

کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین پرتفوی از کارآمدترین و ناکارآمدترین شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران

عادل آذر^{۱*}، فرزانه خسروانی^۲، رضا جلالی^۳

۱- استاد گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

پذیرش: ۹۰/۱۱/۸

دریافت: ۸۹/۲/۱۸

چکیده

از دیرباز یکی از مسائل مهم در حوزه مدیریت مالی انتخاب پرتفوی بوده است، الگوهای نیز برای تعیین پرتفوی بهینه ارائه شده است. هر کدام از این‌ها اشکالاتی داشته و پس از مدتی نقایص آن‌ها مشخص شده و با الگویی دیگر جایگزین گردیده است. از جمله مشکلات اساسی الگوهای ارائه شده، نادیده گرفتن شاخص‌ها و ابعاد چندگانه برای ارزیابی نهایی پرتفوی سهام می‌باشد که این کاستی‌ها اعتبار نتایج ارزیابی را زیر سؤال می‌برد. برای رفع این کاستی از روش تحلیل پوششی داده‌ها که از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است، استفاده می‌شود.

در این مقاله دو مدل ارائه می‌شود که یکی کارآمدترین و دیگری ناکارآمدترین پرتفوی را شناسایی می‌کند. برای این مطالعه، ۸۶ شرکت حاضر در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد از میان این شرکت‌ها، ۱۱ شرکت کارا و ۷ شرکت نیز کاملاً ناکارآمد هستند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل پوششی داده‌ها، تصمیم‌گیری چندمعیاره، پرتفوی.

۱- مقدمه

فرد سرمایه‌گذار مصرف امروز را به امید مصرف بیش‌تر به زمانی در آینده موکول می‌کند. در واقع تصمیم بهینه سرمایه‌گذاری میزان مطلوبیت موردانتظار سرمایه‌گذار را از مصرف



آینده (در افق برنامه‌ریزی) بیشینه می‌سازد. تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار با توجه به ترجیحات شخص تعیین می‌شود که به‌طور لزوم مانند سایر سرمایه‌گذاران نخواهد بود. در این خصوص خطرپذیری و بازده معیارهایی هستند که میزان مطلوبیت سرمایه‌گذار را از انتخاب مجموعه دارایی سرمایه‌گذاری مشخص می‌کنند. مجموعه دارایی هر سرمایه‌گذار با توجه به شرایط، افق زمانی، خطرپذیری و میزان جریان نقدینگی موردنظر متفاوت است. هدف از مدیریت مجموعه دارایی، تعیین این متغیرها به گونه‌ای است که خطرپذیری حداقل و بازده حداکثر شود. طبقات مختلف دارایی شامل انواع اوراق بهادار، پول نقد، املاک، طلا و امثال آن می‌شود که خطرپذیری و بازده آن‌ها با یکدیگر متفاوت است. هر یک از این طبقات نیز خود شامل انواع مختلف دارایی‌ها با خطرپذیری و بازده‌های متفاوت می‌شود. باید گفت که تصمیم‌گیری در زمینه خرید سهم، امری پیچیده است، زیرا چندین متغیر چون نرخ بازده سرمایه، سود هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم، خطرپذیری و سایر عوامل را باید در این مورد در نظر گرفت. از آن جایی که برای تصمیم‌گیری مجموعه‌ای از متغیرها مورد توجه قرار می‌گیرند، باید از یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرد. روش تحلیل پوششی داده‌ها^۱ - که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۲ است - انجام این کار را ممکن می‌سازد. براساس این روش می‌توان بهترین گزینه را مشخص کرد.

هدف اصلی در مدیریت پرتفوی، کمک به سرمایه‌گذار در انتخاب پرتفوی بهینه است. در این راستا، تجزیه و تحلیل صنعت حال و گذشته شرکت‌ها و شناسایی کاراترین شرکت‌ها با توجه به برخی از معیارها، کمک بسیار زیادی به سرمایه‌گذاران می‌کند. از طرفی دیگر شناسایی ناکارآمدترین شرکت‌ها نیز می‌تواند به سرمایه‌گذار کمک کرده و مانع از هدر رفتن پول و سرمایه وی شود. انتخاب پرتفوی مطلوب و انتخاب‌نکردن پرتفوی نامطلوب، یکی از مسائل مهم مورد بحث در گذشته و حال بوده و با پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است، الگوهایی برای تعیین پرتفوی ارائه شده است که به مرور زمان اشکالات هر کدام مشخص و الگویی دیگر جایگزین آن شده است. یکی از مشکلات اساسی الگوهای ارائه شده نادیده گرفتن شاخص‌ها و ابعاد چندگانه برای ارزیابی نهایی پرتفوی در سهام می‌باشد که این کاستی، اعتبار نتایج ارزیابی را زیر سؤال می‌برد. اشکال دیگری که به این الگوها

می‌شود، شناسایی نکردن دلایل یا رد پذیرفته‌شدن یک شرکت در پرتفوی بهینه می‌باشد. در این مقاله سعی خواهد شد، ضمن شناسایی عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری- با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها که یکی از روش‌های پیشرفته تحقیق در عملیات است- پرتفوی بهینه و پرتفوی کاملاً نامطلوب شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شود.

یکی از روش‌های ارزیابی شرکت‌ها، روش تحلیل پوششی داده‌هاست که یک روش چند معیاره برای تصمیم‌گیری و سنجش عملکرد شرکت‌ها می‌باشد. در این روش می‌توان با استفاده از چندین متغیر ورودی و خروجی میزان کارایی شرکت‌ها را که اطلاعات آن‌ها در دست است، محاسبه کرد.

