

رویکرد سیستمی برای ارزیابی و انتخاب طرحها

نوشته دکتر محمدرضا حمیدی زاده

چکیده

تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده و بدون ساختار با وجود هدف‌های چندگانه و متضاد و با معیارهای مختلف اندازه‌گیری، ضرورت توجه به رویکرد سیستمی در مدل‌های تصمیم‌گیری چندگانه را مطرح می‌کند. رویکرد سیستمی یک رویکرد جامع، یکپارچه و کل‌نگر برای فرایند تصمیم‌گیری است، در حالی که روش تحلیلی، تجزیه مدار، و جزئی‌نگر است.

هدف این مقاله طرح رویکردی سیستمی برای مدل خطی برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از کاوش دلفی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است. ضمناً هدف‌های ساختاری و هدف‌های آرمانی را در نظر می‌گیرد تا ضمن رفع نواقص، استفاده سنتی از مدل برنامه‌ریزی آرمانی، قابلیت سازگاری آن را برای محیط‌های متنوع ارتقا دهد. در پایان رویکرد سیستمی برای یک مؤسسه مالی و اعتباری مورد استفاده قرار می‌گیرد و نتایج آن به همراه تحلیل حساسیت ارائه می‌شود.

مقدمه

پیشنهاد کرده‌اند. تابع مطلوبیت در واقع سطح رضایت و خشنودی تصمیم‌گیر را به چند روش مختلف ارائه می‌دهد. مدل‌های دیگری را می‌توان در روش‌های آماری، نظریهٔ بیز، نظریهٔ مجموعه‌های فازی (مشکک)، و برنامه‌ریزی ریاضی جستجو کرد.

برنامه‌ریزی ریاضی اساساً شیوه‌ای برای حل بهین مسایل ایستاست و شامل مدل‌های مختلفی از قبیل برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی آرمانی و نظریهٔ بازیهاست. اگرچه برنامه‌ریزی خطی (LP) یک راه‌حل بهین برای مسایل ارابه می‌دهد، اما ضعف عمدهٔ آن در تک هدفی بودن آن است. این برنامه صرفاً یک هدف را می‌تواند بهینه کند در حالی که در واقع، غالباً چند هدف، که گاه

ارزیابی و انتخاب طرحها در واقع شیوه‌ای برای شناخت و تجزیه و تحلیل طرح‌های جانشین و تخصیص منابع میان آنهاست. از این‌رو، طرح‌هایی باید انتخاب شوند که بتوانند سود خالص را با توجه به محدودیت منابع موجود برای سازمان به حداکثر برسانند. موفقیت طرح و مدیریت آن تا حدودی به تعریف دقیق و روشن هدفها و تلفیق این هدفها با فرایند تخصیص منابع بستگی دارد. از این‌رو، مدلها و روش‌های متنوعی برای تصمیم‌گیری با چند معیار ابداع شده است. کینی و رایفا^(۱۲) (۱۹۷۶) برای تصمیماتی که متضمن چند هدف هستند، روشی را برای تعیین تابع مطلوبیت تصمیم‌گیر در چارچوب ریاضی

متضاد هم هستند، باید بهینه شوند. از این رو، در دهه ۱۹۵۰، برنامه‌ریزی آرمانی برای این منظور توسعه یافت.

رویکرد سیستمی

امروزه مفهوم سیستم، کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است و در رشته‌های مختلف علوم جایگاه و شیوه اجرایی خاصی به خود اختصاص داده است. به همین دلیل، رویکرد سیستمی و تفکر سیستمی مطرح می‌شود.

رویکرد سیستمی شیوه‌ای برای مطالعه هدفهاست و تجزیه و تحلیل اجزای به هم وابسته سیستمها، خرده سیستمها، و سازمانها را با محیط بیرونی دربر می‌گیرد. در این رویکرد سازمان و دیگر پدیده‌ها باید به منزله یک کل غیرقابل تقسیم در نظر گرفته شوند. در رویکرد سیستمی، کل براساس اجزای تشکیل‌دهنده آن تشریح می‌شود، در حالی که در دیگر رویکردها از قبیل رویکرد اقتضایی، رویکرد نقشهای مدیران، رویکرد رفتار میان اعضای سازمان، رویکرد عملیاتی نحوه قرار گرفتن اجزا در کل مطالعه می‌شود: لذا رویکرد سیستمی زمینه‌ای برای کل‌نگری است. از این رو، در کل‌نگری، همه پدیده‌ها، وقایع، و تجارب مبتنی بر آنها به مثابه کل‌هایی مستقل تلقی می‌شوند. اما در زنجیره روابط میان پدیده‌ها، همین کل‌ها، تشکیل‌دهنده اجزای کل‌های بزرگتر هستند. به تبع رویکرد سیستمی، تفکر سیستمی جلوه‌گر می‌شود.

تفکر سیستمی به جای اندیشیدن صرف به اجزا، اندیشیدن به هدفهای پدیده‌ها و یا سازمانها را در اولویت قرار می‌دهد و از این رو، موجب تغییر نگرش در علوم شده است. لذا به جای تفکیک علوم به حوزه‌های تخصصی جزئی، آنها را به سوی ترکیب یافته‌های رشته‌های گوناگون علمی سوق داده است، و این جلوه‌ای است که در رویکرد پیشنهادی مقاله مد نظر قرار گرفته است.

سازمانها در واقع خرده سیستمهای جامعه تلقی می‌شوند و در تعامل با محیط به فعالیت می‌پردازند.

محیط شرط حیات، فعالیت و اساس زندگی سازمانهاست. تصمیمات سازمانها، معمولاً در محیطهای سیستم بسته اتخاذ نمی‌شوند. بسیاری از عوامل برنامه‌ریزی سازمانها خارج از حیطه سازمان مدیریت هستند. سازمان، متشکل از بخشها و نواحی تخصصی، و کارکردی است که هر یک خرده سیستمهای سازمان تلقی می‌شوند. مدیران این نوع بخشها و نواحی باید پاسخگوی سیاستها و برنامه‌های سایر بخشها و نواحی سازمان و حتی کل سازمان باشند. اعضای سازمان بخشی از سیستم جامعه قلمداد می‌شوند. تفکر، رفتار، ارزشهای فردی و فرهنگ سازمانی در تصمیمات مدیریت مؤثر واقع می‌شوند. هنگامی که مدیران مدل‌های سیستم بسته، همانند مدل‌های تصمیم‌گیری تحقیق در عملیات را طراحی و تنظیم می‌کنند، هدف آنها صرفاً حل برنامه‌های کاری است. برای انجام این کار، باید به تدوین فرضیه‌هایی درباره عوامل محیطی پردازند که تأثیر بسیاری بر تصمیمات آنها دارد. سپس داده‌هایی در محاسبات و ارزیابی‌هاشان وارد می‌کنند که در هر زمان وجود آنها احساس می‌شود. از این رو، با تغییر و توسعه عوامل، ساختار مدلها نیز باید تغییر کند. در این مقاله برای نیل به این هدف، رویکرد سیستمی برای ارزیابی و انتخاب طرحها ارائه شده است.

برنامه‌ریزی آرمانی

شاید بتوان قدیمترین روش تصمیم‌گیری با چند معیار را، برنامه‌ریزی آرمانی ذکر کرد. مدل خطی برنامه‌ریزی آرمانی را ابتدا چارترز و کوپر^(۱) در سال ۱۹۵۲ ارائه کردند. شیوه تنظیم و تدوین مدل خطی برنامه‌ریزی آرمانی را می‌توان به صورت زیر ذکر کرد:

۱- تعیین هدفها

۲- تعیین مقدار مطلوب / آرمانی برای هر یک از هدفها

۳- اولویت‌بندی هدفها

۴- بهنجار کردن ضرایب متغیرهای تصمیم و وزن دار

کردن هدفها برحسب ضرورت

۵- تبدیل هر یک از هدفها به سطح مطلوب

۶- حل مسئله به صورت سلسله مراتب، اولیتی و ترتیبی

در تنظیم مدل خطی برنامه ریزی آرمانی، تابع

هدف به عنوان تابع بازدهی در نظر گرفته می شود که

حاصل جمع انحرافات از هر یک از هدفهاست. از آنجا که

دستیابی همزمان به کلیه هدفها امکان پذیر نیست، در واقع،

مسئله اصلی، به حداقل رساندن مجموع انحرافات از هر

یک از هدفهاست. به بیان دیگر، مسئله به حداقل رساندن

تابع بازدهی است.

بعد از کار اولیه کوپر و چارنز، جعاسکلینین^(۱۱)

(۱۹۶۹)، ایگنیزو^(۷) (۱۹۸۲، ۱۹۷۸، ۱۹۷۶)، و

ای جیری^(۱۰) (۱۹۶۵) مدل برنامه ریزی آرمانی را تعمیم

دادند. از این رو، اولویت بندی هدفها مطرح و در همین

زمینه شیوه هایی برای در نظر گرفتن اولویت هدفها و حتی

نحوه دستیابی به آنها ابداع شده است.

مدلی که ایگنیزو (۱۹۷۸) برای به حداقل

رساندن تابع بازدهی مطرح کرده به صورت زیر است.

با شرط روابط هدف / محدودیتهای ساختاری:

$$z = g_1(\bar{n}, \bar{p}), \dots, g_k(\bar{n}, \bar{p}), \dots, q_k(\bar{n}, \bar{p})$$

$$f_i(\bar{x}) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1) \quad \text{تمام}$$

$$\bar{x}, \bar{n}, \bar{p} \geq 0$$

و برای یافتن متغیرهای تصمیم:

$$\bar{x} = x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_T$$

که در آن x_j متغیر تصمیم z ، تابع بازدهی، بردار ردیفی

اندازه دستیابی به هدف یا محدودیتهای ساختاری در سطح

هر یک از اولویتها، $g_k(\bar{n}, \bar{p})$ تابع خطی و نرمال متغیرهای

انحرافی هر یک از هدفها یا محدودیتهای سطح اولویت k ام،

که باید به حداقل رسانیده شود، k تعداد کل سطح اولویت

در مدل، b_i مقدار ثابت سمت راست روابط هدف یا

محدودیتهای ساختاری i ام، $f_i(\bar{x})$ تابع سمت چپ هدف

خطی / غیرخطی / محدودیت ساختاری i ام، n_i سطح

دستیابی کمتر از هدف i ام (این متغیر با d_i^- نیز نشان داده

می شود)، p_i سطح دستیابی بیشتر از هدف i ام (این متغیر

با d_i^+ نیز نشان داده می شود) است.

تابع هدف در مدل خطی برنامه ریزی آرمانی (۱)،

به حداقل رساندن حاصل جمع انحراف هر یک از هدفها از

سطح مشخص آرمانی آنهاست. با این ویژگی، دیگر تبدیل

کلیه هدفها به واحد اندازه گیری مشترک ضرورت ندارد. از

این رو، هدفها می توانند با مقیاسهای متفاوت در بهینه یابی

به کار روند، اما باید آنها را بهنجار کرد.

کاربردهای جدید در زمینه های گسترده برنامه ریزی آرمانی

را می توان از سوی صاحب نظران ذیل برشمرد:

۱. در تحلیل مکان یابی تجهیزات، کواگ و شنایدرجان^(۴)

(۱۹۸۵)

۲. در تخصیص منابع خدمات بهداشتی و درمانی،

تینگلی^(۲۳) (۱۹۸۴)

۳. در ارزشیابی احتمال اشکال مختلف برنامه ریزی با

استفاده از مدلهای تعاملی برنامه ریزی آرمانی، مسکوویتز

و دکل ویور^(۳) (۱۹۸۴)

۴. در انتخاب طرحهای تحقیق و توسعه و تخصیص منابع

انسانی با استفاده از برنامه ریزی آرمانی غیرخطی با اعداد

صحیح، تیلور و همکاران^(۲۲) (۱۹۸۲)

۵. در برنامه ریزی تولید فیسک^(۵) (۱۹۷۹)

۶. در برنامه ریزی آرمانی برای محیطهای فازی،

ناراسمهان^(۱۶) (۱۹۸۰)

۷. در تصمیمات سرمایه گذاری عمومی که اختصاص به

مورد پژوهی برای جاده های روستایی کشور اندونزی دارد،

کراملی و لینباخ^(۱۸۳) (۱۹۸۳)

۸. تخصیص منابع مالی پروژه های تحقیق و توسعه،

رویکرد برنامه ریزی آرمانی صفر - یک، کئون و همکاران

(۱۹۷۹).

بررسی روشهای برنامه ریزی آرمانی و کاربردهای

مختلف را در عرصه‌های صنعت و فعالیتهای دولت گزارش کرده است. بهرحال، در کنار جنبه مثبت مدلهای برنامه‌ریزی آرمانی که در هفت مورد برشمرده شد، برنامه‌ریزی آرمانی کاستیهای فنی نیز دارد که اعم آنها را می‌توان به صورت زیر برشمرد، اما در پیشرفتهای بعدی برنامه‌ریزی آرمانی، این نواقص برطرف شدند.

۱. در تعیین هدفها و اولویت‌بندی آنها که تکیه بر دیدگاهها، ارجحیتهای روانی و ذهنی تصمیم‌گیران دارد
۲. مشکل آفرینی عوامل ذهنی در تعیین سطح مطلوب دستیابی به هدفها و اختصاص دادن وزنهای جریمه در دستیابی به سطح کمتر یا بیشتر از هدفها
۳. از آنجا که شالوده و مبنای تصمیم‌گیری را هدفهای بنیادی سازمانها شکل می‌دهند، لذا تعیین هدفها برای تخصیص برنامه‌ها در تدوین و تنظیم مسایل بسیار مهم‌اند و در واقع بخش حساس تجزیه و تحلیل را شکل می‌دهد (خرم‌شاه گل و گوستی، ۱۹۸۶).

بنابراین، در مدلسازی برنامه‌های آرمانی برای تعیین عوامل زیر باید از یک رویه سیستماتیک استفاده به عمل آورد.

- شناسایی هدفها
- اولویت‌بندی و وزن‌دار و بهنجار کردن هدفها
- شناسایی معیارهای سنجش هدفها
- اندازه‌گیری معیارهای سنجش و وزن‌دار کردن آنها
- تعیین سطح مطلوب دستیابی به هر یک از هدفها
- وزنهای جریمه برای اختصاص به سطح دستیابی کمتر یا بیشتر از هدفها

خرم‌شاه گل و همکارانش (۱۹۸۶، ۱۹۸۴) برای دستیابی به نظرهای کارشناسان در اولویت‌بندی هدفها و معیارهای سنجش آنها، استفاده از روش دلفی را توصیه می‌کنند. علاوه بر این، آنها روشی برای شناسایی و انتخاب هدفها، اولویت‌بندی هدفها، و تعیین وزن نسبی برای هر یک از آنها

آن را می‌توان در آثار رامرو (۱۹۸۶)، سایبا (۱۹۹۵)، هانن (۱۹۸۵) مطالعه کرد. این نویسندگان با دید انتقادی به ارزیابی قدرت مدل‌سازی و بسط زمینه‌های نظری آن پرداخته‌اند.

چون در مدل‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی، تصمیم‌گیران می‌توانند به اعمال ارجحیتهای فردی و داوری اشخاص، و بهره‌گیری از مطلوبیتهای فردی پردازند، از میان روشهای مختلف تصمیم‌گیری چند معیاری^(۹) ترجیح می‌دهند از برنامه‌ریزی آرمانی بیشتر استفاده کنند. علاوه بر این، برنامه‌ریزی آرمانی در مقایسه با سایر روشهای تصمیم‌گیری چند معیاری، قابلیت سازگاری بیشتری با فرضیاتی دارد که با شرایط واقعی تصمیمات متناسب هستند. در برنامه‌ریزی فعالیتهای تولیدی و صنعتی در هر پنج سطح (الف) بخشی درون سازمانی (ب) سازمانی، (ج) صنعت، (د) ملی و (ه) منطقه‌ای / بین‌المللی، هدف‌گذاری و تعیین اولویتها و معیارهای سنجش هدفها از ضروریات بنیادی و اولیه به شمار می‌روند. از این رو، فونونی که هدف‌گذاری را متناسب با عوامل پیچیده محیطی انجام دهند نسبت به سایر فنون تصمیم‌گیری چند معیاری از ارجحیت برخوردار خواهند بود. فن برنامه‌ریزی آرمانی از میان فنون تصمیم‌گیری چند معیاری با قابلیت‌های زیر کاربرد بیشتری دارد:

۱. سادگی تنظیم تابع هدف و روابط ریاضی محدودیت
 ۲. توانایی منظور کردن متغیرهای بسیار متنوع و متعدد
 ۳. قدرت بالای محاسباتی
 ۴. در نظر گرفتن هدفهای چندگانه و چند متغیره
 ۵. در نظر گرفتن محدودیتهای آرمانی (نرم‌افزاری) و ساختاری (سخت‌افزاری)
 ۶. قدرت تغییر سطوح آرمانی هدفها
 ۷. قدرت بسط ابعاد برنامه‌ریزی
- لین (۱۹۸۰) در تحقیق خود دربارهٔ زمینه‌های کاربرد مدلهای برنامه‌ریزی آرمانی، متجاوز از هشتاد زمینه

در مدل برنامه‌ریزی آرمانی پیشنهاد کرده‌اند. این روش، در شکل ۱ به صورت نمودار رسم شده است.

۴. ضعف دیگر مدل برنامه‌ریزی آرمانی ناتوانی در استفاده از رویکرد سیستمی برای تعیین اولویتها و تعامل میان آنهاست.

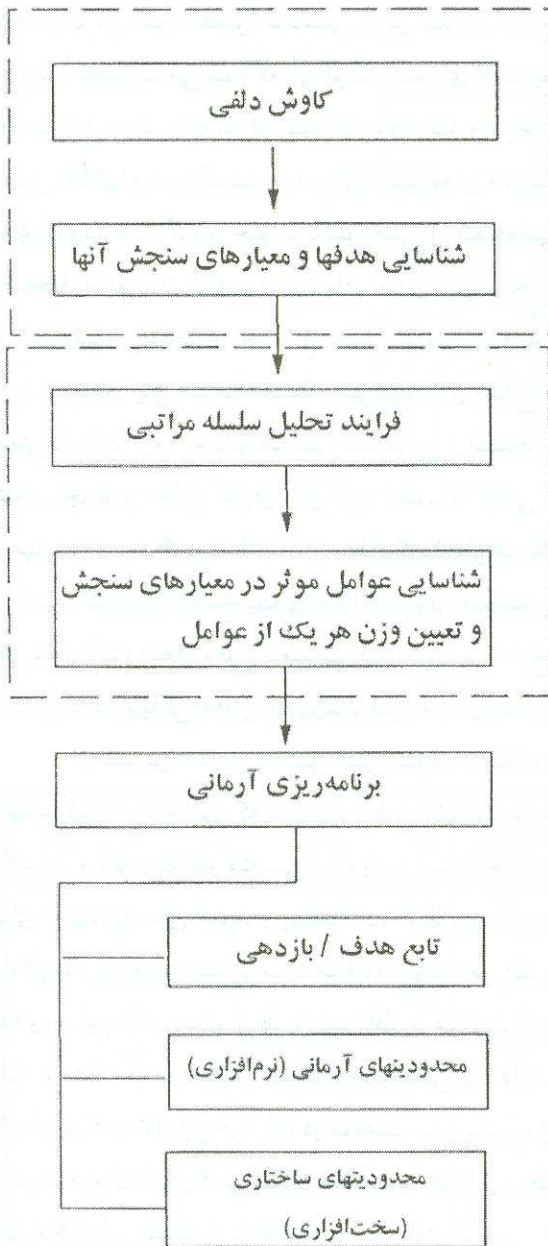
این ضعف هنگامی که اثر عوامل مشهود و نامشهود بر تصمیم‌گیری سایه افکنده و اشخاص مختلفی در فرایند داوری شرکت داشته باشند بیشتر نمایان می‌شود. برای غلبه بر این مشکل، سعادت^(۱۹) (۱۹۸۶) استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی را توصیه کرد تا از این طریق بتوان به تعیین اولویت‌بندی هدفها و روشن ساختن تعامل میان آنها پرداخت (شکل ۱). اما، در این مرحله، از اطلاعات روش دلفی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تدوین و تنظیم مدل برنامه‌ریزی آرمانی استفاده به عمل می‌آید. حل مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی مناسبی برای تخصیص منابع میان طرحهای مختلف محسوب می‌شود. در دو بخش زیر به بررسی روش دلفی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌پردازیم. آنگاه، مدل پیشنهادی را بررسی می‌کنیم و کاربرد آن را توضیح می‌دهیم.

روش دلفی

این روش که در واقع یک روش سیستماتیک برای دریافت آرای کارشناسان است برای نخستین بار آن دال کی و همکارانشان^(۲) (۱۹۶۹) در شرکت راند مورد استفاده قرار دادند. این روش سه ویژگی برجسته دارد.

۱. گردآوری نظرات به طور گمنام و ناشناخته
 ۲. بررسی نظرها و بازخورد کنترل شده آنها برای دستیابی به اتفاق نظر

۳. تجزیه و تحلیل پاسخها با استفاده از روشهای آماری برای کاهش تأثیر افراد با نفوذ و به حداقل رسانیدن تأثیرات فردی در آرای گروهی، نظر اشخاص با استفاده از پرسشنامه باز / یا پرسشنامه تنظیم یافته / شبکه‌های



شکل ۱. رویکرد سیستمی مدل برنامه‌ریزی آرمانی

اطلاعات کافی و مهارت لازم را برای طراحی پرسشنامه داشته باشند. در این مورد استفاده از منابع سودمندی توصیه می شود که راهنمایهای ارزشمندی برای نحوه تنظیم پرسشنامه و حتی چگونگی نوشتن سئوالات، انتخاب کلمات و مفاهیم، رعایت هنجارها و رفتارهای افراد ارائه می دهند. (سرمد و همکاران، ۱۳۷۶).

فرایند و تحلیل سلسله مراتبی

این فن را نخستین بار سعادت^(۱۸) در کتاب «تصمیم‌گیری برای رهبران» (۱۹۸۲) که در بلمونت کالیفرنیا به چاپ رسید مطرح کرد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی در واقع روشی برای کمک به تصمیم‌گیران است تا هدفها و راه کارهای خود را در یک محیط پیچیده، بدون ساختار، و غیرشفاف اولویت بندی و طبقه بندی کنند. یکی از وظایف اساسی مدیران تصمیم‌گیری است و سازمانها با تصمیماتی که مدیران آنها در محیطهای عمومی و اختصاصی اتخاذ می کنند آنها را به هدفهای از پیش تعیین شده هدایت و نزدیک می کنند. برای استفاده از داوری و قضاوت کارشناسی تصمیم‌گیران، این روش مسئله تصمیم‌گیری را به مؤلفه‌هایی تفکیک و آنها را به طور سلسله مراتبی مرتب می کند. سپس با استفاده از دیدگاهها و نظرات، برای هر یک از مؤلفه‌ها فرایند سلسله مراتبی می تواند بالاترین اولویت مؤلفه‌های مسئله را تعیین و توجه تصمیم‌گیر را نسبت به ضرورت آن جلب کند.

در فن تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین اولویتهای باید ماتریس مقایسات زوجی به صورت جدول ۱ تنظیم شود. سعادت^(۱۸) در کتاب خود این مراحل را برای فرایند تحلیل سلسله مراتبی پیشنهاد کرده است:

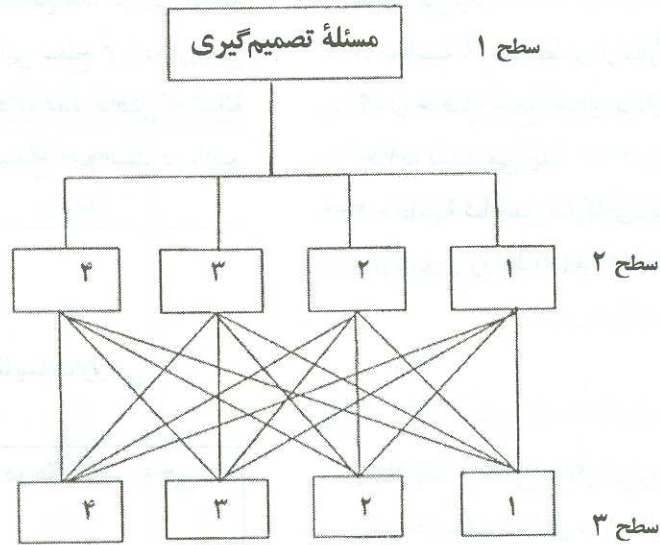
۱. تعریف مسئله و تعیین هدفهای آن

۲. تنظیم سلسله مراتب هدفها از بالا به پایین

(شکل ۲)

ارتباط رسمی از قبیل ارتباطات کامپیوتری فوری به صورت گمنام گردآوری می شوند. بازخورد کنترل شده اطلاعات، که از ویژگی خاص مرحله دوم این روش محسوب می شود، شیوه مناسبی برای هدایت نتایج مراحل محسوب می شود که می تواند شمه‌ای از نتایج مراحل قبل روش را به شرکت‌کنندگان عرضه کند و موجب تقلیل اخلاها و سردرگمیها شود. یکی از شیوه‌های مناسب برای کاهش فشار گروه، جهت یکنواختی و همخوانی پاسخها، استفاده از مفاهیم و روشهای آماری برای سنجش و اندازه‌گیری پاسخها و تجزیه و تحلیل آنهاست. با وجود این، در پایان این مرحله انتظار می رود آرای متنوع و معنی دار افراد گروه به نحو مناسبی شناسایی و استخراج شود. تجزیه و تحلیل آماری آرای گروه احتمالاً یکی از راههای با اهمیت کسب اطمینان از منظور کردن نظر هر یک از افراد گروه در پاسخ نهایی به این روش محسوب می شود. البته انتظار وقوع تغییرات گوناگون در نتایج، با توجه با سه ویژگی خاص این روش، هنوز هم وجود دارد. از طریق کاوش دلفی می توان از نظرات تصمیم‌گیران و اشخاصی که در پروژه / طرح مشارکت دارند آگاه شد و آنها را به نحو مناسبی گردآوری و استخراج کرد و برای تولید ایده‌های جدید و پیشنهادات کم نظیر و بدیع و راه کارها و طرحهای متمایز مورد استفاده قرار داد. فن دلفی، علاوه بر این، قادر است از طریق تیم ناظر و هدایت آرای افراد مختلف که در مناطق گوناگون جغرافیایی قرار دارند گردآوری کند. نظر این افراد گاه در موفقیت مدیریت پروژه اهمیت فراوان دارد و گاهی امکان ملاقات و اخذ رای و نظر آنها امکان‌پذیر نیست و یا مستلزم هزینه زیادی است.

تویس^(۲۴) (۱۹۷۴) در کتاب هدایت و اداره نوآوریهای فنی ابراز داشته است که انتخاب افراد مشارکت‌کننده و حتی اعضای تیم ناظر و تنظیم پرسشنامه اهمیت فوق‌العاده‌ای در نیل به موفقیت خواهد داشت. اعضای تیم ناظر باید



شکل ۲. نمودار درخت سلسله مراتب تصمیم

سطح ۱. نشانه هدف، سطح ۲. اولویت‌بندی معیارها یا عوامل، سطح ۳. اولویت‌بندی راه‌کارهای انجام کار است

جدول ۱. ماتریس مقایسات زوجی عوامل تصمیم

عوامل	X_1	X_2	X_3	.....	X_n
X_1	۱	$a_{۱۲}$	$a_{۱۳}$	.....	$a_{۱n}$
X_2	$\frac{1}{a_{۱۲}}$	۱	$a_{۲۳}$	.....	$a_{۲n}$
X_3	$\frac{1}{a_{۱۳}}$	$\frac{1}{a_{۲۳}}$	۱	.....	.....
.....
X_n	$\frac{1}{a_{۱n}}$	$\frac{1}{a_{۲n}}$	$\frac{1}{a_{۳n}}$	.....	۱

۴. محاسبه حاصل جمع هر یک از ستونها و بهنجار کردن هر یک از اعداد خانه‌های جدول ماتریسی با تقسیم آن اعداد بر حاصل جمع آن ستون.

۵. محاسبه متوسط وزن ردیفی هر یک از عوامل

۳. تنظیم جدول ماتریسی مقایسات زوجی برای هر یک از سطوح سلسله مراتب به ترتیب از پایین به بالا. برای تنظیم جدول مقایسات زوجی ضروری است از جدول مقیاسهای ارجحیت استفاده به عمل آید. (جدول ۲) این جدول، مقیاسهای ارجحیت را در نه دامنه از ۱ تا ۹ برای تبدیل داوریهی ذهنی به داده‌های کمی (جدول ۱) در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهد. اگر مؤلفه X_1 مؤلفه X_2 را تحت تأثیر قرار دهد و نسبت به آن برتری داشته باشد، آنگاه عدد صحیح انتخابی خود را در سطوح داوری باید در ردیف X_1 و ستون X_2 و عکس آن را در ردیف X_2 و ستون X_1 قرار داد. قطر جدول مقایسات زوجی که نشانه مقایسه دو مؤلفه یکسان بایکدیگر است، معرف اهمیت یکسان است که عدد یک را به خود اختصاص می‌دهد. البته عدد یک را در هر قسمت دیگر جدول هم می‌توان مورد استفاده قرار داد، به شرط آنکه ارجحیت دو مؤلفه X_1 و X_2 نسبت به یکدیگر یکسان باشد.

هر یک از عوامل / معیارها / راه کارها بردار سازگاری به دست می آید.

۶-۲. محاسبه λ : متوسط بردار سازگاری λ اطلاق می شود که از حاصل جمع اجزای بردار و تقسیم آن بر تعداد اجزای به دست می آید.

۶-۳. محاسبه شاخص سازگاری: برای محاسبه شاخص سازگاری از روابط (۱) و (۲) استفاده به عمل می آید.

$$C.I = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (1)$$

رابطه یک هنگامی به کار می رود که شاخص سازگاری برای مقایسات انفرادی مورد نظر است.

$$C.I = \frac{\lambda - n}{n} \quad (2)$$

و رابطه دو زمانی که شاخص سازگاری برای مقایسات گروهی مد نظر باشد.

در این دو رابطه n نشانه تعداد راه کارها / عوامل است. ۶-۴. محاسبه نرخ سازگاری: نرخ سازگاری با استفاده از رابطه (۳) به دست می آید.

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} \quad (3)$$

در این رابطه شاخص سازگاری را بر شاخص سازگاری تصادفی که از جدول ۳ به دست می آید تقسیم می کنیم. در صورتی که $C.R. \leq 0/1$ باشد، سازگاری برقرار است و اگر $C.R. \geq 0/1$ باشد، سازگاری برقرار نیست و باید مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی از ابتدا طی شود. در صورتی که برای تنظیم جدول مقایسات زوجی، بیش از یک کارشناس حضور داشته باشد و مبادرت به ابراز نظر کند لازم است مراحل زیر

(مؤلفه‌ها) که از تقسیم هر یک از ردیفهای جدول بر تعداد عناصر آن ردیف به دست می آید. این عدد در این مرحله نشانه اولویت است. اما باید ارزیابی سطح ۳ را در ارزیابی عوامل سطح دوم ضرب برداری کرد، عدد حاصل که نشانه اولویت عوامل / معیارها در سطح دوم است در واقع ارزیابی موزون کل است.

جدول ۲. مقیاسهای مقایسات زوجی

مقدار عدد a_{ij}	درجه اهمیت در مقایسات زوجی
۱	ارجحیت یکسان
۲	ارجحیت یکسان تا ارجحیت متوسط
۳	ارجحیت متوسط
۴	ارجحیت متوسط تا ارجحیت بالا
۵	ارجحیت بالا
۶	ارجحیت بالا تا ارجحیت بسیار بالا
۷	ارجحیت بسیار بالا
۸	ارجحیت بسیار بالا تا ارجحیت بی اندازه
۹	ارجحیت بی اندازه بالا

۶. انجام آزمون سازگاری برای کسب اطمینان از داوریهای منصفانه و صحیح. در صورتی که نتیجه آزمون سازگاری، داورى منصفانه را تأیید نکرد لازم است فرایند AHP مجدداً طی شود.

۶-۱. محاسبه برداری سازگاری: از ضرب جدول مقایسات زوجی عوامل / معیارها / راه کارها در ضرایب اهمیت هر یک از آنها و تقسیم اعداد حاصل بر ضریب اهمیت

روبه‌رو هستیم، به طور همزمان مسایل ادراکی، عقلانی و غیرعقلانی را وارد تصمیم‌گیری کند.

طی شود.

۱. تنظیم یک جدول ماتریسی مقایسات زوجی برای هر یک از افراد شرکت‌کننده

۲. برای تنظیم جدول ماتریسی مقایسات زوجی نهایی جهت اعمال مراحل بعدی، باید از جداول مقایسات زوجی کارشناسان میانگین هندسی گرفته شود، سپس عدد حاصل در جدول نهایی قرار داده شود. در این وضعیت دو حالت پیش می‌آید.

الف) میان نظر افراد شرکت‌کننده اولویت یکسان برقرار باشد، یعنی نظر یکی بر دیگری برتری نداشته باشد، در این حالت،

$$\bar{a}_{ij} = \left[\prod_{k=1}^N a_{ij}^k \right]^{\frac{1}{N}} \quad (4)$$

ب) میان نظر افراد شرکت‌کننده اولویت نابرابر برقرار باشد و نظر یکی براساس عواملی بر نظر دیگری برتری دارد، در این حالت

$$\bar{a}_{ij} = \left[\prod_{k=1}^N a_{ij}^{w_k} \right]^{\frac{1}{N}} \quad \sum_{k=1}^N w_k = N \quad (5)$$

البته اگر مدیری، توانایی تعیین اهمیت آرای اعضای شرکت‌کننده را نداشته باشد، می‌تواند از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین اهمیت هر یک از شرکت‌کنندگان استفاده کند در این حالت، از آنجا که $\sum w_k = 1$ می‌شود، نیازی به اخذ ریشه نخواهد بود. لذا رابطه چنین می‌شود.

$$\bar{a}_{ij} = \left[\prod_{k=1}^N a_{ij}^{w_k} \right]$$

اما فرایند تحلیل سلسله مراتبی فنی است که می‌تواند زمانی که با تصمیمات چند معیاره و تصمیم‌گیران متعدد

جدول ۳. شاخص سازگاری تصادفی

شاخص سازگاری تصادفی	n	شاخص سازگاری تصادفی	n
۱/۴۵	۹	۰	۱
۱/۴۹	۱۰	۰	۲
۱/۵۱	۱۱	۰/۵۸	۳
۱/۵۳	۱۲	۰/۹	۴
۱/۵۶	۱۳	۱/۱۲	۵
۱/۵۷	۱۴	۱/۲۴	۶
۱/۵۹	۱۵	۱/۳۲	۷
		۱/۴۱	۸

مدل و مدل‌سازی

برای استفاده از مدلی که در این مقاله مطرح شده است باید مراحل زیر طی شود.

۱. انتخاب اعضای تیم ناظر

این تیم متشکل از مدیر(ان) طرح / پروژه و سایر مدیرانی است که در بخشهای مختلف طرح / پروژه سرگرم فعالیت هستند. البته می‌توان در این تیم از وجود کارشناسان خبره نیز استفاده کرد. این تیم که برای هدایت مراحل کاوش دلفی انتخاب می‌شود، پرسشنامه‌ها را تهیه و پس از گردآوری نظرها، مبادرت به استخراج آنها و انجام محاسبات آماری می‌کند.

۲. انتخاب اشخاص شرکت‌کننده

تیم ناظر مبادرت به شناسایی و انتخاب اشخاصی می‌کند که در کاوشهای دلفی مشارکت می‌ورزند. این اشخاص از میان افرادی انتخاب می‌شوند که در طرح / پروژه فعالیت

دارند. ضمناً می توان از افراد دیگری که توانایی عرضه اطلاعات برای کاوش دلفی دارند دعوت به عمل آورد.

جدول ۴. پرسشنامه شناسایی هدفها و سطح آرمانی

شماره ردیف	هدف	دلیل	سطح آرمانی / مورد انتظار	دلیل
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
.				
.				
.				

لطفاً در جدول ۴ حداقل پنج هدف اساسی را که اعتقاد دارید مؤسسه مالی و اعتباری باید طی پنج سال آینده تعقیب کند بنویسید تا قابل حصول باشد. هدفها را به طور دقیق بنویسید و جنبه کمی آنها را مطرح کنید تا قابل حصول باشد. دلایل حایز اهمیت بودن آنها را در سطر مقابل به اختصار بنویسید. پس از تعیین هدفها، سطح آرمانی / مورد انتظار خود را برای نیل بدانها که جنبه واقعی دارد با ذکر دلیل در سطر مقابل بنویسید.

و سنجش ناپذیر را دارند که می توانند برای ارزیابی طرحها / پروژه های جانشین و پیشنهادی مورد استفاده قرار گیرند.

۴. استفاده از دلفی برای تعیین پروژه های جانشین

تیم ناظر باید پس از شناسایی و تعیین هدفها و سطوح آرمانی که دیگر هیچگونه ابهامی در آنها وجود ندارد، پرسشنامه ای شامل هدفهای انتخاب شده طراحی کند تا از شرکت کنندگان درخواست شود راه کارهای مختلف برای آنها پیشنهاد کنند. پس از طی چند مرحله رفت و برگشت در نظرخواهی و استخراج اطلاعات، می توان به شناسایی و تعیین راه کارهای جانشین دست یافت. گفتنی است که

۳. استفاده از فن دلفی برای تعیین هدفها و سطوح آرمانی تیم ناظر در این مرحله مبادرت به تهیه پرسشنامه می کند (جدول ۴). مطابق این پرسشنامه از شرکت کنندگان برای تعیین هدفهایی سؤال می شود که سازمان باید هنگام تخصیص منابع میان پروژه ها تعقیب کند. از این رو، پس از طی چند مرحله از کاوش دلفی تعدادی هدف که بر روی آنها اتفاق نظر وجود دارد شناسایی و تعیین می شود. بدیهی است سطوح مختلف سازمان هدفهای متفاوت و گاه متضاد هم ابراز دارند. اما، این وضعیت برای مدلسازی برنامه ریزی خطی آرمانی مشکلی ایجاد نمی کند زیرا مدل های آرمانی قدرت استفاده از هدفهای چندگانه، متضاد

مناسب ارزیابی پروژه‌ها را این مجموعه از نتایج فراهم می‌کند و به کمک آنها می‌توان تخصیص منابع مالی پروژه/ طرحها را انجام داد.

کاربرد مدل

برای نشان دادن زمینه‌های کاربرد مدل^(۷)، یک مؤسسه مالی و اعتباری را در نظر بگیرید که در صدد تبیین برنامه‌های استراتژیک خود است تا براساس آن برنامه‌های عملیاتی پنج ساله آینده را تنظیم و تدوین کند. با تعیین خط مشیهای اساسی مؤسسه، تا حدود بسیاری مشکل تصمیم‌گیری در این سازمان مرتفع خواهد شد. برای شناسایی و تعیین هدفهای بلندمدت هیئت مدیره مؤسسه، طی ساعات طولانی و بحثهای مفصل در روزهای متمادی، هنوز نتوانسته است به یک اتفاق نظر دست یابد. ناتوانی در شناسایی و تصویب هدفهای استراتژیک مشکلات عدیده‌ای از جمله ناتوانی در شفاف کردن خط مشیهای اصلی، برنامه‌های عملیاتی، هدفهای سنجش‌پذیر و قابل حصول کوتاه‌مدت به دنبال خواهد داشت و به همین دلیل پروژه‌های سازمان را نمی‌تواند تعریف کند.

مدیریت مؤسسه برای دستیابی به اتفاق نظر و رهایی از معمای تصمیم‌گیری، روش زیر را برای رسیدن به نتیجه اتخاذ می‌کند:

۱. تشکیل گروه ناظر برای هدایت کاوشهای دلفی
۲. انتخاب اعضای کاوشهای دلفی از سوی گروه ناظر
۳. تهیه پرسشنامه برای شناسایی و تعیین هدفها جهت دستیابی به سطوح عملکرد مورد انتظار؛ نمونه‌ای از این پرسشنامه در جدول ۴ آمده است. از آنجا که کاوش دلفی بدون نام از سوی کارشناسان تعقیب می‌شود، تأثیرگذاری ناهمسان افراد شرکت‌کننده به حداقل رسانده می‌شود. از این‌رو، می‌توان انتظار داشت که احتمال تأثیرگذاری یکسان خواهد بود. پس از طی چند مرحله از کاوش دلفی، تکمیل و بازخورد نتایج پرسشنامه، هدفها و سطوح آرمانی

همواره در اختیار داشتن اطلاعات برای دو یا سه راه‌کار، بیشتر از اطلاعات یک راه‌کار است (دالکی، ۱۹۶۹).

۵. اجرای کاوش دلفی برای آینده‌نگری و پیش‌بینی

در این مرحله، از فن دلفی برای آینده‌نگری و پیش‌بینی نتایج و تبعات آتی طرحها / پروژه‌های مختلف استفاده می‌شود. البته برای این کار کلیه متغیرهایی که برای تنظیم و تدوین مدل برنامه‌ریزی آرمانی خطی لازم هستند شناسایی و تعیین می‌شوند. این متغیرها در مراحل قبل شناسایی شده بودند، لذا لازم است به عنوان معیارهای سنجش هدفها مورد استفاده قرار گیرند. این متغیرها می‌توانند منافع و مخارج آتی هر یک از طرحها / پروژه‌ها، محدودیتها، عوامل مشهود و نامشهود، سنجش‌پذیر و غیرقابل سنجش و مانند آنها باشند.

۶. استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای اولویت‌بندی هدفها

هدفهایی که در مرحله سوم شناسایی و تعیین شدند باید به شرکت‌کنندگان ارائه شود تا از نظرها و دیدگاههای آنها برای اولویت‌بندی هدفها استفاده شود. برای این کار از ماتریس مقایسات زوجی و مقیاسهای ارجحیت‌سنجی فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده به عمل می‌آید. اعداد ویژه این ماتریس اولویت هدفها را نشان می‌دهند و به عنوان وزنهای جرمیه در تابع هدف برنامه‌ریزی آرمانی خطی مورد استفاده واقع می‌شوند.

۷. تنظیم مدل

از اطلاعاتی که در شش مرحله گذشته گردآوری شد برای مدلسازی برنامه‌ریزی خطی آرمانی استفاده می‌شود. هدف این کار ارزیابی پروژه‌ها و راه‌کارهای مختلف است. نتایج مدل، اطلاعات سودمندی برای هر یک از پروژه‌های جانشین و هدفهای مختلف سازمان فراهم می‌کند. الگوی

زیر برای مؤسسه شناسایی و تعیین شد.

هدف اول، افزایش سود خالص

میزان افزایش حداقل ۱۰۰ میلیون ریال با نرخ تنزیل ۱۰٪ بانکی تعیین شد.

هدف دوم، کاهش ریسک سرمایه گذاری

اندازه ریسک با استفاده از ضریب پراکندگی به میزان ۴۰٪ به دست آمد. ضریب پراکندگی، نسبت انحراف معیار بازده‌های سرمایه‌گذاری (S) به متوسط بازده‌های سرمایه‌گذاری (X) است.

$$C.V. = \frac{S}{X}$$

هرچه اندازه ضریب پراکندگی (C.V) کوچکتر باشد، سطح ریسک پروژه‌ها کمتر است. در صورتی که هزینه اولیه سرمایه‌گذارها یکسان باشد، محاسبه انحراف معیار بازده‌ها کافی است.

هدف سوم، کاهش هزینه‌های عملیاتی

انتظار می‌رود که هزینه‌های عملیاتی حداقل به میزان ۵۰ میلیون ریال کاهش یابد.

هدف چهارم، افزایش موجودی سپرده‌ها

پیش‌بینی می‌شود میزان موجودی سپرده‌های پس‌انداز حداقل به میزان ۲۵٪ افزایش یابد.

هدف پنجم، افزایش مشارکت در خدمات خیریه

به منظور ارتقای حسن شهرت و اعتماد به مؤسسه، مؤسسه مشارکت خود را در کارهای عام‌المنفعه به میزان دقیقاً ۲۰ میلیون ریال افزایش می‌دهد.

۴. شناسایی پروژه‌های پیشنهادی که قادرند پنج هدف

مؤسسه را تأمین کنند.

۵. اجرای کاوشهای مرحله دوم و سوم دلفی توسط تیم ناظر و شناسایی چهار پروژه پیشنهادی (الف)، (ب)، (ج)، و (د). از آنجا که فرض بر تحقق بخشی از پروژه‌هاست، در این صورت پروژه‌ها مانع‌الجمع نیستند. بنابراین برای اجرای پروژه‌ها می‌توان بخشی از بودجه و منابع مالی موجود را تخصیص داد.

۶. اجرای فن تحلیل سلسله مراتبی برای اولویت هدفها و تعیین ضریب اهمیت هر یک از هدفهای پنجگانه. از این‌رو، از هر یک از شرکت‌کنندگان خواسته می‌شود نظر خود را براساس جدول مقیاسهای اهمیت نسبی (جدول ۲) در ماتریس مقایسات زوجی (جدول ۱) درج کنند. جداول حاصل با استفاده از روش میانگین هندسی بایکدیگر ترکیب می‌شوند تا جدول مقایسات زوجی نهایی (جدول ۵) که براینند نظر کلیه کارشناسان شرکت‌کننده در نظرخواهی است به دست آید. در این جدول پس از طی مراحل محاسبات فرایند تحلیل سلسله مراتبی ضریب اهمیت هدفها که حاکی از اولویت آنهاست، همراه با نسبت سازگاری که در آن $CR = 0/09$ است ارائه شد. از این‌رو، این نظرخواهی براساس نتیجه آزمون سازگاری قابل قبول است. با وجود این، چون میزان ارجحیت و مطلوبیت از نظر شرکت‌کنندگان درباره هر یک از هدفها متفاوت است، اما به لحاظ ماهیت مستقل نظرسنجی فرایند تحلیل سلسله مراتبی و سازوکار تلفیق آرا شرکت‌کنندگان با اطمینان، آرای آنها را مد نظر قرار می‌دهند. از ضرایب اهمیت هدفها به عنوان عوامل وزنی جریمه برای تنظیم مدل خطی برنامه‌ریزی آرمانی استفاده به عمل می‌آید. مطابق جدول ۵، عوامل وزنی حاصل برای هر یک از پنج هدف به ترتیب اهمیت ۴۱/۵٪، ۲۰/۲٪، ۷/۹٪، ۲۷/۳٪، ۳/۱٪ به دست آمدند. در مدل خطی برنامه آرمانی این مقادیر به

صورت ضرایب متغیرهای انحرافی منفی و مثبت در تابع هدف / بازدهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر یک از این هدفها باتوجه به سطح آرمانی آنها، به عنوان محدودیت در نظر گرفته می‌شوند.

جدول ۶. جریانهای نقدی و بودجه تخصیصی

پروژه‌ها برای دوره ۵ ساله (ارقام به میلیون ریال)

سال	جریانهای نقدی پروژه‌ها					میزان بودجه موجود	سطح آرمانی
	الف	ب	ج	د	وجود		
۰	-۳۰	-۳۰	۰	۰	۰	۳۵	۱۰۰
۱	۲۰	۵	-۳۰	-۳۰	-۳۰	۳۰	
۲	۱۰	۱۰	۰	۱۵	۱۵	۰	
۳	۱۰	۱۵	۲۵	۱۵	۱۵	۰	
۴	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۰	
۵	۱۰	۰	۱۰	۵	۵	۰	

جدول ۵. ماتریس مقایسات زوجی و اولویت هدفها

اولویت هدفها	۵	۴	۳	۲	۱	هدفها
۰/۴۱۵	۸	۲	۸	۲	۱	۱
۰/۲۰۲	۵	$\frac{1}{2}$	۵	۱	$\frac{1}{2}$	۲
۰/۰۷۹	۶	$\frac{1}{4}$	۱	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$	۳
۰/۲۷۳	۹	۱	۴	۲	$\frac{1}{2}$	۴
۰/۰۳۱	۱	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$	۵
نسبت سازگاری $CR = ۰/۰۹$						

جدول ۷. اطلاعات هدفهای پروژه‌ها و سطح آرمانی

سطح آرمانی	پروژه‌ها				هدفها
	د	ج	ب	الف	
۵۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	کاهش هزینه‌های عملیاتی
%۲۵	%۱۰	%۵	%۲۰	%۱۰	افزایش موجودی سپرده‌های پس‌انداز
۲۰۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰	افزایش موجودی خدمات خیریه
۰/۴	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۳۷	ریسک سرمایه‌گذاری

جدول ۸. هدفها، اولویت، و میزان تخصیص پروژهها

میزان تخصیص %	خدمات ۳۱	هزینه‌های عملیاتی ۷۹	ریسک ۲۰۲	پس انداز ۲۷۳	سود* ۴۱۵	هدفها ضریب اولویت پروژهها
۳۶۱	۸۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۰/۳۷	٪۱۰	۴۶۹۹۸۰۰۰	الف
۶۱	۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۰/۵۲	٪۲۰	۷۷۳۹۰۰۰	ب
۳۱۴	۷۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۰/۴۲	٪۵	۱۱۳۷۸۵۰۰	ج
۲۶۴	۱۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۰/۴۶	٪۱۰	۱۳۱۵۷۰۰۰	د

*. ارقام سود نشان دهنده ۱۰٪ ارزش فعلی خالص (NPV) هستند.

(سخت‌افزاری که قابل تغییر نیستند) و محدودیت‌های آرمانی (نرم‌افزاری که قابل تغییر است) به شرح زیر تنظیم و تدوین می‌شود.

۷. تنظیم مدل خطی برنامه‌ریزی آرمانی. با توجه به اطلاعات جریانهای نقدی و بودجه تخصیصی پروژهها که در جدول ۶ ارائه شد و براساس ضرایب اهمیت نسبی هدفها، تابع هدف / بازدهی، محدودیت ساختاری

$$Z = 41/5d_1^- + 20/2d_2^+ + 7/9d_3^- + 27/3d_4^- + 3/1(d_5^- + d_5^+)$$

(۱) به حداقل رساندن تابع هدف

$$30X_{\text{الف}} + 30X_{\text{ب}} + R_1 = 35 \quad (2)$$

$$-20X_{\text{الف}} - 5X_{\text{ب}} + 30X_{\text{ج}} + 30X_{\text{د}} + R_1 = 30 \quad (3)$$

$$-10X_{\text{الف}} - 10X_{\text{ب}} + 15X_{\text{د}} + R_2 = 0 \quad (4)$$

$$-10X_{\text{الف}} - 15X_{\text{ب}} - 25X_{\text{ج}} - 15X_{\text{د}} + R_3 = 0 \quad (5)$$

$$-10X_{\text{الف}} - 20X_{\text{ب}} - 20X_{\text{ج}} - 20X_{\text{د}} + R_4 = 0 \quad (6)$$

$$-10X_{\text{الف}} - 10X_{\text{ج}} - 5X_{\text{د}} + R_5 = 0 \quad (7)$$

$$R_1 + R_1(1+0/1)^{-1} + R_2(1+0/1)^2 + R_3(1+0/1)^{-3} + R_4(1+0/1)^{-4} + R_5(1+0/1)^{-5} - d_1^+ + d_1^- = 100 \quad (8)$$

$$0/37X_{\text{الف}} + 0/52X_{\text{ب}} + 0/42X_{\text{ج}} + 0/64X_{\text{د}} - d_2^+ + d_2^- = 0/4 \quad (9)$$

$$1/5X_{\text{الف}} + X_{\text{ب}} + 3X_{\text{ج}} + X_{\text{د}} - d_3^+ + d_3^- = 5 \quad (10)$$

$$10X_{\text{الف}} + 20X_{\text{ب}} + 5X_{\text{ج}} + 10X_{\text{د}} - d_4^+ + d_4^- = 25 \quad (11)$$

$$0/8X_{\text{الف}} + 0/5X_{\text{ب}} + 0/7X_{\text{ج}} + 1/2X_{\text{د}} - d_5^+ + d_5^- = 2 \quad (12)$$

$$X_i \geq 0 \quad i = \text{الف، ب، ج، د} \quad (13)$$

$$R_t \geq 0 \quad t = 1 \text{ و } 2 \text{ و } 3 \text{ و } 4 \text{ و } 5 \quad (14)$$

$$d_j^- \geq 0 \quad j = 1 \text{ و } 2 \text{ و } 3 \text{ و } 4 \text{ و } 5 \quad (15)$$

$$d_j^+ \geq 0 \quad j = 1 \text{ و } 2 \text{ و } 3 \text{ و } 4 \text{ و } 5 \quad (16)$$

