

ارزیابی عملکرد مناطق عملیاتی شرکت انتقال گاز با استفاده از روش ترکیبی DEA-SWARA-WASPAS

حسین صفری*، عالیه کاظمی**، احمد مهرپور لایقی***

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۲۰

چکیده

ارزیابی عملکرد یکی از موضوعات شناخته شده در ادبیات مدیریت می‌باشد. در این مقاله تلاش شده است که مدلی ترکیبی به منظور ارزیابی عملکرد مناطق عملیاتی شرکت انتقال گاز ارائه شود. در این مدل ابتدا شاخص‌های ورودی و خروجی (۲۰ شاخص) شناسایی می‌شود. پس از غربالگری اولیه شاخص‌ها، با توجه به اینکه تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده (مناطق عملیاتی) کم است، ترکیب‌های مختلف دو ورودی و یک خروجی تعریف شد. این ترکیب‌ها ۲۲ مورد هستند. لازم به ذکر است که در غربالگری انجام شده، شش شاخص ورودی و چهار شاخص خروجی انتخاب شدند. بر اساس نظرسنجی از خبرگان، وزن یا اهمیت ترکیب‌های مختلف ورودی و خروجی با کمک سوآرا (SWARA) استخراج شد. در ادامه بر اساس ترکیب‌های ۲۲ گانه، کارایی مناطق عملیاتی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در قالب مدل‌های CCR و BCC محاسبه گردید. در حقیقت به ازای هر ترکیب دو ورودی و یک خروجی، کارایی هر منطقه عملیاتی محاسبه گردید. در نهایت ماتریس تصمیمی شکل گرفت که معیارهای آن معادل ترکیب‌های مختلف شاخص‌های ورودی و خروجی بوده و وزن آنها با کمک سوآرا محاسبه شده و امتیازات داخل ماتریس نیز معادل کارایی حاصل شده از تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. برای محاسبه کارایی نهایی و رتبه‌بندی هر منطقه عملیاتی از تکنیک واسپاس (WASPAS) کمک گرفته شد. به منظور اعتبارسنجی نیز رتبه‌بندی به دست آمده از شاخص کاپای کوهن استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مناطق هفت، ده و شش با بیشترین کارایی می‌توانند الگوی مناسبی برای سایر مناطق جهت صرفه جویی در مصرف منابع باشند.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، تصمیم‌گیری چند معیاره، مناطق عملیاتی انتقال گاز

hsafari@ut.ac.ir

* استاد تمام گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

** دانشیار گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

*** فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

انسان همواره در تمام قرون و اعصار با مسئله ای به نام محدودیت و کمیابی مواجه بوده است که این کمیابی در تمام زمینه‌ها از جمله عوامل تولید و کالاها و خدمات کاملاً محسوس است. در این شرایط پیچیده و متغیر رقابتی، تنها سازمان‌هایی قادر به حفظ بقا خویش هستند که با شناخت و آگاهی از وضع موجود، با برنامه ریزی مستمر و منظم در جهت حصول وضع مطلوب اقدام نمایند. در نتیجه وجود مکانیزم ارزیابی عملکرد برای شناخت وضع موجود نقش حیاتی و در واقع قدم اول در تلاش جهت رسیدن به اهداف هر سازمانی می‌باشد. افزون بر این تداوم حیات سازمان‌ها در هر نظام اقتصادی در گرو ایجاد ارزش افزوده است که دستیابی به این مهم علاوه بر وجود منابع کافی، مستلزم ترکیب و استفاده شایسته از این منابع بوده که همان طرز عمل و نحوه کار در سازمان‌ها می‌باشد. استفاده از ابزارهای علمی در سنجش کارایی و بهره‌وری می‌تواند ارائه‌کننده اطلاعات مفید برای مدیریت جهت تصمیم‌گیری به منظور بهبود شیوه انجام کار و به کارگیری منابع باشد. اهمیت افزایش کارایی در صنایع کشورهای در حال توسعه علی‌الخصوص صنایع همچون نفت، گاز و پتروشیمی که از صنایع استراتژیک محسوب می‌شود، یک امر ضروری است، چرا که مبحث انرژی و انتقال آن ارتباط تنگاتنگی با نوع شرایط زیستی جامعه دارد (صفری و اجلی، ۱۳۹۰).

یکی از اصلی‌ترین و اولین پیش‌نیازهای حرکت به سمت بهبود در سازمان‌ها، وجود نظام ارزیابی عملکرد مناسب می‌باشد. از سوی دیگر مدیران سازمان‌ها همیشه به دنبال یک بهترین هستند و دلیل اصلی سنجش و ارزیابی از سوی آنان شناسایی یک بهترین برای مقایسه و الگوبرگشت قرار دادن است (تولو، ۲۰۱۴). امروزه در اکثر سازمان‌های دولتی و خصوصی، عدم ارزیابی و شناسایی به موقع نقاط ضعف و قوت، سبب بروز مشکلاتی در مسیر تحقق اهداف شده است. بدیهی است که ایجاد یک نظام کارا و استفاده بهینه از منابع، باعث جلوگیری از هدر رفت مبالغ عظیمی از منابع مادی و معنوی می‌شود، به طوری که با درصد کمی افزایش در کارایی، صرفه‌جویی زیادی حاصل می‌شود (صفری و اجلی، ۱۳۹۰، ص. ۲).

پیشرفت و توسعه سریع و تغییرات پرشتاب محیطی در جهان امروز، آگاهی از تحولات را ضروری ساخته است. بهبود و اصلاحات در هر سازمانی مستلزم بررسی و اندازه گیری عملکرد سازمان و برنامه ریزی و هدف گذاری جهت بهبود عملکرد می باشد و علاوه بر این نیز، شناسایی و تشخیص نقاط ضعف و قدرت سازمان به عنوان پیش نیاز جهت تعیین استراتژی ها در نظر گرفته می شود. بی اعتمادی ناشی از تغییرات محیطی و گرایش به کسب سود بیشتر اندازه گیری عملکرد را به ضرورتی انکار ناپذیر تبدیل کرده است. نظام ارزیابی عملکرد یک کانال ارتباطی بسیار موثر و مفید در سطوح مختلف هرم سازمانی را به وجود می آورد. بررسی های صورت گرفته طی چند دهه اخیر نشان می دهد که متاسفانه سازمان ها در ایران همچون سازمان های بزرگ دولتی مانند خودرو سازی، نساجی، برق و گاز و ... در ارزیابی عملکرد خود دچار ضعف بوده و توفیق چندانی به دست نیاورده اند (صفری و اجلی، ۱۳۹۰، ص. ۲). شرکت انتقال گاز ایران که وظیفه انتقال گاز از میادین گازی به تمام نقاط کشور را بر عهده دارد نیز از این قاعده مستثنی نبوده و نیازمند بررسی عملکرد مناطق ده گانه عملیاتی خود می باشد. از این رو طراحی مدلی برای ارزیابی عملکرد این سازمان و بهبود مستمر آن موجب پیشرفت در زمینه اجرای صحیح و موفق برنامه ریزی استراتژیک و در نهایت توسعه و پیشرفت صنعت گاز کشور خواهد گردید.

مبانی نظری و مروری بر مطالعات گذشته

امروزه جهانی شدن و پایداری در دنیای رقابتی کسب و کار، سازمان ها را با مسائل و چالش های اساسی رو به رو کرده است. در یک محیط پویا، مدیران سازمان ها برای سنجش عملکرد سازمان خود، ناگزیرند مدلی جامع و یکپارچه را به کار گیرند که تمام جنبه های کلیدی و موثر سازمان را در بر گیرد. در نتیجه، تمام فعالیت های اصلی، فرایندها یا فعالیت های جاری سازمان ها، اجزای یک سیستم ارزیابی عملکرد به شمار می روند (چیسا، ۲۰۰۸). در سال های اخیر، برای سنجش عملکرد به عنوان یک حوزه مهم و در حال توسعه، هم برای سازمان و هم برای مراکز علمی، روش های زیادی مورد توجه قرار گرفته است. سنجش

عملکرد طی ۱۵ سال گذشته افکار دانشگاهی زیادی را از حوزه‌های مختلف علمی به خود مشغول نموده است. رشته وسیعی از اطلاعات و مدل‌های گوناگون مربوط به سنجش عملکرد، از طریق تلاش‌های این محققان در حوزه‌های عملکردی تهیه شده است (فولان و براون، ۲۰۰۵). در این زمینه سیستم‌های سنجش عملکرد متنوعی پیشنهاد شده و طراحی بسیاری از این مدل‌ها، با الهام از سیستم‌های شناخته شده و جامع اندازه‌گیری عملکرد صورت گرفته و مورد استفاده واقع شده است. استقرار کارآمد سیستم‌های ارزیابی عملکرد، به عنوان یک ابزار مرکزی برای تبدیل ساختار بوروکراتیک سازمان‌ها به سازمان اثربخش، مورد توجه واقع شده است (حاجیان، ۱۳۹۲)، به طوری که این سیستم‌ها و دیگر روش‌های مدیریتی به عنوان یک راه حل برای رفع مسائل سازمان و بهینه کردن محصولات و خدمات به مشتریان یا کاربران مطرح می‌باشند (براون و اسونسون، ۱۹۹۸).

چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۸ یک رویکرد نوآورانه ریاضی داده محور با نام تحلیل پوششی داده‌ها را به منظور ارزیابی تعداد زیادی از اندازه‌های کارایی مرتبط برای مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری به طور همزمان معرفی کردند. هر کدام از این واحدهای تصمیم‌گیری چندین ورودی را به چندین خروجی تبدیل می‌کند. تعداد زیادی از محققان در زمینه‌ها و کاربردهای گوناگون به سرعت نشان دادند که تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ساده و مناسب برای مدل‌سازی در فرایند ارزیابی‌های عملکرد است (تولو، ۲۰۱۴، ص. ۳). در نتیجه این روش به سرعت توجه و استفاده زیادی را در میان محققین به خود جلب کرد. امروزه تحلیل پوششی داده‌ها به یک ابزار مهم تحلیل و روش تحقیق در علم مدیریت، تحقیق در عملیات، مهندسی سیستم، تحلیل تصمیم و غیره تبدیل شده است (تولو، ۲۰۱۴، ص. ۳). به طور کلی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های سنتی تمام واحدهای تصمیم‌گیری را به دو گروه کارا و ناکارا تبدیل کرده‌اند. این مدل‌ها در تفکیک واحدهای کارا ناتوانند. به منظور رسیدگی به این کمبود رویکردهای متفاوت زیادی پیشنهاد شده‌اند؛ روش‌های کارایی متقابل از تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی‌های همزمان به جای ارزیابی منفرد بهره‌گرفتند (سکستون، ۱۹۸۶)، روش‌های رتبه‌بندی فراکارایی داده برای واحد تحت بررسی را از

مجموعه راه حل‌ها حذف کردند (اندرسون و پیترسون، ۱۹۹۳) و همچنین روش‌های رتبه بندی الگوبرداری واحدهای کارا را با اندازه گیری اهمیت آن‌ها به عنوان الگو برای واحدهای غیر کارا رتبه بندی کردند (تارگرسن، ۱۹۹۶). رتبه بندی به وسیله آماره‌های چند متغیره در بستر تحلیل پوششی داده‌ها شامل تحلیل تفکیک خطی، با استفاده از روش‌های آماری همسو با تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. (سینائونی و استم، ۱۹۹۴) در رویکردهای رتبه بندی واحدهای غیر کارا شاخص جدید سنجش محدوده ناکارایی برای رتبه بندی واحدهای ناکارا معرفی شد (باردهان، ۱۹۹۶). با وجود این که روش‌های تصمیم گیری چند معیاره به رتبه بندی کامل به عنوان هدف نهایی نمی‌نگرند، ترکیب روش‌های تصمیم گیری چند معیاره و تحلیل پوششی داده‌ها به وسیله ترجیح اطلاعات برای بهبود بیشتر قدرت تفکیک مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها به کار گرفته می‌شود (گولانی، ۱۹۸۸). در این پژوهش برای افزایش قدرت تفکیک پذیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها، از روش سوآرا جهت وزن بندی معیارها و از روش واسپاس برای رتبه بندی مناطق استفاده شده است. علت اصلی انتخاب روش سوآرا که روشی برای وزن دهی به معیارهای رتبه بندی است توانایی آن برای ارزیابی دیدگاه خبرگان به منظور دقت معیارهای وزن داده است (کرسولین، ۲۰۱۰). علاوه بر سادگی روش، خبرگان می‌توانند در کنار یکدیگر و با هم کار کنند که این مسئله منجر به افزایش دقت نتایج این روش در مقابل دیگر روش‌های تصمیم گیری چند معیاره است. مزیت دیگر این روش در نظر گرفتن اولویت مسئله بر اساس سیاست‌های شرکت و یا کشور است. بنابراین نیازی به تعیین وزن معیارها برای رتبه بندی نیست. این روش فرصتی برای تصمیم گیرندگان جهت اتخاذ تصمیم بر اساس راه حل‌های متفاوت و رتبه بندی معیارها بر اساس اهداف و نیازهای آن‌ها فراهم می‌کند. تکنیک سوآرا برخلاف روش‌های دیگر همچون فرایند تحلیل سلسله مراتبی و فرایند تحلیل شبکه ای که در آن‌ها مدل‌ها بر اساس اولویت بندی معیارها شکل می‌گیرند اولویت‌ها را از قبل مشخص می‌کند (وفایی پور، ۲۰۱۴). همچنین علت استفاده از روش واسپاس نیز قابلیت بالای اعتماد به این روش در رتبه بندی است (زاوادسکاس، ۲۰۱۲؛ استانیاس، ۲۰۱۳؛ باگوسیوس، ۲۰۱۳)

مطالعات پیشین

اجلی و صفری (۱۳۹۰)، به ارزیابی عملکرد شرکت‌های ملی گاز ایران پرداختند. آن‌ها بیان می‌کنند که یکی از عمده‌ترین مشکلات استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، ضعف قدرت تفکیک پذیری برای واحدهای تصمیم‌گیرنده است. این مسئله اغلب به دلیل کم بودن تعداد واحدها در مقایسه با تعداد ورودی‌ها و خروجی‌های مدل است. آن‌ها در این پژوهش ابتدا با رویکرد مدل مضربی CCR ورودی محور و روش اندرسون پیترسون، رتبه بندی واحدهای کارا را در قالب مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند و ضعف مدل‌ها از نظر محاسبه و تفکیک کارایی شرکت‌ها مشخص شد. از این رو آن‌ها برای تحلیل و ارزیابی کارایی شرکت‌ها از رویکرد شبکه‌های عصبی پیش‌بینی کننده عملکرد در قالب مدل‌های ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه‌های عصبی مصنوعی^۱ استفاده کردند. از جمله نتایج مهم پژوهش قدرت بالای تفکیک پذیری نمره کارایی واحدها در مدل تحلیل پوششی داده و شبکه عصبی است. همچنین بررسی کارایی‌ها نشان می‌دهد که شرکت گاز قم کارا ترین و خوزستان ضعیف ترین واحد از نظر ارزیابی عملکرد است.

در پایان نامه ای در حوزه ارزیابی عملکرد (کریمی، ۱۳۸۵)، عملکرد مناطق عملیات انتقال گاز بعنوان یکی از سازمانهای تابعه شرکت ملی گاز ایران را مورد بررسی قرار داده است، در این پژوهش از مدل منشور عملکرد بعنوان چارچوب کلی انتخاب شاخص‌ها مورد استفاده قرار گرفته و از دیگر تحقیقات در زمینه انتخاب شاخص‌ها نیز کمک گرفته شده است. از آنجا که هر یک از مناطق عملیات انتقال گاز دارای تعدادی ایستگاه تقویت فشار بعنوان سازمانهایی وابسته هستند، به منظور تحلیل اطلاعات بدست آمده و اندازه گیری کارایی هر یک از واحدها و زیر واحدها، از مدلی تحت عنوان «مدل شبه DEA واحدهای چند بخشی» استفاده شده است که به منظور رتبه بندی کامل واحدها و زیر واحدها، این مدل با برنامه ریزی چندهدفه تلفیق گردیده است.

هاشم خانی (۲۰۱۳) در مطالعه ای به بررسی مکان یابی محل احداث فروشگاه پرداختند. آن‌ها در این پژوهش پس از بررسی مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری از روش واسپاس و سوآرا برای انتخاب مکان مناسب احداث فروشگاه استفاده کردند. آن‌ها در این روش پس از معرفی معیارهای مکان احداث فروشگاه با استفاده از روش سوآرا معیارها را وزن دهی کرده و سپس با استفاده از روش واسپاس مکان‌ها را رتبه بندی کرده و مکان مناسب را انتخاب کردند. همانند پژوهش انجام شده توسط هاشم خانی (۲۰۱۳)، وفایی پور (۲۰۱۴) نیز برای انتخاب اجرای پروژه‌های سولار و مکان مناسب برای اجرای این نوع پروژه‌ها از روش ترکیبی سوآرا و واسپاس به دلیل قابلیت بالای اعتماد این روش‌ها استفاده کردند.

فانسلو و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به مقایسه عملکرد شبکه‌های مختلف حمل و نقل شهری پرداختند شاخص‌هایی چون جریان ترافیک، دسترسی، ایمنی و نگهداری در تحقیق آنان مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی ۸ شهر و ۸ ورودی و خروجی، مدل‌های بازده به مقیاس ثابت و متغیر تحلیل پوششی داده‌ها نشان دادند که شهر ساونا بهترین سیستم حمل و نقل را از نظر کارایی دارا می‌باشد. چیتنیس و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اطلاعات چهل تنیسور مرد حرفه ای و با کمک تکنیک نا پارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی عملکرد و کارایی آن‌ها پرداختند. در تحقیق آن‌ها ۸ ورودی و ۳ خروجی نمایانگر شاخص‌ها بوده و مدل استفاده شده مدل بازده به مقیاس ثابت و خروجی محور می‌باشد. نتایج تحقیق ضمن کارآمد نشان دادن مدل به کار برده در مقایسه با سایر روش‌ها، نشان داد که همان گونه که در تحلیل پوششی داده‌ها نیازی به وزن شاخص‌ها از بیرون مدل نبوده و خود مدل وزن‌های مناسب هر واحد تصمیم را مشخص می‌کند، در مسابقات تنیس نیز جهت بالا رفتن کارایی یک تنیسور ممکن است شروع خوبی در بازی داشته و دیگری پس از شکست در گام نخست به بهره‌وری بالا دست پیدا کند و در مجموع صرفاً وابسته به عوامل فیزیکی نبوده و عوامل روانشناسی مورد تاکید واقع شده است. در هر دو تحقیق فوق، با توجه به کم بودن تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده، از ترکیب بهینه شاخص‌های مختلف ورودی و خروجی استفاده شده که در این مقاله نیز مورد الگوبرداری قرار گرفته است.

همچنین مهرگان و نیری (۲۰۰۹) در تحقیق خود با عنوان رویکرد منسجم BSC-TOPSIS جهت ارزیابی دانشکده‌های مدیریت برتر دانشگاه‌های استان تهران، با رویکردی راهبردی به ارزیابی عملکرد دانشکده‌های مدیریت برتر ایران نسبت به یکدیگر پرداخته‌اند. در این تحقیق، علاوه بر ترکیب شاخص‌ها، از یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شده است. سایر تحقیقاتی که از ترکیب یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرده‌اند در ادامه ارائه می‌شود.

تسای و همکارانش در سال ۲۰۰۸ از ترکیب دو روش فرایند تحلیل شبکه‌ای و TOPSIS برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه در تایوان استفاده نمودند. آنها در تحقیق خود از روش تحلیل شبکه‌ای فرایند برای دستیابی به اوزان معیارها و از روش TOPSIS برای رتبه‌بندی نتایج بدست آمده از مرحله قبل از شرکت‌های بیمه استفاده نمودند. همچنین آنها در تعیین معیارهای خود، فاکتورهای غیر مالی نظیر کیفیت خدمات بیمه و رضایت مشتری را نیز به کار بردند (تسای، ۲۰۰۸).

پاپسکو و همکارانش (۲۰۱۴) نیز برای بررسی عملکرد نظام سلامت کشور رومانی، تحقیقی روی ۲۷ کشور اروپایی انجام دادند که پس از محاسبه کارایی ۲۷ نظام سلامت در اروپا، نتایج تحقیق حاکی از عدم کارایی نظام سلامت رومانی در دو دهه گذشته داشت. در این مقاله که با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها انجام شد دو ورودی و دو خروجی شاخص‌های مدل را تشکیل دادند.

بالتازار و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی که رو عملکرد فرودگاه‌های ۳ شهر بین سالها ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۱ انجام دادند به این نتیجه رسیدند که روش تحلیل پوششی داده‌ها به تنهایی قدرت تفکیک کمی در مقابل روش مکبث که از تکنیک‌های چند معیاره است دارد.

آزاده و همکارانش در تحقیق خود برای بهینه‌سازی سیستم حمل و نقل ریلی از ترکیب یکپارچه فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP و تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نمودند. آنها در ابتدا از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن ورودی‌ها و خروجی‌های کیفی استفاده

نموده و سپس از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای رتبه‌بندی، انتخاب بهترین گزینه و نیز ارائه راه‌کاهای بهینه‌سازی سیستم‌های موجود به کار گرفتند.

شهریاری و همکاران (۱۳۹۲) برای رتبه‌بندی دانشکده‌های علوم انسانی دانشگاه تهران از روش تحلیل پوششی داده‌های فازی استفاده کردند. آن‌ها در این پژوهش به منظور افزایش دقت در ارزیابی و همچنین رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری و همچنین مشخص نمودن واحدهای تصمیم با دقت تفکیک از روش ترکیبی FIEP/AHP استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که دانشکده ادبیات و علوم انسانی رتبه نخست و دانشکده حقوق و علوم سیاسی رتبه آخر را کسب کرد.

محمدی و حسین زاده (۱۳۸۵)، در مقاله "کاربرد رویکرد تلفیقی DEA/AHP در رتبه‌بندی نمایندگی‌های بیمه" در سال ۱۳۸۵؛ به رتبه‌بندی شعب بیمه ایران بر اساس کارایی پرداخته‌اند. نتایج استخراجی آنان نشان می‌دهد که در دوره زمانی تحت مطالعه، نمایندگی ۹۲۹، بالاترین رتبه و نمایندگی ۹۴۷ در سال ۸۲ و نمایندگی ۷۸۶ پایین‌ترین رتبه در سال ۸۳ را در بین ۲۳ نمایندگی تحت ارزیابی داشته‌اند. در این مقاله از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) که یک روش کمی است استفاده شده است اما با رویکرد تلفیقی با نتایج حاصل از AHP کارایی نهایی بدست آمده است.

در عمده تحقیقات فوق از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جهت استخراج اوزان شاخص‌های ورودی و خروجی استفاده شده است. اما در این مقاله سعی شده است که از خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان داده یا ورودی در ماتریس تصمیم موردنیاز تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شود. علاوه بر این، سناریوهای مختلف در قالب ترکیب مختلف شاخص‌های ورودی و خروجی بررسی شده است و این امر موجب افزایش دقت نتایج شده است. در حقیقت به میزان تعداد ترکیب در تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده، تحلیل پوششی داده‌ها اجرا شده و خروجی‌های آن وارد ماتریس تصمیم شده است.

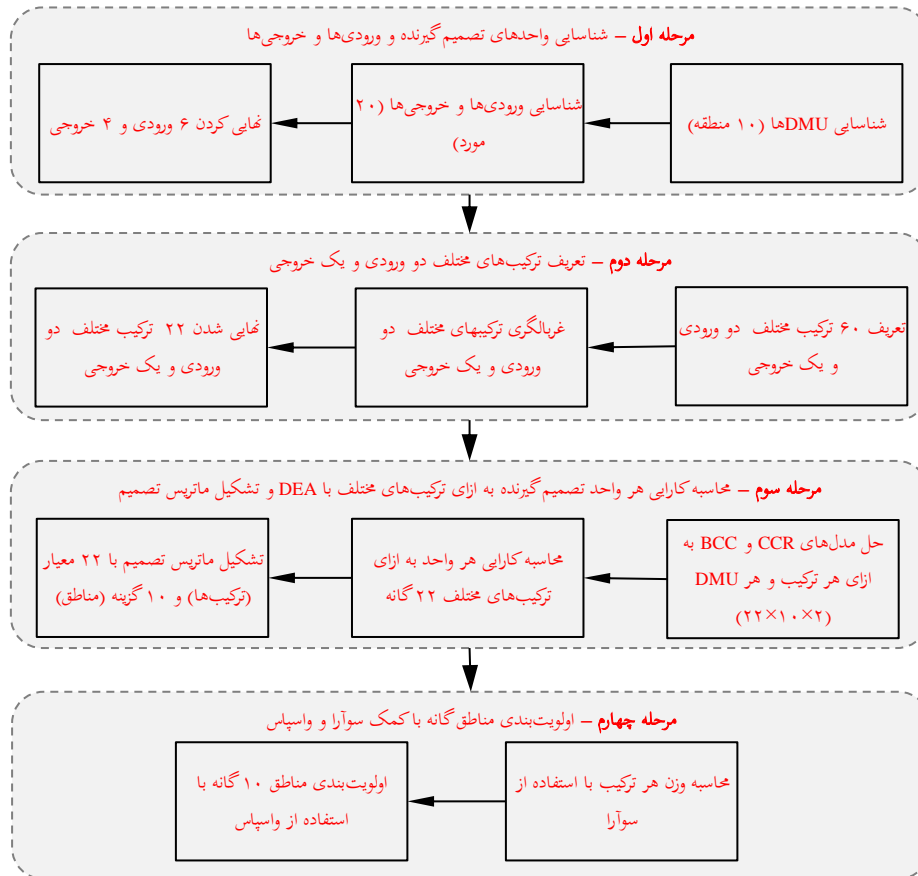
روش پژوهش

بسیاری از سازمان‌ها به تحقیقات کاربردی توجه داشته و محققان و مشاوران را برای بررسی مشکلات مورد توجه خود به کار می‌گیرند تا راه حل‌های عملی برای اصلاح یک موقعیت مشکل آفرین بیابند. هدف پژوهش حاضر بهره‌برداری از نتایج یافته‌ها برای حل مسائل موجود در شرکت انتقال گاز است. بنابراین به لحاظ هدف در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد. از نظر روش و ماهیت پژوهش با توجه به اینکه این پژوهش برای تعیین و توصیف ویژگی‌های یک موقعیت که همان عملکرد مناطق عملیاتی بوده، مطالعه موردی می‌باشد و همچنین وجود مدل‌های ریاضی در پژوهش، می‌توان گفت از نوع توصیفی-تحلیلی است.

خبرگان این تحقیق مدیران عالی و کارشناسان حوزه‌های مختلف مناطق عملیاتی انتقال گاز و اساتید مرتبط با موضوع در دانشگاه می‌باشند. به منظور استخراج شاخص‌های ورودی و خروجی در این پژوهش از مطالعات پیشین و روش دلفی فازی جهت بررسی نظر خبرگان استفاده خواهد شد. برای ارزیابی عملکرد و محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (مناطق عملیاتی انتقال گاز) از مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده خواهد شد. در نهایت واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از روش ترکیبی سوآرا و واسپاس رتبه‌بندی خواهند شد و کاراترین واحد تصمیم‌گیری مشخص می‌شود.

مراحل انجام این تحقیق به ترتیب زیر می‌باشد:

نمودار ۱. مراحل انجام تحقیق



گام اول: استخراج شاخص‌ها

در گام نخست با بررسی اطلاعات موجود و در دسترس از مناطق عملیاتی و همچنین پس از مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه آزاد با کارشناسان صنعت گاز، شاخص‌های مربوط به صنعت گاز جمع‌آوری شد که نتیجه آن شناسایی ۱۰ شاخص به عنوان شاخص ورودی و ۱۰ شاخص به عنوان شاخص خروجی با در نظر گرفتن امکان کسب اطلاعات و همچنین قابل اندازه‌گیری بودن بود (جدول ۱).

جدول ۱. ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

| حوزه | ردیف | ورودی | ردیف | خروجی |
|--------------|------|------------------------------|------|---------------------------|
| فرآیند | ۱ | میزان انرژی مصرفی | ۱ | کیفیت محصول خروجی |
| | ۲ | سطح تکنولوژی | ۲ | خطوط لوله تحت کنترل منطقه |
| | ۳ | ایستگاه‌های تقویت فشار گاز | ۳ | مراکز گاز استانی تحت پوشش |
| منابع انسانی | ۴ | بهبود آموزش نیروی انسانی | ۴ | تعهد کارکنان |
| | ۵ | سطح تحصیلات نیروی شاغل | ۵ | جانشین پروری |
| | ۶ | تعداد کل پرسنل | ۶ | نظام پیشنهادات |
| سازمان | ۷ | برون سپاری | ۷ | تعهد پیمانکاران |
| | ۸ | تحقیق و پژوهش (D&R) | ۸ | صرفه جویی‌ها |
| | ۹ | بودجه کل | ۹ | پروژه‌های عمرانی |
| ایمنی | ۱۰ | آموزش‌های زیست محیطی و ایمنی | ۱۰ | حوادث |

گام دوم: فرآیند دلفی فازی برای تثبیت شاخص‌ها

روش دلفی برای ایجاد یک فرآیند ارتباط گروهی به گونه‌ای است که این فرآیند شامل اجزای جداگانه و مستقل بوده و حل مسائل پیچیده را ممکن سازد. در این روش گروه خبرگان با توجه کافی و دقت مناسب به سوالات پرسشنامه پاسخ می‌دهند. این فرآیند می‌تواند شامل چند دور باشد که در پایان هر دور پس از تحلیل نتایج مجدداً پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار می‌گیرد و پس از دور پایانی و تحلیل نتایج، گروه به یک نقطه نظر مشترک اجماع می‌کنند.

روش سنتی دلفی، همیشه از همگرایی پایین نظرات متخصصان، هزینه اجرای بالا و احتمال حذف نظرات برخی از افراد رنج برده است. موری و همکاران برای بهبود روش دلفی سنتی،

مفهوم یکپارچه‌سازی روش دلفی سنتی با تئوری فازی را در سال ۱۹۸۵ ارائه دادند. ایشیکاوا و همکارانش نیز کاربرد تئوری فازی را در روش دلفی بیشتر معرفی کردند و الگوریتم یکپارچه سازی فازی را برای پیش بینی ضریب نفوذ آتی کامپیوترها در سازمان‌ها توسعه دادند. پس از آنها سو و یانگ عدد فازی مثلثی را برای در برگرفتن نظرات متخصصان و ایجاد روش دلفی فازی به کار بردند. مقادیر بیشینه و کمینه نظرات متخصصان به عنوان نقاط مرزی اعداد مثلثی فازی در نظر گرفته شد و میانگین هندسی به عنوان درجه عضویت اعداد مثلثی فازی و برای حذف اثر نقاط مرزی به کار برده شد. مزیت روش ابداع شده به وسیله سو و یانگ در سادگی آن می باشد. زیرا نظرات متخصصان در یک مرحله جمع آوری می شوند. در این مرحله از انجام پژوهش، فهرستی شامل شاخص‌های گام قبلی به صورت پرسشنامه دارای طیف پنج گانه لیکرت از کاملاً بی اهمیت تا کاملاً مهم در اختیار خبرگان قرار می گیرد (حبیبی و همکاران، ۲۰۱۵). سپس نتایج این دور ابتدا به کمک فرمول‌های به صورت قطعی شده به اطلاع خبرگان رسیده و مجدداً از آنها سوال پرسیده می شود.

$$F_{AVE} = \frac{\sum l}{n}, \frac{\sum m}{n}, \frac{\sum u}{n} \text{ fuzzy aggregation of expert' opinions} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$X_m = \frac{L+4M+U}{6} \text{ defuzzification} \quad \text{رابطه ۲}$$

این فرآیند تا جایی تکرار می شود که اختلاف میانگین نظرات هر دور نسبت به دور قبلی برای تک تک شاخص‌ها کمتر از ۰/۲ شود. در پایان این مرحله، شاخص‌های ورودی و خروجی مناسب توسط خبرگان تعیین می شوند. آستانه حساسیت ۰/۷ در نظر گرفته می شود. به این مفهوم که شاخص‌های دارای میانگین قطعی شده کمتر از ۰/۷ از فرآیند پژوهش حذف می - شوند (میرسپاسی، ۱۳۸۹). در مرحله وزن یابی به کمک روش سوآرا نیز مجدداً پرسش نامه پنج طیفی لیکرت برای تعیین اختلاف اهمیت معیارها بین خبرگان توزیع می شود.

گام سوم: ترکیب شاخص‌ها و تعیین وزن معیارها

در این مرحله، شاخص‌های گام قبلی به صورت دو شاخص ورودی و یک شاخص خروجی دسته‌بندی می‌شوند. اگر شش شاخص ورودی به دسته‌های دوتایی تقسیم شوند، حاصل آن تشکیل ۱۵ گروه ورودی در مقابل ۴ شاخص خروجی است که منتج به ایجاد ۶۰ ترکیب مختلف می‌شود که در هر ترکیب یک خروجی و دو ورودی قرار دارد (فانسلو و همکاران، ۲۰۱۴). در ادامه مجدداً با استفاده از تکنیک دلفی فازی و کسب نظر خبرگان وزن این ۶۰ معیار ترکیبی محاسبه شده است. در این مرحله از به منظور تعیین وزن ترکیب شاخص‌ها، از تکنیک سوآرا کمک گرفته شده است (کرزولین و همکاران، ۲۰۱۰).

در روش سوآرا، ارزیابی و محاسبه وزن‌ها و وظیفه خبرگان است و پس از تعیین ارزش هر کدام از معیارها، با استفاده از اطلاعات، تجربیات و دانش ضمنی خود همه معیارها را از اول تا آخر رتبه‌بندی می‌کنند (هاشمخانی و همکاران، ۲۰۱۳). اهمیت روش سوآرا، توانایی آن در استفاده از نظر خبرگان درباره میزان اهمیت معیارها در مراحل فرآیند تعیین وزن‌شان و کمک به جمع‌آوری و هماهنگ‌سازی اطلاعات از خبرگان است. این روش بی‌نیاز از ارزشیابی جهت رتبه‌بندی معیارها بوده و اولویت‌ها بر مبنای سیاست‌های سازمان مربوطه تعریف می‌شوند. با توجه به اینکه در سایر مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه نظیر تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل شبکه‌ای، ارزیابی بر رتبه‌بندی و اولویت‌ها تأثیر می‌گذارد، سوآرا برای شرایطی که اولویت‌ها مشخص هستند مناسب است (وفایی پور و همکاران، ۲۰۱۴). جهت آشنایی با مراحل اجرای این روش، به مثال زیر (کرزولین و همکاران، ۲۰۱۰) توجه نمایید.

جدول ۲. مثال مرتبط با اجرای روش سوآرا

| معیار | S_j | $K_j=S_j+1$ | $W_j = X_{j-1} / K_j$ | $Q_i = W_j / \sum W_j$ |
|-------|-------|-------------|-----------------------|------------------------|
| اول | صفر | ۱ | ۱ | ۰/۲۵۳ |
| دوم | ۰/۳۷ | ۱/۳۷ | ۰/۷۳۰ | ۰/۱۸۵ |
| سوم | ۰/۳۵ | ۱/۳۵ | ۰/۵۴۱ | ۰/۱۳۷ |
| چهارم | ۰/۲۶ | ۱/۲۶ | ۰/۴۲۹ | ۰/۱۰۹ |
| پنجم | ۰/۲۴ | ۱/۲۴ | ۰/۳۴۶ | ۰/۰۸۸ |
| ششم | ۰/۲۸ | ۱/۲۸ | ۰/۲۷۰ | ۰/۰۶۹ |
| هفتم | ۰/۱۲ | ۱/۱۲ | ۰/۲۴۱ | ۰/۰۶۱ |
| هشتم | ۰/۱۱ | ۱/۱۱ | ۰/۲۱۷ | ۰/۰۵۵ |
| نهم | ۰/۲۸ | ۱/۲۸ | ۰/۱۷۰ | ۰/۰۴۳ |

در ستون اول، شاخص‌های ترکیبی به ترتیب اهمیت از بالا به پایین و بر اساس نظر خبرگان مرتب می‌شوند (مهمترین معیار در بالا و به ترتیب تا پایین). در ستون دوم، اختلاف اهمیت بین هر معیار با معیار قبلی محاسبه می‌شود. برای مثال عدد ۰/۲۴ در مقابل معیار پنجم به معنی این است که اهمیت معیار پنجم از معیار قبلی به میزان ۰/۲۴ کمتر است. این تفاوت از تحلیل آخرین پرسشنامه در روش دلفی فازی بدست می‌آید. در ستون سوم، هر کدام از مقادیر ستون قبل با عدد یک جمع بسته می‌شود. در ادامه و در ستون چهارم، ابتدا برای معیار اول عدد یک به عنوان مبنا در نظر گرفته شده و بر K_1 تقسیم می‌شود. سپس عدد حاصل بر K سطر بعدی تقسیم می‌شود. طبق فرمول برای سایر خانه‌ها نیز به همین ترتیب عمل می‌شود. در نهایت در آخرین ستون، مقادیر ستون قبل بر جمع آن ستون تقسیم شده تا وزن نهایی با مجموع یک بدست آید.

گام چهارم: محاسبه کارایی‌ها

در این مرحله با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، برای ده منطقه مورد نظر، کارایی به ازای هر یک از معیارها که همان شاخص‌های ترکیبی هستند محاسبه می‌شود. با توجه به چیش معیارها که از ترکیب دو تایی ورودی‌ها تشکیل شده و همچنین هدف اصلی از محاسبه کارایی و مقایسه مناطق که همان تعیین منطقه مناسب به عنوان الگو در جهت کاهش ورودی-ها می‌باشد، دو مدل CCR Input-oriented و BCC Input-oriented به عنوان مدل‌های مورد نظر جهت محاسبه کارایی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. زمانی که جواب‌های مدل CCR و BCC متفاوت است، نشان دهنده این است که بازده به مقیاس متغیر بوده و بنابراین باید از مدل BCC استفاده کرد (مهرگان، ۱۳۹۱، ص. ۱۵۶).

مدل پوششی ورودی محور (BCC)

$$\text{Min } Y_0 = \theta$$

رابطه ۳

$$\begin{aligned} \text{St:} \\ \sum \lambda_j y_{rj} &\geq y_{r0} \\ \sum \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{i0} \\ \sum \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0 \quad , \quad \theta \text{ آزاد در علامت} \end{aligned}$$

مدل پوششی ورودی محور (CCR)

$$\text{Min } Y_0 = \theta$$

رابطه ۴

$$\begin{aligned} \text{St:} \\ \sum \lambda_j y_{rj} &\geq y_{r0} \\ \sum \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{i0} \\ \lambda_j &\geq 0 \quad , \quad \theta \text{ آزاد در علامت} \end{aligned}$$

گام پنجم: محاسبه کارایی موزون هر منطقه با استفاده از روش واسپاس

در مرحله آخر به کمک روش واسپاس کارایی‌های چندگانه هر واحد به یک کارایی تبدیل و با مقایسه مناطق رتبه‌بندی کارایی واحدها میسر می‌شود. در این روش از دو مدل به ترتیب زیر کمک گرفته می‌شود: الف) مدل جمع وزنی - ضرب هر مقدار در وزن مربوطه و سپس حاصل جمع کل و ب) مدل ضرب وزنی - به توان رساندن هر مقدار در وزن مربوطه و سپس حاصل ضرب کل.

در مرحله اول پس از مشخص شدن ماهیت معیارها طبق روابط زیر نرمال سازی صورت می‌گیرد.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{\max}} \quad \text{معیار با ماهیت منفعت} \quad \text{رابطه ۵}$$

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{\min}}{X_{ij}} \quad \text{معیار با ماهیت هزینه} \quad \text{رابطه ۶}$$

در این روابط X_{ij} بیانگر مقدار گزینه i ام از نظر معیار j ام می‌باشد و X_{\max} و X_{\min} به ترتیب میزان حداقل و حداکثر مقادیر در هر معیار است. در مرحله دوم با استفاده از مقادیر نرمال شده و همچنین اوزان معیارها و با استفاده از روابط زیر، مقادیر مدل ضرب وزنی (WPM - رابطه ۷) و مدل جمع وزنی (WSM - رابطه ۸) محاسبه می‌شوند.

$$\bar{X}_{ij, \text{mult}} = \bar{X}_{ij}^{q_j} \quad \text{رابطه ۷}$$

$$\bar{X}_{ij, \text{sum}} = \bar{X}_{ij} * q_j \quad \text{رابطه ۸}$$

و در نهایت به کمک رابطه زیر مقدار نهایی هر گزینه (WPS) محاسبه می‌شود. گزینه‌ای که بیشترین مقدار را داشته باشد رتبه اول است.

$$WPS_i = 0.5 * \prod \bar{X}_{ij, \text{mult}} + 0.5 * \sum \bar{X}_{ij, \text{sum}} \quad \text{رابطه ۹}$$

یافته‌های پژوهش

به منظور ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی هر سازمان، صرف نظر از مدل مورد استفاده و تکنیک محاسباتی، موجود بودن اطلاعات، در دسترس بودن و صحت و دقت آنها نقش

اساسی در موفقیت ارزیابی خواهد داشت. پس از معرفی شاخص‌ها و مدل ریاضی محاسبه کارایی هر یک از واحدها و سایر تکنیک‌ها، ابتدا با استفاده از نظرات خبرگان و تکنیک دلفی فازی شاخص‌های استخراج شده از ادبیات، غربال و با ترکیب آنها معیارهای بررسی کارایی، وزن‌دهی شدند. سپس به جمع‌آوری داده‌های موردنیاز و در دسترس پرداخته و پس از آن با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به محاسبه کارایی اقدام و در نهایت مناطق عملیاتی رتبه‌بندی شدند. جدول ۲ نمایانگر شاخص‌های تایید شده توسط خبرگان می‌باشد.

جدول ۳. شاخص‌های نهایی

| شاخص (ماهیت) | تعریف |
|--------------------------------------|--|
| طول خط لوله (خروجی) | مجموع طول خطوط لوله انتقال گاز تحت پوشش هر منطقه (کیلومتر) |
| بودجه کل (ورودی) | بودجه کل ریالی در اختیار هر منطقه (یکصد میلیون ریال) |
| کیفیت محصول (خروجی) | متوسط ماهانه جریان گاز خروجی در فشار متوسط گاز هر یک از مناطق (یکصد میلیون متر مکعب) |
| ایستگاه‌های تقویت فشار گاز (ورودی) | مجموع توان توربوکمپرسورهای در حال بهره‌برداری هر منطقه (مگاوات) |
| میزان انرژی مصرفی (ورودی) | متوسط ماهانه هزینه‌های مصرف سوخت، برق و آب (میلیون ریال) |
| تعداد کل پرسنل (ورودی) | متوسط تعداد کل پرسنل در سال (نفر) |
| آموزش‌های زیست محیطی و ایمنی (ورودی) | متوسط ماهانه تعداد ساعات آموزش‌های ایمنی و زیست محیطی (نفر-ساعت) |
| نرخ حوادث (خروجی) | متوسط سالانه کارکرد بدون حادثه برای پرسنل (هزار نفر-ساعت) |
| تعهد کارکنان (خروجی) | متوسط تعداد پرسنل نسبت به کارکنان ترک خدمت شده (استعفا یا اخراج) |
| بهبود و آموزش نیروی انسانی (ورودی) | متوسط ماهانه تعداد ساعات آموزش نیروی انسانی (نفر-ساعت) |

همانگونه که پیش‌تر بیان شد، به دلیل کم بودن تعداد مناطق مورد بررسی در صورت بکارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها با همه شاخص‌ها، قدرت تفکیک پذیری کافی جهت رتبه

بندی مناطق وجود ندارد. بنابراین طبق رابطه تجربی زیر که توسط چارنز، کوپر و رودز بیان شده است، حداکثر مجموع ورودی و خروجی ها سه می باشد (مهرگان، ۱۳۹۱، ص. ۱۸۷).

$$\text{تعداد واحدهای مورد ارزیابی} \leq (\text{تعداد ورودی ها} + \text{تعداد خروجی ها}) * ۳$$

با توجه به ماهیت مناطق مورد بررسی و عدم کنترل مدیریت بر خروجی ها، بهتر است جهت ارزیابی عملکرد از مدل های ورودی محور تحلیل پوششی استفاده شود تا مدیریت هر منطقه ضمن الگو قرار دادن کاراترین منطقه، نسبت به کاهش ورودی ها و در نتیجه افزایش کارایی منطقه خود اقدام نماید. بنابراین در ترکیب شاخص ها، الگوی دو ورودی و یک خروجی در نظر گرفته شد (پاپسکو و همکاران، ۲۰۱۴). از جدول فوق، شش شاخص ورودی و چهار شاخص خروجی مورد تأیید خبرگان قرار گرفت. در جداول ۳ و ۴ شاخص های نهایی شده همراه با مقادیر مربوطه (داده های سال ۱۳۹۲) ارائه شده است.

جدول ۴. شاخص های ورودی و خروجی نهایی شده همراه با مقادیر آنها در مناطق ۱۰ گانه

| ورودی ها | | | | | | | | مناطق |
|--------------------|------------------|--------------------|-------------|----------------|----------|---------|------------------|-------|
| I6 | I5 | I4 | I3 | I2 | | I1 | | |
| آموزش نیروی انسانی | آموزش ایمنی | انرژی مصرفی ماهانه | تعداد پرسنل | توان توربین ها | کمپر سور | ایستگاه | بودجه سالانه | ق |
| نفر ساعت- ماهانه | نفر ساعت- ماهانه | میلیون ریال | نفر | مگاوات | تعداد | تعداد | یکصد میلیون ریال | |
| ۴۷۰۲ | ۶۳۱ | ۲۴۶/۹ | ۶۸۸ | ۱۷۵ | ۳۰ | ۱۰ | ۲۴۲۱ | ۱ |
| ۵۵۱۷ | ۹۴۴ | ۲۳۱/۲ | ۸۷۱ | ۱۰۱۲ | ۵۳ | ۱۳ | ۲۴۸۷ | ۲ |
| ۳۹۰۰ | ۷۷۱ | ۴۴۲ | ۵۷۸ | ۵۹۷ | ۳۰ | ۱۱ | ۱۰۹۸ | ۳ |
| ۱۶۴۸ | ۵۸۳ | ۵۳۷ | ۳۶۸ | ۳۴ | ۷ | ۲ | ۹۴۹ | ۴ |
| ۴۳۱۴ | ۵۹۳ | ۴۶۳ | ۷۹۰ | ۱۲۱۸ | ۴۷ | ۱۲ | ۲۶۰۲ | ۵ |
| ۱۷۸۶ | ۳۹۹ | ۱۴۹ | ۲۲۸ | ۷۴ | ۹ | ۳ | ۸۵۳ | ۶ |
| ۱۱۳۳ | ۲۳۴ | ۱۸۸ | ۲۱۶ | ۴۲ | ۴ | ۱ | ۹۷۳ | ۷ |
| ۲۷۶۸ | ۷۹۹ | ۴۶۶ | ۶۳۹ | ۴۰۰ | ۳۲ | ۹ | ۱۶۱۵ | ۸ |
| ۲۰۶۷ | ۵۱۰ | ۲۷۴ | ۳۴۰ | ۱۳۳ | ۱۵ | ۵ | ۱۱۹۰ | ۹ |
| ۱۵۹۸ | ۳۰۶ | ۱۹۶ | ۲۸۲ | ۱۲۷ | ۵ | ۲ | ۶۷۹ | ۱۰ |
| ۲۷۵۷۳ | ۵۷۶۷ | ۳۱۹۱ | ۵۰۰۰ | ۳۸۱۲ | ۲۳۲ | ۶۸ | ۱۴۸۶۷ | جمع |

جدول ۵. شاخص‌های خروجی نهایی شده همراه با مقادیر آنها در مناطق ۱۰ گانه

| خروجی‌ها | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|------------|-----------|-----------------------------|-------|---|
| O4 | O3 | | O2 | O1 | | |
| کارکرد سالانه بدون حادثه | متوسط پرسنل به ترک خدمت | ترک خدمت | خطوط لوله | خروجی گاز در فشار استاندارد | مناطق | |
| هزار نفر ساعت | تعداد پرسنل به ازای هر ترک خدمت | نفر در سال | کیلومتر | یکصد میلیون متر مکعب-سالانه | | |
| ۲۵۶ | ۶/۴ | ۱۰۷ | ۲۲۵۳ | ۲۰۰ | | ۱ |
| ۵۵۱۶ | ۶/۸ | ۱۲۸ | ۴۹۴۸ | ۱۰۶۳ | | ۲ |
| ۲۱۵۵ | ۷/۴ | ۷۸ | ۳۵۱۳ | ۸۷۳ | | ۳ |
| ۱۹۲۷ | ۵/۳ | ۶۹ | ۴۶۱۳ | ۱۶۴ | | ۴ |
| ۱۷۳۱ | ۷ | ۱۱۳ | ۴۱۵۸ | ۱۱۳۱ | | ۵ |
| ۳۰۳۴ | ۷/۴ | ۳۱ | ۲۷۴۰ | ۷۱/۸ | | ۶ |
| ۷۳۰/۵ | ۱۱/۴ | ۱۹ | ۳۶۴۷ | ۲۳۴ | | ۷ |
| ۱۸۶۸ | ۶/۸ | ۹۴ | ۳۷۸۹ | ۲۵۲ | | ۸ |
| ۱۰۶ | ۷/۶ | ۴۵ | ۱۳۳۱ | ۱۶۶ | ۹ | |
| ۱۹۹۱ | ۱۰/۹ | ۲۶ | ۱۹۲۲ | ۱۲۱۸ | ۱۰ | |
| ۱۹۳۱۲ | ۷۶/۹ | ۷۱۰ | ۳۲۹۱۴ | ۵۳۷۲ | جمع | |

به منظور فیلتر کردن این شاخص‌های ورودی و خروجی، پرسشنامه‌ای تهیه شده و برای ۱۴ نفر از خبرگان ارسال شد. ایشان در خصوص درجه مربوط بودن این شاخص‌ها به صورت متغیرهای زبانی اظهار نظر کردند. برای مرحله اول، با منطق دلفی فازی تحلیل صورت گرفت و مجدداً برای ایشان ارسال شد. مجدداً از خبرگان خواسته شد تا نظرات خود را نسبت به نتایج و معیارها بیان کنند. طبق منطق روش دلفی فازی، قرار بود که این فرآیند تا جایی ادامه پیدا کند که اختلاف میانگین نظرات هر مرحله نسبت به مرحله قبلی برای تک تک شاخص‌ها کمتر از ۰/۲ باشد. آستانه حساسیت نیز ۰/۷ در نظر گرفته شده بود. به عبارت دیگر شاخص‌های دارای

میانگین قطعی شده کمتر از ۰/۷ از فرآیند پژوهش حذف شدند. در انتهای مرحله دوم، شاخص‌های نهایی به ترتیب زیر نهایی شد.

جدول ۶. وضعیت شاخصهای ورودی و خروجی در مرحله دوم دلفی فازی

| ارزش زبانی | کاملاً موفق | موافق | متوسط | مخالف | کاملاً مخالف | میانگین غیر فازی شده | تفاوت میانگین |
|------------------------------|--------------|--------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------|
| معیار- ارزش فازی | (۰/۷۵، ۱، ۱) | (۰/۷۵، ۱) (۰/۵) | (۰/۷۵) ،۰/۵ (۰/۲۵) | ،۰/۵ ،۰/۲۵ (۰/۰) | کاملاً مخالف (۰/۲۵) (۰/۰، ۰/۰) | | |
| میزان انرژی مصرفی | ۷ | ۳ | ۳ | ۱ | ۰/۰۰ | ۰/۷۶ | ۰/۰۵ |
| سطح تکنولوژی به کار رفته | ۱ | ۰/۰۰ | ۷ | ۳ | ۳ | ۰/۳۸ | ۰/۰۱ |
| ایستگاه‌های تقویت فشار گاز | ۷ | ۵ | ۲ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۸۲ | ۰/۰۴ |
| کیفیت محصول خروجی | ۸ | ۵ | ۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۸۵ | ۰/۰۲ |
| طول خط لوله تحت کنترل منطقه | ۹ | ۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۸۸ | -۰/۰۱ |
| مراکز گاز استانی تحت پوشش | ۱ | ۲ | ۵ | ۳ | ۳ | ۰/۴۲ | -۰/۰۹ |
| بهبود و آموزش نیروی انسانی | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۰/۰۰ | ۰/۷۰ | ۰/۱۰ |
| سطح تحصیلات نیروی شاغل | ۳ | ۴ | ۵ | ۱ | ۱ | ۰/۶۲ | ۰/۰۷ |
| تعهد کارکنان | ۵ | ۵ | ۲ | ۲ | ۰/۰۰ | ۰/۷۲ | ۰/۰۳ |
| تعداد کل پرسنل | ۶ | ۴ | ۳ | ۱ | ۰/۰۰ | ۰/۷۵ | ۰/۰۵ |
| جانشین پرووری | ۱ | ۱ | ۸ | ۳ | ۱ | ۰/۴۶ | ۰/۰۵ |
| نظام پیشنهادات | ۰/۰۰ | ۲ | ۷ | ۱ | ۴ | ۰/۳۹ | -۰/۱۵ |
| آموزش‌های زیست محیطی و ایمنی | ۵ | ۵ | ۳ | ۱ | ۰/۰۰ | ۰/۷۴ | ۰/۰۵ |
| نرخ حوادث | ۶ | ۳ | ۴ | ۱ | ۰/۰۰ | ۰/۷۳ | -۰/۱۰ |
| برون سپاری | ۲ | ۵ | ۴ | ۲ | ۱ | ۰/۵۹ | ۰/۰۳ |
| بودجه کل | ۹ | ۴ | ۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۸۷ | -۰/۰۱ |
| تعهد پیمانکاران | ۳ | ۵ | ۳ | ۳ | ۰/۰۰ | ۰/۶۳ | ۰/۱۰ |

| تفاوت میانگین | میانگین غیر فازی شده | کاملا مخالف | مخالف | متوسط | موافق | کاملا موافق | ارزش زبانی |
|---------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------|
| | | (۰/۲۵، ۰/۰، ۰/۰) | (۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۰) | (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) | (۰/۷۵، ۱، ۰/۵) | (۰/۷۵، ۱، ۱) | معیار-ارزش فازی |
| -۰/۰۷ | ۰/۳۷ | ۳ | ۵ | ۳ | ۳ | ۰/۰۰ | صرفه جویی‌ها |
| -۰/۰۳ | ۰/۴۰ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | پروژه‌های عمرانی |
| ۰/۰۵ | ۰/۵۲ | ۰/۰۰ | ۳ | ۷ | ۴ | ۰/۰۰ | تحقیق و پژوهش |

همانگونه که از جدول بالا بر می آید، ۶ شاخص ورودی و ۴ شاخص خروجی مورد اجماع خبرگان قرار گرفته است. اگر شش شاخص ورودی به دسته‌های دوتایی تقسیم شوند، حاصل آن ۱۵ گروه ورودی است. از طرف دیگر نیز چهار شاخص خروجی نهایی شده است. بنابراین ۶۰ ترکیب مختلف ورودی - خروجی حاصل می‌شود که در هر ترکیب یک خروجی و دو ورودی قرار دارد. هر ترکیب به عنوان یک معیار در ماتریس تصمیم در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه ترکیب ۶۰ تایی ورودی و خروجی زیاد است، لازم است که در این مرحله نیز غربالگری صورت گیرد. بنابراین مجدداً منطق دلفی فازی به کمک گرفته شده است. حد آستانه پذیرش نهایی ترکیب‌ها و حد آستانه اجماع در خصوص ایشان معادل حالت قبل (۰/۷ و ۰/۲) تعریف شده است. در این قسمت نیز پس از مرحله رفت و برگشت بین خبرگان، جدول نهایی مربوط به اولویت‌بندی ترکیب‌های مختلف به ترتیب زیر می‌باشد:

جدول ۷. وضعیت ترکیب‌های مختلف در مرحله سوم دلفی فازی

| تفاوت میانگین | میانگین غیر فازی شده | کاملا مخالف | مخالف | متوسط | موافق | کاملا موافق | ارزش زبانی |
|---------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|-------------|
| | | (۰/۲۵، ۰/۰، ۰/۰) | (۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۰) | (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵) | (۰/۷۵، ۱، ۰/۵) | (۰/۷۵، ۱، ۱) | معیار-ترکیب |
| ۰/۰۱ | ۰/۹۶ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱۴ | I1-I2-O1 |
| ۰/۰۳ | ۰/۹۴ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱ | ۱۳ | I1-I2-O2 |
| -۰/۰۲ | ۰/۴۵ | ۰/۰۰ | ۶ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I2-O3 |
| ۰/۰۲ | ۰/۷۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۵ | ۶ | ۳ | I1-I2-O4 |

| تفاوت میانگین | میانگین غیر فازی شده | کاملا مخالف | مخالف | متوسط | موافق | کاملا موافق | ارزش زبانی معیار-ترکیب |
|---------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| | | (۰/۰، ۰/۰، ۰/۲۵) | (۰/۰، ۰/۲۵، ۰/۵) | (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵) | (۰/۵، ۰/۷۵، ۱) | (۰/۷۵، ۱، ۱) | |
| ۰/۰۲ | ۰/۳۷ | ۳ | ۵ | ۳ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I3-O1 |
| ۰/۰۲ | ۰/۳۵ | ۴ | ۴ | ۳ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I3-O2 |
| ۰/۰۱ | ۰/۷۷ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۳ | ۷ | I1-I3-O3 |
| ۰/۰۱ | ۰/۷۷ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۳ | ۷ | I1-I3-O4 |
| -۰/۰۳ | ۰/۷۳ | ۰/۰۰ | ۱ | ۴ | ۳ | ۶ | I1-I4-O1 |
| ۰/۰۲ | ۰/۷۸ | ۰/۰۰ | ۱ | ۲ | ۴ | ۷ | I1-I4-O2 |
| -۰/۰۴ | ۰/۴۲ | ۲ | ۴ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I4-O3 |
| ۰/۰۰ | ۰/۳۴ | ۵ | ۳ | ۳ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I4-O4 |
| ۰/۰۴ | ۰/۳۷ | ۳ | ۵ | ۳ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I5-O1 |
| ۰/۰۴ | ۰/۳۸ | ۲ | ۶ | ۳ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I5-O2 |
| -۰/۰۷ | ۰/۴۲ | ۲ | ۴ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I5-O3 |
| -۰/۰۲ | ۰/۴۲ | ۲ | ۴ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I1-I5-O4 |
| -۰/۰۲ | ۰/۷۳ | ۰/۰۰ | ۲ | ۲ | ۴ | ۶ | I1-I6-O1 |
| ۰/۰۴ | ۰/۸۲ | ۰/۰۰ | ۱ | ۱ | ۴ | ۸ | I1-I6-O2 |
| -۰/۰۳ | ۰/۵۷ | ۰/۰۰ | ۳ | ۶ | ۳ | ۲ | I1-I6-O3 |
| ۰/۰۰ | ۰/۵۵ | ۰/۰۰ | ۴ | ۵ | ۳ | ۲ | I1-I6-O4 |
| ۰/۰۰ | ۰/۶۲ | ۰/۰۰ | ۲ | ۶ | ۳ | ۳ | I2-I3-O1 |
| ۰/۰۴ | ۰/۶۳ | ۰/۰۰ | ۲ | ۵ | ۴ | ۳ | I2-I3-O2 |
| -۰/۰۳ | ۰/۵۷ | ۰/۰۰ | ۳ | ۶ | ۳ | ۲ | I2-I3-O3 |
| ۰/۰۰ | ۰/۶۷ | ۰/۰۰ | ۱ | ۶ | ۳ | ۴ | I2-I3-O4 |
| ۰/۰۱ | ۰/۸۸ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۱۰ | I2-I4-O1 |
| ۰/۰۴ | ۰/۹۴ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱ | ۱۳ | I2-I4-O2 |
| -۰/۰۴ | ۰/۴۲ | ۲ | ۴ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I2-I4-O3 |
| ۰/۰۷ | ۰/۷۷ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۳ | ۷ | I2-I4-O4 |
| ۰/۰۰ | ۰/۴۳ | ۱ | ۵ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I2-I5-O1 |
| -۰/۰۲ | ۰/۴۲ | ۲ | ۴ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I2-I5-O2 |
| -۰/۰۷ | ۰/۳۷ | ۴ | ۳ | ۴ | ۳ | ۰/۰۰ | I2-I5-O3 |
| ۰/۰۰ | ۰/۳۸ | ۳ | ۴ | ۵ | ۱ | ۱ | I2-I5-O4 |

| تفاوت میانگین | میانگین غیر فازی شده | کاملا مخالف | مخالف | متوسط | موافق | کاملا موافق | ارزش زبانی معیار-ترکیب |
|------------------|-------------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| | | (۰/۰، ۰/۰، ۰/۲۵) | (۰/۰، ۰/۲۵، ۰/۵) | (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵) | (۰/۵، ۰/۷۵، ۱) | (۰/۷۵، ۱، ۱) | |
| ۰/۰۳ | ۰/۶۷ | ۱ | ۱ | ۴ | ۳ | ۵ | I2-I6-O1 |
| -۰/۰۱ | ۰/۷۲ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۶ | ۴ | I2-I6-O2 |
| -۰/۰۴ | ۰/۳۰ | ۴ | ۵ | ۴ | ۱ | ۰/۰۰ | I2-I6-O3 |
| -۰/۰۴ | ۰/۴۳ | ۲ | ۴ | ۵ | ۲ | ۱ | I2-I6-O4 |
| -۰/۰۴ | ۰/۳۳ | ۳ | ۶ | ۳ | ۲ | ۰/۰۰ | I3-I4-O1 |
| ۰/۰۰ | ۰/۶۴ | ۰/۰۰ | ۱ | ۶ | ۵ | ۲ | I3-I4-O2 |
| -۰/۰۲ | ۰/۴۵ | ۱ | ۴ | ۶ | ۳ | ۰/۰۰ | I3-I4-O3 |
| ۰/۰۵ | ۰/۴۲ | ۴ | ۱ | ۵ | ۴ | ۰/۰۰ | I3-I4-O4 |
| -۰/۰۴ | ۰/۲۹ | ۷ | ۱ | ۴ | ۲ | ۰/۰۰ | I3-I5-O1 |
| -۰/۰۳ | ۰/۳۱ | ۳ | ۶ | ۴ | ۱ | ۰/۰۰ | I3-I5-O2 |
| ۰/۰۲ | ۰/۷۷ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۴ | ۴ | ۶ | I3-I5-O3 |
| ۰/۰۱ | ۰/۸۸ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۱۰ | I3-I5-O4 |
| ۰/۰۰ | ۰/۷۰ | ۰/۰۰ | ۲ | ۲ | ۶ | ۴ | I3-I6-O1 |
| ۰/۰۵ | ۰/۷۴ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۵ | ۵ | I3-I6-O2 |
| ۰/۰۱ | ۰/۷۸ | ۰/۰۰ | ۱ | ۲ | ۴ | ۷ | I3-I6-O3 |
| -۰/۰۲ | ۰/۳۵ | ۳ | ۴ | ۶ | ۱ | ۰/۰۰ | I3-I6-O4 |
| -۰/۰۲ | ۰/۴۲ | ۲ | ۳ | ۷ | ۲ | ۰/۰۰ | I4-I5-O1 |
| ۰/۰۳ | ۰/۴۵ | ۰/۰۰ | ۶ | ۵ | ۳ | ۰/۰۰ | I4-I5-O2 |
| ۰/۰۷ | ۰/۷۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۳ | ۷ | I4-I5-O3 |
| ۰/۰۰ | ۰/۶۶ | ۰/۰۰ | ۲ | ۳ | ۷ | ۲ | I4-I5-O4 |
| ۰/۰۴ | ۰/۶۰ | ۱ | ۲ | ۴ | ۴ | ۳ | I4-I6-O1 |
| ۰/۰۰ | ۰/۷۲ | ۰/۰۰ | ۱ | ۳ | ۶ | ۴ | I4-I6-O2 |
| -۰/۰۴ | ۰/۲۷ | ۶ | ۳ | ۴ | ۱ | ۰/۰۰ | I4-I6-O3 |
| ۰/۰۰ | ۰/۳۸ | ۲ | ۵ | ۵ | ۲ | ۰/۰۰ | I4-I6-O4 |
| -۰/۰۳ | ۰/۳۲ | ۴ | ۵ | ۳ | ۲ | ۰/۰۰ | I5-I6-O1 |
| -۰/۰۴ | ۰/۳۵ | ۲ | ۵ | ۷ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | I5-I6-O2 |
| ۰/۰۳ | ۰/۸۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۲ | ۳ | ۹ | I5-I6-O3 |
| ۰/۰۰ | ۰/۹۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱ | ۲ | ۱۱ | I5-I6-O4 |

پس از غربالگری ۶۰ حالت ممکن، ۲۲ ترکیب جهت ارزیابی و محاسبه کارایی واحدها به صورت جدول زیر نهایی شده که با استفاده از روش سوآرا وزن دهی شدند. در جدول زیر مراحل مختلف اجرای روش سوآرا در قالب ستون‌های مختلف مشخص شده است.

جدول ۸. محاسبه وزن معیارها به روش سوآرا

| ترکیب ورودی‌ها و خروجی‌ها | معیار | Sj دیندگاه خبرگان | $K_j = S_j + 1$ | $W_j = \frac{W_{j-1}}{K_j}$ $W_1=1$ | $Q_j = \frac{W_j}{\sum W_j}$ |
|---------------------------|-------|-------------------------|-----------------|--|------------------------------|
| I1-I2-O1 | C1 | | ۱ | ۱ | ۰/۰۵۳۰ |
| I1-I2-O2 | C2 | ۰/۰۱۵ | ۱/۰۱۵ | ۰/۹۸۵ | ۰/۰۵۲۳ |
| I2-I4-O2 | C3 | ۰/۰۰ | ۱ | ۰/۹۸۵ | ۰/۰۵۲۳ |
| I5-I6-O4 | C4 | ۰/۰۴۷ | ۱/۰۴۷ | ۰/۹۴۱ | ۰/۰۴۹۹ |
| I2-I4-O1 | C5 | ۰/۰۱۵ | ۱/۰۱۵ | ۰/۹۲۷ | ۰/۰۴۹۲ |
| I3-I5-O4 | C6 | ۰/۰۰ | ۱ | ۰/۹۲۷ | ۰/۰۴۹۲ |
| I5-I6-O3 | C7 | ۰/۰۳۳ | ۱/۰۳۳ | ۰/۸۹۷ | ۰/۰۴۷۶ |
| I1-I6-O2 | C8 | ۰/۰۳۳ | ۱/۰۳۳ | ۰/۸۶۹ | ۰/۰۴۶۱ |
| I1-I4-O2 | C9 | ۰/۰۳۲ | ۱/۰۳۲ | ۰/۸۴۲ | ۰/۰۴۴۷ |
| I3-I6-O3 | C10 | ۰/۰۰ | ۱ | ۰/۸۴۲ | ۰/۰۴۴۷ |
| I3-I5-O3 | C11 | ۰/۰۱۵ | ۱/۰۱۵ | ۰/۸۲۹ | ۰/۰۴۴۰ |
| I1-I3-O3 | C12 | ۰/۰۰۳ | ۱/۰۰۳ | ۰/۸۲۷ | ۰/۰۴۳۹ |
| I1-I3-O4 | C13 | ۰/۰۰۰ | ۱ | ۰/۸۲۷ | ۰/۰۴۳۹ |
| I2-I4-O4 | C14 | ۰/۰۰۰ | ۱ | ۰/۸۲۷ | ۰/۰۴۳۹ |
| I3-I6-O2 | C15 | ۰/۰۳۰ | ۱/۰۳ | ۰/۸۰۳ | ۰/۰۴۲۶ |
| I1-I4-O1 | C16 | ۰/۰۰۳ | ۱/۰۰۳ | ۰/۸۰۰ | ۰/۰۴۲۵ |
| I1-I6-O1 | C17 | ۰/۰۰۰ | ۱ | ۰/۸۰۰ | ۰/۰۴۲۵ |
| I2-I6-O2 | C18 | ۰/۰۱۲ | ۱/۰۱۲ | ۰/۷۹۱ | ۰/۰۴۲۰ |
| I4-I6-O2 | C19 | ۰/۰۰۰ | ۱ | ۰/۷۹۱ | ۰/۰۴۲۰ |
| I4-I5-O3 | C20 | ۰/۰۰۶ | ۱/۰۰۶ | ۰/۷۸۶ | ۰/۰۴۱۷ |
| I1-I2-O4 | C21 | ۰/۰۰۹ | ۱/۰۰۹ | ۰/۷۷۹ | ۰/۰۴۱۳ |
| I3-I6-O1 | C22 | ۰/۰۰۳ | ۱/۰۰۳ | ۰/۷۷۷ | ۰/۰۴۱۲ |
| | Σ | | | ۱۸/۸۵۴ | ۱ |

پس از تعیین وزن هر یک از ترکیب‌ها (هر ترکیب به عنوان یک معیار در ماتریس تصمیم مرحله نهایی به کار گرفته می‌شود)، در این مرحله لازم بود برای ده منطقه در هر معیار طبق دو مدل ورودی محور بازده به مقیاس ثابت و متغیر کارایی محاسبه شود. با توجه به نتایج، اگر کارایی منطقه دارای بازده ثابت باشد از کارایی مدل BCC و در غیر این صورت از مدل CCR جهت رتبه‌بندی استفاده شد. لازم به ذکر است که کلیه مدل‌ها توسط افزونه DEA Frontier در نرم‌افزار اکسل تحلیل شده‌اند. به طور مثال دو مدل پارامتریک CCR و BCC مرتبط با منطقه اول بر اساس معیار اول (C1) به ترتیب زیر می‌باشند. این مدل‌ها برای تمامی مناطق باید محاسبه شوند.

مدل CCR منطقه اول مبتنی بر معیار اول

$$\text{Min } Y_0 = \theta$$

St:

$$200\lambda_1 + 1063\lambda_2 + 873\lambda_3 + 164\lambda_4 + 1131\lambda_5 + 72\lambda_6 + 234\lambda_7 + 252\lambda_8 + 166\lambda_9 + 1218\lambda_{10}$$

$$0 \geq 200$$

$$2421\lambda_1 + 2487\lambda_2 + 1098\lambda_3 + 949\lambda_4 + 2602\lambda_5 + 853\lambda_6 + 973\lambda_7 + 1615\lambda_8 + 1190\lambda_9 +$$

$$679\lambda_{10} \leq 2421 \theta$$

$$175\lambda_1 + 1012\lambda_2 + 597\lambda_3 + 34\lambda_4 + 1218\lambda_5 + 74\lambda_6 + 42\lambda_7 + 400\lambda_8 + 133\lambda_9 + 127\lambda_{10}$$

$$\leq 175 \theta$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad , \quad \theta \text{ آزاد در علامت}$$

مدل BCC منطقه اول مبتنی بر معیار اول

$$\text{Min } Y_0 = \theta$$

St:

$$200\lambda_1 + 1063\lambda_2 + 873\lambda_3 + 164\lambda_4 + 1131\lambda_5 + 72\lambda_6 + 234\lambda_7 + 252\lambda_8 + 166\lambda_9 + 1218\lambda_{10}$$

$$0 \geq 200$$

$$2421\lambda_1 + 2487\lambda_2 + 1098\lambda_3 + 949\lambda_4 + 2602\lambda_5 + 853\lambda_6 + 973\lambda_7 + 1615\lambda_8 + 1190\lambda_9 +$$

$$679\lambda_{10} \leq 2421 \theta$$

$$175\lambda_1 + 1012\lambda_2 + 597\lambda_3 + 34\lambda_4 + 1218\lambda_5 + 74\lambda_6 + 42\lambda_7 + 400\lambda_8 + 133\lambda_9 + 127\lambda_{10}$$

$$\leq 175 \theta$$

$$\sum \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad , \quad \theta \text{ آزاد در علامت}$$

همانند دو مدل فوق لازم است ۱۸ مدل برای ۹ منطقه دیگر نیز حل شود تا کارایی هر ۱۰

منطقه نسبت به معیار اول مشخص شود و در نهایت برای هر منطقه نسبت به هر معیار یک کارایی محاسبه می‌شود. در جدول ۶ کارایی مناطق مختلف بر اساس معیارهای ۲۲ گانه (ترکیبات مختلف دو ورودی و یک خروجی) محاسبه شده است. این جدول، ماتریس تصمیم مربوط به مرحله نهایی است که رتبه‌بندی مناطق با روش واسپاس انجام می‌شود.

جدول ۹. کارایی مناطق عملیاتی بر اساس ترکیبهای ۲۲ گانه ورودی و خروجی

| گزینه‌ها | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| وزن معیارها | معیارها | منطقه ۱۰ | منطقه ۹ | منطقه ۸ | منطقه ۷ | منطقه ۶ | منطقه ۵ | منطقه ۴ | منطقه ۳ | منطقه ۲ | منطقه ۱ |
| ۰/۰۵۳ | C1 | ۱ | ۰/۶۶۵ | ۰/۴۲ | ۰/۹۵۷ | ۰/۹۸۱ | ۰/۲۶۱ | ۱ | ۰/۶۱۸ | ۰/۲۷۳ | ۰/۳۵۸ |
| ۰/۰۵۲ | C2 | ۱ | ۰/۶۶۵ | ۰/۵۳۶ | ۰/۹۵۷ | ۰/۹۸۱ | ۰/۳۴۷ | ۱ | ۰/۷۶۴ | ۱ | ۰/۳۵۸ |
| ۰/۰۵۲ | C3 | ۰/۷۵۹ | ۰/۵۴۸ | ۰/۴۱۲ | ۱ | ۱ | ۰/۴۴ | ۱ | ۰/۴۰۶ | ۱ | ۰/۶۰۲ |
| ۰/۰۵ | C4 | ۱ | ۰/۵۴۸ | ۰/۵۲۶ | ۱ | ۱ | ۰/۴۹۱ | ۰/۸۹۳ | ۰/۴۱۶ | ۱ | ۰/۳۷۱ |
| ۰/۰۴۹ | C5 | ۱ | ۰/۵۶۶ | ۰/۳۳۵ | ۱ | ۱ | ۰/۴۱۶ | ۱ | ۰/۴۱۱ | ۰/۸۱۹ | ۰/۶۲۳ |
| ۰/۰۴۹ | C6 | ۱ | ۰/۶۳۵ | ۰/۳۸۵ | ۱ | ۱ | ۰/۴۹۱ | ۰/۶۰۴ | ۰/۴۲۷ | ۱ | ۰/۳۷۱ |
| ۰/۰۴۸ | C7 | ۰/۷۶۶ | ۰/۵۴۸ | ۰/۴۰۹ | ۱ | ۰/۶۳۵ | ۰/۳۹۵ | ۰/۶۸۸ | ۰/۳۰۴ | ۰/۲۴۸ | ۰/۳۷۱ |
| ۰/۰۴۶ | C8 | ۱ | ۰/۶۷۷ | ۰/۵۵۲ | ۱ | ۰/۸۹۶ | ۰/۳۵۷ | ۱ | ۰/۷۶۴ | ۱ | ۰/۳۱۳ |
| ۰/۰۴۵ | C9 | ۱ | ۰/۶۳۷ | ۰/۵۸۹ | ۱ | ۱ | ۰/۵۴ | ۱ | ۰/۷۸۸ | ۱ | ۰/۶۰۲ |
| ۰/۰۴۵ | C10 | ۰/۷۶۶ | ۰/۶۳۵ | ۰/۴۰۹ | ۱ | ۰/۹۴۷ | ۰/۲۷۳ | ۰/۶۸۸ | ۰/۳۷۴ | ۰/۲۴۸ | ۰/۳۱۴ |
| ۰/۰۴۴ | C11 | ۰/۷۶۶ | ۰/۶۳۵ | ۰/۳۳۸ | ۱ | ۰/۹۴۷ | ۰/۳۹۵ | ۰/۵۸۷ | ۰/۳۷۴ | ۰/۲۴۸ | ۰/۳۷۱ |
| ۰/۰۴۴ | C12 | ۱ | ۰/۶۹۵ | ۰/۴۳۲ | ۱ | ۱ | ۰/۳۰۸ | ۰/۷۴۴ | ۰/۶۱۸ | ۰/۳ | ۰/۳۴۲ |
| ۰/۰۴۴ | C13 | ۱ | ۰/۶۹۵ | ۰/۴۳۲ | ۱ | ۱ | ۰/۳۰۸ | ۰/۷۴۴ | ۰/۶۴۳ | ۱ | ۰/۳۴۲ |
| ۰/۰۴۴ | C14 | ۰/۷۵۹ | ۰/۵۴۸ | ۰/۳۱۹ | ۱ | ۱ | ۰/۳۲۱ | ۱ | ۰/۳۳۶ | ۱ | ۰/۶۰۲ |
| ۰/۰۴۳ | C15 | ۰/۷۶۶ | ۰/۶۳۵ | ۰/۴۳۷ | ۱ | ۰/۹۴۷ | ۰/۳۷۵ | ۱ | ۰/۳۷۴ | ۱ | ۰/۳۱۴ |
| ۰/۰۴۲ | C16 | ۱ | ۰/۶۳۷ | ۰/۴۲ | ۰/۸۴۲ | ۱ | ۰/۴۱۶ | ۰/۷۱۵ | ۰/۶۱۸ | ۰/۸۱۹ | ۰/۶۲۳ |
| ۰/۰۴۲ | C17 | ۱ | ۰/۶۷۷ | ۰/۵۰۲ | ۱ | ۰/۸۵۲ | ۰/۳۶۱ | ۰/۸۴۹ | ۰/۶۱۸ | ۰/۲۸۳ | ۰/۳۱۳ |
| ۰/۰۴۲ | C18 | ۰/۷۰۹ | ۰/۵۴۸ | ۰/۴۳۷ | ۱ | ۰/۶۳۵ | ۰/۳۲۶ | ۱ | ۲۹۱ | ۱ | ۰/۲۴۱ |
| ۰/۰۴۲ | C19 | ۰/۸۷۶ | ۰/۶۴۳ | ۰/۴۸۲ | ۱ | ۱ | ۰/۵۵۶ | ۱ | ۰/۴۰۹ | ۱ | ۰/۶۰۲ |
| ۰/۰۴۲ | C20 | ۰/۹۳۲ | ۰/۶۱۶ | ۰/۳۷۱ | ۱ | ۱ | ۰/۴۰۳ | ۰/۴۰۲ | ۰/۳۸۹ | ۰/۶۴۳ | ۰/۶۱۳ |
| ۰/۰۴۱ | C21 | ۱ | ۰/۶۶۵ | ۰/۴۲ | ۰/۹۵۷ | ۱ | ۰/۲۶۱ | ۱ | ۰/۶۴۳ | ۱ | ۰/۳۵۸ |
| ۰/۰۴۱ | C22 | ۱ | ۱ | ۰/۳۶۸ | ۱ | ۰/۹۴۷ | ۰/۳۵۵ | ۰/۶۲۵ | ۰/۴۴۸ | ۰/۳۱۲ | ۰/۳۱۴ |

در مرحله نهایی، به کمک روش واسپاس کارایی مناطق ۱۰ گانه محاسبه شده و رتبه‌بندی بر مبنای آن صورت می‌گیرد که جزییات محاسبات در جدول زیر آورده شده است. بر اساس این روش ابتدا مقدار جمع وزنی (WSM) به ازای هر گزینه محاسبه می‌شود. این مقدار معادل حاصل جمع حاصل ضرب وزن معیارها در مقادیر مربوط به آن گزینه است. به طور مثال برای محاسبه WSM_1 باید اعداد ستون اول (مقدار کارایی منطقه ۱ به ازای تمامی ۲۲ ترکیب ورودی و خروجی) در وزن هر ترکیب یا معیار (C_j) ضرب شده و با هم جمع بسته شوند. این مقدار برای تمامی گزینه محاسبه شده و در جدول ۷ نشان داده شده است. در ادامه مقدار ضرب وزنی (WPM) به ازای هر گزینه باید محاسبه شود. این مقدار معادل حاصل ضرب کارایی هر منطقه به توان وزن ترکیب‌های مختلف است که در جدول زیر ارائه شده است. در نهایت نیز با اختصاص وزن مساوی به دو مقدار فوق، کارایی نهایی معادل میانگین این دو می‌باشد.

جدول ۹. رتبه‌بندی مناطق ۱۰ گانه بر اساس روش واسپاس

| گزینه‌ها (مناطق) | | | | | | | | | | |
|------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| مناطق | منطقه ۷ | منطقه ۶ | منطقه ۱۰ | منطقه ۴ | منطقه ۲ | منطقه ۹ | منطقه ۳ | منطقه ۸ | منطقه ۱ | منطقه ۵ |
| WSM | ۰/۹۸۶ | ۰/۹۳۸ | ۰/۹۰۷ | ۰/۸۲۵ | ۰/۶۳۸ | ۰/۶۳۴ | ۰/۴۸ | ۰/۴۲۸ | ۰/۴۰۶ | ۰/۳۷۴ |
| WPM | ۰/۹۸۷ | ۰/۹۴۵ | ۰/۹۱۵ | ۰/۸۴۷ | ۰/۷۳۸ | ۰/۶۳۹ | ۰/۵۰۳ | ۰/۴۳۴ | ۰/۴۲۴ | ۰/۳۸۲ |
| کارایی نهایی | ۰/۹۹ | ۰/۹۴ | ۰/۹۱ | ۰/۸۴ | ۰/۶۹ | ۰/۶۴ | ۰/۴۹ | ۰/۴۳ | ۰/۴۱ | ۰/۳۸ |
| رتبه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ |

به منظور اطمینان از رتبه‌بندی نهایی، نتایج حاصله در اختیار سه نفر از مدیران ارشد قرار گرفت. ایشان میزان موافقت خود در مورد رتبه‌بندی حاصل از محاسبات فوق را ارائه نمودند. میزان اتفاق نظر ایشان با رتبه‌بندی حاصله به صورت دوبرو بر اساس شاخص کاپای کوهن محاسبه شد. در نهایت میانگین شاخص کاپای کوهن که معادل میانگین میزان موافقت

خبرگان با رتبه‌بندی حاصل است معادل ۰/۶۷ محاسبه گردید. با توجه به اینکه این عدد در دامنه دوم این شاخص قرار می‌گیرد، نشان می‌دهد که خبرگان تا حد زیادی با رتبه‌بندی انجام شده موافق هستند.

نتیجه‌گیری

در طی سالیان اخیر توجه به ارزیابی عملکرد سازمانی موجب گسترش چارچوبها و مدل‌هایی نظیر کارت امتیازدهی متوازن، مدل‌های تعالی سازمانی، هزینه یابی بر مبنای فعالیت و ... گردیده که هر یک مزایای گسترده‌ای را ارائه نموده‌اند. اگرچه سالیان زیادی، تک بعدی بودن و ارزیابی با توجه به اطلاعات ناکافی و نامناسب مشکل سیستم‌های ارزیابی عملکرد بود اما مشکل امروزه، اندازه‌گیری موضوعات بسیاری است که این انبوه اطلاعات موجب آزار مدیران شده است و بسیاری از سازمانها اسیر اندازه‌گیری شاخص‌های فراوان شده‌اند. یکی از روش‌های موثر در برخورد با انبوه داده‌ها و محاسبه کارایی، روش «تحلیل پوششی داده‌ها» می‌باشد که با وجود برخی محدودیتها، یک ابزار توانمند، استاندارد و شفاف است که به مدیران اجازه می‌دهد تا تعداد نسبتاً زیادی ورودی و خروجی، با مقیاس‌های متفاوت را بطور همزمان مورد تحلیل قرار دهند.

در این پژوهش، عملکرد مناطق عملیاتی انتقال گاز بعنوان یکی از حلقه‌های حیاتی شرکت ملی گاز ایران مورد بررسی قرار گرفت که به منظور تحلیل اطلاعات بدست آمده و اندازه‌گیری کارایی هر یک از واحدها، از مدل‌های ورودی محور بازده به مقیاس ثابت و متغیر استفاده شده است. همانگونه که در جدول ۷ مشخص است مناطق هفت، شش و ده دارای کارایی بالای ۹۰ درصد بوده و مناطق سه، هشت، یک و پنج نیز با داشتن نمره کارایی کمتر از ۵۰ درصد عملکرد مطلوبی در دوره تحت بررسی نداشته‌اند.

در این مقاله تلاش شد که چارچوبی به منظور رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده با تعداد کم و شاخص‌های ورودی و خروجی نسبتاً زیاد به گونه‌ای ارائه شود که قدرت تفکیک بین واحدها فراهم شود. لذا از ترکیب دو دسته تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری چند

معیاره استفاده شد. علت افزایش قدرت تفکیک پذیری نیز استفاده از خروجی های MADM به عنوان ضرایب فنی یا پارامترهای مدل های DEA می باشد. به عبارت دیگر مشابه تحقیقات پیشین، فقط به وزندهی شاخص ها بسنده نشده و ضرایب در سرتاسر مدل وارد شده است. در مورد کارایی های محاسبه شده ذکر دو نکته اهمیت زیادی دارد. اول آنکه کارایی محاسبه شده در این پژوهش از نوع نسبی بوده است. یعنی اینکه هدف، مقایسه ده منطقه با یکدیگر می باشد. بنابراین به عنوان نمونه، کارایی ۹۹ درصدی منطقه ۷ نشان دهنده بی عیب و نقص بودن مدیریت در این منطقه نبوده و صرفاً بیانگر این است که این واحد عملکرد بهتری را در فرآیند استفاده از منابع و تولید خروجی ها نسبت به سایر مناطق داشته است. نکته دیگر به تفاوت دو مدل BCC و CCR بر می گردد. با توجه به ماهیت مدل های CCR و BCC، مدل های بازده به مقیاس ثابت زمانی مناسب تر عمل می کنند که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند که این موضوع خود از محدودیت های سرمایه گذاری و شرایط رقابت تبعیت می کند. در مقاله حاضر به دلیل عدم وجود شرایط رقابت در مقیاس بهینه و محدود بودن اطلاعات در دسترس به دوره ای خاص، جهت کم کردن محدودیت ها از نتایج مدل بازده متغیر به مقیاس استفاده شده است. بنابراین به طور قابل انتظار کارایی ها بالاتر از آنچه در واقع هستند، محاسبه می شود. زیرا صرفاً کارایی فنی بررسی شده و کارایی مقیاس در نظر گرفته نمی شود. البته لازم به ذکر است که با توجه به اینکه در هر معیار یک واحد کارا (با کارایی برابر با یک) وجود دارد، به معنی عملکرد در مقیاس بهینه می باشد. این مقاله علاوه بر معرفی رتبه بندی واحدها از نظر همه معیارها، قادر است به تفکیک هر معیار با معرفی واحد کارا از نظر آن معیار، به مدیران سایر واحدها توصیه هایی در جهت تمرکز بر بعضی نهادهای داشته باشد تا با جلوگیری کردن از آن نهادهای کارایی واحد مذکور در معیار مورد نظر افزایش یابد.

منابع

- اجلی مهدی. صفری حسین (۱۳۹۰)، ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم گیری با استفاده از مدل ترکیبی شبکه‌های عصبی پیش بینی کننده عملکرد و تحلیل پوششی داده‌ها (مورد مطالعه: شرکت ملی گاز ایران)، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۴۵، شماره ۱، ص ۱۳-۲۹.
- شهریاری سلطانعلی. رضوی مصطفی. اصغری زاده عزت الله. (۱۳۹۲)، تحلیل پوششی داده‌های فازی و رویکرد نوین *FIEP/AHP* جهت رتبه بندی دانشکده‌های علوم انسانی دانشگاه تهران، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۵، شماره ۱، ص. ۲۱ - ۴۲.
- کریمی تورج (۱۳۸۵)، ارزیابی عملکرد مناطق عملیاتی انتقال گاز با استفاده از تلفیق مدل منشور عملکرد، تکنیک شبه تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه ریزی چند هدفه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- محمدی علی. محمد حسینی زاده سمیه. (۱۳۸۵)، کاربرد رویکرد تلفیقی *DEA/AHP* در رتبه بندی نمایندگی‌های بیمه، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۲۶، ص. ۲۸۱ - ۳۰۴.
- مهرگان محمدرضا (۱۳۹۱) تحلیل پوششی داده‌ها، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- مهرگان محمدرضا. دهقان نیری محمود. (۱۳۸۸)، رویکرد منسجم *BSC-TOPSIS* جهت ارزیابی دانشکده‌های مدیریت برتر دانشگاه‌های استان تهران، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۲. ص. ۱۵۲ - ۱۶۸.
- میرسپاسی ناصر (۱۳۸۹) "طراحی مدل تعالی منابع انسانی در سازمان‌های دولتی ایران با استفاده از تکنیک دلفی فازی، مجله پژوهش‌های مدیریت، شماره ۸۷، ص. ۱۵ - ۳۸.
- Adams, C. and Neely, A. (2000), "The performance prism can boost M&A success", published in: www.som.cranfield.ac.uk/som/research/centres/cbp/products/prism.asp
- Adler, N., Friedman, L., Sinuany Stern, Z. (2002), "Review of ranking methods in the data envelopment analysis context", *European Journal of Operational Research*, No. 140, PP. 249-265.
- Azadeh, S.F. Ghaderi, Z. Javaheri and M. Saberi "a fuzzy Mathematical Programming Approach to DEA Models", *American Journal of Applied Sciences*, Vol. 5, No. 10, pp. 1352-1357,(2008).

Bagočius, V., Zavadskas, K.E. & Turskis, Z., (2013), "Multi-Criteria Selection of a Deep-Water Port in Klaipeda", *Procedia Engineering*, No. 57, PP.144–148.

Brown, M.G. & Svenson, R.A., (1998), "Measuring R&D Productivity", *Research-Technology Management*, Vol. 41, No. 6, PP. 30–35.

Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. (1978), "Measuring the efficiency of decision making units." *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, PP. 429-444.

Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E., (1978), "Measuring the efficiency of decision making units", *European journal of operational research*, Vol. 2, No. 6, PP. 429–444.

Chiesa, V. et al., (2008), "Designing a performance measurement system for the research activities: a reference framework and an empirical study", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 25, No. 3, PP. 213–226.

Chitnis, A., Vaidya, O., (2013) "Performance assessment of tennis players: Application of DEA", *Conference of ICTMS, Las-Vegas USA*.

Fansello Cook, D., Tone, K. & Zhu, J., (2014), "Data envelopment analysis: Prior to choosing a model", *Omega*, No. 44, PP. 1–4.

Folan, P. & Browne, J., (2005), "A review of performance measurement: Towards performance management", *Computers in Industry*, Vol. 56, No. 7, PP. 663–680.

Golany B (1988), "An interactive MOLP procedure for the extension of data envelopment analysis to effectiveness analysis", *Journal of Operation Research Society*, Vol. 39, No. 8, PP. 725–734.

Gonzalez-Padron, T., Akdeniz, M.B. & Calantone, R.J., (2014), "Benchmarking sales staffing efficiency in dealerships using extended data envelopment analysis", *Journal of Business Research*, Vol. 67, No. 9, PP. 1904–1911.

Habibi, A., Firouzi Jahantigh, F., Sarafrazi, A., (2015) "Fuzzy Delphi Technique for Forecasting and Screening Items", *International Journal of Production Research*, Vol. 72, No. 3, PP. 314–332.

Hashemkhani Zolfani, S. (2013), "Decision making on business issues with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating", *Expert Systems with Applications*, Vol. 40, No. 17, PP. 7111–7121.

Karsak EE, Ahiska SS (2005), "Practical common weight multi-criteria decision-making approach with an improved discriminating power for technology selection", *International Journal of Production Research*, Vol. 43, No. 8, PP. 537–1554.

Keršuliene, V., Zavadskas, E.K. & Turskis, Z. (2010), "Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA)", *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 11, No. 2, PP. 243–258.

Neely, A., Adams, C. & Crowe, P., (2001), "The performance prism in practice", *Measuring business excellence*, Vol. 5, No. 2, PP. 6–13.

Neely, A.D., Adams, C. & Kennerley, M., (2002), "The performance prism: The scorecard for measuring and managing business success", *Prentice Hall Financial Times London*.

Popescu, C. (2013), "A Data Envelopment Analysis for Evaluating Romania's Health System", *2Nd World Conference on Business, Economics and Management WCBEM 2013*

Sexton TR, Silkman RH, Hogan AJ (1986), "Data envelopment analysis: Critique and extensions", *Jossey-Bass, San Francisco*.

Staniūnas, M. et al., (2013), "To modernize or not: Ecological–ecological assessment of multi-dwelling houses modernization", *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, Vol. 13, No. 1, PP. 88–98.

Toloo M, Nalchigar S (2009) "A new integrated DEA model for finding most BCC-efficient DMU", *Applied Mathematics Model*, No. 33, PP. 597–604.

Toloo, M., (2014), "Selecting and full ranking suppliers with imprecise data: A new DEA method", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 23, No. 3, PP. 34-51.

Vafaeipour, M. (2014), "Assessment of regions priority for implementation of solar projects in Iran: New application of a hybrid multi-criteria decision making approach", *Energy Conversion and Management*, Vol. 86, PP. 653–663.

Zavadskas, E.K. (2012), "Multiple criteria decision support system for assessment of projects managers in construction", *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Vol. 11, No. 2, PP. 501–520.