چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۹ ـ بهار ۱۳۹۲
ص‌ص ۱۶۷ – ۱۴۷

استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره برای حل مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه در صنایع خودروسازی

زهرا سلامی*، بهمن نادری، رضا توکلی مقدم*****

چکیده

در دنیای رقابتی امروز، با وجود تحولات سریع در خواسته‌ها و نیازهای مشتریان، اجرای مناسب پروژه‌های تحقیق و توسعه محصول یکی از موضوعات مهم و اساسی در حفظ و بقای هر سازمان است. از سوی دیگر وجود موانع و محدودیت‌های مختلف در دنیای واقعی، مسئله «انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه محصول» را به یکی از ضروری‌ترین و کلیدی‌ترین تصمیمات راهبردی سازمان‌ها تبدیل کرده که نقش بسزایی را در موفقیت آن‌ها خواهد داشت. در این مقاله مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه محصول به عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه در شرایطی مطرح است که تصمیم‌گیرنده از میزان دقیق سطوح آرمانی اهداف اطمینان ندارد یا محاسبه میزان دقیق این مقادیر میسر نیست. مدل پیشنهادی بر اساس روش برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره ارائه می‌شود که به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد به جای ارائه یک مقدار مشخص برای هریک از سطوح آرمانی هدف، از مجموعه‌ای از مقادیر مورد نظر به عنوان سطوح آرمانی اهداف استفاده کند که می‌تواند بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری مشابه دنیای واقعی را تحت پوشش قرار دهد. در نهایت مدل پیشنهادی در گروه سایپا اجرا و تحلیل خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره؛ انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه، مدیریت پروژه؛ تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه؛ گروه سایپا.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۵/۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۳/۲۰.

* دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی (نویسنده مسئول).
E-mail: salami_z@saipacorp.com
** استادیار، دانشگاه خوارزمی کرج.
*** استاد، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

در دنیای رقابتی امروز، یکی از موضوعات مهم تصمیم‌گیری راهبردی برای یک سازمان، توسعه سبد محصولات بر اساس تغییر خواسته‌ها و نیازهای مشتریان هدف است، زیرا خواسته‌ها و انتظارات مشتریان مدام در حال تغییر است و مطابق با مدل کانو آنچه در ابتدا به عنوان مشخصه‌های انگیزشی[1] یک محصول مطرح است، پس از مدتی تبدیل به مشخصه‌های عملکردی[2] و سپس مشخصه‌های پایه[3] خواهد شد. بنابراین لازم است هر سازمان مطابق با این تغییر بتواند محصول خود را توسعه دهد و همگام با خواسته‌ها و نیازهای مشتریان حرکت کند. از طرفی به دلیل محدودیت در منابع سازمانی امکان اجرای همزمان همه پروژه‌های تحقیق و توسعه در سازمان وجود ندارد و باید در خصوص بهترین و منطقی‌ترین پروژه‌ها، تصمیم‌گیری صورت گیرد. بنابراین مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه محصول که در این مطالعه به اختصار مسئله انتخاب سبد پروژه‌ها[4] نامیده خواهد شد، به عنوان یکی از مسائل مهم در این رابطه مطرح می‌شود. در این تحقیق مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه محصول به عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه در شرایطی در نظر گرفته می‌شود که تصمیم‌گیرنده از میزان دقیق سطوح آرمانی هدف مطمئن نیست؛ لذا مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره پیشنهاد می‌شود.

۲. مبانی نظری پیشینه تحقیق

بررسی ماهیت و اهمیت نسبی انواع پروژه‌ها. یکی از ضروریات رسیدن به اهداف و برنامه‌های راهبردی سازمان اجرای فعالیت‌هایی برای تغییر یا بهبود است که تحت عنوان پروژه مطرح می‌شود. در دنیای رقابتی امروز هر سازمان باید بتواند شرایط ایجاد تغییر در هر سطحی را برای بهبود شرایط و رفع کاستی‌ها و ارائه خدمات/ محصولات مطابق با نیاز مشتریان فراهم کند. پروژه‌ها در چهار دسته کلی طبقه‌بندی می‌شوند [۱] ؛ پروژه‌های فرعی[5]، پروژه‌های پلتفرمی[6]، پروژه‌های تحول علمی[7] و پروژه‌های تحقیق و توسعه[8].

منظور از پروژه‌های فرعی، پروژه‌هایی است که با هدف ایجاد تغییر در فرایند/ محصول فعلی برای رفع نقایص و مشکلات فعلی اجرا می‌شود. این دسته از پروژه‌ها از نظر هزینه و حجم

1. Excitement Quality (EQ)
2. Performance Quality (PQ)
3. Basic Quality (BQ)
4. Project Portfolio Selection Problem (PPSP)
5. Derivative Project
6. Platform Project
7. Break out Project
8. Research and Development

تغییر در پایین‌ترین سطح قرار دارند. پروژه‌های پلتفرمی، پروژه‌هایی هستند که با ایجاد یک الگوی مشخص، مبنایی برای چندین پروژه آتی خواهند بود؛ مانند ارتقا سیستم قوای محرکه خودرو در صنایع خودروسازی. پروژه‌های تحول علمی، پروژه‌هایی هستند که از نظر دانش و تکنولوژی در سطحی بالاتر از پروژه‌های پلتفرمی قرار دارند. این پروژه‌ها دانش و تکنولوژی فعلی سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهند و رویکرد جدیدی را ارائه می‌کنند؛ مانند استفاده از خودروهای سوخت هیبریدی در صنایع خودروسازی به جای خودروهای بنزینی و دیزلی.

پروژه‌های تحقیق و توسعه (R&D) در سطحی بالاتر از تغییر و هزینه نسبت به پروژه‌های تحول علمی قرار دارند و به بررسی تکنولوژی های جدید می‌پردازند. هدف آن‌ها تجهیز سازمان به دانش مطابق با روز و تکنولوژی‌های نوین است. به طور کلی هرچه پروژه‌ها در سطح بالاتری از تغییر قرار داشته باشند، مباحث تصمیم‌گیری و انتخاب در مورد آن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است و اشتباهات تصمیم‌گیری در آن سطح لطمه‌های سنگین‌تری را به سازمان وارد می‌کند. بنابراین باید در این سطوح تصمیم‌گیری‌ها با دقت و صرف زمان و هزینه بیشتری صورت پذیرد. از آنجا که پروژه‌های تحقیق و توسعه بالاترین سطح تغییر و تحول در سازمان را به همراه دارند، انتخاب مناسب آن‌ها جزو تصمیم‌گیری‌های کلیدی سازمان محسوب می‌شود که به اهمیت مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه در سازمان می‌انجامد. با نگاهی به تاریخ ادبیات این موضوع و فعالیت‌های گسترده انجام‌شده در این رابطه درستی این مطلب تأیید می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه در سازمان. انتخاب پروژه یک فرایند تصمیم‌گیری راهبردی است که به ارزیابی پروژه‌های پیشنهادشده می‌پردازد و سپس به انتخاب یک گروه از میان آن‌ها می‌انجامد؛ به گونه‌ای که اهداف سازمان تأمین شود. در این میان، انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه، یک رابطه‌ی قوی میان استراتژی توسعه محصول و فرایند مدیریت پروژه است [۲]. بسیاری از مدل‌های رایج تصمیم‌گیری را نمی‌توان در مورد مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه به کار گرفت، زیرا استفاده از آن‌ها در این نوع مسئله باعث پیچیده شدن غیرمنطقی مدل می‌شود یا داده‌های فراوانی را به عنوان ورودی نیاز خواهند داشت و درک و فهم آن برای تصمیم‌گیرنده سخت خواهد شد. در میان انواع روش‌های انتخاب پروژه، روش بهینه‌سازی[1] همواره مورد توجه فراوان محققان در مدلسازی این مسئله بوده است [۲ و ۴]. در سال ۱۹۷۳ پنج ویژگی یک مدل خوب انتخاب پروژه به صورت زیر معرفی شد [۳]:

۱. انطباق با واقعیت (واقعی بودن)[2]: یک مدل باید بتواند به‌درستی شرایط دنیای واقعی را به تصویر بکشد؛

۲. ظرفیت[3]: یک مدل باید به اندازه کافی ماهرانه باشد تا ارتباط صحیح میان عوامل را به تصویر بکشد؛

۳. انعطاف‌پذیری[4]: امکان بروز کردن مدل با تغییرات در دنیای واقعی فراهم باشد؛

۴. سادگی استفاده[5]: پیچیدگی مدل باید در یک حد منطقی باشد، زمان خیلی زیادی برای تکمیل آن لازم نباشد، ساده و قابل فهم باشد، داده‌های ورودی خیلی دشواری احتیاج نداشته باشد و اجرای آن تخصص خیلی خاصی نخواهد؛

۵. هزینه[6]: هزینه‌های جمع‌آوری داده و مدلسازی باید معقول و متناسب با هزینه‌های دیگر پروژه باشد. در محاسبه هزینه‌های پروژه منظور هزینه مدیریت داده و هزینه اجرای پروژه است. همچنین هزینه‌های آن نباید از سود قابل انتظار پروژه بیشتر باشد.

در مدلسازی مسائل تصمیم‌گیری، گاه با مواردی روبه‌رو هستیم که در آن تصمیم‌گیرنده با بیش از یک تابع هدف روبه‌رو می‌شود. این توابع هدف در تعارض با یکدیگر هستند و باید با مدلسازی مناسب بتوان بهترین جواب حاصل از موازنه[7] میان این اهداف را به دست آورد. در این حالت مدلسازی تنها با ارائه یک تابع هدف میسر نیست و تحقق نسبی چندین تابع هدف مطرح

1. Optimization
2. Realism
3. Capability
4. Flexibility
5. Easy to Use
6. Cost
7. Trade Off

است. چنین مسائلی را مسائل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه[۱] می‌نامند. لطفی[۲] و همکارانش در سال ۱۹۹۷ روش‌های حل مدل‌های چندهدفه را در سه دسته اصلی زیر طبقه‌بندی کردند : [۵]

۱. رویکرد بیشینه کردن برداری[۳]؛

۲. رویکرد کمینه کردن مصرف[۴]؛

۳. رویکرد استفاده از سطوح ایده‌آل یا هدف آرمانی[۵].

برنامه‌ریزی آرمانی[۶] یکی از مباحث مطرح در حل این‌گونه مسائل است که به طور وسیعی در ادبیات موضوع مورد توجه قرار می‌گیرد.

مدلسازی برنامه‌ریزی آرمانی. برنامه‌ریزی آرمانی یکی از روش‌های مهم و مورد توجه در حل مسائل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه است که در ابتدا چارنز و همکاران[۷] از آن استفاده کردند [۶] و سپس در سال ۱۹۶۱ توسط چارنز و کوپر به نام برنامه‌ریزی آرمانی معرفی و مدلسازی شد. کابالرو [۷] با مطالعه وسیع روی مقاله‌ها و کتاب‌های مرتبط نتیجه‌گیری کرد که برنامه‌ریزی آرمانی به عنوان یکی از روش‌های مطرح در مسائل تصمیم‌گیری است که با وجود گذشت بیش از ۴۰ سال از پیدایش، هنوز به طور جدی در مطالعات مطرح است. به طور کلی یک مسئله برنامه‌ریزی آرمانی به صورت زیر مدلسازی می‌شود که در آن هدف ایجاد کمترین جریمه ممکن ناشی از فاصله گرفتن از هریک از اهداف است.

$$\begin{aligned} &\text{Min} \sum_{i=1}^{N} |f_i(x) - g_i| \\ &\text{s.t:} \quad x \in F \quad (F \text{ is a feasible set}) \end{aligned} \qquad (۱)$$

$f_i(x)$ معرف تابع هدف i ام و g_i [۸] مقدار هدف مطلوب تصمیم‌گیرنده است. هدف در اینجا کمتر کردن فاصله از مقدار آرمانی سطوح هدف است. پس از آن در سال‌های متوالی افراد زیادی کوشیدند این مدل را تکمیل کنند. در سال ۱۹۸۵ ایگنزیو[۹] پیشنهاد استفاده از مفهوم ضرب را در تابع هدف این مدل ارائه کرد [۸] . این ایده در سال ۲۰۰۱ به ارائه مدل جدیدی از برنامه‌ریزی

1. Multi-Objective Decision Making (MODM)
2. Lofti V.
3. Vector maximization approach
4. Utility minimization approach
5. Aspiration level approach
6. Goal Programming (GP)
7. Charnes, A., Cooper, WW.
8. Aspiration Level
9. Ignezio JP.

آرمانی به نام لکزیکوگرافی[1] منجر شد. همچنین در این میان فعالیت گراس[2] [۹] به ارائه برنامه‌ریزی آرمانی وزن‌دهی‌شده[3] منجر شد. او در مدل پیشنهادی خود از روش AHP برای وزن‌دهی استفاده کرد؛ به این صورت که برای فاصله گرفتن بیشتر یا کمتر از مقدار هدف از پیش تعیین شده هریک از توابع هدف می‌توان اهمیت نسبی (وزن) در نظر گرفت. بعدها ریسون و همکاران [۱۰] ایده برنامه‌ریزی آرمانی وزن‌دهی‌شده بر مبنای روش وزن‌دهی ساعتی[4] را پیشنهاد کردند. به طور کلی روش برنامه‌ریزی آرمانی وزن‌دهی‌شده به صورت زیر معرفی می‌شود:

$$\begin{aligned} &\text{Min } (\sum_{i=1}^{n} \alpha_i d_i^+ + \beta_i d_i^-) \\ &\text{st: } f_i - d_i^+ + d_i^- = g_i \\ &\quad d_i^+, d_i^- \geq 0 \\ &x \in F \quad (\text{F is a feasible set}) \end{aligned} \qquad (۲)$$

d_i^- و d_i^+ میزان فاصله گرفتن از مقدار هدف از پیش تعیین شده را نشان می‌دهد و α_i و β_i وزن مربوط به آن‌ها است. لی[5] [۱۱] مدل برنامه‌ریزی آرمانی را به صورت زیر بازنویسی کرد که مزیت آن نسبت به مدل اصلی کاهش تعداد متغیرهای مدل بود:

$$\begin{aligned} &\text{Min } \sum_{i=1}^{n} (2d_i - f_i(x) + g_i) \\ &\text{st: } -f_i(x) - d_i + g_i \geq 0 \\ &\quad d_i \geq 0 \\ &x \in F \quad (\text{F is a feasible set}) \end{aligned} \qquad (۳)$$

در این مدل، متغیر d_i به عنوان اختلاف مثبت از مقدار هدف از پیش تعیین شده و هدف دست‌یافتنی است و مدل مقدار اختلاف منفی را با $-(f_i(x) - g_i)$ - نمایش می‌دهد. تامیز[6] [۱۲] مدل برنامه‌ریزی Min-Max را معرفی کرد. این مدل به صورت زیر معرفی می‌شود:

پرتال جامع علوم انسانی

1. Lexicography Goal Programming
2. Grass SI.
3. Weighted Goal Programming (WGP)
4. Saaty
5. Li
6. Tamiz

$$\begin{aligned} &\text{Min } D \\ &\text{st: } D \geq \alpha_i d_i^+ + \beta_i d_i^- \\ &f_i - d_i^+ + d_i^- = g_i \\ &d_i^+, d_i^- \geq 0 \\ &x \in F \quad (F \text{ is a feasible set}) \end{aligned} \tag{۴}$$

در این مدل D یک متغیر پیوست است که نمایانگر بزرگ‌ترین فاصله ایجادشده در میان همه توابع هدف بین مقدار هدف دست‌یافتنی و مقدار هدف از قبل تعیین شده است. این مدل می‌خواهد بزرگ‌ترین فاصله موجود را تا حد امکان کوچک کند تا به طور ضمنی همه فواصل نیز کوچک شوند. مدل برنامه‌ریزی آرمانی لکزیکوگرافی توسط رومرو[1] [۱۳] ارائه شد. این مدل به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Min } z = [&\sum_{i \in h_1} (\alpha_i d_i^+ + \beta_i d_i^-) * \dots \\ &* \sum_{i \in h_r} (\alpha_i d_i^+ + \beta_i d_i^-) * \dots \\ &* \sum_{i \in h_Q} (\alpha_i d_i^+ + \beta_i d_i^-)] \\ \text{st: } &f_i - d_i^+ + d_i^- = g_i \\ &d_i^+, d_i^- \geq 0 \\ &x \in F \quad (F \text{ is a feasible set}) \end{aligned} \tag{۵}$$

در این مدل، توابع هدف اولویت‌بندی شده‌اند؛ به این صورت که h_r نماینده مجموعه‌ای از توابع هدف است که در اولویت rام قرار گرفته‌اند. متغیرها و پارامترهای دیگر مدل مانند مدل‌های گذشته تعریف می‌شود.

۳. بیان مسئله و مدل‌سازی

طرح مسئله. در بسیاری از مسائل موجود در دنیای واقعی و صنایع، تخمین دقیق یک مقدار مشخص برای هریک از سطوح آرمانی توابع هدف، در اوایل امکان‌پذیر نیست. در این حالت به جای ارائه یک عدد مشخص اسکالر از بازه‌ای از اعداد استفاده می‌شود. دلیل اصلی این شرایط می‌تواند یکی از موارد زیر باشد:

1. Romero

۱. مدل برای مسئله‌ای طراحی می‌شود که کاملاً جدید است یا سابقه مسائل مشابه را ندارد و تخمین دقیق هریک از مقادیر هدف امکان‌پذیر نیست؛
۲. این امکان را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد که از میان فهرستی از مقدارهای تابع هدف بهترین و مناسب‌ترین را با توجه به شرایط کلی حاکم بر مدل به دست آورد؛
۳. تصمیم‌گیرنده در شرایط ریسکی و عدم اطمینان قرار دارد؛
۴. سازمان به دلایل حساس تصمیم می‌گیرد از ارائه مقادیر دقیق و صلب در اهداف پرهیز کند و برنامه‌ریزی را با انعطاف بیشتری انجام دهد؛
۵. تصمیم‌گیرنده اعلام می کند که تحقق فهرستی از مقادیر برای هریک از اهداف از دید او بلامانع است که این موجب تسهیل در حل کردن مدل می‌شود.

در هر صورت تحت هریک از شرایط بالا یا موارد مشابه ارائه میزان دقیقی از g_iها برای هریک از توابع هدف مورد توجه نیست و تصمیم‌گیرنده مایل است مجموعه‌ای از مقادیر را به صورت چندگانه گسسته یا بازه‌ای (پیوسته) ارائه کند. مدلسازی مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه محصول در سازمان‌ها تحت شرایط بالا، ایده جدیدی است که تاکنون در هیچ‌یک از مقالات و مطالعات بررسی نشده است. در ادامه این مطالعه به معرفی مدل پیشنهادی و اجرای آن در صنعت خودروسازی خواهیم پرداخت.

