Archive of SID

چکیده

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای و مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای پویا نمی‌توانند کارایی آینده ساختار داخلی واحدهای تصمیم‌گیرنده را در آینده ارزیابی نمایند. به عبارت دیگر همه مدل‌های شبکه‌ای و شبکه‌ای پویا عملکرد گذشته واحدها و ساختار درونی آن‌ها را ارزیابی کرده و کارایی و ناکارایی آن‌ها را سنجش می‌کنند و در نهایت بر اساس آن ارزیابی، رتبه‌بندی می‌نمایند. در این مقاله برآنیم که کارایی بخش‌های جمع‌آوری سپرده و وام‌دهی در شعب بانک را در آیندهارزیابی کنیم. تا بتوانیم ناکارایی در ساختار درونی یک واحد را قبل از وقوع مطلع شده و از آن جلوگیری نماییم. این رویکرد می‌تواند نقش مدیران را از ناظر و ارزیاب به برنامه‌ریز تغییر دهد. ابتدا با استفاده از ادبیات موضوع و نظر خبرگان ساختار درونی شعب بانک و متغیرهای شبکه در آن مشخص شد. سپس مقادیر متغیرها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی برای دو دوره آتی پیش‌بینی‌شده است. و در نهایت یک مدل شبکه‌ای پویا با استفاده از مقادیر دوره‌های گذشته و مقادیر پیش‌بینی‌شده فرموله شده و با استفاده از آن کارایی شعب و ساختار داخلی آن در گذشته، حال و آینده ارزیابی شده است.

کلید واژه:

تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای، تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای پویا، شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی کارایی، بانک

ارزیابی کارایی ساختار داخلی واحدهای تصمیم گیرنده در گذشته ، حال و آینده با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا و شبکه عصبی مصنوعی

جواد نیک نفس

دانشجوی دکتری ،گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

nikknafs@yahoo.com

محمد علی کرامتی(نویسنده مسئول)

دانشیار ،گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران ،ایران.

mohammadalikeramati@yahoo.com

جلال حقیقت منفرد

استادیار ،گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران ،ایران

. jhm1847@gmail.com

مقدمه

یکی از روش‌های محبوب برای سنجش کارایی تحلیل پو شـ شی داده‌ها اهی‌با شد. که در ارزیابی کارایی نسـبی بانک‌ها مورد اسـتفاده قرار گرفته اسـت. (دریک، هال و سـیمپر، ۲۰۰۹؛ فوکو یا ما و وبر، ***b*** ۲۰۰۹؛ فوکو یا ما و وبر ***a*** ۲۰۰۹؛ برگرو ها مفری، ۱۹۹۷؛ فوکویاما و وبر، ۲۰۱۰؛ لیو ۲۰۰۹). تحلیل پو شـ شی داده‌ها نخـستین بار تو سط چارنز و دیگران (۱۹۷۸) بر مبنای کار فارل (۱۹۷۵) ارائه شـد. تحلیل پوشـشـی داده‌ها یک تکنیک غیر پارامتریک است و هیچ محدودیتی روی شکل تابع بین ورودی‌ها و خروجی‌ها ندارد. این ویژگی روش‌های غیر پارامتریک برای موسـسـات مالی مناسـب اسـت چرا که تابع تولید خوب تعریف شده‌ای ندارد (هولود و لویسین، ۲۰۱۱).

فعالیت بانک‌ها در دوره‌های متوالی به یکدیگر وابسته است، پژوهشگران مختلف بحث ارزیابی عملکرد بانک‌ها را در طول زمان پیشنهاد کردند (سیفورد و ژو ۱۹۹۹؛ لو، ۲۰۰۳؛ کائو وهوانگ ۲۰۱۰؛ لین وچیو ۲۰۱۳). بنابراین مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها پویا[۲] بیشتر مورد استفاده قرار گرفت. این مدل‌ها کارایی دوره و کارایی کل را می‌دهد اما ساختار واحدها در هر دوره را بصورت جعبه سیاه در نظر می‌گیرد.

از طرف دیگر عملکرد بانک‌ها یک فرآیند چندمرحله‌ای است و مدل‌های سنتی به دلیل رویکرد جعبه سیاه به ساختار داخلی توجه نمی‌کنند. جهت رفع عیب مدل‌های سنتی و مستقل، فار وکراسکوف (۲۰۰۰) مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای[۳] را معرفی کرد که ساختار درونی را در ارزیابی کارایی سیستم تحت بررسی قرار می‌دهد. تحلیل شبکه‌ای به مدیران هر کدام از واحدهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند تا تمرکز بیشتری بر روی استراتژی افزایش کارایی مراحل منحصر به فرد فرآیند تولید داشته باشند (لویس

www.SID.ir

Archive of SID

وسکتون، ۲۰۰٤). تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای نتایج معنادار و اطلاعات مفیدتری با در نظر گرفتن اجزاء واحدها ارائه می‌کند (کائو، ۲۰۱٤).

تا اینجا بیان شد که برای ارزیابی واحدها در دورهای زمانی مدل‌های پویا توسعه داده شد و برای رفع عیب دیدگاه جعبه سیاه و توجه به ساختار واحدها مدل‌های شبکه‌ای ارائه شدند. مدل‌های پویا واحدها را در هر دوره زمانی به صورت تک‌مرحله‌ای در نظر می‌گیرند. مدلی که بتواند هم‌زمان هم ساختار داخلی واحد را در نظر بگیرد مورد نیاز است بنابراین مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای پویا توسعه داده‌شده‌اند (سلیمانی، ۱۳۹٦). در این مدل‌ها کارایی در دوره‌های زمانی و برای هر مرحله از ساختار داخلی محاسبه و تحلیل می‌گردد. پژوهشگران مختلف نیز بر توسعه چنین مدل‌هایی تاکید کرده‌اند (فوکویاما و وبر ۲۰۱۰؛ کائو،۲۰۱۰؛ تن و تسوتسوی ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰). در ارزیابی کارایی بانک‌ها که ساختار داخلی و زمان دارای اهمیت است مدل‌های شبکه‌ای پویا مورد استفاده قرار گرفته است. (کائو ولیو ۲۰۱٤؛ کائو ۲۰۰۹؛ ژاوهمکاران، ۲۰۱٦؛ اوکیران ۲۰۱۵؛ فوکویاما و وبر ۲۰۱۵ و ۲۰۱٦).

از طرف دیگر، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای به اطلاعات تاریخی وابسته‌اند و توانایی پیش‌بینی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده و ساختار داخلی آن‌ها را ندارند. هدف اصلی این مقاله پیش‌بینی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده (شعب بانک) و ساختار داخلی آن می‌باشد. و این موضوع از آن جهت دارای اهمیت است که می‌توان ناکارایی ساختار داخلی شعب بانک را قبل از وقوع پیش‌بینی کرد و از بروز ناکارایی در ساختار شبکه‌ای جلوگیری نمود.

امروزه شبکه عصبی مصنوعی کاربردهای زیادی از جمله خوشه‌بندی (میلچر، ۲۰۰۸)، طبقه‌بندی (زنگ ۲۰۰۰، کراکوسکی ۲۰۱۱) و رتبه‌بندی (کراکوسکی، ۲۰۱۱) دارد. شبکه عصبی مصنوعی همچنین در پیش‌بینی آینده هم کاربرد دارد (ایبلور، ۲۰۱۲، لیو ۲۰۰۳). در این مقاله تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای پویا با شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی کارایی ساختار داخلی واحدهای تصمیم‌گیرنده (شعب بانک) مورد استفاده قرار گرفته است. با این کار تصمیم‌گیرندگان می‌توانند منابع ناکارایی در ساختار داخلی شعب بانک‌ها را قبل از وقوع شناسایی کرده و برای آن تصمیم‌گیری نمایند. بنابراین با پیش‌بینی مقادیر کارایی می‌توان کارایی در آینده را کنترل کرد. کنترل کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده و بخشهای آن، حفظ کارایی واحدهای کارا و جلوگیری از ناکارایی بخشهای یک واحد تصمیم‌گیرنده قبل از وقوع ناکارایی از ضرورت‌های پژوهش حاضر ***بشمار می‌رود.***

۱. منابع نظری و مروری برپیشینه پژوهش

۱.۱. تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

ایراد اساسی که از سوی محققان به مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها وارد می‌شود، این است که مدل‌های مستقل، واحدها را به عنوان یک مجموعه بسته در نظر می‌گیرند و فرآیند داخل سیستم، عملکرد و روابط بین آن‌ها را نادیده می‌گیرند (کوک و زو، ۲۰۱۰ و جهانشاهلو ۲۰۰٤). این دیدگاه به دیدگاه جعبه سیاه مرسوم است. در مدل‌های سنتی بسیاری از اطلاعات ارزشمند در مورد واحدهای تصمیم‌گیرنده از دست رفته و تحلیل کارایی واحدها به ورودی‌های اولیه و خروجی‌های نهایی محدود می‌شود (بنکر و چارز، ۱۹۸٤؛ چن و کوک، ۲۰۰۹؛ دو ولیانگ ۲۰۱۱). در واقع مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها در محاسبه کارایی نظام‌های پیچیده و فرآیند هایی که متشکل از چند مرحله می‌باشند و دارای اندازه‌های میانی هستند، مشکل دارند و نمی‌توانند کارایی کل سیستم و کارایی هر یک از فرآیندهای داخلی را بدرستی محاسبه کنند (چن و یان ۲۰۱۱).

فارو همکاران (فار، ۱۹۹۱؛ فار و وایتکر، ۱۹۹۵؛ فار و کروسکوف، ۱۹۹٦) کارایی ۱۳۷ مزرعه در ایالت متحده را با استفاده از یک مدل با محصول میانی و بر اساس کارایی فارل بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که قدرت حل این مدل در مقایسه با مدل‌های سنتیِ تحلیل پوششی داده‌ها بیشتر است. کائو و هوانگ (۲۰۰۸)، از طریق تعیین کارایی زیرسیستم‌ها با اندازه‌های میانی دقیق و با استفاده از مدل رابطه‌ای کارایی کل سیستم را محاسبه نمودند. تفاوت در مدل رابطه‌ای در این است که کارایی کل سیستم توسط اندازه کارایی بخش‌های آن به دست می‌آیند. در ساختار سنتی تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای، هر واحد تصمیم‌گیرنده دارای دو مرحله متوالی تولید است. خروجی‌های مرحله اول به عنوان ورودی‌های مرحله دوم در نظر گرفته می‌شود. و هیچ ورودی دیگری به مرحله دوم اضافه نمی‌گردد. در مرحله اول هر واحد تصمیم‌گیرنده دارای ورودی و خروجی است. خروجی مرحله اول به عنوان ورودی مرحله دوم در نظر گرفته می‌شود که به آن اندازه‌های میانی گویند و در نهایت مرحله دوم نیز خروجی خواهد داشت که به آن خروجی نهایی مدل نام دارد. کارایی کل مدل از کارایی‌های دو مرحله حاصل می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

لیانگ و همکاران (۲۰۰۸)، مدلی با رویکرد تئوری بازی‌ها را به کار گرفتند که در آن کارایی کل با استفاده از یک طرح نسبتاً منصفانه به کارایی زیرسیستم‌ها تفکیک می‌شود ساختار ارائه شده در مرحله دوم علاوه بر خروجی مرحله اول که همان ورودی مرحله دوم است، ورودی دیگری نیز دیده می‌شود. کائو (۲۰۰۹)، با ارائه مقاله دیگر با استفاده از دو ساختار سری و موازی مدل‌هایی را برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری شبکه‌ای ارائه کرده است که بر مبنای حاصل‌ضرب کارایی بخش‌ها تعریف‌شده‌اند.

کوک و همکاران برای نخستین بار در سال ۲۰۱۰ با توسعه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای، مدلی چندمرحله‌ای را معرفی کرد که خروجی‌های هر مرحله می‌تواند به عنوان محصول نهایی تلقی شده و از سیستم خارج شود. این مدل بیانگر یک فرآیند چند مرحله باز است. بدین معنا که خروجی‌های هر مرحله می‌توانند سیستم را ترک کنند و یا به عنوان ورودی وارد مرحله بعد شوند، ضمن اینکه ورودی‌های جدیدی نیز در هر مرحله می‌توانند وارد سیستم شوند. تفاوت این مدل با مدل‌های بسته در این است که در نظام‌های بسته، امکان ورود ورودی‌های جدید در هر مرحله به سیستم وجود ندارد و صرفاً خروجی‌های مرحله آخر، خروجی نهایی محسوب می‌شوند. در این مدل غیر از کارایی کل، کارایی هر مرحله نیز محاسبه شده و عوامل ناکارایی نیز شناسایی می‌شوند.

دیو وهمکاران (۲۰۱۱) و ژائو و همکاران (۲۰۱۳)، نیز مطابق تئوری چانه‌زنی نش، مدل دومرحله‌ای را مبتنی با تئوری بازی‌ها ارائه نمودند که کارایی زیرسیستم‌ها را به‌گونه‌ای ارزیابی می‌کند که کارایی کل سیستم تغییر نکند. دو مدل فوق بر فرض بازده به مقیاس ثابت استوار بودند. چن و همکاران (۲۰۰۹)، مدلی را تحت دو فرض بازده به مقیاس ثابت و متغیر ارائه نمودند که کارایی کل سیستم به عنوان مجموع وزنی کارایی دو مرحله بود. کائو (۲۰۱٤)، تمامی مطالعات انجام شده در تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای را طبقه‌بندی کرده و پیشنهاداتی در موردخلاء های مطالعاتی ارائه می‌دهد، که یکی از آن موارد مدل‌های شبکه‌ای پویا می‌باشد.

۲,۲. تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا

مدل‌های شبکه‌ای پویا هم ساختار و هم‌زمان را در ارزیابی کارایی مراحل یک واحد در نظر می‌گیرند. تن و تسوتسوی (۲۰۱٤)، یک مدل شبکه‌ای پویا مبتنی بر متغیرهای کمبود ارائه کردند که در آن متغیرهای بین زمانی می‌توانند تأثیر مثبت یا منفی بر دوره بعد داشته باشند. این مدل در پژوهش‌های دیگر نیز مورد استفاده قرار گرفت. سلطانزاده و عمرانی (۲۰۱۸)، از این مدل با ورودی‌های و خروجی‌های فازی در شرکت‌های هواپیمایی استفاده کرده است. همچنین کوشالیانی و اوزاکان (۲۰۱۷)، از مدل تستسوی در ارزیابی کارایی بیمارستان‌ها استفاده نمودند. مطالعات دیگری جهت توسعه مدل‌های شبکه‌ای پویا انجام گردیده است (اوکیران،۲۰۱۵؛ ژاو و لیانگ، ۲۰۱٦؛ سلیمانی دامنه،۱۳۹٦؛ مورنو و لوزانو،۲۰۱٦؛ وو و تیانگ، ۲۰۱٦).

۲. ارزیابی کارایی بانک‌ها

تاکنون پژوهش‌های متعددی از کاربرد تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در حوزه‌های مختلف از جمله صنعت بانکداری صورت گرفته است که در ادامه به چند مورد از مهم‌ترین آن‌ها که با مدل شبکه‌ای و مدل شبکه‌ای پویا انجام شده است اشاره می‌شود.

فوکویاما و وبر (۲۰۱۰)، از یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمبود برای ارزیابی عملکرد بانک‌های ژاپن استفاده کردند .هولود و لویس (۲۰۱۱)، ضمن تشریح مشکل تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها، به خصوص سپرده‌ها در ارزیابی بانک، برای رفع آن یک مدل غیرشعاعی شبکه‌ای توسعه دادند که سپرده‌ها را به عنوان متغیر میانی در نظر می‌گرفت. اما مدل آن‌ها در مدل خود بانک مرجع را مجبور کردند تا میزان یکسانی سپرده همانند بانک تحت بررسی داشته باشد و این سؤال را مطرح کردند که با میزان مشخصی از سپرده‌ها تا چه سطحی یک بانک می‌تواند ورودی‌های خود را کاهش و خروجی‌هایش را افزایش دهد.

لین و چی (۲۰۱۳)، ازروش تحلیل اجزا مستقل و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی عملکرد ٤ بُعد بانک‌های برتر تایوان استفاده کردند .اکتر و همکاران (۲۰۱۳)، با درنظرگرفتن یک ساختار دومرحله‌ای، عدم کارایی در بانک‌های بنگلادش را تخمین زدند. فوکویاما و ماتوسک (۲۰۱٦)، با تعریف یک تابع درآمد شبکه‌ای به ارزیابی ساختار دومرحله‌ای بانک پرداختند. لوزانو (۲۰۱٦)، با توسعه یک معیار عدم کارایی شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمبود که هم خروجی نامطلوب و هم خروجی مطلوب را در نظر می‌گرفت عملکرد بانک‌ها را ارزیابی کردند.

بسیاری از پژوهشگران پیشنهاد ارزیابی بانک در طول زمان را مطرح کردند .برای این منظور کائو و لیو (۲۰۱٤)، به ارزیابی چنددوره ای بانک‌های تجاری تایوان پرداختند. آن‌ها واحدها (بانک‌ها) را در دوره‌های متوالی به صورت یک شبکه موازی در نظر گرفتند؛ سپس از مدل کائو (۲۰۰۹***b***)، با ساختارهای موازی، برای اندازه‌گیری کارایی استفاده کردند و با این روش هم کارایی کل و هم کارایی هر دوره را

www.SID.ir

Archive of SID

به دست آوردند؛ اما عیب کار آن‌ها این بود که ارتباط هر واحد با خودش در دوره‌های متوالی را در نظر نگرفتند .ژا و همکارن (۲۰۱٦)، با در نظرگرفتن یک ساختار دومرحله‌ای پویا برای بانک، مدلی مبتنی بر متغیرهای کمبود برای ارزیابی این ساختار ارائه کردند و از آن برای ارزیابی عملکرد بانک‌های چین بهره بردند .اوکیران (۲۰۱۵)، یک مدل شبکه‌ای پویا برای بانک‌های تجاری با تأکید بر آزمون استواری ارائه کرد و نشان داد زمانی که ابعاد شبکه و پویا هم‌زمان در نظر گرفته شوند، تحلیل جامعتری از تخمین کارایی حاصل می‌شود .مورنو و لوزانو (۲۰۱٦)، به منظور ناسایی عدم کارایی مالی، یک تکنیک ابرکارایی شبکه‌ای پویا مبتنی بر متغیرهای کمبود ارائه کردند .وو و همکاران (۲۰۱٦)، با ارائه یک مدل شبکه‌ای پویا مبتنی بر متغیرهای کمبود به ارزیابی اثر مدیریت درآمد برعملکرد بانک‌ها پرداختند. فوکویاما و وبر (***a*** ۲۰۱۵، ***b*** ۲۰۱٦)، با معرفی یک ساختار شبکه‌ای پویا برای بانک‌های ژاپنی، مدل‌های شبکه‌ای پویا برای آن‌ها توسعه دادند. سلیمانی دامنه (۱۳۹٦)، نیز یک مدل شبکه‌ای پویا را برای ارزیابی عملکرد بانک‌ها توسعه داده است. اما برای پیش‌بینی کارایی این مدل‌ها به تنهایی کاربرد ندارد و می‌بایستی با یک تکنیک پیش‌بینی ترکیب شود.

۳. شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی توسعه داده شده با یک مدل ساده از یک نرون می‌باشد، مک کولاچ و پیت (۱۹٤۳)، نشان دادند که سیستم شبکه عصبی قابلیت ارائه در یک الگوریتم ریاضی را دارد بنابراین اولین اصول شبکه عصبی مصنوعی ارائه گردید (رومل هارت، ۱۹۸٦). شبکه عصبی مصنوعی یک تابع غیر خطی است که از سیستم عصبی انسان گرفته شده است (زانگ، ۲۰۰۰). شبکه‌های عصبی یک روش خود سازماندهی را بر اساس الگوریتم ریاضی برای حل مسائل ارائه می‌دهند (زانگ، ۲۰۰۰). شبکه‌های عصبی کاربرد زیادی دارند؛ برخی از کاربردهای آن شامل اکولوژی (زانگ و وی، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۱)؛ پیش‌بینی (ا بیوی، ۲۰۱۲؛ لو و روزبنام، ۲۰۰۳)؛ طبقه‌بندی (زانگ ۲۰۰۹ وکراکوسکی ۲۰۱۱) و خوشه‌بندی (ملکری ۲۰۰۸).

امروزی نژاد و شال (۲۰۰۹)، کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده را بوسیله ترکیب، شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کردند. دی شنگ و دیگران (۲۰۰٦)، از ترکیب شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی بانک‌های کانادا استفاده کردند.. چان و دیگران (۲۰۰۹)، با ترکیب شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌ها، اعتبار سنجی مشتریان برای دریافت وام در بانک‌های تایوان را انجام دادند. این مقاله یک رویکرد جدید برای پیش‌بینی کارایی ساختار داخلی یک شعب بانک را ارائه می‌دهد. بنابراین شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا جهت پیش‌بینی کارایی مورد استفاده قرار گرفته است.

٤. روش‌شناسی پژوهش

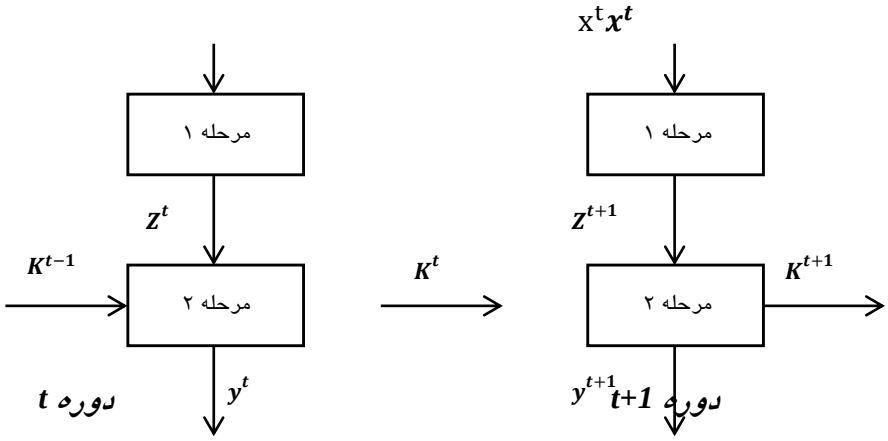
روش پژوهش این مطالعه از نوع روش‌های تحلیلی از زیر گروه پژوهش تحلیلی ریاضی است که هدف آن‌ها توسعه روابط بین مفاهیم تعریف شده از طریق روابط ریاضی است (واکر،۱۹۹۸). برای رسیدن به اهداف این مقاله مراحل زیر به ترتیب صورت گرفته است. در ابتدا ساختار شعب بانک و متغیرهای ورودی و خروجی مشخص شده، سپس مقادیر متغیرهای ورودی، خروجی، متغیر میانی و متغیر بین زمانی برای شعب بانک‌ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی‌شده است. و در نهایت یک مدل شبکه‌ای پویا برای دو دوره با استفاده از اطلاعات گذشته و مقادیر پیش‌بینی‌شده اجرا شده و کارایی ساختار درونی بخشهای یک واحد مورد ارزیابی قرار گرفته است.

٥. ساختار تحلیل پوششی داده ا ی شبکه‌ای پویا و تعریف متغیرها

ساختار شبکه‌ای پویا مطابق با ساختار بانک با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات خبرگان مطابق شکل شماره ۱ در دو دوره زمانی طراحی شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره (۱) ساختار شبکه‌ای پویا مطابق با ساختار بانک در دو دوره متوالی

در مرحله اول تعداد پرسنل (**x1**) و مقدار دارایی‌های ثابت (**x2**)، ورودی‌ها را تشکیل می‌دهند و خروجی این مرحله مقدار سپرده (**z**) می‌باشد. مرحله دوم علاوه بر ورودی از مرحله اول (**z**) دارای ورودی از دوره قبل متغیر بین زمانی (**k**) نیز می‌باشد و متغیر خروجی مرحله دوم نیز مقدار وام پرداختی (**y**) تعریف شده است. که این متغیرها در مدل به شرح زیر تعریف می‌شود.

مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا برای سنجش کارایی بخش‌ها در یک واحد تصمیم‌گیرنده با توجه به مدل ارائه شده تن و تستسوی ۲۰۱۴ به صورت رابطه زیر فرموله شده است.

نشان‌دهنده ورودی iام، مرحله یک واحد jام در دوره t $x_{ij}^{t}(i=1,\dots,I;j=1,\dots,n;t=1,\dots,t)$

نشان‌دهنده متغیر میانی واحد Jام در دوره t $Z_j^{t}(j=1,\dots n;t=1,\dots,t)$

نشان‌دهنده خروجی مرحله دوم واحد J ام دردوره t (متغیر بین زمانی) نشان‌دهنده $K_j^{t}(j=1,\dots n;t=1,\dots,t)$

خروجی مرحله دوم واحد J در دوره t $Y_j^{t}(j=1,\dots n;t=1,\dots,t)$

نشان‌دهنده خروجی مرحله دوم واحد J ام در دوره $t-1$ (متغیر بین زمانی) $K_j^{t-1}(j=1,\dots n;t=1,\dots,t)$

$$Min \frac{\sum_{t=1}^{P} w^t\left[1-\frac{1}{4}\left(\sum_{i=1}^{2}\frac{S_i^{(t)[1]-}}{x_{i0}^{(t)[1]}}+\frac{\bar{S}^{(t)-}}{Z_0^t}+\frac{\bar{S}_0^{(t)+}}{K_0^t}\right)\right]}{\sum_{t=1}^{P} w^t\left[1+\frac{1}{3}\left(\frac{S^{(t)+}}{y_0^{(t)}}+\frac{\bar{S}^{(t)+}}{Z_0^t}+\frac{\bar{S}_0^{(t-1)-}}{K_0^{t-1}}\right)\right]}$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{(t)[1]}x_{ij}^{(t)[1]}+S_i^{(t)[1]-}=x_{i0}^{(t)[1]},i=1,2,t=1,\dots,P$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{(t)[2]}y_j^{(t)}-S^{(t)+}=y_0^{(t)},t=1,\dots,P$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{(t)[1]}Z_j^{(t)}-\bar{S}^{(t)+}=Z_0^{(t)},t=1,\dots,P$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{(t)[2]}Z_j^{(t)}+\bar{S}^{(t)-}=Z_0^{(t)},t=1,\dots,P$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{(t)[2]}K_j^{(t-1)}-\bar{S}^{(t-1)-}=K_0^{(t-1)},t=1,\dots,P$$

www.SID.ir

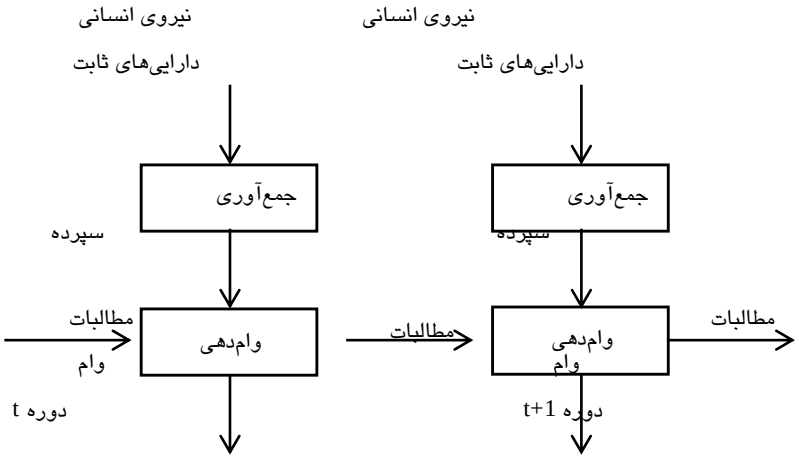
Archive of SID

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{(t)[2]} K_j^{(t)} + \hat{S}^{(t)+} = K_0^{(t)}, t = 1, \dots, P$$

$$\lambda, S > 0$$

٦. تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به مبانی نظری پژوهش و نظر خبرگان، یک ساختار شبکه‌ای دومرحله‌ای برای شعب بانک طراحی گردید. شکل شماره ۲ این ساختار را برای دو دوره متوالی نشان می‌دهد. در این ساختار مرحله اول جمع‌آوری سپرده نامیده شد که ورودی‌های این مرحله تعداد نیروی انسانی و دارایی‌های ثابت می‌باشد و مرحله دوم وام‌دهی نامیده شد. که ورودی در این مرحله خروجی مرحله اول (سپرده) و مطالبات معوق (متغیر بین زمانی) دوره قبل می‌باشد و در نهایت خروجی مرحله دوم مقدار وام پرداختی تعریف شده است (کائو، ۲۰۱۰؛ هولد و لوییس، ۲۰۱۱؛ فوکویاما و ماتوسک، ۲۰۱٦؛ چن و کوک ۲۰۰۹).



شکل شماره (۲) ساختار شبکه‌ای دومرحله‌ای برای شعب بانک در دو دوره متوالی

مقادیر این متغیرها از ۲٤ شعبه بانک در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹٦ در دوره‌های شش ماهه جمع‌آوری گردید، که مجموعا ۱٦ دوره زمانی می‌باشد. که دوره‌های فرد نشان‌دهنده شش ماهه اول هر سال و دوره‌های زوج نشان‌دهنده شش ماهه دوم سال است. جدول شماره ۱ اطلاعات جمع‌آوری‌شده را برای ۳ دوره پایانی نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱) مقادیر متغیرهای مدل برای سه دوره زمانی ۱٤،۱۵ و ۱٦

www.SID.ir

Archive of SID

شعبه بانک	دوره ۱۶					دوره ۱۵					دوره ۱۴				
	x_1	x_2	z	k	y	x_1	x_2	z	k	y	x_1	x_2	z	k	y
۱	۸	۱۷	۱۹۵	۶	۱۴۶	۸	۱۷	۹۸	۱۲	۷۳	۸	۱۵/۹	۱۷۳	۹	۱۸۵
۲	۱۰	۲۸/۵	۱۴۸	۱۰	۲۴۲	۱۰	۲۸/۵	۷۴	۱۹	۱۲۱	۱۰	۲۶/۷	۱۳۳	۱۰	۲۳۳
۳	۱۱	۱۴/۵	۱۳۲	۱۲	۲۱۴	۱۱	۱۴/۵	۶۶	۲۳	۱۰۷	۱۱	۱۳/۶	۱۰۷	۸	۲۲۵
۴	۸	۱۲/۱	۱۴۵	۸	۱۳۰	۸	۱۲/۱	۷۳	۱۵	۶۵	۸	۱۱/۴	۱۲۰	۶	۱۲۷
۵	۸	۱۲/۹	۱۰۹	۱۳	۲۱۱	۸	۱۲/۹	۵۴	۲۷	۱۰۵	۸	۱۲/۱	۱۰۱	۸	۲۲۲
۶	۸	۹/۶	۱۲۶	۱۱	۱۹۷	۸	۹/۶	۶۳	۲۳	۹۸	۸	۹	۹۳	۱۱	۱۶۱
۷	۱۰	۷/۸	۱۷۰	۱۲	۲۲۰	۱۰	۷/۸	۸۵	۲۵	۱۱۰	۱۰	۷/۳	۱۳۵	۱۲	۲۳۴
۸	۱۰	۲۵/۵	۱۵۵	۱۱	۲۱۰	۱۰	۲۵/۵	۷۷	۲۳	۱۰۵	۱۰	۲۳/۹	۱۳۶	۸	۲۱۳
۹	۹	۲۴/۳	۱۲۵	۱۰	۲۳۶	۹	۲۴/۳	۶۳	۲۱	۱۱۸	۹	۲۲/۸	۱۰۷	۹	۲۲۴
۱۰	۷	۲۴	۱۳۴	۳	۱۱۱	۷	۲۴	۶۷	۷	۵۵	۷	۲۲/۵	۱۰۹	۴	۱۲۱
۱۱	۷	۹/۶	۱۱۹	۱۲	۲۶۱	۷	۹/۶	۶۰	۲۴	۱۳۰	۷	۹	۱۰۵	۱۴	۲۸
۱۲	۸	۹/۶	۱۲۴	۹	۱۹۲	۸	۹/۶	۶۲	۱۸	۹۶	۸	۹	۹۱	۱۰	۱۴۵
۱۳	۹	۷/۴	۱۲۷	۱۴	۲۴۳	۹	۷/۴	۶۴	۲۹	۱۲۲	۹	۷	۱۱۸	۱۴	۲۳۸
۱۴	۹	۷/۲	۱۴۲	۶	۱۳۰	۹	۷/۲	۷۱	۱۳	۶۵	۹	۶/۸	۱۲۸	۳	۱۰۸
۱۵	۹	۱۱/۶	۱۴۸	۷	۱۳۳	۹	۱۱/۶	۷۴	۱۳	۶۷	۹	۱۰/۹	۱۳۳	۷	۱۳۹
۱۶	۷	۱۴/۵	۱۶۳	۶	۱۳۸	۷	۱۴/۵	۸۲	۱۳	۶۹	۷	۱۳/۶	۱۵۳	۶	۱۴۱
۱۷	۷	۱۳/۴	۱۴۱	۱۵	۲۷۵	۷	۳۰/۴	۷۰	۳۰	۱۳۸	۷	۲۸/۵	۱۱۵	۱۲	۲۶۶
۱۸	۱۰	۱۲/۷	۱۷۵	۱۶	۲۲۶	۱۰	۱۲/۷	۸۸	۳۳	۱۱۳	۱۰	۱۱/۹	۱۶۱	۱۱	۲۱۲
۱۹	۸	۲۸/۱	۱۲۷	۱۳	۲۵۷	۸	۲۸/۱	۶۴	۲۵	۱۲۹	۸	۲۶/۳	۱۱۳	۸	۲۶۰
۲۰	۶	۸/۴	۱۶۷	۱۲	۱۶۴	۶	۸/۴	۸۴	۲۵	۸۲	۶	۷/۹	۱۳۷	۸	۱۵۵
۲۱	۸	۵/۹	۱۴۶	۱۱	۱۹۱	۸	۵/۹	۷۳	۲۲	۹۶	۸	۵/۶	۱۲۹	۱۱	۱۹۷
۲۲	۱۲	۱۲/۸	۱۹۳	۸	۱۳۲	۱۲	۱۲/۸	۹۷	۱۶	۶۶	۱۲	۱۲	۱۷۷	۳	۱۰۸
۲۳	۸	۲۰/۶	۲۰۰	۸	۱۶۳	۸	۲۰/۶	۱۰۰	۱۶	۸۱	۸	۱۹/۳	۱۵۹	۵	۱۵۲
۲۴	۷	۱۲/۳	۱۳۱	۱۲	۲۳۷	۷	۱۲/۳	۶۵	۲۵	۱۱۸	۷	۱۱/۵	۱۱۰	۸	۲۳۵

سپس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده ورودی‌ها، خروجی‌ها، متغیر بین زمانی و متغیر میانی برای دو دوره بعد پیش‌بینی‌شده است. این پیش‌بینی با استفاده از اطلاعات ۲۴ شعبه بانک در ۱۶ دوره زمانی با استفاده از نرم‌افزار متلب انجام شده و مقادیر متغیرها برای دوره‌های ۱۷ و ۱۸ پیش‌بینی‌شده است که مقادیر آن درجدول شماره ۲ آمده است.

در شبکه عصبی از فانکشن ***Trailm*** استفاده شده است که در آن برای بهینه‌سازی وزنها از ***Levenberg – Marquarlt*** بهره‌گیری شده است. این شبکه دو لایه دارد که برای لایه پنهان آن ۵۰ نرون و برای لایه خروجی یک نرون تعریف شده است. شکل شماره ۳ بیانگر ساختار مورد استفاده در شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. علاوه بر این دو دوره به عنوان زمان تأخیر در نظر گرفته شده است و این تعداد به معنی مقدار دوره‌های قبلی که در پیش‌بینی استفاده می‌شود خواهد بود.

جدول شماره (۲) مقادیر پیش‌بینی‌شده برای دوره‌های ۱۷ و ۱۸

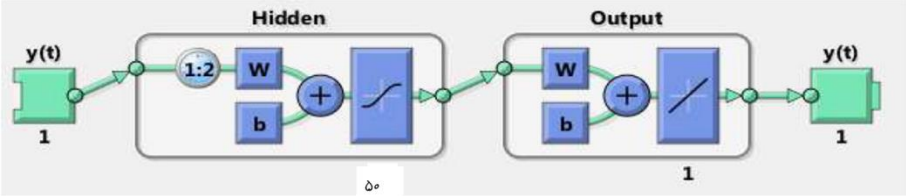
شعبه بانک	دوره ۱۷					دوره ۱۹				
	x_1	x_2	z	k	y	x_1	x_2	z	k	Y
۱	۸	۱۷/۵	۹۱	۱۴	۷۲	۸	۱۷/۸	۱۹۸	۸	۱۵۹
۲	۱۰	۲۹/۲	۷۸	۲۲	۱۰۲	۱۰	۲۸/۹	۱۴۳	۱۱	۲۵۱
۳	۱۱	۱۵/۱	۶۹	۲۱	۹۸	۱۱	۱۵	۱۳۸	۱۰	۱۹۸
۴	۸	۱۲/۴	۷۵	۱۳	۷۱	۸	۱۲/۸	۱۴۷	۷	۱۴۲
۵	۸	۱۳/۱	۵۷	۲۰	۹۵	۸	۱۳/۱	۱۰۸	۱۰	۱۸۵
۶	۸	۹/۸	۶۸	۱۸	۷۶	۸	۱۰	۱۳۷	۹	۱۴۹
۷	۱۰	۸/۱	۸۷	۱۸	۱۰۸	۱۰	۸/۲	۱۷۹	۸	۲۱۱
۸	۱۰	۲۶/۱	۷۹	۱۷	۸۹	۱۰	۲۶/۳	۱۵۸	۷	۱۵۸
۹	۹	۲۵/۱	۷۱	۱۹	۱۱۲	۹	۲۴/۸	۱۲۸	۷	۲۲۵
۱۰	۸	۲۴/۵	۶۹	۱۱	۶۲	۸	۲۴/۴	۱۴۱	۵	۱۲۸
۱۱	۷	۱۰/۲	۶۳	۲۸	۱۰۱	۷	۱۰/۱	۱۲۸	۱۰	۲۳۸
۱۲	۸	۱۰/۳	۷۲	۱۶	۶۸	۸	۱۰/۴	۱۱۷	۱۱	۱۳۵
۱۳	۹	۷/۸	۷۱	۱۹	۱۰۸	۹	۷/۶	۱۳۷	۱۳	۲۷۶
۱۴	۹	۷/۳	۶۹	۱۴	۶۷	۹	۷/۴	۱۵۲	۷	۱۲۲
۱۵	۹	۱۱/۹	۷۵	۱۷	۶۹	۹	۱۲/۱	۱۵۳	۸	۱۳۸
۱۶	۷	۱۴/۷	۸۹	۱۲	۶۸	۷	۱۴/۸	۱۵۵	۷	۱۳۲
۱۷	۷	۳۰/۶	۷۲	۲۵	۱۲۸	۷	۳۰/۷	۱۵۱	۱۱	۲۸۹
۱۸	۱۰	۱۳/۱	۸۹	۲۱	۱۲۴	۱۰	۱۳/۳	۱۷۹	۸	۲۳۲
۱۹	۸	۲۹/۱	۷۰	۲۱	۱۳۹	۸	۲۹/۲	۱۳۵	۷	۲۶۲

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰	۶	۸/۹	۸۹	۱۴	۸۷	۶	۸/۷	۱۶۸	۱۱	۱۶۸
۲۱	۸	۶/۲	۷۸	۲۰	۹۹	۸	۶/۴	۱۶۸	۷	۲۰۱
۲۲	۱۲	۱۳/۱	۱۰۱	۷	۷۱	۱۲	۱۳/۲	۲۰۷	۵	۱۳۸
۲۳	۸	۲۱/۱	۱۰۱	۱۰	۸۳	۸	۲۱/۲	۲۱۱	۶	۱۶۸
۲۴	۷	۱۲/۵	۷۳	۱۹	۱۲۸	۷	۱۲/۵	۱۴۵	۸	۲۴۲

۷۰ درصد اطلاعات برای آموزش، ۱۵درصد برای اعتبار سنجی و ۱۵ درصد برای پیش‌بینی استفاده شده است. سپس با ۷ باراجرا شبکه با نرم‌افزار متلب کمترین مقدار خطا بدست آمده است، که مقادیر آن در جدول شماره ۳ آمده است. وبیانگر دقت پیش‌بینی هر یک از متغیرها در دوره‌های زمانی برای هر یک از شعب بانک می‌باشد.



شکل شماره (۳) ساختار شبکه عصبی مورد استفاده

جدول شماره (۳) میزان MSE مقادیر پیش‌بینی برای دوره‌های ۱۷ و ۱۸

شعبه بانک	نیروی انسانی (x1)		دارایی ثابت (x2)		سپرده (z)		وام (y)		مطالبات معوق (k)	
	دوره ۱۷	دوره ۱۸	دوره ۱۷	دوره ۱۸	دوره ۱۷	دوره ۱۸	دوره ۱۷	دوره ۱۸	دوره ۱۷	دوره ۱۸
۱	۰	۰	۲/۳۸۵	۲/۲۲۶	۱/۳۵۷	۸۹/۲۶۶	۲۴	۴۵/۷۳۳	۲	۳/۷۳۳
۲	۱/۲۸۵	۱/۲	۴/۰۳۵	۳/۷۶۶	۲/۰۷۱	۷۱	۱۵/۶۴۲	۹۸/۳۳۳	۲/۵	۶/۰۶۶
۳	۰	۰	۱/۹۷۸	۱/۸۴۶	۸/۸۵۷	۶۹/۸۶۶	۱۶/۶۴۲	۸۴/۳۳۳	۹/۸۵۷	۱/۰۶۶
۴	۰/۶۴۲	۰/۶	۱/۶۵	۱/۵۴	۱۱/۲۱۴	۷۷/۶۶۶	۲۶/۷۸۵	۳۵/۶۶۶	۴/۷۸۵	۲/۰۶۶
۵	۰/۶۴۲	۰/۶	۱/۷۴۲	۱/۶۲۶	۰/۰۷۱	۵۱/۴	۱۳/۵۷۱	۸۶/۲۶۶	۱۳/۸۵۷	۰/۱۳۳
۶	۰	۰	۱/۲۷۱	۱/۱۸۶	۱۲/۰۷۱	۷۰/۰۶۶	۱۱/۹۲۸	۱۰۳/۵۳۳	۱۳/۲۱۴	۱/۱۳۳
۷	۰	۰	۱/۰۳۵	۰/۹۶۶	۱۶/۲۸۵	۹۴/۵۳۳	۳/۷۱۴	۹۹/۲	۱۲/۴۲۸	۰/۵۳۳
۸	۰	۰	۳/۵۶۴	۳/۳۲۶	۵/۸۵۷	۷۸/۲۶۶	۵/۲۱۴	۹۳/۱۳۳	۱۱/۲۸۵	۰/۶۶۶
۹	۰	۰	۳/۳۹۲	۳/۱۶۶	۷/۰۷۱	۶۴/۴۶۶	۱۱	۱۲۰/۴	۱۰/۲۸۵	۰/۶۶۶
۱۰	۰	۰	۳/۳۲۸	۳/۱۰۶	۶/۸۵۷	۶۸/۹۳۳	۱۱	۴۲	۱/۲۸۵	۲/۵۳۳
۱۱	۰/۶۴۲	۰/۶	۱/۲۷۱	۱/۱۸۶	۴/۵	۵۹/۲۶۶	۱۹/۳۵۷	۱۴۰/۳۳۳	۷/۵	۴/۲
۱۲	۰/۶۴۲	۰/۶	۲/۲۷۱	۲/۱۲	۸/۸۵۷	۶۶/۱۳۳	۱۳/۹۲۸	۱۰۲/۶	۶/۷۸۵	۲/۰۶۶
۱۳	۰	۰	۱/۳	۱/۲۱۳	۵/۱۴۲	۶۳/۶	۱۲/۳۵۷	۱۲۴/۴۶۶	۱۴/۱۴۲	۰/۸
۱۴	۰	۰	۰/۹۴۲	۰/۸۸	۱۰/۱۴۲	۷۵/۷۳۳	۵/۷۱۴	۵۵/۳۳۳	۴/۱۴۲	۲/۶۶۶
۱۵	۰	۰	۱/۵۸۵	۱/۴۸	۹/۹۲۸	۷۸/۳۳۳	۱۴/۴۲۸	۴۸/۱۳۳	۳	۲/۸
۱۶	۰/۶۴۲	۰/۶	۲/۴۷۸	۲/۳۱۳	۳/۲۱۴	۷۸/۶	۹/۹۲۸	۵۵/۱۳۳	۶/۲۸۵	۰/۶۶۶
۱۷	۰	۰	۴/۲۷۱	۳/۹۸۶	۶/۵	۷۲/۳۳۳	۰/۷۸۵	۱۲۷/۱۳۳	۹/۸۵۷	۴/۸
۱۸	۰	۰	۲/۴۹۲	۲/۳۲۶	۹/۰۷۱	۸۹/۶۶۶	۱/۹۹	۱۰۷/۳۳۳	۱۷/۲۱۴	۰/۲
۱۹	۰	۰	۴/۰۳۵	۳/۷۶۶	۰/۵	۵۸/۳۳۳	۱۴/۲۱۴	۱۰۶/۲	۱۰/۲۱۴	۱/۶۶۶
۲۰	۰/۶۴۲	۰/۶	۱/۱۱۴	۱/۰۴	۱۰/۹۲۸	۸۷/۶۶۶	۱۲/۷۸۵	۸۸/۴۶۶	۱۴/۸۵۷	۱/۷۳۳
۲۱	۰	۰	۰/۷۰۷	۰/۶۶	۲/۴۲۸	۷۰/۴	۱۵/۸۵۷	۱۰۳/۴۶۶	۹/۷۸۵	۱/۱۳۳
۲۲	۰/۶۴۲	۰/۶	۲/۱۷۱	۲/۰۲۶	۸/۹۲۸	۹۷/۹۳۳	۱/۲۱۴	۶۰/۴۶۶	۹/۶۴۲	۱/۵۳۳
۲۳	۰	۰	۲/۸۵۷	۲/۶۶۶	۱۷/۹۲۸	۱۱۰/۰۶۶	۸/۱۴۲	۸۴/۱۳۳	۷/۷۱۴	۰/۲۶۶
۲۴	۰	۰	۲/۵۴۲	۲/۳۷۳	۵	۶۶/۲۶۶	۱۸/۷۱۴	۱۲۸/۵۳۳	۱۴/۱۴۲	۱/۰۶۶

سپس کارایی شعب با استفاده از مدل پیشنهادی برای ٦ دوره (اعم از دوره‌های گذشته و آینده) فرموله و توسط نرم‌افزار لینگواجرا شده است. نتایج آن در جدول شماره ٤ آمده است. که در آن کارایی مرحله ۱، کارایی مرحله ۲ و کارایی کل محاسبه شده است. مقادیر کارایی محاسبه شده در دوره‌های ۱۷ و ۱۸ در واقع کارایی پیش‌بینی‌شده برای شش ماهه اول سال ۹۷ و شش ماهه دوم سال ۹۷ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره (٤) مقادیر کارایی محاسبه شده با استفاده از مدل شبکه‌ای پویا

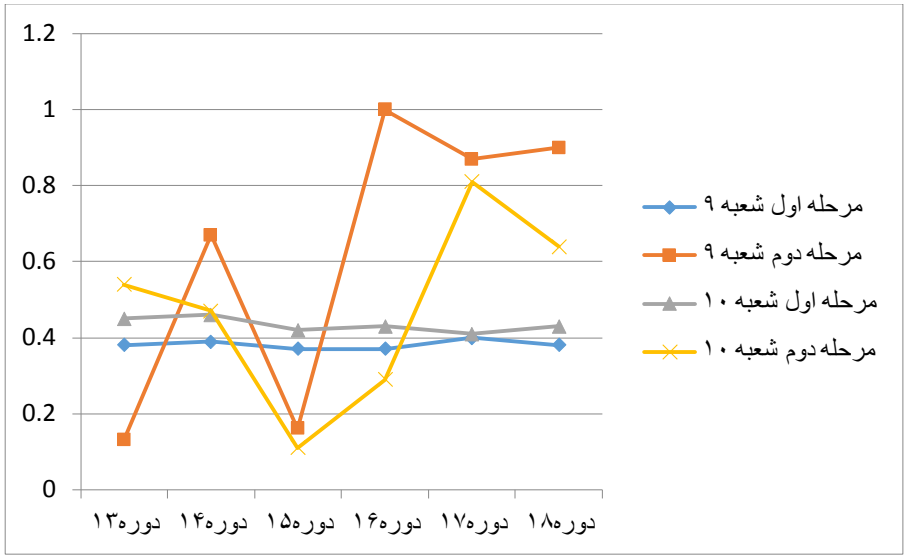
شعب بانک	کارایی کل	دوره ۱۳		دوره ۱۴		دوره ۱۵		دوره ۱۶		دوره ۱۷		دوره ۱۸	
		اول	دوم	اول	دوم	اول	دوم	اول	دوم	اول	دوم	اول	دوم
۱	۰/۲۴	/۷۸	۰/۰۸	۰/۷۸	۰/۲۰	۰/۷۲	۰/۱۰	۰/۷۲	۰/۳۲	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۴۹
۲	۰/۳۷	۰/۴۳	۰/۲۰	۰/۴۳	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۱۶	۰/۳۹	۰/۷۵	۰/۳۹	۰/۷۲	۰/۳۸	۰/۷۹
۳	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۴۳	۱	۰/۴۴	۰/۳۵	۰/۴۴	۰/۳۷	۰/۴۳	۰/۸۵	۰/۴۶	۰/۷۲
۴	۰/۲۳	۰/۶۲	۰/۰۹	۰/۶۳	۰/۲۳	۰/۶۲	۰/۰۹	۰/۶۲	۰/۲۲	۰/۶۱	۰/۷۳	۰/۶۲	۰/۵۲
۵	۰/۲۳	۰/۵۰	۰/۲۳	۰/۵۱	۱	۰/۴۵	۰/۱۵	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۴۵	۱	۰/۴۵	۰/۸۰
۶	۰/۳۴	۰/۵۵	۰/۲۰	۰/۵۵	۰/۲۴	۰/۶۰	۰/۱۸	۰/۶۱	۰/۰۳	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۶۶	۰/۶۰
۷	۰/۳۱	۰/۸۱	۰/۱۸	۰/۸۲	۰/۵۸	۰/۸۷	۰/۱۶	۰/۸۷	۰/۳۱	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۶۸
۸	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۵۴	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۱۱	۰/۴۳	۰/۲۹	۰/۴۱	/۸۱	۰/۴۳	۰/۶۴
۹	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۱۳	۰/۳۹	۰/۶۷	۰/۳۷	۰/۱۶	۰/۳۷	۱	۰/۴۰	/۸۷	۰/۳۸	/۹۰
۱۰	۰/۱۸	۰/۴۷	۰/۰۵	۰/۴۷	۱	۰/۴۷	۰/۰۷	۰/۴۸	۱	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۵۹
۱۱	۰/۸۰	۰/۶۶	۱	۰/۶۶	۱	۰/۶۱	۱	۰/۶۱	۱	۰/۶۱	۰/۷۹	۰/۶۵	۱
۱۲	۰/۳۲	۰/۵۳	۰/۱۵	۰/۵۴	۰/۳۲	۰/۵۹	۰/۱۸	۰/۶۰	۰/۳۴	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۵۵	۰/۵۵
۱۳	۰/۴۲	۰/۷۶	۰/۱۹	۰/۷۷	۰/۴۱	۰/۶۸	۰/۲۲	۰/۶۸	۰/۳۵	۰/۷۲	۱	۰/۷۰	۱
۱۴	۰/۲۵	۰/۸۴	۰/۱۳	۰/۸۴	۱	۰/۷۷	۰/۰۵	۰/۷۷	۰/۳۰	۰/۷۳	۰/۶۰	۰/۷۹	۰/۵۴
۱۵	۰/۲۴	۰/۶۶	۰/۱۰	۰/۶۷	۰/۲۱	۰/۶۱	۰/۱۰	۰/۶۱	۰/۲۲	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۶۳	۰/۵۶
۱۶	۰/۲۴	۰/۸۰	۰/۰۹	۰/۸۰	۰/۲۲	۰/۷۰	۰/۰۸	۰/۷۰	۰/۳۲	۰/۷۳	۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۵۰
۱۷	۰/۳۹	۰/۴۷	۰/۲۷	۰/۴۷	۰/۷۲	۰/۴۷	۰/۱۸	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۴۶	۱	۰/۵۱	۰/۸۸
۱۸	۰/۳۳	۰/۷۳	۰/۱۷	۰/۷۴	۰/۲۹	۰/۶۶	۰/۱۳	۰/۶۶	۰/۳۰	۰/۶۳	۰/۹۸	۰/۶۶	۰/۷۶
۱۹	۰/۴۹	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۳	۱	۰/۳۹	۰/۳۱	۰/۳۹	۰/۶۲	۰/۴۱	۱	۰/۴۲	۱
۲۰	۰/۳۳	۱	۰/۴۷	۱	۰/۲۱	۱	۰/۱۰	۱	۰/۲۶	۱	۰/۸۶	۱	۰/۴۷
۲۱	۰/۴۲	۱	۰/۱۹	۱	۰/۳۰	۱	۰/۱۶	۱	۰/۲۷	۱	۰/۷۵	۱	۰/۷۶
۲۲	۰/۱۸	۰/۷۴	۰/۰۸	۰/۷۴	۰/۸۶	۰/۶۶	۰/۰۳	۰/۶۶	۰/۲۱	۰/۶۶	۰/۸۰	۰/۷۰	۰/۴۷
۲۳	۰/۱۶	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۶۴	۰/۳۲	۰/۵۵	۰/۰۵	۰/۵۶	۰/۲۶	۰/۵۴	۰/۷۴	۰/۵۸	۰/۴۹
۲۴	۰/۴۰	۰/۶۱	۰/۲۵	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۵۹	۰/۱۴	۰/۶۰	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۹۶	۰/۶۷	۰/۸۲

همانطور که در جدول شماره ٤ قابل مشاهده است مدل شبکه‌ای پویا با مقادیر پیش‌بینی‌شده نیز مانند داده‌های تاریخی عمل کرده بنابراین واحدهای مرجع را با آن مقادیر ساخته و نمرات کارایی دوره‌های ۱۷ و ۱۸ که مربوط به دوره‌های آتی می‌باشد را برای مرحله ۱ و مرحله ۲ هر شعبه بانک و کارایی کل هر واحد را برای مجموع شش دوره محاسبه کرده است. علاوه بر آن با توجه به جدول شماره ٤ عملکرد یک شعبه به صورت کلی و عملکرد هر مرحله و هر سال در مقایسه با سایر شعب مشخص شده است و سهم هر مرحله و هر سال در کارایی و ناکارایی قابل مشاهده می‌باشد.

بنابراین با توجه به پیش‌بینی کارایی در دوره‌های ۱۷ و ۱۸ می‌توان با اتخاذ تصمیماتی افزایش کارایی در آینده را بدست آورد بعنوان مثال کارایی مرحله ۱ (جمع‌آوری سپرده) شعبه ٤ در دوره ۰/۱۸،٦۲ شده است، یعنی این واحد برای کارا شدن مرحله جمع‌آوری سپرده، باید خروجی‌های این مرحله (سپرده) را ۱/٦۱ (۱ تقسیم بر ۰/٦۲) برابر کند تا کارا شود.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره (۱) کارایی بخشهای واحد ۹ و ۱۰ برای شش دوره آخر

همچنین کارایی مرحله دوم (مرحله وامدهی) این شعبه ۰/۵۲ شده است، یعنی اگر این شعبه بخواهد فقط مرحله دوم خود را مستقل از مرحله ۱ کارا کند می‌بایستی میزان وام پرداختی خود را ۱/۹۲ (۱ تقسیم بر ۰/۵۲) برابر نماید. این می‌تواند یک برنامه برای بخشهای شعبه ٤ در شش ماهه دوم سال ۹۷(دوره ۱۸) باشد. بنابراین می‌توان برای بخشهای جمع‌آوری سپرده و وامدهی برای هر شعبه هدف‌گذاری نمود و از این طریق از وقوع ناکارایی در آینده جلوگیری کرد.

نمودار شماره ۱ کارایی بخشهای واحد ۹ و ۱۰ را برای شش دوره آخر نمایش می‌دهد. این نمودار روند کارایی پیش‌بینی‌شده در دوره‌های آتی ۱۷ و ۱۸ را برای بخش جمع‌آوری سپرده (مرحله اول) و بخش وامدهی (مرحله دوم) برای شعب ۹ و ۱۰ بخوبی نشان می‌دهد. همانطور که در نمودار شماره ۱ قابل مشاهده است کارایی مرحله اول شعب ۹ و ۱۰ دارای روند نسبتا ثابت می‌باشد و در دوره ۱۷ و ۱۸ نیز همین روند پیش‌بینی‌شده است. اما پیش‌بینی می‌شود بخش دوم شعبه ۹ در دوره ۱۷ و ۱۸ از کارایی به ناکارایی برسد. و پیش‌بینی می‌شود بخش دوم شعبه ۱۰ در دوره ۱۷ دارای افزایش کارایی باشد واین روند در دوره ۱۸ کاهشی باشد. بنابراین پیش‌بینی کارایی ساختار داخلی یک واحد تصمیم‌گیرنده این امکان را به مدیران می‌دهد که برای بخشهای مختلف هدف‌گذاری کرده و برای کنترل کارایی در اینده برنامه‌ریزی نمایند.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه تا کنون از مدل‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش کارایی استفاده شده است در این پژوهش تلاش شده است با استفاده از ترکیب این مدل‌ها با تکنیک‌های پیش‌بینی، رویکرد جدیدی جهت پیش‌بینی کارایی در آینده ارائه گردد. این کار نقش مدیران را از ارزیاب به برنامه‌ریز ارتقا می‌دهد. بنابراین با پیش‌بینی مقادیر کارایی می‌توان کارایی در آینده را کنترل کرد. کنترل کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده و بخشهای آن، حفظ کارایی واحدهای کارا و جلوگیری از ناکارایی بخشهای یک واحد تصمیم‌گیرنده قبل از وقوع ناکارایی از ضرورت‌های پژوهش حاضر بشمار می‌رود. از آنجاییکه ماهیت پیش‌بینی در طول زمان معنا دارد. پس مدل مناسب آن مدل‌های پویا یا مدل‌های شبکه‌ای پویا می‌باشد. از طرف دیگر چون کارایی بخش‌های شعب بانک مورد توجه می‌باشد. پس بهترین مدل برای محاسبه کارایی، مدل شبکه‌ای پویا می‌باشد، که همزمان و هم ساختار داخلی شعب را در نظر می‌گیرد.

از آنجا که مدل شبکه عصبی در پیش‌بینی بسیار مورد استفاده می‌باشد از ترکیب آن با تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا مقادیر کارایی برای دو دوره بعد حاصل شد. با نتایج بدست آمده مدیران می‌توانند کارایی مراحل یک شعبه در آینده را محاسبه کرده و جهت افزایش کارایی برنامه‌ریزی نمایند بعنوان مثال کارایی مرحله اول شعبه بیست و چهارم برای دوره ۱۷ که ششماهه اول سال ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد، ۵۰ درصد پیش‌بینی‌شده است. که نسبت به دوره‌های گذشته روند کاهشی را پیش‌بینی می‌کند. بنابراین مدیران در زمان حال می‌توانند قبل از وقوع این ناکارایی نسبت به اتخاذ تصمیمات لازم جهت جلوگیری از این ناکارایی در جمع‌آوری سپرده اقدامات لازم را صورت دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

در دوره‌های ۹ و ۱۰ کارایی مرحله دوم که در دوره‌ی قبل صد در صد محاسبه شده است. مطابق مقادیر مدل، پیش‌بینی‌شده است که در دوره‌های ۱۷ و ۱۸ که شامل ششماهه اول و دوم سال ۱۳۹۷ می‌باشد ناکارا خواهند شد. بنابراین مدیران می‌توانند در زمان حال از این ناکارایی مطلع شده و با برنامه‌ریزی از ناکارا شدن واحدهای کارا جلوگیری نمایند.

همچنین در مورد شعبی که پیش‌بینی‌شده که در آینده کارا هستند با حفظ وضعیت موجود و عدم تغییرات، کارایی را برای دوره‌های آینده بدست آورد. که مرحله اول شعب ۱۱،۲۰ و ۲۱ از این جمله می‌باشند. محاسبه دامنه ای از مقادیر متغیرهای ورودی و خروجی که در آن دامنه کارایی حفظ می‌شود، و قراردادن این مقادیر به عنوان یک هدف برای واحدهای کارا، پیشنهادی برای پژوهش‌های آینده می‌باشد.

همچنین در بعضی شعب روند کارایی ثابت است مانند شعبه ۱۱ و روند کارایی در برخی دیگر از شعب مانند مرحله دوم شعبه ۱۵ که در دوره‌های مختلف نوسانی است. این موضوع می‌تواند موضوع پژوهشی برای کنترل روند کارایی در آینده باشد. همچنین با توجه به مقادیر بدست آمده در جدول شماره چهار مشاهده می‌شود که اگر کارایی مرحله اول بالا باشد کارایی مرحله دوم پایین است و بالعکس مانند شعبه ۷ و شعبه ٤ این مقادیر این موضوع را بیان می‌کند که ممکن است تعارضی بین کارایی مرحله اول و مرحله دوم وجود داشته باشد. بنابراین برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری برای بدست آوردن بهترین کارایی برای یک شعبه و نه بهترین کارایی برای هر یک از بخش‌ها می‌تواند موضوع مناسبی برای پژوهش‌های آینده باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود از تکنیک‌های دیگر پیش‌بینی مانند مدل‌های اقتصاد سنجی برای بالا بردن دقت پیش‌بینی کارایی استفاده شود.

منابع

۱- رضا سلیمانی دامنه، منصور مومنی، امین مصطفایی، & محسن رستمی مال خلیفه. توسعه یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا برای ارزیابی عملکرد بانک‌ها. چشم انداز مدیریت صنعتی، ۷(۱), ۸۹-٦۷.

2- Akther, S., Fukuyama, H., & Weber, «Estimating two-stage network slacks-based inefficiency: An application to Bangladesh banking». Omega,41(1), 88-96.4.

3- Avkiran, N.K., (2015). «An illustration of dynamic network DEA in commercial banking including robustness tests ». Omega, 55, 141-150.

4- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984). «some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis». Management Science. 30(9), 1078-1092.

5- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). «Efficiency of financial institutions:International survey and directions for future research». European Journal of Operational Research, 98, 175–212.

6- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). «Measuring the efficienc of decision making units». European Journal of Operational Research, 2, 429-444.

7- Chen, C., Yan, H., (2011). «Network DEA model for supply chain performance evaluation». European Journal of Operational Research, 213(1), 147–55.

8- Chen, Y., Cook, W. D., Li, N., Zhu, J., (2009). «Additive efficiency decomposition in two-stage DEA». European Journal of Operational Research, 196(3), 1170-1176.

9- Chun Tsai, M., Ping Lin, S., Chan Cheng, C., Ping Lin, Y., 2009. «The consumer loan default predicting model-An application of DEA-DA and neural network». Expert System. Appl. 36 (4), 11682e11690.

10- Cook, W. D., Zhu, J., Bi, G., Yang, F., (2010). «Network DEA: additive efficiency decomposition». European Journal of Operational Research, 207(2), 11-22.

11- Drake, L., Hall, M., & Simper, R. (2009). «Bank modelling methodologies: Acomparative non-parametric analysis of efficiency in the Japanese banking secto»r. Journal of International Financial Institutions and Money, 19(1), 1-15.

12- Desheng, W.U., Yang, Z., Liang, L., 2006. «Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency of a large Canadian bank». Expert Syst. Appl. 31 (1) 108e115.

13- Du, J. A., Liang, L. A., Chen, Y., Cook, W. D., Zhu, J., (2011). «A bargaining game model for measuring performance of two-stage network structures». European Journal of Operational Research, 210 (2), 390-397.

www.SID.ir

Archive of SID

14- Emrouznejad, A., Shale, E., 2009. «A combined neural network and DEA for measuring efficiency of large scale datasets». Comput. Ind. Eng. 56 (1), 249e254.

15- Färe, R., (1991). «Measuring Farrell efficiency for a firm with intermediate inputs». Academia Economic Papers, 19, 329-340.

16- Färe, R., Grosskopf, S., (1996). «Productivity and intermediate products: A frontier approach». Economics letters, 50(1), 65-70.

17- Fare, R., & Grosskopf, S. (2000). «Network DEA. Socio-Economic Planning Sciences», 34, 35-49.

18- Färe, R., Whittaker, G., (1995). «an intermediate input model of dairy production using complex survey data». Journal of Agricultural Economics, 46(2), 201-213.

19- Farsijani, H., Arman, M.H., Hoseinbeigi, A. & Jalili, A. (2011). «Presenting DEA model by input-output oriented approach». Journal of Industrial Management Perspective, 1, 39-56.

20- Fukuyama, H., & Matousek, R. (2016). «Modelling Bank Performance: A Network DEA Approach», European Journal of Operational Research, doi: 10.1016/j.ejor.2016.10.044

21- Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2009a). «Estimating indirect allocative inefficiency and productivity change». Journal of the Operational Research Society, 60(11), 1594–1608.

22- Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2009b). «A directional slacks-based measure of technical inefficiency». Socio-Economic Planning Sciences, 43(4), 274–287.

23- Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2010). «A slacks-based inefficiency measure for a twostage system with bad outputs». Omega, 38(5), 239–410.

24- Fukuyama, H., & Weber, W.L. (2015a). «Measuring Japanese bank performance: A dynamic network DEA approach». Journal of Productivity Analysis, 44(3), 249-264.

25- Fukuyama, H., & Weber, W.L. (2016a). «Japanese bank productivity, 2007- 2012: A dynamic network approach. Mimeo».

26- Holod, D., & Lewis, H. F. (2011). «Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency mode». Journal of Banking and Finance, 35, 2801-2810.

27- Ibiwoye, A., Ajibola, E., Sogunro, A.B., 2012. «Artificial neural network model for predicting insurance insolvency». Int. J. Manag. Bus. Res. 2 (1), 59e68.

28- Jahanshahloo, G. R., Hadi-Vencheh, A., Foroughi, A. A., Kazemi-Matin, R., (2004). «Inputs/ outputs estimation in DEA when some factors are undesirable». Applied Mathematics and Computations, 156(1), 19–32.

29- Kao, C., (2009). «Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational mode»l. European Journal of Operational Research, 192(3), 949–962.

30- Kao, C. (2009b). «Efficiency measurement for parallel production systems». European Journal of Operational Research, 196, 1107-1112.

31- Kao, C. (2014a). «Efficiency decomposition for general multi-stage systems in data envelopment analysis». European Journal of Operational Research, 232, 117- 124.

32- Kao, C. (2014). «Network data envelopment analysis: A review». European journal of operational research, 239(1), 1-16.

33- Kao, C., Hwang, S. N., (2008). «Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan». European Journal of Operational Research, 185(1), 418-429.

34- Kao, C., & Hwang, S. N. (2010). «Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance». Decision Support Systems, 48, 437-446.

35- Kao, C., & Liu, S. T. (2014). «Multi-period efficiency measurement in data envelopment analysis: The case of Taiwanese commercial banks». Omega, 47, 90-98.

36- Kao, C., & Liu, S. (2009). «Stochastic data envelopment analysis in measuring the efficiency of Taiwan commercial banks». European Journal of Operational Research, 196(1), 312-322.

37- Khushalani, J., & Ozcan, Y. A. (2017). «Are hospitals producing quality care efficiently? An analysis using Dynamic Network Data Envelopment Analysis (DEA) ». Socio-Economic Planning Sciences, 60, 15-23.

www.SID.ir

Archive of SID

38- Krakovsky, R., Forgac, R., 2011. «Neural network approach to multidimensional data classification via lustering». In: IEEE. 9th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, pp. 169e174.

39- Lewis, H. F., & Sexton, T. R. (2004). «Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure». Computers and Operations Research, 31(9), 1365-1410.

40- Liang, L., Cook, W. D., Zhu, J., (2008). «DEA models for two- stage processes: Game approach and efficiency decomposition». Naval Research Logistics (NRL), 55(7), 643-653.

41- Lin, T. Y., & Chiu, S. H. (2013). «Using independent component analysis and network DEA to improve bank performance evaluation». Economic Modelling, 32, 608-616.

42- Liu, S. T. (2009). «Slacks-based efficiency measures for predicting bank performance. Expert Systems with Applications, 36(2), 2813–2818.

43- Lozano, S. (2016). «Slacks-based inefficiency approach for general networks with bad outputs: An application to the banking sector». Omega, 60, 73-84.

44- Luo, X. M. (2003). «Evaluating the profitability and marketability efficiency of large banks: An application of data envelopment analysis». Journal of Business

45- Lu, P., Rosenbaum, M.S., 2003. «Artificial neural network and grey system for the prediction of slope stability». Nat. Hazards 30 (3), 383e398.

46- McCulloch, W., Pitts, W., 1943. «A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity». Bull. Math. Biophys. 5 (4), 115e133.

47- Melchiorre, C., Matteucci, M., Azzoni, A., Zanchi, A., 2008. «Artificial neural networks and cluster analysis in landslide susceptibility zonation». Geomorpho 94 (3),379e400.

48- Moreno, P. & Lozano, S. (2016). «Super SBI Dynamic Network DEA approach to measuring efficiency in the provision of public services». International Transactions In Operational Research, 1-21.

49- Rumelhart, D.E., Hinton, G.E., Williams, R.J., 1986. «Learning representations by back propagating errors». Nature 323 (6088), 533e536.

50- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). «Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks». Management Science, 45, 1270-1288.

51- Soleymani Mal Khalifeh, R., Momeni, M, Mostafaee, A. & Soleymani Mal Khalifeh, M. (2017). «Presenting Dynamic NDEA model For Evaluation Efficiency of Banks». Journal of Industrial Management Perspective, 25, 67-89. (In Persian)

52- Soltanzadeh, E., & Omrani, H. (2018). «Dynamic network data envelopment analysis model with fuzzy inputs and outputs: An application for Iranian Airlines». Applied Soft Computing, 63, 268-288.43.

53- Tone, k., & Tsutsui, M. (2010). «Dynamic DEA: A slacks-based measure approach». Omega, 38, 3-4.

54- Tone, T., & Tsutsui, M. (2014). «Dynamic DEA with network structure: A slacks-based measure approach». Omega, 42, 124-131.

55- Tone, K., & Tsutsui, M. (2009). «Network DEA: A slacks-based measure approach». European Journal of Operational Research, 197, 243-252.

56- Wacker, J. G. (1998). «A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management». Journal of Operations Management, 16(4), 361-385.

57- Wu, Y., Ting, I., Lu, W., Nourani, M. & Kweh, Q. (2016). «The impact of earnings management on the performance of ASEAN banks». Economic Modelling, 53, 156-165.

58- Zhang, G.P., 2000. «Neural networks for classification: a survey». IEEE Trans. Syst. Man. Cybern. C. Appl. Rev. 30 (4), 451e462.

59- Zhang, W.J., 2011. «Simulation of arthropod abundance from plant composition». Comput. Ecol. Softw. 1 (1), 37e48.

60- Zhang, W.J., Wei, W., 2009. «Spatial succession modeling of biological communities: a multi-model approach». Environ. Monit. Assess. 158 (1e4), 213e230.

www.SID.ir

Archive of SID

61- Zha, Y., Liang, N., Wu, M. & Bian, Y. (2016). «Efficiency evaluation of banks in china: A dynamic two-stage slacks-based measure approach», Omega.

62- Zhou, Z., Sun, L., Yang, W., Liu, W., Ma, C., (2013). «A bargaining game model for efficiency decomposition in the centralized model of two-stage systems». Computers & Industrial Engineering,

پی نوشت:

1-Data Envelopment Analysis(DEA)
۲-Dynamic Data Envelopment Analysis (DDEA)
3-Network Data Envelopment Analysis(NDEA)
٤-Decision Making Unit(DMU)
5-Dynamic Network Data Envelopment Analysis(DNDEA)

www.SID.ir