

رتبه‌بندی شعب بورس اوراق بهادار در ایران با استفاده از تکنیک Topsis/DEA/AHP فازی



* داریوش فرید
** محمد حسن زارع
*** حبیب زارع
**** علیرضا رجیبی پور میبیدی

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۱۶
صفحات: ۳۰۹ - ۳۲۱

یکی از نهادهای بسیار مهم که نقش بسزایی در جذب سرمایه‌ها در راستای پیشبرد و رونق اقتصادی کشورها ایفا می‌کند، سازمان بورس اوراق بهادار است. نوشتار حاضر از طریق تکنیک

* . دکتر داریوش فرید؛ استادیار دانشکده مدیریت - دانشگاه یزد.

E.mail: darush.farid@gmail.com

** . محمد حسن زارع؛ مربی مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی.

E. mail: zarea22@yahoo.com

*** . دکتر حبیب زارع؛ استادیار دانشکده مدیریت - دانشگاه یزد.

E. mail: ha_zare_ah@yahoo.com

**** . علیرضا رجیبی پور میبیدی؛ کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی - دانشگاه یزد.

E. mail: uni.pnu@gmail.com

تحلیل پوششی داده‌ها^۱ و فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۲ به دنبال اندازه‌گیری و مقایسه کارایی شعب بورس در ایران است. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که حجم پرسنل، سرمایه‌های ثابت، فضا، امکانات و منابع مالی مهمترین نهاده‌هایی هستند که بر روی کارکرد شعب بورس در سراسر کشور تأثیر می‌گذارند. از سوی دیگر حجم تبادلات اعم از خرید و فروش، کارمزدهای معاملات، حق‌الدرج، حق‌عضویت و... تشکیل دهنده ستادهای عملکردی شعب بورس هستند. درنهایت، شعب بورس منطقه‌ای کیش، کرج و خراسان بطور نسبی کاراترین و شعب بورس منطقه‌ای اردبیل، بندرعباس و سیستان و بلوچستان ناکاراترین شعب تشخیص داده شدند.

کلید واژه‌ها:

ایران، سازمان بورس اوراق بهادار، شعب بورس اوراق بهادار، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، ارزیابی عملکرد، رتبه‌بندی، کارایی، تحلیل سلسله مراتبی، تکنیک AHP



مقدمه

ارزیابی عملکرد، فرایندی است که با تولد انسان آغاز شده و همواره سعی در اصلاح و ارتقای خود داشته است. امروزه با توجه به رشد فزاینده اهمیت سازمانها در اجتماع، ارزیابی عملکرد سازمانها و مدیران بیش از پیش مورد نظر قرار گرفته و شاخصهای گوناگونی به عنوان معیار عملکرد مدیران و سازمانها مطرح شده است. در میان نهادهای اجتماعی-اقتصادی، شعب بورس اوراق بهادار هر کشور، نقش حساسی در جلب و توسعه سرمایه‌های مفید و اثربخش اقتصادی دارند و می‌توانند در صورت کارا و اثربخش بودن به عنوان یک عامل کنترلی بر تورم (از طریق جذب نقدینگی)، تقویت‌کننده زیرساختهای توسعه صنعتی (از طریق گسترش سرمایه‌گذاری) و همچنین پشتیبانی‌کننده از تبادلات سرمایه عمل کنند و تأثیرات مفیدی بر توسعه پایدار بگذارند. یکی از مدل‌های کمی که امروزه در ارزیابی عملکرد و تعیین واحدهای کارا و ناکارا کاربرد وسیع پیدا کرده، مدل تحلیل پوششی داده‌ها است. این تکنیک از تمامی مشاهدات گردآوری شده برای اندازه‌گیری کارایی استفاده کرده و هر کدام از مشاهدات را در مقایسه با مرز کارا بهینه می‌کند.^۱ تحلیل پوششی داده‌ها، یک روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده است که توسط چارنز و همکارانش ابداع شده است. پس از مطالعات چارنز و همکارانش بر روی اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده^۲، مدل‌های بسیار با کاربردهای فراوان برای آن ارائه شده است. تحلیل پوششی داده‌ها در ایران با پایان‌نامه دکتری آقای علی‌رضایی^۳ شروع شد و هرچه از عمر آن می‌گذرد کارهای علمی-کاربردی بیشتری با استفاده از آن انجام می‌شود. به موازات پیشرفتهای وسیعی که در تئوری و کاربرد مباحث تحلیل پوششی داده‌ها در دنیا انجام شده، مجموعه فعالیتهای استفاده از آن در ایران نیز گسترده‌تر شده است.^۴

^۱. J. Johnes, "Performance Assessment in Higher Education in Britain", *European Journal of Operations Research*, No.89, (1996), pp. 18-33.

^۲. Decision Making Unit(DMU)

^۳. محمدرضا علی‌رضایی، «ارزیابی ارباب کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها»، پایان‌نامه دکتر، دانشگاه تربیت معلم، (۱۳۷۴).

^۴. Ahn, (1978).

«بیزلی»^۱ (۱۹۹۵)، «برو و همکاران»^۲ (۱۹۹۴) و علیرضایی و جهانشاهلو (۱۹۹۴)، «سینانی و همکاران»^۳ (۱۹۹۴)، «گلبرت و همکاران»^۴ (۲۰۰۰)، «آوکیران»^۵ (۲۰۰۱) و «مدل»^۶ (۲۰۰۳) از جمله پژوهشگرانی بوده‌اند که با استفاده از این تکنیک به ارزیابی کارایی واحدهای آموزش عالی و دانشگاهی پرداخته‌اند؛ برای مثال می‌توان، اندازه‌گیری کارایی در تجزیه و تحلیل‌های مربوط به واحدهای آموزشی دانشگاه تربیت معلم و دبیرستانهای چهار شهرستان مازندران، مقایسه صنعت ایران در مجموعه چهارده کشور اقیانوسیه، مقایسه شعب بیمه، مقایسه دانشگاهها، ارزیابی کارایی شرکتهای توزیع‌کننده برق و ... را نام برد. بنابراین قابلیت بالای این روش موجب استفاده از آن در ارزیابی عملکرد سازمانهای متعددی شده است. گسترش کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها به پژوهشهای مرتبط با ارزیابی کارایی بازار سرمایه نیز تعمیم یافته است.^۷

هدف اساسی از انجام این تحقیق، رتبه‌بندی نهاده‌ها و ستاده‌های شعب بورس اوراق بهادار کشور از حیث میزان تأثیر آنها بر کارایی هر یک از شعب و تعیین میزان کارایی نسبی شعب بورس اوراق بهادار کشور با توجه به نهاده‌ها و ستاده‌های مؤثر بر عملکرد آنها است، تا از این طریق راه برای برنامه‌ریزی بهبود عملکرد و استقرار چرخه بهره‌وری هموار شود. شیوه تحلیل پوششی داده‌ها یک نقیصه عمده دارد و آن اینکه این روش صرفاً ریاضی است و بنابراین قابلیت لحاظ نمودن شاخصهای کیفی، ذهنی و شهودی در آن وجود ندارد. در این میان، برخی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله AHP و Topsis با ویژگیهای خاص خود می‌توانند این نقیصه را برطرف نمایند. به همین دلیل، این نوشتار از یک شیوه تلفیقی برای استفاده سیستماتیک از چندین تکنیک تصمیم‌گیری بهره گرفته شده است. از تکنیک Topsis فازی برای تعیین درجه اهمیت نهاده‌ها و ستاده‌های عملکردی

¹. Bassley, (1995).

². Breu, et. al, (1994).

³. Sinuanny, et. al, (1994).

⁴. Golbert, et. al, (2000).

⁵. Avkiran.K.N, (2001).

⁶. Modell. S, (2003).

⁷. K. Bala, W. D. Cook, "Performance Measurement with Classification Information: an Enhanced Additive DEA Model", *Omega*, No.31, (2003), pp. 39-450.

شعب بورس، از مدل‌سازی ریاضی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها برای طراحی مدل‌های سنجش کارایی نسبی شعب و در نهایت از فرایند AHP به منظور رتبه‌بندی نهایی شعب بورس در سراسر کشور استفاده شده است. در ادامه به تشریح مبانی علمی هر یک از این تکنیک‌ها می‌پردازیم.

کاربرد Topsis فازی در تعیین درجه اهمیت نهاده‌ها و ستاده‌ها

TOPSIS یکی از روشهای مرسوم در بحث تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ محسوب می‌شود که از قابلیت‌های شایان توجهی برخوردار است. برای استفاده از این روش به یک ماتریس تصمیم‌گیری نیاز داریم که سطرهای آن، گزینه‌ها و ستونهای آن، معیارها هستند. با یک رویکرد سیستمی می‌توان تکنیک تصمیم‌گیری TOPSIS را به فضای فازی توسعه داد. استفاده از این رویکرد به خصوص در زمانی که هدف حل یک مسئله تصمیم‌گیری به صورت گروهی می‌باشد، بسیار کارساز است. برای افزایش دقت محاسباتی می‌توان فرض کرد که درجات اهمیت شاخصهای تبیینی تصمیم‌گیری و همچنین نرخهای متغیرهای کیفی به صورت متغیرهای کلامی^۲ گردآوری شده است. در محیط فازی می‌توان متغیرهای کلامی را در قالب اعداد فازی تعریف نمود. نمونه‌ای از این متغیرها، به صورت اعداد مثلثی فازی در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱. کاربرد متغیرهای کلامی برای تعیین درجه اهمیت متغیرها

متغیرهای زبانی	علامت اختصاری	عدد مثلثی فازی
خیلی کم	VL	(0,0,0.1)
کم	L	(0,0.1,0.3)
کمتر از متوسط	ML	(0.1,0.3,0.5)
متوسط	M	(0.3,0.5,0.7)
بیشتر از متوسط	MH	(0.5,0.7,0.9)
زیاد	H	(0.7,0.9,1)
خیلی زیاد	VH	(0.9,1,1)

^۱. Multiple Attribute Decision Making (MADM)

^۲. Linguistic Variables

فرض کنید گروه K نفره از تصمیم گیرندگان به درجه اهمیت معیارها و گزینه ها برحسب هریک از معیارها امتیاز دهند. اگر X_{ij}^k امتیاز اعطا شده از سوی k امین تصمیم گیرنده در رابطه با گزینه j ام بر اساس معیار j ام باشد و W_j^k درجه اهمیت معیار j از منظر فرد k ام باشد، ابتدا باید میانگین درجه اهمیت و امتیازات گزینه ها را به روش زیر محاسبه نماییم:

$$X_{ij} = \frac{1}{k} [X_{ij}^1 (+) X_{ij}^2 (+) \dots (+) X_{ij}^k]$$

$$W_j = \frac{1}{k} [W_j^1 (+) W_j^2 (+) \dots (+) W_j^k]$$

همواره یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره گروهی را در محیط فازی می توان به صورت ماتریسی همانند زیر نمایش داد:

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} = D$$

$$W = [W_1, W_2, \dots, W_n]$$

هریک از متغیرهای کلامی X_{ij} و W_j می تواند در قالب اعداد مثلثی فازی به صورت زیر تعریف شود:

$$X_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

$$W_j = (W_{j1}, W_{j2}, W_{j3})$$

در تکنیک TOPSIS، باید داده‌های بدست آمده در ماتریس تصمیم‌گیری با شیوه اقلیدسی نرمالیز شود. علت استفاده از این شیوه آنست که در تکنیک TOPSIS، فاصله اقلیدسی گزینه‌ها از گزینه‌های ایده‌آل منفی و مثبت به عنوان اساس اولویت‌دهی در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیز شده فازی به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$R = [r_{ij}]_{m \times n}$$

اگر B و C را به ترتیب مجموعه معیارهای همجهت با سود و هزینه تعریف کنیم، خواهیم داشت:

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad j \in B$$

$$r_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad j \in C$$

$$c_j^* = \max c_{ij} \quad \text{if } j \in B$$

$$a_j^- = \min a_{ij} \quad \text{if } j \in C$$

اکنون بر مبنای بردار سطری اوزان معیارها (W) و ماتریس نرمالیز شده تصمیم‌گیری R می‌توان ماتریس موزون تصمیم‌گیری را بدست آورد:

$$V = [v_{ij}]_{m \times n}$$

بطوریکه هریک از درایه‌های این ماتریس برابرند با:

$$v_{ij} = r_{ij}(\cdot) w_j \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

بر اساس این ماتریس اکنون می‌توان گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی را تعریف کرد:

$$A^* = (v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-)$$

پس از محاسبه گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی، فاصله هر یک از گزینه‌ها از این دو گزینه ایده‌آل بر اساس محاسبات فازی بدست خواهد آمد:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^*) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

در نهایت ضریب نزدیکی برای تعیین اولویت‌های گزینه‌ها محاسبه می‌شود.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

اکنون می‌توان تمامی گزینه‌ها را بر اساس مقادیر بزرگتر CC_i مرتب نمود.^۱

مدل‌سازی ریاضی کارایی نسبی با تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوشش داده‌ها، شیوه مدل‌سازی ریاضی است که کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده همگن را براساس نسبت ستاده‌ها به نهاده‌ها تعریف و عملیاتی می‌کند. در صورتی که n واحد تصمیم‌گیرنده داشته باشیم که هر یک m نهاده و s ستاده مشابه دارند کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیرنده z ام (DMU $_j$) ($j=1, 2, \dots, n$) به صورت مدل ریاضی ذیل تعریف می‌شود:^۲

$$\begin{aligned} \text{Max } h_k &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \\ \text{St } &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j=1, 2, \dots, n) \\ u_r &\geq 0 \quad (r=1, 2, \dots, s) \\ v_i &\geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, m) \end{aligned}$$

که در آن:

X_{ij} = میزان نهاده i ام برای واحد z ام

Y_{rj} = میزان ستاده r ام برای واحد z ام

¹. C.T. Chen, "Extension of the TOPSIS for Group Decision Making under Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*, No.114, (2000), pp. 1-9.

². J. R. Doyle and R. H. Green, "Efficiency and Cross Efficiency in DEA: Derivation, Measuring and Uses", *Journal of Operational Research Society*, No.45 (5), (2002), pp. 567-578.

U_i = وزن داده شده به ستاده r ام

V_i = وزن داده شده به نهاده i ام

با خارج نمودن مدل ریاضی فوق از فضای کسری می‌توان به مدل‌های خطی از تحلیل پوششی داده‌ها دست یافت. شکی نیست که برای واحدهای تصمیم‌گیرنده افزایش سطح کارایی از طریق افزایش ستاده‌ها یا کاهش نهاده‌ها مقدور است. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها نیز با توجه به این اهداف به دو دسته خروجی و ورودی محور دسته‌بندی می‌شود. لازم است تا برای محاسبه کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده به تعداد تمامی واحدها، مدل ریاضی اختصاصی طراحی و اجرا شود.¹

رتبه‌دهی نهایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از AHP

یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری تکنیک AHP یا فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است که اولین بار توسط "توماس. ال. ساعتی" (دانشمند عراقی الاصل آمریکایی) در دهه ۱۹۷۰ مطرح شد.²

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از این مسئله است که در آن هدف، معیارها و گزینه‌های رقیب را نشان می‌دهد. در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌شود که این وزن‌ها را وزن نسبی می‌نامیم. سپس با تلفیق وزن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص خواهد شد که آن را وزن مطلق می‌نامیم. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال‌سازی³ و میانگین موزون⁴ استفاده می‌شود. در AHP برای نرمال کردن اعداد ماتریس‌های مقایسه‌ای از شیوه خطی ساعتی استفاده می‌شود:

¹ H. Forstner and A. Isaksson, "Productivity, Technology, & Efficiency", *UNIDO*, (2002), p. 6.

² J. Aczél, and T. L. Saaty, "Procedures for Synthesizing Ratio Judgments", In: *Journal of Mathematical Psychology*, No. 27, (1983), pp. 93-102

³ Normalize

⁴ Weighted Average

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

که در آن r_{ij} مؤلفه نرمال شده است. پس از نرمال کردن از مقادیر هر سطر ماتریس میانگین گرفته می‌شود تا میزان اولویت (درجه اهمیت) هر گزینه رقیب یا معیار بدست آید بگونه‌ای که:

$$W_i = \frac{\sum_{i=1}^n r_{ij}}{n} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \sum_{i=1}^n W_i = 1$$

اهمیت AHP علاوه بر ترکیب سطوح مختلف سلسله مراتب تصمیم و در نظر گرفتن عوامل متعدد در محاسبه نرخ سازگاری^۱ (CR) است. نرخ سازگاری، مکانیزمی است که سازگاری مقایسات را مشخص می‌کند. این مکانیزم نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویتهای حاصل از اعضای گروه و یا اولویتهای جدولهای ترکیبی اعتماد کرد. بر این اساس لازم است تا ابتدا شاخص سازگاری^۲ محاسبه شود:

$$C.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

در نهایت نرخ سازگاری بدین صورت محاسبه خواهد شد^۳:

$$C.R = \frac{C.I}{R.I}$$

¹. Consistency Rate

². Consistency Index

³. Brugha, C. M., The Analytical Hierarchy Process and Rank Reversal. In: European Journal of Operational Research, In Review Process, 2003.

<http://mis.ucd.ie//staff//cbrughe//mbapapers//rankrev4.pdf>

روش تحقیق

روش این تحقیق از نوع تحلیلی - ریاضی است. بطور خلاصه فراگرد پژوهش شامل چهار مرحله متوالی است. مرحله نخست شامل شناسایی نهاده‌ها و ستاده‌های سیستمی مؤثر بر عملکرد شعب بورس کشور است. در مرحله دوم درجه اهمیت هر یک از نهاده‌ها و ستاده‌ها با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی پیمایش و اندازه‌گیری می‌شود. در مرحله سوم، مدل‌های ریاضی اندازه‌گیری کارایی شعب بورس، طراحی شده و این مهم در چارچوب مفهومی تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها صورت می‌گیرد. برای تحقق این مرحله از نرم‌افزار لینگو^۱ استفاده می‌شود. در مرحله چهارم، نتایج ارزیابی کارایی شعب بورس به صورت مقایسه‌های زوجی به ماتریس‌های ورودی تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی وارد شده، رتبه‌های شعب بورس از نظر عملکرد تعیین می‌شود.^۲

تمامی این مراحل و تکنیک‌های مورد استفاده در هر مرحله در شکل (۱) ترسیم شده است.

شکل ۱. شیوه ارزیابی کارایی شعب بورس اوراق بهادار کشور



^۱. Lingo

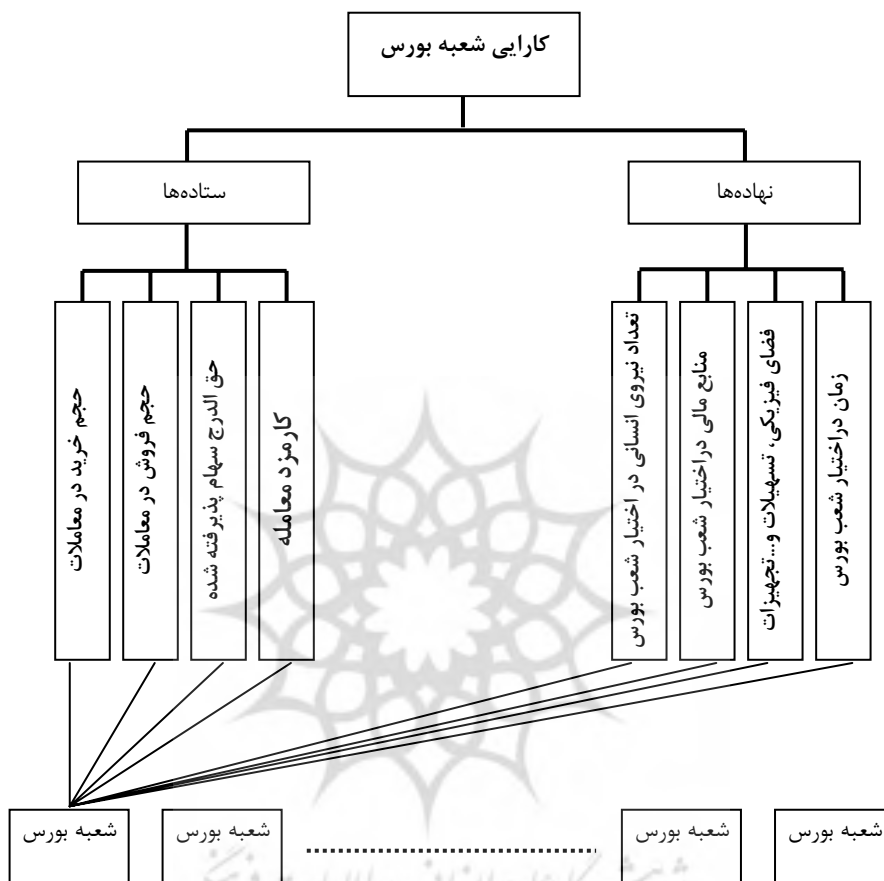
^۲. این کار با استفاده از نرم‌افزار Team Expert Choice انجام شده است.

شناسایی نهاده‌ها و ستاده‌های عملکردی شعب بورس

اگر بخواهیم از منظر سیستمی به عملکرد سازمان بنگریم، باید عملکرد سازمانی را مترادف با خروجی‌های حاصل شده توسط سازمان از طریق فرآیندهای سازمانی بدانیم که در نتیجهٔ پردازش ورودیهای سازمان بدست آمده است. هر شعبه منطقه‌ای بورس، بنابر تعاریف سازمان کارگزاران بورس اوراق بهادار، دارای درآمدهای عملیاتی و غیر عملیاتی است. مهمترین عناوین درآمدهای عملیاتی یک شعبه بورس اوراق بهادار شامل حجم خرید و نیز حجم فروش در معاملات، کارمزد معامله و حق الدرجهٔ سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس است و مهمترین عناوین درآمدهای غیر عملیاتی شامل حق عضویت کارگزاران، ذخیره پروژه‌های گسترش بورس، درآمد حاصل از تسعیر ارز، درآمد حاصل از سرمایه‌گذاری در اوراق مشارکت، درآمد حاصل از مسدود نمودن سهام وثیقه و اجاره دریافتی از شعب بانک‌ها می‌باشد. اما نکته حائز اهمیت آن است که شعب بورس در تأمین درآمدهای غیر عملیاتی خود از اختیارات کافی برخوردار نیستند. تعیین و کنترل میزان سرمایه‌گذاریهای کوتاه مدت و بلندمدت توسط شعب بورس، درآمد حاصل از ارائه تسهیلات به کارگزاران، ذخیره پروژه‌های گسترش بورس، درآمد حاصل از تسعیر ارز و سایر درآمدهای غیر عملیاتی بر عهده سازمان مرکزی بورس اوراق بهادار بوده و شعب بورس بر برنامه‌ریزی، تحصیل و کنترل آنها از اختیار لازم برخوردار نیستند.

شکل (۲) معرف مؤلفه‌هایی است که در این نوشتار به‌عنوان نهاده‌ها و ستاده‌های کارکردی شعب بورس و نیز مبنای پیمایش و ارزیابی کارایی نسبی آنها قرار داده شده است.

شکل ۲. درختواره نهاده‌ها و ستاده‌های سیستمی عملکرد شعب بورس



اندازه‌گیری درجه اهمیت نهاده‌ها و ستاده‌های کارکردی شعب

به منظور پیمایش نظرات تصمیم‌گیرندگان شعب بورس در رابطه با اهمیت نهاده‌ها و ستاده‌های کارکردی، پرسشنامه‌ای طراحی شد که نظرات پاسخگویان را در قالب طیف پنج گزینه‌ای لیکرت پرسش می‌نمود. از پاسخ دهندگان خواسته شد تا میزان اهمیت نهاده‌ها و ستاده‌ها را در قالب عدد مثلثی فازی؛ یعنی در سه سطح بدینانه، محتمل‌ترین و خوش بینانه درج نمایند. جامعه آماری پژوهش را شعب بورس اوراق بهادار کشور، تشکیل می‌دهد. در

کشور ۲۱ تالار بورس منطقه‌ای فعال است که عبارتند از: بورس‌های منطقه‌ای آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، بندرعباس، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، قم، کرج، کرمان، کرمانشاه، کیش، گیلان، مازندران، همدان و یزد.

به منظور پیمایش نظرات خبرگان پیرامون درجه اهمیت نهاده‌ها و ستاده‌ها، پرسشنامه طراحی شده در اختیار مدیران و معاونین بورس‌های منطقه‌ای کشور قرار گرفت. علت این امر همگن‌سازی داده‌های پیمایش شده متناسب با سمت پاسخ دهندگان و جایگاه اجرایی آنان است. سپس مراحل بعدی الگوریتم Topsis تشریح شده، بر روی داده‌های ماتریس مزبور (با استفاده از نرم افزار Excel) عملیاتی شد. درجه اهمیت هر یک از نهاده‌ها و ستاده‌های سیستمی شعب بورس کشور در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲. درجه اهمیت نهاده‌ها و ستاده‌های کارکردی شعب بورس

درجات اهمیت	نهاده‌ها و ستاده‌های سیستمی	
۰/۲۲۷۲۷۳	نهادهای کارایی	تعداد نیروی انسانی در اختیار شعبات بورس
۰/۳۶۳۶۳۶		منابع مالی در اختیار شعبات بورس
۰/۰۹۰۹۰۹		فضای فیزیکی، تسهیلات و تجهیزات در اختیار شعبات بورس
۰/۳۱۸۱۸۲		زمان در اختیار شعبات بورس
۰/۲۴۵۸۷۷	ستاده‌های کارایی	حجم خرید در معاملات سهام و اوراق بهادار
۰/۲۶۲۳۶۹		حجم فروش در معاملات سهام و اوراق بهادار
۰/۲۳۶۸۸۲		حق الدرجه سهام پذیرفته شده
۰/۲۵۴۸۷۳		کارمزد معاملاتی

تعیین میزان کارایی نسبی شعب بورس کشور

در این پژوهش از مدل DEA با ماهیت خروجی^۱ برای ارزیابی کارایی شعب بورس استفاده شده است. این امر به علت آن است که مدیریت، توان اعمال کنترل بیشتری بر روی ستاده‌ها نسبت به داده‌ها دارد. به عبارتی هدف مدیریت شعب بورس منطقه‌ای همواره افزایش سطح ستاده‌های عملکردی است. این ویژگی در قالب مدل‌های خروجی محور DEA نمود می‌یابد. از همین روی به منظور ارزیابی کارایی شعب بورس، مدل عمومی زیر با در نظر گرفتن تمامی حوزه‌ها، ابعاد و مؤلفه‌ها، طراحی شده است.

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_0 &= \sum_{l=1}^p v_l x_{l0} \\ \text{st : } \sum_{j=1}^n u_j y_{j0} &= 1 \\ \sum_{j=1}^n u_j y_{jk} - \sum_{l=1}^p v_l x_{lk} &\leq o \quad (\forall k : 1, 2, \dots, 21) \\ u_j, v_l &\geq 0 \quad (\forall l : 1, 2, \dots, p), \forall j : 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad ()$$

بنابراین مدل ارزیابی کارایی شعب بیست و دو گانه، مدل ریاضی ای در برگیرنده بیست و سه محدودیت است که شناسه‌ها و پارمترهای آن همواره بدین صورت تعریف می‌شوند: ستاده‌های کارایی $(1, 2, \dots, 4)$ ، $j = (1, 2, \dots, 4)$ ، نهاده‌های کارایی $(1, 2, \dots, 4)$ و شعب بورس تحت ارزیابی $(1, 2, \dots, 21)$ ، $k = (1, 2, \dots, 21)$.

^۱. Output Orientation

جدول ۳. معرفی ستاده‌های و نهاده‌های کارایی

j	I	۱	تعداد نیروی انسانی در اختیار شعب	۱	حجم خرید در معاملات
		۲	منابع مالی در اختیار شعب	۲	حجم فروش در معاملات
		۳	فضای فیزیکی، تسهیلات و تجهیزات در اختیار شعب	۳	حق الدرجه سهام پذیرفته شده
		۴	زمان در اختیار شعب	۴	کارمزد معامله

در هر بار حل مدل تحلیل پوششی داده‌های طراحی شده، عملکرد یک شعبه بورس مورد سنجش نسبی قرار می‌گیرد. متغیرها و پارامترهای مدل، در جدول زیر تعریف شده است.

جدول ۴. متغیرها و پارامترهای مدل

$\frac{z_0}{z_j}$	شرح	$\frac{v_j}{v_0}$	شرح
$x_{1,k}$	میزان ورودی اول برای واحد ارزیابی شونده k	z_0	مقدار کارایی نسبی محاسبه شده برای واحد تحت ارزیابی
$x_{2,k}$	میزان ورودی دوم برای واحد ارزیابی شونده k	v_1	وزن محاسبه شده برای نهاده اول مربوط به کارایی
$x_{3,k}$	میزان ورودی سوم برای واحد ارزیابی شونده k	v_2	وزن محاسبه شده برای نهاده دوم مربوط به کارایی
$x_{4,k}$	میزان ورودی چهارم برای واحد ارزیابی شونده k	v_3	وزن محاسبه شده برای نهاده سوم مربوط به کارایی
$y_{1,k}$	امتیاز موزون ستاده اول کارایی برای واحد k	v_4	وزن محاسبه شده برای نهاده چهارم مربوط به کارایی
$y_{2,k}$	امتیاز موزون ستاده دوم کارایی برای واحد k	u_1	وزن محاسبه شده برای ستاده اول مربوط به کارایی
$y_{3,k}$	امتیاز موزون ستاده سوم کارایی برای واحد k	u_2	وزن محاسبه شده برای ستاده دوم مربوط به کارایی
$y_{4,k}$	امتیاز موزون ستاده چهارم کارایی برای واحد k	u_3	وزن محاسبه شده برای ستاده سوم مربوط به کارایی
		u_4	وزن محاسبه شده برای ستاده چهارم مربوط به کارایی

در صورتی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا که معرف مرز کارا می‌باشند زیاد شود، لازم است تا الگوریتم تکمیلی با عنوان اندرسون- پترسون، دوباره مدل‌سازی و اجرا شود. در این شیوه تکمیلی محدودیت تساوی‌ساز مدل DEA حذف شده و تمامی مدل‌های

اختصاصی برای مرتبه دوم حل می‌شوند. نتایج ارزیابی کارایی نسبی شعب بورس کشور پس از کاربرد شیوه اندرسون - پترسون در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵. امتیازات نهایی کارایی شعب بورس

توضیح	کارایی	کارایی	شعب بورس
کاراست ولی امکان لغزش از مرز کارا را	۰/۹۴۳۲	۱	بورس منطقه‌ای آذربایجان
کاراست ولی امکان لغزش از مرز کارا را	۰/۹۹۳۴	۱	بورس منطقه‌ای آذربایجان
به طور نسبی ناکاراست	۵/۵۵۵۱	۵/۵۵۵۱	بورس منطقه‌ای اردبیل
کاراست ولی امکان لغزش از مرز کارا را	۰/۹	۱	بورس منطقه‌ای اصفهان
به طور نسبی ناکاراست	۴/۷۹۳۶	۴/۷۹۳۶	بورس منطقه‌ای بندرعباس
کاراست و بطور نسبی کارایی امنی دارد	۰/۶۵۳۸	۱	بورس منطقه‌ای خراسان
کاراست و بطور نسبی کارایی امنی دارد	۰/۷۳۵۲	۱	بورس منطقه‌ای خوزستان
به طور نسبی ناکاراست ولی نزدیک به مرز	۱/۶۵۹۷	۱/۶۵۹۷	بورس منطقه زنجان
به طور نسبی ناکاراست	۲/۹۵۴۲	۲/۹۵۴۲	بورس منطقه‌ای سمنان
به طور نسبی ناکاراست	۴/۳۵۵۳	۴/۳۵۵۳	بورس منطقه‌ای سیستان و
کاراست و بطور نسبی کارایی امنی دارد	۰/۶۶۱۵	۱	بورس منطقه‌ای فارس
کاراست ولی امکان لغزش از مرز کارا را	۰/۹۶۲۷	۱	بورس منطقه‌ای قزوین
به طور نسبی ناکاراست	۲/۹۳۳۸	۲/۹۳۳۸	بورس منطقه‌ای قم
کاراست و بطور نسبی کارایی امنی دارد	۰/۴۵۴۴	۱	بورس منطقه‌ای کرج
کاراست ولی امکان لغزش از مرز کارا را	۰/۹۹۲۷	۱	بورس منطقه‌ای کرمان
به طور نسبی ناکاراست ولی نزدیک به مرز	۱/۸۶۰۷	۱/۸۶۰۷	بورس منطقه‌ای کرمانشاه
کاراست و بطور نسبی کارایی امنی دارد	۰/۴۰۱۵	۱	بورس منطقه‌ای کیش
به طور نسبی ناکاراست	۳/۵۴۸۴	۳/۵۴۸۴	بورس منطقه‌ای گیلان
به طور نسبی ناکاراست	۲/۰۹۲۲	۲/۰۹۲۲	بورس منطقه‌ای مازندران
به طور نسبی ناکاراست	۲/۴۸۶۵	۲/۴۸۶۵	بورس منطقه‌ای همدان
به طور نسبی ناکاراست ولی نزدیک به مرز	۱/۸۸۲۸	۱/۸۸۲۸	بورس منطقه‌ای یزد

رتبه‌دهی نهایی شعب بورس با کاربرد AHP

با نگاهی مجدد به درختواره تصمیم، درمی‌یابیم که برای ترکیب امتیازات کارایی نسبی، بگونه‌ای که بتوان در نهایت بر اساس یک امتیاز، شعب را مرتب نمود، لازم است تا مقایسه‌ای بین امتیازات کارایی با اعمال اثر اوزان آنها صورت گیرد. در مقاله حاضر پس از حصول کارایی برای شعب بیست و دوگانه، داده‌ها در قالب ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی تعریف شده و این از طریق نرم‌افزار Team Expert choice انجام شد. بخشی از نتایج حاصل در جدول (۶) نمایش داده شده است.

جدول ۶. بخشی از ماتریس مقایسات زوجی کارایی نسبی شعب بورس کشور

	شعبه ۱	شعبه ۲	شعبه ۳	شعبه ۴	.....	شعبه ۲۱
شعبه ۱	۱	۱/۰۵	۵/۸۹	۰/۹۵	.....	۲
شعبه ۲	۰/۹۵	۱	۵/۵۹	۰/۹۱	.....	۱/۹۰
شعبه ۳	۰/۱۷	۰/۱۸	۱	۰/۱۶	.....	۰/۳۴
شعبه ۴	۱/۰۵	۱/۱۰	۶/۱۷	۱	.....	۲/۰۹
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
شعبه ۲۱	۰/۴۸	۲/۹۵	۰/۵۳	۰/۵۰	.....	۱

نتیجه‌گیری

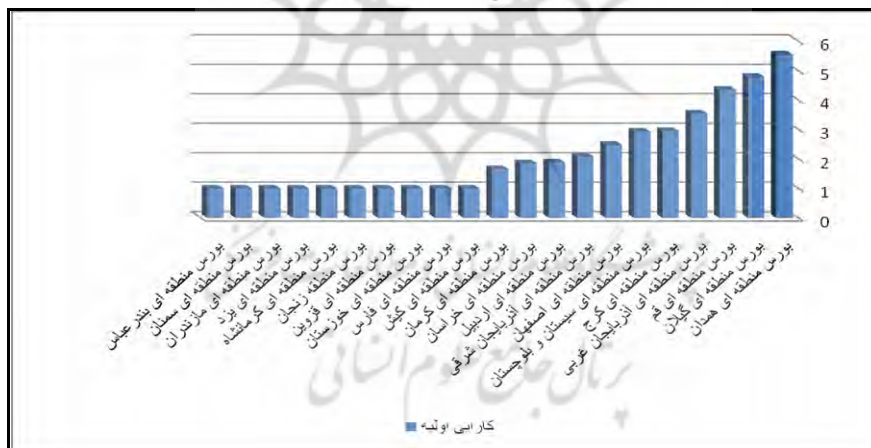
در این پژوهش تلاش شد تا به منظور ارزیابی کارایی شعب بورس، از یک رویکرد سلسله‌مراتبی استفاده شود. دسته‌بندی مناسب معیارهای ارزیابی امکان‌نگرش دقیق‌تر به حیطة کارایی شعب را مهیا می‌سازد. بکارگیری رویکرد سیستمی در تعریف نهاده‌ها و ستاده‌های عملکردی، استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای تعیین درجه اهمیت این مولفه‌ها و بهره‌جستن از مدل‌سازی ریاضی بر مبنای مدل تحلیل پوششی داده‌ها، از جمله نکات برجسته این پژوهش است که علاوه بر ایجاد ترکیب مناسبی از ابزارهای محاسباتی و تحلیلی در کنار یکدیگر، فرایند هدفمندی را به سوی رتبه‌بندی شعب بورس

طراحی و عملیاتی نموده است. بدین منظور ۲۱ مدل ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها طراحی شد که هریک شامل ۲۲ محدودیت و نه متغیر هستند. با حل مدل‌های مذکور در مرتبه اول، کارایی نسبی شعب بورس اوراق بهادار کشور بدست آمد. بدین ترتیب شعب بورسی که در مقایسه با یکدیگر کارا هستند، عبارتند از:

بورس منطقه‌ای کیش، بورس منطقه‌ای کرج، بورس منطقه‌ای خراسان، بورس منطقه‌ای فارس، بورس منطقه‌ای خوزستان، بورس منطقه‌ای اصفهان، بورس منطقه‌ای آذربایجان شرقی، بورس منطقه‌ای قزوین، بورس منطقه‌ای کرمان، بورس منطقه‌ای آذربایجان غربی.

همچنین شعبی که امتیازات نزدیک به مرز کارایی بدست آورده اند، عبارتند از: بورس منطقه‌ای زنجان، بورس منطقه‌ای کرمانشاه و بورس منطقه‌ای یزد. شکل (۳) کارایی اولیه شعب بورس را نشان می‌دهد.

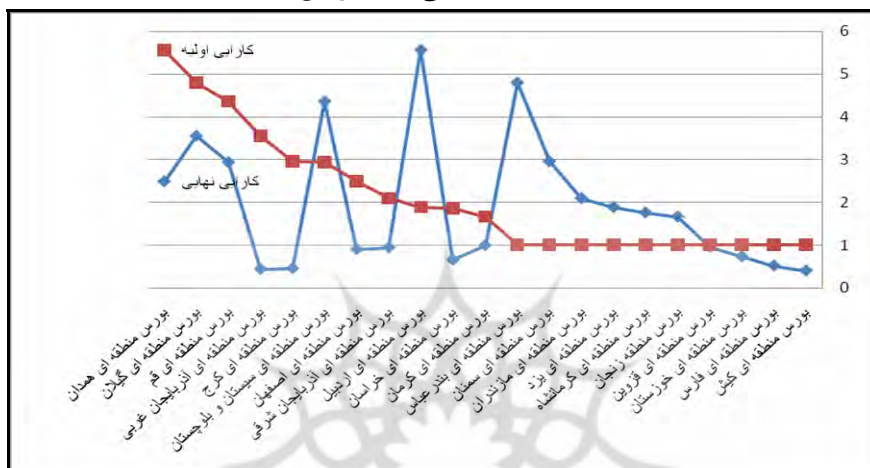
شکل ۳. کارایی اولیه شعب بورس



کارا بودن شعب به معنای استفاده بهتر از منابع و نهاده‌های در دسترس برای حصول نتایج عملکردی است. به عبارت ساده تر شعب کارا، توانسته‌اند از نیروی انسانی، زمان، سرمایه و سایر امکانات و تجهیزات در دسترس استفاده بهتری نموده و با این نهاده‌ها در مقایسه با

سایر شعب به نتایج بالاتری دست یابند. نمودار زیر نشان‌دهنده مقایسه کارایی شعب بورس است.

شکل ۴. مقایسه کارایی شعب بورس



پی‌نوشتها:

۱. ابطحی، حسن و کاظمی، بابک. *بهره‌وری*. تهران: مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، ۱۳۷۵.
۲. آذر، عادل و رجب زاده، علی. *تصمیم‌گیری کاربردی*. تهران: نگاه دانش، ۱۳۸۱.
۳. اصغرپور، محمد جواد. *تصمیم‌گیری چند معیاره*. تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۷۳.
۴. باشاکی، حسین. *ارزیابی عملکرد کارخانجات سازمان اتکا با استفاده از مدل‌های کاربردی AHP و TOPSIS*. راهنما: مهرگان، دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.
۵. برهانی، حمید. «سنجش کارایی در بانک‌های تجاری ایران با استفاده از روش DEA». *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۵۹، (۱۳۷۷).
۶. جهانشاهلو، غلامرضا و علیرضایی، محمدرضا. «ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاهی تربیت معلم تهران». *توسعه مدیریت*، سال دوم، شماره ۴، (۱۳۷۳).
۷. رضائیان، علی. *مبانی سازمان و مدیریت*. چاپ نهم، تهران: سمت، ۱۳۸۵.
۸. علیرضایی، محمدرضا. «ارزیابی ارباب کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها». دانشگاه تربیت معلم؛ استاد راهنما: غلامرضا جهانشاهلو، (۱۳۷۴).
۹. مجیبی میکائیلی، تورج. «ارزیابی مدیریت کیفیت جامع در سازمانهای دولتی». *تدبیر*، سال سوم، شماره ۱۲۵، (۱۳۸۱).
۱۰. مهرگان، محمدرضا. *مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمانها - DEA*. تهران: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
۱۱. ناگای، کازونو و شی می زو، ماسایشی و واینای، کیوشی. *اندازه‌گیری بهره‌وری ارزش افزوده و روشهای تجربی برای بهبود مدیریت*. تهران: انتشارات سازمان بهره‌وری ایران، ۱۳۷۳.
۱۲. همفری، جان و هابس، هایانا. *بهبود بهره‌وری و فواید آن*. ترجمه هوردخت دانش و سهراب خلیلی شوپرینی، تهران: انتشارات فیروزه.
13. Aczél, J. and Saaty, T. L. "Procedures for Synthesizing Ratio Judgments", In: *Journal of Mathematical Psychology*, 27, (1983), S. 93-102
14. Ahn, T. "Efficiency and Related Issues in Higher Education: a Data Envelopment Analysis Approach", *Socio Economic Planning Sciences*, No.42 (6) (1998): 259- 269.
15. Ardila, A. "Predictors of University Academic Performance in Colombia", *International Journal of Educational Research*, (2001): 411-417.
16. Avkiran, N. "Investigating Technical and Scale Efficiencies of Australian Universities Through Data Envelopment Analysis", *Socio-Economic Planning Sciences*, No.35, (2000): 57-80.
17. Beasley, J.E. "Comparing University Departments", *Omega- International Journal*, No. 18(2), (1990).

18. Brugha, C. M. "The Analytical Hierarchy Process and Rank Reversal"., In: *European Journal of Operational Research, In Review Process*, (2003).
19. Cave. M. and Hanney, S. "The Use of Performance Indicators in Higher Education: a Critical Analysis of Developing Practice"., *Higher Education Quarterly*, No.53 (1), (2000): 45-57.
20. Chen, C.T. "Extension of the TOPSIS for Group Decision Making under Fuzzy Environment"., *Fuzzy Sets and Systems*, No.114, (2000).
21. Coelli, T. "Assessing the Performance of Australian Universities Using Data Envelopment Analysis"., *Center for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, NSW*, (1996).
22. D. S Prasada Rao, Christopher J. ODonnell and George E. Battese. "Metafrontier Functions for the Study of Inter-Regional Productivity Differences"., *University of NewEngland*,(2003).
23. Doyle, J.R. and Green, R.H. "Efficiency and Cross Efficiency in DEA: Derivation, Measuring and Uses"., *Journal of Operational Research Society*, N.45 (5), (2002).
24. Forstner H. and Isaksson, A. "Productivity, Technology & Efficiency"., *UNIDO*, (2002).
25. Johnes, G. "Research Performance Indicators in the University Sector"., *Higher Education Quarterly*, No.42(1), (1998):54-71.
26. Li, X. and Reeves, G. "A Multiple Criteria Approach to Data Envelopment Analysis"., *European Journal of Operational Research*, (1999):507-517.
27. Modell, S. "Goals Versus Institutions: the Development of Performance Measurement in the Swedish University Sector"., *Management Accounting Research*, No.14, (2000): 333-359.
28. Sarkis, J. "A Comparative Analysis of DEA as a Discrete Alternative Multiple Criteria Decision Troop"., *European Journal of Operational Research*, No.123, (2000).
29. Tomkins, C. and Green, R. "An Experiment in the Use of Data Envelopment Analysis for Evaluating the Efficiency of U.K University Departments of Accounting"., *Financial Accountability and Management*, No.4 (2), (1988): 147-164.