رویکردهای قطعی ریاضی در تنظیم بودجه

دکتر عادل آذر - دکتر میرمهدی سیداصفهانی

اگر بپذیریم که فنون ریاضی روشهایی هستند که «باعث تخصیص بهینه منابع محدود به فعالیتهای رقیب می‌شوند»، پس بجاست که در سازمانهای خصوصی و عمومی، که پیچیدگی تنظیم بودجه و تخصیص منابع به نیازها و اهداف و مصرف امکانات مالی آینده آنها آن چنان زیاد است که با روشهای ذهنی معمول نمی‌توان حد مناسب رضایت را به دست آورد، از مدلها و فنون ریاضی استفاده کرد. برای درک اهمیت برنامه‌ریزی ریاضی و بودجه بناچار باید مراحل و سیر تکوین جنبه‌های فنی بودجه‌نویسی را مورد مطالعه قرار داد.

در مرحله اول؛ یعنی بین سالهای ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۵ تأکید بیشتر بر نظارت بر هزینه‌ها بوده، بودجه صرفاً به عنوان یک وسیلهٔ کنترل مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این مرحله، بودجه بر اساس فصول و مواد هزینه تهیه می‌شده است. از آنجا که محیط سازمان در این دوره، محیطی آرام و باثبات به شمار می‌آمد، بودجه‌نویسی نیز از پیچیدگی خاصی برخوردار نبود و معمولاً برای پیش‌بینی هزینه‌ها از روند گذشته و روشهای ذهنی و کیفی استفاده می‌شد.

در دهه بعد با به وجود آمدن بودجه عملیاتی و برنامه‌ای، مدیریت و اندازه‌گیری عملیات سازمان مورد توجه قرارگرفت. در این مرحله بودجه به عنوان ابزاری برای بهبود مدیریت مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این دهه بودجه به تفکیک برنامه‌ها نظر داشت و بر حسب فصول و مواد هزینه تهیه می‌شد. از آنجا که محیط با وجود پیچیدگی بیشتر هنوز از ثبات و آرامش برخوردار بود، استفاده از فنون آماری همانند سریهای زمانی برای پیش‌بینی‌های کوتاه مدت هزینه در تصمیم‌گیری مورد توجه قرار گرفت و رواج یافت. فنون مدیریت علمی و نوین پیشرفته‌تر شد و از «حسابداری قیمت تمام شده، کارسنجی، نرمها و استانداردها» در تعیین هزینه واحد عملیاتی استفاده شد.

مرحله سوم، مرحلهٔ آغاز تلاش و کوشش در جهت برنامه‌ریزی در بودجه بود که ادامه آن در سال ۱۹۶۵ به صورت سیستم بودجه طرح و برنامه تداوم یافت و آشکار گردید. در این سیستم با وجود توجه فراوان به برنامه‌ریزی به موازات آن، مدیریت و نظارت نیز مورد توجه قرار می‌گرفت. در شکل مطلوب این سیستم، برنامه‌ریزی به طور متمرکز انجام می‌پذیرد و مسؤولیتهای مدیریت در نظارت به رده‌های پایین‌تر تفویض می‌گردد. در این دوره دانتزیک (Dantzig) روش برنامه‌ریزی خطی را به شکل کاملاً کاربردی بهبود داد و حتی شکل تجزیه[1] آن را نیز توسعه داده و روشهای مربوط به صف، تئوری بازی و شبیه‌سازی به شکل وسیع مورد استفاده قرارگرفت. محیط سازمانی نسبت به دو مرحله قبل از پیچیدگی بیشتری برخوردار شده و رقیبان نیز وارد محیط شدند و در مقابل حرکات استراتژیک و تاکتیکی سازمان واکنش نشان دادند. متغیرهای تصمیم‌گیری به طور تصاعدی افزایش، و نگرش سیستمی در مدیریت رواج یافت و «انسان بودجه‌ای» همانند انسان سازمانی سایمون و انسان اقتصادی کلاسیکها مفهوم پیدا کرد.

مرحله چهارم بودجه‌نویسی از زمانی آغاز شد که محیط سازمانی به یک محیط متلاطم و آشفته مبدل شد و پیچیدگی تصمیم و تغییر و تحولات بنیادی و خودجوش در محیط سازمانی، برنامه‌ریزی استراتژیک را در مدیریت پدید آورد. در این دوره بودجه به عنوان ابزار و عامل استراتژیک برای رویارویی با حوادث غیرقابل پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفت. در این دهه، در بودجه‌نویسی سناریوهای متعددی طراحی می‌شود و برای هر فعالیت (برنامه) که به واحدهای تصمیم‌گیری[2] تعبیر می‌شوند، نیز سطح ریالی و مالی مختلفی در نظر گرفته شد و بسته به نوسان

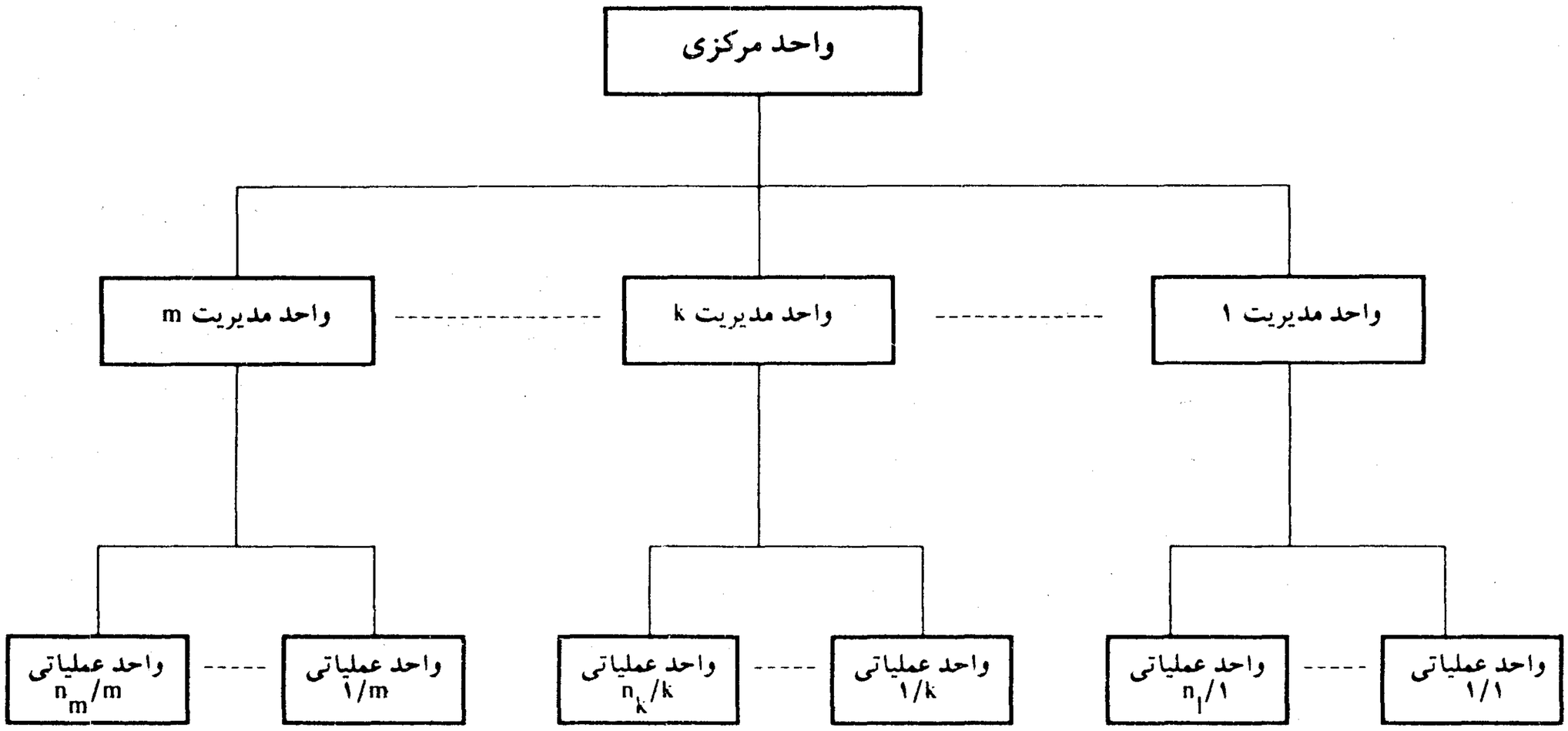
مقدار بودجه به واسطهٔ متغیرهای غیرقابل کنترل، از سطح مورد نظر استفاده گردید. این تفکر به تدوین بودجه بر مبنای صفر[3] در سال ۱۹۷۳ منجر گردید.

استفاده از مدلهای ریاضی چند منظوره و چند هدفه در این دوره برای تدوین بودجه از رواج چشمگیری برخوردار گردید که از آن جمله می‌توان به برنامه‌ریزی آرمانی[4] اشاره کرد.

اینک مهمترین مدلهای قطعی ریاضی که دربارهٔ رویکردهای تئوریک بودجه‌ریزی تهیه شده است، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد:

مدل تحلیلی - ریاضی از PPBS

معتبرترین مدلی که تاکنون دربارهٔ بودجه PPBS ارائه شده، مدل چارنز و کوپر[5] است که آن را در سال ۱۹۷۱ ارائه داده‌اند. این مدل، که اختصاصاً برای بودجه ارتش آمریکا تهیه شده، همچنان از اعتبار لازم برخوردار است و کم و بیش از آن در متون معتبر علمی نام برده می‌شود. اساس مدل بر ساختار سازمانی بودجه طرح و برنامه است که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱ - ساختار سازمانی بودجه PPBS

در این شکل، واحد مرکزی، ویژگی سطح عالی سازمان است و مسؤولیت تعیین اهداف و تخصیص کلی منابع را به عهده دارد. واحدهای مدیریت[6] سطوح میانی سازمان هستند که منابع محلی تحت کنترل خود را در محدودهٔ اختیارات تعیین شده توسط واحد مرکزی می‌توانند تخصیص دهند. واحدهای عملیاتی[7] پایین‌ترین سطح سازمانی هستند که مسؤولیت خلق پیشنهادهای پروژه‌ای برای مسؤولان واحدهای مدیریتی دارند. این ساده سازی، در سازمانهای بزرگ و پیچیده، شاید امر نادرستی باشد. اما این واقعیت را نمی‌توان انکار کرد که تمامی سازمانها در قالب کلی از چنین ساختاری، صرف نظر از روابط داخلی و بیرونی، با محیط برخوردارند.

ما می‌توانیم مسأله را برای k امین واحد مدیریت ($k= ۱، ۲، ... ، M$) به صورت زیر فرموله کنیم:

$$\text{Min: } W_k^{+} y_k^{+} + W_k^{-} y_k^{-} \qquad \text{(مدل ۱)}$$

S.t:

$$\sum_{j=1}^{n_k} A_{j,k} X_{j,K} - Iy_k^{+} + Iy_k^{-} = G_k$$

$$0 \leq X_{j,k} \leq ۱ \quad \forall_{j,k} \; y_k^{+}, y_k^{-} \geq 0$$

$$A_{j,k}a = \begin{vmatrix} a_{۱,j,k} \\ a_{۲,j,k} \\ . \\ . \\ . \\ a_{m_k,j,k} \end{vmatrix}$$

که در آن؛

یک بردار ($m_k \times 1$) از سطوح جذب[8] از پروژه j ام از k امین واحد مدیریت است. $X_{j,k}$ سطح فعال (به عنوان کسری از سطح پیشنهاد شده) از پروژه jام در k امین واحد مدیریت است.

$$G_k = \begin{vmatrix} g_{1,k} \\ g_{2,k} \\ . \\ . \\ . \\ g_{m_k,k} \end{vmatrix}$$

G_k یک بردار ($m_k \times 1$) از ضرایب متغیر فرضی سطوح اهداف برای k امین واحد مدیریت است.

$$y_k^+ = \begin{vmatrix} y^+_{1,k} \\ y^+_{2,k} \\ . \\ . \\ . \\ y^+_{m_k,k} \end{vmatrix}$$

y_k^+ یک بردار ($m_k \times 1$) از انحرافات منفی از اهداف است

$$y_k^- = \begin{vmatrix} y^-_{1,k} \\ y^-_{2,k} \\ . \\ . \\ . \\ y^-_{m_k,k} \end{vmatrix}$$

y_k^- یک بردار ($m_k \times 1$) از انحرافات منفی از اهداف است

I نیز یک ماتریس یکه است و

$$W^+_k = (W^+_{k,1}, W^+_{k,2}, \dots, W^+_{k,m_k})$$

$W^-k = (W^-_{k,1}, \dots, W^-_{k,2}, \dots, W^-_{k,m_k})$ بردارهای ($1 \times m_k$) وزنی هستند که به انحرافات مثبت و منفی از اهداف تخصیص داده می‌شوند.

آن گونه که مشخص است، مدل شماره (۱) یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی است که تابع هدف آن حداقل نمودن انحرافات نامساعد از اهداف واحد مدیریت k است. فرض ما این است که وزنها بر اساس سیاست مدیریت استخراج شده و بیان کننده اولویت نیز هستند.

خاطر نشان شد که $A_{j,k}$ به عنوان بردارهایی از ضرایب متغیری هستند که ارزش آنها پروژه (فعالیت) jام را از واحد kام مدیریت توصیف می‌کند. ما فرض می‌کنیم که $A_{j,k}$ به وسیله واحد عملیاتی j,k ایجاد می‌شود. مسأله فرموله شده برای این واحد عبارت است از:

(مدل ۲)

$$\text{Min: } \pi_k^{(t)} \cdot A_{j,k}$$

S.t

$$D_{j,k}\, A_{j,k} \geq F_{j,k}$$

$$A_{j,k} \geq 0$$

که در آن $A_{j,k}$ یک بردار ($m_k \times 1$) از متغیرهایی است که بیان کننده سطوح فعالیت واحد مدیریت k ام است و $D_{j,k}$ یک ماتریس ($m_k \times m_{j,k}$) از ضرایب تکنولوژیک است. $F_{j,k}$ یک بردار ($1 \times m_{j,k}$) از شروط[9] است.

$$\pi^{(t)}_k = (\pi^{(t)}_{1,k}, \dots, (\pi^{(t)}_{m_k,k})$$

برداری از قیمتهای سایه‌ای[10] است که از مدل یک در هر مرحله t خلق می‌شوند.

تا اینجا صرفاً به واحدهای عملیاتی و مدیریتی توجه شده و مسأله برای آنها فرموله شده است. لذا فرض می‌شود که واحد مرکزی تمام منابع و نیازمندیها را در قالب بردار G_0 مدنظر قرار می‌دهد. نقش مسأله واحد مرکزی تعیین اهداف M واحد مدیریتی ($G_1, G_2, \dots, G_M$) و روابطشان با همدیگر و اهداف کلی، یعنی $G0$ است. این امر به تدوین مدل تخصیص منبع کلی[11] می‌انجامد. فرموله مسأله می‌تواند به شرح زیر بیان گردد.

(مدل ۳)

$$\text{Find } G_1, G_2, \dots, G_M$$

S.t:

$$(\sum_{k=1}^{M} P_k\, G_k) + S_0 = G_0$$

$$G_k \geq 0 \qquad (k = 1, 2, \dots, M),\ S0 \geq 0$$

در آن P_k ماتریس ضرایب ($m_0 \times m_k$) مربوط به سطوح هدف واحدهای مدیریتی متعدد، و S_0 یک بردار ($m_0 \times m_k$) از متغیرهای کمکی است. در حالت کلی‌تر m_0 در مدل (۳) نرخهای تبدیل یا وزنهایی را فراهم می‌کند که هر G_k را به G_0 و به دیگر Gها مرتبط می‌سازد.

تابع هدف در مدل ۳ براساس اطلاعات حاصل از واحدهای مدیریتی تنظیم می‌گردد. این اطلاعات در قالب قیمتهای سایه‌ای اتفاق می‌افتند، همانند قیمتهای سایه‌ای که به واحدهای عملیاتی در مدل انتقال می‌یابند. مدل کامل برای واحد مرکزی در هر مرحله t به شرح زیر تدوین می‌شود:

مدل (۳′)

$$\text{Max: } \sum_{k=1}^{M} \pi_k^{(t)} . G_k$$

S.t:

$$\sum_{k=1}^{M} P_k . G_k + S_0 = G_0$$

$$G_k \geq 0 \qquad (k = ۱، ۲، \ldots، M),\ S_0 \geq 0$$

مدل کامل برنامه‌ریزی برای سازمان در قالب عبارات زیر خلاصه می‌گردد:

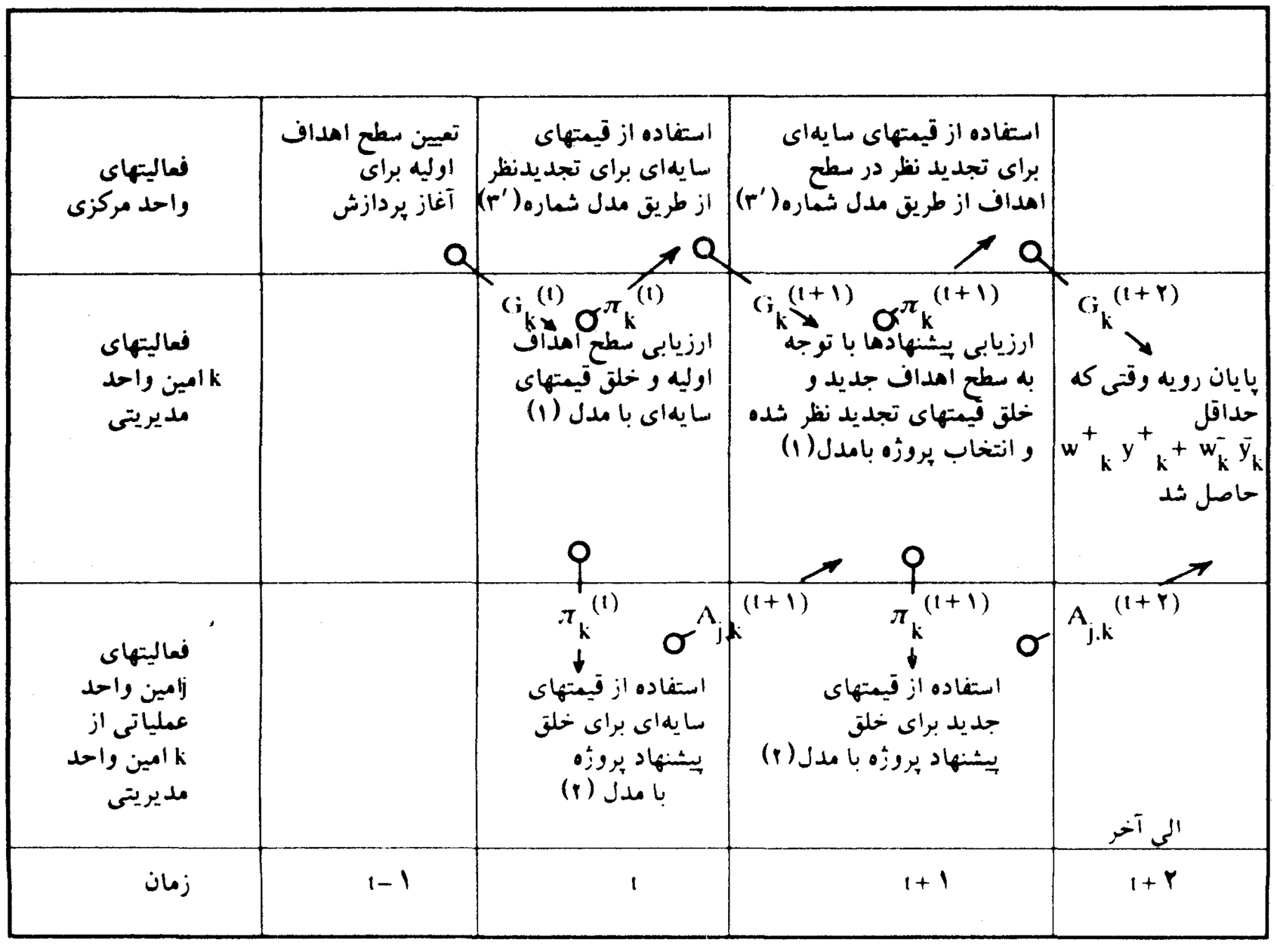
سطح سازمانی		مدل
واحد مرکزی		(۳′)
واحدهای مدیریت	$k = ۱، ۲، \ldots، M$	(۱)
واحدهای عملیاتی	$k = ۱، ۲، \ldots، M$ $j = ۱، ۲، \ldots، n_k$	(۲)

این $M + \sum_{k=۱}^{M} n_k + ۱$ مدل که ما آن را «مدل تجزیه اهداف تولید شده (GGD)» می‌نامیم[۱۲]، مدل اصلی رویکرد PPBS هستند.

روش حل مدل GGD

روش حل برای مدل GGD بر پایه یک فرایند تکراری قرار دارد. این فرایند با تعیین اهداف اولیه G°_k برای M واحد مدیریتی توسط واحد مرکزی آغاز می‌شود. در هر مرحله t واحدهای مدیریتی از مجموعه اهداف جاری $G_k^{(t)}$ برای ایجاد مجموعه قیمتهای سایه‌ای و $\pi_k^{(t)}$ استفاده می‌کنند. قیمتهای سایه‌ای حاصل شده به واحد مرکزی و مرئوسین واحدهای عملیاتی در ارتباط با واحدهای مدیریتی فرستاده می‌شوند. واحدهای عملیاتی از قیمتهای سایه‌ای برای ایجاد پیشنهادهای جدید در قالب $A_{j,k}^{(t+۱)}$ استفاده می‌کنند و سپس این پیشنهادها به واحدهای مدیریتی مرتبط فرستاده می‌شوند. واحد مرکزی از قیمتهای سایه‌ای برای ایجاد مجموعه اهداف جدید $G_k^{(t+۱)}$ استفاده می‌کند. این بردارهای هدف به واحدهای مدیریتی فرستاده می‌شود و واحدهای مدیریتی به کمک $G_k^{(t+۱)}$ و $A_{j,k}^{(t+۱)}$ قیمتهای سایه‌ای جدید $\pi_k^{(t+۱)}$ را تعیین می‌کنند.

این فرایند تا جایی که انحرافات از اهداف واحدهای مدیریتی به حداقل می‌رسد و هیچ تعدیلی از سوی واحد مرکزی امکانپذیر نیست، ادامه می‌یابد. اگر سطح اهداف، شقوق ممکن و قیمتهای



شکل شماره ۲- رویه حل مدل GGD

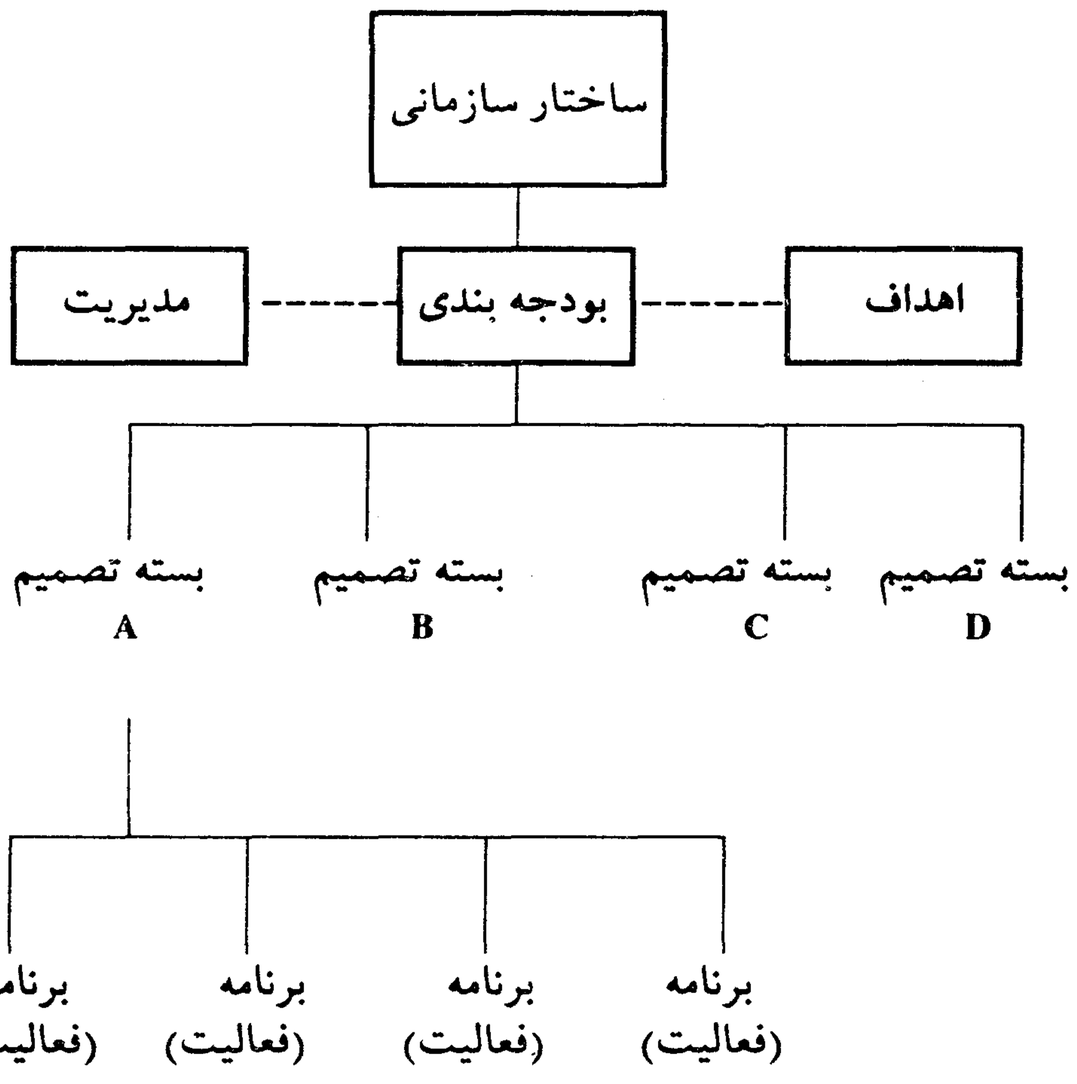
سایه‌ای با استفاده از قاعده روش سیمپلکس ایجاد شده‌اند، پس این الگوریتم در تعداد معینی از تکرارها پایان خواهد پذیرفت. شکل شماره ۲ خلاصه این رویه را به خوبی نشان می‌دهد.

برنامه‌ریزی آرمانی برای بودجه بر مبنای صفر

مسأله تخصیص بودجه در سیستم دولتی اغلب باید اهداف متضاد و چندگانه سازمان را در نظر گیرد. در چنین مواردی که تصمیم‌گیری، شامل اهداف متضاد چندگانه است، براحتی با سیستمهای تحلیل عددی سنتی قابل حصول نیست. با عنایت به چنین پدیده‌ای، رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی (GP) در سالهای اخیر مورد توجه زیادی واقع شده است. برنامه‌ریزی آرمانی برای حل همزمان یک مسأله پیچیده با اهداف چندگانه متضاد[۱۳] طراحی شده است.

همچنان که بسیاری از نویسندگان خاطرنشان کرده‌اند، گام اساسی برای اثربخش شدن ZBB در بخش دولتی با تعیین و شناخت ساختار سازمانی، مدیریت، واحدهای تصمیم و اهداف آغاز می‌شود. همچنین اولین قدم آن، این است که مدیران هر واحد تصمیم را به عنوان یک بسته تصمیم[۱۴] تشریح نمایند. هر سطح از یک بسته تصمیم باید شامل شرح کاملی از فعالیتها، منابع مورد نیاز، اهداف کوتاه مدت و اثر فعالیت پیشنهادی بر اهداف اصلی باشد.

در وضعیتی که بسته‌های تصمیم ایجاد می‌شوند، باید به منظور اولویت بندی، رتبه‌بندی و بازنگری شوند. رتبه بندی بسته‌های تصمیم در قالب اولویتها به مدیران اجازه می‌دهد که در هر سطح سازمان آن دسته از آرمانها[۱۵] و اهداف[۱۶] را که مهم هستند، شناسایی کند. این رتبه بندی همچنین تخصیص بهین منابع محدود را به اهداف مهم فراهم می‌آورد. از آنجا که بسته‌های تصمیم از تمامی برنامه‌ها یا فعالیتهای جمع‌آوری شده و رتبه‌بندی شده به دست می‌آید، لذا تفصیل مواد بودجه را نیز فراهم می‌آورد. شکل شماره ۳ گامهای اساسیِ بودجه بر مبنای صفر را در بخش عمومی نشان می‌دهد.



شکل شماره ۳- گامهای اساسی برای ZBB کارآمد

مدل ریاضی ZBB سه دسته محدودیت آرمانی اساسی به شرح زیر دارد[۱۷]:

۱- برنامه یا فعالیتهای دستیابی به هدف

مدیر در یک بخش دولتی ممکن است احساس کند که باید سطح مطلوبی را برای برنامه یا فعالیت تعیین نماید که آن را آرمان می‌نامند.[۱۸] این مجموعه از اهداف می‌تواند به وسیله حداقل کردن انحرافات مثبت (d_i^+) قابل دسترس باشد؛ یعنی:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = MLP_i \quad (i= 1, 2, ..., m)$$

که در آن:

X_{ij}: درجه دستیابی به i امین برنامه (فعالیت) در j امین بسته تصمیم.

MLP_i: حداکثر سطح مطلوب برای i امین برنامه (فعالیت)

واحد X_{ij} می‌تواند درصدی از سطح مطلوب موفقیت یا واحدی همچون مدت زمانی که یک برنامه انجام می‌گیرد، باشد.

۲- هدف رسیدن به بسته تصمیم

علاوه بر هدف (آرمانهای) موفقیت برنامه یا فعالیت، ممکن است،

آرمانی نظیر حداقل سطح نائل آمدن (موفقیت) در یک بسته تصمیم نیز وجود داشته باشد. این آرمان می‌تواند با حداقل کردن انحرافات منفی (d) حاصل گردد:

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} + d_i^- - d_i^+ = MLDP_{ij} \quad (i= 1،2، ... ، m)$$

که در آن:

$MLDP_{ij}$: حداقل سطح مطلوب برای i امین برنامه (فعالیت) و j امین بسته تصمیم

۳- آرمان سقف بودجه

فرض کنید یک سقف بودجه‌ای خاص وجود دارد. محدودیت آرمانی آن عبارت است از:

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_i X_{ij} + d^-_i - d^+_i = TB$$

جایی که:

C_i : هزینه هر واحد که به یک بسته تصمیم از i امین برنامه مربوط می‌شود.

TB: کل مبلغ ریالی (بودجه) در دسترس

این آرمان نیز با حداقل کردن d^+ نیز قابل حصول است، اگر مدیریت بخواهد که تمامی بودجه هزینه گردد، پس باید هر دو انحراف (مثبت و منفی) حداقل گردد.

تابع هدف: مسأله بودجه بندی بر مبنای صفر، شامل اهداف متعدد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی است. اهمیت آرمانها و انحرافات تحت شرایط تخصیص بودجه ممکن است متنوع باشد و اولویت گذاری آنها نیز فرق کند. بنابر این ساختار اولویت در رویکرد بودجه بر مبنای صفر می‌تواند با توجه به چگونگی تحقق آرمانها در بسته‌های تصمیم تعریف شود.

اولویت آرمانها در بسته‌های تصمیم ایجاد کننده یک تابع هدف در مسأله ZBB هستند که نشاندهنده حداقل کردن متغیرهای انحرافی نامناسب در یک قاعده الفبایی[19] است.

طراحی یک مدل جامع برای بودجه ریزی کوتاه مدت و بلند مدت عملیات

برنامه‌ریزی نقدینگی کوتاه مدت چند دوره‌ای[20] به گونه‌های مختلف فرموله شده است. چارنز، کوپر و میلر از مدل برنامه‌ریزی خطی برای برنامه‌ریزی نقدینگی و تعاملش با تولید استفاده کرده‌اند. بیکر و دامون (Baker and Damon) نیز از مدلهای مختلف برنامه‌ریزی خطی برای فرموله کردن چنین مسائلی استفاده کرده‌اند. سالکین و کرن بلوت (Salkin and Kornbluth) همچنین برنامه‌ریزی خطی را برای بودجه بندی مالی کوتاه مدت مد نظر قرار داده‌اند. دامون و شریم (Damon and Schramm) یک مدل غیرخطی را، که شامل متغیرهای تولید، مالی و بازاریابی است، نیز توسعه داده‌اند.

یکی از جامعترین مدلهایی که توسط بورتن و سایرین برای برنامه‌ریزی کوتاه مدت و بلند مدت ارائه شده است به بودجه به عنوان یک منبع در کنار مواد و تجهیزات توجه دارد. به علاوه این مدل تلاش دارد که در بودجه‌ریزی، افق زمانی را به بیش از یک سال بکشاند، در حالی که سایر مدلهای ذکر شده در فوق بیشتر تأکید بر برنامه‌ریزی و بودجه ریزی در کوتاه مدت داشتند. مدل بورتن و همکارانش[21] در پی می‌آید.

این نویسندگان در مقاله خود ابتدا مدل کوتاه مدت را تعریف می‌کنند. مدل ارائه شده در اینجا بیان کننده فعالیتهای تولیدی در ارتباط باجریان نقدینگی به منظور حداکثر کردن سود در کوتاه مدت است.

$$\text{Max} \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{J} (b_j - a_j) X_{jt} + M_T$$

تابع هدف:

S.t:

محدودیتها:

$$۱) \sum_{j=1}^{J} g_{ij} x_{jt} \le f_{it} \qquad i= ۱،۲، ...، I \quad t= ۱،۲، ...، T$$

$$۲) \sum_{j=1}^{J} a_j x_{j1} + M_1 \le \sum_{j=1}^{J} b_j x_{j1} + B_1$$

$$۳) \sum_{j=1}^{J} a_j x_{jt} + M_t \le M_{t-1} + \sum_{j=1}^{J} b_j x_{jt} + B_t \quad t= ۱،۲، ...، T$$

که در آن:

X_{jt} : متغیرهای عملیاتی $(j= ۱،۲، ...، J)$ ، $(t= ۱،۲، ...، T)$

M_t : تعادل نقدینگی در پایان دوره t $(t= ۱،۲، ...، T)$

B_t : بودجه‌دریافتی‌از دولت (غیر از سود حاصل از متغیرها) $(t= ۱،۲، ...، T)$

g_{ij} : ضرایب فنی محصولات $(i= ۱،۲، ...، I ; J= ۱،۲، ...، J)$

f_{it}: (i=۱،۲، ... ، I ; t= ۱، ۲، ...، T) سطح تجهیزات سرمایه‌ای

a_j : (j= ۱، ۲، ...، J) هزینه تولید

b_j : (j= ۱، ۲، ...، J) درآمد ناشی از تولید

در این مدل؛ تابع هدف عبارت است از ماکزیمم کردن سود نهایی تنزیل شده به علاوه تعادل نقدینگی نهایی[۲۲]. گروه اول از محدودیتها نشان می‌دهد که متغیرهای عملیاتی به تجهیزات سرمایه‌ای موجود محدود می‌گردد. دسته دوم محدودیتها بیان می‌کند که باید تعادل هزینه و درآمد برقرار باشد. وجوه مورد استفاده به علاوه نقدینگی پایان دوره باید حداکثر برابر درآمد ناشی از فروش افزون بر درآمدهای خارج از سازمان یعنی بودجه دریافتی (B_t) باشد.

واضح است که انتخاب پروژه یکی از مهمترین بخشهای مدلهای بودجه‌بندی سرمایه است. یکی از معیارهای مهم انتخاب پروژه ارزش فعلی NPV خالص[۲۳] است، با تنزیل کردن سود خالص (جریانات خالص) پروژه مقدار NPV در طول عمر پروژه حاصل خواهد شد. در بیشتر مدلهای پیشین، همچون مدل میلر و مودیگلانی (Miller- Modigliani Model) میانگین وزنی هزینه سرمایه برای تابع هدف پیشنهاد شده است. در حالی که هزینه وزنی سرمایه عموماً یک نرخ تنزیل معقولی به شمار نمی‌آید. به علاوه در دیگر مدلها، بودجه‌بندی سرمایه مستقل از سرمایه‌گذاری سرمایه[۲۴] در نظر گرفته شده است. در حالی که در حقیقت بودجه‌بندی سرمایه بخشی از فرایند سرمایه‌گذاری سرمایه است. این موقعیت می‌تواند در یک مدل برنامه ریزی خطی، جایی که در آن هزینه‌های سرمایه‌ای به وسیله بودجه محدود می‌شود، فرموله گردد.

تابع هدف این مدل حداکثر کردن سود خالص ناشی از پروژه‌ها به شرح زیر است:

$$\text{Max } Z = \sum_{k=1}^{K} \{W_k + \sum_{t=1}^{T} d_t (C'_{kt} - C_{kt})\} Y_k$$

S:t:

$$۱) \sum_{k=1}^{K} C_{kt} Y_k + M_t = M_{t-1} + \sum_{t=1}^{T} C'_{kt} Y_k + B_t \qquad t=۱،۲،...،T$$

$$۲) Y_k = 0 \text{ یا } 1 \qquad k= ۱، ۲، ...، K$$

که در آن؛

Y_k : (k= ۱، ۲، ...، K) پروژه kام

M_t : (t= ۱، ۲، ...، T) تعادل نقدینگی نهایی در پایان دوره t

B_t : (t= ۱، ۲، ...، T) بودجه دریافتی از خارج سازمان در دوره t

W_k : (k= ۱، ۲، ...، K) ارزش اسقاط پروژه در پایان دوره T

$C'=_{kt}$: (k ۱، ۲، ...، K) ; (t= ۱، ۲، ...، T) ورودی نقدی پروژه K در دوره

C_{kt} : (k= ۱، ۲، ...، K) ; (t= ۱، ۲، ...، T) خروجی نقدی پروژه k در دوره t

این مدل بیان کننده یک مدل بودجه بندی سرمایه‌ای بلند مدت در مؤسسات است که هدف آن حداکثر کردن سود پروژه به علاوه ارزش اسقاط آنها در پایان دوره t است. در ضمن محدودیت اول بیانگر تعادل جریانات ورودی و خروجی نقدی است و مجموعه دوم بیانگر اجرا یا عدم اجرای پروژه خواهد بود.

حال به چگونگی ترکیب مدل کوتاه مدت و بلند مدت پرداخته می‌شود. مدل حاصل، همان مدل جامع برای بودجه‌بندی و برنامه‌ریزی نقدینگی در یک مؤسسه خواهد بود. مدل به طور کامل به شرح زیر است:

تابع هدف:

$$\text{Max } \sum_{t=۱}^{T-۱} (d_{t+۱} - d_t) M_t + d_t M_t^+ + \sum_t \sum_j d_t (b_j - a_j) X_{jt} + \sum_k \{W_k + \sum_{t=۱}^{T} d_t (C'_{kt} - C_{kt})\} Y_k + \sum_{i=۱}^{I} V_i f_{it} - \sum_{t=۱}^{T} d_t (\sum_{i=۱}^{I} C_i e_{it})$$

محدودیتها:

S.t:

$$۱) \sum_{j=۱}^{J} g_{ij} X_{ji} \le f_{it} \quad (i= ۱، ۲، ...، I ; t= ۱، ۲، ...، T)$$

$$۲) f_{it} = \alpha f_{it-۱} + e_{it} \quad (i= ۱، ۲، ...، I ; t= ۱، ۲، ...، T)$$

$$۳) \sum_{i=۱}^{I} h_{ir} e_{it} \le H_{rt} \quad (r= ۱، ۲، ...، R ; t= ۱، ۲، ...، T)$$

$$۴) \sum_j (a_j - b_j) X_{jt} + \sum_i C_i e_{it} + \sum_k (C_{kt} - C'_{kt}) Y_k + M_t - M_{t-۱} \le B_t$$

$(t= ۱، ۲، ...، T)$

۵) $Y_k= ۰$ یا ۱ $(k= ۱، ۲، ...، K)$ $M_0 =0$

که در آن؛

e_{it}: تعداد تجهیزات سرمایه‌ای خریداری شده در دوره t و موجود برای استفاده در شروع دوره t

α_t: شاخص بقا برای همه تجهیزات سرمایه‌ای $(0< \alpha_t <۱)$ و $[(۱- \alpha t)$ عبارت است از نرخ استهلاک$]$

C_i: هزینه هر واحد از تجهیزات سرمایه‌ای i ام $(i= ۱، ۲، ...، I)$

V_i : ارزش اسقاط تجهیزات i ام در پایان دوره برنامه‌ریزی $(i= ۱، ۲، ...، I)$

H_{rt} : r امین حداکثر مقدار سرمایه‌گذاری برای تجهیزات در دوره t $(r= ۱، ۲، ...، R \qquad t= ۱، ۲، ...، T)$

h_{ir}: r امین حداکثر سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سرمایه‌ای i ام. $(i= ۱، ۲، ...، I ; r= ۱، ۲، ...، R)$

B_t : منبع مالی (بودجه) برای عملیات و سرمایه‌گذاری که خارج از مؤسسه حاصل می‌شود. $(t=۱، ۲، ...، T)$ و

اولین مجموعه از محدودیتها بیانگر حدود تجهیزات سرمایه‌ای در عملیات کوتاه مدت است. دومین مجموعه نشان دهنده تجهیزات سرمایه‌ای موجود در دوره t است که عبارت است از تجهیزات باقی مانده از دوره ۱ - t به علاوه تجهیزات خریداری شده در دوره t مجموعه سوم، بیان کننده میزان سرمایه‌گذاری در تجهیزات سرمایه‌ای برای عملیات موجود است. محدودیتهای دسته چهارم بیانگر تعادل نقدینگی در هر دوره t می‌باشد و آخرین مجموعه، بیان کننده اجرا یا عدم اجرای پروژه است.

مدلهایی دیگر راجع به کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی در بودجه

در دو دهه اخیر مدلهای ریاضی متعددی در خصوص بودجه‌بندی و برنامه‌ریزی مالی و اقتصادی ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به مدل آرمانی برای اقتصاد نیجریه اشاره کرد.[۲۵] این مدل که توسط وای. ای. حبیب (Y. A. Habeeb) ارائه شده یک مدل نمونه[۲۶] برای اقتصاد نیجریه است. این مدل که مجموعاً دارای ۴۰۰ متغیر تصمیم و ۱۰۴۰ متغیر انحراف (X, d^+ , d^-) است که با استفاده از مدلهای آرمانی (GP) در تحقیق در عملیات (OR) قابل حل خواهد بود. این مدل دارای سه دسته آرمان است که دارای اولویت ویژه نسبت به همدیگر[۲۷] هستند. آرمانهای مدل به ترتیب؛ تخصیص منابع مالی و ریالی، رشد اقتصادی و تأمین نیروی انسانی هستند.

از دیگر مدلهایی که در باره بودجه‌ریزی نگاشته شده است، می‌توان به مدل گرین برگ و نوناماکار (Greenberg & Nunamakar) اشاره کرد. آنها نیز یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی و چند معیاره به منظور تخصیص بهینه بودجه در بخش عمومی پیشنهاد کرده‌اند. برتری این مدل بر مدل آقای حبیب این است که برای استخراج اولویتها و ضرایب مدل خود از فرایند تحلیل تسلسلی (AHP) استفاده کرده است.[۲۸] در این مدل، سهم نهایی هر ریال بودجه تخصیص داده شده به واحد j در مدیریت k برای هدف Z_k محاسبه می‌شود و به عنوان مطلوبیت تصمیم گیرنده تلقی می‌شود.[۲۹]

زاناکیس (S. H. Zanakis) نیز مدلی برای تخصیص بودجه به کتابخانه ارائه داده است. نویسنده در این مقاله یک رویکرد دو مرحله‌ای برای مسأله سنجش منافع (در حالت کلان) و تخصیص منابع کتابخانه مطرح می‌کند. اولاً به کمک رویکرد AHP به ترکیب قضاوت شرکت کنندگان در کمیته طوفان مغزی[۳۰] می‌پردازد و به کمک نظریات آنها منافع ناشی از خدمات کتابخانه سنجیده می‌شود ثانیاً به تخصیص منابع محدود مالی - با استفاده از یک رویکرد چند هدفه به ارضای اهداف متضادی که در مرحله یک در نظر گرفته نشده - می‌پردازد.[۳۱]

علاوه بر موارد فوق به تلاش محققان بی‌شماری چون؛ E. L. Hannan[۳۲], A. H. Kvanli[۳۳], C. goiner & N. E.Drake[۳۴], G. Mckeown & F. Selia[۳۵], T. W. Ruefli[۳۶], W. D. Cook[۳۷], G. Allen & L. C. Tat[۳۸], J.H. Bookbinder & F. Ulengin[۳۹], Y. Ijrir[۴۰], Ottesmann & Gleenson[۴۱], JCT. Mao[۴۲] در زمینه برنامه‌ریزی مالی و بودجه‌بندی و بخصوص تخصیص منابع مالی می‌توان اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

این مدلها، نشان دهنده اهمیت بودجه‌بندی و تخصیص بهینه منابع مالی به فعالیتها هستند. بدیهی است که چنانچه فعالیتها و محیط تصمیم‌گیری از پیچیدگی برخوردار نباشد، استفاده از مدلهای

ریاضی چندان اهمیت ندارد. اما اهمیت رویکردهای ریاضی زمانی روشن می‌شود که تعداد متغیرهای تصمیم و فعالیتها و اهداف متضاد به گونه‌ای سرسام‌آور افزایش می‌یابد.

حاصل مطالعه و بررسی صدها مقاله و کتاب علمی معتبر از ۱۹۶۰ تاکنون توسط محققین نشان می‌دهد که اساسی‌ترین مدلهای ارائه شده در خصوص تخصیص بودجه، مدلهای ذکر شده در متن مقاله هستند. سایر مقالات نگاشته شده در چند دهه اخیر به نوعی مشابه و یا برگرفته از این مدلها هستند. در این راستا محققین صرفاً به ذکر مدلهای اصلی پرداخته و از بیان سایر مدلهای حاشیه‌ای به منظور اطاله کلام خودداری کرده‌اند.

برخی از مدلهای ارائه شده در این مقاله به متغییرهای تصمیم به عنوان متغییرهای «بله - خیر» توجه دارند. این معضل در مدل GGD کوپر و مدل جامع بورتن و همکارانش نیز دیده می‌شود. مدل ریاضی ZBB نیز به متغییرها به عنوان یک متغییر پیوسته توجه دارد که هر مقداری از جمله صفر را به خود می‌توانند بگیرند؛ به عبارت دیگر، ممکن است به یک فعالیت اصلاً بودجه‌ای اختصاص پیدا نکند. به علاوه در بودجه‌های دولتی و سازمانهای غیر تولیدی آرمانهایی مطرح است که در هیچکدام از مدلهای مطالعه شده دیده نمی‌شود. همچنین انعطافی که در مدلها دیده می‌شود در بودجه سازمانهای دولتی کمتر دیده می‌شود.

خلاصه اینکه نقص مدلهای ارائه شده در تعمیم به بودجه دولتی در کشور ما آشکارا به چشم می‌خورد. این رویکردهای ریاضی بیشتر تبیین کننده بودجه‌های عملیاتی در مؤسسات خصوصی و تولیدی هستند؛ در حالی که بودجه سازمانهای دولتی چارچوب ویژه‌ای دارد که از مؤلفه‌ها و آرمانهای خاص خود برخوردار است. با این اوصاف طراحی یک مدل ریاضی خاص سازمانهای دولتی با عنایت به رویکردهای تئوریک بودجه‌بندی ضرورت می‌یابد.

به رغم تأکید نگارندگان بر اهمیت مدلهای ارائه شده مدل ریاضی خاص بودجه سازمانهای دولتی در ایران باید با دقت بیشتر مورد توجه قرار گیرد. بیان این مدل نیاز به تعمق بیشتر دارد به گونه‌ای که مقاله‌ای مستقل می‌طلبد.

پانویسها و منابع و مآخذ

1- Decomposition

2- Decision Units

3- Zero - Base Budgeting

4- Goal Programming

5- Charnes A. , W. W. Cooper and Et. al., "**Studies In Mathematical and Managerial Economics**", North-Holland Publishing Company, 1971, PP. 166-180.

6- Management Units

7- Operational Units

8- Attribute Levels

9- Stipulations

10- Shadow Price

11- Global Resource Allocation

12- Generalized Goal Decomposition Model

13- Conflicting Muliple Objectives

14- Decision Pakages

15- Goals

16- Objectives

17- Lee M. S. and J. P. Shim., "**Zero-Base Budgeting: Dealing With conflicting Objectives**", Long Range Planning, Vol. 17, No. 5, 1984, PP. 103-110.

18- Maximum Desired Level

19- Lexicographic Manner

20- Multiperiod

21- Burton R. M. et. al., "**An Organizational Model of Integrated Budgeting for Short-Run Operations and Long-Run Investment**", Journal of Operationa Research Society, Vol. 30, No. 6, PP. 575-585.

22- Terminal Cash Balance

23- Net Present Value = NPV

24- Capital Investments

25- Habeeb Y. A., "**Adapting Multi-Criteria Planning to the Nigerian Economy**", Journal of Operational Research Society,

Vol. 42, No. 10, 1991, PP. 885-888.

26- Formulation of A Prototype Model.

27- Pre-emptive

۲۸- آذر عادل و عزیزا... معماریانی، «AHP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی»، فصلنامه علمی - پژوهشی دانش مدیریت، شماره ۲۷ و ۲۸، زمستان ۱۳۷۳ و بهار ۱۳۷۴، دانشگاه تهران، ص ص ۲۲ الی ۳۲.

29- Greenberg R. R. and T. R. Nunamakar., **"Integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP) into the Multiobjective Budgeting Modles of Public Sector Organizations"**, Socio-Economic Planning Science, Vol. 23, No. 3, 1994, PP. 197-206.

30- Brain Storming

31- Zanakis S. H., **"A Multicriteria Approach for Library Needs Assesment and Budget Allocation"**, Socio-Economic Planning Science, Vol. 251, No. 3, 1991.

32- Hannan E. L., **"Allocation of Library Funds for Books and Standing Orders-A Multiple Objective Formulation"**, Computers and Operations Research, Vo. 5, 1978, PP. 109-114.

33- Kvanli A. H., **"Financial Planning Using Goal Programming"**, OMega, Vol, 6, 1980, PP. 207-218.

34- Joiner C. and A. E. Drake., **"Govermental Planning and Budgeting With Multiple Objective Modles"**, Omega, Vol. 11, No. 1, 1983, PP. 57-66.

35- Mc Keown P. G. and A. F. Sella., **"A Financial Planning Moder for Presidential Candidates"**, Socio-Economic Planning Science, Vol. 18, No. 2, 1983, PP. 83-86.

36- Ruefli, Timothy W., **"A Moderl for Resource Allocation In Complex Hierarchies"**, Socio-Economic Planning Sciene, Vol. 18, No. 1, 1984, PP. 59-67.

37- Cook Wade D., **" Goal Programming and Finacial Planning Models for rHighway Rehabilitation"**, Journal of Operations Reserch Society, Vol. 35, No. 3, 1984, PP. 217-223.

38- Allen G. G. and L. C. Tat., **"The Deveoplment of an Objective Budget Allocation Procedure for Academic Library Acquisitions"**, Libri, Vol. 37, No. 3, 1987, PP. 211-221.

39- Bookbinder J. H. and F. Ulenging., **"Budget Allocation and Profit for Logistics and It's Interfaces"**, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol. 21, No. 7, 1991, PP. 14-21.

40- Ijiri Y., **"Management Goals and Accounting for Control"**, North-Holland Publishing Company, 1979.

41- Ottensmann J. R. and M. E. Gleenson., **"Implementation and Testing of a Decision Support System for Public Library Materials Acquisition Budgeting"**, Journal of the American Society for Information Science, Vol. 44, No. 2, 1993, PP. 83-93.

42- Mao JCT., **"Quantative Analysis of Financial Decisions"**, Macmillan, New York, U.S.A., 1969.