

ارزیابی نسبی شرکتهای مشابه با توجه به معیارهای مالی به روش DEA (مطالعه موردی شرکتهای قطعه‌ساز خودرو)

احمد ماکوئی*
سید جعفر سجادی**
پگاه پشین***

این مقاله روش غیرپارامتری آنالیز پوششی داده (DEA) را جهت ارزیابی و رتبه‌بندی عملکرد شرکتهایی با فعالیت مشابه بر اساس معیارهای مالی پیشنهاد می‌دهد. جهت کاربرد تجربی این مدل‌ها، عملکرد ۲۹ شرکت قطعه ساز خودرو در سالهای ۸۰-۸۲ بررسی گردید. سپس نتایج این

*. دکتر احمد ماکوئی؛ عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران.

E. mail: amakui@iust.ac.ir

** دکتر سید جعفر سجادی؛ عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران.

E. mail: sjsajadi@iust.ac.ir

*** پگاه پشین؛ کارشناس ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی.

E. mail: p.pashin@puyaturbine.com

روش با یک روش بدون ورودی DEA که با بکارگیری تعدادی از نسبت‌های مالی به عنوان خروجی و بدون بکارگیری اندازه‌های ورودی عمل می‌کند، مقایسه می‌شوند. در نهایت، این دو مدل با مدل ساده تحلیل نسبت مقایسه می‌شوند.

نتایج نشان می‌دهد که این دو مدل می‌توانند به عنوان مکمل روش تحلیل ساده نسبت‌ها، بکار گرفته شوند. در مطالعه تجربی رابطه نسبی میان اندازه کارایی شرکت و میزان سود عملیاتی و بازده دارایی‌ها (ROA) وجود داشت. بین اندازه شرکت و امتیاز کارایی رابطه مثبتی وجود دارد. میانگین کارایی شرکت‌های تحت بررسی در این سه سال در حال افزایش بوده و نشان دهنده افزایش کارایی نسبی مالی صنعت قطعه‌سازی خودرو است.

کلید واژه‌ها:

ارزشیابی، ارزیابی عملکرد مالی، آنالیز پوششی داده (DEA)، رتبه‌بندی، نسبت‌های مالی، شرکت‌های قطعه‌سازی خودرو، مدل سالموریس و هالکوس، مدل Ratio، مدل BCC

مقدمه

چگونگی ارزیابی و مقایسه عملکرد شرکتها همیشه یکی از مسائل مورد توجه مدیران، سهامداران داخلی و بالقوه، اعتبار دهندگان و مشتریان شرکتها بوده است. هدف این مطالعه، ارزیابی کارایی نسبی مالی به روش تحلیل پوششی داده¹ (DEA) می‌باشد. این روش امکان آنالیز مالی و رتبه بندی شرکتها را از لحاظ استاتیکی (در طول یک سال و بازه زمانی مشخص) با استفاده از یک سری معیارهای مالی فراهم می‌آورد. بکارگیری DEA این اجازه را به ما می‌دهد که همزمان از چندین معیار مالی جهت تعیین یک اندازه برای ارزیابی عملکرد مالی یک شرکت استفاده کنیم. سپس این روش با یک مدل پیشنهاد شده DEA برای نسبت که بدون استفاده از ورودی، نسبتهای مالی را به عنوان خروجی در نظر می‌گیرد، مقایسه خواهد شد.

در بخش اول این مطالعه ابتدا تحلیل پوششی داده‌ها DEA و علت بکارگیری آن در این مطالعه تشریح خواهد شد، سپس اطلاعات مالی بکار گرفته شده در مدل معرفی می‌شود. روش Ratio معرفی خواهد شد. پس از آن به اجرای مدل‌ها و مقایسه و تحلیل نتایج حاصل از آنها پرداخته شده است.

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

مدل تحلیل پوششی (DEA) روشی مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که در ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه مورد استفاده بسیار قرار گرفته است توانایی‌های این روش در مقایسه واحدهای مشابه با یکدیگر و نیز امکان تجزیه و تحلیل نتایج آن موجب شده است که روزبه‌روز بر میزان کاربرد آن در زمینه‌های گوناگون افزوده شود. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) اندازه‌ای از کارایی یک واحد تصمیم‌گیری را در مقایسه با واحدهای تصمیم‌گیری که خروجیهای مشابه را با ورودیهای مشابه تولید می‌کنند، بدست می‌آورد. در این روش با تعیین وزن برای هر یک از خروجیهای واحدهای مشابه از

¹. Data Envelopment Analysis

طریق حل یک مسئله بهینه‌سازی، یک مقیاس تجمعی وزن‌دار خروجی؛ یعنی حاصل جمع خروجی‌های وزن‌دار و یک مقیاس تجمعی وزن دار ورودی؛ یعنی حاصل جمع ورودی‌های وزن‌دار ساخته می‌شود. آنگاه با تقسیم خروجی تجمعی به ورودی تجمعی امتیاز کارایی نسبی هر یک از واحدهای مشابه بدست می‌آید. سپس واحدها از بیشترین امتیاز کارایی به کمترین امتیاز کارایی رتبه بندی می‌شوند. بنابراین واحدی که دارای بیشترین امتیاز کارایی است رتبه اول و واحدی که دارای کمترین امتیاز کارایی می‌باشد رتبه n ام را کسب می‌کند (با فرض وجود n واحد تصمیم‌گیری). واحدهایی که امتیاز کارایی آنها برابر یک شده واحدهای کارا و واحدهایی که امتیاز کارایی آنها کمتر از یک بدست آمده، واحدهای ناکارا معرفی می‌شوند.

در این مطالعه مدل^۱ (BCC) بکار گرفته شد. دلیل بکار گرفتن این مدل آن بود که BCC در مقایسه با CCR، بازده به مقیاس متغیر^۲ فراهم می‌نماید. بازده به مقیاس متغیر زمانی مفید است که مدیران بخشهای مختلف صنعت توانایی نسبتاً کمی در تأثیرگذاری بر روی بازده به مقیاس در یک سال دارند. به علاوه چون مدل BCC، ارزیابی بر مبنای بازده به مقیاس ثابت را تحمیل نمی‌کند در تطبیق تفاوت‌های داخلی منعطف تر است.

برای اولین بار اسمیت^۳ ایده بسط DEA جهت آنالیز بخشهای مالی برای شرکتهای انتفاعی را مطرح کرد. سپس مدل‌های مختلف DEA جهت آنالیز مالی صنعت نوشابه سازی آمریکا، صنعت بانکداری ترکیه، و صنعت دفاعی آمریکا و بکار گرفته شد. «کیاتاوا»^۴ در سال ۲۰۰۳ تحقیقات خود را با عنوان ارتباط میان بهره‌وری و اطلاعات مالی تدوین کرد. وی در این تحقیقات نقش اطلاعات مالی را در بازتاب تغییرات بهره‌وری مطالعه نموده و نشان داد که بین کارایی و هزینه عملیاتی، ارتباط منفی وجود دارد و نتیجه گرفت که اطلاعات منتشر شده در صورتهای مالی تغییرات کارایی در شرکت را منعکس می‌کنند.

^۱. Banker, Charnes, Cooper

^۲. Variable Returns to Scale

^۳. Smith, (1990).

^۴. Daria Kitaeva

مشخصات DEA

DEA مشخصات جذابی دارد که به آسانی در سایر متدولوژی‌های آنالیز مالی، مانند آنالیز نسبت و رگرسیون، در دسترس نیست. این مشخصات می‌توانند در منابع مختلفی که متدولوژی DEA را تشریح می‌کند، یافت شود؛^۱ مشخصاتی که بویژه در مطالعه مشخص شده در زیر خلاصه شده است.

۱. همانطور که در مدل BCC دیده می‌شود، DEA یک اندازه اسکالر از عملکرد مالی کلی ایجاد می‌کند که چندین خروجی و ورودی گوناگون را بکار می‌گیرد. بنابراین DEA امکان جمع آوری ارقام مالی مختلف از قبیل سود عملیاتی، جریان نقدی، فروش و داراییها و تبدیل آنها به یک مقدار اسکالر با معنی از عملکرد مالی کلی را می‌دهد. در نتیجه چندین نسبت عملکرد مالی؛ مانند بازده فروش، بازده دارایی، گردش دارایی و غیره می‌تواند همزمان به دست آید و با ترکیب به صورت عملکرد مالی به صورت یک مقدار قابل مقایسه برای مقایسات آماری بکار گرفته شود.

۲. DEA یک تکنیک تخمین فردی با تکیه بر اصل بهینه سازی است که به مشخصه قیاسی (علت و معلولی) از فرم تابع مدل نیازی ندارد.^۲ مرز DEA بر مبنای مشاهده رفتار شرکت‌هایی با بهترین عملکرد بدست می‌آید^۳ و مبنای تجربی دارد.^۴ بنابراین ارزیابی به وسیله مدل DEA با عملکرد واقعی بقیه شرکتها مطابقت می‌کند و می‌تواند به دست آوردنی فرض شود. بطور خلاصه بهترین شرکتها، در روی مرز شناسایی شده و محکی برای قضاوت در مورد عملکرد سایر سازمانها بدون آگاهی در حدود تابع عملکرد مشخصات آن خواهند شد.

۳. از آنجایی که DEA به یک فرم تابع مشخص احتیاج ندارد، در انتخاب شرکت‌های تحت ارزیابی، نوع تولید شرکت محدودیتی را تحمیل نمی‌کند. در نتیجه با DEA هر شرکت بهترین رتبه ممکن را بر مبنای مشخصات تابع تولید خودش بدست می‌آورد و با

¹. Charnes, A., Cooper, W.W., "Preface to Topics in Data Envelopment Analysis", *Annals of Operations Research*, No. 2, (1985); Banker(1989); Callen,1991.

². Charnes, A., Cooper, W.W., "Preface to Topics in Data envelopment Analysis", *Annals of Operations Research*, No. 2, (1985), p. 60.

³. *Ibid*, p. 63.

⁴. *Ibid*, p. 91.

بکارگیری DEA، می‌توانیم توابع تولید مختلف را برای شرکتهای مختلف همسو کنیم و صنایع مختلف در اندازه گیری عملکرد مالی و انجام آنالیز یک فاکتور محدود کننده نیستند. بنابراین وقتی یک بخش، بهترین عملکرد را مثلاً در تولید سود یا جریان نقدی دارد- در حالیکه می‌دانیم سایر فاکتورها نیز در ارزیابی اهمیت دارند- با بیشترین وزن مشخص می‌شوند.

۴. مدل DEA، بهینه پارتو (Pareto) است. برای مثال، کاهش متغیر ورودی یا افزایش متغیر خروجی می‌تواند بدون بدتر شدن بقیه متغیرهای مدل مؤثر باشد. در نتیجه مقایسات وزن یا ارزیابی اهمیت نسبی این اندازه های مالی مختلف، مانند فروش، سود و ... ، احتیاجی به ارزیابیهای عملکرد DEA ندارد^۱. بکارگیری آنالیز نسبت به صورت سنتی که در بیشتر تحلیل‌های مالی بکار برده می‌شود، در چنین مطالعه ای لازم است. در هر حال، برای اجتناب از بکارگیری آرایه‌های پیچیده‌ای از نسبتها، یک شاخص لازم است که خلاصه‌ای از برخی فعالیتها ارائه دهد و آنالیز آماری و رتبه بندی را ممکن سازد. انتخاب این عدد احتیاج به وزنهایی دارد که اهمیت هر جز را در مقدار شاخص منعکس می‌کند^۲. مشکلاتی که در بدست آوردن و انتخاب وزن با آن رویارو می‌شویم به وسیله DEA برطرف شده است؛ زیرا DEA احتیاج به انتخاب وزنهایی قیاسی جهت رسیدن به ارزیابی عملکرد کلی ندارد و وزنها به وسیله خود مدل برای هر شرکت و متغیرهایش در قالب قسمتی از حل ریاضی مدل بدست می‌آید.

در مقایسه بالا نتیجه این نیست که DEA از آنالیز نسبت بهتر است؛ بلکه اینها، دو روش مختلف هستند که می‌توانند به عنوان مکمل یکدیگر بکار گرفته شوند. به علاوه باید توجه کرد که وزنهایی که از روش DEA بدست می‌آید لزوماً وزنهایی نیستند که مدیریت یا تحلیلگر آنها را جهت بهبود عملکرد ارجاع دهد؛ چرا که وزنها برای جاگذاری شرکت تحت

¹. Charnes, A., Cooper, W.W., "Preface to Topics in Data Envelopment Analysis", *Annals of Operations Research*, No. 2, 1985, p.72; Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., Swarts, J., Thomas, D.A., "An Introduction to Data Envelopment Analysis with some of its Models and their Uses. In: Chan, J.L., Patton, J.M. (Eds.)", *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, Vol. 5. JAI Press, Greenwich, CT, (1989), p.127.

². *Ibid*, p. 128.

بررسی در بهترین موقعیت ممکن بدست آمده‌اند. DEA یک ارزیابی عملکرد محافظه کارانه فراهم می‌کند و بهترین وزنهای ممکن برای شرکت را می‌دهد. اگرچه ممکن است این وزنها، مطلوب تحلیلگر یا مدیریت نباشد و به هر حال ممکن است شرکتی که از سلامت مالی کمتری از نظر تحلیلگر برخوردار است، امتیاز بیشتری را در مدل DEA بدست آورد^۱.

داده های مدل DEA

همانطور که گفته شد جهت ارزیابی عملکرد مالی در این مطالعه، نوزده شرکت قطعه ساز خودرو که اطلاعات آنها در بورس اوراق بهادار موجود بود، انتخاب شد. جهت بررسی روند و ارزیابی پویا، سه سال مالی (سالهای ۸۰، ۸۱ و ۸۲) جهت بررسی انتخاب گردید. علت اصلی انتخاب سه سال این بود که این سه سال تنها سالهایی بودند که اطلاعات و صورتهای مالی این شرکتها بطور کامل وجود داشت. ۲۲ شرکت قطعه ساز خودرو در بورس ایران وجود داشت که سه تای آنها در سال ۸۳ و ۸۴ پذیرفته شده بودند و اطلاعات مالی سه سال تحت بررسی آنها وجود نداشت که از این مطالعه مستثنی شوند. در این مطالعه جهت بکارگیری مدل DEA، پنج متغیر انتخاب شد: سود عملیاتی، جریان نقدی عملیاتی و فروش به عنوان خروجی و هزینه های عملیاتی و داراییهای ثابت به عنوان ورودی.

در جدول (۱) فهرست این متغیرها و توضیحات بیشتر در مورد آنها آمده است.

جدول ۱. متغیرهای بکار گرفته شده در مدل BCC

ورودی ها (Inputs)	خروجی ها (Outputs)
Operating Expenses هزینه های عملیاتی	Operating Profit سود عملیاتی
Fixed Assets داراییهای ثابت	Operating Cash Flows جریان نقدی عملیاتی
	Sales فروش

^۱. Bowlin, (1999), p.293.

سود عملیاتی^۱ (OP): به عنوان یک خروجی بکار گرفته شد؛ زیرا محصول فرایند مالی تولید است و عموماً به عنوان یک جزء کلیدی در ارزیابی موقعیت مالی شرکت‌های تجاری مورد توجه قرار می‌گیرد. سود عملیاتی یک بخش از شرکت نشان دهنده مشارکت آن بخش در ایجاد سود کلی است و به دلیل مقایسه فعالیت عملیاتی شرکت‌های قطعه‌ساز انتخاب سود عملیاتی شرکت که بخشی از سود کل شرکت است؛ به عنوان خروجی، مناسب به نظر می‌رسد.

جریان نقدی عملیاتی^۲ (OCF): در طی سالهای گذشته جریانهای نقدی بطور وسیعی جهت تشخیص کارایی یک واحد تجاری بکار گرفته شده‌اند و این موضوع به وسیله «کمپته تصمیم‌گیری استانداردهای حسابداری مالی^۳» تحقیق شده است^۴. به علاوه یکی از نکات مهم و قابل توجه برای یک شرکت، تولید جریان نقدی عملیاتی کافی جهت اجرای فعالیتها و پرداخت صورت حسابها (برای مثال بدهیها) می‌باشد^۵. بنابراین جریان نقدی عملیاتی به عنوان خروجی در این مطالعه در نظر گرفته شد. در این مطالعه جریان نقدی عملیاتی از جمع سود عملیاتی و استهلاک محاسبه گردید.

فروش^۶ (S): میزان ریالی فروش به عنوان اندازه «سهم بازار» بکار برده می‌شود. علاوه بر این، بیشتر اوقات سطح فروش به عنوان هدفی متمایز از سایر اهداف از قبیل میزان سود، کاهش هزینه‌ها و ... در نظر گرفته می‌شود. بنابراین بکارگیری فروش به عنوان یکی از خروجیها مناسب به نظر می‌رسد.

داراییهای ثابت یا مشهود^۷ (FA): ارزش ریالی داراییهای ثابت در دسترس، جهت تولید سود عملیاتی، جریان نقدی و فروش را نشان می‌دهد. و قرار دادن داراییهای ثابت و سود عملیاتی، جریان نقدی و فروش در یک کسر DEA نسبت‌هایی را ایجاد می‌کند که این

1. Operating Profit

2. Operating Cash Flow

3. Financial Accounting Standards Decision Making Board, [FASB, 1987, para.3].

4. W.F. Bowlin, "An Analysis of the Financial Performance of Defense Business Segments Using Data Envelopment Analysis", *Journal of Accounting and Public Policy*, No. 18, (1999), p.294.

5. *Ibid.*

6. Sales

7. Fixed Assets or Identifiable Assets

نسبت‌ها شرکت را در استفاده کارا از داراییها برای تولید سود و جریانهای نقدی و فروش ارزیابی می‌کند.

هزینه‌های عملیاتی^۱ (OE): هزینه‌های عملیاتی به عنوان یک مقدار جایگزین جهت هزینه تلاش و منابع صرف شده در تولید سود، جریان نقدی و فروش بکار رفته است؛ بنابراین به عنوان یک ورودی در فرایند مالی تولید بکار برده می‌شود، همچنین رابطه میان هزینه‌های عملیاتی و کارایی شرکتها در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است. با به کار گیری ورودیها و خروجیهای تشریح شده، تابع هدف مدل BCC را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:

$$\text{maximize } h_i = \frac{u_{op}OP_i + u_{ocf}OCF_i + u_sS_i - u_i}{V_{fa}FA_i + V_{oe}OE_i}$$

همانطور که می‌بینیم مدل با نسبتهای رایج مالی بکار گرفته شده در ارزیابی عملکرد یک واحد تجاری به خوبی در ارتباط است:

بازده داراییهای ثابت^۲ (OP/FA)، بازده نقدی روی داراییها^۳ (OFC/FA)، گردش داراییهای ثابت^۴ (S/FA) و OP/DE نیز بیانگر عکس نسبت کارایی^۵ (EFF) است. همچنین مدل رابطه بین تلاشهای هزینه شده و منابع مصرف شده (به عنوان ورودی) و سود، جریان نقدی و درآمد بدست آمده (به عنوان خروجی) را منعکس می‌کند. بنابراین مدل DEA اجازه می‌دهد که زوایای مهم عملکرد مالی از قبیل میزان سودآوری و بازده

1. Operating Expenses

2. Return on assets

که معمولاً این نسبت به عنوان ROA شناخته شده و نسبت سود به کل داراییها را نشان می‌دهد که نشانگر ROE یا بازده سرمایه نیز می‌باشد و در مطالعات نسبت نیز از آن استفاده شده است.

3. Cash-Return on Assets

4. Asset Turnover

5. Efficiency Ratio

6. W.F. Bowlin, *Op. Cit.*, p. 295.

جریان نقدی را بدست آوریم و آنها را به یک مقدار واحد جهت اندازه‌گیری کلی عملکرد برگردانیم.

مدل سالموریس و هالکوس^۱ (مدل نسبت)

این مدل در سال ۲۰۰۱ جهت مطالعه کارایی بانک‌های تجاری یونان در طی دوره ۱۹۹۷-۹۹ برای اولین بار ارائه و بکار گرفته شد. در مقایسه با بیشتر مطالعات مرزی در عملکرد شرکتها که خروجیها و ورودیهای مختلف را بکار می‌برند، این مدل به نسبتهای استاندارد در ارزیابی عملکرد مالی به عنوان اندازه‌های خروجی در مدل DEA توجه دارد. اگر بخواهیم این مسئله را از دیدگاه ریاضی بررسی کنیم، در مقایسه با مدل اصلی که به وسیله «شارنز»^۲ پیشنهاد شده، در این مدل ورودیها بطور مستقیم مورد توجه واقع نشده است. فرضیه اصلی پشت این موضوع این است که از آنجائیکه شرکتها فعالیتهای مشابهی دارند، ورودیها برای همه شرکتها یکسان فرض شده است. بنابراین توجه بر روی خروجیها به شکل نسبتهای کارایی مالی متمرکز شده است. ماتریس خروجیها $R_i (i = 1, \dots, m)$ برای هر شرکت $n (n = 1, \dots, N)$ تعریف شده است. n متغیر تعریف می‌شود که مجموعه وزنهایی^۳ است $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k)^\ell$ که بر روی هر یک از شرکتها برای شکل دادن به مرز کارایی برای شرکت ℓ اندازه کارایی θ^ℓ قرار می‌گیرند.

سپس مسئله برنامه خطی برای هر شرکت به صورت زیر نوشته می‌شود.

¹. Halkos & Salamouris

². Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units"., *European Journal of Operating Research*, No. 2(6), (1978).

³. اگر یک شرکت بخواهد امتیازش را بهبود بخشد، بهترین کار این است که بر روی خروجیهایی با بیشترین وزن متمرکز شود، چرا که امتیاز کارایی نسبت به خروجیها بیشترین حساسیت را دارد.

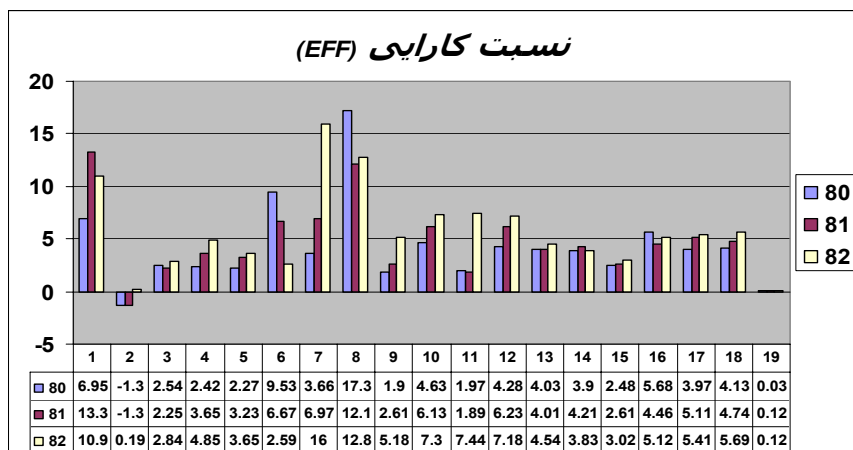
$$\begin{aligned}
& \max \vartheta_l \\
& \text{subject to} \\
& \sum_{n=1}^N \lambda_n R_{in} \geq \vartheta_l R_{il} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\
& \sum_{n=1}^N \lambda_n = 1 \\
& \vartheta_l \geq 0 \\
& \lambda_n \geq 0 \quad (n = 1, 2, \dots, N)
\end{aligned}$$

امتیاز کارایی هر شرکت به صورت $\theta_l^* = \frac{1}{v_l}$ داده شده و مثبت است و مقدار آن کمتر یا مساوی با یک می‌باشد. DMU ها با مقدار θ^* واحد و همه متغیرهای کمکی صفر کارا فرض می‌شوند و DMU ها با یک مقدار θ^* کمتر از یک ناکارا در نظر گرفته می‌شوند. همچنین اگر یک امتیاز کارایی ۱ با متغیرهای کمکی مثبت داشته باشیم، آنگاه شرکت به صورت یک نقطه روی مرز کارایی شناخته می‌شود، ولی هنوز یک خروجی، زیادی دارد که برابر با مقدار متغیر کمکی مثبت است.

آنالیز و حل مدل

همانطور که گفته شد جهت حل و بررسی مدل BCC، سود عملیاتی، جریان نقدی عملیاتی و فروش به عنوان خروجی، و هزینه های عملیاتی و داراییهای ثابت، به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است. این مقادیر از صورت سود و زیان و ترازنامه شرکتها استخراج گردید. جهت استفاده نسبت کارایی (EFF) در مدل Ratio و مقایسه بهتر این نسبت با سایر نسبتها در آنالیز نسبت، این نسبت به صورت $\frac{1}{EFF}$ آورده شده است.

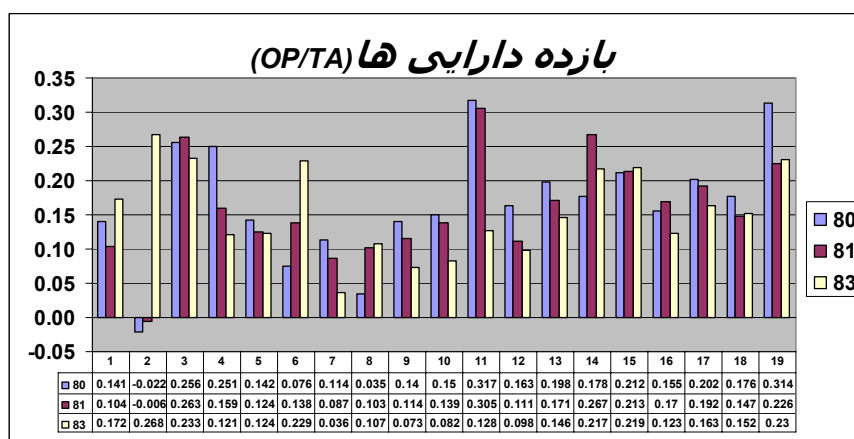
نمودار (۱)



اگر به نسبت کارایی یا سودآوری شرکتها در نمودار (۱) توجه کنیم، می‌بینیم که شرکت ۱۹ در سالهای ۸۰، ۸۱ و ۸۲ به ترتیب، به نسبت قابل توجهی سودآور بوده و EFF بسیار پایینی دارد پس از آن شرکت ۲ در سال ۸۲ پس از دو سال زیان وضعیت بسیار خوبی نسبت به سایرین دارد. پس از این دو شرکت، بقیه شرکتها نسبت سودآوری $\frac{OP}{OE}$ کمتر از 0.5 دارند که در این میان شرکت ۹ در سال ۸۰ و شرکت ۱۱ در سال های ۸۰ و ۸۱ بالاترین نسبتهای $\frac{OP}{OE}$ را داشته اند و روند عملکرد شرکتهای ۹، ۴، ۵، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۷، ۱۸ در سالهای ۸۰، ۸۱، ۸۲ کاملاً منفی بوده است، شرکت ۶، ۲ روندی مثبت و بقیه شرکتها روندی نسبتاً ثابت داشته‌اند. بازده داراییها معمولاً بر روی مجموع داراییها محاسبه می‌شود و در این بررسی نیز به دلیل اینکه همبستگی پایینی میان نسبتهای مالی داشته باشیم و بازده کل داراییها محاسبه شود، از مجموع داراییها (TA) جهت محاسبه این نسبت استفاده شده است. همانطور که در نمودار (۲) می‌بینیم شرکت ۱۱ بالاترین بازده داراییها را در سال ۸۰ داشته و شرکت ۱۹ در سال ۸۰ پس از آن قرار دارد. شرکت ۲ در سالهای ۸۰ و ۸۱ پایین‌ترین بازده داراییها را داشته و پس از آن در سال ۸۲ رشد ناگهانی داشته است.

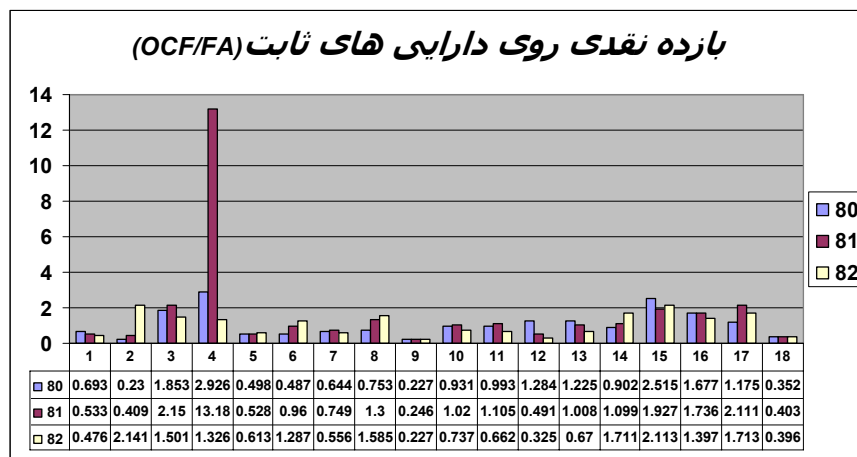
شرکت‌های ۲، ۶، ۸ نیز روندی کاملاً مثبت، شرکت‌های ۴، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ روندی منفی و شرکت‌های ۱، ۳، ۵، ۱۴ و ۱۵ روندی نسبتاً ثابت داشته‌اند.

نمودار (۲)



بازده نقدی روی دارایی‌های ثابت در نمودار (۳) نشان داده شده است. شرکت ۱۹ به دلیل $\frac{OCF}{FA}$ بسیار بالا در هر سه سال و امکان مقایسه بهتر سایر شرکتها، از نمودار حذف شده است. پس از آن شرکت ۴ در سال ۸۱ با نسبت ۱۳/۱۸۱ در رتبه چهارم این نسبت قرار دارد و به دلیل آنکه سایر نسبت‌های این شرکت در سال ۸۱ نیز خوب است به نظر می‌رسد که از کارایی بالایی برخوردار باشد؛ این شرکت در سالهای ۸۰، ۸۱ و ۸۲ روندی متغیر داشته است. سایر شرکتها نسبت‌هایی کمتر از ۳ دارند و در این میان شرکت‌های ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۳ در سه سال خود وضعیت بهتری نسبت به سایرین دارند و شرکت‌های ۱۸ و ۹ به ترتیب بدترین مقدار این نسبت را به خود اختصاص داده‌اند. شرکت ۲، ۶، ۸، ۱۴ و ۱۹ در این میان روندی کاملاً مثبت در سالهای ۸۰، ۸۱، ۸۲ داشته‌اند روند شرکت‌های ۱۲، ۱۳ کاملاً منفی و سایر شرکتها نیز روندی نسبتاً ثابت داشته‌اند.

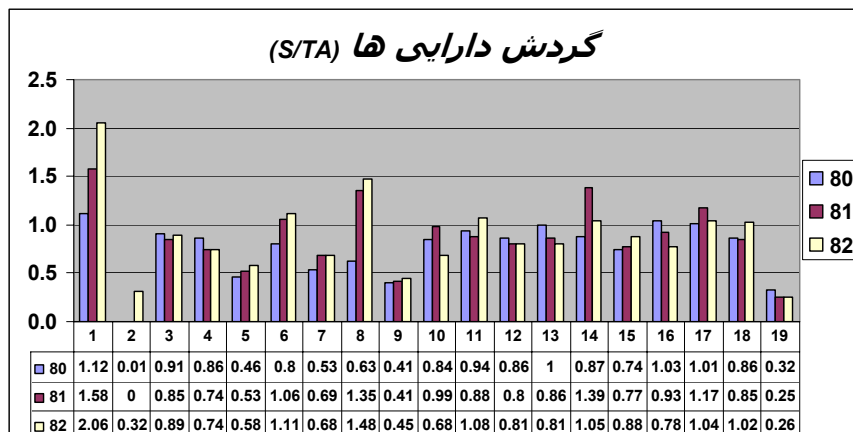
نمودار (۳)



گردش داراییها $\left(\frac{S}{TA}\right)$ در نمودار (۴) نشان داده شده است. شرکت ۱ در سال ۸۲ بالاترین نسبت را داشته و همچنین روندی مثبت در طی سه سال ۸۰، ۸۱ و ۸۲ داشته است و با توجه به اینکه سایر نسبتهای این شرکت نیز از وضعیت خوبی برخوردار است به نظر می‌رسد که این شرکت کارایی بالایی داشته باشد. (در سال ۸۲) شرکت ۲ در سالهای ۸۰ و ۸۱ کمترین مقدار این نسبت را داشته و با توجه به سایر نسبتهای این شرکت در طی این دو سال کارایی نسبتاً کمی از این شرکت مورد انتظار است؛ ولی این شرکت در سال ۸۲ از رشد بسیار خوبی برخوردار بوده است، شرکت‌های ۱۵، ۸، ۶، ۲، ۵، ۱۰ و ۱۸ روندی کاملاً مثبت داشته‌اند. شرکت‌های ۱۳ و ۱۶ روندی کاملاً منفی، شرکت‌های ۱۴، ۱۰ و ۱۷ روندی متغیر و سایرین روندی نسبتاً ثابت داشته‌اند.

با مقایسه تمامی نسبتهای تحت بررسی می‌بینیم که روند شرکت‌های ۱، ۲، ۶، ۸، ۱۴ در کل مثبت بوده و شرکت‌های ۳ و ۱۳ روندی منفی داشته‌اند و در مورد سایر شرکتها نمی‌توان قضاوت شفافی را ارائه داد.

نمودار (۴)



نتایج حل مدل BCC

همانطور که گفته شد برای حل مدل DEA ورودیها و خروجیها برای سه سال ۸۰، ۸۱ و ۸۲ برای نوزده شرکت قطعه ساز خودرو محاسبه گردید. از حل مدل، برای هر شرکت مقدار کارایی (θ^*) ، بدست آمد که این نتایج در جدول (۲) خلاصه گردیده است. در ستون اول این جدول شناسه شرکت، در ستون دوم مقدار کارایی (θ^*) و در ستون سوم رتبه شرکت برای سالهای ۸۰، ۸۱ و ۸۲ و عدد داخل پرانتز در ستون رتبه نشان دهنده تعداد قرار گرفتن این شرکت در مجموعه مرجع می باشد.

جدول (۵) یک تصویر واضح و کامل از کارایی های شرکت های قطعه ساز خودرو در طی دوره ۸۰ تا ۸۱ به ما می دهد و ستون آخر این جدول یک رتبه بندی کامل را با توجه به روند سه ساله ارائه می کند. با توجه به جدول (۴)، روند کاملاً مثبت شرکت های ۱، ۲، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۶، ۱۸ تقریباً نتایج حاصل از آنالیز روند نسبتها را تأیید می کند. همچنین روند شرکت ۳ کاملاً منفی است.

جدول (۶) میزان همبستگی میان عدد کارایی با ورودیها و خروجیها را نشان می دهد. ارتباط مثبت غیرخطی میان سود عملیاتی و جریان نقدی آزاد و عدد کارایی وجود دارد، در نمودار (۵)، با توجه به بالا بودن متوسط کارایی شرکت های ۱، ۵، ۱۸ بین اندازه شرکت؛ یعنی

کل داراییها و کارایی نیز رابطه سیستماتیکی وجود دارد و همانطور که انتظار می رفت شرکت ۱۹ از متوسط کارایی بالایی برخوردار است. روند افزایش کاراییها در این سه سال بیانگر افزایش کارایی در کل صنعت قطعه سازی خوردو است و به نظر می رسد که شرکتها برای افزایش کارایی مالی خود تلاش می کنند.

جدول (۲)

امتیاز کارایی و رتبه بندی شرکتها برای سالهای ۱۳۸۱-۱۳۸۰ با مدل BCC

1382	θ^*	Rank	1381	θ^*	Rank	1380	θ^*	Rank
01 82	1	1 (32)	04 81	1	1 (1)	03 80	1	1 (0)
18 82	1	1 (33)	18 81	0.92	9	19 80	1	1 (6)
19 82	1	1 (50)	16 81	0.86	11	18 80	0.80	15
14 82	0.94	7	01 81	0.86	12	16 80	0.75	19
06 82	0.93	8	17 81	0.81	14	05 80	0.69	20
16 82	0.90	10	19 81	0.80	16	01 80	0.65	22
05 82	0.83	13	05 81	0.75	18	12 80	0.53	26
17 82	0.76	17	14 81	0.67	21	17 80	0.53	27
13 82	0.60	23	13 81	0.56	25	13 80	0.50	32
12 82	0.59	24	06 81	0.52	28	10 80	0.48	34
08 82	0.52	30	10 81	0.52	29	14 80	0.46	35
15 82	0.49	33	12 81	0.51	31	15 80	0.40	39
02 82	0.43	36	08 81	0.42	37	04 80	0.34	42
10 82	0.41	38	15 81	0.40	40	06 80	0.33	44
04 82	0.34	41	07 81	0.28	46	07 80	0.23	51
07 82	0.34	43	02 81	0.25	47	09 80	0.22	52
11 82	0.33	45	09 81	0.25	49	11 80	0.18	54
09 82	0.25	48	03 81	0.23	50	08 80	0.17	55
03 82	0.16	56	11 81	0.20	53	02 80	0.05	57

نکته قابل توجه دیگر این است که زمانی که یک شرکت، با تعداد دفعات بیشتری برای شرکتهایی با کارایی کمتر، در مرز کارایی قرار می گیرد، به عنوان یک راهنما مورد توجه است. با شمردن تعداد دفعاتی که یک شرکت در مجموعه مرجع ظاهر می شود (جدول ۲) خواهیم دید که شرکت ۱۹ در سال ۸۲ کاراترین می باشد، برای تمامی شرکتهایی که کمتر کارا تشخیص داده شده اند، یکی از اعضای مجموعه مرجع بوده است. این بدان معنا است که عملکرد این شرکت بر اساس تعریف مدل بطور متوسط در همه ابعاد کارایی، بهتر از سایر شرکتهای کارا می باشد.

جدول (۳)

میانگین امتیاز کارایی و رتبه بندی کلی شرکتها برای سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۱ تا مدل BCC

FIRM	1382	1381	1380	Average	Rank
19	1	0.80	1	0.93	1
18	1	0.92	0.80	0.91	2
01	1	0.86	0.65	0.84	3
16	0.90	0.86	0.75	0.84	4
05	0.83	0.75	0.69	0.76	5
17	0.76	0.81	0.53	0.70	6
14	0.94	0.67	0.46	0.69	7
06	0.93	0.52	0.33	0.59	8
04	0.34	1.00	0.34	0.56	9
13	0.60	0.56	0.50	0.55	10
12	0.59	0.51	0.53	0.54	11
10	0.41	0.52	0.48	0.47	12
03	0.16	0.23	1	0.46	13
15	0.49	0.40	0.40	0.43	14
08	0.52	0.42	0.17	0.37	15
07	0.34	0.28	0.23	0.28	16
02	0.43	0.25	0.05	0.24	17
11	0.33	0.20	0.18	0.24	18
09	0.25	0.25	0.22	0.24	19
Mean efficiency	0.62	0.57	0.49	0.56	
Median efficiency	0.59	0.52	0.48	0.55	
Maximum efficiency	1	1	1	0.93	
Minimum efficiency	0.16	0.20	0.05	0.24	

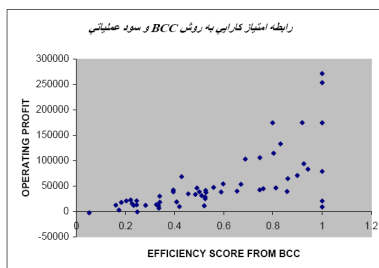
جدول (۴)

ضریب همبستگی بین نسبتهای مالی و امتیاز کارایی به روش BCC

Correlatio coefficients	EFFICIENCY SCORE FROM BCC
Operating Profit	0.70
Operating Cash Flows	0.67
Sales	0.62
Operating Expenses	0.55
Fixed Assets	0.40
Total Asset	0.63

نمودار (۵)

رابطه امتیاز کارایی به روش BCC و سود عملیاتی



نتایج حل مدل Ratio

برای بررسی بیشتر نسبتهای مالی و همچنین مقایسه کاراییهای بدست آمده با یک مدل دیگر، نسبتهای مالی به عنوان خروجیهای مدل بدون ورودی Ratio در نظر گرفته شد. نتایج از حل مدل در جدول (۵) خلاصه شده است. جدول (۶) تصویر واضح و کاملی از کارایی شرکتها که به وسیله مدل Ratio محاسبه شده است را در طی دوره ۸۰ الی ۸۲ می دهد و

ستون آخر، یک رتبه‌بندی کامل با توجه به روند سه ساله را عرضه می‌کند. همانطور که می‌بینیم طبق این روش شرکت‌های ۱، ۲، ۶، ۸ و ۱۵ روندی کاملاً مثبت داشته‌اند که چندان با نتایج حاصل از مدل BCC در تضاد نیست و نتایج روند نسبتها را تأیید می‌کند. روند شرکت‌های زیادی در این روش منفی است (شرکت‌های ۳، ۴، ۷، ۹، ۱۲ و ۱۳). جدول (۷) همبستگی میان عدد کارایی و نسبت‌های مالی را نشان می‌دهد و همانطور که می‌بینیم رابطه خطی مثبتی بین کارایی و بازده داراییها وجود دارد (ضریب همبستگی ۰.۸۹؛ نمودار ۶) و بین اعداد حاصل از این مدل و سایر نسبتها و همچنین ورودی و خروجیهای مدل BCC ارتباط سیستماتیکی وجود ندارد.

جدول (۵)

امتیاز کارایی و رتبه بندی شرکتها برای سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۱ با مدل Ratio

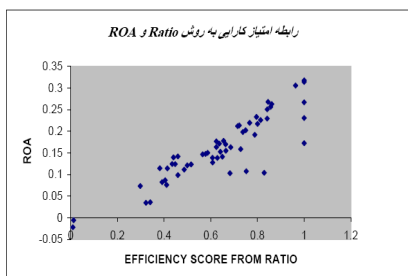
1382	θ^*	Rank	1381	θ^*	Rank	1380	θ^*	Rank
01 82	1	1 (29)	14 81	1	1 (44)	11 80	1	1 (22)
19 82	1	1 (27)	10.7 81	0.96	6	19 80	1	1 (32)
02 82	1	9	03 81	0.86	7	03 80	0.86	8
06 82	0.84	11	01 81	0.83	12	04 80	0.84	10
13.7 82	0.80	14	19 81	0.81	13	16.7 80	0.75	19
03 82	0.80	15	17 81	0.79	16	13 80	0.74	20
14.6 82	0.77	17	04 81	0.73	21	15 80	0.72	23
08 82	0.75	18	15 81	0.72	22	16 80	0.66	26
17.3 82	0.69	24	08 81	0.68	25	14 80	0.65	28
18.2 82	0.64	30	16 81	0.66	27	01 80	0.65	29
11 82	0.61	35	12.5 81	0.64	31	12 80	0.62	33
12.8 82	0.57	39	06 81	0.63	32	17.6 80	0.62	34
15.5 82	0.52	40	9.8 81	0.61	36	9.5 80	0.59	37
04 82	0.50	41	17.9 81	0.58	38	05 80	0.46	44
11.9 82	0.46	43	11.6 81	0.49	42	09 80	0.44	46
05 82	0.45	45	05 81	0.43	47	07 80	0.41	48
10.1 82	0.39	51	07 81	0.40	50	06 80	0.41	49
07 82	0.34	53	09 81	0.38	52	08 80	0.32	54
09 82	0.30	55	02 81	0.01	56	02 80	0.01	57

جدول (۶)

میانگین امتیاز کارایی و رتبه بندی کلی شرکتها برای سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۱ تا مدل Ratio

FIRM	1382	1381	1380	Average	Rank
19	1	0.81	1	0.94	1
11	1	0.96	1.00	0.86	2
03	1	0.86	0.86	0.84	3
01	1.00	0.83	0.65	0.83	4
13.7	0.80	1.00	0.65	0.82	5
17.3	0.69	0.79	0.75	0.74	6
14.6	0.77	0.72	0.72	0.73	7
04	0.50	0.73	0.84	0.69	8
12.8	0.57	0.64	0.74	0.65	9
06	0.84	0.63	0.41	0.63	10
15.5	0.52	0.66	0.66	0.61	11
18.2	0.64	0.58	0.62	0.61	12
08	0.75	0.68	0	0.59	13
10.1	0.39	0.61	0.59	0.53	14
11.9	0.46	0.49	0.62	0.52	15
05	0.45	0.43	0.46	0.45	16
07	0.34	0.40	0.41	0.39	17
09	0.30	0.38	0.44	0.37	18
02	0.85	0.01	0.01	0.29	19
Mean efficiency	0.64	0.64	0.62	0.64	
Median efficiency	0.64	0.66	0.65	0.63	
Maximum efficiency	1	1	1	0.94	
Minimum efficiency	0.30	0.01	0.01	0.29	

نمودار (۶)



جدول (۷)

ضریب همبستگی بین نسبتهای مالی و امتیاز کارایی به روش Ratio

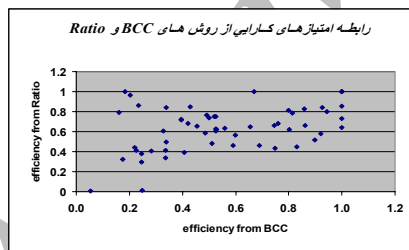
Correlatio coefficients	EFFICIENCY SCORE FROM RATIO
1/EFF	0.33
Return on Total Assets (RoA)	0.89
Cash Return on Fixed Assets	0.38
AssetTurnover	0.52

مقایسه مدل BCC و Ratio

برای بررسی ارتباط میان اعداد کارایی بدست آمده، از دو روش آزمون مقایسات زوجی (t-Test) با سطح $\alpha = 0.05$ انجام گردید؛ نتایج این مقایسه در جدول (۸) آمده است و همانطور که می بینیم تفاوت معناداری بین اعداد حاصل از این دو روش وجود دارد. همچنین نمودار (۷) رابطه میان امتیازهای کارایی حاصل از دو روش BCC و Ratio را نشان

می‌دهد. جهت مقایسه بهتر رتبه بندی حاصل از این دو روش، در جدول (۹) اختلاف میان رتبه بندی حاصل از دو روش، نشان داده شده است. تفاوت در دسته بندی به ترتیب در شرکت‌های ۱۱، ۵، ۳، ۱۸، ۱۵، ۱۶ و ۱۲ وجود دارد که در این میان شرکت‌های ۳، ۱۱ و ۱۵ در روش Ratio به میزان قابل توجهی کارا تر تشخیص داده شده و بقیه آنها در مدل BCC بهتر تشخیص داده شده است. همانطور که در جدول (۹) می‌بینیم ضریب همبستگی بالایی میان دارایی‌های کل و رتبه بندی حاصل از روش BCC و اختلاف رتبه بندی حاصل از دو روش وجود دارد. شرکت‌هایی که در مدل BCC، بهتر تشخیص داده شده‌اند همگی جز شرکت‌هایی با اندازه بزرگ (متوسط کل دارایی و دارایی‌های ثابت بالا) بوده‌اند و شرکت‌های ۳، ۱۱ و ۱۵ سایز کوچکی داشته‌اند. به نظر می‌رسد که تفاوت این دو روش بیشتر به دلیل به کارگیری دارایی‌های ثابت (FA) به عنوان خروجی در مدل BCC و بکارگیری کل دارایی‌ها (TA) در برخی نسبتها در مدل Ratio بوده است. و شاید استفاده از این دو مدل برای شرکت‌هایی که اندازه مشابهی دارند، نتیجه مشابهی را بدست آورد.

نمودار (۷)



جدول (۸)

نتایج آزمون زوجی کارایی حاصل از دو روش BCC و Ratio

t-Test: Paired Two Sample for Means

	Efficiency (Ratio)	Efficiency (BCC)
Mean	0.636	0.560
Variance	0.051	0.075
Observations	57	57
Pearson Correlation	0.430	
Hypothesized Mean Difference	0	
α	0.05	
df	56	
t Stat	2.115	
P(T<=t) one-tail	0.019	
t Critical one-tail	1.673	
P(T<=t) two-tail	0.039	
t Critical two-tail	2.003	

جدول (۹)

اختلاف رتبه بندی حاصل از روش BCC و Ratio

FIRM	RANK BCC	RANK Ratio	Diffrence of Ranks	Total Assets
11	18	2	16	75,499
03	13	3	10	43,598
15	14	7	7	195,729
08	15	13	2	90,916
14	7	5	2	258,859
04	9	8	1	132,654
09	19	18	1	172,662
13	10	9	1	278,928
17	6	6	0	239,960
19	1	1	0	808,496
01	3	4	-1	371,549
07	16	17	-1	148,145
02	17	19	-2	184,159
06	8	10	-2	243,870
10	12	14	-2	217,291
12	11	15	-4	298,539
16	4	11	-7	408,051
18	2	12	-10	1,202,726
05	5	16	-11	881,750
Average of Total Assets				329,125
Correlation between Rank from BCC and Total Assets				-0.671553
Correlation between Diffrence of Ranks and Total Assets				-0.719896

نتیجه گیری

در این مطالعه، برای اولین بار در ایران روشهایی جهت بررسی چند جانبه ارقام و نسبتهای مالی جهت تکمیل آنالیز ساده نسبت به وسیله مدل های DEA ارائه شد. جهت بررسی کاربردی مدل ها، نوزده شرکت قطعه سازی خودرو در سالهای ۱۳۸۰، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ انتخاب گردید. ابتدا تعدادی از نسبتهای مالی این شرکتها محاسبه شد و آنالیز سنتی نسبت برای این نسبتها انجام گرفت؛ سپس با استفاده از روش BCC، یکی از مدل های DEA و ارقام مالی مرتبط، نسبتهای کارایی شرکتها محاسبه گردید. دلیل اصلی استفاده از مدل DEA این بود که نشان داده شود که مدل های مرزی می توانند به راحتی نمایش بهتری از

ارقام و اعداد مالی فراهم آورند و با بدست آوردن یک امتیاز عددی، تمامی شرکتها را مقایسه و رتبه‌بندی کنند و اهداف دست یافتنی و بهینه‌ای برای شرکت‌های غیرکارا فراهم آورند و بدین ترتیب، به استفاده کنندگان از ارقام مالی در گرفتن تصمیمات بهتر یاری رسانند. سپس نتایج حاصل از مدل BCC، با یک مدل ابتکاری DEA که توسط «هالکاس»^۱ و همکاران پیشنهاد شده و یک مدل DEA بدون ورودی است که نسبت‌های مالی را به عنوان خروجی بکار می‌گیرد؛ مقایسه شد.

نتایج حاصل از مطالعه در زیر خلاصه می‌شود.

۱. روش آنالیز نسبت و BCC نتایج مشابهی را ارائه می‌کنند و روش BCC یک عدد کلی جهت کارایی شرکتها بدست می‌آورد که مقایسه و رتبه بندی شرکت‌های مشابه را ممکن می‌سازد.

۲. بین کارایی بدست آمده به روش BCC و سود عملیاتی شرکتها، رابطه مثبتی وجود دارد و همچنین رابطه نسبتاً مثبتی میان جریان نقدی عملیاتی و کارایی حاکم است. ۳. بین اندازه شرکت از نظر مجموع داراییها و امتیاز کارایی شرکت، رابطه مثبتی وجود دارد.

۴. نتایج حاصل از مدل BCC و Ratio، به نسبت مشابه بوده و اختلاف اصلی این دو مدل در جاهایی نمود می‌یابد که اندازه شرکتها به نسبت سایرین بزرگ و یا کوچک بوده است و به نظر می‌رسد که روش Ratio در مورد شرکت‌هایی که اندازه مشابه دارند، نتایج مشابهی با روش BCC ارائه می‌دهد.

۵. بین بازده داراییهای شرکت (ROA) و کارایی های محاسبه شده به روش Ratio رابطه مثبتی وجود دارد.

۶. نتیجه منطقی بدست آمده، بستگی به عملکرد نسبی مجموعه شرکت‌های نمونه دارد که این مقایسه در مورد شرکت‌هایی که عملکرد مشابه دارند، انجام می‌شود؛ پس بهتر است که شرکت‌هایی که حداکثر همگنی را در محصولات و نوع فعالیت خود دارند، انتخاب کنیم.

^۱. Halkos

۷. این مطالعه به هیچ وجه سعی ندارد که یکی از این روشها را توصیه نموده و یا بهتر فرض نماید؛ بلکه این شیوهها مکمل یکدیگر بوده و استفاده همزمان از روش آنالیز نسبت و سایر روشهای غیرپارامتری مرزی، استفادهکنندگان از ارقام مالی را در درک بهتر و تصمیم‌گیرهای صحیح تر کمک خواهد کرد.

۸. میانگین کارایی شرکتهای قطعه ساز خودرو در طی سه سال ۸۰، ۸۱ و ۸۲ در حال افزایش بود و به نظر می‌رسد که شرکتهای این صنعت در حال بهبود کارایی و رقابت با یکدیگر هستند.

پی نوشتها:

۱. اوجین اف . بری گام، لوئیس سی گاپنسکی و فلیپ آردی وز، *مدیریت مالی میانه*. ترجمه دکتر علی پارسائیان، تهران: انتشارات آژنگ، ۱۳۸۲.
۲. وستون ، بری گام. *مدیریت مالی*. ترجمه حسین عبده تبریزی، پرویز مشیرزاده مویدی، تهران: مؤسسه انتشارات آگاه، ۱۳۶۲.
3. Banker, R.D., Morey, R.C. "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs"., *Operations Res.* No. 34, (1986): 513-521.
4. George E. Halkos, Dimitrios S. Salamouris. "Efficiency Measurement of the Greek Commercial Banks with the Use of Financial Ratios: a Data Envelopment Analysis Approach"., *Management Accounting Research*, No. 15, (2004): 201-224.
5. Daria Kitaeva. "The Relation Between Productivity Measures and Financial Information, Evidence From the Airline Industry"., *Industrial and Financial Economics Master Thesis*, No.46, (2002).
6. Färe, Rolf, Grosskopf & Shawna, Lovell Knox, C.A. *The Measurement of Efficiency of Production*. Kluwer-Nijhoff Publishing., 1985.
7. Farrell, M.J. "The Measurement of Productive Efficiency"., *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, Vol. 120, Issue 3 (1957): 253-290.
8. Coelli, Tim J. & Prasada Rao, D.S. "Implicit Value Shares in Malmquist TFP Index Numbers"., *CEPA Working Papers*, No. 4, (2001).
Web page: http://www.une.edu.au/econometrics/cepa4_01.PDF
9. Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units"., *European Journal of Operating Research*, No. 2(6), (1978): 429-444.
10. Charnes, A., Cooper, W.W. "Preface to Topics in Data Envelopment Analysis"., *Annals of Operations Research*, No. 2, (1985): 59-94.
11. Ahn, T. Charnes, A.; and Cooper, W. W. "Efficiency Characterizations in Different DEA Models"., *Socio-Economic Planning Sciences*, No. 22(6), (1988).
12. Smith, P., "Data Envelopment Analysis Applied to Financial Statements. Omega, *The International Journal of Management Science*, No. 18 (2), (1990).

13. Day, D.L., Lewin, A.Y., Li, H. "Strategic Leaders or Strategic Groups: a Longitudinal Data Envelopment Analysis of the US Brewing Industry"., *European Journal of Operational Research*, No. 80 (3), (1995).
14. Oral, M., Yolalan, R. "An Empirical Study on Measuring Operating Efficiency and Profitability of Bank Branches"., *European Journal of Operational Research*, No. 46 (3), (1990): 282-294.
15. Athanassopoulos, A.D., Ballantine, J. A. "Ratio and Frontier Analysis for Assessing Corporate Performance: Evidence From the Grocery Industry in the UK"., *Journal of the Operational Research Society*, No. 46 (4), (1995): 427-440.
16. Bowlin, W.F. "A Characterization of the Financial Condition of the United States Aerospace Defense Industrial Base. Omega.", *The International Journal of Management Science*, No. 23 (5), (1995): 539-555.
17. W.F. Bowlin. "An Analysis of the Financial Performance of Defense Business Segments Using Data Envelopment Analysis"., *Journal of Accounting and Public Policy*, No. 18, (1999): 287-310.
18. Holmén, Martin, Marton, Jan & Sjögren, Stefan. "The Relation Between Technological Innovations, Firm Value and Accounting Reports in the Airline Industry"., *Working Paper Presented at EAA Conference in Copenhagen, Denmark*, (25-27 th of April 2002).
19. Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., Swarts, J., Thomas, D.A. "An Introduction to Data Envelopment Analysis with some of its Models and their Uses", In: Chan, J.L., Patton, J.M. (Eds.), *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, Vol. 5. JAI Press, Greenwich, CT, (1989): 125-163.
20. Callen, J.L. "Data Envelopment Analysis: Partial Survey and Applications for Management Accounting"., *Journal of Management Accounting Research*, No. 3, (1991): 35-56.
21. Beaver, W.H. "Financial Ratios as Predictors of Failure"., *Journal of Accounting Research*, No. 4, (1966): 71-127.
22. Rhodes, E.L., Southwick, J.L., Variations in Public and Private University Efficiency. *Appl. Manag. Sci.* 7, 1993, 145-170.
23. Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin A.Y. *Seiford, L.M., Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers., 1994.