ارائـه مدل بودجه‌ریـزی مبتنی بر عملکرد در شـرایط عدم قطعیت با رویکرد حـل یک طبقه‌بندی خاص از مسـاله برنامه‌ریزی خطی فازی (مطالعه موردی شرکت گاز استان هرمزگان)[1]

■ مریم بهادری[2]
■ قدرت‌اله طالب‌نیا[3]
■ محمدحسین رنجبر[4]
■ مهناز برخورداری احمدی[5]

تاریخ دریافت: ۹۹/۴/۲۱
تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۱۱

چکیده:

از یک نظام بودجه‌ریزی ناکارآ نمی‌توان انتظار اسـتفاده مناسب از منابع، عملکرد اثربخش و تحقق حکمرانی خوب را داشـت. نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد به منظور رفع مشـکل بودجه‌ریزی سـنتی معرفی شد. هدف تحقیق حاضر ارائه مدل ریاضی بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد (PBB) با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی در شرکت گاز استان هرمزگان با توجه به داده‌های واقعی سـال ۱۳۹۷ شـرکت برای تخصیص بودجه بهینه سـال ۱۳۹۷ و پیش‌بینی بودجه بهینه سـال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ اسـت. در این راسـتا ضمـن بهره‌گیری از رویکـرد بهتریـن و بدترین معیار (BWM) بـرای تعیین وزن اهـدف، برنامه‌های اجرایی و محصولات، از یک مسـئله برنامه‌ریزی خطی با محدودیت‌هـای نامعادله، پارامترها و مقادیر سمت راست فازی در بازه اعداد ذوزنقه‌ای برای تبدیل مساله اصلی به یک مسئله بهینه‌سازی بازه‌ای اسـتفاده شـده اسـت. این رویکرد اجازه می‌دهد محدودیت‌ها تا آنجایی که با درجه پذیرش تصمیم‌گیرنده همپوشـانی نداشـته باشد، نقض شـوند. از مزایای این مدل، قابلیت افزایش یا کاهش محدودیت‌های مدل جهت مقابله با نادقیق بودن پارامترهای تصمیم‌گیری اسـت. نتایج حاکی اسـت مدل مزبور می‌تواند ضمن کاهش پیچیدگی نظام PBB، شاخص انحراف بودجه را از طریق تخصیص بهینه بودجه، بهبود وضعیت تخصیص منابع در دسترس

۱. این پژوهش با حمایت و پشتیبانی شرکت گاز استان هرمزگان اجرا شده است.

۲. دکتری حسـابداری، گروه حسابداری، دانشکده علوم انسـانی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران. پست الکترونیکی: mbahadori.sm@gmail.com

۳. دانشـیار گروه حسابداری، دانشـکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول). پست الکترونیکی: gh_talebnia@yahoo.com

۴. اسـتادیار گروه حسابداری، دانشکده علوم انسانی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران. پست الکترونیکی: mhranjbar54@gmail.com

۵. استادیار گروه علوم پایه، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران. پست الکترونیکی: mahnaz_barkhordari@yahoo.com

و هزینه‌کـرد مصارف در چارچـوب اهداف و برنامه‌های اجرایی بهبـود دهد. همچنین نتایج نشان می‌دهد مدل مزبور با پیش‌بینی و تخصیص بودجه بهینه سال‌های آتی، موجب افزایش اثربخشـی فعالیت‌هـای عملیاتی، بهبود عملکرد سیسـتم بودجه‌ریـزی و در نتیجه افزایش مسئولیت پاسخگویی در شرکت گاز استان هرمزگان شود.

واژه‌هـای کلیـدی: بودجه‌ریزی مبتنی بـر عملکرد (PBB)، هزینه یابـی برمبنای فعالیت (ABC)، رویکـرد بهترین و بدترین معیار (BWM)، مسـاله برنامه‌ریـزی خطی در حالت قطعی، مساله برنامه‌ریزی خطی فازی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. مقدمه

مسئولیت پاسخگویی مساله‌ای اساسی در بخش دولتی محسوب می‌شود و حکمرانی خوب بااهمیت‌ترین و اساسی‌ترین مسئله در رابطه با اقتدار و مدیریت بخش دولتی است (ویدیانتورو[1]، ۲۰۰۹). حکمرانی خوب با مدیریت دولتی نوین[2] ارتباط تناتنگی دارد. مدیریت دولتی نوین، الگویی متفاوت از مدیریت عمومی است که رابطه متفاوتی بین دولت‌ها، خدمات عمومی و مردم ایجاد می‌کند (فخرالاسلام[3]، ۲۰۱۵). این الگوی نوین در بخش دولتی، بر کاربرد نظریه اقتصادی و الگوهای مدیریت بخش خصوصی تأکید دارد (هیوز[4]، ۲۰۰۳) و منجر به بهبود کارآیی و اثربخشی، افزایش پاسخگویی و بهبود مسئولیت‌پذیری مدیریتی در سازمان‌های دولتی می‌شود (سانکوکو[5]، ۲۰۰۸). از دهه ۱۹۷۰ به بعد تلاش برای بوروکراسی کمتر اما کارآمدتر از طریق اصلاحات مبتنی بر عملکرد افزایش یافت (دنهارت و دنهارت[6]، ۲۰۰۰). این اصلاحات بر عملکرد سازمانی و تخصیص منابع جهت دستیابی به سطوح بالایی از اهداف مبتنی بر مأموریت و در نتیجه تولید نتایج مطلوب متمرکز شد (برمن[7]، ۲۰۰۶). از جمله این اصلاحات ایجاد ارتباط بین عملکرد سازمانی، هزینه و بودجه است. بنابراین این اصلاحات تنها اصلاحات عملکردی نیستند بلکه اصلاحات در بودجه نیز هستند (دنهارت و دنهارت، ۲۰۰۰). بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد[8] (PBB) را می‌توان به عنوان "فرایند توسعه و ترکیب معیارهای اندازه‌گیری عملکرد عملیات، خدمات و برنامه‌های دولت در فرایند بودجه‌ریزی تعریف نمود که هدف آن معرفی عوامل منطقی در فرآیند تصمیم‌گیری سنتی ذهنی و سیاسی است (ویلوبی[9]، ۲۰۱۱). از دیدگاه یادگیری سازمانی، بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، نه تنها به عنوان یک مکانیزم نظارتی، بلکه به عنوان یک مکانیزم یادگیری سازمانی نیز قابل بررسی است. بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، به دولت‌ها اجازه می‌دهد تا در مورد عملکرد درست برنامه‌ها، اطلاعاتی کسب کنند. با انجام این کار، می‌توان برنامه‌های موفق را اولویت بندی، برنامه‌های ناموفق را حذف و در صورت لزوم منابع را از برنامه‌های ناموفق به نواحی جدید هدایت نمود یا اقدامات لازم را برای بهبود نواقص عملکرد برنامه انجام داد (موینهان[10]، ۲۰۰۵). استفاده از اطلاعات عملکردی، که مرکز بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد است، منجر به توسعه مباحث سیاسی و تصمیم‌گیری، آگاه سازی تصمیم‌گیرندگان در کلیه مراحل فرآیند بودجه‌ریزی، افزایش مسئولیت پاسخگویی از طریق تقویت ارتباطات و

1. Wydiantoro
2. New Public Management(NPM)
3. Fakhrul Islam
4. Hughes
5. Sancoko
6. Denhardt and Denhardt
7. Berman
8. Performance-Based Budgeting(PBB)
9. Willoughby
10. Moynihan

شـفافیت، بهبود خدمات عمومی و ارتقاء بیشتر آگاهی عمومی می‌شود (هجال مقرابی[1]، ۲۰۱۹). سـه عنصـر اصلی در نظام PBB شـامل برنامه‌ریـزی، هزینه یابی و مدیریت عملکرد می‌باشـد. بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد با شناسـایی عوامل تشـکیل دهنده بهای تمام شده و اندازه‌گیری دقیـق آن‌ها از طریق برقراری ارتباط بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها، نقشـی اساسـی در هموار کردن راه برای گشـودن دریچه کاربرد تکنیک‌های پیشـرفته حسـابداری مدیریت از قبیل هزینه یابی بـر مبنای فعالیت (ABC) ایفا می‌نماید. هزینه یابی بر مبنای فعالیت قادر اسـت نیازمندی‌های اطلاعاتی نظام PBB شـامل تسـهیم دقیق هزینه‌های سـربار، امکان محاسـبه قیمت تمام شده واحد هر یک از فعالیت‌ها در سال گذشته و پیش‌بینی قیمت تمام شده واحد هریک از فعالیت‌ها برای سـال آینده با توجه به محدودیت‌های بودجه‌ای را پاسـخ دهد و ظرفیت‌های بلا اسـتفاده شـرکت‌ها را به کار گیرد. در نتیجه به مدیریت هزینه و کاهش قیمت تمام شده هر واحد فعالیت کمک نماید. از سـویی دیگر در نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، مدیریت عملکرد با اسـتفاده از شـاخص‌های عملکـردی نقش ایجاد ارتباط بیـن دو عنصر «برنامه‌ریـزی» و «هزینه یابی» را بـه عهده دارد. مدیریت عملکرد با اسـتفاده از شـاخص‌های عملکـردی ورودی، خروجی و نتایج روابـط زنجیره «ورودی‌هـا»، «هزینه‌ها»، «برنامه و فعالیت‌ها» و «اهداف و راهبردها» را در سـه بعد «صرفه اقتصادی»، «کارایی» و «اثربخشـی» تحلیل می‌کند و عملکرد شـرکت از منظر مالی، ذینفعان، کیفیت، فرآیند و رشـد و یادگیری مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در نهایت نتایج حاصل از تحلیل عملکرد، مبنای بهبود برنامه‌های دوره آتی و تفاهم نامه عملکردی بودجه سال آینده است (دسـتورالعمل بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، ۱۳۹۷). با عنایت به لزوم استقرار نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد در کلیه دسـتگاه‌های اجرایی و تاکیـد قانونگذار به اجرای این مقوله در قوانین ومقررات سـال‌های اخیر کشـور (از جمله مفاد ماده (۱۶) قانون مدیریت خدمات کشوری و آیین نامه آن، بند (۳۳) سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری در تدوین برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعـی و فرهنگی کشـور، بند (۱۰) سیاسـت‌های کلی ابلاغی مقام معظـم رهبری در اصلاح الگوی مصرف، ماده (۲۱۹) قانون برنامه پنجسـاله پنجم توسـعه اقتصـادی، اجتماعی و فرهنگی کشـور، بند (پ) ماده (۷) قانون برنامه پنجسـاله ششـم توسـعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، مواد (۷) و (۸) قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه کشور، بخشنامه شماره ۷۰۸۶۹۳ مورخ ۱۳۹۵/۶/۱۰ سـازمان برنامه و بودجه کشور، تبصره (۲۰) قانون بودجه سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ کل کشور و آیین نامه و دستورالعمل‌های آن و همچنین دستورالعمل اجرایی بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد پیوسـت بخشنامه بودجه سـال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸)، پیاده‌سـازی نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد مورد توجه دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها و شرکت‌های دولتی از جمله شرکت گاز استان هرمزگان قرار گرفته است. از آن جایی که سه عنصر اصلی در نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد شامل برنامه‌ریزی، هزینه یابی و مدیریت (ارزیابی) عملکرد می‌باشد و پیچیدگی اجرای هر یک از عناصر مزبور با توجه به سـاختار سازمانی متفاوت دستگاه‌های اجرایی مختلف و تنظیم

1. Hijal- Moghrabi

بودجه، تخصیص منابع به اهداف، برنامه‌ها و نتایج در این رویکرد بسیار زیاد است به طوری که با روش‌های کیفی نمی‌توان به بالاترین سطح کیفیت از اجرای بودجه سالانه نائل شد، لذا هدف اصلی تحقیق حاضر ارائه مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی جهت اجرای PBB است به طوری که منجر به کاهش انحراف بودجه و بهبود عملکرد سازمانی شود. بنابراین با توجه به مبانی نظری موجود در زمینه PBB و هدف تحقیق، به دنبال پاسخگویی به سئوالات زیر هستیم:

۱. آیا مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی جهت اجرای PBB قابلیت پیاده‌سازی در شرکت گاز استان هرمزگان را دارد؟
۲. آیا مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی جهت اجرای PBB منجر به کاهش انحراف بودجه و بهبود عملکرد در شرکت گاز استان هرمزگان می‌شود؟

در این تحقیق پس از مطالعه ادبیات و مبانی نظری PBB، با توجه به پیچیدگی‌های حاکم بر فرآیند تنظیم بودجه و تخصیص منابع به نیازها و اهداف، همچنین عدم قطعیت منابع مالی آتی و تعداد زیاد متغیرها در شرکت گاز استان هرمزگان و کاربرد وسیع مدل‌های ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی جهت تخصیص بهینه منابع محدود به فعالیت‌ها، از مدل ریاضی با رویکرد حل یک طبقه‌بندی خاص از مساله برنامه‌ریزی خطی فازی برای پیاده‌سازی PBB استفاده شده است. به این ترتیب که از یک مدل برنامه‌ریزی خطی (مساله اصلی) با تابع هدف حداکثرسازی کارایی و اثربخشی استفاده شده و برای اولین بار برای محاسبه ضرایب تابع هدف از روش بهترین- بدترین معیار (BWM) برای تعیین وزن اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی و محصولات بهره گرفته شده است و یک مسئله برنامه‌ریزی خطی با محدودیت‌های نامعادله، پارامترها و مقادیر سمت راست فازی در بازه اعداد ذوزنقه‌ای برای تبدیل مساله اصلی به یک مسئله بهینه‌سازی بازه‌ای بکار گرفته شده است. این رویکرد اجازه می‌دهد محدودیت‌ها تا آنجایی که با درجه پذیرش تصمیم‌گیرنده همپوشانی نداشته باشد، نقض شوند. از مزایای این مدل، قابلیت افزایش یا کاهش محدودیت‌های مدل جهت مقابله با نادقیق بودن پارامترهای تصمیم‌گیری است. این مورد در تحقیقات قبلی مشاهده نشده است. در ادامه به کمک داده‌های مربوط به بودجه واقعی سال ۱۳۹۷، مساله برنامه‌ریزی خطی فازی حل و بودجه بهینه سال ۱۳۹۷ محاسبه و بودجه بهینه سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ به وسیله مدل مزبور پیش‌بینی و سپس با بودجه پیش‌بینی شده شرکت طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ مقایسه و انحراف بودجه محاسبه شده است. در انتها نیز با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، پیشنهادهای کاربردی در این زمینه ارائه می‌گردد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، به عنوان یک نوآوری در بحث بودجه‌ریزی، برای اولین بار در دهه ۵۰ به عنوان جایگزینی مناسب برای بودجه تکلیفی و ابزار ضروری برای کنترل هزینه‌ها پیشنهاد شد. در بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، توجه از ورودی به خروجی تغییر یافت و تمرکز

