بررسی تحلیلی ـ تطبیقی از بودجه‌بندی در شرایط قطعی و فازی (مطالعهٔ موردی)

عادل آذر ■
استادیار گروه مدیریت دانشگاه تربیت مدرّس □□

چکیده

بودجه به عنوان یک برنامه مالی همواره مورد توجه برنامه‌ریزان بوده است. مدلسازی ریاضی بودجه، به منظور بهینه کردن تخصیص آن نیز برای برنامه‌ریزان حایز اهمیت است. بدین سبب از سال ۱۹۶۱ تاکنون مدلهای ریاضی بیشماری برای فرمولی‌کردن بودجه در سازمانهای مختلف ارائه شده است، اما همواره این سؤال مطرح بوده که رویکرد مناسب ریاضی برای بودجه‌بندی چیست؟ در این مقاله به مدلسازی ریاضی بودجه با دو رویکرد قطعی و فازی برای سازمانهای دولتی ایران پرداخته شده است. هدف از مقاله، پاسخ دادن به این پرسش است که در سازمانهای دولتی ایران، کدام رویکرد (قطعی یا فازی) جواب بهتری برای بودجه‌بندی خواهند داشت؟

برای پاسخ به این سؤال ابتدا یک مدل از بین مدلهای قطعی تحت عنوان CGP برای بودجه سازمانهای دولتی کشور انتخاب شد و سپس مدل فازی آن تحت عنوان GBMF تدوین گردید. مدلهای تدوین شده در یک نمونهٔ تحقیق آزمون شدند.

نتایج حاصل از مدل CGP و GBMFدر سه سطح بیرونی و سه سطح درونی بودجه تحت آزمونهای آماری «تحلیل واریانس فریدمان»، « ضریب همخوانی کندال» و «آزمون زوجی ویلکاکسون» قرار گرفتند که همگی نشان از بهبود چشمگیر جواب بهینه مدل فازی نسبت به مدل قطعی دارند.

خلاصه آن که توصیه می‌شود برای مدلسازی ریاضی بودجه و تخصیص بهینهٔ آن در سازمانهای دولتی کشور بهتر است با استفاده از منطق فازی به اندازه‌گیری پارامترهایی نادقیق و مبهم پرداخته شود. به عبارت دیگر، نوع سیستم بودجه ریزی با رویکرد فازی نسبت به سایر رویکردها بهتر است و توصیه می‌شود از سیستمهای بودجه‌ریزی فازی چون، بودجه بر مبنای صفر فازی (FZBB)، بودجه برنامه‌ای فازی (FPB) و بودجه طرح و برنامه فازی (FPPBS) درسازمانهای‌دولتی‌ایران‌استفاده‌شود.

کلید واژگان: منطق فازی، بودجه‌ریزی، شرایط قطعی، بودجه‌ریزی فازی، مدلسازی

۱. مقدمه

از مشکلات عمده که اکثر مؤسسات اقتصادی و اجتماعی با آن مواجهند، تخصیص وجوه و منابع ریالی کمیاب به فعالیتها و وظایف رقیب است. این معضل برای سازمانهای دولتی که دارای اهداف متعارض چندگانه، منابع مالی محدودند و مهمتر از همه، قادر به تخمین دقیق سهم هر یک از فعالیتها در نیل به اهداف مورد نظر نیستند، همچنان به قوت خود باقی است و به علاوه جدی‌تر نیز جلوه می‌کند.

با پیشرفت فنون ریاضی و تحقیق در عملیات (OR) تلاش برای صورتبندی بودجه در قالب مدلهای ریاضی به منظور تخصیص بهینه بودجه شدت گرفت. معتبرترین مدل ریاضی که راجع به بودجه ارائه شده، مدل چارنزوکوپر محسوب می‌گردد [۷]. که در سال ۱۹۷۱ ارائه گردیده است. این مدل که اختصاصاً برای بودجه ارتش امریکا تهیه شده، یک مدل سلسله مراتبی و چند مرحله‌ای است که آن را «مدل تجزیه اهداف تولید شده» نام نهاده‌اند.

لی و شیم [۱۷] نیز در سال ۱۹۸۴ مدل معتبری راجع به بودجه بر مبنای صفر ارائه دادند که اساس آن بر برنامه‌ریزی آرمانی است. یکی از جامعترین مدلهایی که توسط بورتن و دیگران [۶] 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 محققان در این مدل تلاش دارند که افق برنامه‌ریزی را در بودجه‌ریزی به بیش از یک سال تعمیم دهند [۲].

عادل آذر و سیداصفهانی نیز در سال ۱۳۷۶ مدل جامعی را برای بودجه سازمانهای دولتی در ایران طراحی کرده‌اند. رویکرد این مدل یک رویکرد آرمانی است که در آن برای تخمین پارامترهای مدل از سریهای زمانی باکس ـ جنکینز [۵] و AHP [۲۰،۲] استفاده کرده‌اند. در این مدل که به مدل CGP [۱] معروف است افق برنامه‌ریزی ۵ ساله تعریف شده است.

علاوه بر موارد فوق می‌توان به تلاش محققان بیشماری چون حبیب [۱۲] گرین برگ و توناماکار[۱۱]، حنان [۱۳]، وانلی [۱۵]، جونیرو دراکر [۱۴] و رافلی [۲۱] اشاره کرد. این دسته از محققان در زمینه برنامه‌ریزی هزینه و تخصیص بهینه منابع مالی مدلهای ویژه‌ای ارائه داده‌اند.

رویکرد کلیه افراد فوق برای طراحی مدل ریاضی بودجه یک رویکرد قطعی (crisp) بوده است. با توسعه منطق فازی [۲] توسط لطفی‌زاده [۲۲] در سال ۱۹۶۵، افق تازه‌ای برای مدلسازی بودجه گشوده شد. عادل آذر [۱] در سال ۱۳۷۶ با استفاده از منطق فازی، نظام بودجه عمومی را صورتبندی کرد. این مدل که مدل GBMF [۳] نام دارد، یک مدل آرمانی سلسله مراتبی است که پارامترهای آن با استفاده از سریهای زمانی باکس ـ جنکینز و AHP برآورد شده‌اند. افق برنامه‌ریزی در این مدل ۵ ساله تعریف شده است و به بودجه سازمانهای دولتی ایران اختصاص دارد.

1. crisp geal programming
2. fuzzy logic
3. general budget model in fuzzy environment

با طرح مدلهای فازی در مقابل مدلهای قطعی، این سؤال مطرح می‌شود که برای بودجه‌بندی در سازمانهای دولتی ایران کدامیک از رویکردهای ریاضی (قطعی یا فازی) مناسبتر است؟

با توجه به توانمندی منطق فازی در اندازه‌گیری داده‌های مبهم و نادقیق، این فرضیه قوت می‌یابد که «مدلهای بنا شده براساس منطق فازی باید توانمندی بیشتری در مقابل مدلهای قطعی داشته باشند.» ولی همچنان پرسشهای بیشماری طرح خواهد شد که نیازمند گواه و شواهدی بر له یا علیه این فرضیه است. بدین منظور، محقق با انتخاب مدل CGP و GBMF تلاش می‌کند که با استفاده از یک مطالعه موردی به آزمون مدلهای فوق‌الذکر و بررسی صحت و سقم فرضیه بپردازد. انتخاب مدل CGP و GBMF برای بررسی از آن نظر است که این دسته از مدلهای اختصاصاً برای سازمانهای دولتی ایران طراحی شده‌اند و نمونهٔ تحقیق نیز دارای ساختار بودجه دولتی است. لذا به منظور رعایت نظم در ارائه مطالب و درک راحت‌تر مقاله در بخش بعدی مقاله به بحث راجع به عوامل مؤثر برطراحی مدل ریاضی بودجه در سازمانهای دولتی و صورتبندی کلی مدل CGP و GBMF می‌پردازیم.

۲. عوامل مؤثر بر طراحی مدل ریاضی

مطالعات نشان می‌دهد که طراحی مدل ریاضی بودجه شدیداً تحت تأثیر عواملی چون افق بودجه‌ریزی (زمان)، ساختار بودجه و انتظارات مدیریت و تصمیم‌گیران است. به علاوه در هر سیستم، بودجه تحت تأثیر رویکرد بودجه است.

آنچه امروزه در سازمانهای دولتی ـ بخصوص در کشور ما ـ رواج دارد، اصل سالانه بودن بودجه است؛ ولی این را نمی‌توان انکار کرد که بودجه‌های دولتی شدیداً تحت تأثیر افق برنامه‌ریزی تنظیم می‌شوند. دوره برنامه‌ریزی بستگی به نظر طراحان بودجه دارد که معمولاً برنامه‌های پنجساله مطلوب آنهاست. اغلب سازمانهای هدفدار دارای طرح جامع پنجساله هستند که دورنمای اهداف و حرکات استراتژیک آنها را تبیین می‌کند. بدیهی است یک مدل ریاضی باید به گونه‌ای طراحی شود که در یک دوره پنجساله پاسخگوی انتظارات مدیریت سازمان باشد.

مطالعه اجمالی بودجه‌ریزی در سازمانهای دولتی نشان می‌دهد که بودجه شدیداً تحت تأثیر برنامه‌های هر سازمان است. هر سازمان در تلاش است که برای رسیدن به اهداف سالانه و بلند مدت خود برنامه‌هایی را تعریف کند.

از آنجا که برنامه، مجموعه‌ای از فعالیتهای همگن است، آخرین سطح در ساختار بودجه دولتی «فعالیت» خواهد بود. فعالیت کوچکترین جزء در بودجه دولتی است که حالت عملیاتی دارد. طبیعی است هر برنامه دارای J فعالیت است که باید در یک مدل ریاضی ارتباط فعالیتهای همگن را با برنامه تعریف کند. بنابراین اگر یک سازمان دولتی دارای K برنامه باشد و هر برنامه دارای J فعالیت، تعداد فعالیتهای کل سازمان به (J×K) خواهد رسید.

ترجیحات و انتظارات مدیران، شکل‌دهندهٔ تابع (توابع) هدف مدل ریاضی تخصیص بودجه است. مدیریت تلاش می‌کند با تزریق پول به درون سازمان به اهداف مورد نظر نایل آید. علاوه بر ترجیحات

مدیران، «رسالتی که برای سازمان و زیر مجموعه‌های آن ترسیم شده در تعریف توابع هدف سازمان مؤثر است»؛ چرا که نوع فعالیتهای هر سازمان به رسالت آن سازمان وابسته است.

اعتقاد مدیریت سازمان به تمرکز و درجه آن [4] یکی دیگر از از فاکتورهایی است که بر سطح مطلوبیت تخصیص بودجه اثر می‌گذارد. بدیهی است که هر چه مدیریت به واحدهای عملیاتی بیشتر اهمیت دهد، مطلوبیت هر ریال بودجه در سطح پایین‌تر سلسله مراتب بودجه نسبت به سطوح بالاتر بیشتر خواهد بود. از طرف دیگر، اعتقاد مدیران به تمرکز در ساختار سازمان، ارزش ریالی بودجه تخصیصی به سطوح برنامه‌ها و زمان را بالاتر خواهد برد.

۳. صورت‌بندی مدل ریاضی قطعی تخصیص بودجه در سازمانهای دولتی

مدل ریاضی بودجه دارای دو دسته متغیر تصمیم است:

الف) متغیرهای تصمیم «برون‌زا» که با «نماد X» نشان داده می‌شوند. این دسته از متغیرها براساس سطوح زمان (t)، برنامه (K) و فعالیت (j) بیان می‌شوند.

ب) متغیرهای تصمیم مربوط به ساختار درونی بودجه که آنها را با «نماد Y» نشان خواهیم داد و برگرفته از فصول و مواد بودجه هستند. این دسته از متغیرها را که از درون بودجه دولتی برمی‌خیزند، متغیرهای «درون‌زا» می‌خوانیم.

رسالت و ترجیحات تصمیم‌گیران ایجاب می‌کند که مدل برنامه‌ریزی آرمانی (GP) برای بودجه دولتی مناسب باشد، به طوری که اولین و مهمترین آرمان آن مطلوبیت [5] حاصل از بودجه اختصاص داده شده به سازمان است. سایر آرمانها بیانگر نسبتهای مطلوب بودجهٔ فعالیتها در سازمان خواهند بود. حاصل، مدل ریاضی آرمانی در حالت قطعی است که به اختصار CGP [6] نامیده می‌شود.

مدل زیر مدل CGP برای بودجه سازمانهای دولتی ایران است:

۴. مدل ریاضی تخصیص بودجه در سازمانهای دولتی ـ مدل CGP

۱. آرمان مطلوبیت کل حاصل از تخصیص بودجه

$$Max\left(a_{2}\sum_{t=1}^{T} W_{t..}X_{t..} + a_{2}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K} W_{tk.}X_{tk.} + a_{1}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K}\sum_{j=1}^{J} W_{tkj}X_{tkj}\right) = G_{1}$$

۲. آرمانهای نسبت بودجه براساس فعالیتها در هر سال

$$\sum_{k=1}^{y}\sum_{j=1}^{\Phi} X_{tkj} \Big/ \sum_{k=1}^{k}\sum_{j=1}^{J} X_{tkj}\ \Theta\ MP_{\alpha t} \qquad (t=1,2,...,T)$$

4. centeralization and decenteralization
5. utility
6. crisp goal programming

الف) محدودیتها

۱. محدودیتهای سیستم برای تعادل

$$X_{t..} = \sum_{k=1}^{k} X_{tk.} \qquad (t=1,2,...,T) \qquad (۱-۱)$$

$$X_{tk.} = \sum_{j=1}^{J} X_{tkj} \qquad (t=1,2,...,T\ ;\ k=1,2,...,k) \qquad (۱-۲)$$

$$X_{t..} = \sum_{r=1}^{R} Y_{tr} \qquad (t=1,2...,T) \qquad (۱-۳)$$

$$Y_{tri} = \sum_{k=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^{\beta^*} \lambda_{tkj} Y_{tkj} \qquad (t=1,2,...,T\ ;\ r=1,2,...,R\ ;\ i=1,2,...I) \qquad (۱-۴)$$

$$Y_{tr.} = \sum_{j=1}^{n} Y_{trj} \qquad (t=1,2,...,T\ ;\ r=1,2,...,R\ ;\ n=1,2,...I) \qquad (۱-۵)$$

۲. محدودیتهای بودجه‌ای:

$$\sum_{m=1}^{t} X_{m..} \le \sum_{m=1}^{t} I_m \qquad (t=1,2,...,T) \qquad (۲-۱)$$

$$X_{t..} + S_t - S_{t-1} = I_t \qquad (t=1,2,...,T) \qquad (۲-۲)$$

۳. محدودیتهای کراندار:

$$(1-h_{t..}^{(l)}) L_{t..} \le X_{t..} \le (1+h_{t..}^{(u)}) U_{t..} \qquad (t=1,2,...,T) \qquad (۳-۱)$$

$$(1-h_{tk.}^{(l)}) \overset{(x)}{L}_{tk.} \le X_{tk.} \le (1+h_{tk.}^{(u)}) \overset{(x)}{U}_{tk.} \qquad (t=1,2,...,T\ ;\ k=1,2,...k) \qquad (۳-۲)$$

$$(1-h_{tkj}^{(l)}) \overset{(x)}{L}_{tkj} \le X_{tkj} \le (1+h_{tkj}^{(u)}) \overset{(x)}{U}_{tkj} \qquad (t=1,2,...,T\ ;\ k=1,2,...K\ ;\ j=1,2,...,J) \qquad (۳-۳)$$

$$(1-P_{tr.}^{(l)}) \overset{(y)}{L}_{tr.} \le Y_{tr.} \le (1+P_{tr.}^{(u)}) \overset{(y)}{U}_{tr.} \qquad (t=1,2,...,T\ ;\ r=1,2,...R) \qquad (۳-۴)$$

ب) فهرست متغیرها

$X_{t..}$: بودجه قابل تخصیص به سال t

$X_{tk.}$: بودجه قابل تخصیص به برنامه k در سال t

X_{tkj}: بودجه قابل تخصیص به فعالیت j در برنامه k در سال t

$Y_{tr.}$: بودجه قابل تخصیص به فصل r در سال t

Y_{tri}: بودجه قابل تخصیص به ماده i در فصل r در سال t

ج) فهرست ضرایب و مقادیر سمت راست

$W_{t..}$: مطلوبیت هر ریال بودجه اختصاصی به سال t

$W_{tk.}$: مطلوبیت هر ریال بودجه اختصاصی به برنامه k در سال t

W_{tkj}: مطلوبیت هر ریال بودجه اختصاصی به فعالیت j در برنامه k در سال t

$$\sum_{t=1}^{k} W_{t..} = 1 \qquad \sum_{k=1}^{k} W_{tk.} = 1 \qquad \sum_{j=1}^{J} W_{tkj} = 1$$

وزنی که به سطح iاُم در ساختار بودجه داده می‌شود: a_i

$$\sum_{j=1}^{3} a_i = 1$$

MP_{ct}	درصد مطلوب بودجه اختصاص داده شده به یک مجموعه فعالیت در سال t
λ_{tkj}	نسبتی (درصدی) از بودجه که به ماده j در فصل k در سال t اختصاص می‌یابد
I_t	بودجه قابل وصول در سال t
S_{t-1}	موجودی صندوق در پایان سال t-1
S_t	موجودی صندوق درپایان سال t
$L_{t..}, U_{t..}$	حدود بالا و پایین بودجه قابل تخصیص در سال t
$\overset{(x)}{L}_{tk.}, \overset{(x)}{U}_{tk.}$	حدود بالا و پایین بودجه قابل تخصیص به برنامه k در سال t
$\overset{(x)}{L}_{tkj}, \overset{(x)}{U}_{tkj}$	حدود بالا و پایین بودجه قابل تخصیص به فعالیت j در برنامه k درسال t
$\overset{(y)}{L}_{tk.}, \overset{(y)}{U}_{tk.}$	حدود بالا و پایین بودجه قابل تخصیص به فصل k در سال t
$\overset{(y)}{L}_{tkj}, \overset{(y)}{U}_{tkj}$	حدود بالا و پایین بودجه قابل تخصیص به ماده j در فصل k درسال t
$\overset{(1)}{h}_{t..}, \overset{(u)}{h}_{t..}$	انحرافهای درصدی پایین و بالا مربوط به بودجه در سال t
$\overset{(1)}{h}_{tk.}, \overset{(u)}{h}_{tk.}$	انحرافهای درصدی پایین و بالا مربوط به بودجه برنامه k درسال t
$\overset{(1)}{h}_{tkj}, \overset{(u)}{h}_{tkj}$	انحرافهای درصدی پایین و بالا مربوط به بودجه فعالیت j در برنامه k در سال t
$\overset{(1)}{P}_{tr.}, \overset{(u)}{p}_{tr.}$	انحرافهای درصدی پایین و بالا مربوط به بودجه فصل r در سال t
Θ	نماد یونانی است که جایگزین محدودیتهای از نوع ≤ یا ≥ یا = شده است.

۵. طراحی مدل فازی بودجه در سازمانهای دولتی ایران

یک واقعیت انکار ناپذیر که در مدل CGP نیز کمتر به چشم می‌خورد، اصل انعطاف‌پذیری بودجه است. اهمیت این اصل از یک طرف و دخالت عوامل برون‌زا از طرف دیگر ضرورت انعطاف‌پذیر بودن مدل ریاضی را دو چندان می‌کند.

بودجه تنظیم شده در بخش دولتی باید مورد بررسی برنامه‌ریزان سازمان برنامه و بودجه و همچنین نمایندگان مجلس قرار گرفته، تصویب شود. اغلب در این مرحله تغییرات و اصلاحاتی که بیشتر جنبهٔ سیاسی و کمتر جنبهٔ فنی دارد، در بودجه صورت می‌گیرد. دخالت متغیرهای غیر قابل کنترل (مدیریتی، اقتصادی، محیطی، سیاسی و ...) موجب خواهد شد که اعتبار مدلهای قطعی ریاضی پیشین در تنظیم بودجه با تردید مواجه شود. چنانچه حداقل یکی از این عوامل ـ که همگی در رویکردهای ریاضی پیشین ثابت فرض شده‌اند ـ رخ دهد، ترکیب بودجه به هم خواهد خورد و باید بودجه را به طور کلی دوباره بررسی کرد. در نتیجه عملاً مدل ریاضی طراحی شده بی‌خاصیت خواهد بود.

قابلیت منطق فازی در به کارگیری اطلاعات و مشاهدات نادقیق و مبهم است. به کمک منطق فازی می‌توان مدلهای ریاضی جدیدی تنظیم کرد که ضمن داشتن محاسن روشهای پیشین، نواقص آنها را تا حدودی بر طرف سازند. در اینجا از قابلیت انعطاف‌پذیری تئوری فازی که قادر به تنظیم مدلهای ریاضی براساس الفاظ کلامی است استفاده خواهد شد و مدلهای پیشین بهبود داده می‌شود. تئوری فازی کمک خواهد کرد که آرمانهای مدل CGP و محدودیتهای وصول بودجه تحت تأثیر «متغیرهای مداخله‌گر» تعریف شود و در پایان، بودجه یک سازمان دولتی مدلسازی گردد. از آنجا که مدل قطعی ما از بودجه یک مدل آرمانی است، مدل فازی آن نیز آرمانی خواهد بود که آن را «برنامه‌ریزی آرمانی فازی[7] یا FGP» می‌خوانیم.

تأثیر عوامل بیان شده، باعث خواهد شد که نیل به آرمانهای تعریف شده در مدل CGP و حتی مقدار آنها تا حدودی با دیدهٔ شک نگریسته شود. به عبارت دیگر در این گونه آرمانها به جای علائم ≥، ≤ و = باید از علائم $\gtrsim$, $\lesssim$, $\simeq$ (در این علائم "$\simeq$" به معنای حدوداً در نظر گرفته شده) استفاده شود. این نادقیقی درخصوص بودجه قابل وصول (I_m) نیز ملموستر است. تأثیر متغیرهای سیاسی و خارجی و بخصوص غیرقابل کنترل بودن درآمدها وبودجه تخصیصی از سوی سازمان برنامه و بودجه به سال t باعث خواهد شد که محدودیتهای دقیق (۱-۲) در مدل CGP به یک سری محدودیت (نادقیق) $\lesssim$ تبدیل گردند. بنابراین یک مدل FGP خواهیم داشت که برخی از محدودیتهای آن نیز فازی است. طرح کامل مدل فازی به صورت مدل شماره دو خواهد بود:

7. fuzzy goal programming

۶. مدل ریاضی فازی تخصیص بودجه در سازمانهای دولتی ایران: مدل GBMF[8]

$$Max\ V(\mu_{...}) = W_{\circ}\mu_{\circ} + \sum_{bt=1}^{T} W_{bt}\mu_{bt}$$

$$Max\ V(\mu_{...}) = \sum_{t=1}^{T} \mu_t$$

$$V(\mu_{...}) >>> V(\mu_{...})$$

S.T:

$$1)\ \mu_{\circ} = \left\{ \left(a_{3}\sum_{t} W_{t..}X_{t..} + a_{2}\sum_{t}\sum_{k} W_{tk.}X_{tk.} + a_{1}\sum_{t}\sum_{k}\sum_{j} W_{tkj}X_{tkj}\right) - L_{1} \right\} / (G_{1} - L_{1})$$

$$2)\ \mu_t = \{(\sum_{k=1}^{y} \sum_{j=1}^{\Phi} X_{tkj} - \alpha\sum_{k}\sum_{j} X_{tkj}) - L_t\}/(G_t - L_t) \qquad (t= 1,2,...,T)$$

$$3)\ \mu_{bt} = (U_{bt} - \sum_{m=1}^{t} X_{m..})/(U_{bt} - \sum_{m=1}^{t} I_m) \qquad (bt= 1,2,...,T)$$

الف) محدودیتهای تعادلی

$$4\text{-}1)\ X_{t..} = \sum_{k=1}^{k} X_{tk.} \qquad (t= 1,2,...,T)$$

$$4\text{-}2)\ X_{tk.} = \sum_{j=1}^{J} X_{tkj} \qquad (t= 1,2,...,T\ ;\ k=1,2,...,k)$$

$$4\text{-}3)\ X_{t..} = \sum_{k=1}^{k} Y_{tr.} \qquad (t= 1,2,...,T)$$

$$4\text{-}4)\ Y_{tri} = \sum_{k=1}^{\theta} \sum_{j=1}^{\beta} \lambda_{tkj}.X_{tkj} \qquad (t= 1,2,...,T\ ;\ r=1,2,...R\ ;\ i=1,2,...,I)$$

$$4\text{-}5)\ Y_{tr.} = \sum_{j=1}^{n} Y_{tri} \qquad (t= 1,2,...,T\ ;\ r=1,2,...,R\ ;\ n=1,2,...,I)$$

ب) محدودیت متغیرهای فازی

$$5\text{-}1)\ \mu_{\circ} \le 1$$

$$5\text{-}2)\ \mu_t \le 1 \qquad (t= 1,2,...,T)$$

$$5\text{-}3)\ \mu_{bt} \le 1 \qquad (bt= 1,2,...,T)$$

ج) محدودیتهای کراندار

8.general budget model in fuzzy environment

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$۶-۱)\ (۱-h_{t..}^{(l)})L_{t..} \le X_{t..} \le (۱-h_{t..}^{(u)})U_{t..} \qquad (t= 1,2,...,T)$$

$$۶-۲)\ (۱-h_{tk.}^{(l)})L_{tk.}^{(x)} \le X_{tk.} \le (۱+h_{tk.}^{(u)})U_{tk.}^{(x)} \qquad (t= 1,2,...,T;\ k=1,2,...,K)$$

$$۶-۳)\ (۱-h_{tkj}^{(l)})L_{tkj}^{(x)} \le X_{tkj} \le (۱+h_{tkj}^{(u)})U_{tkj}^{(x)} \qquad (t=1,2,...,T;\ j=1,2,...,J\ ;k=1,2,...,K)$$

$$۶-۴)\ (۱-p_{tr.}^{(l)})L_{tr.}^{(y)} \le Y_{tr.} \le (۱+p_{tr.}^{(u)})U_{tr.}^{(y)} \qquad (t= 1,2,...,T\ ;\ r=1,2,...,R)$$

$$۶-۴)\ \mu_{.}, \mu_{t}, \mu_{bt} \ge ۰$$

مدل فوق دارای دو اولویت [9] است. اولویت اول $V(\mu_{...})$ و الویت دوم $V(\mu_{...})$ است. بنابراین GBMF یک مدل اولویتی است که به صورت ترتیبی [10] طی دو مرحله حل خواهد شد.

۷. آزمون مدلهای CGP و GBMF

از آنجا که توان آزمون مدل با به کارگیری آن در یک نمونه مشخص می‌شود، در این بخش و بخشهای بعدی به آزمون مدلهای طراحی شده تحت عنوان CGP و GBMF پرداخته می‌شود. با توجه به افق برنامه‌ریزی بلند مدت در ایران و تدوین برنامه‌های پنج‌ساله، افق برنامه‌ریزی بودجه پنج‌ساله تعریف گردیده و پارامترهای مدل برای یک دوره پنج‌ساله برای یک مورد واقعی برآورد شده است و مدلها با توجه به داده‌های به دست آمده آزمون گردیده‌اند.

محدودهٔ تحقیق به کلیهٔ سازمانهای دولتی اختصاص دارد. از آنجا که به کارگیری مدل در کلیهٔ سازمانهای دولتی امری غیرطبیعی است، بنابراین به اجرای آزمایشی آن در یک نمونهٔ واحد شرایط جامعهٔ آماری اکتفا می‌شود.

الف) محاسبه و شمارش متغیرها و محدودیتهای مدل CGP در نمونه تحقیق

در نمونه تحقیق، افق برنامه‌ریزی پنجساله (t=۱,۲,...,۵) است و هر سال دارای ده برنامه (K=۱,۲,...,۱۰) خواهد بود. فعالیتهای نمونهٔ تحقیق به ۳ زمینه تقسیم می‌شود.

بنابراین هر برنامه در هر سال دارای سه فعالیت (j=۱,۲,۳) خواهد بود. این دسته از متغیرها که بر اساس ساختار بیرونی بودجه تعریف می‌شوند، متغیرهای برون‌زا نامیده شدند که تعداد آنها در مدل CGP به شرح جدول ۱ است.

9. priority

10. preemptive

جدول ۱ نوع تعداد متغیرهای برون‌زا در مدل CGP

نوع متغیر	نماد	تعداد
سطح سال	$X_{t..}$	۵
سطح برنامه	$X_{tk.}$	۵۰ = ۵×۱۰ = (تعدادبرنامه درسال) × (افق برنامه‌ریزی)
سطح فعالیت	X_{tkj}	۱۵۰ = ۳×۱۰×۵ = (تعدادفعالیت درهربرنامه) × (تعدادبرنامه) (افق برنامه)

متغیرهای تعریف شده براساس ساختار درونی بودجه، متغیرهای درون‌زا نام‌گرفت. این نوع متغیرها به فصول و مواد بودجه محدود می‌گردند. بودجه براساس تعریف ما دارای پنج فصل ($r=1,2,...,5$) و بیست ماده ($i=1,2,...,5$) در هر سال ($t=1,2,...,5$) خواهد بود. جدول ۲ نشان‌دهندهٔ تعداد متغیرهای درون‌زا برای مدل CGP است که تعداد آنها به ۱۲۵ متغیر می‌رسد.

جدول ۲ نوع و تعداد متغیرهای درون‌زا برای مدل CGP

نوع متغیر	نماد	تعداد
سطح سال	$X_{t..}$	۵
سطح فصل	$Y_{tr.}$	۲۵ = ۵×۵ = (تعدادفصل درهرسال) × (افق برنامه‌ریزی)
سطح مواد	Y_{tri}	۱۰۰ = ۲۰×۵ = (تعدادمواددرهرسال) × (افق برنامه‌ریزی)

دسته‌ای دیگر از متغیرها در مدل CGP مربوط به متغیرهای انحرافی مثبت (P) و منفی (n) است. از آنجا که مدل برنامه‌ریزی خطی، حاصل از مدل برنامه‌ریزی آرمانی است، وجود متغیرهای مازاد بر متغیرهای تصمیم در آن حتمی است. در این مدل، تعداد متغیرهای انحرافی دو برابر تعداد آرمانها خواهد بود. چون در مدل CGP شش آرمان وجود دارد، پس تعداد متغیرهای انحرافی ۱۲ خواهد بود. این دسته از متغیرها تابع دستیابی مدل LP را تشکیل خواهند داد که از نوع Min است. پس مجموع متغیرهای مدل در نمونه محل آزمون برابر است با:

(تعداد متغیرهای انحرافی) + (تعداد متغیرهای درون‌زا) + (تعداد متغیرهای برون‌زا). به عبات دیگر تعداد کل متغیرها (۱۲+۱۲۵+۲۰۵) مساوی ۳۴۲ است.

واضح است که تعداد کل محدودیتهای مدل CGP به دو دسته آرمانی و سیستمی تقسیم می‌شوند. جدول ۳ نشاندهندهٔ جزئیات هر دسته از محدودیتهاست. در مدل، محدودیتها به طور عمومی تعریف شده‌اند، ولی برای آزمون آن در نمونهٔ تحقیق، حدود آنها اختصاصاً تعریف شده است. جدول ۳ با این توجه تهیه گردیده است.

جدول ۳ نوع و تعداد محدودیتهای کارکردی مدل CGP

نوع	شماره	تعداد	شرح محدودیت
آرمانی	۱-۱	۱	آرمان مطلوبیت بودجه اختصاص یافته
	۱-۲	۵	آرمانهای نسبت بودجه فعالیتهای ۱ و ۲ به کل بودجه
سیستمی	۲-۱	۵	تعادل سطح دو با سطح یک ساختار بیرونی بودجه
	۲-۲	۵۰	تعادل سطح سه با سطح یک ساختار بیرونی بودجه
	۲-۳	۵	تعادل سطح دوبا سطح یک ساختار درونی بودجه
	۲-۴	۱۰۰	تعادل سطح سه ساختار درونی و بیرونی بودجه
	۲-۵	۲۵	تعادل سطح سه با سطح دو ساختار درونی بودجه
	۲-۶	۵	بودجه قابل وصول سالانه
	۲-۷	۵	حد بالا و پایین بودجه سالانه
	۲-۸	۵۰	حد بالا و پایین بودجه برنامه k
	۲-۹	۱۵۰	حد بالا و پایین بودجه فعالیت j
	۲-۱۰	۲۵	حد بالا و پایین بودجه فصل r

براساس جدول ۳ تعداد کل محدودیتهای مدل در نمونه تحقیق ۴۲۶ مورد است که ۶ محدودیت آرمانی و مابقی سیستمی است. واضح است که برای استفاده از نرم افزارهای مناسب برای حل مدل لازم است که محدودیتهای حددار به محدودیتهای جداگانه تقسیم شوند. به عبارت دیگر، هر محدودیت حددار به دو محدودیت تبدیل می‌شود. پس ۲۳۰ محدودیت حددار به ۴۶۰ محدودیت تبدیل می‌گردد. بدین طریق تعداد محدودیتهای مدل به ۶۵۶ محدودیت خواهد رسید.

ب) محاسبه و شمارش متغیرها و محدودیتهای مدل GBMF در نمونه تحقیق

مدل GBMF یک مدل ترتیبی اولویتی است که علاوه بر تعداد متغیرهای مدل CGP دارای تعدادی متغیر فازی تحت عنوان $\mu_{...}$ است. بنابراین تعداد کل متغیرهای این مدل، شامل ۲۰۵ متغیر برون‌زا، ۱۲۵ متغیر درون‌زا و ۱۱ متغیر فازی به شرح جدول ۴ است.

جدول ۴ نوع و تعداد متغیرهای مدل GBMF

نوع	نماد	تعداد	شرح
متغیرهای برون‌زا	$X_{t..}$	۵	سطح زمان
	$X_{tk.}$	۵۰	سطح برنامه
	X_{tkj}	۱۵۰	سطح فعالیت
متغیرهای درون‌زا	$Y_{tr.}$	۲۵	سطح فصل
	Y_{tri}	۱۰۰	سطح مواد
متغیرهای فازی	μ_0	۱	آرمان ۱
	μ_t	۵	نسبت بودجه فعالیت ۱ + فعالیت ۲ به کل بودجه
	μ_{bt}	۵	بودجه قابل وصول در سال

واضح است که تعدادا کل متغیرهای مدل در بودجه دانشگاه ۳۴۱ متغیر خواهد بود.

محدودیتهای مدل GBMF به دو دستهٔ فازی و سیستمی تقسیم می‌شوند. جدول ۵ نشاندهندهٔ جزئیات هر دسته از محدودیتهاست. اگر چه در مدل GBMF محدودیتها به طور عمومی[11] تعریف شده ولی برای نمونهٔ محل آزمون مدل، حدود آنها به طور مشخص تعریف شده است. جدول ۵ با این توجه تهیه گردیده است.

براساس جدول ۵ تعداد کل محدودیتهای مدل برای نمونه تحقیق ۴۲۷ نوع است که ۲۲ محدودیت، فازی و بقیه سیستمی است. برای استفاده از نرم‌افزار مناسب به منظور حل مدل، هر محدودیت حددار به دو محدودیت ≥ و ≤ تبدیل می‌گردد. بنابراین ۲۳۰ محدودیت دیگر به مدل اضافه خواهد شد. بدین ترتیب، تعداد کل محدودیتهای مدل GBMF به ۶۶۷ محدودیت انفرادی می‌رسد.

ج) رویه حل مدل CGP و تحلیل نتایج

این مدل که تحت عنوان «مدل برنامه‌ریزی آرمانی بودجه تحت شرایطی قطعی» از آن نام برده شد دارای ۶ آرمان است. در این مدل تلاش شده که با حداقل کردن انحرافات نامساعد (N_i) جواب بهینه حاصل گردد. به عبارت دیگر، تابع دستیابی در این مدل در صدد حداقل کردن انحرافات منفی آرمانهای بودجه است؛ چرا که تمامی آرمانها از نوع «حداکثر» هستند.

مدل برنامه‌ریزی آرمانی قطعی (CGP) برای نمونه تحقیق دارای ۳۴۲ متغیر است که جزئیات آنها در جدول ۱ و ۲ آمده است. براساس جدول ۳ مدل دارای ۱۲ متغیر انحرافی است که متغیرهای نامساعد آن همگی از نوع N هستند. مقدار کل آرمان ۱ مساوی با ۱۵۹۸۵۰ میلیون ریال خواهد بود که از

11. general

حاصلضرب حد بالای بودجهٔ پیش‌بینی شده برای متغیرهای برون‌زا در مطلوبیت آنها به دست آمده است. سایر آرمانها، حداقل مساوی با ۷۰ درصد در نظر گرفته خواهند شد. مقدار ۷۰ درصد حداقل سطح نسبتهای مطلوب بودجه فعالیت ۱ و ۲ به کل بودجه سالانه است. مقادیر a_j نیز مساوی با $\frac{1}{3}$ در نظر گرفته شده که حد معمول درجه تمرکز و عدم تمرکز در سازمانهاست.

جدول ۵ نوع و تعداد محدودیتهای کارکردی مدل GBMF

نوع	شماره	تعداد	شرح محدودیت
محدودیتهای فازی	۱		آرمان مطلوبیت بودجه اختصاص یافته
	۲	۵	آرمانهای نسبت بودجه فعالیتهای ۱+فعالیت ۲ به کل بودجه سالانه
	۳	۵	بودجه قابل وصول سالانه
	۵-۱	۱	رعایت مقدار عضویت در آرمان مطلوبیت
	۵-۲	۵	رعایت مقدار عضویت در آرمانهای دسته دوم
	۵-۳	۵	رعایت مقدار عضویت در محدودیتهای بودجه قابل وصول
محدودیتهای سیستمی	۴-۱	۵	تعادل سطح دو با سطح یک در ساختار بیرونی بودجه
	۴-۲	۵۰	تعادل سطح سه با سطح دو در ساختار بیرونی بودجه
	۴-۳	۵	تعادل سطح دو با سطح یک در ساختار درونی بودجه
	۴-۴	۱۰۰	تعادل سطح سه ساختار درونی بودجه با سطح سه ساختار بیرونی
	۴-۵	۲۵	تعادل سطح سه با سطح دو ساختار درونی بودجه
	۶-۱	۵	حد بالا و پایین بودجه برنامه
	۶-۲	۵۰	حد بالا و پایین بودجه برنامه k
	۶-۳	۱۵۰	حد بالا و پایین بودجه فعالیت j
	۶-۴	۲۵	حد بالا و پایین بودجه فصل r

محدودیتهای مدل نیز به دو دستهٔ آرمانی و سیستمی تقسیم می‌شوند که جزئیات آنها در جدول ۳ آمده است. مدل CGP نمونه تحقیق دارای ۶۵۶ محدودیت است که ۴۶۰ محدودیت دارای مقدار ثابت سمت راست (b_i) است. این مقادیر براساس شیوه باکس ـ جنکینز [۵و۱۹] به دست خواهند آمد.

مدل CGP پس از تبدیل به یک مدل LP با نرم‌افزار LINDO ویرایش Hyper حل شد. نتایج نشان داد که از آرمان اول ۲۴۱۴۶/۳۴ میلیون ریال انحراف نامساعد وجود دارد. به عبارت دیگر، مطلوبیت مورد انتظار حاصل از تخصیص بودجه برای سازمان به طور کامل حاصل نشده است. از سوی دیگر، آرمانهای دوم و ششم که بیانگر نسبت بودجه فعالیت ۱ به علاوه فعالیت ۲ به کل بودجه سالهای اول و

پنجم است، به طور کامل حاصل شده‌اند. حال آنکه نسبت مذکور در سال دوم بیش از آرمان مورد نظر به دست آمده است. آرمانهای چهارم و پنجم نیز به طور ناقص (N_5= ۱۳۵۲/۰۰۸ و N_4= ۸۲۵/۱۹۲) حاصل شده‌اند.

مجموع انحرافات در حالت بهینه ۲۶۳۲۲/۵۴۰ میلیون ریال است که ۹۱/۷۳ درصد آن ناشی از انحراف آرمان ۱ است. واضح است که این مقدار ۱۵/۱ درصد آرمان مطلوبیت بودجه است.

د) رویه حل مدل GBMF و تحلیل نتایج

برای حل مدل GBMF دو سناریو طراحی شد. سناریوی اول، حل مدل براساس روش کاردینال و سناریوی دوم، حل مدل براساس روش ترتیبی ـ اولویتی است [۲۲،۱۸،۱۶،۴].

اول) سناریوی اول

در این مورد، مدل GBMF دارای یک تابع هدف است که درصدد به حداکثر رساندن مجموع وزنی متغیرهای عضویت (μ) است. تابع هدف در این حالت عبارت است از:

$$Max\ ۱۰\mu_{\circ} + \sum_{t=۱}^{۵} \mu_t + \sum_{bt=۱}^{۵} \mu_{bt}$$

که دارای تمامی محدودیتهای مدل GBMF خواهد بود.

مدل فازی حاصل با استفاده از عملگر جمعی در حالت کاردینال به حالت قطعی تبدیل شده است. واضح است که مدل یک مدل LP با ۳۴۱ متغیر و ۶۶۷ محدودیت است. این مدل نیز با استفاده از نرم‌افزار LINDO ویرایش Hyper حل گردیده و نتایج آن مورد تحلیل قرار گرفته است.

براساس جواب حاصل دسترسی به مطلوبیت کل بودجه تخصیصی نسبت به روش قطعی ۶۰/۰۱ درصد (μ_0= ۰/۶۰۰۱۳) بهبود داشته است. همچنین آرمان ۳ به طور کامل به دست آمده است، در حالی که آرمانهای دو، چهار، پنج و شش بیش از ۹۰ درصد دستیابی داشته‌اند. به هر حال، روش فازی با روش کاردینال در برخی از آرمانها، بخصوص آرمان ۱، بهبود و در برخی ـ همانند آرمان ۲ ـ کاهش نشان می‌دهد. دسته‌ای دیگر از آرمانهای فازی به محدودیتهای بودجه قابل وصول برمی‌گردند که در حالت فازی به صورت آرمانهای «با حد تحمل بالا» تعریف شده‌اند. مقدار متغیر عضویت در محدودیت بودجه قابل وصول در سال اول مساوی یک و در سال دوم مساوی ۰/۳۳۹۲۹۹ و در سایر سالها مساوی با صفر شده است. نتایج حاصل از حل مدل برای متغیرهای عضویت به شرح جدول ۶ است:

دوم) سناریوی دوم

در این مورد، تابع هدف مدل کاردینال به سطح یک و دو تقسیم می‌شود. در این خصوص می‌توان تابع هدف مربوط به سطوح را به صورت زیر تعریف کرد:

سطح اول $$Max\ V(\mu_{...}) = ۱۰\mu_{\circ} \sum_{bt=۱}^{۵} \mu_{bt}$$

سطح دوم $Max\ V(\mu_{...}) = \sum_{t=1}^{5} \mu_t$

جدول ۶ مقادیر متغیرهای عضویت براساس روش کاردینال

متغیرعضویت	مقداردستیابی	متغیرعضویت	مقداردستیابی
μ_0	۰/۶۰۰۱۳	μ_{b1}	۱
μ_1	۰/۹۰۱۳۹۰	μ_{b2}	۰/۳۳۹۲۹۹
μ_2	۱	μ_{b3}	۰/۰۰۰
μ_3	۰/۹۶۰۵۱۶	μ_{b4}	۰/۰۰۰
μ_4	۰/۹۵۴۲۷۵	μ_{b5}	۰/۰۰۰
μ_5	۰/۹۵۵۹۸	–	–

روش حل، روش عملگر جمعی ترتیبی اولویتی است [۱۹و۱۶]. چون تا محدودیتهای فازی برآورده نشده‌اند. امکان دستیابی به سایر آرمانها معنا ندارد، متغیر عضویت این دسته از آرمانها در سطح اول قرار گرفته است. به علاوه وابستگی شدید مطلوبت بودجه تخصیص یافته به مقدار بودجه قابل وصول و اهمیت شدید آن باعث شده است که در اولویت اول در کنار متغیرهای مربوط به محدودیتهای فازی قرار گیرد.

مدل بدون در نظر گرفتن آرمانهای دوم تا ششم با تابع هدف سطح اول حل شده است. جواب حاصل از مدل سطح یک برای متغیرهای فازی به صورت محدودیتهای «=» به مدل سطح دوم اضافه شده وسپس مدل حل گردیده است. بنابراین مدل سطح دوم دارای تمامی محدودیتهای مدل GBMF علاوه بر محدودیتهای زیر است که از مدل اولویت سطح یک ایجاد شده‌اند:

محدودیتهای مازاد

$\mu_0 = ۰/۵۸۸۰۷۶$

$\mu_{b1} = ۱$

$\mu_{b2} = ۰/۵۴۷۹۱۶$

$\mu_{b3} = \mu_{b4} = \mu_{b5} = ۰$

جواب حاصل از مدل سطح دوم، تقریباً مشابه روش کاردینال است. با این تفاوت که اختلاف شدیدی در مقدار بودجهٔ قابل وصول سال دوم پدید آمده، به طوری که مقدار درجهٔ عضویت را ۲۰/۹۶۱ درصد بهبود داده است. جدول ۷ نیز بخشی از جواب بهینه را که بیانگر متغیرهای فازی است نشان می‌دهد. آنچه مسلم است، روش ترتیبی، جوابهای بهینه را نسبت به روش قطعی به نحو چشمگیر بهبود داده است، ولی شواهد نشان می‌دهد که تفاوت چندانی با روش کاردینال ندارد. بهبود جوابها در سطح

یک ساختار بیرونی و درونی ($X_{t..}$) بر حسب درصد در جدول ۶ آمده است.

صفر شدن متغیر دستیابی در محدودیتهای بودجهٔ قابل وصول سال سوم تا پنجم نشان می‌دهد که کل بودجهٔ قابل وصول پیش‌بینی شده قابل تخصیص است. به عبارت دیگر، با وصول کل بودجهٔ پیش‌بینی شده، حداکثر رضایت برای تصمیم گیرنده پدید می‌آید. از سوی دیگر، مشخص می‌شود که آرمانها به هنگامی که شیب آستانهٔ بودجهٔ قابل وصول در سال ۳، ۴ و ۵ به صفر می‌رسد ـ به خوبی دست یافتنی می‌گردند. اگر چه شیب آستانهٔ صفر است، ولی بودجهٔ تخصیص یافته مساوی U_m است نه بیشتر!

جدول ۷ مقادیر متغیرهای عضویت براساس روش ترتیبی اولویتی

مقداردستیابی	متغیرعضویت	مقداردستیابی	متغیرعضویت
۱	μ_{b1}	۰/۵۸۸۰۷۶	μ_0
۰/۵۴۷۹۱۶	μ_{b2}	۰/۸۴۹۶۷۸	μ_1
۰/۰۰۰	μ_{b3}	۰/۹۸۲۲۹۵	μ_2
۰/۰۰۰	μ_{b4}	۰/۹۰۹۲۸۴	μ_3
۰/۰۰۰	μ_{b5}	۰/۹۵۴۲۷۵	μ_4
-	-	۰/۹۳۰۹۳۷۴	μ_5

۸. نتیجه گیری و بحث

در مقایسهٔ بین مقادیر بودجهٔ تخصیص یافته به سالهای ۱ تا ۵، بهبود قابل توجهی در حالت فازی دیده می‌شود. جدول ۸ جواب بهینه حاصل از هر سه سناریو را برای سطح اول ساختار درونی و بیرونی سلسله مراتب بودجه نشان می‌دهد. همچنان که از مقادیر جدول بر می‌آید، در تمام سالها ـ به استثنای سال ۱ ـ جواب بهینه حاصل از سناریوهای فازی بزرگتر از جواب بهینه حالت قطعی است. درصد بهبود در سطح یک ساختار (مهمترین سطح ساختاری) نسبت به حالت قطعی محاسبه شده و در جدول ۹ آمده است. همچنان که مقادیر به دست آمده نشان می‌دهد، درصد بهبود حداقل مساوی با ۵/۴ درصد ـ به استثنای سال ۱ ـ در حالت ترتیبی است. البته واضح است که درصد بهبود در تمامی دوره‌ها نسبت به حالت قطعی چشمگیر است.

البته واضح است که این عملیات قابل تعمیم به تمامی سطوح ساختارهای درونی و بیرونی است که به منظور رعایت اختصار از ذکر آنها خودداری می‌شود.

جدول ۸ جواب بهینه حاصل از سناریوهای سه گانه در سطح اول ساختار درونی و بیرونی بودجه

سال (t)	۱	۲	۳	۴	۵
سناریوی قطعی	۱۷۵۷۴/۱۸	۱۹۴۷۲/۱۲	۲۶۰۳۴/۸۸	۳۱۸۷۵/۶۵	۴۶۳۴۵/۸۶
سناریوی فازی درحالت کاردینال	۱۷۵۷۴/۱۸	۲۰۹۹۶/۹۴	۲۹۰۴۰/۷۰	۳۷۸۵۰/۷۸	۵۳۵۲۵/۳۱۰
سناریوی فازی درحالت ترتیبی	۱۷۵۷۴/۱۸	۲۰۵۱۵/۴۸	۲۹۰۴۰/۷۰	۳۷۸۵۰/۷۸	۵۳۵۲۵/۳۱۰

اهمیت موضوع، زمانی روشنتر می‌گردد که مقدار دستیابی به آرمانهای ششگانه با توجه به سناریوها محاسبه گردد. واضح است که مهمترین آرمان، آرمان مطلوبیت حاصل از تخصیص بودجه (آرمان ۱) است. در سناریوی قطعی، میزان دستیابی به این آرمان ۸۴/۹ درصد بوده، حال آنکه در حالت فازی (حالت کاردینال و ترتیبی) میزان دستیابی به آرمان بیش از ۹۵ درصد است. میزان دستیابی به سایرآرمانها ـ به استثنای آرمان ششم ـ نیز نسبت به حالت CGP بسیار بیشتر است. حاصل این مقایسات در جدول ۱۰ آمده است. مقادیر جدول بیانگر میزان دستیابی به آرمانها در هر سه سناریو است. همچنان که مقادیر جدول نشان می‌دهد، میزان دستیابی به برخی از آرمانها در حالت فازی حتی تا بیش از سطح توقع بوده است. این مهم خود نوید بخش کارامد بودن مدلهای فازی است.

جدول ۹ درصد تغییرات در سطح اول ساختار بیرونی و درونی بودجه بر حسب سناریو نسبت به حالت قطعی

سال (t)	۱	۲	۳	۴	۵
سناریوی قطعی	۱	۱	۱	۱	۱
سناریوی فازی درحالت کاردینال	۱	۱/۰۷۸	۱/۱۵۵	۱/۱۸۷	۱/۱۵۵
سناریوی فازی درحالت ترتیبی	۱	۱/۰۵۴	۱/۱۱۵	۱/۱۸۷	۱/۱۵۵

جدول ۱۰ میزان دستیابی به آرمانها براساس سناریوهای سه‌گانه

سال (t)	۱	۲	۳	۴	۵	۶
سناریوی قطعی	۰/۸۴۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۲	۰/۹۵۰	۰/۹۴۱	۱/۰۰۰
سناریوی فازی درحالت کاردینال	۰/۹۵۱۱	۱/۱۰۱	۱/۱۲۵	۰/۹۸۲	۱/۰۲۳	۱/۰۰۰
سناریوی فازی درحالت ترتیبی	۰/۹۴۹۷	۱/۰۷۸	۱/۱۲۷	۰/۹۶۷	۱/۰۲۳	۱/۰۰

سناریوی دوم و سوم هر کدام بهبودهایی را نسبت به سناریوی اول نشان می‌دهند. از آنجا که مدلها صرفاً برای یک مورد به کار گرفته شده، این سؤال مطرح می‌شود که «آیا اختلافهای مشاهده شده بین جوابهای حاصل از مدلها تصادفی است یا خیر؟»، آیا نمی‌توان گفت که این اختلافها ناشی از خطای نمونه‌گیری است؟» و «آیا نمی‌توان گفت که هر سه سناریو همگون بوده، از یک جامعه آماری استخراج‌شده‌اند؟»

برای پاسخ به این سؤالات ناچار باید از آزمونهای آماری معتبر استفاده کرد. بدین علت از «تحلیل واریانس دو عامله فریدمان» [۱۰]، «ضریب هماهنگی کندال» [۸]، و «آزمون رتبه‌ای مقایسه زوجهای جفت شده ویلکاکسون» [۲۰] استفاده شده است که تشریح آنها در زیر می‌آید. ملاک آزمونها، خروجی بهینه مدلها برای متغیرهای درون‌زا و برون‌زا درهر سه مدل است.

مقایسهٔ نتایج به دست آمده از سه سناریو با استفاده از تحلیل واریانس فریدمان مورد آزمون و بررسی قرار گرفت. حاصل تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد x^2 = ۷/۸۷۹۲ است که در سطح اطمینان ۹۸ درصد، فرضیه «یکسان بودن نتایج سناریوها» به شدت رد می‌شود و این امر حکایت از اختلاف معنادار نتایج حاصل از آنها دارد.

اگر چه فرض تساوی جوابهای بهینه برای سناریوهای سه‌گانه در تحلیل واریانس فریدمان رد شد، ولی این سؤال مطرح است که «درجه هماهنگی و همگونی آنها چقدر است؟» ممکن است درجهٔ همگونی قابل توجه باشد ولی فرض همگنی توزیعها پذیرفته نشود و در یک مقدار بحرانی (α) رد گردد.این مهم از طریق ضریب همخوانی کندال (W) بررسی شده است.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری خروجی سناریوها برای محاسبهٔ ضریب همخوانی کندال نشان می‌دهد که مقدار ضریب در سطح اطمینان ۰/۹۹۹ مساوی ۰/۰۳۹۰ (W= ۰/۰۳۹۰) است که با توجه به مقدار آمارهٔ آزمون مجذور کای (x^2=۲۰/۹۸۵۱) قابل اغماض است. بدین طریق فرض اختلاف توزیع نتایج مدلها مجدداً تأیید شده، محقق را برای تعیین زوجهای متفاوت و مقایسهٔ دو به دو آنها امیدوار می‌کند.

آزمون فریدمان و کندال مبین اختلاف سناریوها بود. بدین طریق در می‌یابیم که حداقل یک زوج از سناریوها با هم اختلاف معنادار دارند. حال به کمک آزمون رتبه‌ای و ویلکاکسون به تعیین زوجهایی که باعث رد فرض همگنی سناریوها شده‌اند، پرداخته می‌شود.

نتایج آزمون ویلکاکسون برای مقایسه سناریوی اول و دوم نشان می‌دهد که فرض تساوی متوسط رتبه‌های مربوط به تفاضل زوجها در سطح اطمینان ۹۹ درصد رد می‌گردد. این امر نشان می‌دهد که نتایج حاصل از برنامه‌ریزی آرمانی فازی با روش حل کاردینال نسبت به برنامه‌ریزی آرمانی قطعی بهبود چشمگیر داشته است، به طوری که اجرای آزمون، حکایت از متوسط رتبهٔ ۴۶/۲۴ برای نتایج مدل CGP و متوسط رتبهٔ ۵۶/۲۴ برای مدل GBMF با روش حل کاردینال دارد.

آزمون ویکاکسون برای مقایسهٔ سناریوی اول و سوم بیانگر این است که در این حالت نیز فرض

تساوی متوسط رتبه‌های مربوط به تفاضل زوجها در سطح اطمینان ۹۹ درصد رد می‌گردد. به علاوه منفی بودن آمار آزمون (Z=-۳/۴۳) بیانگر کوچکتر بودن مقادیر بهینه مدل برنامه‌ریزی آرمانی قطعی نسبت به مقادیر بهینه مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی با روش حل ترتیبی است؛ به طوری که متوسط رتبهٔ این دو سناریو به ترتیب ۴۹ و ۶۰/۳۵ است. مقایسهٔ دو سناریوی فازی (مقایسهٔ نتایج سناریوی دوم و سناریوی سوم) به کمک آزمون ویلکاکسون نشاندهندهٔ عدم اختلاف متوسط رتبه زوجهای مرتب شده است، به طوری که به پذیرش فرضیه H_0 در سطح اطمینان ۹۹ درصد قوّت می‌بخشد. بنابراین اگر چه جواب بهینه سناریوهای فازی اختلافی شدید با جواب بهینه سناریوی قطعی دارد، اما بین جوابهای حاصل از آنها اختلاف معنادار دیده نمی‌شود، بلکه اختلافهای مشاهده شده ناشی از خطای نمونه‌گیری است که قابل تعمیم به تمامی متغیرهای بودجه‌ای در سازمانهای دولتی نیست.

مهمترین نتیجهٔ این تحقیق آن است که «مدل برنامه‌ریزی هزینه در سازمانهای دولتی کشور از ساختار قطعی برخوردار نبوده، استفاده از منطق فازی موجب بهبود تخصیص بودجه خواهد شد». از این رو پیشنهاد می‌شود که از این پس در تنظیم هر نوع سیستم بودجه‌ای، مثل بودجه بر مبنای صفر (ZBB)، بودجه برنامه‌ای (PB) و بودجه طرح و برنامه (PPBS) از منطق فازی استفاده شود. به کارگیری منطق فازی در بودجه‌بندی باعث خواهد شد که در کلیهٔ مدلهای پیشین تجدید نظر گردیده، از بودجه برنامه‌ای فازی [۱۲]، بودجه بر مبنای صفر فازی [۱۳] و بودجه طرح و برنامه فازی [۱۴] استفاده شود.

واضح است که مراحل بودجه‌های فازی، همان مراحل قطعی است؛ با این تفاوت که این مراحل در یک محیط فازی انجام خواهند گرفت. طراحان بودجه باید جنبه‌های ابهام و نادقیقی مشاهدات را در مدلسازی ریاضی دخالت دهند تا بدین طریق بودجه پیشنهادی به واقعیت نزدیکتر باشد.

۹. منابع

[۱] آذر، عادل، «طراحی مدل ریاضی برنامه‌ریزی هزینه در سازمانهای دولتی ایران ـ رویکرد فازی»، *فصلنامهٔ علمی ـ پژوهشی دانش مدیریت*، زمستان ۱۳۷۵ و بهار ۱۳۷۶، ش ۳۵، ۳۶، ص ۲۹-۱۲.

[۲] آذر، عادل و عزیزالله معماریانی، «AHP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی»، *فصلنامهٔ علمی-پژوهشی دانش مدیریت*، زمستان ۱۳۷۳ و بهار ۱۳۷۴، ش ۲۷ و ۲۸، دانشگاه‌تهران، ص ۲۲.

[۳] آذر، عادل و میرمهدی سیداصفهانی، «*طراحی مدل ریاضی بودجه درسازمانهای دولتی ایران ـ رویکرد آرمانی با استفاده از سریهای زمانی باکس ـ جنکینز و AHP*»، *فصلنامهٔ علمی ـ پژوهشی مدرس علوم انسانی*، دورهٔ دوم، ۱۳۷۶، ش ۲، ص ۳۳-۲۱.

12. fuzzy programe budget

13. fuzzy zero based budgeting

14. fuzzy planning programming and budgeting system

[4] Bellman, R. and L. A. Zadeh, «Decision Making in a fuzzy Environment», *Management Science*, No.17, 1970, pp.141-64.

[5] Box, G.P.and G.M.Jenkins, *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden - Day, 1976.

[6] Burton R.M., et al, «An Organizational Model of Intergrated Budgeting for Short-Run Operations and Long - Run Investment», *Journal of Operational Research Society*, Vol.30, No.6, pp.575-85.

[7] Charnes A., *et al, Studies in Mathematical and Managerial Economics*, North holland publishing company, 1971, pp.116-24.

[8] Conover, W.J., *Practical Nonparametric statistics*, 2nd ed., John Wiley & sons, 1991.

[9] *Elements of Nonparametric Statistics.*

[10] Friedman M.,« The use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit In the Analysis of Variance», *Journal of American Statistical Association*, No.33, 1967, pp.675-701.

[11] Greenberg, R.R. and T.R. Nunamakar,«Integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP) into the Multiobjective Budgeting Models of Public Sector Organizations», *Socio - Economic Planning Sciences*, Vol.23, No.3, pp.197-206.

[12] Habeeb, Y.A., «Adapting Multi - Criteria Plannig to the Nigerian Economy», *Journal of Operational Research society*, Vol.42, No.10, pp.885-88.

[13] Hannan, E.L., «Allocation of Library Funds for Books and Standing Orders - A Multiple Objective Formulation», *Computers and Operations Research*, Vol.5, 1978, pp.109-14.

[14] Joiner, C. and A.E. Drake, «Governmental planning and Budgeting with Multiple Objective Models», *Omega*, Vol.11, No.1, pp.57-66.

[15] Kvanli, A.H. «Financial Planning Using Goal Programming» , *Omega*, Vol.6, 1980, pp.207-18.

[16] Lai, Y.J. and C-L. Hwang, «Fuzzy Multiple Objective Decision making», Springer - Verlag, Berlin Heidelberg, 1994.

[17] Lee M.S.and J.P. shim, « Zero - Base Budgeting: Dealing With Conflicting Objectives », *Long Rang plannig*, Vol.17, No.5, 1984, pp.103-10.

[18] Memariani, A. and J.K. Sharma, «Goal programming: A Classificatory Review for Researchers», *presented at the International Confrence on MCDM In AIT*, bangkok, 1989.

[19] Montgomary D.C., *et al, Forecasting and Time Sries Analysis*, Mc Grow - Hll, New york, 1990.

[20] Neother, G.E. *Elements of Nonparametric Statics*, John Wiley & Sons,New yo·k, 1992.

[21] Ruefli, Timothy W.,«A Model for Resource Allocation In Complex Hierarchies», *Socio - Economic Planning Science*, Vol.18, No.1, pp.59-67.

[22] Tiwari, R.N., et al, «Fuzzy Goal programming - An Additive Mode», *FSS*, No.24, 1987, pp.27-34.

[23] Zadeh, L.A.,«Fuzzy sets», *Information and Control*, No.8, 1965.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی