

ارزیابی عملکرد در سازمان‌های فرکتال (مطالعه‌ی موردی: تأسیسات تقویت فشار گاز)

لیلا رودک (دانشجوی کارشناسی ارشد)

عبدالحمید اشراق‌نای جهرمی* (دانشیار)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف

محمد اسداله‌زاده (کارشناس)

از زمان مطرح شدن نظریات کلاسیک در مدیریت، همواره ارزیابی سازمان به‌عنوان یکی از روش‌های کنترل و برنامه‌ریزی مورد توجه بوده است. به‌علاوه با توسعه‌ی کمی و کیفی سازمان‌ها و با توجه به محدودیت منابع موجود و تشدید رقابت میان آن‌ها برای جلب رضایت مشتریان، ضرورت انجام هدف‌مند بررسی نحوه‌ی کارکرد اهمیت ویژه‌ی می‌یابد. در این مقاله رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها/فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (DEA/AHP)^۱ به‌منظور سنجش عملکرد سازمان‌های دارای ساختار فرکتال پیشنهاد شده است، بدین ترتیب که ابتدا مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای ارزیابی هر زوج از واحدها (بدون در نظر گرفتن سایر واحدها) به کار گرفته شده، و سپس با استفاده از نتایج به دست آمده از حل مدل DEA یک ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و راه حل مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) دوسطحی برای رتبه‌بندی کامل مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نهایت مدل یادشده برای سنجش عملکرد تأسیسات تقویت فشار گاز منطقه‌ی ۳ عملیات انتقال گاز به کار گرفته شده تا با رتبه‌بندی تأسیسات از نقطه‌نظر کارایی، اطلاعات مدیریتی مناسب برای شناسایی نقاط ضعف و قوت عملکرد واحدها به‌منظور برنامه‌ریزی استراتژیک و تدوین روش‌های مناسب برای رسیدن به اهداف عالی‌ی سازمان و نظام‌مند کردن تخصیص منابع، اجرای طرح‌های انگیزشی، پاداش و... فراهم آید.

واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل سلسله‌مراتبی، تأسیسات تقویت فشار گاز.

roudak2000@yahoo.com
eshragh@sharif.edu
ma2005per@yahoo.com

۱. مقدمه

همچنین بررسی چگونگی انجام وظایف تعریف‌شده‌ی یک سازمان براساس مدلی که مبتنی بر تحلیل ریاضی باشد، نتایج دقیق‌تر و کامل‌تری در پی خواهد داشت، در حالی که شاخص‌های کیفی که معمولاً در قالب نظرسنجی از افراد حاصل می‌شود به‌علت تفاوت دیدگاه‌ها و نظرات افراد نتایج مختلفی در بر خواهد داشت. به‌همین دلیل، روش‌هایی مبتنی بر استنتاج منطقی و علمی که به دور از تأثیر دیدگاه‌های شخصی باشد اهمیت ویژه‌ی می‌یابد.

عدم توجه به تمایز و ویژگی‌های خاص هر سازمان -- علمی‌رغم حتی اشتراک در اهداف -- ازجمله آفت‌های مهم تحلیل و ارزیابی عملکرد یک سازمان است، چرا که هر سازمان براساس رویکرد، منابع و حتی ویژگی‌های اجتماعی کارکنان و... در سطحی متفاوت از سازمان دیگر قرار می‌گیرد. تقلید صرف از نظریه‌ها و روش‌ها و عدم بومی‌سازی آن‌ها موجب اختلاف نتایج حاصله با واقعیت می‌شود، به‌طوری که امکان تصمیم‌گیری مؤثر در جهت بهبود عملکرد از مدیریت عالی سلب خواهد شد. اندازه‌گیری صحیح کارایی مشخص می‌سازد که سازمان در کدام مرحله از

با توجه به نقش اساسی «ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد» در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی و کنترل فعالیت‌ها، هر دو گروه شاغلان حرفه‌ی مدیریت و نظریه‌پردازان به این موضوع توجه ویژه داشته‌اند،^۱ به‌گونه‌ی که برسر در ساختمان علوم اجتماعی دانشگاه شیکاگو نوشته شده: «اگر قادر به اندازه‌گیری چیزی نباشید دانش شما در آن زمینه اندک و نامطلوب است.»

بقای سازمان‌ها جز از طریق استفاده‌ی بهینه و صحیح از منابع و امکانات موجود میسر نیست و سازمان‌های پویا و بالنده با نقد مؤثر فعالیت‌ها و اقدامات‌شان به بقای خود در گذر زمان ادامه می‌دهند. با بررسی عملکرد واحدهای یک سازمان، و سنجش توانایی‌شان در انجام وظایف تعریف‌شده به‌صورت خرد و در نهایت جمع‌بندی آن‌ها، می‌توان جایگاه سازمان را در قبال رقبای و امکان ماندگاریش مورد بررسی قرار داد.

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۲۵/۵/۱۳۸۹، اصلاحیه ۳/۳/۱۳۹۰، پذیرش ۱۷/۳/۱۳۹۰.

دست‌یابی به اهداف خود قرار دارد. همچنین نتایج حاصل از اندازه‌گیری را می‌توان به‌عنوان بازخورد تلقی کرد و از آن‌ها در فرایندهای تصمیم‌گیری مدد جست که این مسائل اهمیت موضوع را نشان می‌دهد.

ایجاد رقابت میان واحدها و ارائه‌ی پیشنهاد روش کار به واحدهای ناکارا براساس الگو برداری از واحدهای کارآمد و بررسی عملکرد هر واحد در دوره‌های زمانی مختلف و شناسایی دوره‌های کارا و ناکارا برای هر واحد به‌همراه فراهم‌آوردن اطلاعات مدیریتی مناسب برای شناسایی نقاط ضعف و قوت عملکرد واحدها به‌منظور برنامه‌ریزی استراتژیک و تدوین روش‌های مناسب برای رسیدن به اهداف عالی‌ی سازمان و نظام‌مند کردن تخصیص منابع، اجرای طرح‌های انگیزشی، پاداش و... از دیگر فواید سنجش عملکرد است.

