

کاربرد ریاضیات در پیشبینی‌های بودجه‌بندی

شاید تا چند سال پیش، زمانی که بحث بودجه به میان می‌آمد بسیاری از مسئولان مالی شرکتها و موسسات، آن را تکمیل فرمها و درج اعداد و ارقامی در چارچوبهای خواسته شده می‌دانستند که عمدتاً از طرف سازمانهای بالادست ستادی اداره‌کننده این قبیل شرکتها و موسسات درخواست می‌شد و گهگاه پس از تهیه در بایگانی شرکتها و حتی سازمانهای ستادی به دست فراموشی سپرده می‌شد و یا در خوشبینانه‌ترین حالت این چنین بودجه‌ای با دیدگاه و خواسته‌های سازمانهای ستادی تهیه می‌گردید و به صورت تفصیلی عملیات جاری شرکتها را در بر نمی‌گرفت از این رو برای شرکت، کاربرد چندانی نداشت. از طرفی بعلت

نبودن رقابت و اعمال یارانه‌های اعطایی دولت، اساساً بحث از هدفگذاری، برنامه‌ریزی، پیشبینی‌ها و کنترل عملیات از طریق هدفهای از پیش تعیین شده معنایی نداشت. عمدتاً برای هر نوع تولید با هر کیفیتی و به هر میزان به علت کمبودهای حاکم در جامعه، تقاضا وجود داشت؛ حتی کار به جایی رسیده بود که در پاره‌ای موارد تولید ضایعات درآمد بیشتری برای شرکتها و موسسات ایجاد می‌کرد. اما اکنون با گسترش رقابت در صنایع مختلف، حذف ارز با نرخهای متفاوت که سودهای هنگفتی را برای برخی از شرکتها به همراه داشت، عدم تقاضا به دلیل ورود کالاهای مشابه

محمود نیری

فوق‌لیسانس مدیریت صنایع

برنامه‌ریزی استراتژیک در حقیقت فرایندی است که ضمن آنها هدفها و خطوط کلی فعالیت و ماموریت‌های سازمان در دراز مدت تعیین می‌شود.

خارجی، افزایش هزینه‌ها و ... امر برنامه‌ریزی که یکی از اصول پایه‌ای مدیریت می‌باشد نقش و اهمیت خود را بازیافته است. در این شرایط نگرش به بودجه نیز تغییر یافته و اعداد و ارقام حاصل شده از آن برای مدیریت شرکتها و موسسات معنا و مفهوم بسزایی پیدا کرده است.

برنامه‌ریزی و ارتباط آن با بودجه به‌طور کلی برنامه‌ریزی را به دو بخش تقسیم می‌کنند:

۱- برنامه‌ریزی استراتژیک

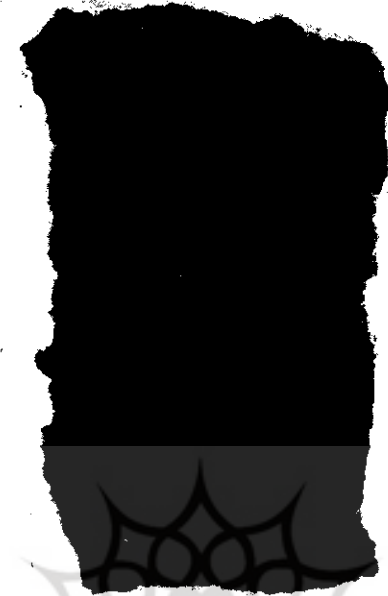
۲- برنامه‌ریزی عملیاتی

برنامه‌ریزی استراتژیک در حقیقت فرایندی است که ضمن آن هدفها و خطوط کلی فعالیت و ماموریت‌های سازمان در دراز مدت تعیین می‌شود^۱. برنامه‌ریزی عملیاتی نیز پیشبینی عملیات برای نیل به هدفهای معین با توجه به امکانات و محدودیتها و خطوط کلی ترسیم شده در برنامه‌ریزی استراتژیک می‌باشد^۲.

در برنامه‌ریزی عملیاتی روشهای کار غالباً تجربه شده و متکی به دستاوردهای گذشته است^۳. همچنین توسط سطوح میانی و پایه سازمان انجام می‌پذیرد و تاکید

یا هدفهایی را براساس برنامه‌ریزی استراتژیک و در چارچوب برنامه‌ریزی عملیاتی مطرح می‌نماید عوامل محدودکننده بر دستیابی به این هدف یا هدفها تاثیر خواهند گذاشت. این عوامل به دو بخش داخل سازمان (نیروی انسانی، ظرفیت ماشین‌آلات، تامین مواد اولیه، تکنولوژی مورد استفاده و ...) و بخش خارج از سازمان (رقبای، میزان تقاضا، محدوده بازار، قوانین و مقررات و ...) تقسیم می‌گردد. از این رو ابتدا به ساکن، بحث بودجه، مقداری کردن این عوامل محدودکننده در یک واحد تجاری مشخص و برای یک دوره یکساله مالی آینده می‌باشد. در بسیاری از موارد هنگام تهیه بودجه به علت ساده‌سازی تاثیرات پیچیده عوامل فوق بر روی یکدیگر، پس از کمی کردن محدودیتها، عاملی را که از همه عوامل بر روی اهداف تاثیر بیشتری دارد در نظر گرفته و سایر عوامل را براساس آن پیشبینی می‌کنند. در حالی که در عمل این چنین نیست و با حذف یک عامل، عامل محدودکننده کننده بعدی به‌عنوان محدودکننده اصلی ظاهر شده و در عمل چندین عامل محدودکننده به‌طور همزمان اهداف را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به همین دلیل تعیین دقیق و آگاهانه نقش و میزان تاثیر هر یک از عوامل محدودکننده کمک خواهد کرد تا بودجه هر چه بیشتر به واقعیت‌های آینده نزدیکتر باشد و بتواند وظایف خود را که شامل طرح‌ریزی و کنترل است بدرستی انجام دهد.

امروزه نقش و تاثیر متقابل علوم بر یکدیگر بر کسی پوشیده نیست و دیگر نمی‌توان شاخه‌ای از علوم را به‌طور مجزا و بدون تاثیرگذاری و یا کمک‌گیری از سایر



آن برکارایی و بازدهی است^۴.
در برنامه‌ریزی عملیاتی هدفها تعیین می‌شود و سپس این هدفها به‌صورت کمی در قالب اعداد و ارقام در بودجه تبلور می‌یابد. اگر چه برنامه‌ریزی استراتژیک را نیز می‌توان بودجه‌بندی کرد ولی این بحث در این مقوله مطرح نخواهد شد. بنابراین بودجه مورد نظر براساس برنامه‌ریزی عملیاتی عنوان می‌شود و دارای ویژگیهای زیر است:

۱- مقداری است،

۲- با واحد تجاری مشخصی ارتباط دارد،

۳- در آینده دوره معینی را تحت پوشش قرار می‌دهد (یکسال مالی)^۵.

عامل یا عوامل محدودکننده در بودجه به محض اینکه مدیریت شرکت هدف

شاخه‌های علوم و به صورت مجرد مورد استفاده قرار داد. این امر در خصوص پیشبینی‌های لازم برای بودجه‌بندی نیز صادق است. در اینجا استفاده از تکنیک‌های موجود در ریاضی کمک خواهد کرد تا عامل یا عوامل محدودکننده بدرستی و بدقت در نظر قرار گیرد و استنتاج‌های لازم با ضریب اطمینان بیشتری انجام شود. بدیهی است اتکای صرف به نتایج به دست آمده نیز در بسیاری از موارد ممکن است گمراه کننده باشد، بنابراین از تکنیک‌های پیشبینی ریاضی باید به عنوان پایه اطلاعاتی استفاده کرد و تاثیرات جانبی کیفی را نیز ملحوظ نظر قرار داد. متأسفانه در گذشته تکنیک‌های موجود به دلیل پیچیدگی و انجام محاسبات دستی و استفاده نکردن از کامپیوتر از سوی متخصصان امور مالی که عهده‌دار تهیه بودجه شرکتها بوده‌اند به دست فراموشی سپرده شده بود ولی در حال حاضر با توجه به امکانات بسیار متنوعی که بسته‌های نرم‌افزاری تهیه شده از این تکنیک‌ها در اختیار می‌گذارد، بدون نیاز به دانش بالای فنی و ریاضی و فقط با اجرای صحیح دستورعمل‌های مربوط، می‌توان از آنها و نتایج محاسباتی حاصل به نحو مطلوب استفاده کرد. بسیاری از این بسته‌های نرم‌افزاری را می‌توان به طور رایگان تهیه کرد.

در برنامه‌ریزی عملیاتی هدفها تعیین می‌شود و سپس این هدفها به صورت کمی در قالب اعداد و ارقام در بودجه تبلور می‌یابد.

تعیین دقیق و آگاهانه نقش و میزان تاثیر هر یک از عوامل محدودکننده کمک خواهد کرد تا بودجه هر چه بیشتر به واقعیت‌های آینده نزدیکتر باشد.

در ادامه با ارایه یک مثال به تشریح استنتاج‌های حاصل از یک مدل برنامه‌ریزی خطی در کامپیوتر که یکی از تکنیک‌های ریاضی پیشبینی است خواهیم پرداخت. بدیهی است تکنیک‌های پیشرفته‌تر مثل برنامه‌ریزی غیرخطی و غیره نیز مطرح است که در این مقاله به آن پرداخته نمی‌شود.

پیشبینی‌ها براساس مدل برنامه‌ریزی خطی به طور کلی چنانچه عامل تولید را به عنوان یگانه انگیزه و عامل ادامه حیات یک شرکت تولیدی در نظر بگیریم، در ابتدا باید بتوانیم میزان و ترکیب بهینه تولید را پیشبینی کرده و براساس آن اقدام به بودجه‌بندی نماییم. معمولاً محصولات تولیدی یک شرکت (متغیرها) ممکن است بسیار زیاد باشد. به طور مثال محصولات

تولیدی یک شرکت تولیدکننده محصولات غذایی به چند صد نوع می‌رسد. همچنین عوامل محدودکننده متعددی با درجات متفاوت شدت و ضعف در میزان تولید محصولات (متغیرها) موثر است که در پاره‌ای از شرکتها این عوامل نیز به چند صد عامل جداگانه تقسیم‌بندی می‌شوند که می‌توان از ظرفیت ماشین‌آلات، ظرفیت نیروی انسانی، میزان تامین مواد اولیه، میزان تامین وجوه نقد و نقدینگی، امکان خرید، امکان فروش، حجم بازار، سلیقه مشتریان و از این دست عوامل نام برد. به هر حال ساختن یک مدل از این محدودیتها و حل آن به صورت دستی علاوه بر نیاز دانش فنی مربوط، زمان بسیار زیادی را طلب می‌کند و در این میان امکان اشتباه را نیز نباید نادیده گرفت. از این رو بسته‌های نرم‌افزاری در زمینه تحقیق در عملیات کاربرد فراوانی یافته است. در ادامه مطلب یکی از بسته‌های نرم‌افزاری پیشگفته بنام QSB+ تشریح خواهد شد. برای آگاهی از نتایج حاصل از حل یک مدل توسط QSB+ مثال زیر را برنامه‌ریزی می‌کنیم. اگر چه مفروضات ارایه شده بسیار ساده هستند ولی می‌تواند الگوی بسیار مناسبی جهت اخذ نتایج و استنتاج حل مدل باشد.

شرکتی قادر است سه نوع محصول C, B, A را تولید کند. اطلاعات تولیدی این

جدول شماره ۱ - اطلاعات تولیدی

شرح	محصول A	محصول B	محصول C
حاشیه فروش	۵	۲/۵	۲
مصرف مواد اولیه	۰/۵	۲	۲/۵
زمان تولید	۱	۵	۶
نیروی کار	۲	۰/۵۰	-

شرکت در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. همچنین موجودی انبار برابر ۱۰۰ واحد، کل ظرفیت ماشین آلات برابر ۷۵ واحد، و ظرفیت نیروی انسانی برابر ۱۵۰ واحد تخمین زده شده است. مدیریت شرکت مایل است برای برنامه‌ریزی عملیات سال آینده بهترین ترکیب تولید را پیشبینی کند.

برای حل مسئله ابتدا مدل برنامه‌ریزی خطی را طبق جدول شماره ۲ درست می‌کنیم. هر مدل از یک معادله که هدف را تعیین می‌کند و چندین محدودیت برای

رسیدن به هدف تشکیل می‌شود.

تا اینجا مدل برنامه‌ریزی خطی ساخته شده است. در ادامه براساس دستور عمل QSB+ اطلاعات مدل ساخته شده به سیستم داده می‌شود. پس از حل، امکان نمایش نتایج ناشی از حل مسئله وجود خواهد داشت.

از آنجا که در برنامه‌ریزی خطی از روش سیمپلکس برای حل استفاده می‌شود جدولهای مختلفی تا حصول نتیجه بهینه مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر کدام به نوعی یک جواب پذیرفتنی بوده ولی قطعاً

بهینه نمی‌باشد (جز جدول نهایی). ولی از نتایج این جدولها در مواردی که با توجه به شرایط بازار و سایر موارد امکان استفاده از اطلاعات جدول نهایی نباشد می‌توان استفاده کرد. شکلهای مختلف استفاده از نتایج به شرح زیر است:

- ۱- حل و نمایش جدول اول،
- ۲- حل و نمایش جدول نهایی،
- ۳- حل نمایش جدول اول و جدول نهایی،
- ۴- حل و نمایش هر یک از جدولها (بترتیب)،
- ۵- حل بدون نمایش جدولها،
- ۶- حل به وسیله نمایش گرافیکی.

اگر حل (۲) را انتخاب کنیم جدول شماره ۳ در صفحه نمایش ظاهر می‌شود. از جدول فوق می‌توان نتایج زیر را استنباط کرد.

- در پایین جدول مقدار بیشترین سود حاصل معادل ۲۶۶/۶۷ واحد می‌باشد.
- براساس جدول تولید محصولات مختلف به شرح زیر است:

$$A = 50$$

$$B = 4/17$$

$$C = 0$$

- ۶۴/۵۸ واحد از محدودیت اول (S1) یعنی موجودی انبار بدون استفاده خواهد ماند.

● چنانچه قصد آن داشته باشیم که از محصول B جتما تولید کنیم به ازای هر یک واحد که از این محصول تولید شود، معادل ۰/۵۶ واحد از سود کم خواهد شد.

- و چنانچه از محدودیتهای دوم و سوم یعنی ظرفیت ماشین‌آلات و نیروی انسانی یک واحد کمتر مصرف شود، به ترتیب معادل ۰/۶۷ و ۱/۴۴ واحد از سود کاسته خواهد شد. به بیان دیگر ارزش هر

جدول شماره ۲ - مدل برنامه‌ریزی خطی

۱- معادله هدف با مفروضات مورد نظر عبارت است از:

بیشترین سود، ناشی از حاصلضرب سود هر واحد در مقدار فروش می‌باشد.

$$(4 \times 3) + (2 \times 5/2) + (1 \times 5) = \text{بیشترین سود}$$

۲- سپس محدودیتهای را در قالب نامعادلات تعریف می‌کنیم.

۲-۱- ترکیب مصرف مواد حداکثر می‌تواند کمتر یا برابر ۱۰۰ واحد باشد.

$$(1/5 \times 1) + (2 \times 2) + (2/5 \times 3) \leq 100$$

۲-۲- ظرفیت ماشین‌آلات حداکثر می‌تواند کمتر یا برابر ۷۵ باشد.

$$(1 \times 1) + (5 \times 2) + (6 \times 3) \leq 75$$

۲-۳- ترکیب استفاده از ظرفیت نیروی انسانی می‌تواند کمتر یا برابر ۱۵۰ باشد. (محصول C نیازی به کار نیروی انسانی ندارد)

$$(2 \times 1) + (1/5 \times 2) + (0 \times 3) \leq 150$$

۳- قطعاً تعداد محصولات A, B, C باید بزرگتر یا حداقل معادل صفر باشد و مقادیر منفی برای تولید محصولات معنی نمی‌دهد. پس

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

جدول شماره ۳ - خلاصه نتایج

متغیر	حل	بهای فرصت	متغیر	حل	بهای فرصت
A	+۵۰/۰۰	۰/۰۰	S _۱	+۶۴/۵۸	۰/۰۰
B	۰/۰۰	+۰/۵۶	S _۲	۰/۰۰	+۰/۶۷
C	+۴/۱۷	۰/۰۰	S _۳	۰/۰۰	+۱/۴۴
حداکثر تابع هدف = ۲۶۶/۶۷					

جدول شماره ۴ - تحلیل حساسیت برای ضریب هدف

متغیر	حداقل C_i	مبنا	حداکثر C_i
A	+۱/۶۷	+۵/۰۰	+∞
B	-∞	+۲/۵۰	+۴/۰۶
C	+۲/۳۱	+۴/۰۰	+۲۰/۰۰

جدول شماره ۵ - تحلیل حساسیت برای ضریب هدف

متغیر	حداقل B_i	مبنا	حداکثر B_i
۱	+۲۵/۴۲	۱۰۰/۰۰	+∞
۲	+۵۰/۰۰	۷۵/۰۰	+۲۲۰/۰۰
۳	-/۰۰	۱۵۰/۰۰	+۲۲۵/۰۰

در بودجه‌بندی کاربرد زیادی دارد حاصل می‌شود:

الف - محاسبه حداکثر سود یا کمترین هزینه،

ب - تعیین ترکیب بهینه تولید،

پ - تعیین میزان ظرفیتهای بلااستفاده و خالی منابع و محدودیتها،

ت - تعیین میزان ارزش هر یک از منابع و یا زیان حاصل از استفاده نکردن از آنها،

ث - تعیین محدوده حداقل و حداکثر ضرایب متغیرهای تابع هدف (حاشیه سود محصولات در مثال فوق)،

ج - تعیین محدوده حداقل و حداکثر میزان منابع (موجودی انبار، ظرفیت ماشین‌آلات و ظرفیت نیروی انسانی در مثال فوق).

منابع:

- ۱- مدیریت عمومی، دکتر سیدمهدی الوانی.
- ۲- حسابداری مدیریت، دکتر رضا شهابنگ.
- ۳- برنامه‌ریزی خطی جلد دوم، دکتر اصغرپور.
- ۴- کاربرد برنامه‌ریزی خطی جلد سوم، دکتر اصغرپور.
- ۵- آشنایی با تحقیق در عملیات (جلد اول)، حمدی طه ترجمه محمدباقر بازرگان.

واحد از ظرفیت ماشین‌آلات ۰/۶۷ و ارزش هر واحد از ظرفیت نیروی کار ۱/۴۴ می‌باشد.

بازدن هر کلید جدول شماره ۴ که تجزیه و تحلیل حساسیت متغیرهای تابع هدف (محصولات) است ظاهر می‌گردد.

از این جدول می‌توان نتایج زیر را بدست آورد:

● دامنه تغییرات حاشیه فروش محصول A، بین ۱/۶۷ و مثبت بی‌نهایت است. این بدین معنی است که در این محدوده چنانچه حاشیه فروش محصول A تغییر کند تغییری در ترکیب تولید حاصل نمی‌شود و صرفاً سود حاصل تغییر می‌کند.

● دامنه تغییرات حاشیه فروش محصول B بین منفی بی‌نهایت تا ۴/۰۶ واحد می‌باشد. منفی بی‌نهایت از آنجا معنی پیدا می‌کند که از محصول B اساساً نباید تولید کرد و چنانچه حاشیه فروش آن تا ۴/۰۶ نیز افزایش یابد نباید از آن تولید کرد.

● دامنه تغییرات حاشیه فروش محصول C نیز بین ۳/۳۱ تا ۳۰ است که نشان می‌دهد چنانچه حاشیه فروش محصول C بین اعداد فوق تغییر کند نباید تغییری در ترکیب تولید داد.

موارد فوق به‌طور مثال در تصمیمگیری جهت کاهش یا افزایش حاشیه فروش در رقابت با رقبای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با فشار دادن هر کلید جدول شماره ۵ ظاهر می‌شود.

این جدول تجزیه و تحلیل مربوط به اعداد و ارقام در محدودیت‌های موجودی انبار، ظرفیت ماشین‌آلات و ظرفیت نیروی انسانی را نشان می‌دهد.

● موجودی انبار می‌تواند بین ۲۵/۴۲ تا مثبت بی‌نهایت نوسان داشته باشد بدون

اینکه ترکیب تولید تغییر کند. بدیهی است سود با افزایش موجودی انبار افزایش خواهد یافت.

● ظرفیت ماشین‌آلات می‌تواند بین ۵۰ تا ۲۳۰ واحد نوسان کند، بدون اینکه ترکیب تولید تغییر نماید.

● ظرفیت نیروی انسانی نیز می‌تواند بین ۰ تا ۲۲۵ واحد نوسان کند، بدون اینکه ترکیب تولید تغییر نماید.

موارد فوق به‌طور مثال در شرایطی که یکی از منابع مثلاً تامین موجودی انبار دچار اشکال می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در صورت استفاده از تکنیک‌های ریاضی امکانات بسیار وسیعی برای تصمیمگیری در انتخاب ترکیب تولید و حفظ این ترکیب در شرایط پیچیده و متغیر و منظور نمودن آن در بودجه به‌وجود می‌آید. بدیهی است موارد ذکر شده گوشه‌ای از امکانات وسیع نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی خطی می‌باشد و افراد علاقه‌مند می‌توانند از بقیه امکانات آن نیز استفاده کنند. به‌طور کلی در چارچوب موارد مطرح شده قابلیت‌ها و امکانات زیر که