

بهمین ۱۴۰۰

یازدهمین سمینار بین‌المللی

جسرخلی و کاربرد بانکی



تحلیل پوششی داده‌ها DEA^۱ و کاربرد آن در عملکرد موسسات بانکی با رویکرد تحلیل مولفه اصلی PCA^۲

محمد رضا پارسا صفت^{۱*} و دکتر مهدی زعفرانیه^{۲,۳}

^۱ دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

چکیده

بانکها از جمله مهمترین شرکتهای مالی در هر کشوری هستند که به دلیل بین‌المللی شدن و آزادسازی بانکداری جهانی، به سرعت طی دو دهه گذشته گسترش یافته‌اند. برای مقابله با این محیط رقابتی، بسیاری از مسئولان بانکها و پژوهشگران دانشگاهی برای یافتن راههایی جهت بهبود عملکرد بانکها تلاش کرده‌اند. از جمله روش‌های مناسب جهت ارزیابی عملکرد بانکها استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. در این پژوهش ۱۸ شعبه بانک شهر در منطقه شرق کشور مورد بررسی قرار گرفته است. به علت آنکه افزایش تعداد متغیرهای ورودی و خروجی باعث کاهش کیفیت ارزیابی عملکرد شعب می‌گردد، از روش PCA برای کاهش تعداد متغیرهای ورودی و خروجی استفاده گردیده است. سپس داده‌ها توسط مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (AP)، (BCC)، (CCR) و دو مرحله‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل مولفه اصلی، کارآمدی شعب بانکها
 کد موضوع بندی ریاضی [۲۰۱۰]: 62H25, 90C08, 90Bxx

۱ مقدمه و تاریخچه

در اقتصادهای بانک محور، نظام بانکی مسئولیت بسیار سنگینی بر عهده دارد و در واقع یکی از مهمترین اجزای اقتصادی کشور، نظام بانکی است. بخش بانکی از طریق تبدیل سپرده به سرمایه‌گذاری مولد نقش مهمی را به عنوان واسطه مالی انجام می‌دهد. برخلاف کشورهای توسعه یافته که بازارهای مالی و بخش بانکی به صورت هماهنگ در انتقال منابع مالی همکاری می‌کنند، در کشورهای در حال توسعه، بازارهای مالی به صورت ضعیف عمل می‌کنند و اغلب به صورت کامل و کارا عمل نمی‌کنند. تاریخچه بانکداری به قرن‌ها قبل از میلاد مسیح برمیگردد. آغازگر حرفه بانکداری در جهان صرافانی بودند که با تعیین عیار فلزات قیمتی موجب سهولت مبادله آنها با کالاها شده و با جلب اعتماد مردم و صدور اسناد تعهد توانستند امانت‌دار اموال تجاری شوند که تداوم تجارت مردم به یاری و حمایت همان صرافان امکانپذیر شد.

سالهاست که محققان از روش تحلیل مولفه‌های اساسی در علوم مختلف استفاده نموده‌اند. اولین کاربردهای روش مذکور در علوم روانشناسی بود که به تدریج به سایر حوزه‌ها از علوم طبیعی و پزشکی تا علوم اقتصادی و اجتماعی راه یافت. از این رهیافت در حوزه‌های اقتصادی استفاده‌های فراوانی شده است. در سال ۱۹۹۸ کینگ بانایان^۳ و همکاران مولفه‌های اساسی استقلال بانک مرکزی را از این روش استخراج نمودند. جیمز^۴ و وارویک^۵ از دانشگاه ملی استرالیا در سال ۲۰۰۵ تاثیر آزادسازی مالی را بر رشد اقتصادی در کشور مالزی بررسی کردند. ایشان برای بررسی توسعه مالی شاخص عمق مالی را با استفاده از روش PCA استخراج

^۱Data Envelopment Analysis

^۲Principal component analysis

* سخنران. آدرس ایمیل: mparsasefat3@gmail.com

[†] سخنران. آدرس ایمیل: m.zaferanieh@hsu.ac.ir

^۳King Banaian

^۴James B. Ang

^۵Warwick J. Mckibbin

نمودند. یکی از انتشارات دانشگاه آکسفورد در سال ۲۰۰۶ مطالعه ای بود که توسط یک تیم پژوهشی برای ساختن شاخص وضعیت اقتصادی و اجتماعی انجام شده بود. آنها برای ساختن این شاخص از اطلاعات و روش PCA استفاده نمودند. در سال ۲۰۰۶ در دانشکده مهندسی ریاضی و دانشکده فنی هلسینکی DHS^۱ طرحی مطالعاتی برای ساختار زمانی نرخ بهره با استفاده از روش PCA انجام شد.

۲ پارامترها و شاخص های مدل

داده های این پژوهش از طریق منابع اطلاعاتی بانک شهر بدست آمده است و محقق طی بررسی مقالات و مراجع مرتبط به موضوع، سه ورودی و چهار خروجی را انتخاب نمود. سپس برای هر شاخص (ورودی و خروجی) چند زیر شاخص انتخاب گردید و با استفاده از روش PCA و کاهش ابعاد مقداری مناسب برای هر شاخص انتخاب گردید.

۱.۲ روش (PCA) برای انتخاب ورودی و خروجی مطلوب

روش PCA، تکنیکی برای کاهش تعداد زیاد متغیرهای وابسته می باشد. در این روش یک مجموعه بزرگ از متغیرها تبدیل به مجموعه ای کوچکتر می شود، به طوری که شامل اطلاعاتی مفید از مجموعه اولیه نیز باشد. هدف کم کردن تعداد متغیرها به m مولفه مهمتر می باشد. هر مولفه از ترکیبی خطی k متغیر تخمین می خورد. پس داریم:

$$F_i = W_{i,1}X_1 + W_{i,2}X_2 + \dots + W_{i,k}X_k$$

روش کار به این صورت می باشد که :

متغیرهای ورودی		متغیرهای خروجی		
زیر شاخص	شاخص اصلی	زیر شاخص	شاخص اصلی	
۱- تعداد کارکنان قراردادی و پایین تر	تعداد کارکنان	۱- منابع ارزان قیمت	منابع	
۲- تعداد کارکنان کارشناسی و بالاتر				
۱- در آمد حاصل از عقود غیرمبادله ای				۲- منابع گران قیمت
۲- در آمد حاصل از عقود مبادله ای				
۳- در آمد حاصل مشارکت حقوقی				
۴- در آمد حاصل سرمایه گذاری مستقیم				
۵- در آمد حاصل عقود قرض الحسنه	سود پرداختی	۱- عقود مبادله ای	تسهیلات	
۱- سود سپرده کوتاه مدت				
۲- سود سپرده بلند مدت		۲- عقود مشارکتی		
		۳- عقود قرض الحسنه	ضمانت نامه	
		۱- ضمانت نامه شرکت در مناقصه یا مزایده		
		۲- ضمانت نامه حسن انجام کار و تعهدات و پیش پرداخت و کسور وجه الضمان		
		۳- ضمانت نامه گمرکی و بیمان	مطالبات	
		۱- مطالبات سررسید گذشته		
		۲- مطالبات معوق		
		۳- مطالبات مشکوک الوصول		

شکل ۱: جدول زیر شاخص های استفاده شده در روش PCA

۱. ابتدا در روش PCA دو زیر شاخص را به عنوان ورودی انتخاب می کنیم. مثلا زیر شاخص X و Y برای متغیر ورودی.
۲. مقدار میانگین هر زیر شاخص X و Y را محاسبه می کنیم.

^۱ Demographic Health Survey

۳. ماتریس $W=[X, Y]$ متشکل از دو زیر شاخص X و Y می باشد. سپس کواریانس ماتریس W را حساب می کنیم.

$$C = COV(W) = \begin{bmatrix} COV(X, X) & COV(X, Y) \\ COV(Y, X) & COV(Y, Y) \end{bmatrix} \quad (1)$$

۴. مقادیر ویژه و بردار های ویژه ماتریس W را حساب می کنیم:

$$|S - \lambda(I)| = EigenValue[\lambda_1, \lambda_2] \quad (2)$$

حال می دانیم که λ_1 و λ_2 بزرگترین مقادیر ویژه ماتریس W می باشند. سپس سعی می کنیم دو بعد ماتریس W را به تنها یک بعد کاهش دهیم. می توان این کاهش بعد را برای چندین زیر شاخص از شاخص اصلی نیز بسط داد. در این جا به علت انجام محاسبات زیاد روش PCA برای شاخص های دو بعدی بیان شده است

۵. بردار های ویژه متناظر ماتریس W را حساب می کنیم:

$$(S - \lambda(I))U = (S - \lambda(I)) \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

۶. حال به محاسبه مقادیر جدید که از روش (PCA) بدست می آید می پردازیم:

$$P(ij) = U_1^T \begin{bmatrix} X_i - \bar{X} \\ Y_j - \bar{Y} \end{bmatrix} \quad (4)$$

با روش PCA برای همه متغیر های ورودی و خروجی مقادیر جدید را با کاهش ابعاد بدست می آوریم. سپس با توجه به مقادیر بدست آمده برای شاخص های اصلی به بررسی مدل های تحلیل پوششی داده می پردازیم.

۲.۲ متغیر های ورودی و متغیر های خروجی

به این نکته اساسی توجه کرد که هدف اصلی بانک را می توان در سه حوزه تجهیز منابع، تخصیص منابع و خدمات خلاصه کرد. متغیر های ورودی برای مدل های مورد استفاده، تعداد کارکنان، درآمد تسهیلات و سود پرداختی می باشند. متغیر های خروجی برای مدل های مورد استفاده، منابع بانک، تسهیلات، مطالبات و ضمانت نامه می باشند.

۳ تحلیل پوششی داده ها

فارل در سال ۱۹۵۷ بار با استفاده از روش غیر پارامتری اقدام به اندازه گیری کارایی یک واحد تولیدی نمود. در ادامه محققانی نظیر چارلز و همکارانش دیدگاه فارل را توسعه دادند و ارائه نمودند که تحت عنوان تحلیل پوششی داده ها نام گرفت. در ادامه به انواع مختلف مدل های خروجی محور تحلیل پوششی داده می پردازیم.

۱.۳ مدل خروجی محور CCR:

$$\max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (5)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (7)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (8)$$

۲.۳ مدل خروجی محور BCC:

$$\max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o \quad (9)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \quad (10)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_o \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (11)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (12)$$

۳.۳ مدل خروجی محور اندرسون- پیترسون

$$h_k = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (13)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \quad \text{for } j = 1, \dots, n \quad j \neq k \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (15)$$

$$u_r \geq 0 \quad \text{for } r = 1, \dots, s \quad (16)$$

$$v_i \geq 0 \quad \text{for } i = 1, \dots, m \quad (17)$$

۴.۳ مدل خروجی محور دو مرحله ایی

$$\max \sum_{r=1}^s u_r y_{rp} \quad (18)$$

s.t.

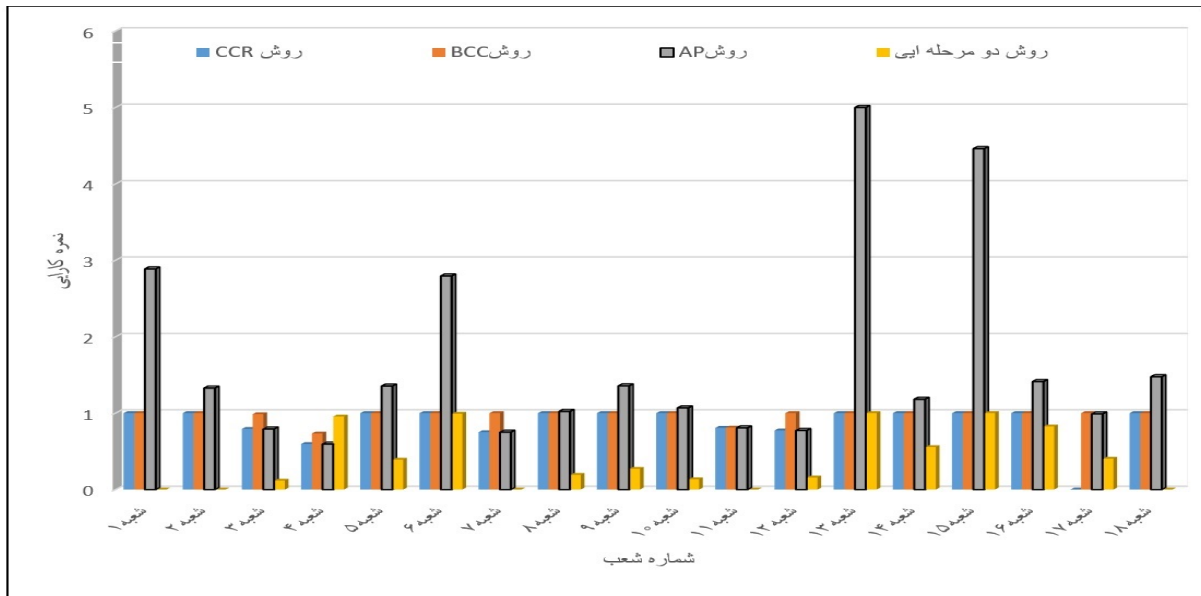
$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ip} = 1 \quad (19)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (20)$$

$$\sum_{b=1}^o w_b z_{bj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (21)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{b=1}^o w_b z_{bj} \leq 0 \quad (22)$$

$$u_r, v_i, w_b \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (23)$$



شکل ۲: نمودار مقایسه ایی مدل های چهارگانه تحلیل پوششی داده ها

۴ جداول و نمودار

در نمودار بالا برای آنکه مقایسه میزان کارایی شعب ملموس تر باشد، مقدار کارایی شعبه شماره ۱۳ به جای عدد ۶۳۲۴ عدد ۵ در نظر گرفته شده است.

جدول ۱: در جدول زیر نمره کارایی شعب در چهار روش بررسی شده نشان داده شده است.

شعبه	BCC	CCR	AP	دو مرحله ایی
۱	۱	۱	۲/۸۸۷۵۵۵	۰/۴۵۹۰۸۱۹
۲	۱	۱	۱/۳۲۷۸۷۵	۰/۶۹۵۸۴۹۱
۳	۰/۹۸۵۷۹۱۲	۰/۷۹۲۹۹۹۳	۰/۷۹۲۹۹۹۳	۰/۱۱۶۰۹۶۵
۴	۰/۷۳۳۵۹۳۳۸	۰/۶۱۰۴۱۱۷	۰/۵۶۵۷۲۷۸	۰/۶۳۷۵۸
۵	۱	۱	۱/۳۵۴۵۰۶	۰/۳۹۰۲۷۶۱
۶	۱	۱	۲/۷۹۵۵۲۹	۰/۹۹۱۴۴۱۱
۷	۱	۰/۷۵۰۷۰۹۳	۰/۷۵۰۷۰۹۳	۰/۲۶۰۶۱۱
۸	۱	۱	۱,۰۲۲۶۴۰	۰/۱۹۱۷۱۹۸
۹	۱	۱	۱/۳۵۶۷۶	۰/۲۷۰۶۹۸۸
۱۰	۱	۱	۱/۰۶۸۵۵۸	۰/۱۳۴۱۰۳۳
۱۱	۰/۸۱۰۳۴۴	۰/۸۰۷۵۷۵۹	۰/۸۰۷۵۷۵۹	۰,۴۸۹۰۵۹۷
۱۲	۱	۰/۷۷۳۰۲۸۳	۰/۷۷۳۰۲۸۳	۰/۱۵۷۱۰۶۹
۱۳	۱	۱	۶۳۲۴	۱
۱۴	۱	۱	۱/۱۸۱۰۳۸	۰/۵۵۵۶۰۶۵
۱۵	۱	۱	۴/۴۶۱۶۳۹	۱
۱۶	۱	۱	۱,۴۱۳۰۱۲	۰/۸۲۵۴۶۷۸
۱۷	۱	۰/۹۹۰۴۵۶۷	۰/۸۹۱۷۹۰۲	۰/۴۰۳۰۸۰۸
۱۸	۱	۱	۱/۴۷۶۶۷۹	۰/۴۴۶۹۱۲۷

۵ نتیجه‌گیری

با بررسی نمودار مقایسه ایی بالا نتایج زیر حاصل می گردد:

۱. استفاده از روش PCA در راستی آزمایی کارایی شعب بسیار موثر می باشد. بدین صورت که استفاده از این روش باعث می شود که شعبی که کارایی حداکثری را دارا نمی باشند ولی جزء شعب کارا محسوب می شوند، از شعب کارا تفکیک گردند.
۲. شعب شماره (۱-۲-۵-۶-۸-۹-۱۰-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۸) در دو روش CCR و BCC دارای نمره کارایی حداکثر برابر یک را دارا می باشند. لذا این ۱۲ شعبه به عنوان شعب ورودی، کاندیدای حضور در روش اندرسون- پترسون معرفی گردیدند.
۳. با بررسی ۱۲ شعبه بررسی شده با مدل اندرسون- پترسون شعبه شماره ۱۳ از میان سایر شعب بیشترین نمره کارایی را اخذ نمود.
۴. به منظور اطمینان از نتایج روش های BCC و CCR و AP مدل دو مرحله ایی نیز بررسی گردید. که در این مرحله شعبه شماره ۱۳ و ۱۵ حداکثر نمره کارایی را اخذ نمودند.
۵. با جمع بندی نتایج روش های چهارگانه شعبه شماره ۱۳ بهترین عملکرد شعب را در بین ۱۸ شعبه شرق کشور اخذ نموده است. با بررسی عینی شعبه شماره ۱۳ به این مهم دست یافتیم که شعبه مذکور بهترین عملکرد را در منطقه اخذ نموده. ارتقا شعبه در سال گذشته در منطقه نیز به وضوح به درستی بررسی نتایج ما اذعان دارد.

مراجع

- [۱] مهرگان، محمد رضا، تحلیل پوششی داده ها مدل های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان ها، نشر کتاب دانشگاهی، تهران، ۱۳۹۱.
- [۲] آذر، عادل، نوبهار، عماد، ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل مولفه اصلی و تحلیل پوششی داده ها PCA-DEA، پژوهش های مدیریت منابع انسانی، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۹۴.
- [۳] ویلیام کوپر، لورنس سیفورد. کوراتن. تحلیل پوششی داده ها مدل ها و کاربرد ها. ترجمه ی دکتر سید علی میر حسنی، نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، تابستان ۹۶.
- [4] L.Seiford, M.ZhuJ , Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. Management science. 2015;45(9):1270-1288 .
- [5] Abdi H, Williams LJ. Principal component analysis. Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics. 2010 Jul. ;2(4):433-59. ,
- [6] Mehrizi, Seyyed Mohammad Tabatabaei, and Mohsen Shafiei , Ranking of Faculties by Double Frontiers DEA and Traditional DEA (AP) Methods. Management science. 2015 .