مدل ریاضی. در ابتدای این بخش متغیرها و علائم کلی مورد استفاده در مقاله را معرفی می‌کنیم، سپس مدل عمومی برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره را مرور خواهیم کرد و در پایان مدل پیشنهادی را ارائه می‌کنیم.

فهرست علائم

متغیر تصمیم‌گیری مدل	x_{ij}
$xij = \begin{cases} 1 & \text{if ith project is selected in jth period} \\ 0 & \text{else} \end{cases}$	
تعداد کل پروژه‌های قابل انتخاب	N
تعداد دوره‌ها	T
هزینه قابل قبول برای اجرای کل سبد پروژه انتخاب‌شده در دوره k ام	AC_k
کل سود مورد انتظار از اجرای سبد پروژه انتخاب‌شده	B
کل ریسک مورد انتظار از اجرای سبد پروژه انتخاب‌شده	BR
کل نفرساعت نیروی انسانی ماهر در دپارتمان تحقیق و توسعه	HR

کل نمره کیفیت تخمینی از اجرای سبد پروژه انتخاب‌شده	Q
نمره ارجحیت تصمیم‌گیرنده تخمین‌شده از اجرای سبد پروژه انتخاب‌شده	PER
میزان هزینه مالی مورد نیاز برای اجرای iامین پروژه انتخاب‌شده در دوره (k-i+1)	$c_{i,k-j+1}$
سود (یا درآمد) برآوردشده از اجرای پروژه iام	b_i
ریسک تخمین زده‌شده برای پروژه iام	r_i
نفرساعت نیروی انسانی ماهر برای اجرای پروژه iام	m_i
نمره کیفیت تخمین زده‌شده برای پروژه iام	q_i
نمره ارجحیت تصمیم‌گیرنده تخمین‌شده برای پروژه iام	per_i
مدت زمان مورد نیاز برای اجرای پروژه iام	Di
اندیس نمایشگر نوع پروژه تحقیق و توسعه (i=1,2,…, N)	I
اندیس نمایشگر دوره زمانی اجرای پروژه (j=1,2,…,T)	J

$$e_i^+, e_i^- \geq 0$$
$$d_i^+, d_i^- \geq 0$$
$$y_i \geq 0$$

معرفی مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره. گاه شرایطی مطرح می‌شود که در آن چند حالت انتخاب برای هریک از سطوح آرمانی توابع هدف وجود دارد که همگی از نظر تصمیم‌گیرنده قابل قبول و مناسب هستند [۱۴]. برای نمونه تابع هدف iام می‌تواند هریک از مقادیر g_{i1} تا g_{im} را داشته باشد. این شرایط زمانی اتفاق می‌افتد که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد ضمن اجرای مدل تصمیم‌گیری در مورد مقدار سطوح آرمانی هدف نیز تصمیم‌گیری کند؛ لذا این مدل می‌تواند از میان چندین مقدار هدف آرمانی برای هریک از توابع هدف، بهترین را با توجه به شرایط حاکم بر کل مدل انتخاب کند. مدل به صورت زیر بیان می‌شود که شرایط گسسته را تحت پوشش قرار می‌دهد:

$$\begin{aligned} &\text{Min} \sum_{i=1}^{N} |f_i(x) - g_{i1} \text{ or } g_{i2} \text{ or } \dots \ g_{im}| \\ &\text{s.t:} \quad x \in F \quad (F \text{ is a feasible set}) \\ &i = 1,2,\dots,N \ , \quad j = 1,2,\dots m \\ &g_{ij}\text{: the jth aspiration level of ith goal.} \end{aligned} \qquad (۶)$$

در این مدل، هدف کم کردن فاصله میان هریک از توابع هدف با یکی از مقادیر از پیش تعیین شده از مجموعه متناظرشان است. در این مدل از متغیر باینری استفاده شده است. همچنین مدل برای حالت کلی را دوباره به صورت زیر نیز می‌توان ارائه کرد [۱۵]:

حالت اول: هرچه بیشتر، بهتر[1]

$$\begin{aligned} &\text{Min} \sum_{i=1}^{N} w(d_i^+ - d_i^-) + \alpha(e_i^+ + e_i^-) \\ &\text{s.t: } f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i \quad i = 1,2,\dots,N \\ &y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,max} \\ &g_{i,min} \le y_i \le g_{i,max} \\ &e_i^+, e_i^-, d_i^+, d_i^- \ge 0 \\ &x \in F \text{ (F is a feasible set)} \\ &i = 1,2,\dots,N \quad , \quad j = 1,2,\dots m \end{aligned} \tag{۷}$$

حالت دوم: هرچه کمتر، بهتر[2]

$$\begin{aligned} &\text{Min} \sum_{i=1}^{N} w(d_i^+ - d_i^-) + \alpha(e_i^+ + e_i^-) \\ &\text{s.t: } f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i \quad i = 1,2,\dots,N \\ &y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,min} \\ &g_{i,min} \le y_i \le g_{i,max} \\ &e_i^+, e_i^-, d_i^+, d_i^- \ge 0 \\ &x \in F \text{ (F is a feasible set)} \\ &i = 1,2,\dots,N \quad , \quad j = 1,2,\dots m \end{aligned} \tag{۸}$$

برتری مدل دوم در این است که علاوه بر تحت پوشش قرار دادن فضای پیوسته، متغیر عدد صحیح ندارد و با توجه به خطی بودن و عدم استفاده از متغیر عدد صحیح در مدل بازنگری شده آن حل ساده‌ای دارد.

این روش فضای حل را بزرگ‌تر می‌کند و بنابراین می‌توان جواب‌های بهتری را نسبت به زمانی که مقادیر آرمانی تابع هدف‌ها یگانه است متصور شد. اگر در نظر بگیریم که روش‌های بدون انعطاف، از جمله برنامه‌ریزی آرمانی وزن‌دهی‌شده، مینی‌ماکس، لگزیکوگرافی فضای

1. the More the Better
2. the Less the Better

جواب مشخص اولیه را به مدل می‌دهند، روش برنامه‌ریزی آرمانی چندگانه تصمیم‌گیرنده را به فضای بزرگ‌تری برای تصمیم‌گیری خواهد برد [۱۶].

