

طراحی و تبیین مدل اعتباربندی شرکت های هلدینگ با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها

چکیده

طراحی و استقرار مدل رتبه بندی اعتباری در شرکت ها نقش کارآمدی در راستای بالابردن بهره وری شرکت ها در تخصیص بهینه منابع خواهد داشت. هدف این پژوهش طراحی و تبیین مدل اعتباربندی شرکت های هلدینگ با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها است. این مقاله به دنبال تقویت اولین اقدامات انجام شده برای توسعه مدل های شبکه DEA مبتنی بر تکنولوژی نامحدب است. برای این منظور، روشی را برای ملحوظ دانستن خروجی های نامطلوب در یک تکنولوژی نامحدب ارائه می کند. در این پژوهش ارزیابی عملکرد واحدهای تحت ارزیابی که 18 شرکت هولدینگ سرمایه گذاری کشور هستند با استفاده از یک ساختار دو مرحله ای در تکنولوژی FDH و با حضور عامل نامطلوب بررسی می شود. طبق چارچوب پیشنهادی، کارایی کل واحد تحت ارزیابی تحت مدل پیشنهادی محاسبه می شود. همچنین برای نشان دادن دقت مدل پیشنهادی در مقایسه با مدل پایه ایی CCR قرار گرفته است که بدلیل شناسایی تعداد واحدهای کارایی کمتر نسبت به مدل CCR دقت محاسباتی مدل را نتیجه می گیریم. براساس نتایج حاصل شده، شرکت های هلدینگ پارس توشه، صنعت نفت، صنایع سیمان، گروه بهمن، میراث فرهنگی، نیرو، صنعتی ملی به عنوان واحدهای کارا در نظر گرفته شده اند.

کلید واژه: رتبه بندی اعتباری، شرکت های هلدینگ، تحلیل پوششی داده ها، تکنولوژی FDH، DEA شبکه ای، عوامل نامطلوب

Abstract

Designing and establishing the credit rating model in companies will play an efficient role in increasing the productivity of companies in the optimal allocation of resources. The purpose of this research is to design and explain the accreditation model of holding companies using Data Envelopment Analysis model. This article seeks to strengthen the first steps taken to develop DEA network models based on non-convex technology. For this purpose, it provides a method to consider undesirable outputs in a non-convex technology. In this research, the evaluation of the performance of the units under evaluation, which are 18 investment holding companies of the country, is investigated using a two-stage structure in FDH technology and with the presence of an unfavorable factor. According to the proposed framework, the efficiency of the entire unit under evaluation is calculated under the proposed model. Also, to show the accuracy of the proposed model, it is compared with the basic CCR model, which, due to the identification of fewer efficient units than the CCR model, we conclude the calculation accuracy of the model. Based on the results, Pars Toshe Holding, Sanat Naft, Sanat Siman, Bahman Group, Cultural Heritage, Niro, National Industrial are considered as efficient units.

Keywords: credit rating, holding companies, Data Envelopment Analysis, FDH technology, network DEA, adverse factors

1-مقدمه

برای تفکیک شرکت ها و فراهم کردن امکان مقایسه بین شرکت های فعال در زمینه های اقتصادی، طبقه بندی های مختلفی بر اساس نوع فعالیت در صنعت صورت گرفته است [1]. برای بررسی این طبقه بندی در یک نگاه می توان شرکت ها را به دو بخش صنعتی و سرمایه گذاری تفکیک کرد [2]. شرکت های صنعتی با استفاده از تخصص، توان تولید و ارائه خدمات خود فعالیت می کنند و از فروش خدمات و تولیدات خود منتفع می شوند. دسته دوم تحت عنوان شرکت های سرمایه گذاری یا هلدینگ مادر با هدف کسب سود و

حداکثر کردن ثروت سهامداران خود اقدام به ارائه خدمات تخصصی در زمینه مدیریت یک مجموعه سرمایه گذاری می کنند از آنجایی که فعالیت این گونه نهادهای مالی تأثیر به سزایی بر روند و هدایت بازار مالی دارد لذا نظارت مستمر بر نحوه فعالیت آنها برای همراستا کردن اهداف شرکت های سرمایه گذاری با اهداف کلان بازار مالی اجتناب ناپذیر است. بنابراین آنچه که از تعریف بر می آید، شرکت های سرمایه گذاری توان اداره یک مجموعه عملیاتی فعال را نخواهند داشت و تنها با بررسی و ارزش گذاری شرکت های مختلف و استفاده از ابزارهای مختلف خرید و فروش به موقع سهام شرکت های خود را با اهداف کسب بازدهی ناشی از تفاوت قیمت و یا بهره از این شرکت ها هستند که با تشخیص تحلیلگران سرمایه گذاری در هنگام خرید کم ارزش تر خریداری شده و با قیمت مناسب و در زمان صحیح به فروش می رسانند. سرمایه گذاران اعتبار دهندگان و تحلیلگران مالی از رتبه های اعتباری به عنوان شاخصی از کیفیت شرکت و ریسک سهام استفاده می کنند رتبه های اعتباری به عنوان یکی از شاخص های ارزیابی سهام عمل می کنند رتبه های اعتباری به عنوان راه حلی برای عدم تقارن اطلاعات و افزایش کارایی بازار سرمایه قابل تبیین و تفسیر هستند. به هنگام رتبه بندی اولیه یا در زمان انتشار اوراق بهادار جدید، مشکل کژگزینی است که برجسته تر می نماید کژگزینی حاکی از این واقعیت است که سرمایه گذاران قبل از سرمایه گذاری اطلاعات اندکی از کیفیت یک ناشر و ابزار بدهی دارند، در حالی که خود ناشر اطلاعات کامل تر و بیشتری دارد. بنابراین ممکن است ورقه بهادار بدی را انتخاب و در آن سرمایه گذاری کنند که بازدهی اش پایین تر از یک ورقه بهادار خوب است. کژگزینی زمانی اتفاق می افتد که درباره کیفیت یک ابزار بدهی خوب که مورد معامله قرار می گیرد، اطلاعات نهانی وجود داشته باشد [3]. بعداً پس از اینکه یک ابزار با یک ناشر رتبه اولیه خود را دریافت می کند، مشکلات کژگزینی نمایان می شوند. کژگزینی زمانی روی می دهد که یک ناشر بتواند اقدامات مخفیانه ای انجام دهد که بر بازده نهایی سرمایه گذار تأثیر منفی بگذارد [4].

رتبه بندی اعتباری اظهار نظر در خصوص توانایی و تمایل ناشر جهت ایفای تعهدات مالی به طور کامل و به موقع را نشان می دهد [5]. رتبه های اعتباری نقش منحصر به فردی در غلبه بر عدم تقارن اطلاعات در فرآیند تبادل اطلاعات ایفا می کنند. این جایگاهی که رتبه بندی ها اشغال کرده اند «عدم تقارن اطلاعات» نامیده می شود. یکی از مهم ترین اشکالات در حقوق سرمایه گذاران این است که آنها از وقایعی که در یک شرکت می گذرد بی اطلاع اند یعنی بین سرمایه گذاران خارجی و کنترل کنندگان داخلی عملیات شرکت عدم تقارن اطلاعاتی وجود دارد. بنابراین این خلا همان فضایی است که مؤسسات رتبه بندی اعتباری در آن کار کرده و ارزش اقتصادی می آفرینند. هدف مؤسسات رتبه بندی این است که با ارائه رتبه ها کمبود اطلاعات را برای سرمایه گذاران با درآمد ثابت جبران کنند [4]. به بیان دیگر انتظار می رود رتبه بندی مؤسسات رتبه بندی به تخصیص کاراتر منابع در اقتصاد کمک کنند [6].

همچنین می توان گفت کارایی شرکت ها عامل بسیار مهمی برای خود شرکت ها و همچنین برای کل سیستم اقتصادی است. برای ارزیابی کارایی شرکت ها از مدل تحلیل پوششی داده ها استفاده می شود. تحلیل پوششی داده ها اولین بار توسط چارنز، کوپر و رودز¹ [7] در سال 1978 معرفی شده است که اخیراً توسط بسیاری از تحلیلگران مدل های آن توسعه داده شده است. در ادبیات مربوط به آن به کاربرد گسترده ای از DEA در حوزه های مختلفی مانند صنعت سیمان سیستم های سلامت سیستم های خبره و صنعت برق اشاره شده است. تکنولوژی FDH یکی از مهم ترین دسته های تکنولوژی های ساخت DEA نامحسب محسوب می شود. مدل FDH اولین بار توسط دپرینس، سیمار و تولکان² [8] در سال 1984 ارائه شده است. اخیراً مدل های FDH توسط بسیاری از تحلیلگران مورد توجه قرار گرفته است. ضعف اصلی مدل های سنتی DEA این است که فرآیند تولید واحد تحت ارزیابی را به صورت یک جعبه

¹ Charnes, Cooper and Rhodes

² Deprins, Simar and Tulkans

سیاه در نظر می‌گیرند که تعدادی ورودی را به خروجی نهایی تبدیل می‌کند. این مدل‌ها عملیات درونی واحدهای تحت ارزیابی را در نظر نمی‌گیرند. این عامل باعث می‌شود تا بسیاری از واحدها به‌طور کلی کارا شناخته شوند در حالی که در درون خود فرآیندی داشته باشند که ناکارا باشد. این موضوع باعث می‌شود تا علل ناکارایی اجزای درونی یک واحد تحت ارزیابی برای همیشه نامعلوم باقی بماند. بنا به همین دلیل، مدل‌های مرسوم سنتی تحلیل پوششی داده‌ها از خاصیت فراتخمینی تبعیت می‌کنند و این خاصیت باعث می‌شود تا بسیاری از واحدهایی که ناکارا هستند، کارا شناسایی شوند. اما با این وجود اندازه‌گیری کارایی واحدها با یک ساختار دومرحله‌ای یا شبکه‌ای در سال‌های اخیر به‌طور گسترده‌ای مورد توجه تحلیل‌گران حوزه DEA قرار گرفته است. در ساختار شبکه، بعضی از خروجی‌های هر مرحله به‌عنوان محصول میانی یا فاکتور ارتباطی در شبکه شناخته می‌شوند. این محصولات میانی به‌عنوان ورودی‌های مراحل دیگر یا به‌عنوان خروجی فرآیند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نظر گرفتن عملیات درونی یک فرآیند در ارزیابی عملکرد به‌عنوان DEA شبکه‌ای در نظر گرفته می‌شود [9]. در چنین ساختاری، ورودی‌های کل سیستم، همان ورودی‌های مرحله اول و خروجی‌های کل سیستم، همان خروجی‌های آخرین مرحله هستند.

شرکت‌های سرمایه‌گذاری مادر نقش چشمگیری در بازار سرمایه دارند. ارزیابی اینگونه نهادهای مالی مستلزم شناسایی عوامل متعددی می‌باشد به‌طوری که فرآیند تصمیم‌گیری با پیچیدگی‌ها و دشواری‌هایی توأم می‌گردد. با توجه به گستردگی عوامل مؤثر داخلی و خارجی بر روی عملکرد یک سازمان، و با توجه به مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری مورد استفاده از سوی سازمان‌های رتبه‌بندی مطرح جهانی از جمله «مودیز»، «اس و پی» یا «استاندار و پودرز» و «فیچ» که کلیه عوامل کمی و کیفی خرد و کلان را در مدل‌های خود مد نظر قرار می‌دهند، به نظر می‌رسد که مدل‌هایی که تاکنون برای ارزیابی شرکت‌های سرمایه‌گذاری مادر در ایران توسعه داده شده است، مستلزم یک بازنگری کلی است. باید توجه داشت که مدل پیشنهادی که تاکنون در قالب تحقیقات دانشجویی ارائه شده‌اند، صرفاً برای رتبه‌بندی شرکت‌های سرمایه‌گذاری مادر به کار برده شده‌اند، اما برای رتبه‌بندی اعتباری یک هلدینگ نیازمند مدلی جامع‌تر می‌باشد تا تمامی ابعاد هلدینگ را مدنظر قرار دهد. در واقع مدل‌های رویال‌ریتینگز که برگرفته از مدل‌های شرکای خارجی و بومی‌سازی شده توسط خبرگان است، بسته به نوع ساختار سازمانی و ساختار مالکیتی شرکت‌های سرمایه‌گذاری، متفاوت خواهد بود. حتی بسته به نوع فعالیت هلدینگ‌ها مدل‌های مورد استفاده به‌طور تخصصی اصلاح می‌شوند. با توجه به اینکه محاسبه کارایی نسبی شرکت‌های هلدینگ مادر با در نظر گرفتن شرکت‌های تبعی آنها، می‌تواند به مجموعه سرمایه‌گذاری کشور راه یابد و مدیریت مجموعه‌های سرمایه‌گذاری از این ابزار مدیریتی در جهت بهبود کارایی شرکت‌های تبعی خود استفاده کنند، موضوع مقایسه شرکت‌های سرمایه‌گذاری هلدینگ مادر در مجموعه شرکت‌های سرمایه‌گذاری به خصوص به دلیل ویژگی مالکیت خصوصی در ایران مورد علاقه است و نیازمند بررسی بیشتر و دقیق‌تر و شناسایی ملاحظات ضروری و ارائه روش‌های کاربردی است. با توجه به موارد فوق الذکر، هدف اصلی تحقیق ارائه یک چارچوب جامع در خصوص طراحی الگویی برای رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌های هلدینگ سرمایه‌گذاری مادر با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها است. در واقع، هدف ارائه یا بهبود روش‌هایی است که بتواند ضمن ارزیابی گروه‌ها با یکدیگر و رعایت ملاحظات ضروری مثل بکارگیری معیار مناسب با در نظر داشتن عملکرد واحد درونی به ایجاد یک ساختار توجیهی برای شناسایی و تمایز گروه‌ها از یکدیگر کمک کند.

2- مروری بر پیشینه پژوهش

با توجه به این که هر تحقیقی نیاز به شناخت پیشینه تحقیقات و بررسی نظرات محققان قبلی دارد در این گفتار به مرور تعدادی تحقیقات انجام شده در سال‌های اخیر آمده است پرداخته شده است:

در تحقیقات خارجی، ژانگ و لی^۱ (2023) [10] در مقاله خود یک مدل رتبه‌بندی اعتباری مبتنی بر روش DEA دوگانه چرخه پویا را با هدف به حداکثر رساندن ارزش کارایی امتیازدهی اعتباری مزرعه خانوادگی و دآمداری و محدودیت افزایش نرخ ضرر پیش‌فرض ارائه کردند. اولین ویژگی این مقاله این است که یک نداشت مستقیم از سیستم شاخص اعتباری به امتیاز اعتباری را از طریق مدل سه مرحله‌ای DEA ایجاد می‌کند، که از معایب فرمول وزن‌دهی خطی کلاسیک که به شدت بر نتایج اندازه‌گیری وزن‌های مختلف متکی است اجتناب می‌کند، و نتایج امتیاز اعتباری دقیق و پایدارتری از مزارع و مراعات خانوادگی بدست می‌آورد. دوم، ارزش کارایی سه مرحله‌ای DEA به عنوان ارزش امتیاز اعتباری مزرعه و مراعات خانوادگی استفاده می‌شود، و اینکه آیا در بازه از پیش تعیین‌شده بهینه قرار دارد به عنوان مبنای دوگانگی کارایی در نظر گرفته می‌شود. امتیاز اعتباری DEA مزرعه و مراعات خانوادگی با چرخه دینامیکی محاسبه می‌شود و نمونه‌های متعلق به هر سطح از مزرعه و مرتع خانوادگی به ترتیب بر اساس ترتیب درجه اعتبار از زیاد به پایین محاسبه می‌شوند. در نهایت، نتیجه رتبه‌بندی اعتباری معقول مزرعه و دآمداری خانوادگی با نرخ زیان پیش‌فرض بالا و امتیاز اعتبار پایین به‌دست آمد. نتایج آزمون هرمی تطبیق رتبه اعتباری و نرخ ضرر پیش‌فرض نشان می‌دهد که این روش تحقیق مؤثر بوده و شکل هرمی خوبی دارد. لی و همکاران^۲ (2023) [11] در پژوهش خود بیان کردند این مقاله پیشگامی برای پیشنهاد بهینه‌سازی کارایی شرکت‌های لجستیک فهرست‌شده در مالزی با عامل ریسک عملیاتی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است. رویکرد شاخص پایه (BIA) به عنوان یک شاخص خروجی برای عامل سرمایه مورد نیاز ریسک عملیاتی در مدل پیشنهادی استفاده می‌شود. این مقاله دارای مفاهیم کاربردی و مدیریتی با شناسایی پیشرفت‌های بالقوه برای شرکت‌های لجستیک فهرست‌شده ناکارآمد بر اساس راه‌حل بهینه مدل DEA است. این مدل پیشنهادی می‌تواند در زمینه‌های نوظهور مانند مالی و شرکت‌های ساخت‌وساز مبتنی بر پروژه، که در آن ریسک عملیاتی یک نگرانی بالا است، استفاده شود. لین و همکاران^۳ (2022) [12] نیز بیان کردند که شرکت‌های هلدینگ مالی تایوانی در طول بحران مالی جهانی بر اساس یک مدل چند مرحله‌ای NDEA تحت عدم قطعیت^۴ بیان کردند که در این مقاله، از مدل اندازه‌گیری مبتنی بر شبکه چند مرحله‌ای تحت عدم قطعیت برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های هلدینگ مالی تایوانی (FHC) از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲ استفاده می‌کند. این مقاله فرآیند خلق ارزش را به عنوان یک چارچوب دو مرحله‌ای تصور می‌کند. در این چارچوب، مرحله سودآوری را می‌توان به مراحل فرعی سودآوری بانکی، بیمه و اوراق بهادار تقسیم کرد. علاوه بر این، مدل پیشنهادی ذکر شده در بالا را بیشتر گسترش می‌دهد تا نه تنها NPL ها را به عنوان خروجی نامطلوب در مرحله سودآوری بانکی بگنجانند، بلکه از رویکرد مجموعه‌فازی برای پردازش عدم قطعیت آن نیز استفاده می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که وقتی متغیرها را در مشخصات مدل ساده می‌کند، توانایی تمایز مدل بیشتر است. همچنین این مطالعه دریافت که تمام شرکت‌های هلدینگ تایوانی در آن دوره خاص "عملکردهای ناکارآمد" بودند، که عمدتاً به عملکرد ضعیف سودآوری، به ویژه در خدمات بانکی نسبت داده می‌شود. استویک و همکاران^۴ (2022) [13] در مطالعه خود یک مدل یکپارچه برای تعیین کارایی شرکت‌های حمل و نقل نماینده در یک دوره هشت ساله طراحی کردند. که از یک مدل اصلی ایجاد شده که شامل ادغام روش‌ها تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، تحلیل مؤلفه اصلی (PCA)، اهمیت معیارها از طریق همبستگی بین معیارها (کریتیک) آنتروپی و روش مارکوس (جایگزین‌های اندازه‌گیری و رتبه‌بندی بر اساس راه‌حل سازش) است. به منظور تعیین کارایی نهایی شرکت‌های حمل و نقل بر اساس ۱۰ پارامتر ورودی - خروجی. نتایج نشان داد که کارآمدترین عملکرد تجاری در دوره 2014-2017 به دست آمد. تجزیه و تحلیل حساسیت گسترده و تحلیل مقایسه‌ای انجام شد که تا حدودی نتایج به دست آمده قبلی را تایید کرد. در تحلیل حساسیت،

¹ Zhang & Li

² lee

³ Lin

⁴ Stević

۳۰ سناریو با تغییر وزن معیارها ایجاد شد، در حالی که تحلیل مقایسه ای با سه روش دیگر تصمیم گیری چند معیار انجام شد. در نهایت، شاخص همبستگی با استفاده از ضرایب همبستگی اسپیرمن و پیرسون تعیین شد. با توجه به نتایج نهایی، سال های بسیار کارآمدی را می توان از هم جدا کرد که می تواند معیاری برای پیشبرد کسب و کار باشد. هدف یک شرکت در مدیریت کارایی عملکرد آن این است که چگونه خروجی را در تعداد معینی از منابع به حداکثر برساند یا چگونه حداقل ورودی ها را برای مقدار مشخصی از خروجی به کار گیرد. این بدان معناست که چندین ورودی و خروجی چندگانه در اندازه گیری کارایی در نظر گرفته می شود. کائو و همکاران^۱ (2022) [14] به ارزیابی کارایی کل شرکت های هلدینگ بانکی غیرهمگن در عصر دیجیتال پرداختند و بیان کردند که این مطالعه با استفاده از داده های تابلویی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ به بررسی عملکرد مؤسسات بانکی در سرمایه گذاری در فناوری های دیجیتال و استفاده از منابع آنها در عصر دیجیتال می پردازد. ابتدا یک مدل تحلیل پوششی داده های مرسوم (DEA) اعمال می شود و سپس یک تحلیل شاخص مالکونیست اعمال می شود. نتایج نشان می دهد که شرکت های هلدینگ بانکی (BHC) به دلیل مدیریت ناکارآمد منابع، نتوانسته اند از پیشرفت فناوری بهره ببرند. به این ترتیب، این مقاله یک مدل تخصیص منابع جدید را برای رسیدگی به مسائل پیشنهاد می کند، به ویژه اجازه می دهد شرکت های هلدینگ بانکی غیرهمگن با همتایان واقعی خود مقایسه شوند و بینش های عملی را در مورد تخصیص و تخصیص مجدد منابع مشترک برجسته کنیم. نمرات کارایی کل اندازه گیری شده و سپس در برابر متغیرهای توضیحی انتخاب شده پسرفت می شود. یافته های تجربی نشان می دهد که شرکت های هلدینگ بانکی باید قابلیت های نوآوری خود را تقویت کرده و سطوح تنوع خود را بهبود بخشند تا عملکرد بهتری در استفاده از منابع داشته باشند. نتایج همچنین مفاهیم مدیریتی جدیدی را برای همکاری با شرکت های فناوری مالی ارائه می دهد. به طور خاص، متغیر توضیحی، مشارکت، نشان داده شده است که یک اثر تعدیل کننده بر رابطه بین اندازه و کارایی کل شرکت های هلدینگ بانکی دارد. شرکت های هلدینگ بانکی بزرگتر می توانند از همکاری با فین تک سود ببرند، در حالی که به نظر می رسد شرکت های هلدینگ بانکی کوچکتر بهتر است به تنهایی عمل کنند. آبراهاند و چاندانی^۲ (۲۰۲۱) [3] ادبیات اضافه شده در حوزه رتبه بندی اعتباری از ژانویه ۲۰۰۱ تا نوامبر ۲۰۲۰ را برای کشف فرصت های تحقیقات بیشتر مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و برای درک ادبیات موجود از تحلیل محتوا استفاده کردند. در این راستا نمونه ای از ۱۵۳ مقاله برای شناسایی شکاف ها در حوزه اعتبار سنجی و ایجاد روش مناسب برای پر کردن آنها ساخته شد. بیشتر مطالعات به عنوان اثرات پس از بحران مالی گزارش شده در سالهای ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ پدید آمده است. بررسی ها نشان داد ۴۸ مطالعات بر روی توسعه سازوکار جدید رتبه بندی اعتباری بدون ارزیابی عمیق ساختار موجود تمرکز داشته اند. میرمظفری و همکاران (2021) [15]، یک رویکرد ترکیبی جدید برای محاسبه میانگین امتیاز کارایی با استفاده از روش های پارامتری و غیرپارامتری در بیمارستان های دولتی در دوران همه گیری کرونا ارائه دادند. لوکیچ و همکاران^۳ (۲۰۲۰) [16] از روش های AHP و TOPSIS برای ارزیابی کارایی خرده فروشان مواد غذایی در صربستان استفاده کرد، که در آن از روش AHP برای تعریف وزن معیارهای ارزیابی استفاده شد در حالی که TOPSIS برای اندازه گیری خرده فروش مواد غذایی کارآمد استفاده شد. با این حال، محدودیت این رویکرد این است که صرفاً فروشگاه های خرده فروشی را بر اساس عملکرد نهایی شان بدون در نظر گرفتن بازده ثابت به مقیاس (CRS)، بازده متغیر به مقیاس (VRS)، یا اینکه کدام واحد برای واحد ناکارآمد همتا خواهد بود، رتبه بندی می کند. دورفلیتز و همکاران^۴ (۲۰۲۰) [17] با ادغام معیارهای عملکرد اجتماعی شرکت ها^۵ در یک مدل ریسک اعتباری ثابت طی سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷، میزان بهبود کیفیت پیش بینی های اعتباری از طریق رگرسیون چند متغیره را کمی کردند. تجزیه و تحلیل آنها

¹ Cao

² Ubrahand and Chandani

³ Lukic

⁴ Dorfleitner et al

⁵ Corporate Social Performance

شواهد کاملی از مزیت اطلاعاتی مقایسه ای با در نظر گرفتن معیارهای عملکرد اجتماعی شرکت ها در پیش بینی رتبه اعتباری شرکت های آمریکای شمالی و اروپایی را ارائه می دهد. به طور کلی نشان دادند که عملکرد اجتماعی متغیر مرتبطی برای پیش بینی رتبه های اعتباری است. و یافته ها نشان می دهد که شرکت هایی با عملکرد اجتماعی بالا خطر کمتری دارند و بنابراین رتبه بندی اعتباری بهتری دارند. با این حال، کیفیت روابط به محیط اقتصادی اجتماعی و فرهنگی نیز بستگی دارد. شانکار^۱ (۲۰۱۹) [6] نقش مؤسسات رتبه بندی اعتباری را در چالش های مالی شرکت های بزرگ، متوسط و کوچک هندوستان طی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ به صورت خاص و با روش توصیفی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که رتبه بندی اعتباری فرآیندی پرهزینه برای تأمین مالی شرکتها است و نقش دولت در تشویق شرکت برای استفاده از رتبه بندی اعتباری بسیار حائز اهمیت است. همچنین رتبه بندی اعتباری شرکتها باعث کاهش تقارن اطلاعاتی آنها شده است. ابد و همکاران^۲ (۲۰۱۸) [18] انواع خاصی از اقدام رتبه بندی متفاوت و یا قوی تر و تأثیرات آنها بر کشورهای اروپا و آسیای مرکزی تحت تأثیر سطح رتبه بندی مستقل و میزان همگرایی رتبه بندی ها بین آنها را مورد بررسی قرار دادند نتایج الگوی مشخص طی سال های ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۵ و با رگرسیون چند متغیره نشان داد که به موجب آن تنزل رتبه بندی کشورهای دارای رتبه بالا باعث سرایت به کشورهای دارای رتبه بالا و پایین می شود در حالی که رتبه های پایین کشورها تأثیر کمی بر کشورهای دارای رتبه بندی بالا دارد.

همچنین در تحقیقات داخلی، پور ولی علیار و همکاران (1401) [19] بیان کردند که هدف از این تحقیق رتبه بندی اعتباری شرکت ها می باشد. به این منظور در گام اول با مطالعه ادبیات تحقیق و روشناسی مؤسسات رتبه بند اعتباری برتر 10 متغیر که بیشترین تاثیر را در تعیین کیفیت اعتباری شرکتها داشتند و در محیط ایران موضوعیت دارند مبنای رتبه بندی اعتباری قرار گرفتند. این متغیرها در دو بخش کمی و کیفی است، که همه آنها بر اساس اطلاعات حسابداری کمی شده است براساس این متغیرها اطلاعات 146 شرکت و 730 سال-شرکت پذیرفته شده در بورس برای دوره 1395 تا 1399 استخراج شده برای رتبه بندی اعتباری شرکتها از مدل سوپر تحلیل پوششی داده های پیشنهادی هادی وینچه (2012) استفاده شد، نتیجه پژوهش شامل تعیین رتبه اعتباری شرکت های مورد بررسی با توجه به شاخصهای انتخاب شده بود که به هریک از آنها رتبه هایی از AAA تا D اختصاص یافت. این رتبه ها نشان دهنده توانایی مالی نسبی شرکتها در پرداخت به موقع بدهی هایشان است که هرچه رتبه شرکتها به D نزدیکتر باشد، توانایی مالی کاهش می یابد و هرچه به AAA نزدیکتر باشد، افزایش می یابد. نتایج نشان دهنده انتخاب شاخصهای اثر گذار در رتبه اعتباری و تعیین درست رتبه اعتباری می باشد. حیدری فرد و همکاران (1401) [20] در پژوهشی خود بیان کردند که در این پژوهش با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل عاملی و روش دلفی متغیرهای تأثیرگذار بر ریسک اعتباری انتخاب و وارد مدل تحلیل پوششی داده ها شده است و امتیازات کارایی شرکت های حقوقی و اعتباری بانک تجارت و پذیرفته شده در بورس با استفاده از آنها به دست آمد و سپس رتبه بندی توسط مدل موسسه ای فیچ انجام و با استفاده از نتایج به پیش بینی جابجایی مشتریان در گروه های مختلف با استفاده از فرآیند زنجیره مارکوف پرداخته شده است. نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده ها حاکی از آن است که در رویکرد مالی 7 شرکت و در رویکرد ترکیبی 12 شرکت کارا تشخیص داده شد. نتایج حاصل از زنجیره مارکوف حاکی از پیش بینی میانگین احتمال توقف در رتبه فعلی در سال 1400 در حالت مالی برابر 46 درصد و در حالت ترکیبی برابر 53 درصد و میانگین احتمال بهبود وضعیت شرکتها 23 درصد و میانگین احتمال نزول وضعیت برابر 20 درصد پیش بینی می گردد. نوروزی و شرفی (1401) [21] در بیان کردند که تکنیک تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی کارایی نسبی مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیری استفاده می شود. تجزیه و تحلیل پوششی داده ها در زمینه های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است، به عنوان مثال، تجزیه و تحلیل حساسیت در DEA.

1. Shankar

2. Abad et al

تحلیل حساسیت مدل های تحلیل پوششی داده ها بسیار مهم است. متعاقباً مقالات زیادی در این زمینه ارائه شده است، در بعضی مواقع مدیران به مسایلی بر خورد می کنند که تخصیص یک هزینه ثابت به واحدهای تصمیم گیرنده مهم می باشد و آنجا که در اغلب مسائل واقعی داده ها و اطلاعات اولیه دقیق نیستند بلکه کیفی، بازه ای و یا ترتیبی می باشند لذا سعی شده است که در این مقاله این موضوع را مورد بحث قرار داده و مدلی ارائه شود که تخصیص یک هزینه ثابت که از نوع فازی است را به واحدهای تصمیم گیرنده مورد بررسی قرار دهد. علاوه بر این فرض می شود تمامی ورودی ها و خروجی های واحدها فازی هستند و تخصیص هزینه جدید باید به گونه ای باشد که بیشترین تعداد واحد ناکارا کارا شود و در انتها با دو مثال عددی مورد استفاده قرار گرفته شده و نتایج ارائه شده است.

3- روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نظر دسته بندی بر حسب هدف تحقیقی کاربردی و از نظر روش یک پژوهش کیفی - کمی است. ماهیت روش در این پژوهش در زمره استفاده از روش های ریاضی است. بنابراین در صدد آزمون یک فرضیه مبتنی بر داده های حاصل از یک نمونه نیست و به هدف تحقیق یعنی ارائه یک روش حل مسأله در چارچوب منطق ریاضی متمرکز می شود. فرآیند مدل سازی ریاضی را به دشواری می توان تشریح کرد چرا که فرآیندی خلاقانه است و محقق دائماً ناگزیر از حرکت رو به جلو از مفاهیم و ایده اساسی به سمت کاربرد و محاسبه و بازگشت و اصلاح ایده های اولیه است. بنابراین هدف اصلی تحقیق طراحی و تبیین مدل اعتباربندی شرکت های هلدینگ با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها است. جامعه آماری پژوهش حاضر متشکل از مدیران فعلی، مدیران قبلی و کارشناسان خبره و صاحب نظران در هولدینگ های سرمایه گذاری هستند که از تخصص و تجربیات آنها برای تأیید یا عدم تأیید متغیرهای شناسایی شده استفاده شده است و به دلیل محدود بودن جامعه آماری، نیازی به انجام نمونه گیری نبود و کل جامعه آماری مورد بررسی قرار گرفت. در بخش کیفی، پس از مصاحبه با 15 نفر از نمونه آماری، اطلاعات مورد نیاز به اشباع نظر رسید و تأیید متغیرهای در نظر گرفته شده بدست آمده است. در پژوهش حاضر به منظور جمع آوری نقطه نظرات کارشناسان صنعت خودرو، از پرسشنامه ای مربوط به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی که سؤالات آن را مقایسات زوجی تشکیل می دهند به عنوان ابزار گردآوری اطلاعات استفاده شده است؛ پرسشنامه تحقیق شامل سه بخش سؤالات عمومی و اختصاصی می باشد. بخش اول به جمع آوری اطلاعات جمعیت شناختی پاسخ دهندگان می پردازد که متشکل از سؤال در خصوص جنسیت، سن، میزان تحصیلات و سابقه شغلی پاسخ دهندگان به سؤالات می باشد. بخش دوم پرسشنامه نیز مناسب بودن یا نبودن کلیه شاخص ها در معرض قضاوت خبرگان قرار می گیرد، همچنین، در بخش سوم، با طرح یک سؤال با پاسخ باز از خبرگان درخواست می شود تا شاخصی که از دید آنها برای این تحقیق مناسب است معرفی شود. در این پژوهش برای محاسبه کارایی شرکت های هلدینگ از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه FDH استفاده شده است.

در پژوهش حاضر محقق برای بررسی تحلیل توصیفی از مولفه های (سابقه کار، سن، تحصیلات، جنسیت) استفاده نموده است که در جدول 1 به آن اشاره شده است.

جدول 1. ویژگی های جمعیت شناختی

ویژگی جمعیت شناختی		تعداد
سن	کمتر از 30 سال	0
	31-40 سال	10

5	41-50 سال	
0	زن	جنسیت
15	مرد	
12	فوق لیسانس	تحصیلات
3	دکتری	
0	کمتر از 5 سال	سابقه کار
0	بین 6-10 سال	
1	بین 11-15 سال	
10	بین 16-20 سال	
4	بیشتر از 21 سال	

3-1- مدل محاسبه کارایی شرکت های هلدینگ

در این بخش، عملکرد فرآیندهای متوالی چند مرحله‌ای با حضور عوامل خروجی نامطلوب را با در نظر گرفتن تکنولوژی نامحذب پوسته دسترسی‌پذیری آزاد (FDH) مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. همان طور که در بخش قبل مطرح شد اولین تلاش‌ها در این خصوص توسط توکلی و مصطفایی [22] در سال 2019 انجام گرفته است. که آنها بطور کلی کارایی کلی و مرحله‌ای DMUها را با ساختار چندمرحله‌ای تحت تکنولوژی نامحذب ارائه کردند. روش پیشنهادی آنها هر چند به عنوان اولین تلاش در تکنولوژی چند مرحله‌ای نامحذب به حساب می‌آید اما می‌توانست با در نظر گرفتن عوامل نامطلوب کامل‌تر گردد. بنابراین، در این مقاله برای پر کردن این خلا روشی برای دربرگیری خروجی‌های نامطلوب در یک تکنولوژی نامحذب ارائه می‌گردد. برای این منظور از الگوی کائو¹ [23] و چن و همکاران² [24]، تحت تکنولوژی محذب استفاده می‌کنیم. در این الگو، ابتدا کارایی کلی تخمین زده می‌شود، و سپس امتیاز کارایی مراحل از طریق ثابت نگه داشتن کارایی کلی محاسبه می‌شود. در ادامه این بخش ابتدا نحوه ساخت تکنولوژی مدل FDH مبتنی بر چند فرآیند و سپس در سایر بخش‌ها روش محاسبه کارایی کلی و مراحل را برای واحدهای تحت ارزیابی ارائه می‌دهیم. برای ساخت تکنولوژی تولید FDH یک مجموعه با n واحد تحت ارزیابی را در نظر بگیرید که فعالیت آنها شامل دو مرحله می‌شود. x_1 و x_2 ورودی‌های مرحله 1 و 2 هستند. همچنین y خروجی مطلوب نهایی فرآیند است. و z به عنوان محصول میانی یا فاکتور ارتباطی مرحله 1 و 2 در نظر گرفته شده است. ما همچنین فرض می‌کنیم که مرحله دوم علاوه بر خروجی مطلوب نهایی، خروجی نامطلوبی دارا است که آن را w می‌نامیم. در شکل 2، سیستم مورد نظر نشان داده شده است. در مرحله اول، DMUها ورودی‌ها را مصرف می‌کنند تا خروجی میانی z تولید شود. در مرحله دوم، خروجی میانی z به عنوان ورودی مرحله دوم مصرف می‌شود تا y به عنوان خروجی نهایی تولید گردد. علاوه بر این خروجی نهایی سیستم در نظر گرفته شده w را به عنوان خروجی نامطلوب تولید می‌کند. تکنولوژی مبتنی بر اصل دسترسی‌پذیری ضعیف خروجی نامطلوب برای مدل FDH در یک شبکه سری به صورت معادله 1 در زیر است.

$$if (x, y, w) \in T, \quad 0 \leq \theta \leq 1 \stackrel{\text{داریم}}{\Rightarrow} (\theta y, \theta w) \in T \quad (1)$$

¹ Kao

² Chen and et al

$$T = \{(y, w): x \text{ can produce } y, w\}$$

با لحاظ کردن اصل نشان داده شده در رابطه (6)، تکنولوژی جدید بصورت زیر ساخته می شود.

$$P_x^T = \{(y, w): \theta^j \sum_{j=1}^n \lambda_j^2 y_j^2 \geq y \quad (2)$$

$$\theta^j \sum_{j=1}^n \lambda_j^2 w_j = w_j$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^k x_j^k \leq x^k, \quad k = 1, 2$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^1 Z_j \geq Z$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^2 Z_j \leq Z$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1, \quad k = 1, 2$$

$$0 \leq \theta^j \leq 1$$

$$\{\lambda_j^k \in \{0, 1\}, j = 1, \dots, n, k = 1, 2\}$$

واضح است که روابط موجود در فرمول بندی شماره (6) غیرخطی است که با یک روش ارایه شه توسط کاسمانن [25] خطی می شود. برای خطی کردن، فرض کنید وزن های هر DMU به دو قسمت و به صورت $\lambda_j^2 = \eta_j^2 + \mu_j^2$ تجزیه می شود. مؤلفه دوم μ_j^2 نشان دهنده قسمتی از خروجی است که سطح فعالیت را کاهش می دهد. در حالی که مؤلفه اول η_j^2 نشان دهنده قسمتی از خروجی واحد j ام است که فعال باقی می ماند $\eta_j^2 = \theta^j \lambda_j^2$. توجه شود که متغیر انقباض اصلی از رابطه $\theta^j = \frac{\eta_j^2}{\eta_j^2 + \mu_j^2}$ به دست می آید. با به کار بردن این نمادگذاری، مجموعه خروجی حاصل از فرمول بندی شماره (2)، به صورت مجموعه معادلات شماره (3) نوشته می شود [26].

(3)

$$P_x^T = \{(y, w): \sum_{j=1}^n \eta_j^2 y_j^2 \geq y$$

$$\sum_{j=1}^n \eta_j^2 w_j = w_j$$

$$\sum_{j=1}^n (\eta_j^2 + \mu_j^2) x_j^2 \leq x^2$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^1 x_j^1 \leq x^1$$

$$\sum_{j=1}^n (\eta_j^2 + \mu_j^2) Z_j \leq Z$$

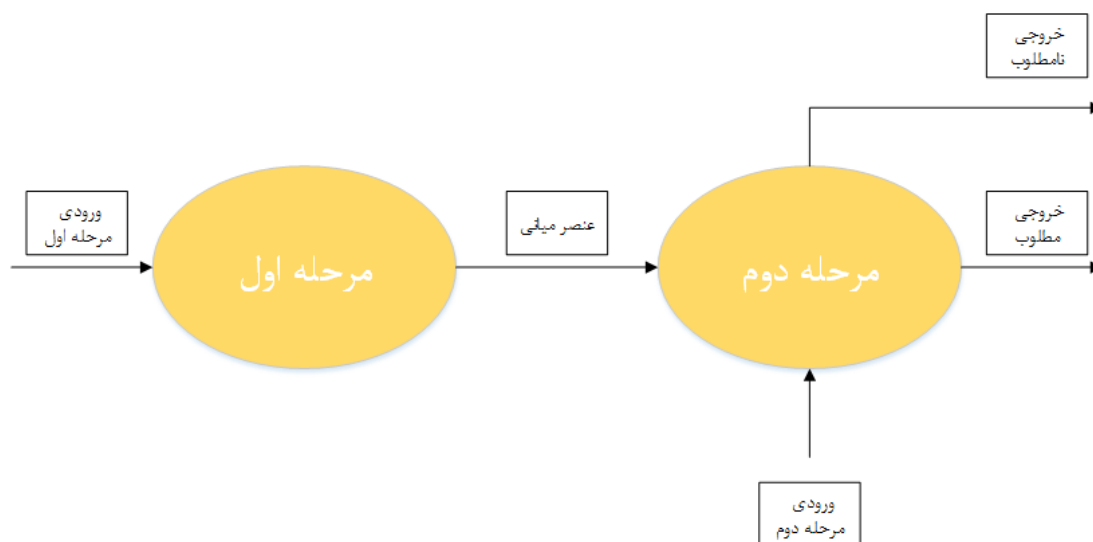
$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^1 Z_j \geq Z$$

$$\sum_{k=1}^n \eta_j^2 + \mu_j^2 = 1$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^1 = 1$$

$$\mu_j^2 + \eta_j^2 = \lambda_j^2$$

$$, \eta_j^2, \mu_j^2 \geq 0 \{ \lambda_j^k \in \{0,1\}, j = 1, \dots, n, k = 1,2 \}$$



شکل 1. ساختار دومرحله‌ای در نظر گرفته شده

3-2- محاسبه امتیاز کارایی کلی

برطبق روابط موجود در میان ورودی‌ها، خروجی‌ها، محصولات میانی و خروجی نامطلوب موجود در سیستم در نظر گرفته شده امتیاز کارایی تخمین زده می‌شود. در مدل ورودی محور از یک تابع هدف به منظور کمینه کردن مقدار ورودی‌ها و عنصر میانی استفاده می‌شود در حالی که حداقل سطح تولید محصول نهایی حفظ گردد. در طول مقاله e_j برداری است که همه اجزای آن بجز j امین جز آن که مقدار یک دارد برابر با صفر است. DMU_o را با مشخصات $(x_0^k, y_0^k, z: k = 1,2)$ به عنوان واحد تحت ارزیابی در نظر می‌گیریم. می‌توان با استفاده از مسأله برنامه‌ریزی ترکیبی خطی و عدد صحیح مدل ورودی محور FDH موجود در رابطه 4 در زیر را ارائه کرد.

$$\theta_0^T = \min \theta_0$$

s.t

(4)

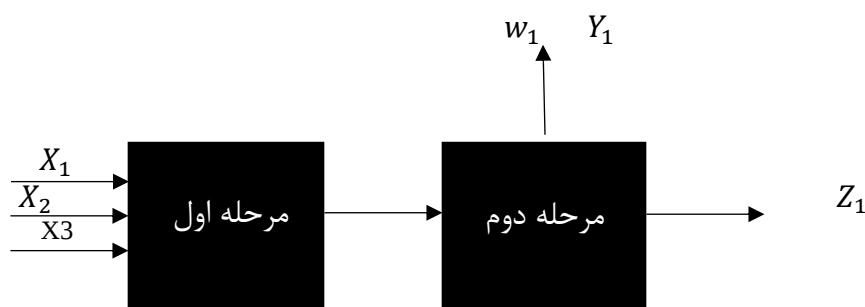
$$\begin{aligned}
& \sum_{j=1}^n (\eta_j^2 + \mu_j^2) x_j^2 \leq \theta_0 x^2 \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j^1 x_j^1 \leq \theta_0 x^1 \\
& \sum_{j=1}^n \eta_j^2 y_j^2 \geq y \\
& \sum_{j=1}^n \eta_j^2 w_j = w_j \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j^1 Z_j \geq Z \\
& \sum_{j=1}^n (\eta_j^2 + \mu_j^2) Z_j \leq \theta_0 Z \\
& \sum_{k=1}^n \eta_j^2 + \mu_j^2 = 1 \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1 \\
& \mu_j^2 + \eta_j^2 = \lambda_j^2, \quad \eta_j^2, \mu_j^2 \geq 0, \quad 0 \leq \theta_0 \leq 1 \\
& \{\lambda_j^k \in \{0,1\}, j = 1, \dots, n, k = 1,2\}
\end{aligned}$$

جواب شدنی $(\lambda_1 = \lambda_2 = e_0, \theta = 1)$ را برای مسأله (4) در نظر می‌گیریم. آنگاه خواهیم داشت $\theta_0^T \leq 1$ یک واحد تحت ارزیابی مانند DMU_0 با دو فرآیند متوالی کارای ورودی محور مدل FDH است اگر $\theta_0^T = 1$ باشد. در غیر اینصورت آن را ناکارای FDH می‌نامیم.

4. مطالعه کاربردی

به منظور نشان دادن قابلیت مدل پیشنهادی، عملکرد 18 شرکت هولدینگ سرمایه گذاری با 6 متغیر به طور کلی در کشور را مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهیم. ابتدا برای تحلیل این مسأله 10 متغیر در نظر گرفته شد، که با در میان گذاشتن آنها با خبرگان و آنالیز قضاوت های آنان براساس همپوشانی کامل متغیرها با ساختار در نظر گرفته شده 4 متغیر که از لحاظ تأثیرگذاری اهمیت کمتری داشتند کنار گذاشتند و در نهایت برای 18 هولدینگ در نظر گرفته شده، یک ساختار مالی دو مرحله ایی در ایجاد شد که در مرحله اول میزان سرمایه، تعداد نیروی انسانی و هزینه عملیاتی به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است، این ورودی ها مصرف می شوند تا شرکت ها به توانگری برای ایجاد شرکت های تابعی برسند، لذا تعداد شرکت های زیرمجموعه به عنوان خروجی مرحله اول و ورودی مرحله دوم به عنوان یک متغیر میانجی در نظر گرفته می شود تا در مرحله دوم به عنوان سود نهایی به عنوان خروجی مطلوب و بهای تمام شده به عنوان خروجی نامطلوب در نظر گرفته شده است. بر طبق شکل 3، در مرحله اول میزان سرمایه گذاری، تعداد نیروی انسانی و هزینه عملیاتی سه ورودی مرحله اول هستند که ورودی کلی فرآیند نیز محسوب می شوند. در این مرحله به

واسطه شکل گیری شرکت سرمایه گذاری تعدادی شرکت به عنوان زیرمجموعه شرکت مادر ایجاد می شود که به عنوان خروجی در نظر گرفته شده است که به عنوان خروجی مرحله اول در نظر گرفته می شود. از آنجایی که فرآیند شکل گیری سرمایه گذاری به صورت یک شبکه در نظر گرفته شده است، خروجی مرحله اول، به عنوان ورودی مرحله دوم در نظر گرفته می شوند. که سود نهایی خروجی مطلوب و بهای تمام شده خروجی نامطلوب مرحله دوم در نظر گرفته شده است که خروجی کل فرآیند نیز در نظر گرفته می شوند. در شکل 2، فرآیند سرمایه گذاری شرکت های هولدینگ نشان داده شده است.



شکل 2- فرآیند سرمایه گذاری شرکت هولدینگ

در شکل 2، X_1 میزان سرمایه، X_2 تعداد نیروی انسانی و X_3 هزینه عملیاتی به عنوان ورودی های مرحله اول هستند، Z_1 تعداد شرکت های زیر مجموعه است. Y_1 و w_1 خروجی های مطلوب و نامطلوب مرحله دوم و فرآیند کل هستند که به ترتیب عبارت اند از سود نهایی و بهای تمام شده. در جدول 2، مجموعه داده های جمع آوری شده هر یک از متغیرهای در نظر گرفته شده نشان داده شده است.

جدول 2- مجموعه داده ها

واحد تصمیم گیری	ورودی			میانی	خروجی (مطلوب)	خروجی (نامطلوب)
	X_1	X_2	X_3	Z_1	Y_1	w_1
پارس توشه	1500000	2235	8868475	8	0.502	342795
ایران خودرو	39605137	7269	49453367	8	0.727	526619
صنایع بهشهر	8250000	6344	49626230	9	0.465	7796408
معادن و فلزات	54900000	1893	14621729	6	0.570	8337893
توکا فولاد	2600000	5005	41200596	12	0.490	1679348
سیمان تأمین	11000000	10931	57009958	10	0.640	8618891

2455510	0.517	4	1179430	3434	38426992	شفا دارو
893613	0.385	7	1650000	834	11221731	صنعت نفت
64898869	0.514	4	6000000	2419	11043796	صنایع سیمان
1549701	0.713	8	1820000	6236	30579243	صنایع پتروشیمی
111672543	0.659	16	10000000	3616	32273925	گروه بهمن
4002366	0.369	5	5800000	3577	54049261	دارویی برکت
1873350	0.447	4	45000000	223	1348891	میراث فرهنگی
3336631	0.248	13	275000000	3930	11773152	کشاورزی کوثر
11434305	0.586	5	27250000	12741	143030230	توسعه ملی
8691075	0.176	3	10500000	426	3322747	نیرو
5408538	0.479	5	3241000	1368	17282244	دارویی سبحان
107348	0.485	2	247360	674	2145691	صنعتی ملی

در جدول 3، با ملحوظ دانستن داده‌های فوق در مدل توسعه داده شده و اجرای آن در نرم افزار Gams نتایج کارایی کلی برای واحدهای تصمیم گیری تحت مدل پیشنهادی نشان داده شده است.

جدول 3- نتایج امتیاز کارایی کلی تحت مدل پیشنهادی

کارایی کلی	واحد تصمیم گیری
1.00	پارس توشه
0.400	ایران خودرو
0.270	صنایع بهشهر
0.842	معادن و فلزات
0.929	توکا فولاد
0.292	سیمان تأمین
0.704	شفا دارو
1.00	صنعت نفت
1.00	صنایع سیمان
0.824	صنایع پتروشیمی
1.00	گروه بهمن
0.327	دارویی برکت
1.00	میراث فرهنگی
0.501	کشاورزی کوثر
0.549	توسعه ملی
1.00	نیرو

0.649	دارویی سبحان
1.00	صنعتی ملی

با توجه به اینکه در ساختار ارائه شده دارای یک شبکه مبتنی بر دو مرحله هستیم، همچنین مراحل اول و دوم از طریق عناصری به یکدیگر متصل هستند بنابراین با ارائه مدل پیشنهادی امتیاز کارایی با ملحوظ دانستن تأثیر این موارد بر روی عملکرد سیستم به منظور افزایش دقت محاسبه امتیاز کارایی و غلبه بر خاصیت فراتخمینی مدل های تحلیل پوششی داده ها که عموماً مقدار کارایی را بالاتر از حد واقع گزارش می کنند، نیز قابل محاسبه است.

با استفاده از مدل های پایه ایی همچون CCR امتیاز کارایی را به منظور نشان دادن دقت بالای محاسبه کارایی بر طبق روش پیشنهادی در نظر می گیریم. چون عناصر میانی به عنوان ارتباط دهنده مرحله اول و دوم نادیده گرفته می شود با شناسایی تعداد واحدهای کارای بیشتری نسبت به مدل پیشنهادی روبرو می شویم. در جدول 4 میزان کارایی محاسبه شده نشان داده شده است. علاوه براین، با استفاده از مدل CCR قادر به محاسبه امتیاز کارایی مراحل نیستیم. زیرا این قابلیت در مدل پیشنهادی به ما این امکان را می دهد تا در صورت مشاهده ناکارایی دلیل ناکارایی را مشخص نماییم. برای مثال، به منظور نشان دادن این مسأله، مجموعه داده ها بر روی مدل CCR اجرا شدند و امتیاز کارایی به صورت جدول 4 محاسبه شده است.

جدول 4- امتیاز کارایی کلی تحت مدل CCR

واحد تصمیم گیری	کارایی کلی	کارایی کلی
پارس توشه	0.314	کارا
ایران خودرو	0.134	ناکارا
صنایع بهشهر	0.131	ناکارا
معادن و فلزات	0.411	ناکارا
توکا فولاد	0.144	ناکارا
سیمان تأمین	0.101	ناکارا
شفا دارو	0.234	ناکارا
صنعت نفت	0.657	کارا
صنایع سیمان	1.00	کارا
صنایع پتروشیمی	0.204	ناکارا
گروه بهمن	1.00	کارا
دارویی برکت	0.169	ناکارا
میراث فرهنگی	1.00	کارا
کشاورزی کوثر	0.093	ناکارا
توسعه ملی	0.084	ناکارا
نیرو	0.873	کارا
دارویی سبحان	0.573	ناکارا
صنعتی ملی	1.00	کارا

همانطور که در جداول 3 نشان داده شده است، بر طبق مدل پیشنهادی با توجه به اینکه کلیه روابط شبکه لحاظ می گردد دقت محاسباتی افزایش پیدا می کند. براساس غربالگری که طبق روش پیشنهادی با توجه به قابلیت های آن انجام شده است تنها واحد تصمیم گیری صنعتی ملی به عنوان واحد کارا شناسایی شده است، اما طبق مدل پایه CCR واحدهای صنایع سیمان، گروه بهمن، میراث فرهنگی و صنعتی ملی به عنوان واحدهای کارا شناسایی شده اند و با توجه به تعداد بیشتر واحدهای کارا شناسایی شده در مدل CCR نتیجه می گیریم که مدل پیشنهادی از دقت بالایی در برخورد با خاصیت فراتخمینی مدل های تحلیل پوششی داده ها روبرو است. زیرا، مدل CCR با توجه به اینکه قابلیت در نظر گرفتن عناصر میانی شبکه را ندارد و فقط ورودی ها و خروجی های کلی را در نظر می گیرد و از فعل و انفعالات درونی چشم پوشی می کند، در محاسبه امتیاز کارایی دارای عملکرد صحیحی در وضعیت در نظر گرفته شده نیست و نتایج آن نیز قابل اعتماد نمی باشد. اما مدل پیشنهادی با ملحوظ دانستن کلیه فعل و انفعالات قادر به محاسبه امتیاز کلی و همچنین مرحله ای می باشد.

5- نتیجه گیری

در این تحقیق با توجه به اهمیت و نقش کارایی شرکت های سرمایه گذاری هولدینگ به عنوان یکی از زمینه های مهم و تأثیرگذار در رشد اقتصادی کشور، به طراحی و تبیین مدلی جهت رتبه بند اعتباری شرکت های هولدینگ سرمایه گذاری با استفاده از تحلیل پوششی داده ها اقدام شده است. تحلیل پوششی داده ها روشی کارآمد برای مقایسه و محاسبه کارایی نسبی تعدادی واحد که با صرف ورودی های مشابه خروجی های مشابه تولید می کند. اما در دنیای واقعی مواردی وجود دارد که واحدهای تصمیم گیرنده خود متشکل از زیرواحدهایی هستند که به طور مستقل ورودی ها را صرف تولید خروجی ها می کنند. مانند شرکت های تابعه هلدینگ مادر که به عنوان زیرمجموعه شرکت اصلی فعالیت مستقلی دارند. ساده ترین روش در برخورد با چنین مسائلی برای ارزیابی چندین گروه از واحدهای تصمیم گیرنده این است که هر گروه از واحدها یک واحد تلقی شده و مسأله مقایسه کارایی چند مجموعه عظیم به مسأله مقایسه کارایی چند واحد عمده تقلیل داده شود یا چنانچه بر برخی تجارب منتشر شده است در این نوع مسأله مقایسه چند گروه از واحدها به مسأله مقایسه میانگین کارایی نسبی هر مجموعه که به طور مجزا محاسبه شده است، تحریف گردد. اما وقتی هدف از مقایسه، مقایسه بین چند گروه مشتمل بر واحدهای تصمیم گیرنده است نخستین ملاحظه این است که ماهیت گروه بودن چیزهایی که با هم مقایسه می شوند ندیده گرفته نشود و دومین ملاحظه این است که، پیچیده تر شدن موضوع نسبت به مقایسه واحدهای متعلق به یک گروه، به انتخاب معیار نامناسب منجر نشود. اگر یک گروه متشکل از مجموعه ای از واحدها، یک واحد فرض شود عملکرد واحدهای درونی گروه عملاً ندیده گرفته می شود. میانگین کارایی واحدها هم وقتی این کارایی نسبت به واحدهای دیگر در یک گروه مشترک محاسبه شده اساساً نمی تواند معیار مناسبی برای مقایسه چند گروه باشد، چرا که با توجه به ماهیت نسبی کارایی ها در همه مجموعه در واقع به یکسان قلمداد کردن واحدهای کاملاً متفاوت از دو گروه می انجامد. در مقایسه چند گروه از واحدهای تصمیم گیرنده علاوه بر انتخاب معیار مناسب و ملاحظه ساختار درونی آنها وقتی روش مقایسه مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها باشد موضوع رتبه بندی نیز اهمیت پیدا می کند. در این مقاله، ارزیابی عملکرد واحدهای تحت ارزیابی که 18 شرکت هولدینگ سرمایه گذاری کشور هستند با استفاده از یک ساختار دو مرحله ای در تکنولوژی FDH و با حضور عامل نامطلوب بررسی شد. طبق چارچوب پیشنهادی، کارایی کل واحد تحت ارزیابی تحت مدل پیشنهادی محاسبه شد. براساس نتایج حاصل شده، شرکت های هلدینگ پارس توشه، صنعت نفت، صنایع سیمان، گروه بهمن، میراث فرهنگی، نیرو، صنعتی ملی به عنوان واحدهای کارا در نظر گرفته شده اند. به منظور نشان دادن قابلیت مدل پیشنهادی، مجموعه داده ها را تحت مدل CCR نیز به اجرا درآمد. با توجه به ضعف مدل های پایه ایی همچون CCR که قادر به در نظر گرفتن تمام جزئیات مسأله نیستند، از لحاظ تعداد واحدهای کارا، تعداد بیشتری را این مدل ها نسبت به مدل توسعه داده شده شناسایی کردند. به نظر می رسد در نظر گرفتن حالت موازی و یا ترکیبی

سیستم در حالت شبکه و همچنین رتبه بندی واحدهای کارای شناسایی شده با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره یا روش اندرسون پترسون موضوعات جالبی برای تحقیقات آتی می باشند.

منابع

- [1]Huang, J. Y., Shen, K. Y., Shieh, J. C., & Tzeng, G. H. (2019). Strengthen Financial Holding Companies' Business Sustainability by Using a Hybrid Corporate Governance Evaluation Model. *Sustainability*, 11(3), 582.
- [2]Ahiadorme, J. W., Gyeke-Dako, A., & Abor, J. Y. (2018). Debt holdings and investment cash flow sensitivity of listed firms. *International Journal of Emerging Markets*, 13(5), 943-958.
- [3]Ubarhande, P & Chandani, A. (2021). Elements of Credit Rating: A Hybrid Review and Future Research Agenda. From [www. SSRN. Com](http://www.SSRN.Com).
- [4] Langohr, Herwig & Langohr, Patricia. (2009). The Rating Agencies and Their Credit Ratings: What They Are, How They Work, and Why They are Relevant. Wiley Finance Series.
- [5] www.standardandpoors.com
- [6] Shankar, S. (2019). The Role of credit rating agencies in addressing gaps in micro and small enterprise financing: The Case of India. ADBI Working Paper. Tokyo: Asian Development Bank Institute.
- [7] Charnes A., W.W. Cooper, E. Rhodes, (1978), measuring the Efficiency of Decision making Units. *European Journal of Operational Research* 2, 429-444.
- [8] Deprins D, Simar L, Tullkens H, (1984), measuring labor-efficiency in post offices. In Marchand M, Pestieau p, Tullkens H, editors. The performance of public enterprises. Amsterdam: Etsvier science Publishers, 243-267.
- [9] Fare R, Grosskopf S, (2000), Network DEA, *Socio-Economic Planning Science*, 34, 35-49.
- [10]Zhang, Q., & Li, Z. (2023). Credit Rating Model of Family Farms and Ranches Based on Dynamic Dichotomous DEA. *Mathematical Problems in Engineering*, 2023.
- [11] Lee, P. F., Lam, W. S., & Lam, W. H. (2023). Performance Evaluation of the Efficiency of Logistics Companies with Data Envelopment Analysis Model. *Mathematics*, 11(3), 718.
- [12]Lin, T. Y., Chiu, S. H., Wang, Y., & Ouyang, Z. (2022). Value Creation Performance Evaluation for Taiwanese Financial Holding Companies during the Global Financial Crisis Based on a Multi-Stage NDEA Model under Uncertainty. *Axioms*, 11(2), 35.
- [13]Stević, Ž., Miškić, S., Vojinović, D., Huskanović, E., Stanković, M., & Pamučar, D. (2022). Development of a model for evaluating the efficiency of transport companies: PCA–DEA–MCDM model. *Axioms*, 11(3), 140.
- [14]Cao, T., Cook, W. D., & Kristal, M. M. (2022). Has the technological investment been worth it? Assessing the aggregate efficiency of non-homogeneous bank holding companies in the digital age. *Technological Forecasting and Social Change*, 178, 121576.

- [15] Mirmozaffari, M., Yazdani, M., Boskabadi, A., Dolatsara, H. A., Kabirifar, K., & Golilarz, N. A. (2020). A novel machine learning approach combined with optimization models for eco-efficiency evaluation. *Applied Sciences*, 10(15), 5210.
- [16] Lukic, R., Kljenak, D. V., & Anđelić, S. (2020). Analyzing financial performances and efficiency of the retail food in Serbia by using the AHP–TOPSIS method. *Економика пољопривреде*, 67(1),
- [17] Dorfleitner, G., Grebler, J., & Utz, S. (2020). The Impact of Corporate Social and Environment Performance on Credit Rating Prediction: North America versus Europe. *Journal of Risk (Forthcoming)*.
- [18] Abad, P., Alsakka, R., & ap Gwilym, O. (2018). The influence of rating levels and rating convergence on the spillover effects of sovereign credit actions. *Journal of International Money and Finance*, 85, 40-57.
- [19] پورولی علیار، صیاد، جبارزاده، سعید، بحری ثالث، جمال. (1401). رتبه بندی اعتباری شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پژوهش های راهبردی بودجه و مالی، 3(2)، 33-60.
- [20] حبدری فرد، فرید، حنیفی، فرهاد، زمردیان، غلامرضا. (1401). طراحی و تبیین مدل رتبه‌بندی و انتقال رتبه اعتباری با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و زنجیره مارکوف. حسابداری مدیریت، 15(53)، 35-47.
- [21] نوروزی، عصمت، شرفی، حمید. (1401). تخصیص منابع در تحلیل پوششی داده ها بر روی ورودی ها و خروجی های فازی. پژوهش های نوین در ریاضی، در حال انتشار.
- [22] Tavakoli, I. M., & Mostafaei, A. (2019). Free disposal hull efficiency scores of units with network structures. *European Journal of Operational Research*, 277(3), 1027-1036.
- [23] Kao, C. (2009). Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model. *European Journal of Operational Research*, 192(3), 949–962.
- [24] 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.
- [25] Kuosmanen, T., (2005). Weak Disposability in Nonparametric Productivity Analysis with Undesirable Outputs. *American Journal of Agricultural Economics*, 87, 1077-1082.
- [26] کاظمی متین، رضا (1390)، روش ناپارامتری مدل بندی خروجی های نامطلوب در DEA: رویکرد استفاده از اصل دسترسی پذیری ضعیف، مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، 3(30)، 69-53.