طراحی مدل پویای بهره‌وری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها

عادل آذر[1]*، علیرضا مؤتمنی[2]

۱- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشجوی دکترای مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

اندازه‌گیری، جزء عناصر اصلی چرخه بهره‌وری است و به عنوان سیستم کنترلی برای دیگر ارکان چرخه مزبور عمل می‌کند. در این مقاله برای اندازه‌گیری بهره‌وری و ارزیابی عملکرد در سازمانها، مدلی جامع با استفاده از مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) طراحی گردیده که از دقت و صحت بالایی برخوردار هستند. مدل مزبور به دلیل در نظر گرفتن عامل زمان به عنوان واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) مدل «پویای بهره‌وری» نام گرفته است.

در این پژوهش از نهاده‌ها و ستانده‌های محسوس بر اساس دوره‌های زمانی ماهیانه استفاده گردیده، مدلهای CCR-BCC و BCC-CCR و BCC و CCR بر اساس اطلاعات یک شرکت بزرگ تولیدی مورد آزمون قرار گرفته و مدل CCR برای اجرای مدل پویا مناسب تشخیص داده شده است.

ارزیابی عملکرد به وسیله مدل پویا ابزاری کارامد برای کنترل سازمان در اختیار مدیران قرار داده، به طوری که آنان قادر خواهند بود درجه انحراف عملکرد را از مرز کارایی در دوره‌های قبل تشخیص داده، پیش از مواجه شدن با موقعیت جدید، با بررسی علل انحرافات، برنامه‌ریزی لازم را به منظور افزایش کارایی انجام دهند. همچنین در این تحقیق، امکان مقایسه واحدهای ناهمگون که یکی از محدودیتهای مدلهای DEA است با روش خاصی میسر شده و امکان ارزیابی عملکرد سازمانهایی که مشابه ندارند فراهم می‌شود.

کلید واژه‌ها: بهره‌وری، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، مدل پویا، ارزیابی عملکرد

۱- مقدمه

اساس توسعه و پیشرفت جوامع مختلف در گرو تولید به مفهوم کلی است. در فرایند مزبور،

* نویسندهٔ عهده‌دار مکاتبات

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه‌ای از منابع شامل نیروی انسانی، ماشین آلات، سرمایه و مدیریت بین بنگاههای اقتصادی برای تبدیل منابع مزبور به کالاها و خدمات توزیع شده است. از سویی با توجه به محدودیت و گران قیمت بودن منابع مختلف، استفاده بهینه از منابع مزبور یا به عبارتی نهاده‌ها در جهت تحقق اهداف سازمانی بیش از گذشته احساس می‌شود. مفهوم بهره‌وری[1] که امروزه بیش از یک قرن از طرح آن به صورت جدی می‌گذرد، به دلیل مفاهیم و کاربردهای روزافزون آن در شئون مختلف زندگی انسانها به سرعت در حال گسترش است. بر همین اساس، اندازه‌گیری بهره‌وری[2] که جزء عناصر اصلی چرخه بهره‌وری[3] است روز به روز جایگاه ویژه‌ای در سازمانها پیدا می‌کند؛ زیرا بدون اندازه‌گیری مناسب بهره‌وری نمی‌توان سازمان را کنترل[4] کرد. کنترل دائمی عملیات اجرایی سازمان در جهت اهداف در قالب اندازه گیری بهره‌وری و یا ارزیابی عملکرد جستجو می‌شود.

لازم به ذکر است همان‌گونه که سینک[5] اعتقاد دارد با اینکه بهره‌وری بیشترین مباحث محافل مدیریتی عصر حاضر را به خود اختصاص داده متأسفانه کمتر از هر موضوع دیگری به معنای واقعی آن پی برده شده است [۱]. شتی[6] معتقد است «بهبود بهره‌وری، مسئولیت و وظیفه اصلی مدیران است» [۲، ص ۳۳].

متأسفانه اغلب مدیران سازمانها در بخشهای مختلف از دانش کافی در خصوص مفهوم بهره‌وری و روشهای اندازه‌گیری آن برخوردار نیستند. چنان‌که برنولاک[7] مدیر مرکز بهره‌وری کانادا اعتقاد دارد بیشتر مدیران، معنای واقعی بهره‌وری را نمی‌دانند و اطلاع ندارند که تا چه میزان این موضوع برای سازمان آنها حیاتی است و چطور می‌توانند آن را بهبود بخشند. همچنین نمی‌دانند که چگونه آن را مورد سنجش قرار داده، تجزیه و تحلیل کنند [۳].

در این مقاله پس از ارائه مفاهیم کلی در خصوص بهره‌وری برای ارزیابی عملکرد سازمان، مدلی جامع با استفاده از مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها[8] ارائه گردیده است. امید است مدل مزبور به مدیران سازمانها و مؤسسات مختلف در خصوص اندازه‌گیری بهره‌وری و بهبود آن در سازمان تحت نظارتشان کمک کند.

1 productivity
2 productivity measurement
3 productivity cycle
4 control
5 smk
6. Shetty
7. Bernolak
8 data envelopment analysis (DEA)

www.SID.ir

Archive of SID

۲- تعریف بهره‌وری و اندازه‌گیری آن

استفاده از واژه بهره‌وری به بیش از دو قرن قبل باز می‌گردد. در فرهنگ لغات کلمه «poductive» به معنای تولید کردن و «قدرت تولید» از فعل «poduire» در زبان فرانسه و یا «poduce» در زبان انگلیسی گرفته شده است.

فرانسوا کنه[۱]، لیتره[۲]، ارلی[۳]، دیویس[۴]، فابریکانت[۵]، کندریک و کرایمر[۶]، سیگل[۷]، آفتالیون[۸]، فرنچ و ساورد[۹]، ایسترفیلد[۱۰]، ماندل[۱۱]، استوارت[۱۲]، شکری[۱۳]، سازمان همکاری اقتصادی اروپایی (O.E.C.D)[۱۴]، سازمان بین المللی کار[۱۵] (I.L.O)، آژانس بهره‌وری اروپا[۱۶] (E.P.A)، سازمان بهره‌وری آسیا[۱۷] (A.P.O)، مرکز بهره‌وری ژاپن[۱۸] (J.P.C)، و سازمان بهره‌وری ملی ایران تعاریف نسبتاً مشابهی در خصوص واژه بهره‌وری ارائه کرده‌اند که اساس و محور اصلی این تعارف عبارت است از تعیین نسبت آنچه برای تولید کالا و خدمات به کار رفته به آنچه از فرایند تولید به‌دست آمده است.

سومانث[۱۹]، بهره‌وری کل[۲۰] را به صورت نسبت بین ستانده‌های محسوس[۲۱] به نهاده‌های محسوس[۲۲] تعریف می‌کند [۴]. وی همچنین برای بهره‌وری جزئی[۲۳]، بهره‌وری عامل کل[۲۴] و

1. Francois Quesndy
2. Littre
3. Early
4. Davis
5. Fabricant
6. Kendrick & Creimer
7. Siegel
8. Aftalion
9. French & Saward
10. Eeasterfield
11. Mundel
12. Stewart
13. Shokri
14. Organization For European Economic Cooperation
15. International La Bour Organization
16. European Productivity Agency
17. Asia Productivity Organization
18. Japan Productivity Center
19. Sumanth
20. total productivity
21. tangible output
22. tangible input
23. partial productivity
24. total factor productivity

www.SID.ir

Archive of SID

بهره‌وری فراگیر[1] نیز تعاریفی ارائه کرده است [۵، ص۵]. این مقاله بر اساس تعریف سومانث از بهره‌وری و نهاده‌ها و ستانده‌های محسوسِ هر سیستم تولیدی تنظیم شده است.

مدلهای اندازه‌گیری بهره‌وری با توجه به اهداف و سیاستهای مختلفی که در سطح سازمانها مطرح است، بسیار متنوع هستند. طی سه دهه اخیر، مدلها و روشهای مختلفی برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری بهره‌وری ارائه گردیده است؛ به طوری که از سال ۱۹۶۵ که اولین مدلهای محاسبه بهره‌وری توسط کندریک- کریمر[2] مطرح شد تا کنون مدلهای مختلفی برای همین منظور توسط افراد و یا سازمانهای مختلف در کشورهای جهان ارائه شده است.

دیدگاهها و روشهای اندازه‌گیری بهره‌وری در سطح سازمان از نظر اقتصاددانان، مهندسین، مدیران، حسابداران و ریاضی‌دانان قابل طرح و بررسی است که برخی از مهمترین آنها عبارتند از:

الف- روش شاخصها[3] و نسبتها: روش مزبور بیشتر مورد نظر اقتصاددانان و مهندسین است. مدلهای کندریک- کریمر، کریگ- هریس[4]، هاینس[5]، مرکز بهره‌وری امریکا[6] و سومانث از جمله مدلهای ارائه شده در این روش است.

ب- مدلهای توابع تولید[7]: مدلهای توابع تولید مورد استفاده اقتصاددانان است و مهمترین آنها عبارتند از: مدل کاب داگلاس[8]، توابع تولید با کشش جانشینی ثابت[9]، توابع تولید ترانسندنتال[10]، اسپیلمن[11]، لئون تیف[12]، ترانس لاگ[13] و.... کلیه توابع مزبور مبتنی بر مشاهدات تجربی بوده، با پیش فرض اولیه در خصوص عناصر محیطی شروع می‌شوند.

ج- رویکرد مطلوبیت[14]: این روش مورد توجه مهندسین بوده، مطالعات استوارت[15]،

1. comprehensive total productivity
2. Kendrick-Creamer model
3. index approach
4. Craig-Harris model
5. Hines's model
6. american productivity quality center model (APQC)
7. production function approach
8. Cobb-Dorglass
9. constant elasticity of substitution (CES)
10. transcendental
11. Spillman
12. Lion Teaf
13. Translog
14. utility approach
15. Stewart

www.SID.ir

Archive of SID

هرشا و راچ[1] در این زمینه حائز اهمیت است.

د- روش نسبتهای مالی[2] و بودجه‌بندی سرمایه‌ای[3]: این روش مورد استفاده مدیران و حسابداران است. انواع نسبتهای مالی، مدلهای گلد[4] و آگاردال[5]، Q.P.A [6] و ارزش افزوده[7]، روش لاولر[8] و روش مائو[9] در این طبقه جای می‌گیرند.

هـ - روش هزینه واحد[10]: روش مزبور بیشتر مورد توجه حسابداران و مدیران است. تحلیل هزینه واحد بر مبنای قسمت، سالن تولید، بخش، و محصول بر اساس این روش است. تحقیقات آدام[11] بر اساس مدل «QPR»[12] برای بیان تغییرات کیفیت در یک سازمان با استفاده از این روش ارائه گردیده است.

و- مدلهای ریاضی: به موازات تلاش اندیشمندان مدیریت، مهندسی، و اقتصاد، دانشمندان تحقیق در عملیات به طراحی مدلهای کمّی برای اندازه‌گیری عملکرد پرداختند که در این خصوص می‌توان از مدلهای مالمکوئیست[13]، تصمیم‌گیری چند معیاره[14]، آنتروپی[15]، تاکسونومی عددی[16]، اعداد شاخص[17]، فرایند سلسله مراتبی[18] و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) نام برد. ویژگیها و قابلیتهای اغلب مدلها و روشهای اندازه‌گیری مزبور در تحلیل پوششی داده‌ها خلاصه و یا تکمیل می‌شود.

۳- تحلیل پوششی داده‌ها

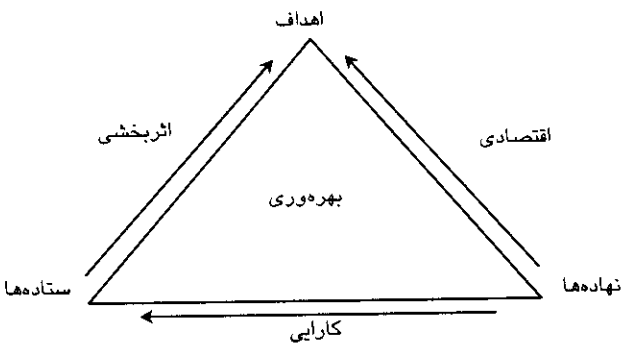
اندازه‌گیری بهره‌وری را همان‌گونه که در شکل نشان داده شده می‌توان در قالب کارایی

1. Hershauer & Ruch
2. finiantional ration approach
3. capital budgeting approach
4. Gold
5. Aggarwal
6 quick productivity appraisal approach (QPAA)
7. value added
8. Lawler
9. Mao
10. unit cost approach
11. Adam
12. quality productivity ratio (OPR)
13. Malmquist
14. multi-criteria decision making (MCDM)
15. Entropy
16. numerical taxonomy
17. index number
18. analytical hierarchy process (AHP)

www.SID.ir

Archive of SID

تکنیکی[1]، اثربخشی[2] و کارایی اقتصادی[3] تقسیم‌بندی کرد. منظور از کارایی تکنیکی، سیر عملیات اجرایی سازمان در تبدیل نهاده‌ها به ستانده‌ها است. اثربخشی در واقع در حوزه راهبردی، نشان‌دهنده وجه تحقق اهداف بر مبنای ستانده‌ها بوده، نهایتاً کارایی اقتصادی در راستای تبدیل نهاده‌ها به اهداف جستجو می‌شود [۶، ص ۱۳۵].



شکل ۱ ارتباط بین نهاده‌ها، ستانده‌ها وصور بهره‌وری

اندازه‌گیری بهره‌وری در تحلیل پوششی داده‌ها بیشتر به جنبه کارایی تکنیکی توجه دارد. کارایی به صورت حاصل تقسیم ترکیب وزنی ستانده‌ها به ترکیب وزنی نهاده‌ها تعریف می‌شود. وزنها در ترکیب مزبور در حقیقت همان ارزش تولید شده یا هزینه مصرف شده هستند. در عمل، تعیین وزنها به منظور محاسبه ارزش قابل قبول، پیچیده و گاه غیر ممکن است. تحلیل پوششی داده‌ها در قالب مفهوم کارایی تکنیکی قادر است برای تعیین کارایی مشکل فوق را بر طرف سازد [۷].

اغلب روشهای محاسبه بهره‌وری، از جمله روشهای تابع تولید، جزء روشهای پارامتری محسوب می‌گردند. پارامترها در توابع مزبور با لحاظ پیش فرضهای اولیه و نتایج حاصل از جمع‌آوری مشاهدات تخمین زده می‌شوند. دلایل متعددی وجود دارد که توابع تولید پارامتری برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده مناسب نیستند. در مقابل روشهای پارامتری، روشهای غیرپارامتری برای اندازه‌گیری بهره‌وری وجود دارد که اولین بار در سال ۱۹۵۷ با انتشار مقاله‌ای از فارل[4] ارائه گردیده است [۸، صص ۲۵۳-۲۸۱].

1. technical efficiency
2. effectiveness
3. economic efficiency
4. Farrell

www.SID.ir

Archive of SID

فارل برای نخستین بار با ارائه روش مرزی به نام مرز کارایی فارل[1] مرز غیر پارامتری کارایی را تعریف کرد و با استفاده از روابط ریاضی، ملاک دور افتادگی واحد تصمیم‌گیرنده از مرز یاد شده را به عنوان کارایی آن واحد اندازه گرفت. وی با بیان محوری‌ترین ایده‌های ساختاری مدلها و روشهای اندازه‌گیری بهره‌وری، به صورت افزایش ستانده‌ها و در نتیجه افزایش کارایی بدون جذب منابع بیشتر عملاً زیربنای شاخه‌های بهینه‌سازی در علوم ریاضی را بنا نهاد که بعدها در سال ۱۹۷۸ توسط چارنز[2]، کوپر[3] و رودز[4] با معرفی مدل CCR[5] بر اساس مدلهای ریاضی توسعه یافت و عنوان تحلیل پوششی داده‌ها را به خود اختصاص داد [۹، صص ۴۲۹-۴۴۴].

۶ سال پس از ارائه مدل CCR مدل مزبور توسط بنکر[6]، چارنز و کوپر به صورت اصولی اصلاح شده و دومین مدل در این زمینه به نام مدل BCC[7] موجودیت یافت[۱۰، صص ۱۰۷۸-۱۰۹۲]. تحلیل پوششی داده‌ها در حقیقت یک روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده[8] است که بر اساس مجموعه‌ای از مشاهدات اقدام به تخمین تجربی مرز کارایی می‌کند. این روش یک تابع مرزی را به‌دست می‌دهد که در آن تمامی داده‌ها را تحت پوشش می‌گیرد و به همین دلیل آن را تحلیل پوششی یا تحلیل فراگیر می‌نامند. از آنجا که روش مزبور مبتنی بر یک سری مسائل بهینه‌سازی است هیچ‌گونه پارامتری جهت تحلیل وجود ندارد بنابراین روش مزبور یک روش غیرپارامتریک محسوب می‌گردد [۱۱، صص ۹۱-۱۰۷].

گر چه تعداد مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها روز به روز در حال افزایش هستند، لکن پایه و مبنای همه مدلهای مزبور چند مدل اصلی است که توسط بنیانگذاران آن طراحی گردیده است. این مدلها عبارتند از [۱۲]:

- مدل CCR،
- مدل BCC،
- مدل CCR-BCC،
- مدل BCC-CCR،

1. Farrell efficiency frontier
2. Charnes
3. Cooper
4. Rhodes
5. Charnes, Cooper, Rhodes (CCR)
6. Banker
7. Banker, Charnes, Cooper (BCC)
8. decision making unit (DMU)

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل پوششی داده‌ها در واقع با نگرش جدید در اندازه‌گیری کارایی، جنبه‌های کردارهای مدیریتی را در جهانی که استفاده بهینه از منابع محدود مشکل اصلی سازمانها به شمار می‌آید به چالش وا داشته است. در همین زمینه، مدلهای متعددی تا کنون از سوی اندیشمندان این حوزه از دانش بشری ارائه گردیده است. وجود بالغ بر ۵۰۰ مدل ریاضی و گزارشهای کاربردی فراوان در این زمینه حاکی از گسترش این شیوه اندازه‌گیری بهره‌وری است. برای مشاهده این پیشرفت سایت اینترنت[1] DEA که به وسیله آقای دکتر امروزنژاد در د انشگاه واریک انگلستان طراحی شده را ملاحظه کنید.

ارزیابی توأم مجموعه عوامل، ارزیابی واقعبینانه، عدم نیاز به اوزان از قبل تعیین شده به خاصیت جبرانی بودن، ارزیابی با گرایش مرزی به جای گرایشهای مرکزی، تصویر بیشترین وضعیت عملکردی به جای وضعیت مطلوب، رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده، ارائه واحدهای الگو[2] و راهکارهای بهبود عملکرد، ارائه واحدهای با بیشترین اندازه مقیاس بهره‌وری[3] (MPSS) تعیین تراکم[4]، ارائه راهکارهای توسعه‌ای شامل انبساط و انقباض واحدها، تخصیص بهینه منابع و تحلیل حساسیت نهاده‌ها و ستانده‌ها، قسمتی از ویژگیها و قابلیتهای کاربردی مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها هستند [۱۳، صص ۱-۱۰].

۴- مدل پویای بهره‌وری[5]

مدلهای پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها، ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده مشابه هستند. در دنیای واقعی، موقعیتهایی وجود دارد که واحد تصمیم‌گیرنده در نوع خود منحصر به فرد است و یا در زمینه وظایف اجرایی محول، نمونه مشابهی ندارد، مثل شرکت دخانیات و شرکت نفت در ایران. برای ارزیابی عملکرد واحدهای مزبور به وسیله روش تحلیل پوششی داده‌ها چه باید کرد؟ از سویی همواره مدیران بنگاههای اقتصادی خواهان ارزیابی واحد تحت نظارت خود به طور مستمر در طول زمان هستند، به طوری که قادر به کنترل و هدایت سازمان در جهت برنامه‌های از پیش تعیین شده باشند. درست همانند راننده‌ای که میزان سرعت اتومبیل خود را به صورت مرتب در مقاطع زمانی متوالی کنترل

1. Website: WWW.Warwick. Ac. Uk/~bsrlu/
2. Benchmark
3. most productivity scale size
4. congestion
5. dynamic productivity model

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند، ارزیابی عملکرد بر اساس زمان ابزار مناسبی برای کنترل مستمر سازمان در اختیار مدیران قرار می‌دهد. ساختار تئوریک دیدگاه ارزیابی یک واحد تصمیم‌گیرنده بر این اساس مبتنی بر عملکرد واحد تصمیم‌گیرنده در دوره‌های زمانی متفاوت است. بدین ترتیب واحد تصمیم‌گیرنده در موقعیت خودسنجی قرار گرفته، عملکرد هر دوره‌اش به صورت واحد تصمیم‌گیرنده‌ای تلقی می‌گردد که برای ساختن مرز کارایی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. علت نامگذاری مدل پویای بهره‌وری در این مقاله به دلیل دخالت عامل زمان در مدلهای مزبور به عنوان واحد تصمیم‌گیرنده است. به اعتقاد نویسندگان با دخالت عامل زمان در ارزیابی عملکرد، امکان مقایسه واحدهای ناهمگون که یکی از محدودیتهای مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها است با روشی خاص میسر می‌گردد.

مقاطع زمانی انتخاب شده، مانند هفته، ماه و یا سال به عنوان DMU_t تلقی شده و واحدهای مشابه در حقیقت مقاطع مختلف زمانی عمر یک واحد تصمیم‌گیرنده در گذشته است. با گذشت زمان و اتمام یک دوره مورد مطالعه، واحد تصمیم‌گیرنده جدیدی با شروع زمان جدید به حوزه داده‌ها الحاق می‌گردد. بسته به اینکه عملکرد دوره جدید چگونه باشد، مرز کارایی بدون تغییر می‌ماند و یا دچار تغییر می‌شود. وضعیت تبدیل نهاده‌ها به ستانده‌های واحد تصمیم‌گیرنده تحت مطالعه در انتهای دوره، خط سیر عملکرد واحد مزبور را ترسیم خواهد کرد. شیوه فوق علاوه بر تعیین جایگاه فعلی عملکرد واحد نسبت به دوره‌های قبل می‌تواند در راستای برنامه‌ریزی آرمانی نیز مورد بهره‌برداری قرار گیرد. بدین وسیله مدیریت واحد تصمیم‌گیرنده قادر است درجه تحقق برنامه‌ها و جهت‌گیریهای خاص را در ادامه حیات سازمانی با سنجش میزان توان تبدیل نهاده‌ها به ستانده‌ها به وسیله تغییر یافتن مرز کارایی مشخص کرده، پیش از قرار گرفتن در موقعیت جدید، حاصل کارایی را در دوره‌های عملکردی قبل بسنجد و با بررسی علل انحراف از برنامه‌ها، زمینه‌سازی لازم را برای اجرای برنامه‌های عملیاتی برای دوره‌های زمانی آتی فراهم آورد.

براکت، کوپر، چال شاین[1] و وانگ[2] در سال ۱۹۷۸ با محاسبه تراکم در صنایع چین قبل و بعد از اصلاحات اقتصادی سال ۱۹۷۸، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، اقدام به سنجش میزان تراکم نیروی انسانی در صنایع نساجی، شیمیایی و ذوب‌آهن در دوره‌های ۱۹۶۶-۱۹۸۸ در کشور مزبور کردند [۱۴].

1. Chul Shin
2. Wang

www.SID.ir

Archive of SID

چارنز، کلارک[1] و کوپر در سال ۱۹۸۵ مدلی را با عنوان تحلیل پنجره‌ای ارائه کردند. آنها مدل مزبور را بر روی ۱۴ کلیدور پرواز تاکتیکی در نیروی هوایی امریکا در هفت دوره ماهانه به کار گرفتند [۱۵].

اختلاف تحلیل چارنز و همکارانش با این تحقیق تعداد ثابت DMUها و در نظر گرفتن مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده پایه‌ای است. همچنین اختلاف تحقیق براکت و همکاران وی با این پژوهش، استفاده از زمان به عنوان محاسبه تراکم در سه صنعت است، در حالی که این تحقیق روی یک DMU متمرکز شده و میزان کارایی را به عنوان ابزار کنترل سازمانی در نظر می‌گیرد. در این مقاله با دخالت عامل زمان موجبات پویای بهره‌وری فراهم آمده و بدین وسیله با مقایسه بهره‌وری در زمانهای مختلف، مدیران قادر خواهند بود در مقاطع زمانی که از مرزهای کارایی انحراف به‌وجود می‌آید با اتخاذ تصمیمات لازم، انحرافات را در دوره بعدی به حداقل ممکن کاهش دهند.

ورودیها و خروجیهای مورد استفاده در روش فوق عبارت‌از به کارگیری نهاده‌ها و ستانده‌های محسوس است. لذا مواردی مانند سبک رهبری، انگیزش، مدیریت مشارکتی، فرهنگ کار، تعلق خاطر سازمانی و ... که جزء عوامل غیر محسوس طبقه‌بندی شده و البته در کارایی سازمان مؤثر هستند، در این تحقیق در نظر گرفته نمی‌شوند.

تعیین اوزان بهینه برای نهاده‌ها و ستانده‌های محسوس به وسیله مدلهای ریاضی که محوری‌ترین ویژگی تحلیل پوششی داده‌ها است صورت می‌گیرد. بدین وسیله متغیرسازی اوزان با هدف بیشینه‌سازی نسبت کارایی در فضای متشکل از n واحد تصمیم‌گیرنده که همگی نهاده‌های مشابه را برای تولید ستانده‌های مشابه به‌کار می‌گیرند استفاده می‌شود.

هر کدام از n واحد تصمیم‌گیرنده تحت مطالعه بر حسب زمان $t = 1,2,...,n$ ، DMU_t m نهاده را برای تولید s ستانده به‌کار می‌گیرند. $X_{ij}\ \ i = 1,2,...,m$ $Y_{rj}\ \ r = 1,2,...,s$ به ترتیب m نهاده و s ستانده واحد تصمیم‌گیرنده t ام (DMU_t) هستند. اگر وزن $V_i,\ \ i = ۱,۲,...,n$ و وزن $U_r,\ \ r = 1,2,...,s$ را به ترتیب برای نهاده i اُم و ستانده r اُم در نظر بگیریم، ماتریس نهاده‌ها و ستانده‌های به شرح زیر است:

1. Clark

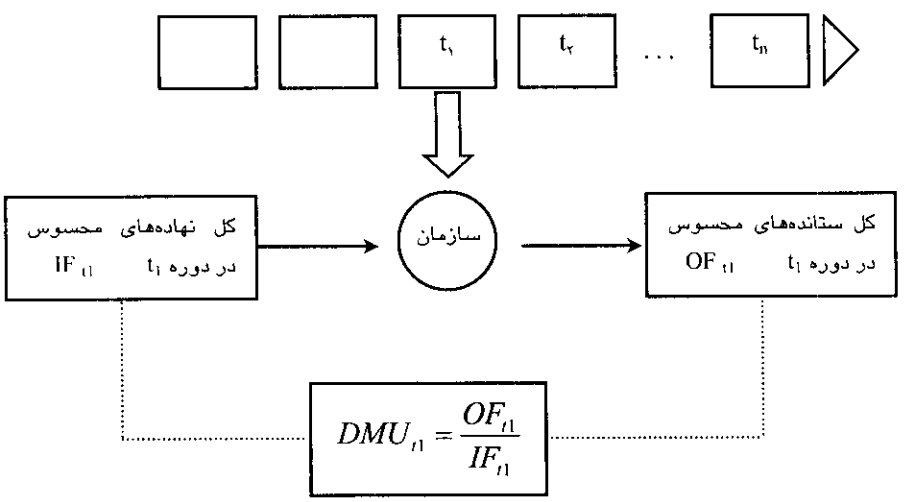
www.SID.ir

Archive of SID

$$Y_t = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \dots Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} \dots Y_{2n} \\ \vdots & \vdots \quad \vdots \\ Y_{s1} & Y_{s2} \dots Y_{sn} \end{bmatrix} \qquad X_t = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} \dots X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} \dots X_{2n} \\ \vdots & \vdots \quad \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} \dots X_{mn} \end{bmatrix}$$

$$DMU_t = \frac{U_1 Y_{t1} + U_2 Y_{t2} + \dots + U_s Y_{ts}}{V_1 X_{t1} + V_2 X_{t2} + \dots + V_m X_{tm}}$$

در شکل زیر ابعاد کلی مدل پویا نشان داده شده است:



شکل ۲ ابعاد کلی مدل پویا بر اساس دوره‌های زمانی

۵- ارائه مدل مفهومی

بر اساس مطالب مطرح شده در قسمتهای قبل، تلاش نویسندگان بر این است که مدلی برای ارزیابی عملکرد سازمان ارائه کنند و ابزار کنترلی مناسب برای هدایت صحیح سازمان، و امکان مقایسه واحدهای ناهمگون فراهم کنند. به طوری که از انتقاداتی مانند غیر قابل اجرا بودن، ذهنی بودن و یا غیر دقیق بودن تا حد زیادی به دور بوده و با قطعیت ریاضی در قالب مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها بتواند عملکرد دوره‌های مختلف زمانی را اندازه‌گیری کند. در

www.SID.ir

Archive of SID

مدل ارائه شده همان‌گونه که در شکل ۳ دیده می‌شود تمامی ورودیها و خروجیهای سازمان در قالب نهاده‌ها و ستانده‌های محسوس مورد استفاده قرار می‌گیرد و کلیه عوامل محسوس که در فرایند سازمانی چه در بخش نهاده‌ها و چه در بخش ستانده‌ها نقش آفرینی می‌کنند در نظر گرفته شده است.

- عناصر تشکیل دهنده مدل

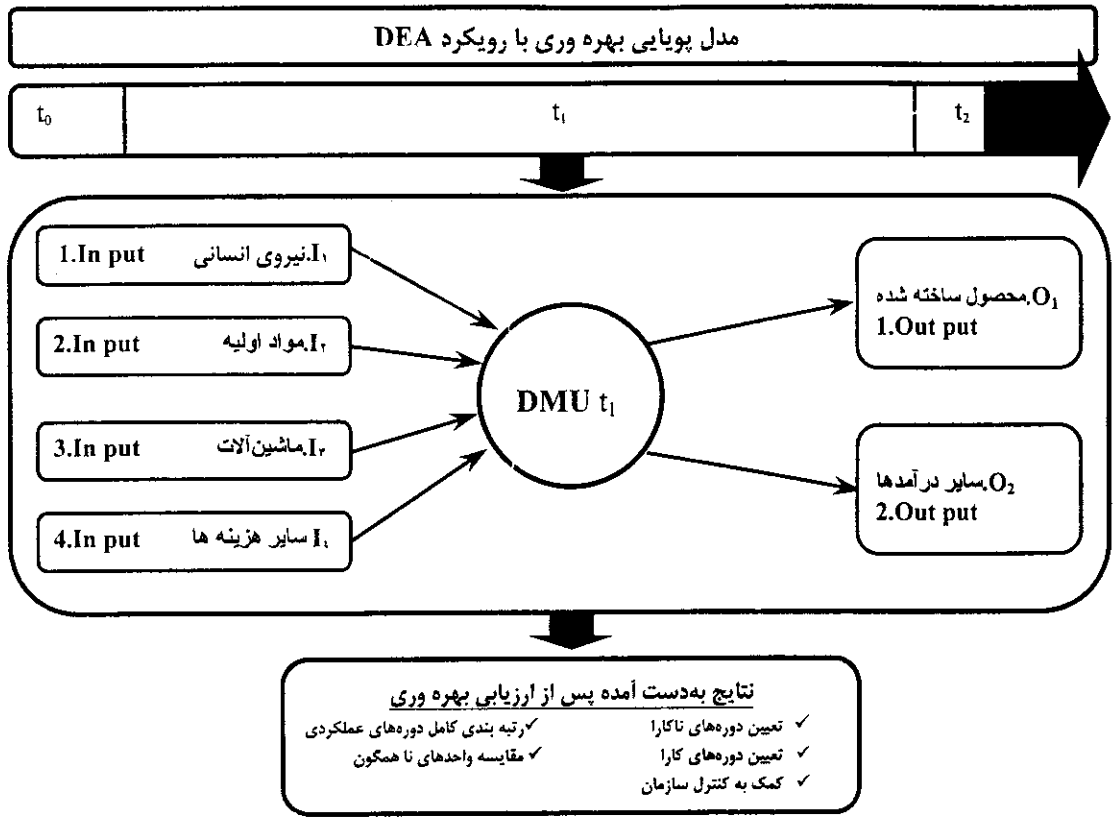
نهاده‌ها و ستانده‌های محسوس بر اساس مدل در جدول زیر آمده است:

جدول ۱ فهرست کلیه نهاده‌ها و ستانده‌های مورد استفاده

نهاده‌ها			ستانده‌ها		
ردیف	عامل	کد	ردیف	عامل	کد
۱	نیروی انسانی	I_1	۱	محصول	O_1
۲	مواد اولیه	I_2	۲	سایر درآمدها	O_2
۳	ماشین آلات و تجهیزات	I_3			
۴	سایر هزینه‌ها	I_4			

- نیروی انسانی: شامل کارکنان یک سازمان از رئیس کل تا کارکنان پایین‌ترین رده سازمان [۱۶].
- مواد اولیه: بخشی از موجودی انبار که برای مصرف در عملیات شرکت خریداری شده است. این اقلام ممکن است شامل مواد فله، قطعات مونتاژ و کالای ساخته شده باشد [۱۶].
- ماشین‌آلات و تجهیزات: کلیه دستگاههایی که برای تنظیم نیرو و یا حرکت مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۶].
- سایر هزینه‌ها: کلیه هزینه‌هایی که صرف آنها در فرایند تولیدی ضروری است و در بخشهای قبلی جای نمی‌گیرند، مثل هزینه آب، برق، سوخت و رستوران.
- محصول: ما حصل تولید، بازده، کالاهایی که مؤسسه آن را برای فروش عرضه می‌کند [۱۶].
- سایر درآمدها: کلیه درآمدهای غیر عملیاتی که در جریان فعالیت مؤسسه تعریف نشده است، مثل سود اوراق قرضه و یا درآمد حاصل از سرمایه‌گذاری در سایر شرکتها و فروش ضایعات.

www.SID.ir



شکل ۳ نهاده‌ها و ستاده‌های محسوس

Archive of SID

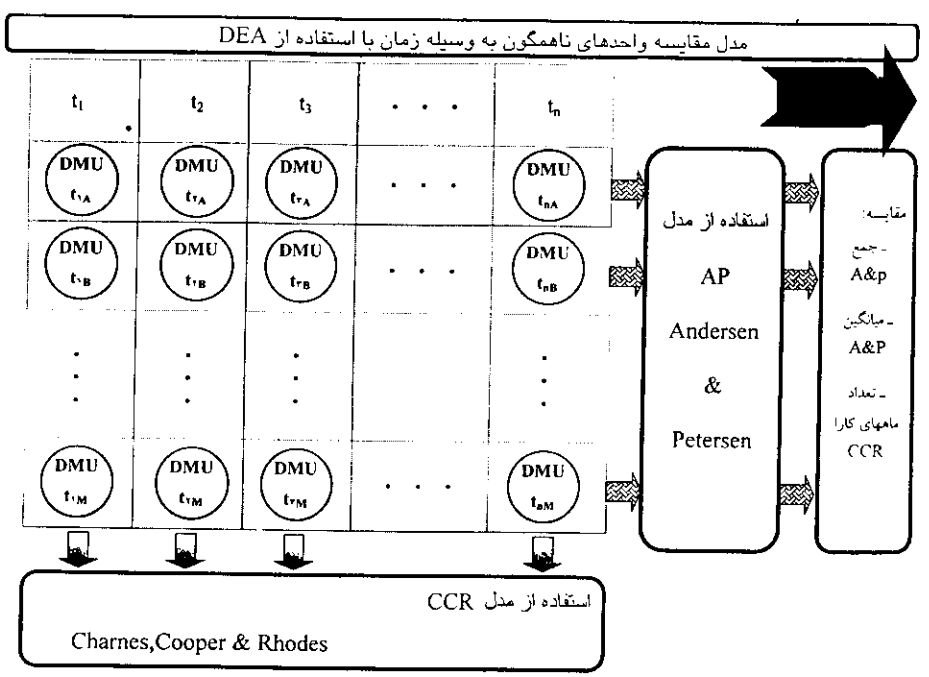
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج به‌دست آمده از اجرای مدل مزبور عبارتند از:

- تعیین دوره‌های کارا،
- مشخص شدن دوره‌های ناکارا،
- رتبه‌بندی کامل دوره‌ها،
- مقایسه واحدهای ناهمگون،
- فراهم شدن امکان کنترل سازمان.

در شکل ۴ چگونگی مقایسه نهاده‌ها و ستانده‌های به ترتیب به صورت X_i و Y_i در زمانهای $t_1, t_2, \ldots, t_n$ نشان داده شده است. با مقایسه DMU مورد مطالعه با واحد مجازی بر روی مرز کارایی می‌توان راهکارهای بهبود را به مدیریت پیشنهاد کرد.



شکل ۴ در نظر گرفتن زمان به عنوان DMU

www.SID.ir

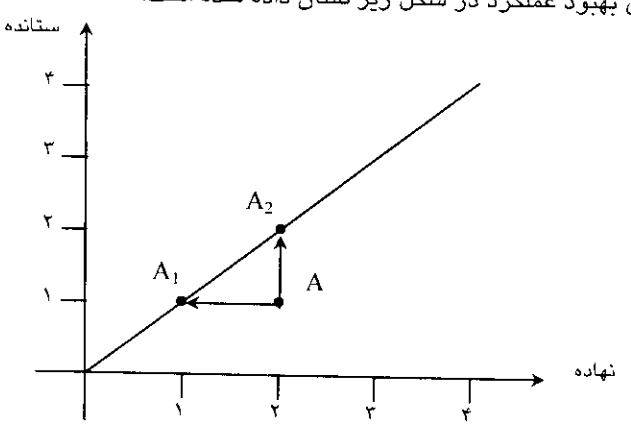
Archive of SID

در مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها، راهکار بهبود برای واحدها رسیدن به مرز کارایی[1] است. مرز فوق متشکل از واحدهایی با اندازه کارایی یک است که برخی از واحدهای آن واقعی و در حقیقت تجربه شده‌اند و برخی از آنها مجازی هستند، بدین معنا که هر چند واحد مزبور عینیت نیافته است، لکن با مجموعه‌ای از واحدهای تجربه شده امکان بروز تحقق چنین واحدهایی وجود دارد که به آنها واحدهای مجازی می‌گویند. از این رو، راهکار بهبود واحدهای ناکارا با تصویر کردن واحد مزبور بر روی یک واحد واقعی بر روی مرز و یا یک واحد مجازی میسر می‌شود. بر همین اساس، دو نوع راهکار بهبود برای واحدهای ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی وجود دارد:

الف- کاهش نهاده‌ها بدون کاهش ستانده‌ها. این نگرش ماهیت نهاده‌ای[2] بهبود عملکرد نامیده می‌شود.

ب- افزایش ستانده‌ها بدون جذب نهاده‌های بیشتر. این نگرش ماهیت ستانده‌ای[3] بهبود عملکرد نام دارد.

الگوهای فوق برای بهبود عملکرد در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۵ الگوی بهبود بهره‌وری

در شکل فوق دوره زمانی A ناکارامد است، A_1 بهبود یافته آن با ماهیت نهاده‌ای و A_2 بهبود یافته آن با ماهیت ستانده‌ای است. واحدهایی که بر روی مرز قرار گرفته و به عنوان

1. efficient frontier
2. input-oriented
3. output-oriented

www.SID.ir

Archive of SID

الگو برای واحدهای ناکارا محسوب می‌شوند، واحدهای الگو[1] یا مرجع هستند. بدین ترتیب مقاله مزبور نشان می‌دهد که مدیران باید برای دوره‌های زمانی که در پیش‌رو دارند با افزایش ستانده‌ها و یا کاهش نهاده‌ها به گونه‌ای عمل کنند که در آن دوره زمانی به کارایی دست یابند.

از آنجا که بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و بر اساس آزمایش مدلهای پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها، مدل CCR مناسبترین مدل برای استفاده از عامل زمان به عنوان DMU مشخص شده است، به اختصار درباره مدل مزبور توضیح داده می‌شود.

با اعمال مدل CCR برای DMU_{t1} بر اساس شکل ۴ خواهیم داشت:

$$\text{Min} \quad \theta_{t1} - \varepsilon(1s^- + 1s^+)$$

$$s.t:$$

$$X_{t1}\lambda_{t1} + s^- = \theta X_{t1}$$

$$Y_{t1}\lambda_{t1} - s^+ = Y_{t1}$$

$$\lambda_{t1} \geq 0 \qquad s^+, s^- \geq 0$$

از آنجایی که در زمان t_1 فقط یک DMU وجود دارد واحد تصمیم‌گیرنده مزبور کارا خواهد بود، یعنی $\theta^*_{t1} = 1$ است. در دوره زمانی بعدی، یعنی t_2 خواهیم داشت:

$$Min \quad \theta_{t2} - \varepsilon(1s^- + 1s^+)$$

$$s.t:$$

$$X_{t1}\lambda_{t1} + X_{t2}\lambda_{t2} + s^- = \theta X_{t2}$$

$$Y_{t1}\lambda_{t1} + Y_{t2}\lambda_{t2} - s^+ = Y_{t2}$$

$$\lambda_{t1}, \lambda_{t2} \geq 0 \qquad s^+, s^- \geq 0$$

در دوره t_n خواهیم داشت:

$$Min \quad \theta_{tn} - \varepsilon(1s^- + 1s^+)$$

$$s.t:$$

$$X_{t1}\lambda_{t1} + X_{t2}\lambda_{t2} + \ \ldots\ + X_{tn}\lambda_{tn} + s^- = \theta X_{tn}$$

$$Y_{t1}\lambda_{t1} + Y_{t2}\lambda_{t2} + \ \ldots\ + Y_{tn}\lambda_{tn} - s^+ = Y_{tn}$$

$$\lambda_{t1}, \lambda_{t2}, \ldots, \lambda_{tn} \geq 0$$

$$s^+, s^- \geq 0$$

1. Benchmark

www.SID.ir

Archive of SID

مدل کلی به فرم زیر در قالب مدل CCR ارائه می‌گردد:

$$
\begin{aligned}
Min \quad & \theta_t - \varepsilon(1s^+ + 1s^-) \\
s.t: \quad & \\
& \sum_{t=1}^{n} \lambda_t X_t + s^- = \theta X_t \\
& \sum_{t=1}^{n} \lambda_t Y_t - s^+ = Y_t \\
& \lambda_t \geq 0 \qquad t = 1,2,\ldots,n \\
& s^+, s^- \geq 0
\end{aligned}
$$

۶- کاربرد مدل پویای بهره‌وری

همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شد مراد از طراحی مدل پویا در این پژوهش: ۱- در اختیار قرار دادن ابزاری مناسب برای کنترل و هدایت سازمان به صورت بهره‌ور و ۲- مقایسه واحدهای ناهمگون است.

برای اجرای مدل مزبور، شرکت چینی ایران (کاشی ایرانا) که با بیش از ده میلیون متر مربع انواع کاشی دیواری (دو پخت تونلی و سریع) و کاشی کف و با بیش از ۱۷۰۰ پرسنل در حال حاضر بزرگترین تولید کننده کاشی در کشور محسوب می شود، انتخاب گردیده است.

الف- جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات تحقیق بر اساس نهاده‌ها و ستانده‌ها به دو صورت زیر جمع‌آوری شده است:

۱- به صورت ریالی با استفاده از اطلاعات حسابداری،

۲- به صورت ترکیبی(ریال و سایر واحدها).

جمع‌آوری داده از طریق روشهای ریالی و یا ترکیبی، هر کدام که در سازمانها سریعتر و دقیقتر میسر باشد، امکان پذیر است. با توجه به اینکه معمولاً اطلاعات ریالی در سازمانها در فرایند حسابداری در دفاتر مالی دیر ثبت می‌شوند و از سویی هدف از تحقیق، در اختیار قرار دادن سریع ارزیابی عملکرد بر اساس دوره زمانی گذشته است، یافتن روشهایی به منظور برآورده شدن هدف فوق ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس در این پژوهش کلیه محصولات در قالب مترمربع همگن شده‌اند. همچنین با استفاده از روش AHP و بر اساس

www.SID.ir

Archive of SID

فاکتورهایی مثل کیفیت، میزان سرمایه‌گذاری، مصرف انرژی، میزان تولید، ضریب فنی ماشین‌آلات و تجهیزات مشخص شده است و از طریق روشی با در نظر گرفتن تعداد کارکنان، میزان تجربه و تحصیلات آنها، میزان ساعات اضافه‌کاری، کسر کاری به صورت شاخص کارگر همگن شده و وارد سیستم ارزیابی گردیده است. سایر هزینه‌ها، سایر درآمدها و مواد اولیه که معمولاً ماهیت ریالی دارند به صورت ریالی در نظر گرفته شده است.

نوع عناصر هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌های کارخانجات تولید کننده کاشی به صورت جدول ۲ است:

جدول ۲ عناصر تشکیل دهندهٔ نهاده‌ها و ستانده‌ها در صنعت کاشی و سرامیک

عوامل	ماهیت	شرح
مواد اولیه	نهاده	شامل انواع خاک، کائولن، لعاب و رنگ
نیروی انسانی	نهاده	شامل مدیران، رؤسا، کارشناسان، سرپرستان خط و سرشیفتها
ماشین‌آلات	نهاده	شامل انواع سیلوهای خاک، بالمیل، اتومایزر، پرس، کوره، تجهیزات رنگسازی، تجهیزات لعاب، ماشین‌آلات سورت و بسته‌بندی
سایر هزینه‌ها	نهاده	شامل آب، برق، سوخت، هزینه‌های مالی، رستوران، وسایل ایمنی، لباس کار، هدایا و ...
محصول	ستانده	شامل کاشی کف و دیوار در ۱۵ اندازه از سایز ۱۵×۱۵ تا ۵۰× ۵۰
سایر درآمدها	ستانده	شامل سود حاصل از سرمایه‌گذاری در سایر شرکتها، سود حاصل از سپرده‌های بانکی و اوراق مشارکت، فروش ضایعات

ب- تحلیل داده‌ها

به منظور شناخت اینکه کدامیک از مدلهای پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد برای واحد تصمیم گیرنده بر اساس زمان (DMU_t) مناسبتر است، اطلاعات جمع‌آوری شده به صورت ماهیانه (از فروردین لغایت اسفند) سال ۱۳۸۰ به صورت ریالی و ترکیبی در کلیه مدلهای BCC-CCR و CCR-BCC و BCC و CCR آزمون گردید. سپس نتایج حاصله- که بین صفر و یک بود به طوری که عدد یک مبین کارایی و کمتر از آن فقدان کارایی لازم را نشان می‌دهد- با توجه به نظر خبرگان در صنعت سرامیک و به کارگیری در روش AHP، مدل CCR برای تبیین کارایی و ناکارایی مدل پویای بهره‌وری مناسب تشخیص داده شد.

چنان‌که از جدول ۳ مشخص می‌شود، روش CCR ناکارایی را بهتر از سایر روشها بر اساس عامل زمان نشان می‌دهد. در روش BCC کلیه ماهها کارا و یا نزدیک کارایی ارزیابی شده‌اند، در حالی که در روش CCR ۶ ماه از سال کارا و ۶ ماه دیگر ناکارا هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ بیانگر نتایج حاصل از مقایسه مدلهای CCR و BCC با استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی است.

جدول ۳ مقایسه نتایج به‌دست آمده به وسیله مدلهای BCC و CCR

DMU_t	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدلBCC	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹۸۴۲	۱	۰/۹۵۰۳	۰/۹۴۲۱
مدلCCR	۱	۱	۰/۸۹۷۰	۰/۹۵۶۹	۰/۷۶۶۹	۱	۱	۱	۰/۹۵۳۳	۱	۰/۹۴۴۶	۰/۷۴۹۸

چگونگی مقایسه واحدهای ناهمگون با استفاده از مدلهای DEA در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به اینکه مدل CCR برای ارزیابی DMU_t مناسب است در این قسمت کارخانجات مختلف تحت پوشش شرکت که در جدول ۴، نوع تولیدات آنها مشخص شده به وسیله مدلهای CCR و انجام رتبه‌بندی کامل به وسیله مدل اندرسون و پیترسون[1] با یکدیگر مقایسه شده‌اند [۱۷، صص ۱۲۶۲-۱۲۶۴].

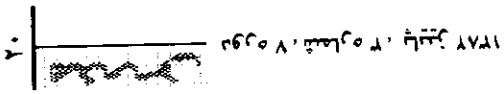
جدول ۴ نوع تولیدات کارخانجات تحت بررسی

شرح	نوع تولیدات
کارخانه شماره ۱	کاشی دیواری سایز کوچک
کارخانه شماره ۲	کاشی دیواری سایز کوچک
کارخانه شماره ۳	کاشی دیواری سایز متوسط
کارخانه شماره ۴	کاشی کف
کارخانه شماره ۵	کاشی دیواری سایز بزرگ
کارخانه شماره ۶	لعاب

با جمع‌بندی نتایج به‌دست آمده از جدول ۵ که ارزیابی عملکرد با استفاده از مدل CCR و A&P صورت گرفته است و با اتخاذ روشهایی مثل مقایسه حاصل جمع نتایج به‌دست آمده از مدل A&P در مورد هر کارخانه، مقایسه میانگین هر کارخانه و یا با روش شمارش ماههای کارا به کمک CCR، می‌توان به مقایسه کارخانجات مختلف مبادرت کرد. این موضوع در جدول ۶ نشان داده شده است.

1. Andersen & Petersen Model

www.SID.ir



جدول ۵ مقایسه کارخانجات مختلف (شرکت کاشی ایرانا)

DMU_i	شماره کارخانه											
	یک		دو		سه		چهار		پنج		شش	
	CCR	A&P	CCR	A&P	CCR	A&P	CCR	A&P	CCR	A&P	CCR	A&P
فروردین	۱	۱/۰۲۶	۱	۱/۱۷۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۱	۱/۱۵۷	۱	۱/۰۲۸	۱	۱/۰۳۷
اردیبهشت	۱	۱/۰۰۵	۱	۱/۱۰۷	۱	۱/۲۲۶	۰/۷۱	۰/۷۱	۱	۱/۰۲۷	۱	۱/۰۲۹
خرداد	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۹۴	۰/۹۴	۱	۱/۰۲۶	۰/۹۲	۰/۹۲
تیر	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۹	۰/۹۹	۱	۱/۱۳۹	۰/۹۸	۰/۹۸	۱	۱/۰۰۳
مرداد	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۷
شهریور	۱	۱/۰۷	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۴	۱	۱/۰۴۲	۱	۱/۰۸۵
مهر	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۸۸	۰/۸۸	۱	۱/۰۵۹	۰/۹۸	۰/۹۸
آبان	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۹۲
آذر	۱	۱/۰۴۹	۱	۱/۰۵	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۸۴	۰/۸۴
دی	۱	۱/۰۴۰	۰/۹۹	۰/۹۹	۱	۱/۰۱۵	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۹۱
بهمن	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۸
اسفند	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۹۳	۰/۹۳	۱	۱/۱۸۶	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۶
جمع	---	۱۱/۵۵	---	۱۱/۷۶۱	---	۱۱/۷۴۷	---	۱۰/۳۸۶	---	۱۱/۸۷۲	---	۱۱/۴۳۴
میانگین	---	۰/۹۶۲	---	۰/۹۸۰	---	۰/۹۷۸	---	۰/۸۶۵	---	۰/۹۸۹	---	۰/۹۵۳
تعداد ماههای کارا	۵	---	۳	---	۲	---	۲	---	۵	---	۴	---

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶ رتبه‌بندی کارخانجات مختلف (کاشی ایرانا)

بر اساس شمارش تعداد ماههای کارا مدل CCR	میانگین بر اساس مدل A&P	رتبه‌بندی
کارخانه شماره ۵ و ۱	کارخانه شماره ۵	رتبه اول
کارخانه شماره ۶	کارخانه شماره ۲	رتبه دوم
کارخانه شماره ۲ و ۳	کارخانه شماره ۳	رتبه سوم
کارخانه شماره ۴	کارخانه شماره ۱	رتبه چهارم
------	کارخانه شماره ۶	رتبه پنجم
------	کارخانه شماره ۴	رتبه ششم

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌گونه که ملاحظه شد پس از اجرای مدل پویای بهره‌وری نتایج به‌دست آمده حاکی از مناسب بودن مدل CCR برای ارزیابی عملکرد بر اساس DMU_t است. بدین وسیله ابزار کنترلی خوبی در اختیار مدیران سازمانها قرار می‌گیرد که از آن به «میزان الحراره سازمانی» یاد می‌کنیم. هر چه میزان دورافتادگی از مرز و یا به عبارت دیگر کارایی یک DMU_t کمتر باشد، مدیریت باید سریع‌تر در صدد یافتن علت کاهش کارایی در دوره فاقد کارایی برآمده، مشکل را برای زمانهای در پیش روی سازمان برطرف سازد. از سویی به وسیله مدل مزبور و مدل A&P با ملحوظ کردن عامل زمان می‌توان واحدهای ناهمگون را به طریق مورد اشاره در مقاله با یکدیگر مقایسه کرد. این مقایسه، امکان تخصیص بهتر منابع، توزیع کارانه، کمک به رشد و توسعه واحدهای ضعیف و ... را فراهم می‌آورد.

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات مشابه از عوامل نامحسوس که در مباحث مدیریتی مطرح می‌شود به صورت جداگانه و یا ترکیب آنها با عوامل محسوس در ارزیابی عملکرد استفاده شود. همچنین با استفاده از مدلهای کنترل وزن در مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان ارزیابی دقیقتری به‌عمل آورد.

۸- منابع

[1] Sink, D. Scott, "Productivity Management", John Willy & Sons, 1985.

[2] Shetty, V.K., "Management's Role in Declining Productivity", California Management Review, 1992, Vol. 25, No. 1.

[3] A.P.O., "Productivity in the Age of Compositeness", 1995.

www.SID.ir

Archive of SID

[4] Sumanth, D.J., "Productivity Engineering and Management", Mc Graw-Hill Company, 1984.

[5] Sumanth, D. J., "Total Productivity Management", Mc Graw-Hill Company, 1997.

[6] Rouse,p. Putterrillm. Ryano. "Towards a General Managerial Frame Work For Performance Measurement", 1997 No 8.

[۷] علیرضایی، محمدرضا؛ بهروز دانشیان، مجید ایرانمنش، «ارزیابی عملکرد ادارات کل وزارت راه و ترابری به کمک تحلیل پوششی داده‌ها»، مجموعه مقالات دومین همایش بررسی عملکرد دستگاههای اجرایی کشور در جشنواره شهید رجائی، شهریور ۱۳۷۹.

[8] Farell, M., "The Measurement Of Productive Efficiency" Journal Of The royal Statistical Society, 1957, Series A, Vol 120.

[9] Charnes, A. W.W. Cooper and E. Rhodes, "Measuring The Efficiency of Decision Making Units", European Journal Of Operation Research, No 2.

[10] Banker, R.D. Charnes, A., and Cooper, W.W., "Some Models For Estimation Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis" Management Science, 1985, 30.

[11] Charnes, A., W.W. Cooper, B. Golany, L.M. Seiford and J. Stutz, "Foundation Of Data Envelopment Analysis For Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Function", Journal Of Econometrics, No. 30, 1984.

[12] Seiford, L.M., "A Bibliography Of Data Envelopment Analysis", Technical Report, Department Of Industrial Engineering and Operation Research.

[13] Norman, M., B. Stoker, "Data Envelopment Analysis The Assessment Of Performance" England: J. Willey and Sons, 1991.

[14] Brockett, P.L., W.W. Cooper, H-C.shine and Wang, "Inefficiency and Congestion in Chinese Production before and After 1978 Economic Reforms", Soco-Economic Planning Sciences, 1997.

[15] Charnes, A., T. Clark, W.W. Cooper, and B. Golany, "A Developmental Study Of Data Envelopment Analysis in Measuring The Efficiency Of Maintenance Units in The U.S. Air Force", in R. Thompson and R. M. Thrall (eds.), 1985 Annals of Operations Research.

[۱۶] الوانی، مهدی،. شمس السادات زاهدی و ابولحسن فقیهی «فرهنگ جامع مدیریت» تهران، دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۷۶.

[17] Andersen, P. and N.C. Petersen, "A Procedure For Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis", Management Science, 1993, Vol. 39.

www.SID.ir