مدلسازی مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه بر مبنای مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره. در این بخش مدل انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

ـ محدودیت‌های آرمانی مدل. محدودیت‌های آرمانی مدل در ادامه معرفی می‌شوند. لازم به توضیح است که هنگام اجرا، چنانچه ابعاد مسئله واقعی بزرگ باشد برای کوچک‌تر کردن تعداد متغیرهای مدل، می‌توان متغیر y_i را با مقدار معادل آن در سطرهای اول رابطه‌های ۹ تا ۱۴ (به جز ۱۱) جایگزین کرد. در ارائه عمومی مدل از این تغییر دوری کردیم تا درک آن برای خواننده راحت‌تر باشد. از سوی دیگر دانستن مقادیر هریک از y_iها در تحلیل نتایج مدل خالی از لطف نیست. لذا پیشنهاد کلی نویسندگان استفاده از این متغیر در مدلسازی است.

حداقل کردن هزینه کل اجرای سبد پروژه. فرض کنید که سازمان از مقدار دقیق آرمانی مربوط به سطح این هدف اطلاعی ندارد، اما تخمین می‌زند که کل هزینه مجاز مورد نیاز برای اجرای سبد پروژه تحقیق و توسعه انتخاب‌شده در دوره kام عددی بین $AC_{k,min}$ و $AC_{k,max}$ باشد. این هدف آرمانی در مدل R-MCGP به صورت زیر نوشته خواهد شد:

$$\begin{aligned}
&\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{T}(c_{i,k-j+1}\times x_{ij}) - d_1^+ + d_1^- = y_1 \\
&\qquad \text{for } k = 1,\dots,T \\
&AC_{k,min} \le y_1 \le AC_{k,max} \\
&y_1 - e_1^+ + e_1^- = AC_{k,min} \\
&\qquad d_1^+, d_1^-, e_1^+, e_1^- \ge 0 \\
&x \text{ is a binary variable}
\end end{aligned} \qquad (۹)$$

$c_{i,k-j+1}$ با میزان هزینه مورد نیاز برای پروژه iام در دوره $k-j+1$ برابر است. آنچه برای شرکت اهمیت دارد این است که میزان کل هزینه را کمینه کند.

بیشینه کردن سود حاصل از اجرای سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه. اگر سود مورد انتظار از اجرای سبد پروژه انتخابی را B بنامیم، یکی از اهداف آرمانی این است که میزان سود کل را حداکثر کند. سطوح آرمانی هدف عددی بین بازه پیوسته B_{max} و B_{min} است، اما میزان دقیق آن مشخص نیست. این محدودیت آرمانی توسط متد برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره و به صورت زیر مدلسازی خواهد شد:

$$\begin{gathered}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{T}(b_i \times x_{ij}) - d_2^+ + d_2^- = y_2 \\ B_{min} \le y_2 \le B_{max} \\ y_2 - e_2^+ + e_2^- = B_{max} \\ d_2^+, d_2^-, e_2^+, e_2^- \ge 0 \\ x \text{ is a binary variable}\end{gathered} \qquad (۱۰)$$

در اینجا مقدار b_i با میزان سود کسب‌شده از اجرای پروژه iام معادل است.

کمینه کردن ریسک اجرای سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه. در اینجا فرض می‌شود که مقدار مشخصی از ریسک سبد پروژه‌ها برای سازمان مقبول است؛ بنابراین به جای یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندگانه با یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی کلاسیک (ساده) روبه‌رو هستیم. محدودیت آرمانی مورد نظر به صورت زیر مدلسازی می‌شود که از نوع برنامه‌ریزی آرمانی ساده به جای چندگانه است:

$$\begin{gathered}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{T}(r_i b_i \times x_{ij}) - d_3^+ + d_3^- = RB \\ d_i^+, d_i^- \ge 0\end{gathered} \qquad (۱۱)$$

RB میزان کل ریسک قابل قبول برای سبد پروژه‌های انتخابی است و $r_i b_i$ میزان ریسک مربوط به پروژه iام است. برای هر پروژه این عدد در قیاس با بقیه پروژه‌ها به دست می‌آید و برای به دست آوردن آن از نظر خبرگان استفاده می‌شود.

کمینه کردن نفرساعت نیروی انسانی متخصص. فرض کنید سازمان تخمین می‌زند که کل نفرساعت نیروی انسانی متخصص مورد نیاز برای اجرای سبد پروژه‌های انتخابی باید عددی بین

HR_{min} و HR_{max} باشد. مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره مربوط به این هدف آرمانی به صورت زیر است:

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{T}(m_i \times x_{ij}) - d_4^+ + d_4^- = y_3$$
$$HR_{min} \le y_3 \le HR_{max} \quad (۱۲)$$
$$y_3 - e_3^+ + e_3^- = HR_{min}$$
$$d_4^+, d_4^-, e_3^+, e_3^- \ge 0$$
x is a binary variable

در این محدودیت m_i نفرساعت نیروی انسانی مورد نیاز برای اجرای پروژه i است، مطلوب است که تعداد کل نیروی انسانی مورد نیاز را کمینه کنیم.

بیشینه کردن نمره کیفی اجرای سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه. بیشینه کردن نمره کیفی کل، یکی از اهداف آرمانی به شمار می‌آید. در مورد هر پروژه این نمره می‌تواند توسط یکی از روش‌های نمره‌دهی به دست آید. در این تحقیق از روش نمره‌دهی AHP استفاده می‌کنیم. این محدودیت نیز طبق برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره به صورت زیر مدلسازی می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{T}(q_i \times x_{ij}) - d_5^+ + d_5^- = y_4 \quad \text{for } k = 1, \dots, T$$
$$Q_{min} \le y_4 \le Q_{max} \quad (۱۳)$$
$$y_4 - e_4^+ + e_4^- = Q_{max}$$
$$d_5^+, d_5^-, e_4^+, e_4^- \ge 0$$
x is a binary variable

در این محدودیت Q_{min} و Q_{max} به ترتیب کمترین و بیشترین نمره کیفی قابل قبول در سطح آرمانی هدف است، q_i میزان نمره کیفی پروژه iام است و هدف بیشینه کردن میزان نمره کیفی کل است.

بیشینه کردن رضایت تصمیم‌گیرنده (سازمان). پروژه‌های تحقیق و توسعه باید بتوانند رضایت‌مندی مدیران ارشد سازمان را در پی داشته باشند. نکته قابل توجه این است که ماهیت پروژه‌های تحقیق و توسعه به گونه‌ای است که ارتباط مستقیم با رضایت مشتری بازار ندارد؛

بنابراین شاخص رضایت‌مندی برای آن گروه تعریف نخواهد شد. میزان رضایت‌مندی تصمیم‌گیرنده (سازمان) را با PER نمایش می‌دهیم که سطح آرمانی آن مقداری بین دو حد $\mathrm{PER_{max}}$ و $\mathrm{PER_{min}}$ است:

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{T}(\mathrm{per_i}\times \mathrm{x_{ij}}) - \mathrm{d_6^+} + \mathrm{d_6^-} = \mathrm{y_5} \quad \text{for} \quad \mathrm{k} = 1, \dots, \mathrm{T}$$
$$\mathrm{PER_{min}} \le \mathrm{y_5} \le \mathrm{PER_{max}} \qquad (۱۴)$$
$$\mathrm{y_5} - \mathrm{e_5^+} + \mathrm{e_5^-} = \mathrm{PER_{max}}$$
$$\mathrm{d_6^+}, \mathrm{d_6^-}, \mathrm{e_5^+}, \mathrm{e_5^-} \ge 0$$
$$\mathrm{x \text{ is a binary variable}}$$

در اینجا $\mathrm{per_i}$ میزان رضایت‌مندی اجرای پروژه iام است و هدف بیشینه کردن رضایت‌مندی کل است.

ـ وزن‌دهی محدودیت‌های آرمانی در مدل. برای وزن‌دهی هریک از محدودیت‌های آرمانی در این مدل از روش AHP استفاده شده است.

ـ تابع هدف مدل. در این بخش تابع هدف مربوط به این مدل را ارائه می‌کنیم. تابع هدف این مقاله تلفیقی از برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره و برنامه‌ریزی آرمانی کلاسیک (ساده) خواهد بود. هدف حداقل کردن فاصله میان هریک از اهداف دست‌یافتنی با سطح آرمانی متناظر است. مدل تابع هدف به صورت زیر است:

$$\begin{aligned}\mathrm{Min\ z} = [&\mathrm{w_1}(\mathrm{d_1^+} + \mathrm{d_1^-}) + \alpha_1(\mathrm{e_1^+} + \mathrm{e_1^-}) + \mathrm{w_2}(\mathrm{d_2^+} + \mathrm{d_2^-})\\ &+ \alpha_2(\mathrm{e_2^+} + \mathrm{e_2^-}) + \mathrm{w_3}(\mathrm{d_3^+} + \mathrm{d_3^-})\\ &+ \mathrm{w_4}(\mathrm{d_4^+} + \mathrm{d_4^-}) + \alpha_4(\mathrm{e_4^+} + \mathrm{e_4^-})\\ &+ \mathrm{w_5}(\mathrm{d_5^+} + \mathrm{d_5^-}) + \alpha_5(\mathrm{e_5^+} + \mathrm{e_5^-})\\ &+ \mathrm{w_6}(\mathrm{d_6^+} + \mathrm{d_6^-}) + \alpha_6(\mathrm{e_6^+} + \mathrm{e_6^-})\end{aligned} \qquad (۱۵)$$

$\mathrm{w_i}$ میزان وزن متناظر با محدودیت آرمانی iام است و از ماتریس مقایسات روش ساعتی به دست آمده است. همان‌گونه که می‌بینیم، محدودیت سوم از نوع مدل برنامه‌ریزی آرمانی ساده است.

د. محدودیت‌های سیستمی مدل. در این بخش محدودیت‌های سیستمی مربوط بـه مـدل را ارائه خواهیم کرد. این مفروضات ممکن است تحت شرایط متفاوت مسائل دنیای واقعـی انـدکی متفاوت باشند که می‌توانند تغییرات متناسب را داشته باشند. از آنجـا کـه در ایـن قسـمت مـدل عمومی پیشنهاد می‌شود می‌کوشیم تمامی حالات محدودیت‌های دنیای واقعی را معرفی کنیم.

۱. این محدودیت تضمین می‌کند که در طول افق برنامه‌ریزی، هریک از پروژه‌های انتخابی تنها یک بار اجرا شوند. در اینجا T تعداد کل دوره‌ها است.

$$\sum_{j=1}^{T} x_{ij} \leq 1 \quad for \quad i = 1,2, \dots N \qquad (۱۶)$$

۲. این محدودیت این اطمینان را ایجاد می‌کند که تمامی پروژه‌هـای موجـود در سـبد انتخـابی حتماً تا قبل از به پایان رسیدن افق زمانی برنامه‌ریزی‌شده به پایان برسند. در اینجا T تعداد کل دوره‌ها، طول زمانی هر دوره و D_i مدت زمان اجرای پروژه iام است:

$$\sum_{j=1}^{T} \{[(j-1).\tau + D_i] \times x_{ij}\} \leq \tau \times T \quad for\ i = 1,2, \dots N \qquad (۱۷)$$

۳. فرض کنید که سازمان ملزم به اجرای تعداد مشخصی از پروژه‌ها است که این پروژه‌هـا بایـد در سبد پروژه‌ها انتخاب شوند. مجموعه این پروژه‌هـا را بـا $S(m)$ مـی‌نـامیم. محـدودیت زیـر تضمین می‌کند که این پروژه‌ها در طی افق زمانی پروژه حتماً اجرا خواهند شد:

$$\sum_{j=1}^{T} x_{ij} = 1 \quad for \quad i \in S(m) \qquad (۱۸)$$

۴. این محدودیت تضمین می‌کند که پروژه‌های نیمه‌تمامی که در حال اجرا هستند در دوره i نیز انتخاب شوند. در اینجا $S(o)$ مجموعه پروژه‌های در حال پیشرفت است:

$$x_{il} = 1 \quad for \quad i \in S(o) \qquad (۱۹)$$

۵. در دنیای واقعی در برخی شرایط، اجرای برخی پروژه‌ها پیش‌نیاز اجرای پروژه‌های دیگر است. در این شرایط ضروری است که قبل از انتخاب یک پروژه خاص تمامی پروژه‌های پیش‌نیاز نیز انتخاب شوند

$$\sum_{L\in S(i)}\sum_{j=1}^{T} x_{ij} \geq |S(i)|\sum_{j=1}^{T} x_{ij} \qquad \text{for} \quad i \in H \tag{۲۰}$$

در اینجا H مجموعه پروژه‌های وابسته، $S(i)$ مجموعه پروژه‌های پیش‌نیاز و $|S(i)|$ تعداد کل پروژه های پیش‌نیاز است.

۶. این محدودیت ما را مطمئن می‌کند که پروژه‌های پیش‌نیاز قبل از پروژه‌های وابسته اجرا شده باشند و زمان شروع پروژه‌های وابسته دیرتر از زمان اتمام پروژه‌های پیش نیاز باشد.

$$Y(i) \leq \sum_{j=1}^{T}(j \times x_{ij}) + (T+1)(1-\sum_{j=1}^{T} x_{ij})$$
$$Y(i) = \max(\sum_{j=1}^{T}(j \times x_{ij}) + D_l \sum_{j=1}^{T} x_{lj} \quad \text{for } l \in S(i) \text{ and } i \in H \tag{۲۱}$$

۷. شرایطی را در نظر بگیرید که در آن فهرستی از پروژه‌هایی مطرح است که در تضاد با یکدیگر قرار دارند، یعنی اجرای همزمان آن‌ها امکان‌پذیر نیست؛ این پروژه‌ها نباید با هم در سبد انتخابی قرار داشته باشند.

$$\sum_{i\in S(p)}\sum_{j=1}^{T} x_{ij} \leq 1 \quad \text{for} \quad p = 1, \dots, P \tag{۲۲}$$

در اینجا $S(P)$ مجموعه پروژه های در تضاد با هم است.

۸. شرایطی را در نظر بگیرید که طی آن امکان اجرای تعداد مشخصی پروژه در هر دوره وجود دارد؛ یعنی در هر دوره تعداد پروژه‌های در حال اجرا عددی بین و باشد. این شرایط اغلب تحت تأثیر هدف‌های کلان و سیاست‌های موجود در سازمان اتفاق می‌افتد. محدودیت متناظر به صورت زیر است:

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ik} \leq \beta \qquad k = 1, \dots, T$$
$$\sum_{i=1}^{N} x_{ik} \geq \alpha \qquad k = 1, \dots, T \qquad (۲۳)$$

در این محدودیت پارامتر β بیانگر حد بالای تعداد پروژه‌ها در هر دوره و نشان‌دهنده حد پایین آن است.

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

مدل پیشنهادشده در این مقاله در گروه سایپا اجرا شد. اطلاعات ورودی مطابق با جدول پیوست است (به دلیل محرمانه بودن اطلاعات شرکت همه مقادیر اعداد فرضی است). در جدول شماره ۱، همه اطلاعات مورد نیاز پروژه‌های نامزد را ارائه کرده‌ایم. در این جدول فهرست گزینه‌های قابل انتخاب پروژه‌های توسعه محصول سایپا (به اختصار SPDP) را معرفی کرده‌ایم که شامل ۱۰ پروژه است. مطابق با اطلاعات جدول اجرای یکی از پروژه‌های ۱ ،۳و ۸ ضروری است. از آنجا که پروژه‌های ۴ و ۶ از نظر ماهیت به یکدیگر شباهت دارند، سازمان نباید هر دو را همزمان انتخاب کند. طبق نظر خبرگان برای هریک از پروژه‌ها عددی به عنوان عدد ریسک به دست آمده است. در جدول شماره ۲ هزینه اجرای هر پروژه را به عنوان متغیری وابسته به زمان معرفی می‌کنیم. به طور کلی ۵ دوره زمانی ۲۰ ماهه (افق برنامه‌ریزی ۱۰۰ ماه) را معرفی می‌کنیم که هزینه اجرای پروژه بسته به دوره آن تغییر می‌کند.

در جدول شماره ۳ همه محدودیت‌های آرمانی مربوط به سود، سرمایه کل، ریسک، نیروی انسانی، نمره کیفی، زمان تکمیل و اولویت تصمیم‌گیرنده را به صورت بازه‌های پیوسته ارائه می‌کنیم. همچنین در این جدول تعداد کمینه و بیشینه پروژه‌ها در هر دوره (معادل با و) را معرفی می‌کنیم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. اطلاعات پروژه‌های نامزد

شماره هر پروژه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
الزام اجرایی دارد؟	بله	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	خیر
پروژه‌های متضاد	–	–	–	۶	–	۴	–	–	–	–
سود	۱/۲	۱/۳	۱/۵	۱/۹	۱/۷	۱/۶	۱/۳	۱/۷	۱/۴	۱/۲
کل سرمایه	۳/۸	۴/۱	۴/۲	۴/۵	۳/۹	۴	۳/۹	۴	۴/۱	۳/۷
عدد ریسک	۱	۱	۲	۲	۳	۱	۱	۲	۱	۱
تعداد نیروی انسانی متخصص	۸	۹	۷	۸	۹	۸	۶	۷	۶	۷
نمره کیفیت	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
عدد ترجیح تصمیم‌گیرنده	۲	۳	۴	۴	۵	۴	۶	۳	۴	۳
زمان اتمام پروژه (ماه)	۱۶	۱۸	۲۴	۳۶	۱۷	۲۲	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳

جدول ۲. هزینه اجرای هر پروژه بر حسب زمان

شماره هر پروژه	V	iv	Iii	Ii	I
1	0/7	0/6	0/7	0/8	0/6
2	0/7	0/6	0/8	0/7	0/5
3	0/8	0/8	0/7	0/6	0/6
4	0/8	0/9	0/8	0/6	0/9
5	0/7	0/6	0/7	0/7	0/8
6	0/6	0/5	0/6	0/7	0/5
7	0/7	0/6	0/7	0/7	0/6
8	0/6	0/5	0/6	0/5	0/6
9	0/7	0/7	0/6	0/6	0/5
10	0/9	0/8	0/8	0/7	0/8

جدول ۳. مقادیر آرمانی سطوح هدف در مدل

	کمترین	بیشترین
RB	۶	6
AC	8	8/5
B	4/6	6/2
HR	25	35
Q	49%	56%
PER	20	25
تعداد پروژه‌های هر دوره		
I	3	5
Ii	1	5
Iii	1	5
Iv	1	5
V	1	5

در این مقاله برای اولویت‌بندی هریک از محدودیت‌های آرمانی از روش AHP استفاده کردیم. نتایج اجرای مدل عبارت‌اند از: هزینه کل ۳۷ درصد، سود کل مورد انتظار از اجرای سبد پروژه‌ها ۲۳ درصد، اولویت تصمیم‌گیرنده ۱۲ درصد، بودجه ۱۲ درصد، نمره کیفی ۱۰ درصد و نیروی انسانی ۶ درصد.