هدف این نوشتار سنجش عملکرد سازمان‌های دارای ساختار فرکتال است. سازمان فرکتال^۲، سازمانی است که به واحدهای مختلف تقسیم می‌شود به‌گونه‌ی که بتوان هر واحد آن را مشابه دیگر واحدها و در عین حال مشابه کل سازمان در نظر گرفت. مدیریت چنین سازمانی می‌تواند با شناسایی بهترین عملکرد در مجموعه‌ی سازمانی‌اش، ضمن بررسی هزینه‌ها آن را به دیگر واحدها نیز توصیه کند.^[۱] در مطالعه‌ی حاضر، پس از معرفی روش DEA/AHP به‌عنوان روشی کارآمد در سنجش عملکرد سازمان‌های فرکتال، از این روش برای ارزیابی عملکرد تأسیسات تقویت فشار گاز استفاده شده است. در متدولوژی پیشنهادی ابتدا داده‌های کمی با استفاده از سوابق، مدارک و محاسبات به دست آمده و پس از ارزیابی هر زوج از واحدها، با استفاده از شیوه‌ی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، از نتایج حاصله یک ماتریس مقایسات زوجی تشکیل شده و در نهایت مدل AHP دوسطحی برای رتبه‌بندی کامل مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجا که یکی از مشکلات AHP وجود قضاوت‌های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی است، استفاده از مدل مذکور علاوه بر رتبه‌بندی کامل واحدها، از وجود قضاوت‌های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی نیز جلوگیری می‌کند. در بخش بعد نگاهی گذرا به پیشینه‌ی تحقیق خواهیم داشت، و سپس با عنوان متدولوژی تحقیق، به جزئیات انتخاب روش مذکور خواهیم پرداخت. در ادامه ضمن بیان مدل ریاضی شیوه‌ی یادشده و سپس به‌عنوان یک مثال کاربردی، به‌کارگیری آن در تأسیسات تقویت فشار گاز مد نظر قرار گرفته است. در پایان نیز با جمع‌بندی مطالب بیان‌شده اقدام به نتیجه‌گیری از مطالب کرده‌ایم.

۲. پیشینه‌ی تحقیق

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به‌عنوان یک روش برنامه‌ریزی خطی در تخمین کارایی واحدهای تولیدی شامل چند ورودی و چند خروجی، سابقه‌ی نسبتاً طولانی دارد.^[۳] در این روش فرض می‌شود که N واحد تصمیم‌گیری (DMU)^۳ برای ارزیابی وجود دارد و هر واحد مقادیر متفاوتی از m نوع ورودی را برای تولید s نوع خروجی مصرف می‌کند. هدف این شیوه ارزیابی کارایی نسبی این واحدها با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی است.^[۴]

محققین از این روش برای سنجش عملکرد واحدهای تعمیرات بزرگراه در تایوان استفاده کرده‌اند.^[۵] در تحقیقی دیگر گروه‌های تعمیر و نگهداری کارخانجات تولیدی مورد بررسی قرار گرفته است.^[۶] نتیجه‌ی حاصل از این تحقیق، فراهم‌آوردن ابزار ارزیابی واحدهای تعمیراتی به‌صورت کمی بوده است. در ضمن با معرفی یک واحد به‌عنوان الگو مشخص شد هزینه‌ی تعمیر و نگهداری به‌عنوان بزرگ‌ترین هزینه‌ی قابل کنترل در سطح کارخانه است.

بررسی ۱۱۷ شعبه‌ی بانک در تایوان،^[۷] ۱۸۸ مرکز درمانی سرپایی در آمریکا،^[۸] شعب شرکت پست برزیل^[۹] و نیروگاه‌های تولید برق در چین^[۱۰] نمونه‌هایی دیگر از کاربرد DEA در بخش صنعت و خدمات است.

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) نیز برای حل مسائل پیچیده‌ی چندمعیاره نیز به‌کار گرفته می‌شود و به تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهد که اولویت‌های خود را با به‌کارگیری مقیاس‌ها و قضاوت‌های ذهنی تعیین کنند.^[۱۱] از مدل AHP برای ارزیابی واحدهای تولیدی استفاده شده است.^[۱۲]

در بسیاری از کاربردها، تلفیق DEA و AHP برای مطالعه و بررسی بسیاری از مسائل پیچیده‌ی ارزیابی عملکرد به‌کار گرفته شده است. در برخی از این کاربردها ابتدا شاخص‌های کیفی توسط روش AHP به شاخص‌های کمی تبدیل شده‌اند و سپس از مدل DEA به‌منظور ارزیابی عملکرد و شناسایی واحدهای کارا استفاده شده است.^[۱۳] از تلفیق مدل‌های DEA و AHP به‌صورت یادشده، برای توسعه و بهینه‌سازی سیستم حمل و نقل ریلی استفاده شده است.^[۱۴] همچنین برای تعیین چگونگی توزیع انبارهای یک شرکت،^[۱۵] حل مسائل جانمایی کارخانه،^[۱۶] بررسی وابستگی اهمیت طرز کار منابع انسانی و عملکرد سازمان از رویکرد فوق استفاده شده است. برای مثال با مدنظر قرار دادن ۱۲۹ کارخانه‌ی صنایع الکترونیک در تایوان و ۱۱۲ شعبه در چین، اثر طرز کار منابع انسانی بر عملکرد سازمان را با مدل مذکور نمایش داده‌اند.^[۱۷] با تلفیق DEA و AHP در حسابداری، و با روش AHP معیارهای غیر پولی در ارتباط با اهداف بلندمدت سازمان، تبدیل به شاخص‌های عددی شده است.^[۱۸]

از سوی دیگر برخی مقالات ابتدا مدل DEA را میان هر زوج از واحدها به‌کار گرفته و پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی از مدل AHP برای تولید وزن هر واحد و رتبه‌بندی کامل استفاده کرده‌اند.^[۱۳] در مطالعه‌ی دیگر، با استفاده از چنین رویکردی مدل DEA از حالت کارا/ناکارا به رتبه‌بندی کامل توسعه یافته و ارزیابی دانشکده‌های دانشگاه‌ها بر این اساس انجام شده است.^[۱۹] محققین دیگر، پیش از استفاده از شیوه‌ی AHP از DEA برای وزن‌دهی به معیارها استفاده کرده‌اند^[۲۰] و نیز این روش را در انتخاب تأمین‌کنندگان مد نظر قرار داده‌اند.^[۲۱] براساس بررسی‌های به‌عمل آمده در رابطه با به‌کارگیری این دو شیوه در زمینه‌ی رتبه‌بندی تأسیسات تقویت فشار گاز، کاری صورت نگرفته است.

در این مطالعه، با تلفیق شیوه‌های DEA و AHP و به‌منظور ایجاد بسترهای لازم برای جمع‌آوری اطلاعات و سنجش عملکرد در سال‌های آتی و نیز فراهم‌آوردن اطلاعات مدیریتی مناسب به‌منظور شناسایی نقاط ضعف و قوت عملکرد واحدها، رتبه‌بندی کامل واحدها مد نظر قرار گرفته است.

۳. متدولوژی تحقیق

یکی از شیوه‌هایی که قادر است کارایی واحدهای ارائه‌دهنده‌ی خدمات متنوع اما مشابه را با یکدیگر مقایسه کند، شیوه‌ی DEA است.^[۲۲] لذا این شیوه می‌تواند در سازمان‌هایی با ساختار فرکتال -- نظیر شعبه‌های بانک، مدارس، بیمارستان‌ها و... -- به‌طور مؤثری به‌کار گرفته شود. در روش DEA با مد نظر قرار دادن نسبت خروجی‌های متنوع تولیدشده (محصول و خدمات) به ورودی‌های متنوع (منابع)، کارایی را اندازه‌گیری، و واحدها را به دو دسته‌ی کارا و ناکارا تقسیم‌بندی کند؛ به واحدهای کارا امتیاز ۱۰۰ درصد تخصیص داده می‌شود.^[۲۳] روش DEA در مقایسه با شیوه‌هایی نظیر تجزیه و تحلیل رگرسیونی^۴ و تحلیل نسبت‌های عملکردی^۵

جهت رفع معایب و افزایش قابلیت اطمینان روش DEA گام برداشت. روش AHP رویه‌ی سازمان‌یافته برای حل مسئله به شکل سلسله‌مراتبی است. [11] AHP آگاهی، بینش و تجربه را به منظور اولویت‌دهی و رتبه‌بندی گزینه‌ها به کار گرفته و مبتنی بر سه اصل است: تجزیه، قضاوت‌های ذهنی-مقایسه‌ی، ترکیب اولویت‌ها. در این روش، در گام نخست با تجزیه‌ی یک مسئله‌ی چندمعیاره‌ی پیچیده به سطح سلسله‌مراتبی که هر سطح شامل عناصر قابل مدیریت محدودی است -- و خود به مجموعه‌ی دیگری از عناصر تجزیه می‌شود -- بررسی آغاز خواهد شد. سپس در دومین گام با استفاده از متدولوژی برای ایجاد اولویت‌ها در میان عناصر و در بین هر سطح از سلسله‌مراتب اقدام می‌شود. و در گام آخر به منظور ایجاد اولویت‌های کلی برای گزینه‌های تصمیم‌گیری، اولویت‌های عناصر ترکیب می‌شوند. [15]

از آنجا که شیوه‌ی AHP مبتنی بر یک نظریه‌ی قوی است و از قابلیت ساختاردهی به مسئله و تجدیدنظر در آن برخوردار است، و شاخص‌های کمی و کیفی را در تصمیم‌گیری‌ها دخالت می‌دهد یکی از کارآمدترین شیوه‌های تصمیم‌گیری محسوب می‌شود. [12] از محدودیت‌های این شیوه می‌توان به وجود قضاوت‌های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی اشاره کرد. [13] همچنین به هنگام کاربرد روش AHP، استقلال شاخص‌ها نیز باید مورد توجه قرار گیرد، چرا که عدم استقلال شاخص‌ها باعث ایجاد ساختار شبکه‌ی خواهد شد.

با تلفیق دو روش DEA و AHP می‌توان محدودیت‌های دو مدل فوق را تا حدودی برطرف کرده و بر توان‌مندی‌های سیستم ارزیابی عملکرد افزود. بدین ترتیب که ابتدا یک مدل DEA برای هر زوج از واحدها، بدون در نظر گرفتن سایر واحدها، حل شده و سپس با استفاده از نتایج به دست آمده از حل مدل DEA یک ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و راه حل AHP دوسطحی برای رتبه‌بندی کامل مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا علاوه بر رتبه‌بندی کامل واحدها از وجود قضاوت‌های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی پیشگیری می‌شود.

۴. مدل ریاضی

در این بخش چگونگی پیشبرد الگوریتم ریاضی روش پیشنهادی توضیح داده شده است. مراحل انجام کار عبارت است از:

الف) ابتدا مانند روش DEA، DMUها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، با این تفاوت که در روش DEA هر واحد به تنهایی با تمامی واحدها مقایسه می‌شود و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، ولی در این روش برای مقایسه‌ی دودویی واحدها، هر واحد با واحدی دیگر مقایسه و برای هر زوج از DMUها مدلی -- مانند آنچه که برای DMU₁ در مقایسه با DMU₂ در ادامه نوشته شده -- در نظر گرفته و حل می‌شود:

$$e_{1,2} = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r1}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i1}}$$

S.t. :

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \quad k = 1, 2$$

$$u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

دارای مزایای بسیاری است، و همین امر این روش را به عنوان ابزار مناسب مدیریتی در صنایع مختلف مطرح ساخته است. [1] DEA یک روش ناپارامتر است، یعنی فاقد هرگونه پارامتر برای تحلیل است. [12] در حالی که اگر می‌خواستیم مسئله را با روش پارامتری حل کنیم با مشکلات متعددی مواجه می‌شویم، به طوری که ابتدا می‌بایست پیش‌فرض‌هایی را برای تخمین تابع تولید به کار می‌بردیم. مشکل دیگر هنگام افزایش یافتن تعداد بنگاه‌ها بروز می‌کرد به گونه‌ی که بر پیچیدگی‌های محاسباتی تا حد زیادی افزوده می‌شد. نهایتاً در روش پارامتری امکان بررسی واحدهایی با بیش از یک ستاده وجود نداشت. در روش DEA از کلیه‌ی مشاهدات گردآوری شده برای اندازه‌گیری کارایی استفاده می‌شود. برخلاف روش رگرسیون که با میانگین‌سازی در مقایسه‌ی واحدها به بهترین عملکرد موجود در مجموعه واحدهای تحت بررسی دست می‌یابد، تحلیل پوششی داده‌ها هرکدام از مشاهدات را در مقایسه با مرز کارا بهینه می‌کند. [12]

روش پارامتری نیازمند یک تابع ریاضی است که بر اساس آن با به‌کارگیری متغیرهای مستقل، متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. علاوه بر آن، فرضیاتی در مورد تابع توزیع داده‌ها همراه با محدودیت‌های مدل نیز باید مورد توجه قرار گیرد. اما تحلیل پوششی داده‌ها نیازمند به دست آوردن تابع توزیع و فرضیاتی در مورد آن نیست. این روش به‌طور کلی با ترکیب تمامی واحدهای تحت بررسی، یک واحد مجازی با بالاترین کارایی را ساخته و واحدهای ناکارا را با آن می‌سنجد. [12] از جمله مزایای این روش عبارت‌اند از:

۱. مناسب برای استفاده‌ی همزمان از ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد؛ [5]
 ۲. امکان به‌کارگیری ورودی‌ها و خروجی‌های مختلف با مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت؛ [12]
 ۳. فراهم آوردن یک مقیاس نسبی برای سنجش DMUها؛ [5]
 ۴. مستقل از قضاوت‌های ذهنی [5] به عبارتی نیازمند آگاهی از وزن‌ها یا قیمت ورودی‌ها یا خروجی‌ها نبوده و از ارزش‌گذاری بی‌نیاز است؛ [12]
 ۵. مستقل از آگاهی درباره‌ی شکل تابع توزیع و روابط تابعی میان ورودی‌ها و خروجی‌ها؛ [12]
 ۶. فراهم آوردن معیار قابل دسترس برای بخش‌های با کارایی کم‌تر؛ [5]
- روش DEA علاوه بر مزایای فوق محدودیت‌هایی نیز دارد:

۱. در این شیوه واحدها به دو دسته‌ی کارا و ناکارا تقسیم می‌شوند و رتبه‌بندی کامل بین واحدها انجام نمی‌شود؛ [12]
۲. تعداد مدل‌های مورد نیاز و حل آن‌ها به تعداد واحدهای تحت بررسی وابسته است که می‌تواند تا حدودی حجم محاسبات را افزایش دهد؛ [12]
۳. اضافه‌کردن واحدی جدید به مجموعه واحدهای بررسی‌شده‌ی قبلی، موجب تغییر در امتیاز کارایی تمامی واحدها می‌شود؛ [12]
۴. چنانچه مجموع ورودی‌ها و خروجی‌ها نسبت به مجموعه واحدهای تصمیم‌گیرنده زیاد باشد، به دلیل قرار گرفتن واحدهای بیشتری بر مرز کارایی، تفکیک واحدها به درستی صورت نخواهد پذیرفت و تعداد واحدهای کارا با وجود ناکارآمدی برخی از واحدها افزایش خواهد یافت. [1]

به دلیل وجود محدودیت‌های یادشده و با توجه به این که می‌توان به ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی واحدهای یک سازمان به‌عنوان یک هدف و نیز یک تصمیم‌نگریست، با تلفیق مدل DEA با تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توان در

این مسئله تبدیل به یک مسئله برنامه ریزی خطی می شود:

عناصر ماتریس جدید (A') از رابطه ۴ به دست می آید:

$$a'_{k,k'} = \frac{a_{k,k'}}{\sum_{k=1}^n a_{k,k'}} \quad (4)$$

$$A' = \begin{bmatrix} a'_{1,1} & a'_{1,2} & a'_{1,3} & a'_{1,4} & \dots \\ a'_{2,1} & a'_{2,2} & a'_{2,3} & a'_{2,4} & \dots \\ a'_{3,1} & a'_{3,2} & a'_{3,3} & a'_{3,4} & \dots \\ a'_{4,1} & a'_{4,2} & a'_{4,3} & a'_{4,4} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

سپس میانگین عناصر هر سطر ماتریس A' محاسبه شده و بدین ترتیب رتبه بندی کامل واحدهای سازمانی به دست می آید.

$$e_{1,r} = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r1}$$

S.t :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i1} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \quad k = 1, 2$$

$$u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

از حل مدل ریاضی فوق مقادیر $e_{k,k'} (k, k' = 1, 2, \dots, n, k \neq k')$ دست می آید و ماتریس E با K سطر K' و ستون ایجاد می شود که عناصر روی قطر آن همگی عدد ۱ هستند.

$$E = \begin{bmatrix} 1 & e_{1,2} & e_{1,3} & e_{1,4} & \dots \\ e_{2,1} & 1 & e_{2,3} & e_{2,4} & \dots \\ e_{3,1} & e_{3,2} & 1 & e_{3,4} & \dots \\ e_{4,1} & e_{4,2} & e_{4,3} & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

ب) از فرایند DEA/AHP یک مدل دوسطحی AHP که در شکل ۱ نشان داده شده است (سطح هدف و سطح گزینه ها) ایجاد می شود. پس از تشکیل سلسله مراتب، مقادیر ماتریس A که حاصل مقایسات زوجی سازمان هاست، از رابطه ۳ به دست می آید.

$$a_{k,k'} = \frac{e_{k,k'}}{e_{k',k}} \quad (3)$$

این رابطه نمایانگر کارایی واحد سازمانی K نسبت به واحد سازمانی K' است.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{1,2} & a_{1,3} & a_{1,4} & \dots \\ a_{2,1} & 1 & a_{2,3} & a_{2,4} & \dots \\ a_{3,1} & a_{3,2} & 1 & a_{3,4} & \dots \\ a_{4,1} & a_{4,2} & a_{4,3} & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

پس از به دست آوردن ماتریس مقایسات زوجی، این ماتریس باید همگن شود.

۵. مطالعه موردی

روش پیشنهادی فوق به منظور رتبه بندی تأسیسات تقویت فشار گاز منطقه ۳ عملیات انتقال گاز به کار گرفته شده است. منطقه ۳ عملیات انتقال گاز، به عنوان یکی از مناطق دهگانه شرکت انتقال گاز ایران، دارای ۷ ایستگاه تقویت فشار با مجموع ۲۱ دستگاه توربوکمپرسور است -- شامل قم ۱، قم ۲، قم ۳، ساوه، قزوین ۱، قزوین ۲ و خرمدره -- و عهده دار نقش حیاتی و سازنده ای در انتقال گاز به نیروگاه ها، مراکز صنعتی، واحدهای تجاری و خانگی است.

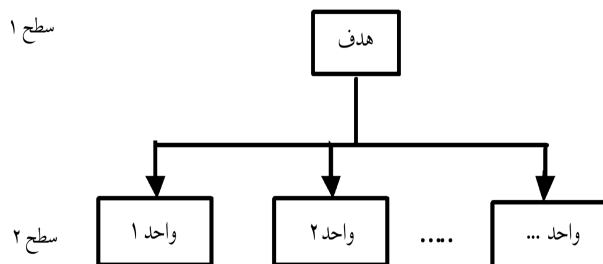
از آنجا که گاز خروجی از پالایشگاه ها در مسیر خود تا نقطه مصرف با افت فشار مواجه می شود، استقرار تأسیسات تقویت فشار برای تأمین فشار لازم در محل های مصرف -- و در فواصل معینی از مسیر خطوط لوله ای انتقال گاز -- لازم است. تعداد توربوکمپرسورهای هر یک از تأسیسات منطقه ۳ عملیات انتقال گاز به تفکیک در جدول ۱ آمده است.

مهم ترین وظیفه تأسیسات مذکور با توجه به خط مشی سازمان، افزایش مستمر و مداوم فشار و انتقال گاز است. برای انجام این امر مهم لازم است توربوکمپرسورها با کمترین توقفات ناخواسته مواجه باشند و تعمیرات آنها طبق برنامه ای زمان بندی و با نهایت دقت صورت گیرد و پرسنل بهره بردار نیز با دیدن آموزش های لازم از مهارت های کافی در بهره برداری از توربین ها برخوردار باشند. لذا عملکرد تأسیسات فوق از دو جنبه ای انتقال گاز و نحوه تعمیر و نگهداری بررسی شده، و در نهایت با تجمیع آنها رتبه بندی کامل تأسیسات به دست آمده است. علت بررسی عملکرد تأسیسات از دو منظر و تجمیع آنها در نهایت به دلیل وجود محدودیت چهارم روش DEA است که در ادامه بدان اشاره شد.

برای تعیین شاخص های ورودی و خروجی، از شیوه ای دلفی با حضور رؤسای تأسیسات، رؤسای تعمیرات، یک نفر از کارشناسان بهره بردار و کارشناسان مجموعه -- با توجه به تخصص و تجربه ای لازم و آشنایی شان با تأسیسات و نیز به واسطه

جدول ۱. تعداد توربوکمپرسورهای هر یک از تأسیسات تقویت فشار گاز منطقه ۳ عملیات انتقال گاز.

نام تأسیسات	قم ۱	قم ۲	قم ۳	ساوه	قزوین ۱	قزوین ۲	خرمدره
تعداد	۵	۳	۳	۳	۳	۲	۲
توربوکمپرسورها							



شکل ۱. سلسله مراتب انتخاب برترین واحد سازمانی در مدل DEA/AHP.

جدول ۲. وزن اهمیت تحصیلات در تأسیسات تقویت فشار گاز.

تحصیلات	وزن اهمیت	وزن اهمیت نرمال شده
دیپلم	۱	۰٫۰۶
فوق دیپلم	۳	۰٫۱۹
لیسانس	۵	۰٫۳۱
فوق لیسانس	۷	۰٫۴۴

جدول ۳. وزن اهمیت تجربه در تأسیسات تقویت فشار گاز.

تجربه	وزن اهمیت	وزن اهمیت نرمال شده
۶ ماه تا ۲ سال	۳	۰٫۰۸
۲ الی ۵ سال	۶	۰٫۱۷
۵ الی ۱۲ سال	۸	۰٫۲۲
۱۲ الی ۲۲ سال	۹	۰٫۲۵
بیشتر از ۲۲ سال	۱۰	۰٫۲۸

۴.۵. تعداد و مدت زمان توقفات اضطراری توربوکمپرسورها به‌ازاء

هر توربین

توقفات توربوکمپرسورگاهی به‌صورت کاملاً پیش‌بینی شده و به‌منظور انجام تعمیرات پیشگیرانه -- نظیر تعمیرات اساسی یا بازرسی‌های زمان‌بندی شده و... -- صورت می‌پذیرد، و زمانی نیز به‌صورت کاملاً ناخواسته و به‌دلیل ایجاد اشکال در بخشی از تجهیزات، خطای بهره‌برداری و... توربین یک‌باره از حرکت می‌ایستد. با توجه به هدف ارزیابی عملکرد، توقفات ناخواسته‌ی توربین که ناشی از خطای بهره‌برداری یا پرسنل تعمیراتی و... است، مد نظر قرار گرفته است.

با توجه به عوامل فوق و این مسئله که هر توقف اضطراری زمان تعمیرات اساسی توربین را جلو می‌اندازد، تعداد توقفات اضطراری حائز اهمیت است. همچنین چون مدت زمان توقف اضطراری نشان‌دهنده‌ی مدت‌زمان انجام تعمیرات روی توربین است و این امر منعکس‌کننده‌ی میزان مهارت پرسنل تعمیراتی و تشخیص صحیح علت توقف است، لذا مدت زمان توقف اضطراری نیز از اهمیت فراوانی برخوردار است.

تعداد و مدت زمان توقفات اضطراری و نیز علت توقف، به‌صورت ماهانه به واحد عملیات ایستگاه‌ها و واحد برنامه‌ریزی گزارش می‌شود که نتایج حاصل از جمع آن‌ها در سال ۱۳۸۸ به‌عنوان یک شاخص در نظر گرفته شده است. در جدول ۴ مقادیر مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی از منظر تعمیر و نگهداری ارائه شده است.

در ارزیابی عملکرد واحدها لازم است تمام ورودی‌ها و خروجی‌ها هم‌سان و هم‌جهت باشند. هم‌جهت بودن بدین معناست که تغییر کارایی خروجی‌ها و ورودی‌ها همه در یک جهت صورت گیرد. به‌عبارت دیگر اگر افزایش در خروجی‌ها موجب افزایش کارایی می‌شود، یک خروجی نامطلوب (مانند تعداد توقفات اضطراری به‌ازاء هر توربین) نیز باید به‌گونه‌ی وارد مدل شود که کارایی را افزایش دهد. بدین‌منظور تمامی خروجی‌هایی که ماهیت کاهش‌ی دارند (هرچه میزان آن‌ها کم‌تر باشد، بهتر است) با معکوس کردن داده‌ها دارای ماهیت افزایشی شده‌اند. در جدول ۵ خروجی‌های

درگیر بودن آن‌ها با موضوع و داشتن انگیزه‌های لازم -- به‌منظور همکاری استفاده شده است. مقادیر مربوط به شاخص‌های هر یک از DMUها نیز با توجه به سوابق و مدارک و انجام برخی محاسبات به دست آمده است که در ادامه به‌اختصار تشریح می‌شود. یادآور می‌شود این مقادیر مربوط به یک دوره‌ی یک‌ساله بوده و از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا پایان سال است.

۱.۵. شاخص نفر-ساعت آموزش دیده

نفر-ساعت آموزش‌دیده در هر یک از تأسیسات، طی سال ۱۳۸۸ به‌عنوان یک شاخص ورودی در نظر گرفته شده است و آموزش‌های فنی پرسنل و آموزش مهارت‌های سرپرستی برای مدیران مد نظر قرار گرفته و آموزش‌های عمومی پرسنل -- نظیر آموزش زبان انگلیسی که برای کلیه پرسنل تا سطح معینی (بسته به سمت سازمانی) وجود دارد -- حذف شده است.

محاسبه‌ی نفر-ساعت آموزش‌دیده براساس دوره‌های آموزشی طی شده توسط پرسنل و مدت زمان دوره که از واحد آموزش اخذ شده، صورت پذیرفته است.

۲.۵. نفر-ساعت تعمیراتی به‌ازاء هر توربین

از آنجا که نحوه‌ی عملکرد پرسنل تعمیرات و کیفیت کار آنان می‌تواند در پیشگیری از بروز توقفات ناخواسته مؤثر باشد، لذا شاخصی به‌عنوان نفر-ساعت تعمیراتی در نظر گرفته شده است. در محاسبه‌ی شاخص مذکور، تعمیرات پیشگیرانه که براساس برنامه‌ی زمان‌بندی برای کلیه تأسیسات صورت می‌پذیرد و سبب بروز توقفات ناخواسته نمی‌شود، حذف شده است. همچنین به‌دلیل تفاوت تعداد توربوکمپرسورها در تأسیسات مختلف، شاخص مذکور با توجه به ماهیت آن به‌ازاء هر توربین در نظر گرفته شده است.

۳.۵. کیفیت کارکنان مشغول به کار

از آنجا که پرسنل حاضر در هر ایستگاه از نظر سمت، سابقه و تحصیلات شرایط متفاوتی دارند و این مسئله می‌تواند بر نحوه‌ی عملکرد آن‌ها تأثیرگذار باشد، شاخصی با عنوان «کیفیت کارکنان مشغول به کار در هر ایستگاه» تعریف، و به‌روش زیر محاسبه شده است:

وزن اهمیت «تحصیلات» براساس اختلاف سال‌های تحصیلی نسبت به دیپلم و وزن اهمیت «تجربه» براساس منحنی یادگیری^۶ (سرعت افزایش تجربه در ابتدا زیاد بوده و پس از مدتی با افزایش زمان تغییر محسوس نمی‌کند) در نظر گرفته و به‌همین‌جاری شده است.

لازم به ذکر است به‌دلیل یکسان بودن نمودار سازمانی تأسیسات مختلف، عامل «سمت» از بخش‌های مورد بررسی کارکنان حذف شده و تعیین شاخص براساس سابقه و تحصیلات صورت گرفته است. همچنین مشاغل نظیر خدمات، باغبانی و... که بر عملکرد تأسیسات از منظر تعمیر و نگهداری تأثیری ندارند، در نظر گرفته نشده‌اند. در نهایت براساس تعداد کارکنان در هر مجموعه، وزن تأسیسات از نظر تحصیلات و تجربه‌ی کاری به دست آمده و براساس متوسط نظرات کارشناسان، به نسبت اهمیت ۰٫۶ برای تجربه و ۰٫۴ برای تحصیلات جمع‌نهایی صورت گرفته است. در جدول ۲ وزن اهمیت تحصیلات، و در جدول ۳ وزن اهمیت تجربه در تأسیسات یادشده ارائه شده است.

جدول ۴. مقادیر مربوط به شاخص های ورودی و خروجی از منظر تعمیر و نگهداری در سال ۱۳۸۸.

نوع شاخص	شاخص	DMU					
		قم ۱	قم ۲	قم ۳	ساوه	قزوین ۱	قزوین ۲
ورودی	نفر-ساعت آموزشی	۶۱۳	۴۲۷	۵۶۲	۸۸۱	۳۷۰	۸۶۳
	نفر-ساعت تعمیراتی به ازا هر توربین	۶۳۷	۱۳۷۲٫۳۳	۱۵۲۱٫۳۳	۵۲۰	۹۸۳	۱۸۷۰
	کیفیت کارکنان مشغول به کار*	۴٫۶۳۴	۴٫۵۱۲	۳٫۷۵۴	۵٫۳۰۰	۳٫۸۲۲	۴٫۴۰۲
خروجی	تعداد توقفات اضطراری به ازا هر توربین	۱٫۲۰۵	۳٫۳۳۳	۶٫۲۵۰	۰٫۳۳۳	۱٫۳۳۳	۵٫۵۵۶
	مدت زمان توقفات اضطراری به ازا هر توربین (ساعت)	۱٫۰۶۴	۷٫۶۹۲	۶٫۲۵۰	۱	۲٫۰۸۳	۶٫۶۶۷

*: محاسبات براساس نفرات مستقر در هر ایستگاه، و با توجه به جداول ۲ و ۳ انجام شده است.

جدول ۵. مقادیر شاخص های خروجی در محاسبات.

نوع شاخص	شاخص	DMU					
		قم ۱	قم ۲	قم ۳	ساوه	قزوین ۱	قزوین ۲
خروجی	تعداد توقفات اضطراری به ازا هر توربین	۰٫۸۳	۰٫۳۰	۰٫۱۶	۳	۰٫۷۵	۰٫۱۸
	مدت زمان توقفات اضطراری به ازا هر توربین	۰٫۹۴	۰٫۱۳	۰٫۱۶	۱	۰٫۴۸	۰٫۱۵

جدول ۶. مقادیر مربوط به شاخص های ورودی و خروجی از منظر انتقال گاز در سال ۱۳۸۸.

نوع شاخص	شاخص	DMU					
		قم ۱	قم ۲	قم ۳	ساوه	قزوین ۱	قزوین ۲
ورودی	ساعت کارکرد به ازا هر توربین (هزار ساعت)	۲٫۴۸۹	۴٫۴۳۸	۳٫۲۵۶	۱٫۴۰۲	۲٫۷۰۵	۴٫۵۱۱
	میزان گاز مصرفی به ازا هر توربین (میلیون متر مکعب)	۵٫۱۳۵	۲۵٫۱۳۳	۱۵٫۹۵۰	۳٫۶۱۰	۶٫۹۴۳	۱۷٫۳۷۵
	میانگین فشار ورودی (Kg/cm^2)	۴۹٫۶۶	۵۱٫۴۶	۵۲٫۱۸	۵۰٫۷۷	۵۲٫۳۸	۵۳٫۲۰
خروجی	میزان گاز عبوری به ازا هر توربین (میلیارد متر مکعب)	۱٫۴۲۴	۵٫۸۵۷	۴٫۲۶۲	۱٫۳۹۳	۲٫۵۷۷	۵٫۸۴۰

جدول ۷. ماتریس مقایسات زوجی تشکیل یافته براساس DEA، از منظر تعمیر و نگهداری.

	قم ۱	قم ۲	قم ۳	ساوه	قزوین ۱	قزوین ۲	خرمدره
قم ۱	۱	۱٫۹۲۷۲	۴٫۲۰۱۷	۱	۱	۴٫۳۸۰۲	۳٫۰۹۰۲
قم ۲	۰٫۵۱۸۹	۱	۱	۰٫۲۶۸۲	۰٫۳۴۶۶	۱	۱
قم ۳	۰٫۲۳۸۰	۱	۱	۰٫۲۵۰۸	۰٫۳۳۹۴	۱٫۰۴۲۳	۰٫۸۸۴۱
ساوه	۱	۳٫۷۲۸۶	۳٫۹۸۷۲	۱	۱	۵٫۵۳۷۱	۲٫۹۶۸۲
قزوین ۱	۱	۲٫۸۸۵۲	۲٫۹۴۶۴	۱	۱	۳٫۶۸۶۰	۲٫۱۶۶۸
قزوین ۲	۰٫۲۲۸۳	۱	۰٫۹۵۹۴	۰٫۱۸۰۶	۰٫۲۷۱۳	۱	۰٫۸۰۹۱
خرمدره	۰٫۳۲۳۶	۱	۱٫۱۳۱۱	۰٫۳۳۶۹	۰٫۴۶۱۵	۱٫۲۳۵۹	۱

جدید، که دیگر ماهیت هزینه‌ی ندارند و دارای ماهیت سوددهی شده‌اند، ارائه شده است. از منظر انتقال گاز نیز شاخص‌ها چنین در نظر گرفته شده‌اند: ساعت کارکرد و میزان گاز مصرفی به ازا هر توربین در هر ایستگاه، به عنوان شاخص ورودی در نظر گرفته شده است. این که یک توربین به ازا هر ساعت کار چه میزان از گاز را توانسته عبور دهد یا به ازا هر ساعت کار چه میزان از گاز را به عنوان سوخت مصرف کرده،

حائز اهمیت است. همچنین از آنجا که با افزایش فشار ورودی، میزان گاز عبوری از توربین نیز افزایش خواهد یافت، فشار ورودی به عنوان پارامتری مهم می‌تواند در افزایش یا کاهش میزان عبور گاز مؤثر باشد. با توجه به ثبت فشار ورودی به صورت روزانه، میانگین فشار ورودی در دوره‌ی مورد بررسی به عنوان یک شاخص ورودی در نظر گرفته شده است.

میزان گاز عبوری به ازا هر توربین نیز شاخص خروجی است. این موضوع که

جدید، که دیگر ماهیت هزینه‌ی ندارند و دارای ماهیت سوددهی شده‌اند، ارائه شده است. از منظر انتقال گاز نیز شاخص‌ها چنین در نظر گرفته شده‌اند: ساعت کارکرد و میزان گاز مصرفی به ازا هر توربین در هر ایستگاه، به عنوان شاخص ورودی در نظر گرفته شده است. این که یک توربین به ازا هر ساعت کار چه میزان از گاز را توانسته عبور دهد یا به ازا هر ساعت کار چه میزان از گاز را به عنوان سوخت مصرف کرده،

جدول ۱۰. رتبه‌بندی تأسیسات از منظر انتقال گاز.

نام تأسیسات	وزن واحدها	رتبه‌بندی واحدها
قم ۱	۰/۱۱۹۸	۵
قم ۲	۰/۱۴۲۲	۴
قم ۳	۰/۱۴۲۲	۴
ساوه	۰/۱۴۲۲	۴
قزوین ۱	۰/۱۵۵۴	۱
قزوین ۲	۰/۱۴۹۹	۲
خرمدره	۰/۱۴۸۵	۳

جدول ۱۱. رتبه‌بندی نهایی تأسیسات.

نام تأسیسات	وزن واحدها	رتبه‌بندی واحدها
قم ۱	۰/۲۳۶۹	۲
قم ۲	۰/۰۶۶۶	۵
قم ۳	۰/۰۵۹۴	۶
ساوه	۰/۲۸۸۱	۱
قزوین ۱	۰/۲۱۷۸	۳
قزوین ۲	۰/۰۵۸۷	۷
خرمدره	۰/۰۶۹۱	۴

۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله روش DEA/AHP برای رتبه‌بندی کامل سازمان‌های دارای ساختار فرکتال پیشنهاد شده است. سپس به‌عنوان نمونه، رتبه‌بندی کامل تأسیسات تقویت فشار گاز منطقه ۳ عملیات انتقال گاز با استفاده از روش پیشنهادی صورت پذیرفته است. داده‌های کمی با توجه به سوابق و مدارک تأسیسات و انجام برخی محاسبات جمع‌آوری شده و با استفاده از مدل DEA و به‌کمک نرم‌افزار، کارایی هر زوج از واحدها بدون در نظر گرفتن سایر واحدها به دست آمده و با روش AHP رتبه‌بندی کامل تأسیسات حاصل شده است.

در واقع مزیت اصلی این روش تقسیم نشدن واحدها به دو دسته‌ی کارا/ناکارا، و ممانعت از وجود قضاوت‌های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی است. همچنین به‌دلیل استفاده از شیوه‌ی DEA، امکان تلفیق شاخص‌های گوناگون اثرگذار در سنجش عملکرد با مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت و بدون توجه به واحد شاخص‌ها فراهم شده است. این روش را می‌توان در ارزیابی عملکرد کلیه واحدهای مشابه مورد استفاده قرار داد.

رتبه‌بندی تأسیسات از منظر تعمیر و نگهداری (جدول ۹)، نشان می‌دهد که رتبه‌ی اول تا سوم به‌ترتیب به تأسیسات ساوه، قم ۱ و قزوین ۱ اختصاص یافته است. این امر مؤید این مطلب است که تأسیسات قدیمی‌تر به‌سبب آشنایی بیشتر پرسنل مجموعه با فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، و نیز تجربه‌ی کاری افراد شاغل در

هرکدام از تأسیسات مذکور به‌ارزاء مصرف مقدار مشخصی از گاز و با توجه به ساعت کارکردشان چه میزان از گاز را توانسته‌اند عبور دهند، نشان‌دهنده‌ی عملکرد مطلوب یا نامطلوب مجموعه می‌تواند باشد. در جدول ۶ مقادیر مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی از منظر انتقال گاز ارائه شده است.

با حل مسائل برنامه‌ریزی خطی مربوط به هر زوج از DMUها به‌کمک نرم‌افزار، ماتریس مقایسات زوجی همانند جداول ۷ و ۸ به دست می‌آید. پس از ادامه‌ی حل با کمک فرایند AHP و به‌روش بیان‌شده در بخش ۴، رتبه‌بندی تأسیسات از دو منظر تعمیر و نگهداری و انتقال گاز به دست آمده و نتایج حاصله در جداول ۹ و ۱۰ نشان داده شده است.

به‌منظور تجمیع نتایج و رتبه‌بندی نهایی، تأسیسات فوق مورد بررسی قرار گرفتند و پس از لحاظ‌کردن میانگین نظرات رؤسای تأسیسات، نتیجه‌ی حاصله عبارت است از:

میزان گاز عبوری را می‌توان در صورت لزوم با افزایش ساعت کارکرد، تغییر آرایش توربین‌ها، افزایش تعداد توربین‌های در مدار و... افزایش داد. اما در صورت بروز توقفات ناخواسته‌ی توربین این امر مقدور نخواهد بود و ممکن است انتقال گاز با وقفه مواجه شود. لذا رتبه‌بندی تأسیسات از منظر تعمیر و نگهداری دارای اهمیت بیشتری است و به‌همین دلیل در حین تجمیع وزن اهمیت ۰/۷ به آن تخصیص داده شده است. رتبه‌بندی نهایی تأسیسات پس از تجمیع نتایج حاصله در جداول ۹ و ۱۰، در جدول ۱۱ آورده شده است.

جدول ۸. ماتریس مقایسات زوجی تشکیل‌یافته براساس DEA، از منظر انتقال گاز.

	قم ۱	قم ۲	قم ۳	ساوه	قزوین ۱	قزوین ۲	خرمدره
قم ۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۸۵۱۱
قم ۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۸۲۴۹
قم ۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۷۴۵۸
ساوه	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
قزوین ۱	۱/۳۴۰۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱
قزوین ۲	۱/۲۱۲۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱
خرمدره	۱/۱۷۵۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۹. رتبه‌بندی تأسیسات از منظر تعمیر و نگهداری.

نام تأسیسات	وزن واحدها	رتبه‌بندی واحدها
قم ۱	۰/۲۸۷۱	۲
قم ۲	۰/۰۳۴۲	۵
قم ۳	۰/۰۲۳۹	۶
ساوه	۰/۳۵۰۵	۱
قزوین ۱	۰/۲۴۴۵	۳
قزوین ۲	۰/۰۱۹۶	۷
خرمدره	۰/۰۳۵۰	۴

حرارتی و... اشاره کرد. پیشنهاد می شود پروژه ای افزایش ظرفیت و راندمان، در سایر ایستگاه های قدیمی نیز به اجراء درآید.
 رتبه بندی نهایی تأسیسات (جدول ۱۱) را نیز می توان به عنوان معیاری برای مدیریت به منظور شناسایی نقاط ضعف و قوت عملکرد واحدها به منظور برنامه ریزی راهبردی و تدوین روش های مناسب برای رسیدن به اهداف عالی سازمان و نظام مند کردن تخصیص منابع، اجرای طرح های انگیزشی، پاداش و... به کار برد. همچنین با بررسی عملکرد هر واحد در دوره های زمانی مختلف و شناسایی دوره های کارا و ناکارا برای هر واحد، می توان به ایجاد رقابت میان واحدها و ارائه ی پیشنهاد و روش کار به واحدهای ناکارا براساس الگو برداری از واحدهای کارآمد کمک کرد.

آن مجموعه ها، با توقفات ناخواسته ی کمتری مواجه بوده اند. لذا آموزش پرسنل شاغل در ایستگاه های جدید بسیار حائز اهمیت بوده و پیشنهاد می شود که به صورت منظم و هدف مند در دستور کار قرار گیرد.
 همچنین رتبه بندی تأسیسات از منظر انتقال گاز (جدول ۱۰) با توجه به مقدار گاز مصرفی و ساعت کارکرد توربین ها، نشان می دهد که رتبه ی اول تا سوم به ترتیب به تأسیسات قزوین ۱، قزوین ۲ و خرمدره اختصاص یافته است. تأسیسات قزوین ۲ و خرمدره از ایستگاه های جدیدالتأسیس بوده و ایستگاه قزوین ۱ نیز در سال ۱۳۸۷ با هدف افزایش ظرفیت و راندمان کار، تغییراتی در توربو کمپرسورهای خود داده است که از آن جمله می توان به تعویض پروانه ی کمپرسور، تعویض عابقی های

پانوشتها

1. data envelopment analysis/analytical hierarchy process
2. Fractal organization
3. decision making unit
4. regression analysis
5. performance ratios
6. learning curve

منابع (References)

1. Asmild, M.; Paradi, J.C.; Reese, D.N. and Tam, F. "Measuring overall efficiency and effectiveness using DEA", *European Journal of Operational Research*, **178**, pp. 305-321 (2007).
2. Shina, M.; Mun, J. and Jung, M. "Self-evolution framework of manufacturing systems based on fractal organization", *Computers and Industrial Engineering*, **16**(3), pp. 1029-1039 (2009).
3. Banker, R.D.; Cooper, W.W.; Seiford, L.M.; Thrall, R.M. and Zhu, J. "Returns to scale in different DEA models", *European Journal of Operational Research*, **154**, pp. 345-362 (2004).
4. Sinuany-Stern, Z.; Mehrez, A. and Hadad, Y. "An AHP/DEA methodology for ranking decision making units", *International Transactions in Operational Research*, **7**, pp. 109-124 (2000).
5. Wang, L.C. and Tsai, H.Y. "Evaluation of highway maintenance performance using data envelopment analysis in Taiwan", *Journal of Marine Science & Technology*, **17**, pp. 145-155 (2009).
6. Liu, Z. and Yu, D. "Evaluation of plant maintenance based on data envelopment analysis", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, **10**, pp. 203-209 (2004).
7. Lin, T.T.; Lee, C.C. and Chiu, T.F. "Application of DEA in analyzing a bank's operating performance", *Expert Systems with Applications*, **36**, pp. 8883-8891 (2009).
8. Nahra, T.A.; Mendez, D. and Alexander, J.A. "Employing super-efficiency analysis as an alternative to DEA: An application in outpatient substance abuse treatment", *European Journal of Operational Research*, **196**, pp. 1097-1106 (2009).
9. Borenstein, D.; Becker, J.L. and Prado, V.J.D. "Measuring the efficiency of Brazilian post office stores using data envelopment analysis", *Industrial Journal of Operations and Production Management*, **24**, pp. 1055-1078 (2004).
10. Zhang, T. "Framework of data envelopment analysis-A model to evaluate efficiency of China's industrial sectors", *Biomedical and Environmental Sciences*, **21**, pp. 8-13 (2009).
11. Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill, New York (1997).
12. Jablonsky, J. "Measuring the efficiency of production units by AHP models", mathematical and computer modeling, **46**, (7-8), pp. 1091-1098, (2007).
13. Meng, W.; Zhang, D.; Qi, L. and Liu, W. "Two-level DEA approaches in research evaluation", *Omega*, **36**, pp. 950-957 (2008).
14. Azadeh, A.; Ghaderi, S.F. and Izadbakhsh, H. "Integration of DEA and AHP with computer simulation for railway system improvement and optimization", *Applied Mathematics and Computation*, **195**, pp. 775-785 (2008).
15. Korpela, J.; Lehmusvara, A. and Nisonen, J. "Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies", *Int. Journal Production Economics*, **108**, pp. 135-142 (2007).
16. Yang, T. and Kuo, C.A. "A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem", *European Journal of Operational Research*, **147**, pp. 128-136 (2003).

17. Tseng, Y.F. and Lee, T.Z. "Comparing appropriate decision support of human resource practices on organizational performance with DEA/AHP model", *Expert Systems with Applications*, **36**, pp. 6548-6558 (2009).
18. Shang, J. and Sueyoshi, T. "A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system", *European Journal of Operational Research*, **85**, pp. 297-315 (1995).
19. Sinuany-Stern, A.; Mehrez, A. and Barboy, A. "Academic departments efficiency via DEA", *Computers and Operational Research*, **21**, pp. 543-556 (1994).
20. Ramanathan, R. "Data envelopment analysis for weight derivation and aggregation in the analytic hierarchy process", *Computers and Operational Research*, **33**, pp. 1289-1307 (2006).
21. Liu, F.H.F. and Hai, H.L. "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier", *Journal of Production Economics*, **97**, pp. 308-317 (2005).
22. Mehregan, M.R. "Quantitative models in evaluating relative efficiency of organizations" Tehran university (In Persain)(2004).
23. Asghar pour, M.J. " Multi criteria decision making" Tehran university, (In Persain) (1992) .

