ارزیابی کارآیی شعب بانک با استفاده از ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و نظریه بازی همکارانه

مهدیه اخباری[۱]
مرضیه مظفری[۲]
زهرا عبداللهی[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۰/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۰/۰۹/۰۱

چکیده

مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها کارایی واحدهای تصمیم گیرنده را بر اساس یک مرز کارای مشترک محاسبه می‌کنند و تفاوتی بین واحدهای کارا قائل نیستند. در این پژوهش، روش ابرکارایی وکارایی متقاطع به منظور رتبه بندی شعب کارآمد بانک‌ها قبل از فاز همکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس در فاز همکاری، هر شعبه کارآمد به عنوان بازیکن و زیرمجموعه‌های شعب کارآمد به عنوان ائتلاف در نظر گرفته می‌شوند و با استفاده از روش نظریه بازی‌های همکارانه و ارزش شیپلی مسئله مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه، متغیر تغییر کارایی، تاثیر هر شعبه کارآمد را در ائتلاف‌های مختلف نشان می‌دهد. از مجموع متغیر تغییر کارایی شعب کارآمد در هر ائتلاف، یک تابع مشخصه با عنوان سود حاصل از ائتلاف معرفی می‌گردد. مقدار این تابع مشخصه برای تمام ائتلاف‌های ممکن تعیین می‌گردد و ارزش شیپلی به عنوان راه حل این بازی همکارانه معرفی و رتبه بندی شعب کارا در شرایط همکاری ارائه می‌گردد. مدل حاصل بر روی یک مطالعه موردی پیاده سازی شده و رتبه شعب کارا در روش ابر کارایی و کارایی متقاطع(قبل از همکاری) و روش ارزش شیپلی (بعد از همکاری) با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

کلمات کلیدی

ارزیابی کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، نظریه بازی‌های همکارانه، ارزش شیپلی.

۱- گروه مهندسی صنایع، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) m_akhbari@iauec.ac.ir
۲- گروه مهندسی صنایع، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. m_mozafari@iauec.ac.ir
۳- گروه مهندسی صنایع، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.mar.a.eng۶۱@gmail.com

مقدمه

سازمان‌ها برای بقا در محیط رقابتی امروز ناگزیر به ارزیابی و پایش مستمر عملکرد خود و اعضای خود می‌باشند. یک ارزیابی کامل از عملکرد و کارآیی سازمان می‌تواند راهگشا و نقشه‌راهی به منظور پیشرفت‌های آتی باشد و از سویی دیگر، بدون داشتن یک ارزیابی مناسب، سازمان‌ها با خطر روزمرگی، عدم پیشرفت و حتی عقب ماندگی و در نهایت سقوط گردند (پارک و همکاران، ۲۰۱۵). به دلیل اهمیت ارزیابی و پایش عملکرد سازمان‌ها و افراد، تحقیقات فراوانی در سال‌های اخیر در این زمینه انجام شده است و محققان هر یک از زاویه‌ای به ارزیابی نگریسته و مدل‌ها و شیوه‌های مختلفی را به این منظور ارائه کرده‌اند.

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یکی از کاراترین و رایج ترین تکنیک‌های ارزیابی عملکرد با مستندات عینی و تجربی و یک روش کمی است. DEA یک تکنیک ناپارامتریک به منظور سنجش و ارزیابی کارآیی نسبی مجموعه‌ای از پدیده‌ها (سازمان‌ها) با ورودی و خروجی‌های قطعی است (پارک و همکاران، ۲۰۱۵). یکی از مزیت‌های مهم این تکنیک این است که نیازی به مفروضات و محدودیت مدل‌های سنتی سنجش کارایی ندارد. از زمان معرفی این روش، به طور گسترده و فراگیری در اغلب سازمان‌ها اعم از انتفاعی و غیرانتفاعی استفاده شده است. مبنای استفاده از این روش، ایجاد یک نسبت سازگار از مجموع موزون خروجی‌ها به مجموع موزون ورودی‌ها برای هر واحد تصمیم گیری (DMU) می‌باشد (سیمار، ۲۰۱۱).

با توجه به شرایط دشوار اقتصادی و بحران‌های عظیم مالی که در سطح دنیا اتفاق افتاده است، موسسات مالی نیز همچون سایر سازمان‌ها نیازمند ارزیابی مستمر عملکرد و کارآیی واحدهای خود می‌باشند. یکی از این موسسات اقتصادی و مالی، بانک‌ها می‌باشند. فشارها و رقابت‌های ناشی از جهانی شدن و رشد چشمگیر و روز افزون موسسات مالی و اعتباری غیربانکی در سال‌های گذشته، بانک‌ها را وادار کرده تا برای بقا و رقابت، ارزیابی مداوم عملکرد شعب خود را در دستور کار قرار دهند. بانک‌ها هر ساله با انجام پژوهش‌ها و ارزیابی عملکرد خود، باید نسبت به کارآیی خود واقف بوده و به منظور مقابله با چالش‌ها و نقصان‌های موجود راهکارهایی بیندیشند. عوامل و فاکتورهای فراوانی وجود دارند که بر روی کارآیی بانک‌ها تاثیرگذار می‌باشند که به همین دلیل، به منظور ارزیابی عملکرد این نهادهای مالی، لازم است تا معیارهای مختلفی مورد بررسی قرار گیرد. در گذشته صرفا معیارهای مالی و از جنس هزینه در راستای سنجش کارآیی و عملکرد بانک‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گرفت. این در حالی است که افزون بر معیارهای مالی و پولی، معیارهای کیفی و کمی دیگری نیز وجود دارند که می‌توانند در راستای ارزیابی عملکرد موسسات مالی و اعتباری ملاک عمل قرار گیرند. تحلیل پوششی داده‌ها این امکان را به

مدیران، تصمیم گیرندگان و همچنین ارزیابان می‌دهد تا با در نظر گرفتن معیارها و متغیرهای مختلف بتوانند ارزیابی و سنجش دقیق تری را از عملکرد بانک‌های تحت مدیریت خود داشته باشند.

مدل‌های کلاسیک DEA کارآیی واحدهای تصمیم گیری را بر اساس رویکرد رایج مرز کارآیی محاسبه می‌کنند بدون آن که توانایی تمایز بین واحدهای کارا را داشته باشند. در این راستا، رویکرد جدیدی به منظور رتبه بندی واحدهای تصمیم گیری کارآ بر مبنای یک مرز کارآی در بر گیرنده‌ی تمامی واحدهای تصمیم گیری ارائه شده است. این امر منجر به یک مسئله‌ی چندسطحی می‌گردد که در آن واحدهای تصمیم گیرنده‌ی کارآی مختلف بر اساس مرزهای کارآی مختلفی ارزیای می‌گردند (لی و همکاران، ۲۰۱۶). رویکرد مناسب به منظور ایجاد این مسئله‌ی چندسطحی، رویکرد بازی همکارانه می‌باشد. در این راستا، واحدهای تصمیم گیرنده‌ی کارا به عنوان بازیکنان و همچنین مجموعه‌ی واحدهای کارا به عنوان ائتلاف در نظر گرفته می‌شوند.

در این تحقیق در نظر داریم تا نسبت به سنجش کارآیی شعب بانک‌ها با استفاده از ابزارهای تحلیل پوششی داده‌ها و نظریه‌ی بازی‌های همکارانه اقدام نماییم. در این راستا، با شناخت معیارها و شاخص‌های کارایی عملکرد و همچنین جمع آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، نسبت به یک ارزیابی جامع و فراگیر از کارآیی شعب بانک اقدام نموده و ضمن معرفی شعب کارا، رتبه بندی جامعی از طریق راه حل ارزش شیپلی ارائه خواهیم کرد.

ادامه مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است. در بخش دوم به مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه‌ی موضوع مورد بحث پرداخته خواهد شد. در بخش سوم روش تحقیق مورد نظر و مراحل طراحی مدل ارائه خواهد شد. . در گام بعدی متغیرها و پارامترهای مدل معرفی و سپس مدل نهایی ارائه خواهد شد. در بخش چهارم نتایج کار تحقیقی بر روی یک مطالعه موردی ارائه خواهد شد و همچنین اعتبارسنجی روش پیشنهادی انجام خواهد شد تا از صحت مدل اطمینان حاصل گردد. در بخش پنجم خلاصه‌ای از نتایج به دست آمده ارائه خواهد شد و همچنین پیشنهادات جهت توسعه آتی بیان می‌گردد.

پیشینه پژوهش

کارآیی مربوط به اجرای درست کارها در سازمان است؛ یعنی تصمیماتی که با هدف کاهش هزینه‌ها، افزایش مقدار تولید و بهبود کیفیت محصول اتخاذ می‌شوند (پاگنوزی و سارال، ۲۰۱۹). کارآیی عبارت است از نسبت بازده واقعی بدست آمده به بازدهی استاندارد و تعیین شده (مورد انتظار) یا نسبت مقدار کاری که انجام می‌شود به مقدار کاری که باید انجام شود. بانک نهادی اقتصادی است که وظیفه‌هایی چون تجهیز و توزیع اعتبارات، عملیات اعتباری، عملیات مالی، خرید و فروش ارزها، نقل و انتقال وجوه،

وصول مطالبات اسنادی و سود سهام مشتریان، پرداخت بدهی مشتریان، قبول امانات، نگهداری سهام و اوراق بهادار و اشیای قیمتی مشتریان، انجام وظیفه قیمومیت و وصایت برای مشتریان، انجام وکالت خریدها و فروش را بر عهده دارند. در حوزه ارزیابی کارایی بانک‌ها پژوهش‌های متعددی با استفاده از تحلیل پوششی داده صورت گرفته است. پارادی و اسکافنیت(۲۰۰۴) در مقاله‌ای به ارزیابی عملکرد شعب تجاری یک بانک بزرگ کانادایی با استفاده از DEA پرداختند. در این مقاله دو مدل تشریح گردیده است. یک مدل، با نگاه مستقیم به منابع و بیشتر برای مدیریت هر شعبه مفید است و مدل دیگر، شامل نتایج مالی شعب است که مدیریت ارشد محور است. در این مطالعه در مدل ورودی گرا، حداقل کردن هزینه منجر به نتایج ارزشمند عملکرد انفرادی شعب گشت. مدل‌های خروجی گرا، تاکید بانک نسبت به رشد در برخی مناطق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پورتلا و داناسولیز (۲۰۰۷) در مقاله‌ای به ارزیابی شعب یک بانک‌پرتقالی از نظر عملکرد آنها در سه‌حوزه مختلف شامل کارایی آنها در تقویت استفاده از کانال‌های معاملاتی جدید، کارایی آنها در افزایش فروش و پایگاه مشتری و بهره وری آنها در سود پرداختند. آنها در این مقاله، برای ارزیابی عملکردهای مختلف، از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. آنها بین عملیات و بهره وری سود و همچنین بین معاملات و کارهای عملیاتی پیوندهایی یافتند و به این نتیجه رسیدند که کیفیت خدمات با کارایی عملیاتی و سود ارتباط مثبت دارد. آریف و کن در تحقیقی که در سال ۲۰۰۸ انجام دادند، عملکرد بانک‌های چینی را با روش DEA و رگرسیون مرحله دوم مورد ارزیابی قرار دادند. آنها با ارائه معیارهای ورودی و خروجی، نسبت به سنجش عملکرد بانک‌های منتخب در کشور چین اقدام نمودند و نتایج به دست آمده حکایت از کارآیی این روش ترکیبی در برآورد کارآیی بانک‌های مربوطه داشت. لئو و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای از تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه گیری کارایی نسبی در یک بانک در تایوان و بررسی عملکرد و تغییرات بهره وری هنگام اجرای مبادله داده‌های الکترونیکی مالی بانک استفاده کردند. نتایج تجربی در این مطالعه نشان داد که بانک مورد نظر می‌تواند مدل DEA را به عنوان مرجع بروز رسانی کل عملکرد عملیاتی و ایجاد مزیت رقابتی بکار گیرد. استاب و همکاران (۲۰۱۰) کارایی اقتصادی، فنی و تخصیص منابع بانک‌های برزیل را در مقایسه با بانک‌های اروپایی و آمریکایی در بازه سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ با استفاده از مدل تحلیل‌پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند. رخشان و همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه مروری، به بررسی ۷۵ مقاله در خصوص مدل‌های ارزیابی کارایی شعب بانک‌ها از سال ۱۹۸۵ تا اوایل سال ۲۰۱۵ پرداختند و بر اساس آن یک دسته بندی از این مدلها ارائه نمودند، مدل‌های مبتنی بر مدل پایه DEA، مدلهای چند سطحی، مدل‌های ترکیبی و مدل‌های خاص. در مقاله آنها همچنین، آماره‌هایی از کاربرد DEA در ارزیابی شعب بانک‌ها از منظر

رویکردهای مختلف اندازه گیری که توسط محققان اتخاذ شده اند و فراوانی ظهور مدل‌های هر دسته در ادبیات بحث، استخراج و ارائه شده است. مقایسه آماری نشان داده شده است که محبوبیت مدل‌های چند سطحی نسبت به مدل‌های تک سطحی در حال افزایش است. بعلاوه، می‌توان نتیجه گرفت که از منظر رویکردهای اندازه گیری عملکرد که در شعب بانک‌ها اعمال می‌شود، رویکرد تولید بیشتر از بقیه استفاده شده است. فوکویاما و ماتوسک (۲۰۱۷) از یک مدل DEA دو مرحله‌ای به منظور ارزیابی عملکرد بانک‌ها در ژاپن در حوزه اعتباری در یک بازه ۱۳ ساله پرداختند. کامارودین و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی کارایی درآمد بخش بانکداری اسلامی مالزی با در نظر گرفتن عوامل داخلی و خارجی (اقتصاد کلان) در بازه سالهای ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ با استفاده از DEA می‌پردازند و آنها همچنین با استفاده از رگرسیون پنل عوامل تعیین‌کننده کارایی در بانک‌ها را مورد مطالعه قرار داده و دریافتند قدرت بازار، نقدینگی و کیفیت مدیریت بیشترین تاثیر را بر بهره وری بانک‌ها مالزی دارند. نوبهار و عادل آذر (۱۳۹۴)، با استفاده از یک مدل CCR خروجی محور با در نظر گرفتن ۱۰ معیار شامل ۳ داده و ۷ ستانده که با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی بدست آمده اند، به ارزیابی شعب بانک پرداختند. احدزاده و همکاران (۱۳۹۸) نیز به ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن در تحلیل پوششی داده‌ها با در نظر گرفتن شش متغیر شامل هزینه عملیاتی و غیر عملیاتی به عنوان ورودی و چهار متغیر درآمد مشاع، درآمد غیرمشاع، نسبت بانکداری الکترونیکی و میزان کاهش نرخ تجهیز به عنوان خروجی پرداختند. لی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به مسئله‌ی تخصیص یک هزینه‌ی ثابت بر اساس یک رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها – نظریه‌ی بازی‌ها پرداختند. در این راستا، پس از تعریف دقیق مسئله‌ی تخصیص هزینه‌ی ثابت، رویکردی مبتنی بر ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و نظریه‌ی بازی‌ها ارائه شد. این رویکرد هم بر روی مسائل عددی تولیدی و هم بر روی یک نمونه‌ی موردی پیاده سازی شد که نتایج حکایت از بهینه شدن تخصیص هزینه نسبت به زمانی است که همکاری بین طرف‌های درگیر در بازی وجود ندارد. توانا و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به ارائه‌ی یک چارچوب مبتنی بر بازی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌های فازی دو مرحله‌ای با استفاده از یک مدل بازی چانه زنی پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که رویکرد ارائه شده موجب بهبود کلی کارآیی هر یک از واحدهای تصمیم گیری پس از قرار گرفتن در بازی همکارانه شده است. به منظور نشان دادن کارکرد رویکرد ارائه شده، یک نمونه‌ی موردی مورد استفاده قرار گرفت و نتایج حکایت از بهبود قابل ملاحظه‌ی کارآیی هر یک از واحدهای تصمیم گیرنده شد. عمرانی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به ارائه‌ی یک تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر نظریه بازی‌ها به منظور سنجش کارآیی بیمارستان‌ها در شرایط همکارانه پرداختند. به منظور در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترهای مسئله، برخی پارامترها

با رویکرد فازی در نظر گرفته شدند. مدل ارائه شده هم در شرایط غیرهمکارانه و هم در شرایط همکارانه مورد بررسی قرار گرفت. یک نمونه‌ی موردی مربوط به تعدادی بیمارستان ارائه و رویکرد تحقیق بر روی آن پیاده سازی شد. نتایج به دست آمده حکایت از بهبود کارآیی بیمارستان‌ها در شرایط همکارانه داشت. محمودی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی به ارائه‌ی رویکردی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای و نظریه‌ی بازی‌ها به منظور ارزیابی کارآیی عملکرد زیست محیطی نیروگاه‌های حرارتی در کشور ایران پرداختند. در این راستا، بحث همکاری بین نیروگاه‌های حرارتی به منظور بهبود کارآیی زیست محیطی هر یک مطرح شد. بدین منظور، بحث مقدار دی اکسید کربن خروجی به عنوان معیاری برای کارآیی زیست محیطی مطرح شد. نتایج به دست آمده حاصل از پیاده سازی مدل تحقیق بر روی نمونه‌ی موردی حکایت از کارکرد مناسب رویکرد پیشنهادی در افزایش کارآیی زیست محیطی نیروگاه‌های مورد بررسی داشت. باتمیز و دادی (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارزیابی ورشکستگی با استفاده ازروشی جدید در نظریه بازی‌ها و برنامه‌ریزی بازه‌ای پرداختند. در این مقاله با استفاده از مفاهیم نظریه‌ی بازی‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) که مفهوم کاربردی آن در تمامی جهت‌ها عینیت دارد و تلفیق آن با مدل‌های نادقیق از نوع بازه ای، مسئله‌ی ورشکستگی را ارزیابی و یک نوع بازی بازه‌ای را برای پیش بینی ورشکستگی تعیین می‌شود و در آخر بازه‌ی خوش بینانه و بدبینانه‌ای را برای ارزیابی ورشکستگی معرفی می‌شود که در ارزیابی‌های دقیق اقتصادی با مفاهیم نادقیق کمک شایانی می‌کند و در مسائلی که عدم قطعیت حضور دارد به راحتی می‌توان با تبدیل آنها به حالت‌های بازه‌ای مسائل را ساده تر تحلیل و بررسی کرد. شکری و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به ارائهٔ مدل جامع ارزیابی عملکرد در محیط رقابتی با رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها، کارت امتیازی متوازن، و تئوری بازی‌ها (مطالعهٔ موردی: شرکت‌های سیمان) پرداختند. در این تحقیق مدلی جامع برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری ارائه شد. در مدل ارائه‌شده از کارت امتیازی متوازن به منزلهٔ چارچوبی برای طراحی ساختار مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های به‌هم‌پیوسته استفاده شد. چهار مدل تحلیل پوششی داده‌های خروجی‌محور با بازده متغیر نسبت به مقیاس برای هر یک از چهار وجه کارت امتیازی متوازن در نظر گرفته شد و شاخص‌هایی متناسب با هر یک از وجوه به منزلهٔ ورودی و خروجی‌های مدل‌ها به کار رفت. در این مدل به نظریهٔ بازی چانه‌زنی نش برای نشان‌دادن تأثیر قدرت چانه‌زنی واحدها در محیط رقابتی توجه شد. بدین ترتیب رویکردی همه‌جانبه برای ارزیابی و بهبود عملکرد واحدها در محیط رقابتی ارائه شد. در پایان، با ارائهٔ مطالعهٔ موردی هفده شرکت سیمان، از مجموعهٔ هلدینگ شستا، مدل اجرا و راهکارهایی برای بهبود وضعیت واحدهای با عملکرد ضعیف پیشنهاد شد. لی و همکاران (۲۰۱۶) در

تحقیقی به ارائه‌ی مدلی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و نظریه‌ی بازی‌های همکارانه به منظور ارزیابی کارآیی واحدهای تصمیم گیری ارائه نمودند. در این مقاله، با بهره گیری از رویکرد ترکیبی نظریه‌ی بازی‌ها و تحلیل پوششی داده‌ها، یک مدل برنامه ریزی ریاضی چندمرحله‌ای ارائه شد که در آن ضمن معرفی واحدهای کارآ، مقایسه‌ی بین عملکرد و رتبه بندی واحدها نیز صورت می‌پذیرد. لوزانو (۲۰۱۲) به موضوع به اشتراک گذاری اطلاعات در روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخت و پس از آن لوزانو و همکاران (۲۰۱۶) با در نظر گرفتن یک مدل برنامه ریزی خطی، حالتی را در نظر گرفتند که تصمیم گیرندگان قصد ادغام منابع خود و به اشتراک گذاری آن‌ها در یک بازی همکارانه را دارند. در این روش، با به دست آوردن نتایج انواع ائتلاف و به کارگیری راه حل هسته در یک برنامه ریزی خطی چندهدفه به حداکثر تولید دست یافته می‌شود. هینوجوسا و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی به رتبه بندی واحدهای تصمیم گیری کارآ با استفاده از بازی همکارانه پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که یک بازی وقتی که تعداد واحدهای تصمیم گیری کارآ افزایش پیدا می‌کنند از قدرت تمایز بیشتری برخوردار خواهد بود.

در این تحقیق روش ابرکارایی وکارایی متقاطع به منظور رتبه بندی شعب کارآمد بانک‌ها قبل از فاز همکاری در رتبه بندی شعب مذکور با مفهوم ائتلاف و ارزش شیپلی تشریح گردیده است. در فاز همکاری، هر شعبه کارآمد به عنوان بازیکن و زیرمجموعه‌های شعب کارآمد به عنوان ائتلاف در نظر گرفته می‌شوند و با استفاده از روش نظریه بازی‌های همکارانه مسئله مورد بررسی قرار می گیرد.

روش تحقیق

مسئله‌ی اساسی در این تحقیق، ارزیابی و رتبه بندی کارآیی بانک‌های کشور با بهره گیری از رویکرد ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و نظریه‌ی بازی‌های همکارانه می‌باشد. یکی از رایج ترین ابزارهایی که به منظور محاسبه‌ی کارآیی واحدهای تصمیم گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. با وجود این، این ابزار به تنهایی توانایی در نظر گرفتن شرایط همکاری بین واحدها را ندارد. از این روی، لازم است تا ابزار قدرتمند دیگری در کنار تحلیل پوششی داده‌ها قرار گیرد تا بتوان کارآیی واحدها را در شرایطی که همکاری بین واحدها شکل می‌گیرد از طریق ارزشی که هر واحد تصمیم گیرنده کارا در ائتلاف‌های مختلف ایجاد می‌کند محاسبه و اثر آن ارزش را در رتبه بندی واحدهای کارا مشاهده نمود.

در این مطالعه در نظر داریم قبل از ورود به فاز همکاری از دو روش موازی تحلیل پوششی داده‌ها به سنجش و رتبه بندی واحدهای کارا بپردازیم. بدین منظور از نمونه موردی شامل ۴۰ شعبه یکی از بانک‌های کشور در قلمرو زمانی سال ۱۳۹۷ شمسی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- **شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی موثر در ارزیابی کارآیی بانک‌ها**

با بررسی و مرور تحقیقات پیشین و بهره‌مندی از نظرات خبرگان صنعت بانکداری، تعداد ۷ متغیر شامل ۴ متغیر ورودی (داده) و سه متغیر (ستانده) به منظور سنجش کارایی شعب بانک به شرح جدول۱ در نظر گرفته شد.

جدول ۱- متغیرهای ورودی و خروجی مدل DEA

نوع فاکتور	نام فاکتور
ورودی (داده‌ها)	هزینه‌های پرسنلی
	هزینه‌های اداری
	هزینه‌های سود سپرده‌ها
	سایر هزینه‌ها
خروجی (ستانده‌ها)	درآمدهای سپرده گذاری
	درآمد تسهیلات اعطایی
	درآمد کارمزد

هزینه‌های پرسنلی در جدول فوق، عبارتست از حقوق و دستمزد، فوق العاده کسر صندوق، فوق العاده اضافه کار، فوق العاده پاداش و مایحتاج نوروزی، رفاه و خواروبارو بهداشت، عیدی و پاداش، طرح کارانه، هزینه‌های بازنشستگی کارکنان و سایر فوق العاده‌ها. هزینه‌های اداری شامل هزینه های بهداشت و درمان، قرارداد خدمات برون سپاری، هزینه تبلیغات، هزینه‌های تعمیرات،هزینه آموزش،هزینه اجاره، هزینه ماشین‌های حسابگری، هزینه ارتباطات و مخابرات، هزینه انرژی و آب و سایر ملزومات مصرفی و غیره می‌باشد. بانک در قبال انواع سپرده‌هایی که نزدشان به امانت گذاشته می‌شود به صاحبان حساب اعم از حقیقی و حقوقی سود پرداخت می‌نماید و این سودها هزینه‌هایی را برای شعب بانک‌ها دربر دارد که به عنوان هزینه سود سپرده‌ها در جدول فوق آمده است. سایر هزینه‌ها نیز شامل هزینه مطالبات مشکوک الوصول و یا هزینه استهلاک و غیره می شود. درآمدهای سپرده‌گذاری شامل درآمدهایی است که از انواع سپرده‌ها ازجمله، سپرده‌های‌قرض‌الحسنه‌جاری، سپرده‌های‌بلندمدت‌وکوتاه‌مدت، سپرده‌های‌قرض‌الحسنه، سپرده‌های نقدی ضمانت‌نامه‌ها، پیش دریافت اعتبارات اسنادی داخل و . . . کسب می‌گردد. درآمد تسهیلات اعطایی نیز بخش مهمی از عملیات هر بانک را شامل می‌شود که از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت می‌باشد. درآمد کارمزد شامل کارمزد حسابهای جاری، کارمزد قبوض دریافتی، حواله‌های بانکی، کارمزد خدمات بیمه ای، بررسی پرونده‌های اعتباری مشتریان، کارمزد کارت اعتباری، کارمزد کارشناسی طرح‌ها، طرح شتاب، کارمزد خدمات ارسال پیامک به مشتریان، کارمزد سوء اثر و سایر خدمات می‌باشد.

• ارزیابی کارآیی شعب با مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و نظریه بازی همکارانه

در این بخش، کارایی هر یک از شعب بانک با استفاده ازمسئله ثانویه (پوششی) فرم مضربی CCR ورودی محور و بر مبنای داده‌های هر یک محاسبه می‌گردد. در نهایت شعبه‌هایی که دارای کارایی یک می‌باشند، برای ورود به مرحله‌ی بعد تحقیق انتخاب می‌گردند. جهت مدلسازی مسئله از تحقیق لی و همکاران (۲۰۱۶) ایده گرفته شده است.

گام ۱- ارزیابی کارآیی متقاطع برای شعب منتخب: دراین‌مرحله، برای شعب منتخب از مرحله‌ی قبل، کارایی متقاطع محاسبه می‌گردد. لذا در این مرحله، کارایی هر شعبه با مقایسه با شعب دیگر محاسبه می‌گردد و مقادیر بدست آمده برای رتبه‌بندی منفرد واحدهای کارا و ناکارا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

گام ۲- ارزیابی کارایی هر یک از شعب به روش ابر کارایی[۱]: این روش به منظور رتبه بندی واحدهای کارا به صورت منفرد و مقایسه آن با رتبه بندی واحدها در شرایط همکاری صورت می‌گیرد.

گام ۳- ارزیابی کارایی‌نهایی درشرایط همکاری: درگام‌آخر، کارایی شعب در شرایط همکاری با استفاده از تشکیل ائتلاف و محاسبه متغیر تغییر کارایی[۲](ECP) و سود حاصل ازتشکیل ائتلاف‌ها((C(S)) و در نهایت ارزش شیپلی برای حل بازی تعاونی و رتبه بندی واحدهای تصمیم گیرنده کارآمد به دست می‌آید.

• مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی (CCR)

فرض می‌کنیم n واحد تصمیم گیرنده (DMU) وجود دارد که دارای m ورودی و s خروجی هستند. از آنجایی که در این پژوهش تعداد واحدهای تصمیم گیرنده از تعداد ورودی‌ها بیشتر می‌باشد. سایر علائم به شرح ذیل تعریف می شوند:

i : اندیس ورودی‌ها — θ_p :کارایی واحد p ام

j : اندیس خروجی‌ها — y_{jp} :امتیاز واحد p ام در خروجی j ام

m : تعداد خروجی‌ها — v_i: وزن ورودی نوع i ام

n : تعداد ورودی‌ها — x_{ip}: امتیاز واحد p ام در ورودی i ام

برای ارزیابی‌کارایی واحدهای‌تصمیم‌گیرنده براساس‌مدلCCR ازمدل‌برنامه‌ریزی‌زیر استفاده می‌شود:

$$Min\ \theta_p$$

s. t.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j\, x_{ij} - \theta x_{ip} \le 0 \qquad i = 1,2,\dots m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{rp} \qquad r = 1,2,\dots . s$$

$$\lambda_j \ge 0 \qquad j = 1,2,\dots . . n$$

- **مدل ارزیابی و رتبه بندی کارایی از روش تحلیل پوششی داده‌های متقاطع**

کارایی متقاطع یکی از ابزارهای مهم در بررسی‌کارایی و رتبه‌بندی واحدهای تصمیم گیرنده است که توان بالایی درتفکیک واحدهای کارا دارد. درتعیین کارایی متقاطع تعیین‌وزن‌ها ازاهمیت بسزایی برخوردار است. دراین‌روش، عملکردیک‌واحدتصمیم‌گیرنده‌باتوجه به وزن‌های بهینه‌ی سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده مقایسه می‌شود. مدل ارزیابی کارآیی متقاطع در ماهیت ورودی و فرم مضربی به شرح ذیل می‌باشد:

$\text{Max } \theta_p = \sum_{j=1}^{m} u_j y_{jp}$

$\text{s. t. } \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ip} = 1$

$\sum_{j=1}^{m} u_j y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 0$

$u_j, v_i \geq 0, u_j, v_i \geq \varepsilon$

که ε یک بی نهایت کوچک غیر ارشمیدسی مثبت است و u_j و v_i به ترتیب وزن‌های ورودی و خروجی هستند که باید با بهینه سازی مدل تعیین شوند. با حل این مدل، نمره‌ی کارآیی شعبه‌ی p و کارآیی متقاطع سایر شعب (اندازه گرفته شده توسط شعبه‌ی p) با هم به دست می‌آید. بر اساس کارایی متقاطع شعب منتخب یک رتبه بندی از لحاظ کارایی منفرد ارائه می‌گردد و در نهایت با رتبه‌ای که شعب از کارایی منفرد طبق روش ابرکارایی و رتبه بدست آمده پس از شرکت در ائتلاف، که از روش ارزش شیپلی بدست می‌آید مقایسه‌ای صورت می‌پذیرد.

- **مدل محاسبه‌ی کارآیی از روش ابر کارایی**

در این مدل علائم به شرح ذیل می‌باشد:

N: مجموعه اصلی واحدهای تصمیم گیرنده

E^*: مجموعه واحدهای تصمیم‌گیرنده ای که در مرز کارآمد هستند.

S: زیر مجموعه‌هایی از E^* مربوط به ائتلاف.

j : اندیس واحد تصمیم‌گیرنده از $\{1,2,\ldots,n\}$

i :اندیس ورودی‌ها از $\{1,2,\ldots,m\}$

r: اندیس خروجی‌ها از $\{1,2,\ldots,h\}$

k,d: یک واحد تصمیم‌گیرنده کارآمد در مجموعه E^*

x_{ij}: مقدار ورودی i که توسط واحد تصمیم‌گیرنده j مصرف می‌شود.

y_{rj}: مقدار خروجی r که توسط واحد تصمیم‌گیرنده j تولید می‌شود.

*E تعریف شده در بالا، مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده هست که در مرز کارآمد قرار دارند، بنابراین مقدار کارایی همه آنها یک است. در این بخش *E نه تنها واحدهای تصمیم‌گیرنده بسیار کارآمد را شامل می‌شود بلکه شامل واحدهای تصمیم‌گیرنده با کارایی ضعیف هم هست.

بنا براین درجه کارایی برای هر واحد تصمیم‌گیرنده f را می‌توان با استفاده از مدل CCR استاندارد محاسبه کرد.

$$E_f\ (N) = \ Min\ \theta$$

s. t.

$$\sum_{j\in N} \lambda_j\ x_{ij} \leq \theta x_{if} \quad i = ۱,۲, \ldots\ldots, m$$

$$\sum_{j\in N} \lambda_j\ y_{rj}\ \geq y_{rf}\ \ , r = ۱,۲, \ldots\ldots, h$$

$$\lambda_j\ \ \geq\ ۰\ , \forall\ f, j\ \in\ N; \theta: free$$

که در مدل بالا E_f (N) کارایی هر واحد تصمیم‌گیرنده f بر اساس مجموعه مرجع N است.

بنابراین مدل (اندرسون- پیترسون) برای رتبه بندی واحدهای کارا می‌تواند به شرح زیر تنظیم گردد.

$$E_f(N) = Min\ \theta$$

$$\text{St.} \sum_{\substack{j\in N \\ j\neq f}} \lambda_j\ x_{ij} \leq .\ \theta X_{if}, \quad i = ۱,۲, \ldots\ldots, m$$

$$\sum_{\substack{j\in N \\ j\neq f}} \lambda_j\ y_{rj}\ \geq y_{rf}\ \ , r = ۱,۲, \ldots\ldots, h$$

$$\lambda_j\ \ \geq\ ۰, \forall\ f, j\ \in\ N, j \neq f;\ \theta: free$$

بنابراین از ادغام دو مدل بالا نمره ابر کارایی بدست می‌آید. اگر هر واحد تصمیم‌گیرنده f کارآمد باشد نمره بدست آمده در مدل ابر کارایی، یک و بیشتر از یک است. در حالیکه اگر هر واحد تصمیم‌گیرنده f ناکارا باشد نمره آن کمتر از یک می‌باشد.

- **مدل محاسبه کارایی در شرایط تشکیل ائتلاف‌ها**

بررسی کارایی ائتلاف S: اگر تمام واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآمد را بر اساس یک مرز مشترک (همان مجموعه مرجع) ارزیابی کنیم, بازده کارایی ممکن است عادلانه نباشد. به عنوان مثال مجموعه واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآمد موجود در ائتلاف، به عنوان S و مجموعه همه واحدهای تصمیم‌گیرنده به عنوان N بیان می‌کنیم، وقتی که S را از N خارج میکنیم، مجموعه مرجع جدید به عنوان N/S مشخص می‌شود. بنابراین کارایی واحد تصمیم‌گیرنده k طبق مدل ذیل محاسبه می‌گردد:

E_k (N/S)= $Min\ \theta$
S. t.

$\sum_{j\in N/S}\ \lambda_j\ x_{ij} \leq \theta x_{ik}\ ,\quad i = ۱,۲,\ldots..,m$

$\sum_{j\epsilon N/S} \lambda_j y_{rj}\ \geq y_{rk}\ ,\quad r = ۱,۲,\ldots..,h$

$\lambda_j \geq\ ۰\ ,\forall\ k\ \in\ E^*, j \in\ N/S$

- **تاثیر یک واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآمد روی کارایی ائتلاف S(ECP)**

S زیر مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده است که ائتلاف تشکیل می‌دهند و تاثیر واحد تصمیم‌گیرنده d کارآمد بر ائتلاف s را با $\mathrm{ECP}_d(\mathrm{S})$ تعریف می‌کنند.

$$\mathrm{ECP}_d(\mathrm{S}) = \frac{E_d\ (N/s)}{E_d(N)} - ۱ = E_d\ (\mathrm{N/S}) - ۱\ ,\ \forall \mathrm{d} \in E*\ , S \subseteq E*$$

که در آن E_d (N/S) نمره کارایی واحد تصمیم‌گیرنده d با مجموعه مرجع (N/S) از مدل ابرکارایی و $E_d(N) = ۱$ است که از مدل CCR بدست می‌آید.

- **بازی همکارانه برای تعیین رتبه هر واحد تصمیم‌گیرنده کارآمد**

در این بخش فرض می‌کنیم واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآمد برای حفظ یک مرز کارای مشترک با همدیگر همکاری می‌کنند. نتایج ارزیابی بر اساس مرز کارآمد مشترک قابل مقایسه و منصفانه است. روابط همکاری بین واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآمد در E^* در نظر گرفته می شود. هر واحد تصمیم‌گیرنده کارآمد به عنوان بازیکن و مجموعه E^* به عنوان یک ائتلاف بزرگ در نظر گرفته می‌شود. یک بازی همکاری با قابلیت انتقال تعریف می شود که در آن C و E^* به صورت زیر تعریف می‌شوند.

E^*: مجموعه بازیکنان (واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآمد). E^* را می‌توان ائتلاف بزرگ نامید.

C(S): مجموع عایدی بدست آمده از هر ائتلاف S از E^* که عبارت است از:

$$\mathrm{C}\ (\mathrm{S}) = \sum_{d\in S} ECP_d(S), \forall S \subseteq E^*$$

مدل فوق به این معنی است که هر چه اثر واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآمد بر ائتلاف بیشتر باشد عایدی S بالاتر است. همچنین $\mathrm{C}(\emptyset) = ۰$ است. با توجه به اینکه $\mathrm{ECP}_d(\mathrm{S})$، میزان اثر واحد تصمیم‌گیرنده d بر ائتلاف S را بررسی می‌کند. C(S) اثر ائتلاف S بر مرز کارآمد اصلی است. به عبارت دیگر C(S) در اینجا عایدی کلی S در بازی با همکاری است که باید بین بازیکنان S تقسیم شود.

در این تحقیق ما عمکرد شعب بانک را به عنوان نمونه ارزیابی می‌کنیم. در مرحله اول، از مدل‌های سنتی DEA برای طبقه بندی شعب کارآمد و ناکارآمد استفاده می‌شود. سپس در مرحله دوم، از یک بازی همکارانه برای ارزیابی شعب کارآمد استفاده می‌شود. در این تحقیق درآمدها به عنوان عایدی در

نظر گرفته شده است. ما فرض می‌کنیم، بازیکنان در جهت کسب سود با ابزار مشابهی همدیگر را هدایت می‌کنند. شعب کارآمد برای اینکه سود بالاتری کسب کنند با همدیگر همکاری می‌کنند.

در نظریه بازی همکارانه کل عایدی می‌تواند به صورت عادلانه و منصفانه به همه شعب کارآمد اختصاص یابد. تابع مشخصه C فوق العاده کارا است به طوریکه برای هر $S_1 \subseteq E^*$ و $S_2 \subseteq E^*$ و $S_1 \cap S_2 = \emptyset$ داریم:

$$C(S_1 \cup S_2) \geq C(S_1) + C(S_2)$$

در اینجا اگر ما دو واحد تصمیم‌گیرنده مثل k_1 و k_2 را در نظر بگیریم و در ائتلاف با هم قابل تعویض باشند، آنها در هر ائتلاف دارای سهم برابر هستند و باید ارزش برابر در ائتلاف به خود اختصاص دهند.

در نهایت، روش ارزش شیپلی [3] که برای اولین بار توسط شیپلی در سال ۱۹۵۳ ارائه گردید، برای رتبه بندی نهایی استفاده می شود. ارزش شیپلی تخصیص منحصر به فردی است که بدیهیات فوق را برآورده می‌کند. در این روش ارزشی که واحدهای تصمیم گیرنده کارا بر ائتلاف‌های مختلف میگذارند مشخص و توسط فرمول ذیل محاسبه می‌شود:

$$\varphi_k(C) = \sum_{k \epsilon S, S \subseteq E*} \frac{(p-1)!\,(q-p)!}{q!}[C(s) - C(s/\{k\})],$$

که p تعداد اعضا S، q تعداد کل واحدهای کارا زیر مجموعه E^*، C(S) عایدی حاصل از تشکیل ائتلاف S و $C(s/\{k\})$ عایدی ائتلافS بدون حضور واحد k است.

در نهایت رتبه واحدهای تصمیم‌گیرنده بر اساس نمره کارایی پس از همکاری (ارزش شیپلی) تعیین و با رتبه ابر کارایی و کارایی متقاطع مقایسه می‌گردد.

مثال عددی

ابتدا به شناسایی واحدهای تحت بررسی و انتخاب نمونه آماری می‌پردازیم. جامعه آماری تحقیق، شامل تمام شعب واقع در یکی از مناطق بانک در سال ۱۳۹۷ می‌باشد، با توجه به اینکه از تمام اطلاعات شعب بانک استفاده می‌کنیم. پس نمونه گیری نخواهیم داشت.

اطلاعات متغیرهای ورودی و خروجی موثر بر کارایی که در جدول۱ شرح داده شد، برای ۴۰ شعبه بانک جمع آوری گردید.

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده مراحل به شرح ذیل صورت می پذیرد:

۱. ارزیابی کارایی شعب بر اساس مدل CCR استاندارد (تحلیل پوششی داده‌ها)،

۲. ارزیابی و رتبه بندی شعب بانکی با استفاده از رویکرد مدل ابرکارایی،

۳. ارزیابی و رتبه بندی کارایی شعب با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های متقاطع،

۴. تشکیل ائتلاف‌های همکارانه میان شعب کارا،

۵. ارزیابی‌ورتبه‌بندی‌واحدهای‌کاراپس‌ازهمکاری‌درائتلاف‌های‌مختلف‌ازطریق‌بدست‌آوردن‌ارزش‌شیپلی.

با توجه به جمع آوری اطلاعات انجام شده در خصوص ارزیابی کارایی بانکی شعب به ارزیابی روش CCR استاندارد(دوگان) و مدل اندرسون-پیترسون(SE) و کارایی متقاطع پرداخته شد که نتایج مدل به شرح جدول ۲ است:

جدول۲- ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده

شعبه	CCR	کارایی متقاطع	ابرکارایی	شعبه	CCR	کارایی متقاطع	ابرکارایی
DMU۱	۱	۱.۰۲۲	۱.۰۲۲	DMU۲۱	۰.۵۲۴	۰.۵۲۴	۰.۵۲۴
DMU۲	۰.۵۳۲	۰.۵۳۲	۰.۵۳۲	DMU۲۲	۰.۳۳۳	۰.۳۳۳	۰.۳۳۳
DMU۳	۰.۶۸۲	۰.۶۸۲	۰.۶۸۲	DMU۲۳	۱	۱.۵۵۶	۱.۵۵۶
DMU٤	۰.۵۶۵	۰.۵۶۵	۰.۵۶۵	DMU۲٤	۰.۴۵	۰.۴۵	۰.۴۵
DMU٥	۰.۵۴۶	۰.۵۴۶	۰.۵۴۶	DMU۲٥	۰.۶۵۱	۰.۶۵۱	۰.۶۵۱
DMU٦	۰.۷۲۶	۰.۷۲۶	۰.۷۲۶	DMU۲٦	۰.۷۳	۰.۷۳	۰.۷۳
DMU۷	۰.۴۲۴	۰.۴۲۴	۰.۴۲۴	DMU۲۷	۰.۷۰۹	۰.۷۰۹	۰.۷۰۹
DMU۸	۰.۹۸۵	۰.۹۸۵	۰.۹۸۵	DMU۲۸	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵
DMU۹	۰.۴۸	۰.۴۸	۰.۴۸	DMU۲۹	۰.۵۲۲	۰.۵۲۲	۰.۵۲۲
DMU۱۰	۰.۵۸	۰.۵۸	۰.۵۸	DMU۳۰	۰.۵۸۳	۰.۵۸۳	۰.۵۸۳
DMU۱۱	۰.۷۹۴	۰.۷۹۴	۰.۷۹۴	DMU۳۱	۰.۶۷۵	۰.۶۷۵	۰.۶۷۵
DMU۱۲	۱	۱.۲۹۲	۱.۲۹۲	DMU۳۲	۰.۶۰۶	۰.۶۰۶	۰.۶۰۶
DMU۱۳	۰.۶۳۲	۰.۶۳۲	۰.۶۳۲	DMU۳۳	۰.۴۳۱	۰.۴۳۱	۰.۴۳۱
DMU۱٤	۰.۷۶۷	۰.۷۶۷	۰.۷۶۷	DMU۳٤	۱	۱.۲۵۴	۱.۲۵۴
DMU۱٥	۰.۵۹۶	۰.۵۹۶	۰.۵۹۶	DMU۳٥	۰.۶۱۱	۰.۶۱۱	۰.۶۱۱
DMU۱٦	۰.۶۴۵	۰.۶۴۵	۰.۶۴۵	DMU۳٦	۰.۴۸۲	۰.۴۸۲	۰.۴۸۲
DMU۱۷	۱	۲.۵۵۴	۲.۵۵۴	DMU۳۷	۰.۵۹۶	۰.۵۹۶	۰.۵۹۶
DMU۱۸	۰.۷۴۸	۰.۷۴۸	۰.۷۴۸	DMU۳۸	۰.۴۲۴	۰.۴۲۴	۰.۴۲۴
DMU۱۹	۰.۶۹۹	۰.۶۹۹	۰.۶۹۹	DMU۳۹	۰.۷۰۳	۰.۷۰۳	۰.۷۰۳
DMU۲۰	۰.۶۲۲	۰.۶۲۲	۰.۶۲۲	DMU٤۰	۰.۶۶۹	۰.۶۶۹	۰.۶۶۹

ارزیابی دو روش انجام شده نشان داد که از میان ۴۰ شعبه بانکی تنها ۵ شعبه دارای کارایی ۱ و کارا شناخته می‌شود. از این رو در این مرحله با توجه به اینکه ۵ شعبه بانکی کارا ارزیابی شده است، لذا تئوری بازی همکارانه را برای این ۵ شعبه بانکی تدوین می‌نمائیم.

گام اول: تشکیل ائتلاف‌ها

در این بخش برای هر یک از شعب کارا نمادی مطابق با جدول ۳ در نظر گرفته می‌شود و تمامی ائتلاف‌های شعب بانکی ممکن از تعداد P برابر با یک تا ۵ تشکیل می‌گردد.

جدول۳- تغییر نمادها

شعبه	DMU۱	DMU۱۲	DMU ۱۷	DMU ۲۳	DMU ۳۴
نماد	A	B	C	D	E

گام دوم: محاسبه مقادیر سود بدست آمده از ائتلاف‌های تشکیل شده

با توجه به محاسبه میزان کارایی و ECP واحدهای کارا در ائتلاف، مقادیر سود حاصله از ائتلاف‌ها برای ۵ واحد A، B، C، D و E ارزیابی و مطابق جدول۴ است:

جدول ۴- سود حاصله از ائتلاف‌ها

ارزیابی ائتلاف A			ارزیابی ائتلاف B		
S	C(S)	C(S/[K])	S	C(S)	C(S/[K])
A	۰,۰۲۲	۰	B	۰,۴۳۲	۰
(A,B)	۱,۳۱۴	۰,۳۱۰	(B,A)	۰,۵۶۴	۰,۰۱۳
(A,C)	۱,۲۱۳	۰,۵۳۲	(B,C)	۰,۶۵۱	۰,۱۲۳
(A,D)	۱,۴۳۲	۰,۵۲۳	(B,D)	۰,۷۸۴	۰,۳۲۱
(A,E)	۱,۳۲۴	۰,۶۳۱	(B,E)	۰,۴۵۹	۰,۲۳۴
(A,B,C)	۱,۴۳۲	۰,۵۴۰	(B,A,C)	۱,۰۳۲	۰,۸۵۴
(A,B,D)	۱,۸۹۵	۰,۴۳۵	(B,A,D)	۱,۲۳۷	۰,۹۴۵
(A,B,E)	۲,۱۰۲	۰,۹۸۳	(B,A,E)	۱,۴۳۱	۱,۰۰۲
(A,C,D)	۲,۳۱۴	۱,۰۲۹	(B,C,E)	۱,۵۶۳	۱,۰۵۴
(A,C,E)	۲,۴۰۴	۱,۴۲۱	(B,C,D)	۱,۵۶۷	۱,۲۰۳
(A,D,E)	۲,۵۱۳	۱,۵۴۶	(B,D,E)	۱,۵۴۶	۱,۲۳۰
(A,B,C,D)	۳,۵۱۹	۲,۱۴۹	(B,A,C,D)	۲,۵۹۱	۱,۶۵۹
(A,B,C,E)	۳,۲۴۱	۲,۴۱۴	(B,C,D,E)	۲,۷۶۸	۱,۶۵۹
(A,B,D,E)	۳,۵۴۱	۲,۵۶۴	(B,A,D,E)	۲,۴۵۰	۱,۲۳۱

(A,C,D,E)	۴,۲۰۱	۲,۱۴۰	(B,A,C,E)	۲,۴۳۱	۱,۴۶۷
(A,B,C,D,E)	۴,۶۵۳	۳,۲۰۱	(B,A,C,D,E)	۳,۲۷۸	۲,۱۰۹
ارزیابی ائتلاف C			ارزیابی ائتلاف D		
S	C(S)	C(S/[K])	S	C(S)	C(S/[K])
C	۰,۴۸۱	۰	D	۰,۸۹۴	۰
(C,A)	۰,۸۴۹	۰,۳۴۱	(D,E)	۰,۹۸۳	۰,۴۳۸
(C,B)	۰,۹۴۳	۰,۴۳۰	(D,A)	۰,۹۳۴	۰,۶۴۱
(C,D)	۰,۹۵۴	۰,۵۴۵	(D,B)	۰,۹۵۵	۰,۳۴۱
(C,E)	۰,۹۶۶	۰,۸۹۲	(D,C)	۰,۹۵۴	۰,۴۵۴
(C,B,D)	۱,۲۳۹	۰,۹۹۳	(D,C,B)	۱,۳۲۴	۰,۹۸۰
(C,B,A)	۱,۳۲۹	۱,۰۳۲	(D,A,E)	۱,۵۴۸	۱,۰۰۳
(C,A,D)	۱,۵۴۸	۱,۰۱۲	(D,B,E)	۱,۶۵۸	۱,۰۱۳
(C.B.E)	۱,۴۴۹	۱,۰۰۳	(D,B,A)	۱,۷۶۹	۱,۳۲۱
(C,D,E)	۱,۶۷۴	۱,۰۵۲	(D,C,E)	۱,۹۸۴	۱,۴۳۵
(C,A,E)	۱,۹۸۰	۱,۴۳۵	(D,C,A)	۱,۶۶۹	۱,۳۱۴
(C,B,A,D)	۲,۴۳۶	۱,۵۶۹	(D,C,B,A)	۲,۴۴۹	۱,۶۸۲
(C,B,D,E)	۲,۴۵۶	۱,۶۳۸	(D,B,A,E)	۲,۶۵۹	۱,۷۵۲
(C,B,A,E)	۲,۵۶۱	۱,۲۰۶	(D,B,C,E)	۲,۶۶۹	۱,۷۶۱
(C,A,D,E)	۲,۸۹۵	۱,۸۳۱	(D,C,A,E)	۲,۹۸۰	۱,۹۳۱
(C,B,A,D,E)	۳,۸۹۵	۲,۳۱۳	(D,C,B,A,E)	۳,۴۱۶	۲,۹۴۶
ارزیابی ائتلاف E					
S	C(S)	C(S/[K])	S	C(S)	C(S/[K])
E	۰,۲۵۴	۰	(E,C,B)	۲,۷۸۹	۱,۲۴۱
(E,D)	۰,۴۹۸	۰,۱۲۳	(E,D,A)	۲,۷۸۳	۱,۳۴۲
(E,A)	۰,۷۸۶	۰,۳۳۴	(E,D,B)	۲,۶۷۲	۱,۳۵۲
(E,B)	۰,۹۹۱	۰,۴۶۷	(E,D,C,B)	۳,۱۰۴	۱,۷۹۸
(E,C)	۱,۸۴۳	۱,۰۳۴	(E,C,B,A)	۳,۵۲۹	۱,۸۹۴
(E,D,C)	۱,۹۴۳	۱,۳۲۰	(E,B,A,D)	۲,۱۴۳	۱,۳۰۶
(E,B,A)	۲,۴۶۱	۱,۵۴۷	(E,D,C,A)	۴,۲۴۱	۳,۲۵۱
(E,C,A)	۲,۵۴۶	۱,۳۴۱	(E,D,C,B,A)	۴,۶۳۸	۳,۵۹۶

گام سوم: محاسبه مقدار ارزش شیپلی

با توجه به ارزیابی ارزش ائتلاف‌ها، در بخش بعدی ارزش واحدهای تصمیم‌گیرنده در هر ائتلاف لذا با

توجه به فرمول ارزش شیپلی ارزیابی و محاسبه خواهد شد. مقادیر مطابق جدول ۵ گزارش می‌گردد.

جدول۵- محاسبه ارزش شیپلی شعب کارآمد بعد از فازهمکاری

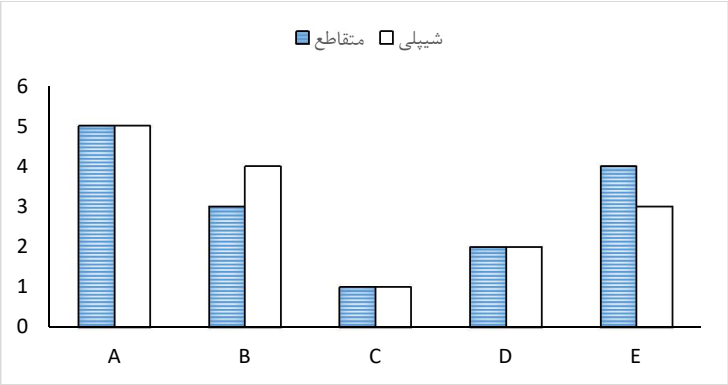
DMU	P=۱	P=۲	P=۳	P=۴	P=۵	ارزش شیپلی
A	۰,۰۲۴	۰,۱۲۹	۰,۱۴۳	۰,۲۶۸	۰,۴۱۳	۰,۹۷۷
B	۰,۰۴۳	۰,۱۱۳	۰,۱۳۲	۰,۳۳۹	۰,۳۵۸	۰,۹۸۵
C	۰,۰۶۳	۰,۱۶۲	۰,۱۷۳	۰,۵۶۴	۰,۶۶۱	۱,۶۲۳
D	۰,۰۶۱	۰,۱۱۵	۰,۱۵۲	۰,۴۵۱	۰,۵۴۸	۱,۳۲۷
E	۰,۰۴۸	۰,۱۶۱	۰,۱۹۹	۰,۴۴۹	۰,۳۳۸	۱,۱۹۵

از این رو با توجه به ارزش شیپلی بدست آمده در جدول فوق، مقایسه و ارزیابی ارزش شیپلی هر شعبه کارآمد که در ائتلاف‌های مختلف بدست آمده با کارایی متقاطع و روش ابر کارایی انجام شده است که در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول۶- رتبه بندی شعب بر اساس روش ارزش شیپلی وابر کارایی و کارایی متقاطع

DMU	ابر کارایی	کارایی متقاطع	رتبه بندی	ارزش شیپلی	رتبه بندی	تغییرات رتبه ای
A (۱)	۱,۰۲۲	۱,۰۲۲	۵	۰,۹۷۷	۵	۰
B (۱۲)	۱,۲۹۲	۱,۲۹۲	۳	۰,۹۸۵	۴	-۱
C (۱۷)	۲,۵۵۴	۲,۵۵۴	۱	۱,۶۲۳	۱	۰
D (۲۳)	۱,۵۵۶	۱,۵۵۶	۲	۱,۳۲۷	۲	۰
E (۳۴)	۱,۲۵۴	۱,۲۵۴	۴	۱,۱۹۵	۳	+۱

همانطور که مشاهده می‌گردد، رتبه کارایی واحدهای ۱۷ و ۲۳و ۱ در ارزیابی ابرکارایی و ائتلاف یکسان بوده است و تغییرات مربوط به واحدهای ۱۲ و ۳۴ می‌باشد. این قضیه نشان دهنده این است که نمره کارایی هر واحد تصمیم‌گیرنده در روش ابر کارایی لزوما باعث حفظ رتبه آن بعد از فاز همکاری نمی شود. گرچه در این پژوهش شعبه ۱۷ با بالاترین کارایی بیشترین اثر را نیز در ائتلاف دارد و رتبه اش بدون تغییر مانده اما نمره کارایی شعبه ۳۴ از شعبه ۱۲ کمتر است اما تاثیری که آن در ائتلاف دارد بیشتر، بنابراین نمره شعبه۳۴ در روش ارزش شیپلی افزایش و رتبه این شعبه در مقایسه با رتبه بندی در روش ابر کارایی ارتقا پیدا کرده است. همچنین رتبه شعبه ۱۲ که در روش ابرکارایی بیشتر از شعبه ۳۴ بود در روش ارزش شیپلی کاهش پیدا کرده است.



نمودار ۱- مقایسه رتبه شعب کارآمد در شاخص‌های شیپلی و کارایی متقاطع

نتیجه گیری

هدف از این پژوهش ارزیابی کارآیی شعب بانک با استفاده از ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و نظریه‌ی بازی‌های تعاونی بود. در این پژوهش ابتدا با استفاده از مصاحبه با خبرگان و مطالعه کتابخانه‌ای و مرور ادبیات موضوع، جهت ارزیابی کارایی شعب بانکی چهار شاخص ورودی هزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های اداری، هزینه‌های سود سپرده، سایرهزینه‌ها و سه شاخص خروجی شامل درآمد سپرده‌ها، درآمد تسهیلات اعطایی و درآمد کارمزد انتخاب شدند و سپس کارایی۴۰ شعبه بانک مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفتند. بدین منظور ابتدا با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های تقاطعی کارایی شعب ارزیابی شدند که از این میان پنج شعبه کارا شدند و جهت تصدیق مدل ارائه شده نیز ابتدا با مدل CCR استاندارد کارایی شعب ارزیابی شده و سپس با روش اندرسون-پیترسون نیز رتبه بندی شعب پرداخته شد. نتایج مقایسه‌ای روش کارایی متقاطع و الگوریتم ادغامی (ابر کارایی) یکسان نشان داده شد و تصدیق مدل ارائه شده انجام گردید. با توجه به کارا بودن پنج شعبه بانکی، تئوری بازی همکارانه میان شعب کارا ایجاد گردید. هر واحد یا شعبه کارا به عنوان یک بازیکن و مجموعه شعب کارا به عنوان ائتلاف تعریف شد. سپس ائتلاف‌های مختلف برای هر شعب کارا تشکیل گردید و عایدی بدست آمده از ائتلاف‌ها محاسبه و با استفاده از مفهوم ارزش شیپلی، ارزش بازی همکارانه بین شعب کارا بدست آمد. بر اساس نمرات بدست آمده از مقادیر ارزش شیپلی، شعب کارا رتبه بندی شدند. در این پژوهش شعبه ۱۷ به عنوان کارا ترین واحد در ارزیابی ابر کارایی و کارایی متقاطع و روش ارزش شیپلی معرفی گردید. در نهایت، با مقایسه‌ای که بین رتبه شعب کارا پس از بازی همکارانه از طریق روش شیپلی و رتبه شعب کارا قبل از بازی همکاری و در روش ابر کارایی و کارایی متقاطع صورت گرفت در تجزیه و تحلیل کارایی به این نتیجه رسیدیم

که میزان کارایی شعب کارا از طریق ارزش و میزان سودمندی که در بازی‌های ائتلافی مختلف ایجاد می‌کنند تغییر می‌کند و رتبه آنها می‌تواند تغییر کند یا بدون تغییر باقی بماند.

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، مطالب زیر برای علاقه مندان می‌تواند زمینه‌ی مطالعات آتی را فراهم نماید. جایگزینی رویکرد تحلیل پوششی داده‌های فازی در مدل، همچنین توسعه تحلیل پوششی داده‌های چند مرحله‌ای و ترکیب آن با نظریه بازیها و استفاده از روش پیشنهادی این پژوهش برای ارزیابی واحدهای ناکارآمد و رتبه بندی آنها به عنوان توسعه آتی از این تحقیق پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱) احدزاده نمین، مهناز، خمسه، الهه، محمدی، فرزانه (۱۳۹۸)، ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن در تحلیل پوششی داده‌ها، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۰ (۴۰)، ۱-۲۸.

۲) باتمیز, آیدا, الله دادی, مهدی (۱۳۹۶). ارزیابی ورشکستگی با استفاده ازروشی جدید در نظریه بازی‌ها و برنامه‌ریزی بازه‌ای. پژوهش‌های نوین در ریاضی, ۳(۱۲), ۳۱-۴۰.

۳) شکری, مهنوش, جهانگشای رضائی, مصطفی, ایزدبخش, حمیدرضا (۱۳۹۴). ارائۀ مدل جامع ارزیابی عملکرد در محیط رقابتی با رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها، کارت امتیازی متوازن، و تئوری بازی‌ها (مطالعۀ موردی: شرکت‌های سیمان). نشریه مهندسی صنایع, ۴۹(۱), ۴۵-۵۴.

۴) نوبهار، عماد، عادل آذر (۱۳۹۴)، ارائه مدل ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل پوششی داده‌ها، پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی، ۵ (۴)، ۱-۲۲.

۵) Ariff, M. , & Can, L. (۲۰۰۸). Cost and profit efficiency of Chinese banks: A non-parametric analysis. China Economic Review, ۱۹(۲), ۲۶۰-۲۷۳.

۶) Chen, T. Y. , & Yeh, T. L. (۲۰۰۰). A measurement of bank efficiency, ownership and productivity changes in Taiwan. Service Industries Journal, ۲۰(۱), ۹۵-۱۰۹.

۷) Fukuyama, H. , & Matousek, R. (۲۰۱۷). Modelling bank performance: A network DEA approach. European Journal of Operational Research, ۲۵۹(۲), ۷۲۱-۷۳۲.

۸) Hinojosa, M. A. , Lozano, S. , Borrero, D. V. , & Mármol, A. M. (۲۰۱۷). Ranking efficient DMUs using cooperative game theory. Expert Systems with Applications, ۸۰, ۲۷۳-۲۸۳.

۹) Kamarudin, F. , Sufian, F. , Nassir, A. M. , Anwar, N. A. M. , & Hussain, H. I. (۲۰۱۹). Bank efficiency in Malaysia a DEA approach. Journal of Central Banking Theory and Practice, ۸(۱), ۱۳۳-۱۶۲.

۱۰) Li, F. , Zhu, Q. , & Liang, L. (۲۰۱۸). Allocating a fixed cost based on a DEA-game cross efficiency approach. Expert Systems with Applications, ۹۶, ۱۹۶-۲۰۷.

۱۱) Li, Y. , Xie, J. , Wang, M. , & Liang, L. (۲۰۱۶). Super efficiency evaluation using a common platform on a cooperative game. European Journal of Operational Research, ۲۵۵(۳), ۸۸۴-۸۹۲.

۱۲) Liu, Z. , Lin, F. , & Fang, L. P. (۲۰۰۹). A Study of Applying DEA to Measure

Performance on Bank Implementing Financial Electronic Data Interchange. International Journal of Electronic Business Management, ۷(۴).

۱۳) Lozano, S. (۲۰۱۲). Information sharing in DEA: A cooperative game theory approach. European Journal of Operational Research, ۲۲۲(۳), ۵۵۸-۵۶۵.

۱۴) Lozano, S. , Hinojosa, M. A. , Mármol, A. M. , & Borrero, D. V. (۲۰۱۶). DEA and cooperative game theory. In Handbook of operations analytics using data envelopment analysis (pp. ۲۱۵-۲۳۹). Springer, Boston, MA.

۱۵) Mahmoudi, R. , Emrouznejad, A. , Khosroshahi, H. , Khashei, M. , & Rajabi, P. (۲۰۱۹). Performance evaluation of thermal power plants considering CO۲ emission: A multistage PCA, clustering, game theory and data envelopment analysis. Journal of cleaner production, ۲۲۳, ۶۴۱-۶۵۰.

۱۶) Omrani, H. , Shafaat, K. , & Emrouznejad, A. (۲۰۱۸). An integrated fuzzy clustering cooperative game data envelopment analysis model with application in hospital efficiency. Expert Systems with Applications, ۱۱۴, ۶۱۵-۶۲۸.

۱۷) Pagnozzi, M. , & Saral, K. J. (۲۰۱۹). Efficiency in auctions with (failed) resale. Journal of Economic Behavior & Organization, ۱۵۹, ۲۵۴-۲۷۳.

۱۸) Paradi, J. C. , & Schaffnit, C. (۲۰۰۴). Commercial branch performance evaluation and results communication in a Canadian bank—a DEA application. European Journal of Operational Research, ۱۵۶(۳), ۷۱۹-۷۳۵.

۱۹) Park, B. U. , Simar, L. , & Zelenyuk, V. (۲۰۱۵). Categorical data in local maximum likelihood: theory and applications to productivity analysis. Journal of Productivity Analysis, ۴۳(۲), ۱۹۹-۲۱۴.

۲۰) Portela, M. C. A. S. , & Thanassoulis, E. (۲۰۰۷). Comparative efficiency analysis of Portuguese bank branches. European Journal of Operational Research, ۱۷۷(۲), ۱۲۷۵-۱۲۸۸.

۲۱) Rakhshan, F. , Alirezaee, M. R. , Modirii, M. M. , & Iranmanesh, M. (۲۰۱۶). An insight into the model structures applied in DEA-based bank branch efficiency measurements. Journal of Industrial and Systems Engineering, ۹(۲), ۳۸-۵۳.

۲۲) Shapley, L. S. (۱۹۵۳). A value for n-person games. Contributions to the Theory of Games, ۲(۲۸), ۳۰۷-۳۱۷.

۲۳) Simar, L. ; V. Zelenyuk (August ۲۰۱۱). "Stochastic FDH/DEA estimators for frontier analysis". Journal of Productivity Analysis. ۳۶ (۱): ۱–۲۰. doi:۱۰.

۱۰۰۷/s۱۱۱۲۳-۰۱۰-۰۱۷۰-۶.

۲۴) Staub, R. B. , e Souza, G. D. S. , & Tabak, B. M. (۲۰۱۰). Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach. European journal of operational research, ۲۰۲(۱), ۲۰۴-۲۱۳.

۲۵) Tavana, M. , Khalili-Damghani, K. , Arteaga, F. J. S. , Mahmoudi, R. , & Hafezalkotob, A. (۲۰۱۸). Efficiency decomposition and measurement in two-stage fuzzy DEA models using a bargaining game approach. Computers & Industrial Engineering, ۱۱۸, ۳۹۴-۴۰۸.

یادداشت‌ها:

۱ Super efficiency

۲ Efficiency change proportion

۳ Shapley Value