



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد بین المللی قشم
دانشکده مهندسی صنایع

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.A."
در رشته مهندسی صنایع

عنوان:

**ارزیابی عملکرد شرکت ارکان لوله همدان به کمک روش تحلیل
پوششی داده‌ها و شاخص بهره‌وری مالِم کوئِست**

استاد راهنما:

دکتر رسول کریمی

نگارش:

آزاده ریاحی

پاییز 1394

کالج پروژه

www.collegeprozheh.ir



دانلود پروژه های دانشگاهی

بانک موضوعات پایان نامه

دانلود مقالات انگلیسی با ترجمه فارسی

آموزش نگارش پایان نامه ، مقاله ، پروپوزال



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد بین المللی قشم
دانشکده مهندسی صنایع

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.A."
در رشته مهندسی صنایع

عنوان:

**ارزیابی عملکرد شرکت ارکان لوله همدان به کمک روش تحلیل
پوششی داده‌ها و شاخص بهره‌وری مالِم کوئِست.**

نگارش:

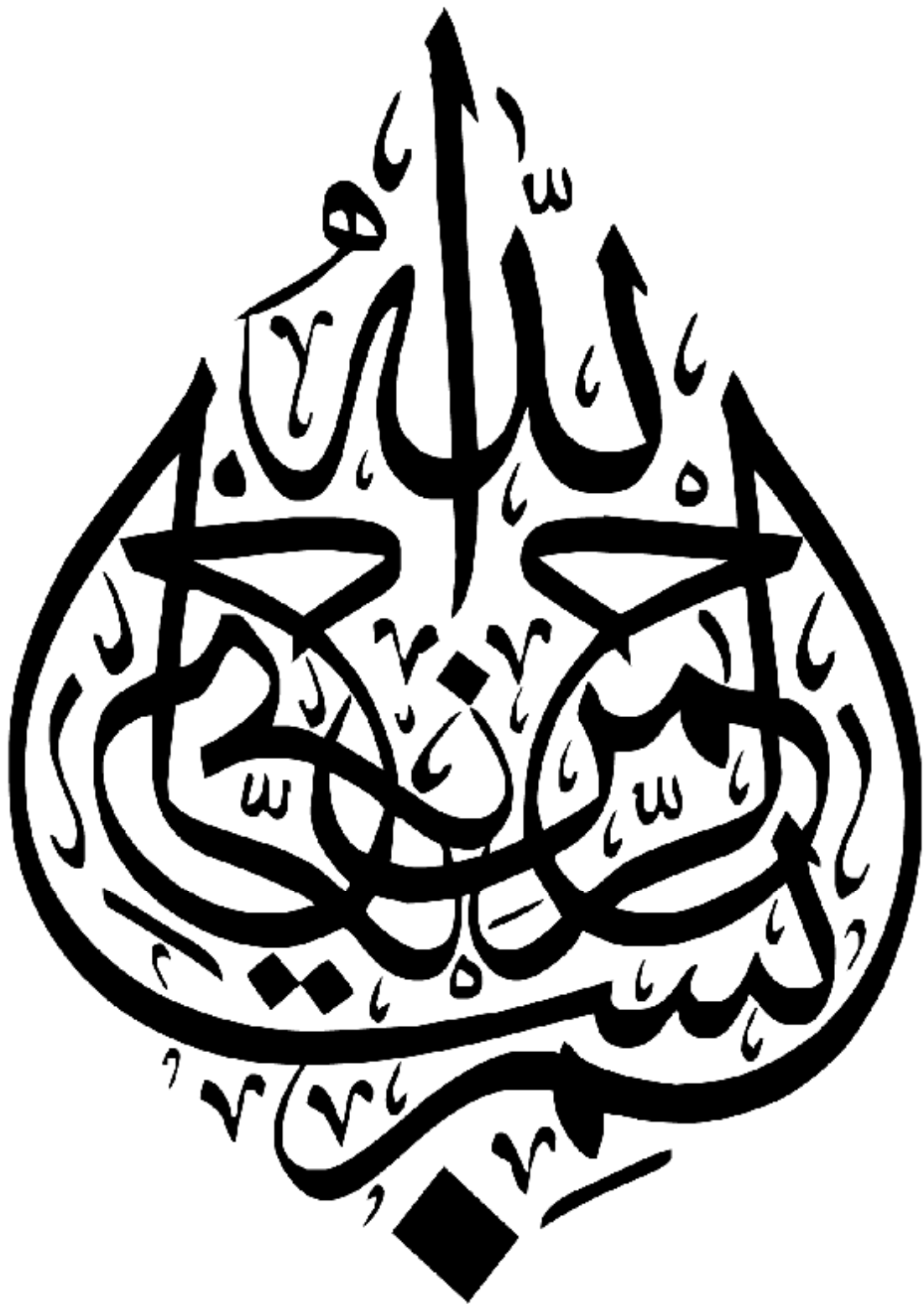
آزاده ریاحی

هیات داوران

1- دکتر رسول کریمی

2-

3-



فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| 1 | چکیده |
| 2 | فصل اول: کلیات تحقیق |
| 2 | 1-1- مقدمه |
| 3 | 2-1- بیان مسئله |
| 5 | 3-1- مرور ادبیات و سوابق مربوطه |
| 10 | 4-1- جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق |
| 11 | 5-1- اهداف تحقیق |
| 11 | 1-5-1- هدف کاربردی |
| 11 | 6-1- فرضیه تحقیق |
| 12 | 7-1- سوالات تحقیق |
| 12 | 8-1- روش پژوهش |
| 15 | 9-1- روش گردآوری اطلاعات «میدانی، کتابخانه‌ای و غیره» |
| 15 | 10-1- ابزار گردآوری اطلاعات |
| 15 | 11-1- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات |
| 15 | 12-1- تعاریف ابعاد بهره‌وری |
| 19 | فصل دوم: مبانی نظری |
| 20 | 1-2- مقدمه |
| 20 | 2-2- بهره‌وری و کارایی |
| 20 | 3-2- بهره‌وری |
| 21 | 1-3-2- تبیین بهره‌وری، تولید، کارایی و اثربخشی |
| 22 | 2-3-2- انواع بهره‌وری |
| 22 | 1-2-3-2- بهره‌وری جزئی |
| 23 | 2-2-3-2- بهره‌وری کل عوامل |
| 25 | 4-2- کارایی |
| 26 | 1-4-2- انواع کارایی |
| 26 | 1-1-4-2- کارایی تکنیکی (فنی) |
| 27 | 2-1-4-2- کارایی تخصیصی (قیمت) |
| 27 | 3-1-4-2- کارایی اقتصادی (هزینه) |
| 28 | 4-1-4-2- کارایی ساختاری |
| 29 | 2-4-2- اندازه‌گیری کارایی بر مبنای حداقل سازی عوامل تولید |
| 30 | 5-2- روش‌های ارزیابی کارایی |

| | |
|----|---|
| 31 | 1-5-2-1 روشهای پارامتری |
| 32 | 1-1-5-2 تابع تولید مرزی قطعی |
| 24 | 2-1-5-2 روش تابع تولید مرزی تصادفی |
| 35 | 2-5-2 روش غیر پارامتری |
| 38 | 6-2 تاریخچه تحلیل پوششی داده‌ها |
| 39 | 7-2 تحلیل پوششی داده‌ها |
| 40 | 1-7-2 مدل‌های اساسی تحلیل پوششی داده‌ها |
| 40 | 1-1-7-2 مدل CCR (CRS) |
| 44 | 2-1-7-2 مدل BCC (VRS) |
| 49 | 4-1-7-2 مدل BCC-CCR (NDRS) |
| 52 | 8-2 روش دو فازی |
| 53 | 9-2 معرفی E در تحلیل پوششی داده‌ها |
| 56 | 10-2 تحلیل پنجره‌ای |
| 59 | 11-2 بازده نسبت به مقیاس در تحلیل پوششی داده‌ها |
| 62 | 1-12-2 مدل FDH |
| 65 | 2-12-2 مدل شعاعی |
| 67 | 13-2 معرفی سازمان مورد مطالعه |
| 69 | فصل سوم: روش شناسی تحقیق |
| 70 | 1-3 تحلیل پوششی داده‌ها |
| 71 | 1-1-3 دو مشخصه اساسی برای الگوی (DEA) |
| 72 | 2-3 مروری بر عملیات شرکتی موثر در بهره‌وری |
| 73 | 1-2-3 منابع |
| 73 | 2-2-3 مصارف |
| 73 | 1-2-2-3 از لحاظ مدت |
| 73 | تسهیلات از لحاظ مدت به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند: (بهمنه، 1379) |
| 74 | 2-2-2-3 از نظر بخش‌های مختلف اقتصادی |
| 75 | 3-3 معرفی نهاده‌ها و ستاده‌ها |
| 75 | 1-3-3 متغیرهای ورودی |
| 76 | 2-3-3 ستاده‌ها |
| 79 | 5-3 شاخص بهره‌وری مالم کوئیست |
| 80 | 1-5-3 محاسبه شاخص مالم کوئیست |
| 82 | 2-5-3 تجزیه‌هایی از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست |
| 89 | فصل چهارم: آنالیز داده‌ها |

| | |
|-----|---|
| 90 | 1-4- مقدمه..... |
| 90 | 2-4- تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها..... |
| 95 | 3-4- بررسی نتایج حاصل از حل مدل‌ها..... |
| 100 | 4-4- رتبه بندی واحدهای مختلف..... |
| 107 | فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری..... |
| 108 | 1-5- نتیجه‌گیری..... |
| 110 | 2-5- پیشنهادات..... |
| 112 | منابع..... |

فهرست جداول

| | |
|-----|---|
| 9 | جدول 1-1: تحقیقات پیشین داخلی |
| 10 | جدول 2-1: تحقیقات پیشین خارجی |
| 55 | جدول 1-2: معرفی E در تحلیل پوششی داده‌ها |
| 56 | جدول 2-2: چگونه کارا شدن واحدهای ناکارا در مدل‌های مختلف |
| 78 | جدول 3-1: نهاده‌ها و ستاده‌های بالقوه در مطالعات کارایی صنعت تولیدی |
| 90 | جدول 4-1: داده‌های واحد تولید |
| 91 | جدول 2-4: داده‌های واحد تامین داخل |
| 92 | جدول 3-4: داده‌های واحد مهندسی فنی |
| 92 | جدول 4-4: داده‌های واحد تضمین کیفیت |
| 93 | جدول 5-4: داده‌های واحد مالی |
| 93 | جدول 6-4: داده‌های واحد بازرگانی |
| 94 | جدول 7-4: داده‌های واحد مهندسی فروش |
| 97 | جدول 9-4: میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیسیت واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 به تفکیک هر سال |
| 101 | جدول 10-4: رتبه بندی واحدها بر اساس کارایی فنی |
| 101 | جدول 11-4: رتبه بندی واحدها بر اساس کارایی فنی خالص |
| 102 | جدول 12-4: رتبه بندی واحدها بر اساس کارایی مقیاس |

فهرست نمودارها

| | |
|-----|---|
| 29 | نمودار 1-2- توصیف انواع کارایی به روش فارل |
| 44 | نمودار 2-2- تصویر واحدهای ناکارا روی مرز در مدل CCR |
| 46 | نمودار 3-2- تصویر واحدهای ناکارا روی مرز در مدل BCC |
| 58 | نمودار 4-2- تحلیل پنجره ای |
| 64 | نمودار 2-5: قسمت رنگی میزان پیشرفت DMU^i_p را در زمان $T+1$ نشان می‌دهد. |
| 81 | نمودار 3-1: تفکیک تغییرات بهره‌وری کل (شاخص مالم کوئیسست) |
| 97 | نمودار 4-1 میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیسست واحدهای مختلف |
| 98 | نمودار 4-2 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات کارایی فنی واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 |
| 99 | نمودار 4-3 خلاصه میانگین مقادیر تحولات تکنولوژیکی واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 |
| 99 | نمودار 4-4 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات کارایی مقیاس واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 |
| 99 | نمودار 4-5 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 |
| 106 | نمودار 4-6: تغییرات کارایی مقیاس واحدها به صورت پنجره‌ای |
| 100 | نمودار 4-7 خلاصه میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیسست واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 |
| 102 | نمودار 4-8 تغییرات کارایی واحد تولید |
| 103 | نمودار 4-9 تغییرات کارایی واحد مهندسی فنی |
| 103 | نمودار 4-10: تغییرات کارایی واحد تضمین کیفیت |
| 104 | نمودار 4-11: تغییرات کارایی واحد مالی |
| 104 | نمودار 4-12: تغییرات واحد بازرگانی |
| 105 | نمودار 4-13: تغییرات کارایی واحد تامین داخلی |
| 105 | نمودار 4-14: تغییرات کارایی فنی واحدها به صورت پنجره‌ای |
| 106 | نمودار 4-15: تغییرات کارایی فنی خالص واحد ها به صورت پنجره‌ای |
| 100 | نمودار 4-6 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات کارایی مدیریت واحد های مختلف در دوره 1374-1385 |

فهرست اشکال

- شکل 2-3: چارت سازمانی شرکت ارکان لوله همدان 68
- شکل 1-1: روش پژوهش 14
- شکل 1-2: چرخه مدیریت بهره‌وری 16

چکیده:

کارایی صنعتی و نحوه محاسبه آن ازجمله موضوعات مهمی است که علاوه بر مدیران صنایع و صاحبان سهام موسسات مالی، مورد علاقه بخش نظارتی صنعتی و مشتریان استفاده کننده از خدمات این صنایع می باشد. با توجه به چالش های موجود هم چون ورود صنایع خصوصی و افزایش فعالیتهای مؤسسات مالی و اعتباری، ارزیابی عملکرد صنعت لوله و بررسی روند کارایی این صنعت حایز اهمیت می باشد. کارایی نظام بانکی ایران در سطح مطلوب نمی باشد. نارضایتی عموم مشتریان از عملکرد صنایع داخلی دلیلی بر این ادعاست. علل افت کارایی نظام صنعتی متعدد می باشد که از آن جمله می توان به دولتی بودن صنایع، ناکارآمدی مدیریت صنایع و تسهیلات تکلیفی و... اشاره نمود. از آنجا که مجموعه دست اندرکاران نظام صنعتی درصدد ارتقاء کارایی نظام بانکی برآمده اند، انجام تحقیقاتی از این قبیل که کارایی نظام صنعتی را در یک دوره زمانی مشخص مورد بررسی و مقایسه قرار می دهد حائز اهمیت می باشد. به رغم اهمیت نظام صنعتی کشور در اقتصاد داخلی و منطقه تحقیقات نادری در زمینه بررسی روند کارایی نظام صنعتی شرکت ارکان لوله همدان در دوره بلندمدت انجام شده است. نتایج نشان می دهد که کارایی واحدهای مختلف در یک دوره 12 ساله کاهش یافته است یا بهبود پیدا نکرده است.

کلمات کلیدی: کارایی، تحلیل پوششی داده ها، شاخص بهره وری مالم کوئیست

فصل اول

کلیات تحقیق

1-1- مقدمه

انسان در همه قرون و اعصار با مشکلی به نام محدودیت منابع و امکانات روبه‌رو بوده است. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان و محدود بودن منابع حتی برای کشورهای پیشرفته صنعتی، استفاده بهینه از امکانات موجود راهی برتر به منظور افزایش رفاه جامعه بشری تلقی می‌شود. در واقع کوشش‌های انسان همواره معطوف بر آن بوده که حداکثر نتیجه را با کمترین امکانات و عوامل موجود به دست آورد. این تمایل را می‌توان دستیابی به بهره‌وری نامید. در پی تعالی و تکامل دانش بشری در علم اقتصاد و مدیریت، مفاهیم بهره‌وری و کارایی نیز توسعه و تکامل یافته و در دو دهه اخیر، اندازه‌گیری آن نیز بر مبنای تئوری‌های اقتصادی عملی و امکان پذیر شده است. در مفهوم جدید، کارایی به مفهوم تلف نکردن منابع است. که از نسبت کل ستانده به کل نهاده به دست می‌آید و بهره‌وری به مفهوم مقایسه کارایی یک سازمان طی دو زمان متفاوت است و به عبارت دیگر بهره‌وری مقایسه کارایی است. روش‌های ارزیابی بهره‌وری و عملکرد نیز متفاوت هستند که در طول تاریخ علم تغییر کرده‌اند.

1-2- بیان مسئله

پیچیدگی روزافزون وضعیت اقتصادی جهان در سالهای ابتدایی قرن بیست و یکم و ورود به هزاره سوم و افزایش شدید رقابت در پهنه بین‌المللی به رشد سریع فناوری، کاهش مستمر هزینه عوامل تولید و ارتقاء کیفیت محصولات و خدمات منجر شده است. ادغام وسیع و رو به افزایش بازارها، گسترش بین‌المللی مناسبات تولیدی و افزایش حجم و تنوع مبادلات کالا و خدمات نیز پیوستگی بیشتر اقتصادها و دگرگونی روند تولید، مصرف و تقاضا را به همراه آورده است. سخت‌تر شدن رقابت در فضای کسب و کار و شدت یافتن نرخ ظهور و افول شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی و پیچیده‌تر شدن فرآیندهای تولید و ادغام شدن فعالیت‌های توسعه بازار در چرخه رقابت جهانی موجب شده تا

به ناچار تغییرات شگرفی در مفاهیم کسب و کار و عرصه‌های مدیریت و توسعه بازارها برای بنگاه‌های اقتصادی و صنعتی پدیدار گردد. به طوری که با علمی‌تر شدن و تخصصی‌تر شدن فعالیت‌ها و مدیریت‌ها، پیشرفت روزافزون IT و سیستم‌های پیشرفته مدیریت، بسیاری از سازمان‌های مطرح و برتر که با تفکر و اندیشه گذشته به استقبال آینده رفته‌اند، با قبول شکست از میدان رقابت و چرخه تولید حذف شده‌اند.

ساختار اقتصادی و اجتماعی بسیاری از کشورهای جهان سوم به سبب رویکردهای درون نگر دهه‌های اخیر دارای ویژگی‌های مناسب برای رقابت‌پذیری صنایع این کشورها در صحنه بین‌المللی نیست. ادامه این وضعیت با نزول جایگاه این کشورها در اقتصاد جهانی و همچنین کاهش سطح کیفیت زندگی و افزایش بیکاری همراه خواهد بود. غلبه بر این چالش‌ها و در نتیجه پشت سر گذاردن وضع موجود تا وضعیت رقابت‌پذیری جهانی در گرو اصلاح ساختاری محیط بیرونی صنعت و محیط درونی آن است (راوی و رامانچاندران¹، 2015). شناسایی و رفع مشکلات و عوامل اصلی بازدارنده، ایجاد فضای کسب و کار پیشبرنده، تغییر و اصلاح سیاست‌ها و سازماندهی مجدد امور صنعتی از مسئولیت‌های دولت و دستیابی به کیفیت و قیمت رقابتی از طریق اصلاح ساختاری در تمامی جوانب مدیریتی، نیروی انسانی، فناوری و بازاریابی از مسئولیت‌های مدیران و صاحبان بنگاه‌های صنعتی است. رشد اقتصادی تحت تأثیر دو عامل افزایش کمی عوامل تولیدی و افزایش در سطح کارایی و بهره‌وری عوامل تولیدی در بخش‌های اقتصادی است. نظریه‌های سنتی رشد عمدتاً متمرکز بر عامل اول هستند. در کشورهای در حال توسعه کمبود عوامل تولیدی بویژه سرمایه به عنوان یک محدودیت اساسی در فرایند رشد اقتصادی مطرح می‌باشد و در تحلیل عوامل رشد تأکید زیادی به انباشت سرمایه، می‌شود. اما آن چه که به چشم می‌خورد، این است که بهره‌وری عوامل تولیدی در این

1- Ravi Kumar Jain, Ramachandran Natarajan

کشورها چندان مناسب نبوده که اینخود یک عامل عمده در عدم دستیابی آنان به رشد مناسب اقتصادی است. با توجه به این امر، یک استراتژی توسعه اقتصادی مؤثر تا حد زیادی وابسته به ارتقاء بهره‌وری و کارایی در بخش‌های مختلف اقتصادی است که بایستی مورد توجه خاص سیاستگذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی قرار داشته باشد. در سطح خرد نیز کارایی و بهره‌وری یک بنگاه اقتصادی، محور اصلی رقابت‌پذیری برای آن به شمار می‌رود. بنگاه‌ها با ارتقاء سطح کارایی و بهره‌وری می‌توانند هزینه‌های خود را کاهش و از این طریق توان رقابتی خویش را در عرصه بازارهای داخلی و خارجی بالا برند. در ایران نیز به دلیل کمبود منابع تولیدی، افزایش کارایی و بهره‌وری در بخش‌های مختلف اقتصادی بایستی به عنوان منبعی مهم و تعیین کننده در رشد اقتصادی، مد نظر قرار گیرد (لوزانو¹ 2015).

شرکت ارکان لوله همدان با تکیه بر درایت و تخصص مدیران ارشد، مدیران میانی و همراهی و دلسوزی کلیه کارکنان آن از جمله واحدهای صنعتی نیمه موفق در عرصه تولید در کشور بوده و در آینده قادر است جایگاه مناسب و مستحکمی را در بازارهای داخلی برای خود ایجاد نماید. لکن با توجه به چشم انداز، مأموریت و اهداف عالیه سازمان، مدیران ارشد سازمان از میزان بهره‌وری راضی نبوده و انتظارات بسیار بیشتری را از خود و از سازمان تحت مدیریت خود دارند. بر این اساس خواهان انجام فرآیند ارزیابی بهره‌وری سازمان می‌باشند تا از این طریق بتوان نقاط ضعف واحدهای سازمان را شناسایی و با انجام اصلاحات و اجرا و پیاده سازی پروژه های بهبود، در مسیر رشد و تعالی گامهای بلندتری را برداشته و موجبات افتخار را برای کشور عزیزمان در عرصه‌های تجارت و تولید در سطح جهانی فراهم نماید.

3-1- مرور ادبیات و سوابق مربوطه

1- Lozano

مطالعات متعددی در خصوص اندازه‌گیری کارایی و بررسی نقش آن در تغییرات بهره‌وری انجام پذیرفته است که از جمله آنان می‌توان به مواردی به شرح زیر اشاره داشت:

پیس و تیردل¹ (سال 2000) و در تحقیقی مشابه آزاده و همکاران (2015) در مقاله خود تحت عنوان "یک روش تابع مرزی تصادفی برای اندازه‌گیری سطح کارایی، تغییرات تکنولوژیکی و بهره‌وری در کشور مجارستان در اوایل دوره گذار اقتصادی"، با استفاده از مدل تابع مرزی تصادفی و تابع تولید ترانسلوگ، میزان کارایی در واحدهای صنعتی و کشاورزی کشور مجارستان را برای دوره 91-1985، اندازه‌گیری و سپس عوامل موثر بر کارایی آن‌ها را مورد آزمون و بررسی قرار داده‌اند. بر اساس نتایج حاصل از آزمونهای انجام شده در این تحقیق، هزینه‌های اضافی ناشی از سوء مدیریت و کشش جانشینی بین عوامل تولیدی، دو عامل تاثیرگذار و معنی‌دار بر عدم کارایی بنگاه‌های مورد بررسی در این کشور بوده‌اند، همچنین اثر صادرات در این زمینه نیز بندرت رد می‌گردد، در مقابل اندازه بنگاه عامل معنی‌داری در عدم کارایی بنگاه نبوده است. پرداخت یارانه‌های دولت به بنگاه‌های دولتی در اوایل دوره گذار باعث عدم کارایی بنگاه بوده لکن در اواخر دوره اثر این نوع یارانه بر کارایی، مثبت بوده است. نتایج حاصل همچنین نشان می‌دهد که اثر تغییرات مثبت کارایی بنگاه‌ها، تحت‌الشعاع پس رفت تکنولوژی در دوره مورد بررسی بوده، به طوری که در مجموع بهره‌وری کل عوامل تولیدی کاهش یافته است. در نهایت توصیه شده است که در اتخاذ سیاست‌های اقتصادی، توجه بیشتری به بازسازی ساختار تکنولوژی در بخش‌های صنعتی و کشاورزی، انجام گیرد.

چرچی² و همکاران (2014) در مقاله آنالیز غیر پارامتریک چند متغیره از روش‌های پنجره‌ای برای برآورد تابع‌های سنگین استفاده کردند. شارما، سیلوستر و مارگانو³ در سال 2003 در مقاله‌ای تحت

1- Piss and thirtle, 2000

2- Cherchye

3- Margono et al., 2003

عنوان "تجزیه و تحلیل کارایی فنی و بهره‌وری کل عوامل تولیدی در بین ایالت‌های مختلف آمریکا" ارزیابی برای دوره 1977-2000 این کشور انجام داده‌اند. در این ارتباط، میزان کارایی فنی هر ایالت به طور سالیانه، اندازه‌گیری و عوامل موثر بر عدم کارایی آنان شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. سپس تغییرات در بهره‌وری کل عوامل تولیدی هر یک از ایالت‌ها به تفکیک اجزاء آن یعنی تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی فنی، برآورد شده است. بر اساس نتایج این تحقیق، میزان کارایی فنی در اقتصاد ایالت‌های آمریکا در دوره مورد بررسی، به طور متوسط در سطح بالایی بوده و در این میان ایالت آلاسکا بیشترین میزان کارایی را داشته است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری تغییرات در بهره‌وری کل عوامل تولیدی نیز نشان دهنده این بوده که سهم تغییر در کارایی فنی در مقایسه با تغییرات تکنولوژیکی در تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی، در مجموع کمتر بوده است.

همف (2014) در مقاله تولید کارای خود بر روش‌های تحلیل پوششی برای اندازه‌گیری کارایی تاکید می‌کند و نشان می‌دهد که این روش‌ها بسیار موثر هستند. کاردگ، اندر و دلیکتاز¹ (2001) در مقاله خود تحت عنوان "تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی در بخش صنایع کارخانه‌ای استانهای منتخب کشور ترکیه"، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و محاسبه شاخص مالم کوئیست، تغییر در بهره‌وری کل عوامل تولیدی، تغییر در سطح کارایی فنی و تغییر تکنولوژیکی صنایع کارخانه‌ای ترکیه را به تفکیک استان و در قالب دو بخش خصوصی و عمومی در دوره زمانی 98-1990، اندازه‌گیری و بررسی کرده‌اند. مهمترین یافته مقاله مذکور این است که به دلیل بی‌ثباتی اقتصادی در این دوره، بهبود چندان معنی‌داری در بهره‌وری بخش صنایع ترکیه به چشم نمی‌خورد. استان‌هایی که بر روی مرز تولید خود قرار داشته‌اند، از بهبود کمتری در بهره‌وری کل عوامل تولیدی خود برخوردار بوده‌اند، در صورتی که استان‌هایی که در ابتدا، کارایی کمتری داشته‌اند، به طور نسبی رشد بهره‌وری آن‌ها بالاتر بوده است.

¹ Deliktas et al., 2003

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که علی‌رغم اینکه میزان افزایش در بهره‌وری کل عوامل تولیدی پایین بوده، افزایش کارایی فنی برای بسیاری از استان‌ها، هم در بخش خصوصی و هم در بخش عمومی، نقش عمده‌ای را در رشد بهره‌وری کل عوامل تولیدی صنایع آنان، داشته است.

گوئید و موله‌ی¹ (2015) نیز در مقاله خود تحت عنوان "اندازه‌گیری کارایی با استفاده از توابع مرزی تصادفی پویا-کاربردی از آن در صنایع پوشاک، بافندگی و چرم کشور تونس"، کارایی فنی واحدهای تولیدی را در شرایط پویا که در آن تغییرات زمانی کارایی نیز لحاظ می‌گردد، اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار داده‌اند. ویژگی این مقاله در این است که ضمن بررسی عملکرد واحدهای تولیدی در صنایع مورد اشاره در سطح خرد، با به کارگیری تکنیک‌های اقتصادسنجی و داده‌های تلفیقی، روند زمانی عدم کارایی فنی واحدهای تولیدی نیز اندازه‌گیری و ارزیابی شده‌اند. روش مورد استفاده برای تحلیل، متفاوت از روش تابع مرزی تصادفی ایستا است، و روش پویایی ارائه شده که متمرکز بر تغییرات زمانی در جهت رسیدن به یک سطح (هدف) خاص تولید است. در این مطالعه در چارچوب یک مدل تصحیح خطا و شکل تابع تولید مرزی ترانسلوگ، میزان عدم کارایی فنی واحدهای تولیدی، اندازه‌گیری شده است و هدف اصلی آن بررسی تغییرات در میزان کارایی، تغییرات تکنولوژیکی و رشد بهره‌وری این واحدها در طول زمان بوده است. نتایج حاصل، بیانگر این است که صنایع مورد بررسی در دوره زمانی 1983-94 شاهد یک پس رفت تکنولوژیکی بوده‌اند. به طوری که این مسئله باعث رشد منفی متوسط میزان بهره‌وری این صنایع در این دوره گردیده است. همچنین بر اساس برآوردهای بدست آمده برای میزان کارایی، واحدهای تولیدی صادرکننده در مقایسه با واحدهای تولیدی غیرصادراتی از کارایی بیشتری برخوردار بوده‌اند.

در ایران نیز مطالعات پراکنده‌ای در این زمینه انجام شده است.

1- Goaiendand Mouelhi, 2001

عباسیان و مهرگان (1384) در مقاله ای تحت عنوان " اندازه گیری بهره‌وری کل عوامل تولیدی بخش‌های اقتصادی کشور"، با استفاده از شاخص مالم کوئیست، به بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران، طی سال‌های 79-1345، پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق، نشان دهنده روند آهسته افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی بوده است. بهره‌وری مثبت عوامل تولیدی در بخش‌های کشاورزی و ساختمان، و کاهش بهره‌وری عوامل تولیدی در بخش‌هایی مانند خدمات و حمل و نقل، از دیگر نتایج این تحقیق بوده است (عباسیان و مهرگان، 1381)

خلیلیان و امیر تیموری (1388) در مقاله خود تحت عنوان "رشد بهره‌وری کل عوامل تولیدی در بخش‌های مهم اقتصادی ایران طی برنامه‌های اول، دوم و سوم توسعه"، با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به بررسی روند رشد بهره‌وری کل عوامل تولیدی در سه بخش عمده اقتصاد ایران، صنعت، کشاورزی و حمل و نقل طی سالهای 83-1368 پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری کل عوامل تولیدی در بخش کشاورزی طی دوره مورد بررسی، مثبت و ناشی از تغییرات مثبت تکنولوژی بوده، در بخش حمل و نقل نیز رشد بهره‌وری کل عوامل تولید ناشی از تغییرات تکنولوژی اما منفی بوده است. در بخش صنعت هم تغییرات کارایی فنی و هم تغییرات تکنولوژی باعث ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید شده و رشد بهره‌وری در این بخش نسبت به دو بخش دیگر بالاتر بوده است. این نتایج همچنین نشان می‌دهد که اهداف مد نظر در برنامه چهارم توسعه در بخش صنعت تحقق یافتنی اما در بخش‌های کشاورزی و حمل و نقل نیازمند اصلاح سیاست‌های گذشته و اتخاذ سیاست‌های جدید است. (خلیلیان و امیر تیموری، 1389)

علیرضایی و افشاریان (1384)، در مقاله‌ای که تحت عنوان "ارائه مدلی تلفیقی برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص تورنکوئیست و محاسبه رشد بهره‌وری شرکت ملی نفت ایران" ارائه داده‌اند، با ارائه مدلی بر مبنای شاخص تورنکوئیست و تلفیق آن با مدل

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به محاسبه رشد بهره‌وری عوامل تولیدی و میزان تاثیر تغییرات کارایی و تکنولوژی بر آن، در شرکت ملی نفت در طی دوره 79-1356 پرداخته‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که عمده تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی شرکت مذکور به سبب تغییرات کارایی بوده و تغییرات تکنولوژی به نسبت، سهم کمتری داشته‌اند.

حکیمی‌پور و عوضعلی‌پور (1391)، در مقاله‌ای که تحت عنوان "ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی صنایع بزرگ در استان‌های ایران با استفاده از شاخص مالم کوئیست" به بررسی و اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی در بخش صنعت (به عنوان بخش پیشرو در توسعه کشور) استان‌های مختلف پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که به طور متوسط، بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع بزرگ در استانهای کشور طی سال‌های 88-1371، افزایش نسبی داشته است. بر اساس این نتایج، متوسط میزان تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی صنایع مذکور در کل استان‌ها، در این دوره 5 درصد بوده و این در حالی است که متوسط تغییرات کارایی منفی 0.8 درصد و متوسط تغییرات تکنولوژی برابر 5.8 درصد بوده است. به عبارت دیگر منشاء افزایش در سطح بهره‌وری کل عوامل تولیدی ناشی از تغییرات تکنولوژی بوده و ضمن اینکه اثری تقویت کننده بر بهره‌وری داشته، اثر منفی تغییرات کارایی را نیز خنثی نموده است.

جهت آشنایی بیشتر به تعدادی از آنها اشاره می‌کنیم.

جدول 1-1- تحقیقات پیشین داخلی

| ردیف | نام نویسنده / نویسندگان | شرح | تاریخ |
|------|------------------------------|--|-------|
| 1 | حکیمی پور/عوضعلی پور/قائمی | ارزیابی بهره وری کل عوامل تولیدی صنایع بزرگ در استانهای ایران با استفاده از شاخص مالم کوئیست | 1391 |
| 2 | نجفی/بنی عامریان/اصانعی | ارزیابی عملکرد مدیران با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و بهره‌گیری از شاخص مالم کوئیست | 1390 |
| 3 | ملایی/جهانشاهی/قاضی زاده | اندازه‌گیری رشد تغییرات بهره‌وری مراکز تحقیقاتی با استفاده از شاخص مالم کوئیست | 1390 |
| 4 | شجاع/فلاح جلودار/درویش متولی | اندازه‌گیری بهره‌وری در واحدهای دانشگاهی و رتبه‌بندی آنها بر اساس مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئیست | 1389 |
| 5 | مجاوریان | برآورد شاخص بهره‌وری مالم کوئیست برای محصولات راهبردی طی دوره زمانی 69-1378 | |

| ردیف | نام نویسنده / نویسندگان | شرح | تاریخ |
|------|-------------------------|---|-------|
| 6 | نصر اصفهانی/رضوی | بررسی و مقایسه کارایی و بهره‌وری شرکتهای خودروسازی با روش تحلیل پوششی داده‌ها | 1389 |
| 7 | زرانژاد/یوسفی حاجی آباد | ارزیابی بهره‌وری عوامل تولید بانک مسکن با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست | 1388 |
| 8 | زیبا | ارزیابی تغییر کارایی و رشد بهره‌وری انرژی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئیست (مثال موردی از بخش توزیع صنعت برق ایران) | 1386 |
| 9 | حسینی | اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئیست در شرکت‌های مدیریت تولید برق | |

| | | |
|----|---------------------------|---|
| 10 | ناصری جهرمی/راسخ جهرمی | ارزیابی بهره‌وری سامانه حمل و نقل مترو تهران با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست |
| 11 | ابوالحسنی/فرهنگ/زارع شاهی | ارزیابی کارایی و روند رشد تغییرات بهره‌وری صنعت کاشی و سرامیک ایران با استفاده از شاخص مالم کوئیست |
| 12 | فدائی/آتشکار | ارزیابی بهره‌وری عوامل کل خدمات پستی در ایران با استفاده از تکنیک مالم کوئیست |
| 13 | جهانتیغی/مقدس/واعظ قاسمی | شاخص بهره‌وری مالم کوئیست چند مرحله‌ای |
| 14 | حیدرپور/دهقانی | ارزیابی کارایی، رتبه‌بندی و تحلیل بهره‌وری در سازمان تامین اجتماعی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و مالم کوئیست (مطالعه موردی شعب استان تهران) |

جدول 1-2- تحقیقات پیشین خارجی

| Row | Author | Title | Year |
|-----|--|---|------|
| 1 | George Vlontzos, n, Spyros Niavis, Basil Manos | A DEA approach for estimating the agricultural energy and environmental efficiency of EU countries | 2015 |
| 2 | Sebastián Lozano | A joint-inputs Network DEA approach to production and pollution-generating technologies | 2015 |
| 3 | Cherchye, L | Cherchye, L., Demuynck, T., De Rock, B., & De Witte, K. (2014). Non-parametric analysis of multi-output production with joint inputs. | 2015 |
| 4 | Hampf, B., & Rødseth, K. L | Carbon dioxide emission standards for U.S. power plants: An efficiency analysis perspective | 2015 |

| | | | |
|---|----------------------------|--|------|
| ۵ | Kwon, H. B., & Lee, J. | Two-stage production modeling of large U.S. banks: A DEA-neural network approach | 2015 |
| ۶ | Ma, J. | A two-stage DEA model considering shared inputs and free intermediate measures | 2015 |
| ۷ | Murty, S | On the properties of an emission-generating technology and its parametric representation | 2015 |
| ۸ | Reet Põldaru | Jüri Roots A PCA- DEA approach to measure the quality of life in Estonian Counties | 2015 |
| 1 | Deliktas, Karadag | TFP change in the Turkish Manufacturing Industry in the selected Provinces | 2001 |
| | Margono, Sharma, sylwester | Technical Efficiency and Total Factor Productivity Analysis Across U.S. States | 2003 |
| 3 | Piesse, Thirtle | A Stochastic Frontier Approach to Firm Level Efficiency, Technological change and Productivity during the Early transition in Hungry | 2000 |
| 4 | Grifell-Tatje, Lovell | A Note on the Malmquist Productivity Index | 1995 |

4-1- جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق

بروز بحران در سازمان‌های مختلف با بینش مثبت بایستی به عنوان یک سرمایه تلقی شود و این به خاطر این است که در بحران، مجموعه امکانات سازمان، ساختارها، نیروی انسانی، توانمندی قانونی، و ... به خوبی با همدیگر ترکیب شده و همدلی مناسبی در سازمان ایجاد و از امکانات بلااستفاده سازمان به نحو مطلوبی استفاده می شود. هرچند بروز بحران سرمایه است ولی بعضی از بحران‌های سرکش، موجب اختلال در روند کار سازمانی شده و تحقق اهداف سازمان و مزیت رقابتی از بین می رود. فرهنگ سازمانی به دلیل ماهیت اثرگذاری قوی که می تواند بر رفتار و عملکرد اعضای سازمان داشته باشد، نقش مهمی در کنترل درونی

رفتارهای کارکنان و پیشگیری از بروز فساد اداری دارد. فرهنگ سازمانی که پیوندی نزدیک با فرهنگ عمومی جامعه دارد، عامل مهمی در شکل دهی به رفتار سازمانی محسوب می شود و از نقش مهمی در پدیدآوردن دگرگونی در رفتارهای نامطلوب و ایجاد ثبات در رفتارهای موردنظر سازمان برخوردار است. فرهنگ سازمانی در قالب مجموعه ای از باورها و ارزش های مشترک که بر رفتار و اندیشه های اعضا و سازمان اثر می گذارد، می تواند به عنوان سرچشمه ای برای دستیابی به محیط سالم اداری و یا فضایی که ترویج کننده سلامت اداری است به شمار آید.

1-5- اهداف تحقیق

در اجرای تحقیق؛ وزن های مورد درخواست مدیران صاحب تصمیم گیری در سازمان، موجب تاثیرگذاری بر خروجی واحد سازمان شده و ارزیابی کلی سازمان نشان می دهد در کدام واحد با بیشترین علت کاهش میزان بهره وری روبرو هستیم. پس از بهینه سازی عوامل شکست بهره وری سازمان مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت که در صورت مثمرتر بودن طرح، سازمان با یک جهش عمده ای مواجه خواهد شد که هم در میزان رضایت مشتریان از سیستم و هم رضایت شغلی کلیه پرسنل اعم از مدیران تا کارمندان جزء رشد چشمگیری خواهیم داشت.

1-5-1- هدف کاربردی

همانگونه که در عنوان ذکر گردیده است، تحقیق حاضر در شرکت ارکان لوله همدان انجام خواهد شد. لذا نتایج تحقیق میتواند در اتخاذ سیاست ها و برنامه های مرتبط با بهبود عملکرد سازمان این سازمان مورد استفاده قرار بگیرد. ذینفعان این سازمان همگی از بهره وری استفاده سودمند خواهند نمود. ذینفعات خود شامل دو دسته داخلی سازمان و مشتریان خارج سازمان می باشند. ذینفعان اصلی که داخل سازمان هستند از میزان رضایت مشتریان خود به اهداف سودمندی می رسند که این رضایت می تواند با کیفیت بهتر حاصل

گردد. کیفیت اصلی ترین خواسته مشتریان بوده و به نوعی با بهره وری سازمان رابطه مستقیم دارد. پس تمامی ذینفعان داخلی سازمان را که خود شامل مدیریت جهت کسب سود، کارکنان در جهت رضایت شغلی و درآمد ماهانه و .. می باشد را نام برد.

1-6- فرضیه تحقیق

1- تغییر در میزان ورودی ها و خروجی ها پس از ارزیابی ناکارایی سازمان موجب بهبود کارایی می گردد.

2- پس از اجرای مدل مالم کوئیست میزان بهره وری سازمان افزایش خواهد داشت.

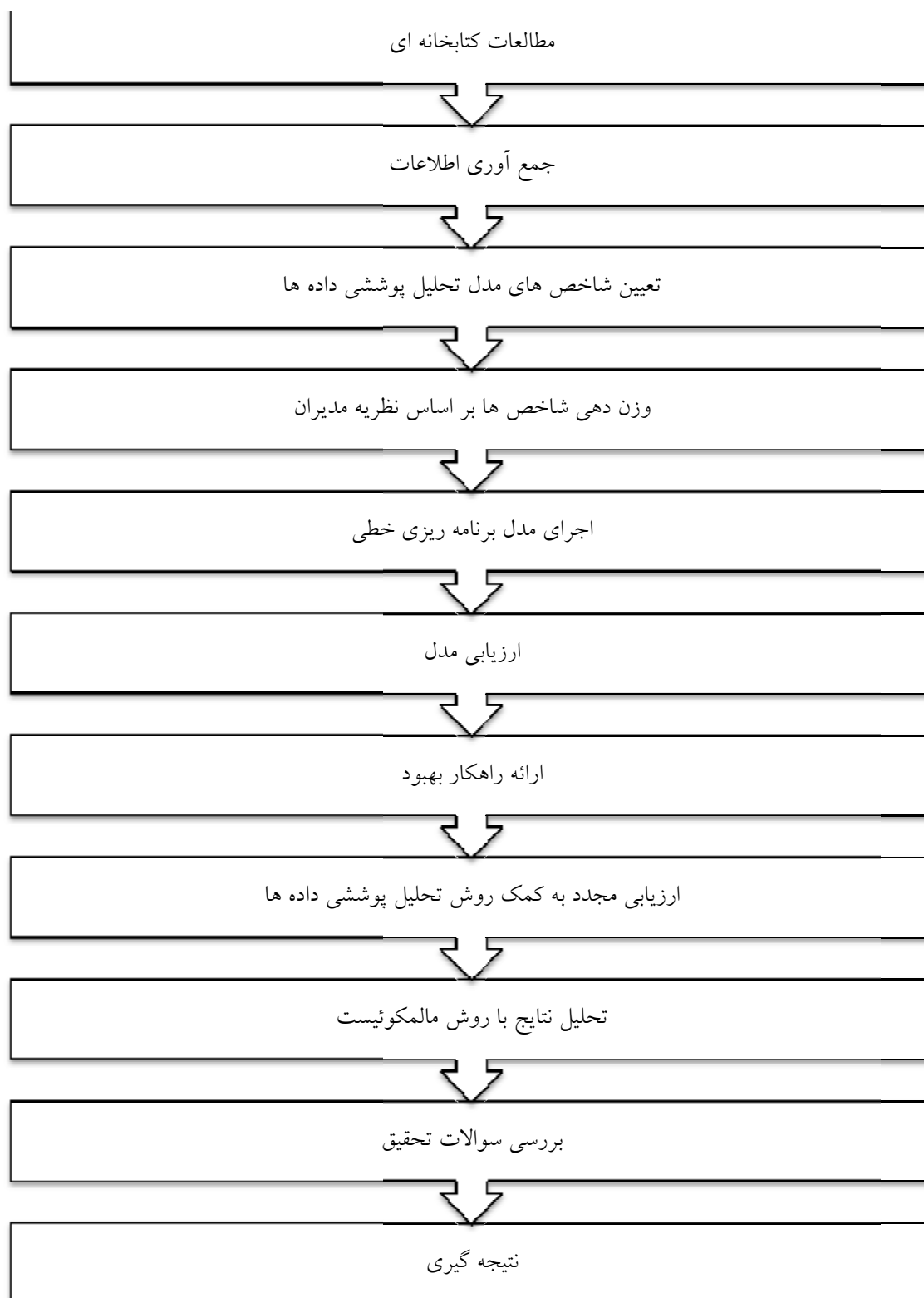
1-7- سوالات تحقیق

- 1- عوامل متشکله مدل (ورودی ها و خروجی) شامل چه واحدهایی هستند؟
- 2- نحوه ارزش یابی واحدها (وزن دهی عوامل) به چه طریقی صورت می پذیرد؟
- 3- کدام واحدها بیشترین تاثیر را در افزایش و یا کاهش بهره وری دارا هستند؟
- 4- مدل مالم کوئیست چگونه در مورد فقط یک سازمان فرموله می شود؟
- 5- تاثیرات بهینه سازی پس از اجرای مدل تا چه میزانی بر بهره وری تاثیر گذار می باشند؟

1-8 - روش پژوهش

برای شروع تحقیق ابتدا می بایست یکسری مطالعات کتابخانه ای در زمینه های چگونگی ارزیابی بهره وری، فرآیند تحلیل پوششی داده ها و شاخص مالم کوئیست از کتب و مقالات انتشار یافته در این زمینه ها بدست آورد و سپس اطلاعات مربوط به مفاهیم پایه ای از مدل مورد نظر جمع آوری میگردد. در ادامه به تعیین شاخص های تحلیل پوششی داده ها و ارائه مدل برنامه ریزی خطی چند متغیره پرداخته می شود. جهت تعریف شاخصها باید میزان پارامترهای مد نظر مدل را که با تعریف آنها می توان مدل را فرموله کرد بیان نمود. مهمترین نکات در تعریف پارامترها، اجرایی و عملیاتی بودن آن پارامترهاست، پس

نباید معیاری تعریف شود که نتوان آن را پیاده‌سازی کرد. همچنین از نکات دیگر، پارمترهایی باید تعریف شوند که قابل اندازه‌گیری و محاسبه باشند. تعریف صحیح شاخص اولین گام در قسمت سنجش و اندازه‌گیری چرخه بهره‌وری است. پس از تعریف پارمترها باید میزان وزن‌های اختصاص یافته به هریک از عوامل مورد بررسی را از قسمت مدیریت دریافت نموده که این امر به صورت سوال از مدیران صورت می‌پذیرد. پس از تعیین پارمترها، وزن‌های اختصاص یافته و مدل تحلیل پوششی داده‌ها اقدام به اندازه‌گیری مدل پرداخته و بعد از بدست آمدن نتایج اندازه‌گیری به ارزیابی بهره‌وری هر یک آنها می‌پردازیم. (نقاط قوت و ضعف را شناسایی می‌نماییم). پس از ارزیابی جهت بهینه‌سازی وضعیت؛ با جلساتی که با کلیه ذینفعان داخل سازمان برگزار می‌شود به تجزیه و تحلیل ارزیابی می‌پردازیم و جهت بهبود برنامه‌ریزی صحیحی برای واحدهای مربوط انجام می‌دهیم. پس از ارائه راهکار بهینه مجدداً اقدام به ارائه مدل برنامه‌ریزی خطی توسط تحلیل پوششی داده‌ها نموده و نتایج دو ارزیابی را به کمک روش شاخص بهره‌وری مالمکوئیست تحلیل می‌کنیم.



شکل 1-1: روش پژوهش

9-1- روش گرد آوری اطلاعات « میدانی، کتابخانه ای و غیره ».

روش تحقیق در این پژوهش بر پایه کاربردی بودن بنا نهاده شده است. بنابراین این پژوهش، مطالعه ای

است کاربردی. بر اساس شیوه انجام و گردآوری داده ها (این پژوهش از گونه توصیفی) غیر آزمایشی و مطالعه همبستگی است. در پژوهش های توصیفی (غیر آزمایشی) گردآوری داده ها و پاسخ به پرسش ها نیز بر پایه زمان حال انجام خواهد گرفت. شیوه انجام مطالعه به صورت نظری و مطالعات کتابخانه ای است.

10-1- ابزار گردآوری اطلاعات

اطلاعات کتابخانه ای در این تحقیق از مجموعه کتب و مقالات ارائه شده در کشور و خارج کشور بدست آمده است که از مهمترین آن می توان به کتاب تحلیل پوششی داده ها تالیف دکتر عادل آذر اشاره نمود. پس از مطالعات ابتدایی باید نحوه ارزیابی و واحدهای مورد ارزیابی مشخص شود. نحوه ارزیابی که شاخص مالمکوئیست بوده و اطلاعات اولیه برای تعیین نحوه ارزیابی توسط مدیریت ارسال می شود که طبق درخواست آنان این ارزیابی صورت گرفته است. اما در مورد وزندهی که بسیار حائز اهمیت است، از مدیریت خواسته شده که با توجه به خروجی های سازمان واحدهای مورد بررسی را معیار سنجی نماید و به آنها از لحاظ درجه اهمیت وزنی را بین یک محدوده عددی اختصاص دهد، همچنین از آنها خواسته شده که مجموع وزن های اختصاص یافته می بایست برابر با کران بالایی آن محدوده شود تا اهمیت واحدها باعث برابری شرایط آنها برای قیاس شود.

11-1- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای تجزیه و تحلیل داده از مدل تحلیل پوششی داده ها مدل خروجی محور استفاده میشود، برای ارزیابی نهایی نیز از روش شاخص بهره وری مالمکوئیست استفاده می شود.

12-1- تعاریف ابعاد بهره وری

بهره‌وری: استفاده هوشمندانه از منابع در اختیار در جهت تولید کالاها و خدمات بیشتر و با کیفیت بهتر، بهره‌وری نامیده می‌شود که با تعاریف زیر تبیین می‌گردد.

انجام کار صحیح به روش درست

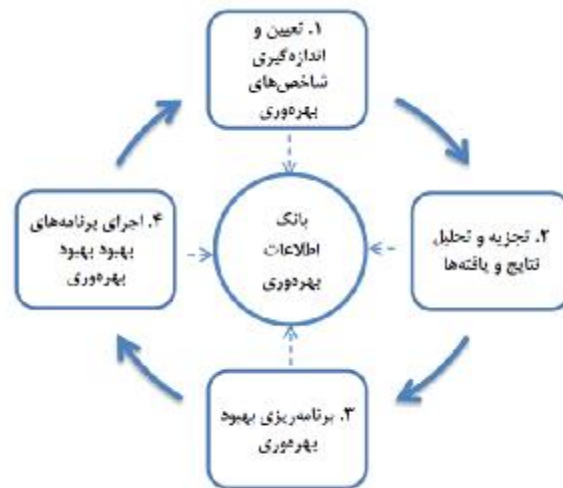
کارایی به اضافه اثربخشی در کار و زندگی

استفاده بهینه از منابع برای تولید کالاها و خدمات بیشتر و بهتر

کارایی: کارایی مفهوم "درست انجام دادن کار" است و هدف بهینه سازی استفاده از منابع می‌باشد. کارایی فقط به افزایش کمی تولید کالا یا ارائه خدمات توجه دارد. به عبارت دیگر کارایی "توانایی به دست آوردن ستانده بیشتر از داده کمتر (خوب کارکردن)" است. سنجش کارایی عملکرد از طریق اندازه‌گیری مقدار یا هزینه منابع در ارتباط با برآورده ساختن اهداف که به صورت مقایسه ستانده با نهاده‌های استفاده شده است، صورت می‌گیرد.

اثربخشی: اثربخشی به تطبیق حاصل از انجام کار (تولید کالاها / ارائه خدمات) با هدف‌های مورد نظر و رضایت ذینفعان (کار خوب کردن) اطلاق می‌گردد. در واقع اثربخشی درجه و میزان نیل به اهداف از قبل تعیین شده است. اثربخشی بر خلاف کارایی چگونگی تحقق اهداف را اندازه‌گیری می‌کند. این مقیاس آثار تولید یا خدمات انجام شده را کمی و عددی نموده و مشخص می‌کند که آیا از مجموع نهاده‌ها یا منابع برای نیل به اهداف مورد نظر استفاده بهینه به عمل آمده یا نه.

چرخه مدیریت بهره‌وری: چرخه مدیریت بهره‌وری به شرح نمودار زیر تعریف و به صورت مستمر مورد اجرا قرار می‌گیرد.



شکل 1-2- چرخه مدیریت بهره وری

شاخص بهره وری: نسبت ستانده (output) به نهاده (input) و یا نسبت خروجی به ورودی شاخص بهره وری نامیده می شود.

شاخص کیفیت تولید: عوامل زیادی در تعیین کیفیت تولید موثر هستند اما تلاش برای بهبود کیفیت، می تواند در کاهش شاخص عملکرد نیروی انسانی نشان داده شود. کاهش شاخص عملکرد نشان می دهد که مهارت نیروی کار در چه نسبتی از شاخص های استاندارد قرار دارد و توجه به این شاخص می تواند در بهبود کیفیت موثر باشد. اما معمولاً کیفیت را در محصول خروجی می سنجند و نسبت محصول خروجی سالم به کل محصولات تولیدی را به عنوان شاخصی از کیفیت تولید، در نظر می گیرند. برای محاسبه شاخص کیفیت داریم:

$$\text{کیفیت} = \frac{\text{محصولات قابل فروش}}{\text{کل تولیدی محصولات}}$$

نهاده: نهاده ها (ورودی ها) منابعی هستند که در تولید کالاها و خدمات یک سازمان مورد استفاده قرار می گیرند و یا مصرف می شوند.

ستانده: ستانده (خروجی) کالاهای تولید شده یا خدمات ارائه شده یک سازمان (و یا ترکیبی از آنها) در

طول یک مقطع زمانی مشخص می‌باشند. ستانده‌ها در هر سازمانی با توجه به ماهیت کاری سازمان متفاوت است.

تحلیل پوششی داده‌ها: تکنیکی برای محاسبه کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده همگن است که با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی انجام می‌گیرد. عبارت نسبی به این دلیل است که کارایی حاصل نتیجه مقایسه واحدها با یکدیگر است. وقتی می‌گوییم واحد تصمیم‌گیرنده P کاراست یعنی این واحد خوب عمل می‌کند و از منابع به خوبی استفاده می‌کند. در تحلیل پوششی داده‌ها نیازی به اختصاص وزن‌ها به ورودی‌ها و خروجی‌ها نیست، این روش خود، وزن‌ها را تعیین می‌کند. برای هر واحد تصمیم‌گیری، DEA مطلوب‌ترین مجموعه از وزن‌ها را در نظر می‌گیرد. یعنی مجموعه‌ای از وزن‌ها که نسبت کارایی واحدهای تصمیم‌گیری را بدون افزایش نسبت کارایی دیگر واحدهای تصمیم‌گیری ماکزیمم می‌کند. به عبارت دیگر، DEA به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند که واحدهای تصمیم‌گیری را در دو گروه واحدهای کارا و ناکارا دسته‌بندی کنند: تغییرات در مقادیر ورودی و خروجی واحدها می‌تواند باعث تغییر در این تقسیم‌بندی شود. به عبارت دیگر واحد کارا تبدیل به ناکارا شود و بالعکس.

شاخص مالم کوئیست: شاخص مالم کوئیست، تفکیک بهره‌وری کل را به دو جزء عمده آن یعنی تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی میسر ساخته است. این شاخص ابتدا در سال 1953 توسط شخصی به نام مالم کوئیست در زمینه تئوری مصرف با استفاده از تابع فاصله بیان شد. سپس در سال 1982 توسط کی‌وس و همکاران در چارچوب تئوری تولید مطرح گردید. سپس فار و همکارانش در سال 1992 برای محاسبه شاخص مالم کوئیست از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. نشان داده شد که توابع مسافت عوامل تولید، همان معکوس مقادیر کارایی مورد نظر فارل می‌باشند که با ملحوظ نمودن مقادیر کارایی حاصل از روش برنامه‌ریزی خطی (DEA)، محاسبه بهره‌وری به روش

جدید امکان پذیر گردید. در این روش شاخص مالم کوئیست بر اساس مقادیر کارایی که از طریق مدل DEA بدست می آید، قابل محاسبه می باشد.

فصل دوم

مطالعات نظری

2-1- مقدمه

کوشش‌های اقتصادی انسان همواره معطوف بر آن بوده که حداکثر نتیجه را با کمترین امکانات و عوامل موجود به دست آورد. این تمایل را می‌توان دستیابی به کارایی و بهره‌وری بالاتر نامید. بهره‌وری مفهومی جامع و دربرگیرنده کارایی است که افزایش آن به منظور ارتقای سطح زندگی، رفاه و آسایش و آرامش انسان‌ها همواره مدنظر دست‌اندرکاران سیاست و اقتصاد بوده است. امروزه مساله کارایی به دلیل تخصیص و استفاده بهینه از نهاده‌ها دارای اهمیت نهایی می‌باشد.

تا کنون تعاریف مختلفی از بهره‌وری و کارایی و به تبع آن روشهای متفاوتی برای اندازه‌گیری آن ارائه شده است. این فصل شامل دو بخش است: بخش اول، کارایی و بهره‌وری، بخش دوم تحلیل پوششی داده‌ها و مال‌م کوئست می‌باشد. ابتدا به تعریف بهره‌وری و کارایی و انواع آن پرداخته و سپس روشهای اندازه‌گیری آنها بیان می‌شود. در نهایت روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مال‌م کوئست آورده شده است.

2-2- بهره‌وری و کارایی

تا کنون تعاریف مختلفی از بهره‌وری و کارایی و به تبع آن روشهای متفاوتی برای اندازه‌گیری آن ارائه شده است. لذا در این فصل ابتدا به تعریف بهره‌وری و کارایی و انواع آن پرداخته و سپس روشهای اندازه‌گیری آنها بیان می‌شود.

2-3 - بهره‌وری¹

عبارت بهره‌وری در ادبیات اقتصادی معانی گوناگونی دارد. واژه بهره‌وری در لغت به معنای "قدرت تولید، بارور و مولد بودن" است. ساده‌ترین تعریف از بهره‌وری آن را «نسبت بین مقدار معینی

1- Productivity

محصول و مقدار معینی از یک یا چندعامل تولید^۱ می‌داند (فرهنگ، منوچهر- فرهنگ علوم اقتصادی). در تعریف فوق نسبت به نوع عاملی که در نظر گرفته می‌شود، نوع بهره‌وری نیز متفاوت خواهد بود. مانند بهره‌وری نیروی کار و سرمایه. اگر کلیه عوامل در نظر گرفته شود بهره‌وری کل عوامل تولید (که رابطه بین میزان بازده و مجموع منابع مصروفه را بیان می‌کند) را خواهیم داشت. (ابطحی و کاظمی 1383: 5 و 6)

در واقع بهره‌وری به‌طور معمول رابطه بین کمیت کالاها یا خدمات تولید شده (ستاده) و کمیت نیروی کار، سرمایه، زمین، انرژی و دیگر منابع برای تولید آن (نهاده) را نشان می‌دهد. هنگام اندازه‌گیری، بهره‌وری غالباً بعنوان رابطه بین ستاده و مقدار یگانه‌ای از داده مثل نیروی کار یا سرمایه بررسی می‌شود. زمانی که مقادیر یا شاخصهای ورودی چندگانه‌ای وجود دارد معادله بسیار پیچیده می‌شود و حتی نیاز به وزن‌دهی ذهنی دارد. این جایی است که به ظاهر تعریف ساده‌ای از ستاده در برابر داده، پیچیده و گمراه‌کننده است. (اسمیت 1383: 19) در ادبیات دینی ما نیز بر بهره‌وری تأکید شده است. بعنوان مثال امام کاظم (علیه‌السلام) می‌فرماید «هر که دو روزش برابر باشد زیان دیده است».

2-3-1- تبیین بهره‌وری، تولید، کارایی و اثربخشی

پس از روشن شدن مفهوم بهره‌وری بهتر است که اصطلاحات تولید، کارایی و اثربخشی¹ معرفی و ارتباط آنها با بهره‌وری ارایه شود. زیرا در برخی موارد، به اشتباه، این عبارات بجای هم بکار گرفته می‌شوند. از نظر برخی افراد بهره‌وری به معنی تولید است. اما تولید را می‌توان بیشتر کرد بدون آنکه بهره‌وری افزایش یابد. واژه تولید اصولاً بر حجم (میزان) کل تولید دلالت دارد، در حالی که بهره‌وری، تولید را در ارتباط با نهاده‌ها، توضیح می‌دهد. به عبارت دیگر:

نهاده / ستاده = بهره‌وری

1- Effectiveness

بهره‌وری به چگونگی میزان کارایی تولید و درجه اثربخشی آن ارتباط دارد.

کارایی انجام درست کارهاست. کارایی از نظر اقتصادی عبارتست از نسبت تولید کالاها یا خدمات نهایی به منابع بکار رفته در آن. لذا صرفاً به افزایش کمی تولید دلالت دارد.

اما اثربخشی مقوله‌ای هدفدار است. این مفهوم بر بهتر و در جهت هدف انجام دادن کارهای درست دلالت دارد. اثربخشی برخلاف کارایی، روشی است که چگونگی تحقق اهداف را می‌سنجد. هر چه فعالیت‌های به ظاهر مختلف و با جهت‌های متفاوت در یک سازمانی بهتر بتواند در جهت هدف نهایی سازمان همسو شوند، اثر بخشی نیز افزایش می‌یابد. (ابطحی و کاظمی 1383: 8).

با توجه به موارد مطرح شده، چگونگی تحقق مجموعه‌ای از اهداف، نشان دهنده اثربخشی و چگونگی بکارگیری منابع جهت تحقق این اهداف گویای کارایی است و بهره‌وری در برگیرنده این دو مفهوم به این صورت است:

اثربخشی + کارایی = بهره‌وری

انجام کارهای درست + انجام درست کارها = بهره‌وری

لازم به ذکر است در برخی منابع حاصل ضرب اثربخشی و کارایی را بهره‌وری تعریف کرده‌اند.

با توجه به مطالب فوق بهره‌وری انجام کارهای درست به صورت صحیح می‌باشد (ابطحی و کاظمی 1383: 10).

2-3-2- انواع بهره‌وری

بسته به اینکه در محاسبات مربوط به اندازه‌گیری بهره‌وری، یک عامل یا تمامی عوامل موثر در فرآیند

تولید مدنظر باشد، بهره‌وری جزئی¹ یا بهره‌وری کل² را خواهیم داشت

1 -Partial Productivity

2 -Total productivity

2-3-2-1- بهره‌وری جزئی

در صورتی که اندازه‌گیری بهره‌وری عوامل مختلف به شکل جداگانه مدنظر باشد، اصطلاحاً آن را بهره‌وری جزئی می‌نامند.

بهره‌وری جزئی به دو صورت بهره‌وری نهایی¹ و بهره‌وری متوسط² قابل محاسبه است. بهره‌وری نهایی عبارتست از مقداری که هر واحد اضافی عامل ورودی به ستاده کل اضافه می‌کند. و بهره‌وری متوسط به میزان ستاده به ازای هر واحد داده اطلاق می‌شود. بهره‌وری عوامل تولید در واقع همان بهره‌وری جزئی می‌باشد. عوامل سرمایه، نیروی کار، مواد واسطه (مانند مصالح و مواد خام و ...)، انرژی (مانند نفت، گاز و ...) و تکنولوژی از مهمترین عوامل موثر در بهره‌وری محسوب می‌شوند (زیشان³، 2015)

برای محاسبه شاخص بهره‌وری هر یک از عوامل تولید، باید شاخص تولید در آن سال را به شاخص عامل تولید موردنظر در همان سال تقسیم نمود. بعنوان مثال شاخص بهره‌وری نیروی کار عبارتست از:

$$IPL_t = \frac{IY_t}{IL_t} \cdot 100 \quad \text{فرمول (1-2)}$$

IPL_t : شاخص بهره‌وری نیروی کار در سال t

IY_t : شاخص تولید در سال t

IL_t : شاخص نیروی کار (تعداد شاغلین) در سال t

2-3-2-2- بهره‌وری کل عوامل

در شرایطی که هدف، اندازه‌گیری بهره‌وری مجموع عوامل تولید باشد باید ترکیب وزنی عوامل تولید را یکجا در نظر گرفته و بر آن اساس بهره‌وری را محاسبه نمود، که در آن صورت بهره‌وری کل عوامل را

1 -Marginal Productivity
2-Average Productivity
3- Zeeshan

خواهیم داشت (ابطحی و کاظمی 1383: 55).

استفاده از شاخص بهره‌وری جزئی برای مقایسه بهره‌وری دو بنگاه متفاوت در یک زمان یا یک بنگاه در دو زمان مختلف، نتایج گمراه‌کننده‌ای بدنبال خواهد داشت. زیرا ممکن است عدد بهره‌وری یکی از عوامل تولید در طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته باشد، در صورتی که این افزایش بدلیل استفاده (کاربرد) بیشتر سایر عوامل تولید بوده است و در واقع بهره‌وری افزایش نیافته است.

برای جلوگیری از چنین نتایج گمراه‌کننده‌ای، برای مقایسه بهره‌وری یک بنگاه در دو زمان متفاوت یا دو بنگاه در یک زمان، استفاده از شاخص بهره‌وری کل عوامل پیشنهاد می‌شود. این شاخص از نسبت بین شاخص کل تولیدات و شاخص کل عوامل تولید بدست می‌آید.

فابریکانت¹ بهره‌وری را این گونه تعریف می‌کند: "هنگامی که مجموعه محصول تولید شده را در مقابل مجموعه نهاده‌ها یا داده‌ها به سنجش می‌گیریم - یعنی محصول را با مجموعه منابعی که در ایجاد آن بکار گرفته و مصرف شده و به هر یک بر حسب مورد ضریب ویژه‌ای داده شده است مورد مقایسه قرار دهیم - بهره‌وری مجموعه عوامل حاصل می‌شود. در این مورد زمانی که به‌خواهیم مخرج کسر را موزون کنیم و به هر یک از عوامل وزن دهیم، مشکل بوجود می‌آید."

با توجه به تعریف فوق شاخصهای متعددی برای اندازه‌گیری بهره‌وری ارائه شده است که از آن جمله عبارتند از:

1- **شاخص کندریک:**² کندریک شاخصی را برای اندازه‌گیری بهره‌وری واحدهای مورد ارزیابی

ارائه نمود که در این شاخص نسبت شاخص تولید به مجموع وزنی عوامل تولید در نظر گرفته شده است.

نحوه محاسبه این شاخص به صورت زیر می‌باشد:

1- Fabricant

2-Kendrick John.W

$$IPT_t = \frac{IY_t}{(IL_t.W_I) + (IK_t.W_K) + (IM_t + W_m) + (IE_t.W_e)} \quad \text{فرمول (2-2)}$$

یا به صورت کلی خواهیم داشت:

$$\text{شاخص بهره وری کل در } T \text{ سال} = \frac{\text{شاخص کل تولیدات در سال}}{\text{میانگین وزنی شاخص های عوامل تولید}}$$

که در آن IL_t شاخص نیروی کار و W_I وزن نیروی کار، IK_t شاخص سرمایه و W_K وزن شاخص سرمایه، IM_t شاخص مواد اولیه و W_M وزن آن، IE_t شاخص انرژی و W_E وزن این شاخص و IY_t شاخص تولید در سال t می باشند. IPT_t نشان دهنده شاخص بهره وری کل در سال t است. این شاخص در مواردی قابل استفاده می باشد که چند عامل تولید برای تولید یک محصول بکار می روند.

2- شاخص ترنکوئیست - تیل¹: محاسبه شاخص ترنکوئیست-تیل صورت زیر می باشد:

$$TFPI = \frac{\prod_{i=1}^n \frac{y_i^t}{y_i^0} \frac{0.5[R_i^t + R_i^0]}{0.5[S_i^t + S_i^0]}}{\prod_{i=1}^m \frac{X_i^t}{X_i^0} \frac{0.5[R_i^t + R_i^0]}{0.5[S_i^t + S_i^0]}} \quad \text{فرمول (2-3)}$$

که در آن:

$TFPI$ شاخص بهره وری کل عوامل تولید، X_i^t, X_i^0 مقدار نهاده i ام در سال های صفر و t ، y_i^t, y_i^0 مقدار محصول i ام در سال های صفر و t ، R_i^t, R_i^0 سهم محصول i ام در سال های صفر و t و S_i^t, S_i^0 به ترتیب سهم نهاده i ام از کل هزینه در سال های صفر و t . (سلامی و طلاچی لنگرودی 1381: 39).

1 - Tornquist-Teal

با توجه به فرمول محاسبه، ملاحظه می‌شود برای محاسبه این شاخص نیاز به اطلاعات قیمتی می‌باشد که در موسسات خدماتی معمولاً در دسترس نیست. لذا در موسسات خدماتی به طور معمول از این شاخص استفاده نمی‌شود.

3- شاخص مالم کوئیست¹: این شاخص در واقع تغییرات بهره‌وری کل را اندازه‌گیری می‌کند. شاخص مالم کوئیست ابتدا در سال 1953 توسط شخصی بنام مالم کوئیست در زمینه تئوری مصرف با استفاده از تابع فاصله بیان شد. سپس در سال 1982 توسط کی‌وس و همکاران² در چارچوب تئوری تولید مطرح گردید.

سپس فار و همکارانش در سال 1989 برای محاسبه شاخص مالم کوئیست از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. این شاخص تفکیک تغییرات بهره‌وری کل را به دو جزء عمده آن یعنی تغییرات تکنولوژی و تغییرات کارایی میسر ساخته است. از مزایای دیگر این شاخص این است که برای محاسبه نیاز به اطلاعات قیمتی نهاده‌ها و ستاده‌ها ندارد.

در این مطالعه برای محاسبه تغییرات بهره‌وری کل، از شاخص مالم کوئیست استفاده شده است.

2-4- کارایی

از کارایی تعاریف متنوعی از بعد افزایش ستاده‌ها یا کاهش نهاده‌ها ارایه شده است. به طور کلی، کارایی عبارتست از «نسبت ستاده‌ها به داده‌ها در مقایسه با یک استاندارد مشخص». این استاندارد مشخص می‌تواند تابع تولید باشد که در این صورت لازم است این تابع به نحوی تعیین شود. اما در این حال با توجه به خدماتی بودن بانک‌ها و همچنین، اهداف محاسباتی، کارایی به شرح زیر تعریف شده است: «نسبت حداقل هزینه ممکن به هزینه تحقق یافته، برای ارایه میزان مشخصی ستانده در مقایسه با

1 -Malmquist

2 -Caves, Christensen & Diewert

واحدهای مشابه آن»

بر اساس تعاریف فوق هر گونه ائتلاف منابع و عدم استفاده بهینه از آنها، ساختار نامناسب و ریخت و پاش‌های غیرضروری موجب کاهش کارایی می‌شوند. به علاوه محاسبه کارایی و پایین بودن احتمالی آن به عنوان علامتی که دلالت بر وجود بیماری دارد، می‌تواند در هر مؤسسه کاربرد داشته باشد (همف¹، 2015).

2-4-1- انواع کارایی

حال پس از آشنایی با مفهوم کارایی و تعاریف مختلف ارائه شده برای آن، به مرور انواع کارایی می‌پردازیم. انواع کارایی عبارتند از:

2-4-1-1 کارایی تکنیکی (فنی)²

کارایی تکنیکی توانایی یک بنگاه را برای بدست آوردن ماکزیمم ستانده از یک مجموعه از نهاده‌های داده شده منعکس می‌نماید. این کارایی با استفاده از نهاده‌ها (نیروی انسانی، سرمایه، ماشین‌آلات و...) برای تولید ستاده‌ها، نسبت به بهترین عملکرد در یک نمونه از بنگاه‌های موجود، ارتباط دارد. به بیان دیگر، با فرض فن‌آوری یکسان برای همه بنگاه‌ها، عدم ائتلاف نهاده‌ها در تولید مقدار مشخصی از ستاده‌ها، مورد توجه است. به یک سازمان فعال که بهترین عملکرد را در مقایسه با سایر سازمان‌ها در همان نمونه دارد، یک سازمان کاملاً کارا از لحاظ تکنیکی اطلاق می‌شود. سازمانها در مقابل عملکرد بهترین سازمان محک زده می‌شوند و کارایی تکنیکی آنها به عنوان درصدی از بهترین عملکرد بیان می‌شود. کارایی تکنیکی به واسطه مقیاس تولید است و بر مبنای روابط فنی و نه قیمت‌ها و هزینه‌ها می‌باشد. (همف، 2015).

1- Hampf

2- Technid Efficiency (TE).

2-4-1-2- کارایی تخصیصی (قیمت)¹

کارایی تخصیصی توانایی یک بنگاه را برای استفاده از نهاده‌ها در نسبت‌های بهینه با توجه به قیمت‌های متناظر نهاده‌ها منعکس می‌نماید. این کارایی به حداقل‌سازی هزینه تولید با انتخاب مناسب نهاده‌ها برای سطح داده شده از ستاده‌ها و با توجه به مجموعه‌ای از قیمت‌های نهاده‌ای مربوط می‌شود، با این فرض که سازمان مورد نظر از لحاظ تکنیکی کاملاً کارا باشد. (کوان²، 2015).

کارایی تخصیصی به صورت یک مقدار درصدی بیان می‌شود. به طوری که مقدار 100% نشان می‌دهد که سازمان از نهاده‌هایش به نسبت‌هایی استفاده می‌کند که هزینه‌هایش را حداقل می‌کند. به طور کلی کارایی تخصیصی نشان‌دهنده توانایی بنگاه برای استفاده از ترکیب بهینه عوامل تولید با توجه به قیمت آن عوامل می‌باشد که حداقل هزینه را بدنبال داشته باشد. این کارایی در روش تحلیل پوششی داده‌ها با قرار دادن قیمت محصول و هزینه عوامل تولید بعنوان وزنهای آنها، قابل محاسبه می‌باشد. (کوان، 2015).

2-4-1-3- کارایی اقتصادی (هزینه)³

این کارایی با ترکیبی از کارایی تکنیکی و کارایی تخصیصی مرتبط است. یک سازمان تنها در صورتی دارای کارایی هزینه است که هم از لحاظ تکنیکی و هم از لحاظ تخصیصی کارا باشد. کارایی هزینه به صورت حاصل ضرب برداری مقادیر کارایی‌های تکنیکی و تخصیصی محاسبه می‌شود. بنابراین یک سازمان تنها زمانی می‌تواند به کارایی هزینه 100% دست یابد که 100% کارایی را هم از لحاظ تکنیکی و هم از لحاظ تخصیصی داشته باشد. (کوان، 2015).

1- Allocative Efficiency (AE)

2- Kuwan

3 - Economic Efficiency (EE)

امتیاز عمده روش اندازه‌گیری کارایی به روش فارل (که بعدها منجر به روش تحلیل پوششی داده‌ها شد) این است که مستقل از واحدهای اندازه‌گیری است. یعنی تغییر در واحدهای اندازه‌گیری، میزان کارایی را تغییر نمی‌دهد. در مطالعات و تحقیقات تجربی، کارایی فنی بیش از کارایی تخصیصی مورد توجه قرار می‌گیرد زیرا در محاسبه کارایی فنی به اطلاعات قیمتی در مورد عوامل تولید و محصول که عموماً غیرقابل دسترس یا غیرقابل اتکاء است، نیاز نمی‌باشد.

وجود صرفه یا عدم صرفه‌های مقیاس (بازده‌های صعودی یا نزولی نسبت به مقیاس) در سازمانهای مورد مطالعه لزوم تعریف کارایی دیگری را ایجاب می‌نماید که کارایی مقیاس¹ نامیده می‌شود.

با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، اندازه سازمان در تعیین کارایی نسبی مورد توجه قرار نمی‌گیرد و سازمانهای کوچک می‌توانند ستاده‌ها را با همان نسبت‌های نهاده به ستاده سازمانهای بزرگتر، تولید نمایند. این فرض در حالتی است که صرفه‌های مقیاس² یا عدم صرفه‌های مقیاس وجود ندارد، بطوری که دو برابر کردن همه نهاده‌ها منجر به دو برابر شدن تمام ستاده‌ها خواهد شد. به هر حال این فرض برای خدماتی که صرفه‌های مقیاس دارند (بازده صعودی نسبت به مقیاس) و برای سایر خدمات، سازمانها ممکن است بزرگ باشند و عدم صرفه‌جویی در مقیاس داشته باشند (یا بازدهی نزولی نسبت به مقیاس) که در این حالت دو برابر کردن همه نهاده‌ها منجر به کمتر از دو برابر شدن ستاده‌ها خواهد شد، نامناسب است. (کوان، 2015).

مزیت یک سازمان در این خواهد بود که فعالیت‌هایش در اندازه بهینه باشد. کارایی مقیاس یک بنگاه می‌تواند بوسیله مقایسه مقدار کارایی تکنیکی تحت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس با مقدار کارایی تکنیکی تحت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس حاصل شود. در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس، این دو بنگاه دارای میزان کارایی برابر خواهند بود، اما اگر بازده صعودی و یا نزولی نسبت به مقیاس وجود

1-Scale Efficiency (SE).

2- Economics of Scale

داشته باشد، جوابها یکسان نخواهند بود. بنابراین در مطالعات تجربی بایستی اطمینان حاصل کرد که کدام مبنا برای آن صنعت یا بنگاه‌های مورد مطالعه مناسب است و از آن روش خاص استفاده نمود. (ما¹، 2015).

2-4-1-4- کارایی ساختاری

کارایی ساختاری² یک صنعت نیز از متوسط وزنی کارایی بنگاه‌های آن صنعت بدست می‌آید. چنانچه کارایی بنگاه j ام را با $E(j)$ و وزن داده شده به بنگاه را به صورت $W(j) = \frac{q(j)}{Q}$ یعنی محصول بنگاه j ام به کل محصولات صنعت (سهام بازار واحد j ام) نشان دهیم، کارایی ساختاری از نظر فارل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S = \sum_{j=1}^n [W(j).E(j)] \quad \text{فرمول (2-4)}$$

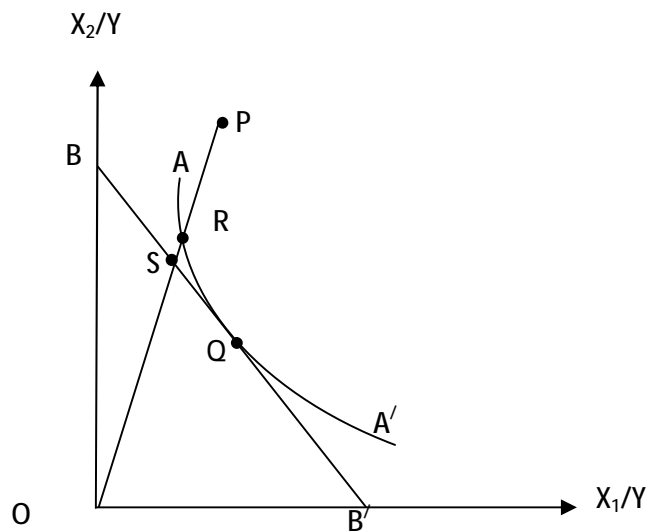
با استفاده از معیار کارایی ساختاری می‌توان کارایی صنایع مختلف با محصولات متفاوت را مقایسه نمود. (امامی مبینی 1379: 107)

2-4-2- اندازه‌گیری کارایی بر مبنای حداقل سازی عوامل تولید

فارل نظریه خود را با یک مثال ساده از بنگاه‌هایی که با استفاده از دو عامل تولید (x_1, x_2) یک محصول (y) را با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس و حداقل سازی عوامل، تولید می‌نمایند، بیان نمود. اطلاعات مربوط به منحنی هم مقداری تولید $(AA\phi)$ که در شکل نشان داده شده، امکان اندازه‌گیری کارایی فنی را فراهم می‌آورد. (بالتزار، 2015).

1-Ma

2- Structural Efficiency



نمودار 1-2 توصیف انواع کارایی به روش فارل

اگر بنگاهی را در نظر بگیریم که در نقطه P قرار داشته باشد و برای تولید یک واحد Y مقادیر مشخص X_1 و X_2 را استفاده کند، مقدار عدم کارایی فنی این بنگاه بوسیله فاصله RP نشان داده می‌شود. این مقدار مبین مقداری از عوامل تولید است که با ثابت ماندن سطح محصول، قابل کاهش است. این میزان بوسیله نسبت $\frac{OR}{OP}$ نشان داده می‌شود که بیانگر درصدی است که می‌توان عوامل تولید را (با همان سطح تولید قبلی) کاهش داد (امامی میبدی 1379: 107).

$$\text{کارایی فنی} = TE_i = \frac{OR}{OP}$$

$$\text{ناکارایی فنی} = 1 - TE_i = 1 - \frac{OR}{OP}$$

(اندیس i نشان دهنده نهاده محوری است)

اگر کسر (TE_i) مساوی یک شود، به معنی کارایی فنی کامل بنگاه است. به عنوان مثال نقطه S، دارای کارایی برابر با واحد می‌باشد. زیرا این نقطه روی منحنی کارایی (منحنی هم مقداری تولید) قرار دارد. همچنین کارایی تخصیصی بنگاه P برابر است با (امامی میبدی 1379: 107):

$$\text{فرمول (2-5)} \quad AE_i = \frac{OS}{OR} = \text{کارایی تخصیصی}$$

عبارت فوق نشان‌دهنده میزان هزینه قابل کاهش (با شرط ثابت ماندن محصول) می‌باشد. این کاهش هزینه در صورتی ایجاد می‌شود که تولید در نقطه Q صورت گیرد (نه در نقطه R).

کارایی اقتصادی (EE) نیز به صورت زیر تعریف می‌شود (جهانشاهلو: تحلیل پوششی داده‌ها 1387):

$$\text{فرمول (2-6)} \quad \text{کارایی اقتصادی} = EE_i = \frac{OS}{OP} = \frac{OR}{OP} \cdot \frac{OS}{OR}$$

فاصله SP نیز نشان‌دهنده عدم کارایی اقتصادی می‌باشد.

2-5- روش‌های ارزیابی کارایی¹

پس از مرور انواع کارایی و درک مفهوم آنها به بحث در مورد روش‌های آرایه شده برای ارزیابی کارایی می‌پردازیم. روش‌های مختلفی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری آرایه شده است که به دو دسته‌ی عمده تقسیم می‌شوند: روشهای پارامتری² و روشهای غیر پارامتری³ که در ادامه تشریح می‌شود. (ولانتوسوزال، 2015).

2-5-1- روشهای پارامتری

به روشهایی اطلاق می‌شود که در آنها ابتدا یک شکل خاص برای تابع تولید در نظر گرفته می‌شود، سپس با یکی از روشهای برآورد توابع که در آمار و اقتصاد سنجی مرسوم است ضرایب مجهول (پارامترها) این توابع برآورد می‌شود و چون در این روشها پارامتر یا پارامترهایی از تابع برآورد می‌شود به آنها روشهای پارامتری می‌گویند.

از مهمترین روش‌های پارامتری می‌توان به روش‌های زیر اشاره کرد:

1-ظ امامی میبدی 1379: 185-166

2- parametric method

3- Non parametric Method

تابع تولید مرزی قطعی¹

تابع تولید تصادفی²

در هر یک از دو روش فوق ایده اصلی محاسبه کارایی بر این اصل استوار است که ابتدا مقدار حداکثر تولیدی که به طور فرضی از نهاده‌ها قابل حصول است را محاسبه کرده و سپس با داشتن مقدار واقعی تولید بنگاه و تقسیم مقدار واقعی بر مقدار بهینه تولید، میزان کارایی بنگاه را محاسبه می‌کنند. برای محاسبه این حداکثر تولید لازم است ابتدا تابع تولید مرزی را شرح دهیم.

تابع تولید مرزی³: این تابع با استفاده از حداکثر مقدار تولید بنگاه‌های مختلف که در آن صنعت خاص فعالیت می‌کنند تخمین زده می‌شود. چون این تابع از مقدار حداکثر تولید صنعت حاصل شده است آن را تابع تولید مرزی این صنعت می‌نامند. (ولانتوسوزال، 2015).

همان طور که عنوان شد اندازه کارایی با تقسیم عملکرد واقعی بنگاه به مقدار بدست آمده از تابع مرزی، بدست می‌آید. در یک حالت خاص ممکن است مقدار تولید واقعی بنگاه با مقدار تولید مرزی آن برابر باشد که به چنین بنگاهی یک بنگاه کارا - از لحاظ فنی - می‌گویند. اما به طور کلی چنین امری بندرت رخ می‌دهد و همواره بین مقدار تولید واقعی و مقدار تولید مرزی اختلاف وجود دارد و یا در واقع مقدار تولید واقعی از مقدار تولید مرزی کمتر است. علت این اختلاف را با دو دیدگاه توجیه کرده‌اند: (فتاح‌پور 1380: 71)

اول اینکه این اختلاف صرفاً به دلیل ناکارایی بنگاه است. و دوم اینکه علت این اختلاف تنها ناکارایی بنگاه نیست بلکه عامل تصادف نیز در این ناکارایی مؤثر است.

در دیدگاه اول هر اختلافی بین تولید واقعی و تولید مرزی را بدلیل ناکارایی و متعاقب آن بدلیل کم‌کاری

1- Deterministic frontier production function method

2- Stochastic frontier production function

3- Frontier production function

بنگاه و مسئولین آن می‌دانند. البته این امر چندان صحیح به نظر نمی‌رسد. به طور مثال اگر فرض کنیم بنگاه ما یک واحد تولیدی محصولات کشاورزی باشد آنگاه ممکن است شرایط جوی یا موارد مشابه باعث عملکرد ضعیف بنگاه گردند که از کنترل مدیریت و مسئولین بنگاه خارج هستند. در این حالت کارایی پایین این بنگاه نباید صرفاً به حساب تصمیم‌گیریهای مدیران گذاشته شود. این موضوع را می‌توان به عنوان یکی از نقایص دیدگاه اول گذاشت. (مورتی¹، 2015)

در دیدگاه دوم، اختلاف بین عملکرد واقعی و استاندارد بنگاه صرفاً به حساب عملکرد و تصمیم‌گیری مدیران گذاشته نمی‌شود بلکه بخشی از آن را ناشی از تصادف فرض می‌کنند و بخش دیگر را به عملکرد و تصمیم‌گیری مدیران نسبت می‌دهند. یعنی اگر بنگاهی مقدار تولیدش کمتر از مقدار مرزی باشد، بخشی از آن به دلیل ناکارایی فنی و بخشی دیگر همان جزء تصادفی خواهد بود.

2-1-1-5-2- تابع تولید مرزی قطعی

در این روش ابتدا یک شکل خاص برای تابع تولید تصریح می‌شود. به عنوان مثال می‌توان شکل کاب-داگلاس² را برای این تابع در نظر گرفت (جهانشاهلو: تحلیل پوششی داده‌ها 1387).

$$Y_i^* = A X_{1i}^{a_1} \cdot X_{2i}^{a_2} \dots X_{ki}^{a_k} \quad (2-7) \text{ فرمول}$$

که پس از تبدیل خطی داریم:

$$(1) X_{ki} \ln Y_i^* = \ln A + a_1 \ln x_{1i} + a_2 \ln x_{2i} + \dots + a_k \ln x_{ki} \quad (2-8) \text{ فرمول}$$

که در آن Y_i^* مقدار تولید مرزی بنگاه i ام در صنعت خاص و X_{ji} مقدار عامل تولید j ام است که توسط بنگاه i ام مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چون تخمین این تابع در این روش با دیدگاه اول بنا شده است بنابراین اختلاف تولید مرزی و تولید

1- Murty

2- Coob-Douglas

واقعی برای بنگاه را تنها بدلیل ناکارایی می‌داند. یعنی اگر y_i^* تولید مرزی و y_i تولید واقعی بنگاه باشد، چون هر دو مقدار همواره مثبت می‌باشند می‌توانیم بنویسیم:

$$y_i^* \geq y_i \quad \Leftrightarrow \quad \ln y_i^* \geq \ln y_i \quad (2-9)$$

حال می‌توانیم x_i^* را به صورت زیر تعریف کنیم:

$$x_i^* = \ln y_i^* - \ln y_i \quad (2-10)$$

و با توجه به تعریف تابع تولید مرزی قطعی باید همواره رابطه زیر برقرار باشد:

$$y_i^* \geq y_i \quad \Leftrightarrow \quad \ln y_i^* \geq \ln y_i \quad (2-11)$$

حال اگر در طرف چپ، مقدار مساوی آنرا از رابطه (1) قرار دهیم خواهیم داشت:

$$\ln A + a_1 \ln x_{1i} + a_2 \ln x_{2i} + \dots + a_k \ln x_{ki} \geq \ln y_i \quad (2-12)$$

از طرف دیگر چون در ابتدا شکل تابع تولید را به صورت کاب - داگلاس فرض کردیم داریم:

$$a_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,k$$

حال می‌توانیم با استفاده از برنامه‌ریزی خطی تابع تولید مرزی را برآورد نماییم. یعنی می‌توان نوشت:

مدل برنامه ریزی خطی (2-1)

$$\min \quad \sum_{i=1}^n x_i^*$$

$$\text{s.t} \quad \ln A + a_1 \ln x_{1i} + \dots + a_k \ln x_{ki} \geq \ln y_i \quad i=1,2,\dots,n$$

$$a_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,k$$

حال با حل الگوی فوق کمترین مقدار برای x^* بدست می‌آید. حال با داشتن مقادیر y_i و همچنین

(که y_i^* را محاسبه کرده‌ایم) می‌توانیم کارایی فنی بنگاه را با روش زیر بدست آوریم:

$$TE_i = \frac{\exp(\ln y_i)}{\exp(\ln y_i^*)} \times 100 = \frac{y_i}{y_i^*} \times 100 \quad i=1,2,\dots,n \quad (2-13)$$

که این روش برای محاسبه کارایی با استفاده از داده‌های مقطعی است. ولی اگر داده‌های تلفیقی¹ (داده‌های مقطعی و سری زمانی توأم) داشته باشیم که در آن n بنگاه در T سال را برای ارزیابی کارایی فنی مورد استفاده قرار می‌دهیم، محاسبه به صورت زیر خواهد بود (ارزیابی داده‌های کمی، منصور مومنی):

$$TE_i = \frac{\exp\left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln y_{it}\right)}{\exp\left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln y_{it}^*\right)} \quad \text{فرمول (2-14)}$$

همان طور که ملاحظه شد این روش برای حل مدل و محاسبه کارایی فنی از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌کند. اگر از مدل‌های اقتصادسنجی برای این امر استفاده کنیم، روش مذکور را روش تابع تولید مرزی قطعی آماری می‌گویند. که در ادامه به تشریح آن می‌پردازیم.

2-1-5-2- روش تابع تولید مرزی تصادفی

یک تابع تولید مرزی² به صورت حداکثر ستاده ممکن برای مجموع‌های نهاده‌ها، تعریف می‌شود. از این رو این تابع یک حد (مرز) را تعریف می‌کند. انحرافات ستاده‌های مشاهده شده از این مرز بستگی به دوجمله دارد:

اول جزء تصادفی یا اختلال که یک فرایند کاملاً تصادفی است و دوم ناکارایی فنی.

بنابراین، مسأله، تخمین یک مرز تولید و اندازه‌گیری ناکارایی فنی متناسب با این مرز تولید است.

تابع تولید مرزی تصادفی به طور مستقل و همزمان توسط دو گروه اقتصاددانان به نام‌های ایگنر³

1- Panel Data

² در تئوری این روش از دو منبع زیر استفاده شده است:

A) goelli , tim Aguide to fronteir version 4 .:Acomputer program forstochastic Frentier production and cost function estimation centre for fficiency and productivity Analysis , university of new england , australlia , http : ii www. Une . edu . outeconometrics /Cepa.htmB)Emami Blemamimeibodi, Ali Efficiency Consideration in The Electicity Spply industry the case of iran , A the sis us bmitted to he universety of surry for the degree of doctor of philesphy , may 1998 . I .

3 -Aigner

لاول¹، اشمیت²، میوسن³ و راندن بروک⁴ در سال 1997 در دو قاره جهان عنوان شد. مدل مرزی تصادفی یک مدل رگرسیون کلاسیک با یک توزیع نامتقارن و غیرنرمال است.

ساختار اساسی مدل تولید مرزی تصادفی به صورت زیر می باشد:

$$Y = bX + V - U$$

$$V \sim N(0, s_v^2)$$

$$U = |U|, U \sim N(0, s_u^2)$$

تفاضل دو جمله v, u ($v-u$) نامتقارن⁵ و غیرنرمال⁶ است که یک ویژگی مهم توابع مرزی تصادفی است.

$$\text{درجه‌ی نامتقارنی این تفاضل بستگی به مقدار } I \text{ دارد. } (I = \frac{s_u}{s_v})$$

در حالتی که $I = 0$ باشد این تابع به یک رگرسیون معمولی با توزیع نرمال برای جمله اخلاص تبدیل می شود. (یعنی بنگاه کاملاً کاراست و انحراف فقط به دلیل متغیرهای تصادفی است که در مدل نیامده است)

منطق اقتصادی که در ورای تفکیک v, u قرار دارد این است که دو جمله‌ی اخلاص تصادفی قابل تفکیک و دارای خواص متفاوت هستند.

بزرگترین مزیت نگرش مرزی تصادفی، وارد کردن یک جمله‌ی اختلال است که با اختلال تصادفی (v) نشان داده می شود. جزء v یک خطای معمولی دو دامنه‌ای می باشد که بیانگر تغییرات تصادفی شرایط اقتصادی است که بنگاهها با آن مواجه اند و غیرقابل کنترل مدیریت بنگاه است (به عنوان مثال شوکهای خارجی، رویدادهای خارجی مساعد یا نامساعد نظیر شاخص آب و هوا، ناحیه و ...).

علاوه بر این v شامل خطاهای ناشی از حذف متغیرهای غیر مهم از مدل و خطاهای اندازه گیری نیز

1 -Lovell

2 -Schmidr

3 -Meeu sen

4 -Randen Brock

5- Symmetric

6- Non Normal

می‌باشد. این متغیر تصادفی در تمام دوره‌های مورد بررسی سری زمانی، متصل فرض می‌شود و یک توزیع نرمال دارد که از u مستقل است

2-5-2- روش غیرپارامتری

- تحلیل پوششی داده‌ها

روشهای قبلی برای ارزیابی کارایی واحدهای تولیدی که یک ستاده دارند و یا در صورت داشتن بیش از یک ستاده در حالتی که بتوان این ستاده‌ها را به یکدیگر (یا به یک واحد ستاده یکسان) تبدیل کرد، مناسب هستند. اما فرض کنید بخواهیم دو واحد دانشگاهی را از نظر کارایی با هم مقایسه کنیم و این واحدها بیش از یک ستاده داشته باشند. بعنوان مثال دو نوع از این ستاده‌ها تعداد مقالات چاپ شده و تعداد کتابهای ویرایش شده‌ای باشد که توسط اعضای هیأت علمی نوشته یا ویرایش شده‌اند و هیچ شاخصی جهت تبدیل یکی از این دو به دیگری وجود نداشته و در عین حال هیچ توافق کلی در مورد وزن یا اهمیت هریک از این دو وجود نداشته باشد. حال اگر بخواهیم از روش های قبلی، کارایی را ارزیابی و سپس مقایسه کنیم، عملاً غیرممکن است، زیرا ما ستاده واحدی جهت برآورد تابعی به عنوان تابع تولید مرزی نداریم. این مشکل یکی از مشکلات ارزیابی کارایی به روش تابع تولید مرزی است. از طرفی در تمام روشهای ارزیابی کارایی با استفاده از توابع تولید مرزی (پارامتریک) یک شکل خاص برای تابع تولید تصریح می‌شود و فروضی برای جزء تصادفی اعمال می‌شود که در عمل ممکن است نقض شود. برای حل این مشکلات روش تحلیل پوششی داده‌ها پیشنهاد شد. دراین روش برای ارزیابی کارایی هر واحد ابتدا یک واحد مجازی، به صورت ترکیب خطی از سایر واحدهای تصمیم‌گیری ساخته می‌شود، سپس ستاده حاصل از این واحد تصمیم‌گیری مجازی را که با به کار بردن نهاده‌ای به میزان این واحد تصمیم‌گیری بدست می‌آید با ستاده واقعی آن مقایسه می‌کنند و به این ترتیب اقدام به ارزیابی

می‌نمایند. این ایده کلی در مورد تحلیل پوششی داده‌هاست. در زیر این مطلب را بیشتر توضیح می‌دهیم. در روش تحلیل پوششی داده‌ها هر واحد تولیدی به عنوان یک واحد تصمیم‌گیری در نظر گرفته می‌شود که نهاده‌ها و ستاده‌ها برای تمامی این واحدها یکسان هستند. در این روش برای هر واحد، مجموع موزون ستاده‌ها به نهاده‌ها در نظر گرفته شده و سعی می‌شود که آن را ماکزیمم نمایند. البته در اینجا مشکل مشخص نبودن وزن‌هاست. برای این منظور مقادیر متفاوتی را به وزن‌ها اختصاص داده و هر بار این نسبت را محاسبه می‌کنند تا این کسر حداکثر شود. اما با این شرط که وزن‌های اختصاص داده شده، کارایی یک واحد دیگر از واحدهای موجود را بیشتر از یک ننماید. زیرا کارایی همواره باید عددی بین صفر و یک باشد. توجیه اینکه این واحدها با یک استاندارد مشخص که از بهترین واحدهای تحت ارزیابی ساخته می‌شود، مقایسه می‌شوند و در نتیجه میزان کارایی این واحدها حداکثر می‌تواند برابر آن مرز شود که در نهایت کارایی آن واحد برابر یک می‌شود. (کومار و شنکار¹، 2015).

به عنوان مثال اگر سه نهاده داشته باشیم و بخواهیم کارایی واحد تصمیم‌گیری شماره یک را حداکثر کنیم، ممکن است وزن‌های این نهاده‌ها $(a_1, a_2, a_3) = (0.2, 0.5, 0.3)$ کارایی این واحدها را حداکثر کنند. اما همین وزن‌ها کارایی یکی از سایر واحدهای تصمیم‌گیری را از یک بیشتر نمایند. بنابراین به شرط کمتر از یک بودن کارایی، این وزن‌ها قابل قبول نخواهند بود.

بخش دوم:

تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئست

2-6- تاریخچه تحلیل پوششی داده‌ها²

فارل نخستین کسی بود که توسط روش‌های غیرپارامتریک به تعیین کارایی پرداخت (1957) و کارهای

1- Ajay Kumar a, Ravi Shankar

2- Data Envelopment Analysis

بعدی در این زمینه بر مبنای کار وی صورت گرفت. تحلیل پوششی داده‌ها از سال 1978 با پایان‌نامه دکترای ادوارد رودز در دانشگاه کارنکی میلون آغاز شد. وی با راهنمایی کوپر و چارنز توسعه و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مدارس ملی آمریکا را ارزیابی کرد. این مقاله که به نام CCR (حرف اول اسامی چارنز، کوپر و رودز)¹ معروف است، با تبدیل ورودی و خروجیهای چندگانه یک واحد تصمیم‌گیری به یک ورودی مجازی و یک خروجی مجازی، روش بهینه‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی را برای تعمیم اندازه‌گیری کارایی چند ورودی-یک خروجی فارل به حالت ورودیها و خروجیهای چندگانه بکار برد.

چارنز، کوپر و رودز تحلیل پوششی داده‌ها را به این صورت توصیف کرده‌اند: «یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی بکار گرفته شده برای داده‌های مشاهده شده‌ای است که روش جدیدی برای تخمین‌های تجربی نسبت‌های قرین مانند تابع تولید و یا مرز کارایی را فراهم می‌سازد که پایه اقتصاد مدرن می‌باشد.» مدل CCR در واقع حالت خاصی از مدلی است که در سال 1984 توسط بنکر²، چارنز و کوپر تحت عنوان مقاله‌ای مطرح گردید. این مدل شرایط بازده متغیر نسبت به مقیاس را برای واحدهای تصمیم‌گیری در نظر می‌گرفت، که با عنوان BCC (حرف اول اسامی ارائه‌کنندگان) مطرح شد. مدل‌های دیگر مانند مدل جمعی در سال 1985 توسط چارنز مطرح گردید.

بیشتر از بیست سال است که موضوع تحلیل پوششی داده‌ها عنوان گردیده است. تاکنون بیش از هزار مرجع شامل مقاله، گزارش تخصصی و... در این زمینه انتشار یافته و هر روز فصل جدیدی در رابطه با اهمیت و توانمندی موضوع تحلیل پوششی داده‌ها باز می‌شود. این رشد سریع گواهی می‌دهد که روش تحلیل پوششی داده‌ها از نظر قابلیت کاربرد، مورد تأیید قرار گرفته و بکارگیری آن در بعضی زمینه‌ها سبب شده است که روش مناسبی برای مدلسازی فرآیندهای عملی باشد. امروزه تحلیل پوششی داده‌ها در قسمتهای خدماتی از قبیل بانک‌ها، بیمارستانها، مدارس نیز به کار می‌رود. (مرادی 1379: 6)

1-Chanes, Cooper and Rhodes

2- Banker

2-7- تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری است که چندین ورودی را برای تولید چندین خروجی مورد استفاده قرار می‌دهند. در تحلیل پوششی داده‌ها نیازی به اختصاص وزن‌ها به ورودی‌ها و خروجی‌ها نیست، این روش خود، وزن‌ها را تعیین می‌کند. این روش واحدهایی را بعنوان واحد مرجع معرفی می‌کند و واحد مجازی با توجه به وزن‌های این واحدهای مرجع برای واحد تصمیم‌گیری ناکارا ساخته می‌شوند. (کوپر¹ و همکاران (2015)).

تعریف: در ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری به وسیله مدل‌های اساسی تحلیل پوششی داده‌ها، مجموعه مرجع مجموعه تمام واحدهایی است که در یکی از جواب‌های بهین E_0 متناظر آن مخالف صفر باشد به عبارت دیگر اگر E_0 مجموعه مرجع DMU_0 باشد:

$$E_0 = \{DMU_j | j^* \text{ حداقل در یکی از جواب‌های بهین مدل پوششی متناظر واحد صفر مثبت باشد.}\}$$

از نظر تئوری تا بحال روش موثری برای پیدا کردن مجموعه فوق‌ارایه نشده است. (کوپر و همکاران (2015))

با توجه به مجموعه مرجع:

- یا DMU_0 ناکاراست یعنی $q^* < 1$. در نتیجه تعدادی واحد تصمیم‌گیری بعنوان واحدهای مرجع آن معرفی می‌شود.

- یا کاراست که بسته به مجموعه مرجع سه نوع دارد:

کارای رأسی: واحد تصمیم‌گیری کارا، که مرجع آن فقط خودش باشد. یا اگر و فقط اگر

$$E_0 = \{DMU_0\}$$

کارای غیررأسی: واحد تصمیم‌گیری که به مفهوم پارتو کارا بوده و مجموعه مرجع آن حداقل دو عضو

داشته باشد.

$$|E_0|^3 \geq 2$$

کارای ضعیف: یعنی $q^*=1$ ولی متغیرهای کمبود غیر صفر باشند.

2-7-1- مدل‌های اساسی تحلیل پوششی داده‌ها

مدل‌های اساسی تحلیل پوششی داده‌ها، هر کدام، به دودسته ورودی و خروجی محور تقسیم می‌شوند. (کوپر و همکاران (2015).

2-7-1-1 مدل CCR (CRS)

الف - ورودی محور³

با توجه به T_C مدل CCR جهت تعیین کارایی واحدهای تصمیم‌گیری با ماهیت ورودی محور به صورت زیر می‌باشد که معروف به فرم پوششی⁴ آن می‌باشد. (کوپر و همکاران (2015)

در ورودی محور هدف انقباض ورودی از x_0 به qx_0 است به طوری که همان خروجی را تولید نماید (روی مرز قرار گیرد). در نتیجه مدل به صورت زیر مطرح می‌شود:

مدل برنامه ریزی خطی (2-2)

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & q \\ \text{S.T.} \quad & (qx_0, Y_0) \in T_c \end{aligned}$$

اما شرط عضویت در T_C آن است که $0 \leq \theta$ و $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}$ و $\sum_{j=1}^s \lambda_j x_{ij} \leq qx_{io}$ پس مساله

بالا به صورت زیر خواهد بود:

1- Charnes, Cooper & Rhodes
2 -Constant Return to Scale
3- Input - Oriented
4- Envelopment form

مدل برنامه ریزی خطی (2-3) Min q

S.t.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \leq q x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n a_{rj} y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

که q آزاد در علامت می باشد.

مجهولات این مساله برنامه ریزی خطی $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}$ و θ می باشند که a ها همان قیمت های سایه در تحلیل پوششی داده ها می باشند و با استفاده از آنها واحدهای مجازی ساخته می شوند. و q میزان کارایی را نشان می دهد.

اگر $q^* < 1$ باشد آنگاه DMU_0 روی مرز قرار ندارد، در نتیجه ناکاراست. زیرا $(q^* X_0, Y_0) \in T$ و همچنین $q^* X_0 < X_0$ و این یعنی $(q^* X_0, Y_0)$ که عضوی از T_C است غالب بر (X_0, Y_0) می باشد. یعنی ترکیب خطی از واحدهای دیگر، می تواند همان مقدار خروجی را با بکارگیری ورودیهای کمتر ایجاد کند.

اگر q^* مقدار بهین تابع هدف باشد ثابت می شود که $0 \leq q^* \leq 1$.

قضیه: DMU_0 در مدل CCR پوششی کاراست اگر و فقط اگر $q^* = 1$ و تمامی متغیرهای کمکی برابر صفر باشند. یعنی:

$$x_l^* = x_0, \quad y_l^* = y_0$$

تعریف: مقدار q^* در مدل CCR پوششی در ورودی محور را کارایی تکنیکی و $1 - q^*$ را ناکارایی تکنیکی می گویند.

دوگان مساله فوق را می توان به صورت زیر بیان کرد که آنرا فرم ضربی¹ مدل CCR می گویند که در واقع مساله اولیه فرم پوششی می باشد.

مدل برنامه ریزی خطی (2-4)

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & U^T Y_o \\ \text{S.t.} \quad & \\ V^T X_o &= 1 \\ U^T Y - V^T X &\leq 0 \\ U, V &\geq 0 \end{aligned}$$

این مدل برای تمام واحدهای تصمیم گیری حل می شود. تفاوت مدل های سایر واحدها با واحد مورد نظر در تابع هدف و محدودیت اول می باشد.

قضیه 2: DMU_0 کاراست اگر و فقط اگر مدل (10-3) یک جواب بهینه داشته باشد به طوریکه:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1, u^*, v^* \geq 0$$

که در نتیجه آن:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 0$$

ب) خروجی محور²

در خروجی محور مدل CCR، بیشینه افزایش خروجی مدنظر است. یعنی با انبساط خروجی از y_0 به $F^* y_0$ به طوریکه نقطه $(x_0, F^* y_0)$ روی مرز قرار گیرد.

در این حالت، مدل CCR برای ارزیابی این واحد به صورت زیر تعریف می شود:

1- Multiplier form
2- output oriented

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & F \\ \text{S.t.} \quad & (X_o, F Y_o) \in T_c \end{aligned}$$

و با توجه به تعریف مجموعه T_c خواهیم داشت:

مدل برنامه ریزی خطی (2-5)

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & F \\ \text{S.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{io} ; i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq F Y_{ro} ; r = 1, 2, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0 ; j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Φ آزاد در علامت

این یک مدل برنامه ریزی خطی است که به فرم پوششی مدل CCR در خروجی محور معروف است.

اگر F^* مقدار بهین باشد، ثابت می شود که $1 \leq F^*$ است.

اگر $F^* > 1$ باشد، واحد تصمیم گیری مورد ارزیابی روی مرز قرار نداشته و $(X_o, F^* Y_o)$ غالب

بر (X_o, Y_o) است و در نتیجه واحد مورد نظر ناکارا می باشد.

در جواب بهینه $F^* = \frac{1}{q^*}$ که در حالت کارا بودن واحد تصمیم گیری $F^* = q^* = 1$ در واقع میزان

کارایی این واحد تصمیم گیری برابر $\frac{1}{F^*}$ می باشد.

دوگان مساله فوق، فرم ضربی با ماهیت خروجی محور مدل CCR می باشد. که به صورت زیر است:

مدل برنامه ریزی خطی (2-6)

$$\text{Min} \quad V^T X_0$$

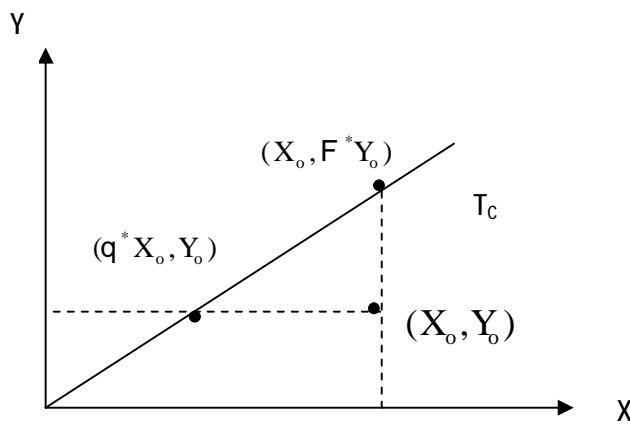
S.t.

$$\begin{aligned} U^T Y_0 &= 1 \\ -U^T Y + V^T X &\geq 0 \\ U, V &\geq 0 \end{aligned}$$

مانند مدل CCR در ورودی محور نتیجه می گیریم که:

DMU₀ کاراست اگر و فقط اگر $F^* = 1$ و $YI^* = Y_0$ ، $XI^* = X_0$ ، یعنی متغیرهای کمبود برابر صفر باشند.

نکته: در هر دو مدل ورودی و خروجی محور مدل CCR رویه پوششی یکسان است ولی نقطه تصویری که در دو ماهیت برای واحد تصمیم گیری ناکارا بدست می آید، با هم متفاوت است.



نمودار 2-2 تصویر واحدهای ناکارا روی مرز در مدل CCR

2-1-7-2 مدل BCC¹ (VRS)²

یکی از ویژگیهای مدل تحلیل پوششی داده‌ها ساختار بازده نسبت به مقیاس آن می‌باشد. مدل بازده ثابت

1- Banker, Charnes & Cooper

2- Variable Return To Scale

نسبت به مقیاس (CRS) زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در صورتیکه در

واقعیت، همه واحدها در مقیاس بهینه فعالیت نمی کنند. (Cooper and etc 87-90: 2000)

مدل BCC نیز در دو ماهیت ورودی محور و خروجی محور مطرح می شود.

الف) مدل BCC در ماهیت ورودی محور

فرم پوششی مدل BCC در ورودی محور به صورت زیر می باشد:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & q \\ \text{S.t.} \quad & (qX_o, Y_o) \hat{A} T_v \end{aligned}$$

و با توجه به مجموعه T_v می توان به صورت زیر نوشت:

مدل برنامه ریزی خطی (2-7)

$$\text{Min } q$$

$$\text{S.t.}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq q x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

اگر در این مدل بجای قید $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ قرار دهیم $\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1$ مدل BCC-CCR و اگر $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ قرار

دهیم، مدل CCR-BCC بدست می آید.

$q^* = 1$ شرط لازم برای کارای رأسی بودن می باشد ولی شرط کافی نیست. بلکه متغیرهای کمکی نیز

همه باید صفر باشند. اگر متغیرهای کمکی غیر صفر باشد، DMU_0 کارای ضعیف است. یعنی واحد

تصمیم‌گیری با حرکت روی مرز می‌تواند بدون تغییر در خروجی، تعداد ورودی را کاهش دهد تا به مفهوم پارتو کارا شود.

دوگان این فرم نیز فرم ضربی مدل BCC نامیده می‌شود که به صورت زیر می‌باشد:

مدل برنامه ریزی خطی (2-8)

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & U^T Y_o + w_o \\ \text{S.t.} \quad & V^T X_o = 1 \\ & U^T Y - V^T X + w_o \leq 0 \\ & U, V \geq 0 \end{aligned}$$

ب) مدل BCC در ماهیت خروجی محور

ماهیت خروجی محور برای مدل BCC را نیز می‌توان به صورت زیر بدست آورد:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & F \\ \text{S.t.} \quad & (X_o, F Y_o) \in T_v \end{aligned}$$

که با توجه به تعریف T_v خواهیم داشت:

مدل برنامه ریزی خطی (2-9)

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & F \\ \text{S.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io} ; i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq F y_{ro} ; r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0 ; j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Φ آزاد در علامت

که دوگان آن به صورت زیر است:

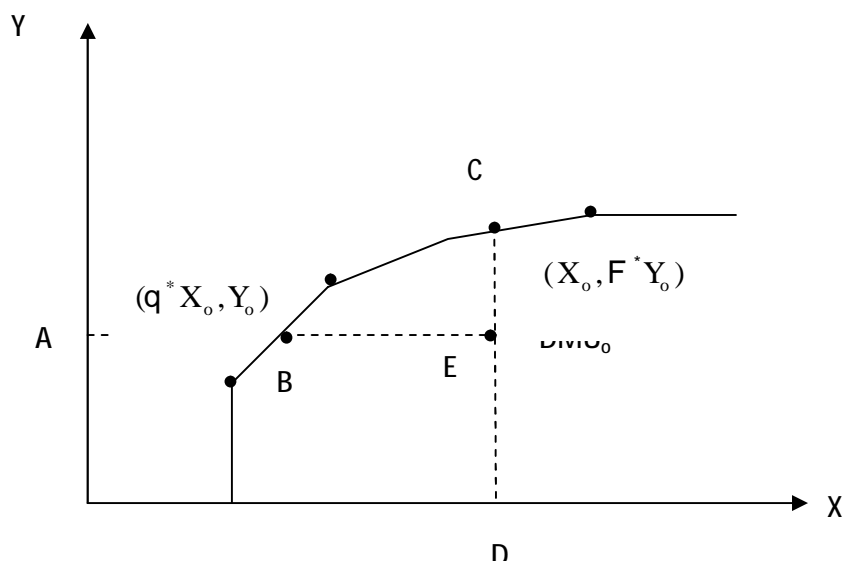
مدل برنامه ریزی خطی (2-10)

$$\begin{array}{ll} \text{Min} & V^T X_o + u_o \\ \text{S.t.} & \\ & U^T Y_o = 1 \\ & V^T X - U^T Y + u_o \leq 0 \\ & U, V \geq 0 \end{array}$$

u_o آزاد در علامت

در شکل (3-2) محدوده T_v و واحدهای تصمیم‌گیری $(q^* X_o, Y_o)$, $(X_o, F^* Y_o)$ برای DMU_0 در

ماهیتهای ورودی و خروجی BCC نشان داده شده است:



نمودار 3-2- تصویر واحدهای ناکارا روی مرز در مدل

از نظر هندسی مقادیر q^* , F^* به صورت زیر تعیین میشود:

$$q^* = \frac{AB}{AE}, \quad F^* = \frac{DC}{DE}$$

با توجه به شکل مشخص می‌شود که میزان کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در مدل BCC در دو ورودی

محور و خروجی محور متفاوت است.

نکته: به تجربه نشان داده شده است که اگر بخواهیم از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، نتایجی بدست

آوریم که قابل تحلیل باشد، آنگاه باید داشته باشیم: $n > 3(m+s)$

با توجه به اینکه تعداد قیود در برنامه‌ریزی خطی، یک فاکتور بحرانی (Critical factor) می‌باشد، از این

رو حل فرم پوششی مدل‌های CCR, BCC در ماهیت ورودی محور (با $m+s$ قید) به مراتب راحت‌تر از

حل فرم مضربی این مدل‌ها (با $n+1$ قید) می‌باشد.

با توجه به مطالب و مدل‌های عنوان شده تعاریف مختلف کارایی را می‌توان به صورت زیر آورد: (جهان

شاه لو، 1382)

تعریف 1: DMU_0 به مفهوم پارتوکاراست، اگر و فقط اگر در ارزیابی آن با مدل CCR و BCC

پوششی در ماهیت ورودی $q^*=1$ و در هر جواب بهین، تمام متغیرهای کمکی مقدار صفر داشته باشند.

تعریف 2: DMU_0 به مفهوم فارل یا شعاعی¹ کاراست اگر و فقط اگر در ارزیابی با مدل CCR و BCC

پوششی در ماهیت ورودی $q^*=1$ باشد.

تعریف 3: مقدار q^* در مدل CCR و BCC در ماهیت ورودی کارایی تکنیکی و q^* - 1 ناکارایی تکنیکی

نامیده می‌شود. و در ماهیت خروجی $\frac{1}{F^*}$ کارایی تکنیکی و $1 - \frac{1}{F^*}$ ناکارایی تکنیکی است.

تعریف 4: DMU_0 را کارای پارتو - کوپمن² نامند، اگر امکان بهبود در هیچ یک از ورودیها و یا

خروجیها بدون بدتر شدن سایر ورودیها و یا خروجیها وجود نداشته باشد. این تعریف معادل با تعریف

اول است.

1 - Radial efficiency

2 - Parato-koopman

3-1-2-6 مدل CCR-BCC¹(N.I.R.S)

این مدل به مدل غیر افزایشی نسبت به مقیاس معروف است که با اضافه کردن قید $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ مدل CCR

بدست می آید. که فرمول بندی ماهیت ورودی محور آن به شرح زیر است:

مدل برنامه ریزی خطی (2-11)

Min q

S.t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = q^* x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$s_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

که در آن s_r^+, s_i^- متغیرهای کمکی متناظر با ورودی ها و خروجی ها می باشند.

دوگان آن به صورت زیر می باشد:

مدل برنامه ریزی خطی (2-12)

$$\text{Max } U^T Y_o + W_o$$

S.t.

$$V^T X_o = 1$$

$$U^T Y - V^T X + W_o \leq 0$$

$$U, V \geq 0$$

$$W_o \geq 0$$

1 - Non Increasing Return to scale

2-7-1-4- مدل BCC-CCR (NDRS) ¹

این مدل با اضافه کردن قید 1 $\sum_{j=1}^n \lambda_j$ به مدل CCR بدست می آید. فرمولبندی ریاضی ماهیت ورودی

آن به شرح زیر است.

مدل برنامه ریزی خطی (2-13)

$$\begin{aligned} \text{S.t.} \quad & \text{Min } q \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = q^* x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1 \\ & s_r^+ \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & s_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

دوگان مساله فوق به شرح زیر می باشد:

مدل برنامه ریزی خطی (2-14)

$$\begin{aligned} & W_o + \text{Max } U^T Y_o \\ \text{S.t.} \quad & V^T X_o = 1 \\ & U^T Y - V^T X + W_o \leq 0 \\ & U, V \geq 0 \\ & W_o \geq 0 \end{aligned}$$

7-2- مدل جمعی¹

تمام مدل‌های عنوان شده در این بخش یا ورودی را با ثابت نگه داشتن سطح خروجی حداقل می‌کنند و

یا بالعکس، با ثابت فرض کردن ورودی، میزان خروجی را حداکثر می‌نمایند.

مدل جمعی، مدلی است که به طور همزمان کاهش ورودیها و افزایش خروجیها را مد نظر قرار می‌دهد.

این مدل در سال 1985 توسط چارنز، کوپر، گالانی، سیفورد و استاتز² مطرح گردید.

شکل اولیه مدل جمعی مسأله برنامه‌ریزی زیر می‌باشد:

مدل برنامه ریزی خطی (2-15)

$$\text{Min} \quad e^T Xl - e^T Yl$$

S.t.

$$Yl - S^+ = Y_0$$

$$Xl + S^- = X_0$$

$$e^T l = 1$$

$$l, S^+, S^- \geq 0$$

X بردار m.n ورودیها، Y بردار s.n خروجیها و λ بردار n.1 از ضرایب واحدهای مرجع می‌باشد.

مسأله (2-13) کارایی پارتو واحد (X_0, Y_0) را محاسبه می‌کند.

با توجه به اینکه تفاوت $e^T (Xl - X_0) - e^T (Yl - Y_0)$ با تابع هدف مسأله (2-13) فقط در یک ثابت

است بنابراین مسأله هم‌ارز با مسأله بالا را می‌توان به صورت زیر نوشت:

1 Charnes, Cooper, Golany, Seiford and Stuts

2-Charnes, Cooper, Golany, Seiford and Stuts

مدل برنامه ریزی خطی (2-16)

$$\text{Min } Z_0 = e^T S^+ + e^T S^-$$

S.t.

$$YI - S^+ = Y_0$$

$$XI + S^- = X_0$$

$$e^T I = 1$$

$$I, S^+, S^- \geq 0$$

حال اگر $Z_0^* = 0$ آنگاه واحد تصمیم‌گیری 0 یک کارای پارتو است. Z در صورتی صفر است که

تمام متغیرهای کمکی صفر باشند.

دوگان مسأله ADD_p عبارتست از:

$$W_0 = U^T Y_0 - V^T X_0 + w_0^* \text{Max}$$

مدل برنامه ریزی خطی (2-17)

S.T.

$$U^T Y - V^T X + w_0 \leq 0$$

$$-U^T \leq -1$$

$$-V^T \leq -1$$

بنابراین با توجه به دوگان فوق می‌توانیم بگوییم که واحد تصمیم‌گیری 0 کاراست اگر و فقط اگر

$$Z_0^* = W_0^* = 0.$$

این واحدهای تصمیم‌گیری کارا، رویه پوششی را مشخص می‌کنند.

و گوییم واحد تصمیم‌گیری 0 ناکاراست اگر مؤلفه‌ای از متغیرهای کمکی غیر صفر یا $Z_0^* > 0, W_0^* > 0$

و زیر رویه پوششی قرار گیرد.

مرتبط با هر نقطه ناکارای واحد تصمیم‌گیری j ، یک نقطه مقایسه‌ای کارا روی مرز کارایی وجود دارد.

در واقع تصویر $(\hat{X}_j, \hat{Y}_j) \otimes (X_j, Y_j)$ که $(\hat{X}_j, \hat{Y}_j) = (X_j - S^{+*}, Y_j + S^{+*})$ نقطه کارا روی مرز را

بدست می‌دهد.

که: $\hat{X}_j = XI$, $\hat{Y}_j = YI$, $Nil = 1$

مقادیر بهینه برای متغیرهای کمکی که از حل مسأله پرایمال (ADD_p) بدست می‌آید، فاصله (X_j, Y_j) تا نقطه تصویر روی مرز را اندازه می‌گیرد.

مسأله دوگان (ADD_d) دارای تفسیر هندسی دیگری است. در واقع مسأله دوگان نزدیکترین صفحه پشتیبان را جستجو می‌کند. یعنی $W_0 = U^T Y_0 - V^T X_0 + w_0$ با بیشینه W_0 .

اگر نقطه (X_0, Y_0) کارا باشد، بنابراین $W_0^* = 0$ و این نقطه روی ابر صفحه پشتیبان با معادله $W_0^* = U^{*T} Y_0 - V^{*T} X_0 + w_0$ قرار دارد.

اگر واحد تصمیم‌گیری 0 ناکارا باشد مقدار تابع هدف (W_0^*) فاصله با نزدیکترین ابر صفحه پشتیبان را اندازه‌گیری می‌کند. (مهرگان 1383: 106).

با توجه به وجود U_0 در این مدل، مدل جمعی از مدل‌های بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌باشد. باید توجه داشت که رویه پوششی مدل BCC و مدل جمعی یکسان است. ولی مقادیر تابع هدف و مهمتر، تصویر کارایشان روی مرز با یکدیگر متفاوت است.

ثابت شده است که اگر واحد تصمیم‌گیری از نظر مدل BCC ناکارا باشد، از نظر مدل جمعی نیز ناکارا خواهد بود و بالعکس.

8-2- روش دو فازی

برای مشخص نمودن اینکه یک واحد تصمیم‌گیری به مفهوم پارتو کاراست یا خیر باید آنرا در دو مرحله ارزیابی نمود که به این روش، روش دوفازی می‌گویند. در فاز اول بررسی می‌کنیم که آیا واحد تصمیم‌گیری مورد نظر کارای شعاعی است یا خیر. اگر کارای شعاعی بود در فاز دوم کارای پارتو بودن آنرا بررسی می‌کنیم.

فاز اول: ابتدا مدل زیر را برای ارزیابی واحد تصمیم‌گیری 0 حل می‌کنیم:

مدل برنامه ریزی خطی (2-18)

Min q

S.t.

$$\sum_{j=1}^n l_j x_{ij} + s_i^- = q x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n l_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad s_i^- \geq 0, \quad l_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

θ آزاد در علامت

اگر در جواب بهین فاز اول داشته باشیم $q^* < 1$ ، واحد تصمیم‌گیری، ناکارای تکنیکی است و در نتیجه

به مفهوم پارتو کارا نیست و تمام. ولی اگر $q^* = 1$ باشد، واحد تصمیم‌گیری مورد نظر به مفهوم شعاعی

کاراست و آنگاه وارد فاز دوم می‌شویم.

فاز دوم: در فاز دوم مساله زیر را حل می‌کنیم.

مدل برنامه‌ریزی خطی (2-19)

$$\text{Max} \quad e \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

S.t.

$$\sum_{j=1}^n l_j x_{ij} + s_i^- = q^* x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n l_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad s_i^- \geq 0, \quad l_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

θ آزاد در علامت

اگر مقدار بهین تابع هدف مساله فوق صفر شد، واحد تصمیم‌گیری مورد نظر کارای پارتو است. در

غیراینصورت اگر مقدار بهین مساله فوق مثبت شود واحد تصمیم‌گیری o کارای ضعیف¹ است. (2004:

(Yun and etc, 43

2-9- معرفی ε در تحلیل پوششی داده‌ها

مشکل مدل CCR این بود که اگر یکی از وزن‌های ورودی برابر صفر شود، آن متغیر هیچ دخالتی در ارزیابی نخواهد داشت. و شاید دو بنگاه که یکی کارا و دیگری ناکاراست، با هم کارا ارزیابی شوند. برای حل این مشکل کوپر و همکارانش قیدی را بر وزن‌ها تحمیل نمودند تا از صفر شدن آنها در جواب بهینه جلوگیری نمایند (ولانتوسوزال²، 2015).

ابتدا قید بزرگتر از صفر اکید ($u > 0, v > 0$) را لحاظ نمودند که این قید، مشکلات اساسی داشت. این قید باعث می‌شود که مساله جواب ماکزیمم خود را در ناحیه شدنی نگیرد.

برای حل این مشکل محدودیتها را با $v_i \geq \varepsilon$ ، $u_r \geq \varepsilon$ جایگزین نمودند که ε یک عدد بسیار کوچک غیر ارشمیدسی است. در نتیجه مدل مضربی به صورت زیر تغییر می‌یابد:

مدل برنامه‌ریزی خطی (2-20)

$$\text{Max} \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

S.t.

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad ; j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad ; r = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon \quad ; i = 1, 2, \dots, m$$

$$\varepsilon \geq 0$$

1 - weak efficiency

2- Vlontzosetal

با جایگزین کردن این محدودیتها در مدل ضربی با ماهیت ورودی محور منجر به تبدیل فرم پوششی مدل CCR به صورت زیر می شود:

مدل برنامه ریزی خطی (2-21)

$$\text{Min} \quad q - e(\sum_{i=1}^m \bar{a}_i s_i^- + \sum_{r=1}^s \bar{a}_r s_r^+)$$

S.t.

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_{ij} + s_i^- = q x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{rj} y_{rj} - s_r^+ = y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad s_i^- \geq 0, \quad x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

θ آزاد در علامت

باید توجه شود که در ارزیابی واحد تصمیم گیری 0 با مدل ضربی تغییر یافته همواره در جواب بهینه $(u^*, v^*) > 0$ می باشد. پس اگر بخواهد واحد تصمیم گیری مورد نظر ناکارا باشد بایستی $U^T Y_0 \geq 0$ باشد و این معادل آن است که مقدار بهینه تابع هدف فرم پوششی تغییر یافته از یک کمتر باشد. در جواب بهینه سه حالت وجود دارد:

حالت اول: $q^* = 1, \sum_{r=1}^s \bar{a}_r s_r^+ + \sum_{i=1}^m \bar{a}_i s_i^- > 0$ یعنی DMU_0 کارای ضعیف می باشد.

حالت دوم: $\theta^* < 1$ که در این حالت DMU_0 ناکارا خواهد بود.

حالت سوم: برای اینکه واحد تصمیم گیری مورد ارزیابی کارای قوی باشد باید

$$\sum_{r=1}^s \bar{a}_r s_r^+ + \sum_{i=1}^m \bar{a}_i s_i^- = 0, \quad q^* = 1 \text{ برقرار باشد.}$$

باید توجه نمود که مقدار بهینه q عددی است اکیداً مثبت و کوچکتر یا مساوی یک. لذا مقدار بهینه تابع

هدف (2-19) وقتی برابر یک خواهد بود که مقدار $\sum_{r=1}^s \bar{a}_r s_r^+ + \sum_{i=1}^m \bar{a}_i s_i^-$ بهینه برابر صفر باشد. با توجه به

نامنفی بودن مولفه‌های جمع فوق نتیجه می‌شود که در جواب بهینه تمام متغیرهای کمکی صفر هستند. برای درک اهمیت حضور ε در مدل به این مثال توجه کنید: سه واحد تصمیم‌گیری که هرکدام دو ورودی و یک خروجی دارند را در نظر می‌گیریم. داده‌های این سه واحد تصمیم‌گیری در جدول (2-1) نشان داده شده است (ولانتوسوزال، 2015).

جدول 2-1: معرفی ε در تحلیل پوششی داده‌ها (ولانتوسوزال، 2015)

| | DMU ₁ | DMU ₂ | DMU ₃ |
|----------------|------------------|------------------|------------------|
| X ₁ | 2 | 2 | 3 |
| X ₂ | 3 | 5 | 5 |
| Y | 4 | 4 | 6 |

نتایج ارزیابی واحد تصمیم‌گیری اول (DMU₁) با مدل مضربی CCR و با قید $0 \leq v_3 \leq v_1$ به صورت زیر می‌باشد:

$$u^* = \frac{1}{4}, \quad v_1^* = \frac{1}{2}, \quad v_2^* = 0$$

$$\sum u_r y_{r1} = \frac{1}{4}, \quad 4 = 1$$

این نتایج برای واحد تصمیم‌گیری دوم (DMU₂) عبارتست از:

$$u^* = \frac{1}{4}, \quad v_1^* = \frac{1}{2}, \quad v_2^* = 0$$

$$\sum u_r y_{r2} = \frac{1}{4}, \quad 4 = 1$$

با توجه به نتایج فوق از مدل CCR مضربی برای دو واحد تصمیم‌گیری 1 و 2 نتیجه می‌شود که هر دو واحد کارا هستند. در صورتی که با توجه به اطلاعات جدول، واحد تصمیم‌گیری اول کارا تر از واحد

تصمیم‌گیری دوم است. زیرا این دو واحد در میزان ورودی اول و میزان خروجی برابرند ولی ورودی دوم واحد تصمیم‌گیری اول کمتر از ورودی دوم واحد تصمیم‌گیری دوم می‌باشد. دلیل این تناقض صفر بودن وزن متغیر ورودی دوم است که موجب شده این متغیر در ارزیابی اثری نداشته باشد. با وارد کردن ε به مدل، وزن این متغیر دیگر صفر نمی‌شود بلکه ε می‌شود و لذا در ارزیابی موثر می‌باشد.

جدول 2-2: چگونه کارا شدن یک واحد ناکارا را در چهار مدل نشان می‌دهد:

جدول 2-2: چگونه کارا شدن واحدهای ناکارا در مدل های مختلف

| | | |
|---------|-------|---|
| CCR | ورودی | $(X_o, Y_o) \otimes (q * X_o - S^-, Y_o + S^+)$ |
| | خروجی | $(X_o, Y_o) \otimes (X_o - S^-, F * Y_o + S^+)$ |
| BCC | ورودی | $(X_o, Y_o) \otimes (q * X_o - S^-, Y_o + S^+)$ |
| | خروجی | $(X_o, Y_o) \otimes (X_o - S^-, F * Y_o + S^+)$ |
| BCC-CCR | ورودی | $(X_o, Y_o) \otimes (q * X_o - S^-, Y_o + S^+)$ |
| | خروجی | $(X_o, Y_o) \otimes (X_o - S^-, F * Y_o + S^+)$ |
| CCR-BCC | ورودی | $(X_o, Y_o) \otimes (q * X_o - S^-, Y_o + S^+)$ |
| | خروجی | $(X_o, Y_o) \otimes (X_o - S^-, F * Y_o + S^+)$ |

2-10- تحلیل پنجره‌ای

تکنیک پنجره‌ای برای اولین بار توسط چارلز تحت عنوان تحلیل پنجره‌ای معرفی شد. در این تکنیک عملکرد هر DMU در طول زمان به گونه‌ای ارزیابی می‌شود که گویی در هر دوره زمانی دارای هویت

متفاوتی می باشد. این روش کمک می کند که عملکرد هر DMU را در طول زمان ردیابی کنیم. اگر یک DMU بر خلاف پنجره ای که در آن واقع شده است کارا باشد احتمال دارد که در مقایسه با DMU های مرجع خود (همتراز خود) کاملاً کارا در نظر گرفته شود. روش تحلیل پنجره ای این امکان را به ما می دهد که بین کارایی فنی خالص کارایی فنی و کارایی مقیاس تمایز قایل شویم. از طرف دیگر این روش برای اندازه نمونه های کوچک از آنجایی که باعث ایجاد درجه آزادی بزرگتری برای نمونه می شود بسیار مناسب می باشد. در مورد تعریف و اندازه پنجره هیچ نوع تئوری یا منطق اساسی وجود ندارد. (آنگولو مز¹، 2015) در اکثر پژوهش هایی که در این زمینه انجام گرفته است از پنجره 3 تا 5 ساله استفاده شده است. اساس کار تحلیل پنجره ای، میانگین متحرک می باشد. برای مثال پنجره 1 شامل سال های 1374 و... و 1370، 1371 می باشد. و در پنجره 2 سال 1370 حذف می شود و سال 1375 اضافه می شود و به همین ترتیب در پنجره 3 سال های 1376 و... و 1372 ارزیابی می شوند، که این تحلیل تا آخرین پنجره ادامه می یابد. از آنجائی که تحلیل پنجره ای یک DMU را در هر سال با هویتی متفاوت ارزیابی می کند، یک پنجره 5 ساله با 6 واحد تصمیم گیری (DMU) معادل با 30 واحد تصمیم گیری می باشد. (آنگولو مز¹، 2015). برای مدل سازی، N تا DMU را در نظر می گیریم (N و... و n=1) که در T پریود (T و... و t=1) مشاهده می شوند و همگی دارای r ورودی و s خروجی می باشند. در نتیجه $T \times N$ مشاهده داریم و هر مشاهده n در دوره t، DMU_t^n یک بردار ورودی r بعدی $X_t^n = (X_1^n, X_2^n, \dots, X_r^n)'$ و یک بردار خروجی s بعدی $Y_t^n = (Y_{1t}^n, Y_{2t}^n, \dots, Y_{st}^n)$ دارد. پنجره ای که در زمان $K, 1 \leq K \leq T$ و با طول W، $1 \leq W \leq T-K$ شروع می شود با K_W نشان داده می شود و دارای $N \times W$ مشاهده می باشد.

ماتریس ورودی برای این تحلیل پنجره به صورت :

$$X_{Kw} = (X_K^1, X_K^2, \dots, X_K^N, X_{K+1}^1, X_{K+1}^2, \dots, X_{K+1}^N, X_{K+W}^1, X_{K+W}^2, \dots, X_{K+W}^N) \quad (2-14) \text{ فرمول}$$

و ماتریس خروجی آن به صورت زیر می باشد:

$$Y_{kw} = (Y_k^1, Y_k^2, \dots, Y_k^N, Y_{k+1}^1, Y_{k+1}^2, \dots, Y_{k+1}^N, Y_{k+w}^1, Y_{k+w}^2, \dots, Y_{k+w}^N) \quad (2-15) \text{ فرمول}$$

مدل پنجره DEA ورودی محور برای DMU_t' تحت مفروضات بازده به مقیاس ثابت به صورت مدل زیر است:

مدل برنامه ریزی خطی (2-22)

$$\min \theta = \theta'_{Kwt}$$

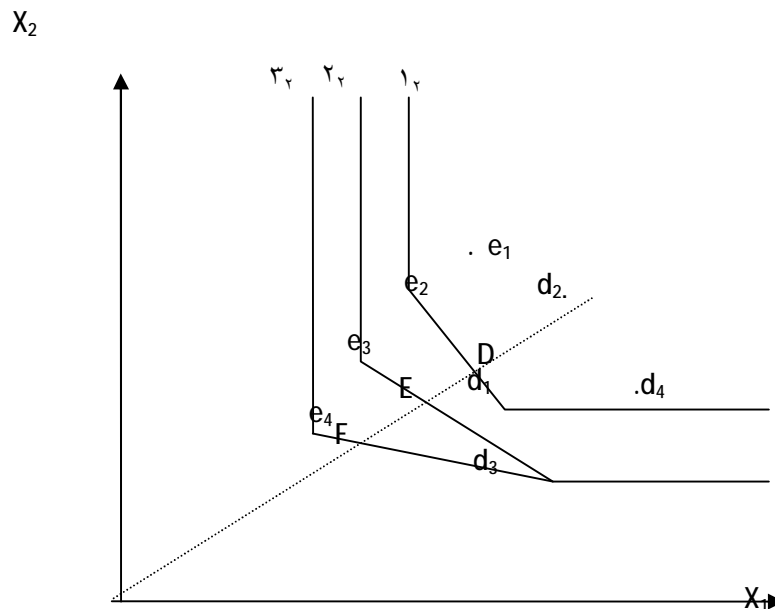
s.t :

$$-X_{Kw}\lambda + \theta X_t' \geq 0$$

$$Y_{Kw}\lambda - Y_t' \geq 0$$

$$\lambda_n \geq 0 \quad (n=1, \dots, N \times W)$$

در نمودار 2-4 تحلیل پنجره DEA ورودی محور با دو ورودی و خروجی ثابت نشان داده است.



نمودار 2-4 تحلیل پنجره ای تحلیل پوششی داده ها

به عنوان مثال در نمودار (2-4) پنجره های به طول 2 با شروع از پریود 1، 2 و 3 به صورت 1_2 ، 2_2 و 2_3 می باشند بنابراین دو تصمیم گیرنده d,e در چهار زمان 4 و... و $t=1$ به عنوان DMU های متفاوت در نظر گرفته می شود. با وارد کردن محدودیت های ضربی برای مدل، مساله برنامه ریزی خطی به صورت زیر می آید: (آنگولو مزا، 2015).

مدل برنامه ریزی خطی (2-23)

$$\begin{aligned} \min \theta &= \theta'_{Kw t} \\ \text{s.t: } &\theta, \lambda, z \\ -X_{Kw}\lambda + \theta X'_t + C_z^i &\geq 0 \\ Y_{Kw}\lambda - Y'_t + C_z^0 &\geq 0 \\ \lambda_n &\geq 0 \quad (n=1, \dots, N \times W) \\ Z &\geq 0 \end{aligned}$$

2-11- بازده نسبت به مقیاس در تحلیل پوششی داده ها

بازده به مقیاس یکی از مباحث بسیار مهم در تئوری اقتصاد خرد و تحلیل پوششی داده ها می باشد که ارتباط بین تغییر خروجی ها نسبت به تغییر ورودی ها را بیان می کند. با تعیین بازده نسبت به مقیاس واحد تصمیم گیرنده، می توان در رابطه با توسعه یا تحدید آن واحد، تصمیم گیری نمود.

با توجه به تابع تولید اگر عوامل تولید 1^3 برابر شوند:

- اگر میزان تولید نیز برابر شود بازده به مقیاس ثابت 1^1 است.

- اگر میزان تولید، افزایشی کمتر از نسبت افزایش ورودیها داشته باشد بازده به مقیاس نزولی 1^1

- و اگر میزان تولید، افزایشی بیشتر از نسبت افزایش ورودیها داشته باشد، بازده به مقیاس افزایشی² است.

تعریف فوق برای حالتی است که چند ورودی جهت تولید یک خروجی بکار می رود. برای حالتی که چند ورودی برای تولید چند خروجی بکار می رود تعریف زیر را که از بنکر است آورده شده است³:

فرض کنید n واحد تصمیم گیری، m ورودی را برای تولید تعداد s خروجی استفاده می نمایند. فرض کنیم T مجموعه امکان تولید باشد. نقطه $(X_o, Y_o) \in T$ را در نظر می گیریم. فرض کنیم $b \geq 0$ مقدار ثابتی باشد. تعریف می کنیم:

فرمول (2-16)

$$a(b) = \text{Max}\{a \mid (bX_o, aY_o) \in T\}$$

در این صورت اگر

$$g = \lim_{b \rightarrow 1} \frac{a(b) - 1}{b - 1}$$

- برای $g = 1$ واحد تصمیم گیرنده دارای بازده نسبت به مقیاس ثابت است.

- برای $g > 1$ واحد تصمیم گیرنده دارای بازده نسبت به مقیاس صعودی است.

- برای $g < 1$ واحد تصمیم گیرنده دارای بازده نسبت به مقیاس نزولی است.

تعریف: یک امکان تولید (X_o, Y_o) از T_v یک $MPSS^4$ است اگر و فقط اگر بازاء هر α و β داشته باشیم:

1- Decreasing Return to Scale

2- increasing Return to Scale

3- B.Jahanshahloo.MR.Alirezaee.S.Mehrabian . "A Complete Efficiency Ranking of DMU.in DEA."coap 2003

4- Most Product Size Scale

$$\text{فرمول (2-17)} \quad (bX_o, aY_o) \hat{=} T_v \triangleright \frac{a}{b} \varepsilon 1$$

با توجه به تعریف فوق (X_o, Y_o) یک MPSS است هرگاه در مدل CCR بدون ε کارا باشد. یعنی دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس است.

برای تعیین نوع بازده نسبت به مقیاس، تعریف فوق از لحاظ کاربردی قابل محاسبه نیست. زیرا محاسبه حد فوق راحت نمی باشد.

با توجه به مطالب فوق، روشهای کاربردی زیر جهت تعیین نوع بازده نسبت به مقیاس ارائه گردید (مهرگان، 1383)

از مدل های اساسی تحلیل پوششی داده ها نیز می توان برای تعیین بازده نسبت به مقیاس واحدها استفاده نمود. به منظور تعیین نوع بازده نسبت به مقیاس از دستورالعمل زیر که توسط Zhu (2003) پیشنهاد شده می توان استفاده نمود:

- در مدل های ضربی اگر امتیاز کارایی واحد تحت بررسی در مدل CCR با مدل BCC برابر باشد (یعنی $w^*=0$) واحد ارزیابی شونده دارای بازده نسبت به مقیاس ثابت است. در غیر این صورت اگر در مدل ورودی محور $w^*>0$ (یا $w^*<0$ در مدل خروجی محور) باشد آنگاه این واحد دارای بازده نسبت به مقیاس افزایشی است. و اگر $w^*<0$ در مدل ورودی محور ($w^*>0$ در مدل خروجی محور) باشد آنگاه واحد ارزیابی شونده مورد نظر دارای بازده نسبت به مقیاس کاهشی است.

از نظر هندسی به این صورت که در حالت بازده نسبت به مقیاس ثابت ابر صفحه تکیه کننده از مبدأ، در حالت بازده نسبت به مقیاس افزایشی از پایین محور y ها و در حالت بازده نسبت به مقیاس کاهشی از بالای این محور می گذرد.

- در مدل های پوششی اگر امتیاز کارایی واحد تحت بررسی در دو مدل CCR و BCC برابر شد واحد

مورد نظر دارای بازده نسبت به مقیاس ثابت است. در غیراینصورت اگر $\sum_{j=1}^n \bar{a}_j^* < 1$ باشد دارای بازده

نسبت به مقیاس کاهشی و اگر $\sum_{j=1}^n \bar{a}_j^* > 1$ باشد، دارای بازده نسبت به مقیاس افزایشی است.

نکته: باید توجه نمود که میزان کارایی فنی در مدل‌های با بازده ثابت نسبت به مقیاس در دو ورودی محور و خروجی با هم برابر است. ولی در مدل‌های با بازده متغیر نسبت به مقیاس، امتیاز کارایی در دو ماهیت، متفاوت خواهد بود.

(2) روش دیگری که برای تعیین نوع بازده نسبت به مقیاس می‌توان استفاده نمود روشی است که توسط فار و گروسکف¹ به شرح مراحل زیر ارائه گردید:

در این روش باید سه مدل CCR، BCC و CCR-BCC برای واحد تحت ارزیابی حل شود. اگر امتیاز کارایی مدل CCR با مدل BCC با هم برابر بود، این واحد دارای بازده نسبت به مقیاس ثابت است. در غیر اینصورت امتیاز کارایی مدل BCC با مدل CCR-BCC (غیر افزایشی) مقایسه می‌شود. اگر امتیاز کارایی در این دو مدل مساوی بود، بازده نسبت به مقیاس کاهشی است در غیراینصورت افزایشی می‌باشد.

محاسبه کارایی مقیاس

کارایی مقیاس، توسعه‌ای است که یک سازمان می‌تواند از مزایای آن با تغییر اندازه‌اش به سوی مقیاس بهینه بدست آورد. فرض وجود بازده ثابت نسبت به مقیاس در یک مدل بدان معناست که اندازه سازمان در تشخیص کارایی نسبی مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

فاصله بین مرزهای بازده به مقیاس ثابت (مرز CCR) و متغیر (مرز BCC) بیانگر مفهوم ناکارایی مقیاس است. بنابراین کارایی فنی محاسبه شده با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس، تنها کارایی فنی را

1-Fare & Grosskopf

نشان می‌دهد و بزرگتر یا مساوی امتیاز کارایی بدست آمده در بازده ثابت نسبت به مقیاس می‌باشد.
در بازده ثابت نسبت به مقیاس، کارایی فنی را می‌توان به دو جزء کارایی مقیاس و کارایی فنی خالص
(کارایی مدیریتی) تقسیم نمود.

با توجه به مطالب ارایه شده در فوق می‌توان نوشت:

کارایی مقیاس ' کارایی فنی خالص (بازده متغیر به مقیاس) = کارایی فنی (بازده ثابت به مقیاس)

تمامی این اندازه‌ها بین صفر و یک قرار دارند.

در نتیجه کارایی مقیاس معادل است با نسبت " کارایی فنی در بازده ثابت نسبت به مقیاس " به " کارایی
فنی در بازده متغیر نسبت به مقیاس "

2-12- پیشرفت و پسرفت

در این قسمت با استفاده از مدل‌های اساسی DEA، FDH و با استفاده از داده‌هایی که در زمان‌های
مختلف جمع‌آوری شده‌اند، روشهایی برای تعیین پیشرفت و یا پسرفت ارایه می‌شوند.

2-12-1- مدل FDH¹

مقیاسی که برای تعیین پیشرفت یا پسرفت یک واحد به کار می‌رود، مقدار تأثیر واحد تحت ارزیابی در
جابجایی مرز کارایی (مجموعه امکان تولید) است.

$(X_j^t, Y_j^t), (X_j^{t+1}, Y_j^{t+1})$ به ترتیب مختصات واحد تصمیم‌گیرنده j ام در لحظه t و $t+1$ فرض می‌باشند.

تعریف: یک واحد در زمان t_2 نسبت به زمان t_1 پیشرفت داشته است اگر و فقط اگر:

در لحظه t_1 خود کارا باشد.

در لحظه t_2 حداقل یک واحد تصمیم‌گیری را مغلوب کند که در لحظه t_1 روی مرز کارا بوده است.

برای محاسبه پیشرفت واحد تحت ارزیابی با استفاده از مدل FDH، که خود در لحظه t_1 کارا بوده است، مجموعه تمام واحدهای کارا در لحظه t را با E_0 نشان داده و تعداد اعضای E_0 را L فرض می‌کنیم.

$$|E_0| = L = \text{تعداد اعضای } E_0$$

هدف مغلوب نبودن واحد تصمیم‌گیری P در مجموعه امکان تولیدی است (D_0) که از E_0 و (X_p^{t+1}, Y_p^{t+1}) ساخته می‌شود.

مدل برنامه‌ریزی خطی (2-24)

$$\text{Max } q$$

$$\text{s.t.}$$

$$\sum_{j \in D_0} \alpha_j X_j^t \leq q X_p^{t+1}$$

$$\sum_{j \in D_0} \alpha_j Y_j^t \leq Y_p^{t+1}$$

$$\sum_{j \in D_0} \alpha_j = 1$$

$$\alpha_j \in \{0, 1\}, \quad j \in D_0$$

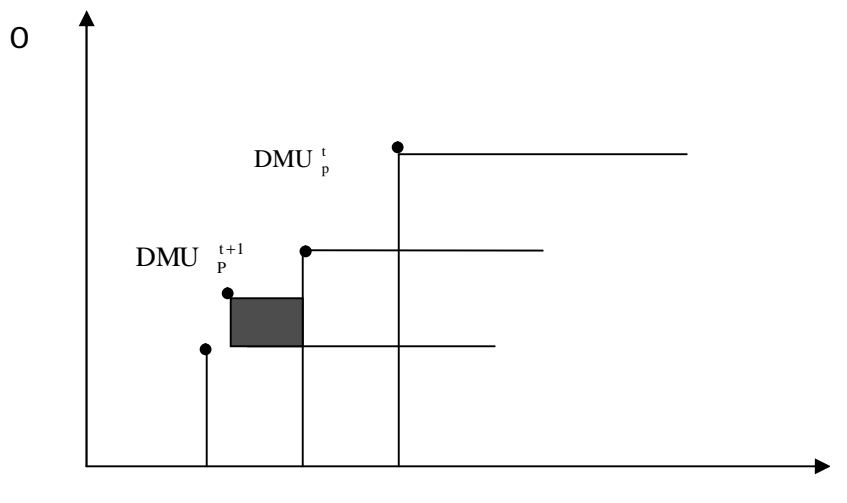
از بین λ های ممکن مقداری انتخاب شود که بیشترین θ را بدست آورد. مقدار θ میزان پیشرفت واحد تصمیم‌گیری P را نشان می‌دهد.

این مدل همواره شدنی است، زیرا واحد p در لحظه $t+1$ در مجموعه امکان تولید قرار دارد.

مدل FDH شکل تعمیم یافته مدل BCC می‌باشد. در این مدل نیازی به محدب بودن مرز تخمینی وجود ندارد. (منگ 2014)

ضعف روش فوق این است که شاید واحد p ای که در لحظه t کارا بوده در لحظه $t+1$ نیز کارا باشد و بر هیچ یک از واحدهای تصمیم‌گیری کارا در لحظه t غالب نباشد، در نتیجه در جواب بهین مدل (3-28)، $q^* = 1$ می‌شود و پیشرفتی را نشان نمی‌دهد در صورتی که ممکن است در لحظه $t+1$ مرز کارایی

را تغییر داده باشد. پس عملاً پیشرفت داشته است. این مطلب در نمودار زیر توصیف می شود.



. نشان می دهد $t+1$ را در زمان DMU_p^t نمودار ۵-۲: قسمت رنگی میزان پیشرفت

در هر دو زمان کاراست DMU_p^t

بنابراین، این روش تنها پیشرفت واحدهای تصمیم گیری را نشان می دهد که در مدل (28-3) $q^* \leq 1$ باشد و برای واحدهای تصمیم گیری که $q^* = 1$ باشد و مرز کارایی را تغییر داده اند، قابل تشخیص نمی باشد.

تعریف: یک واحد در زمان t_2 نسبت به زمان t_1 پسرفت داشته است اگر و فقط اگر:

در لحظه t_1 کارا باشد.

در لحظه t_2 حداقل توسط یک واحد تصمیم گیری که در لحظه t_1 کارا بوده مغلوب شود.

برای تعیین میزان پسرفت واحد تصمیم گیری P مساله ی (3-29) حل می شود با فرض این که واحد

تصمیم گیری P در لحظه t_1 کارا بوده است.

مدل برنامه ریزی خطی (2-25)

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & q \\ \text{S.t.} \quad & \sum_{j \in D_0} \alpha_j X_j^t \leq q X_p^{t+1} \\ & \sum_{j \in D_0} \alpha_j Y_j^t \leq Y_p^{t+1} \\ & \sum_{j \in D_0} \alpha_j = 1 \\ & \alpha_j \in \{0, 1\}, j \in D_0 \end{aligned}$$

در این مدل $\frac{1}{q^*}$ میزان پسرفت را نشان می‌دهد.

الگوریتم زیر جهت تعیین پیشرفت و یا پسرفت یک واحد تصمیم‌گیری اجرا می‌شود:

1- واحد تصمیم‌گیری p را با استفاده از مدل FDH در زمان t ارزیابی کنید اگر کارا نبود تمام.

در صورت کارا بودن به گام 2 بروید.

2- مدل (28-3) را جهت تعیین پیشرفت واحد تصمیم‌گیری p حل کنید اگر مقدار بهین تابع هدف

بزرگتر از یک شود، آنگاه به میزان تابع هدف پیشرفت داشته است و تمام. در غیراین صورت $(q^* = 1)$ به گام 3 بروید.

3- مدل (29-3) را برای تعیین پسرفت حل کنید. اگر مقدار بهین تابع هدف کوچکتر از یک باشد

واحد تصمیم‌گیری p به اندازه عکس تابع هدف پسرفت داشته است. در غیراین صورت نه پسرفت دارد و نه پسرفت. (Yun and etc 90: 2003)

2-12-2- مدل شعاعی

هدف یافتن θ ای است که $(X_p, \frac{1}{q} Y_p)$ در مجموعه امکان تولید (PPS) قرار گیرد. در الگوریتم قبلی

بجای مدل FDH، مدل زیر قرار می‌گیرد.

مدل برنامه‌ریزی خطی (2-26)

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } q \\
 \text{S.t } & \sum_{j \in E_0} a_j X_j^t \leq X_P^{t+1} \\
 & \sum_{j \in E_0} a_j Y_j^t \leq \frac{1}{q} Y_P^{t+1} \\
 & \sum_{j \in E_0} a_j = 1 \\
 & l_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

مقدار f_1^* بدست آمده، میزان پیشرفت واحد تصمیم‌گیری p را نشان می‌دهد.

برای تعیین پیشرفت واحد تحت ارزیابی، مدل زیر حل می‌شود. مقدار q^* میزان پیشرفت واحد

تصمیم‌گیری p را نشان می‌دهد.

مدل برنامه‌ریزی خطی (2-27)

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } q \\
 \text{S.t } & \sum_{j \in E_0} a_j X_j^t \leq X_P^{t+1} \\
 & \sum_{j \in E_0} a_j Y_j^t \leq \frac{1}{q} Y_P^{t+1} \\
 & \sum_{j \in E_0} a_j = 1 \\
 & l_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

مشکل این روش در این است که ممکن است در برخی از حالات مدل نشدنی شود. برای حل این

مشکل بجای PPS‌هایی مثل T_V یا $T_{BCC-CCR}$ که ممکن است نشدنی باشند، T_C جایگزین می‌شود و

این مدل همواره شدنی است (واحد حتما پیشرفت داشته که مدل را شدنی کرده است). البته روشهای

دیگری نیز در این زمینه ارائه شده است.

تمام این روشها مشکلاتی داشتند و معیارهای خوبی برای تعیین پیشرفت یا پسرفت واحدها ارائه

نمی‌دادند. برای حل این مشکل شاخص بهره‌وری مالم کوئیست تعریف می‌شود که در آن میزان تغییرات

فن‌آوری با تغییرات کارایی برای تشخیص پیشرفت و یا پسرفت واحدهای تصمیم‌گیری در نظر گرفته

می شود.

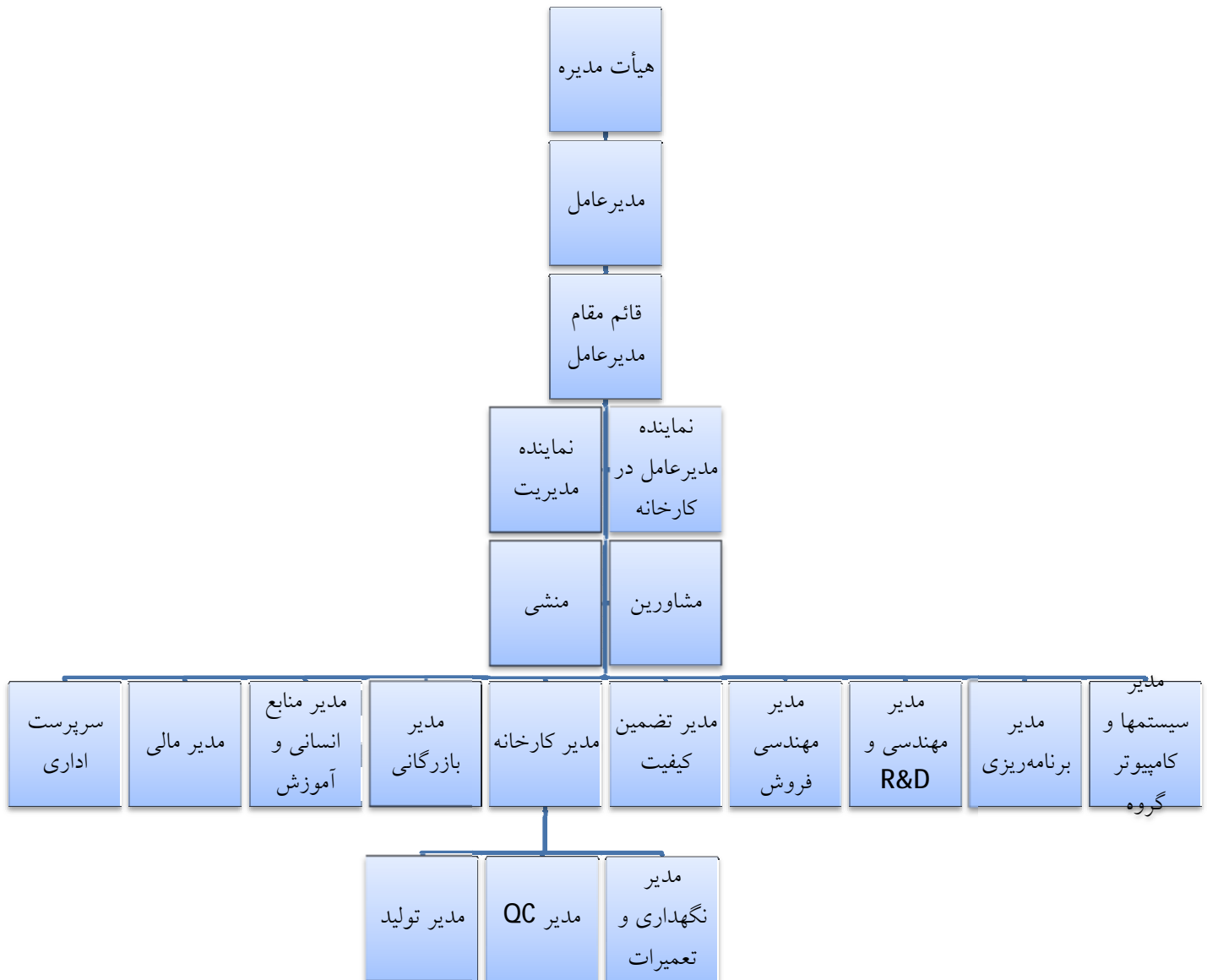
2-13- معرفی سازمان مورد مطالعه

شرکت ارکان لوله همدان عضوی از گروه صنعتی فهامه که شامل شرکت های ارکان لوله همدان، مهندسی صنعتی فهامه، مهندسی برآزش صنعت، مهندسی سازمند صنعت، رزن کامپوزیت و دنالاک است. در اواخر سال 1372 با ترکیبی از مدیران و متخصصان مجرب در زمینه های مختلف صنعت کشور تشکیل یافت.

این کارخانه در زمینی به مساحت سه هکتار و با سرمایه ای بالغ بر یکصد میلیارد ریال در شهرک صنعتی رزن واقع در 85 کیلومتری همدان قرار گرفته است. تاکید بر کیفیت بالای محصولات ضمن ارائه قیمت های رقابتی باعث شده تا این شرکت حضوری فعال در صنایع آب و فاضلاب، نفت و گاز و پتروشیمی داخلی و کشورهای همسایه داشته باشد. ماشین آلات این کارخانه شامل واحد تولید اتصالات و دو خط تولید لوله GRP و GRV به روش ناپیوسته است که هر دو خط به دستگاه تست فشار هیدرواستاتیک لوله، دستگاه تست استحکام کششی در حالت محوری - حلقوی و سفتی لوله می باشد و آزمایشگاه این شرکت نیز برای انجام تست های لازم بر روی مواد اولیه ورودی و همچنین تست نمونه های در حین فرآیند تولید مجهز شده است.

از ویژگی های لوله های GRP می توان به وزن کم، حمل و نقل و نصب آسان، مقاومت بالا در مقابل خوردگی، سطح داخلی صاف و صیقلی، ضریب انبساط پایین، عمر مفید بالا، و مدول الاستیک پایین اشاره نمود. لوله های GRP در شبکه های انتقال و توزیع آب، جمع آوری و انتقال فاضلاب شهری و صنعتی، انتقال سیالات خورنده، انتقال پساب های صنعتی، جمع آوری آب های سطحی، شبکه های آبیاری و زهکشی، شبکه انتقال و توزیع سوخت، خطوط انتقال آب زیر دریا، شبکه اطفاء حریق، روش های لوله

رانی ، سیستم‌های مکش آب دریا، انتقال آب به بویلرها و انتقال بخار آب در حالت متراکم، دریچه‌های بازديد (منهول) و مجاری عبور خطوط مخابرات و برق مورد استفاده قرار می‌گیرد. چارت سازمانی شرکت را می‌توان در شکل زیر مشاهده نمود.



شکل 2-3: چارت سازمانی شرکت ارکان لوله همدان

فصل سوم

روش شناسی پژوهش

3-1- تحلیل پوششی داده‌ها

واژه تحلیل پوششی داده‌ها¹ به معنی تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده‌ای (DMU) است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. اندازه‌گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار داشته است. فارل در سال 1957، با استفاده از روشی همانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، به اندازه‌گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مد نظر قرارداد شامل یک ورودی و یک خروجی بود. لوزانو (2015)

چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو، تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها، نام گرفت و اول بار، در رساله دکترای ادوارد رودز و به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا در سال 1976، در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت (مهرگان: 1383).

از آن جا که این الگو توسط چارنز، کوپر و رودز ارائه گردید، به الگوی (CCR) که از حروف اول نام سه فرد یاد شده تشکیل شده است، معروف گردید و در سال 1978 در مقاله‌ای با عنوان اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم گیرنده ارائه شد (زیشان، 2015)

در واقع تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر یکسری بهینه سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی می‌باشد که به آن روش ناپارامتریک نیز گفته می‌شود. در این روش منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که بوسیله برنامه ریزی خطی تعیین می‌شود ایجاد می‌گردد. برای تعیین این نقاط می‌توان از دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. روش برنامه‌ریزی خطی پس از یک سری بهینه سازی مشخص می‌کند که آیا واحد تصمیم گیرنده مورد نظر روی مرز کارایی قرار گرفته است و یا خارج آن قرار دارد؟ بدین وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند. تکنیک DEA تمام داده‌ها را تحت پوشش قرار داده و به همین دلیل تحلیل پوششی داده‌ها نامیده شده است. (بالتزار، 2015).

یکی از ابتدایی ترین و در عین حال معمول ترین روش‌های اندازه‌گیری کارایی، استفاده از

نسبت‌ها می‌باشد. این نسبت‌ها در زمینه‌های مختلف مالی، اقتصادی و صنعتی بکار گرفته می‌شوند. در صورتی که کارایی به عنوان نسبتی از خروجی‌ها به ورودی‌ها تعریف شود، محاسبه و تحلیل آن برای واحدهای تک ورودی-تک خروجی آسان خواهد بود اما در اکثر مسادل دنیای واقعی با واحدهایی با چندین ورودی و خروجی رو به رو بوده و در نتیجه نیازمند روش‌هایی هستیم که با ترکیب ورودی‌ها و خروجی‌ها به صورت یک شاخص واحد، به معیار مناسبی جهت سنجش کارایی دست یابیم. (گوتو¹ 2015)

۳-۱-۱- دو مشخصه اساسی برای الگوی (DEA)

استفاده از الگوی DEA، برای ارزیابی نسبی واحدها، نیازمند تعیین دو مشخصه اساسی، ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو می‌باشد که در زیر به تشریح هر یک پرداخته می‌شود؛ ماهیت الگوی مورد استفاده:

الف: ماهیت ورودی، در صورتی که در فرایند ارزیابی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی‌ها، سعی در حداقل‌سازی ورودی‌ها داشته باشیم ماهیت الگوی مورد استفاده ورودی است.

ب: ماهیت خروجی، در صورتی که در فرایند ارزیابی با ثابت نگه داشتن سطح ورودی‌ها، سعی در افزایش سطح خروجی داشته باشیم ماهیت الگوی مورد استفاده خروجی است.

در الگوی DEA، بادیگاه ورودی، به دنبال به دست آوردن ناکارایی فنی به عنوان نسبتی می‌باشیم که بایستی در ورودی‌ها کاهش داده شود تا خروجی، بدون تغییر بماند و واحد در مرز کارایی قرار گیرد. در دیدگاه خروجی، به دنبال نسبتی هستیم که باید خروجی‌ها افزایش یابند، بدون آنکه تغییر در ورودی‌ها به وجود آید تا واحد مورد نظر به مرز کارایی برسد.

در الگوی CCR، مقادیر به دست آمده برای کارایی در دو دیدگاه مساوی هستند ولی در مدل BCC این مقادیر متفاوت هستند. علت انتخاب دیدگاه برای یک الگو DEA، در ارزیابی نسبی عملکرد واحدهای است که در بعضی موارد مدیریت واحد هیچ کنترلی بر میزان خروجی ندارد و مقدار آن از قبل مشخص و ثابت می‌باشد و برعکس در بعضی از موارد میزان ورودی ثابت و مشخص است و میزان تولید (خروجی) متغیر تصمیم است و در چنین شرایطی، دیدگاه خروجی مناسب

1- Goto

می‌باشد. در نهایت انتخاب ماهیت ورودی و خروجی بر اساس میزان کنترل مدیر، بر هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیی می‌گردد (پولاردو، 2015).

بازده به مقیاس الگوی مورد استفاده:

بازده به مقیاس بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم می‌باشد. یکی از توانایی‌های روش DEA، کاربرد الگوهای مختلف متناظر با بازده به مقیاس‌های متفاوت و همچنین اندازه‌گیری بازده به مقیاس واحدهاست.

الف: بازده به مقیاس ثابت: یعنی هر مضربی از ورودی‌ها همان مضرب از خروجی‌ها را تولید می‌کند. الگوی CCR بازده به مقیاس واحد را ثابت فرض می‌کند. بنابراین واحدهای کوچک و بزرگ، با هم مقایسه می‌شوند.

ب: بازده به مقیاس متغیر: یعنی هر مضربی از ورودی‌ها، می‌تواند همان مضرب از خروجی‌ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را، در خروجی‌ها تولید کند. الگوی BCC بازده به مقیاس را متغیر فرض می‌کند (چرچی و همکاران 2014).

3-2- مروری بر عملیات شرکتی موثر در بهره‌وری

برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای شرکت ابتدا لازم است که بدانیم این واحدها در چه مواردی فعالیت می‌کنند. هر چه شناخت نسبت به چگونگی فعالیت بانک‌ها بیشتر باشد، متغیرهای ورودی و خروجی با دقت بیشتری و به طور صحیح‌تری انتخاب خواهند شد. و لذا نتایج مستندتری از این تحقیق بدست خواهد آمد. بدین منظور ابتدا عملیات شرکتی را به طور گذرا مرور می‌کنیم و سپس به معرفی نهاده‌ها و ستاده‌ها می‌پردازیم.

عملیات شرکت به طور کلی در دو حوزه ریالی و ارزی خلاصه می‌شود. در اینجا بدلیل حجم ناچیز امور ارزی در مقایسه با امور ریالی، منحصراً امور ریالی مورد بحث قرار گرفته است. امور ریالی در سه حوزه منابع، مصارف و خدمات تقسیم‌بندی می‌شوند که به ترتیب سه وظیفه عمده شرکت که شامل: تجهیز و جمع‌آوری منابع، تخصیص منابع و ارائه خدمات می‌باشد، را مد نظر قرار می‌دهد. باید توجه داشت که هدف از انجام این وظایف کسب سود می‌باشد.

3-2-1- منابع

تعریف: منابع عبارتست از کلیه ورودی هایی که در تولید فراورده ها دخالت داده می شوند و شامل:

منابع اولیه : به منابعی گفته می شود که به منابع خام سازمان منظور می شود. این منابع هر زمان که اراده شود می تواند با ذخیره شوند. در مواقعی به این منابع سودی تعلق می گیرد.

منابع مالی: به منابعی اطلاق می شود که بر اساس توافق بین بانک و شرکت تحت عنوان یکی از وام های کوتاه مدت و بلندمدت در اختیار شرکت قرار گرفته و بازپرداخت آن از طرف شرکت در سررسید معین، با اطلاع یا بدون اطلاع قبلی امکان پذیر است.

3-2-2- مصارف

این بخش شامل انواع تسهیلات و خرج ها می باشد. اعطای تسهیلات در بخشهای مختلف برای رشد و توسعه اقتصادی بسیار مهم می باشد.

تسهیلات شرکت عبارتست از امکانات مالی که شرکت پس از بررسیهای لازم و با شرط حق نظارت به موجب قرارداد منعقد شده با متقاضی، در قالب یکی از ابزارهای تولیدی (تسهیلاتی) مشمول قانون عملیات شرکتی در اختیار افراد واجد شرایط قرار می دهد.

این اولویتهای در برنامه های اقتصادی که توسط سیاستگذاران کلان کشور تصویب می شود، از طریق شورای پول و اعتبار به شرکت ابلاغ شده و شرکت مکلف به رعایت و اجرای آن می باشند.

ابزارهای اعتباری در تبصره 7 قانون صنایع و معادن ذکر گردیده است.

ابزارهای اعتباری به طور عمده مستند به مبانی فقهی، قانون مدنی (سلف، مضاربه، قرض الحسنه و غیره) و در موادی قانون تجارت (مشارکت حقوقی، سرمایه گذاری مستقیم) می باشد.

تسهیلات اعطائی از جهات مختلف مانند مدت، زیربخشهای اقتصادی و ... قابل طبقه بندی هستند.

(چرچی و همکاران، 2014)

3-2-2-1- از لحاظ مدت

تسهیلات از لحاظ مدت به سه گروه زیر تقسیم می شوند: (بهمنه، 1379)

الف) تسهیلات کوتاه مدت: به تسهیلاتی اطلاق میشود که مدت آن حداکثر یک سال می باشد و

برای مقاصد مصرفی، جبران هزینه‌های جاری و تأمین سرمایه در گردش شرکت کاربرد دارد.

(ب) تسهیلات میان‌مدت: تسهیلاتی هستند که بین یک تا پنج سال (در بعضی نظرها سه سال) مستهلک میشوند و بیشتر به منظور هزینه‌های ناشی از جایگزینی ماشین‌آلات و تجهیزات سرمایه‌ای و یا تکمیل و توسعه طرحهای سرمایه‌گذاری کوچک شرکت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

(ج) تسهیلات بلندمدت بانکی: به تسهیلاتی گفته می‌شود که مدت آنها بیش از پنج سال است و بیشتر به منظور تأمین بخش یا کل هزینه ثابت طرحهای سرمایه‌ای بکار می‌رود. (لونگو¹، 2015)

3-2-2-2- از نظر بخش‌های مختلف اقتصادی

تسهیلات اعطائی از نظر بخشهای مختلف اقتصادی به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

بخش کشاورزی: عبارتست از بکارگیری عوامل طبیعی و محیط زیست به عنوان مواد اولیه و استفاده از نیروی انسانی و یا وسایل تولید و ماشین‌آلات برای تولید محصولات کشاورزی.

بخش معدن: شامل استخراج کلیه معادن زیرزمینی و روی زمینی و هرگونه عملیات که مواد معدنی را قابل عرضه به بازار نماید. معادن زیرزمینی مانند انواع سنگهای معدنی فلزی و ساختمانی، نفت خام و گاز طبیعی و معادن روی زمینی مانند شن و ماسه می‌باشند.

بخش صنعت: هر نوع فعالیت اقتصادی که با استفاده از نیروی انسانی، وسایل تولید و ماشین‌آلات، مواد خام یا نیم‌ساخته را با تغییر شکل فیزیکی یا شیمیایی به محصولات ساخته‌شده مصرفی یا واسطه‌ای تبدیل نماید، فعالیت صنعتی نامیده می‌شود. مانند صنایع تولید مواد غذایی، تولید نساجی، حمل‌ونقل و

لازم به یادآوری است که اعطای تسهیلات جهت ساخت جواهرات و اشیاء زینتی و ابزارآلات موسیقی و کالاهای لوکس و تجملاتی و غیرضروری مجاز نمی‌باشد.

بخش مسکن و ساختمان: عبارتست از ساخت و تولید هرنوع تأسیسات شهری و روستائی اعم از ایجاد و توسعه. مانند راهسازی و ساختمان‌سازی، ساختن اسکله، تأسیسات برقی، نیروگاه و

بخش بازرگانی: عبارتست از خرید، توزیع و فروش کالا مانند بنکداری (فروش مجدد کالای نو به خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان و سایر عمده‌فروشان)، خرده‌فروشی (فروش کالای نو و مستعمل)

تهیه و پخش کالا.

بخش خدمات و متفرقه: عبارتست از هر نوع فعالیت اقتصادی که بطور عمده با استفاده از نیروی انسانی و وسایل کار و بدون بکارگیری مواد اولیه قابل ملاحظه انجام می گیرد. این فعالیتها شامل هتلداری، حمل و نقل، انبارداری، بهداشتی درمانی، خدمات پولی و مالی و بیمه و ... (لونگو، 2015).

3-3- معرفی نهاده‌ها و ستاده‌ها

این مطالعه به اندازه‌گیری کارایی و تغییرات بهره‌وری شرکت ارکان لوله همدان پرداخته است. این شرکت از آنجا که سهم قابل توجهی از فعالیت شبکه اقتصادی منطقه را در اختیار دارد، و همچنین به دلیل همگن بودن (تجاری بودن) برای بررسی انتخاب شده‌اند. ابتدا کلیه متغیرهایی که می‌توان مورد استفاده قرار داد را عنوان، سپس متغیرهای به کار گرفته شده در این تحقیق با توجه به محدودیت‌ها بیان می‌شود.

3-3-1- متغیرهای ورودی

نهاده‌هایی که با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه مناسب به نظر می‌رسند عبارتند از:

تعداد پرسنل هر واحد

کلیه تسهیلات ورودی و دریافت شده

ارزش تحصیلات کارکنان آن واحد

موقعیت ناحیه‌ای که واحد مورد نظر در آن واقع شده است (از لحاظ تجاری و اقتصادی)

زیربنای واحد مورد نظر: منظور بخشی است که محل ارائه خدمات به مشتریان می‌باشد.

هزینه‌های واحد شامل هزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های اداری و هزینه‌های عملیاتی.

هزینه‌های پرسنلی شامل هزینه حقوق و مزایای مستمر و غیرمستمر و همچنین هزینه‌های پرداختی سهم شرکت می‌باشد.

هزینه‌های اداری شامل هزینه آب، برق، تلفن، گاز، ملزومات و سایر هزینه‌هاست.

تعداد پایانه‌های رایانه‌ای مورد استفاده در واحد مورد نظر می‌تواند یکی از متغیرهای مهم در میزان کارایی و بهره‌وری شعبه باشد.

3-3-2- ستاده‌ها

همان طور که عنوان شد وظیفه اصلی شرکت، همچنین ارائه خدمات صنعتی و تولید اتصالات می باشد. به. باید در نظر داشت که هدف تمام این فعالیتها کسب سود می باشد. کسب سود حاصل از این فعالیتها، مستلزم داشتن برنامه ریزی مالی صحیح و پیگیری مستمر برای وصول مطالبات از مشتریان می باشد.

در نتیجه ستاده های منتخب عبارتند از:

(الف) ستاده های مربوط به فعالیتهای واحد در بخش مهندسی که به ترتیب اهمیت عبارتند از:

میزان نقدینگی

میزان منابع خام

(ب) ستاده های مربوط به واحد تضمین کیفیت که عبارتند از

تسهیلات دریافتی بخش مواد

مواد توسعه یافته

نیروی متخصص

(ج) ستاده های مربوط واحد مالی

ستاده های این بخش شامل انواع خدمات مالی از قبیل

1. دریافت و ارسال حواله های مختلف

2. دریافت قبوض آب، برق، تلفن، گاز و غیره

3. وصول چکهای مشتریان

4. خرید و فروش چکهای در گردش

5. نسبت مجموع تسهیلات دریافتی سازمان به مطالبات معوق آن: این نسبت هر چه بیشتر

باشد (بعبارتی هر چه مطالبات معوق کمتر باشد) نشان دهنده تلاش بیشتر کارکنان آن واحد در جهت

وصول مطالبات و دقت در پرداخت خدمات می باشد.

6. سود: همانگونه که عنوان شد هدف اصلی از تأسیس یک واحد اقتصادی کسب سود

می باشد. برای این واحد نیز میزان کسب سود می تواند بعنوان یک عامل مهم جهت ارزیابی عملکرد

آن شعبه مدنظر قرار گیرد. زیرا کسب سود بیشتر مستلزم صرف هزینه های کمتر، جذب منابع بیشتر و

دقت در صرف این منابع و کسب درآمد بیشتر از طریق ارائه انواع خدمات می‌باشد. در نتیجه سود و درآمد کل بعنوان یک متغیر اصلی است.

د) ستاده‌های مربوط به واحد تولید که عبارتند از

نسبت تولید به سهم اولیه مواد خام

نسبت کارگران و متخصصین به میزان سود

میزان مواد مرجوعی

ه) ستاده‌های مربوط به واحد بازرگانی که عبارتند از

نسبت مشتریان جذب شده

میزان افزایش سود حاصل از تبلیغات

و) ستاده‌های مربوط به واحد مهندسی فروش که عبارتند از

تعداد قرارداد های ثبت شده

تعداد سفارش های جدید

تعداد پیش فروش های جدید

ز) ستاده‌های مربوط به واحد تامین داخل که عبارتند از

میزان گزارش های خرابی و رجوعی

میزان در گردش نقدینگی

3-4- رفتار سازمان

در سال های اخیر تحقیقات زیادی برای اندازه گیری کارایی در صنعت انجام شده است. از مهمترین اجزا و مراحل این مطالعات تصمیم گیری درباره تعریف نهاده ها و ستاده ها در صنعت فلزات است. اساسا در ادبیات کارایی صنعت فلزات دو رویکرد در تعیین و تعریف نهاده ها وجود دارد.

1- رویکرد واسطه ای: فرض این روش این است که نقدینگی تبدیل به تولیدات شده اند. در این رویکرد نقدینگی به عنوان ورودی لیست می شوند. زیرا شرکت سپرده ها و دیگر وجوه را می خرند تا سرمایه گذاری را ایجاد کنند. به عبارت دیگر این نگرش شرکت را یک واسطه خدمات مالی

در نظر می گیرد

2- رویکرد تولیدی : این رویکرد شرکت را بنگاهی دانسته که به ایجاد تولیدات صنعتی مبادرت می نماید. در دیدگاه مذکور نقدینگی نه به عنوان ورودی بلکه به عنوان خروجی تلقی می شود. همچنین اندازه گیری خروجی برحسب تعداد مشتریان وفادار می باشد.

دانستن دیدگاههای فوق ازاین جهت ضروری است که براساس هریک از این دو دیدگاه ورودی و خروجی و هزینه های مربوط به شرکت به طور متفاوتی ارزیابی می شود. لذا در ابتدای هر تحقیقی در مورد عملکرد و کارایی انتخاب یکی از این دو لازم است. با ملاحظه بیشتر پژوهش هایی که تاکنون به انجام رسیده است می توان دریافت که دیدگاه واسطه ای مرجح می باشد.

در چارچوب دیدگاه واسطه ای، در مورد ورودی های سازمان که شامل نیروی انسانی، دارایی های ثابت و سپرده ها می باشند اتفاق نظر وجود دارد. در مورد خروجی سازمان نیز برخی از محققین اشکال مختلف اعتبارات و تولیدات را به عنوان خروجی در نظر گرفته و برخی دیگر مستقیماً درآمدهای ایجاد شده برای شرکت از محل های یاد شده را به عنوان خروجی می دانند.

جدول 1-3 نهاده ها و ستاده های بالقوه در مطالعات کارایی صنعت تولیدی

| رویکرد دارایی | رویکرد تولیدی | ستاده بالقوه |
|------------------|------------------|--------------------|
| بلی | بلی | وام |
| خیر | بلی | نقدینگی |
| خیر | بلی | سفته شرکته |
| بلی | بلی | سهام و اوراق قرضه |
| بلی | بلی | درآمد سرمایه گذاری |
| خیر | شاید | تعداد شعب |
| بلی | بلی | سود دریافتی |
| بلی | بلی | ضمانت نامه ها |
| رویکرد دارایی | رویکرد تولیدی | نهاده بالقوه |
| بلی | بلی | نیروی کار |
| بلی | بلی | سرمایه |

| | | |
|-------------------------|-----|-----|
| سپرده ها | خیر | بلی |
| ملزومات و ماشین الات | بلی | بلی |

ماخذ پوناری 1999 .

در این پژوهش از داده های صورت های مالی و دیگر اطلاعات موجود در طی دوره 1374 تا 1385 استفاده می شود. پس از مشورت و نظر سنجی از خبرگان و متخصصین رویکرد واسطه ای ورودی ها شامل x_1 ، x_2 و x_3 (هزینه نیروی انسانی و موجودی خالص سرمایه، منابع انسانی، هزینه نیروی انسانی...) و دارایی های ثابت (زمین، ساختمان، تجهیزات و...) می باشد و خروجی ها شامل y_1 ، y_2 به ترتیب میانگین ارزش افزوده به شرکت و میانگین ارزش تخمین زده شده طرح های واحد کل انتخاب شده است. (لونگو، 2015).

3-5- شاخص بهره‌وری مالم کوئیست

ابتدا تعدادی شاخص های هزینه‌زندی برای تعیین بهتر یا بدتر شدن موقعیت زندگی ارائه گردید. مقدار شاخصهای هزینه‌ی زندگی هیچ اطلاعاتی در مورد بهتر شدن خروجیها و یا به عبارت دیگر بهتر شدن موقعیت زندگی در اختیار ما نمی‌گذارند. در واقع اندیس های هزینه‌ی زندگی بیان می‌دارد که آیا استاندارد زندگی یک واحد صنعتی که در دو موقعیت ماکزیمم تولید ممکن را دارند افزایش داشته یا نه و میزان این افزایش یا کاهش را بدست نمی‌آورند.

برای بدست آوردن مقدار افزایش و یا کاهش اندیس استاندارد زندگی مالم کوئیست (1953) که از دیدگاه دوگانی تابع فاصله و تابع هزینه استفاده می‌شود، توسط مالم کوئیست ارائه شد. تابع هزینه یک تابع فاصله در فضای قیمت‌هاست.

3-5-1- محاسبه شاخص مالم کوئیست

اندیس ارائه شده توسط مالم کوئیست مدتها بدون استفاده بود تا زمانیکه کی‌وس، کریستنسون و دایورت (1982) آنرا در تئوری تولید به عنوان یک اندیس محاسبه بهره‌وری بکار بردند.

انقباض و یا انبساط خروجیها تحت فن‌آوری زمان دیگر در حالت چند ورودی و چند خروجی، به مفهوم انبساط و یا انقباض شعاعی به اندازه تابع فاصله‌ی خروجی متناظر با آن فن‌آوری می‌باشد. بنابراین هر دو این اندازه‌های بهره‌وری در حالت چند خروجی و در خروجی محور

به صورت زیر می باشد:

فرمول (3-1)

$$MI_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^t(X_0^{t+1}, Y_0^{t+1})}{D_0^t(X_0^t, Y_0^t)}$$

$$MI_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(X_0^{t+1}, Y_0^{t+1})}{D_0^{t+1}(X_0^t, Y_0^t)}$$

که در آن $D_0^t(x, y)$ و $D_0^{t+1}(x, y)$ تابع فاصله را برای واحد (x, y) تحت فن آوری زمان t و $t+1$ به ترتیب محاسبه می کنند. در این جا فار و همکارانش (1989) برای محاسبه ی این اندیس از روشهای برنامه ریزی خطی غیر پارامتری استفاده کردند.

واضح است که M_0^t و M_0^{t+1} مقادیر متفاوتی ارائه می دهند. در اینجا فار و همکارانش (1989) پیشنهاد استفاده از میانگین هندسی M_0^t و M_0^{t+1} را بعنوان شاخص خروجی مالم کوئیست مطرح کردند. چنین پیشنهادی از امکان انتخاب یکی از M_0^t یا M_0^{t+1} به طور دلخواه که منجر به بدست آوردن مقادیر متفاوت رشد بهره وری می شود، اجتناب می شود.

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{\hat{e} D_0^t(X_0^{t+1}, Y_0^{t+1})}{\hat{e} D_0^t(X_0^t, Y_0^t)} \cdot \frac{D_0^{t+1}(X_0^{t+1}, Y_0^{t+1})^{1/2}}{D_0^{t+1}(X_0^t, Y_0^t)^{1/2}} \frac{\dot{u}}{\dot{u}} \quad \text{فرمول (3-2)}$$

تحلیل هندسی شاخص مالم کوئیست با یک مثال عنوان می شود.

واحد تصمیم گیری P را در نظر بگیرید که با استفاده از عامل تولید x محصول y را تولید می نماید. این واحد تصمیم گیری در دو زمان t و $t+1$ در دو موقعیت متفاوت A و B قرار دارد. فن آوری در زمان $t+1$ (F_{t+1}) با فن آوری زمان t (F_t) متفاوت است. از آنجا که واحد تصمیم گیری مورد نظر در هر دو زمان پایین تر از سطح فن آوری دوره عمل می کند، در زمانهای t و $t+1$ ناکاراست.

با استفاده از نمودار (8-3) محاسبه شاخص مالم کوئیست به صورت زیر خواهد بود:

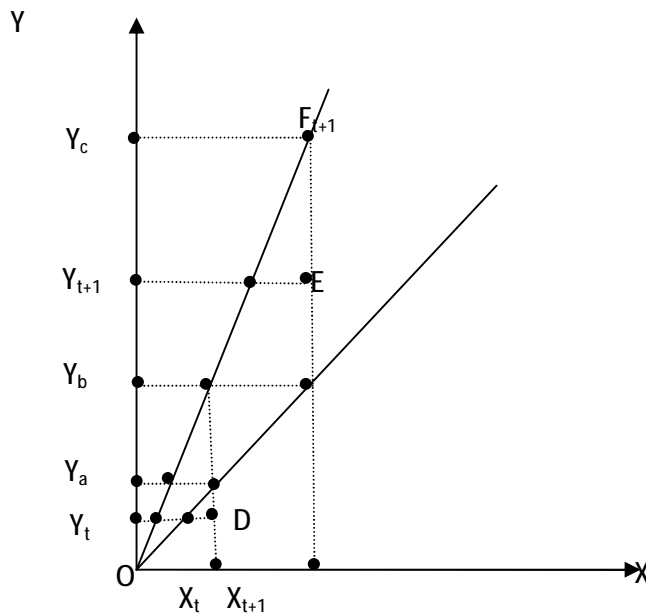
فرمول (3-3)

$$E^{t+1} = \frac{Y_{t+1}/Y_c}{Y_t/Y_a} = \text{تغییرات کارایی}$$

$$T^{t+1} = \frac{\hat{e} Y_{t+1}/Y_b}{\hat{e} Y_{t+1}/Y_c} \cdot \frac{Y_t/Y_a}{Y_t/Y_b} \frac{\dot{u}^2}{\dot{u}} = \text{تغییرات تکنولوژی}$$

$$M^{t+1} = \frac{\hat{e} Y_{t+1}/Y_b}{\hat{e} Y_t/Y_a} \cdot \frac{Y_{t+1}/Y_c}{Y_t/Y_b} \hat{u}$$

شاخص مالم کوئیست



نمودار 1-3: تفکیک تغییرات بهره‌وری کل (شاخص مالم کوئیست)

البته واضح است که در خروجی محور شاخص مالم کوئیست به صورت زیر تفسیر می‌شود:

$M_0 > 1$ افزایش رشد بهره‌وری را نشان می‌دهد.

$M_0 < 1$ ، کاهش رشد بهره‌وری را نشان می‌دهد.

$M_0 = 1$ ، نشان می‌دهد که هیچ تغییری در رشد بهره‌وری برای زمانهای t و $t+1$ رخ نداده است.

3-5-2- تجزیه‌هایی از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست

در این قسمت سعی می‌شود تا چند تجزیه از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست را معرفی کنیم (منگ

2014).

ابتدا این سوال به ذهن می‌رسد که انگیزه‌ی ما از بدست آوردن چنین تجزیه‌هایی چیست؟

در حقیقت ما با تجزیه‌های مختلف، بدنبال بیان تأثیر منابع مختلف موثر در تغییر بهره‌وری

هستیم. با توجه به تفکیک فوق می‌توان تشخیص داد که کاهش یکسان از بهره‌وری در واحدهای

مختلف نشان‌دهنده دلیل مشترک نبوده و ممکن است برای هر بنگاه علت خاصی داشته باشد. ممکن

است یکی بدلیل عدم سرمایه گذاری و دیگری کاهش حجم فعالیتها و محدود بودن مقیاس تولید باشد.

- تجزیه ی FGLR

فار، گروسکف، لیندگرن و رووس¹ (1994) نشان دادند که شاخص مالم کوئیست قابل تجزیه به دو مولفه مشابه تغییرات فن آوری و تغییرات کارایی است.

$$M_o = \frac{D_o^{t+1}(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})}{D_o^t(X_o^t, Y_o^t)} \cdot \frac{D_o^t(X_o^t, Y_o^t)}{\hat{D}_o^{t+1}(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})} \cdot \frac{D_o^t(X_o^t, Y_o^t)}{D_o^{t+1}(X_o^t, Y_o^t)} \quad (3-4)$$

این تجزیه به خاطر نام نویسندگان مقاله به نام FGLR معروف است. مولفه ی بیرون براکت تغییرات کارایی (EC^2) است که مشخص می کند، آیا واحد مورد نظر در فاصله ی زمانی $[t, t+1]$ به مرز کارایی نزدیکتر شده است یا دورتر. مولفه داخل براکت تغییرات فن آوری (TC^3) را در طی این دوره زمانی و یا عبارت دیگر میزان جابجایی مرز کارایی را نمایش می دهد.

در خروجی محور می توان اعداد بدست آمده برای هر مولفه را بصورت زیر تفسیر نمود:

$EC > 1 \rightarrow$ واحد مورد نظر کارا تر شده است.

$EC < 1 \rightarrow$ واحد مورد نظر ناکارا تر شده است

$EC = 1 \rightarrow$ کارایی واحد مورد نظر هیچ تغییری نکرده است.

و

$TC > 1 \rightarrow$ فن آوری در زمان $t+1$ نسبت به فن آوری زمان t پیشرفت نموده است.

$TC < 1 \rightarrow$ فن آوری در زمان $t+1$ نسبت به فن آوری زمان t پسرفت نموده است.

$TC = 1 \rightarrow$ فن آوری در زمان $t+1$ نسبت به فن آوری زمان t تغییری نکرده است.

- تجزیه ی FGZ

یکی دیگر از تجزیه های معروف از فرمول شاخص مالم کوئیست تجزیه "FGZ" است که توسط

1- Fare, Grosskopf, Lindgren and Roves

2- Efficiency change

3- Technical Change

فار، گروسکف، نوریس و ژانگ¹ از تجزیه‌ی FGLR و قتیکه بازده به مقیاس فن‌آوری ثابت است بدست آمده است.

در تحقیقات تجربی مسلم است که بخش مهمی از پیشرفت اقتصادی ناشی از صرفه‌جویی در مقیاس است. چراکه در بعضی حالتها می‌توان از دانش فنی و فن‌آوری در مقیاس بزرگتر استفاده کرد که در مقیاس کوچکتر قابل استفاده نبوده است. به همین دلیل وجود مولفه‌ی تغییرات کارایی مقیاس در تجزیه‌ی FGNZ توانایی شاخص مالم کوئیست را در تفسیر مفاهیم اقتصادی به صورت ریاضی نشان می‌دهد.

همانطور که اشاره شد در بازده به مقیاس ثابت کارایی تکنیکی به دو مولفه کارایی تکنیکی در بازده به مقیاس متغیر (کارایی تکنیکی خالص) و کارایی قیاسی تجزیه می‌شود.

تجزیه FGNZ به صورت زیر می‌باشد:

فرمول (3-5)

$$M_o = \frac{D_o^{t+1}(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1} / v)}{D_o^t(X_o^t, Y_o^t / v)} \cdot \frac{SE_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{SE_o^t(X^t, Y^t)} \cdot \frac{D_o^t(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1} / c)}{\hat{D}_o^{t+1}(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1} / c)} \cdot \frac{D_o^t(X_o^t, Y_o^t / c)}{D_o^{t+1}(X_o^t, Y_o^t / c)} \frac{\dot{U}^{1/2}}{\dot{U}}$$

که در آن:

$$SE_o = \frac{D_o(X, Y / c)}{D_o(X, Y / v)}$$

$D_o(X, Y / c)$ کارایی واحد مورد نظر در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس و $D_o(X, Y / v)$

اندازه کارایی این واحد در حالت بازده ثابت نسبت مقیاس می‌باشد.

تابع تولید در زمان t و $t+1$ مفروض است، برای محاسبه شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به حل

چهار مساله برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر نیاز است: $O: \hat{Q} = \{1, 2, \dots, n\}$

مدل برنامه‌ریزی خطی (3-1)

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & F \\
 \text{S.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^t \leq x_{io}^t \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^t \geq F y_{ro}^t \quad , r = 1, 2, \dots, s \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad , j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{1-3}$$

که X_{io}^t ، λ_i امین ورودی و y_{ro}^t ، r امین خروجی از واحد تصمیم‌گیری O در زمان t است. مقدار کارایی $([D_o^t(X_o^t, Y_o^t)]^{-1} = F^*)$ نشان می‌دهد که به چه نسبت می‌توان با استفاده از همان ورودی به میزان خروجیها افزود. به جای زمان t مسأله CCR را برای زمان $t+1$ حل کرده و $[D_o^{t+1}(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})]^{-1}$ که کارایی تکنیکی DMU_o را در زمان $t+1$ است، بدست می‌آید. مقدار $[D^t(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})]^{-1}$ برای واحد تصمیم‌گیری O که معکوس فاصله DMU_o در زمان $t+1$ با مرز زمان t است با استفاده از مدل شماره (2-3) برنامه‌ریزی خطی زیر بدست می‌آید: مدل برنامه‌ریزی خطی (3-2)

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & F \\
 \text{S.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^t \leq x_{io}^{t+1} \quad , i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^t \geq F y_{ro}^{t+1} \quad , r = 1, \dots, s \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad , j = 1, \dots, n
 \end{aligned} \tag{2-3}$$

به طور مشابه مقدار $[D^{t+1}(X_o^t, Y_o^t)]^{-1}$ معکوس فاصله واحد تصمیم‌گیری O با مختصات زمان t نسبت به مرز کارایی زمان $t+1$ محاسبه می‌شود، که برای محاسبه شاخص بهره‌وری مالم کوئیس در ورودی محور لازم است. مدل برنامه‌ریزی خطی (3-3)

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & F \\ \text{S.t.} \quad & \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij}^{t+1} \leq x_{io}^t, \quad i=1,2,\dots,m \\ & \sum_{j=1}^n a_{rj} y_{rj}^{t+1} \geq F y_{ro}^t, \quad r=1,2,\dots,s \\ & x_j \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n \end{aligned}$$

چهارمدل برنامه‌ریزی خطی معرفی شده باید برای تمام بنگاه‌ها جداگانه حل شود. با توجه به مدل‌های عنوان شده برای T دوره زمانی و n بنگاه باید $n(3T-2)$ مدل برنامه‌ریزی خطی حل شود. در این تحقیق 204 مسأله برنامه‌ریزی خطی باید حل شود.

تمام مدل‌های بالا با فرض بازده ثابت به مقیاس حل شده که در آن می‌توان فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) را جایگزین نمود. در این صورت کارایی فنی (به شرط CRS) به کارایی مدیریت و کارایی مقیاس (با شرط VRS) بسط داده می‌شود. بدین منظور محدودیت $\sum_{j=1}^n a_j = 1$ را نیز اضافه می‌نمائیم. یعنی محاسبه توابع مسافت با شرط فن‌آوری بازده متغیر نسبت به مقیاس صورت می‌پذیرد (تجزیه FGZ).

نتایج شاخص مالم کوئیسست به صورت زیر تفسیر می‌شود.

$M_0 > 1$ ، افزایش بهره‌وری را نشان می‌دهد.

$M_0 < 1$ ، کاهش بهره‌وری را نشان می‌دهد.

$M_0 = 1$ ، نشان می‌دهد که هیچ تغییری در بهره‌وری برای زمانهای t و $t+1$ رخ نداده است.

در حالتی که شاخص بهره‌وری کل پیشرفت را نشان می‌دهد، بهترین حالت زمانی است که هم مرز فن‌آوری تغییرات مثبتی را نشان می‌دهد و هم تغییرات کارایی مثبت است و بدترین حالت زمانی است که هم مرز فن‌آوری تغییر منفی داشته و هم تغییرات کارایی منفی است، که در نتیجه آن شاخص پیشرفت را نشان می‌دهد.

3-6- تحلیل پنجره ای

تکنیک پنجره ای برای اولین بار توسط چارلز تحت عنوان تحلیل پنجره ای معرفی شد. در تحلیل

پنجره ای عملکرد هر DMU در طول زمان به گونه ای ارزیابی می شود که گویی در هر دوره زمانی دارای هویت متفاوتی می باشد. این روش کمک می کند که عملکرد هر واحد یا DMU را در طول زمان ردیابی کنیم. اگر یک DMU برخلاف پنجره ای که در آن واقع شده است کارا باشد، احتمال دارد که در مقایسه با DMU های همتراز خود کاملاً کارا در نظر گرفته شود.

روش تحلیل پنجره ای این امکان را به ما می دهد که بین کارایی فنی خالص، کارایی فنی و کارایی مقیاس تمایز قائل شویم. از طرف دیگر این روش برای اندازه نمونه های کوچک از آنجایی که باعث ایجاد درجه آزادی بزرگتری برای نمونه می شود بسیار مناسب می باشد.

در مورد تعریف و اندازه پنجره هیچ نوع تئوری یا منطقی اساسی وجود ندارد. دراکثر پژوهش هایی که در این زمینه انجام گرفته است از پنجره سه ساله استفاده شده است. در پژوهش حاضر نیز از پنجره سه ساله استفاده می شود که در ضمن با کار اصلی چارنز نیز هماهنگ می باشد. برای تشریح مطلب مثال زیر را مشاهده کنید. (منگ 2014).

برای مثال پنجره 1 شامل سالهای 1374، 1375، 1376 می باشد. و در پنجره 2 سال 1374 حذف می شود و سال 1377 اضافه می شود و به همین ترتیب در پنجره 3 سالهای 1376، 1377، 1378 ارزیابی می شوند، که این تحلیل تا آخرین پنجره ادامه می یابد. از آن جایی که تحلیل پنجره ای یک DMU را در هر سال با هویتی متفاوت ارزیابی می کند، یک پنجره 3 ساله با 6 واحد تصمیم گیری (DMU) معادل با 18 واحد تصمیم گیری می باشد.

برای مدل سازی، 6 تا DMU را در نظر می گیریم (6 و... و 1) که در 12 دوره (12 و... و 1) $t=1$ مشاهده می شوند و همگی دارای 2 ورودی و 2 خروجی می باشند. در نتیجه 12×6 مشاهده داریم و هر مشاهده n در دوره t ، DMU_t^n یک بردار ورودی دو بعدی $X_t^n = (X_1^n, X_2^n, \dots, X_{12}^n)'$ و یک بردار خروجی دو بعدی $Y_t^n = (Y_1^n, Y_2^n, \dots, Y_{st}^n)'$ دارد. پنجره ای که در زمان K ، $1 \leq K \leq 12$ و با پهنای 3، $1 \leq W \leq 12-K$ شروع می شود به K_w اشاره دارد و دارای 6×3 مشاهده می باشد.

ماتریس ورودی برای این تحلیل پنجره به صورت :

$$X_{kw} = (X_k^1, X_k^2, \dots, X_k^N, X_{k+1}^1, X_{k+1}^2, \dots, X_{k+1}^N, X_{k+w}^1, X_{k+w}^2, \dots, X_{k+w}^N) \quad (3-6) \text{ فرمول}$$

و ماتریس خروجی آن به صورت زیر می باشد:

$$Y_k Y_{kw} = (Y_k^1, Y_k^2, \dots, Y_k^N, Y_{k+1}^1, Y_{k+1}^2, \dots, Y_{k+1}^N, Y_{k+w}^1, Y_{k+w}^2, \dots, Y_{k+w}^N) \quad (3-7) \text{ فرمول}$$

مساله پنجره DEA ورودی محور برای DMU_t' تحت مفروضات بازده به مقیاس ثابت به شرح زیر است:

مدل برنامه ریزی خطی (3-4)

$$\begin{aligned} \min \theta &= \theta'_{Kw t} \\ \text{s.t. } \theta, \lambda \\ -XKw\lambda + \theta X_t' &\geq 0 \\ YKw\lambda - Y_t' &\geq 0 \\ \lambda_n &\geq 0 \quad (n=1, \dots, N \times W) \end{aligned}$$

این مدل شامل 10 پنجره به صورت زیر می باشد.

جدول 2-3 تحلیل پنجره ای

| | |
|----------------|----------|
| 1376 1375 1374 | پنجره 1 |
| 1377 1376 1375 | پنجره 2 |
| 1378 1377 1376 | پنجره 3 |
| 1379 1378 1377 | پنجره 4 |
| 1380 1379 1378 | پنجره 5 |
| 1381 1380 1379 | پنجره 6 |
| 1382 1381 1380 | پنجره 7 |
| 1383 1382 1381 | پنجره 8 |
| 1384 1383 1382 | پنجره 9 |
| 1385 1384 1383 | پنجره 10 |

7-3 انتخاب نرم افزار برای حل

نرم افزارهای متفاوتی جهت حل مدل های DEA ارائه شده است، که می توان از نرم افزارهای GAMS, WINQSB, DEAP, EMS, IDEAS, WARWICK-DEA نام برد. که در این تحقیق از

DEAP و EXCEL استفاده شده است.

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل داده ها

4-1- مقدمه

در این فصل با توجه به متدولوژی ارائه شده در فصل قبل به اندازه‌گیری شاخص مال‌کوئیست و تغییرات کارایی و بررسی روند کارایی شرکت ارکان لوله همدان بر اساس داده‌های سال‌های 1374 الی 1385 با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و نرم‌افزار DEAP پرداخته شده است.

4-2- تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها

در این پژوهش از داده‌های صورت‌های مالی و دیگر اطلاعات موجود در طی دوره 1374 تا 1385 استفاده می‌شود. پس از مشورت و نظر سنجی از خبرگان و متخصصین رویکرد واسطه‌ای ورودی‌ها شامل x_1 , x_2 و x_3 (هزینه نیروی انسانی و موجودی خالص سرمایه، منابع انسانی، هزینه نیروی انسانی...) و دارایی‌های ثابت (زمین، ساختمان، تجهیزات و...) می‌باشد و خروجی‌ها شامل y_1 , y_2 به ترتیب میانگین ارزش افزوده به شرکت و میانگین ارزش تخمین زده شده طرح‌های واحد کل انتخاب شده است.

جدول 1-4: داده های واحد تولید

| خروجی 2 | خروجی 1 | ورودی 3 | ورودی 2 | ورودی 1 | سال |
|-----------------------------|---|-------------|--------------------|--------------------|------|
| میانگین ارزش افزوده به شرکت | میانگین ارزش تخمین زده شده طرح های واحد | تعداد پرسنل | موجودی خالص سرمایه | هزینه نیروی انسانی | |
| 630.816 | 1.117.667 | 11 | 735.361 | 558.442 | 1374 |
| 890.200 | 3.100.000 | 11 | 840.000 | 12.730.340 | 1375 |
| 1.053.017 | 5.130.100 | 14 | 890.570 | 14.640.000 | 1376 |
| 1.363.000 | 13.900.000 | 18 | 970.520 | 18.200.350 | 1377 |
| 039.053.2 | 18.700.000 | 21 | 1.230.190 | 25.730.000 | 1378 |
| 1.817.372 | 23.114.703 | 21 | 1.536.048 | 37.157.921 | 1379 |
| 1.872.089 | 32.887.198 | 25 | 1.672.614 | 45.043.361 | 1380 |
| 3.178.575 | 61.519.406 | 28 | 1.904.399 | 69.994.837 | 1381 |
| 4.398.668 | 104.246.511 | 30 | 2.142.701 | 98.858.730 | 1382 |
| 230.689.7 | 148.897.398 | 34 | 13.137.482 | 118.634.017 | 1383 |
| 9.936.198 | 118.628.248 | 37 | 13.172.904 | 149.283.843 | 1384 |
| 12.888.000 | 160.242.922 | 40 | 13.108.342 | 199.831.843 | 1385 |

جدول 2-4: داده های واحد تامین داخل

| خروجی 2 | خروجی 1 | ورودی 3 | ورودی 2 | ورودی 1 | سال |
|-----------------------------|---|-------------|--------------------|--------------------|------|
| میانگین ارزش افزوده به شرکت | میانگین ارزش تخمین زده شده طرح های واحد | تعداد پرسنل | موجودی خالص سرمایه | هزینه نیروی انسانی | |
| 550.986 | 1.564.808 | 1 | 1.056.601 | 8.615.098 | 1374 |
| 790.360 | 2.790.000 | 1 | 1.302.710 | 17.300.000 | 1375 |
| 1.878.467 | 4.176.050 | 1 | 1.605.870 | 25.991.382 | 1376 |
| 1.440.244 | 9.938.103 | 1 | 920.807 | 18.405.506 | 1377 |
| 1.571.816 | 13.397.554 | 1 | 875.366 | 22.142.954 | 1378 |
| 1.638.593 | 2.915.048 | 1 | 1.771.364 | 50.573.434 | 1379 |
| 1.272.555 | 19.890.775 | 3 | 1.089.018 | 30.563.273 | 1380 |
| 4.018.501 | 34.738.878 | 3 | 1.251.517 | 58.754.236 | 1381 |
| 4.195.194 | 38.341.662 | 3 | 1.380.652 | 65.791.669 | 1382 |
| 6.124.476 | 47.622.374 | 4 | 1.730.063 | 74.601.071 | 1383 |
| 8.098.707 | 64.880.880 | 4 | 17.384.938 | 77.057.550 | 1384 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|---|-----------------------------|
| 1385 | 198.361.867 | 19.491.000 | 4 | 159.779.000 | 16.343.000 |
| جدول 3-4: داده‌های واحد فنی و مهندسی | | | | | |
| ورودی 1 | | ورودی 2 | | خروجی 1 | |
| سال | هزینه نیروی انسانی | موجودی خالص سرمایه | تعداد پرسنل | میانگین ارزش تخمین زده شده طرح‌های واحد | میانگین ارزش افزوده به شرکت |
| 1374 | 1.278.223 | 131.774 | 1 | 30.020 | 151.933 |
| 1375 | 1.670.200 | 150.200 | 1 | 38.900 | 183.700 |
| 1376 | 2.114.131 | 187.928 | 2 | 47.245 | 213.403 |
| 1377 | 2.684.010 | 184.785 | 2 | 45.318 | 274.876 |
| 1378 | 4.044.511 | 303.392 | 2 | 41.588 | 456.240 |
| 1379 | 6.937.915 | 537.389 | 2 | 5.311.603 | 671.008 |
| 1380 | 11.667.447 | 802.855 | 3 | 9.249.712 | 826.152 |
| 1381 | 17.122.044 | 908.892 | 3 | 11.330.915 | 1.128.151 |
| 1382 | 24.136.434 | 941.904 | 3 | 16.360.668 | 986.025 |
| 1383 | 31.690.934 | 1.077.774 | 3 | 30.580.525 | 1.613.609 |
| 1384 | 37.754.600 | 1.210.860 | 3 | 45.732.300 | 2.159.732 |
| 1385 | 46.493.740 | 1.233.837 | 3 | 35.075.755 | 2.386.000 |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|---|-----------------------------|
| جدول 4-4: داده‌های واحد تضمین کیفیت | | | | | |
| ورودی 1 | | ورودی 2 | | خروجی 1 | |
| سال | هزینه نیروی انسانی | موجودی خالص سرمایه | تعداد پرسنل | میانگین ارزش تخمین زده شده طرح‌های واحد | میانگین ارزش افزوده به شرکت |
| 1374 | 20.170.027 | 1.679.785 | 1 | 13.285.083 | 1.688.193 |
| 1375 | 24.250.000 | 1.930.700 | 1 | 170.340.000 | 2.010.120 |
| 1376 | 28.397.389 | 2.238.786 | 1 | 21.688.955 | 2.420.038 |
| 1377 | 36.028.327 | 2.543.718 | 1 | 26.452.220 | 066.975.3 |
| 1378 | 46.564.532 | 2.777.351 | 2 | 34.013.151 | 4.012.887 |
| 1379 | 74.256.933 | 3.227.772 | 2 | 46.141.158 | 2.807.028 |
| 1380 | 89.878.714 | 3.126.889 | 2 | 58.083.299 | 3.570.266 |
| 1381 | 124.554.047 | 3.201.570 | 2 | 88.585.194 | 6.276.090 |
| 1382 | 152.799.342 | 3.196.188 | 3 | 126.735.605 | 9.588.435 |
| 1383 | 187.143.566 | 19.791.965 | 4 | 169.324.094 | 15.675.834 |

| | | | | | |
|------|-------------|------------|---|-------------|------------|
| 1384 | 227,312.003 | 19,891,328 | 4 | 166,240,728 | 13,455,111 |
| 1385 | 285,733,293 | 20,383,527 | 4 | 199,309,199 | 17,969,000 |

جدول 4-5: داده‌های واحد مالی

| خروجی 2 | خروجی 1 | ورودی 3 | ورودی 2 | ورودی 1 | سال |
|-----------------------------|---|-------------|--------------------|--------------------|------|
| میانگین ارزش افزوده به شرکت | میانگین ارزش تخمین زده شده طرح‌های واحد | تعداد پرسنل | موجودی خالص سرمایه | هزینه نیروی انسانی | سال |
| 749,890 | 662,777 | 2 | 797,916 | 10,600,446 | 1374 |
| 925,730 | 3,100,000 | 2 | 820,000 | 12,590,750 | 1375 |
| 1,119,360 | 8,989,557 | 2 | 844,659 | 14,383,773 | 1376 |
| 1,508,499 | 10,836,589 | 2 | 936,358 | 18,174,613 | 1377 |
| 1,851,581 | 15,182,436 | 3 | 1,075,337 | 23,655,032 | 1378 |
| 1,239,260 | 20,635,308 | 3 | 1,301,664 | 32,040,676 | 1379 |
| 2,055,623 | 29,445,974 | 3 | 1,479,293 | 42,847,778 | 1380 |
| 2,750,806 | 57,268,885 | 3 | 1,670,367 | 61,231,033 | 1381 |
| 3,598,022 | 79,381,662 | 4 | 1,951,767 | 76,138,731 | 1382 |
| 5,659,482 | 116,900,828 | 4 | 11,478,832 | 92,688,518 | 1383 |
| 8,038,553 | 102,909,800 | 5 | 11,682,481 | 114,370,390 | 1384 |
| 8,826,000 | 117,327,071 | 5 | 12,552,069 | 145,927,785 | 1385 |

جدول 4-6: داده‌های واحد بازرگانی

| خروجی 2 | خروجی 1 | ورودی 3 | ورودی 2 | ورودی 1 | سال |
|-----------------------------|---|-------------|--------------------|--------------------|------|
| میانگین ارزش افزوده به شرکت | میانگین ارزش تخمین زده شده طرح‌های واحد | تعداد پرسنل | موجودی خالص سرمایه | هزینه نیروی انسانی | سال |
| 654,804 | 1,008,491 | 2 | 551,063 | 8,516,800 | 1374 |
| 950,000 | 3,720,000 | 2 | 620,310 | 12,595,000 | 1375 |
| 889,378 | 6,687,956 | 2 | 671,743 | 12,541,176 | 1376 |
| 1,129,528 | 8,888,255 | 2 | 831,921 | 17,609,810 | 1377 |
| 1,536,823 | 12,310,820 | 2 | 1,028,083 | 21,516,597 | 1378 |
| 1,119,271 | 17,807,427 | 2 | 1,171,941 | 26,236,139 | 1379 |
| 1,575,253 | 22,151,716 | 3 | 1,265,707 | 33,806,009 | 1380 |
| 2,548,885 | 49,125,845 | 4 | 1,356,154 | 49,518,696 | 1381 |
| 3,237,114 | 54,462,750 | 4 | 1,296,421 | 56,738,783 | 1382 |
| 4,401,392 | 80,610,103 | 4 | 8,180,594 | 72,849,804 | 1383 |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|---|-----------------------------|
| 1384 | 93.845.443 | 8.071.336 | 6 | 76.402.143 | 5.909.919 |
| 1385 | 145.927.785 | 8.745.077 | 6 | 131.026.407 | 8.826.000 |
| جدول 4-7: داده‌های واحد مهندسی فروش | | | | | |
| | ورودی 1 | ورودی 2 | ورودی 3 | خروجی 1 | خروجی 2 |
| سال | هزینه نیروی انسانی | موجودی خالص سرمایه | تعداد پرسنل | میانگین ارزش تخمین زده شده طرح‌های واحد | میانگین ارزش افزوده به شرکت |
| 1374 | 59.739.036 | 4.952.500 | 1 | 17.668.846 | 4.426.622 |
| 1375 | 81.136.290 | 5.663.920 | 1 | 30.089.620 | 5.750.110 |
| 1376 | 98.067.851 | 6.439.556 | 1 | 46.719.863 | 7.573.663 |
| 1377 | 111.102.616 | 6.388.109 | 1 | 70.060.485 | 8.783.122 |
| 1378 | 143.653.626 | 7.289.719 | 1 | 93.645.549 | 11.468.400 |
| 1379 | 227.203.018 | 9.546.178 | 1 | 145.925.247 | 9.292.532 |
| 1380 | 253.806.582 | 9.436.376 | 1 | 171.708.674 | 11.171.938 |
| 1381 | 381.174.893 | 10.292.899 | 2 | 302.569.123 | 19.901.008 |
| 1382 | 474.463.689 | 10.909.633 | 2 | 419.528.858 | 26.003.458 |
| 1383 | 577.607.910 | 55.396.710 | 2 | 593.935.322 | 40.705.482 |
| 1384 | 699.623.829 | 71.413.847 | 2 | 574.794.099 | 47.598.220 |
| 1385 | 1.022.276.313 | 75.513.852 | 3 | 802.760.354 | 67.238.000 |

4-3- بررسی نتایج حاصل از حل مدل‌ها

شاخص بهره‌وری مالم کوئیست

در حقیقت این تحقیق با تجزیه‌های شاخص بهره‌وری مالم کوئیست، به دنبال بیان تأثیر منابع مختلف موثر در تغییر بهره‌وری می‌باشد. با این شاخص می‌توان تشخیص داد که کاهش یکسان از بهره‌وری در واحدهای مختلف نشان‌دهنده دلیل مشترک نبوده و ممکن است برای هر واحد علت خاصی داشته باشد. ممکن است یکی به دلیل عدم ارزش افزوده و دیگری کاهش حجم فعالیتها و محدود بودن مقیاس تولید باشد.

نتایج اندازه گیری شاخص مالم کوئیست شرکت ارکان لوله همدان دوره 1374 تا 1385 به طور

خلاصه در جدول 8-4 آمده است.

جدول 4-8 میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیست واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 به تفکیک هر واحد

| تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH) | تغییرات کارایی مقیاس (SECH) | تغییرات کارایی مدیریت (PECH) | تحولات تکنولوژیکی (TECHCH) | تغییرات کارایی فنی کل (EFFCH) | بانک |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 1.089 | 0.999 | 1.026 | 1.062 | 1.026 | تولید |
| 1.070 | 1.000 | 1.000 | 1.070 | 1.000 | تامین داخل |
| 1.105 | 1.014 | 1.031 | 1.057 | 1.045 | مهندسی فنی |
| 0.990 | 1.000 | 1.000 | 0.990 | 1.000 | تضمین کیفیت |
| 1.046 | 0.989 | 1.000 | 1.057 | 0.989 | مالی |
| 1.080 | 1.006 | 1.006 | 1.067 | 1.013 | بازرگانی |
| 1.063 | 1.001 | 1.011 | 1.050 | 1.012 | مهندسی فروش |

چنانچه می‌دانیم روابط میان تغییرات کارایی فنی کل (EFFCH)، تحولات تکنولوژیکی (TECHCH)،

تغییرات کارایی مدیریت (PECH)، تغییرات کارایی مقیاس (SECH)، تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH) به صورت زیر است.

تحولات تکنولوژیکی \times تغییرات کارایی فنی کل = تغییرات بهره‌وری کل عوامل

تغییرات کارایی مقیاس \times تغییرات کارایی مدیریت = تغییرات کارایی فنی کل

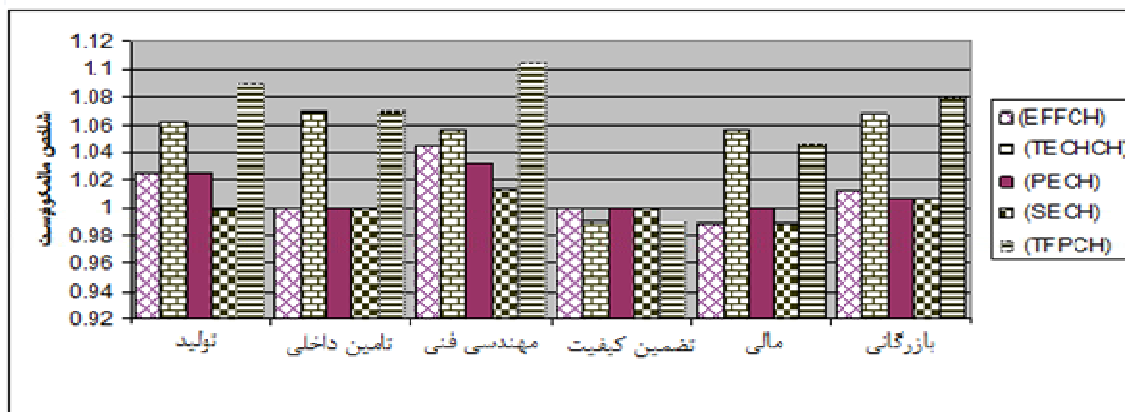
تغییرات کارایی مدیریت \times تحولات تکنولوژیکی \times تغییرات کارایی مقیاس = تغییرات بهره‌وری کل عوامل

زمانی که تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (شاخص مالم کوئیست) بزرگتر از یک باشد بر افزایش بهره‌وری و بهبود عملکرد و اگر کوچکتر از یک باشد بر کاهش بهره‌وری و بدتر شدن عملکرد در طی زمان اشاره دارد. همچنین زمانی که شاخص مالم کوئیست برابر با یک باشد نشان می‌دهد که طی دوره مورد بررسی تغییری در بهره‌وری به وجود نیامده است.

با توجه به مقادیر شاخص مالم کوئیست در جدول بالا تنها عملکرد بانک تضمین کیفیت (0.990) در طی

دوره مذکور بدتر شده است و عملکرد سایر واحدها بهبود یافته است. در میان واحدها، مهندسی فنی بیشترین (1.105) بهبود بهره‌وری در طی دوره مورد بررسی داشته است. علت کاهش بهره‌وری واحد تضمین کیفیت پسرفت (عقب ماندگی) تکنولوژیکی بوده است و همچنین در موارد دیگر تغییری در بهره‌وری به وجود نیامده است.

نمودار (1-4) مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیست واحدها را به تفکیک نشان می‌دهد.



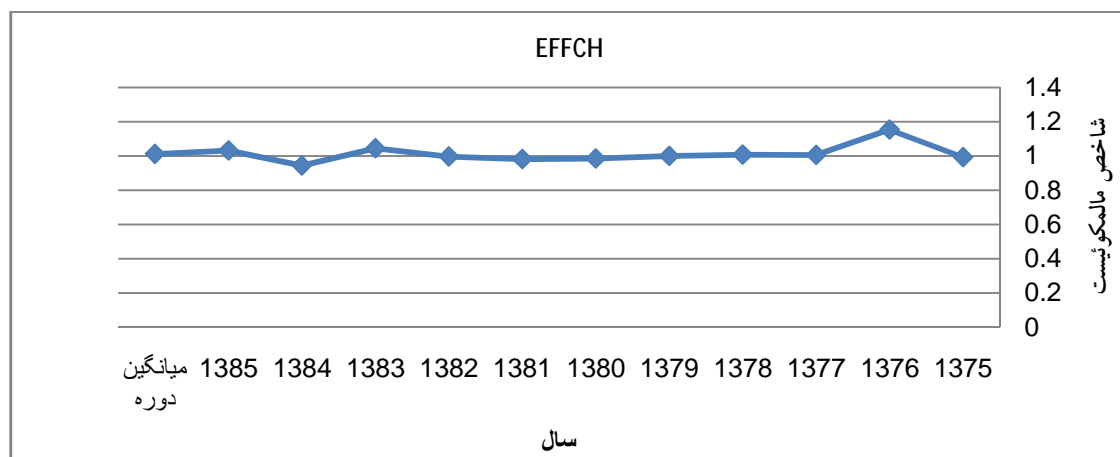
نمودار 1-4 میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیست واحدهای مختلف

جدول 4-9 میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیست واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 به تفکیک هر سال

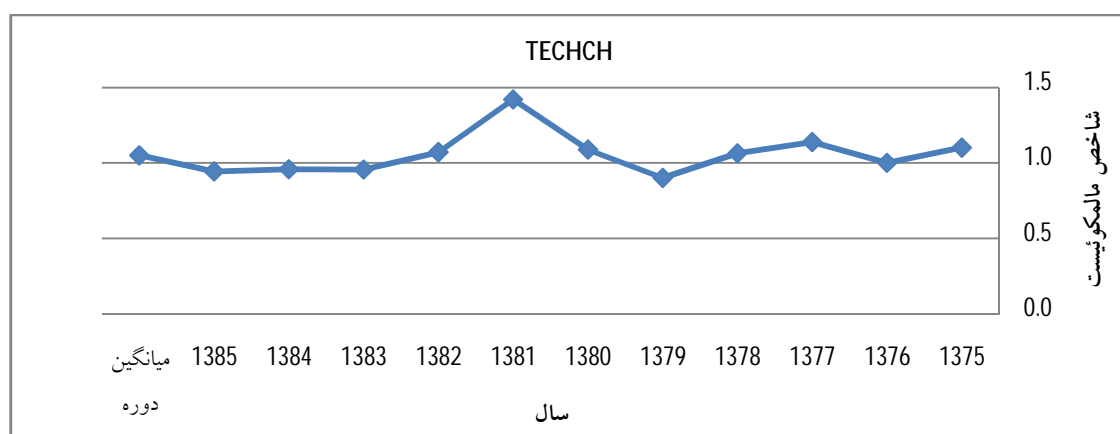
| سال | تغییرات کارایی فنی کل (EFFCH) | تحولات تکنولوژیکی (TECHCH) | تغییرات کارایی مدیریت (PECH) | تغییرات کارایی مقیاس (SECH) | تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH) |
|------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| 1375 | 0.993 | 1.101 | 0.986 | 1.007 | 1.093 |
| 1376 | 1.154 | 1.000 | 1.135 | 1.017 | 1.153 |
| 1377 | 1.006 | 1.138 | 0.992 | 1.014 | 1.145 |
| 1378 | 1.008 | 1.064 | 1.004 | 1.004 | 1.073 |
| 1379 | 1.000 | 0.900 | 1.014 | 0.986 | 0.900 |
| 1380 | 0.985 | 1.088 | 0.999 | 0.985 | 1.071 |
| 1381 | 0.982 | 1.421 | 1.005 | 0.977 | 1.395 |
| 1382 | 0.997 | 1.071 | 1.000 | 0.996 | 1.067 |
| 1383 | 1.045 | 0.955 | 0.994 | 1.051 | 0.998 |
| 1384 | 0.944 | 0.957 | 0.995 | 0.949 | 0.904 |

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| 0.973 | 1.033 | 0.999 | 0.943 | 1.032 | 1385 |
| 1.063 | 1.001 | 1.011 | 1.050 | 1.012 | میانگین دوره |

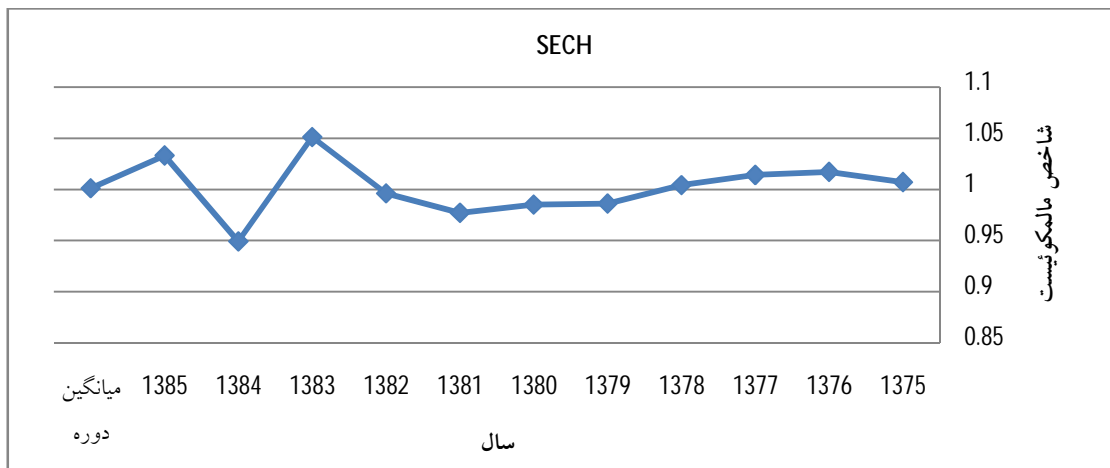
جدول 4-9 میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیست واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 به تفکیک هر سال نشان می‌دهد. در سال 1379 عملکرد واحد های مختلف بدتر شده است و علت کاهش بهره‌وری پسرفت (عقب ماندگی) تکنولوژیکی و محدود بودن مقیاس تولید بوده است. همچنین از سال 1383 به بعد واحد های مختلف با کاهش بهره‌وری مواجه بوده است. از مهمترین دلایل آن پسرفت (عقب ماندگی) تکنولوژیکی و کارایی مدیریت بوده است.



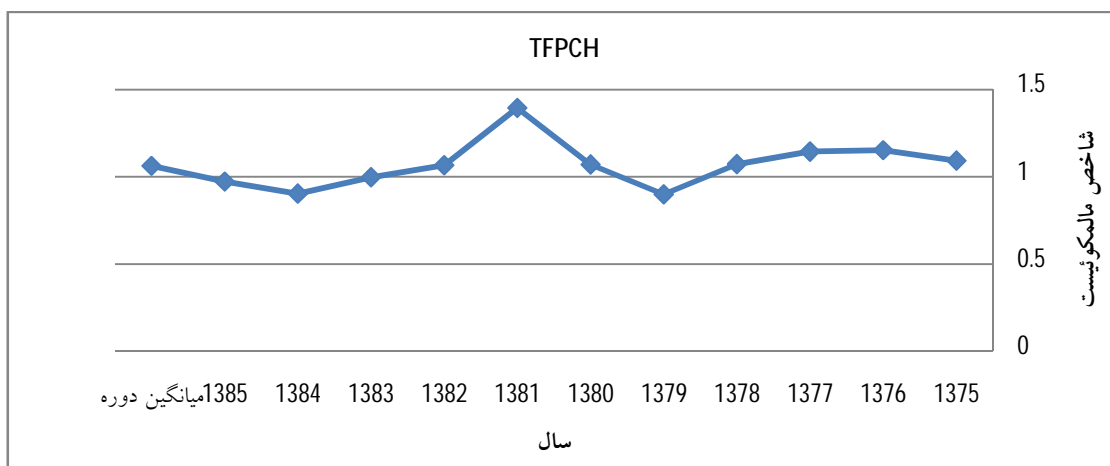
نمودار 4-2 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات کارایی فنی واحدهای مختلف در دوره 1374-1385



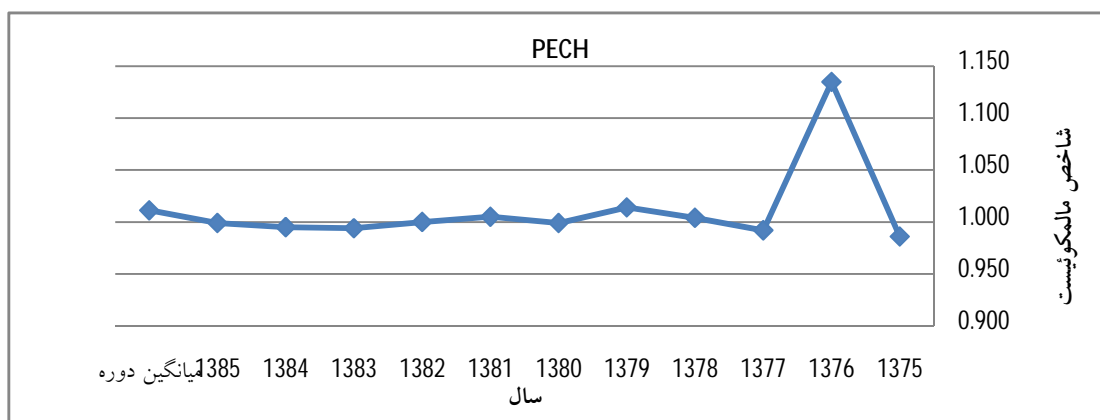
نمودار 4-3 خلاصه میانگین مقادیر تحولات تکنولوژیکی واحدهای مختلف در دوره 1374-1385



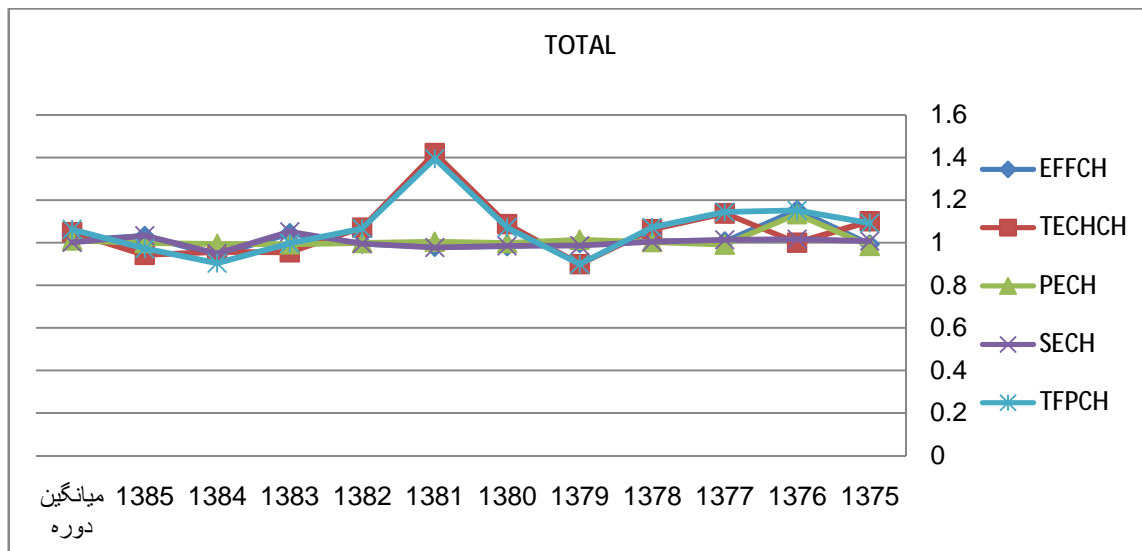
نمودار 4-4 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات کارایی مقیاس واحد های مختلف در دوره 1374-1385



نمودار 4-5 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات بهره وری کل عوامل تولید واحد های مختلف در دوره 1374-1385



نمودار 4-6 خلاصه میانگین مقادیر تغییرات کارایی مدیریت واحدهای مختلف در دوره 1374-1385



نمودار 4-7 خلاصه میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیست واحدهای مختلف در دوره 1374-1385 به تفکیک هر سال

همان طور که نمودارهای (4-2) الی (4-7) نشان می‌دهند، بیشترین نوسان تغییرات بهره‌وری مربوط به تحولات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی مقیاس می‌باشد. ولی میانگین مقادیر شاخص بهره‌وری مالم کوئیست واحدهای مختلف در دوره مذکور 1.063 می‌باشد که گویای بهبود عملکرد واحدهای مختلف می‌باشد.

روش تحلیل پنجره‌ای این امکان را می‌دهد که بین کارایی فنی خالص (کارایی مدیریت)، کارایی فنی و کارایی مقیاس تمایز قائل شد همچنین این روش کمک می‌کند که عملکرد هر واحد یا DMU را در طول زمان ردیابی کنیم. نتایج حاصل از مدل تحلیل پنجره‌ای با پهنای پنجره سه ساله به صورت زیر می‌باشد.

4-4- رتبه بندی واحدهای مختلف

همانطور که در زیر مشاهده می‌شود واحد های مختلف بر اساس سه نوع کارایی (کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس) رتبه‌بندی شده اند. نمرات کارایی مذکور میانگین نمرات کارایی هر واحد در طی دوره 1374 تا 1385 می‌باشد.

جدول 4-10 رتبه‌بندی واحدها بر اساس کارایی فنی

| رتبه | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------|-------|-------------|------------|-------------|-------|----------|
| واحدها | تولید | تامین داخلی | مهندسی فنی | تضمین کیفیت | مالی | بازرگانی |
| کارایی فنی | 0.947 | 0.925 | 0.822 | 0.818 | 0.812 | 0.810 |

همان طور که در جدول (4-10) مشاهده می شود واحد تولید با نمره 0.947 از نظر کارایی فنی در رتبه اول و بازرگانی با نمره 0.81 در رتبه آخر قرار گرفته است. البته نمرات کارایی فنی واحد تامین داخلی با نمرات دیگر واحدها دارای اختلاف فاحشی می باشد.

جدول 4-11 رتبه بندی واحدها بر اساس کارایی فنی خالص

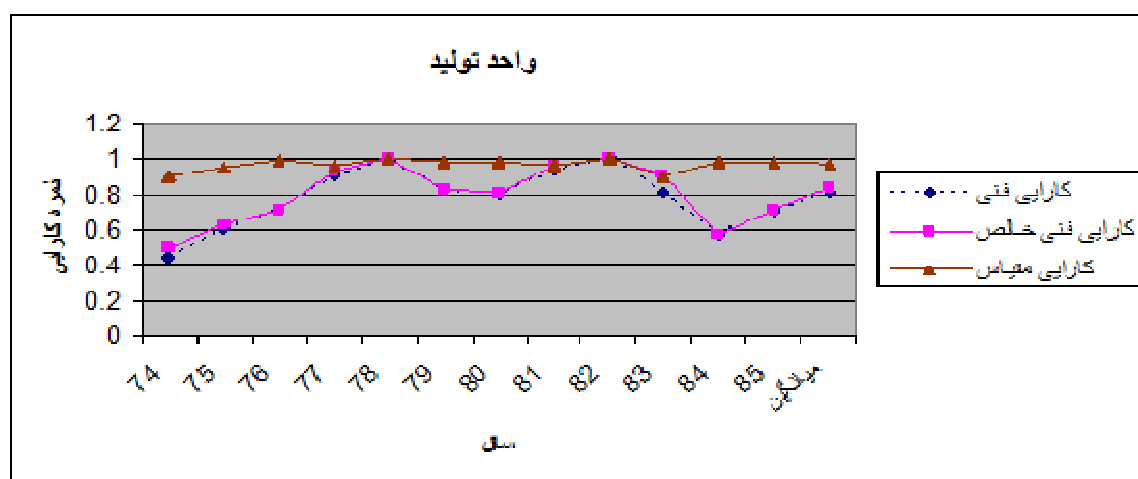
| رتبه | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|-------|-------|----------|------------|-------------|-------------|
| واحدها | تولید | مالی | بازرگانی | مهندسی فنی | تامین داخلی | تضمین کیفیت |
| کارایی فنی خالص | 0.984 | 0.965 | 0.953 | 0.861 | 0.848 | 0.837 |

همان طور که در جدول (4-11) مشاهده می شود واحد تولید با نمره 0.984 از نظر کارایی فنی خالص (کارایی مدیریت) در رتبه اول و واحد تضمین کیفیت با نمره 0.837 در رتبه آخر قرار گرفته است.

جدول 4-12 رتبه‌بندی واحدها بر اساس کارایی مقیاس

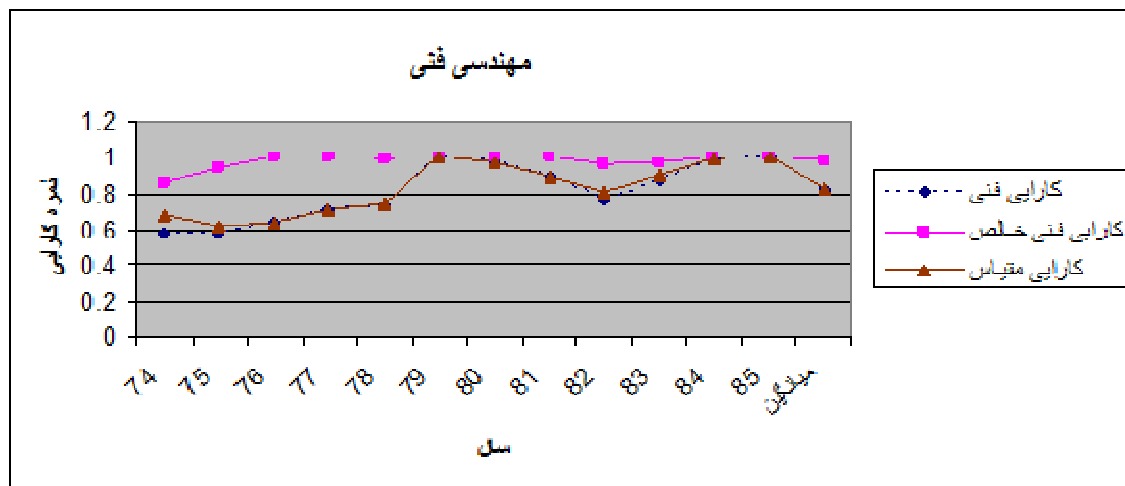
| رتبه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|--------|-------|-------------|------------|----------|-------------|------|
| واحدها | تولید | تضمین کیفیت | مهندسی فنی | بازرگانی | تامین داخلی | مالی |
| مقیاس | 0.993 | 0.985 | 0.97 | 0.96 | 0.956 | 0.83 |

همان طور که در جدول (4-12) مشاهده می‌شود واحد تولید با نمره 0.993 از نظر کارایی مقیاس در رتبه اول و واحد مالی با نمره 0.83 در رتبه آخر قرار گرفته است. البته نمرات کارایی مقیاس تمامی واحد نزدیک به هم می‌باشد.



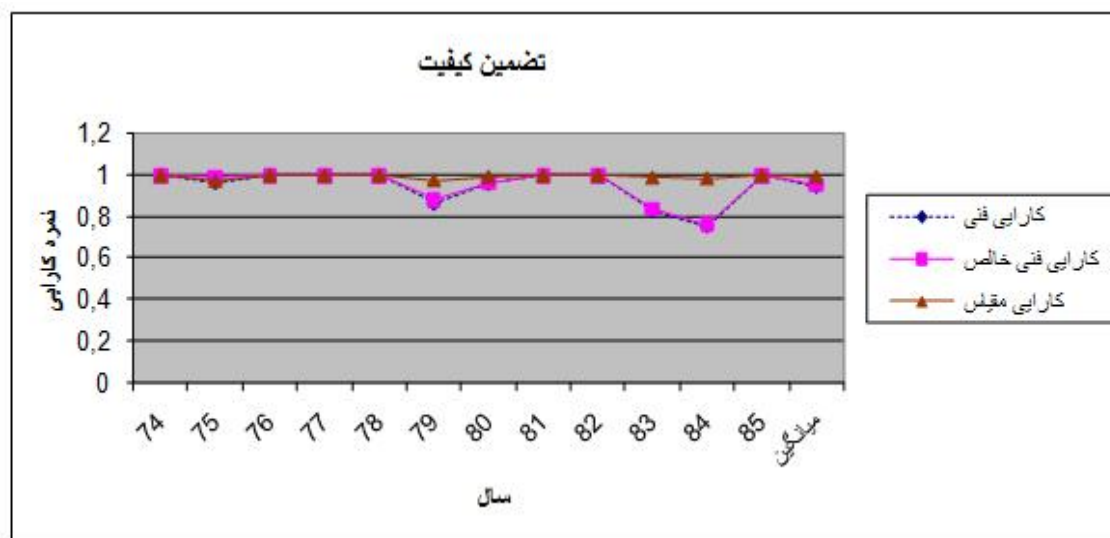
نمودار 4-8 تغییرات کارایی واحد تولید

در نمودار 4-8 مقدار کلی تغییرات واحد تولیدی را ارزیابی نموده ایم و اعلام می‌داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی می‌گردد. در این نمودار به وضوح اختلاف بین این دو کارایی فنی را با کارایی مقیاس و نزدیکی دو کارایی فنی را در واحد تولیدی نشان داده‌ایم.



نمودار 4-9 تغییرات کارایی واحد مهندسی فنی

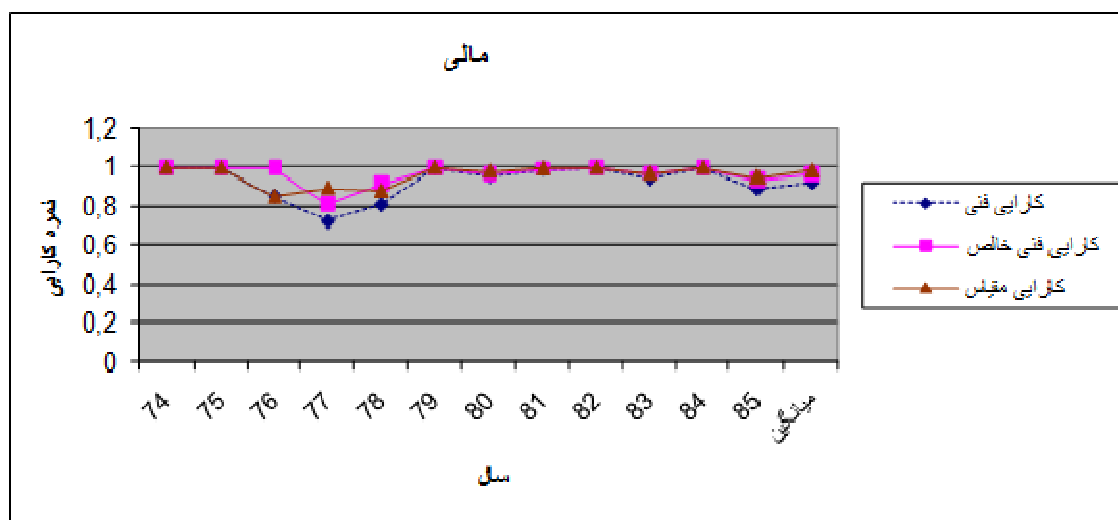
در نمودار 4-9 مقدار کلی تغییرات واحد مهندسی فنی را ارزیابی نموده ایم و اعلام می داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی می گردد. در این نمودار به وضوح اختلاف بین این دو کارایی فنی را با کارایی مقیاس و نزدیکی دو کارایی فنی را در واحد مهندسی فنی نشان داده ایم.



نمودار 4-10: تغییرات کارایی واحد تضمین کیفیت

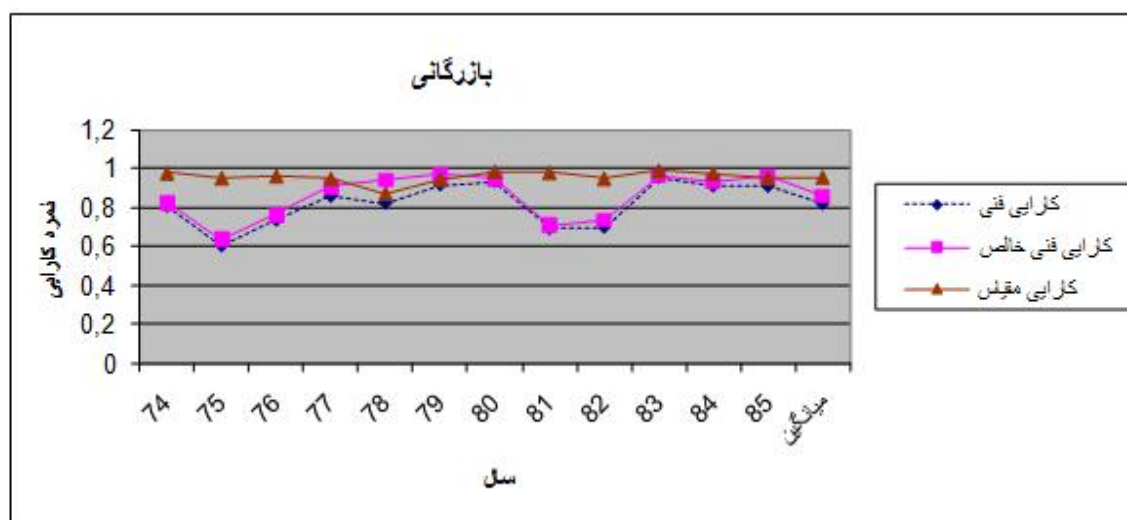
در نمودار 4-10 مقدار کلی تغییرات واحد تضمین کیفیت را ارزیابی نموده ایم و اعلام می داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی می گردد. در این نمودار

به وضوح اختلاف بین این دو کارایی فنی را با کارایی مقیاس و نزدیکی دو کارایی فنی را در واحد تضمین کیفیت نشان داده‌ایم.



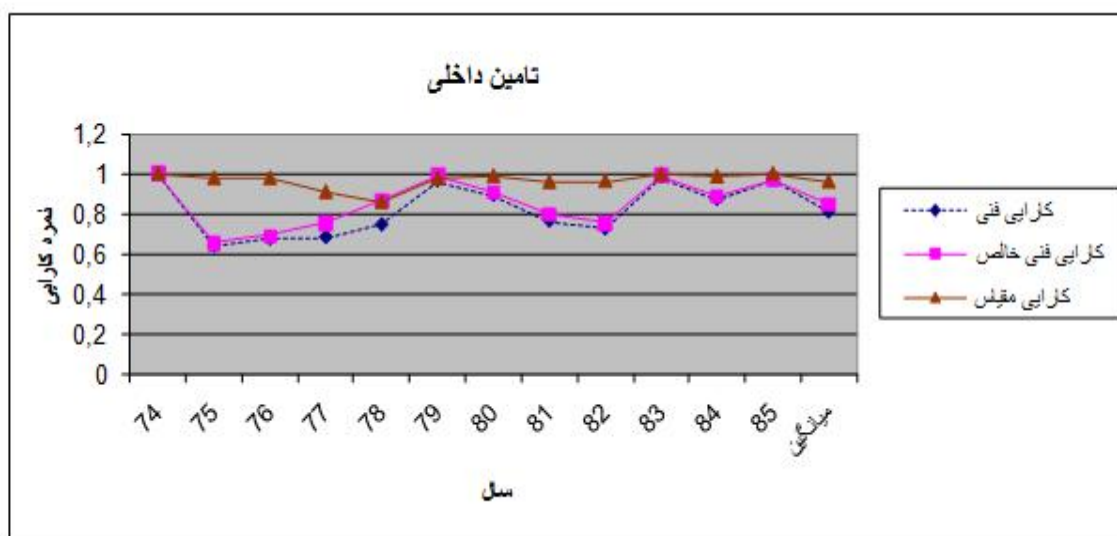
نمودار 4-11: تغییرات کارایی واحد مالی

در نمودار 4-11 مقدار کلی تغییرات واحد مالی را ارزیابی نموده ایم و اعلام می داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی می‌گردد. در این نمودار به وضوح اختلاف بین این دو کارایی فنی را با کارایی مقیاس و نزدیکی دو کارایی فنی را در واحد مالی نشان داده‌ایم.



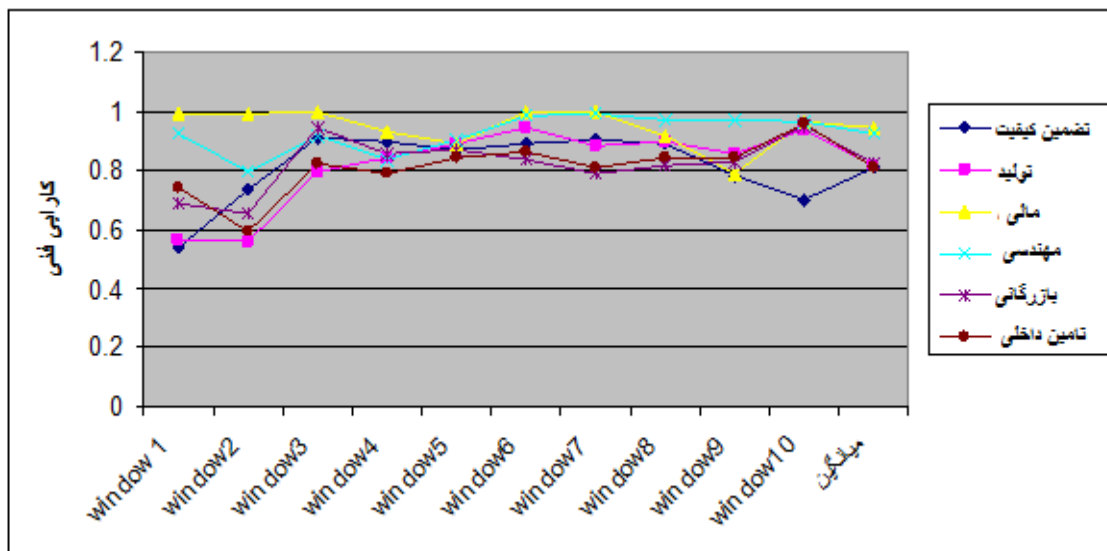
نمودار 4-12: تغییرات واحد بازرگانی

در نمودار 4-12 مقدار کلی تغییرات واحد بازرگانی را ارزیابی نموده ایم و اعلام می داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی میگردد. در این نمودار به وضوح اختلاف بین این دو کارایی فنی را با کارایی مقیاس و نزدیکی دو کارایی فنی را در واحد بازرگانی نشان داده ایم.



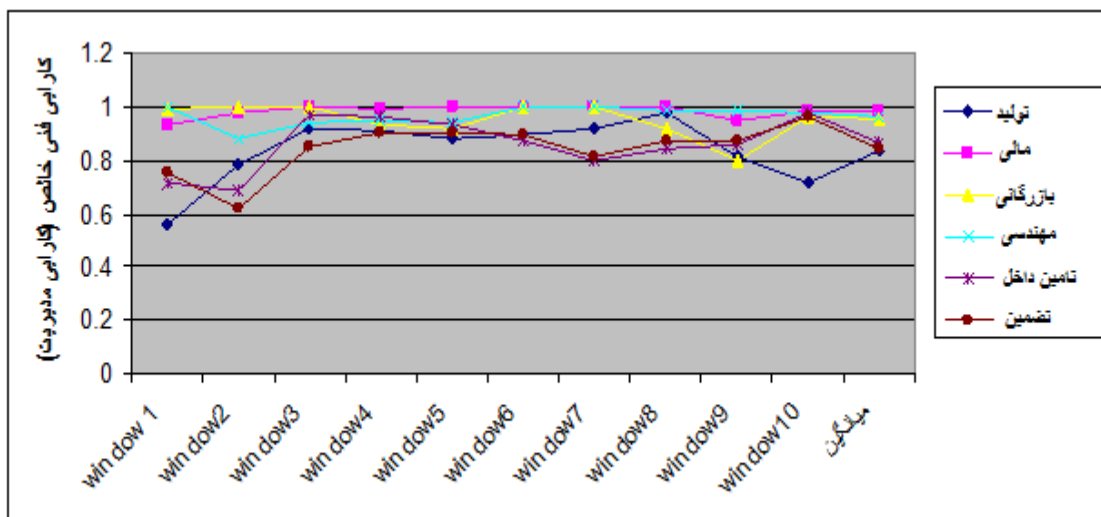
نمودار 4-13: تغییرات کارایی واحد تأمین داخلی

در نمودار 4-13 مقدار کلی تغییرات واحد تأمین داخلی را ارزیابی نموده ایم و اعلام می داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی میگردد. در این نمودار به وضوح اختلاف بین این دو کارایی فنی را با کارایی مقیاس و نزدیکی دو کارایی فنی را در واحد تأمین داخلی نشان داده ایم.



نمودار 4-14: تغییرات کارایی فنی واحدها به صورت پنجره ای

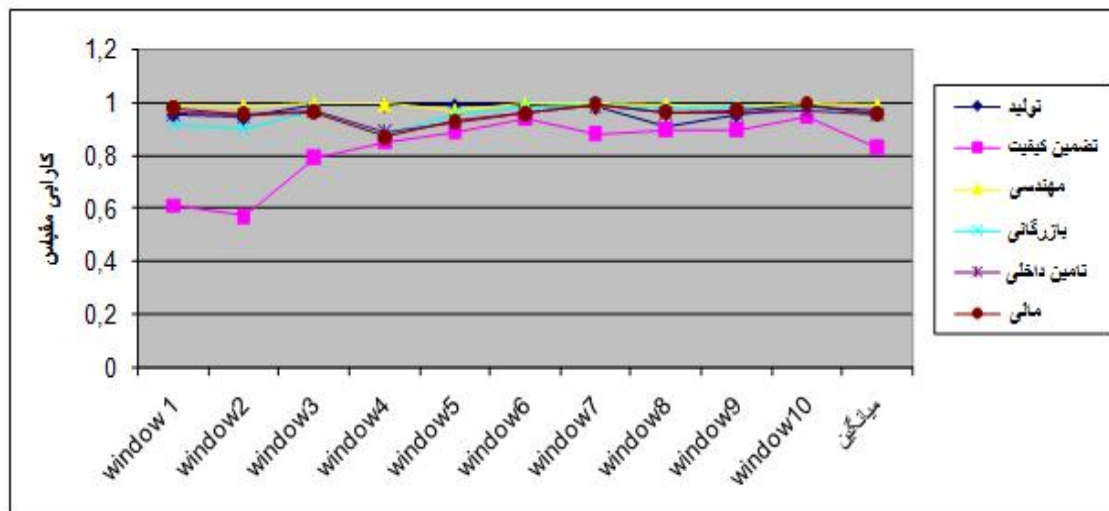
در نمودار 4-14 مقدار کلی کارایی فنی تغییرات تمامی واحدها را نسبت به هم ارزیابی نموده ایم و اعلام می‌داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی می‌گردد. با این نمودار واحد برتر از لحاظ کارایی مشخص می‌گردد.



نمودار 4-15: تغییرات کارایی فنی خالص واحدهای تجاری به صورت پنجره ای

در نمودار 4-15 مقدار کلی تغییرات کارایی فنی خالص تمامی واحدها را نسبت به هم با روش پنجره ای ارزیابی نموده ایم و اعلام می‌داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص

فنی به چه میزان ارزیابی می‌گردد. با این نمودار واحد برتر از لحاظ کارایی فنی خالص مشخص می‌گردد.



نمودار 4-16: تغییرات کارایی مقیاس واحد های تجاری به صورت پنجره ای

در نمودار 4-16 مقدار کلی تغییرات کارایی مقیاس تمامی واحدها را نسبت به هم با روش پنجره ای ارزیابی نموده‌ایم و اعلام می‌داریم که اختلاف بین دو منطقه کارایی فنی و کارایی خالص فنی به چه میزان ارزیابی می‌گردد. با این نمودار واحد برتر از لحاظ کارایی فنی خالص مشخص می‌گردد.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

5-1- نتیجه گیری

با توجه به اینکه صنعت لوله و فلزات کشور در حال عبور از بازار انحصاری (سیستم بازارهای دولتی) به بازار رقابتی (فعالیت موسسات خصوصی) می باشد، موضوع کارایی و بهره وری و ارزیابی عملکرد شرکت ها و واحدها از اهمیت خاصی برخوردار شده است.

روش های موجود ارزیابی عملکرد یک شرکت اکثرا تجربی بوده و قابلیت بکارگیری چندین ورودی و خروجی بطور همزمان در محاسبه کارایی را ندارند. بنابراین در این تحقیق از روش تحلیل پوششی داده ها که روشی ناپارامتریک و کارآمد در ارزیابی موسسات تولیدی و خدماتی می باشد، استفاده شده است.

میانگین کارایی فنی واحدهای بازرگانی، مالی، تضمین کیفیت، مهندسی فنی تقریبا 80% می باشد که نسبتا پایین می باشد. این واحدها می توانند با تخصیص بهینه منابع خود بهره وری را به اندازه 20% افزایش دهند و واحدهای تامین داخلی و تولید در این زمینه می توانند الگوی آنها باشند.

میانگین کارایی مدیریت واحدهای تضمین کیفیت و تامین داخلی تقریبا 84% می باشد که این واحدها می توانند با تغییر در مدیریت و اصلاح شیوه های مدیریتی بهره وری خود را افزایش دهند و کارایی خود را به سطح واحدهای مالی و تولید برسانند.

میانگین کارایی مقیاس واحدهای مختلف به غیر از مالی که 83% می باشد همگی در سطح نسبتا مطلوبی می باشد و این واحدها می توانند با تغییر در اندازه واحد (حجم فعالیت) این نوع کارایی را افزایش دهند.

در مواردی که واحد در بازه نسبت به مقیاس نزولی فعالیت می کند بایستی حجم فعالیت ها جهت افزایش کارایی کاهش یابد و در مواردی که واحد در بازه نسبت به مقیاس صعودی فعالیت می کند بایستی حجم فعالیت افزایش یابند.

نتایج بازده به مقیاس در تحلیل پنجره‌ای نشان می‌دهد که واحدهای بزرگی مانند واحد تولید اغلب تمایل دارند که در بازده به مقیاس ثابت یا بازده به مقیاس نزولی فعالیت کنند و بانک‌های کوچک مانند مالی اغلب تمایل دارند که در بازده به مقیاس صعودی فعالیت کنند.

در سال 1385 واحدهای تولید و مالی از لحاظ کارایی فنی و مدیریتی و مقیاس به عنوان واحدهای کارا شناخته شده‌اند و واحد تضمین کیفیت نیز از لحاظ کارایی مقیاس به عنوان واحدی کارا فعالیت داشته است. همچنین در همین سال واحدهای فنی مهندسی در شرایط بازده به مقیاس نزولی و واحد بازرگانی در شرایط بازده به مقیاس ثابت فعالیت داشته‌اند. بنابراین مدیریت بانک‌ها می‌تواند با توجه به نتایج پژوهش حاضر حجم فعالیت‌های خود را برای افزایش کارایی تغییر دهند.

با توجه به مقادیر شاخص مالم کوئیست تنها عملکرد واحد تولید (0.990) در طی دوره مذکور بدتر شده است و عملکرد سایر واحد بهبود یافته است. در میان واحدها، واحد فنی مهندسی بیشترین (1.105) بهبود بهره‌وری در طی دوره مورد بررسی داشته است. علت کاهش بهره‌وری واحد تولید پسرفت (عقب ماندگی) تکنولوژیکی بوده است و همچنین در موارد دیگر تغییری در بهره‌وری به وجود نیامده است. از سال 1383 به بعد بعضی از واحدها با کاهش بهره‌وری مواجه بوده است. از مهمترین دلایل آن پسرفت (عقب ماندگی) تکنولوژیکی و کارایی مدیریت بوده است.

می‌توان اینگونه تعبیر کرد که از سال 1374 تا 1385 افزایش فعالیت‌های شرکت و جریان تولید با همدیگر همسو بوده است و افزایش درآمد و دارایی ثابت با همدیگر همسو بوده است و رابطه مثبتی بین این عوامل وجود دارد، به خصوص از سال 81 به بعد جهش قابل ملاحظه‌ای در این معیارها صورت گرفته است. اما با وجود این افزایش حجم فعالیت‌ها و دارایی‌ها در کارایی واحدها بهبودی حاصل نشده است و شاخص مالم کوئیست نشان می‌دهد که واحدها با کاهش بهره‌وری مواجه بوده است.

بنابراین نتیجه می‌گیریم که هدف گذاری واحدها در جهت جذب هرچه بیشتر منابع انسانی و مالی

منجر به افزایش کارایی نمی‌شود و حتی ممکن است باعث کاهش آن شود. هم چنین سیاست گذاری اغلب واحدها در جهت افزایش دارایی‌های ثابت درست نمی‌باشد. محیط اقتصادی و سیاسی ایران، نحوه حکم رانی موجود در نظام اقتصادی محدودیت‌های زیادی را بر صنعت تحمیل نموده است.

به طور کلی عوامل محدود کننده نظام صنعتی واحدها بصورت زیر می‌باشد که می‌توان با مرتفع ساختن آن‌ها گامی بلند به سمت بهبود بهره‌وری و کارایی سیستم تولید برداشت.

1) عدم تعادل در بخش‌های مختلف: درآمدهای نفتی شوک‌های مختلفی به بخش‌های اقتصاد ایران وارد نموده است. بخش صنعت به واسطه این درآمدهای عظیم به سمت جایگزینی واردات سوق داده شده است. به دلیل فراهم نبودن بسترهای لازم برای رشد بخش‌های صنعتی، اکثر بنگاه‌های فعال در صنعت در دوران نوزادی ماندند و فرصت بلوغ و بالندگی نیافتند. با حرکت اقتصاد از تولید محوری به توزیع محوری، بخش خدمات گسترش یافت و سهم بسیار بالایی از تولید ملی را به خود اختصاص داد. بنابراین با وارد شدن درآمدهای نفتی، فرصت‌های اقتصادی بخش‌های اقتصادی به ویژه بخش خدمات بیشتر تحت تاثیر عوامل برون‌زا قرار گرفتند. ورود درآمدهای نفتی بسیاری از سازوکارهای توزیع فرصت‌های اقتصادی را تحت تاثیر قرار داده است. شرکت ارکان لوله همدان در چنین محیط اقتصادی مشغول به فعالیت می‌باشد.

2) شرایط انحصاری شرکت و وظایف محوله: به دلیل عدم گسترش بازارهای مالی غیر بانکی، بانک‌ها بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بخش بازار پول و سرمایه ایران هستند. نظام بانکی حدود 93% کل نقدینگی جامعه را به صورت سپرده جذب نموده است. این بیانگر این است که نظام بانکی دولتی یک انحصارگر کامل در نظام مالی ایران است و شرکت‌های تولیدی قادر به قابت با آنها نمی‌باشند.

با خصوصی شدن حجم وسیعی از عملیات غیر بانکی به شرکت ارکان لوله همدان تحمیل شده است. با توجه به این که اغلب موارد مربوط به این عملیات از سپرده‌های وام‌ها به حساب می‌آیند، توجیه

اقتصادی انجام این امور توسط شرکت ارکان لوله همدان محل سوال است.

3) فشار دولت بر صنایع خصوصی: بعد از ملی شدن صنایع، تصور " ملی شدن با دولتی شدن تفاوتی ندارد " منجر به تبدیل صنایع به ابزار سیاست گذاری دولت شد. سیاست گذاری حق دولت است؛ اما حوزه سیاست گذاری و تصدی گری کاملاً متفاوت است. به دلیل محدودیت های دولت در تامین مالی از اقتصاد داخلی (عدم کارایی نظام مالیاتی) تصدی دولت بر نظام صنعتی روز به روز افزایش یافته است.

5-2- پیشنهادات برای تحقیقات آینده

با توجه به استفاده روزافزون از مدل های DEA در ارزیابی عملکرد موسسات تولیدی و خدماتی پیشنهادات زیر جهت تحقیقات آینده ارائه شود.

استفاده از ابزار استراتژیک برای شناخت ورودی ها و خروجی های مدل های DEA. شناخت متغیرهای محیطی موثر بر کارایی شرکت ارکان لوله همدان و اندازه گیری دقیق آن ها و بکارگیری آن ها در مدل های DEA و تحلیل حساسیت نتایج حاصل آن با نتایج قبلی. استفاده از روشهای دیگر ارزیابی عملکرد و مقایسه نتایج حاصل از بکارگیری دو روش. استفاده از مدل های DEA جهت مقایسه و به محاسبه کارایی DMU های غیر همگون. استفاده از مدل های DEA جهت محاسبه بهره وری و کارایی واحد های صنعتی استانی و مقایسه آن ها با همدیگر.

استفاده از مدل های DEA و شاخص مالم کوئیست برای محاسبه بهره وری و کارایی صنایع دولتی و خصوصی و مقایسه آن ها .

منابع و ماخذ:

منابع فارسی:

- 1- کتاب تحلیل پوششی داده ها و کاربردهای آن تألیف دکتر جهانشاهلو، دکتر حسین زاده لطفی، دکتر نیکو مرام چاپ اول، 1387.
- 2- تلفیق دو مدل تحلیل پوششی داده ها و ارزیابی عملکرد، رساله دکتری رشته مهندسی صنایع (مدیریت سیستم و بهره وری) و ارایه مدل ریاضی، سید اسماعیل نجفی.
- 3- ارزیابی عملکرد ادارات تابع شرکت مخابرات استان هرمزگان با روش تحلیل پوششی داده ها، غفورنیا، محمد، (1383).
- 4- پوششی داده ها، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، شیراز: دانشگاه شیراز.
- 5- مفاهیم محاسباتی در تحلیل پوششی داده ها، محرابیان، سعید، پایان نامه دکتری (علوم ریاضی)، تهران: دانشگاه تربیت مدرس، 1378.
- 6- مدل های کم های در ارزیابی عملکرد سازما نها (تحلیل پوششی داده ها)، مهرگان، محمدرضا. (1383 رساله، (DEA) مؤتمنی، علیرضا. (1381).
- 7- طراحی مدل پویایی بهره وری با رویکرد تحلیل پوششی داده ها.

منابع لاتین:

1. Ajay Kumar a, , Ravi Shankar, 2015, Analyzing customer preference and measuring relative efficiency in telecom sector: A hybrid fuzzy AHP/DEA study, *Telematics and Informatics* 32 (2015) 447–462
2. Azadeh, A., Zarrin, M., Abdollahi, M., Noury, S., & Farahmand, S. (2015). Leanness assessment and optimization by fuzzy cognitive map and multivariate analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(15/16), 6050–6064.
3. Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984), “Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, Vol. 30 No. 9, pp. 1078-92.
4. Berger, A.N. and Humphrey, D.D. (1997), “Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 98, pp. 175-212.
5. Brockett, P.L., Charnes, A., Cooper, W.W., Huang, Z.M. and Sun, D.B. (1997), “Data
6. Brown, R. (2001), “Data envelopment analysis: application issues in the financial services sector”, *Research Paper 01-05*, University of Melbourne, Melbourne.
7. Caves, D.W., Christensen, L.R. and Diewert, W.E. (1982), “The economic theory of index numbers and the measurement of input and productivity”, *Econometrica*, Vol. 50, pp. 1393-414 .
8. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978), “Measuring efficiency of decision making
9. Cherchye, L., Demuynck, T., De Rock, B., & De Witte, K. (2014). Non-parametric analysis of multi-output production with joint inputs. *The Economic Journal*, 124(577), 735–775.
10. efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 3,
11. G. Vlontzosetal. DEA approach for estimating the agricultural energy and environmental efficiency of EU countries *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 40(2014)91–96
12. Hampf, B. (2014). Separating environmental efficiency into production and abatement efficiency: A nonparametric model with application to US power plants. *Journal of Productivity Analysis*, 41(3), 457–473.
13. Hampf, B., & Rødseth, K. L. (2015). Carbon dioxide emission standards for U.S. power plants: An efficiency analysis perspective. *Energy Economics*, 50, 140–153.
14. Kwon, H. B., & Lee, J. (2015). Two-stage production modeling of large U.S. banks: A DEA-neural network approach. *Expert Systems with Applications*, 42: 776-998
15. L. Longo a, A. ColantoniDEA (data envelopment analysis)-assisted supporting measures for round coupled heat pumps implementing in Italy: A case study *Energy xxx* (2015) 1e6
16. Lidia Angulo Meza, 2015 Assessing the efficiency of sports in using financial resources with DEA models, *Procedia Computer Science* 55 (2015) 1151 – 1159

17. Ma, J. (2015). A two-stage DEA model considering shared inputs and free intermediate measures. *Expert Systems with Applications*, 42(9), 4339–4347.
18. Maria E. Baltazar Air Transport Performance and Efficiency :MCDA vs. DEA Approaches *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 111 (2014) 790 – 799
19. Meng, M. (2014). A hybrid particle swarm optimization algorithm for satisficing data envelopment analysis under fuzzy chance constraints. *Expert Systems with Applications*, 41(4), 2074–2082.
20. Mika Goto. DEA (Data Envelopment Analysis) assessment of operational and environmental efficiencies on Japanese regional industries, *Energy* 66 (2015) 535e549
21. Murty, S. (2015). On the properties of an emission-generating technology and its parametric representation. *Economic Theory*. <http://dx.doi.org/10.1007/s00199-015-0339-0>
22. p. 339. Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. and Seiford, L.M. (1994), *Data Envelopment Analysis: A Guide to Models, Methods, and Applications*, John Wiley & Sons, New York.
23. program”, CEPA Working Paper 96/08, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale.
24. Reet Põldaru, Jüri Roots A PCA -DEA approach to measure the quality of life in Estonian Counties , *Socio-Economic Planning Sciences* 48 (2014) 65e73
25. Theory, Methodology and Applications, Kluwer, Boston, MA. Coelli, T. (1996), “A guide to DEAP Version 2.1: a data envelopment analysis (computer)”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 98, pp. 250-68.
26. transformations in DEA cone ratio envelopment approaches for monitoring bank performances”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 98, pp. 250-68.
27. units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-44. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1979), “Short communication: measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-44.
28. Zeeshan Ahmad, and Meng Jun, Agricultural Production Structure Adjustment Scheme Evaluation and Selection Based on DEA Model for Punjab (Pakistan), *Journal of Northeast Agricultural University* Vol. 22 No. 2 87-91

Abstarct:

Data envelopment analysis (DEA) is briefly discussed in this section. More elaborate discussions are available elsewhere. DEA has been successfully employed for assessing the relative performance of a set of firms, usually called as the decision-making units (DMU), which use a variety of identical inputs to produce a variety of identical outputs. The concept of frontier analysis forms the basis of DEA. Data envelopment analysis (DEA) is a nonparametric method in operations research and economics for the estimation of production frontiers[clarification needed]. It is used to empirically measure productive efficiency of decision making units (or DMUs). Although DEA has a strong link to production theory in economics, the tool is also used for benchmarking in operations management, where a set of measures is selected to benchmark the performance of manufacturing and service operations. In the circumstance of benchmarking, the efficient DMUs, as defined by DEA, may not necessarily form a “production frontier”, but rather lead to a “best-practice frontier. The aim of this study is to apply DEA to evaluate the efficiency of units in Arkan Hamadan Tube Co. Results have shown there was no progress in units efficiency due to several problems.



ISLAMIC AZAD UNIVERSITY
QESHM International Branch

Faculty of Engineering-Department of Industrial
"M . A" Thesis

On: “Management of Systems and Efficiency”

Subject:

Assessment Arkan Looleh Hamedan Co. Units’ Efficiency using DEA and
Malmquist productivity index

Supervisor:

Rasoul Karimi (Ph.D)

By:

Azadeh Riahi

Summer 2015