مقاله پژوهشی

ارزیابی کارآیی شرکت‌های پتروشیمی مبتنی بر کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

بختیار استادی*

(نویسنده مسئول)، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران bostadi@modares.ac.ir،

میثم زرین‌کلاه

کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
meysamzarinkolah@modares.ac.ir

چکیده: تلاش‌های فراوانی برای رسیدن به معیارها و مدل‌های جامع برای ارزیابی شرکت‌ها انجام شده‌است. در این مقاله هدف به دست آوردن کارایی شرکت‌های پتروشیمی برپایه کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش است. مدل کارایی با در نظر گرفتن این کارکردها می‌تواند عملکرد بهتری برای محاسبه کارایی داشته باشد. برای انجام این پژوهش ۱۴ پتروشیمی فعال در بورس انتخاب و مدل مفهومی بر اساس سه واحدفوق ایجاد شده‌است. داده‌ها از سایت کدال استخراج شده‌است. رتبه‌بندی کارایی صنایع پتروشیمی با داده‌های یکسان با سه روش محاسبه شده‌است. از یک مدل شبکه‌ای برای به‌دست آوردن کارایی استفاده شده و نتایج حاصل نشان‌دهنده کارا بودن پتروشیمی‌های ۱، ۱۰ و ۱۱ در هریک از مدل‌ها است. اجرای مدل‌ها، نشان‌دهنده این است که، کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش می‌تواند بهتر عمل کنند. همچنین نتایج متفاوت سه مدل از یکدیگر نشان‌دهنده اهمیت انتخاب مدل ارزیابی کارایی برای سازمان‌ها است.

واژگان کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی کارایی، صنایع پتروشیمی، رتبه‌بندی واحدها

۱- مقدمه

هر سازمان دولتی یا خصوصی برای به دست آوردن سطح بالای عملکرد در زمینه‌های مختلف نیاز به نظارت و ارزشیابی کلیه واحدها دارد. بدون ارزشیابی و تشویق و ترغیب عملکرد کارکنان و مسئولان مربوط و تقویت نقاط قوت و از بین بردن کاستی‌ها امکان دستیابی به سطوح بالای کارایی وجود ندارد. به همین جهت ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیر(DMU[۱]) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سنجش عملکرد با توجه به فناوری از فناوری از وضعیت سنتی به وضعیت مدرن تبدیل شده است. سنجش عملکرد واحدهای مختلف از جمله صنعتی در ایران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است[۱]. استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها علاوه بر تعیین میزان کارایی نسبی، نقاط ضعف سازمان را در شاخص‌های مختلف تعیین کرده و با ارائه میزان مطلوبین آن‌ها، خط مشی سازمان را به سوی ارتقای کارایی و بهره‌وری مشخص می‌کند[۲].

در سال‌های اخیر تلاش‌های فراوانی برای رسیدن به معیارها و مدل‌های جامع برای ارزیابی شرکت‌ها انجام شده است. یکی از این روش‌ها که مورد بررسی قرار گرفته، تحلیل پوششی داده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۸
دوره ۱۰/ شماره ۳
صفحات: ۲۵۹-۲۶۷

*(Corresponding author): bostadi@modares.ac.ir

[۱] Decision Making Units

(DEA[۲]) است که از سال ۱۹۷۸ توسط چارنز، کوپر و رودز ارائه شده است[۳]. در سال‌های پس از آن افراد مختلفی برای توسعه این روش تلاش کردند.

محاسبه کارایی تا کنون با مدل‌ها و واحدهای تصمیم‌گیر متفاوتی توسط افراد مختلف انجام شده است. اما در نظر گرفتن کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش در ادبیات مورد توجه قرار نگرفته است. مدل‌های کارایی براساس کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش می‌توانند بهتر عمل کنند.

در این مقاله سعی می‌شود برای ارزیابی کارایی و رتبه‌بندی واحدهای سازمانی از سه روش که توسط افراد مختلف توسعه داده شده‌است، استفاده شود و نتایج این رتبه‌بندی مورد بررسی قرار گیرد.

در بخش دوم به بررسی مفاهیم کارایی پرداخته می‌شود و در بخش سوم ادبیات تحلیل پوششی داده‌ها به خصوص تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس در بخش چهارم مدل‌های بر اساس کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش معرفی می‌شوند و در بخش پنجم نتایج حاصل از اجرای مدل‌ها به بحث گذاشته می‌شود. در انتها نیز نتیجه‌گیری آورده شده است.

۲- کارایی

پیتر دراکر ساده‌ترین و کلی‌ترین تعریف از کارایی را بیان کرده است. از دیدگاه وی، کارایی اجرای کار به طور شایسته و مناسب یا انجام درست کارها است. معیار کارایی بیانگر توانایی سازمان در دستیابی به خروجی(ها) با در نظر گرفتن حداقل ورودی‌ها است. همچنین در ادبیات مدیریت اشاره می شود که کارآیی در ارتباط با تخصیص منابع در مصارف مختلف و مرتبط با فعالیت‌های انجام‌شده و حداقل‌سازی سطح هزینه‌ها است. چان، کارایی را به صورت بهره‌برداری از منابع(نیروی کار، ماشین‌آلات، ظرفیت، انرژی) تعریف می‌کند. وی بیان می‌کند که استفاده از منابع به بهترین نحو، منجربه صرفه‌جویی در پول و زمان و در نتیجه بهبود عملکرد شرکت می‌شود[۴].

کارایی به صورت درجه دستیابی به هدف‌های اغلب اقتصادی و مالی تعریف می شود. از دید مالی با عبارت نسبت سوددهی و از دید تکنیکی با عبارت بهره‌وری شناخته می‌شود[۵].

۳- تحلیل پوششی داده‌ها

تکنیک اساسی تحلیل پوششی داده‌ها در ابتدا توسط فارل در تحقیقات خود برای اندازه‌گیری کارایی تولیدات صنعتی شکل گرفت[۶]. یکی از ویژگی‌های اساسی روش او تمایز بین قیمت و کارایی فنی بود. در مقیاس قیمت، انتخاب یک مجموعه بهینه از ورودی‌ها موفقیت به حساب می‌آید در حالی که کارایی فنی موفقیت خود را تولید حداکثر خروجی برای یک مجموعه ورودی در نظر می‌گیرد و انتظار می‌رود کارایی (نسبت خروجی به ورودی) نزدیک به صد در صد باشد. مدل تحلیل پوششی داده‌ها بهترین واحد تصمیم‌گیری را انتخاب می‌کند، یک امتیاز را به آن اختصاص می‌دهد و یک معیار ناکارآمدی برای بقیه واحدها مشخص می‌کند. به واحدهای دیگر نمرات بین صفر تا یک اختصاص می‌دهد. مدل تحلیل پوششی‌داده‌ها کارایی بهینه را اندازه‌گیری نمی‌کند. مدل تحلیل پوششی داده‌ها در سال‌های اخیر برای ارزیابی و اندازه گیری کارایی نسبی هر نوع سیستم با یک ورودی و خروجی مقبولیت خوبی کسب کرده است از جمله سازمان‌ها، مؤسسات آموزشی،سازمان‌های صنعتی و ...[۷]. تحلیل پوششی داده‌ها به جای استفاده از میانگین‌های آماری که ممکن است برای یک واحد تصمیم‌گیری کاربردی نباشد، ناکارایی یک واحد ویژه را با مقایسه آن با واحدهای مشابه که کارا تشخیص داده شده‌اند به دست می‌آورد[۸]. بعدا تحلیل پوششی داده‌ها با نامی که اکنون شناخته می‌شود توسط چارنز و همکاران بر اساس کارهای فارل معرفی شد. آن‌ها محاسبه کارایی با در نظر گرفتن چند ورودی و خروجی وزن دار را ارائه دادند[۳]. چارنز، کوپر و رودز برای اولین بار مدل تحلیل پوششی داده‌ها را ارائه دادند که اصطلاحاً به آن مدل CCR[۳] می‌گویند که در آن کارایی نسبی هر واحد تصمیم گیرنده برابر با نسبت خروجی‌های وزن دار به ورودی‌های وزن‌دار است. بنکر، چارنز و کوپر در ادامه مدل BCC[۴] را با تغییر فرض تولید از بازده به مقیاس ثابت، به بازده به مقیاس متغیر ارائه دادند[۹].تحلیل پوششی داده‌ها

[۲] Data Envelopment Analysis
[۳] Charnes, Cooper and Rhodes
[۴] Banker, Charnes and Cooper

متشکل از یک روش برنامه‌ریزی خطی ریاضی غیرپارامتری است که هدف آن تجزیه و تحلیل گروهی از واحدهای تولید همگن است که به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیری شناخته می‌شوند تا کارآمدترین سازمان‌ها را شناسایی کرده و اقداماتی را که سازمان‌های ناکارا باید انجام دهند تا کارا شوند را نشان دهد.[۱۰] تحلیل پوششی داده‌ها به هر واحد تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد تا کارایی را با وزن مطلوب خود انتخاب کنند. [۹].

۳-۱- تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

مدل‌های سنتی در ارزیابی عملکرد بر اساس تفکر تولید به‌عنوان جعبه سیاه هستند به گونه‌ای که ورودی‌ها در این جعبه‌ها به خروجی‌ها تبدیل می‌گردند؛ در حالی که فرایند تبدیل واقعی همیشه به صورت واضح مدل‌سازی نمی‌شود. این مدل‌ها کارایی یک واحد را در مقایسه با سایر واحدها اندازه‌گیری می‌کند و کارایی نسبی آن را تعیین کرده و معین می‌کنند که برای رسیدن به مرز کارایی چه تغییراتی باید در ورودی‌ها و خروجی‌ها انجام شود. اما داخل واحدهای تصمیم‌گیری به‌عنوان یک جعبه سیاه باقی می‌ماند و درون آن‌ها بررسی صورت نمی‌گیرد فقط به ورودی‌ها وخروجی‌های مدل توجه می‌شود. در این مدل نمی‌توان واحد ناکارا در داخل سیستم را شناسایی و برای بهبود اقدام کرد. مدل سنتی برای شناسایی کارایی و یا عدم کارایی سیستم کافی است ولی برای حالتی که بخواهیم منبع ناکارایی داخل سیستم را شناسایی کنیم کافی نبوده و نیاز به درون‌نگری توجه به فرایندهای داخلی هر واحد است. در این روش هرکدام از واحدها به شبکه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری جزئی‌تر تقسیم شده و هریک از واحدهای تصمیم‌گیری جزئی یک سری منابع تولید شده از دیگر واحدهای جزئی را استفاده کرده و یک سری منابع را تولید کرده و در اختیار سایر سایر واحدهای تصمیم‌گیری جزئی قرار می‌دهند. این روش به مدیران هرکدام از واحدهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند تا تمرکز بیش‌تری بر روی استراتژی افزایش کارایی هریک از واحدها داشته باشند[۱۱]. مدل‌های DEA[۵] شبکه‌ای کارایی کلی سازمانی و کارایی هرکدام از فرایندهای فرعی را اندازه‌گیری کرده و اجازه می‌دهد تا کارایی کلی با استفاده از ارتباطات ریاضی بین کارایی سازمان و کارایی فرایندها تجزیه شود. در مدل‌های DEA شبکه‌ای، به جای ساختار سلسله مراتبی فعالیت‌ها، از ساختار شبکه‌ای کمک گرفته شده است[۱۲].

کوک و همکاران مدل تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای را ارائه دادند که در این مدل فقط دو واحد تصمیم‌گیرنده جزئی در واحد تصمیم‌گیرنده اصلی وجود دارد. این دو واحد به صورت متوالی با یکدیگر در ارتباطند به صورتی که کل خروجی‌های واحد تصمیم‌گیرنده اول به‌عنوان ورودی‌های واحد تصمیم‌گیرنده دوم استفاده می‌شوند و هیچگونه ورودی جدیدی به جز خروجی‌های مرحله اول وارد نمی‌شود[۱۳]. کائو و هوانگ و چن و همکاران به ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیر دو مرحله‌ای پرداختند. در اولی کارایی واحد مورد نظر به صورت حاصل ضرب کارایی‌های مراحل سازنده آن و در دومی به صورت میانگین وزنی مراحل سازنده معرفی شد[۱۴]. در یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای سه ساختار وجود دارد. مدل موازی، مدل سری و مدل مختلط. کائو شبکه سری را ارائه داد. این مدل شامل واحدهای تصمیم‌گیرنده با دو یا چند واحد داخلی است که با شاخص‌های میانی به یکدیگر مرتبط شده‌اند. در روش دو مرحله‌ای داده‌های خارجی در مرحله دوم وارد مدل نمی‌شوند و تمام شاخص‌های میانی در مرحله دوم مصرف می‌شوند. به علاوه خروجی‌های نهایی تنها به وسیله مرحله دوم ایجاد می‌شوند. اما تفاوت مدل عمومی با مدل دو مرحله‌ای در تعداد رویه‌های داخلی است که ممکن است در هر مرحله‌ای ورودی‌ها وارد شوند، خروجی‌های نهایی ممکن است در هر مرحله‌ای خارج شوند شاخص‌های میانی ممکن است به طور کامل مصرف نشوند. در مدل شبکه‌ای موازی، مراحل تکی به صورت موازی و به طور جدا از یکدیگر عمل می‌کنند. گسترش این نوع از مدل، سیستم‌های تسهیم جریان‌ها است، جایی که ورودی‌ها بین واحدهای انفرادی تقسیم می‌شود. می‌توان دانشگاه را نمونه کاملی از یک سیستم موازی در نظر گرفت. واحدهای مجزای دانشگاه واحدهایی هستند که به صورت موازی و به طور مجزا در داخل دانشگاه عمل می‌کنند[۱۵]. در حالت عادی سیستم‌های شبکه‌ای به صورت ساختار سری یا موازی ساده نیستند و ارزیابی کارایی و تکنیک‌های تجزیه کارایی ارائه شده توسط کائو و هوانگ را نمی‌توان به صورت مستقیم به کار برد. ولی با بهره‌گیری از فرایندهای ساختگی می‌توان یک شبکه را به صورت ساختارهای سری که هر مرحله در حالت سری دارای ساختار موازی است نمایش داد[۱۶]. در سال ۲۰۱۰ رویکرد

[۵] Data Envelopment Analysis

مجموع کارایی جزئی[۶] برای سنجش کارایی ساختارهای چند مرحله‌ای که دارای ورودی و خروجی‌های مازاد می‌باشد توسط کوک و همکاران ارائه شد[۱۷]. در این فرایند خروجی‌های زیر فرایند به دو زیربخش تقسیم می‌شود که قسمتی از آن به‌عنوان خروجی از سیستم خارج شده و قسمتی به‌عنوان ورودی به مرحله بعد وارد می‌شود. در این روش نیز کارایی کل به صورت حاصل جمع موزون کارایی تک‌تک زیرفرایندها به دست می‌آید. وزن تخصیص داده شده به هر زیرفرایند برابر است با نسبت منابع ورودی به هر زیرفرایند به کل منابع ورودی که در سازمان مصرف می‌شود. تعدادی از رویکردهای زنجیره تأمین توسط لیانگ و همکاران (۲۰۰۶) بر اساس ساختار تئوری بازی ایجاد شده‌اند. دو مدل اصلی لیانگ مدل مشارکتی و غیر مشارکتی هستند که در مدل غیر مشارکتی به فروشنده به‌عنوان رهبر و به خریدار به‌عنوان پیرو نگاه می‌شود. در مرحله اول امتیاز کارایی رهبر بهینه‌سازی شده و در مرحله دوم کارایی پیرو حداکثر می‌شود با این محدودیت که مضرب‌های استفاده شده در مرحله اول، مقدارشان ثابت و بدون تغییر در مرحله دوم باقی می‌مانند. مدل حاصل، یک مسأله برنامه‌ریزی پارامتریک غیر خطی است. در مدل بازی مشارکتی، مفروضات رهبر-پیرو وجود ندارد[۱۸].

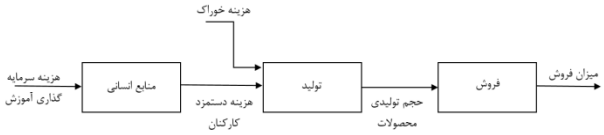
مدل‌سازی مسأله

۴-۱- واحدها و شاخص‌ها

در پتروشیمی‌ها، واحدهای مختلفی وجود دارد. برای این منظور می‌توان واحدهای تحقیق و توسعه، واحد منابع انسانی، واحد عملیات و تولید، واحد فروش، واحد برنامه‌ریزی، واحد تضمین کیفیت و .. اشاره کرد. در این مقاله هدف اجرای رتبه‌بندی کارایی برپایه کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش است. سه واحد منابع انسانی، واحد عملیات و واحد فروش به‌عنوان سه زیرفرآیند در نظر گرفته می‌شود. انتخاب این سه واحد به دلیل در دسترس بودن اطلاعات و همچنین اهمیت واحد عملیات و فروش از نظر مالی در سازمان‌ها و واحد منابع انسانی به دلیل اینکه بخشی از ریسک‌ها ناشی از منابع انسانی است اطلاعات این سه واحد از اهمیت و اولویت بیش‌تری برخوردار است. برای انتخاب شاخص‌ها به‌عنوان ورودی و خروجی به بررسی ادبیات پرداخته شد. شاخص‌های فراوانی از جمله انگیزش کارکنان، روابط با دیگران، نظم و انضباط، عملکرد فرد در سازمان، تعداد نیروی انسانی، هزینه‌های سرمایه‌گذاری آموزش و کیفیت انجام کار برای واحد منابع انسانی می‌توان در نظر گرفت، شاخص‌های هزینه خوراک، میزان تولید، میزان بهای تمام شده را می‌توان به‌عنوان شاخص‌های واحد عملیات و میزان فروش داخلی و خارجی را نیز می‌توان به‌عنوان شاخص‌های اصلی واحد فروش معرفی کرد[۱]،[۱۹]،[۲۰]. با توجه به داده‌های در دسترس ورودی و خروجی‌های هر واحد به صورت زیر انتخاب شدند:

۱. واحد منابع انسانی: هزینه آموزش کارکنان(ورودی)، هزینه دستمزد کارکنان(خروجی)
۲. واحد عملیات: هزینه خوراک و هزینه دستمزد کارکنان (ورودی)، حجم تولیدی محصولات (خروجی)
۳. واحد فروش: حجم تولیدی محصولات(ورودی)، میزان فروش (خروجی)

همانطور که مشخص است واحد اول یک ورودی و یک خروجی دارد که خروجی این مرحله ورودی مرحله دوم است. واحد دوم دو ورودی دارد که یک ورودی از مرحله اول وارد می‌شود و یک ورودی از بیرون وارد این مرحله می‌شود و یک خروجی از این مرحله به مرحله سوم وارد می‌شود. واحد سوم نیز یک خروجی و یک ورودی دارد. در شکل ۱ مدل مفهومی نشان داده شده است.



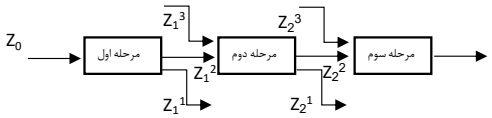
شکل ۱: مدل مفهومی مسأله

۴-۲- مدل کارایی جزئی با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها

هماطور که در ادبیات بررسی شد، کوک و همکاران در سال ۲۰۱۰ مدل رویکرد کارایی جزئی را ارائه دادند[۱۷]. با توجه به مدل مفهومی‌ای که طراحی شده، این مدل می‌تواند، مدل مناسبی برای پیاده‌سازی مدل مفهومی طراحی شده‌باشد. فرآیند P مرحله‌ای شکل ۲ را در نظر بگیرید، بردار ورودی به مرحله ۱ با Z_0 نشان داده شده‌است. بردارهای خروجی از مرحله P (P=1,2,…,P) به

[۶] Additive efficiency decomposition approach

دو شکل نشان داده شده است که عبارت‌اند از Z_p^1 و Z_p^2 به گونه‌ای که Z_p^1 بیانگر خروجی مرحلهP است که به‌عنوان ورودی مرحله بعدی نمی‌باشد و به مرحله دیگری وارد نمی‌شود. بردار Z_P^2 نیز به معنی خروجی مرحله P است که به مرحله بعدش وارد می‌شود و برای مرحله بعدش یک ورودی محسوب می‌گردد. بردار Z_P^3 ورودی است که به مرحله P+1 وارد می‌شود.



شکل ۲: مدل مفهومی مدل کارایی جزئی با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها

برای وقتی که P=2, 3,... داریم:

Z_{pr}^{j1} : rامین جزء(r=1,…,R_P) از بردار خروجی R_p بُعدی برای DMU_j که مرحله P را ترک می‌کند و به‌عنوان ورودی وارد مرحله P+1 نمی‌شود.

Z_{pk}^{j2}: kامین جزء(k=1,…,S_P) از بردار خروجی S_p بُعدی برای DMU_j که مرحلهP را ترک می‌کند و به‌عنوان بخشی از ورودی وارد مرحله P+1 می‌شود.

Z_{pi}^{j3} : iامین جزء (i=1,…,I_p) از بردار ورودی I_p بعدی برای DMU_j که به مرحله P+1 وارد می‌شود.

ضرایب فاکتورهای بالا به صورت زیر در نظر گرفته می‌شوند:

- u_{pr} : ضریب خروجی Z_{pr}^{j1} که از مرحله P خارج می‌شود و به مرحله دیگری وارد نمی‌شود.
- η_{pk} : ضریب خروجی Z_{pk}^{j2} که از مرحله P خارج می‌شود و به مرحله P+1 وارد می‌شود.
- v_{pi} : ضریب ورودی Z_{pi}^{j3} که به مرحله P+1 وارد می‌شود.

بنابراین وقتی P=2,3,... میزان کارایی برای DMU_j به صورت رابطه ۱ خواهد بود:

$$\theta_p = \left(\sum_{r=1}^{R_P} u_{pr}\, z_{pr}^{j1} + \sum_{k=1}^{S_P} \eta_{pk}\, z_{pk}^{j2}\right) / \left(\sum_{k=1}^{S_{P-1}} \eta_{p-1k}\, z_{p-1k}^{j2} + \sum_{i=1}^{I_P} v_{p-1i} z_{p-1i}^{j3}\right) \quad (۱)$$

کارایی کلی فرایند چند مرحله‌ی را می‌توان به صورت ترکیب خطی محدبی از کارایی P مرحله آن دانست که به صورت رابطه ۲ نشان داده است:

$$\theta = \sum_{p=1}^{P} w_p \theta_p \quad where\ \sum_{p=1}^{P} w_p = 1 \quad (۲)$$

توجه داشته باشید که وزن‌های w_p اهمیت نسبی یا سهم عملکرد مرحله P نسبت به عملکرد کلی فرآیند می‌باشد. یک انتخاب منطقی برای وزن‌های w_P نسبت کل منابعی که به مرحله Pاختصاص داده می‌شود به منابعی که به کل فرآیند اختصاص داده می‌شود، می‌باشد. بنابراین وزن‌های هر مرحله به صورت رابطه ۳ به دست می‌آید:

$$w_1 = \frac{\sum_{i=1}^{I_0} v_{0i} z_{0i}^{j}}{\left\{\sum_{i=1}^{I_0} v_{0i} z_{0i}^{j} + \sum_{p=2}^{P}\left(\sum_{k=1}^{S_{P-1}} \eta_{p-1k} z_{p-1k}^{j2} + \sum_{i=1}^{I_P} v_{p-1i} z_{p-1i}^{j3}\right)\right\}}$$

$$w_p = \frac{\left(\sum_{k=1}^{S_{P-1}} \eta_{p-1k} z_{p-1k}^{j2} + \sum_{i=1}^{I_P} v_{p-1i} z_{p-1i}^{j3}\right)}{\left\{\sum_{i=1}^{I_0} v_{0i} z_{0i}^{j} + \sum_{p=2}^{P}\left(\sum_{k=1}^{S_{P-1}} \eta_{p-1k} z_{p-1k}^{j2} + \sum_{i=1}^{I_P} v_{p-1i} z_{p-1i}^{j3}\right)\right\}}, \quad p > 1. \quad (۳)$$

مدل برنامه‌ریزی خطی که برای به دست آوردن ضریب‌ها و وزن که کوک و همکاران ارائه داده‌اند به صورت رابطه ۴ است:

$$\begin{aligned}
&\text{Max } \sum_{P=1}^{P}\left(\sum_{r=1}^{R_p} u_{pr} Z_{pr}^{01} + \sum_{k=1}^{S_p} \eta_{pk} Z_{pk}^{02}\right)\\
&\text{s.t.}\\
&\left\{\sum_{i=1}^{I_0} V_{0i} Z_{0i}^{0} + \sum_{p=2}^{P}\left(\sum_{k=1}^{S_{p-1}} \eta_{p-1k} Z_{p-1k}^{02} + \sum_{i=1}^{I_p} V_{p-1i} Z_{p-1i}^{03}\right)\right\} = 1,\\
&\left(\sum_{r=1}^{R_1} u_{1r} Z_{1r}^{j1} + \sum_{k=1}^{S_p} \eta_{1k} Z_{1k}^{j2}\right) \le \sum_{i=1}^{I_0} V_{0i} Z_{0i}^{j}\ \forall j,\\
&\sum_{r=1}^{R_p} u_{pr} Z_{pr}^{j1} + \sum_{k=1}^{S_p} \eta_{pk} Z_{pk}^{j2} \le \sum_{k=1}^{S_{p-1}} \eta_{p-1k} Z_{p-1k}^{j2} + \sum_{i=1}^{I_p} V_{p-1i} Z_{p-1i}^{j3} \quad \forall j, \forall p,\\
&u_{pr}, \eta_{pk}, V_{pi}, V_{0i} \ge 0. \quad (۴)
\end{aligned}$$

۴-۳- مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر کارایی

در مدل پایه چارنز و همکاران، مدل نهایی از آن توسعه یافته است، کارایی DMU_k یا همان e_k برابر است با نسبت موزون خروجی‌ها به ورودی‌ها، یعنی (رابطه ۵):

$$e_k = \frac{\sum_i U_i y_{ik}}{\sum_j V_j x_{jk}} \quad (۵)$$

کارایی واحدk	e_k
وزن شاخص ورودی iام در مدل کسری	U_i
وزن شاخص خروجی jام در مدل کسری	V_j
وزن کارایی واحد d از شرکت k در کارایی کل	w_{kd}
متغیر صفر و یک برای تقسیم وزن دپارتمان فروش بر روی سایر دپارتمان‌ها در شرکت‌های نوپا	c_d
کارایی جزئی واحد d از شرکت k	e_{kd}
ورودی jام از واحد d شرکت k	x_{jkd}
خروجی iام از واحد d شرکت k	y_{ikd}
وزن شاخص ورودی iام از دپارتمان d در مدل خطی	u_{id}
وزن شاخص خروجی jام از دپارتمان d در مدل خطی	v_{jd}
کارایی کلی شرکت k	E_k
کارایی شرکت kام با حذف شاخص dام	E_{dk}
میانگین اختلاف کارایی شرکت‌ها در حالت نرمال و حالت حذف شاخص dام	D_d

به طور خاص اگر بخواهیم کارایی یکی از واحدهای DMU_0[۷] را محاسبه کنیم، مطابق با مدل چارنز و همکاران، اندازه‌گیری کارایی فنی این واحد با حل مسأله برنامه‌ریزی کسری رابطه ۶ حاصل می‌شود:

$$e_0=\frac{\sum_i U_i y_{i0}}{\sum_j V_j x_{j0}} \quad (۶)$$
$$\text{s.t } e_k=\frac{\sum_i U_i y_{ik}}{\sum_j V_j x_{jk}} \quad \forall k$$
$$u_i, v_j \geq \varepsilon , \forall i , j$$

در رابطه ۶ i تعداد خروجی‌های واحد تحت بررسی، j تعداد ورودی‌های واحد تحت بررسی و k تعداد شرکت‌ها است. U_i وزن شاخص‌های خروجی و V_j وزن شاخص‌های ورودی است.

می‌توان محدودیت‌های مدل را که به صورت کسری می‌باشد به صورت حاصل تفریق صورت کسر از مخرج کسر تغییر داد، بدین صورت که محدودیتی که شامل یک کسر کوچک‌تر و یا مساوی با یک می‌باشد به محدودیتی تبدیل می‌شود که حاصل تفریق صورت کسر از مخرج آن کوچک‌تر و یا مساوی صفر می‌باشد. با به کارگیری این تئوری و ایجاد تغییر متغیر، برنامه‌ریزی کسری رابطه ۶ به برنامه‌ریزی خطی رابطه ۷ تبدیل می‌شود.

$$e_0 = \text{Max} \sum_i u_i y_{i0} - \sum_j v_j x_{jk}$$
$$\text{s.t } \sum_j v_j x_{j0}=1$$
$$\sum_i u_i y_{ik} - \sum_j v_j x_{jk} \leq 0 \ , \forall k$$
$$u_i, v_j \geq \varepsilon , \text{all I , j} \quad (۷)$$

در این مدل، دپارتمان‌های مختلف همانند حلقه‌های یک زنجیره تأمین در نظر گرفته شده که تفاوت در کارایی حلقه‌های مختلف آن منجر به ایجاد گلوگاه و هزینه اضافی برای سازمان می‌شود و شرکتی کارا است که کارایی واحدهای مختلف آن کمترین اختلاف را با یکدیگر داشته باشند. در نتیجه وزن هر دپارتمان مطابق با رابطه (۸) محاسبه می‌شود و در آن ناکاراترین دپارتمان همواره بیشترین تأثیر را بر کارایی کل دارد.

$$\sum_{d=1}^{3} w_{kd} = 1, \forall \text{ k} = 1,\ldots,14$$
$$w_{kd} = \frac{\frac{1}{e_{kd}}}{\sum_{d=1}^{3}\frac{1}{e_{kd}}} \quad (۸)$$

در مدل کلی توسعه داده شده باید از رابطه ۸ برای ۳ واحد در شرکت‌های پتروشیمی استفاده کرد. حالت کلی مدل به صورت خطی شده در رابطه ۹ نشان داده شده است که با توجه به تعداد ورودی‌ها و خروجی‌های هر واحد می‌توان آن را باز کرده و به صورت گسترده نوشت. در این رابطه E_k کارایی نهایی شرکت k است که برای محاسبه آن، ابتدا کارایی جزئی دپارتمان‌ها محاسبه شده و سپس وزن هر دپارتمان بر اساس آن از طریق رابطه (۸) به دست آمده و سپس کارایی نهایی محاسبه می‌شود[۲۱].

$$e_{kd}= \text{Max} \sum_i u_{id} y_{ikd},$$
$$\text{s.t. } \sum_j v_{jd}\, x_{jkd}=1$$
$$\sum_i u_{id} y_{ikd} - \sum_j v_{jd}\, x_{jkd} \leq 0, \ \forall \ \text{d=1,2,3 \& k=1,2,..,14}$$
$$v_j \text{ و } u_i \geq 0 \text{ , all i , j}$$
$$E_k = w_{k1}e_{k1} + w_{k2}e_{k2} + w_{k3}e_{k3} = \frac{t}{\sum_{d=1}^{3}\frac{1}{e_{kd}}}, \quad (۹)$$
$$\text{t=3;}$$

۴-۴- مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها

در مدل سوم ترکیبی از دو مدل را با هم در نظر گرفته شده است. یعنی برای مدل قبل از ضرایب مدلی که کوک و همکاران ارائه کرده‌اند استفاده می‌شود که در رابطه ۱۰ داریم:

$$e_k = \frac{\sum_i U_i y_{ik}}{\sum_j V_j x_{jk}};$$
$$w_{\text{kp}} = \sum_{i=1}^{I_0} V_{\text{p}i}\text{x}_{\text{p}i} \,/\, \sum_{p=1}^{P}(\sum_{\text{t=1}} V_{\text{pt}}\,\text{x}_{pt}) \quad \forall k, \forall p \quad (۱۰)$$
$$E_k = w_{k1}e_{k1} + w_{k2}e_{k2} + w_{k3}e_{k3};$$

[۷] Decision Making Units

۵- اجرای مدل و بررسی نتایج

داده‌های ۱۴ پتروشیمی که داده‌های آن‌ها از سایت کدال استخراج شده است در جدول شماره ۱ آمده است. این داده‌ها مطابق با صورت‌های مالی سالانه شرکت‌ها استخراج شده است.
برای حل مدل‌های ریاضی، از نرم‌افزار متلب[۸] و تابع برنامه‌ریزی خطی[۹] استفاده شده و نتایج حاصل در زیر آورده شده‌اند.
نتایج حاصل از اجرای سه مدل در جدول شماره ۲ آمده است و شکل ۳ مقایسه کارایی‌های به دست آمده را در سه روش نشان می‌دهد.
در مدل کارایی جزئی با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها برای به‌دست آوردن کارایی فرض‌هایی انجام می‌شود که می‌توان آن‌ها را نشان‌دهنده نقص مدل دانست. از جمله نقص‌هایی که در مدل کوک وجود دارد می‌توان به برابر در نظر گرفتن ضرایب خروجی‌هایی که ورودی‌های مراحل بعدی هستند، اشاره کرد که می‌تواند برروی کارایی تأثیر به سزایی داشته‌باشد. همچنین ضرایبی که در این مدل در نظر گرفته می‌شود با توجه به نسبت ورودی‌های هر مرحله نسبت به ورودی‌های کل می‌باشد که می‌تواند باعث اشتباه در به‌دست آوردن کارایی شود زیرا با توجه به اجراهایی که برای این مدل انجام شد، با استفاده از منطق وزن‌دهی بر اساس ورودی‌ها، ضریب واحد کارا به صفر میل کرده و وزن همین دپارتمان برای واحدهای ناکارا به شدت بالا می‌رود. دیگر نقص این مدل این است که باید تمامی شاخص‌های مدل از یک جنس باشند تا بتوان آن‌ها را با هم جمع نمود هرچند می‌توان با استانداردسازی داده‌ها را بی‌علامت کرد ولی این‌کار باعث تغییر در کارایی واحدها می‌شود.
برای مقایسه دو مدل رویکرد کارایی جزئی با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها و مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر کارایی مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها در نظرگرفته‌شد که ضرایب ورودی‌ها و خروجی‌ها در هر مرحله متفاوت باشد و از همان ضرایب وزنی استفاده‌شد. چند مثال با این روش اجرا شد و بررسی‌های نتایج نشان داده که عملکرد مدل بهبود یافته است اما هنوز در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها، نقص مدل اصلی را بهبود نمی‌دهد.

همانطور که مشاهده می‌شود در مدل کارایی جزئی با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها پتروشیمی ۱۱، در مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها پتروشیمی ۱ و در مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر کارایی پتروشیمی ۱۰ به‌عنوان کاراترین پتروشیمی انتخاب شدند. با توجه به ویژگی‌های متفاوت سه مدل انتخاب شده، هر کدام از مدل‌ها ماهیت هر کارکرد را متفاوت نشان می‌دهد. برای مثال در مدل اول کارکرد منابع انسانی تأثیر بسیار کمتری در محاسبه کارایی واحد می‌گذارد ولی در دو مدل دیگر این اتفاق رخ نداده و میزان کارکرد منابع انسانی در محاسبه کارایی تأثیر قابل توجهی داشته است و به نوعی می‌توان مقایسه‌ای بین ماهیت کارکردها بین شرکت‌ها را انجام داد. می‌توان تأثیرگذاری در نظر گرفتن کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش در نتایج این پژوهش مشاهده کرد و با توجه به اهمیت واحدهای فوق در نظر گرفتن این واحدها می‌تواند در محاسبه کارایی بهتر عمل کند. اما نکته قابل توجه از انجام این پژوهش می‌توان به انتخاب مدل ارزیابی کارایی برای محاسبه کارایی سازمان‌ها اشاره نمود. برای به‌دست آوردن کارایی در نظر گرفتن انتخاب مدل‌های مختلف می‌تواند نتایج متفاوتی را نشان دهد. همانطور که مشاهده شد با یک مدل مفهومی مشابه و همچنین داده‌های یکسان نتایج کارایی تفاوت‌هایی داشتند.

۶- نتیجه‌گیری

هدف از این مقاله، به دست آوردن کارایی شرکت‌های پتروشیمی برپایه کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش است.در این در این پژوهش از سه مدل برای به دست آوردن کارایی پتروشیمی‌ها استفاده شد. اجرای مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها بر پایه کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش می‌تواند بهتر عمل کند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد در مدل کارایی جزئی با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها پتروشیمی ۱۱، در مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها پتروشیمی ۱ و در مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر کارایی پتروشیمی ۱۰ کاراترین پتروشیمی‌ها می‌باشند. در کنار هدف اصلی مقاله، یک نکته قابل توجه مشاهده شد. نتایج به دست آمده، حاکی از آن است که در

[۸] MATLAB

[۹] Linear Programming

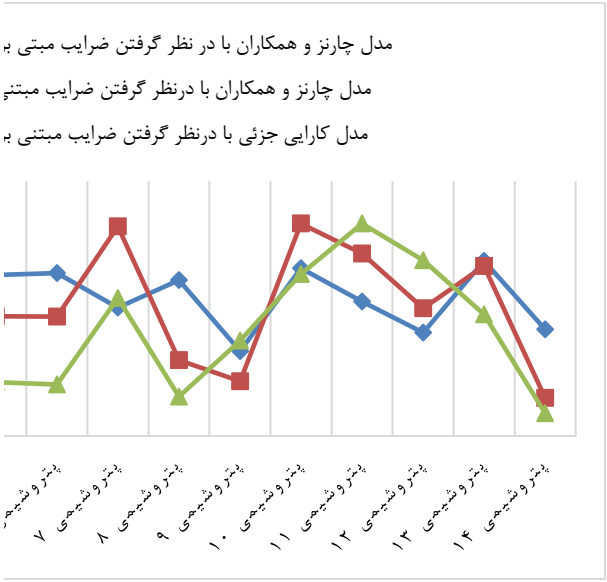
نظر گرفتن مدل‌های مختلف ارزیابی کارایی تاثیر به ســـزایی در نتایج دارد. برای به دســـت آوردن کارایی یک مجموعه انتخاب مدل باید با تحلیل فراوان انجام شـــود در غیر اینصـــورت نتایج حاصل می‌تواند نتایج نادرستی را به تحلیلگر القا کند.

جدول ۱- داده‌های سال ۱۳۹۸

شماره پتروشیمی	هزینه سرمایه‌گذاری آموزش (میلیون ریال)	هزینه دستمزد کارمندان (میلیون ریال)	هزینه خوراک (میلیون ریال)	حجم محصولات تولیدی (تن)	میزان فروش (میلیون ریال)
پتروشیمی ۱	۷۲۸۹۴۴	۱۱۱۵۷۶۶	۸۷۸۵۱۴۹۲	۲۵۶۸۲۱۹	۱۴۳۰۱۷۷۰۱
پتروشیمی ۲	۲۲۸۴۵۷	۴۵۹۱۲۸	۶۷۸۲۵۱۵	۹۷۶۹۳۳	۲۶۱۹۳۱۴۵
پتروشیمی ۳	۱۱۹۹۵۹	۱۶۵۰۱۶	۲۰۱۹۶۹۰	۹۱۸۲۳۷	۱۴۱۲۴۴۵۶
پتروشیمی ۴	۲۶۷۳۱۹	۵۱۸۷۵۱	۱۰۵۷۲۸۱۰	۲۸۹۹۰۰۰	۳۸۶۹۲۷۶۸
پتروشیمی ۵	۳۴۷۴۰۷	۲۵۴۷۹۴	۴۲۹۳۲۷۰۹	۱۲۹۱۲۷۸	۴۱۳۸۹۸۰۵
پتروشیمی ۶	۱۱۶۸۸۱۹	۷۸۳۰۹۳	۹۰۳۹۴۳۴۷	۴۱۷۱۳۲۶	۱۴۶۷۵۵۵۶۰
پتروشیمی ۷	۱۹۳۶۱۳	۸۵۳۰۹۸	۴۱۱۴۶۱۶۵	۵۹۵۳۳۵	۷۰۴۵۰۶۶۰
پتروشیمی ۸	۱۰۲۷۴۵۰	۳۲۱۷۰۹	۱۱۰۹۳۵۳۱۳	۳۵۲۳۵۹۱	۱۵۴۲۷۶۶۸۲
پتروشیمی ۹	۳۹۳۷۵	۱۱۲۲۰۱	۲۰۱۰۷۰۱	۱۳۴۳۷	۴۰۸۰۲۲۷
پتروشیمی ۱۰	۲۰۸۲۲۳	۱۰۵۳۰۲۸	۴۸۸۶۹۶۶۵	۱۷۳۱۲۳۷	۶۷۸۵۲۷۴۴
پتروشیمی ۱۱	۳۱۶۴۴	۲۸۹۴۱۳	۴۵۵۰۹۳۴	۳۰۰۶۰۵	۱۰۰۹۸۹۳۵
پتروشیمی ۱۲	۱۶۴۹۲	۱۱۵۰۰۰	۸۲۱۱۶۶	۴۵۰۰۰	۱۰۹۶۹۱۲
پتروشیمی ۱۳	۸۴۰۹۱۷	۲۶۰۱۷۳۶	۵۲۶۰۹۹۶۶	۴۳۹۵۲۶۶	۱۲۹۹۵۹۰۴۰
پتروشیمی ۱۴	۲۱۷۲۱۰۲	۲۹۴۲۷۵	۲۱۵۳۸۶۲۱۰	۴۳۴۲۴۲۵	۲۴۴۵۲۷۷۷۰

جدول ۲: نتایج حاصل از اجرای مدل‌ها

شماره پتروشیمی	مدل کارایی جزئی با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها		مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر ورودی‌ها		مدل چارنز و همکاران با در نظر گرفتن ضرایب مبتنی بر کارایی	
	کارایی	رتبه	کارایی	رتبه	کارایی	رتبه
پتروشیمی ۱	۰,۳۶۴	۱۰	۱	۱	۰,۹۲۸	۳
پتروشیمی ۲	۰,۴۸۳	۸	۰,۸۸۳	۲	۰,۷۱۷	۶
پتروشیمی ۳	۰,۹۶۹	۲	۰,۶۶۹	۸	۰,۴۸۵	۱۰
پتروشیمی ۴	۰,۷۲۴	۵	۰,۶۵۹	۹	۰,۴۶۶	۱۱
پتروشیمی ۵	۰,۲۵۳	۱۱	۰,۷۵۷	۶	۰,۵۶۴	۸
پتروشیمی ۶	۰,۲۴۳	۱۲	۰,۷۶۷	۵	۰,۵۶۲	۹
پتروشیمی ۷	۰,۶۵	۶	۰,۶۰۵	۱۱	۰,۹۸۷	۲
پتروشیمی ۸	۰,۱۸۵	۱۳	۰,۷۳۴	۷	۰,۳۵۷	۱۲
پتروشیمی ۹	۰,۴۵	۹	۰,۴	۱۴	۰,۲۵۸	۱۳
پتروشیمی ۱۰	۰,۷۶۳	۴	۰,۷۸۹	۴	۱	۱
پتروشیمی ۱۱	۱	۱	۰,۶۳۳	۱۰	۰,۸۵۹	۴
پتروشیمی ۱۲	۰,۸۲۷	۳	۰,۴۸۷	۱۳	۰,۶۰۲	۷
پتروشیمی ۱۳	۰,۵۷۳	۷	۰,۸۲۵	۳	۰,۸	۵
پتروشیمی ۱۴	۰,۱۰۷	۱۴	۰,۵۰۱	۱۲	۰,۱۸	۱۴



شکل ۳: نمودار نتایج به دست آمده به صورت مقایسه‌ای

۷- مراجع

[۱] پور کاظمی, م., ارزیابی کارایی مجتمع های پتروشـــیمی ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده ها. پیک نور- علوم انسانی, ۱۳۸۵ شماره ۲(ویژه اقتصاد) از صفحه ۳۴ تا ۴۳.

[۲] جهانگیری, عباس. (۱۳۹۵). رتبه‌بندی بیمارســـتان های منتخب ایران از نظر کیفیت ارائه خدمات با تلفیقی از روش‌های ســـروکوال و تحلیل پوشـــشـــی داده‌ها .نشـــریه علمی پژوهشـــی مهندسی و مدیریت کیفیت.190-180 ,(3)6 .

[3] charnes, A., Clark, C. T., Cooper, W. W., & Golany, B. (1984). A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the US air forces. Annals of operations Research, 2(1), 95-112.

[4] Roghanian, P., Rasli, A., & Gheysari, H. (2012). Productivity through effectiveness and efficiency in the banking industry. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 40, 550-556.

[5] Djellal, F., & Gallouj, F. (2009). Measuring and improving productivity in services: issues, strategies and challenges: Edward Elgar Publishing..

[6] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General), 120(3), 253-281..

[7] Alidrisi, H., Aydin, M. E., Bafail, A. O., Abdulal, R., & Karuvatt, S. A. (2019). Monitoring the performance of petrochemical organizations in Saudi Arabia using data envelopment analysis. Mathematics, 7(6), 519..

[۸] بنی‌هاشمی, سیدعلی, نجفی, سیداسماعیل. (۱۳۹۶). ارایه رویکرد توسعه‌ای جدید DEA و TOPSIS برای رتبه‌بندی کارایی (مطالعه موردی شرکت‌های سیمان پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار) .نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت کیفیت , 7(1), 69-81.

[9] Liu, H.-h., Yang, G.-l., Liu, X.-x., & Song, Y.-y. (2020). R&D performance assessment of industrial enterprises in China: A two-stage DEA approach. Socio-Economic Planning Sciences, 71, 100753.

[10] Henriques, I. C., Sobreiro, V. A., Kimura, H., & Mariano, E. B. (2020). Two-stage DEA in banks: Terminological controversies and future directions. Expert Systems with Applications, 113632.

[11] Lewis, H. F., & Sexton, T. R. (2004). Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure. Computers & Operations Research, 31(9), 1365-1410.

[12] Hsieh, L.-F., & Lin, L.-H. (2010). A performance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan—An application of the relational network DEA. International Journal of Hospitality Management, 29(1), 14-24..

[13] Cook, W. D., Liang, L., & Zhu, J. (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: a review and future perspective. Omega, 38(6), 423-430..

[۱۴] فرشته کوشکی; المیرا مشایخی نظام آبادی. "یک روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی زنجیره‌های تأمین و کاربرد آن در داروسازی ."نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت کیفیت.48-37 ,1397 ,1 ,8 .,

[15] Kao, C. (2009). Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model. European Journal of Operational Research, 192(3), 949-962.

[16] Kao, C., & Hwang, S.-N. (2008). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. European Journal of Operational Research, 185(1), 418-429.

[17] Cook, W. D., Zhu, J., Bi, G., & Yang, F. (2010). Network DEA: Additive efficiency decomposition. European Journal of Operational Research, 207(2), 1122-1129

[18] Liang, L., Yang, F., Cook, W. D., & Zhu, J. (2006). DEA models for supply chain efficiency evaluation. Annals of operations Research, 145(1), 35-49.

[۱۹] قادری، ف.، علی‌زاده، م.، میرجلیلی، م.، شیخ‌علیشاهی، م.(۱۳۸۹)، ارزیابی عملکرد منابع انسانی بانک‌ها بر اساس روش‌های DEA و Fuzzy DEA، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۴۴ شماره ۲، ۲۱۳-۲۲۸.

[۲۰] ملک اخلاق ا.،پورعیسی آ.، نبی‌زاده ع.(۱۳۹۵)، ارزیابی عملکرد نیروی فروش بر اساس شاخص‌های کلیدی عملکرد با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، مجله مدیریت توسعه و تحول، ۲۵-۳۴.

[۲۱] صدری، م (۱۳۹۸)، توسعه مدلی برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های دانشبنیان با بهره‌گیری از رویکردBSC-DEA. دانشکده صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت‌مدرس