌های اطلاع‌رسانی پرداخته‌اند.[۳] لی[۲۷] برای انتخاب پروژه به‌منظور سرمایه‌گذاری در انرژی بادی از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و ترکیب آن با آنالیز (BOCR)[۲۸] بهره برد. لیانگ و لی برای انتخاب پروژه از فرایند تحلیل شبکه‌یی استفاده کرده‌اند و با استفاده از آنالیز BOCR و در نظرگرفتن استراتژی سازمان به بررسی و انتخاب پروژه پرداخته‌اند.[۹] مید و پرسلی[۲۹] با روش فرایند تحلیل شبکه‌یی مسئله انتخاب پروژه را مدل کرده‌اند.

با توجه به مدل‌های مطرح‌شده، در «انتخاب پروژه» مباحثی همچون وجود معیارهای چندگانه برای انتخاب پروژه، نیاز به امکان‌سنجی منابع، نیاز به بررسی روابط درونی میان معیارها و در نهایت نیاز به بهینه‌سازی مسئله مطرح‌است. در بین تمامی روش‌های مطرح‌شده، مدلی که شامل به‌کارگیری همزمان فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک است تنها روش دربرگیرنده‌ی تمامی موارد است. در

جدول ۱. مقایسه‌ی مدل‌های مختلف انتخاب پروژه.

نام مدل	نیاز به امکان‌سنجی منابع	وجود معیارهای چندگانه	وابستگی درونی میان پروژه‌ها	نیاز به بهینه‌سازی
رتبه‌بندی	خیر	بلی	خیر	خیر
امتیازدهی	خیر	بلی	خیر	خیر
فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی	خیر	بلی	خیر	خیر
برنامه‌ریزی آرمانی	بلی	بلی	خیر	بلی
برنامه‌ریزی پویا	بلی	خیر	بلی	بلی
برنامه‌ریزی خطی صفر و یک	بلی	خیر	خیر	بلی
برنامه‌ریزی غیر خطی صفر و یک	بلی	خیر	بلی	بلی
ترکیب فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی	بلی	بلی	خیر	بلی
ترکیب فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی	بلی	بلی	بلی	بلی

جدول ۱ مقایسه‌ی مدل‌های مختلف با یکدیگر و نیز نقاط قوت و ضعف هریک از مدل‌ها ارائه شده است.[۶]

یادآور می‌شود که براساس نتایج حاصل از بررسی‌های صورت‌گرفته، از مدل ترکیبیِ فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک برای مسائل انتخاب پروژه در داخل کشور استفاده نشده است، اگرچه کاربردهای جداگانه‌یی از فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی برای مسائل دیگر مشاهده شده است.

۲.۲. روش دلفی فازی

در اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی طرحی در نیروی هوایی آمریکا به سرپرستی دالکی[۳۰] از شرکت رند[۳۱]، به‌منظور بررسی نظرهای خبرگان درمورد «میزان خسارت ناشی از انفجار چند بمب اتمی شوروی در آمریکا»، برای بررسی قضاوت خبرگان مطرح شد.[۱۲] هدفِ این طرح دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان درباره‌ی موضوعی خاص است که با استفاده از پرسش‌نامه و نظرخواهی از خبرگان، به‌تکرار، و با توجه به بازخورد حاصل از آن‌ها صورت می‌پذیرد. در واقع این روش بررسی کاملِ عقاید خبرگان با سه ویژگی اصلی است:[۱۳] پاسخ بی‌طرفانه به سؤالات (پرسش‌نامه‌ها)، تکرار دفعات ارسال سؤالات (پرسش‌نامه) و دریافت بازخورد از آن‌ها، و تجزیه‌وتحلیل آماریِ پاسخ به سؤالات به‌صورت گروهی. در روش دلفی، داده‌های ذهنی افراد خبره با استفاده از تحلیل‌های آماری به داده‌های تقریباً عینی تبدیل می‌شود؛ این روش منجر به اجماع در تصمیم‌گیری می‌شود.

روش دلفی فازی در دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی توسط کافمن و گوپتا[۳۲] ابداع شد. کاربرد این روش به‌منظور تصمیم‌گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترهای آن‌ها صریحاً مشخص نیست، منجر به نتایجی بسیار ارزنده‌می‌شود. ویژگی مهم این روش، ارائه‌ی چارچوبی انعطاف‌پذیر است که بسیاری از موانع مربوط به عدم دقت و صراحت را تحت پوشش قرار می‌دهد. بسیاری از مشکلات در تصمیم‌گیری‌ها مربوط به اطلاعات ناقص و نادقیق است. همچنین تصمیم‌های اتخاذشده توسط خبرگان براساس صلاحیت فردی آن‌ها، و به‌شدت ذهنی است. بنابراین بهتر است داده‌ها به‌جای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داده شوند.[۳]

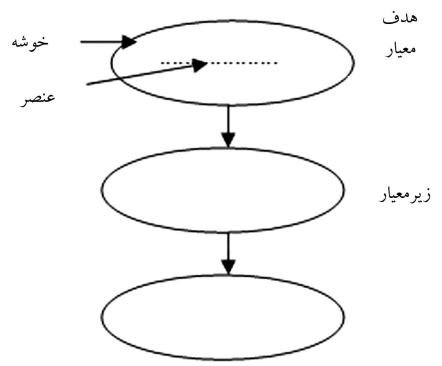
۳.۲. فرایند تحلیل شبکه‌یی

چنان که می‌دانیم در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بنابر یکی از اصول آن، وابستگی در یک سلسله‌مراتب باید از بالا به پایین یا بالعکس و به‌صورت خطی در درخت سلسله‌مراتب باشد. چنانچه وابستگی دوطرفه باشد ــ یعنی وزن معیارها به وزن گزینه‌ها و وزن گزینه‌ها به وزن معیارها وابسته باشد ــ مسئله از حالت سلسله‌مراتبی خارج شده و تشکیل شبکه یا سیستم غیرخطی یا سیستم با بازخورد را می‌دهد که در این صورت برای محاسبه‌ی وزن عناصر نمی‌توان از قوانین و فرمول‌های تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده کرد؛ زیرا ساختار بازخوردِ فرم خطیِ از بالا به پایینِ سلسله‌مراتب را ندارد بلکه بیشتر شبیه به یک شبکه است. در شکل ۱الف یک درخت سلسله‌مراتبی مشاهده می‌شود که مانند دیگر درخت‌های سلسله‌مراتبی از سه سطح تشکیل شده است. در شکل ۱ب، ساختار یک شبکه رسم شده است. در این شبکه چهار خوشه به همراه عناصر آن با یکدیگر در ارتباط‌اند. هر خوشه از تعدادی عنصر تشکیل می‌شود؛ مثلاً اگر هدف مقایسه‌ی سهم بازار سه شرکت باشد، هریک از این شرکت‌ها یک گزینه‌اند که با توجه به خوشه‌ها مقایسه می‌شوند به‌طوری که یک خوشه می‌تواند آمیخته‌یی از بازاریابی و عناصر آن (شامل قیمت، محصول، ترفیعات و موقعیت) باشد.