اصلی بر فعالیت‌ها و خروجی‌هایی است که از نظر حجم کار و هزینه‌های واحد می‌توانند شناسایی و اندازه‌گیری شـوند. در دهه ۱۹۹۰، اصلاحات جدید مدیریت عمومی تقاضای قابل توجهی برای ارزیابـی عملکـرد و اطلاعـات ایجاد کرد و این تمایـل به ارزیابی عملکرد موجـب معرفی مجدد بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد به عنوان ابزاری برای مسـئولیت پاسخگویی به منظور جلب اعتماد عمومی به دولت شـد (هجال مقرابی[1]، ۲۰۱۹). بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد[2] (PBB) رویکردی در سیسـتم بودجه‌ریزی اسـت که ارتباط متقابل بین بودجه و عملکرد مورد انتظار و کارایی در دسـتیابی به آن عملکرد را مـورد توجه قرار می‌دهد. عملکرد، انجام امـور در قالب خروجی یک فعالیت یا نتیجه یک برنامه با کمیت و کیفیت اندازه‌گیری شـده اسـت (هسـرینی[3]، ۲۰۱۵). به عبـارت دیگـر بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد به معنای اسـتفاده از اطلاعات عملکردی در فرآیند و تخصیص بودجه اسـت (سـازمان همکاری و توسـعه اقتصادی، ۲۰۰۷). اطلاعات عملکردی در فرآیند بودجه‌ریزی به سـه دلیل اسـتفاده می‌شود: تهیه بودجه، توجیه و دلایل پیشنهاد بودجه و تحقق الزامات قانونی (هاتری[4]، ۲۰۰۸) و می‌تواند با کمک به بهبود اولویت بندی هزینه‌ها، فشـار بیشـتر بر وزارتخانه‌ها و سـازمان‌ها برای بهبود اثربخشـی برنامه‌ها و اطمینـان از این که بودجه منجر به افزایش کارایی در وزارتخانه‌ها و سـازمان‌ها می‌شـود، به فرآیند بودجه‌ریزی کمک نماید (رابینسـون[5]،۲۰۱۴). بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد با هدف بهبود کارآیی و اثربخشی هزینه‌های عمومی، با اسـتفاده از اطلاعات عملکردی، بودجه سـازمان‌های دولتی را به نتایج حاصل از ارائه خدمات آن‌ها مرتبط می‌سـازد (رابینسـون و لسـت[6]، ۲۰۰۹). در بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، مسـئله اصلی میزان منابعی اسـت که باید به نتایج مرتبط شوند (شـیک[7]، ۲۰۰۷). بودجه‌ریزی مبتنـی بـر عملکرد دو مزیت بالقـوه برای دولت‌ها به همـراه دارد: ۱) ایجاد ارتباط آشـکار بین تخصیـص بودجه عمومی و اولویت‌های دولـت ۲) امکان کاهش هزینه‌ها از طریق افزایش کارآیی (هاوکزورث و همکاران[8]، ۲۰۱۳).

۲-۱. پیشینه مطالعات انجام شده

۲-۱-۱. پیشینه تحقیقات خارجی انجام شده

اسـترک[9] (۲۰۰۷) از ادبیـات مربـوط به بودجه‌ریـزی و همچنین نوآوری برای توسـعه یک چارچوب تحلیلی جهت مقایسـه طراحی بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد در چهار کشـور استرالیا،

1. Hijal- Moghrabi
2. Performance-Based Budgeting(PBB)
3. Hesrini
4. Hatry
5. Robinson
6. Robinson and Last
7. Schick
8. Hawkesworthet al
9. Sterck

هلند، سوئد و کانادا استفاده کرد. وی استدلال می‌کند بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد می‌تواند به عنوان یک نوآوری تلقی شده و در چهار مرحله از چرخه نوآوری مورد بررسی قرار گیرد: ۱) محتوا، ۲) فرایند نوآوری، ۳) تصویب و ۴) اجرا. نتایج تحقیق بیانگر آن است که در چهار کشور مورد مطالعه تمرکز اصلی طراحی بودجه‌ریزی بر تغییر ساختار بودجه بوده است. اما در تغییر عملکرد بودجه خیلی موفق به نظر نمی‌رسند. زامفیرسکو و زامفیرسکو[1] (۲۰۱۳) طی تحقیقی با عنوان "برنامه‌ریزی آرمانی به عنوان یک مدل تصمیم‌گیری برای بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد" از ابزار صفحه گسترده برای پیاده‌سازی اصول بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد (PBB) برای یک سازمان دولتی استفاده کردند. در این تحقیق بخش کوچکی از فرآیند بودجه‌ریزی، یعنی تخصیص نهایی بودجه عمومی مدنظر قرار گرفت و با استفاده از داده‌های واقعی، نمونه‌ای از ابزار مزبور جهت بهینه‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی در بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد ارائه شد. نتایج تحقیق بیانگر آن است که مدل ریاضی ارائه شده، امکان درک عمیقی از سازوکارها و معیارهای پیچیده را برای ارزیابی برنامه‌های جاری در سیستم بودجه‌ریزی فراهم می‌سازد. نتایج شبیه سازی نشان می‌دهد که مدل سیستم‌های پشتیبانی تصمیم محور (DSS)[2] می‌توانند ابزاری مفید برای پشتیبانی از تصمیمات مبتنی بر واقعیت برای تخصیص بودجه عمومی باشند. سوریانی و دالیمونته[3] (۲۰۱۷) در تحقیق خود فرآیند اجرای بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد در بخش عمومی را در کشور اندونزی مورد تحلیل و بررسی قرار دادند. دولت اندونزی از سال ۲۰۰۳ با اجرای قانون شماره (۱۷) سال ۲۰۰۳ ملزم به اصلاح مدیریت مالی بخش دولتی شد. قانون شماره (۱۷)، قانون حاکم بر اجرای بودجه یکپارچه، بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد و چارچوب هزینه‌های میان مدت است. نتایج حاکی از طراحی بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد در سطح گسترده توسط دولت اندونزی است که مطابق با ادبیات موجود بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد تنظیم شده است. با این حال، اجرای بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، چه در دولت مرکزی و چه در سطح محلی هنوز مطابق با طرح بزرگ از پیش تعیین شده نیست. تات کی هو[4] (۲۰۱۸) در تحقیقی به بررسی عملکرد چندین دهه بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد در کشورهای مختلف و چالش‌های مرتبط با آن مطابق با چارچوب نهادی چند لایه می‌پردازد. نتایج تحقیق، بر بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد به عنوان یک سیستم مدیریت بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد تاکید می‌کند و بیان می‌دارد باید طراحی بودجه چند ساله، ارزیابی ریسک مالی، طراحی خط مشی، چرخه بودجه واحدهای سازمانی، چرخه بودجه برنامه‌ای، مشارکت ذینفعان، بررسی منظم هزینه‌ها و حسابرسی عملکرد با دقت بیشتری یکپارچه شود تا چالش‌های بلند مدت مالی که بسیاری از دولت‌ها با آن روبرو هستند، بررسی گردد و بتوانند در مقابل فشارهای عمومی بر سازمان‌های دولتی جهت انجام امور پاسخگو

1. Zamfirescu and zamfirescu
2. Decision-Driven Support Systems(DSS)
3. Surianti and Dalimunthe
4. Tat-Kei Ho

باشـــند. مارتینز گازمن[1](۲۰۱۹) طی تحقیقی سیستم بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد کشور شیلی را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. بررسی‌های تحقیق بیانگر آن است که بسیاری از دولت‌هایی که سیســـتم بودجه‌ریزی عملکرد را اجرا کرده‌اند از یک رویکرد متمرکز و سلســـله مراتبی پیروی کرده‌اند. یافته‌های تحقیق نشـــان می‌دهد در حالی که سیســـتم بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد با رویکرد سلسله مراتبی غالباً پاسخگوی نیاز وزارتخانه‌های خاص نمی‌باشد و مسائل مربوط به مالک و نماینـــده از جمله تضاد منافع ایجاد می‌کند، در شـــرایط خاصی همچون در موارد ارائه خدمات اجتماعی حرفه‌ای، اطلاعات عملکردی سیستم بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد می‌تواند مفید واقع گردد.

۲-۱-۲. پیشینه تحقیقات داخلی انجام شده

آذر و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی با عنوان "ارائه مدل برنامه‌ریزی خطی با رویکرد اســـتوار بـــرای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد"، یک مـــدل ریاضی برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد ارائه نمودند که بتواند بهینگی و موجه بودن تخصیص انجام شـــده را در شـــرایط عدم اطمینان حفظ کند. ایشـــان بیان می‌دارند مهمترین عواملی که باعث ایجـــاد عدم قطعیت در فضای بودجه‌ریزی می‌شوند مقادیر تخمین زده شده برای هزینه‌ها و محرک‌های هزینه است، لذا رویکرد برنامه‌ریزی استوار برای ارائه مدل ریاضی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در یک بانک ایرانی مورد بررسی قرار گرفته اســـت. مقایســـه نتایج به دســـت آمده از به کار گیری مدل‌های ریاضی، نشان داد مدل‌های اســـتوار بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد توانســـته‌اند شاخص انحراف بودجه را در این سازمان بهبود دهنـــد. آذر و همکاران (۱۳۹۳) طی تحقیقی، مدل بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد اســـتوار- فازی رویکـــردی در مدیریت خطر پذیری تخصیص بودجه در دانشـــگاه را ارائـــه نمودند به نحوی که از یک ســـو تخصیص بودجه به برنامه‌ها براســـاس اهمیت هر برنامه و از سوی دیگر تخصیص بودجه به دانشـــکده‌ها براساس سرانه دانشجویی مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورد توجه قرار گیـــرد. با لحـــاظ معیارهای مختلف، مـــدل برنامه‌ریزی آرمانی بودجه‌ریزی بـــر مبنای عملکرد در دانشـــگاه طراحی شـــد. در این مدل از از ضریب کارایی - محاسبه شـــده بر اساس رویکرد تحلیل پوششـــی داده‌ها (DEA)[2] و با مدل پایه (CCR)[3] نهاده‌گرا - برای تعیین ضریب اهمیت هرگروه آموزشی به منظور تخصیص بودجه استفاده گردید. نتایج ارائه شده در دو سطح کلان و عملیاتی و همچنین شبیه سازی مدل قطعی و استوار-فازی، نشان از قابلیت بسیار بالای مدل استوار- فازی نســـبت به مدل قطعی در پاســـخگویی به عدم قطعیت موجود در پارامترهای مســـاله و همچنین مدیریت ســـطح ریســـک تصمیم دارد. کلانتری و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقـــی با عنوان "مدل برنامه‌ریـــزی هـــدف فازی برای بودجه مبتنی بر عملکرد غلطان (مســـتمر) بـــا رویکرد بهره‌وری"،

1. Martınez Guzman
2. Data envelopment analysis
۳. پایه‌ای‌ترین مدل DEA، CCR نام دارد که مخفف نام معرفی کنندگان این مدل یعنی چارنز (Charnes)، کوپر (Cooper) و رودس (Rhodes) است.

یـک مدل ریاضی برای بودجه‌ریزی مبتنـی بر عملکرد ارائه نمودند. این مدل با روش برنامه‌ریزی هدف چبیشف با رویکرد فازی طراحی شده که افزایش بودجه را با افزایش انعطاف پذیری ترکیب می‌کند. پارامترها یا ضرایب مدل با اندازه‌گیری بهره‌وری سازمان‌ها با لحاظ هشت معیار به دست می‌آیند. برای محاسـبه شاخص بهره‌وری، داده‌های پالایشگاه‌های گازی ایران در سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۴ جمع‌آوری و و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیق نشـان می‌دهد مدل مذکور بودجه کل پالایشـگاه را در مقایسه با بودجه واقعی سال ۱۳۹۵، ۰٫۶۸٪ کاهش داده است که این رقم بالاتر از بودجه سالانه برخی از شرکت‌های این گروه است.

از آغاز پیدایش نظام PBB، مدل‌های مختلفی جهت اجرای این نظام پیشـنهاد و تدوین شده اسـت. تمامی مدل‌های PBB همه به دنبال دو هدف اصلی هسـتند: ۱) تدوین بودجه به نحوی کـه با اولویت بندی مصارف و هزینه‌ها، تخصیص کارا و اثربخش منابع حاصل شـود، ۲) عملکرد سـازمانی بهبود یابد. مساله بودجه‌ریزی در یک سـازمان را می‌توان از انواع مسائل تصمیم‌گیری سـازمانی در نظر گرفت که فرآیندی با رویکرد نیمه سـاختار یافته دارد. علیرغم وجود مدل‌های ریاضی که توسـط محققان مختلف برای مسئله تخصیص بودجه ارائه شده است، مساله تخصیص بودجه تحت تأثیر عوامل کیفی مانند سـاختار متغیر بودجه در سـازمان‌های مختلف و همچنین عواملـی چون تجربـه مدیران و تصمیم‌گیران نیز قرار دارد (راسـل و نورویگ[4]، ۲۰۲۰). به عبارت دیگر می‌توان بیان داشت در PBB دو مسئله عمومی "بهینه‌سازی" و "پیش‌بینی" مطرح است که به دلیل پیچیدگی محیط تصمیم‌گیری و تعداد زیاد متغیرها و پارامترهای تصمیم در حل مسائل عمومی بهینه‌سـازی و تخصیص، گرایش به روش‌های ریاضی، به دلیل ماهیت کمی و عینی آن‌ها در مقابل جنبه‌های ذهنی، افزایش یافته اسـت. در این راسـتا می‌توان روش‌های مختلف ریاضی همچون برنامه‌ریزی خطی، الگوریتم‌های فراابتکاری، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (شامل تکنیک‌هـای تصمیم‌گیری چند هدفه ماننـد برنامه‌ریزی آرمانی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شـاخصه مانند روش AHP[5] یا BWM[6])، مدل‌هـای ریاضی چند هدفی، مدل‌های ریاضی فازی و روش‌ها و فنون ترکیبی و ..... اشـاره نمود که طی سـال‌های اخیر به عنوان مبنایی برای شـکل گیـری مدل‌های ریاضی PBB، مورد توجه جدی قرار گرفته‌اند. لذا در این تحقیق پس از مطالعه ادبیات و مبانی نظری PBB، با توجه به پیچیدگی‌های حاکم بر فرآیند تنظیم بودجه و تخصیص منابع به نیازها و اهداف، همچنین عدم قطعیت منابع مالی آتی و تعداد زیاد متغیرها در شـرکت گاز اسـتان هرمزگان، همچنین کاربرد وسـیع مدل‌های ریاضی فازی جهت تخصیص بهینه منابع محدود به فعالیت‌ها، از مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی استفاده گردید.

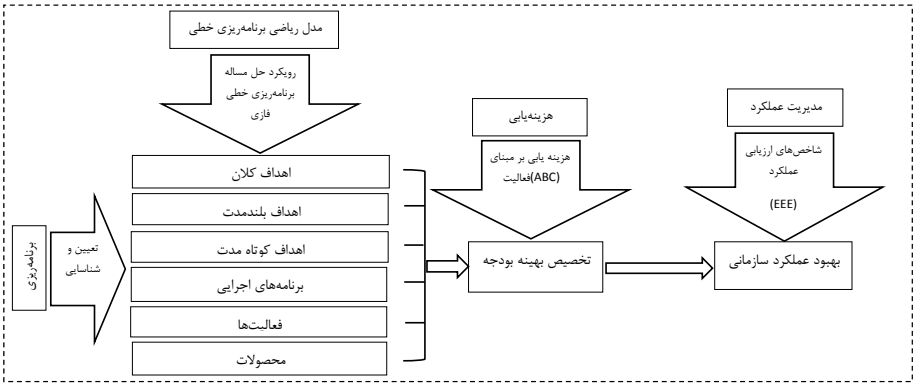
همان گونه که قبلاً اشاره شد هدف اصلی تحقیق حاضر ارائه مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی جهت اجرای PBB اسـت به طوری که منجر به کاهش انحراف بودجه و بهبود عملکرد سازمانی شود. بنابر مبانی نظری، سه عنصر اصلی سیستم PBB شامل برنامه‌ریزی،

4. Russell and Norvig
5. Analytic Hierarchy Process (AHP)
6. Best Worst Method (BWM)

هزینه یابی و مدیریت عملکرد می‌باشد. عنصر برنامه‌ریزی مجموعه‌ای شامل تعیین اهداف کلان، بلندمدت و کوتاه مدت (سالیانه)، برنامه‌های اجرایی، محصولات (خروجی فرآیند) و فعالیت‌ها است. در مرحله برنامه‌ریزی جهت دستیابی به افق چشم انداز شرکت که همان اهداف کلان است، اهداف بلندمدت که معمولاً پنج ساله هستند طراحی می‌شوند. همچنین به منظور نیل به اهداف بلندمدت، اهداف کوتاه مدت شناسایی شده و در پی آن برنامه‌های اجرایی که اهداف کوتاه مدت را محقق می‌سازند و فعالیت‌هایی که تحقق برنامه‌های اجرایی برای تولید محصولات یا انجام خدمات شرکت را ممکن می‌سازند، تعیین می‌شوند. مدل‌های ریاضی در مرحله برنامه‌ریزی جهت تخصیص کارای منابع محدود به فعالیت‌های سازمان و یا به عبارت دیگر دستیابی به هدف حداکثر سازی کارایی منابع و یا مصرف بهینه منابع وارد عمل می‌شوند. در عنصر هزینه یابی، هدف محاسبه بهای تمام شده فعالیت‌ها می‌باشد. یکی از مهمترین تکنیک‌هایی که می‌تواند شرکت‌ها را در محاسبه بهای تمام شده فعالیت‌ها و بهبود عملکرد مبتنی بر هزینه یاری نماید، سیستم هزینه یابی بر مبنای فعالیت (ABC) می‌باشد. عنصر مدیریت عملکرد با استفاده از شاخص‌های عملکردی (صرفه اقتصادی، کارایی و اثربخشی (EEE)[1]) نقش ایجاد ارتباط بین دو عنصر «برنامه‌ریزی» و «هزینه یابی» را به عهده دارد. به بیان روشن‌تر، می‌توان در مرحله برنامه‌ریزی که شامل تعیین و شناسایی اهداف کلان، اهداف بلندمدت، اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی، فعالیت‌ها و محصولات است، مدل‌های ریاضی برنامه‌ریزی خطی از جمله رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی را وارد و برای تعیین میزان بهینه اهداف و برنامه‌ها، فعالیت‌ها و محصولات استفاده کرد و در مرحله بعد با محاسبه دقیق بهای تمام شده فعالیت‌ها به وسیله روش هزینه یابی بر مبنای فعالیت، بودجه بهینه را محاسبه نمود و با تحلیل روابط عناصر برنامه‌ریزی و هزینه یابی از طریق شاخص‌های ارزیابی عملکرد، معیارهای صرفه اقتصادی، کارایی و اثربخشی را در سازمان مورد ارزیابی قرار داد. نتیجه کارکرد همزمان مدل‌های ریاضی برنامه‌ریزی خطی و عناصر سیستم PBB، بهبود عملکرد سازمانی است. مدل مفهومی نگاره (۱) ارتباط بین عناصر PBB و عملکرد مدل ریاضی در تخصیص بهینه بودجه را نشان می‌دهد.

1. Economic, Efficiency and Effectiveness (EEE)

شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش



منبع: یافته‌های محقق

۳. روش پژوهش

تحقیق حاضر از لحاظ جهت گیری از نوع تحقیقات کاربردی است و روش انجام آن از انواع ترکیبی (کمی و کیفی) است. به منظور ارائه مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی، پس از مطالعه مبانی نظری و مدل‌های ریاضی مختلف فازی، با توجه به کاربرد مدل‌های ریاضی در تخصیص بهینه منابع محدود و همچنین ماهیت اطلاعات مالی و غیرمالی و محدودیت‌های موجود در شرکت گاز استان هرمزگان، ابتدا مدل ریاضی در حالت قطعی آذر و همکاران (۱۳۹۰) انتخاب و حل می‌گردد. سپس با توجه به عدم قطعیت پارامترهای مدل در شرکت مذکور، از مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی ارائه شده توسط استانویویچ و همکاران[1] (۲۰۱۹) استفاده می‌شود.

برای پیاده‌سازی مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی PBB، حل مساله بودجه‌ریزی و تعیین اوزان اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی و خروجی‌های فرآیند (محصول) از نظرسنجی خبرگان شرکت شامل روسای واحدهای اجرایی با ابزار مصاحبه و پرسشنامه با رویکرد مدل بهترین و بدترین حالت (BWM)[2] استفاده می‌شود. پس از تعیین وزن هر یک از شاخص‌های مورد نیاز در مدل ریاضی به روش BWM و جمع‌آوری سایر اطلاعات موردنیاز مدل در قالب فایل Excel، به منظور حل مدل و دستیابی به تخصیص بهینه بودجه با حداکثر کارایی و اثربخشی با توجه به محدودیت‌های حاکم در تخصیص هزینه‌ها در شرکت گاز استان هرمزگان، از نرم‌افزار LINGO ۱۷ استفاده می‌گردد. به این ترتیب برای پیاده‌سازی مدل PBB در شرکت مورد مطالعه گام‌های زیر به ترتیب اجرا می‌شود:

1. Stanojević et al
2. Best Worst Method(BWM)

گام اول: مـدل پژوهـش (ارائه مـدل برنامه‌ریزی خطی PBB در حالت قطعی و بسـط آن و انتخاب مدل ریاضی با رویکرد حل مسـاله برنامه‌ریزی خطی فازی مناسب با توجه به پارامترهای متغیر شرکت).

گام دوم: مراحـل اجرای روش BWM(به منظور تعیین اوزان اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی و خروجی‌های فرآیند (محصول) برای تکمیل تابع هدف مدل ریاضی PBB).

گام سوم: تعیین ضرایب محدودیت‌های مدل پژوهش شامل ضرایب فنی و منابع سمت راست (معرفی منابع، فعالیت‌ها، محصولات شـرکت و استخراج سهم محرک‌های هزینه و فعالیت، مقدار واقعی منابع (هزینه‌ها) و مقادیر پیش‌بینی شـده منابع با اسـتفاده از سیسـتم بهای تمام شده بر مبنای فعالیت (ABC) شرکت).

گام چهـارم: جـای گذاری تمامـی پارامترها در مـدل ریاضی در حالت قطعـی و همچنین مدل ریاضی با رویکرد حل مسـاله برنامه‌ریزی خطی فازی و اجرای آن‌ها با اسـتفاده از نرم‌افزار LINGO۱۷، تحلیل و نتیجه‌گیری.

۴. مراحل پیاده‌سازی مدل ریاضی PBB با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی

۴-۱. گام اول: مدل پژوهش

جهت پیاده‌سازی مسـأله تخصیص بهینه بودجه، مدل ریاضی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در حالت قطعی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

مساله ۱:

Maximize:

$$\sum_{j=1}^{n_k}\sum_{q=1}^{Q}\sum_{p=1}^{P}\sum_{k=1}^{K} f_{rg}\, e_{qr}\, d_{pq}\, c_{kp}\, I_k Z_k$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \leq \left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\right) S_i'/S_i$$

$$\sum_{i=1}^{n} b_{jk}x_j \geq z_k\,;\, K = 1,\ldots,n$$

Boundary Constraints:

$$X_j\, Z_k \geq 0;\; X_j\,, Z_k \in Z \;\square \text{i,k,j}$$

متغیرهـا، اندیس‌ها و پارامترهای مورد اسـتفاده در مدل عبارتانـد از: اندیس اهداف کلان: g=1,2,…,G، اندیس اهداف بلند مدت: r=1,2,…,R، اندیس اهداف کوتاه مدت: q=1,2,…Q،

اندیس برنامه‌های اجرایی: $p=1,2,\ldots P$، اندیس محصولات: $k=1,2,\ldots K$، اندیس واحد فعالیت: $j=1,2,\ldots m$، اندیس منبع: $i=1,2,\ldots n$، حجم انجام فعالیت: X_j، تعداد خروجی (محصول): Z_k، نتیجه ارزیابی عملکرد محصول K: I_k، سهم محرک منبع i به ازای فعالیت j: a_{ij}، سهم محرک فعالیت j در محصول K: b_{jk}، سهم محرک محصول k در برنامه p: c_{kp}، سهم محرک برنامه p به ازای هدف کوتاه مدت q: d_{pq}، سهم محرک هدف کوتاه مدت q در هدف بلند مدت r: e_{qr}، سهم محرک هدف بلند مدت r در هدف کلان g: f_{rg}، مقدار هزینه از نوع i در دوره عملکرد: S_i، منبع i (مقدار هزینه پیش‌بینی شده): S'_i.

تابع هدف حداکثر کردن اثربخشی کل فعالیت‌های سازمان (میزان نیل به اهداف کلان) است. میزان نیل به اهداف بلندمدت از اندازه‌گیری شاخص‌های عملکردی مربوط به عناصر پایین دستی یک هدف بلندمدت محاسبه می‌شود. امتیاز اهداف بلندمدت حاصل ضرب شاخص‌های عملکردی اهداف کوتاه در ضریب تأثیر آن‌ها (سهم محرک) در هدف بلندمدت است. امتیاز اهداف کوتاه مدت برابر با امتیاز برنامه‌های اجرایی ضربدر ضریب تأثیر آن‌ها در اهداف کوتاه مدت و امتیاز برنامه‌ها از ضرب شاخص‌های ارزیابی محصولات در محرک‌های محصول می‌باشد.

سطر اول محدودیت‌ها، محدودیت منابع در دسترس است. فعالیت‌ها از منابع مختلف سازمان (نیروی انسانی، تجهیزات، انرژی، مواد و ...) مصرف می‌کنند. حجم ریالی منابع در قالب سرفصل هزینه‌های مربوط به دوره‌های قبل در سیستم‌های حسابداری موجود است و با به کارگیری یک روش پیش‌بینی می‌توان مقدار آن‌ها را برای دوره بعدی برآورد کرد. میزان استفاده هر فعالیت از هر منبع به نام سهم محرک منبع شناخته می‌شود که ضرایب متغیرها را در محدودیت‌ها تشکیل می‌دهند. در بودجه‌ریزی به دنبال آن هستیم که میزان صرف شده از هر منبع (به ازای انجام فعالیت‌های مختلف) برابر با مقدار پیش‌بینی شده یا کمتر باشد. محدودیت سطر دو برای ایجاد تعادل و همچنین ایجاد رابطه منطقی بین حجم فعالیت‌ها و تعداد محصولات است. برای تولید هر خروجی یا محصول، حجم مشخصی از فعالیت‌های متفاوت باید انجام شود، این موضوع در قالب یک محدودیت در نظر گرفته شده که ضرایب این محدودیت همان محرک‌های فعالیت‌اند.

محدودیت سطر سوم به محدودیت‌های کران دار اختصاص دارد و به این معناست که مدل ارائه 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 فعالیت، بودجه فعالیت از مدل قابل استخراج است (آذر و همکاران، ۱۳۹۰).

$$\text{بودجه فعالیت} = \left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} S'_i a_{ij} X_j\right) / \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}$$

در مدل‌های ریاضی فرض بر ثابت و قطعی بودن تمام عوامل مدل می‌باشد. این در حالی است که در عالم واقعیت هر یک از پارامترهای مدل با تغییر شرایط، با عدم قطعیت روبرو می‌شوند که

ایـــن امر می‌تواند مدل را غیربهینه و غیر ممکن نماید. به عقیده بن تال و نمیروفســکی[1] (۲۰۰۰) در بســیاری از موارد، امکان پذیری راه حل بهینه معمول برای یک برنامه‌ریزی خطی می‌تواند به شدت تحت تأثیر انحراف داده‌های بسیار کوچک قرار گیرد.

شرایط متغیر و همراه با عدم قطعیت، می‌تواند منجر به عدم بهینگی و شدنی بودن مدل شود. زمانی که شــرایط تصمیم‌گیری تحت تأثیر احتمال و عدم قطعیت قرار دارد و نمی‌توان نسبت به مقادیر پارامترهای مدل اطمینان حاصل نمود، نظریه احتمال مطرح می‌شود. شوندی (۱۳۹۴) بیان می‌دارد که "نظریه احتمال یکی از روش‌های ســنتی برای بیان عدم قطعیت با مدل ریاضی است. نظریه احتمال برای پیش‌بینی نتیجه یک رویداد تصادفی در آینده به کار می‌رود. رویدادی که در آینده قرار است اتفاق بیافتد و نتیجه آن در حال حاضر مشخص نیست. در واقع نظریه احتمال به رویدادهای تصادفی مرتبط است. جایی که پیچیدگی سیستم در حدی است که نمی‌توان با دقت و صراحت در مورد پارامترها، مشــخصه‌ها و رفتار سیســتم قضاوت کرد، مفهوم فازی جهت مدل سازی و تحلیل مطرح می‌شود. نظریه فازی، عدم قطعیت غیرتصادفی را پشتیبانی می‌کند". نظریه مجموعه‌های فازی در ســال ۱۹۶۵ به وسیله پروفســور لطفی‌زاده برای سیستم‌های با پیچیدگی زیاد و اطلاعات غیردقیق سر و کار دارند به صحنه ظهور پیوست. به عقیده حبیبی (۱۳۹۳) یکی از عمده‌ترین کاربردهای منطق فازی، بهینه‌سازی و بهبود تصمیم‌گیری است.

بنا به آنچه گفته شد مدل بهینه‌سازی ریاضی در حالت قطعی تنها قادر به محاسبه تخصیص بهینه بودجه مطلق می‌باشد در حالی که در دنیای واقعی، پارامترهای مختلف بودجه و بودجه‌ریزی در ســازمان‌ها همواره متغیــر بوده و با عدم قطعیت همراه هســتند. بنابراین پس از حل مدل در حالت قطعی و پیدا کردن بودجه بهینه، با لحاظ پارامترهای نادقیق و غیرقطعی مدل و با توجه به کاربرد منطق فازی در بهینه‌ســازی، مدل ریاضی در حالت قطعی با استفاده مدل فازی که بتواند تمام پارامترهای غیردقیق مدل اولیه را پوشش دهد، تعدیل و اصلاح می‌کنیم.

طیف گسترده‌ای از رویکردهای حل مساله برنامه‌ریزی خطی در ادبیات و مبانی نظری اخیر در محیط فازی ارائه شده است. در این تحقیق از مدل ریاضی با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی کامل فازی اســتانویویچ و همکاران[2] (۲۰۱۹) استفاده شده است. از ویژگی‌های این مدل آن است که مسئله برنامه‌ریزی خطی را با محدودیت‌های نامعادله فازی و عدم قطعیت ضرایب و متغیرهای تصمیم به وســیله اعداد فــازی ذوزنقه‌ای در نظر می‌گیرد. رویکرد حــل این مدل، انتخاب درجه پذیــرش تصمیم‌گیرنده برای ضرایب و متغیرهای تصمیم و ضرایب فنی و محدودیت‌های فازی با اســتفاده از بازه اعداد فازی ذوزنقه‌ای برای تبدیل مســاله اصلی به یک مساله بهینه‌سازی بازه‌ای اســت. رویکرد این مدل، مســاله بهینه‌سازی خطی فازی کامل اســت. فرمول مساله بهینه‌سازی خطی فازی کامل به شرح مساله زیر است:

1. Ben-Tal and Nemirovski
2. Stanojević et al

مساله ۲:

$$\max \tilde{c}\tilde{x}$$
$$S.t. \tilde{A}\tilde{x} <= \tilde{b}$$
$$\tilde{x} >= 0$$

در این مساله، $\tilde{c}$ یک بردار n بعدی است که ضرایب تابع هدف را نشان می‌دهد، $\tilde{A}$ ماتریس $m \times n$ محدودیت‌ها است. $\tilde{b}$ یک بردار m بعدی است که سمت راست محدودیت‌ها را نشان می‌دهد و $\tilde{x}$ بردار n بعدی متغیرهای تصمیم است. تمام ضرایب و متغیرهای تصمیم، ضرایب فنی محدودیت‌ها و مقادیر سمت راست توسط اعداد فازی ذوزنقه‌ای بیان شده است. متغیرهای تصمیم به عنوان اعداد فازی ذوزنقه‌ای غیرمنفی فرض می‌شوند و محدودیت‌ها از نوع نامعادله هستند.

با جایگزینی اعداد فازی ذوزنقه‌ای $\tilde{A}\tilde{x}\tilde{c}\tilde{x}$ و $\tilde{b}$ از مساله ۲، تابع حداکثرسازی برآورد شده با استفاده از اعداد فازی ذوزنقه‌ای از طریق مساله بهینه‌سازی فاصله‌ای مطابق با مساله ۳ حاصل می‌شود:

مساله ۳:

$$\max E(\tilde{c}\tilde{x})$$
$$S.t.\ E(\tilde{A}\tilde{x}) <= E(\tilde{b})$$
$$\tilde{x} >= 0$$

در مرحله بعد مساله ۴ نمایی از بازه اعداد ذوزنقه‌ای پیشنهادی و تشریح نامعادله فازی مساله (۳) را ارائه می‌نماید:

مساله ۴:

$$\max\ [\sum(Cj^1 Xj^1 + Cj^2 Xj^2), \sum(Cj^3 Xj^3 + Cj^4 Xj^4)]$$
$$S.t.\ [\sum(aij^1 Xj^1 + aij^2 Xj^2), \sum(aij^3 Xj^3 + aij^4 Xj^4)] <= [bi^1 + bi^2, bi^3 + bi^4]$$
$$i = 1, \ldots, m$$
$$X >= 0$$

در مرحله آخر، تابع هدف در مساله ۵ به ترتیب مقادیر سمت چپ بازه و متوسط بازه تابع هدف مساله ۴ را می‌سازند. پارامتر $\alpha \in [0,1]$ نشان دهنده میزان پذیرش تصمیم‌گیرنده در مورد بازه محدودیت‌های نامعادله است. مساله ۵ برای همه محدودیت‌ها از یک پارامتر α یکسان استفاده می‌کند، اما بسته به وضعیت، درجه قبولی ممکن است به طور مستقل برای هر محدودیت تعریف شود.

هر یک از جواب‌های بهینه پارتو $(Xj^1, Xj^2, Xj^3, Xj^4), j = 1,2,3,\ldots,n$ از مساله ۵ را می‌توان برای ساخت یک راه حل برای مسئله فازی اصلی (مساله ۲) استفاده کرد. از آنجا که مساله دارای دو هدف خطی است، می‌توان با جمع کردن توابع هدف، تمام راه حل‌های اولیه بهینه پارتو را به دست آورد. برای تجمیع توابع هدف از پارامتر اضافی β نیز می‌توانیم استفاده کنیم به طوری که $\beta \in [0,1]$ باشد. β ضریبی است که به توابع هدف، وزن می‌دهد. از آن جایی که توابع

هدف شامل مقادیر سمت چپ بازه و متوسط بازه تابع هدف است تعیین مقدار مناسب β بستگی به درجه اهمیت مقادیر سمت چپ بازه و یا متوسط بازه تابع هدف دارد. در صورتی که مقادیر سمت چپ بازه تابع هدف از اهمیت بیشتری برخوردار باشند مقدار β نزدیک به عدد یک انتخاب می‌شود و در صورتی که متوسط بازه تابع هدف بااهمیت‌تر باشد مقدار β نزدیک به صفر انتخاب می‌گردد. در نهایت بعد از تعیین مقدار مناسبβ، راه حل‌های بهینه برای مسئله برنامه‌ریزی خطی تک هدفه پارامتریک را تحلیل کنیم.

مساله ۵:

$$\max \beta\left(\sum Cj^1Xj^1 + Cj^2Xj^2\right) + (1-\beta) * \frac{1}{2} * \left(\sum Cj^1Xj^1 + Cj^2Xj^2 + Cj^3Xj^3 + Cj^4Xj^4\right);$$

$$\text{S.t.} \sum\left(aij^3Xj^3 + aij^4Xj^4\right) \leq bi^3 + bi^4; i = 1, \dots, m$$

$$(1-\alpha) * \sum\left(aij^1Xj^1 + aij^2Xj^2\right) + (\alpha) * \sum\left(aij^3Xj^3 + aij^4Xj^4\right) \leq (1-\alpha) * \left(bi^1 + bi^2\right) + (\alpha) * \left(bi^3 + bi^4\right);$$

$$0 \leq Xj^1 \leq Xj^2 \leq Xj^3 \leq Xj^4; j = 1, \dots, n$$

انتخاب ارزش‌های مشخص برای α (میزان پذیرش تصمیم‌گیرنده در مورد بازه محدودیت‌های نامعادله) و β(ضریبی است که به تابع هدف، وزن می‌دهد) یک راه حل منحصر به فرد برای مسئله فازی اصلی (مساله ۲) ایجاد می‌کند. با استفاده از ارزش پارامتر α و سپس تحلیل پارامتریک با توجه β، تصمیم‌گیرنده از ماهیت مساله‌ای که باید تکمیل نماید، آگاه‌تر می‌گردد.

در این تحقیق β، با توجه به اهمیت متوسط بازه تابع هدف، برابر با ۰,۲ و β-۱ برابر با ۰,۸ و از بین ۱۱ حالت α=[۰ ,۰,۱ ,۰,۲ ,۰,۳ ,... ,۱]، با توجه سطح پذیرش ۰,۹ توسط تصمیم‌گیرنده در مورد بازه محدودیت‌های نامعادله، α=۰,۹ مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. با توجه به این که متغیرهای مساله در شرکت گاز استان هرمزگان شامل محصولات و فعالیت‌های عملیاتی شرکت می‌باشد که مشخص، قطعی و دقیق هستند و نادقیق بودن و عدم قطعیت مربوط به ضرایب متغیرهای تصمیم و ضرایب فنی و مقادیر سمت راست (منابع) می‌باشد، لذا مساله بهینه‌سازی خطی فازی کامل در مدل فوق به مساله بهینه‌سازی خطی فازی به شرح زیر تبدیل می‌شود:

مساله ۶:

$$\max \beta\left(\sum Cj^1X_j + Cj^2X_j\right) + (1-\beta) * \frac{1}{2} * \left(\sum Cj^1X_j + Cj^2X_j + Cj^3X_j + Cj^4X_j\right);$$

$$\text{S.t.} \sum\left(aij^3X_j + aij^4X_j\right) \leq bi^3 + bi^4; i = 1, \dots, m$$

$$(1-\alpha) * \sum\left(aij^1X_j + aij^2X_j\right) + (\alpha) \sum\left(aij^3X_j + aij^4X_j\right) \leq (1-\alpha) * \left(bi^1 + bi^2\right) + (\alpha) * \left(bi^3 + bi^4\right);$$

$$0 \leq X_j; \text{ j=1,...,n}$$

با توجه به آن که مدل اولیه تحقیق، مساله برنامه‌ریزی خطی در حالت قطعی (مساله ۱) است و در این مدل متغیرهای تصمیم شامل Z_j حجم محصولات و X_j حجم انجام فعالیت‌های

عملیاتی شرکت است، بنابراین در این تحقیق برای فازی کردن مساله برنامه‌ریزی خطی در حالت قطعی، مدل برنامه‌ریزی خطی فازی مساله ۶ را با توجه به مساله ۱ تعدیل و مساله جدیدی ایجاد می‌گردد. به این صورت که متغیرهای Z_j و X_j با هم، متغیر تصمیم X_j مدل برنامه‌ریزی خطی فازی را تشکیل می‌دهند. در واقع بخشی از بردار X_j مربوط به مدل برنامه‌ریزی خطی فازی در تابع هدف با Z_j و بخشی دیگری از آن در محدودیت‌ها با X_j نشان داده می‌شود و مساله برنامه‌ریزی خطی در حالت قطعی با توجه به مدل برنامه‌ریزی خطی فازی مساله ۶ به شکل زیر به یک مساله فازی تبدیل شده و مساله ۷ به عنوان مدل برنامه خطی فازی شده مساله ۱ به شرح زیر ایجاد می‌شود:

مساله ۷:

$$\max \beta(\sum Cj^1 Z_j + Cj^2 Z_j + (1-\beta) * \frac{1}{2} * (\sum Cj^1 Z_j + Cj^2 Z_j + Cj^3 Z_j + Cj^4 Z_j);$$

$$\text{S.t.} \sum (aij^3 X_j + aij^4 X_j) \leq bi^3 + bi^4; i = 1, \dots, m$$

$$(1-\alpha) * \sum (aij^1 X_j + aij^2 X_j) + (\alpha) \sum (aij^3 X_j + aij^4 X_j) \leq (1-\alpha) * (bi^1 + bi^2) + (\alpha) * (bi^3 + bi^4);$$

$$0 \leq X_j, 0 \leq Z_j; \text{ j=1,...,n}$$

۴-۲. گام دوم: مراحل اجرای روش BWM

با توجه به آن که برای پیاده‌سازی PBB، مدل ریاضی مبنای عمل می‌باشد، به منظور شناسایی سطوح مختلف اطلاعات موردنیاز این مدل، شامل سهم محرک هر هدف بلند مدت از اهداف کلان (f_{rg})، سهم محرک هر هدف کوتاه مدت از اهداف بلند مدت (e_{qr})، سهم محرک هر برنامه اجرایی از اهداف کوتاه مدت(d_{pq})، سهم محرک هر محصول به ازای هر برنامه اجرایی(c_{kp})، سهم محرک هر فعالیت به ازای هر محصول(b_{jk})، سهم محرک هر منبع به ازای هر فعالیت(a_{ij})، در مرحله اول اطلاعات مربوط به اهداف کلان و بلندمدت سازمان و سهم اهداف بلندمدت از اهداف کلان شرکت(f_{rg}) دریافت شد. همچنین با استفاده از اطلاعات فرآیندی سازمان، اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی شرکت، خروجی‌های فرآیند (محصولات) استخراج گردید که در این مرحله می‌بایست سهم محرک هر عامل محاسبه شود. در ادامه به منظور تعیین وزن(سهم محرک) هریک از اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی شرکت و خروجی‌های فرآیند، روش بهترین و بدترین معیار(BWM) به کار گرفته شد. روش BWM یکی از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد و اولین بار توسط آقای رضایی در سال ۲۰۱۵ مطرح شد. در این روش تعدادی گزینه با توجه به تعدادی شاخص ارزیابی می‌شود تا بهترین گزینه انتخاب شود. اساس این روش به این صورت است که بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد؛ سپس یک مسئله حداکثر حداقل برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله

و حل می‌شود؛ همچنین در این روش فرمولی برای محاسبه نرخ سازگاری به منظور بررسی اعتبار مقایسات در نظرگرفته شده است. از جمله ویژگی‌های برجسته روش BWM نسبت به سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندگانه (MCDM)[1] موجود، تعداد مقایسات زوجی کمتر نسبت به روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[2]، دستیابی به مقایسات زوجی سازگارتر، امکان ترکیب با سایر روش‌های MCDM و سادگی استفاده از آن از بقیه روش‌های تصمیم‌گیری به دلیل استفاده از اعداد صحیح می‌باشد. مراحل اجرای مدل BWM به این شرح است:

مرحله اول: تعیین مجموعه شاخصهای تصمیمگیری: دراین مرحله، معیارهای $\{C1,C2,\ldots,Cn\}$ که برای دستیابی به یک تصمیم مورد استفاده قرار می‌گیرند، در نظر گرفته می‌شوند.

مرحله دوم: بهترین (مطلوب‌ترین، مهم‌ترین) و بدترین (کم اهمیت‌ترین، ناپسندترین) معیار تعیین میشود. در این مرحله شخص تصمیم‌گیرنده، بهترین و بدترین معیار را به صورت کلی مشخص می‌نماید. در این مرحله هیچ مقایسه‌ای انجام نمی‌شود.

مرحله سوم: ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها را با استفاده از اعدادی بین ۱ تا ۹ مشخص می‌شود. بردار بهترین نسبت به سایرین می‌تواند به شکل زیر باشد:

$$AB=(A_{B1} \text{ و } A_{B2} \text{ و } \ldots \text{ و } A_{Bn})$$

که درآن a_{Bj} برتری بهترین معیار B رابرای معیار j نشان می‌دهد. بدیهی است که رابطه ذیل برقرار است.

$$a_{BB}= 1$$

مرحله چهارم: ارجحیت تمامی معیارها نسبت به بدترین معیار با استفاده از اعداد بین ۱ تا ۹ مشخص می‌شود. بردار برتری سایرین به بدترین معیار به شرح ذیل خواهد بود.

$$A_W=(A_{1W} \text{ و } A_{2W} \text{ و } \ldots \text{ و } A_{nW})$$

که در آن a_{jw} برتری معیار j را بر بدترین معیار یعنی W نشان می‌دهد. بدیهی است که رابطه ذیل برقرار است.

$$a_{WW}= 1$$

مرحله پنجم: یافتن مقادیر بهینه وزنها $(w_1^*,w_2^*,\ldots,w_n^*)$: وزن بهینه برای معیارها، وزنی که در آن، برای هر زوج $\frac{w_B}{w_j}$و $\frac{w_j}{w_W}$ و، رابطه ذیل برقرار باشد.

$$\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj} \text{ و } \frac{w_j}{w_W} = a_{jW}$$

برای برقراری این شرایط برای تمامی j ها، باید راه حلی را بیابیم که در آن حداکثر تفاوت‌های مطلق یعنی $\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{w_j}{w_W} - a_{jW}\right|$ برای تمامی j ها حداقل باشد. با در نظر گرفتن منفی نبودن مقادیر و شرایط جمع اوزان، مسئله خطی ذیل حاصل می‌گردد:

1. Multi-Criteria Decision-Making
2. Analytical Hierarchy Process

Min ξl
s.t.
$|w_b - a_{Bj}.w_j| \leq$ ξl برای تمامی j ها
$|w_j - a_{jw}.w_w| \leq$ ξl برای تمامی j ها
$\sum_j w_j = 1$
Wj ≥ 0, for all j برای تمامی j ها

هر چه مقادیر نرخ سازگاری به صفر نزدیک‌تر باشد، نتایج سازگاری بیشتری دارد (رضایی، ۲۰۱۶).

مطابق با بررسی‌های به عمل آمده در شرکت گاز هفت (۷) هدف کلان و سی (۳۰) هدف استراتژیک، تعداد یکصد و بیست و دو (۱۲۲) هدف کوتاه مدت (سالانه) و سیصد و شصت و هفت (۳۶۷) برنامه اجرایی طراحی شده است.

به منظور بررسی مدل در شرکت گاز، تنها از داده‌های واقعی حوزه عملیاتی استفاده شده است. به این ترتیب که اهداف کلان، اهداف بلندمدت، اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی، محصولات و مهمترین فعالیت‌های بخش عملیاتی و روابط میان آن‌ها گردآوری شده است. مطابق با بررسی‌های به عمل آمده جهت دستیابی به اهداف کلان در سال ۱۳۹۷، تعداد شش (۶) هدف کلان، پانزده (۱۵) هدف استراتژیک، چهل و چهار (۴۴) هدف کوتاه مدت (سالانه) و یکصد و سی و سه (۱۳۳) برنامه اجرایی برای بخش عملیاتی شرکت در نظر گرفته شده است. در جدول زیر اولین هدف کلان شرکت در بخش عملیاتی (گسترش زیرساخت‌های گازرسانی) به همراه زیر مجموعه آن (اهداف بلندمدت و کوتاه مدت و برنامه‌های اجرایی) به عنوان نمونه و خروجی‌های فرآیند آورده شده است. به دلیل حجم بالای سایر اهداف از درج آن‌ها خودداری شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱: اهداف و برنامه‌های اجرایی شرکت

هدف کلان (g)	هدف بلندمدت (r)	هدف کوتاه مدت (q)	برنامه اجرایی (p)	خروجی (محصول) (k)
گسترش زیرساخت‌های گازرسانی	توسعه بهره‌برداری	افزایش انشعابات نصب شده نسبت به تعهدات	تأمین شرایط مناسب زیرساخت	توزیع گاز به بخش صنعتی
			زون‌بندی مناطق گازرسانی شده	
		کاهش متوسط زمان نصب انشعاب پراکنده	بازدید میدانی امدادگران	
			بررسی شرایط درخواست‌های ارائه شده	
		افزایش اشتراک پذیری انجام شده نسبت به تعهدات	تأمین شرایط مناسب زیرساخت	
			زون بندی مناطق گازرسانی شده	
			تبلیغ و اطلاع رسانی	
			تکمیل حفره‌های زیرساخت	
	ارتقای سیستم سنجش مصارف مشترکین	کنتورهای ارتقاء یافته نصب شده	جایگزین کردن کنتورهای معیوب	
			تأمین کنتورهای ارتقاء یافته	
		سرانه تعدیل ناشی از قرائت اشتباه	استفاده از کنتورهای ارتقاء یافته	توزیع گاز به بخش نیروگاهی
			صدور قبض آنی	
			کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری	
			کاهش مدت زمان تأیید مصارف	
		بررسی مشترکین تحت پوشش قرائت خوانی	قرائت کنتورخوان	
			چاپ قبوض	
		بررسی میزان نبود خوانی	افزایش نیروهای کنتورخوان	
			افزایش دفعات پایش و قرائت	
	بهره‌برداری بهینه از دارایی‌ها	تکمیل نقشه راه کربن	شناسایی محل‌های هدررفت گاز	
			امکان‌سنجی و تحلیل میزان انتشار	
	نگهداری بهینه و توسعه تجهیزات و تاسیسات	اجرای برنامه نشت‌یابی	برنامه زمان بندی-شبکه و خطوط تغذیه	توزیع گاز به بخش خانگی، عمومی، تجاری، کشاورزی و...
			برنامه زمان بندی-نشت یابی ایستگاه‌ها	
			اجرای عملیات نشت یابی	
			ارائه گزارش نشت یابی	
			بازرسی مجدد از نشت‌های اعلام شده	
		بررسی برنامه‌های تعمیراتی غیرروتین و روتین	بازدید هفتگی ایستگاه‌ها	
			بازدید رگلاتور، شیرها، گیج‌ها و ...	

منبع: یافته‌های محقق

جهت تعیین وزن هریک از اهداف کوتاه‌مدت (e_{qr})، برنامه‌های اجرایی (d_{pq}) و خروجی‌های

فرآیند بخش عملیاتی (c_{kp}) شـرکت ابتدا فایل اکسـلی از درخت سلسـله مراتبی شامل سطوح اهـداف کلان، اهداف اسـتراتژیک، اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایـی و خروجی‌های فرآیند مربوط به فعالیت‌های عملیاتی شرکت مطابق با جدول بالا تهیه شد. سپس براساس درخت سلسله مراتبی به منظور تعیین اهداف زیر در دو مرحله پرسشـنامه در اختیار خبرگان (روسای اجرایی) شـرکت قرار گرفت: مرحله اول: ۱) تعیین بااهمیت‌ترین و بی اهمیت‌ترین موارد هر سـطح معیار به صورت کلی ۲) شناسـایی ارجحیت بهترین معیار نسـبت به سایر معیارها با استفاده از اعدادی بیـن ۱ تـا ۹ و ارجحیت تمامی معیارها نسـبت به بدترین معیار با اسـتفاده از اعداد بین ۱ تا ۹. مرحله دوم: با اسـتفاده از نتایج پرسشـنامه دوم و ارجحیت‌های اهداف کوتاه مدت و برنامه‌های اجرایی شناسـایی شـده (با اهمیت‌ترین و کم اهمیت‌ترین آن‌ها) توسط روسای واحدهای اجرایی (خبرگان)، به وسیله رابطه (۳) به تعیین اوزان و رتبه‌بندی معیارها (اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایـی و خروجی‌های فرآیند) پرداخته و مقادیر بهینه وزنها مطابق با مدل خطی روش BWM در نرم‌افزار LINGO17 محاسـبه شـد. به عنـوان مثال با توجه به نظرات خبـرگان، «افزایش انشعابات نصب شده نسبت به تعهدات» به عنوان با اهمیت‌ترین هدف کوتاه مدت مربوط به هدف اسـتراتژیک «توسعه بهره‌برداری» و از سویی دیگر «افزایش اشتراک پذیری انجام شده نسبت به تعهـدات» بـه عنوان کم اهمیت‌ترین هدف کوتاه مدت مربوط به هدف اسـتراتژیک مزبور تعیین گردید. پس از ایجاد و حل مدل نتایج به صورت زیر می‌باشد:

جدول ۲: وزن نسبی اهداف کوتاه مدت

نام معیار (هدف کوتاه مدت)	وزن معیار (هدف)
افزایش انشعابات نصب شده نسبت به تعهدات	۰,۴۵
کاهش متوسط زمان نصب انشعاب پراکنده	۰,۳
افزایش اشتراک پذیری انجام شده نسبت به تعهدات	۰,۲۵
نرخ سازگاری: ۰,۰۵۶	

منبع: یافته‌های محقق

با توجه به جدول بالا، میزان نرخ سازگاری ماتریس برابر ۰,۰۵۶ می‌باشد که این عدد کوچکتر یا مسـاوی ۰,۱ اسـت بنابراین این امر نشـان دهنده سـازگاری قابل قبول نتایج است. همچنین «افزایش انشعابات نصب شده نسبت به تعهدات» با وزن ۰,۴۵ اولویت اول، «کاهش متوسط زمان نصب انشـعاب پراکنده» با وزن ۰,۳ اولویت دوم و «افزایش اشـتراک پذیری انجام شـده نسبت به تعهدات» با وزن ۰,۲۵ اولویت سـوم را در بین اهداف کوتاه مدت مربوط به هدف اسـتراتژیک «توسعه بهره‌برداری» کسب کرده است. بدین ترتیب برای تک تک اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی و خروجی‌های فرآیند، مراحل بالا طی شـد. پس از حل مدل خطی BWM اوزان هریک

از اهـداف کوتاه‌مدت (e_{qr})، برنامه‌های اجرایی (d_{pq}) و خروجی‌های فرآیند شـرکت (c_{kp}) تعیین گردید (با توجه به آن که بخش عملیاتی شرکت شامل ۴۴ هدف کوتاه مدت و ۱۳۳ برنامه اجرایی می‌باشد، از ذکر سایر اهداف و برنامه‌ها خودداری شده است).

۴-۳. گام سوم: تعیین ضرایب محدودیت‌های مدل پژوهش

مطابق با بررسـی‌های به عمل آمده، شرکت گاز اسـتان هرمزگان دارای سه محصول اصلی و در بخش عملیاتی دارای هشت فعالیت اصلی و هشت منبع کلی به شرح زیر می‌باشد (جدول ۳):

جدول ۳: خروجی‌ها، فعالیت‌ها و منابع شرکت

خروجی (محصول) (k)	Z_k	فعالیت (j)	j	منبع (هزینه) (i)	i
توزیع گاز به بخش صنعتی	Z_1	ایمنی، بهداشت و محیط زیست	۱	هزینه اجاره، آب، برق و تلفن، آموزش، بیمه و سایر	۱
توزیع گاز به بخش نیروگاهی	Z_2	تعمیرات و نگهداری	۲	اداری و تشکیلاتی	۲
توزیع گاز به بخش خانگی، عمومی، کشاورزی و...	Z_3	بازرسی فنی	۳	استهلاک	۳
-	-	امداد	۴	حقوق، دستمزد و مزایا	۴
-	-	مخابرات و تلمتری	۵	حمل و نقل	۵
-	-	حمل و نقل	۶	خدمات دریافتی	۶
-	-	اندازه‌گیری و مانیتورینگ	۷	ذخیره پاداش سنوات	۷
-	-	خدمات مشترکین گاز	۸	مواد و کالا	۸

منبع: یافته‌های محقق

در ادامه جهت محاسـبه اطلاعات مربوط به محدودیت‌های اول و دوم مدل ریاضی، مقدار سر فصل‌های هزینه در دوره عملکرد (S_i) و مقدار هزینه پیش‌بینی شده (S'_i)، سهم محرک‌های منبع (هزینه)(a_{ij}) و فعالیت (b_{jk}) از سیسـتم حسـابداری بهای تمام شـده بر مبنای فعالیت (ABC) شـرکت استخراج شد. پس از محاسبه تمامی عناصر مدل ریاضی و آماده سازی اطلاعات در قالب فایل اکسل مطابق با جدول زیر، مدل آماده اجرا در نرم‌افزار LINGO می‌باشد (شایان ذکر است به دلیل حجم بالای عناوین اهداف کلان، اسـتراتژیک و اهداف کوتاه مدت و برنامه اجرایی و ... و همچنین با توجه به درج جدول ۱ از ذکر سـایر اهداف و مقادیر آن‌ها خودداری نموده و در قالب جدول ۴ به تشریح علائم ریاضی، خروجی‌ها، فعالیت‌ها و منابع بسنده شده است).

جدول ۴: اطلاعات مرتبط با مدل ریاضی بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد به انضمام علائم ریاضی

هدف کلان (g)	هدف بلندمدت (r)	سهم محرک هدف بلند مدت (g) در هدف کلان (g) = ($f_{1,1}$)	هدف کوتاه مدت (q)	سهم محرک هدف کوتاه مدت (p) در هدف بلند مدت (r) = ($e_{1,1}$)	برنامه اجرایی (s)	سهم محرک برنامه (s) به ازای هدف کوتاه مدت (q) = ($d_{1,1}$)	خروجی (محصول) (k)	سهم محرک محصول (k) در برنامه (s) = ($c_{1,1}$)	فعالیت (j)	منبع (هزینه) (i)	سهم محرک منبع (i) به ازای فعالیت (j) = ($a_{1,1}$)	سهم محرک فعالیت (j) در محصول (k) = ($b_{1,1}$)	حجم انجام فعالیت = X_j	تعداد خروجی (محصول) = Z_k	مقدار هزینه از نوع i = S_i	مقدار هزینه از نوع i بعد از بهینه شدن = S'_i
1	1	$F_{1,1}$	1	$e_{1,1}$	1	$d_{1,1}$	1	$c_{1,1}$	1	1	$a_{1,1}$	$b_{1,1}$	X_1	Z_1	S_1	S'_1
2	2	$F_{2,1}$	2	$e_{2,1}$	2	$d_{2,1}$	2	$c_{1,2}$	2	2	$a_{1,2}$	$b_{1,2}$	X_2	Z_2	S_2	S'_2
3	3	$F_{3,1}$	3	$e_{3,1}$	3	$d_{3,1}$	3	$c_{1,3}$	3	3	$a_{1,3}$	$b_{1,3}$	X_3	Z_3	S_3	S'_3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	-	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	-	⋮	⋮
6	15	$F_{15,6}$	44	$e_{44,15}$	۱۳۳	$d_{133,44}$	-	$C_{3,133}$	8	8	$a_{8,8}$	$b_{8,3}$	X_8	-	S_8	S'_8

منبع: یافته‌های محقق

هر یک از پارامترهای مساله ۱ مطابق با گام‌های قبل محاسبه گردید. مقدار نهایی هریک از پارامترهای مساله ۱ در جدول ۵ قابل مشاهده است:

جدول ۵: پارامترهای محاسبه شده مدل برنامه‌ریزی خطی در حالت قطعی مساله ۱

bi								cj		
b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	c3	c2	c1
2	8	7	11	9	7.5	10.25	66.5	0.05	0.31	0.32

a2j								a1j							
a28	a27	a26	a25	a24	a23	a22	a21	a18	a17	a16	a15	a14	a13	a12	a11
0.0008	0.44	0.006	0.285	0.0682	0.035	0.15	0.015	0.002	0.01	0.053	0.025	0.45	0.3	0.06	0.1

a4j								a3j							
a48	a47	a46	a45	a44	a43	a42	a41	a38	a37	a36	a35	a34	a33	a32	a31
0	0.5	0.01	0.1	0.03	0.06	0.2	0.1	0.01	0.15	0.01	0.4	0.02	0.01	0.2	0.2

a6j								a5j							
a68	a67	a66	a65	a64	a63	a62	a61	a58	a57	a56	a55	a54	a53	a52	a51
0.003	0.27	0.007	0.45	0.02	0.01	0.17	0.07	0.25	0.003	0.12	0.25	0.072	0.04	0.25	0.015

a8j								a7j							
a88	a87	a86	a85	a84	a83	a82	a81	a78	a77	a76	a75	a74	a73	a72	a71
0	0.844	0.017	0.043	0.002	0.011	0.063	0.02	0.004	0.035	0.002	0.3	0.035	0.004	0.11	0.195

bj2								bj1							
b82	b72	b62	b52	b42	b32	b22	b12	b81	b71	b61	b51	b41	b31	b21	b11
0.31	0.95	0.1	0.16	0.26	0.33	0.25	0.54	0.254	0.233	0.143	0.169	0.148	0.848	0.578	0.527

bj3															
b83		b73		b63		b53		b43		b33		b23		b13	
0.322		0.431		0.008		0.91		0.345		0.476		0.354		0.054	

منبع: یافته‌های محقق

با توجه به مقادیر استخراج شده هر یک از پارامترهای مدل برنامه‌ریزی خطی، مدل PBB در حالت قطعی با توجه به مساله ۱ در حوزه فعالیت‌های عملیاتی در شرکت گاز به شرح زیر است:

مساله ۸:

Max= 0.32 z1+0.31 z2+0.05 z3;

!source Constraints;

0.1x1+0.06x2+0.3x3+0.45x4+0.025x5+0.053x6+0.01x7+0.002x8<=(66.5);

0.015x1+0.15x2+0.035x3+0.0682x4 0.285x5+0.006x6+0.44x7+0.0008x8<=(10.25);

0.2x1+0.2x2+0.01x3+0.02x4+0.4x5+0.01x6+0.15x7+0.01x8<=(7.5);

0.1x1+0.2x2+0.06x3+0.03x4+0.1x5+0.01x6+0.5x7+0x8<=(9);

0.015x1+0.25x2+0.04x3+0.072x4+0.25x5+0.12x6+0.003x7+0.25x8<=(11);

0.07x1+0.17x2+0.010x3+0.02x4+0.45x5+0.007x6+0.27x7+0.003x8<=(7);

0.195x1+0.11x2+0.004x3+0.035x4+0.3x5+0.002x6+0.35x7+0.004x8<=(8);

0.020x1+0.063x2+0.011x3+0.002x4+0.043x5+0.017x6+0.844x7+0x8<=(2);

! Activity Constraints;

0.527x1+0.578x2+0.848x3+0.148x4+0.169x5+0.143x6+0.233x7+0.254x8>=z1;

0.54x1+0.25x2+0.33x3+0.26x4+0.16x5+0.10x6+0.95x7+0.31x8>=z2;

0.054x1+0.354x2+0.476x3+0.345x4+0.91x5+0.008x6+0.431x7+0.322x8>=z3;

!boundary constraints;

x1-x8>=1;z1-z3>=0; x1-x8, z1-z3 ϵ Z;

از آن جایی که ضرایب متغیر تصمیم شـامل محصولات C_j ها و فعالیت‌های شـرکت (سـهم محرک‌های منبع (هزینه)(a_{ij}) و فعالیت (b_{jk}))، همچنین منابع شـرکت (S_i)، جهت بودجه‌ریزی در دوره‌هـای بعد بـا تغییر و عدم قطعیت مواجهه‌اند و نادقیق هسـتند، لذا بهینگی مدل ریاضی در حالت قطعی (مدل حل شـده فوق) تحت الشـعاع قرار می‌گیرد. همان طور که قبلاً اشاره شد بـا لحاظ پارامترهـای نادقیق و غیرقطعی مدل و با توجه به کاربرد منطق فازی در بهینه‌سـازی،

مدل ریاضی مساله برنامه‌ریزی خطی فازی (مساله ۷) مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این نحو که براساس مدل ریاضی در حالت قطعی حل شده (مساله ۸) برای هریک از پارامترهای مدل مطابق با جدول ۵ و همچنین مساله ۸، بازه پیش فرض اولیه براساس اعدادی ذوزنقه‌ای (a,b,c,d) تهیه شده است که طی جداول ۶ قابل مشاهده است.

جدول ۶: بازه ذوزنقه‌ای کلیه پارامترهای مساله برنامه‌ریزی خطی فازی

bi								cj			(a,b,c,d)
b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	c3	c2	c1	
0	4	5	7	5	4	6	62	0.045	0.305	0.315	a
4	8	9	11	9	8	10	66	0.05	0.31	0.32	b
8	12	13	15	13	12	14	70	0.055	0.315	0.325	c
12	16	17	19	17	16	18	74	0.06	0.32	0.33	d

a2j								a1j								(a,b,c,d)
a28	a27	a26	a25	a24	a23	a22	a21	a18	a17	a16	a15	a14	a13	a12	a11	
0.00075	0.435	0.0055	0.28	0.0681	0.0345	0.145	0.01	0.001	0.095	0.052	0.02	0.4	0.25	0.055	0.095	a
0.0008	0.44	0.006	0.285	0.0682	0.035	0.15	0.015	0.002	0.01	0.053	0.025	0.45	0.3	0.06	0.1	b
0.00085	0.445	0.0065	0.29	0.0683	0.0355	0.155	0.02	0.003	0.015	0.054	0.03	0.5	0.35	0.065	0.15	c
0.0009	0.45	0.007	0.295	0.0684	0.036	0.16	0.025	0.004	0.02	0.055	0.035	0.55	0.4	0.07	0.2	d

a4j								a3j								(a,b,c,d)
a48	a47	a46	a45	a44	a43	a42	a41	a38	a37	a36	a35	a34	a33	a32	a31	
0	0.45	0.0095	0.095	0.025	0.055	0.195	0.095	0.0095	0.145	0.0095	0.35	0.015	0.0095	0.195	0.195	a
0	0.5	0.01	0.1	0.03	0.06	0.2	0.1	0.01	0.15	0.01	0.4	0.02	0.01	0.2	0.2	b
0	0.55	0.0105	0.105	0.035	0.065	0.205	0.105	0.0105	0.155	0.0105	0.45	0.025	0.0105	0.205	0.205	c
0	0.6	0.011	0.11	0.04	0.07	0.21	0.11	0.011	0.16	0.011	0.5	0.03	0.011	0.21	0.21	d

a6j								a5j								(a,b,c,d)
a68	a67	a66	a65	a64	a63	a62	a61	a58	a57	a56	a55	a54	a53	a52	a51	
0.0025	0.265	0.0065	0.445	0.015	0.0095	0.165	0.065	0.245	0.0025	0.115	0.245	0.0715	0.035	0.245	0.0145	a
0.003	0.27	0.007	0.45	0.02	0.01	0.17	0.07	0.25	0.003	0.12	0.25	0.072	0.04	0.25	0.015	b
0.0035	0.275	0.0075	0.455	0.025	0.0105	0.175	0.075	0.255	0.0035	0.125	0.255	0.0725	0.045	0.255	0.0155	c
0.004	0.28	0.008	0.46	0.03	0.011	0.18	0.08	0.26	0.004	0.13	0.26	0.073	0.05	0.26	0.016	d

a8j								a7j								(a,b,c,d)
a88	a87	a86	a85	a84	a83	a82	a81	a78	a77	a76	a75	a74	a73	a72	a71	
0	0.8435	0.0165	0.0425	0.0015	0.0105	0.0625	0.0195	0.0035	0.0345	0.00195	0.25	0.0345	0.0035	0.1095	0.1945	a
0	0.844	0.017	0.043	0.002	0.011	0.063	0.02	0.004	0.035	0.002	0.3	0.035	0.004	0.11	0.195	b
0	0.8445	0.0175	0.0435	0.0025	0.0115	0.0635	0.0205	0.0045	0.0355	0.00205	0.35	0.0355	0.0045	0.1105	0.1955	c
0	0.845	0.018	0.044	0.003	0.012	0.064	0.021	0.005	0.036	0.0021	0.4	0.036	0.005	0.111	0.196	d

bj2								bj1								(a,b,c,d)
b82	b72	b62	b52	b42	b32	b22	b12	b81	b71	b61	b51	b41	b31	b21	b11	
0.305	0.945	0.095	0.155	0.255	0.325	0.245	0.535	0.2535	0.2325	0.1425	0.1688	0.1475	0.8475	0.577	0.5265	a
0.31	0.95	0.1	0.16	0.26	0.33	0.25	0.54	0.254	0.233	0.143	0.1689	0.148	0.848	0.578	0.527	b
0.315	0.955	0.105	0.165	0.265	0.335	0.255	0.545	0.2545	0.2335	0.1435	0.169	0.1485	0.8485	0.579	0.5275	c
0.32	0.96	0.11	0.17	0.27	0.34	0.26	0.55	0.255	0.234	0.144	0.1691	0.149	0.849	0.58	0.528	d

bj3									(a,b,c,d)
b83	b73	b63	b53	b43	b33	b23	b13		
0.315	0.4305	0.0075	0.905	0.3445	0.4755	0.3535	0.0535		a
0.32	0.431	0.008	0.91	0.345	0.476	0.354	0.054		b
0.325	0.4315	0.0085	0.915	0.3455	0.4765	0.3545	0.0545		c
0.33	0.432	0.009	0.92	0.346	0.477	0.355	0.055		d

منبع: یافته‌های محقق

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۴-۴. گام چهارم: اجرای مدل ریاضی در حالت قطعی و فازی

مدل فازی حل شـده تحقیق با توجه به اطلاعات شـرکت گاز براساس مدل در حالت قطعی (مساله ۷ و ۸):

مساله ۹:

max= 0.643*z1+0.623*z2+0.103*z3;

!source Constraints;

0.35*x1+0.135*x2+0.75*x3+1.05*x4+0.065*x5+0.109*x6+0.035*x7 +0.007*x8<=144;

(1-α)*(0.195*x1+0.115*x2+0.55*x3 +0.85*x4 +0.045*x5 +0.105*x6 +0.105*x7 +0.003 *x8)+α*(0.35*x1+0.135*x2+0.75* x3+1.05*x4+0.065*x5 +0.109*x6 +0.035*x7+ 0.007 *x8)<=128;

0.045*x1+0.315*x2+0.0715*x3+0.1367*x4+0.585*x5+0.0135*x6+0.895*x7+0.00175*x8<=32;
(1-α))*0.025*x1+0.295*x2+0.0695*x3+0.1363*x4+0.565*x5+0.0115*x6+0.875*x7+0.00155*x8)+α*(0.045*x1+0.315*x2+0.0715*x3+0.1367*x4+0.585*x5+0.0135*x6+ 0.895*x7+0.00175*x8(<=21;

0.415*x1+0.415*x2+0.0215*x3+0.055*x4+0.95*x5+0.0215*x6+0.315*x7+0.0215*x8 <=28;
(1-α)*)0.395*x1+0.395*x2+0.0195*x3+0.035*x4+0.75*x5+0.0195*x6+0.295*x7 +0.0195 *x8)+α*(0.415*x1+0.415*x2+0.0215 *x3+0.055*x4+0.95*x5+0.0215*x6+0.315*x7+ 0.0215*x8(<=17;

0.215*x1+0.415*x2+0.135*x3+0.075*x4+0.215*x5+0.0215*x6+1.15*x7+0*x8<=30;
(1-α)*)0.195*x1+0.395*x2+0.115*x3+0.055*x4+0.195*x5+0.0195*x6+0.95*x7+0*x8(
+α*(0.215*x1+0.415*x2+0.135*x3+0.075*x4+0.215*x5+0.0215*x6+1.15*x7+0*x8(<=19;

0.0315*x1+0.515*x2+0.095*x3+0.1455*x4+0.515*x5+0.255*x6+0.0075*x7+0.515*x8<=34;
(1-α)*)0.0295*x1+0.495*x2+0.075*x3+0.1435*x4+0.495*x5+0.235*x6+0.0055*x7+ 0.495*x8)+α*(0.0315*x1+0.515*x2+0.095*x3+0.1455*x4+0.515*x5+0.255*x6+0.0075* x7+0.515*x8(<=23;

0.155*x1+0.355*x2+0.0215*x3+0.055*x4+0.915*x5+0.0155*x6+0.555*x7+0.0075*x8<=30;
(1-α)*)0.135*x1+0.335*x2+0.0195*x3+0.035*x4+0.895*x5+0.0135*x6+0.535*x7+ 0.0055*x8+α*(0.155*x1+0.355*x2+0.0215*x3+0.055*x4+0.915*x5+0.0155*x6+0.555 *x7+0.0075*x8(<=15;

0.3915*x1+0.2215*x2+0.0095*x3+0.0715*x4+0.75*x5+0.00415*x6
+0.0715*x7+0.0095*x8<=28;
(1-α)*)0.3895*x1+0.2195*x2+0.0075*x3+0.0695*x4+0.55*x+0.0039
5*x6+0.0695 *x7+0.0075*x8(+α*(0.3915*x1+0.2215*x2+0.0095*x3
+0.0715*x4+0.75*x5+0.00415 *x6+0.0715*x7+0.0095*x8(<=17;

0.0415*x1+0.1275*x2+0.0235*x3+0.0055*x4+0.0875*x5+0.0355*x6
+1.6895*x7+0*x8<=20;
(1-α)*)0.0395*x1+0.1255*x2+0.0215*x3+0.0035*x4+0.0855*x5+0.0
335*x6+1.6875 *x7+0*x8(+α*(0.0415*x1+0.1275*x2+0.0235*x3+0.
0055*x4+0.0875*x5+0.0355*x6+ 1.6895*x7+0*x8(<=5;

! Activity Constraints;
0>=z1-(1.0555*x1+1.159*x2+1.6975*x3+0.2975*x4+0.3381*x5+0.2
875*x6+0.4675*x7+ 0.5095*x8);
0>=z1-(1-α)*(1.0535*x1+1.155*x2+1.6955*x3+0.2955*x4+0.3377*x
5+0.2855*x6+ 0.4655*x7+0.5075*x8)+α*(1.0555*x1+1.159*x2+1.6
975*x3+0.2975*x4+0.3381*x5+ 0.2875*x6+0.4675*x7+ 0.5095*x8);

0>=z2)-1.095*x1+0.515*x2+0.675*x3+0.535*x4+0.335*x5+0.215*x
6+1.915*x7+0.635 *x8);
0>=z2-(1-α*((1.075*x1+0.495*x2+0.655*x3+0.515*x4+0.315*x5+0.
195*x6+1.895*x7+ 0.615*x8+(α*(1.095*x1+0.515*x2+0.675*x3+0.5
35*x4+0.335*x5+0.215*x6+1.915*x7+0.635*x8);

0>=z3-(0.1095*x1+0.7095*x2+0.9535*x3+0.6915*x4+1.835*x5+0.0
175*x6+0.8635*x7 +0.655* x8);
0>=z3-(1-α*((0.1075*x1+0.7075*x2+0.9515*x3+0.6895*x4+1.815*x
5+0.0155*x6+ 0.8615*x7 +0.635*x8(+α*(0.1095*x1+0.7095*x2+0.9
535*x3+0.6915*x4+1.835*x5+ 0.0175*x6+0.8635*x7 +0.655*x8);
! boundary constraints;
x1-x8>=1;z1-z3>=0; x1-x8, z1-z3 ϵZ;

همان طور که قبلاً اشـاره شـد ضریب α در محدودیت‌های مسـئله برنامه‌ریزی خطی فازی، میزان پذیرش تصمیم‌گیرنده در مورد بازه محدودیت‌های نامعادله اسـت و α = ۰,۹ ضریبی است که بیشترین سطح اطمینان نسبت به داده‌های بازه‌ای مدل را جهت پذیرش تصمیم‌گیرنده فراهم می‌سازد، لذا در این تحقیق یک راه حل بهینه پارتو برای α=۰,۹ مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

پس از حل مدل ریاضی در حالت قطعی و مدل ریاضی برنامه خطی فازی با استفاده از نرم‌افزار LINGO 17 و اسـتخراج داده‌های نرم‌افزار و انجام محاسـبات مربوط به بودجه هر قسـمت و تعییـن مقدار بهینه حجم فعالیت و تعداد محصولات جهت تعیین بودجه بهینه در سـال ۱۳۹۷ و پیش‌بینی بودجه بهینه سـال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ و مقایسـه نتایج با بودجه واقعی سـال ۱۳۹۷ و بودجه پیش‌بینی شده سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ شرکت، موارد زیر از مدل قابل استخراج است:

جدول ۷: بودجه واقعی شرکت و بودجه بهینه در حالت قطعی و فازی (مبالغ به میلیون ریال)

سال / بودجه	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
بودجه واقعی و پیشنهادی	۴۲۹,۰۸۰	۶۹۵,۰۰۲	۹۴۸,۹۵۴
بودجه بهینه در حالت قطعی	۴۰۷,۷۳۳	۵۳۰,۰۵۳	۶۸۹,۰۶۹
بودجه بهینه در حالت فازی	۴۲۳,۲۸۵	۵۵۰,۲۷۱	۷۱۵,۳۵۲

منبع: یافته‌های محقق

جدول ۸: نتایج مدل ریاضی و مقایسه با بودجه واقعی و پیش‌بینی شده

انحراف از بودجه واقعی سال ۱۳۹۷۱		انحراف از پیش‌بینی بودجه سال ۱۳۹۸		انحراف از پیش‌بینی بودجه سال ۱۳۹۹	
مدل قطعی	مدل فازی	مدل قطعی	مدل فازی	مدل قطعی	مدل فازی
-٪۵	-٪۱,۳۵	-٪۲۴	-٪۲۰,۸	-٪۲۷	-٪۲۴,۶

منبع: یافته‌های محقق

نمودار ۱: مقایسه بودجه شرکت با نتایج حل مدل ریاضی (مبالغ به میلیون ریال)

به منظور بررسی نتایج حل مدل برنامه‌ریزی خطی در حالت قطعی و فازی جهت تعیین بودجه بهینه در سال ۱۳۹۷ و بودجه بهینه پیش‌بینی شده سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ نسبت به بودجه واقعی سال ۱۳۹۷ و بودجه پیش‌بینی شده شرکت طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹، از شاخص انحراف از بودجه واقعی و انحراف از بودجه پیش‌بینی شده استفاده شده است. شاخص انحراف از بودجه واقعی (یا پیش‌بینی شده) برابر است با تفاوت بودجه واقعی (یا پیش‌بینی شده) از بودجه بهینه طبق مدل قطعی یا مدل فازی تقسیم بر بودجه واقعی (پیش‌بینی شده). همان طور که در جداول شماره ۷ و ۸ و همچنین نمودار ۱ ملاحظه می‌شود نتایج حاصل از بررسی مدل ریاضی در حالت قطعی و فازی و مقایسه آن با بودجه واقعی سال ۱۳۹۷ و بودجه پیش‌بینی شده سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹، حاکی از حفظ موجه بودن و بهینگی بودجه و کاهش بودجه بهینه در حالت قطعی و فازی نسبت به بودجه واقعی و پیش‌بینی شده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد شاخص انحراف از بودجه واقعی (یا پیش‌بینی شده) با استفاده مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی بهبود یافته است. بهبود انحراف از بودجه در مدل فازی از طریق تخصیص بهینه بودجه صورت می‌پذیرد. تخصیص بهینه بودجه نیز به معنای بهبود وضعیت تخصیص منابع در دسترس و هزینه‌کرد مصارف در چارچوب اهداف و برنامه‌های اجرایی می‌باشد. بنابراین با لحاظ نادقیق بودن منابع در دسترس شرکت مطابق با مدل برنامه‌ریزی خطی فازی تحقیق، بهینگی تخصیص بودجه واقعی و پیشنهادی طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۹ در مقابل تغییرات حفظ شده است. از سوی دیگر جدول ۹ و نمودار ۲ نیز نتایج مقایسه بودجه واقعی مربوط به فعالیت‌های عملیاتی شرکت در سال ۱۳۹۷ را با نتایج حاصل از حل مدل ریاضی در حالت قطعی و مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی نشان می‌دهد. همان گونه که ملاحظه می‌شود در مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی ضمن حفظ بهینگی مدل در شرایط نادقیق بودن ضرایب متغیرهای تصمیم، ضرایب

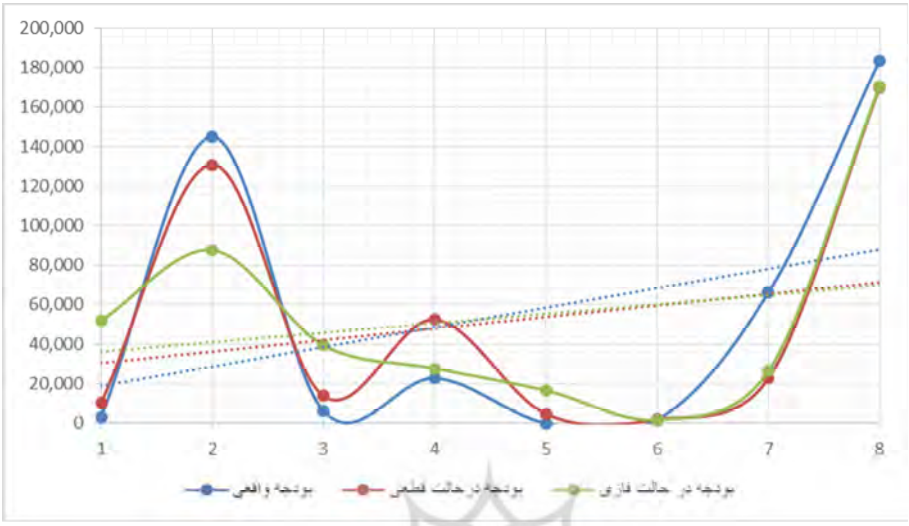
فنی محدودیت‌ها و مقادیر سمت راست (منابع در دسترس)، نقطه بهینه تخصیص بودجه در ناحیه‌ای است که در مقایسه با وضعیت واقعی، رقم بودجه فعالیت‌های عملیاتی شماره ۲، ۴، ۶، ۷ و ۸ (یعنی فعالیت‌های تعمیرات و نگهداری، امداد، حمل و نقل، اندازه‌گیری و مانیتورینگ و خدمات مشترکین گاز) را کمتر و رقم بودجه فعالیت‌های عملیاتی شماره ۱، ۳ و ۵ (فعالیت‌های ایمنی، بهداشت و محیط زیست، بازرسی فنی و مخابرات و تلمتری) را بیشتر از رقم بودجه واقعی فعالیت‌های عملیاتی نشان می‌دهد (جدول ۹ و نمودار ۲). نتایج مقایسه بودجه واقعی فعالیت‌های عملیاتی و مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی گویای آن است که علاوه بر کاهش شاخص انحراف از بودجه در مدل فازی، نقطه بهینه تخصیص بودجه فعالیت‌های عملیاتی تعمیرات و نگهداری، بازرسی فنی، امداد، مخابرات و تلمتری، حمل و نقل، اندازه‌گیری و مانیتورینگ و خدمات مشترکین گاز کمتر از بودجه واقعی این فعالیت‌ها و نقطه بهینه تخصیص بودجه در فعالیت‌های عملیاتی ایمنی، بهداشت و محیط زیست، بازرسی فنی و مخابرات و تلمتری بیشتر از بودجه واقعی این فعالیت‌ها است. از آن جایی که مطابق با نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، ساختار بودجه‌ای شرکت باید در راستای چشم انداز و اهداف آن باشد، به نحوی که بودجه فعالیت عملیاتی با توجه به اهداف، برنامه‌ها و سیاست‌های تعیین شده، به عملکرد آن فعالیت تخصیص داده شود و نه به وظایفی که برای آن تعریف شده است، لذا نتایج تحقیق می‌تواند توجه تصمیم‌گیرندگان شرکت را به تغییر نگرش و بازنگری دیدگاه نسبت به سطح اهمیت و بودجه اختصاص یافته به فعالیت‌های مختلف عملیاتی با توجه به عملکرد آن‌ها معطوف نماید. مطابق با نتایج تحقیق در شرایط نامطمئن تصمیم‌گیری و همراه با عدم قطعیت، استفاده از مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی می‌تواند مبنای مناسبی جهت برنامه‌ریزی، تخصیص و استفاده بهینه از منابع محدود شرکت و کنترل آن جهت نیل به اهداف کلان شرکت فراهم نماید، این امر، اهمیت لحاظ عدم قطعیت در فرآیند تصمیم‌گیری را به خوبی بیان می‌نماید. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق آذر و همکاران (۱۳۹۳) و کلانتری و همکاران (۱۳۹۶) مبنی بر قابلیت بالای مدل‌های ریاضی فازی در پاسخگویی به عدم قطعیت موجود در پارامترهای مساله بودجه‌ریزی سازگار است.

جدول ۹: نتایج مدل ریاضی و بودجه واقعی فعالیت ها-سال ۱۳۹۷(مبالغ به میلیون ریال)

فعالیت روش بودجه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	جمع کل بودجه
بودجه واقعی	۳,۲۵۶	۱۴۵,۱۲۱	۶,۲۱۲	۲۳,۰۶۱	۴۱	۱,۶۱۴	۶۶,۰۸۳	۱۸۳,۶۹۱	۴۲۹,۰۸۰
بودجه درحالت قطعی	۱۰,۶۷۱	۱۳۱,۱۷۱	۱۳,۸۷۰	۵۲,۵۵۸	۴,۶۹۷	۱,۹۴۶	۲۲,۸۷۲	۱۶۹,۹۴۸	۴۰۷,۷۳۳
بودجه در حالت فازی	۵۲,۱۰۰	۸۷,۷۵۱	۳۹,۶۶۷	۲۸,۰۱۸	۱۶,۸۲۷	۱,۷۳۸	۲۶,۵۷۹	۱۷۰,۶۰۵	۴۲۳,۲۸۵

منبع: یافته‌های محقق

نمودار ۲: مقایسه بودجه فعالیت‌های عملیاتی شرکت با نتایج حل مدل‌های ریاضی



۵. بحث و نتیجه‌گیری

بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، مجموعه فرآیندهایی است که بین بودجه تخصیص داده شده بـه برنامه‌ها و نتایج یا خروجی‌ها ارتباط برقرار می‌کند. با توجه به تعدد عوامل تاثیرگذار در روش بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد و پیچیدگی‌های حاکم بر فضای بودجه‌ریزی دسـتگاه‌های اجرایی، تصمیم‌گیری جهت تخصیص بهینه بودجه تحت الشعاع عوامل مختلف کیفی و کمی بسیار است. در این میان مدل‌های ریاضی توانسـته‌اند تأثیر مجموع این عوامل را بر اتخاذ تصمیمات مناسـب نشـان دهند. در این تحقیق، پس از بررسـی مبانی نظری و ادبیات PBB، تخصیص بهینه بودجه در شـرکت گاز اسـتان هرمزگان در قالب یک مدل برنامه‌ریزی خطی در حالت قطعی و همچنین یک مسـئله برنامه‌ریزی خطی فازی مورد بررسی قرار گرفت. تحقیق حاضر به دنبال پاسخ به این سئوال بود که آیا مدل ریاضی PBB با رویکرد حل مساله برنامه‌ریزی خطی فازی انتخابی قابلیت پیاده‌سـازی در شـرکت گاز اسـتان هرمزگان را دارد؟ و آیا مدل اجرایی PBB انتخابی منجر به کاهش انحراف بودجه و بهبود عملکرد در شرکت مذکور می‌شود؟

در تحقیق حاضر برای پیاده‌سازی PBB، ضمن استفاده از روش BWM به منظور تعیین وزن اهدف و برنامه‌های اجرایی و مدل برنامه‌ریزی خطی در حالت قطعی، از یک مسـئله برنامه‌ریزی خطی با محدودیت‌های نامعادله، ضرایب متغیرهای تصمیم و ضرایب فنی و مقادیر سـمت راست فازی با اعداد فازی ذوزنقه‌ای اسـتفاده شده است. راه حل این رویکرد اجازه می‌دهد محدودیت‌ها تا آنجایی که با درجه پذیرش تصمیم‌گیرنده (α) همپوشـانی نداشـته باشـد، نقض شوند. در این مدل از بازه اعداد فازی ذوزنقه‌ای برای تبدیل مسـاله اصلی به یک مسـئله بهینه‌سـازی بازه‌ای و

سپس یک رابطه ترتیبی بازه‌ای برای رتبه‌بندی بازه‌های مشمول استفاده شده است. در این مدل بهینه‌سازی، از پارامتر α به عنوان میزان پذیرش محدودیت‌های فازی نقض شده استفاده می‌شود و راه حل‌های بهینه پارتو برای یک مسئله برنامه‌ریزی خطی پارامتریک دو هدفه تجزیه و تحلیل می‌گردد. همچنین از پارامتر β برای راه حل‌های پارتو که به دو تابع هدف (تابع مقادیر سمت چپ بازه و تابع متوسط بازه تابع هدف) وزن می‌دهد، به منظور تجمیع دو تابع هدف و تبدیل به یک تابع هدف استفاده نموده است. از یک سو انتخاب مقادیر معین برای α و β یک راه حل منحصربه فرد برای مسئله اصلی ایجاد می‌کند؛ از سویی دیگر با مقدار ثابت پارامتر α، پس از تجزیه و تحلیل پارامتریک با توجه به β، تصمیم‌گیرنده در مورد ماهیت مساله‌ای که باید انجام شود، آگاهی بیشتری می‌یابد. از مزایای مدل ریاضی فازی این تحقیق می‌توان به قابلیت افزایش یا کاهش محدودیت‌های مدل با توجه به تغییرات شرایط شرکت جهت مقابله با نادقیق بودن و عدم قطعیت پارامترهای تصمیم‌گیری اشاره نمود. در راستای پاسخ به سئوالات تحقیق ضمن این که مدل مزبور قابلیت پیاده‌سازی در شرکت گاز استان هرمزگان دارد، نتایج حل مدل حاکی است مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی با لحاظ پارامترهای نادقیق بودجه، قادر به پیش‌بینی بودجه بهینه سال‌های آتی، تخصیص بهینه بودجه و کاهش شاخص انحراف بودجه می‌باشد، در نتیجه می‌تواند منجر به بهبود عملکرد شرکت شود. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد مدل مزبور می‌تواند ضمن کاهش پیچیدگی نظام PBB، با پیش‌بینی بودجه فعالیت‌های عملیاتی موجب افزایش اثربخشی فعالیت‌های عملیاتی، بهبود عملکرد سیستم بودجه‌ریزی و در نتیجه افزایش مسئولیت پاسخگویی در شرکت گاز استان هرمزگان شود.

با توجه به این که رویدادها و شرایط آتی سازمان‌ها به طور کامل قابل پیش‌بینی نیستند، استفاده از مساله برنامه‌ریزی خطی فازی تحقیق این فرصت را فراهم می‌سازد تا در شرایط عدم اطمینان با تعیین بازه ذوزنقه‌ای برای هریک از پارامترهای مدل شامل مقادیر هزینه و محرک‌های هزینه و فعالیت که مهمترین عوامل غیرقطعی تخصیص بودجه در محیط PBB محسوب می‌شوند، ضمن حفظ بهینگی و موجه بودن مدل، امکان تخصیص بهینه منابع محدود به فعالیت‌ها و تدوین بودجه در شرایط عدم قطعیت برای مقابله با عوامل و تغییرات محیطی مهیا گردد. همچنین مطابق با نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، ساختار بودجه‌ای هر سازمانی باید در راستای چشم انداز و اهداف آن باشد، به نحوی که بودجه فعالیت عملیاتی با توجه به اهداف، برنامه‌ها و سیاست‌های تعیین شده، به عملکرد آن فعالیت تخصیص داده شود و نه به وظایفی که برای آن تعریف شده است. لذا نتایج تحقیق می‌تواند توجه تصمیم‌گیران سازمانی را به تغییر نگرش و بازنگری دیدگاه نسبت به سطح اهمیت و بودجه اختصاص یافته به فعالیت‌های مختلف عملیاتی با توجه به عملکرد هر فعالیت معطوف نماید. لذا این مدل می‌تواند مبنای مناسبی برای پیاده‌سازی PBB در شرکت گاز استان هرمزگان باشد.

از آن جایی که از یک سو کلیه متغیرهای مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی شامل متغیرهای تابع هدف (اهداف بلندمدت، اهداف کوتاه مدت، برنامه‌های اجرایی و محصولات) و

پارامترهای محدودیت‌ها (سهم محرک هزینه، سهم محرک فعالیت، مقدار هزینه واقعی و مقدار هزینه پیش‌بینی شده)، در گروه شرکت‌های گاز استانی مشابه است و از سوی دیگر مدل پژوهش قادر به پیش‌بینی بودجه بهینه سال‌های آتی است، بنابراین یافته‌های حاصل از این پژوهش قابلیت تعمیم به دیگر شرکت‌های گاز استانی را دارد و مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی فازی می‌تواند در سایر شرکت‌های گاز استانی مورد استفاده قرار گیرد.

در نهایت ذکر این نکته ضروری است که با توجه به اهمیت نظام هزینه یابی مناسب در PBB که توانایی گزارش هزینه‌ها را طبق فعالیت‌ها و پروژه‌ها داشته باشد و نقش اساسی سیستم هزینه یابی برمبنای فعالیت (ABC) به عنوان یکی از عناصر اصلی نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد، فنون تحلیل، کنترل و محاسبه قیمت تمام شده واقعی محصولات و خدمات پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی: ۱) به دلیل امکان وجود روابط غیرخطی بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها در سیستم ABC، از روش‌های ریاضی و فراابتکاری برای شناسایی و تعیین ارتباط دقیق بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها، سهم محرک‌های هزینه و فعالیت استفاده شود. ۲) برای تکامل و بهبود مدل ریاضی PBB تحقیق حاضر، با توجه به احتمال وجود روابط غیرخطی در تابع هدف و یا محدودیت‌های مدل، رویکرد برنامه‌ریزی غیرخطی در حل مسئله بهینه‌سازی تخصیص بودجه نیز مورد بررسی قرار گیرد. تا علاوه بر موفقیت هر چه بیشتر در اجرای سیستم ABC، راه پیاده‌سازی کامل نظام PBB هموارتر گردد.

فهرست منابع

الف- منابع فارسی:

۱. آرش، حبیبی، ایزدیار، صدیقه، سرافرازی، اعظم. (۱۳۹۳)، «تصمیم‌گیری چند معیاره فازی»، انتشارات کتیبه گیل، چاپ اول.

۲. آذر، عادل، خدیور، آمنه، امین ناصری، محمدرضا، انوار رستمی، علی اصغر. (۱۳۹۰)، ارائه مدل برنامه‌ریزی خطی با رویکرد استوار برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد (PBB) »، نشریه مدیریت دولتی، دوره ۳، شماره ۸، صص ۹۳-۱۲۰.

۳. آذر، عادل، محمدرضا امینی، پرویز احمدی. (۱۳۹۳)، «استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی در بودجه‌ریزی دانشگاهی»، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، شماره ۷۲، صص ۲۴-۱.

۴. دستورالعمل جامع بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد در چارچوب برنامه عملیاتی دو ساله، سازمان برنامه و بودجه کشور.

۵. شوندی، حسن. (۱۳۹۴)، «نظریه مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مهندسی صنایع و مدیریت»، انتشارات گسترش علوم پایه، چاپ پنجم.

ب- منابع انگلیسی:

1. Berman, E. (2006). “Performance and Productivity in Public and Nonprofit Organizations”, Second Edition. Armonk, New York: M.E. Sharpe: 226.
2. Denhardt, R. B., and Denhardt, J. V. (2000). The New Public Service: Serving Rather Than Steering, Public Administration Review, Vol. 60(6), pp: 549-559. https://www.jstor.org/stable/977437.

3. Fakhrul Islam, (2015). "New Public Management (NPM): A dominating paradigm in public sectors", African Journal of Political Science and International Relations, Vol. 9(4), pp: 141-151, DOI: 10.5897/AJPSIR2015.0775.
4. Hatry, H. (2008), "Epilogue: The many faces of use" In Performance Information in the Public Sector: How It Is Used, pp: 227-240 (Palgrave Macmillan: Basingstoke).
5. Hawkesworth, I., Melchor, O.H., and Robinson, M. (2013). "Selected Budgeting Issues in Chile, Performance budgeting, medium-term budgeting, budget flexibility", OECD Journal on Budgeting, Vol. 12(3), pp: 1-39, DOI: 10.1787/budget-12-5k44tpx5bl48.
6. Hesrini, E. (2015). "Analisis Penyusunan Anggaran Berbasis Kinerja pada Kantor Pengawasan dan Pelayanan Bea dan Cukai Gresik", e-Jurnal Ilmu Manajemen MAGISTRA, E-ISSN: 2442-4315, Vol. 1 (1), pp: 56–70.
7. Hijal-Moghrabi, Imane. (2019), "Performance-Based Budgeting Implementation: A Nonlinear System Perspective", Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance, https://doi.org/10.1007/978-3-319-31816-5_3697-1.
8. Hughes, O.E. (2003). "Public Management and Administration: An Introduction", Palgrave Macmillan, ISBN 10: 0333961889 / ISBN 13: 9780333961889, Third Edition, https://doi.org/10.1007/978-1-349-26896-2.
9. Kalantari, N., Mohammadi Pour, R., Seidi, M., Shiri, A., Azizkhani, M. (2018), "Fuzzy Goal Programming Model to Rolling Performance Based Budgeting by Productivity Approach (Case Study: Gas Refineries in Iran)", Advances in mathematical finance & applications, Vol. 3 (3), pp: 89 -101, https://www.researchgate.net/publication/337293062.
10. Martinez Guzman., J.P. (2019)."Can Centralized Performance Budgeting Systems Be Useful For Line Ministries? Evidence From Chile", Public Budgeting & Finance,Vol. 39, (2), pp: 23-43. https://doi.org/10.1111/pbaf.12214.
11. Moynihan, D.P. (2005). "Goal based learning and the future of performance management", Par Public Administration Review, Vol. 65(2), pp:203–216, https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2005.00445.x.
12. OECD. (2007). "Performance Budgeting in OECD Countries", (OECD Publishing, Paris).
13. Rezaei., J. (2015). "Best-worst multi-criteria decision-making method", Omega, http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009.
14. Rezaei., J. (2016). "Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model", omega, http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.12.001.
15. Robinson, M. (2014). "Connecting Evaluation and Budgeting", (Independent Evaluation Group, The World Bank Group: Washington DC).
16. Robinson, M., Last, D.P. (2009). "A Basic Model of Performance-Based Budgeting", International Monetary Fund, Technical Notes and Manuals, Fiscal Affairs Department.
17. Russell, S.J., and Norvig, P. (2020). "Artificial intelligence: A modern approach", 4rd Edition, Publisher: Alan Apt, Pearson Education Limited, Malaysia.
18. Sancoko, B. (2008). "Review of Performance-Based Budgeting in Indonesia", Financial Education and Training Agency, Ministry of Finance of the Republic of Indonesia.
19. Schick, A. (2007). "Performance Budgeting and Accrual Budgeting: Decision Rules or Analytic Tools?", OECD Journal on Budgeting, vol. 7(2), pp: 109-138.
20. Stanojević, B., Dzitac, S., Dzitac, I. (2019), "Solution approach to a special class of full fuzzy linear programming problems", Procedia Computer Science, Vol. 162, pp: 260-266, https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.283.
21. Sterck, M. (2007). "The impact of performance budgeting on the role of the legislature: a four-country study", International Review of Administrative Sciences, Vol. 73(2), pp:189-203, doi.org/10.1177/0020852307077960.
22. Surianti, M., Dalimunthe, A.R. (2017). "The Implementation of Performance Based Budgeting in Public Sector(Indonesia Case: A Literature Review)", International Journal of Developing and Emerging Economies,Vol.5(2), pp: 52-67.

23. Tat-Kei Ho, A. (2018). “From Performance Budgeting to Performance Budget Management: Theory and Practice”, Public Administration Review, Vol. 78(5), pp: 748–758. DOI: 10.1111/puar.12915.
24. Willoughby, K. (2011). “Introduction to the symposium: PBB – works like the BCs?”, Par Public Administration Review, Vol. 71(3), pp: 352–355, https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2011.02354.x.
25. Wydiantoro, A.E. (2009). “Implementation of Performance Based Budgeting: A Study Phenomenology (Case Study at the University of Diponegoro)”. Thesis in the Master of Accounting Graduate Program Diponegoro University. Semarang.
26. Zamfirescua, L., Zamfirescub, C.B. (2013). “Goal Programming as a Decision Model for Performance-Based Budgeting”, Procedia Computer Science Vol. 17, pp: 426-433. https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.05.055.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی