ارائه مدل برنامه‌ریزی ریاضی دوهدفه برای ارزیابی کارایی و تخصیص بودجه در شرایط ابهام (مورد مطالعه: شرکت‌های وابسته به یک سازمان نظامی)

حسین بازرگانی[1]، محمدرضا فتحی[2]، میلاد آقایی[3] و مجتبی رنجبر[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: مسئله ارزیابی کارایی واحدها و همچنین تخصیص بودجه در بسیاری از شرکت‌ها به‌ویژه شرکت‌های بزرگ و مادر – تخصصی (هلدینگ)، دارای چالش‌هایی است. هدف از این پژوهش تخصیص بودجه براساس عملکرد هر واحد است.

روش: این پژوهش ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر اجرا، توصیفی - تحلیلی است که به‌روش پیمایشی انجام شد. در این پژوهش برای شناسایی معیارهای ارزیابی کارایی، پرسشنامه محقق‌ساخته بین خبرگان مورد مطالعه توزیع شد. جامعه آماری پژوهش شرکت‌های وابسته به یک سازمان نظامی هستند. برای به‌دست‌آوردن کارایی هر واحد، از پرسشنامه «پرومته»[5] و برای تعیین وزن معیارها، از شبیه‌سازی «مونت کارلو»، استفاده شد. سپس به‌منظور تخصیص بودجه به واحدها، یک مدل ریاضی دوهدفه ارائه شد.

یافته‌ها: پس از تغییر سطح برش آلفا و به‌دست‌آوردن مقادیر توابع هدف در سطوح برش مختلف مشاهده شد که هرچه مقدار آلفا بیشتر می‌شود، مقدار بهینه تابع هدف نیز افزایش می‌یابد. ازطرفی چون تمام توابع هدف بیشینه‌سازی هستند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مقدار آلفا باتوجه به این‌که میزان خطر تصمیم‌گیری بالاتر رفته و بازه میزان بودجه دردسترس بیشتر شده است، درنتیجه مدل، مقدار تابع هدف بهتری را به‌دست آورده است.

نتایج: اضافه‌کردن محدودیت‌های روش «روباست فازی» و حل مدل ریاضی برای ۱۰ واحد تولیدی و خدماتی با روش روباست فازی در پنج سطح برش آلفا، نتایج مربوط به هر سطح از برش، به‌دست آمد. این امکان در این روش برای تصمیم‌گیرنده وجود دارد که باتوجه به شرایط و سطح خطر مطلوب، سطح برش مدنظر خود را انتخاب کرده و مقادیر بهینه متغیرها شامل طرح‌های انتخابی، بودجه تخصیص‌یافته و سرمایه خارجی استفاده‌شده را به‌دست آورد.

کلیدواژه‌ها: مدل ریاضی، روش پرومته، ارزیابی کارایی، تخصیص بودجه، شبیه‌سازی مونت کارلو، استوار فازی

استناد: بازرگانی، حسین؛ فتحی، محمدرضا؛ آقایی، میلاد؛ رنجبر، مجتبی (بهار، ۱۳۹۸). **ارائه مدل برنامه‌ریزی ریاضی دوهدفه برای ارزیابی کارایی و تخصیص بودجه در شرایط ابهام (مورد مطالعه: شرکت‌های وابسته به یک سازمان نظامی)**. *فصلنامهٔ پژوهش‌های مدیریت انتظامی*، ۱۴(۱)، ۱۲۳-۱۵۰.

۱. پژوهشگر گروه مدیریت. دانشکده مدیریت و برنامه‌ریزی. دانشگاه جامع امام حسین (ع). تهران. ایران. رایانامه: bazargani_h@yahoo.com

۲. استادیار گروه مدیریت. دانشکده مدیریت و حسابداری. پردیس فارابی دانشگاه تهران. قم. ایران. رایانامه: reza.fathi@ut.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه علامه طباطبائی. تهران. ایران. (نویسنده مسئول). رایانامه: milad.aghaee@ymail.com

۴. کارشناس ارشد مهندسی صنایع. دانشکده صنایع دانشگاه تهران. تهران. ایران. رایانامه: mohreza.fathi@gmail.com

5. PROMETHEE II

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

انتخاب و تصمیم‌گیری درست و بهینه، همواره یک امر مهم در رقم خوردن آینده بشر بوده است. انتخاب در امور خُرد تا کلان مطرح است. ارزیابی کارایی و بودجه‌بندی در شرکت‌ها و سازمان‌ها یکی از چالش برانگیزترین نوع از این تصمیم‌ها است، زیرا وابسته به میزان بزرگی شرکت یا سازمان و نوع طرح‌های انجام‌شده و حساسیت آن‌ها، دارای تأثیرگذاری روی انسان‌ها و محیط اطراف و آینده شرکت است. امروزه مدیران و سرمایه‌گذاران شرکت‌های بزرگ به این باور رسیده‌اند که برای رقابت با دیگر شرکت‌ها باید کارایی خود را به‌وسیله بالابردن کارایی شرکت‌های زیرمجموعه بالا ببرند. این موضوع نیز جز با برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری درست درباره مسائل مختلف امکان‌پذیر نیست. یکی از مهم‌ترین این تصمیم‌گیری‌ها تخصیص بودجه است (سایرس، اجل، رویرا، سانچز و داوسون[1]، ۲۰۱۵، ص ۳۲۰۲). اگر تخصیص بودجه به شرکت‌های زیرمجموعه اختیار یک شرکت مادر – تخصصی، باتوجه به کارایی صورت گیرد مزیت‌های زیادی دربر خواهد داشت. یکی از این مزیت‌ها این است که باعث ترغیب شرکت‌های زیرمجموعه به افزایش کارایی خود می‌شود. در این پژوهش دو موضوع ارزیابی عملکرد و تخصیص بودجه مطرح است. این دو موضوع در حوزه‌های مختلفی توسط پژوهش‌گران بررسی شد. ضرورت انجام پژوهش از دو نظر قابل بیان است. اول این‌که ازنظر کاربردی، مشکل تخصیص بودجه و همچنین ارزیابی عملکرد واحدها و وجود شرایط ابهام در واقعیت، پژوهش‌گران را برآن داشت تا با بهره‌گیری از روش‌های روزآمد و بررسی پژوهش‌های پیشین، یک مدل یکپارچه و کاربردی را ارائه دهند تا به‌وسیله آن ضمن ارزیابی واحدهای زیرمجموعه به تخصیص بودجه نیز پرداخته شود. دوم این‌که پژوهش‌هایی در دو موضوع کارایی و تخصیص بودجه صورت گرفته است اما نبود یک مدل یکپارچه و چندمعیاره‌ای که بتوان به پشتوانه آن، به تخصیص بودجه باتوجه به کارایی واحدها در شرایط ابهام پرداخته شود، وجود دارد. مسئله بودجه نیز در حوزه‌های مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است. اما مسئله تخصیص بودجه با درنظرگرفتن کارایی واحدها می‌تواند به‌عنوان یک مسئله قابل بحث مطرح شود که پژوهش‌های

1. Sayeras, Agell, Rovira, Sánchez & Dawson

www.SID.ir

کمتری در این زمینه صورت گرفته است. معیارهای متعددی در کارایی واحدها تأثیرگذار هستند که به‌منظور ارزیابی واحدها، ابتدا معیارهای مهم در مسئله شناسایی شده و با به‌کارگیری روشی متناسب به ارزیابی واحدها پرداخته شده است. در این پژوهش مدلی یکپارچه ارائه شده است که در مرحله اول آن به ارزیابی کارایی واحدهای زیرمجموعه پرداخت، سپس کارایی سازمان اصلی محاسبه شد. برای این‌کار پس از جمع‌آوری نظر کارشناسان و تصمیم‌گیرندگان، معیارهای تأثیرگذار در کارایی واحدها مشخص شد؛ سپس به‌منظور به‌دست‌آوردن کارایی واحدها در شرایط ابهام که میزان دقیق عوامل مشخص نیست، وزن این معیارها به‌صورت متغیرهای تصادفی درنظر گرفته شد. برای به‌دست آوردن کارایی و رتبه‌بندی کامل واحدها از روش «پرومته» که یکی از روش‌های رتبه‌بندی است، استفاده شد. روش‌های وزن‌دهی کار رتبه‌بندی را انجام می‌دهند اما ماهیت آنها وزن‌دهی است. از بین سایر روش‌های رتبه‌بندی مثل «تاپسیس» و «ویکور»[1]، این روش به‌دلیل ماهیت عوامل آن، بیشتر به مدل ریاضی نزدیک است. باتوجه به قطعی‌نبودن اوزان معیارها، با استفاده از روش شبیه‌سازی «مونت کارلو در ۱۰۰۰»، تکرار کارایی آن‌ها مشخص شد و سپس با ارائه یک مدل ریاضیِ تخصیص، تعیین خواهد شد که کارایی و رتبه هر واحد به چه میزان است؟ باتوجه به آن‌که کارایی هر واحد به میزان متفاوتی در کارایی شرکت مادر تأثیرگذار است، باتوجه به اطلاعات ورودی به محاسبه کارایی شرکت می‌پردازیم. همواره تخصیص بودجه به واحدهای زیرمجموعه باید دارای ضوابط ویژه باشد (چنگ و هونگ[2]، ۲۰۱۵، ص ۴۷). ضوابط پیش‌بینی‌شده در این پژوهش همان کارایی محاسبه شده در مرحله قبل و عوامل مهم دیگر است. در این مرحله با استفاده از کارایی هر واحد، بودجه در دسترس و دیگر عوامل مهم در مسئله، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی به‌منظور تخصیص مناسب بودجه ارائه خواهد شد. از آنجایی‌که در دنیای واقعی با ابهام در بودجه و برخی عوامل دیگر مواجه هستیم، باید ابهام در این مدل نیز پیش‌بینی شود. بدین‌منظور باتوجه به کاربرد فراوان روش «استوار فازی» برای درنظرگرفتن ابهام، مدل ارائه‌شده به‌حالت استوار فازی تبدیل شده و سپس تحلیل شد. بنابراین پرسش اصلی پژوهش، به‌این صورت ارائه می‌شود:

1. VIKOR
2. Chen and Chun-Hung

www.SID.ir

«معیارهای کارایی شرکت‌ها کدام‌اند و کارایی هریک از واحدهای زیرمجموعه و شرکت مادر – تخصصی چقدر است؟»

مبانی نظری

ارزیابی کارایی: مؤسسه‌ها، سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی با هر مأموریت، رسالت، هدف‌ها و چشم‌اندازی که دارند درنهایت در یک قلمرو ملی و یا بین‌المللی عمل می‌کنند و ملزم به پاسخگویی به مراجعان هستند تا شرکتی که هدفش سودآوری و رضایت مشتری است و سازمانی که هدف خود را اجرای کامل و دقیق وظایف قانونی و کمک به تحقق هدف‌ها و توسعه و تعالی کشور قرار داده، پاسخگو باشند. بنابراین، بررسی نتایج کارایی، یک فرایند مهم راهبردی تلقی می‌شود. کیفیت و اثربخشی مدیریت و کارایی عامل تعیین‌کننده و حیاتی تحقق برنامه‌های توسعه و رفاه جامعه است. ارائه خدمات و تولید محصول‌های متعدد و تأمین هزینه‌ها از محل منابع، حساسیت کافی را برای بررسی تحقق هدف‌ها، بهبود مستمر کیفیت، ارتقای رضایت‌مندی مراجعان و شهروندان، کارایی سازمان، مدیریت و کارکنان را ایجاد کرده است. درصورتی‌که ارزیابی کارایی با دیدگاه فرایندی و به‌طور صحیح و مستمر انجام شود، در بخش دولتی موجب ارتقاء پاسخگویی دستگاه‌های اجرایی و اعتماد عمومی به کارایی سازمان‌ها و کارایی و اثربخشی دولت می‌شود. در بخش غیردولتی نیز موجب ارتقای مدیریت منابع، رضایت مشتری، کمک به توسعه ملی، ایجاد قابلیت‌های جدید، پایداری و ارتقای کلاس جهانی شرکت‌ها و مؤسسه‌ها می‌شود (نیلی، گریگوری و پلاتس[1]، ۱۹۹۵، ص ۹۰).

فرایند ارزیابی کارایی: هر فرایندی شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با توالی و ترتیب ویژه، منطقی و هدف‌دار است. در فرایند ارزیابی کارایی نیز هر مدل و الگویی که انتخاب شود، طی مراحل و رعایت نظم و توالی فعالیت‌های زیر ضروری است:

۱- تدوین شاخص‌ها، ابعاد و محورهای مربوطه و تعیین واحد سنجش آن‌ها؛

۲- تعیین وزن شاخص‌ها، ازنظر اهمیت آن‌ها و سقف امتیازهای مربوطه؛

1. Neely, Gregory & Platts

www.SID.ir

۳- معیارگذاری و تعیین وضعیت مطلوب هر شاخص؛

۴- سنجش و اندازه‌گیری مقایسه کارایی واقعی پایان دوره ارزیابی، با معیار مطلوب از قبل تعیین‌شده؛

۵- استخراج و تحلیل نتایج (پارکر[1]، ۲۰۰۰، ص ۶۵).

تخصیص بودجه: دیدگاه‌ها، نظریه‌ها و تعریف‌های مختلفی درباره بودجه ارائه شده است. این تعریف‌ها نیز متأثر از نظریه‌های اقتصادی در مورد دولت است و دیدگاه‌های موجود در دولت نیز با تأثیر از شرایط متفاوت سیاسی، اقتصادی و فرهنگی است. در یک بررسی کلی می‌توان گفت نظام بودجه‌بندی به‌عنوان یک ابزار مهم و حساس برنامه‌ریزی هم‌راستا با رشد و توسعه دولت و جامعه، مراحل و تحول‌های مهمی را پشت سر گذاشته و امروزه به‌صورت یک نظام پیچیده فنی و مالی درآمده است. این نظام در آغاز پیدایش خود به‌علت محدودیت حوزه فعالیت دولت و به‌علت نگرش منفی جامعه نسبت به فعالیت‌های دولت، بیشتر یک ابزار سیاسی بوده و از دهه سوم قرن میلادی به‌علت رواج اقتصاد کینزی، که دولت را به مداخله در فعالیت اقتصادی و سرمایه‌گذاری اجتماعی تشویق و ترغیب می‌کرد، بودجه دولتی به‌عنوان ابزار اقتصادی و مالی، افزون بر نقش‌های سیاسی، نقش‌های اقتصادی و مالی را نیز برعهده گرفت و درنهایت با گسترش فعالیت‌های دولتی در همه جنبه‌های زندگی و بزرگ‌تر و پیچیده‌ترشدن سازمان‌های دولتی و پیشرفت روش‌های مدیریت و برنامه‌ریزی و ظهور فناوری اطلاعاتی، نظام بودجه‌بندی یک سیستم پیچیده از طرح‌ها و برنامه‌هاست و بودجه افزون بر نقش‌های سیاسی و اقتصادی، نقش حساس و مهم برنامه‌ریزی را نیز عهده‌دار شده است و امروزه بودجه منعکس‌کننده انواع برنامه‌ریزی‌های سیاسی، اجتماعی و فرهنگی جامعه است. ازطرفی چون مسلم شده که توسعه امری تک‌بعدی نبوده و توسعه اقتصادی می‌تواند به توسعه اجتماعی و فرهنگی بیانجامد، مهم‌ترین عامل در وقوع این امور، گزینش درست هدف‌ها، راهبردها و درنهایت رسالت‌های سیستم برنامه‌ها و طرح‌های بودجه است (آذر، امینی و احمدی، ۱۳۹۲، ص ۷۳).

1. Parker

www.SID.ir

پیشینه پژوهش

«طحاری مهرجردی، فرید و بابایی میبدی» (۱۳۹۱) به ارائه یک مدل ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی برای بهبود سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری پرداختند. در این پژوهش، از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد، ولی به‌منظور افزایش دقت در ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری و شناسایی دقیق واحدهای کارا و ناکارا، از ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است. واحدهای مورد ارزیابی این پژوهش مربوط به شعب یکی از بانک‌ها است که نتایج حاصل از آن توانایی بالاتر مدل ترکیبی را در تفکیک واحدهای بانکی نسبت به مدل‌های پایه‌ای نشان داد. «مشبکی‌اصفهانی و خادم» (۱۳۹۰) در پژوهشی به آسیب‌شناسی ارزیابی کارایی کارکنان معاونت نیروی انسانی نیروی انتظامی پرداختند. روش پژوهش آن‌ها توصیفی از نوع پیمایشی و جامعه آماری شامل کارکنان معاونت نیروی انسانی نیروی انتظامی به تعداد ۲۹۰ نفر بود. آسیب‌های احصاشده عبارت‌اند از: روش کنونی ارزیابی کارکنان نیروی انتظامی مطابق با هدف‌ها و منظورهای آیین‌نامه ارزیابی کارایی ننیست. ارزیابی کارایی در تعیین میزان توان و مهارت کارکنان نیروی انتظامی از اثربخشی لازم برخوردار است. ارزیابی کارایی در تعیین میزان حمایت سازمانی از کارکنان نیروی انتظامی معنادار نیست. ارزیابی کارایی در ایجاد انگیزه در کارکنان نیروی انتظامی نقش موثری دارد. ارزیابی کارایی به ارائه بازخورد عملکرد کارکنان نیروی انتظامی منتهی شده است. «صفایی قادیکلایی، خطیری و اشرفیان» (۱۳۹۲) در پژوهشی با درنظر گرفتن نقاط قوت مدل کارت امتیازی متوازن از ترکیب آن با فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای ارزیابی عملکرد شرکت در تحقق راهبردها استفاده کرده‌اند. هدف این پژوهش، ارزیابی شاخص‌های ارزیابی عملکرد در شرکت دام‌دوشان آلاشت است؛ بدین‌منظور پس از بررسی اولیه چهار بعد اصلی مدل کارت امتیازی متوازن و با طراحی پرسشنامه، با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی درجه اهمیت ابعاد مدل کارت امتیازی متوازن تعیین و با فن تاپسیس فازی، عملکرد شرکت مورد مقایسه و اولویت‌بندی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داده است بعد اصلی «مشتری» با درجه اهمیت «۰/۳۰۳»، مهم‌ترین بعد و ابعاد اصلی مالی با درجه اهمیت «۰/۲۷۶»، فرایندهای داخلی با درجه اهمیت «۰/۲۱۵» و یادگیری و رشد با درجه

Archive of SID

www.SID.ir

اهمیت «۰/۲۰۴»، به‌ترتیب دیگر ابعاد مهم ارزیابی عملکرد شرکت‌های لبنی هستند. بهترین ابعاد عملکردی شرکت یادشده به‌ترتیب مشتری و مالی و همچنین بدترین ابعاد عملکردی نیز به‌ترتیب فرایندهای داخلی و یادگیری و رشد بوده است. «انوری‌رستمی، نیک‌نفس و خسروانجم»(۱۳۹۰) در پژوهشی به ارزیابی کارآیی نسبی واحدهای پلیس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. در این مطالعه مروری به بررسی پژوهش‌های علمی صورت‌گرفته در زمینه ارزیابی کارآیی پلیس با استفاده از این روش پرداخته شده است. نتیجه پژوهش نشان‌دهنده قابلیت اعتماد و کارآمدی روش یادشده در ارزیابی کارآیی نسبی واحدهای پلیس است. «فدوی و آدخ» (۱۳۹۳) در پژوهشی عملکرد مدیریت‌های شعب بانک تجارت تهران در پایان سال ۱۳۹۲ را ارزیابی کردند. بدین‌منظور ۵۴ شاخص ارزیابی عملکرد از ادبیات موضوع و مصاحبه با کارشناسان بانکی استخراج شده است. پس از طراحی پرسشنامه و تکمیل آن بین کارشناسان خبره، میزان اهمیت شاخص‌های ارزیابی عملکرد تعیین شدند. بدین‌ترتیب از بین ۵۴ شاخص تعداد ۴۰ شاخص انتخاب شدند. بعد از تعیین اهمیت شاخص‌های ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی آن‌ها، مدیریت‌های شعب بانک تجارت در تهران توسط روش تاپسیس و ویکور امتیازدهی و رتبه‌بندی شدند؛ در انتها توسط روش بردار رتبه‌بندی حاصل از روش تاپسیس و ویکور در هم ادغام و رتبه‌بندی نهایی را انجام دادند. «شکری، جهانگشای رضایی و ایزدبخش» (۱۳۹۴) مدلی جامع برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری ارائه کردند. در مدل ارائه‌شده از کارت امتیازی متوازن به‌منزله چارچوبی برای طراحی ساختار مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های به‌هم‌پیوسته استفاده شده است. چهار مدل تحلیل پوششی داده‌های خروجی‌محور با بازده متغیر نسبت به مقیاس برای هریک از چهار وجه کارت امتیازی متوازن درنظر گرفته‌شده و شاخص‌هایی متناسب با هریک از وجوه به‌منزله ورودی و خروجی‌های مدل‌ها به‌کار رفته است. در این مدل به نظریه «بازی چانه‌زنی نش» برای نشان‌دادن تأثیر قدرت چانه‌زنی واحدها در محیط رقابتی توجه شده است. بدین‌ترتیب رویکردی همه‌جانبه برای ارزیابی و بهبود عملکرد واحدها در محیط رقابتی ارائه شده است. در پایان، با ارائه مطالعه موردی هفده شرکت سیمان، از مجموعه شرکت مادر - تخصصی شستا، مدل اجرا و راهکارهایی برای بهبود وضعیت واحدهای با عملکرد ضعیف پیشنهاد کردند. «فتحی، ملکی و نقوی» (۱۳۹۵)

www.SID.ir

در مقاله خود معتقدند که ارزیابی شعب بانک‌ها فقط براساس معیارهای مالی مانند سود یا زیان و منابع و مصارف نمی‌توانند نتیجه دقیق و مطلوبی حاصل کنند، در پژوهش یادشده با استفاده از پژوهش‌ها و مصاحبه با کارشناسان و خبرگان بانکی، معیارهایی براساس کارت امتیازی متوازن شناسایی‌شده و با استفاده ازنظر خبرگان و کارشناسان این معیارهای شناسایی‌شده غربالگری شد. در این پژوهش با انجام مقایسه‌های زوجی بین عوامل و با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای، وزن این معیارها تعیین شد. همچنین فن ویکور به‌عنوان یک روش نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه، به‌منظور رتبه‌بندی شعب بانک انصار استان قم معرفی شده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، شعبه بلوار امین دارای بهترین عملکرد است و شعب معصومیه و مرکزی نیز در جایگاه‌های دوم و سوم قرار دارند. «وانگ و چین»[1] (۲۰۱۰) یک مدل تحلیل پوششی داده‌های خنثی را به‌منظور ارزیابی واحدها پیشنهاد کردند. این مدل اثرهای افراطی و محافظه‌کارانه را در ارزیابی خنثی کرده و بدین‌ترتیب وزن هر ورودی و خروجی را بدون این اثرها تعیین می‌کند. درنتیجه کارایی به‌دست‌آمده از واحدها به‌شکل منطقی‌تری تعیین شده‌اند. آن‌ها بدین‌منظور به توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته و سپس با استفاده از این مدل به ارزیابی خطوط هوایی پرداختند. «کیو[2] و لیانگ» (۲۰۱۲) با استفاده از اعداد فازی و روش ویکور یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی جدید ارائه دادند. در این روش از اعداد فازی به‌عنوان ابزاری برای مدل‌سازی ابهام موجود در نظرهای کارشناسان به‌منظور وزن‌دهی به معیارها و گزینه‌ها استفاده شده است. «رخشان، کامیاد و عفتی»[3] (۲۰۱۵) یک مدل ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها، فرایند تحلیل سلسله مراتبی و مدل تبیچوف[4] ارائه دادند. آن‌ها حالت‌های مختلف ترکیب این سه مدل را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج حاصل نشان‌دهنده سازگاری این سه روش و نشان‌دهنده بازخورد خوب آن بوده است. «کیلیچ و کایا»[5] (۲۰۱۵) یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی نوع دوم[6] ارائه دادند. در این روش ابتدا با به‌کارگیری روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی نوع دوم به ارزیابی معیارها

1. Wang & Chin
2. Kuo & Liang
3. Rakhshan, Kamyad & Effati
4. Tchebychev model
5. Kiliç & Kaya
6. type-2 fuzzy

www.SID.ir

پرداختند و وزن هریک را به‌دست آوردند. سپس از روش تاپسیس فازی نوع دوم به‌منظور ارزیابی و رتبه‌بندی طرح‌ها استفاده کردند. در این فرایند آن‌ها ۵ معیار اصلی و ۲۸ زیرمعیار شناسایی کردند و با روش پیشنهادی خود به ارزیابی پنج طرح پرداختند. «دیگالوار و دیت»[1] (۲۰۱۶) به پژوهشی با هدف ارزیابی شرکت‌ها در کلاس جهانی در هند پرداختند. آن‌ها بدین‌منظور با توسعه روش پرومته فازی روشی برای به‌دست آوردن وزن هر تابع و درنهایت ارزیابی شرکت‌ها ارائه کردند. آن‌ها ۲۵ معیار را برای این کار انتخاب کردند که با درنظر گرفتن آن‌ها به اولویت‌بندی سه شرکت پرداختند. «پرچین»[2] (۲۰۱۷) در پژوهشی به ارائه یک روش چندمعیاره تلفیقی فازی به‌منظور ارزیابی کیفیت خدمات هوایی پرداخت. در این پژوهش ابتدا برای یافتن روابط بین معیارها از روش دیمتل فازی استفاده شد سپس با مشخص‌شدن این روابط با روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی به وزن‌دهی به معیارها پرداخت. درنهایت نیز با به‌کارگیری روش ویکور فازی پنج خط هوایی در ترکیه مورد ارزیابی قرار گرفت. «هوانگ و ژائو»[3] (۲۰۱۶) با توسعه مدل ارائه‌شده در پژوهش هوانگ در حالتی که اطلاعات تاریخی وجود نداشته باشد و عوامل بر پایه تخمین کارشناسان تخمین زده شده باشد به ارائه یک مدل احتمالی ارائه دادند. متغیرهای غیرقطعی به‌شکل تعدیل‌شده به‌منظور شرح عوامل مدل استفاده شده است. در این مدل تصمیم‌گیری درباره انتخاب یا اختصاص ندادن بودجه به طرح‌های برتر به‌منظور آغاز و یا ارتقاء صورت گرفته است. به‌منظور حل این مدل الگوریتم ژنتیک پیشنهاد داده شده است.

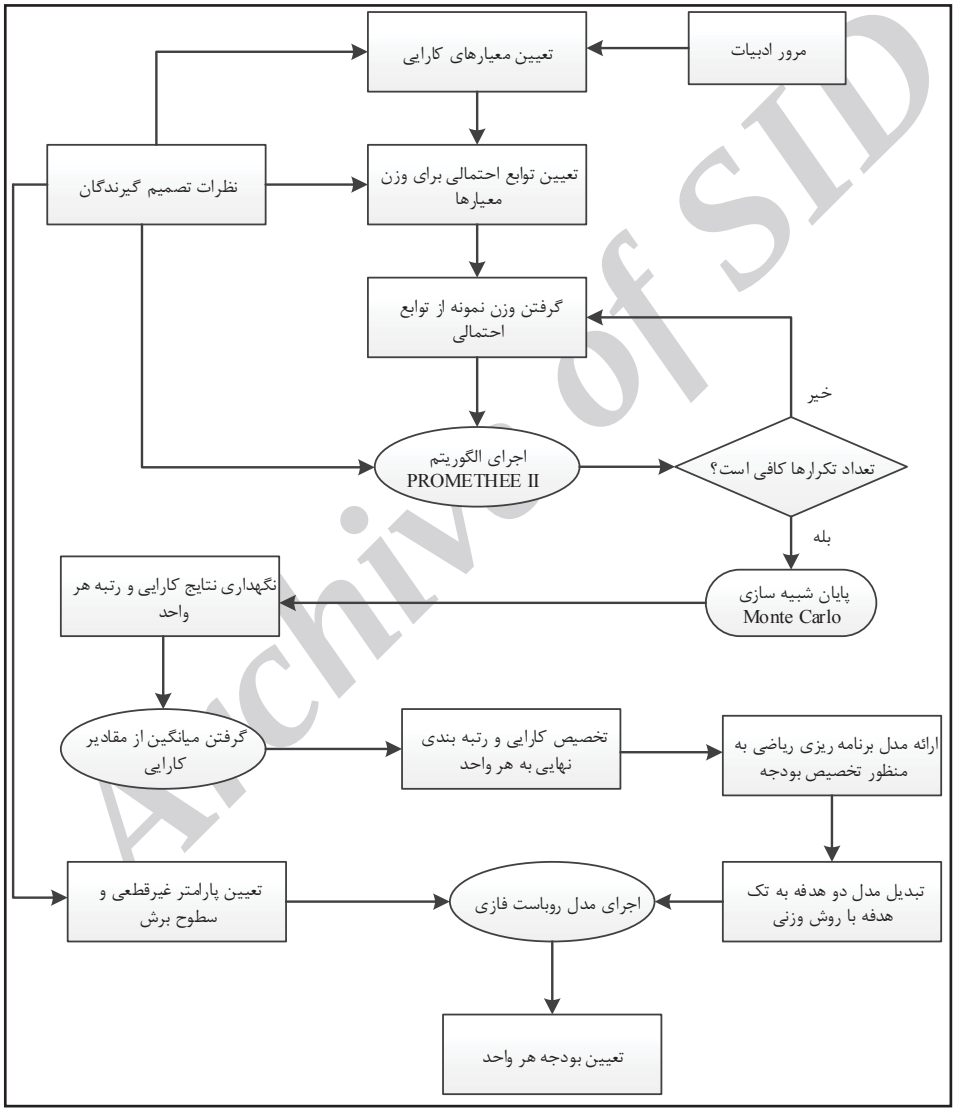
روش پژوهش

این پژوهش ازنظر هدف کاربردی و ازنظر اجرا توصیفی تحلیلی است که به‌روش پیمایشی است. برای شناسایی معیارهای ارزیابی کارایی، پرسشنامه‌ای بین خبرگان مورد مطالعه توزیع شد. جامعه آماری پژوهش شرکت‌های وابسته به یک سازمان نظامی هستند. در ادامه برای به‌دست اوردن کارایی هر واحد، پرسشنامه پرومته بین خبرگان توزیع شد. باتوجه به‌این‌که وزن معیارها به‌صورت

1. Digalwar & Date
2. Perçin
3. Huang and zhao

www.SID.ir

قطعی قابل تعیین نیستند، از شبیه‌سازی مونت کارلو که در آن وزن معیارها به‌صورت متغیرهای تصادفی با توزیع یکنواخت در نظر گرفته شدند، استفاده شد. سپس به‌منظور تخصیص بودجه به واحدها، یک مدل ریاضی دوهدفه ارائه شد. در فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره روایی و پایایی مطرح نیست. الگوریتم پیشنهادی در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. الگوریتم پیشنهادی (منبع: محقق‌ساخته)

Archive of SID

www.SID.ir

شبیه‌سازی مونت کارلو: به‌صورت کلی، روش مونت‌کارلو به هر فنی اطلاق می‌شود که با نمونه‌سازی آماری، پاسخ‌های تقریبی برای مسائل کمی فراهم می‌کند. شبیه‌سازی مونت‌کارلو بیشتر برای توصیف روشی برای انتشار ابهام‌های موجود در ورودی مدل به ابهام‌ها در خروجی مدل، به‌کار می‌رود. بنابراین مونت‌کارلو، شبیه‌سازی است که به‌صراحت و به‌صورت کمی، ابهام را نمایش می‌دهد. شبیه‌سازی مونت‌کارلو متکی به فرآیند نمایش صریح ابهام با تعیین ورودی‌ها به‌عنوان توزیع‌های احتمال است. اگر ورودی‌های توصیف‌کننده یک سیستم، غیرقطعی باشند، آنگاه پیش‌بینی عملکرد پیش رو به‌صورت الزامی، غیرقطعی است. این بدان معنی است که نتیجه هرگونه تحلیل مبتنی بر ورودی‌های نمایش داده شده با توزیع‌های احتمال، خود یک توزیع احتمال است. ازآنجایی‌که نتیجه شبیه‌سازی یک سیستم غیرقطعی، یک گزارش مشروط است (اگر سد بسازیم، ماهی‌های سالمون منقرض می‌شوند)، نتیجه یک شبیه‌سازی احتمالی (مونت‌کارلو) یک احتمال مشروط است (اگر سد بسازیم، ۲۰ درصد شانس وجود دارد که ماهی‌های سالمون منقرض شوند). این نتیجه (در این مورد، بیان کمی شانس منقرض‌شدن) بیشتر برای تصمیم‌گیرندگانی که از نتایج شبیه‌سازی استفاده می‌کنند، بسیار مفیدتر است. به‌منظور محاسبه توزیع احتمال کارایی پیش‌بینی شده، لازم است تا ابهام‌های ورودی به ابهام‌های خروجی منتقل شود. روش‌های گوناگونی برای انتقال ابهام وجود دارند. شبیه‌سازی مونت‌کارلو شاید رایج‌ترین فن برای انتشار ابهام موجود در جنبه‌های مختلف یک سیستم به کارایی پیش‌بینی شده است (غیاث، ۱۳۹۳).

بهینه‌سازی استوار: در برنامه‌ریزی ریاضی بیشتر مسائل با پیش‌فرض قطعی‌بودن داده‌ها از قبل حل می‌شوند، حال آنکه در دنیای واقعی بیشتر داده‌ها دچار ابهام‌اند. پیش‌فرض اصلی برنامه‌ریزی‌های ریاضی توسعه مدل براساس داده‌های به‌صراحت، معین و برابر با مقداری اسمی است. حال آن‌که در این‌گونه مدل‌ها، اثر ابهام داده‌ها در کیفیت و امکان‌پذیربودن جواب‌ها اثری ندارد. درنتیجه در مسائل دنیای واقعی ممکن است با تغییر یکی از داده‌ها تعداد زیادی از محدودیت‌ها نقض‌شده و جواب به‌دست‌آمده غیربهینه یا حتی غیرممکن باشد. درنتیجه این پرسش اصلی، پاسخی که برای مسئله داده می‌شود باید درمقابل این ابهام داده‌ها مقاوم باشد که دراصطلاح، این پاسخ‌ها را استوار و این‌دسته از بهینه‌سازی را بهینه‌سازی استوار می‌نامند. ایده اولیه در بهینه‌سازی استوار، درنظر گرفتن

Archive of SID
www.SID.ir

بدترین سناریوی ممکن و بهینه‌سازی براساس بدترین سناریو است. به‌عنوان نمونه فرض کنید ضرایب در یکی از محدودیت‌ها ممکن است تغییر کند. در بهینه‌سازی استوار، بدترین حالتی که ممکن است برای محدودیت، باتوجه به تغییر ضریب ممکن پیش بیاید، درنظر گرفته‌شده و طبق آن بهینه‌سازی انجام می‌شود (آذر، امینی و احمدی، ۱۳۹۲).

روش پرومته ۲: روش پرومته توسط «برنس و وینکه»[1] در سال ۱۹۸۵ به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه شد. روشی برای رتبه‌بندی ضمنی در شرایطی که شاخص‌های متعددی در تصمیم‌گیری دخیل هستند. با توسعه روش «پرومته ۱»، «پرومته ۲»، از خانواده پرومته معرفی شد. گام‌های الگوریتم پرومته ۲ عبارت‌است از:

۱. در گام اول میزان انحراف گزینه‌ها (d_i) براساس مقایسه‌های زوجی به‌دست می‌آید.

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b) \qquad (۱)$$

درواقع $d_j(a,b)$ تفاوت ارزش بین گزینه‌های a و b به‌ازای هر معیار j است.

۲. در این گام $P_j(a,b)$ با استفاده از تابع ترجیح مناسب به‌دست می‌آید.

$$P_j(a,b) = F_j\left[d_j(a,b)\right] \quad j = 1,2,\dots,k \qquad (۲)$$

جایی‌که $P_j(a,b)$ بیانگر میزان ترجیح a نسبت به b به‌ازای هر معیار j بر مبنای $d_j(a,b)$ با استفاده از تابع F_j است.

۳. محاسبه مجموع مقادیر ترجیح باتوجه به وزن هر معیار:

$$\pi(a,b) = \sum_{j=1}^{k} P_j(a,b) w_j \qquad \forall a,b \in A \qquad (۳)$$

در اینجا $\pi(a,b)$ مجموع وزنی مقادیر $P_j(a,b)$ هر معیار با وزن w_j است.

۴. مجموع جریان‌های تأثیرگذار بر رتبه گزینه‌ها:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a,x) \qquad (۴)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x,a) \qquad (۵)$$

1. Brans & Vincke

www.SID.ir

در این مرحله $\phi^+(a)$ و $\phi^-(a)$ جریان مثبت و جریان منفی تأثیرگذار بر هر گزینه هستند.

۵. محاسبه مجموع جریان‌های مثبت و منفی

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \qquad (۶)$$

در این قسمت جریان خالص به‌ازای هر گزینه به‌دست می‌آید.

معیارهای کارایی واحدها: در ارزیابی کارایی، معیارهای ارزیابی یکی از مهم‌ترین عواملی هستند که تناسب نتایج با واقعیت را تضمین می‌کنند. پس از انجام مصاحبه با خبرگان مورد مطالعه پژوهش و باتوجه به سازمان مورد بررسی، معیارهای ارزیابی کارایی به‌دست آمده، به‌شرح جدول ۱ است. در این پژوهش معیارها و زیرمعیارها تعیین شده اما برای محاسبه‌ها، معیارهای اصلی مدنظر قرار گرفتند. بدین‌صورت که وزن هر زیرمعیار در هر معیار مشخص شد.

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای موثر در ارزیابی عملکرد

زیرمعیارها	معیارها
نرخ سود دوره	مالی
جذب سرمایه	
گردش مالی	
ارزش نام تجاری	
نرخ رشد فروش محصول	محصول
تنوع محصول	
نوآوری	
رقابت‌پذیری	
کیفیت	
میزان صادرات	
استفاده از فناوری‌های پیشرفته	سامانه‌های تولیدی و اطلاعاتی
انعطاف‌پذیری فرایندهای تولید	
برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری	
یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی	
مدیریت دانش	

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای موثر در ارزیابی عملکرد

تولید سبز	مسائل سیاسی، اجتماعی و محیط زیستی
رضایت شغلی نیروهای انسانی	
حمایت اجتماعی از محصول‌ها	
تأثیرپذیری از تحریم	
حمایت دولت	
پایداری و مقاومت‌پذیری زنجیره تأمین	زنجیره تأمین
سیستم ارزیابی زنجیره تأمین	
میزان دستیابی به راهبردهای عمومی شرکت	مدیریت راهبردها
میزان دستیابی به برنامه‌های عملیاتی مدیریتی	

مدل ریاضی تخصیص بودجه: پس از به‌دست‌آمدن معیارهای کارایی هر واحد، تخصیص بودجه در دوره آتی دنبال شد. بدین‌منظور ابتدا مسئله پیش رو به‌صورت کامل تشریح و مفروض‌ها، تعیین شد. همان‌طورکه پیش از این بیان شد، در این پژوهش یک سازمان نظامی شامل تعدادی واحد صنعتی و خدماتی درنظر گرفته شد. هریک از واحدهای زیرمجموعه دارای دو نوع هزینه شامل هزینه‌های عمومی برای ادامه حیات و هزینه‌های انجام طرح‌های توسعه بودند. شرکت مادر – تخصصی موظف است تمام هزینه‌های عمومی واحدهای زیرمجموعه را بپردازد اما بخشی از هزینه‌ها مرتبط با طرح‌های توسعه شرکت‌ها است. بدین‌صورت هر واحد زیرمجموعه چندین طرح توسعه را مدنظر دارد. این طرح‌ها دارای هزینه‌ها و دوره اجرای معینی هستند. هر طرحی که در هر واحد انتخاب شود باید هزینه آن به‌طور کامل تأمین شود و پس از اجرا نیز درآمد پیش‌بینی‌شده آن‌ها محاسبه شود. منابع مالی شرکت مادر – تخصصی به دو صورت بودجه داخلی و سرمایه‌های خارجی تأمین می‌شود. سرمایه خارجی دارای نرخ بهره مشخص است که درصورت نیاز می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. بازپرداخت اصل و سود سرمایه‌های خارجی نیز پس از اجرای طرح‌ها است. همچنین برخی طرح‌ها پیش‌نیاز دارند، به‌طوری‌که درصورت انتخاب‌شدن طرح، باید قبل از اجرای آن، طرح دیگری انجام شده باشد تا مقدمات انجام طرح اصلی، فراهم شود. به‌این‌منظور، براساس مدل‌سازی ریاضی زیر، تخصیص بودجه انجام شد:

Archive of SID

www.SID.ir

اندیس‌ها:

i واحدهای زیرمجموعه شرکت مادر - تخصصی

j, k طرح‌های توسعه هر واحد $J = \{j_1, j_2, \dots, j_i\}$

عوامل:

کارایی واحد i (خروجی نرمال‌شده)	φ_i
درآمد حاصل از طرح j در واحد i	a_{ij}
هزینه طرح j در واحد i	RD_{ij}
تعداد دوره‌های اجرای طرح j در واحد i	d_{ij}
اگر طرح j پیش‌نیاز طرح k در واحد i باشد ۱، در غیر این‌صورت صفر	π_{ijk}
هزینه‌های عمومی واحد i	c_i
بودجه شرکت مادر - تخصصی	B
بیشینه سرمایه خارجی قابل جذب	L
نرخ بهره بدون تورم	θ
نرخ بهره سرمایه‌گذار خارجی	$\square$
عدد بزرگ	M

متغیرها:

کل بودجه تخصیص به واحد i	X_i
اگر طرح j در واحد i انتخاب شود ۱، در غیر این‌صورت صفر	Y_{ij}
میزان تخصیص از بودجه داخلی به طرح j در واحد i	U_{ij}
میزان استفاده از سرمایه‌های خارجی در طرح j در واحد i	F_{ij}

مدل‌سازی ریاضی:

رابطه (۷)

رابطه (۸)

$S.t.$

Archive of SID
www.SID.ir

$$\sum_{i \epsilon I} \sum_{j \epsilon J_i} U_{ij} \leq B$$ رابطه (۹)

$$X_i = \sum_{j \epsilon J_i} \left(U_{ij} + F_{ij}\right) \quad \forall i$$ رابطه (۱۰)

$$X_i = \sum_{j \epsilon J_i} RD_{ij} Y_{ij} + c_i \quad \forall i$$ رابطه (۱۱)

$$U_{ij} + F_{ij} \geq RD_{ij} Y_{ij} \quad \forall i, j$$ رابطه (۱۲)

$$Y_{ij} - Y_{ik} + 1 \geq \pi_{ijk} \quad \forall i, j, k$$ رابطه (۱۳)

$$\sum_{i \epsilon I} \sum_{j \epsilon J_i} F_{ij} \leq L$$ رابطه (۱۴)

$$F_{ij} \leq M Y_{ij} \quad \forall i, j$$ رابطه (۱۵)

$$X_i, F_{ij} \geq 0 \, , Y_{ij} \in \{0,1\}$$ رابطه (۱۶)

همان‌طورکه مشخص است، این مدل دارای دو تابع هدف است. رابطه (۷) تابع هدف اول مدل است که در آن بیشینه‌سازی کارایی در بودجه تخصیصی هر واحد دنبال می‌شود که بدین طریق هر واحدی که کارایی بیشتری داشته باشد در این تابع هدف بودجه بیشتری نیز کسب می‌کند. رابطه (۸) به‌دنبال حداکثرسازی سود حاصل از طرح‌ها است، به‌عبارت دیگر بهینه‌سازی جریان نقدی حاصل از انتخاب و انجام طرح‌های توسعه است. محدودیت رابطه (۹) الزام می‌آورد که مجموع بودجه تخصیص به واحدها نباید بیشتر از بودجه شرکت مادر - تخصصی به‌اضافه سرمایه‌های خارجی شود. محدودیت رابطه (۱۰) بیان می‌کند که بودجه تخصیصی به هر واحد ازطریق بودجه شرکت مادر - تخصصی یا جذب سرمایه‌های خارجی تأمین می‌شود. محدودیت رابطه (۱۱) بیان می‌کند که بودجه تخصیصی هر واحد برابر با مجموع بودجه عمومی آن و بودجه پیش‌بینی‌شده به طرح‌های انتخابی است. محدودیت رابطه (۱۲) تضمین می‌کند درصورت انتخاب‌شدن طرح، دست‌کم، بودجه‌ای به اندازه هزینه‌هایش به آن تخصیص داده شود. محدودیت رابطه (۱۳) بدین

Archive of SID
www.SID.ir

منظور طراحی‌شده است که اگر طرح j پیش‌نیاز طرح k باشد درصورت انتخاب طرح k ($Y_{ik} = 1$) باید طرح j نیز انتخاب و اجرا شود. محدودیت رابطه (۱۴) بیان می‌کند کل سرمایه‌های خارجی دریافتی نمی‌تواند بیشتر از بیشینه سرمایه خارجی دردسترس باشد. محدودیت رابطه (۱۵) تضمین می‌کند تنها درصورت انتخاب‌شدن طرح، سرمایه خارجی جذب شود. محدودیت رابطه (۱۶) بیانگر نوع متغیرهای مدل است.

یافته‌ها

برای ارزیابی کارایی شرکت‌ها، ۶ معیار اصلی و ۲۵ زیرمعیار مورد بررسی قرار گرفتند. در این بخش برای زیرمعیارها اوزان قطعی و برای معیارهای اصلی اوزان با متغیرهای تصادفی یکنواخت درنظر گرفته شده‌اند. این اوزان در جدول ۲ ارائه شده‌اند. وزن زیر معیارها براساس نظرات خبرگان حاصل شده است.

جدول ۲. وزن معیارها و زیرمعیارهای موثر

معیار	زیرمعیار	وزن زیرمعیارها	وزن معیارها
مالی	نرخ سود دوره	۰/۳۵	U(۳،۵)
	جذب سرمایه	۰/۱۵	
	گردش مالی	۰/۴	
	ارزش نام تجاری	۰/۱	
محصول	نرخ رشد فروش محصول	۰/۲۵	U(۳،۱)
	نوآوری	۰/۱۵	
	رقابت‌پذیری	۰/۲	
	کیفیت	۰/۲	
	میزان صادرات	۰/۲	
سامانه‌های تولیدی و اطلاعاتی	استفاده از فناوری‌های پیشرفته	۰/۴	U(۲،۰)
	انعطاف‌پذیری فرایندهای تولید	۰/۲۵	
	برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری	۰/۱	
	یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی	۰/۱۵	
	مدیریت دانش	۰/۱	

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۲. وزن معیارها و زیرمعیارهای موثر

مسائل سیاسی، اجتماعی و محیط زیستی	تولید سبز	۰/۲۵	U(۶،۳)
	رضایت شغلی نیروهای انسانی	۰/۱	
	حمایت اجتماعی از محصول‌ها	۰/۲	
	تأثیرپذیری از تحریم	۰/۳	
	حمایت دولت	۰/۱۵	
زنجیره تأمین	پایداری و مقاومت‌پذیری زنجیره تأمین	۰/۷۵	U(۲،۱)
	سیستم ارزیابی زنجیره تأمین	۰/۲۵	
مدیریت راهبردها	میزان دستیابی به راهبردهای عمومی شرکت	۰/۶	U(۳،۵)
	میزان دستیابی به برنامه‌های عملیاتی مدیریتی	۰/۴	

نتایج روش پرومته ۲: طبق روش پیشنهادی «پرومته ۲ در ۱۰۰۰»، اجرا با اوزان متغیر معیارها تکرار شد. داده‌های اولیه روش براساس نظرهای کیفی کارشناسان و تبدیل آن‌ها به متغیرهای عددی است. این داده‌ها در جدول ۳، ارائه شده است.

جدول ۳. امتیازهای هر واحد در هر زیرمعیار

معیارها	زیرمعیارها	واحدها									
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
مالی	نرخ سود دوره (درصد)	۰/۱	۰/۴	۰/۲	۰/۴۵	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۵	۰/۲۵
	جذب سرمایه (میلیارد ریال)	۷/۵	۱۹	۱۲	۱۰	۱۵	۵	۰	۹	۲	۰
	گردش مالی (میلیون ریال)	۷۸	۶۰	۵۲	۳۵	۹۰	۴۲/۵	۳۶	۷۴/۸	۶۰	۸۵
	ارزش نام تجاری	۳	۲	۳	۲	۴	۳	۱	۲	۲	۴
محصول	نرخ رشد فروش محصول (درصد)	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۰۵	۰	۰/۱	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۲	۰/۷
	نوآوری	۱	۴	۵	۵	۱	۲	۲	۴	۵	۴
	رقابت‌پذیری	۳	۳	۵	۵	۵	۱	۲	۳	۲	۳
	کیفیت	۴	۴	۳	۴	۳	۳	۵	۱	۴	۲
	میزان صادرات (عدد)	۴	۴	۴	۲	۲	۳	۴	۳	۳	۱

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳. امتیازهای هر واحد در هر زیرمعیار

سامانه‌های تولیدی و اطلاعاتی	استفاده از فناوری‌های پیشرفته	۴	۳	۵	۲	۱	۲	۴	۲	۴	۴
	انعطاف‌پذیری فرایندهای تولید	۲	۳	۴	۲	۳	۳	۲	۱	۵	۴
	برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری	۳	۴	۴	۲	۵	۴	۱	۵	۱	۵
	یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی	۳	۴	۲	۱	۳	۵	۴	۵	۲	۴
	مدیریت دانش	۵	۴	۳	۳	۳	۲	۱	۴	۱	۴
مسائل سیاسی، اجتماعی و محیط زیستی	تولید سبز	۵	۱	۴	۲	۴	۴	۱	۴	۱	۵
	رضایت شغلی نیروهای انسانی	۴	۵	۳	۳	۳	۵	۵	۵	۱	۵
	حمایت اجتماعی از محصول‌ها	۵	۳	۳	۲	۱	۳	۱	۱	۵	۱
	تأثیرپذیری از تحریم	۳	۱	۲	۵	۲	۴	۱	۴	۲	۵
	حمایت دولت	۱	۵	۲	۴	۱	۲	۴	۲	۴	۴
زنجیره تأمین	پایداری و مقاومت‌پذیری زنجیره تأمین	۳	۱	۵	۱	۴	۴	۴	۴	۱	۵
	سیستم ارزیابی زنجیره تأمین	۴	۲	۴	۵	۳	۱	۱	۲	۲	۴
مدیریت راهبردها	میزان دستیابی به راهبردهای عمومی شرکت	۵	۲	۳	۱	۵	۱	۴	۵	۳	۴
	میزان دستیابی به برنامه‌های عملیاتی مدیریتی	۳	۱	۳	۱	۳	۵	۱	۲	۲	۱

با تأثیر وزن قطعی زیرمعیارها در هر معیار، داده‌های ورودی روش مطابق جدول ۴، محاسبه شد.

جدول ۴.امتیازهای هر واحد در هر معیار

واحدها	مالی	محصول	سامانه‌های تولیدی و اطلاعاتی	مسائل سیاسی، اجتماعی و محیط زیستی	زنجیره تأمین	مدیریت راهبردها
۱	۰/۰۸۸	۰/۰۹۲	۳/۳۵۰	۳/۷۰۰	۵/۲۵۰	۴/۲۰۰
۲	۰/۱۲۹	۰/۱۰۰	۲/۱۵۰	۲/۱۵۰	۱/۹۵۰	۱/۶۰۰
۳	۰/۰۹۱	۰/۱۲۱	۲/۰۰۰	۱/۸۰۰	۵/۵۵۰	۳/۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۴.امتیازهای هر واحد در هر معیار

۴	۰/۱۰۱	۰/۰۹۹	۱/۱۵۰	۲/۸۰۰	۱/۳۵۰	۱/۰۰۰
۵	۰/۱۳۳	۰/۰۶۷	۲/۰۰۰	۱/۲۵۰	۶/۰۰۰	۴/۲۰۰
۶	۰/۰۷۰	۰/۰۶۸	۲/۱۰۰	۲/۶۰۰	۳/۶۰۰	۲/۶۰۰
۷	۰/۰۶۵	۰/۱۱۶	۱/۳۰۰	۱/۶۰۰	۵/۴۰۰	۲/۸۰۰
۸	۰/۱۱۵	۰/۰۶۶	۱/۹۰۰	۲/۲۰۰	۶/۰۰۰	۳/۸۰۰
۹	۰/۱۰۸	۰/۱۰۹	۱/۷۵۰	۲/۳۰۰	۲/۵۵۰	۲/۶۰۰
۱۰	۰/۱۰۰	۰/۱۶۱	۲/۵۰۰	۲/۸۰۰	۶/۱۵۰	۲/۸۰۰

سپس مقادیر میانگین برای φ^+، φ^- و φ همچنین مقادیر نرمال φ_N که با استفاده از رابطه (۲۸) نرمال شده‌اند برای ۱۰ واحد مورد بررسی به‌دست آمده است. این نتایج در جدول (۵) ارائه شده است. به‌دلیل آن‌که در روش پرومته، تمام مقادیر φ در بازه $[-1,1]$ قرارمی‌گیرند از رابطه (۲۸) برای نرمال‌سازی این مقادیر استفاده شده است.

رابطه (۲۸)
$$\varphi_N = \frac{\varphi - (-1)}{1 - (-1)}$$

جدول ۵. نتایج روش پرومته

واحدها (شرکت‌ها)	φ^+	φ^-	φ	φ_N
۱	۰/۶۶	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۶۷
۲	۰/۴۴	۰/۵۵	-۰/۱۱	۰/۴۴
۳	۰/۴۸	۰/۵۰	-۰/۰۲	۰/۴۸
۴	۰/۳۸	۰/۵۸	-۰/۱۹	۰/۴۰
۵	۰/۵۵	۰/۴۰	۰/۱۵	۰/۵۷
۶	۰/۳۷	۰/۶۲	-۰/۲۵	۰/۳۷
۷	۰/۲۸	۰/۶۹	-۰/۴۱	۰/۲۹
۸	۰/۵۷	۰/۴۱	۰/۱۵	۰/۵۷
۹	۰/۴۶	۰/۵۳	-۰/۰۶	۰/۴۶
۱۰	۰/۶۷	۰/۲۷	۰/۴۰	۰/۷۰

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج مدل ریاضی

با اجرای مدل ریاضی به‌ازای هر تابع هدف، حد پایین و بالای هر تابع هدف به‌دست آمد که به‌منظور نرمال‌سازی توابع هدف و تبدیل آن‌ها به یک تابع هدف مورد استفاده قرار گرفت. نتایج اجرای آن به‌صورت جدول ۶ است.

جدول ۶. مقادیر حد بالا و پایین توابع هدف

	Z_1	Z_2
u	۱۰۴۱۱۰/۵۱۰	۲۸۶۱۲۳/۵۰۳
l	۷۸۳۰۵/۶۴۰	-۱۰۲۶۱۲/۲۷۶

همچنین مقادیر $\overline{B} = 200000$ و $\underline{B} = 100000$ حد بالا و پایین عامل «روباست» مسئله B است. حال با نرمال‌سازی توابع هدف و تبدیل آن‌ها به یک تابع هدف و همچنین اضافه‌کردن محدودیت‌های «روباست فازی» به حل مدل در پنج برش $\alpha = 0,0.25,0.5,0.75,1$ می‌پردازیم. نتایج مربوط به برش $\alpha = 0$ که در واقع حالت قطعی است در جدول‌های ۷ و ۸ آمده است.

جدول ۷. مقادیر X_i، Z_1، Z_2 و Z در برش $\alpha = 0$

i	X_i	Z_1	Z_2	Z
۱	۲۲۱۶۵	۱۰۰۳۵۸/۵۷۰	۱۸۶۴۲۲/۷۷۴	۴/۳۷۵
۲	۱۵۶۰۰			
۳	۲۳۷۷۲			
۴	۱۸۲۰۰			
۵	۹۶۰۰			
۶	۲۸۶۹۸			
۷	۱۷۰۰۰			
۸	۱۱۷۰۰			
۹	۱۸۷۱۳			
۱۰	۳۲۴۸۲			

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸. مقادیر Y_{ij} و U_{ij} و F_{ij} در برش $\alpha = 0$

i	j	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	Y_{ij}	۰	۰	۰	۱	۱	۱
	U_{ij}	۳۹/۳۷۸	۰	۰	۰	۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۳۰۱۸	۲۸۴۴	۱۶۲۶۳/۶۲۲
۲	Y_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	U_{ij}	۰	۰	۰	۰	۱۵۶۰۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	Y_{ij}	۰	۰	۰	۱	۱	۰
	U_{ij}	۰	۶۶۸۳/۵	۴۴۲۷/۵	۱۱۱۱۱	۱۵۵۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	Y_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	U_{ij}	۰	۰	۰	۰	۱۸۲۰۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	Y_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	U_{ij}	۹۶۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶	Y_{ij}	۱	۱	۰	۰	۰	۰
	U_{ij}	۲۱۲۴	۲۰۷۴	۱۵۴۶۸/۰۵۳	۶۶۵۵/۳۱۲	۲۳۷۶/۶۳۵	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷	Y_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	U_{i}	۱۷۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	Y_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	U_{ij}	۰	۸۵۳۲/۶۵۳	۰	۳۱۶۷/۳۴۷	۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۰	۰	۰	۰

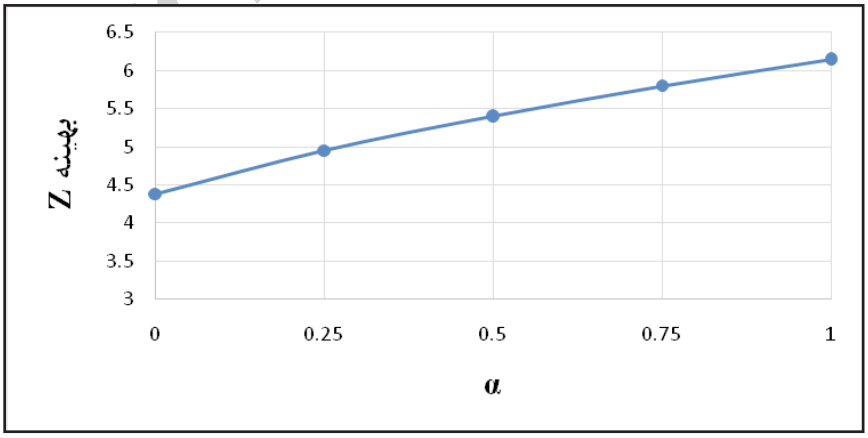
Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۸. مقادیر Y_{ij} و U_{ij} و F_{ij} در برش $\alpha = 0$

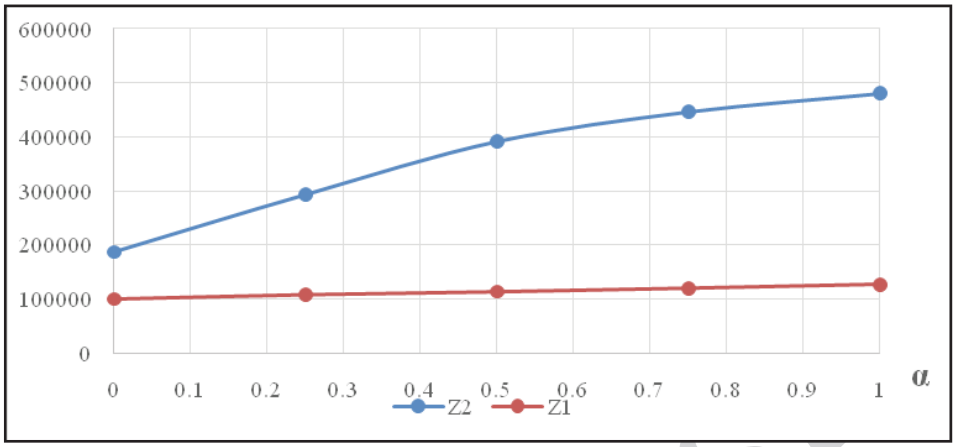
۹	Y_{ij}	۰	۱	۱	۰	۰	۰
	U_{ij}	۰	۱۰۵۸۶/۶۷۶	۰	۰	۰	۰
	F_{ij}	۰	۰	۸۱۲۶/۳۲۴	۰	۰	۰
۱۰	Y_{ij}	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	U_{ij}	۰	۰	۰	۱۶۳۷	۱۰۶۵۰/۹۴۶	۲۵۱۶
	F_{ij}	۲۰۲۶	۳۴۲۳	۱۲۲۲۹/۰۵۴	۰	۰	۰

خروجی جدول (۸)، میزان تخصیص از بودجه داخلی به طرح j در واحد i، میزان استفاده از سرمایه‌های خارجی در طرح j در واحد i و متغیر تصمیمی که اگر طرح j در واحد i انتخاب شود ۱، در غیر این‌صورت صفر باشد را باتوجه به شش معیار برای ده شرکت زیرمجموعه نشان می‌دهند. پس از تغییر سطح برش آلفا و به‌دست آوردن مقادیر توابع هدف در سطوح برش مختلف مشاهده می‌شود هرچه مقدار آلفا بیشتر می‌شود مقدار بهینه تابع هدف نیز افزایش می‌یابد. ازطرفی چون تمام توابع هدف بیشینه‌سازی شدند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با افزایش مقدار آلفا باتوجه به‌این‌که میزان خطر تصمیم بالاتر رفته و بازه میزان بودجه دردسترس بیشتر شده است، درنتیجه مقدار تابع هدف بهتری را مدل به‌دست آورده است. نمودارهای ۱ و ۲، به‌ترتیب نمایانگر تغییرهای توابع هدف در سطوح مختلف برش هستند.



نمودار ۱. تغییرهای تابع هدف نرمال‌شده با تغییر سطح برش

www.SID.ir



نمودار ۲. تغییرهای توابع هدف اولیه مدل با تغییر سطح برش

باتوجه به میزان خطرپذیری، تصمیم‌گیرنده می‌تواند یکی از مقادیر سطح برش را باتوجه به نوع تصمیم‌گیری و شرایط آن استفاده کند. این ابزار کارایی تصمیم‌گیری است تا به تصمیم‌گیرنده حق انتخاب بیشتری بدهد تا او باتوجه به شرایط مختلف بتواند بهترین تصمیم‌گیری را داشته باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در هر سطح از تصمیم‌گیری در هر سازمانی معیارهای متفاوتی برای تصمیم‌گیری مورد اهمیت هستند. در مدل پیشنهادی پژوهش حاضر، با بررسی پژوهش‌های پیشین و باتوجه به سطح تصمیم‌گیری، به شناسایی معیارهای مهم و روش‌های مناسب پرداخته‌شد. باتوجه به‌این‌که دو نوع معیار کمی و کیفی در تصمیم‌گیری دخیل هستند ابتدا داده‌های کیفی، به‌وسیله روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، کمی‌سازی شد. بدین‌منظور پس از شناسایی معیارها، ارزیابی واحدها براساس نظر کارشناسان انجام‌شد. در این پژوهش از روش پرومته برای ارزیابی واحدها، استفاده شد. ازطرفی به‌دلیل نامعلوم‌بودن و ابهام موجود در وزن هر معیار برای این اوزان، متغیرهایی با توزیع تصادفی یکنواخت مورد استفاده قرارگرفت. به‌منظور به‌دست‌آوردن کارایی هر واحد، روش «پرومته در ۱۰۰۰ اجرا» انجام شد و مقادیر کارایی هر واحد باتوجه به میانگین اجراها محاسبه شد. پس از نرمال‌کردن مقادیر کارایی، این مقادیر به‌صورت عوامل مؤثر بر تخصیص بودجه به واحدها در دوره آتی، مورد استفاده قرارگرفت. درواقع هرچه کارایی واحدها بیشتر باشد، طبق قاعده، میزان بودجه

Archive of SID
www.SID.ir

آن‌ها در دوره آتی بیشتر خواهد شد. در مدل ارائه‌شده، تخصیص بودجه به واحدها یا به‌منظور تأمین نیاز عمومی برای ادامه حیات واحد است و یا به‌منظور انجام طرح‌های توسعه‌ای است. منابع دردسترس برای تأمین بودجه واحدها ازطرف شرکت مادر - تخصصی نیز، بودجه سالانه و سرمایه‌های خارجی هستند. برای حل مدل دوهدفه ارائه‌شده، ابتدا دو تابع هدف نرمال شد و مدل به حالت تک‌هدفه تبدیل شد. ازطرفی باتوجه به‌این‌که مقدار بودجه سازمان اصلی در سال آینده به‌طور دقیق مشخص نیست، بدین‌منظور این عامل را به‌صورت فازی درنظر گرفته و مدل با روش روباست فازی حل شد. پنج سطح برش برای مقدار بودجه درنظر گرفته شد. مدل در سطوح برش مختلف اجرا شد و نتایج آن به‌طور خلاصه در جدول ۹ ارائه‌شد.

جدول ۹. نتایج توابع هدف در سطوح برش مختلف

Z_2	Z_1	Z	□
۱۰۰۳۵۸/۶	۱۸۶۴۲۳	۴/۳۷۵	۰
۱۰۸۰۸۷/۴	۲۹۲۸۴۹	۴/۹۵۲	۰/۲۵
۱۱۳۱۶۱/۳	۳۹۱۵۵۵	۵/۴۰۵	۰/۵
۱۱۹۶۳۷/۳	۴۴۶۵۱۲	۵/۸	۰/۷۵
۱۲۶۴۷۹/۹	۴۸۰۵۰۹	۶/۱۵۳	۱

در این پژوهش سعی شد نقاط ضعف مدل‌های ارائه‌شده تا حد امکان برطرف شده و از نقاط قوت دیگر پژوهش‌ها نیز بهره‌برداری شود. ازجمله نقاط ضعف مدل‌های ارائه‌شده، نادیده‌گرفتن ابهام بودجه سازمان و کارایی در مدل ریاضی و همچنین درنظرگرفتن اعداد و ارقام به‌صورت قطعی است. در این پژوهش سعی شد نقاط ضعف اشاره‌شده برطرف شده و مدل کامل‌تری ارائه شود. برای توسعه این مدل، می‌توان پیشنهادهایی ارائه کرد که شامل موارد زیر هستند:

- درنظرگرفتن ابهام در برخی عوامل دیگر مانند درآمد و هزینه طرح‌های توسعه؛
- ارائه تابع کارایی باتوجه به معیارهای مسئله؛
- انجام برنامه‌ریزی چند دوره درباره انتخاب طرح‌های توسعه و تخصیص بودجه.

همچنین در انتها پیشنهاد می‌شود که واحدهای زیرمجموعه براساس معیارهای شناسایی‌شده مورد سنجش قرار گیرند و براساس مدل ریاضی ارائه‌شده در این پژوهش، تخصیص بودجه انجام شود.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

آذر، عادل؛ امینی، محمدرضا و احمدی، پرویز. (۱۳۹۲). مدل بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد استوار- فازی رویکردی در مدیریت ریسک تخصیص بودجه. *پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۱۷(۴)، صص ۶۵-۹۵*. قابل بازیابی از: http://mri.modares.ac.ir/article-19-6195-fa.html

انوری رستمی، علی‌اصغر؛ نیک‌نفس، علی و خسروانجم، داود. (۱۳۹۰). ارزیابی کارآیی نسبی واحدهای پلیس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها: مطالعه مروری. *پژوهش‌های مدیریت انتظامی (مطالعات مدیریت انتظامی). ۶(۲)، صص ۲۲۲-۲۴۱*. قابل بازیابی از: https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=174747

شکری، مهرنوش؛ جهانگشای رضایی، مصطفی و ایزدبخش، حمیدرضا. (۱۳۹۴). ارائه مدل جامع ارزیابی عملکرد در محیط رقابتی با رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها، کارت امتیازی متوازن، و تئوری بازی‌ها (مطالعه موردی: شرکت‌های سیمان). *نشریه مهندسی صنایع (دانشکده فنی دانشگاه تهران)، ۴۹(۱)، صص ۴۵-۵۴*. قابل بازیابی از: https://jieng.ut.ac.ir/article_54140.html

صفایی قادیکلایی، عبدالحمید؛ پورخطیری، محمدولی و اشرفیان مهابادی، نازنین. (۱۳۹۲). *ارزیابی عملکرد شرکت با استفاده از رویکرد ترکیبی کارت امتیازی متوازن* (BSC) *و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی* (FMCDM)، دهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت راهبردی، تهران، انجمن مدیریت راهبردی ایران.

طحاری‌مهرجردی، محمدحسین؛ فرید، داریوش و بابایی‌میبدی، حمید. (۱۳۹۱). ارائه یک مدل ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی برای بهبود سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (مطالعه موردی: شعب بانک). *مطالعات مدیریت صنعتی، ۸(۲۱)، صص ۲۱-۳۷*. قابل بازیابی از: http://jims.atu.ac.ir/article_4490.html

غیاث، مجید. (۱۳۹۳). مقدمه‌ای بر روش شبیه‌سازی مونت کارلو. *نشریه بسپارش، ۴(۱)، صص ۶۷-۷۷*. قابل بازیابی از: http://basparesh.ippi.ac.ir/article_1062.html

فتحی، محمدرضا؛ ملکی، محمدحسن و نقوی، حسین. (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد شعب بانک انصار با رویکرد کارت امتیازی متوازن و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره VIKOR و ANP. *پژوهش‌های مدیریت راهبردی، ۲۲(۶)، صص ۸۳-۱۰۳*. قابل بازیابی از: http://smr.journals.iau.ir/article_530166.html

فدوی، عارفه و آدخ، الهام. (۱۳۹۳). *ارزیابی عملکرد واحدهای ارائه‌دهنده خدمات بانکی و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره*، نخستین کنفرانس ملی آینده‌پژوهی، مدیریت و توسعه، تهران، مرکز توسعه آموزش‌های نوین ایران (متانا).

مشبکی‌اصفهانی، اصغر و خادم، سیدمهدی. (۱۳۹۰). آسیب‌شناسی ارزیابی کارایی کارکنان معاونت نیروی انسانی نیروی انتظامی. *پژوهش‌های مدیریت انتظامی (مطالعات مدیریت انتظامی)، ۶(۱)، صص ۲۰-۳۷*. قابل بازیابی از: https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=151084

Chun-Hung Chen, Stephen E. Chick, Loo Hay Lee, Nugroho A. Pujowidianto. (2015). Ranking and selection: efficient simulation budget allocation. *Handbook of Simulation Optimization*. Springer New York.

Digalwar, A. K., & Date, P. A. (2016). Development of fuzzy PROMETHEE algorithm for the evaluation of Indian world-class manufacturing organizations. *International Journal of Services and Operations Management, 24(3), pp 308-330.* Retrieved from: https://www.indersciencecon-

Archive of SID
www.SID.ir

line.com/doi/abs/10.1504/IJSOM.2016.076903

Huang, X., & Zhao, T. (2016). Project selection and adjustment based on uncertain measure. *Information Sciences, (352), pp 1-14*. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025516301323

Kiliç, M., & Kaya, İ. (2015). Investment project evaluation by a decision making methodology based on type-2 fuzzy sets. *Applied Soft Computing, (27), pp 399-410.* Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/journal/applied-soft-computing/vol/27/suppl/C

Kuo, M. S., & Liang, G. S. (2012). A soft computing method of performance evaluation with MCDM based on interval-valued fuzzy numbers. *Applied Soft Computing, 12(1), pp 476-485*. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494611003036

Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design: a literature review and research agenda. *International journal of operations & production management, 15(4), pp 80-116*. Retrieved from: https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/01443579510083622

Parker, C. (2000). Performance measurement. *Work Study, 49(2), pp 63–66*. Retrieved from: https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/00438020010311197

Perçin, S. (2018). Evaluating airline service quality using a combined fuzzy decision-making approach. *Journal of Air Transport Management, (68), pp 48-60*. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699717300339

Rakhshan, S. A., Kamyad, A. V., & Effati, S. (2015). Ranking decision-making units by using combination of analytical hierarchical process method and Tchebycheff model in data envelopment analysis. *Annals of Operations Research, 226(1), pp 505-525.* Retrieved from: https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-014-1728-x

Sayeras, J. M., Agell, N., Rovira, X., Sánchez, M., & Dawson, J. A. (2016). A measure of perceived performance to assess resource allocation. *Soft Computing, 20(8), pp 3201-3214.* Retrieved from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-015-1696-3

Wang, Y. M., & Chin, K. S. (2010). A neutral DEA model for cross-efficiency evaluation and its extension. *Expert Systems with Applications, 37(5), pp 3666-3675.* Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409008902

Archive of SID

www.SID.ir