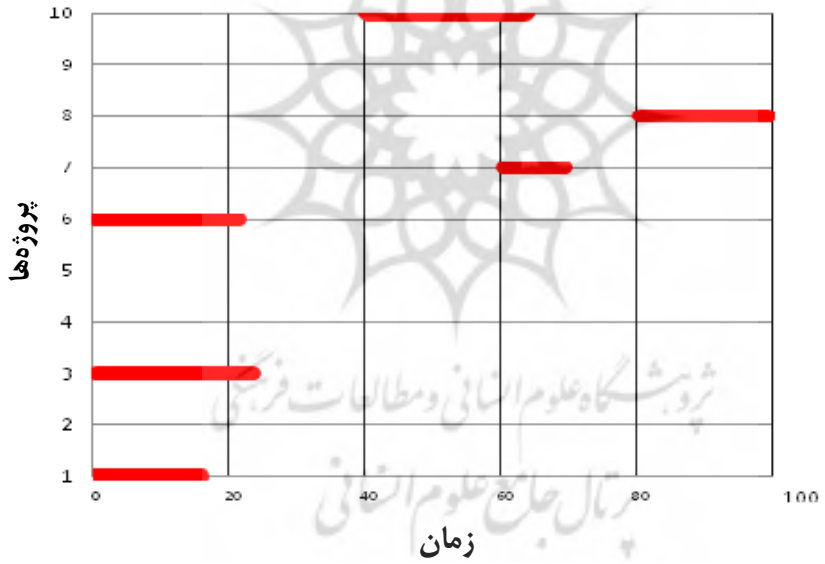
مدل با نرم افزار لینگو در کسری از زمان حل شد که نتایج زیر به دست آمد:

$$X_{11}=1,\ X_{31}=1,\ X_{61}=1,\ X_{73}=1,\ X_{84}=1,\ X_{102}=1$$

باقی متغیرها همگی صفر هستند. این نتایج به معنای اجرای پروژه‌های ۱، ۳و ۶ در دوره اول، پروژه ۱۰ در دوره دوم، پروژه ۷ در دوره سوم و پروژه ۸ در دوره چهارم است. همچنین داریم:

$$Y_1=8.5\ ,\ Y_2=6.2\ Y_3=25,\ Y_4=56,\ Y_5=22$$

متغیر Y_3 در حد پایین، متغیر Y_5 مقداری در وسط بازه و بقیه متغیرها در حد بالای خود قرار گرفته‌اند. مقدار بهینه تابع هدف برابر با ۰۷/۶۹ است. نمودار زیر زمان‌بندی بهینه سبد پروژه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱. زمان‌بندی بهینه سبد پروژه‌های انتخاب‌شده

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله، به معرفی مدل انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه تحت شرایطی پرداختیم که در آن تصمیم‌گیرنده علاوه بر در نظر داشتن محدودیت‌های آرمانی در تصمیم‌گیری از مقدار دقیق مقادیر آرمانی این سطوح هدف اطلاعی ندارد و مجبور می‌شود از بازه‌هایی از اعداد استفاده کند تا بتواند ریسک تصمیم‌گیری خود را تا حد مناسبی کاهش دهد. همچنین از آنجا که اهمیت محدودیت‌های آرمانی در نظر تصمیم‌گیرنده یکسان نیست، برای وزن‌دهی هریک از اهداف آرمانی از روش AHP استفاده کردیم. مدل پیشنهادشده در این مقاله را برای حل مسئله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه به عنوان یکی از مسائل مهم تصمیم‌گیری صنایع بزرگ کشور و در گروه سایپا اجرا کردیم و نتایج را تحت نرم‌افزار لینگو در کسری از زمان به دست آوردیم و سبد پیشنهادی را به عنوان سبد بهینه پروژه‌های تحقیق و توسعه معرفی کردیم.

با تغییر شرایط سیاسی کشور به‌روزآوری اعداد و ارقام مدل به‌راحتی امکان‌پذیر است و می‌توان این مدل را برای داده‌های ورودی مختلف چندین بار و در کسری از زمان اجرا و تحلیل کرد.

استفاده از روش‌های اولویت‌بندی دیگر را برای وزن‌دهی هریک از اهداف آرمانی، استفاده از رویکرد فازی در برنامه‌ریزی آرمانی چندمنظوره و استفاده از رویکرد تابع سودمندی در این مدل را برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌کنیم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

1. John Wiley & Sons. (2009). *Project Management: a managerial approach*. 7th Edition, United State.

2. Rabbani, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Jolai F. & Ghorbani, H.R. (2006), A Comprehensive Model for R and D Project Portfolio Selection with Zero-one Linear Goal Programming. *19*, 55-66.

3. Souder, W.E. (1973). Utility and Perceived Acceptability of R & D Project Selection Models. *Management Science*.

4. Henriksen, A.D. & Traynor, A.J. (1999). A Pretical R & D Project Selection Scoring Tool. *IEEE Transactions of Engineering Management, 46.*

5. Lofti, V., Yoon, Y.S., & Zionts, S. (1997). Aspiration based search algorithm (ABSALG) for multi objective linear programming problems: theory and comparative tests. *Management Science, 43*, 1047-1059.

9. Charnes, A., Cooper, W.W., & Ferguson R.O. (1955). Optimal estimation of executive compensation by linear programming. *Management Science, 1*, 138-151.

10. Caballero, R., Gomez, T. & Ruiz, F. (2009). Goal Programming: Realistic Targets for the Near Future. *Journal of Multi Criteria analysis, 16*, 79˚110.

11. Ignezio, J.P. (1985). Multi-Objective Mathematical Programming via the MULTIPLE model and algorithm. *European Journal of Operation Research, 22*, 338-346.

12. Grass, S.I. (1985). A process for determining priorities weight for large scale linear goal programming, *Journal of the operation research society, 37*, 779-785.

13. Beyson, N., Mobolurin, A. & Ngwenyama, O. (1995). Modeling pair wise comparison on ratio scale. *European Journal of Operation Research,83*, 639-654.

14. Li, H.L. (1996). An efficient method for solving linear goal programming problem. *Journal of Operation Theory and Applications, 90*, 465-469.

15. Tamiz, M., Jones, D.F., & Romero, C. (1998). Goal programming for decision making: an overview of the current state-of-the-art. *European Journal of Operational Research, 111,* 569-581.

16. Romero, C. (2001). Extended lexicographic goal programming: a unifying approach. *Omega, 29*, 63-71.

17. Chang, C.T. (2007). Multi-choice goal programming. Omega, 35, 389-396.

18. Chang, C.T. (2008). Revised multi-choice goal programming, *Applied Mathematical Modeling, 32*, 2587-2593.

19. Chang, C.T. (2001) Multi-choice Goal Programming with Utility Function. *European Journal of Operation and Research ,215,* 439-45.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی