

ارایه مدل برنامه‌ریزی خطی با رویکرد استوار برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد (PBB)

عادل آذر^۱، آمنه خدیور^۲، محمدرضا امین ناصری^۳، علی اصغر انواری رستمی^۴

چکیده

بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در چندین دهه گذشته موضوعی بحث برانگیز در مدیریت دولتی بوده است. در دهه نود میلادی موج جدیدی از اشتیاق به بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در بین دولت‌ها شکل گرفت. در سال‌های اخیر تمایل بیشتری به استفاده‌های سازمانی از بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد به وجود آمده که باعث شده است پژوهشگران به جزئیات دقیق‌تر این روش بودجه‌ریزی توجه کنند. بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد به مجموع فرآیندهایی اطلاق می‌شود که قصد دارند بین بودجه تخصیص داده شده به برنامه‌ها و نتایج یا خروجی‌ها ارتباط برقرار کنند. در این پژوهش بررسی تاریخی سایر روش‌های بودجه‌ریزی نشان داد که استفاده از مدل‌های ریاضی برای بودجه‌ریزی به طرز گسترده‌ای مورد توجه پژوهشگران بوده است. با توجه به تعداد زیاد پارامترهای تأثیرگذار در روش بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد و پیچیدگی‌های حاکم بر فضای بودجه‌ریزی، روش‌های کیفی و ذهنی نمی‌توانند به یک تصمیم‌گیری بهینه برای بودجه منجر شوند. هدف این مقاله ارایه یک مدل ریاضی برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد است که بتواند بهینگی و موجه بودن تخصیص انجام شده را در شرایط عدم اطمینان حفظ کند. مهم‌ترین عواملی که باعث ایجاد عدم قطعیت در فضای بودجه‌ریزی می‌شوند مقادیر تخمین زده شده برای هزینه‌ها و محرک‌های هزینه است. در این مقاله از رویکرد برنامه‌ریزی استوار برای ارایه مدل ریاضی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد استفاده شده است. مدل‌های استوار ارایه شده برای تخصیص بودجه در یک بانک ایرانی مورد استفاده قرار گرفته است. مقایسه‌ی نتایج به دست آمده از به کار گیری مدل‌های قطعی و استوار، در خلال سه سال گذشته نشان داد که مدل‌های استوار بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد توانسته‌اند شاخص انحراف بودجه را در این سازمان بهبود دهند.

واژه‌های کلیدی: بودجه‌ریزی، بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی استوار

۱. استاد دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، ایران

۲. دانش‌آموخته دکترای مدیریت سیستم، دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، مدرس دانشگاه الزهراء، ایران

۳. دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

۴. استاد دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۰/۰۵/۰۱

نویسنده مسئول: آمنه خدیور

Email: khadivar@modares.ac.ir

مقدمه

فنون ریاضی روش‌هایی هستند که باعث تخصیص بهینه منابع محدود به فعالیت‌های رقیب می‌شوند، پس به جاست که در سازمان‌های عمومی و خصوصی که پیچیدگی تنظیم بودجه و تخصیص منابع به نیازها و اهداف و مصرف امکانات مالی آینده آن‌ها آنچنان 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 در بودجه لاجرم باید مراحل و سیر تکوین جنبه‌های فنی بودجه نویسی را مورد مطالعه قرار داد. در مرحله اول یعنی بین سال‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۵ تأکید بیشتر بر نظارت بر هزینه‌ها بوده و بودجه صرفاً به‌عنوان یک وسیله‌ی کنترل مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این مرحله بودجه براساس فصول و مواد هزینه‌ها تهیه می‌شده است. از آنجا که محیط سازمان در این دوره یک محیط آرام و با ثبات به‌شمار می‌آید؛ بودجه‌ریزی نیز از پیچیدگی خاصی برخوردار نبوده و اغلب برای پیش‌بینی هزینه‌ها از روند گذشته و روش‌های ذهنی و کیفی استفاده می‌شد.

در دهه بعد با به‌وجود آمدن بودجه‌ریزی عملیاتی و برنامه‌ای، مدیریت و اندازه‌گیری عملیات سازمان مورد توجه قرار گرفت. در این مرحله بودجه به‌عنوان ابزاری برای بهبود مدیریت مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این دهه بودجه به تفکیک برنامه‌ها نظر داشته و برحسب 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 جهت پیش‌بینی‌های کوتاه مدت هزینه در تصمیم‌گیری مورد توجه قرار گرفته 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 مرحله آغاز تلاش و کوشش در جهت برنامه‌ریزی در بودجه بود که ادامه آن در سال ۱۹۶۵ به‌صورت سیستم بودجه‌ریزی طرح و برنامه تداوم یافته و آشکار شده است. در این دوره است که دانتز یک متد برنامه‌ریزی خطی را به شکل کاملاً کاربردی بهبود داده و حتی شکل تجزیه آن را نیز توسعه داده است و متدهای مربوط به صف، تئوری بازی و شبیه‌سازی به شکل

وسیع مورد استفاده قرار گرفته‌اند. محیط سازمانی نسبت به دو مرحله قبل از پیچیدگی بیشتری برخوردار شده است. رقبا نیز وارد محیط شده‌اند و در مقابل حرکات استراتژیک و تاکتیکی سازمان واکنش نشان می‌دهند، متغیرهای تصمیم‌گیری به‌طور تصاعدی افزایش یافته‌اند و نگرش سیستمی در مدیریت رواج یافته است. مرحله چهارم بودجه‌ریزی از زمانی آغاز شد که محیط سازمانی به یک محیط متلاطم و آشفته بدل شده و پیچیدگی تصمیم و تغییر و تحولات بنیادی و خودجوش در محیط سازمانی، برنامه‌ریزی استراتژیک را در مدیریت پدید آورد. در این دوره بودجه به‌عنوان یک ابزار و عامل استراتژیک جهت مقابله با حوادث غیرقابل پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفت. در این دهه در بودجه‌ریزی سناریوهای متعددی طراحی می‌شد و برای هر فعالیت (برنامه) که به واحدهای تصمیم‌گیری تعبیر می‌شوند نیز سطح ریالی و مالی مختلفی در نظر گرفته می‌شد و بسته به نوسان مقدار بودجه به‌واسطه‌ی متغیرهای غیرقابل کنترل، از سطح مورد نظر استفاده شده است. این تفکر به تدوین بودجه‌ریزی بر مبنای صفر در سال ۱۹۷۳ منجر شده است. استفاده از مدل‌های ریاضی چند هدفی در این دوره تدوین بودجه از رواج چشمگیری برخوردار شده است. پس از آن استفاده از مدل‌های ریاضی در حل مسئله بودجه به موضوعی جذاب تبدیل شد. پس از احیای مجدد روش بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در دهه ۹۰، امروزه بر تعدادی از سازمان‌ها که این روش را جهت انجام بودجه‌ریزی انتخاب می‌کنند افزوده شده است. بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، سیستمی از بودجه‌ریزی است که ارایه دهنده منابع مورد نیاز برای دستیابی به اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت، هزینه برنامه‌ها و فعالیت‌های مرتبط پیشنهاد شده برای دستیابی به اهداف گفته شده و ستانده‌ها یا خدماتی است که در لوای هر برنامه باید تولید یا ارایه شود. به عبارت دیگر، بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد یک نظام بودجه‌ریزی است که به‌طور مطلوب برنامه‌ها را به نتایج پیوند می‌دهد. از مهم‌ترین ارکان این روش بودجه‌ریزی می‌توان به برنامه‌ریزی، محاسبه قیمت تمام شده و ارزیابی عملکرد اشاره کرد علی‌رغم پیچیدگی‌های موجود در این روش بودجه‌ریزی و تعداد زیاد متغیرهای تصمیم‌گیری در آن، پژوهش‌های بسیار اندکی با رویکرد ریاضی به این روش

بودجه‌ریزی انجام شده است. هدف از این مقاله آن است که بتواند با استفاده از رویکرد استوار در برنامه‌ریزی خطی مدلی عمومی برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد ارایه دهد که بتواند در شرایط عدم قطعیت حاکم بر پارامترهای بودجه‌ریزی بهینگی خود را حفظ کرده و کارا باشد.

مرور مبانی نظری

۱- مدل‌های ریاضی بودجه‌ریزی

در این بخش به بررسی مهم‌ترین مدل‌های ریاضی ارایه شده برای روش‌های مختلف بودجه‌ریزی می‌پردازیم.

معتبرترین مدلی که تاکنون درباره‌ی بودجه PPBS ارایه شده، مدل تحلیلی-ریاضی از سیستم بودجه طرح و برنامه (PPBS: Planning Programming Budgeting System) یا مدل چارنر و کوپر [۱۳] است که آن را در سال ۱۹۷۱ ارایه داده‌اند. این مدل که به‌طور اختصاصی 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 بودجه‌ریزی طرح و برنامه است که در آن، واحد مرکزی، ویژگی سطح عالی سازمان است و مسئولیت تعیین اهداف و تخصیص کلی منابع را به عهده دارد. واحدهای مدیریت سطوح میانی سازمان هستند که منابع محلی تحت کنترل خود را در محدوده اختیارات تعیین شده توسط واحد مرکزی می‌توانند تخصیص دهند. واحدهای عملیاتی پایین‌ترین سطح سازمانی هستند که مسئولیت خلق پیشنهادهای پروژه‌ای برای مسئولان واحدهای مدیریتی را عهده دارند. این ساده‌سازی، 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، صرف‌نظر از روابط داخلی و بیرونی، با محیط برخورد دارند.

مدل ریاضی معروف دیگر، مدل بودجه‌ریزی بر مبنای صفر (Zero Based Budgeting: ZBB) است. در این روش مدیر باید هر واحد تصمیم را به‌عنوان یک بسته تصمیم تشریح نماید. هر سطح از یک بسته تصمیم باید شامل شرح کاملی از

فعالیت‌ها، منابع مورد نیاز، اهداف کوتاه‌مدت و اثر فعالیت پیشنهادی بر اهداف اصلی باشد. در وضعیتی که بسته‌های تصمیم ایجاد می‌شوند باید به‌منظور اولویت‌بندی، رتبه‌بندی و بازنگری شود. رتبه‌بندی بسته‌های تصمیم در قالب اولویت‌ها به مدیران اجازه می‌دهد که در هر سطح سازمان آن دسته از آرمان‌ها و اهداف را که مهم هستند شناسایی کند. این رتبه‌بندی همچنین تخصیص بهینه 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؛ بنابراین تفصیل مواد بودجه را نیز فراهم می‌آورد. مدل ریاضی ZBB سه دسته محدودیت آرمانی اساسی دارد [۲۸]. دسته اول برنامه یا فعالیت‌های دستیابی به هدف، دسته دوم هدف رسیدن به حداقل بسته تصمیم و دسته سوم آرمان سقف بودجه. تابع هدف مسئله بودجه‌ریزی بر مبنای صفر، شامل اهداف متعدد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی است. اولویت آرمان‌ها در بسته‌های تصمیم ایجاد کننده یک تابع هدف در مسئله ZBB هستند که نشان دهنده‌ی حداقل کردن متغیرهای انحرافی نامناسب است.

همچنین در مدل جامع برای بودجه‌ریزی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، چارنر، کوپر و میلر از مدل برنامه‌ریزی خطی برای برنامه‌ریزی نقدینگی و تعاملش با تولید استفاده کرده‌اند. بیکر و دامون نیز از مدل‌های مختلف برنامه‌ریزی خطی برای فرموله کردن چنین مسائلی استفاده کرده‌اند. ساکلین و کرنبلو همچنین برنامه‌ریزی خطی را برای بودجه‌ریزی مالی کوتاه-مدت مدنظر قرار داده‌اند. دامون و اسکرم نیز یک مدل غیرخطی را که شامل متغیرهای تولید، مالی و بازاریابی است توسعه داده‌اند [۲].

یکی از جامع‌ترین مدل‌هایی که توسط بورتن و همکاران برای برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و بلندمدت ارایه شده؛ به بودجه به‌عنوان یک منبع در کنار مواد و تجهیزات توجه دارد. به-علاوه این مدل تلاش دارد که در بودجه‌ریزی، افق زمانی را به بیش از یکسال بکشاند، در حالی که سایر مدل‌های گفته شده در بالا بیشتر تأکید بر برنامه‌ریزی و بودجه‌ریزی در کوتاه‌مدت داشتند [۱۲].

در دو دهه اخیر مدل‌های ریاضی متعددی در خصوص بودجه‌ریزی و برنامه‌ریزی مالی و

اقتصادی ارایه شده است که از آن جمله می‌توان به مدل آرمانی برای اقتصاد نیجریه اشاره کرد [۳۳]. این مدل که در مجموع دارای ۴۰۰ متغیر تصمیم و ۱۰۴۰ متغیر انحراف از آرمان است با استفاده از مدل‌های آرمانی در تحقیق در عملیات قابل حل خواهد بود. این مدل دارای سه دسته آرمان است که دارای اولویت ویژه نسبت به همدیگر هستند. آرمان‌های مدل به ترتیب، تخصیص منابع مالی و پولی، رشد اقتصادی و تأمین نیروی انسانی هستند. از دیگر پژوهش‌هایی که درباره بودجه‌ریزی نگاشته شده است، می‌توان به مدل گرین برگر و نونامکار اشاره کرد. آن‌ها نیز یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی و چند معیاره به‌منظور تخصیص بهینه بودجه در بخش عمومی پیشنهاد کرده‌اند. برتری این مدل بر مدل حبیب این است که برای استخراج اولویت‌ها و ضرایب مدل خود، از فرآیند تحلیل تسلسلی (AHP) استفاده کرده‌اند.

زاناکیس با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مدلی برای تخصیص بودجه در کتابخانه مرکزی کشور یونان ارایه داده است. وی به کمک رویکرد AHP به ترکیب قضاوت شرکت کنندگان در کمیته طوفان مغزی می‌پردازد و به کمک نظریات آن‌ها منافع ناشی از خدمات کتابخانه سنجیده می‌شود. در ثانی به تخصیص منابع محدود مالی با استفاده از یک رویکرد چند هدفی، به ارضای اهداف متضادی که در مراحل اولیه در نظر گرفته نشده، می‌پردازد [۲۲].

عادل آذر در سال ۱۳۷۴ [۱] مدل ریاضی را برای تخصیص بودجه در سازمان‌های دولتی ارایه کرد. مطالعات وی نشان داد، طراحی مدل ریاضی بودجه به‌شدت تحت تأثیر عواملی چون افق بودجه‌ریزی، ساختار بودجه و انتظارات مدیریت و تصمیم‌گیران است. بودجه در هر سیستمی تحت تأثیر رویکرد بودجه‌ریزی نیز هست. همچنین وجود عوامل برون‌زا و مداخله‌گر باعث خواهد شد که برنامه‌ریزی تصمیم‌گیران سازمانی درباره نحوه تسهیم بودجه بین برنامه‌ها و فعالیت‌ها دستخوش تغییر شده و در عمل تمامی کوشش آن‌ها بی‌خاصیت جلوه کند. مدل مورد بحث دارای دو دسته متغیر تصمیم است. متغیرهای تصمیم برون‌زا که با نماد X نشان داده می‌شوند و شامل سلاقی مدیران، پرسنل و

محدودیت‌های سازمانی است. این دسته از متغیرها بر پایه سطوح زمان، برنامه و فعالیت بیان شده‌اند. متغیرهای تصمیم درون‌زا مربوط به ساختار درونی بودجه بر گرفته از فصول و مواد بودجه هستند. وی در مدل گفته شده از روش برنامه‌ریزی آرمانی جهت مدلسازی استفاده کرده است که دارای دو نوع آرمان و سه نوع محدودیت است.

عادل آذر مدل ریاضی تخصیص بودجه در سازمان‌های دولتی را با استفاده از منطق فازی توسعه داد. مهم‌ترین عاملی که باعث استفاده از رویکرد فازی در بودجه‌ریزی شده است، نادقیق و مبهم بودن داده‌ها موجود در سازمان‌ها است که اکثر مدل‌های قبلی این عوامل را ثابت و قطعی فرض کرده و اثر آن را در مدلسازی هزینه نادیده انگاشته بودند. در این مدل، عادل آذر با استفاده از رویکرد فازی توانست مدلی را ارایه دهد که بتواند با عدم قطعیت داده‌های موجود سازمان‌ها سازگار شود [۴].

علاوه بر موارد فوق به تلاش پژوهشگران بی‌شماری چون آیش و کلابجان [۶]، حنان [۲۳]، وان لی [۲۰]، جویئر و دریک [۱۵]، سلیا و مک کاون [۲۷]، روفلی [۲۶]، کوک [۱۴]، آلن و تات [۳۰]، بوکیندر و یولنگین [۳۱]، ایجیری [۴۴]، اوتسمن و گلینسن [۱۸]، مائو [۲۲]، مداگلیا و همکاران [۵]، زیلا [۳۶]، وایز و پروشک [۳۲]، گلسون و اتنسمان [۱۹]، و یو، وی و هان [۳۵] در زمینه برنامه‌ریزی مالی و بودجه‌ریزی و به‌خصوص تخصیص منابع مالی می‌توان اشاره کرد.

برخی از مدل‌های ارایه شده در این پژوهش به متغیرهای تصمیم به‌عنوان متغیرهای (بله-خیر) توجه دارند. این مسئله در مدل چارنز و کوپر و مدل جامع بورتن و همکارانش دیده می‌شود. برخی مدل‌های ریاضی نیز به متغیرها به‌عنوان یک متغیر 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 نکنند. همچنین در اکثر مدل‌ها اثر عدم قطعیت داده‌ها لحاظ نشده و تنها مدلی که این اثر را در نظر گرفته مدل عادل آذر است که عدم قطعیت را به‌صورت فازی در نظر گرفته است.

۲- بهینه‌سازی استوار

در برنامه‌ریزی ریاضی اغلب این گونه فرض می‌شود که داده‌های ورودی دقیقاً معلوم هستند و اثر عدم قطعیت داده‌ها بر بهینگی و موجه بودن مدل را نادیده می‌گیریم. بدین منظور بهترین برآوردی را که از داده‌های مورد نیاز مدل در دست داریم استفاده می‌کنیم که به این داده‌ها، داده‌های اسمی می‌گویند. بنابراین به نظر می‌رسد؛ به محض اینکه داده‌ها، مقادیری غیر از مقدار اسمی خود بگیرند، ممکن است چندین محدودیت نقض شود و جواب بهینه به دست آمده برای مقادیر اسمی، دیگر بهینه یا حتی موجه نباشد. هنگامی که داده‌های موجود در تابع هدف غیر قطعی باشند، با تغییر مقادیر اسمی، بهینگی جواب به دست آمده برای مسئله اسمی به خطر میفتد و موقعی که داده‌های مربوط به محدودیت‌ها قطعی نباشند نگران موجه بودن جواب به دست آمده هستیم. این مشاهده به یک سؤال طبیعی برای طراحی رویکردهایی برای یافتن جوابی بهینه که در مقابل عدم قطعیت داده‌ها ایمن باشد منتج می‌شود که این جواب‌ها را استوار می‌نامند. در کاربردهای عملی برنامه‌ریزان خطی نمی‌توان امکان این را نادیده گرفت که عدم قطعیت ناچیز در داده‌ها می‌تواند جواب بهینه معمولی را از دیدگاه علمی به‌طور کامل بی‌معنی کند در بررسی بن-تال و نیمیروفسکی [۱۰] آشکار می‌شود که ۰/۰۱ درصد نوسان در داده‌هایی که به وضوح غیر قطعی هستند موجه بودن جواب بهینه به دست آمده برای داده‌های اسمی را با یک احتمال که قابل صرف نظر کردن نیست مثلاً ۵۰٪ دچار مخاطره می‌کند. همچنین شواهدی در دست نیست که بگوید با تنظیمات و تغییرات اندک که در جواب بهینه به دست آمده برای داده‌های اسمی می‌توان مانع بروز این مشکلات شد. مواردی وجود دارد که در آن‌ها باید جواب بهینه به دست آمده برای داده‌های اسمی را به کلی تغییر داد.

رویکردی که در سال‌های اخیر برای مقابله با عدم قطعیت داده‌ها بسط داده شده است، بهینه‌سازی استوار می‌باشد که در آن به بهینه‌سازی به هنگام رخ دادن بدترین موارد پرداخته می‌شود که ممکن است منجر به یک تابع هدف کمینه کردن ماکسیمم (Min-) شود. در این رویکرد به دنبال جواب‌های نزدیک به بهینه‌ای هستیم که با احتمال

بالایی موجه باشند. به عبارت دیگر با کمی صرفنظر کردن از تابع هدف، موجه بودن جواب به دست آمده را تضمین می‌کنیم. البته در مورد عدم قطعیت در ضرایب تابع هدف، با کمی صرفنظر کردن از مقدار تابع هدف بهینه، به دنبال جوابی هستیم که با احتمال بالایی جواب‌های واقعی بهتر از آن جواب باشند.

مالوی و همکاران [۲۴] رویکردی ارایه کردند که فرموله‌بندی‌های برنامه‌ریزی آرمانی را با سناریوهای داده‌های مسئله ترکیب می‌کند. در اوایل دهه ۱۹۷۰ سویستر [۲۹] یک مدل بهینه‌سازی خطی ارایه کرد که بهترین جواب موجه برای همه داده‌های ورودی را به ما می‌دهد به طوری که هر داده ورودی می‌تواند هر مقداری را از یک بازه بگیرد. این رویکرد تمایل به یافتن جواب‌هایی دارد که بیش - محافظه کارانه هستند. بدین معنی که برای اطمینان از استوار بودن جواب در این رویکرد به مقدار زیادی از بهینگی مسئله اسمی دور می‌شویم. بن - تال و نیمروفسکی [۷][۸][۹] و ال - قانویی [۱۶] با فرض اینکه داده‌ها در مجموعه‌های بیضوی عدم قطعیت دارند، الگوریتم‌های کارایی برای حل مسایل بهینه‌سازی محدب تحت عدم قطعیت داده‌ها ارایه نموده‌اند. با این وجود با توجه به اینکه فرموله بندی‌های استوار به دست آمده از مسایل درجه دو مخروطی هستند، این روش‌ها نمی‌توانند به طور مستقیم برای مسایل بهینه‌سازی گسسته مورد استفاده قرار گیرند [۸]. برتسمیس و سیم [۱۱] رویکرد متفاوتی را برای کنترل سطح محافظه کاری معرفی کرده‌اند. این رویکرد از این مزیت برخوردار است که به یک مدل بهینه‌سازی خطی منجر می‌شود و بنابراین بر روی مدل‌های بهینه‌سازی گسسته نیز قابل اعمال است. در رویکرد استوار، بردار $x \in R^n$ را یک جواب موجه استوار گویند اگر به ازای همه داده‌های متعلق به مجموعه عدم قطعیت U محدودیت‌های مدل را ارضاء کند. همچنین به ازای یک جواب داده شده $x \in R^n$ ، مقدار استوار تابع هدف $\hat{c}(x)$ در (LOU) بیشترین مقدار تابع هدف است وقتی $c^T x + d$ به ازای همه داده‌های متعلق به مجموعه عدم قطعیت U است. در این صورت مسئله هم‌تای استوار مدل بهینه‌سازی خطی غیرقطعی (LOU) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\min_x \left\{ \hat{c}(x) = \sup_{(c,d,A,b) \in U} [c^T x + d] : Ax \leq b \quad \forall (c,d,A,b) \in U \right\}$$

در واقع مسئله همتای استوار به دنبال کمینه کردن مقدار استوار تابع هدف بر روی همه جواب‌های موجه استوار هستیم. یک جواب بهینه برای مسئله همتای استوار، جواب بهینه استوار نامیده می‌شود و به مقدار بهینه مسئله همتای استوار، مقدار بهینه استوار می‌گویند. در ادامه چند مدل اصلی همتای استوار محدودیت‌های خطی را ارائه می‌دهیم.

۲-۱- مدل استوار سویستر

در رویکرد سویستر برای بررسی عدم قطعیت در مسئله فوق فرض می‌شود که ضرایب سمت راست و ضرایب تابع هدف قطعی بوده و ضرایب متغیرها در محدودیت‌ها (\tilde{a}_{ij}) متغیرهای تصادفی هستند که به‌طور مستقل در بازه متقارن $[a_{ij} - \hat{a}_{ij}, a_{ij} + \hat{a}_{ij}]$ مقدار می‌گیرند [۷۴]. قابل توجه است که فرض قطعی بودن ضرایب تابع هدف و همچنین قطعی بودن ضرایب سمت راست بر روی کلیت مسئله تأثیری ندارد؛ زیرا می‌توان تابع هدف را به صورت پیشینه کردن Z نوشت و یک محدودیت $z - c^T x \leq 0$ را به مسئله اضافه کرد و در $Ax \leq b$ قرار داد. همچنین در صورت مشاهده عدم قطعیت در ضرایب سمت راست (b) متغیر جدید $0 \leq x_{n+1} \leq 1$ به مسئله اضافه شده و محدودیت‌ها به صورت $Ax - bx_{n+1} \leq 0$ نوشته می‌شوند. در این مدل همتای استوار ارائه شده توسط سویستر به صورت زیر است:

Maximize $c^T x$
Subject to

$$\sum_j a_{ij} x_j + \sum_{j \in J_i} \hat{a}_{ij} y_{ij} \leq b_i \quad \forall i$$

$$-y_j \leq x_i \leq y_{ij}$$

$$l \leq x \leq u$$

$$y \geq 0$$

در مدل بالا، J_i مجموعه ضرایب غیرقطعی در سطر i ام ماتریس A است [۲۹].

۲-۲- مدل استوار بن-تال و نمیروفسکی

با وجود اینکه روش سویستر حداکثر حفاظت را موجب می‌شود، این روش در عمل

محافظه کارانه‌ترین روش نیز است و مقدار تابع هدف بسیار بدتری از مقدار تابع هدف مسئله بهینه‌سازی خطی اسمی ارایه می‌کند. برای حل این مشکل بن-تال و نمیرفسکی همتای استوار زیر را برای مسئله بهینه‌سازی خطی اسمی گفته شده ارایه کردند [۸][۹]:

Maximize $c^T x$

Subject to

$$\sum_j a_{ij} x_j + \sum_{j \in J_i} \hat{a}_{ij} y_{ij} + \Omega_i \sqrt{\sum_{j \in J_i} \hat{a}_{ij}^2 z_{ij}^2} \leq b_i \quad \forall i$$

$$-y_{ij} \leq x_i - z_{ij} \leq y_{ij} \quad \forall i, j \in J_i$$

$$l \leq x \leq u$$

$$y \geq 0$$

بر طبق مدل بالا بن-تال و نمیرفسکی نشان دادند؛ احتمال نقض شدن محدودیت i ام

حداکثر برابر $\exp(-\frac{\Omega_i^2}{2})$ است. مدل گفته شده محافظه‌کاری کمتری نسبت به مدل

سویستر از خود نشان می‌دهد و هر جواب موجه به‌دست آمده در آن در مدل سویستر نیز موجه است.

۲-۳- مدل استوار برتسیمس و سیم

در مدل برتسیمس و سیم هر کدام از ضرایب محدودیت‌ها $a_{ij}, j \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ به-

صورت یک متغیر تصادفی مستقل، با توزیع متقارن ولی ناشناخته $\tilde{a}_{ij}, j \in N$ مدل

می‌شود که در بازه $[a_{ij} - \hat{a}_{ij}, a_{ij} + \hat{a}_{ij}]$ مقدار می‌گیرد که \hat{a}_{ij} نشان دهنده‌ی انحراف

از ضریب اسمی a_{ij} است. هر کدام از ضرایب تابع هدف $c_j, j \in N$ به‌صورت در بازه

$[c_j - d_j, c_j + d_j]$ مقدار می‌گیرد که d_j نشان دهنده‌ی انحراف از ضریب اسمی c_j

است. گفتنی است؛ از آنجا که تابع هدف مینیمم‌سازی است و هدف مدل‌های استوار به-

دست آوردن ماکزیمم تاسف (regret) است تنها یک طرف بازه گفته شده یعنی مورد

استفاده قرار می‌گیرد؛ یعنی فرض می‌شود که c_j در بازه $[c_j, c_j + d_j]$ مقدار می‌گیرد.

برای فرموله‌بندی همتای پایدار مسئله، Γ_i به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

نقش Γ_i ها در محدودیت‌ها تنظیم نمودن میزان استواری روش پیشنهادی در مقابل سطح

محافظه کاری جواب است. Γ_i را سطح حفاظت برای محدودیت i ام می نامیم. پارامتر Γ_0 سطح استواری در تابع هدف را کنترل می کند. بنابراین می خواهیم مقدار جواب بهینه را در حالت هایی پیدا کنیم که Γ_0 تا از ضرایب تابع هدف تغییر می کند و بیشترین تأثیر را روی جواب می گذارد.

با جاگذاری در همتهای استوار اصلی، می توان آن را به صورت زیر فرموله کرد:

$$\text{Minimize } c^T x + z_0 \Gamma_0 + \sum_{j \in J_0} p_{0j}$$

Subject to:

$$\sum_i a_{ij} x_j + z_i \Gamma_i + \sum_{j \in J_i} p_{ij} \leq b_i \quad \forall i$$

$$z_0 + p_{0j} \geq d_j y_j \quad \forall j \in J_0$$

$$z_i + p_{ij} \geq \hat{a}_{ij} y_j \quad \forall i \neq 0, j \in J_i$$

$$p_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \in J_i, y_j \geq 0 \quad \forall j, z_i \geq 0 \quad \forall i, -y_j \leq x_j \leq y_j$$

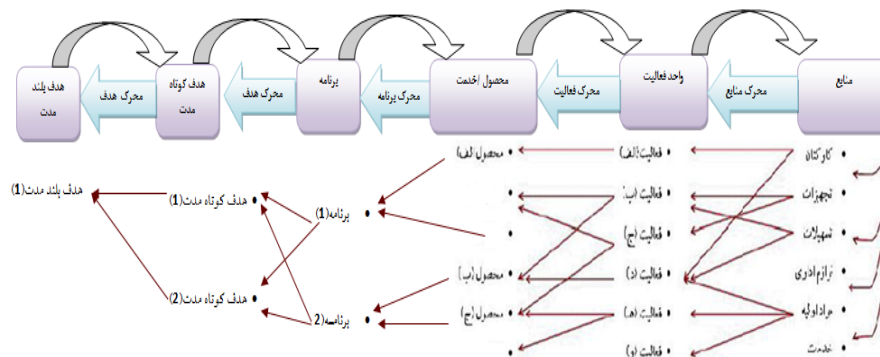
$$\forall j, l_j \leq x_j \leq u_j \quad \forall j$$

مدل پیشنهادی بودجه ریزی بر مبنای عملکرد

۱- تعریف ساختار مدل

فرآیند بودجه ریزی بر مبنای عملکرد، از برنامه ریزی آغاز می شود. در این مرحله ارتباطات اهداف کلان و استراتژی های سازمانی تا اهداف عملیاتی و برنامه ها در قالب روابط سلسله-مراتبی شناخته شده و به صورت یک درختواره از اهداف استخراج می شود. در مرحله بعد نوبت به فرآیند هزینه یابی می رسد که از تعریف فعالیت، تعریف واحد فعالیت، تفکیک واحد فعالیت بر حسب عملیات، تعیین خروجی و برون داد هر واحد فعالیت، عملیات هزینه یابی بر اساس هر واحد فعالیت و در نهایت محاسبه بهای تمام شده بر حسب هر خروجی تشکیل شده است. همچنین در خلال فرآیند ارزیابی عملکرد تعریف شاخص های کلیدی عملکرد و محرک های کلیدی عملکرد و ارزیابی آنها انجام می شود. در نهایت، هزینه های هر واحد فعالیت به محصولات و خدمات نهایی و هزینه های محصولات و خدمات نهایی به برنامه ها نسبت داده می شود. به منظور بودجه ریزی، ابتدا منابع (یا همان

هزینه‌ها) برای دوره آتی بودجه‌ریزی پیش‌بینی می‌شود سپس با توجه به قیمت تمام شده برای هر یک از فعالیت‌ها و محصولات سازمان و میزان استفاده هر یک از آن‌ها از منابع، همچنین میزان تأثیرگذاری آن‌ها برای رسیدن به اهداف نهایی سازمان (که از ارزیابی شاخص‌های عملکردی حاصل می‌شود)، حجم مناسب فعالیت برای دوره آتی از به‌دست می‌آید. از ضرب حجم فعالیت در قیمت تمام شده آن، بودجه فعالیت به‌دست می‌آید. نمودار ۱ نمایی از فرآیند توضیح داده شده را نشان می‌دهد.



نمودار ۱. شمایی از ساختار بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد

توضیح‌های گفته شده می‌تواند مبنای یک مدل برنامه‌ریزی خطی باشد که در آن هدف افزایش اثربخشی یا میزان رسیدن به اهداف نهایی سازمان است که از طریق تکرار فعالیت-های سازمان انجام می‌شود و این فعالیت‌ها به میزان محرک‌های مختلف در حال استفاده از منابع محدود هستند. این مدل و توضیحات آن در ادامه ارائه شده است.

۲- مدل قطعی پیشنهادی

$$\text{Maximize } \sum_{r=1}^n \sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K e_{qr} d_{pq} c_{kp} I_k z_k$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq S_i$$

$$\sum_{j=1}^n b_{jk} x_j \geq z_k, \quad k=1, \dots, n$$

Boundary Limitations

$$x_j, z_k \geq 0; x_j, z_k \in Z \quad \forall i, k, j; 0 \leq a, b, c, d, e, I \leq 1$$

در این مدل موضوع ارزیابی عملکرد، قیمت تمام شده و محدودیت منابع به طور همزمان در نظر گرفته شده است. موضوع عملکرد در تابع هدف و قیمت تمام شده در محدودیت‌ها دیده شده است. ضرایب تابع هدف مربوط به شاخص‌های عملکردی فعالیت‌ها و محصولات و برنامه‌ها و اهداف و ضرایب محدودیت‌ها محرک‌های منبعی هستند و متغیرها عبارتند از حجم انجام فعالیت‌ها. همانطور که قابل پیش‌بینی بود، این مدل از کلیه مدل‌های رایج شده برای بودجه متمایز است؛ زیرا متغیرهای اصلی آن نه از جنس ریال بلکه از جنس خروجی و عملکرد هستند و ضرایب آن را نه مطلوبیت‌ها بلکه محرک‌ها تشکیل داده‌اند.

۲-۱- متغیرها

تعریف متغیرها و اندیس‌های مورداستفاده در مدل عبارتند از:

اندیس اهداف کلان $R = 1, 2, \dots, R$ ، اندیس اهداف کوتاه‌مدت $Q = 1, 2, \dots, Q$ ، اندیس برنامه‌های اجرایی $P = 1, 2, \dots, P$ ، اندیس محصولات $K = 1, 2, \dots, K$ ، اندیس واحد فعالیت $j = 1, 2, \dots, m$ ، اندیس منبع $i = 1, 2, \dots, n$ ، حجم انجام فعالیت j : x_j ، تعداد خروجی (محصول): z_k ، نتیجه ارزیابی عملکرد محصول k : kI_k ، محرک منبع i به ازای فعالیت j : a_{ij} ، محرک فعالیت j در محصول k : b_{jk} ، محرک محصول k در برنامه p : C_{kp} ، محرک برنامه p به ازای هدف کوتاه q : d_{pq} ، محرک هدف کوتاه‌مدت q در هدف کلان r : e_{qr} ، مقدار منبع i : S_i

۲-۲- تابع هدف

در این مدل تابع هدف به معنای ماکسیم کردن اثربخشی (میزان نیل به اهداف کلان) است. میزان نیل به اهداف بلندمدت (کلان) از اندازه‌گیری شاخص‌های عملکردی محاسبه می‌شود و با توجه به ساختار نشان داده شده در نمودار ۱ عبارت است از امتیاز محاسبه شده برای شاخص‌های عملکردی اهداف کوتاه‌مدت تشکیل دهنده هدف بلندمدت ضرب در ضریب تأثیر آن‌ها در هدف کلان یا درازمدت (محرک هدف). امتیاز اهداف کوتاه‌مدت نیز برابر با امتیاز برنامه‌های اجرایی ضرب در تأثیر آنها در اهداف کوتاه مدت حاصل می‌شود.

شود و امتیاز برنامه‌ها از ضرب شاخص‌های ارزیابی محصولات در محرک‌های محصول. به همین ترتیب در نهایت امتیاز هر محصول برابر است با مجموع امتیازات فعالیت‌های تشکیل دهنده‌ی آن ضرب در محرک فعالیت‌ها ضرب در حجم انجام هر فعالیت. بنابراین بعد از جاگذاری عبارت زیر حاصل خواهد شد که به معنای امتیاز عملکرد اهداف کلان سازمان است و طبق مبانی نظری بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد به دنبال افزایش یا بیشینه کردن آن است.

$$\sum_{r=1}^n \sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K e_{qr} d_{pq} c_{kp} I_k z_k$$

۲-۳- محدودیت‌ها

در این مدل محدودیت‌ها به معنای محدودیت منابع در دسترس هستند. فعالیت‌ها از منابع مختلف سازمان (نیروی انسانی، تجهیزات، انرژی، مواد و...) مصرف می‌کنند. در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد حجم ریالی این منابع در قالب سر فصل‌های هزینه‌های مربوط به دوره‌های قبل در سیستم‌های حسابداری موجود است و با به کار گیری یک روش پیش‌بینی می‌توان مقدار آن‌ها را برای دوره بعدی برآورد کرد. میزان استفاده هر فعالیت از هر منبع یا به نام محرک فعالیت شناخته می‌شود که ضرایب متغیرها را در محدودیت‌های مختلف تشکیل می‌دهند. در بودجه‌ریزی دولتی به دنبال آن هستیم که میزان صرف شده از هر منبع (به ازای انجام فعالیت‌های مختلف) برابر مقدار پیش‌بینی شده یا کمتر باشد؛ بنابراین محدودیت سطر یک شکل می‌گیرد. محدودیت سطر دو جهت ایجاد تعادل و همچنین ایجاد رابطه منطقی بین حجم فعالیت‌ها و تعداد محصولات شکل گرفته است. برای مثال اگر برای تولید محصولی خاصی از سازمان، حجم مشخصی از فعالیت‌های متفاوت باید انجام شود، لازم است که در قالب یک محدودیت گفته شود. محدودیت سطر سوم به محدودیت‌های کران اختصاص دارد. محدودیت سطر آخر به این معناست که مدل ارایه شده از نوع برنامه‌ریزی عدد صحیح است (x_{jk} میزان تکرار یک فعالیت برای تولید یک محصول است) و همچنین از صفر شدن آن جلوگیری می‌کند.

پس از حل مدل و تعیین مقدار بهینه حجم فعالیت‌ها و تعداد محصولات، موارد زیر از مدل

قابل استخراج است.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_i a_{ij} x_j = \text{بودجه فعالیت}$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_i b_{jk} a_{ij} x_j = \text{بودجه خروجی (محصول)}$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_i C_{kp} b_{jk} a_{ij} x_j = \text{بودجه برنامه اجرایی}$$

$$\sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_i d_{pq} c_{kp} b_{jk} a_{ij} x_j = \text{بودجه هدف کوتاه مدت}$$

$$\sum_{r=1}^R \sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_i e_{qr} d_{pq} c_{kp} b_{jk} a_{ij} x_j = \text{بودجه هدف بلند مدت}$$

۳- همتای استوار مدل بوجه‌ریزی بر مبنای عملکرد (بر اساس مدل سویستر)

همان‌طور که در بخش بهینه‌سازی استوار بیان شد؛ مدل‌های استوار در مواردی به کار می‌روند که عدم قطعیت در پارامترهایی از مدل وجود داشته باشد. در این صورت ممکن است موجه بودن و بهینگی مسئله با تغییر حتی یک پارامتر مورد مخاطره قرار گیرد. عدم قطعیت در مسئله این پژوهش در ضرایب تابع هدف (ضرایب تأثیر یا محرک‌ها) و همچنین مقدار پیش‌بینی شده برای منابع (سمت راست محدودیت‌ها) وجود دارد. هدف از نوشتن همتای استوار این مسئله آن است که بودجه‌ریزی به نحوی انجام شود که در عمل موجه بودن ناحیه جواب و بهینگی تابع هدف حفظ شود. از مهم‌ترین دلایل نبود قطعیت در ضرایب تابع هدف می‌توان به ذهنی و نظری بودن ضرایب تأثیر یا محرک‌ها اشاره کرد. این ضرایب اغلب از خبرگان یا مدیران اخذ می‌شود و تحت تأثیر چانه‌زنی‌های علمی در هنگام برنامه‌ریزی قرار دارند. در برخی موارد مقدار این ضرایب با روش‌های پیش‌بینی تخمین زده می‌شود. برای مثال مقادیر سمت راست محدودیت‌ها (منابع) برای دوره آتی از روش‌های مختلف پیش‌بینی می‌شوند؛ بنابراین، به هیچ‌وجه دارای قطعیت نیستند و ممکن است در عمل کمتر یا بیشتر شوند. مسئله دیگر رعایت انعطاف‌پذیری بودجه است. بودجه مناسب برای سازمان بودجه‌ای است که تا حدی انعطاف‌پذیر بوده و اجازه برخی تغییرات

را به مدیر بدهد. اگر انجام این تغییرات به از دست رفتن بهینگی تخصیص انجام شده منجر شوند، بودجه انعطاف لازم را نداشته است. این موضوع اهمیت ارایه مدل استوار برای بودجه‌ریزی را نشان می‌دهد. همتای استوار مدل ارایه شده در مدل قطعی پیشنهاد با فرض نبود قطعیت در سمت راست (منابع) بر اساس مدل سویستر عبارتست از:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^n \sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K e_{qr} d_{pq} c_{kp} I_k z_k$$

St:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - \hat{S}_i y \leq S_i m_i \quad \forall i, S_i \in U \quad \text{Uncertainty set: } U$$

$$-y \leq m_i \leq y$$

$$\sum_{j=1}^n b_{jk} x_j \geq z_k \quad ; k=1, \dots, n$$

Boundary Limitations

$$y, m_i, x_j, z_k \geq 0; x_j, z_k \in Z \quad \forall i, k, j; 0 \leq a, b, c, d, e, I \leq 1$$

$$\text{That: } \forall i: S_i \in [S_i - \hat{S}_i, S_i + \hat{S}_i]$$

۴- همتای استوار مدل بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد (بر اساس مدل برتسیمس و سیم)

$$\text{Max} \sum_{r=1}^n \sum_{q=1}^Q \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K e_{qr} d_{pq} c_{kp} I_k z_k - g_0 \Gamma_0 - \sum_j p_{0j}$$

Subject to:

$$\sum_k \sum_j \sum_i a_{ij} x_{jk} - z_i \Gamma_i + \sum_{j \in J_i} p_{ij} \leq S_i \quad \forall i$$

$$\sum_{j=1}^n b_{jk} x_j \geq z_k \quad ; k=1, \dots, n$$

$$g_0 + p_{0j} \geq d'_j y_j \quad \forall j \in J_0$$

$$g_i + p_{ij} \geq \hat{a}_{ij} y_j \quad \forall i \neq 0, j \in J_i$$

$$x_j, z_k \geq 0; x_j, z_k \in Z \quad \forall i, k, j; 0 \leq a, b, c, d, e, I \leq 1 \quad p_{ij} \geq 0$$

$$\forall i, j \in J_i, y_j \geq 0 \quad \forall j, g_i \geq 0 \quad \forall i, -y_j \leq x_j \leq y_j \quad \forall j, k$$

$$\text{That: } \Gamma_i \in [0,1] \text{ و } a_{jk} \in [a_{jk} - \hat{a}_{jk}, a_{jk} + \hat{a}_{jk}] \text{ و } b_{jk} \in [b_{jk} - b'_{jk}, b_{jk}]$$

$$c_{kp} \in [c_{kp} - c'_{kp}, c_{kp}] \text{ و } d_{pq} \in [d_{pq} - d'_{pq}, d_{pq}] \text{ و } e_{kp} \in [e_{qr} - e'_{qr}, e_{qr}]$$

مدلسازی ریاضی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد: مطالعه‌ی موردی

به منظور تست مدل ارایه در یک سازمان واقعی از داده‌های مربوط به بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در بانک تجارت ایران استفاده شده است. در ابتدا یک حوزه عملیاتی از بانک (حوزه تخصیص منابع) انتخاب شده و سپس اطلاعات مورد نیاز شامل مهم‌ترین فعالیت‌های این حوزه، محصولات، برنامه‌ها اهداف کوتاه‌مدت و اهداف بلندمدت و روابط میان آن‌ها گردآوری شده است. برای استخراج روابط منطقی و مقداردهی محرک‌ها و تعیین مقدار انحراف در ضرایب از نظر خبرگان بانک استفاده شده است. منظور از روابط عبارت است از روابط میان فعالیت‌ها و محصولات، محصولات و برنامه‌ها، برنامه‌ها و اهداف کوتاه‌مدت، اهداف کوتاه‌مدت و اهداف بلندمدت، منابع مصرفی و فعالیت‌ها. به جهت اختصار و کوچک کردن مدل از یک سلسله‌مراتب برنامه‌ریزی بلند استفاده نشده است. تعدادی از فعالیت‌ها و محصولات و برنامه‌ها به عنوان نمونه انتخاب شدند و از اهداف این حوزه عملیاتی نیز فقط یک هدف بلندمدت مدنظر قرار گرفت. اطلاعات گفته شده برای سه سال گذشته (سه دوره عملکردی بانک) سازماندهی شد تا تخصیص بودجه با استفاده از مدل‌ها برای هر سه سال انجام شود و نتایج با هزینه‌های واقعی برنامه‌های همان سال مقایسه شود.

۱- گردآوری اطلاعات

پس از گردآوری اطلاعات از حوزه عملیاتی تخصیص، تعدادی از فعالیت‌ها و محصولات و برنامه‌ها به منظور نیل به یک هدف درازمدت (کسب سود از طریق حفظ درآمدهای حوزه تخصیص) انتخاب شدند که در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱. فعالیت‌ها، محصولات، برنامه‌ها و اهداف منتخب از بانک جهت بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد

هدف درازمدت	هدف کوتاه‌مدت	برنامه اجرایی	التیس	خروجی (مجموعه)	نام متغیر	نام فعالیت	نام متغیر	نام منبع هزینه	R.H.S
افزایش سود ناخالص بانک کسب سود عملیاتی بانک تجارت از طریق حفظ درآمدهای موجود حوزه تخصیص منابع	ده درصد افزایش در پرداخت تسهیلات مشارکتی	P1	- مضاربه - مشارکت مدنی	z1 z2	- پرداخت مضاربه - پرداخت مشارکت مدنی - برنامه خرید سلف - پرداخت فروش اقساطی - پرداخت اجاره به شرط تملیک - اعطای خرید دین - پرداخت تسهیلات ارزی خصوصی - پرداخت تسهیلات ارزی دولتی - پرداخت تسهیلات قرض الحسنه - توسعه ضمانت‌نامه‌ها - پرداخت اعتبارات اسنادی	x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8	- هزینه‌های پرسنلی - هزینه‌های اداری - هزینه انرژی - هزینه فناوری اطلاعات - هزینه تجهیزات و مواد مصرفی	S1 S2 S2 S4 S5	
	ده درصد افزایش در پرداخت تسهیلات میان‌مدتی	P2	- خرید سلف - فروش اقساطی - اجاره به شرط تملیک - خرید دین	z3 z4 z5 z6					
	ده درصد افزایش در پرداخت تسهیلات خارجی	P3	- تسهیلات ارزی خصوصی - تسهیلات ارزی دولتی	z7 z8					
	ده درصد افزایش در اعطای تسهیلات ارزی و ربالی	P4	- تسهیلات قرض‌الحسنه - ضمانت‌نامه اعتبارات اسنادی	z9 z10 z11					

۲- مدل قطعی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در سازمان مورد مطالعه

با توجه به مقادیر استخراج شده برای ضرایب متغیرها و سمت راست محدودیت‌ها در سازمان مورد مطالعه و بر اساس مدل کلی برنامه‌ریزی خطی برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد که در بخش ۳ ارایه شد، مدل بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در حوزه عملیاتی انتخاب شده بانک تجارت به شرح زیر است:

$$\text{Max } 0.25 z_1 + 0.03 z_2 + 0.05 z_3 + 0.03 z_4 + 0.05 z_6 +$$

$$0.09z_7+0.15z_8+0.02z_9+0.04z_{10}+0.12z_{11}$$

SUBJECT TO

$$5x_1+5x_2+x_3+15x_4+2x_5+x_6+x_7+15x_8+x_9 \leq 1000$$

$$3x_1+15x_2+x_3+x_4+2x_5+x_6+5x_7+5x_8+x_9 \leq 1000$$

$$5x_1+5x_2+15x_3+x_4+x_5+2x_6+15x_7+x_8+2x_9 = 1000$$

$$15x_1+x_2+x_3+x_4+2x_5+x_6+5x_7+15x_8+x_9 \leq 1000$$

$$15x_1+x_2+5x_3+5x_4+2x_5+x_6+3x_7+15x_8+6x_9 \leq 1000$$

$$3x_1+2x_2+5x_3+x_4+8x_5+6x_6+2x_7+5x_8+x_9 - z_1 > = 0$$

$$x_1+x_2+3x_3+5x_4+2x_5+7x_6+4x_7+x_8+8x_9 - z_2 > = 0$$

$$3x_1+2x_2+5x_3+7x_4+6x_5+8x_6+x_7+9x_8+9x_9 - z_3 > = 0$$

$$3x_1+x_2+3x_3+2x_4+x_5+2x_6+5x_7+3x_8+5x_9 - z_4 > = 0$$

$$5x_1+3x_2+5x_3+3x_4+x_5+5x_6+7x_7+x_8+8x_9 - z_5 > = 0$$

$$4x_1+x_2+x_3+4x_4+2x_5+8x_6+4x_7+7x_8+8x_9 - z_6 > = 0$$

$$5x_1+4x_2+1x_3+7x_4+4x_5+8x_6+2x_7+5x_8+3x_9 - z_7 > = 0$$

$$7x_1+2x_2+2x_3+4x_4+2x_5+3x_6+x_7+8x_8+x_9 - z_8 > = 0$$

$$3x_1+7x_2+4x_3+3x_4+2x_5+8x_6+1x_7+5x_8+7x_9 - z_9 > = 0$$

$$3x_1+2x_2+4x_3+x_4+2x_5+6x_6+2x_7+2x_8+x_9 - z_{10} > = 0$$

$$x_1+7x_2+5x_3+x_4+8x_5+x_6+2x_7+3x_8+7x_9 - z_{11} > = 0$$

$$\begin{aligned}
 & X_1 > = 10, X_2 > = 10, X_3 > = 10, X_4 > = 10, X_5 > 10, X_6 > = 10, X_7 > \\
 & = 10, X_8 > = 10, X_9 > = 10, Z_1 > = 0, Z_2 > = 0, Z_3 > = 0, Z_4 > = 0, Z_5 > = \\
 & 0, Z_6 > = 0, Z_7 > = 0, Z_8 > = 0, Z_9 > = 0, Z_{10} > = 0, Z_{11} > = 0 \\
 & X_1 - X_9, Z_1 - Z_{11} \in Z
 \end{aligned}$$

END

۳- همتای استوار مدل بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در سازمان مورد

مطالعه

همان‌طور که در بخش بهینه‌سازی استوار بیان شد، عدم قطعیت موجود در پارامترهای بودجه‌ریزی مانند منابع در دسترس در دروه آتی بودجه‌ریزی یا ضرایب متغیرها در محدودیت‌ها و تابع هدف (مقدار محرک‌ها، مقدار سود ناشی از هر هر محصول، ضرایب تأثیر هر برنامه در هدف و...) می‌تواند در عمل به از دست رفتن بهینگی منجر شده و مدل قطعی ارایه شده را ناکارآمد کند. بنابراین، همتای استوار مدل بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در بانک با توجه به مدل سویستر در ادامه ارائه می‌شود. برای استخراج مجموعه عدم قطعیت از نظر خبرگان و همچنین مراجعه به داده‌های دوره‌های گذشته استفاده شده است. مقادیر غیرقطعی برای حدود بالا برابر با بازه ۹۰ درصدی و ۱۱۰ درصدی و برای بازه پایین ۵۰ درصدی و هفتاد درصدی در نظر گرفته شد. همچنین برای حل مدل با روش برتسیمس و سیم لازم بود تا برای تعیین سطح محافظه‌کاری در تابع هدف و محدودیت‌ها ابتدا تعداد پارامترهای غیر قطعی به دست آید. بر اساس فرمول $(n * m) + m$ خواهیم داشت $11 + (11 * 9)$ برابر با ۱۱۰. بنابراین سطح محافظه‌کاری تابع هدف بین ۰ تا ۱۱۰ و سطح محافظه محدودیت‌ها طبق تعریف بین ۰ و ۱۰ تغییر می‌کند. در ادامه مدل استوار بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در بانک تجارت ارایه می‌شود.

$$\begin{aligned}
 \text{Max } & 0.26 z_1 + 0.03 z_2 + 0.05 z_3 + 0.03 z_4 + 0.05 z_6 \\
 & + 0.09 z_7 + 0.15 z_8 + 0.02 z_9 + 0.04 z_{10} + 0.12 z_{11}
 \end{aligned}$$

SUBJECT TO

$$\begin{aligned}
 & 5x_1 + 5x_2 + x_3 + 15x_4 + 2x_5 + x_6 + x_7 + 15x_8 + x_9 - 200y - 1000m_1 \leq \\
 & 0 \quad x_1 + 15x_2 + x_3 + x_4 + 2x_5 + x_6 + 5x_7 + 5x_8 + x_9 - 200y - 1000m_2 \\
 & \leq 0 \quad 5x_1 + 5x_2 + 15x_3 + x_4 + x_5 + 2x_6 + 15x_7 + x_8 + 2x_9 - 200y -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 1000m_3 \leq 0 \quad 15x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + 2x_5 + x_6 + 5x_7 + 15x_8 + x_9 - \\
& 200y - 1000m_4 \leq 0 \\
& 15x_1 + x_2 + 5x_3 + 5x_4 + 2x_5 + x_6 + 3x_7 + 15x_8 + 6x_9 - 200y - 1000m \\
& 5 \leq 0 \quad 3x_1 + 2x_2 + 5x_3 + x_4 + 8x_5 + 6x_6 + 2x_7 + 5x_8 + x_9 - z_1 > = 0 \\
& x_1 + x_2 + 3x_3 + 5x_4 + 2x_5 + 7x_6 + 4x_7 + x_8 + 8x_9 - z_2 > = 0 \\
& 3x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 7x_4 + 6x_5 + 8x_6 + x_7 + 9x_8 + 9x_9 - z_3 > = 0 \\
& 3x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 + x_5 + 2x_6 + 5x_7 + 3x_8 + 5x_9 - z_4 > = 0 \\
& 5x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 3x_4 + x_5 + 5x_6 + 7x_7 + x_8 + 8x_9 - z_5 > = 0 \\
& 4x_1 + x_2 + x_3 + 4x_4 + 2x_5 + 8x_6 + 4x_7 + 7x_8 + 8x_9 - z_6 > = 0 \\
& 5x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 7x_4 + 4x_5 + 8x_6 + 2x_7 + 5x_8 + 3x_9 - z_7 > = 0 \\
& 7x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 2x_5 + 3x_6 + x_7 + 8x_8 + x_9 - z_8 > = 0 \\
& 3x_1 + 7x_2 + 4x_3 + 3x_4 + 2x_5 + 8x_6 + 1x_7 + 5x_8 + 7x_9 - z_9 > = 0 \\
& 3x_1 + 2x_2 + 4x_3 + x_4 + 2x_5 + 6x_6 + 2x_7 + 2x_8 + x_9 - z_{10} > = 0 \\
& x_1 + 7x_2 + 5x_3 + x_4 + 8x_5 + x_6 + 2x_7 + 3x_8 + 7x_9 - z_{11} > = 0 \\
& m_1 - y \leq 0, m_1 + y > = 0, m_2 - y \leq 0, m_2 + y > = 0, m_3 - y \leq 0, m_3 + y > \\
& = p, m_4 - y \leq 0, m_4 + y > = 0, m_5 - y \leq 0, m_5 + y > = 0, x_1 > = 10, x_2 > \\
& = 10, x_3 > = 10, x_4 > = 10, x_5 > 10, x_6 > = 10, x_7 > = 10, x_8 > = 10, x_9 > \\
& = 10, z_1 > = 0, z_2 > = 0, z_3 > = 0, z_4 > = 0, z_5 > = 0, z_6 > = 0, z_7 > = 0, \\
& z_8 > = 0, z_9 > = 0, z_{10} > = 0, \\
& z_{11} > = 0, m_1 > = 0, m_2 > = 0, m_3 > = 0, m_4 > = 0, m_5 > = 0, y > 0, X_1 - x_4, \\
& z_1 - z_{11} \in Z
\end{aligned}$$

۴- نتایج به دست آمده از حل مدل‌ها

با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده که شرح آن در بخش‌های قبلی بیان شد و استفاده از نرم‌افزار Lindo، ابتدا مدل‌های موجود (۱۴ مدل برای هر سال) برنامه‌نویسی شده و سپس حل شده است. تعداد مدل‌ها برای هر سال برابر با ۱۴ عدد شامل یک مدل قطعی، ۱ مدل با رویکرد سویستر و ۱۲ مدل با رویکرد برتسیسمس و سیم در سطوح محافظه‌کاری متفاوت است. نتایج نهایی به دست آمده از مدل سویستر براساس اطلاعات آخرین سال، پس از انجام محاسبات مربوط به بودجه در جدول ۲ ارائه شده است. محاسبه بودجه بر اساس روابط ارائه شده در این مقاله در بخش "مدل پیشنهادی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد"، زیر بخش ۲-۳ انجام شده است. نتایج تجمیعی حاصل از حل مدل‌های مختلف برای هر سه سال در جدول ۳ ارائه شده است. برای مقایسه نتایج پیش‌بینی شده و نتایج واقعی از شاخص درصد انحراف بودجه (

تفاضل مقدار پیش‌بینی شده از مقدار واقعی تقسیم بر مقدار واقعی (استفاده شده است. همان- طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، این شاخص با استفاده از رویکرد استوار بهبود پیدا کرده است. در این جدول همچنین نتایج حاصل از به کار گیری روش برتسیمس و سیم نشان داده شده است.

جدول ۲. تعداد بهینه و بودجه محاسبه شده برای فعالیت‌ها، محصولات، برنامه‌ها (روش سویستر)

نام متغیر	نام محصول	تعداد بهینه	بودجه
Z1	مضاربه	۲۶۰۳	۲۶۴۸۹
Z2	مشارکت مدنی	۱۹۷۰	۳۴۹۰۰
Z3	خرید سلف	۲۸۹۳	۴۵۰۰۰
Z4	فروش اقساطی	۷۸۰	۲۴۵۵۵
Z5	اجاره به شرط تملیک	۰	۳۳۷۸۹
Z6	خرید دین	۲۲۳۶	۳۴۳۴۴
Z7	تسهیلات ارزی خصوصی	۲۵۱۰	۵۰۰۷۷
Z8	تسهیلات ارزی دولتی	۱۱۶۳	۴۵۶۶۶
Z9	تسهیلات قرض‌الحسنه	۲۲۴۶	۵۶۸۸۸
Z10	ضمانت‌نامه	۱۶۸۳	۳۴۶۷۸
Z11	اعتبارات اسنادی	۱۶۴۰	۱۵۷۶۶
نام متغیر	نام واحد فعالیت	مقدار بهینه	بودجه
X1	سیاست‌گذاری تخصیص منابع	۱۰۰	۴۵۶۷
X2	اعتبارسنجی مشتریان (ارزی و ریالی)	۱۲۲	۳۸۹۴۳
X3	صدور و ابلاغ مصوبه	۱۰۳	۲۳۴۵۶
X4	نظارت بر مصرف تخصیص منابع	۱۰	۴۳۷۶۶
X5	پرداخت تسهیلات	۱۴۶	۵۶۱۲۱
X6	بازپرداخت و تسویه تسهیلات	۲۰۶	۴۵۶۶۶
X7	صدور، تمدید، تسویه و ابطال تعهدات و ضمانت‌نامه‌ها	۱۶۷	۶۷۸۹۰
X8	پیگیری و وصول مطالبات	۱۰	۶۶۷۸۲
ردیف	نام برنامه	بودجه	
۱	پرداخت مضاربه	۱۲۴۵۶۲	
۲	پرداخت مشارکت مدنی	۴۵۸۹۹	
۳	پرداخت خرید سلف	۲۳۴۵۶	
۴	پرداخت فروش اقساطی	۴۳۱۲۱	
۵	پرداخت اجاره به شرط تملیک	۶۵۷۸۴	
۶	خرید دین	۴۵۶۴۵	
۷	پرداخت تسهیلات ارزی خصوصی	۶۷۸۹۹	
۸	پرداخت تسهیلات ارزی دولتی	۶۶۷۸۴	
۹	تسهیلات قرض‌الحسنه	۴۵۳۳۳	
۱۰	ضمانت‌نامه‌ها	۶۷۸۷۷	
۱۱	اعتبارات اسنادی	۶۶۳۴۲	

جدول ۳. مقایسه‌ی نتایج مدل‌های مختلف با هزینه‌های واقعی برای سه سال

مدل	انحراف بودجه			میانگین انحراف بودجه	انحراف بودجه ۱ در سال	انحراف بودجه ۲ در سال	انحراف بودجه ۳ در سال	میانگین انحراف بودجه
	انحراف بودجه	انحراف بودجه	انحراف بودجه					
مدل قطعی	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۱۵				
مدل استوار سوئیستر	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۰				
مدل استوار برتسیمس و سیم	میزان کاهش تابع هدف	سطح محافظه- کاری محدودیت‌ها	سطح محافظه کاری تابع هدف	انحراف بودجه ۱ در سال	انحراف بودجه ۲ در سال	انحراف بودجه ۳ در سال	میانگین انحراف بودجه	
	۰	۰	۰	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۷	
	۰/۰۲۷	۰/۱	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۵	
	۰/۴۷۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۴	
	۰/۲۷۹	۰/۲	۰/۲	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۳	
	۰/۳۰۱	۰/۳	۰/۳	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۲	
	۰/۳۵۶	۰/۴	۰/۴	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۱	
	۰/۴۳۵	۰/۵	۰/۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۰	
	۰/۴۷۲	۰/۶	۰/۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۸	
	۰/۴۷۹	۰/۷	۰/۷	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۸	
	۰/۴۹۶	۰/۸	۰/۸	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	
	۰/۵۰۱	۱	۰/۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۶	
	۰/۵۰۱	۱/۱	۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	

نتیجه‌گیری

وسعت بسیار گسترده متغیرهای تأثیرگذار در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد استفاده از ریاضیات را جهت نزدیک کردن کمیت و کیفیت استدلال انسانی به استدلال ریاضی اجتناب-ناپذیر می‌سازد. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در سطح سازمان ارایه شد. همچنین از آنجایی که مشخص شد، بسیاری از ضرایب و پارامترهای مدل عدم قطعیت داشته و پیش‌بینی شده یا به صورت ذهنی و قضاوتی در نظر گرفته می‌شوند؛ بنابراین مدل‌های استوار برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد ارایه شد تا بتواند این عدم قطعیت را پوشش داده و در عمل بهینگی بودجه پیشنهادی را در برابر تغییرات احتمالی مقادیر مدل در شرایط واقعی حفظ نماید. مدل‌های ارایه شده در این پژوهش برای انجام بودجه‌ریزی بر مبنای

عملکرد در یک حوزه عملیاتی از یک بانک ایرانی مورد استفاده قرار گرفته و نتایج آن ارایه شد. در این پژوهش از اطلاعات مربوط به برنامه‌ریزی، هزینه‌یابی و عملکرد بانک در خلال سه سال گذشته به منظور تست مدل استفاده شد. استفاده از مدل سویستر جهت استوارسازی مقدار تابع هدف را به میزان ۳۰ درصد نسبت به حالت قطعی کاهش داد. همچنین بودجه اختصاصی به برنامه‌ها به طور متوسط کاهش یا افزایش ۱۰ درصدی را نسبت به حالت قطعی نشان داد. نتایج به دست آمده از مدل برتسیمس و سیم نیز در ازای سطوح مختلف محافظه‌کاری بیشتر، کاهش بیشتر مقدار تابع هدف را نشان می‌دهند که این موضوع بر اساس ویژگی‌های مدل برتسیمس و سیم قابل پیش‌بینی بود. در نهایت استفاده از این مدل‌ها برای پیش‌بینی بودجه بر اساس اطلاعات چهار دوره گذشته و مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی نشان داد، شاخص درصد انحراف بودجه با استفاده از رویکرد استوار بهبود پیدا کرده است. نتایج فرعی همچنین نشان داد که با استفاده از مدل برتسیمس و سیم، افزایش سطح محافظه‌کاری تابع هدف و محدودیت‌ها در عین کاهش مقدار تابع هدف، شاخص انحراف بودجه را بهبود می‌بخشد. بنابراین، استفاده از این مدل‌ها می‌تواند به اقتضای شرایط تصمیم‌گیری، تصمیمات مناسب‌تری جهت اختصاص بودجه بر مبنای عملکرد اتخاذ کرد. همچنین جهت پژوهش‌های آتی ترکیب رویکرد استوار و رویکرد فازی برای پاسخ‌گویی همزمان به عدم قطعیت برخی متغیرها و ابهام برخی متغیرهای دیگر توصیه می‌شود.

منابع

۱. آذر، عادل (۱۳۷۵). طراحی مدل ریاضی برنامه‌ریزی هزینه در سازمان‌های دولتی، تهران: دانشگاه تهران، فصلنامه علمی - پژوهشی دانش مدیریت؛ ۳۴ و ۳۵.
۲. آذر عادل، سید اصفهانی میرمهدی (۷۵ - ۱۳۷۴). رویکردهای قطعی ریاضی در تنظیم بودجه، تهران: دانشگاه تهران فصلنامه علمی - پژوهشی دانش مدیریت؛ ۳۱ و ۳۲.
۳. آذر عادل، فرجی حجت (۱۳۸۱). علم مدیریت فازی، مرکز مطالعات و بهره‌وری ایران، انتشارات اجتماع.

۴. آذر عادل (۱۳۷۸). تحلیل تطبیقی بودجه‌ریزی در شرایط قطعی و فازی (مطالعه‌ی موردی)، فصلنامه علمی پژوهشی مدرس علوم انسانی؛ ۳۶-۶۰.

1. Andres L. Medaglia, Darrel Hueth, Juan Carlos Mendieta, Jorge A. Sefair (2008). A multiobjective model for selection and timing of public enterprise projects. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42: 31-45.
2. Arora Anish, Klabjan Diego (2002). A model for budget allocation in multi – unit libraries. *Pergamon*, 26: 423-238.
3. Ben-Tal A., Nemirovski A (1998). Robust convex optimization, 23: 769-805.
4. Ben-Tal A, Nemirovski A (1999). Robust solutions to uncertain programs. 25: 1-13.
5. Ben-Tal A, Nemirovski A (2000). Robust solutions of Problems contaminated with uncertain data; 88: 411-424.
6. Bet-Tal A, S. Boyd A, Memirovski(2000). Extending Scope of Robust Optimization: Comprehensive Robust Counterparts of Uncertain Problems. *Mathematical Programming Ser. B*, 107: 63-89.
7. Bertsimas D, Sym M (2004). The Price of the Robustness, 52: 35-53.
8. Burton R. M(1989). An Organization Model of Integrated Budgeting for Short-Run Operations and Long-Run Investment. *Journal of Operational Research Society*, 30(6): 575-585.
9. Charnes A., W. W.Cooper (1971). *Studies in Mathematical and Managerial economics. Ser.1: North-Holland Publishing company*, 166-180.
10. D. Cook Wade (1984). Goal Programming and Financial Planning Models for Highway Rehabilitation. *Journal of Operational Research Society*, 35(۳): 217-223.

11. Drake. L., Joiner C., A. E. (1983). Governmental Planning and Budgeting with Multiple Objective Models. *Omega*, 11(1): 55-66.
12. El-Ghau L., Oustry F, Lebret H. (1997). Robust solutions least-square problems to uncertain data marices. *Omega*, 18: 1035-1064.
13. El-Ghau L, Oustry F, Lebret H (1998). Robust solutions to uncertain semidefnite programs. *Omega*; 21(9): 33-52.
14. Gleenson M. E, Ottensmann J (1993). Implementation and Testing of a Decision Support System for Public Library Materials Acquisition Budgeting. *Journal of the American Society for Information Science*, 44(2): 83-93.
15. Glesson M, Ottensmann J (1994). A decision support system for acquisitions budgeting in public libraries. *Interfaces*.
16. H. Kvanli A (1980). Financial planning using goal programming. *Omega*, 6: 207-218.
17. H.Zanakis S (1991). A Multicriteria Approach for Library Needs Assessment and Budget Allocation. *Socio-Economic Planning Science*, 251:23-45.
18. JCT. Mao (1969). Quantative Analysis of Financial Decision. Macmillan. *Journal of Cybernetics*, 3: 37-46.
19. I.Hannan E (1991). Allocation of Library Funds for Books and Standing Orders – A Multiple Objective Formulation. *Socio-Economics Planning Science*, 251:123-156.
20. Mulvey J, Vanderbei R, Zenios S. (1995). Robust optimization of large-scale systems. 264-281.
21. Niemeyer M, Lawson L. G. M, Sattery C (1993). Balancing act for library materials budgets: use of a formula alloction. *Technical Services Quartetly*, 12:45-87
22. Ruefli Timothy W (1984). A Model for Resource Allocation In Complex Hierarchies. *Socio-Economic Planning Science*, 18(1):59-67.

23. Selia. Mc Keown, A. F (1983). A Financial Planning Model for Presidential Candidates. *Socio-Economic Science*; 18(2): 83-86.
24. Shim M. S, Lee J. P (1984). Zero-Base Budgeting: Dealing With conflicting Objective. *Long Range Planning*, 17(5):103-110.
25. Soyster A. (1973). Convex programming with set-inclusive constraints and applications to inexact linear programming. *Omega*, 21: 1154-1157.
26. Tat. GG, Allen L. C. (1987). The Development of on Objective Budget Allocation Procedure for Academic Library Acquisitions. *Libri*, 37(3): 211-221.
27. Ulenging. J. H, Bookbinder F. (1991). Budget Allocation and Profit for Logistics and It's Interfaces. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21(7):14-21.
28. Wise K, Perushek D(1996). Linear goal programming for academic library acquisitions allocation. *Lirary Acquisitions practice and Theory*,44: 311-327.
29. Y.A. Habeeb (1991). Adapting Multi-Criteria Planning to the Nigerian Economy. *Journal of Operational Research Society*, 42(10): 85-888.
30. Y. Ijiri (1979). *Management Goals and Accounting for Control*. North-Holland Publishing Company.
31. Yu-Ting Lai, Wei-Chih Wang, Han-Hsiang Wang (2008). AHP-and Simulation-based budget determination procedure for public building construction project. *Automation in Construction*, 17:623-632.
32. Zilla S (1984). A network optimization model for budget allocation in a multi-campus university. *Journal of Operation Research Society*, 21: 749-757.