Scientific Journal of
Budget and Finance Strategic Research
(Summer 2020, Volume 2, Issue 2, pp: 87 - 107)

Print ISSN:2717-1809
Online ISSN: 2717-199X

Designing a Robust Model for Budgeting on the Basis of the Performance of the Research Groups in Research and Development (R&D) Centers (Case Study: the Defensive R&D Center)

Zahra Nasresfahani*, Bejan khayambashi, Sadegh shahbazi *****

0009-0008-8747-5485 0009-0009-8232-2137 0000-0001-6790-0917

Abstract

Budgets are approved for paving the way for new research projects in R&D centers. The basis for allocation of the budget needs to be analyzed regarding of organizations' criteria. One of these criteria can be the performance of research groups and research centers in past projects. It is also necessary that those which fit well the goals and strategies of the organization projects be supported. In this paper, a robust mathematical model is presented on the basis of the Bertsimas and Sim method for the allocation of the budget to the research groups with higher priorities. The results of solving and simulation of the model indicate that along with the increase in uncertainty of model parameters such as estimated project costs, and increasing the level of protection, the degree of deviation from the ideal have been correctly measured. This is an indication of the capabilities of the designed model, and decision-makers can make use of it for better decisions by considering the level of risks and the degree of deviation from the ideal situation. For testing the validity of the model, the budget approved by a defensive research center was examined by it. The results certified the effectiveness of the model from the viewpoint of the managers of the research groups and the research center.

Keywords: performance-based budgeting, robust optimization, ideal planning, research projects.

---

* Corresponding author: MA in industrial engineering, department of industrial engineering, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran.

z.nasr71@yahoo

** Asistant prtofessor, department of industrial engineering, faculty of industrial engineering, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran.

khayambjn@mut-es.ac.ir

*** Asistant prtofessor, department of industrial engineering, faculty of industrial engineering, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran.

shahbazi.sadegh@mut.ac.ir

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Non-Commercial (CC-BY-NC) license.

نشریه علمی
«پژوهش‌های راهبردی بودجه ومالیه»
(تابستان ۱۳۹۹، سال دوم، شماره ۲: ۱۰۷ ـ ۸۷)
شاپای چاپی:۱۸۰۹- ۲۷۱۷
شاپای الکترونیک: ۱۹۹X- ۲۷۱۷

طراحی مدل استوار بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد گروه‌های پژوهشی در مراکز تحقیق‌وتوسعه (نمونه پژوهش: مرکز تحقیق‌وتوسعه دفاعی)

زهرا نصر اصفهانی *، بیژن خیام‌باشی ، صادق شهبازی*****
0009-0008-8747-5485 0009-0009-8232-2137 0000-0001-6790-0917
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۲

چکیده

در مراکز تحقیقاتی به‌منظور ایجاد شرایط پژوهش روی پروژه‌های جدید، بودجه تحقیقاتی مصوب می‌شود. این بودجه به‌منظور تخصیص به گروه‌ها و پروژه‌ها نیاز به تجزیه‌وتحلیل براساس شاخص‌های موردنظر سازمان دارد که یکی از این شاخص‌ها می‌تواند عملکرد گروه‌های پژوهشی در دوره‌های گذشته باشد. همچنین پروژه‌هایی باید مورد حمایت قرار گیرند که با اهداف کلان و راهبردهای سازمان هم‌راستایی مناسب داشته باشند. در این مقاله با ارائه یک مدل ریاضی استوار مبتنی‌بر روش برتسیمس و سیم، بودجه مصوب مرکز پژوهشی بین گروه‌ها و پروژه‌های پیشنهادی هر گروه که در اولویت بالاتری قراردادند، تخصیص داده می‌شود. نتایج حاصل از حل و شبیه‌سازی مدل، بیانگر آن است که با افزایش عدم‌قطعیت در مؤلفه‌های مدل مانند هزینه‌های تخمینی پروژه و بودجه مصوب سازمان، با افزایش سطح حفاظت، میزان انحراف از آرمان به‌درستی عمل کرده که این موضوع نشان از قابلیت‌های مدل طراحی‌شده است تا تصمیم‌گیرندگان بتوانند با درنظرگرفتن سطح ریسک و میزان انحراف از آرمان‌ها تصمیم‌گیری بهتری داشته باشند. به‌منظور اعتبارسنجی مدل، بودجه مصوب یک مرکز تحقیقاتی دفاعی توسط مدل مورد بررسی قرار گرفته که نتایج مدل بیانگر اثربخش‌بودن آن از دیدگاه مدیران گروه‌های پژوهشی و مرکز تحقیقاتی است.

کلیدواژه‌ها: *بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد؛ بهینه‌سازی استوار؛ برنامه‌ریزی آرمانی؛ پروژه‌های تحقیقاتی*
طبقه بندی JEL: M1, Q5, Z1

---

* نویسنده مسئول؛ کارشناسی ارشد مهندس صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران
z.nasr71@yahoo.com
** دانشیار مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران khayambjn@mut-es.ac.ir
*** استادیار مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران
shahbazi.sadegh@mut.ac.ir

این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution Non-Commercial (CC BY-NC) توزیع شده است.

مقدمه

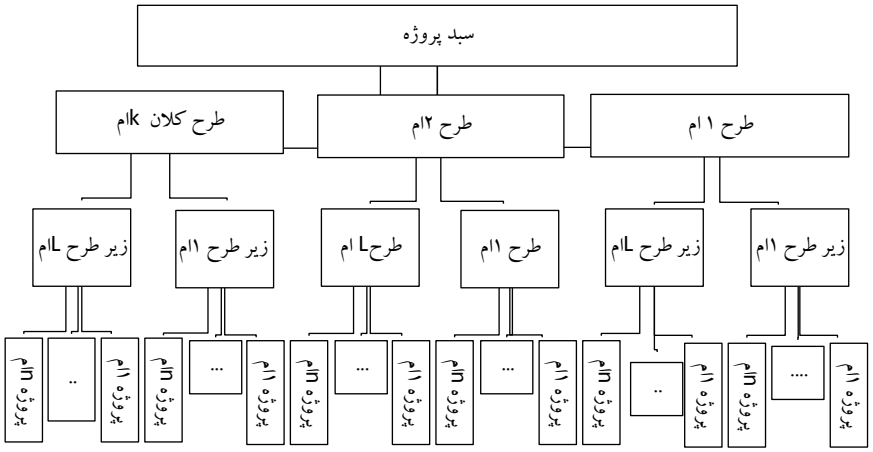
همه شرکت‌هایی که در تحقیق‌وتوسعه[1] مشغول به کار هستند، یک چالش مهم در انتخاب پروژه برای آینده میان‌مدت دارند. درواقع، هدف از تصمیم‌گیری سبد پروژه آن است که تخصیص منابع محدود مالی به این پروژه‌ها به‌گونه‌ای باشد که سطح ریسک و سود را با راهبرد سازمان متعادل سازند (هایدنبرگر و استامر[2]، ۱۹۹۹).

ازآنجاکه تصمیم‌گیری درمورد پروژه‌های تحقیق‌وتوسعه با وقایع و فرصت‌های آینده در ارتباط است، تصمیم‌گیری درمورد این پروژه‌ها در فضای عدم اطمینان صورت می‌گیرد. علاوه‌براین دردسترس‌بودن بودجه یا منابع ممکن است انعطاف‌پذیر باشد، زیرا بودجه اضافی و منابع انسانی ممکن است به دیگر بخش‌ها و یا پروژه‌های سازمان تخصیص یابد. لذا روشی که بتواند منابع محدود مالی را بین بخش‌های مختلف سازمان انجام دهد و سبد پروژه‌ها را انتخاب کند، همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است (هایدنبرگ و ترایnور[3]، ۱۹۹۹).

فنون زیادی برای برآورد ارزیابی و انتخاب و تخصیص منابع مالی به سبد پروژه وجود دارد. بعضی از این فنون به‌صورت عام و گسترده به کار گرفته نشده‌اند، در میان تمام فنون موجود، فنون و روش‌های بهینه‌سازی، اساسی‌ترین ابزار کمی برای انتخاب و تخصیص منابع به سبد پروژه می‌باشند (قاسم‌زاده، آرچر و ایوگ[4]، ۱۹۹۹).

بدیهی است اگر فعالیت‌ها و محیط تصمیم‌گیری از پیچیدگی برخوردار نباشند، استفاده از مدل‌های ریاضی اهمیت چندانی ندارد؛ اما اهمیت رویکردهای، زمانی روشن می‌شود که تعداد متغیرهای تصمیم و فعالیت‌ها، محدودیت‌ها و اهداف به‌گونه‌ای سرسام‌آور افزایش یابد. درادامه به بررسی بیان مسئله با درنظرگرفتن مطالعه موردی تحقیق پرداخته می‌شود.

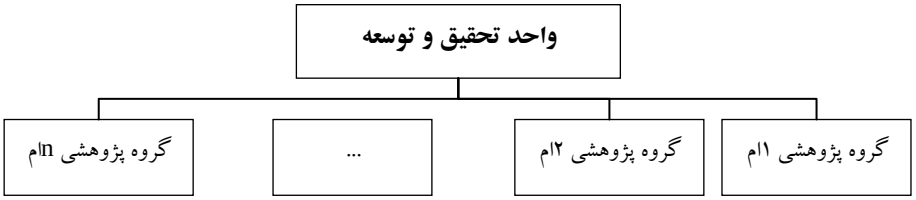
1. Research and Development(R&D)
2. Heidenberger and Stummer
3. Heidenberger and Traynor
4. Ghasemzadeh, Archer, and Iyog.



شکل ۱. سبد پروژه‌های تحقیقاتی

در شکل ۱ سبد پروژه‌های تحقیقاتی ملاحظه می‌شود. سطح اول این سبد پروژه، طرح‌ها هستند که هریک از این طرح‌ها مربوط به یکی از حوزه‌های کاری سازمان است. هر طرحی مشتمل بر چند زیرطرح است و هر زیرطرحی شامل یک یا چند پروژه تحقیقاتی است.

در سمت دیگر سازمان، واحدهای پژوهشی یا واحدهای تحقیق‌وتوسعه سازمان قرار دارند. هریک از پروژه‌هایی که در سبد پروژه قرار دارند، باتوجه‌به ماهیت آنها در یکی از این گروه‌های پژوهشی قابل اجرا هستند. با درنظرگرفتن این نکته که هیچ موازی‌کاری در سازمان وجود ندارد، هریک از این پروژه‌ها تنها دریکی از این گروه‌های پژوهشی قابل اجراست.



شکل ۲. چارت واحد تحقیق‌وتوسعه

در هر دوره زمانی به‌منظور افزایش توان رقابتی سازمان و درجهت اهداف کلان سازمان، بودجه‌ای برای انجام این پروژه‌ها تخصیص می‌یابد. سازمان درنظر دارد بودجه را به گروه‌های مختلف تخصیص دهد که بتوانند پروژه‌های پیشنهادی خود را انجام دهند. مدیران ارشد سازمان‌ها دو هدف اصلی دارند:

۱. تخصیص بودجه بین واحدهای مختلف؛

۲. انتخاب پروژه‌های مناسب برای دستیابی به اهداف کوتاه و بلندمدت سازمانی.

درراستای پاسخگویی به این سؤالات، مدل ریاضی ارائه می‌شود که میزان بودجه‌ای را به گروه‌های پژوهشی و همچنین پروژه‌های را به هریک از گروه‌های پژوهشی مشخص کند. همچنین باتوجه‌به عدم‌قطعیت در بودجه هر دوره و هزینه‌های پروژه‌های تحقیقاتی، مدل طراحی‌شده با استفاده از روش برتسیمس و سیم، طراحی و حل می‌شود و در بخش پایانی پژوهش مؤلفه‌های نامطمئن پژوهش با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو بررسی می‌شود.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

اولین پژوهش مرتبط با برنامه‌ریزی ریاضی و بودجه‌ریزی عملیاتی توسط چانز کوپر در سال ۱۹۷۱ ارائه شد. این مدل برای اختصاص بودجه به ارتش امریکا تهیه شده است (چارنز و کوپر[1]، ۱۹۶۳). شیم و لی در سال ۱۹۸۱ نیز مدل معتبری را درمورد بودجه‌ریزی برمبنای صفر ارائه نمودند (شیم و لی[2]). مین در سال ۱۹۸۸ در مطالعه‌ای درخصوص تخصیص منابع دانشگاهی از روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی تعاملی استفاده نمود (مین[3]، ۱۹۸۸). کواک و لی در سال ۱۹۹۸ در دانشگاه سنت لوئیز درخصوص کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی صفر ـ یک در تخصیص منابع فناوری اطلاعات دانشگاهی مطالعه کردند. برای تعین وزن آرمان‌ها از تکنیک تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی استفاده کردند. (کواک و لی[4]،۱۹۸۸). وانگ و ژو، مدل تصمیم‌گیری چندهدفه فازی برای

1. Charnes and Cooper
2. Shim and Lee
3. Min
4. Kwak and Lee

تخصیص بودجه تبلیغاتی به رسانه‌های مختلف مانند روزنامه، وب‌سایت و کانال‌های تلویزیونی را ارائه نمودند (وانگ و ژو[1]، ۲۰۰۸). چیو مدلی درباره تخصیص بودجه برای بازسازی ساختمان‌های مسکونی قدیمی طراحی کرد. او از رویکرد هیبرید از ترکیب تاپسیس فازی و مسئله کوله‌پشتی صفرویک استفاده کرد (چیو[2]، ۲۰۰۹). صفری و همکارانش مدل ریاضی را جهت تخصیص بودجه به دانشگاه شاهد طراحی نمودند که این مدل شامل ۳۶ متغیر تصمیم، ۴۹ آرمان، ۷ محدودیت و ۲۰ متغیر عدد صحیح است (صفری، سرداری و سبزیان، ۲۰۱۲). موهان و ساسیکومار در مقاله "گسترش پشتیبانی تصمیم‌گیری برای تخصیص بودجه به برنامه‌های R&D سازمان" مقدار بودجه اختصاصی به پروژه‌های را در هر دوره زمانی مشخص می‌کنند. آنها باتوجه‌به آرمان‌های حداقل‌کردن ریسک، حداکثرکردن کیفیت عملکرد و حداکثرکردن مطلوبیت کارشناسان برنامه‌ریزی آرمانی را ارائه نمودند (موهان و ساسیکومار[3]، ۲۰۱۴). حلیم مدلی را برای مدیریت بهینه وضعیت مالی ارائه نمود، آرمان‌های این پژوهش کاهش تعهدات و بدهی‌ها، انباشت دارایی، افزایش انباشت ثروت و سودآوری نظام بانکی است که اطلاعات و داده‌های دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ مورد بررسی قرارگرفته است (حلیم[4]، ۲۰۱۵). نصرآبادی و همکارانش مدل برنامه‌ریزی آرمانی را برای تخصیص بودجه به برنامه‌ها و واحدهای دانشگاه طراحی نمودند. آرمان‌های این پژوهش، حداکثرکردن مطلوبیت برنامه‌ها، حداکثرکردن بودجه تحقیقات به بودجه کل، حداکثرکردن مطلوبیت تخصیص بودجه به واحدهای دانشگاه، حداقل‌کردن نسبت بودجه پشتیبانی به بودجه کل است (نصرآبادی، رسولی و شریفی[5]، ۲۰۱۶). واتسالا و همکارانش در مقاله‌ای با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مدلی را برای بودجه‌ریزی سه مرکز دفع زباله طراحی نمودند. اهداف این مدل افزایش هزینه کارکنان، کاهش هزینه‌های عمومی، ماکزیمم‌سازی دارایی‌های واحد، کاهش هزینه‌های زیرساخت، به‌حداقل‌رساندن هزینه دفن زباله، به‌حداقل

1. Wang, and Xu
2. Chiou
3. Mohan and Sasikumar
4. Halim
5. Nasrabadi, Rasouli and Sharifi

رساندن هزینه‌های تعمیر و نگهداری و افزایش درآمد تولیدشده در کارخانه دفع زباله است (جیوتی، واتسالا، و گوپتا[1]، ۲۰۱۹).

رجبی، مدلی ریاضی برای تخصیص بودجه به واحدهای زیرمجموعه وزارت بهداشت طراحی نمود. در مدل ارائه‌شده، برنامه‌های وزارت بهداشت و درمان دارای اولویت‌های مختلفی بوده‌اند که با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی اولویت آنان به‌دست آمده است (رجبی، ۱۳۸۳). آذر و همکارانش یک مدل ریاضی جهت بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد طراحی نمودند و سپس با درنظرگرفتن عدم‌قطعیت موجود در مدل، با استفاده از رویکرد استوار و روش‌هایی برتسیمس و سیم و سویستر مدل را بررسی و حل نمودند (آذر، خدیور، ناصری و رستمی،۱۳۹۰). امینی و همکارانش، مدل بودجه‌ریزی برمبنای عملکردی با استفاده از رویکرد استوار ـ فازی را ارائه نمودند که در این مقاله دو سناریو به کار گرفته شده است که در سناریوی اول حد پایین بودجه قطعی درنظر گرفته شده و در سناریوی دوم حد و پایین بودجه با عدم‌قطعیت فازی بررسی شده است (امینی، آذر و احمدی، ۱۳۹۲). آذر و همکارانش مدلی را برای بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد دانشگاه تربیت مدرس ارائه نمودند، ولی باتوجه‌به عدم‌قطعیت در حد بالای بودجه مدل با استفاده از مدل برتسیمس و سیم، حل و بررسی شد (آذر، امینی و احمدی، ۱۳۹۳). اکبری و حسینی یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای بودجه‌ریزی شهرداری اصفهان ارائه نمودند. در این مدل دو دسته از اهداف وجود دارد: دسته اول اهداف شامل، بهبود مدیریت و حکمرانی شهری، افزایش سرمایه‌گذاری و کاهش مستمر و دائمی فقر و دسته دوم اهداف در ارتباط با کل بودجه عمرانی و درواقع هشت ردیف کل بودجه عمرانی است (اکبری و حسینی، ۱۳۹۴). رحمانی فضلی و مازار، مدلی را برای تخصیص بودجه به استان‌های کشور طراحی کردند. آرمانی‌های این مدل سهم جمعیتی استان، سهم تولید ناخالصی استان از کشور، نرخ بیکاری استان، نرخ مشارکت اقتصادی، ضریب نفوذ اینترنت، ضریب جینی، نسبت ارزش ـ افزوده بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت معدن و خدمات برای هریک از استان‌هاست (رحمانی فضلی وعرب مازار،

1. Jyothi, Vatsala and Gupta

۱۳۹۵). سرپناهی و همکارانش در مقاله بودجه‌ریزی دانشکده‌های یک دانشگاه با ترکیبی از مدل‌های DEA و برنامه‌ریزی آرمانی، مدلی را طراحی نمودند. در این مدل بودجه هر دانشکده از تلفیق ضریب کارایی حاصل از روش تحلیل پوششی داده‌ها و اثربخشی حاصل از یک مدل ریاضی آرمانی که دربرگیرنده راهبردهای دانشگاه است، به‌دست آمده است (سرپناهی، صالح اولیا و لطیفی، ۱۳۹۷). کلانتری و همکارانش مدل ریاضی چندهدفه را برای بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد برای شرکت‌های پالایش گاز ارائه نمودند و بودجه به شرکت‌های مختلف براساس بهره‌وری صورت گرفته است (کلانتری، محمدی‌پور، صیدی، شیری و عزیزخانی، ۱۳۹۸).

روش تحقیق

در هر دوره زمانی که بودجه‌ای برای انجام فعالیت‌های تحقیقاتی به واحد تحقیق‌وتوسعه اختصاص می‌یابد، بین واحدهای مختلف سازمانی جهت انجام پروژه‌های تحقیقاتی تقسیم می‌شود. در این پژوهش به‌منظور تخصیص بودجه به گروه‌های پژوهشی از بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد استفاده می‌شود. در بعد دیگر مسئله پروژه‌های تحقیقاتی هر گروه قرار دارند که با استفاده از بودجه اختصاصی به هر گروه قابل انجام هستند. علاوه‌براین، سازمان درنظر دارد اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت خود را با استفاده از این پروژه‌های تحقیقاتی عملی سازد و لذا با محدودیت‌هایی روبه‌روست. در این پژوهش مدل ریاضی جهت تخصیص بودجه به گروه‌های پژوهشی و انتخاب پروژه برای هریک از گروه‌های پژوهشی ارائه می‌شود. درادامه متغیرها، مؤلفه‌ها، محدودیت‌ها و اهداف مدل بیان می‌شود.

متغیرهای اصلی این مدل شامل سه نماد z،y،x است که در جدول ۱ ملاحظه می‌نمایید.

جدول ۱. تعریف متغیرهای اصلی مدل

نماد	تعریف	
	بودجه گروه پژوهشی jام	
y_{Total}	کل بودجه تخصیص‌یافته به فعالیت‌های پژوهشی	
$x_{il_{kj}}$	اگر پروژه iام در طرح l طرح زیر درکلان kام به گروه jام اختصاص یابد در غیر این‌صورت	۱ ۰
$z_{sil_{kj}}$	اگر سرمایه گذار sام برای پروژه iام در طرح kام در زیر طرح lام در گروه jام انتخاب شود در غیر این‌صورت	۱ ۰

جدول ۲. تعریف مؤلفه‌های قطعی

نماد	تعاریف
α_{iklj}	ضریب مطلوبیت پروژه i ام درزیرطرح k ام درطرح کلان l ام در گروه j ام
β_j	ضریب ارزیابی عملکرد گروه j ام
c_{iklj}	هزینه پروژه i ام در زیر طرح k ام در طرح کلان l ام در گروه j ام
φ_{min}	حداقل میزان راهبردی بودن پروژه‌های به ازای هر طرح کلان
φ_{iklj}	ضریب راهبردی پروژه i ام در زیرطرح k ام در طرح کلان l ام در گروه j ام
η_{siklj}	امتیازسرمایه‌گذار s ام برای پروژه i ام درزیرطرح k ام درطرح کلان l ام به گروه j ام
in_{siklj}	مبلغی پیشنهادی سرمایه گذار s ام برای پروژه i ام درزیرطرح k ام درطرح کلان l ام به گروه j ام
η_{min}	حداقل میزان امتیاز موردنظر در برای سرمایه‌گذار
ψ	مجموع گروه‌هایی که سهم بازار آنها قابل‌قبول است
sf_{iklj}	پیش‌بینی میزان درآمد پروژه i ام درزیرطرح k ام درطرح کلان l ام در گروه j ام در دوره ۵ ساله
sf_{min}	حداقل میزان فروش موردانتظار در دوره ۵ ساله
ν	درصد پروژه‌های مشتری‌مدار در سبد پروژه‌های انتخابی

در این پژوهش با استفاده از نظرات خبرگان و محدودیت‌های سازمانی و مطالعات کتابخانه‌ای مدل پژوهش طراحی شده که عبارت است از:

۱. $\text{Minimize } d_1 \quad \Sigma \; {}_1 d \; {}_1$

۲. $\sum_{J=1}^{M} \beta_j y_j + d_1^- \geq G_1$

$$\sum_{l=1}^{2}\sum_{k=1}^{2}\sum_{i\in i_{jkl}}\alpha_{il_kj}+d^{-}_{j+1}\geq G_{J+1}\quad \forall j=0,1,2\ldots m \qquad .3$$

$$\sum_{l=1}^{2}\sum_{k=1}^{2}\sum_{i\square i_{jkl}}(c_{il_kj}-(\sum_{s=1}^{s} in_{sil_kj}z_{sil_kj}))x_{il_kj}\leq y_j \quad \square j=0,1,2..m \qquad .4$$

$$\sum_{s=1}^{s} z_{sil_kj}=1 \qquad \square i,k,l,j \qquad .5$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{l=1}^{2}\sum_{i=1}^{n} x_{il_2j}}{\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{2}\sum_{l=1}^{2}\sum_{i\square i_{jkl}} x_{il_kj}}\geq v \qquad .6$$

$$\sum_{j\in\psi} y_j \geq \sum_{j\square\psi} y_j \qquad .7$$

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{L}\sum_{l=1}^{K}\sum_{i\square i_{jkl}}^{n} sf_{il_kj}x_{il_kj} \geq sf_{min} \qquad .8$$

$$\sum_{s=1}^{s}\eta_{sil_kj}z_{sil_kj}\geq\eta_{min} \qquad \square i,k,l,j \qquad .9$$

$$\sum_{l=1}^{L}\sum_{k=1}^{K}\sum_{i\in i_{jkl}} x_{il_kj}\geq 1 \qquad \forall j=0,1,2\ldots.m \qquad .10$$

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{l=1}^{2}\sum_{i\square i_{jkl}}\varphi_{il_kj}\, x_{il_kj}\geq\varphi_{min} \qquad \square k \qquad .11$$

$$\sum_{j=1}^{m} y_j=y_{Total} \qquad .12$$

$$L\leq y_{Total}\leq U \qquad .13$$

در رابطه ۱ کمینه‌نمودن مجموع انحرافات هریک از آرمان‌های موردنظر، به‌عنوان هدف درنظر گرفته می‌شود. رابطه ۲ آرمان حداکثرکردن مطلوبیت بودجه به گروه‌ها پژوهشی را بیان می‌کند. رابطه ۳ آرمان حداکثر مطلوبیت تخصیص پروژه به گروه‌های پژوهشی را بیان می‌کند. رابطه ۴ محدودیتی را برای تعادل سطح بودجه در گروه‌ها بیان می‌کند که باید بودجه اختصاص‌یافته به هر گروه از هزینه‌های پروژه‌های آن گروه کم‌تر باشد. همچنین پروژه‌هایی که دارای سرمایه‌گذار هستند سازمان باید به‌اندازه تفاوت هزینه پروژه از مبلغ سرمایه‌گذاری هزینه کند. رابطه ۵ به این انتخاب تنها یک سرمایه‌گذار از بین سرمایه‌گذاران اشاره دارد. رابطه ۶ در هر دوره به‌منظور افزایش رضایت مشتری حداقل درصدی از پروژه‌ها به نیاز بالفعل مشتریان تخصیص می‌یابد. رابطه ۷ به این موضوع اشاره دارد که هزینه‌های جذب مشتری همواره از هزینه‌های حفظ محصولات مشتری فعلی بیشتر است. اگر سازمان‌ها مشتریان و بازارهای فعلی خود را حفظ کند، باعث کاهش هزینه‌های تبلیغات، افزایش سود و درنهایت بالارفتن سود سرمایه شرکت خواهد بود. وقتی‌که کسب‌وکارها نمی‌توانند مشتریانی را که با صرف هزینه‌های بسیار جذب کرده‌اند، حفظ کنند، بعد از مدتی با ازدست‌دادن تدریجی بازار، بنگاه اقتصادی به سمت رکود و درنهایت ورشکستگی حرکت می‌کند. ازهمین‌رو سازمان درنظر دارد با انجام فعالیت‌های تحقیق‌وتوسعه بیشتر در گروه‌های پژوهشی در کنار سایر اقدامات مشتریان فعلی خود را حفظ کند. به‌همین‌منظور، بودجه گروه‌های پژوهشی که محصولات آنها سهم قابل‌توجهی از بازار را به خود اختصاص داده‌اند، بیشتر از گروه‌هایی است که سهم بازار آنها بسیار ناچیز است. به‌منظور انتخاب بهترین سرمایه‌گذار برای پروژه، شاخص‌های: بازده موردانتظار یا سود درخواستی از پروژه، دوره استفاده از تسهیلات پروژه، حجم سرمایه‌گذاری و روش پرداخت منابع مالی (به‌صورت قسطی، یکجا و غیره) درنظر گرفته شده است. هریک از این سرمایه‌گذاران امتیازی را از شاخص‌های تدوین‌شده به‌دست می‌آورند. محدودیت ۹ بیانگر آن است که سرمایه‌گذار باید از حداقل امتیاز لازم برخوردار باشد. در رابطه ۱۰ به‌منظور فعال‌بودن تمام گروه‌های پژوهشی و برای حفظ و بهبود جایگاه خود در بازارهای مربوط به حوزه کاری هریک از این گروه‌ها، حداقل یک پروژه در

هریک از گروه‌ها انتخاب شود. محدودیت ۱۱ بیانگر آن است که میزان کل درآمد حاصل از انجام پروژه‌ها در یک دوره کوتاه‌مدت است و باید از حداقل موردانتظار بیشتر باشد تا انجام این‌گونه فعالیت‌ها ازنظر اقتصادی قابل توجیه باشد. محدودیت ۱۲ محدودیت تعادلی است که مجموع بودجه تخصیص‌یافته به گروه‌ها برابر با کل بودجه است. محدودیت ۱۳ بیانگر حدود بالا و پایین بودجه است

همتای مدل استوار

برتسیمس و سیم (۲۰۰۴) رویکرد متفاوتی را برای کنترل سطح محافظه‌کاری معرفی کرده‌اند. این رویکرد از این مزیت برخوردار است که به یک مدل بهینه‌سازی خطی منجر می‌شود و بنابراین، قابل اعمال روی مدل‌های بهینه‌سازی گسسته نیز هست. مدل بهینه‌سازی زیر را درنظر بگیرید:

$$\begin{aligned} &\text{Maximize} \quad c^T x \\ &\text{Subject to} \quad Ax \le b \\ &l \le x \le u \end{aligned} \qquad .۱۴$$

برتسیمس و سیم اثبات کردند که همتای استوار مدل بالا درصورتی‌که عدم‌قطعیت تصادفی بر ضرایب فنی و یا ضرایب تابع هدف باشد، عبارت است از:

$$\begin{aligned} &\text{Minimize} c^T x + z_0 \Gamma_0 + \sum_{j \in J_0} p_{0j} \\ &\text{Subject to:} \\ &\sum_j a_{ij} x_j + z_i \Gamma_i + \sum_{j \in J_i} p_{ij} \le b_i \qquad \forall i \\ &z_0 + p_{0j} \ge d_j y_j \qquad \forall j \in J_0 \\ &z_i + p_{ij} \ge \hat{a}_{ij} y_j \qquad \forall i \ne 0,\ j \in J_i \\ &p_{ij} \ge 0 \qquad \forall i,j \in J_i \\ &y_j \ge 0 \qquad \forall j \\ &z_i \ge 0 \qquad \forall i \\ &-y_j \le x_j \le y_j \qquad \forall j \\ &l_j \le x_j \le u_j \qquad \forall j \end{aligned} \qquad .۱۵$$

در این پژوهش حد بالای بودجه و همچنین هزینه‌های پروژه‌های تحقیقاتی دارای عدم‌قطعیت هستند که با استفاده از مدل برتسیمس و سیم به مدل استوار تبدیل شده‌اند که به شرح زیر است:

۱۶. $\text{Minimize } d_{۱} + \Sigma_{۱} d_{۱}$

۱۷. $\sum_{۱} \beta_{۱\ ۱}$

۱۸. $\sum_{۱}^{۲}\sum_{k=۱}^{۲}\sum_{i\square i_j} \alpha_{il_{kJ}} + d^{-}_{j+۱} \geq G_{J+۱} \quad \square j=،۱،۲$

۱۹. $\sum_{۱}^{۲}\sum_{k=۱}^{۲}\sum_{i\square i_j} (\overline{c_{il_{kJ}}} - \sum_{s=۱}^{s} in_{sil_{kJ}} z_{sil}\ _{il} + z_j + \sum_{۱}^{۲}\sum_{۱}^{۲}\sum_{i\square i_j}\ _{il}$

۲۰. $_{ilk}\ \widehat{c_i}\ _{ik}\ i،t،j،k،$

۲۱. $-u_{ikl} \leq x_{iklj} \leq u_i$

۲۲. $\sum_{s=۱}^{s} z_{sil_{kj}} = ۱ \qquad i،k،l،$

۲۳. $\dfrac{\Sigma^{m}{}_{۱}\Sigma^{۲}{}_{۱}\Sigma^{n}_{i=۱}\ _{il}}{\Sigma^{m}{}_{۱}\Sigma^{۲}{}_{۱}\Sigma^{۲}{}_{۱}\Sigma_{i\square i_{jkl}} x_{il}}$

۲۴. $\sum y \geq \sum y$

۲۵. $\sum_{۱}\sum_{۱}\sum_{۱}\sum_{\square i_j} sf_i\ _{il}$

۲۶. $\sum_{s=۱}^{s} \eta_{sil}\ z_{sil}\ _{min} \qquad i،k،l،$

۲۷. $\sum_{۱}^{}\sum_{k=۱}^{}\sum_{i\square i_j}\ _{il_k}\ ۱ \qquad ،۱،۲....$

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{l=1}^{2}\sum_{i\square i_{jkl}} \varphi_{il_{kj}} x_{il_{kj}} \geq \varphi_{min} \qquad \square k \qquad .28$$

$$\sum_{j=1}^{m} y_j = y_{Total} \qquad .29$$

$$\bar{L} \leq y_{Total} \qquad .30$$

$$y_{Total} + \ddot{z}\ddot{I} + q \leq \bar{U}m \qquad .31$$

$$\ddot{z} + q \geq \hat{U}\, y^1 \qquad .32$$

$$-m \leq y^1 \leq m \qquad .33$$

$$y_{Total}, q, y^1, y_j, \ddot{z}, z_j, p_{ilkj}, u_{ikl} \geq 0 \qquad .34$$

$$m=1$$

$$z_{siklj}, x_{iklj} \epsilon \{\square, \square\}$$

محدودیت‌های ۲۱ و ۲۲ به‌ازای مؤلفه نامطمئن هزینه پروژه به مدل و محدودیت‌های ۳۲ و ۳۳ به‌ازای مؤلفه نامطمئن حد بالای بودجه اضافه شده است. علاوه‌براین متغیرهای اضافه‌شده به مدل بزرگ‌تر مساوی صفر است.

یافته‌های پژوهش

حل مدل قطعی و استوار

جدول ۳. میزان تحقق هر آرمان در مدل قطعی

ردیف	شماره آرمان	نوع آرمان	نوع انحراف	مقدار بهینه هدف	مقدار آرمان پس از حل	نرخ انحراف از آرمان	میزان تحقق آرمان
۱	اول	Max	d_1	۱۰۴۲۷	۸۸۰۹	۱۶۱۸	٪۸۴
۲	دوم	Max	d_2	۱/۵۱۸	۷۷۸/۰	۷۴۰/۰	٪۲۵/۵۱
۳	سوم	Max	d_3	۲/۹۴۲	۴۵/۰	۴۹۲/۲	٪۳۰/۱۵
۴	چهارم	Max	d_4	۱/۵۱۳	۴۱۱/۰	۱۰۲/۱	٪۱۶/۲۷
۵	پنجم	Max	d_5	۱/۵۱۸	۵۱۸/۱	۰	٪۰۰/۱۰۰
۶	ششم	Max	d_6	۷۴/۳۵۹	۱/۷۴	۲۵۹/۰	٪۱۰/۷۴
۷	هفتم	Max	d_7	۲/۶۶	۱۶۱/۱	۴۹۹/۱	٪۶۵/۴۳
۸	هدف	MIN	...		۰۹۲.۱۶۲۴		

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طورکه در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، پس از حل مدل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی، هدف پنجم مسئله (اختصاص پروژه به گروه چهارم) کاملاً محقق شده است. درادامه به بررسی حل مدل استوار مسئله پرداخته می‌شود.

جدول ٤. مقادیر انحراف از آرمان‌ها و تابع هدف مدل در حالت‌های مختلف سطح حفاظت

سطح حفاظت (Γ)	انحرافات آرمان‌ها							مقدار تابع هدف
	d_1^-	d_2^-	d_3^-	d_4^-	d_5^-	d_6^-	d_7^-	
صفر	۱۶۱۸	۰/۷۴۰۰	۲/۴۹۰	۱/۱۰۲	۰.۰۰۰	۰/۲۵۰	۱/۴۹۰	۱۶۲۴/۰۹۲
۱/۰	۸۹۰۰/۱۸۳۱	۷۴۰۰/۰	۴۹/۲	۱۰۲/۱	۲۲۳/۰	۲۵/۰	۴۹۹/۱	۲۰۵/۱۸۳۸
۲/۰	۷۸۰۰/۲۰۴۵	۷۴۰۰/۰	۴۹۰/۲	۱۰۲/۱	۲۲۳/۰	۲۵۰/۰	۴۹۰/۱	۰۹۰/۲۰۵۲
۳/۰	۶۷۰۰/۲۲۵۹	۷۴۰۰/۰	۴۹/۲	۱۰۲/۱	۲۲۳/۰	۲۵۹/۰	۴۹۹/۱	۹۸۵/۲۲۶۵
۴/۰	۵۶۰۰/۲۴۷۳	۷۴۰۰/۰	۴۹۰/۲	۱۰۲/۱	۲۲۳/۰	۲۵۹/۰	۴۹۰/۱	۸۷۵/۲۴۷۹
۵/۰	۴۵۰۰/۲۶۸۷	۷۴۰۰/۰	۴۹/۲	۱۰۲/۱	۷۷۷/۰	۲۵۹/۰	۴۹۹/۱	۳۱۹/۲۶۹۴
۶/۰	۳۴۰۰/۲۹۰۱	۷۴۰۰/۰	۴۹۰/۲	۱۰۲/۱	۷۷۷/۰	۲۵۹/۰	۴۹۰/۱	۲۰۹/۲۹۰۸
۷/۰	۲۳۰۰/۳۱۱۵	۷۴۰۰/۰	۴۹/۲	۱۰۲/۱	۷۷۷/۰	۲۵۹/۰	۴۹۹/۱	۰۹۹/۳۱۲۲
۸/۰	۱۲۰۰/۳۳۲۹	۷۴۰۰/۰	۴۹۰/۲	۱۰۲/۱	۷۷۷/۰	۲۵۹/۰	۴۹۰/۱	۹۸۹/۳۳۳۵
۹/۰	۰۱۰۰/۳۵۴۳	۷۴۰۰/۰	۴۹/۲	۱۰۲/۱	۷۷۷/۰	۲۵۹/۰	۴۹۹/۱	۸۷۹/۳۵۴۹
۱	۹۰۰۰/۳۷۵۶	۷۴۰۰/۰	۴۹۰/۲	۱۰۲/۱	۷۷۷/۰	۲۵۹/۰	۴۹۰/۱	۷۶۹/۳۷۶۳

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طورکه در جدول ۴ ملاحظه می‌نمایید، با افزایش سطح حفاظت، میزان انحراف از هدف افزایش‌یافته است. علاوه‌براین، با افزایش سطح حفاظت مقدار انحراف از تابع هدف بودجه و مطلوبیت اختصاص پروژه به گروه ۴ افزایش یافته است، ولی میزان انحراف تابع هدف سایر گروه‌های پژوهشی ثابت مانده است. درادامه به بررسی بودجه کل و گروه‌های پژوهشی به‌ازای سطوح مختلف حفاظت در جدول ۴ پرداخته می‌شود.

جدول ۵. مقادیر مختلف بودجه در گروه‌های مختلف

سطح حفاظت	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_{total}
۰	۱۷۰۰	۲۲۰۰	۴۰۰۰	۱۷۱۰۰	۴۱۰۰	۴۹۰۰	۳۴۰۰۰
۱/۰	۱۷۹۰	۲۲۳۳	۴۰۴۰	۱۶۳۸۴	۴۲۲۳	۴۹۹۰	۳۳۶۶۰
۲/۰	۱۸۸۰	۲۲۶۶	۴۰۸۰	۱۵۶۶۸	۴۳۴۶	۵۰۸۰	۳۳۳۲۰
۳/۰	۱۹۷۰	۲۲۹۹	۴۱۲۰	۱۴۹۵۲	۴۴۶۹	۵۱۷۰	۳۲۹۸۰
۴/۰	۲۰۶۰	۲۳۳۲	۴۱۶۰	۱۴۲۳۶	۴۵۹۲	۵۲۶۰	۳۲۶۴۰
۵/۰	۲۱۵۰	۲۳۶۵	۴۲۰۰	۱۳۵۲۰	۴۷۱۵	.۵۳۵۰	۳۲۳۰۰
۶/۰	۲۲۴۰	۲۳۹۸	۴۲۴۰	۱۲۸۰۴	۴۸۳۸	۵۴۴۰	۳۱۹۶۰
۷/۰	۲۳۳۰	۲۴۳۱	۴۲۸۰	۱۲۰۸۸	۴۹۶۱	۵۵۳۰	۳۱۶۲۰
۸/۰	۲۴۲۰	۲۴۶۴	۴۳۲۰	۱۱۳۷۲	۵۰۸۴	۵۶۲۰	۳۱۲۸۰
۹/۰	۲۵۱۰	۲۴۹۷	۴۳۶۰	۱۰۶۵۶	۵۲۰۷	۵۷۱۰	۳۰۹۴۰
۱,۰	۲۶۰۰	۲۵۳۰	۴۴۰۰	۹۹۴۰	۵۳۳۰	۵۸۰۰	۳۰۶۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

با افزایش سطح حفاظت، میزان بودجه کل کاهش می‌یابد که کاملاً با منطق استوار سازگار است. بودجه گروه‌های ۱و ۲ و۳ و ۵ و ۶ با افزایش سطح حفاظت، افزایش یافته است. با بررسی جدول ۴ ملاحظه شده است که با افزایش سطح حفاظت انحراف از هدف تغییری نمی‌کند و باتوجه‌به اینکه با افزایش سطح حفاظت، هزینه‌های پروژه‌های تحقیقاتی افزایش می‌یابد و با درنظرگرفتن محدودیت‌های مدل، باید بودجه این گروه‌ها افزایش یابد که کاملاً با مدل پژوهش سازگار و منطقی است. بودجه گروه ۴ هم با افزایش سطح حفاظت کاهش یافته که متأثر از افزایش انحراف از هدف مدل پژوهش است.

شبیه‌سازی مدل قطعی با مؤلفه‌های نامطمئن

باید درنظرگرفت که مدل‌های استوار به نحوی عمل می‌کنند که سطح ریسک تصمیم درازای افزایش سطح حفاظت کاهش می‌یابد. در این قسمت به‌منظور اثبات استوارسازی صحیح و

همچنین ارائه اطلاعاتی پیرامون چگونگی توازن بین سطح ریسک در سطوح مختلف حفاظت، مدل قطعی و مدل استوار شبیه‌سازی می‌شود.

نتایج شبیه‌سازی مدل قطعی:

به‌منظور نمایش ضرورت استوارنمودن مدل طراحی‌شده، به شبیه‌سازی مدل قطعی پرداخته می‌شود تا بررسی شود، اگر از مدل قطعی استفاده شود و مؤلفه‌های نامطمئن در بازه نوسانی خود، تغییر داشته باشند، چند درصد احتمال نقض محدودیت‌ها و درنتیجه ناموجه‌بودن مدل و نتایج حاصل از آن وجود دارد.

جدول ٦. نتایج شبیه‌سازی مدل قطعی

عنوان	احتمال نقض
احتمال نقض هزینه و بودجه گروه ۱	۰/۴۹۷
احتمال نقض هزینه و بودجه گروه۲	۰/۴۷۶
احتمال نقض هزینه و بودجه گروه ۳	۰/۵۰۹
احتمال نقض هزینه و بودجه گروه ۴	۰/۴۹۰
احتمال نقض هزینه و بودجه گروه ۵	۰/۵۰۶
احتمال نقض هزینه و بودجه گروه ۶	۰/۵۰۷
احتمال نقض هزینه و بودجه گروه ۷	۰/۴۹۷
بودجه	۰/۵۰۶

منبع: یافته‌های تحقیق

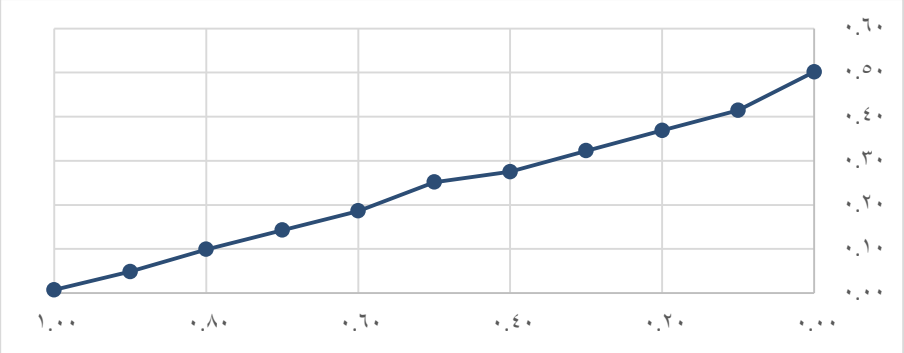
نتایج شبیه‌سازی مدل استوار

مدل‌های استوار به نحوی عمل می‌کند که سطح ریسک تصمیم درازای افزایش سطح حفاظت، کاهش می‌یابد. در این قسمت به‌منظور اثبات استوارسازی صحیح و همچنین ارائه اطلاعاتی پیرامون چگونگی توازن بین سطح ریسک در سطح مختلف حفاظت، مدل استوار نیز مورد شبیه‌سازی قرار گرفت. شکل ۳ بیانگر ۱۰۰۰۰ بار شبیه‌سازی مدل استوار با مؤلفه‌های نامطمئن بوده که به‌ازای هر سطح حفاظت صورت گرفته است.

جدول ۷. نتایج شبیه‌سازی به‌ازای سطوح مختلف حفاظت

سطح حفاظت	کل
۰.۰۰	۰.۵۰۱
۰.۱۰	۰.۴۱۴
۰.۲۰	۰.۳۶۹
۰.۳۰	۰.۳۲۲
۰.۴۰	۰.۲۷۵
۰.۵۰	۰.۲۵۲
۰.۶۰	۰.۱۸۶
۰.۷۰	۰.۱۴۲
۰.۸۰	۰.۰۹۹
۰.۹۰	۰.۰۴۹
۱.۰۰	۰.۰۰۷

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۳. احتمال نقض محدودیت‌ها به‌ازای سطوح حفاظت مختلف

با افزایش سطح حفاظت احتمال نقض محدودیت‌های مدل کاهش می‌یابد و این کاملاً با منطق استوار سازگار است. بدیهی است انتخاب بدبینانه‌ترین وضعیت ممکن (یازدهمین سطح

حفاظت) منجر به ازدست‌دادن مقدار زیادی از آرمان‌های مدل می‌شود. بنابراین، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند با بررسی شرایط و تصمیم و بهره‌گیری از اطلاعات شبیه‌سازی، به توازنی بین سطح حفاظت و احتمال نقض محدودیت‌ها دست یابند.

نتیجه گیری و پیشنهادها

تحقیق‌وتوسعه، شاهرگ حیاتی هر سازمانی است، این‌گونه فعالیت‌ها اغلب با ریسک‌ها فراوانی روبه‌رو هستند. این پژوهش درراستای پاسخگویی به برطرف‌شدن نیاز سازمان و کاهش این‌گونه ریسک‌ها تدوین شده است. هدف از این پژوهش، تخصیص بودجه و پروژه به گروه‌های مختلف تحقیقاتی سازمان با درنظرگرفتن محدودیت‌های مسئله است که روش تحقیق این پژوهش مدل‌سازی ریاضی است.

همچنین مدل طراحی‌شده با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی حل شده است. در این پژوهش به‌منظور مقابله با عدم‌قطعیت‌های موجود در مدل طراحی‌شده، حد بالای بودجه و همچنین هزینه پروژه‌های تحقیقاتی به‌عنوان مؤلفه نامطمئن درنظر گرفته شد و با استفاده از مدل استوار برتسیمس و سیم مدل طراحی و حل گردید. نتایج حاصل از مدل نشان‌دهنده آن است که با افزایش سطح حفاظت، میزان انحراف از هدف افزایش می‌یابد. درادامه با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو احتمال نقض محدودیت‌های مدل طراحی‌شده بررسی شد که با افزایش سطح حفاظت، احتمال نقض محدودیت‌ها روند نزولی دارد و بنابراین، تصمیم‌گیرندگان با درنظرگرفتن سطح حفاظت مختلف و احتمال نقض محدودیت‌ها می‌توانند در انتخاب سنجیده‌تری در تخصیص بودجه و پروژه به گروه‌های مختلف داشته باشند تا بتوانند سطح ریسک را در تصمیم‌گیری خود کاهش دهند.

منابع

آذر، عادل؛ خدیور، آمنه و رستمی، اصغر (۱۳۹۰)، ارائه مدل برنامه‌ریزی خطی با رویکرد استوار برای بودجه ریزی برمبنای عملکرد (PBB)، **نشریه مدیریت دولتی**، دوره ۳، ش ۸: ۹۳ ـ ۱۲۰.

آذر، عادل؛ امینی، محمدرضا و احمدی، پرویز (۱۳۹۲)، مدل بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد استوار ـ فازی رویکردی در مدیریت خطرپذیری تخصیص بودجه، **پژوهش‌های مدیریت در ایران**: ٦٥-٩٥.

آذر، عادل؛ امینی، محمدرضا و احمدی، پرویز (۱۳۹۳)، مدل بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد: رویکرد بهینه‌سازی استوار (موردمطالعه، دانشگاه تربیت مدرس)، **فصلنامه بودجه و برنامه‌ریزی**، ش ۱: ۵۳ ـ ۸٤.

اکبری، نعمت‌الله و حسینی، سیدمحبوبه (۱۳۹٤)، به‌کارگیری برنامه‌ریزی آرمانی در تخصیص بهینه بودجه در شهرداری اصفهان، **فصلنامه علمی ـ پژوهشی اقتصاد و مدیریت شهری**، جلد ۱۱: ۲۳ ـ ٤٤

رجبی، احمد (۱۳۸۳)، **ترکیب روش برنامه‌ریزی آرمانی، منطق فازی و روش تحلیل سلسله‌مراتبی جهت تخصیص بهینه منابع مالی وزارت بهداشت و درمان به استان‌های کشور**، کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع.

رحمانی فضلی، هادی و عرب‌مازار، عباس (۱۳۹۵)، تخصیص بهینه استانی بودجه: رویکرد مدل برنامه‌ریزی آرمانی، **فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد**: ۱۳۳ ـ ۱۵۲.

سرپناهی، انسیه؛ صالح اولیا، محمد و لطیفی، محمدمهدی (۱۳۹۷)، بودجه‌ریزی دانشکده‌های یک دانشگاه با ترکیبی از مدل‌های DEA و برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعه موردی: دانشگاه یزد)، **مجله علمی ـ پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف**، ۲/۱: ۱۱۷ ـ ۱۲۷.

کلانتری، نورالدین؛ محمدی‌پور، رحمت‌اله؛ صیدی، مسعود؛ شیری، اردشیر و عزیزخانی، مسعود (۱۳۹۸)، مدل ریاضی بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد با رویکرد بهره‌وری (مطالعه موردی: شرکت‌های پالایش گاز کشور، **مجله حسابداری مدیریت**، ش ٤۳: ۱۱۷ ـ ۱۲۷.

Charnes and Cooper . (1963). Management models and industrial applications of linear programming . (No. 339.23 C4).

Chiou, C. W., Chen, C. C. and Chiou, S. C. (2009, September). A decision-making model of budget allocation for the restoration of traditional settlement buildings. In 2009 International Conference on Management and Service Science (pp. 1-4). IEEE.

Ghasemzadeh, F., Archer, N., and Iyogun, P. (1999). A zero-one model for project portfolio selection and scheduling. Journal of the operational Research Society, 50(7), 745-755.

Halim, B. A., Karim, H. A., Fahami, N. A., Mahad, N. F., Nordin, S. K. S. and Hassan, N. (2015). Bank financial statement management using a goal programming model. Procedia-social and behavioral sciences, 211, 498-504.

Heidenberger K and Stummer C . (1999). Research and development project selection and resource allocation—a review of quantitative modelling approaches. International Journal of Management Review, 1(2), 197-224

Jyothi, P., Vatsala, G. A. and Gupta, R. (2019). Goal Programming Model to Budgetary Allocation in Garbage Disposal Plant. In Logistics, Supply Chain and Financial Predictive Analytics (pp. 77-90). Springer, Singapore

Kwak, N. K., and Lee, C. (1998). A multicriteria decision-making approach to university resource allocations and information infrastructure planning. European Journal of Operational Research, 110(2), 234-242.

Lee, S. M., and Shim, J. P. (1984). Zero-base budgeting—Dealing with conflicting objectives. Long Range Planning, 17(5), 103-110.

Min, H. (1988). Three-phase hierarchical allocation of university resources via interactive fuzzy goal programming. Socio-Economic Planning Sciences, 22(5), 229-239.

Mohan, A.,and Sasikumar, R. (2014). Developing of Decision Support System for Budget Allocation of an R&D Organization. International Journal of Research in Engineering and Technology, 3(15), 78-83.

Nasrabadi, M. M., Rasouli, E. S., and Sharifi, M. (2016). Robust Optimization for Performance-Based Budget Allocation at Payam Noor University. American Journal of Applied Mathematics, 4(6), 310-315.

Safari, S., Sardari, A. and Sabzian, H. (2012). Designing a Mathematical Model for Allocating Budget to University Research and Educational Goals: A Case Study in Shahed University.Safari, . Iranian Journal of Management Studies, 5(2), 88-113.

Wang, D. and Xu, J. (2008, September). A fuzzy multi-objective decision making model of the advertising budgeting allocation and its application to an IT company. In 2008 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology (pp. 740-745). IEEE.