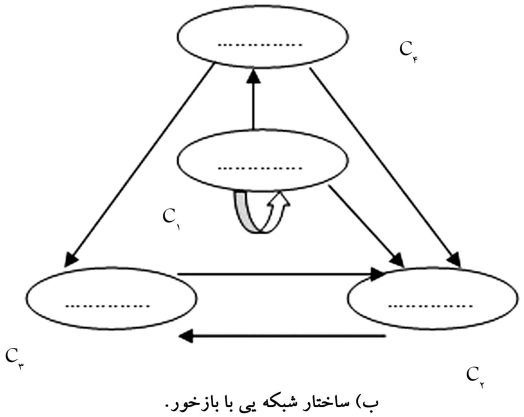
برخلاف روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، در شبکه فرایند تحلیل شبکه‌یی گزینه‌ها رسم نمی‌شوند. بلکه مجموعه‌یی از خوشه‌ها و روابط آن‌ها رسم می‌شوند. ساده‌ترین شبکه از تعدادی خوشه به‌همراه عناصر درون آن‌ها ساخته می‌شود. در مواردی که عناصر یک خوشه روی همه یا برخی عناصر خوشه‌ی دیگر اثر بگذارد (یا از آن‌ها اثر بپذیرد) ارتباطی بین دو خوشه ایجاد می‌شود که آن را وابستگی بیرونی[۳۳] می‌نامیم. اگر عناصر یک خوشه روی برخی یا همه‌ی عناصر خوشه‌ی خودشان اثرگذار باشند این ارتباط را وابستگی درونی[۳۴] می‌نامیم. در شکل ۱ یالی که خوشه‌ی C۴ را به C۲ متصل کرده بیان‌گر ارتباط بیرونی، و حلقه‌یی که C۱ را به خودش متصل کرده بیان‌گر ارتباط درونی است.[۱۲و۱۴]

محققین پنج خصوصیت مهم را برای فرایند تحلیل شبکه‌یی مطرح کرده‌اند:[۹]

۱. با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌یی، وزن معیارها از طریق مقایسات زوجی و با قضاوت تصمیم‌گیرنده حاصل می‌شود؛



الف) ساختار سلسله مراتبی با وابستگی یک طرفه؛



ب) ساختار شبکه یی با بازخور.

شکل ۱. ساختار سلسله‌مراتبی و ساختار شبکه‌یی.

۲. با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌یی می‌توان مقادیر کیفی را برای آنالیز مقایسات به مقادیر عددی تبدیل کرد؛

۳. فرایند تحلیل شبکه‌یی به‌قدری ساده و قابل فهم است که هر فردی بدون تخصص می‌تواند از آن استفاده کند؛

۴. فرایند تحلیل شبکه‌یی به‌گونه‌یی است که تمام ذی‌نفعان و تصمیم‌گیرندگان را به شرکت در آن تشویق می‌کند؛

۵. فرایند تحلیل شبکه‌یی برخلاف فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی امکان بازخورد و بررسی روابط درونی میان معیارها را فراهم می‌کند.

فرایند تحلیل شبکه‌یی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی نیز تفاوت‌هایی دارند:[۱۲]

۱. فرایند تحلیل شبکه‌یی از سوپرماتریس بهره می‌گیرد؛

۲. محاسبات در فرایند تحلیل شبکه‌یی به‌دلیل انجام مقایسات زوجیِ بیشتر بسیار زمان‌بر است؛

۳. در فرایند تحلیل شبکه‌یی روابط درونی میان معیارها وگزینه‌ها مد نظر قرار می‌گیرد، درغیر این‌صورت فرایند تحلیل شبکه‌یی به سمت فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی سوق می‌یابد.

در فرایند تحلیل شبکه‌یی، تأثیرات مجموعه‌یی از عناصرِ یک خوشه برروی سایر عناصرِ سیستم از طریق بردار اولویت نشان داده می‌شود. بردار اولویت همان بردار ویژه‌ی مربوط به ماتریس مقایسات زوجی است که در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی متداول است. همچنین به‌دست آوردنِ بردارهای اولویت، گروه‌بندی و سازمان‌دهی آن‌ها و در نهایت به دست آوردن جواب با استفاده از ماتریسی خاص به‌نام «سوپرماتریس[۳۵]» صورت می‌گیرد.[۱۲] سوپرماتریس برای نمایش جریان تأثیر از یک خوشه به خوشه‌های دیگر (با توجه به ارتباطات بیرونی) یا به عناصر درون خودش (با توجه به ارتباطات درونی) به‌کار می‌رود.[۱۴] تأثیر مجموعه‌یی از عناصر شبکه بر روی سایر عناصر در سوپرماتریس به‌صورت شکل ۲ نمایش داده می‌شود.[۱۵] درایه‌ی W_{ij} را در سوپرماتریس بلوک می‌نامیم. بلوک W_{ij} ماتریسی است به‌صورت شکل ۳ است.[۱۴]

هر ستون بلوک W_{ij} بردار ویژه‌ی اصلی تأثیر (اهمیت) عناصر خوشه‌ی iام شبکه باتوجه به هریک از عناصر خوشه‌ی jام است. البته اگر عنصرِ خوشه‌ی j روی عناصر خوشه‌ی i اثرگذار نباشد ستون مربوطه در بلوک فوق، صفر خواهد بود. در شکل ۴ سوپرماتریس یک ساختار سلسله‌مراتبی و holarchi با n سطح نمایش داده شده است.[۱۴]

در شکل ۴ درایه‌های سوپرماتریس بلوک‌های W_{ij} هستند و بیان‌گر تأثیر خوشه‌ی jام بر خوشه‌ی iام است. در این شکل دو نوع ارتباط وجود دارد: ارتباط اول، ارتباط یک خوشه با خوشه‌ی دیگر است، مانند تأثیرگذاری خوشه‌ی اول بر خوشه‌ی دوم یا خوشه‌ی دوم بر خوشه‌ی سوم. ارتباط نوع دوم نیز مانند تأثیرگذاری عناصر خوشه‌ی سوم بر خودش است. درایه‌ی آخرین سطر و ستون سوپرماتریس سلسله‌مراتب، ماتریس واحدی است که متناظر با حلقه در آخرین سطح آن است و نشان می‌دهد که هر عنصری در سطح فوق فقط به خودش وابسته است. چنان که در ماتریس مشخص است، از آنجا که خوشه‌ی ۱ بر خوشه‌ی ۲ اثر می‌گذارد، در ستون اول سوپرماتریس فقط W_{21} مقدار گرفته و بقیه‌ی درایه‌های سوپرماتریس مقدار صفر دارند که نشانه‌ی عدم تأثیرگذاری خوشه‌ی اول بر سایر خوشه‌هاست. اگر خوشه‌ی اول بر خوشه‌ی سوم نیز تأثیرگذار بود، آنگاه W_{31} نیز مقدار می‌گرفت. در این ماتریس، با توجه به این که خوشه‌ی آخر از خوشه‌ی ماقبل آخر تأثیر پذیرفته، مقدار $W_{n,n-1}$ را گرفته است.

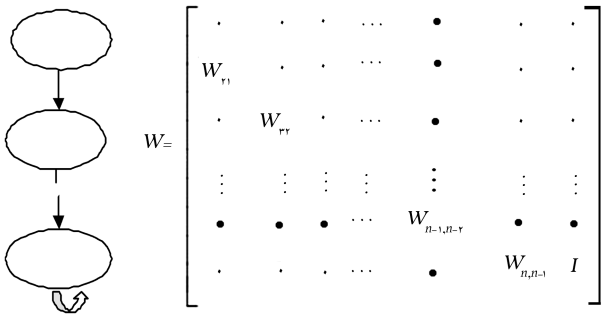
همچنین درایه‌های سطر اول در سوپرماتریس همگی صفرند که نشان‌دهنده‌ی

$$W=\begin{array}{c} \\ e_{11} \\ c_1\ e_{12} \\ \vdots \\ e_{1n1} \\ e_{21} \\ c_2\ e_{22} \\ \vdots \\ Me_{2n2} \\ c_N\ e_{N1} \\ e_{N2} \\ \vdots \\ e_{NnN} \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccc} c_1 & & & & c_2 & & & K & c_N & \\ e_{11} & e_{12} & K & e_{1n1} & e_{21} & e_{22} & K & e_{2n2} & e_{N1} & e_{N2}\ K\ e_{NnN} \end{array} \\ \begin{bmatrix} W_{11} & & & W_{12} & & K & W_{1N} \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ W_{21} & & & W_{22} & & K & W_{2N} \\ & & & & & & \\ M & & & M & & & \\ W_{N1} & & & W_{N2} & & K & W_{NN} \end{bmatrix} \end{array}$$

شکل ۲. سوپرماتریس یک سیستم غیرخطی.

$$W_{ij}=\begin{bmatrix} W_{i1}^{j1} & W_{i1}^{j2} & \cdots & W_{i1}^{jnj} \\ W_{i2}^{j1} & W_{i2}^{j2} & \cdots & W_{i2}^{jnj} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_{ini}^{j1} & W_{ini}^{j2} & \cdots & W_{ini}^{jnj} \end{bmatrix}$$

شکل ۳. درایه‌ی یک سوپرماتریس در یک سیستم غیرخطی.



شکل ۴. سوپر ماتریس یک ساختار سلسله‌مراتبی و holarchi با n سطح.

عدم تأثیرگذاری عناصر خوشه‌ی اول بر خودِ خوشه‌ی اول است. چنانچه عناصر این خوشه بر خودشان تأثیر درونی داشتند درایه‌ی W_{11}، و درصورتی که خوشه‌ی دیگری مثلاً خوشه‌ی nام بر عناصر خوشه‌ی اول تأثیرگذار بودند درایه‌ی W_{n1} دارای مقدار می‌شد. در نهایت درایه‌ی متناظر با خوشه‌ی nام در سطر آخر مقدار واحد گرفته است که نشان‌دهنده‌ی بالی است که از خوشه‌ی آخر به خودش وصل شده است.

برای مسائل انتخاب پروژه، از ماتریس ساعتی ـ تاکی‌زاوا[۳۶] استفاده می‌شود که حالت خاصی از فرایند تحلیل شبکه‌یی است. در ادامه به این ماتریس پرداخته می‌شود.

۴.۲. برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک

هنگامی که تخصیص منابع جزیی از مسئله باشد می‌توان از برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک برای تخصیص منابع در بین گزینه‌ها بهره برد. مدل عمومی برنامه‌ریزی آرمانی چنین است:[۳]

$$\text{Minimize} \quad Z = P_K(w_j d_i^+, w_j d_i^-)$$

$$\text{Subject to} \quad a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ \le b_i$$

$$for \;\; i = ۱, ۲, ..., m, \qquad j = ۱, ۲, ..., n$$

$$x_j + d_i^- = ۱ \;\; for \;\; i = m+۱, m+۲, ..., m+n,$$

$$j = ۱, ۲, ..., n$$

$$x_j = ۰ \;\; or \;\; ۱$$

که در آن، m تعداد اهدافی که باید در مدل لحاظ شود؛ n تعداد کل گزینه‌ها که در انتخاب باید دیده شوند؛ w_i وزن ریاضی یا اهمیت نسبی انحرافات (در اینجا وزنی که با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌یی به دست می‌آید و نشان‌دهنده‌ی وزن و اولویت پروژه است)؛ d_i^+, d_i^- عبارت‌اند از iامین انحراف مثبت و منفی از آرمان‌ها. x_j یک متغیر صفر و یک است در حالی که $j = ۱, ۲, ..., n$ پروژه‌های ممکن برای انتخاب‌اند؛ اگر $x_j = ۱$ باشد jامین پروژه انتخاب می‌شود و اگر $x_j = ۰$ آن پروژه انتخاب نمی‌شود. a_{ij} نشان‌دهنده‌ی ضریب فنی (مقدار مصرف منبع توسط) jامین پروژه‌یی است که از iامین منبع استفاده می‌کند، و b_i نشان‌گر iامین منبع در دسترس یا فاکتورهای محدودیت است که در مسئله‌ی انتخاب باید لحاظ شوند. مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک، انتخاب گزینه‌های مورد نظر را براساس وزن به دست آمده از فرایند تحلیل شبکه‌یی قرار می‌دهد به‌طوری که هرچه w_i بزرگ‌تر باشد شانس انتخاب‌شدنش بیشتر است.

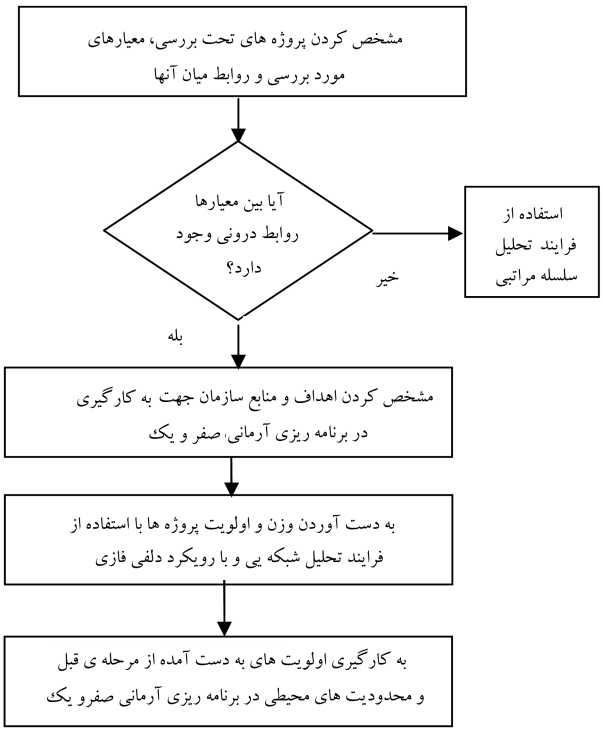
۳. مدل و روش تحقیق

براساس مفاهیم و مبانی مرور شده در بخش ادبیات موضوع، یک مدل ترکیبی از روش فرایند تحلیل شبکه‌یی، روش دلفی فازی و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک طراحی شده که در شکل ۵ الگوریتم اجرایی آن نمایش داده شده است. این تحقیق از نظر اهداف یک تحقیق کاربردی است. در بخش ادبیات تحقیق برای جمع‌آوری مطالب از روش کتابخانه‌یی و در بخش تعیین معیارها و برای نظرسنجی از مدیران از روش میدانی با استفاده از روش دلفی فازی و مصاحبه‌های تخصصی و پرسش‌نامه‌یی استفاده شده است. از سوی دیگر، چون این پژوهش مبتنی بر تحلیل آماری نیست، تعیین جامعه و نمونه‌ی آماری ضروری نیست. با توجه به اجرای این تحقیق در بنیاد تعاون ناجا، گزینه‌های تصمیم همان پروژه‌های این بنیاد بوده است.

برای تکمیل مقایسات زوجی رایج در فرایند تحلیل شبکه‌یی از نظرات خبرگان، که همان مدیران ارشد سازمان‌هستند، استفاده شده است. با توجه به استفاده از روش دلفی فازی، مدت زمان پیاده‌سازیِ مدل یک بازه چهار ماهه است که می‌تواند با توجه به نتایج به دست آمده از نظرات خبرگان کاهش یا افزایش یابد. همچنین باید توجه داشت که معیارهای چندگانه‌یی برای مقایسه‌ی گزینه‌ها وجود دارند که شامل معیارهای کمی و کیفی‌اند. هر گزینه با توجه به معیارهای موردنظر توسط تیم متخصصین ارزیابی می‌شود و با توجه به نتایج مقایسه‌ی دوبه‌دو، وزن گزینه‌ها مشخص می‌شود. اجرای مدل ترکیبی شامل گام‌های زیر است.

الف) مشخص کردن معیارها و گزینه‌ها

با توجه به‌سازمان مورد مطالعه، گزینه‌ها در این مدل شامل پروژه‌های ساخت هتل هستند. پروژه‌های مورد نظر عبارت‌اند از: ۱. هتل نرگسِ ۱ مشهد؛ ۲. هتل نرگسِ



شکل ۵. الگوریتم تحقیق.

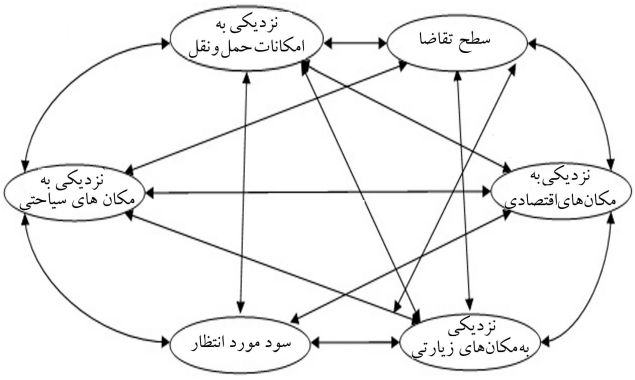
۲ مشهد؛ ۳. هتل نرگسِ ۳ مشهد؛ ۴. هتل نرگسِ ۴ مشهد؛ ۵. هتل نرگسِ تهران غرب؛ ۶. هتل نرگسِ تهران شرق؛ ۷. هتل نرگسِ کیش. همچنین معیارهای مختلفی برای مقایسه‌ی گزینه‌ها وجود دارد که معیارهای کمی و کیفی را در بر می‌گیرد. در این تحقیق شش معیار منتخب عبارت‌اند از: نزدیکی به مکان‌های اقتصادی (C_1)، نزدیکی به مکان‌های سیاحتی (C_2)، نزدیکی به مکان‌های زیارتی (C_3)، سود مورد انتظار (C_4)، سطح تقاضا (C_5)، و دسترسی به امکانات حمل‌ونقل (C_6). هر گزینه با توجه به این شش معیار توسط تیم متخصص ارزیابی می‌شود.[۱۶] شایان ذکر است معیارهای مورد نظر با استفاده از تکنیک رتبه‌بندی و با توجه به نظر خبرگان به دست آمده‌اند و با توجه به شرایط محلی مطابق با نظر خبرگان و از طریق مصاحبه‌های تخصصی تعدیل شده‌اند، به‌گونه‌یی که پس از شناسایی معیارهای مورد استفاده توسط سایر محققین داخلی و خارجی برای انتخاب پروژه‌ی ساخت هتل، این معیارها با توجه به نظر خبرگان بومی‌سازی شده و پرسش‌نامه‌ی رتبه‌بندی در اختیار خبرگان قرار گرفته تا پس از بررسی معیارها، با توجه به تجربیات‌شان به معیارها امتیاز مورد نظر را بدهند؛ و یا چنانچه معیاری را مد نظر دارند که در بین معیارهای موجود در پرسش‌نامه نیست، آن معیار و توضیحاتی پیرامون آن را پیشنهاد دهند. در مرحله‌ی بعد کلیه‌ی معیارهای قبلی و معیارهای موجود بار دیگر در اختیار خبرگان قرار می‌گیرد تا با به‌کارگیری روش دلفی و با توجه به میانگین رتبه‌ی اختصاص داده‌شده به معیارها بار دیگر مورد قیاس قرارگیرند. درنهایت پس از سه مرحله رفت‌و برگشت پرسش‌نامه‌ی معیارها، و با توجه به اختلاف میانگین نمره‌ی معیارها در هر مرحله، فرایند دلفی متوقف و شش‌معیاری که وزن بزرگ‌تر از پنج یا مساوی با آن (با توجه به مقیاس لیکرت) را دارند انتخاب شده‌اند.

ب) آیا بین معیارهای انتخابی روابط درونی (وابستگی درونی) وجود دارد

وجود یا عدم وجود رابطه‌ی درونی (وابستگی درونی) میان معیارها با توجه به نظرات خبرگان مشخص می‌شود، به‌طوری که وجود رابطه‌ی علت و معلولی مابین معیارهای مورد نظر بیان‌گر تأثیرپذیری دو معیار از یکدیگر است و وجود رابطه‌ی یک‌طرفه بیان‌گر تأثیرگذاری یک معیار بر معیار دیگر است. چنانچه بین معیارها وابستگی درونی وجود نداشته باشد می‌توان از روش‌های موجود مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده کرد ولی درصورت وجود وابستگی درونی میان معیارها تنها روش موجود برای رتبه‌بندی پروژه‌ها فرایند تحلیل شبکه‌یی است. در پژوهش مورد نظر، خبرگان بر این عقیده‌اند که میان تمامی معیارها روابط دوطرفه وجود دارد به‌نحوی که افزایش سطح تقاضا به‌عنوان یک معیار منتخب، باعث افزایش سود مورد انتظار می‌شود و افزایش احتمال سوددهی پروژه‌ها باعث افزایش ترفیعات پروژه و درنتیجه ارتقاء سطح تقاضا می‌شود. همچنین نزدیکی به مکان‌های سیاحتی باعث افزایش احتمال دسترسی به امکانات می‌شود و بالعکس می‌توان نتیجه گرفت هر چه دسترسی به امکانات حمل‌ونقل بیشتر باشد به مکان‌های سیاحتی نزدیک‌تریم و... شکل ۶ بیان‌گر روابط درونی میان معیارهاست.

ج) مشخص کردن اهداف سازمان و منابع مورد نظر برای تخصیص

اهداف سازمان به‌گونه‌یی هستند که با توجه به نوع سازمان، از سازمانی به سازمان دیگر تغییر می‌یابند. این اهداف شامل اهداف اجباری (غیرقابل انعطاف) و اهداف انعطاف‌پذیر هستند و می‌توانند مجموعه‌یی از اهداف مالی، اهداف زمانی، اهداف مرتبط با نیروی انسانی و موارد مشابه را نیز در بر بگیرند. در این تحقیق اهداف و منابع



شکل ۶. روابط درونی میان معیارها.

جدول ۲. منابع مورد نیاز پروژه‌ها.

نام پروژه	برآورد ریالی (میلیارد تومان)	برنامه‌ریزی و طراحی (روز)
نرگس ۱	۸۵	۳۵
نرگس ۲	۵۶	۵۰
نرگس ۳	۱۵۴	۶۰
نرگس ۴	۱۱	۴۰
نرگس تهران غرب	۱۱۹	۷۰
نرگس تهران شرق	۱۱۹	۴۰
نرگس کیش	۳۵۵	۹۰

سازمان ــ در واقع همان محدودیت‌های مورد نظر ــ عبارت‌اند از: محدودیت مالی شامل حداکثر مبلغ ۹۰۰ میلیارد تومان برای اجرای پروژه‌های مورد نظر و حداکثر ۲۷۵ روز زمان در دست برای برنامه‌ریزی و طراحی. برآورد ریالی و زمانی مورد نظر برای هر یک از پروژه‌ها در جدول ۲ آمده است.

د) به‌دست آوردن وزن و اولویت پروژه‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌یی

در این مرحله با استفاده از نظرات گروه خبرگان و نیز با استفاده از ماتریس ساعتی ـ تاکی‌زاوا میان پروژه‌های عمرانی و معیارها مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. باید توجه داشت کلیه‌ی مراحل این ماتریس بر پایه‌ی روش دلفی فازی و با توجه به مراحل چهارگانه‌ی آن اجرا می‌شود. این مراحل عبارتند از:

۱. پرسش‌نامه براساس الفاظ فازی طراحی می‌شود و خبرگان با توجه به نظر شخصی خود و بدون اطلاع از نظر دیگران نسبت به تکمیل پرسش‌نامه اقدام می‌کنند.

۲. الفاظ فازی به اعداد مثلثی فازی تبدیل می‌شوند؛ برای تبدیل از جدول ۳ استفاده می‌شود. پس از این که میانگین هر یک از سه جزء اعداد فازی مثلثی به‌طور جداگانه مشخص شد، فاصله‌ی فازی پاسخ هر فرد از میانگین محاسبه شده و پس از تبدیل این فاصله به عدد قطعی (با استفاده از روش برش)، فاصله‌ی هر خبره به‌طور جداگانه مشخص می‌شود. درصورتی که یک عدد مثلثی فازی به‌صورت زیر باشد:

$$A^{(i)} = (a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}), \quad i = 1, 2, 3, \ldots, n$$

جدول ۳. تبدیل الفاظ فازی به اعداد مثلثی فازی.

ارجحیت سمت راست به چپ			ارجحیت سمت چپ به راست			تعاریف	
اعداد فازی			اعداد فازی				
۱	۱	۱	۱	۱	۱	اهمیت یکسان	بی تاثیر
۰٫۴۳	۰٫۳۳	۰٫۲۷	۳٫۶۷	۳	۲٫۳۳	نسبتاً مهم‌تر	نسبتاً موثر
۰٫۲۳	۰٫۲	۰٫۱۸	۵٫۶۷	۵	۴٫۳۳	اهمیت زیاد	تاثیر زیاد
۰٫۱۶	۰٫۱۴	۰٫۱۳	۷٫۶۷	۷	۶٫۳۳	اهمیت بسیار زیاد	تاثیر بسیار زیاد
۰٫۱۲	۰٫۱۱	۰٫۱	۹٫۶۷	۹	۸٫۳۳	کاملاً مهم‌تر	کاملاً موثر

میانگین اعداد مثلثی عبارت خواهد بود از:

$$A_m = (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}) = (1/n\sum a_1^{(i)}, 1/n\sum a_2^{(i)}, 1/n\sum a_3^{(i)}) \quad (1)$$

همچنین فاصله‌ی پاسخ هر فرد از میانگین اعداد فازی چنین محاسبه می‌شود:

$$(a_{m1}-a_1^{(i)}, a_{m3}-a_3^{(i)}, a_{m3}-a_3^{(i)}) = (1/n\sum a_1^{(i)}-a_1^{(i)}, 1/n\sum a_2^{(i)}-a_2^{(i)}, 1/n\sum a_3^{(i)}-a_3^{(i)}) \quad (2)$$

۳. پرسش‌نامه‌ی جدیدی طراحی می‌شود و فاصله‌ی هر خبره از میانگین به اطلاع وی می‌رسد. حال هر خبره می‌تواند با توجه به این فاصله، جواب جدیدی اتخاذ کند یا بر جواب قبلی خود تأکید ورزد. به‌عنوان مثال، برای پرسش‌نامه‌ی مقایسه‌ی معیارها (گام الف) و در هنگام مقایسه‌ی معیارهای دسترسی به امکانات حمل و نقل و نزدیکی به مکان‌های اقتصادی (در جدول ۴) مقدار اهمیت بسیار زیاد به (۷٫۶۷، ۷ و ۶٫۳۳) تبدیل می‌شود. سپس با توجه به نظرات همگی خبرگان، میانگین فازی محاسبه (فرمول ۱) و فاصله‌ی هر فرد از میانگین محاسبه (فرمول ۲) و در پرسش‌نامه‌ی بعدی به اطلاع وی می‌رسد.

۴. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ی دوم، بار دیگر میانگین هریک از سه جزء اعداد فازی مثلثی محاسبه می‌شود. چنانچه اختلاف میانگین‌های این پرسش‌نامه و پرسش‌نامه‌ی قبلی از حد آستانه‌ی مشخصی (مثلاً ۰٫۲) کم‌تر باشد فرایند دلفی فازی متوقف می‌شود (به جواب رسیده‌ایم)، در غیر این صورت به مرحله‌ی سوم بازگشته و پرسش‌نامه‌ی جدیدی طراحی می‌شود.[۱۷] اختلاف میانگین‌های دو مرحله مطابق رابطه‌ی ۳ محاسبه می‌شود:

$$S(A_{m2}, A_{m1}) = [1/3(a_{m21}+a_{m22}+a_{m23}) - (a_{m11}+a_{m12}+a_{m13})] \quad (3)$$

در نهایت، باز هم الفاظ فازی به اعداد فازی تبدیل شده و این اعداد دی‌فازی می‌شوند. برای دی‌فازی‌کردن عدد فازی فوق خواهیم داشت:

$$(((a_3-a_1)+(a_2-a_2))/3)+a_1$$

فرایند دلفی فازی، روش جمع‌آوری نظرات خبرگان در هنگام اجرای مقایسات زوجی است؛ این فرایند درگام‌های ۱ الی ۴ ماتریس ساعتی ـ تاکی‌زاوا اجرا می‌شود.

۴. یافته‌های تحقیق

این تحقیق دارای چهار یافته است؛ یافته‌های اصلی آن مربوط به اوزان پروژه‌ها براساس روش فرایند تحلیل شبکه‌یی است. انتخاب پروژه‌های اولویت‌دار و تخصیص بهینه‌ی منابع سازمان از طریق مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک دیگر یافته‌ی اصلیِ آن است. چون این تحقیق در چارچوب روش فرایند تحلیل شبکه‌یی صورت گرفته، در این بخش گام‌های اجرایی برای به دست آوردن این یافته‌های اصلی بیان می‌شود. سایر یافته‌های فرعی براساس گام اول و دوم مشخص می‌شود که درگام اول و دوم وزن معیارها و پروژه‌ها بدون توجه به روابط درونی میان آن‌ها به دست می‌آیند. درگام سوم و چهارم این اوزان با توجه به روابط درونی میان معیارها و پروژه‌ها به دست می‌آیند. درنهایت درگام هفتم، با محاسباتی که درگام‌های پنج و شش انجام می‌شود، وزن هر پروژه با توجه به روابط درونی میان معیارها و پروژه‌ها به دست می‌آید. این اوزان در مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

گام اول: درگام اول بدون در نظرگرفتن روابط درونی میان معیارها، وزن نسبی معیارها را با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به دست می‌آوریم. در این مرحله سؤال ما این است که کدام معیار و به چه‌میزان در انتخاب پروژه‌های مورد نظر بیشتر باید مورد توجه قرارگیرد؟ برای مقایسه‌ی معیارهای مورد نظر از پرسش‌نامه‌ی جدول ۴ استفاده می‌شود.

هنگام مقایسه‌ی معیارهای سمت چپ و راستِ این پرسش‌نامه، چنانچه یکی از گزینه‌های سمت چپ انتخاب شوند این امر به‌معنی برتری معیار سمت چپ بر معیار سمت راست است و بالعکس؛ به‌طوری که در صورت مقایسه‌ی معیارهای دسترسی به امکانات حمل‌ونقل و نزدیکی به مکان‌های اقتصادی، در صورت انتخاب گزینه‌ی اهمیت بسیار زیاد (در قسمت چپ پرسش‌نامه و سطر اول) خواهیم داشت که این امر به‌معنی اهمیت بسیار زیاد معیار «دسترسی به امکانات حمل‌ونقل» نسبت به معیار «نزدیکی به مکان‌های اقتصادی» است و درصورت انتخاب گزینه اهمیت یکسان، این امر به‌معنی عدم ارجحیت دوگزینه نسبت به یکدیگراست. پس ازانجام مقایسات و رسیدن به اجماع خبرگان با استفاده از روش دلفی فازی الفاظ فازی به اعداد فازی تبدیل می‌شود. همچنین محاسبات مانند روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی صورت می‌گیرد به‌طوری که با مقایسات زوجی ماتریس ستونی به دست می‌آید که تعداد سطرهای آن برابر با تعداد معیارهاست و درایه‌های این ماتریس نشان‌دهنده‌ی اهمیت نسبی معیارهای مورد نظر بدون در نظرگرفتن روابط درونی میان معیارهاست.

$$(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6) = (0/21, 0/12, 0/22, 0/10, 0/15, 0/21)$$

جدول ۴. ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از الفاظ فازی.

نزدیکی به مکان‌های اقتصادی	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	دسترسی به امکانات حمل و نقل
نزدیکی به مکان‌های زیارتی	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	دسترسی به امکانات حمل و نقل
نزدیکی به مکان‌های سیاحتی	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	دسترسی به امکانات حمل و نقل
سطح تقاضا	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	دسترسی به امکانات حمل و نقل
سود مورد انتظار	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	دسترسی به امکانات حمل و نقل
نزدیکی به مکان‌های زیارتی	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های اقتصادی
نزدیکی به مکان‌های سیاحتی	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های اقتصادی
سطح تقاضا	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های اقتصادی
سود مورد انتظار	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های اقتصادی
نزدیکی به مکان‌های سیاحتی	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های زیارتی
سطح تقاضا	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های زیارتی
سود مورد انتظار	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های زیارتی
سطح تقاضا	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های سیاحتی
سود مورد انتظار	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	نزدیکی به مکان‌های سیاحتی
سود مورد انتظار	کاملاً مهم‌تر	اهمیت بسیار زیاد	اهمیت زیاد	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت زیاد	اهمیت بسیار زیاد	کاملاً مهم‌تر	سطح تقاضا

جدول ۵. ماتریس نتایج مرحله‌ی دوم.

معیار پروژه	نزدیکی به مکان‌های اقتصادی	نزدیکی به مکان‌های سیاحتی	نزدیکی به مکان‌های زیارتی	سود مورد انتظار	سطح تقاضا	دسترسی به امکانات حمل و نقل
نرگس ۱ مشهد	۰٫۱۳	۰٫۱۳	۰٫۲	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۴
نرگس ۲ مشهد	۰٫۱۲	۰٫۱۳	۰٫۱۹	۰٫۱۴	۰٫۱۵	۰٫۱۴
نرگس ۳ مشهد	۰٫۱۳	۰٫۱۳	۰٫۲	۰٫۱۳	۰٫۱۴	۰٫۱۵
نرگس ۴ مشهد	۰٫۱	۰٫۱۳	۰٫۲	۰٫۱۴	۰٫۱۱	۰٫۱۵
نرگس تهران غرب	۰٫۱۷	۰٫۱۴	۰٫۰۸	۰٫۱۵	۰٫۱۶	۰٫۱۳
نرگس تهران شرق	۰٫۱۶	۰٫۱۴	۰٫۰۷	۰٫۱۷	۰٫۱۵	۰٫۱۶
نرگس کیش	۰٫۱۹	۰٫۱۹	۰٫۰۶	۰٫۱۵	۰٫۱۵	۰٫۱۴

گام دوم: در این گام نیز بدون توجه به روابط درونی میان پروژه‌ها، پروژه‌ها را با توجه به هر معیار مقایسه کرده و ستون موزون هنجارشده‌ی نهایی را به دست می‌آوریم. در واقع در این مرحله پروژه‌های مورد نظر را براساس هر معیار اولویت‌بندی کرده، اعداد به دست آمده را به‌هنجار کرده و ماتریسی به دست می‌آوریم که تعداد سطرهای آن برابر با تعداد پروژه‌های مورد نظر و تعداد ستون‌های آن برابر با معیارهای مورد نظر است (جدول ۵).

گام سوم: حال می‌توان وابستگی درونی میان معیارها را در نظر گرفت. هنگامی که پروژه‌های مورد نظر را انتخاب می‌کنیم، نمی‌توانیم فقط بر یک معیار متمرکز شویم، بلکه باید رابطه‌ی آن معیار را با توجه به معیارهای دیگر در نظر بگیریم. درنتیجه لازم است اثر تمام معیارها را بر همدیگر به‌وسیله‌ی مقایسات زوجی به دست آوریم. برای اجرای مقایسات زوجی (با توجه به شکل ۶) سؤالات مطرح‌شده در این قسمت در دو قالب اصلی‌اند: در قالب اول میزان تأثیرگذاری هر معیار بر معیار دیگر مشخص می‌شود و در قالب دوم مشخص می‌شود که بین دو معیار تحت مقایسه کدامیک تأثیر بیشتری بر معیار مورد نظر دارند. نتیجه‌ی حاصل ماتریس‌های مربعی به تعداد معیارهاست که سطر و ستون آن‌ها را معیارها تشکیل می‌دهند. سپس ستون هنجارشده‌ی نهایی هر ماتریس مانند روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای هر معیار به دست می‌آید. نتایج حاصله در ماتریس زیر خلاصه شده‌اند، به‌طوری که هر ستون آن، ستون هنجارشده‌ی نهایی ماتریس مقایسات زوجی با توجه به یک معیار است (ستون اول با توجه به معیار نزدیکی به مکان‌های اقتصادی و ستون دوم با توجه به معیار نزدیکی به مکان‌های سیاحتی و... است). در صورتی که میان دو معیار رابطه‌ی درونی وجود نداشته باشد مقدار متناظر با آن در ماتریس زیر برابر صفر می‌شود.

$$\begin{bmatrix} ۰٫۰۳ & ۰٫۲۹ & ۰٫۲۵ & ۰٫۴۵ & ۰٫۴۰ & ۰٫۳۷ \\ ۰٫۱۶ & ۰٫۲۶ & ۰٫۲۹ & ۰٫۱۸ & ۰٫۲۱ & ۰٫۰۵ \\ ۰٫۳۳ & ۰٫۱۸ & ۰٫۲۰ & ۰٫۰۳ & ۰٫۱۴ & ۰٫۱۹ \\ ۰٫۲۸ & ۰٫۱۶ & ۰٫۱۴ & ۰٫۱۰ & ۰٫۰۴ & ۰٫۱۵ \\ ۰٫۱۲ & ۰٫۰۳ & ۰٫۰۹ & ۰٫۱۵ & ۰٫۱۲ & ۰٫۱۵ \\ ۰٫۰۸ & ۰٫۰۸ & ۰٫۰۳ & ۰٫۰۹ & ۰٫۱۰ & ۰٫۰۹ \end{bmatrix}$$

گام چهارم: حال باید وابستگی درونی میان گزینه‌ها را با توجه به هر معیار در نظر بگیریم. سؤالی که در این مرحله مطرح می‌شود این است که: با توجه به یک معیار خاص، کدام پروژه به اجرای کدام پروژه کمک می‌کند و چقدر؟ با استفاده از این روش به تعداد معیارهای مورد نظر ماتریس‌های مربعی به دست می‌آید که تعداد سطر و ستون آن برابر با تعداد پروژه‌هاست. این ماتریس‌ها با نماد B از ۱ الی ۶ در گام ششم نشان داده شده‌اند که عنصر اول روابط گام ششم هستند.

گام پنجم: اوزان وابستگی درونی برای معیارها با ضرب‌کردن ماتریس‌های به دست آمده از مرحله‌ی اول و سوم به دست می‌آید. ماتریس حاصل یک ماتریس ستونی است که تعداد سطرهای آن برابر تعداد معیارهاست و آن را با W_c نشان می‌دهیم.

$$W_C = \begin{bmatrix} ۰٫۰۳ & ۰٫۲۹ & ۰٫۲۵ & ۰٫۴۵ & ۰٫۴۰ & ۰٫۳۷ \\ ۰٫۱۶ & ۰٫۲۶ & ۰٫۲۹ & ۰٫۱۸ & ۰٫۲۱ & ۰٫۰۵ \\ ۰٫۳۳ & ۰٫۱۸ & ۰٫۲۰ & ۰٫۰۳ & ۰٫۱۴ & ۰٫۱۹ \\ ۰٫۲۸ & ۰٫۱۶ & ۰٫۱۴ & ۰٫۱۰ & ۰٫۰۴ & ۰٫۱۵ \\ ۰٫۱۲ & ۰٫۰۳ & ۰٫۰۹ & ۰٫۱۵ & ۰٫۱۲ & ۰٫۱۵ \\ ۰٫۰۸ & ۰٫۰۸ & ۰٫۰۳ & ۰٫۰۹ & ۰٫۱۰ & ۰٫۰۹ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ۰٫۲۱ \\ ۰٫۱۲ \\ ۰٫۲۲ \\ ۰٫۱۰ \\ ۰٫۱۵ \\ ۰٫۲۱ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۰٫۲۹ \\ ۰٫۱۷ \\ ۰٫۱۸ \\ ۰٫۱۵ \\ ۰٫۱۲ \\ ۰٫۰۸ \end{bmatrix}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$(C_۱, C_۲, C_۳, C_۴, C_۵, C_۶) = (۰٫۲۹, ۰٫۱۷, ۰٫۱۸, ۰٫۵۳, ۰٫۱۲, ۰٫۰۸)$$

گام ششم: وزن‌هایی نهایی پروژه‌ها با توجه به معیارهای مطرح شده، از طریق ضرب ماتریس‌ها به دست می‌آید. هریک از ماتریس‌های مربع به دست آمده در مرحله‌ی چهارم در ماتریس ستونیِ متناظرِ به دست آمده در مرحله‌ی دوم ضرب می‌شود. نتیجه‌ی حاصل یک بردار ستونی است که تعداد سطرهای آن برابر تعداد پروژه‌هاست و آن را با W_{pi} نشان می‌دهیم که در آن i نشان‌گر معیار

است. این ماتریس و نحوه‌ی محاسبه‌ی آن برای معیار اول ارائه شده و درمورد سایر معیارها، نتیجه‌ی نهایی درگام هفتم ذکر شده‌است.

$$W_{Pi} = B_i \times A_i \qquad (۴)$$

ماتریس $W_{P۱}$ با توجه به معیار اول عبارت است از:

$$W_{P۱} = \begin{bmatrix} ۰/۳۵ & ۰/۵۴ & ۰/۳۹ & ۰/۳۴ & ۰/۳۴ & ۰/۲۳ & ۰/۱۸ \\ ۰/۰۷ & ۰/۱۱ & ۰/۲۱ & ۰/۱۶ & ۰/۱۷ & ۰/۰۹ & ۰/۱۷ \\ ۰/۰۹ & ۰/۰۵ & ۰/۱۰ & ۰/۲۶ & ۰/۱۵ & ۰/۰۷ & ۰/۱۱ \\ ۰/۰۹ & ۰/۰۶ & ۰/۰۳ & ۰/۰۹ & ۰/۱۳ & ۰/۲۳ & ۰/۱۹ \\ ۰/۱۱ & ۰/۰۷ & ۰/۰۷ & ۰/۰۸ & ۰/۱۱ & ۰/۲۳ & ۰/۱۵ \\ ۰/۱۲ & ۰/۱۰ & ۰/۱۲ & ۰/۰۳ & ۰/۰۴ & ۰/۰۸ & ۰/۱۰ \\ ۰/۱۸ & ۰/۰۶ & ۰/۰۸ & ۰/۰۴ & ۰/۰۷ & ۰/۰۷ & ۰/۰۹ \end{bmatrix}$$

$$\times \begin{bmatrix} ۰/۱۳ \\ ۰/۱۲ \\ ۰/۱۳ \\ ۰/۱۰ \\ ۰/۱۷ \\ ۰/۱۶ \\ ۰/۱۹ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۰/۳۳ \\ ۰/۱۴ \\ ۰/۱۱ \\ ۰/۱۳ \\ ۰/۱۲ \\ ۰/۰۹ \\ ۰/۰۹ \end{bmatrix}$$

گام هفتم: در نهایت اوزان کلی برای پروژه‌های مورد نظر به‌وسیله‌ی رابطه‌ی ۵ حاصل می‌شود:

$$W_{ANP} = W_P \times W_C \Rightarrow$$

$$\begin{bmatrix} ۰/۳۳ & ۰/۲۷ & ۰/۴۰ & ۰/۳۰ & ۰/۲۹ & ۰/۲۷ \\ ۰/۱۴ & ۰/۱۶ & ۰/۲۲ & ۰/۱۹ & ۰/۱۶ & ۰/۱۸ \\ ۰/۱۱ & ۰/۱۷ & ۰/۱۴ & ۰/۱۶ & ۰/۱۷ & ۰/۱۵ \\ ۰/۱۳ & ۰/۱۲ & ۰/۰۸ & ۰/۱۰ & ۰/۱۳ & ۰/۱۲ \\ ۰/۱۲ & ۰/۰۸ & ۰/۰۵ & ۰/۰۸ & ۰/۰۹ & ۰/۰۹ \\ ۰/۰۹ & ۰/۰۸ & ۰/۰۵ & ۰/۰۷ & ۰/۰۷ & ۰/۰۹ \\ ۰/۰۹ & ۰/۱۲ & ۰/۰۵ & ۰/۰۹ & ۰/۰۹ & ۰/۱۰ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ۰/۲۹ \\ ۰/۱۷ \\ ۰/۱۸ \\ ۰/۱۵ \\ ۰/۱۲ \\ ۰/۰۸ \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} ۰/۳۱۸ \\ ۰/۱۷۲ \\ ۰/۱۴۶ \\ ۰/۱۱۳ \\ ۰/۰۹۰ \\ ۰/۰۷۳ \\ ۰/۰۸۸ \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

نتیجه‌ی حاصل همان اوزان پروژه‌ها با توجه به روابط درونی میان معیارها و پروژه‌هاست که این اوزان در برنامه‌ریزی آرمانی در جدول ۶ کاربرد می‌یابند.

جدول ۶. مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک.

اهداف و محدودیت‌ها	مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک
	Minimize Z =
تحقق اهداف اجباری	$P۱(d_۱^+ + d_۲^+)$
انتخاب پروژه‌یی که دارای بیشترین وزن در فرایند تحلیل شبکه‌یی باشد	$P۲(۰/۳۱۸d_۳^- + ۰/۱۷۲d_۴^- + ۰/۱۴۶d_۵^- + ۰/۱۱۳d_۶^- + ۰/۰۹۰d_۷^- + ۰/۰۷۳d_۸^- + ۰/۰۸۸d_۹^-)$
	Subject to
استفاده از بیشترین بودجه برای ساخت	$۸۵x_۱ + ۵۶x_۲ + ۱۵۴x_۳ + ۱۱۱x_۴ + ۱۱۹x_۵ + ۱۱۹x_۶ + ۳۵۵x_۷ + d_۱^- - d_۱^+ = ۹۰۰$
استفاده از بیشترین ساعات برنامه‌ریزی و طراحی	$۳۵x_۱ + ۵۰x_۲ + ۶۰x_۳ + ۴۰x_۴ + ۷۰x_۵ + ۵۰x_۶ + ۹۰x_۷ + d_۲^- - d_۲^+ = ۳۵۰$
انتخاب پروژه‌ی اول	$x_۱ + d_۳^- = ۱$
انتخاب پروژه‌ی دوم	$x_۲ + d_۴^- = ۱$
انتخاب پروژه‌ی سوم	$x_۳ + d_۵^- = ۱$
انتخاب پروژه‌ی چهارم	$x_۴ + d_۶^- = ۱$
انتخاب پروژه‌ی پنجم	$x_۵ + d_۷^- = ۱$
انتخاب پروژه‌ی ششم	$x_۶ + d_۸^- = ۱$
انتخاب پروژه‌ی هفتم	$x_۷ + d_۹^- = ۱$
	$X_j = ۰ \ or \ ۱ \ \ j = ۱, ..., ۷$

جدول ۷. حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک.

۰۷-۰۳-۲۰۰۹ ۱۲:۲۸:۲۸	متغیر تصمیم	ارزش بهین	هزینه کاهنده هدف ۱	هزینه کاهنده هدف ۲
۱	X۱	۱/۰۰	۰	۰
۲	X۲	۱/۰۰	۰	-۰/۱۷
۳	X۳	۱/۰۰	۰	۰
۴	X۴	۱/۰۰	۰	۰
۵	X۵	۱/۰۰	۰	-۰/۰۹
۶	X۶	۰	۰	-۰/۰۷
۷	X۷	۰	۰	-۰/۰۹
۸	n۱	۳۷۵/۰۰	۰	۰
۹	n۲	۲۰/۰۰	۰	۰
۱۰	n۳	۰	۰	۰/۳۲
۱۱	n۴	۰	۰	۰
۱۲	n۵	۰	۰	۰/۱۵
۱۳	n۶	۰	۰	۰/۱۱
۱۴	n۷	۰	۰	۰
۱۵	n۸	۱/۰۰	۰	۰
۱۶	p۱	۰	۱/۰۰	۰
۱۷	p۲	۰	۱/۰۰	۰
۱۸	p۳	۰	۰	۰
۱۹	p۴	۰	۰	۰
۲۰	p۵	۰	۰	۰
۲۱	p۶	۰	۰	۰
۲۲	p۷	۰	۰	۰
۲۳	p۸	۰	۰	۰
۲۴	p۹	۰	۰	۰
۲۵	n۹	۱/۰۰	۰	۰
	هدف ۱:	G۱=	۰	
	هدف ۲:	G۲=	۰/۱۶	

۵. ساخت مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک

در این مرحله با استفاده از اوزان به دست آمده از فرایند تحلیل شبکه‌یی و همچنین اهداف سازمان و محدودیت‌های موجود، مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک فرموله می‌شود. نتایج به دست آمده از این مدل به‌گونه‌یی است که از بین پروژه‌های اولیه چند پروژه انتخاب می‌شود و منابع مالی، زمانی و دیگر منابع سازمان به‌گونه‌یی در بین پروژه‌ها تخصیص می‌یابد که اهداف سازمان برآورده شود. بر پایه‌ی این اطلاعات، پس از مدل‌سازی و درنتیجه‌ی حل آن توسط نرم‌افزار WINQSB، نتایج زیر حاصل می‌شوند: پروژه‌های ۱ الی ۵ با بودجه ۴۲۵ میلیارد تومان و ۲۵۵ روز برای طراحی اولیه انتخاب می‌شوند.