در این روابط

X_i ، متغیرهای تصمیم سطح فعالیت پروژه i ($i = \text{الف، ب، ج، د}$)

R_t ، بازده سرمایه‌گذاری در زمان t ($t = ۱, \dots, ۵$). ارزش فعلی بازده‌ها از رابطه زیر تبعیت می‌کند.

$$PR = \text{بازده فعلی} = \sum \frac{\text{بازده آتی}}{(1+r)^t} = \frac{R_1}{(1+0/1)^1} + \frac{R_2}{(1+0/1)^2} + \dots + \frac{R_5}{(1+0/1)^5}$$

است به حداقل رسانیده می‌شود که نگران‌کننده است. در هدف سوم و چهارم (روابط ۱۰ و ۱۱) عدول از سطح حداقل مورد انتظار به ترتیب ۵۰۰۰۰۰۰ ریال و ۲۵٪ نگران‌کننده است. لذا d_3^- و d_4^- باید به حداقل رسانیده شود. اما با اندکی تأمل در هدف پنجم معلوم می‌شود که دستیابی دقیق به میزان ۲۰۰۰۰۰۰ مد نظر است (رابطه ۱۲). این هدف نشانه افزایش خدمات خیریه است. بنابراین، دقیقاً "سطح پیش‌بینی شده مبلغ خیریه مطلوب خواهد بود."

تحلیل یافته‌ها

پاسخ بهین مدل خطی برنامه‌ریزی آرمانی که در روابط ریاضی (۱۶-۱) مطرح شد با استفاده از نرم‌افزار LINDO در ۲۱ تکرار به صورت زیر به دست آمد

$$X_{\text{الف}} = ۰/۳۶۱ \quad X_{\text{ب}} = ۰/۰۶۱ \quad X_{\text{ج}} = ۰/۳۱۴ \quad X_{\text{د}} = ۰/۲۶۴$$

این اعداد بدین معنی هستند که از کل بودجه موجود که به عنوان محدودیت ساختاری (سخت‌افزاری) مطرح شد به ترتیب به پروژه‌های (الف)، (ب)، (ج) و (د) باید به میزان ۱/۳۶٪، ۱/۰۶٪، ۴/۳۱٪ و ۴/۲۶٪ تخصیص یابد. در جدول ۸، اطلاعات سودمند تمامی پروژه‌ها در طول دوره تخصیص ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۹ نشان داده شده است جوابهای بهین براساس هدفها و اولویتهایی هستند که تصمیم‌گیران تعیین کرده بودند. به عبارت دیگر، اگر هر یک از پروژه‌ها انتخاب شوند با ملاحظه پنج هدف و ضرایب وزنی آنها مشخص می‌شود که پروژه به طور نسبی توانایی پاسخگویی رضایت‌بخشی از هدفها را با بیشترین

در این رابطه r نرخ تنزیل بانکی است که برابر ۱۰٪ در نظر گرفته شده است.

d_j^- ، متغیر انحرافی منفی که نشانه دستیابی به سطح کمتر از هدف j ام است. ($j = ۱, \dots, ۵$)

d_j^+ ، متغیر انحرافی مثبت که نشانه دستیابی به سطح بیشتر از هدف j ام است. ($j = ۱, \dots, ۵$)

در این برنامه خطی آرمانی (LGP) روابط ریاضی ۲ تا ۷ محدودیتهای مالی را نشان می‌دهند که در واقع معرف محدودیتهای ساختاری‌اند که تغییر آنها ناممکن است درحالی که روابط ریاضی ۸ تا ۱۲ محدودیتهای آرمانی هدفها را نشان می‌دهند و چهار محدودیت ۱۳ تا ۱۶ به عنوان محدودیتهای نامنفی بودن متغیرها تعریف می‌شوند.

گفتنی است در تابع هدف / بازدهی (۱)، وجود متغیر انحرافی منفی d_1^- نشانه به حداقل رسانیدن سطح دستیابی کمتر از هدف اولیه است (رابطه ۸). هدف اول که پیشتر براساس کاوش دلفی تعیین شد درصد افزایش سود خالص، حداقل به میزان ۱۰۰ میلیون ریال است. از این‌رو، تغییر آن نگران‌کننده است اما دستیابی به سطح سود بیشتر از ۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال مطلوب خواهد بود. لذا نگرانی فقط از ناحیه d_1^- است نه d_1^+ و حداقل کردن d_1^+ که نشان از دستیابی به سطح بیشتر از هدف اول است، ضرورت ندارد. به همین نحو، وجود d_2^+ در تابع هدف، به معنی محدود کردن ریسک سرمایه‌گذاری حداکثر به میزان ۴۰٪ است که نشانه هدف دوم است (رابطه ۹). از این‌رو، در تابع هدف d_2^+ که نشانه دستیابی به سطح بیشتر از ریسک ۰/۴

به نام تحلیل حساسیت است اما در سطح کوچک و در حد این مقاله، تغییر در سمت راست مقادیر هدفها و منابع در جدول ۹ ارائه شده است. مطابق این جدول، حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات در بازده مورد انتظار (NPV) و بودجه سال دوم وجود دارد. از این رو، اگر بودجه سال دوم به میزان ۲۵,۰۰۰,۰۰۰ یا NPV مورد انتظار به میزان ۱۲۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال افزایش یابد، به پروژه‌های (ب) و (ج) پولی اختصاص نمی‌یابد.

میزان تخصیص از کل بودجه خواهد داشت. بر اهمیت این مطلب از آن نظر نیز افزوده می‌شود که در جهان واقعیات خط مشیهای سازمانی و قضاوتها و داوریهای فردی / گروهی به هر حال تأثیر عمده‌ای بر انتخاب پروژه‌ها و تخصیص منابع میان آنها دارند.

مطالعه اثر تغییر مقادیر سمت راست روابط که نشانه منابع و سطوح آرمانی هستند حایز اهمیت بسیار است و قدرت پیش‌بینی تصمیم‌گیران را افزایش می‌دهد. تغییر در این مقادیر خود مستلزم بحث مستقل و گسترده‌ای

جدول ۹. تحلیل حساسیت

تخصیص جدید %				شماره رابطه	میزان منابع مورد انتظار	افزایش مجاز	کاهش مجاز	میزان منابع موجود	منابع و سطوح آرمانی
د	ج	ب	الف						
۱۱/۹	۳۶/۸	۱۴/۶	۳۶/۸	۲	۴۰M	۳/۸۵	۱/۳۶	۳۵M	بودجه سال اول
۰/۵۸	۰	۰	۰/۴۲	۳	۲۵M	۵/۴۴	۲/۲۳	۳۰M	بودجه سال دوم
۱۹/۷	۳۹/۱	۷/۷	۳۳/۵	۱۰	۱۰M	۰/۵۳	۱/۷۳	۵M	هزینه‌های عملیاتی
۳۲/۹	۲۶/۶	۰	۴۰/۵	۱۲	۴M	۰/۳۶	۰	۲M	خدمات خیریه
۱۹/۶	۳۹/۲	۷/۸	۳۳/۴	۹	۱/۲۰	۰/۷۶	۰	۰/۴	ریسک
۱۵/۴	۳۹/۴	۱۶/۴	۲۸/۸		۸۰M				ارزش خالص فعلی
۶۰/۴	۰	۰	۳۹/۶	۸	۱۲۰M	۳/۳۳	۴/۹۵	۱۰۰M	
۰	۶۰/۳	۰	۳۹/۷	۱۱	٪۲۰	۱/۳۹	۲/۹۶	٪۲۵	موجودی سپرده‌های
۵۰/۵	۷/۶	۱۱/۶	۳۰/۳		٪۳۰				پس‌انداز

نتیجه گیری

ضرورت تحول سریع محیطی و بازتاب اثر آنها در سازمانها از یک سو و پیچیده شدن شرایط تصمیم‌گیری و احاطه آن از جانب عوامل بسیار از سوی دیگر، ایجاب می‌کند که تصمیم‌گیران از روشهای سیستماتیک که تبلور مشارکت جمعی است برای مقاصد زیر استفاده کنند.

۱. شناسایی و تعیین هدفها

۲. اولویت‌بندی و تعیین ضریب وزنی هدفها

۳. تدوین و تنظیم طرحها/ پروژه‌های متفاوت و جانشین برای نیل به هدفها

۴. تخصیص منابع میان طرحها / پروژه‌ها

این فرایند باعث می‌شود تصمیم‌گیران از تصمیم‌گیری انفرادی در انتخاب و ارزیابی طرحها/ پروژه‌ها حتی‌المقدور امتناع ورزند.

اما روشی که برای اخذ تصمیم در این مقاله معرفی و مورد بررسی قرار گرفت جنبه‌های سودمندی به شرح زیر دارد.

۱. مناسب برای شرایط پیچیده و بدون ساختار

این روش برای تصمیم‌گیری در شرایط و وضعیتهای پیچیده و بدون ساختار سودمندی ویژه‌ای دارد. زیرا توانایی استفاده از نظرهای کارشناسان و آرای افرادی را دارد که درگیر پروژه / طرح هستند. بنابراین، نه تنها می‌توان تحلیل جامعی از مسئله ارائه داد بلکه همچنین می‌توان به راه‌حل قابل قبولی دست یافت و به تبع آن پروژه / طرح را به نحو اثربخشی به اجرا درآورد.

۲. ماهیت سیستمی رویکرد

این روش، یک رویکرد سیستمی برای شناسایی هدفهای سازمانی و تعیین اولویتها و برقراری تعامل میان آنها محسوب می‌شود.

۳. تلفیق هدفهای متضاد و با مقیاسهای متفاوت

این روش، الگوی مناسبی برای تلفیق هدفهای چندگانه و متضاد به شمار می‌رود که لزوماً واحدهای سنجش مشترکی ندارند، یعنی قدرت بهینه‌یابی هدفهایی را دارد که متنوع هستند و مقیاسهای گوناگون اندازه‌گیری خواهند داشت.

۴. قدرت سازگاری با تغییرات

این روش، توانایی مناسبی برای استفاده از عوامل و تغییرات محیطی، خط مشیها و استراتژیهای مدیریت در ارزیابی و انتخاب طرحها/ پروژه‌ها دارد. در کنار این جنبه‌های مثبت، سه جنبه که شاید آنها را منفی دانست اما نمی‌توان آنها را نقطه ضعف در نظر گرفت مطرح می‌شود.

۱. طولانی بودن فرایند کاوشهای دلفی برای نظرسنجی و گردآوری آرا و داورها

۲. نیاز به زمان بسیار که ناشی از طولانی بودن فرایند کاوشهای دلفی است

۳. نسبتاً پیچیده بودن توالی فرایندهای کاوش دلفی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، و مدلسازی و بهینه‌یابی

تابع هدف / بازدهی □.

منابع

الف) فارسی

۱. آذر، ع. و معماربانی، ع. «AHP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی»، دانش مدیریت، شماره ۲۷ و ۲۸، زمستان ۱۳۷۳ و بهار ۱۳۷۴، صفحات ۳۲-۲۲.
۲. حمیدی‌زاده، محمدرضا. «رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی برای تخصیص منابع مالی طرحهای تحقیق و توسعه»، رهیافت، زیر چاپ.
۳. _____، «انتخاب و ارزیابی پروژه‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره» مدیرساز، زیر چاپ.
۴. _____، آمار کاربردی، نشریهٔ ماجد، چاپ چهارم، ۱۳۷۴، فصل ۵ و ۶.
۵. سرمد و همکاران، روش تحقیق برای علوم رفتاری، نشر آگاه، ۱۳۷۶.
۶. فرنچ و همکاران، فنون تحقیق عملیات، ترجمهٔ ح. ایریشمی، و م. ر. حمیدی‌زاده، دانشگاه تهران، ۱۳۷۶. فصل ۲.
۷. مورد پژوهی این کاربرد براساس مقاله خرمشاه گل و همکاران (۱۹۸۸) اقتباس و تنظیم شده است.
۸. مک‌گایکن، و آر. اج. مویر، اقتصاد مدیریت، ترجمهٔ م. ر. حمیدی‌زاده، ماجد، ۱۳۷۱، فصل ۷.
۹. مؤمنی، م. پژوهش عملیاتی: مدل‌های احتمالی، سمت، ۱۳۷۳، فصل ۲.
۱۰. هیلیر، فردریک سن.، و جرالد، اج. لیبرمن، تحقیق در عملیات، ترجمهٔ محمد مدرس و اردوان آصف وزیری، نشر تندر، جلد ۱، ۱۳۶۸، فصل ۵.

ب) انگلیسی

1. Charnes, A, & etal., "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming", *Management Science*, Vol. 1, No.2, 1995, pp.138-151.
2. Dalkey, N.C, "The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion", Rand Corp., Research paper, RM-5888-RP, June 1969.
3. Dakluyver, C.A., & H.Moskowitz, "Assesseing Scenario Propabilities via Interactive Goal Programming", *Management Science*, Vol.30, No.3, 1984, pp.273-278.
4. Fabrycky, W.J. & etal, *Applied Operations Research and Management Science*, Prentice - Hall Int'l., 1984, ch.5.
5. Fisk, J.A., "Goal Programming Model for Output Planning", *Decision Science*, Vol.10, 1979, pp.593-603.
6. Hannan, E.L. "An Assessment of Some Criticism of Goal Programming", *Computers and Oper. Res.*, Vol.12, No.6, 1985, pp.525-541.
7. Ignizio, J.P. Goal Programming and Extensions, MA: Lexington Books, 1976.
8. _____, "A Review of Goal Programming; A Tool for Multi Objective Analysis, *J. Oper.Res. Soc.*, Vol.29, No.11, 1978, pp.1114-1122.

9. _____, *Linear Programming in Single and Multiple Objective Systems*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice - Hall, 1982.
10. Ijiri, Y., *Mgt. Goals & Accounting for Control*, IL: Chicago, Rand McNalley, 1965.
11. Jaaskelainen, V., *Accounting and Math. Programming*, (Monograph) Helsinki, 1969.
12. Keeney, R.L. & H.Raiffa, *Decisions With Multiple Objective: Preferenes and Value Trade-Offs*, N.Y; John Wiley, 1976.
13. Khorramshahgol, R, & etal., "An Integrated Approach to Project Evaluation and Selection", *IEEE Transaction on Engeneering Management.*, Vol.33, No.4, Nov. 1988, pp.265-270.
14. _____, "Delphic Goal Programming: A Multi-Ojjective Cost/Benefit Approach to R & D Portfolio Analysis, "*IEEE Trans.Eng Management.*, Aug. 1986, pp.172-173.
15. Lee, S.M, & etal, "Goal Programming Approach to Public Investment Decision: A Case Study of Rural Roads in Indonesia," *Socio-Econo. Planning Science*, Vol.17, No.1,1983, pp.1-10.
16. Narasimhan, R., "Goal Programming in a Fuzzy Environment, "*Decision Science*, Vol.II, 1980., pp.325-336.
17. Romero, C., "A Survey of Generalized Goal Programming. "European J.*Operational Research.*, Vol.25, 1986, pp.183-191.
18. Saaty, T.L., *Decision Making for Leaders*, CA: Belmont, Lifetime Learning Pub, 1982.
19. _____, "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierachy Process", *Management Science*, Vol.32, No.7, 1986, pp.841-855.
20. Schwartz, S.L. & I.Vertinsky, "Multi Attribute Investment Decisions; A Study of R & D Project Selection", *Management Science*, Vol.24, 1977, pp.285-301.
21. Soyibo, A. Goal Programming Methods and Applications: A Survey," *Journal of Information and Optimization Science*, Vol.6, No.3, 1985, pp.247-264.
22. Taylor, B.W., and etal, "R & D Project Selection and Manpower Allocation with Integer Nonlinear Good Programming," *Management Science*, Vol.28, No.10,1982, pp.1149-1158.
23. Tingley, K.M. & J.S. Liebman, "A Goal Programming Example in Public Health Resource Allocation, "*Management Science*, Vol.30, No.3, 1984, pp.279-289.
24. Twiss, B, *Managing Technological Innovations*, England: London, Longman Group, 1974.
25. Weber, R. & etal., "Planning Models for Research and Development", *Euro. Journal of Oper. Research*, No. 48, 1990, pp. 175-188.