

تعیین و پیش‌بینی کارایی شعب بانک ملت استان قزوین با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های تصادفی *

دکتر محمود صارمی ** - امیر خونی ***

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های تصادفی و انتخاب و به‌کارگیری مدلی جهت پیش‌بینی کارایی شعب بانک ملت استان قزوین در سال مالی ۱۳۸۲ است. در این میان به‌منظور تعیین اعتبار نتایج به‌کارگیری مدل، کارایی واقعی شعب در دوره زمانی مورد بحث با کارایی پیش‌بینی شده مقایسه می‌گردد. در نهایت نتایج و فوایدی که به‌کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌های تصادفی برای بهبود تصمیم‌گیری مدیریت به همراه دارد مورد بحث واقع می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌های تصادفی^۱، مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر^۲، تحلیل پوششی داده‌ها^۳، پیش‌بینی^۴، کارایی^۵.

* این مقاله بر اساس پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران تهیه و تدوین شده است.

** استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

*** کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Stochastic Data Envelopment Analysis (SDEA)
3. DEA future model
4. Forecasting
5. Efficiency

مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها که چانز، کوپر و رودز^۱ طراح آن‌اند رویکردی علمی است که از طریق محاسبه کارایی به ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و بخش‌های مختلف اقتصادی می‌پردازد. این روش به‌رغم قابلیت‌های بسیاری که محققان مختلف به آن اشاره کرده‌اند دارای نواقص عمده‌ای نیز هست. یکی از مهم‌ترین نواقص آن متکی بودن بر اطلاعات مربوط به دوره زمانی است که واحدهای تحت بررسی در واقع این دوره زمانی را سپری کرده‌اند. بنابراین نتایجی که حل این مدل به‌عنوان راهکار به مدیریت ارائه می‌نماید بر اساس اطلاعات گذشته است. این در حالی است که با در نظر داشتن پویایی عوامل محیطی، تعمیم نتایج مربوط به اطلاعات گذشته جهت تصمیم‌گیری در دوره زمانی آینده نمی‌تواند نتیجه مطلوبی را ایجاد نماید.

یکی از راه‌های برطرف‌سازی مشکل فوق ایجاد مدلی است که با در نظر داشتن احتمالات وقوع رویدادها و واردسازی مقادیر پیش‌بینی شده امکان پیش‌بینی کارایی را فراهم سازد. بدین منظور می‌توان از مدلی ریاضی‌ای بهره برد که در اصطلاح تحلیل پوششی داده‌های تصادفی^۲ نامیده می‌شود.

برخی از مدل‌هایی که با به کارگیری منطق تحلیل پوششی داده‌ها به منظور پیش‌بینی کارایی قابل استفاده هستند بدین شرح‌اند:

۱. مدل تحلیل پوششی داده‌ها محدود شده به قیود تصادفی^۳: این مدل نخستین بار توسط چانز، کوپر و رودز در سال ۱۹۵۹ با در نظر گرفتن مفاهیمی از قبیل متغیرهای تصادفی و خطاهای اندازه‌گیری در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی مطرح شد و بعدها توسط لند، لاول و تور (۱۹۹۳) در قالب مدل لند، لاول و تور^۴ بسط یافت. این مدل با فرض وجود متغیرهای ورودی و خروجی تصادفی در مدل پوششی تحلیل پوششی داده‌ها مدل نهایی تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را ایجاد می‌نماید که دارای محدودیت‌های احتمالی است. هدف اولیه این مدل منظور نمودن خطاهای اندازه‌گیری در مدل تحلیل

1. Charnes, Cooper and Roodes

2. Stochastic data envelopment analysis

3. Chance Constrained Programming model (CCP)

4. Land, Lovell and Thore (LLT)

پوششی داده‌ها و به‌دست آوردن مدل تحلیل پوششی داده‌های تصادفی است که این خطاها را در نمرات کارایی واحدها وارد سازد.

۲. مدل رضایت‌بخشی^۱ و مفهوم آن در تحلیل پوششی داده‌ها: پس از مطرح شدن مدل لند، لول و تور؛ کوپر، هوانگ و لی^۲ طی مقاله‌ای در سال (۱۹۹۶) مدل جدیدی با در نظر داشتن مدل رضایت‌بخشی سایمون^۳ مطرح نمودند. این مدل جدید تلفیق مفهوم تصمیم‌گیری رضایت‌بخشی با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها محدود شده به قیود تصادفی است که میزان قبول خطاهای تصادفی در محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده را به میزان رضایت‌مندی نتایج مدل برای تصمیم‌گیرنده مربوط می‌سازد. این مدل با فرض وجود متغیرهای ورودی و خروجی تصادفی در مدل کسری تحلیل پوششی داده‌ها مدل نهایی تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را ایجاد می‌نماید که دارای محدودیت‌های احتمالی است.

۳. مدل بنکر، چارنر و کوپر اصلاح‌شده تصادفی^۴: کوپر، دنک، هوانگ و لی^۵ در سال ۲۰۰۲ یکی از جدیدترین مدل‌های مطرح‌شده درباره تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را با تبدیل مدل پوششی تحلیل پوششی داده‌ها - بنکر، چارنر و کوپر - به مدل تصادفی نهایی مطرح نمودند. در این مدل فرض بر این است که با توجه به تصادفی بودن ورودی‌ها و خروجی‌ها، واحدهای تصمیم‌گیرنده نیز نسبت به مقیاس متغیر (افزایشی یا کاهش) بازده خواهند داشت. این مدل نیز اساساً به‌منظور تعیین کارایی واحدها با فرض وجود بازده نسبت به مقیاس متغیر و با در نظر گرفتن خطاهای اندازه‌گیری تبیین شده است.

اگر چه مدل‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌های تصادفی جنبه‌های مختلفی از مفهوم تصادفی بودن ورودی‌ها و خروجی‌ها را در بر می‌گیرند ولی دارای مشابهت‌های کلی نیز هستند که آن‌ها را از مدل تحلیل پوششی داده‌ها متمایز می‌سازد. نگاره شماره (۱) تفاوت‌های بین مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را نشان می‌دهد.

1. Satisfactory model

2. Cooper, W. , Huang, Z. and Li, S.

3. Simon, H.

4. Banker, Charnes, and Cooper

5. Cooper, Dang, Huang and Li

نگاره ۱. تفاوت بین مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل پوششی داده‌های تصادفی:

ردیف	مؤلفه‌های مورد مقایسه	ویژگی مدل تحلیل پوششی داده‌ها	ویژگی مدل تحلیل پوششی داده‌های تصادفی
۱	تصادفی بودن	مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌ها قطعی هستند	مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌ها تصادفی هستند
۲	در نظر گرفتن خطای تصادفی	خطای تصادفی در مدل وارد نمی‌شود	خطای تصادفی در قالب یک جزء تصادفی وارد مدل می‌شود
۳	پیش بینی کارایی	مدل تنها کارایی مربوط به گذشته را ارایه می‌نماید	امکان پیش‌بینی کارایی را فراهم می‌سازد
۴	مرز کارایی	مرز کارایی نسبت به تغییرات کوچکی در متغیرهای ورودی و خروجی حساسیت زیادی داراست	حساسیت کمتری نسبت به تغییرات ایجاد شده در میزان متغیرهای ورودی و خروجی وجود دارد
۵	تعریف کارایی	سطح خطا یا ریسک مدل‌ساز (α) صفر منظور می‌گردد	کارایی با توجه به سطح ریسک مدل‌ساز (α) تعریف می‌گردد
۶	همبستگی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها	همبستگی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها در مدل نهایی منظور نمی‌گردد	با استفاده از مفهوم ماتریس واریانس کوواریانس همبستگی بین متغیرهای ورودی و خروجی در مدل لحاظ می‌شود

با در نظر داشتن تحقیقات نظری انجام گرفته در مورد مدل‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌های تصادفی برخی از تحقیقات کاربردی که مدل‌های اشاره شده را به کار گرفته‌اند بدین شرح‌اند:

۱. فتی، جکسون و جونز^۱ در سال ۱۹۹۹ با هدف شناسایی واحدهای ناکارای تصادفی و محاسبه خطای اندازه‌گیری مدل لند، لاول و تور، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را به کار گرفتند. آن‌ها در این تحقیق به منظور محاسبه کارایی تصادفی ۳۶ بانک تجاری ترکیه با دو ورودی (تعداد کارکنان، مجموع هزینه‌های عملیاتی) و سه خروجی (مقادیر وام‌های اعطایی، سپرده‌های اعطایی و سپرده‌های مدت‌دار) مربوط به شعب را در نظر گرفتند.

۲. فتی، جکسون و جونز در تحقیقی دیگر در سال (۲۰۰۱) مدل لند، لاول و تور را به جهت منظور نمودن خطاهای تصادفی در اندازه‌گیری کارایی ۱۷ شرکت هواپیماسازی اروپایی به کار گرفتند. در این تحقیق سه ورودی (ظرفیت در دسترس،

1. Fethi., Jakson, and Jones

هزینه‌های عملیاتی و دارایی‌های غیر پروازی) و دو خروجی (درآمدهای مسافری و درآمدهای غیر مسافری) مربوط به واحدهای تصمیم‌گیرنده مورد بررسی قرار گرفت. سیویوشی^۱ در سال (۱۹۹۹) مدل تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را برای تدوین راهبرد ساختاردهی مجدد در یک شرکت ژاپنی به کار گرفت. در این تحقیق بر خلاف دو تحقیق دیگر مدل تحلیل پوششی داده‌های تصادفی به گونه‌ای مدل‌سازی می‌گردد که بتواند اطلاعات مربوط به آینده را در برگیرد. سه ورودی (تعداد کل کارکنان، اندازه شعبات توزیع فراورده‌های نفتی و هزینه‌های عملیاتی) و سه خروجی (میزان کل گازوییل فروش‌رفته و میزان کل بنزین فروش‌رفته) برای تدوین راهبرد در مورد ۲۸ شعبه توزیع فراورده‌های نفتی مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

پس از این که استفاده از مدل با توجه به مزایای آن تبیین شد، با در نظر داشتن تحقیقات مشابهی که روش تحلیل پوششی داده‌ها را برای محاسبه کارایی شعب بانک‌ها مورد استفاده قرار داده‌اند و نیز انتخاب رویکرد ارزش افزوده در انتخاب متغیرها، عوامل ورودی و خروجی شعب بدین شرح تعیین شدند:

ورودی‌های شعب (نهاده‌های بانک)

مقادیر ریالی هزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های اداری، هزینه اجاره، هزینه اموال منقول شعب، ورودی‌های شعب را تشکیل می‌دهند.

خروجی‌های شعب (ستاده‌های بانک)

مقادیر ریالی سپرده‌ها (شامل سپرده قرض‌الحسنه جاری، سپرده قرض‌الحسنه پس‌انداز، سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت، سپرده سرمایه‌گذاری بلندمدت، سایر سپرده‌های سرمایه‌گذاری)، تسهیلات (شامل تسهیلات اعطایی در بخش‌های اقتصادی صنعت، معدن، کشاورزی، مسکن و ساختمان، بازرگانی و خدمات) و خدمات بین‌بانکی (شامل حواله‌های وارده، حواله‌های صادره، چک‌های وارده، چک‌های صادره، چک‌های پرداختی و چک مسافرتی)، خروجی‌های شعب را تشکیل می‌دهند. دو روش برای انجام تحقیق مد نظر است که عبارت‌اند از:

۱. روش پیمایشی که جهت جمع آوری و سنجش اطلاعات در زمینه‌هایی همچون جمع آوری اطلاعات راجع به نهاده‌ها و ستاده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 ۲. روش توصیفی که جهت توصیف مدل به کار رفته (تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- روش‌های جمع آوری اطلاعات نیز بدین شرح‌اند:
۱. روش کتابخانه‌ای که جهت آشنایی و به کارگیری روش‌های مورد استفاده در تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 ۲. روش توزیع پرسشنامه که به منظور به دست آوردن اطلاعات درباره نهاده‌ها و ستاده‌های واحدهای تصمیم‌گیرنده و وزن احتمالی این نهاده‌ها و ستاده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- استفاده از بایگانی و اسناد موجود در واحدهای تحت بررسی جهت کسب اطلاعات مربوط به حساب‌های دفتری مربوط مورد نیاز جهت انجام تحقیق.

به کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر^۱

با توجه به هدف تحقیق که پیش‌بینی کارایی جهت ارایه راهکارهای بهبود برنامه‌ریزی مدیریت است و نیز در نظر گرفتن انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های تصادفی، مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر جهت پیش‌بینی کارایی شعب انتخاب گردید. به منظور تعیین ماهیت مدل مورد استفاده با در نظر داشتن عوامل محیطی تأثیرگذار بر عملکرد شعب، چنین نتیجه‌گیری شد که تأثیر عواملی همچون عوامل متغیر کشاورزی، عوامل کلان اقتصادی، عوامل سیاسی، تأثیر تصمیمات غیرمنتظره دولت و تأثیر آن در نظام بانکی و سایر عوامل محیطی مشابه دارای تأثیری کاملاً تصادفی و خارج از کنترل بر رفتار سپرده‌گذاران و وام‌گیرندگان بانک در دوره پیش‌بینی است. این در حالی است که سرپرستی شعب بانک تا حدود زیادی قدرت کنترل هزینه‌های چهارگانه مورد استفاده در مدل را داراست. براین اساس، از مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر با تمرکز بر ورودی‌ها استفاده شده است. علت این امر این است که به علت ماهیت تصادفی خروجی‌ها، منطقی است که مدیریت جهت افزایش کارایی شعب ناکارای خود به جای تمرکز بر خروجی‌های تصادفی بر کاهش ورودی‌های غیر تصادفی متمرکز گردد.

مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر که به نوعی تلفیق مدل‌های چارنر، کوپر و رودز و مدل رضایت‌بخشی است، اولین بار در مقاله‌ای توسط سیویوشی (۱۹۹۹) اشاره گردید. در حالت کسری این مدل که از تبدیل مدل کسری تحلیل پوششی داده‌ها به دست می‌آید به دلیل قبول فرض تصادفی بودن متغیر خروجی، محدودیت‌ها نیز تصادفی می‌گردند. بنابراین، حالت کسری مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر بدین شرح می‌گردد:

$$\text{Max} E\left(\sum_{r=1}^s u_r \hat{y}_{rk}\right)$$

$$\text{st} : \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$P_r \left[\frac{\sum_{r=1}^s u_r \hat{y}_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq \beta_j \right] \geq 1 - \alpha_j \quad (1)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

در مدل‌های فوق، نمادهای u_r, v_i بیان‌کننده‌ی وزن‌هایی است که به هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها اختصاص می‌یابد و y_{rj}, x_{ij} به ترتیب بیان‌کننده‌ی i امین ورودی و r امین خروجی مربوط به DMU_j است. هم‌چنین نماد P_r بیان‌کننده‌ی احتمال است و از طرفی در صورتی که علامت “ \wedge ” در بالای نماد y_{rj} گذاشته شود مشخص می‌گردد \hat{y}_{rj} یک متغیر تصادفی است.

β_j نیز یک مقدار تجویزی از طیف مقادیر 0 تا 100٪ است که بیان‌کننده‌ی سطح کارایی مورد انتظار واحد تصمیم‌گیرنده زام است. مقدار α_j به عنوان ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر، $(1 - \alpha_j)$ بیان‌کننده‌ی احتمال دستیابی به سطح مطلوب β_j است.

می‌توان به یقین بیان داشت که رابطه (۱) مربوط به مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر جهت ایجاد سهولت در محاسبات مدل؛ نیازمند فرمول‌بندی مجدد است. از این رو، محدودیت رابطه فوق را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$P_r \left\{ \sum_{r=1}^s u_r \hat{y}_{rj} \leq \beta_j \left(\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \right) \right\} \geq 1 - \alpha_j \quad (2)$$

حال در صورتی که از طرفین نامعادله مقدار $\sum u_r \bar{y}_{rj}$ کسر و بر $\sqrt{V_j}$ تقسیم گردد رابطه زیر به دست می آید:

$$P_r \left\{ \frac{\sum_{r=1}^s u_r (\hat{y}_{rj} - \bar{y}_{rj})}{\sqrt{V_j}} \leq \frac{\beta_j \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r \bar{y}_{rj}}{\sqrt{V_j}} \right\} \geq 1 - \alpha_j \quad (۳)$$

در رابطه فوق \bar{y}_{rj} بیان کنندهی ارزش مورد انتظار \hat{y}_{rj} است و V_j بیان کنندهی ماتریس واریانس-کوواریانس است. در این جا برای فرموله سازی مجدد رابطه (۴) از طریق تکنیک CCP سمت چپ رابطه (۴) را متغیری بنام (\hat{z}_j) تعریف می کنیم:

$$\hat{z}_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r (\hat{y}_{rj} - \bar{y}_{rj})}{\sqrt{V_j}}, j = 1, \dots, n \quad (۴)$$

در صورت قبول فرض نرمال برای توزیع احتمال متغیر تصادفی \hat{y}_{rj} می توانیم چنین استنباط کنیم که متغیر \hat{z}_j از توزیع نرمال با میانگین یک و واریانس صفر تبعیت می کند. با جای گذاری رابطه (۴) در رابطه (۳) رابطه کلی زیر به دست می آید:

$$P_r \left\{ \hat{z}_j \leq \frac{\beta_j \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r \bar{y}_{rj}}{\sqrt{V_j}} \right\} \geq 1 - \alpha_j \quad (۵)$$

معکوس شده رابطه (۵) به صورت زیر در می آید:

$$\frac{\beta_j \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r \bar{y}_{rj}}{\sqrt{V_j}} \geq F^{-1}(1 - \alpha_j), j = 1, \dots, n \quad (۶)$$

در این جا وجود F بیان کنندهی به کارگیری تابع توزیع تجمعی براساس توزیع نرمال و F^{-1} نشان دهندهی تابع معکوس آن است.

مدل تحلیل پوششی داده های آینده نگر با جایگزین کردن رابطه (۶) در رابطه (۱) دست می آید و بر این اساس شکل کلی آن به صورت زیر در می آید:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} E\left(\sum_{r=1}^s u_r \hat{y}_{rk}\right) \\
 & \text{st} : \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\
 & \beta_j \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r \bar{y}_{rj} \geq \sqrt{V_j} F^{-1}(1 - \alpha_j), j = 1, \dots, n \\
 & u_r \geq 0, r = 1, \dots, s, v_i \geq 0, i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{7}$$

حال می‌توان به منظور تبدیل تابع هدف چنین فرض کرد که مقدار یک متغیر تصادفی (\hat{y}_{rj}) که در مورد تمام ستاده‌ها صدق می‌کند از طریق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\hat{y}_{rj} = \bar{y}_{rj} \pm b_{rj} \zeta, r = 1, \dots, s, j = 1, \dots, n \tag{8}$$

در این جا \bar{y}_{rj} عبارت از مقدار منتظره از خروجی زام (میانگین) و b_{rj} عبارت از انحراف معیار آن می‌باشد. ζ نیز بیان‌کننده‌ی یک متغیر تصادفی است که از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ^2 پیروی می‌کند.

در بخش بعدی تشریح می‌گردد که چگونه می‌توان میانگین مقدار منتظره از خروجی i ام (\bar{y}_{rj}) و انحراف استاندارد آن (b_{rj}) را محاسبه کرد. تحت این مفروضات مقدار V_j چنین می‌شود:

$$V_j = (u_1, u_2, \dots, u_s) \times \begin{bmatrix} b_{1j}^2 \sigma^2 & b_{1j} b_{2j} \sigma^2 & \dots & b_{1j} b_{sj} \sigma^2 \\ b_{2j} b_{1j} \sigma^2 & b_{2j}^2 \sigma^2 & \dots & b_{2j} b_{sj} \sigma^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{sj} b_{1j} \sigma^2 & \dots & \dots & b_{sj}^2 \sigma^2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_s \end{bmatrix} = \left(\sum_{r=1}^s u_r b_{rj} \sigma \right)^2 \tag{9}$$

ادغام روابط (7) و (9) چنین نتیجه می‌دهد:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} E\left(\sum_{r=1}^s u_r \hat{y}_{rk}\right) \\
 & \text{st: } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\
 & \beta_j \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r \bar{y}_{rj} \geq \left(\sum_{r=1}^s u_r b_{rj} \sigma\right) F^{-1}(1 - \alpha_j), j = 1, \dots, n \\
 & u_r \geq 0, r = 1, \dots, s, v_i \geq 0, i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{10}$$

همچنان که قبلاً اشاره شد داریم $\hat{y}_{rj} = \bar{y}_{rj} \pm b_{rj} \zeta$ پس می توان تابع هدف رابطه (10) را به صورت زیر دوباره نویسی کرد:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} E\left(\sum_{r=1}^s u_r \hat{y}_{rk}\right) = E\left(\sum_{r=1}^s (\bar{y}_{rk} \pm b_{rk} \zeta)\right) \\
 & = E\left(\sum_{r=1}^s u_r \bar{y}_{rk} \pm \sum_{r=1}^s u_r b_{rk} \zeta\right) = \sum_{r=1}^s u_r \bar{y}_{rk}
 \end{aligned} \tag{11}$$

در رابطه بالا به علت این که ζ متغیری تصادفی با میانگین صفر و واریانس (σ^2) است،

$$E\left(\sum_{r=1}^s u_r b_{rk} \zeta\right) = 0 \quad \text{در نتیجه داریم:}$$

تحت این مفروضات یعنی با در نظر گرفتن میانگین صفر و انحراف معیار برابر یک برای ζ مدل پوششی تحلیل پوششی داده های آینده نگر به صورت زیر نوشته می شود:

$\text{Min} \theta$

$$\text{st: } -\sum_{j=1}^n (\beta_j x_{ij}) \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0, i = 1, \dots, m \tag{4}$$

$$\sum_{j=1}^n \left\{ \bar{y}_{rj} + b_{rj} F^{-1}(1 - \alpha_j) \right\} \lambda_j \geq y_{rk}, r = 1, \dots, s$$

$$\theta \text{ آزاد در علامت: } \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

در این جا F^{-1} نشان دهنده ی تابع معکوس تجمعی در توزیع نرمال، \bar{y}_{rj} عبارت از مقدار منتظره از خروجی λ_j (میانگین) و b_{rj} عبارت از انحراف معیار آن مقدار است. θ متغیر دوگان مرتبط با محدودیت اول در مسأله اولیه (کارایی) و نیز λ_j که $(j = 1, \dots, n)$ عبارت از متغیرهای دوگان متناظر با مجموعه دوم از محدودیت های رابطه (3) می باشد.

با فرآیندی مشابه می‌توان مدل نسبتی قطعی بنکر، چارنر، و کوپر را به مدل نهایی برآورد تصادفی آینده نگر (DEA_BCC) تبدیل نمود.

در رابطه با پیش‌بینی مقادیر منتظره خروجی‌ها (\bar{y}_{rj}) و به دست آوردن انحراف معیار درونی مقادیر پیش‌بینی شده خروجی‌ها می‌توان از روش‌های آماری تحلیل روند، سری‌های زمانی، روش‌های کیفی و سایر روش‌های پیش‌بینی استفاده نمود روشی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است روش پیش‌بینی کیفی (دلفی) با در نظر گرفتن تکنیک $PERT / CPM$ است که در روش‌های زمان‌بندی پروژه استفاده می‌شود. این روش که توسط سیویوشی (۱۹۹۹) به منظور پیش‌بینی خروجی‌های شرکت‌های پتروشیمی ژاپنی استفاده شده، در این تحقیق نیز مورد استفاده قرار گرفته است. علل استفاده از این روش بدین شرح‌اند:

۱. کمبود داده‌های مربوط به مقادیر ثبت و نگهداری شده‌ی انواع خروجی‌های شعب تحت بررسی در سال‌های گذشته، به کارگیری روش‌های پیش‌بینی کمی به‌ویژه روش‌های تحلیل روند را به میزان زیادی با دقت پایین روبه‌رو ساخته است (اطلاعات مربوط به حداکثر هفت سال اخیر برخی از شعب در دسترس است).
۲. تازه تأسیس بودن برخی از شعب امکان استفاده از داده‌های تاریخی در پیش‌بینی کارایی این شعب را با دقت پایین روبه‌رو ساخته است (از عمر تأسیس برخی از شعب دو تا سه سال بیش‌تر نمی‌گذشته است).
۳. استفاده از مدل پیش‌بینی کارایی شعب (مدل آینده‌نگر DEA) با به کارگیری روش‌های کیفی پیش‌بینی کارایی، با سهولت و دقت نسبتاً زیادی قابل استفاده است. این تحقیق سه نوع برآورد را به یک ارزش مورد انتظار و نیز واریانس مورد انتظار هر خروجی تبدیل می‌کند. ارزش مورد انتظار خروجی‌ها در این روش بشرح زیراند:

$$\bar{y}_{rj} = (OP_{rj} + 4ML_{rj} + PE_{rj}) / 6 \quad (5)$$

واریانس درونی \hat{y}_{rj} نیز بدین شرح است:

$$b'_{rj} = (OP_{rj} - PE_{rj}) / 6 \quad (6)$$

در این جا:

(ML_{rj}) بیان‌کننده‌ی محتمل‌ترین تخمین از مقدار متغیر خروجی است.

(OP_{rj}) بیان‌کننده‌ی تخمین خوش‌بینانه از مقدار متغیر خروجی است.

(PE_{rj}) بیان کننده‌ی تخمین بدبینانه از مقدار متغیر خروجی است.

با توجه به سه تخمین فوق می‌توان مقدار موزون خروجی‌ها را با در نظر گرفتن وزن عناصر مربوط به متغیرهای خروجی (به کمک روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۱) و مقادیر پیش‌بینی شده عناصر خروجی‌ها به دست آورد که در بخش بعدی مورد اشاره قرار می‌گیرد.

پیش‌بینی کارایی شعب

پس از توزیع پرسش‌نامه به منظور تعیین اهمیت هر یک از خروجی‌ها و جمع‌بندی پیش‌بینی‌های مربوط به خروجی‌ها، هم‌چنین استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت تعیین وزن مربوط به عناصر خروجی‌ها، وزن این عناصر در افزایش کارایی به شرح نگاره ۲ گردید:

نگاره ۲. اهمیت هر یک از عناصر متغیرهای خروجی

متغیرهای خروجی	عناصر متغیرهای خروجی	وزن ترجیحی
سپرده‌های اعطایی	قرض الحسنه جاری	۰،۴۸۱
	قرض الحسنه پس‌انداز	۰،۲۷۶
	سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت	۰،۱۱۴
	سرمایه‌گذاری بلندمدت	۰،۰۹۳
	سایر حساب‌های سرمایه‌گذاری	۰،۰۳۷
تسهیلات اعطایی	بخش صنعت	۰،۲۳۳
	بخش معدن	۰،۰۷۱
	بخش مسکن و ساختمان	۰،۱۵۲
	بخش کشاورزی	۰،۰۸۵
	بخش بازرگانی و خدمات متفرقه	۰،۰۴۶
خدمات بین بانکی	حواله‌های وارده	۰،۴۲۶
	حواله‌های صادره	۰،۲۷۲
	چک‌های صادره	۰،۰۹۳
	چک‌های پرداختی	۰،۱۲۲
	چک مسافرتی	۰،۰۸۷

پس از پیش‌بینی عناصر مربوط به متغیرهای خروجی با استفاده از روش پیش‌بینی دلفی و با توجه به وزن این عناصر که در نگاره شماره (۲) به آن اشاره شده است، مقادیر پیش‌بینی موزون متغیرهای خروجی به شرح نگاره شماره (۳) است.

شایان ذکر است در نگاره شماره (۳) میانگین و انحراف معیار مربوط به پیش‌بینی‌های متغیرهای خروجی با توجه به فرمول‌های (۵) و (۶) محاسبه و در نگاره فوق بیان شده است.

نگاره ۳. مقادیر پیش‌بینی موزون متغیرهای خروجی/مقادیر به میلیون ریال

ردیف	متغیر	مجموع موزون خدمات بین بانکی			متغیر	انحراف معیار	مجموع موزون تسهیلات اعطایی			متغیر	انحراف معیار	مجموع موزون سرمایه‌گذاریها			متغیر
		حالت	مختلارین حالت	بدینسانترین حالت			حالت	مختلارین حالت	بدینسانترین حالت			حالت	مختلارین حالت	بدینسانترین حالت	
۸/۸	۵۶۶/۹	۷۹۲/۹	۵۷۱	۳۲۲/۹	۲۲/۹	۲۵۲۸/۸	۲۰۴۰۱/۴	۱۴۶۰۲/۲	۶۱/۲	۳۰۲۵۲/۱	۴۰۱۴۵	۳۱۱۰۴	۱۶۹۹۱/۹	۱	
۷/۱	۴۵۵	۵۹۱/۳	۴۹۱/۷	۲۹۱/۹	۳۶/۱	۱۱۷۵۶/۹	۸۶۲۸/۹	۴۳۰	۳/۸	۹۸۸۹/۵	۱۳۲۸۵/۵	۱۰۰۶۸	۳۷۷۹	۲	
۶/۱	۳۷۷/۲	۵۲۰/۵	۳۸۴/۲	۲۱۹/۲	۳۶/۵	۱۳۲۵۶/۶	۸۱۵۴/۳	۴۲۶۸/۵	۴۶/۸	۱۷۹۷۸/۷	۳۳۹۴۲/۲	۱۸۲۸۰/۲	۱۰۸۰۷/۵	۳	
۱۱/۸	۹۷۱/۹	۱۴۰۹/۴	۹۶۲/۷	۵۷۱/۵	۳۱/۳	۹۷۷/۹	۷۴۱۲/۲	۳۸۷۸/۷	۴۳	۱۴۱۳۱/۶	۱۸۸۸۷/۵	۱۴۵۳۱/۶	۷۷۷۵/۵	۴	
۸/۳	۴۶۴	۶۷۵/۶	۴۹۱/۳	۲۶۳	۴۲/۲	۱۹۵۳۲/۲	۱۴۲۱۹/۹	۷۸۳۰/۵	۳۱/۷	۹۳۳۳/۶	۱۳۲۲۲/۳	۹۳۲/۹	۶۲۱۳/۳	۵	
۶/۷	۳۰۹/۷	۳۳۹/۳	۳۱۲	۱۷۱	۳۷/۹	۱۸۱۸۲/۸	۱۳۵۸۱/۶	۹۵۴۸/۵	۳۷/۹	۱۴۵۶۶/۶	۳۲۱۱۳/۶	۱۳۲۲۹/۷	۸۳۶۷	۶	
۸/۱	۶۷۸/۷	۸۵۲/۷	۶۹۰	۳۶۰/۱	۳۳/۶	۱۱۳۳۲/۳	۸۲۹۸	۴۰۷۳/۳	۲۹/۵	۵۴۶۶/۸	۷۹۲۲/۹	۵۴۳۸/۳	۲۷۰۲/۷	۷	
۶	۲۶۲/۳	۳۵۵	۲۶۹/۷	۱۴۰/۳	۲۲	۴۷۲۲/۶	۳۵۳۲/۹	۱۸۰۷/۹	۲۳/۷	۳۵۹۵	۶۲۱۶/۵	۴۶۲۹/۸	۲۸۳۲/۳	۸	
۸	۵۵۹	۷۱۹/۷	۵۷۲/۹	۳۳۵/۱	۲۷/۶	۷۶۶۳/۷	۵۵۵۵/۳	۳۱۰۸/۱	۲۵	۴۷۵۶/۵	۶۶۰۴	۴۷۶۷/۴	۲۸۶۵/۳	۹	
۷/۹	۴۳۱/۹	۵۹۰	۴۴۵/۳	۲۱۹/۶	۲۲/۲	۴۶۸۸/۷	۳۳۴۱/۲	۱۷۳۱/۷	۳۶/۶	۹۷۹۱/۲	۱۳۳۹۶/۳	۹۵۰۳/۳	۶۳۳۹/۳	۱۰	
۷/۲	۴۶۲/۵	۶۰۴/۸	۴۳۳/۵	۲۷۶/۲	۲۵/۸	۵۴۸۰/۸	۳۷۷۷/۸	۱۳۸۸/۶	۲۵/۳	۵۲۰۹	۷۰۰۲/۳	۵۷۷۳/۳	۳۱۵۴/۱	۱۱	
۶/۳	۳۳۲/۷	۴۴۰/۶	۳۳۷/۷	۲۰۵	۲۲	۴۸۷۶/۵	۳۵۸۲	۱۹۸۲/۷	۳۵/۷	۸۹۴۶/۳	۱۳۹۶۸/۸	۸۱۳۷/۲	۵۳۰۰/۳	۱۲	
۵/۶	۲۰۵/۱	۲۹۷/۱	۲۰۶/۶	۱۰۷/۱	۱۸/۶	۲۸۵۷/۲	۲۰۲۰/۵	۷۸۶/۵	۱۹/۹	۲۹۷۱/۸	۳۹۶۵/۳	۳۰۶۶/۵	۱۵۹۹/۶	۱۳	
۴/۹	۲۲۵/۳	۲۸۸/۶	۲۲۹/۹	۱۳۲/۵	۱۲/۸	۳۳۳۲/۷	۱۷۵۱/۷	۱۰۴۴/۳	۲۵/۶	۳۳۹۲/۳	۶۴۱۲/۷	۳۴۶۴/۹	۲۴۹۱/۹	۱۴	

ادامه نگاره ۳.

نوع سهام	مجموع موزون خدمات بین بانکی			بازگشت	تسهلات	تسهلات	مجموع موزون تسهیلات اعطایی			تسهلات	تسهلات	مجموع	مجموع موزون سرمایه گذاریها			تسهلات
	حالت	مجموع	بازگشت				حالت	مجموع	بازگشت				حالت	مجموع	بازگشت	
۵/۱	۲۲۶/۹	۲۹۸/۵	۲۲۹/۸	۱۳۳/۶	۱۸/۶	۲۰۳۳/۵	۳۱۱۶/۸	۲۰۳۳/۲	۱۰۳۷/۶	۱۹/۲	۲۱۷۲/۱	۳۳۳۷/۷	۲۱۴/۵	۱۱۳۳/۱	۱۵	
۷/۳	۳۵۵/۳	۲۹۲	۳۶۶/۷	۱۷۰/۸	۲۵/۸	۳۶۲۷/۸	۵۵۴۰/۳	۳۶۳۳/۱	۱۵۳۳	۱۹/۷	۲۹۶۶/۷	۳۹۳۳/۸	۳۰۷۲	۱۵۸۸/۵	۱۶	
۵/۲	۲۰۹/۹	۲۸۴/۶	۲۱۶	۱۱۰/۸	۱۰/۲	۹۳۸/۷	۱۲۳۳/۴	۹۵۲	۶۰۱/۲	۲۶	۵۲۶۰/۲	۷۲۹۸/۱	۵۲۷۵/۶	۳۲۰۰/۳	۱۷	
۲/۸	۱۹۶/۲	۲۲۹	۲۰۲/۵	۱۱۱/۲	۱۲/۳	۹۲۲/۲	۱۳۱۳/۳	۹۵۴/۵	۳۰۱/۵	۱۷	۱۹۰۱/۲	۲۸۷۸/۹	۱۸۳۲/۸	۱۱۲۸/۷	۱۸	
۲/۶	۱۶۶/۷	۲۲۵/۱	۱۶۸/۸	۹۹/۷	۱۰	۵۸۷/۷	۸۲۲/۹	۶۰۸/۷	۲۲۸/۷	۱۸/۶	۲۳۵۸/۷	۳۲۶۸/۲	۲۲۲۲/۷	۱۱۸۹/۲	۱۹	
۶	۲۹۵/۶	۳۸۹/۲	۳۰۱/۷	۱۷۷/۱	۱۵/۹	۱۸۳۳	۲۵۱۶	۱۸۶۹/۶	۱۰۰۳/۵	۳۲/۵	۶۲۷۲	۹۵۹۹/۶	۶۱۹۲/۸	۳۲۷۳/۲	۲۰	
۲/۹	۱۹۱/۲	۲۵۶/۱	۱۹۵	۱۱۰/۹	۱۲/۸	۱۵۸۸/۳	۲۲۰۱/۱	۱۶۱۲/۱	۸۸۰/۱	۱۲/۷	۱۴۷۸/۵	۲۱۲۲/۱	۱۴۷۸/۸	۸۳۱/۷	۲۱	
۵/۲	۲۰۲/۶	۲۸۲/۸	۲۰۸/۷	۱۰۷/۹	۹/۲	۶۹۲/۴	۹۲۹/۶	۶۹۲/۹	۲۲۵/۲	۱۲/۹	۱۴۵۹/۵	۲۱۱۸/۱	۱۴۶۲/۵	۷۸۸/۶	۲۲	
۵/۲	۲۲۲/۶	۳۱۰/۲	۲۳۷/۶	۱۳۲/۲	۱۲	۱۲۳۲/۱	۱۶۵۹/۲	۱۲۶۱	۷۹۱/۲	۱۷/۲	۲۰۷۰/۵	۳۰۲۷	۲۰۳۲/۲	۱۲۳۸/۹	۲۳	
۶/۳	۲۹۸/۳	۳۹۷/۷	۳۰۷/۷	۱۶۱/۸	۲۸/۷	۵۳۱/۱	۷۷۵۸/۷	۵۳۱/۹	۲۸۳۱/۶	۳۳/۲	۸۰۲۲/۶	۱۱۳۵۰/۲	۸۰۶۲/۵	۲۶۵۹/۳	۲۴	
۳/۲	۸۲/۹	۱۱۹/۲	۸۲/۹	۵۰/۲	۱۲/۶	۸۳/۹	۱۳۱۰/۲	۸۲۹/۲	۳۵۷/۷	۱۶/۹	۱۹۵۸/۵	۲۸۹۵/۲	۱۹۲۰/۷	۱۱۷۲/۷	۲۵	
۲/۹	۶۸/۲	۹۲/۳	۶۸/۶	۲۲	۱۲/۳	۱۵۰۳/۸	۲۱۷/۸	۱۴۲/۵	۹۲۲/۹	۱۲/۲	۹۲۹/۶	۱۳۳۸/۹	۹۵۲/۹	۴۱۹/۵	۲۶	
۶	۲۸۱/۶	۳۷۹/۲	۲۸۶/۷	۱۶۲/۷	۱۰/۵	۶۹۷/۶	۱۰۳۳/۳	۶۹۶/۵	۳۶۶/۳	۱۶	۲۰۲۰/۶	۲۸۳۵/۵	۱۹۹۶/۸	۱۳۰۰/۷	۲۷	
۲/۹	۱۵۲/۲	۲۲۲/۷	۱۵۵/۸	۷۸/۲	۸/۸	۶۵۱/۸	۸۳۳/۳	۶۵۲/۹	۴۱۵/۹	۱۲/۲	۱۶۳۲/۷	۲۲۰۵/۶	۱۶۵۷/۲	۹۶۲	۲۸	

در صورتی که طبقه‌بندی شعب براساس اندازه آن‌ها صورت گیرد، مقادیر ورودی‌های شعب در دوره تحت بررسی نیز بشرح نگاره شماره (۴) است.

نگاره ۴. مقادیر ریالی ورودی‌های شعب در دوره پیش‌بینی (سال ۱۳۸۲)

شماره DMU	طبقه قرارگیری شعبه	هزینه پرسنلی شعبه	هزینه اجاره شعبه	هزینه اداری	هزینه اموال منقول
۱	مقیاس بزرگ	۶۶۵۳۴۱/۸	۴۱۱۴۲۸۵/۷	۶۸۷۶۶۵۴/۵	۲۱۳۰۲۸/۶
۲	مقیاس بزرگ	۶۱۴۳۵۳/۱	۴۸۲۴۰۰۰	۱۴۱۴۸۲۵/۱	۵۵۹۰۱/۸
۳	مقیاس بزرگ	۵۰۳۴۵۸/۹	۱۱۵۲۰۰۰۰	۱۳۷۷۸۳۳/۵	۱۹۲۴۷۴/۲
۴	مقیاس بزرگ	۶۹۳۹۳۴/۹	۷۷۱۴۲۸۵/۷	۳۰۱۰۰۹۰/۹	۱۸۲۲۲/۲
۵	مقیاس بزرگ	۵۱۴۹۸۲/۲	۴۳۷۱۴۲۸/۶	۱۳۶۷۰۸۳/۶	۱۹۵۱۶۲/۳
۶	مقیاس بزرگ	۴۴۱۹۷۰/۹	۷۷۱۴۲۸۵/۷	۳۵۸۰۹۴/۲	۲۰۶۸۷۷
۷	مقیاس بزرگ	۵۴۵۸۵۹/۳	۶۴۲۴۴۵۷/۱	۱۲۹۱۰۹۹/۶	۵۶۹۷
۸	مقیاس بزرگ	۴۳۶۳۴۹/۵	۱۰۱۳۱۴۲۸/۶	۱۱۰۳۱۰۷/۶	۱۷۱۷۹/۸
۹	مقیاس بزرگ	۳۷۰۲۵۴/۵	۵۳۸۹۷۱۴/۳	۱۲۳۰۷۲۵/۵	۱۸۰۰۳۶/۲
۱۰	مقیاس متوسط	۳۹۲۶۵۰/۹	۴۱۱۴۲۸۵/۷	۱۸۶۰۴۲۱/۱	۱۲۰۹۶/۹
۱۱	مقیاس متوسط	۳۱۸۹۹۹/۳	۳۸۵۷۱۴۲/۹	۱۰۳۱۷۰۳/۳	۱۶۷۸۸/۲
۱۲	مقیاس متوسط	۲۸۳۶۳۶/۴	۱۰۲۸۵۷۱۴/۳	۷۸۰۶۳۶	۶۸۴۶/۶
۱۳	مقیاس متوسط	۲۶۰۰۳۱/۳	۲۲۶۲۸۵۷/۱	۲۹۷۲۵۲	۸۷۳۶/۲
۱۴	مقیاس متوسط	۲۱۷۸۷۶/۴	۱۱۸۲۸۵۷۱/۴	۱۱۴۵۰۵۵/۳	۱۳۲۲۶/۴
۱۵	مقیاس متوسط	۲۲۴۲۱۸/۹	۳۰۸۵۷۱۴/۳	۶۱۶۴۵۸/۵	۱۷۷۳۹/۶
۱۶	مقیاس متوسط	۲۵۳۰۰۵/۸	۳۱۲۴۲۸۵/۷	۱۲۴۹۶۵۸/۲	۷۰۱۸
۱۷	مقیاس متوسط	۲۰۸۵۶۰	۷۷۱۴۲۸۵/۷	۲۱۰۸۴۴/۴	۱۷۵۲۸/۲
۱۸	مقیاس متوسط	۲۱۷۹۳۰/۹	۱۰۲۸۵۷۱۴/۳	۲۵۵۸۰۰/۷	۲۸۷۶۵/۵
۱۹	مقیاس کوچک	۱۸۸۷۱۹/۶	۸۲۷۵۸۸۵/۷	۱۸۸۳۶۸/۴	۸۳۲۱/۵
۲۰	مقیاس کوچک	۱۹۹۱۶۲/۹	۱۲۳۴۲۸۵۷/۱	۳۸۸۵۷۸/۵	۲۰۱۰۷/۴
۲۱	مقیاس کوچک	۲۰۰۲۹۵/۳	۲۵۷۱۴۲۸/۶	۳۳۰۵۶۸/۴	۶۶۸۶/۹
۲۲	مقیاس کوچک	۱۲۹۵۹۱/۳	۹۶۰۰۰۰۰	۲۶۲۶۹۳/۱	۴۰۶۳۴/۳
۲۳	مقیاس کوچک	۱۷۷۳۴۵/۸	۴۶۲۸۵۷۱/۴	۳۲۷۵۷۳/۸	۱۰۱۹۵/۹
۲۴	مقیاس کوچک	۲۹۳۲۰۱/۵	۶۷۴۲۳۲۸۰	۱۹۸۲۹۸/۹	۲۲۲۶
۲۵	مقیاس کوچک	۱۵۱۹۴۸/۴	۶۱۵۴۴۱/۳	۲۵۲۵۴۳/۳	۱۶۰۹۴/۲
۲۶	مقیاس کوچک	۱۳۷۷۷۸/۵	۴۸۷۳۳۹۷/۸	۲۰۳۲۴۰/۷	۲۲۱۸/۲
۲۷	مقیاس کوچک	۱۳۴۱۲۵/۱	۴۱۱۴۲۸۵/۷	۱۷۹۷۸۶/۲	۲۸۸۹۵/۹
۲۸	مقیاس کوچک	۱۱۹۶۹۱/۳	۴۸۶۹۵۳۷/۹	۷۸۶۷۸/۵	۵۵۴۷۴

پس از حل مدل به کمک نرم افزار MPL و با پیش فرض وجود بازده ثابت به مقیاس، میزان و نیز محدودسازی اوزان متغیرهای خروجی بر اساس نتایج به دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی، میزان کارایی پیش بینی شده و نیز کارایی واقعی شعب در پایان سال ۱۳۸۲ به صورت نگاره شماره (۵) می گردد.

نگاره ۵. مقادیر کارایی پیش بینی شده و کارایی واقعی

گروه قرارگیری DMU	شماره DMU	$\beta = 1$							
		$\alpha = 0.95$	$\alpha = 0.9$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.05$		
بزرگ	۱	۱.۰۰۳۶	۱.۰۰۲۸	۱.۰۰۱۹	۱	۰.۹۹۸۳	۰.۹۹۷۴	۰.۹۹۶۶	
	۲	۱.۰۰۷۱	۱.۰۰۵۵	۱.۰۰۳۶	۱	۰.۹۹۶۵	۰.۹۹۴۸	۰.۹۹۳۳	
	۳	۱.۰۰۴۸	۱.۰۰۳۴	۱.۰۰۲۴	۱	۰.۹۹۷۸	۰.۹۹۶۷	۰.۹۹۵۸	
	۴	۰.۹۹۸	۰.۹۹۶۳	۰.۹۹۴۲	۰.۹۹۰۱	۰.۹۸۶۱	۰.۹۸۴۱	۰.۹۸۲۴	
	۵	۰.۹۹۶۶	۱.۰۰۵۸	۱.۰۰۴۵	۱.۰۰۳	۰.۹۹۷۲	۰.۹۹۵۸	۰.۹۹۴۶	
	۶	۱	۱.۰۰۵۶	۱.۰۰۴۴	۱.۰۰۲۹	۱	۰.۹۹۷۵	۰.۹۹۶۲	۰.۹۹۵۱
	۷	۰.۸۶۵۳	۰.۸۵۹۹	۰.۸۵۸۴	۰.۸۵۶۶	۰.۸۵۳۱	۰.۸۴۳۸	۰.۸۴۶۸	
	۸	۰.۳۹۷۶	۰.۳۸۲۳	۰.۳۸۱۷	۰.۳۸۰۹	۰.۳۷۹۵	۰.۳۷۸۱	۰.۳۷۷۴	
	۹	۰.۴۷۱۹	۰.۴۷۱۴	۰.۴۷۰۹	۰.۴۷۰۴	۰.۴۶۹۲	۰.۴۶۸۱	۰.۴۶۷۵	
متوسط	۱۰	۱	۱.۰۰۸	۱.۰۰۶۲	۱.۰۰۴	۱	۰.۹۹۶۸	۰.۹۹۵۱	۰.۹۹۳۷
	۱۱	۰.۷۵۸	۰.۷۶۳۶	۰.۷۶۲۴	۰.۷۶۱	۰.۷۵۸۳	۰.۷۵۵۷	۰.۷۵۴۳	
	۱۲	۱	۱.۰۰۷۷	۱.۰۰۶	۱.۰۰۴	۱	۰.۹۹۶۵	۰.۹۹۴۸	۰.۹۹۳۳
	۱۳	۰.۷۹۱۷	۰.۸۲۴۵	۰.۸۲۳۲	۰.۸۲۱۶	۰.۸۱۸۷	۰.۸۱۵۸	۰.۸۱۴۳	
	۱۴	۰.۵۸۷۸	۰.۶۱۲۷	۰.۶۱۱۷	۰.۶۱۰۷	۰.۶۰۸۶	۰.۶۰۶۵	۰.۶۰۵۴	
	۱۵	۰.۴۳۹۳	۰.۴۵۹۱	۰.۴۵۸۵	۰.۴۵۷۷	۰.۴۵۶۲	۰.۴۵۴۸	۰.۴۵۳۵	
	۱۶	۰.۷۰۴۶	۰.۷۵۵۵	۰.۷۵۴۲	۰.۷۵۲۶	۰.۷۴۹۶	۰.۷۴۶۵	۰.۷۴۵۰	
	۱۷	۰.۷۱۴۴	۰.۷۰۱	۰.۶۹۹۹	۰.۶۹۸۷	۰.۶۹۶۴	۰.۶۹۴۱	۰.۶۹۲۹	
	۱۸	۰.۲۷۱۶	۰.۲۹۳۱	۰.۲۹۲۷	۰.۲۹۲۲	۰.۲۹۱۲	۰.۲۹۰۲	۰.۲۸۹۷	
کوچک	۱۹	۰.۴۴۴۸	۰.۴۳	۰.۴۲۹۳	۰.۴۲۸۵	۰.۴۲۷	۰.۴۲۵۵	۰.۴۲۴۷	
	۲۰	۰.۹۴۳۶	۰.۹۸۶۱	۰.۹۸۴۷	۰.۹۸۳۳	۰.۹۷۹۹	۰.۹۷۶۸	۰.۹۷۵۲	
	۲۱	۰.۵۲۹۷	۰.۴۹۴۶	۰.۴۹۳۸	۰.۴۹۲۹	۰.۴۹۱۱	۰.۴۸۹۳	۰.۴۸۸۴	
	۲۲	۰.۳۳۱۳	۰.۳۳۶۶	۰.۳۳۶۲	۰.۳۳۵۷	۰.۳۳۴۸	۰.۳۳۳۹	۰.۳۳۳۴	
	۲۳	۰.۳۹۶۸	۰.۴۰۷۳	۰.۴۰۶۷	۰.۴۰۶	۰.۴۰۴۶	۰.۴۰۳۲	۰.۴۰۲۴	
	۲۴	۱	۱.۰۰۸	۱.۰۰۶۲	۱.۰۰۴	۱	۰.۹۹۶۴	۰.۹۹۴۶	۰.۹۹۳۱

ادامه نگاره ۵.

کارایی واقعی	$\beta = 1$							شماره DMU	گروه قرارگیری DMU
	$\alpha = 0.95$	$\alpha = 0.9$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.7$	$\alpha = 0.6$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.4$		
۱	۱،۰۱۷	۱،۰۱۳	۱،۰۰۸۶	۱	۰،۹۹۲۵	۰،۹۸۸۷	۰،۹۸۵۵	۲۵	کوچک
۰،۴۱۰۲	۰،۳۸۵۳	۰،۳۸۴۶	۰،۳۸۳۸	۰،۳۸۲۳	۰،۳۸۰۸	۰،۳۸	۰،۳۷۹۳	۲۶	
۰،۴۵۶۸	۰،۴۸۰۸	۰،۴۸۰۱	۰،۴۷۹۴	۰،۴۷۷۹	۰،۴۷۶۴	۰،۴۷۵۶	۰،۴۷۷۹	۲۷	
۰،۴۱۰۲	۰،۴۴۰۳	۰،۴۳۹۸	۰،۴۳۹۲	۰،۴۳۷۹	۰،۴۳۶۷	۰،۴۳۶۱	۰،۴۳۵۵	۲۸	

هم‌چنان که ملاحظه می‌گردد نگاره شماره (۵) مقادیر کارایی پیش‌بینی شده شعب با فرض $\beta = 1$ و تحت مقادیر متفاوت ریسک‌پذیری تصمیم‌گیرنده (α) را نشان می‌دهد. می‌توان با قبول مقادیر مختلف β, α مقایسه مقادیر کارایی واقعی با کارایی پیش‌بینی شده را تحت شرایط فوق‌الذکر انجام داد.

به منظور مقایسه کارایی پیش‌بینی شده‌ی سال ۱۳۸۲ با کارایی واقعی در پایان سال مزبور پس از محاسبه همبستگی بین مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی کارایی هر یک از شعب، چنین استنباط شد که در سطح خطای $0/05$ ($\alpha = 0/05$) و به کارگیری آزمون T با استفاده از نرم افزار آماری برای علوم اجتماعی^۱ مقدار همبستگی بین کارایی پیش‌بینی شده هر یک از شعب نسبت به مقدار کارایی واقعی شعب برابر مقدار عددی یک است.

نتایج به کارگیری تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر جهت پیش‌بینی کارایی
پس از پیش‌بینی کارایی شعب با تکنیک تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر می‌توان نتایج زیر را استخراج نمود:

۱. مزیت به کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌های تصادفی نسبت به روش تحلیل پوششی داده‌ها این است که مدیریت می‌تواند با قبول ریسک متفاوت، کارایی شعب تحت سرپرستی خود را پیش‌بینی نماید و به این ترتیب، با در نظر داشتن وضعیت آینده شعب جهت بهبود عملکرد واحدهای ناکارا اقدام کند. این در حالی است که با در نظر داشتن ماهیت تصادفی خروجی‌های شعب و به علت اتکای روش تحلیل پوششی داده‌ها

1. Statistical Package for Social Science (SPSS)

بر اطلاعات گذشته، مدیریت نمی‌تواند با تعمیم نتایج به دست آمده از این روش برای آینده‌ی شعب ناکارا برنامه‌ریزی نماید.

۲. با توجه به کارایی پیش‌بینی شده، مدیریت می‌تواند از طریق شناسایی واحدهای ناکارا، شناسایی واحدهای مرجع این واحدهای ناکارا و هدف‌گذاری برای واحدهای ناکارا در جهت افزایش کارایی این شعب، قبل از عملکرد واقعی آن‌ها برنامه‌ریزی نماید. این کار از طریق استفاده از نتایج مربوط به میزان مقدار بهینه ورودی‌های هر یک از شعب در نظام بودجه‌ریزی مربوط به هر یک از شعب صورت می‌پذیرد.

نگاره شماره (۶) هدف‌گذاری مربوط به واحدهای ناکارا را بر اساس پیش‌بینی کارایی با فرض وجود بازده ثابت نسبت به مقیاس در مورد هشت شعبه ناکارا نشان می‌دهد.

نگاره ۶ هدف‌های تعیین‌شده برای واحدهای ناکارا پس از حل مدل $SDEA - CCR$ (مقادیر به میلیارد ریال)

کد واحد ناکارا	ورودی‌های شعب	هزینه پرسنلی شعبه	هزینه اجاره شعبه	هزینه اداری	هزینه اموال منقول
۴	مقدار ورودی مقادیر حال حاضر ورودی‌ها	۶۹۳/۹	۷۷۱۴/۳	۳۰۱۰/۱	۱۸/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۶۴۱/۱	۷۶۳۸	۲۷۳۸/۶	۱۸
۷	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۵۴۵/۹	۶۴۲۴/۵	۱۲۹۱/۱	۵/۷
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۲۹۹/۱	۵۴۸۰/۶	۶۵۵/۴	۴/۹
۸	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۴۳۶/۴	۱۰۱۳۱/۴	۱۱۰۳/۱	۱۷/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۶۵/۶	۳۵۲۵/۲	۲۷۴/۶	۶/۵
۹	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۴۳۶/۴	۱۰۱۳۱/۴	۱۱۰۳/۱	۱۷/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۷۳/۷	۲۵۱۵/۲	۵۷۷/۴	۷۴/۵
۱۱	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۳۱۹	۳۸۵۷/۱	۱۰۳۱/۷	۱۶/۸
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۹۷/۶	۲۹۲۴/۵	۷۸۲/۱	۱۲/۷
۱۳	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۲۶۰	۲۲۶۲/۹	۲۹۷/۳	۸/۷
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۰۲	۱۸۵۲/۵	۲۴۳/۲	۷/۲
۱۴	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۲۱۷/۹	۱۱۸۲۸/۶	۱۱۴۵/۱	۱۳/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۳۲/۶	۴۳۱۵/۳	۴۸۹	۸/۱
۱۵	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۲۲۴/۲	۳۰۸۵/۷	۶۱۶/۵	۱۷/۷
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۸۱	۱۴۰۷/۸	۲۸۱/۲	۸/۱

۳. با توجه به نتایج کارایی پیش‌بینی شده که با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر به دست آمده است، مدیریت می‌تواند از طریق در نظر گرفتن ارتباط بین

اندازه واحدهای تحت بررسی و کارایی این واحدها نتایج به‌دست آمده را در برنامه‌ریزی راهبردی شعب منظور نماید. با توجه به نتایج به‌دست آمده از حل مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، میزان کارایی پیش‌بینی شعب با اندازه‌های بزرگ، متوسط، و کوچک به ترتیب $0/8546$ و $0/7088$ و $0/5935$ گردید که بیان‌کننده‌ی این موضوع است که با فرض وجود بازده به مقیاس در پیش‌بینی کارایی، شعب بزرگ‌تر کارا تر هستند. با محاسبه نتایج به‌دست آمده از حل مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس؛ مقدار کارایی پیش‌بینی شده شعب با اندازه‌های بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب برابر $0/8923$ و $0/98062$ و $0/9847$ گردید که نشانه کارا تر بودن شعب کوچکتر نسبت به شعب بزرگ‌تر است. بنابر این بسته به نوع بازده به مقیاس، نتیجه‌گیری مربوط به کارایی پیش‌بینی شعب با اندازه‌های متفاوت جهت تدوین راهبرد آینده بانک متفاوت است.

۴. با توجه به نتایج کارایی پیش‌بینی شده، تصمیم‌گیرنده با در نظر گرفتن سطوح مختلف ریسک پذیری می‌تواند مقادیر مختلف کارایی را پیش‌بینی نماید.

۵. اساس استفاده از توزیع نرمال در مدل آینده‌نگر که در این جا مورد استفاده قرار گرفت بر فرض نرمال بودن جزء تصادفی پیش‌بینی (ε) در مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر استوار است. این فرض اگر چه در اغلب تحقیقاتی که جهت پیش‌بینی به کار می‌روند مورد پذیرش می‌باشد اما در هر حال نیاز به آزمون نیکویی برازش در خصوص تک تک متغیرهای خروجی تصادفی در مورد هر یک از شعب احساس می‌شود هر چند در این جا به علت عدم دسترسی به داده‌های تاریخی چندین سال اخیر مربوط به خروجی‌های شعب امکان انجام آزمون فوق به ازای تمامی خروجی‌ها و در تمامی شعب فراهم نیست.

منابع

- میشکین، فردریک (۱۳۷۸). *پول و ارز و بانکداری*، ترجمه: علی جهانخانی، علی پارسائیان، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- Berger, AN., Humphrey, D.B. (1997). "Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research", *European journal of operational research*, No 98, PP175-212.
- Cooper, W.W., Deng, H., Huang, Z., and Li, Sx. (2002). "Chance constrained Programming Approach to Technical efficiencies" *Journal of the Operational Research Society*, No. 53, PP1347-1354.
- Cooper, W.W., Huang, Z.M., Li, Sx (1996). "Satisficing DEA Models Under Chance Constraints" *Annals of operation research*, No. 66, PP 279-296.
- Fetti, M., Jackson, P., Jones, W. (2001). "European Airlines: A Stochastic DEA Study of Efficiency With Market Liberalisation" *European workshop of efficiency and productivity analysis*.
- Fetti, M., Jackson, P., Jones, W. (2001). "An Empirical Study of Stochastic DEA and Financial Performance: The Case of the Turkish Commercial Banking Industry." www.econturk.org/turkisheconomy.meryem.pdf.
- Land, k., Lovell, C.A.K., Thore, S. (1993). "Chance Constrained Data Envelopment Analysis" *Managerial and decisional economics*, No. 14, PP 541-544.
- Sengupta, J.K. (1988). "Robust Efficiency Measures in Stochastic Efficiency" *International journal of system science*, No. 19, PP 779-791.
- Sengupta, JK. (1993). "Non-parametric approach to stochastic linear programming" *International journal of system science*, No. 5, 1993, PP 871-857.
- Sengupta, Jk. (1997). "Stochastic Efficiency Measurement: A New Approach" *Applied economics letters*, No.2, PP125-128.
- Simoes, Robert. (1996). "Data Envelopment Analysis and its use in Banking" *The newsletter of mathematical programming in industry and commerce*, PP 1-14.
- Sueyoshi, Toshiyuki. (1999). "Stochastic DEA for Restructure Strategy: an Application to a Japanese petroleum company," *Omega*, No. 28, PP358-398.