دانش مدیریت
شماره ۶۴ ـ بهار ۱۳۸۳
ص‌ص ۱۲۶-۱۰۷

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

دکتر محمود صارمی ** ـ امیر خوینی***

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 مالی۱۳۸۲ 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[1]، مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر[2]، تحلیل پوششی داده‌ها[3]، پیش بینی[4]، کارایی[5].

---

* این مقاله بر اساس پایان نامه 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[1] 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 ارایه 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[2] نامیده می‌شود.

برخی از مدل‌هایی که با به‌کارگیری منطق تحلیل پوششی داده‌ها به‌منظور پیش‌بینی کارایی قابل استفاده هستند بدین شرح‌اند:

۱. مدل تحلیل پوششی داده‌ها محدود شده به قیود تصادفی[3]: این مدل نخستین بار توسط چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۵۹با 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[4] 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 Constrainted 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[1] و مفهوم آن در تحلیل پوششی داده‌ها: پس از مطرح شدن مدل لند، لول و تور؛ کوپر، هوانگ و لی[2] طی مقاله‌ای در سال (۱۹۹۶) مدل جدیدی با در نظر داشتن مدل رضایت‌بخشی سایمون[3] 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، چارنز و کوپر اصلاح‌شده تصادفی[4]: کوپر، دنگ، هوانگ و لی[5] در سال ۲۰۰۲ یکی از جدیدترین مدل‌های مطرح‌شده دربارهٔ تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را با تبدیل مدل پوششی تحلیل پوششی داده‌ها ـ بنکر، چارنز و کوپر ـ 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 کاهشی) 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 نمی شود	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
٤	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
٥	تعریف کارایی	سطح خطا یا ریسک مدل‌ساز (α) صفر منظور می گردد	کارایی با توجه به سطح ریسک مدل‌ساز (α) تعریف می گردد
٦	همبستگی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها	همبستگی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها در مدل نهایی منظور نمی گردد	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 اشاره‌شده را به‌کار گرفته‌اند بدین شرح‌اند:

۱. فتی، جکسون و جونز[1] در سال ۱۹۹۹ با هدف شناسایی واحدهای ناکارای تصادفی و محاسبه خطای اندازه‌گیری مدل لند، لاول و تور، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های تصادفی را به‌کار گرفتند. آن‌ها در این تحقیق به‌منظور محاسبه کارایی تصادفی۳٦ 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 به‌جهت منظور نمودن خطاهای تصادفی در اندازه‌گیری کارایی ۱۷ شرکت هواپیماسازی اروپایی به‌کار گرفتند. در این تحقیق سه ورودی(ظرفیت در دسترس،

1. Fethi,, Jakson, and Jones

هـزینه‌هـای عملیاتـی و دارایـی‌هـای غیر پروازی) و دو خروجی (درآمدهای مسافری و درآمدهای غیر مسافری) مربوط به واحدهای تصمیم‌گیرنده مورد بررسی قرار گرفت.

۳. سیویوشـی[1] در سـال (۱۹۹۹) مـدل تحلـیل پوششـی داده‌هـای تصـادفی را بـرای تدوین راهبرد ساختاردهی مجدد در یک شرکت ژاپنی به‌کار گرفت. در این تحقیق بر خلاف دو تحقیـق دیگـر مـدل تحلیل پوششی داده‌های تصادفی به‌گونه‌ای مدل‌سازی می‌گردد کـه بـتواند اطلاعـات مـربوط بـه آیـنده را در برگیـرد.سه ورودی (تعداد کل کارکنان، انـدازه شعبات توزیع فراورده‌های نفتی و هزینه‌های عملیاتی) و سه خروجی (میزان کل گازوییـل فـروش‌رفـته و میـزان کل بنزین فروش رفته) برای تدوین راهبرد در مورد ۲۸ شعبه توزیع فراورده‌های نفتی مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

پـس از ایـن‌کـه اسـتفاده از مـدل با توجه به مزایای آن تبیین شد، با در نظر داشتن تحقیقات مشـابهی کـه روش تحلـیل پوششـی داده‌هـا را بـرای محاسـبه کارایـی شـعب بانک‌ها مورد اسـتفاده قرار داده‌اند و نیز انتخاب رویکرد ارزش افزوده در انتخاب متغیرها، عوامل ورودی و خروجی شعب بدین شرح تعیین شدند:

ورودی‌های شعب (نهاده‌های بانک)

مقادیـر ریالـی هـزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های اداری، هزینه اجاره، هزینه اموال منقول شعب، ورودی‌های شعب را تشکیل می‌دهند.

خروجی‌های شعب (ستاده‌های بانک)

مقادیـر ریالـی سپرده‌ها (شامل سپرده قرض‌الحسنه جاری، سپرده قرض‌الحسنه پس‌انداز، سـپرده سـرمایه‌گـذاری کـوتاه‌مـدت، سـپرده سـرمایه‌گـذاری بلـندمدت، سـایر سـپرده‌های سرمایه‌گـذاری)، تسهیلات (شامل تسهیلات اعطایی در بخش‌های اقتصادی صنعت، معدن، کشـاورزی، مسـکن و سـاختمان، بازرگانـی و خـدمات) و خـدمات بـین بانکـی (شـامل 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:

---

1. Sueyoshi, T.

۱. روش پیمایشی که جهت جمع‌آوری و سنجش اطلاعات در زمینه‌هایی همچون جمع‌آوری اطلاعات راجع به نهاده‌ها و ستاده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۲. روش توصیفی که جهت توصیف مدل به‌کار رفته (تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش‌های جمع‌آوری اطلاعات نیز بدین شرح‌اند:

۱. روش کتابخانه‌ای که جهت آشنایی و به‌کارگیری روش‌های مورد استفاده در تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۲. روش توزیع پرسشنامه که به‌منظور به‌دست 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.

به‌کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده نگر[1]

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 آینده نگر جهت پیش‌بینی کارایی شعب انتخاب گردید. به‌منظور 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 وسایر 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 استفاده‌شده است. علت این امر این است که به علت ماهیت تصادفی خروجی‌ها، منطقی است که مدیریت جهت افزایش کارایی شعب ناکارای خود به‌جای تمرکز بر خروجی‌های تصادفی بر کاهش ورودی‌های غیر تصادفی متمرکز گردد.

---

1. Future Model

مـدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر که به‌نوعی تلفیق مدل‌های چارنز، کوپر و رودز و مـدل رضایت‌بخشی است، اولین‌بار در مقاله‌ای توسط سیویوشی (۱۹۹۹) اشاره گردید.در حالـت کسـری ایـن مدل که از تبدیل مدل کسری تحلیل پوششی داده‌ها به‌دست می‌آید به دلـیل قـبول فـرض تصـادفی بـودن متغیـر خروجـی، محـدودیت‌هـا نیـز تصادفی می‌گردند. بنابراین، حالت کسری مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر بدین شرح می‌گردد:

$$MaxE(\sum_{r=1}^{s} u_r \hat{y}_{rk})$$

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

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

$$u_r, v_i \ge 0$$

در مـدل‌هـای فـوق، نمادهـای u_r, v_i بیان‌کننده‌ی وزن‌هایـی اسـت کـه بـه هـر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها اختصاص می‌یابد و y_{rj}, x_{ij} به‌ترتیب بیان‌کننده‌ی i امین ورودی و r امـین خروجـی مـربوط بـه DMU_j است. هم‌چنین نماد P_r بیان‌کننده‌ی احتمال است و از طرفـی در صورتی که علامت " ^ " در بالای نماد y_{rj} گذاشته شود مشخص می‌گردد $\hat{y}_{rj}$ یک متغیر تصادفی است.

β_j نیـز یـک مقـدار تجویـزی از طـیف مقادیر 0 تا 100% است که بیان‌کننده‌ی سطح کارایـی مـورد انـتظار واحـد تصـمیم‌گیـرنده j‌ام اسـت. مقـدار α_j بـه‌عنوان ریسک‌پذیری تصـمیم‌گیرنده در نظر گرفته می‌شود. به‌عبارت دیگر، $(1-\alpha_j)$ بیان‌کننده‌ی احتمال دستیابی به سطح مطلوب β_j است.

مـی‌تـوان بـه یقـین بـیان داشـت کـه رابطـه (۱) مـربوط بـه مدل تحلیل پوششی داده‌های آیـنده‌نگـر جهـت ایجـاد سهولت در محاسبات مدل؛ نیازمند فرمول‌بندی مجدد است.از این رو، محدودیت رابطه فوق را به‌صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

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

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

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

در رابطه فوق $\bar{y}_{rj}$ بیان‌کننده‌ی ارزش مورد انتظار $\hat{y}_{rj}$ است و V_j بیان‌کننده‌ی ماتریس واریانس-کوواریانس است. در این‌جا برای فرموله‌سازی مجدد رابطه (٤) از طریق تکنیک CCP سمت چپ رابطه (٤) را متغیری بنام $(\hat{z}_j)$ تعریف می‌کنیم:

$$\hat{z}_j = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r(\hat{y}_{rj}-\bar{y}_{rj})}{\sqrt{V_j}}, \; j = 1,\ldots,n \qquad (٤)$$

در صورت قبول فرض نرمال برای توزیع احتمال متغیر تصادفی $\hat{y}_{rj}$ می‌توانیم چنین استنباط کنیم که متغیر $\hat{z}_j$ از توزیع نرمال با میانگین یک و واریانس صفر تبعیت می‌کند. با جای‌گذاری رابطه (٤) در رابطه (۳) رابطه کلی زیر به‌دست می‌آید:

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

معکوس‌شده رابطه (۵) به‌صورت زیر در می‌آید:

$$\frac{\beta_j \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r \bar{y}_{rj}}{\sqrt{V_j}} \ge F^{-1}(1-\alpha_j), \; j = 1,\ldots,n \qquad (٦)$$

در این‌جا وجود Fبیان‌کننده‌ی به‌کارگیری تابع توزیع تجمعی براساس توزیع نرمال و F^{-} نشان‌دهنده‌ی تابع معکوس آن است.

مدل تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر با جایگزین کردن رابطه (٦) در رابطه (۱) دست می‌آید و بر این اساس شکل کلی آن به‌صورت زیر در می‌آید:

$$MaxE(\sum_{r=۱}^{s} u_r \hat{y}_{rk})$$

$$st: \sum_{i=۱}^{m} v_i x_{ik} = ۱ \qquad (۷)$$

$$\beta_j \sum_{i=۱}^{m} v_i x_{ij} - \sum_{r=۱}^{s} u_r \bar{y}_{rj} \geq \sqrt{V_j} F^{-۱}(۱-\alpha_j), j = ۱,...,n$$

$$u_r \geq ۰, r = ۱,...,s, v_i \geq ۰, i = ۱,...,m$$

حال می‌توان به‌منظور 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 به‌دست می‌آید:

$$\hat{y}_{rj} = \bar{y}_{rj} \pm b_{rj}\varsigma, r = ۱,...,s, j = ۱,...,n \qquad (۸)$$

در این‌جا $\bar{y}_{rj}$ عبارت از مقدار منتظره از خروجی rام (میانگین) و b_{rj} عبارت از انحراف معیار آن می‌باشد. ς نیز بیان‌کننده‌ی یک متغیر تصادفی است که از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma^۲$ پیروی می‌کند.

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

(۹)

$$V_j = (u_۱, u_۲, ..., u_s) \times \begin{bmatrix} b^۲_{۱j}\sigma^۲ & b_{۱j}b_{۲j}\sigma^۲ & \cdots & b_{۱j}b_{sj}\sigma^۲ \\ b_{۲}b_{۱}\sigma^۲ & b^۲_{۲j} & \cdots & b_{۲j}b_{sj}\sigma^۲ \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{sj}b_{۱j}\sigma^۲ & \cdots & \cdots & b^۲_{sj}\sigma^۲ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} u_۱ \\ u_۲ \\ \vdots \\ u_s \end{bmatrix} = (\sum_{r=۱}^{s} u_r b_{rj}\sigma)^۲$$

ادغام روابط (۷) و (۹) چنین نتیجه می‌دهد:

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

هم‌چنان‌که قبلاً اشاره شد داریم $\hat{y}_{rj} = \bar{y}_{rj} \pm b_{rj}\varsigma$ پس می‌توان تابع هدف رابطه (۱۰) را به‌صورت زیر دوباره‌نویسی کرد:

$$
\begin{aligned}
&Max E(\sum_{r=1}^{s} u_r \hat{y}_{rk}) = E(\sum_{r=1}^{s} (\bar{y}_{rj} \pm b_{rj}\varsigma)) \\
&= E(\sum_{r=1}^{s} u_r \bar{y}_{rk} \pm \sum_{r=1}^{s} u_r b_{rk}\varsigma) = \sum_{r=1}^{s} u_r \bar{y}_{rk}
\end{aligned}
\qquad (11)
$$

در رابطه بالا به‌علت این‌که ς متغیری تصادفی با میانگین صفر و واریانس (σ^2) است، در نتیجه داریم: $E(\sum_{r=1}^{s} u_r b_{rk}\varsigma) = 0$

تحت این مفروضات یعنی با در نظر گرفتن میانگین صفر و انحراف معیار برابر یک برای ς مدل پوششی تحلیل پوششی داده‌های آینده‌نگر به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&Min\theta \\
&st: -\sum_{j=1}^{n} (\beta_j x_{ij})\lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0, i = 1,\ldots,m \\
&\sum_{j=1}^{n} \{\bar{y}_{rj} + b_{rj} F^{-1}(1-\alpha_j)\}\lambda_j \geq y_{rk}, r = 1,\ldots,s \\
&\lambda_j \geq 0, j = 1,\ldots,n \qquad \theta \text{ آزاد در علامت:}
\end{aligned}
\qquad (4)
$$

در این‌جا F^{-1} نشان‌دهنده‌ی تابع معکوس تجمعی در توزیع نرمال، $\bar{y}_{rj}$ عبارت از مقدار منتظره از خروجی jام (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 $(j = 1,\ldots,n)$ عبارت از متغیرهای دوگان متناظر با مجموعه دوم از محدودیت‌های رابطه (۳) می باشد.

با فرآیندی مشابه می‌توان مدل نسبتی قطعی بنکر، چارنز، 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 به‌دست 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) به‌منظور 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 نگهداری‌شده‌ی انواع خروجی‌های شعب تحت بررسی در سال‌های گذشته، به‌کارگیری 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 نمی گذشته است).

۳. استفاده از مدل پیش‌بینی کارایی شعب (مدل آینده‌نگر DEA) با به‌کارگیری 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:

$$\bar{y}_{rj} = (OP_{rj} + ۴ML_{rj} + PE_{rj}) \,/\, ۶ \qquad (۵)$$

واریانس درونی $\hat{y}_{rj}$ نیز بدین‌شرح است:

$$b^{۲}_{rj} = (OP_{rj} - PE_{rj}) \,/\, ۶ \qquad (۶)$$

در این‌جا:

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

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

(PE_{rj}) بیان‌کننده‌ی 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[1])و مقادیر پیش‌بینی شده عناصر خروجی‌ها به‌دست آورد که در بخش بعدی مورد اشاره قرار می‌گیرد.

پیش بینی کارایی شعب

پس از توزیع پرسش‌نامه به‌منظور 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 به‌شرح نگاره ۲ گردید:

نگاره ۲. اهمیت هر یک از عناصر متغیرهای خروجی

متغیرهای خروجی	عناصر متغیرهای خروجی	وزن ترجیهی
سپرده‌های اعطایی	قرض‌الحسنه جاری	۰،٤۸۱
	قرض‌الحسنه پس‌انداز	۰،۲۷٦
	سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت	۰،۱۱٤
	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،٤٦
خدمات بین بانکی	حواله‌های وارده	۰،٤۲٦
	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 به‌شرح نگاره شماره (۳) است.

---

1. Analytical Hierarchy process(AHP)

نگاره ۳ . مقادیر پیش بینی موزون متغیرهای خروجی(مقادیر به میلیون ریال)

کد شعبه	مجموع موزون سرمایه گذاریها			انحراف معیار	میانگین	مجموع موزون تسهیلات اعطایی			انحراف معیار	میانگین	مجموع موزون خدمات بین بانکی			انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
	بدبینانه ترین حالت	محتمل‌ترین حالت	خوشبینانه ترین حالت			بدبینانه ترین حالت	محتمل‌ترین حالت	خوشبینانه ترین حالت			بدبینانه ترین حالت	محتمل‌ترین حالت	خوشبینانه ترین حالت			
۱	۱۶۹۶۱/۹	۳۱۱۰۴	۴۰۱۲۵	۶۱/۲	۳۰۲۵۲/۱	۱۴۶۰۳/۲	۲۰۴۰۱/۴	۲۵۶۳۸/۸	۴۲/۹	۲۰۳۰۷/۹	۳۲۳/۹	۵۷۱	۷۹۳/۹	۸/۸	۵۶۶/۹	
۲	۴۷۷۹	۱۰۰۶۸	۱۴۲۸۵/۰	۳۹/۸	۹۸۸۹/۰	۳۹۳۰	۸۶۲۸/۹	۱۱۷۵۶/۹	۳۶/۱	۸۳۶۷	۲۹۱/۹	۳۶۱/۷	۵۹۱/۳	۷/۱	۴۵۵	
۳	۱۰۸۰۷/۵	۱۸۲۸۰/۲	۲۳۹۴۴/۲	۴۶/۸	۱۷۹۷۸/۷	۴۲۶۸/۵	۸۱۵۳/۳	۱۲۲۵۶/۶	۳۶/۵	۸۱۸۹/۷	۲۱۹/۲	۳۸۴/۲	۵۲۰/۵	٪۱	۳۷۹/۴	
۴	۷۷۷۵/۵	۱۴۵۳۱/۶	۱۸۸۷/۵	۴۳	۱۴۱۳۱/۶	۲۸۷۸/۷	۷۳۱۴/۲	۹۷۷۲/۹	۳۱/۳	۷۲۱۶/۷	۵۷۱/۵	۹۶۲/۷	۱۴۰۹/۴	۱۱/۸	۹۷۱/۹	
۵	۶۲۱۳/۳	۹۲۴/۹	۱۲۲۲۴/۳	۳۱/۷	۹۲۳۳/۶	۷۸۳۰/۵	۱۴۲۱۹/۹	۱۹۵۴۳/۲	۲۴/۲	۱۴۰۴۵/۵	۲۶۳	۳۶۱/۳	۶۷۵/۶	۸/۳	۴۶۴	
۶	۸۴۶۷	۱۴۲۲۹/۷	۲۲۱۱۳/۶	۴۷/۹	۱۴۵۲۶/۱۶	۹۵۴۸/۵	۱۴۵۸۱/۶	۱۸۱۸۲/۸	۳۷/۹	۱۴۲۳۳	۱۷۱	۳۱۲	۴۲۹/۳	۶/۷	۳۰۹/۷	
۷	۲۷۰۲/۷	۵۴۲۸/۳	۷۹۲۴/۹	۲۹/۵	۵۲۹۶/۸	۲۰۷۲/۳	۸۲۹۸	۱۱۲۷۳/۳	۴۳/۶	۸۰۸۹/۷	۴۶۰/۱	۶۹۰	۸۵۲/۷	۸/۱	۶۷۸/۷	
۸	۲۸۲۳/۳	۴۶۲۹/۸	۶۲۱۶/۵	۲۲/۷	۲۵۹۵	۱۸۰۷/۹	۲۵۴۳/۹	۳۷۲۴/۶	۲۲	۲۳۵۱/۳	۱۴۰/۳	۲۶۹/۷	۳۵۵	۶	۲۶۲/۳	
۹	۲۸۶۵/۳	۳۷۶۷/۴	۶۶۰۴	۲۵	۳۷۵۶/۵	۲۱۰۸/۱	۵۵۶۵/۳	۷۶۶۳/۷	۲۷/۶	۵۵۰۵/۵	۲۳۵/۱	۵۷۳/۹	۷۱۹/۷	۸	۵۵۹	
۱۰	۶۳۳۹/۳	۹۵۰۲/۳	۱۴۳۹۴/۴	۳۶/۶	۹۷۹۱/۲	۱۷۳۱/۷	۲۳۴۱/۲	۳۶۸۸/۷	۳۲/۲	۳۳۹۷/۵	۲۱۹/۶	۳۴۵/۳	۵۹۰	۷/۹	۳۳۱/۹	
۱۱	۳۱۵۴/۱	۵۲۷۳/۳	۷۰۰۲/۳	۲۵/۳	۵۲۰۹	۱۴۸۸/۶	۲۷۲۷/۸	۵۴۸۰/۸	۲۵/۸	۳۶۴۶/۷	۲۷۶/۲	۴۷۳/۵	۶۰۴/۸	۷/۴	۴۶۲/۵	
۱۲	۵۳۰۰/۳	۸۸۳۷/۲	۱۲۹۶۸/۸	۲۵/۷	۸۹۳۶/۳	۱۹۸۳/۷	۲۵۸۲	۴۸۷۶/۵	۲۲	۳۵۳۱/۲	۲۰۵	۳۳۷/۷	۴۴۰/۶	۶/۳	۳۳۲/۷	
۱۳	۱۵۹۹/۶	۳۰۶۶/۵	۳۹۶۵/۳	۱۹/۹	۲۹۷۱/۸	۷۸۶/۵	۲۰۲۰/۵	۲۸۵۷/۴	۱۸/۶	۱۹۵۳/۳	۱۰۷/۱	۲۰۶/۶	۲۹۷/۱	۵/۶	۲۰۵/۱	
۱۴	۲۴۹۱/۹	۴۳۶۴/۹	۶۴۱۴/۷	۲۵/۶	۴۳۹۴/۳	۱۰۲۴/۳	۱۷۵۱/۷	۲۴۳۴/۷	۱۴/۸	۱۷۲۷/۶	۱۴۳/۵	۲۲۹/۹	۲۸۸/۶	۴/۹	۲۲۵/۳	

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

ادامه نگاره ۳.

کد شعبه	مجموع موزون سرمایه گذاریها			انحراف معیار	میانگین	مجموع موزون تسهیلات اعطایی			انحراف معیار	میانگین	مجموع موزون خدمات بین بانکی			انحراف معیار	میانگین
	بدبینانه ترین حالت	محتاطترین حالت	خوشبینانه ترین حالت			بدبینانه ترین حالت	محتاطترین حالت	خوشبینانه ترین حالت			بدبینانه ترین حالت	محتاطترین حالت	خوشبینانه ترین حالت		
۱۵	۱۱۳۳/۱	۲۱۴۰/۵	۳۲۲۷/۷	۱۹/۲	۲۱۷۲/۱	۱۰۴۷/۶	۲۰۲۴/۲	۳۱۱۶/۷	۱۸/۶	۲۰۴۳/۵	۱۴۳/۶	۲۲۹/۸	۲۹۸/۵	۵/۱	۲۲۶/۹
۱۶	۱۵۸۸/۵	۳۰۷۲	۳۹۲۳/۸	۱۹/۷	۲۹۶۶/۷	۱۵۳۴	۳۶۷۳/۱	۵۵۴۰/۳	۲۵/۸	۳۶۲۷/۸	۱۷۰/۸	۳۶۶/۷	۴۹۴	۷/۳	۳۵۵/۳
۱۷	۳۲۰۰/۳	۵۲۷۵/۶	۷۲۹۸/۱	۲۶	۵۲۶۰/۲	۶۰۱/۲	۹۵۲	۱۲۲۳/۴	۱۰/۲	۹۳۸/۷	۱۱۰/۸	۲۱۶	۲۸۳/۶	۵/۴	۲۰۹/۹
۱۸	۱۱۴۸/۷	۱۸۴۴/۸	۲۸۷۸/۹	۱۷	۱۹۰۱/۲	۴۰۱/۵	۹۵۴/۵	۱۳۱۲/۳	۱۲/۳	۹۲۲/۲	۱۱۱/۲	۲۰۴/۵	۲۴۹	۴/۸	۱۹۶/۴
۱۹	۱۱۸۹/۲	۲۴۴۳/۷	۳۴۶۸/۲	۱۸/۶	۲۳۵۸/۷	۲۴۸/۷	۶۰۸/۷	۸۴۴/۹	۱۰	۵۸۷/۷	۹۹/۷	۱۶۸/۸	۲۲۵/۱	۳/۶	۱۶۶/۷
۲۰	۲۲۷۳/۲	۶۱۹۳/۸	۹۵۹۹/۶	۳۴/۵	۶۲۷۴	۱۰۰۳/۵	۱۸۶۹/۶	۲۵۱۶	۱۵/۹	۱۸۳۳	۱۷۷/۱	۳۰۱/۷	۴۸۹/۴	۶	۲۹۵/۶
۲۱	۸۳۱/۷	۱۴۷۸/۸	۲۱۲۳/۱	۱۳/۷	۱۳۷۸,۵	۸۸۰/۱	۱۶۱۲/۱	۲۲۰۱/۱	۱۳/۸	۱۵۸۸/۳	۱۱۰/۹	۱۹۵	۲۵۶/۱	۴/۹	۱۹۱/۲
۲۲	۷۸۸/۶	۱۴۶۲/۵	۲۱۱۸/۱	۱۳/۹	۱۴۵۹/۵	۴۲۵/۲	۶۹۳/۹	۹۴۹/۶	۹/۴	۶۹۲/۴	۱۰۷/۹	۲۰۸/۷	۲۸۳/۸	۵/۴	۲۰۴/۶
۲۳	۱۲۳۸/۹	۲۰۳۳/۲	۳۰۴۷	۱۷/۴	۲۰۷۰/۵	۷۹۱/۴	۱۲۶۱	۱۶۵۹/۲	۱۲	۱۲۲۹/۱	۱۳۴/۴	۲۳۷/۶	۳۱۰/۴	۵/۴	۲۳۲/۶
۲۴	۴۶۵۹/۳	۸۰۶۳/۵	۱۱۳۵۰/۴	۳۳/۴	۸۰۴۴/۶	۲۸۳۱/۶	۵۴۹۹	۷۷۵۸/۷	۲۸/۷	۵۴۳۱/۱	۱۶۱/۸	۳۰۷/۷	۴۹۷/۷	۶/۳	۲۹۸/۳
۲۵	۱۱۷۳/۷	۱۹۴۰/۷	۲۸۹۵/۲	۱۹/۹	۱۹۵۸/۵	۴۵۷/۷	۸۲۹/۴	۱۳۱۰/۲	۱۲/۶	۸۳۰/۹	۵۰/۴	۸۴/۹	۱۱۹/۴	۳/۴	۸۴/۹
۲۶	۴۱۹/۵	۹۵۴/۹	۱۳۳۸/۹	۱۲/۴	۹۲۹/۶	۹۴۴/۹	۱۴۷۵	۲۱۷۷/۸	۱۴/۳	۱۵۰۳/۸	۴۳	۶۸/۶	۹۳/۳	۲/۹	۶۸/۳
۲۷	۱۳۰۰/۷	۱۹۹۶/۸	۲۸۳۵/۵	۱۶	۲۰۲۰/۶	۴۶۶/۳	۶۹۶/۵	۱۰۳۳/۳	۱۰/۵	۶۹۷/۶	۱۶۳/۷	۲۸۶/۷	۳۷۹/۲	۶	۲۸۱/۶
۲۸	۹۶۲	۱۶۵۷/۲	۲۲۰۵/۶	۱۴/۴	۱۶۳۲/۷	۴۱۵/۹	۶۵۲/۹	۸۸۳/۳	۸/۸	۶۵۱/۸	۷۸/۳	۱۵۵/۸	۲۲۳/۷	۳/۹	۱۵۴/۴

در صورتی که طبقه‌بندی شعب براساس اندازه آن‌ها صورت گیرد، مقادیر ورودی‌های شعب در دوره تحت بررسی نیز بشرح نگاره شماره (٤) 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	٦٦٥٣٤١/٨	٤١١٤٢٨٥/٧	٦٨٧٦٦٥٤/٥	٢١٣٠٢٨/٦
۲	مقیاس بزرگ	٦١٤٣٥٣/١	٤٨٢٤٠٠٠	١٤١٤٨٢٥/١	٥٥٩٠١/٨
۳	مقیاس بزرگ	٥٠٣٤٥٨/٩	١١٥٢٠٠٠٠	١٣٧٧٨٣٣/٥	١٩٢٤٧٤/٢
٤	مقیاس بزرگ	٦٩٣٩٣٤/٩	٧٧١٤٢٨٥/٧	٣٠١٠٠٩٠/٩	١٨٢٢٢/٢
٥	مقیاس بزرگ	٥١٤٩٨٢/٢	٤٣٧١٤٢٨/٦	١٣٦٧٠٨٣/٦	١٩٥١٦٢/٣
٦	مقیاس بزرگ	٤٤١٩٧٠/٩	٧٧١٤٢٨٥/٧	٣٥٨٠٩٤/٢	٢٠٦٨٧٧
٧	مقیاس بزرگ	٥٤٥٨٥٩/٣	٦٤٢٤٤٥٧/١	١٢٩١٠٩٩/٦	٥٦٩٧
٨	مقیاس بزرگ	٤٣٦٣٤٩/٥	١٠١٣١٤٢٨/٦	١١٠٣١٠٧/٦	١٧١٧٩/٨
٩	مقیاس بزرگ	٣٧٠٢٥٤/٥	٥٣٨٩٧١٤/٣	١٢٣٠٧٢٥/٥	١٨٠٠٣٦/٢
١٠	مقیاس متوسط	٣٩٢٦٥٠/٩	٤١١٤٢٨٥/٧	١٨٦٠٤٢١/١	١٢٠٩٦/٩
١١	مقیاس متوسط	٣١٨٩٩٩/٣	٣٨٥٧١٤٢/٩	١٠٣١٧٠٣/٣	١٦٧٨٨/٢
١٢	مقیاس متوسط	٢٨٣٦٣٦/٤	١٠٢٨٥٧١٤/٣	٧٨٠٦٣٦	٦٨٤٦/٦
١٣	مقیاس متوسط	٢٦٠٠٣١/٣	٢٢٦٢٨٥٧/١	٢٩٧٢٥٢	٨٧٣٦/٢
١٤	مقیاس متوسط	٢١٧٨٧٦/٤	١١٨٢٨٥٧١/٤	١١٤٥٠٥٥/٣	١٣٢٢٦/٤
١٥	مقیاس متوسط	٢٢٤٢١٨/٩	٣٠٨٥٧١٤/٣	٦١٦٤٥٨/٥	١٧٧٣٩/٦
١٦	مقیاس متوسط	٢٥٣٠٠٥/٨	٣١٢٤٢٨٥/٧	١٢٤٩٦٥٨/٢	٧٠١٨
١٧	مقیاس متوسط	٢٠٨٥٦٠	٧٧١٤٢٨٥/٧	٢١٠٨٤٤/٤	١٧٥٢٨/٢
١٨	مقیاس متوسط	٢١٧٩٣٠/٩	١٠٢٨٥٧١٤/٣	٢٥٥٨٠٠/٧	٢٨٧٦٥/٥
١٩	مقیاس کوچک	١٨٨٧١٩/٦	٨٢٧٥٨٨٥/٧	١٨٨٣٦٨/٤	٨٣٢١/٥
٢٠	مقیاس کوچک	١٩٩١٦٢/٩	١٢٣٤٢٨٥٧/١	٣٨٨٥٧٨/٥	٢٠١٠٧/٤
٢١	مقیاس کوچک	٢٠٠٢٩٥/٣	٢٥٧١٤٢٨/٦	٣٣٠٥٦٨/٤	٦٦٨٦/٩
٢٢	مقیاس کوچک	١٢٩٥٩١/٣	٩٦٠٠٠٠٠	٢٦٢٦٩٣/١	٤٠٦٣٤/٣
٢٣	مقیاس کوچک	١٧٧٣٤٥/٨	٤٦٢٨٥٧١/٤	٣٢٧٥٧٣/٨	١٠١٩٥/٩
٢٤	مقیاس کوچک	٢٩٣٢٠١/٥	٦٧٤٢٣٢٨٠	١٩٨٢٩٨/٩	٢٢٢٦
٢٥	مقیاس کوچک	١٥١٩٤٨/٤	٦١٥٤٤١/٣	٢٥٢٥٤٣/٣	١٦٠٩٤/٢
٢٦	مقیاس کوچک	١٣٧٧٧٨/٥	٤٨٧٣٣٩٧/٨	٢٠٣٢٤٠/٧	٢٢١٨/٢
٢٧	مقیاس کوچک	١٣٤١٢٥/١	٤١١٤٢٨٥/٧	١٧٩٧٨٦/٢	٢٨٨٩٥/٩
٢٨	مقیاس کوچک	١١٩٦٩١/٣	٤٨٦٩٥٣٧/٩	٧٨٦٧٨/٥	٥٥٤٧٤

پس از حل مدل به‌کمک نرم افزار MPL و با پیش‌فرض وجود بازده ثابت به مقیاس، میزان و نیز محدودسازی اوزان متغیرهای خروجی بر اساس نتایج به‌دست آمده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، میزان کارایی پیش‌بینی شده و نیز کارایی واقعی شعب در پایان سال ۱۳۸۲ به‌صورت نگاره شماره (۵) می گردد.

نگاره ۵. مقادیر کارایی پیش‌بینی شده و کارایی واقعی

گروه قرارگیری DMU	شماره DMU	$\beta=1$ $\alpha=0.05$	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.8$	$\alpha=0.9$	$\alpha=0.95$	کارایی واقعی
بزرگ	۱	۰،۹۹٦٦	۰،۹۹۷٤	۰،۹۹۸۳	۱	۱،۰۰۱۹	۱،۰۰۲۸	۱،۰۰۳٦	۱
	۲	۰،۹۹۳۳	۰،۹۹٤۸	۰،۹۹٦٥	۱	۱،۰۰۳٦	۱،۰۰٥٥	۱،۰۰۷۱	۱
	۳	۰،۹۹٥۸	۰،۹۹٦۷	۰،۹۹۷۸	۱	۱،۰۰۲٤	۱،۰۰۳٤	۱،۰۰٤۸	۱
	٤	۰،۹۸۲٤	۰،۹۸٤۱	۰،۹۸٦۱	۰،۹۹۰۱	۰،۹۹٤۲	۰،۹۹٦۳	۰،۹۹۸	۱
	٥	۰،۹۹٤٦	۰،۹۹٥۸	۰،۹۹۷۲	۱	۱،۰۰۳	۱،۰۰٤٥	۱،۰۰٥۸	۰،۹۹٦٦
	٦	۰،۹۹٥۱	۰،۹۹٦۲	۰،۹۹۷٥	۱	۱،۰۰۲۹	۱،۰۰٤٤	۱،۰۰٥٦	۱
	۷	۰،۸٦٦٤	۰،۸٤۷۸	۰،۸٤۹٤	۰،۸٥۳۱	۰،۸٥٦٦	۰،۸٥۸٤	۰،۸٥۹۹	۰،۸٦٥۳
	۸	۰،۳۷٦۸	۰،۳۷۷٤	۰،۳۷۸۱	۰،۳۷۹٥	۰،۳۸۰۹	۰،۳۸۱۷	۰،۳۸۲۳	۰،۳۹۷٦
	۹	۰،٤٦۷۱	۰،٤٦۷٥	۰،٤٦۸۱	۰،٤٦۹۲	۰،٤۷۰٤	۰،٤۷۰۹	۰،٤۷۱٤	۰،٤۷۱۹
متوسط	۱۰	۰،۹۹۳۷	۰،۹۹٥۱	۰،۹۹٦۸	۱	۱،۰۰٤	۱،۰۰٦۲	۱،۰۰۸	۱
	۱۱	۰،۷٥۳۲	۰،۷٥٤۳	۰،۷٥٥۷	۰،۷٥۸۳	۰،۷٦۱	۰،۷٦۲٤	۰،۷٦۳٦	۰،۷٥۸
	۱۲	۰،۹۹۳۳	۰،۹۹٤۸	۰،۹۹٦٥	۱	۱،۰۰٤	۱،۰۰٦	۱،۰۰۷۷	۱
	۱۳	۰،۸۱۳	۰،۸۱٤۳	۰،۸۱٥۸	۰،۸۱۸۷	۰،۸۲۱٦	۰،۸۲۳۲	۰،۸۲٤٥	۰،۷۹۱۷
	۱٤	۰،٦۰٤٥	۰،٦۰٥٤	۰،٦۰٦٥	۰،٦۰۸٦	۰،٦۱۰۷	۰،٦۱۱۷	۰،٦۱۲۷	۰،٥۸۷۸
	۱٥	۰،٤٥۳٥	۰،٤٥٤۱	۰،٤٥٤۸	۰،٤٥٦۲	۰،٤٥۷۷	۰،٤٥۸٥	۰،٤٥۹۱	۰،٤۳۹۳
	۱٦	۰،۷٤۳۷	۰،۷٤٥	۰،۷٤٦٥	۰،۷٤۹٦	۰،۷٥۲٦	۰،۷٥٤۲	۰،۷٥٥٥	۰،۷۰٤٦
	۱۷	۰،٦۹۱۹	۰،۹٦۲۹	۰،٦۹٤۱	۰،٦۹٦٤	۰،٦۹۸۷	۰،٦۹۹۹	۰،۷۰۱	۰،۷۱٤٤
	۱۸	۰،۲۸۹۳	۰،۲۸۹۷	۰،۲۹۰۲	۰،۲۹۱۲	۰،۲۹۲۲	۰،۲۹۲۷	۰،۲۹۳۱	۰،۲۷۱٦
کوچک	۱۹	۰،٤۲٤۱	۰،٤۲٤۷	۰،٤۲٥٥	۰،٤۲۷	۰،٤۲۸٥	۰،٤۲۹۳	۰،٤۳	۰،٤٤٤۸
	۲۰	۰،۹۷۳۸	۰،۹۷٥۲	۰،۹۷٦۸	۰،۹۷۹۹	۰،۹۸۳۳	۰،۹۸٤۷	۰،۹۸٦۱	۰،۹٤۳٦
	۲۱	۰،٤۸۷٦	۰،٤۸۸٤	۰،٤۸۹۳	۰،٤۹۱۱	۰،٤۹۲۹	۰،٤۹۳۸	۰،٤۹٤٦	۰،٥۲۹۷
	۲۲	۰،۳۳۳	۰،۳۳۳٤	۰،۳۳۳۹	۰،۳۳٤۸	۰،۳۳٥۷	۰،۳۳٦۲	۰،۳۳٦٦	۰،۳۳۱۳
	۲۳	۰،٤۰۱۸	۰،٤۰۲٤	۰،٤۰۳۲	۰،٤۰٤٦	۰،٤۰٦	۰،٤۰٦۷	۰،٤۰۷۳	۰،۳۹٦۸
	۲٤	۰،۹۹۳۱	۰،۹۹٤٦	۰،۹۹٦٤	۱	۱،۰۰٤	۱،۰۰٦۲	۱،۰۰۸	۱

ادامه نگاره ۵.

گروه قرارگیری DMU	شماره DMU	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.5$	$\beta=1$ $\alpha=0.8$	$\alpha=0.9$	$\alpha=0.95$	کارایی واقعی
کوچک	۲۵	۰،۹۸۵۵	۰،۹۸۸۷	۰،۹۹۲۵	۱	۱،۰۰۸۶	۱،۰۱۳	۱،۰۱۷	۱
	۲۶	۰،۳۷۹۳	۰،۳۸	۰،۳۸۰۸	۰،۳۸۲۳	۰،۳۸۳۸	۰،۳۸۴۶	۰،۳۸۵۳	۰،۴۱۰۲
	۲۷	۰،۴۷۷۹	۰،۴۷۵۶	۰،۴۷۶۴	۰،۴۷۷۹	۰،۴۷۹۴	۰،۴۸۰۱	۰،۴۸۰۸	۰،۴۵۶۸
	۲۸	۰،۴۳۵۵	۰،۴۳۶۱	۰،۴۳۶۷	۰،۴۳۷۹	۰،۴۳۹۲	۰،۴۳۹۸	۰،۴۴۰۳	۰،۴۱۰۲

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

به‌منظور مقایسه کارایی پیش‌بینی شده‌ی سال۱۳۸۲ با کارایی واقعی در پایان سال مزبور پس از محاسبه همبستگی بین مقادیر پیش‌بینی‌شده و مقادیر واقعی کارایی هر یک از شعب، چنین استنباط شد که در سطح خطای۰/۰۵ ($\alpha=0/05$) و به‌کارگیری آزمون T با استفاده از نرم افزار آماری برای علوم اجتماعی[1] مقدار همبستگی بین کارایی پیش‌بینی شده هر یک از شعب نسبت به مقدار کارایی واقعی شعب برابر مقدار عددی یک است.

نتایج به‌کارگیری 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 به‌کارگیری 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 به‌علت اتکای روش تحلیل پوششی داده‌ها

1. Statistical Package for Social Science (SPSS)

بـر اطلاعـات گذشـته، مدیریت نمی‌تواند با تعمیم نتایج به‌دست‌آمده از این روش برای آینده‌ی شعب ناکارا برنامه‌ریزی نماید.

۲. با توجه به کارایی پیش‌بینی‌شده، مدیریت می‌تواند از طریق شناسایی واحدهای ناکارا، شناسـایی واحـدهای مـرجع این واحدهای ناکارا و هدف‌گذاری برای واحدهای ناکارا در جهت افزایش کارایی این شعب، قبل از عملکرد واقعی آن‌ها برنامه‌ریزی نماید. این کـار از طـریق استفاده از نتایج مربوط به میزان مقدار بهینه ورودی‌های هر یک از شعب در نظام بودجه ریزی مربوط به هر یک از شعب صورت می‌پذیرد.

نگـاره شماره (٦) 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
٤	مقدار ورودی مقادیر حال حاضر ورودی‌ها	٦۹۳/۹	۷۷۱٤/۳	۳۰۱۰/۱	۱۸/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	٦٤۱/۱	۷٦۳۸	۲۷۳۸/٦	۱۸
۷	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	٥٤٥/۹	٦٤۲٤/٥	۱۲۹۱/۱	٥/۷
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۲۹۹/۱	٥٤۸۰/٦	٦٥٥/٤	٤/۹
۸	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	٤۳٦/٤	۱۰۱۳۱/٤	۱۱۰۳/۱	۱۷/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱٦٥/٦	۳٥۲٥/۲	۲۷٤/٦	٦/٥
۹	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	٤۳٦/٤	۱۰۱۳۱/٤	۱۱۰۳/۱	۱۷/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۷۳/۷	۲٥۱٥/۲	٥۷۷/٤	۷٤/٥
۱۱	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۳۱۹	۳۸٥۷/۱	۱۰۳۱/۷	۱٦/۸
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۹۷/٦	۲۹۲٤/٥	۷۸۲/۱	۱۲/۷
۱۳	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۲٦۰	۲۲٦۲/۹	۲۹۷/۳	۸/۷
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۰۲	۱۸٥۲/٥	۲٤۳/۲	۷/۲
۱٤	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۲۱۷/۹	۱۱۸۲۸/٦	۱۱٤٥/۱	۱۳/۲
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۱۳۲/٦	٤۳۱٥/۳	٤۸۹	۸/۱
۱٥	مقدار ورودی مورد استفاده در مدل	۲۲٤/۲	۳۰۸٥/۷	٦۱٦/٥	۱۷/۷
	مقادیر پیشنهادی ورودی‌ها جهت افزایش کارایی	۸۱	۱٤۰۷/۸	۲۸۱/۲	۸/۱

۳. بـا تـوجه بـه نـتایج کارایـی پیش‌بینی‌شده که با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های آیـنده‌نگـر بـه‌دسـت آمـده اسـت، مدیریت می‌تواند از طریق در نظر گرفتن ارتباط بین

انـدازه واحـدهای تحـت بررسـی و کارایـی ایـن واحـدها نـتایج بـه‌دسـت آمـده را در بـرنامه‌ریـزی راهبـردی شـعب منظور نمایـد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از حل مدل تحلـیل پوششـی داده‌هـای آینده نگر با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، میزان کارایی پـیش‌بینـی شعب با اندازه‌های بزرگ، متوسط، و کوچک به ترتیب ۰/۸۵٤٦و۰/۷۰۸۸و ۰/۵۹۳۵گـردید که بیان‌کننده‌ی این موضوع است که با فرض وجود بازده به مقیاس در پـیش‌بینـی کارایـی، شعب بزرگ‌تر کاراتر هستند. با محاسبه نتایج به‌دست آمده از حل مـدل تحلـیل پوششـی داده‌هـای آیـنده‌نگـر با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس؛ مقدار کارایـی پـیش‌بینـی‌شـده شـعب بـا اندازه‌های بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب برابر ۰/۸۹۲۳و ۰/۹۸۰۶۲و ۰/۹۸٤۷گـردیدکه نشـانه کاراتـر بـودن شـعب کوچکتر نسبت به شـعب بـزرگ‌تـر اسـت. بنابـر ایـن بسـته بـه نـوع بازده به مقیاس، نتیجه‌گیری مربوط به کارایـی پیش‌بینی شعب با اندازه‌های متفاوت جهت تدوین راهبرد آینده بانک متفاوت است.

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

۵. اسـاس استفاده از توزیع نرمال در مدل آینده‌نگر که در این‌جا مورد استفاده قرار گرفت بـر فـرض نـرمال بـودن جـزء تصـادفی پـیش‌بینی (ς) در مدل تحلیل پوششی داده‌های آیـنده‌نگر استوار است. این فرض اگر چه در اغلب تحقیقاتی که جهت پیش‌بینی به‌کار می‌روند مورد پذیرش می‌باشد اما در هر حال نیاز به آزمون نیکویی برازش درخصوص تـک تـک متغیـرهای خروجـی تصادفی در مورد هر یک از شعب احساس می‌شود هر چـند در ایـن‌جا به علت عدم دسترسی به داده‌های تاریخی چندین سال اخیر مربوط به خروجـی‌هـای شـعب امکـان انجـام آزمـون 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.,Hamphrey,D.B. (1997). "Efficiencey 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). "Chanse constrained Programming Approach to Technical efficincies" *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 Commerical 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). "Rubust Efficincy Measures in Stochastic Efficiency" *International journal of system sciense*, No. 19,PP 779-791.

Sengupta, JK. (1993). "Non-parametric approach to stochastic linear programming" *International journal of system sciense*, No. 5,1993,PP 871-857.

Sengupta, Jk. (1997). "Stochastic Efficeincy Measurment: A New Approach" *Applied economics letters*, No.2.PP125-128.

Simones, 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 Japanes petrolum company," *Omega*, No. 28,PP358-398.