چنان که از جدول خروجی نرم‌افزار (جدول ۷) مشخص است، پروژه‌های ۱ الی ۵ انتخاب و پروژه‌های ۶ و ۷ حذف شده‌اند. با توجه بیشتر به نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که اهداف اول و دوم مدل رعایت شده و بهترین ترکیب پروژه‌ها برای تخصیص به دست آمده است. همچنین اگر وزن پروژه‌ها، میزان منابع

در دسترس، یا منابع مورد نیاز هر پروژه تغییرکند نتایج اجرای مدل نیز تغییر می‌کند و ممکن است برخی از پروژه‌ها حذف و برخی دیگر انتخاب شوند. علت عدم انتخاب پروژه‌های ۶ و ۷ نیز ناشی از وزن و اولویت پایین این پروژه‌هاست.

۶. نتیجه‌گیری

در این تحقیق پس از انتخاب معیارهای مورد نظر و پس ازشناسایی روابط درونی میان این معیارها نسبت به اولویت‌بندی پروژه‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌یی اقدام شد. با استفاده از اوزان و اولویت به دست آمده و با توجه به محدودیت‌های موجود، مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک فرموله شد که پس از حل آن، پروژه‌های ۱ الی ۵ با بودجه‌ی ۴۲۵ میلیارد تومان برای ساخت و مدت زمان ۲۵۵ روز برای طراحی اولیه انتخاب و پروژه‌های ۶ و ۷ حذف شده‌اند.

ازجمله یافته‌های تحقیق می‌توان به شناسایی معیارهای مورد استفاده در رتبه‌بندی پروژه‌های ساخت هتل، شناسایی روابط درونی میان معیارها، به‌کارگیری روشی که نظرات خبرگان را در هنگام رتبه‌بندی مد نظر قرار می‌دهد، شناسایی وزن و اولویت پروژه‌ها و در نهایت انتخاب پروژه‌های منتخب با توجه به محدودیت منابع اشاره کرد.

مدل مورد استفاده کاربردگسترده‌یی در بین مدل‌های جدید انتخاب پروژه دارد، از جمله کاربردهای مدیریتی مدل می‌توان به ارائه‌ی روشی بهبودیافته برای اولویت‌بندی پروژه‌ها و تخصیص منابع اشاره کرد. منظور از به‌کارگیری روش بهبود یافته، به‌کارگیری مدلی است که کلیه‌ی نیازهای مدیران را در هنگام انتخاب پروژه مد نظر قرار می‌دهد. این نیازها عبارت‌اند از: بررسی وابستگی درونی میان پروژه‌ها و معیارها، امکان بررسی معیارهای کمی و کیفی، امکان بهینه‌سازی مدل و در نهایت امکان‌سنجی منابع. مدل‌هایی که تاکنون برای انتخاب پروژه مورد استفاده قرار می‌گرفتند، مدل‌های خوبی بودند ولی امکان اجرای بررسی جامع را نداشتند. باید در نظر داشت در دنیای واقعی میان معیارها و گزینه‌ها روابط درونی وجود دارد که در نظرگرفتن این روابط مسئله را به واقعیت نزدیک‌تر می‌کند. تنها روشی که امکان در نظر گرفتن روابط درونی را دارد فرایند تحلیل شبکه‌یی است. همچنین هنگامی که در مسئله‌ی مورد بررسی، نیاز به امکان‌سنجی منابع احساس می‌شود، برنامه‌ریزی آرمانی کلاسیک توانایی اجرای این امکان‌سنجی را ندارد و به‌ناچار باید از برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک استفاده کرد. البته باید توجه داشت که درصورت افزایش تعداد معیارها و گزینه‌ها، تعداد مقایسات زوجی به‌صورت تصاعدی افزایش می‌یابند و درنتیجه ممکن است از دقت مدل کاسته شود.

تقدیر و تشکر

این پژوهش بااستفاده از اعتبار پژوهشی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) به شماره ۹۱-۷۵۱۰۲۲ حمایت شده است که بدینوسیله تشکر و قردانی می‌شود.

پانوشت

1. analytic network process
2. zero-one Goal programming
3. Keeny & Raifa
4. fuzzy delphi
5. compensatory model
6. cost benefit analysis
7. analytical hierarchy process
8. multi-attribute utility
9. noncompensatory models
10. Electre
11. Promethee
12. Checklist model
13. unnumerical ranking
14. scoring model
15. Delphi method
16. utility theory
17. decision trees
18. correlation analysis
19. data envelopment analysis
20. net present value
21. return of investment
22. Bubble diagram
23. Portfolio maps
24. Schniederjans
25. Kyparisis
26. Sanathanam
27. Lee
28. benefit, opputunity, cost, risk
29. Meade & Presley
30. Dalki
31. Rand
32. Kaufmann & Gupta
33. outer dependence
34. inter dependence
35. Supermtrix
36. Saaty & Takizawa

منابع (References)

1. Pillai, A.S.; Joshi, A. and Rao, K.S. “Performance measurement of R&D projects in a multi projects concurrent engineering environment”, *International Journal of Project Management*, **20**, pp. 166 (2002).
2. Powers, G.; Ruwanpura, J.Y.; Dolhan, G. and Chu, M., “Simulation based project selection decision analysis tool”, *Proceedings of the Simulation Conference*, PP. 1-2 (2002).
3. Wey, W.M. and Wu, K.Y. “Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation”, *Mathematical and Computer Modelling*, **46**, pp. 985-990 (2007).
4. Tian, Q.; Ma, J.; Liang, J.; Kwok, R.C.W. and Liu, O. “An organizational decision support system for effective R&D project selection”, Decision Support Systems, pp. 1 (2004).
5. Zanakis, S.H.; Mandakovic, T.; Gupta, S.K.; Sahay, S. and Hong, S. “A review of program evaluation and fund allocation methods within the service and government sectors”, *Socio-Econ. Plann. Sci.*, **29**(I), pp. 61-64 (1995).

6. Lee, J.W. and Kim, S.H. "Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection", *Computers & Operations Research,* **27**, PP 367-370 (2000).
7. Chu, P.Y.V.; Hsu, Y.L. and Fehling, M. "A decision support system for project portfolio selection", *Computers in Industry,* **32**, pp. 142 (1996).
8. Cooper, R.D.; Edgett, S.J. and kleinschmidt, E.J. "Portfolio management for new product development results of an industry practice study", *R&D Management,* **31**(4), pp. 2-12 (2001).
9. Liang, C. and Li, Q. "Enterprise information system project selection with regard to BOCR", *International Journal of Project Management*, Article in press, pp. 2 (2008).
10. Gabriel, S.A.; Kumar, S.; Ordonez, J. and Nasserian, A. "A multiobjective optimization model for project selection with probabilistic considerations", *Socio-Economic Planning Sciences,* **40**, pp. 299 (2006).
11. Mavrotas, G.; Diakoulaki, D. and Caloghirou, Y. "Project prioritization under policy restrictions. A combination of MCDA with 0-1 programming", *European Journal of Operational Research,* **171**, pp. 296-308 (2006).
12. Wu, C.R.; Lin, C.T. and Chen, H.C. "Integrated environmental assessment of the location selection with fuzzy analytical network process", Springer Science+Business Media B.V., pp. 6-10 (2007).
13. Jafari, N. and Montazer, GH. "Using fuzzy delphi method for identifying financial approaches of Iran", *Economic Research,* **8**(1), pp. 5 (2008).
14. Saaty, T.L. and Vargas, L.G. "Decision making with analytic network process economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks", Springer Science+Business Media, pp. 18-20 (2006).
15. Saaty, T.L., *Fundamentals of the Analytic Network Process*, Kobe Japan, pp. 4-6 (Aug. 1999).
16. Sarka, V.; Sarkiene, E. and Budinas, S. "Model of investment evaluation of public building based on multiple criteria decision synthesis methods", *Transport and Telecommunication,* **6**(1), pp. 2 (2005).
17. Cheng, C.H. and Lin, Y. "Evaluation the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation", *European journal of Operational Research,* **142**, pp. 151 (2002).