۲- پیشینه تحقیق

یکی از وظایف مدیران نظارت بر عملکرد سازمان‌ها است. ارزیابی عملکرد سازمان از موضوعاتی است که مدیران و محققان توجه زیادی به آن داشته و تاکنون آثار و مقاله‌های متعددی در این رابطه منتشر شده است [۸، صص ۶۸۰-۶۸۷]. سیستم ارزیابی عملکرد به‌عنوان یک مکانیزم اصلی برای شفاف‌سازی مجموعه ابزارها و ارتباطات سازمانی در راستای اجرای استراتژی‌ها در نظر گرفته می‌شوند. در تئوری‌های رایج مدیریتی، هدف‌گذاری و سنجش عملکرد نقشی اساسی ایفا می‌کنند که این نقش در قالب عباراتی نظیر "هر چه انجام شده است اندازه‌گیری خواهد شد" بیان می‌شود [۲].

با توجه به اهمیت موضوع، روش‌های گوناگونی برای سنجش عملکرد سازمان‌ها ارائه شده است که می‌توان به روش ارزیابی متوازن، مدل‌های تعالی سازمانی، هرم عملکرد و... اشاره کرد [۳، صص ۶۸۰-۶۸۷]. مدیران به منظور ارزیابی عملکرد سازمان‌های خود از معیارهای متعددی نظیر اثربخشی، کارایی، کیفیت، سودآوری، بهره‌وری و... استفاده می‌کنند [۴]. کارایی یک مفهوم مدیریتی است که سابقه طولانی در علم مدیریت دارد [۵، صص ۳۸-۴۷]. کارایی نشان می‌دهد که سازمان چگونه از منابع خود در راستای تولید نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان استفاده کرده است [۶]. با توسعه مکاتب و شیوه‌های مدیریت در طول زمان تعابیر جدیدی بر واژه کارایی افزوده شده است. فردریک تیلور کارایی را نسبت



کارکرد واقعی به استاندارد می‌داند. برای داشتن کارایی صددرصد باید به وضعیت ایدئال توجه داشت و با فرض این که ستاده ایدئال همواره بیش‌تر یا مساوی ستاده واقعی است، نسبت جدید کارایی نیز مقداری بین صفر و یک خواهد بود [۷].

کارایی مفهومی نسبی بوده و برای سنجش آن و درک میزان فاصله کارایی مورد انتظار و ایدئال باید به مقایسه عملکرد واحدهای اقتصادی با کارایی در شرایط بالقوه تولید پرداخت. در این میان اگر مؤسسه با مصرف حداقل منابع حداکثر بازده را به دست آورد، عملیات کاراست و اگر به‌طور شفاف مشخص شود که دولت‌ها و سازمان‌ها چگونه منابع را برای دسترسی به اهداف مصرف می‌کنند، کارایی اطلاعاتی وجود دارد [۸].

دو روش عمده برای اندازه‌گیری کارایی وجود دارد؛ یکی روش‌های پارامتریک که با روش‌های مختلف آماری و اقتصادسنجی، تابع تولید مشخصی را تخمین زده و با این تابع نسبت به تعیین کارایی اقدام می‌شود. دسته دیگر، روش‌های ناپارامتریک است که نیازی به تابع تولید ندارند. تحلیل پوششی داده‌ها روشی ناپارامتریک است که کارایی نسبی واحدها را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌کند [۹]. این تکنیک مبتنی بر بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری خطی است و چون نوع تابع از قبل مشخص نیست، از این روش ناپارامتریک است. چارنز، کوپر و ردز در سال ۱۹۷۸ این تکنیک را ارائه کردند [۱۰، صص ۴۹-۵۵]. دانش تحقیق در عملیات، براساس مبانی قدرتمند ریاضی خود کاربرد گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف تصمیم‌گیری دارد. یک شاخه کاربردی از این دانش، تحلیل پوششی داده‌ها در مسأله سنجش کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای همسان با چندین ورودی و خروجی مشابه است. بنابر ادعای پدیدآورندگان این روش، پس از پیدایش آن بیش از هزاران مقاله و کتاب در این خصوص تدوین و بسیاری از مراکز تحقیقاتی بر آن فعالیت داشته‌اند [۱۱]. با بررسی‌های انجام‌شده مشخص گردید که در زمینه تعیین شرکت‌های ناکار، جهت انتخاب پرتفوی نامطلوب با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در ایران تحقیقی انجام نگرفته است.

بولین (۱۹۹۹) عملکرد مالی بخش‌های تجاری مرتبط به وزارت دفاع آمریکا را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کرد. در این تحقیق، عملکرد مالی بخش‌های تجاری مربوط به امور دفاعی در مقایسه با بخش‌های غیردفاعی در طول سال‌های (۱۹۸۳ تا ۱۹۹۲) با

استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی شد. وی تحلیل پوششی داده‌ها و تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی را با یکدیگر سنجش کرد و به این نتیجه رسید که روش‌های یاد شده مکمل یکدیگر می‌باشند [۱۲، صص ۲۸۷-۳۱۰].

باسو و فوناری (۲۰۰۱) الگویی ارائه کردند که می‌تواند برای ارزیابی عملکرد صندوق مشترک سرمایه‌گذاری به‌کار برده شود، این الگو از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌کند. هدف اصلی این تحقیق، استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برای تعریف شاخص‌های عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری است که می‌توانند در قالب چندین ورودی پیش روی ما باشند. برای نمونه می‌توان معیارهای خطرپذیری و هزینه سرمایه‌گذاری را نام برد. با این وجود، تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند افزون بر متوسط نرخ بازگشت - که به‌وسیله شاخص‌های سنتی قابل لحاظ است - شاخص‌های خروجی دیگری را هم لحاظ کند [۱۳، صص ۴۷۷-۴۹۲].

هاسلم و چراگا (۲۰۰۳) در تحقیقی از تحلیل پوششی داده‌ها برای شناسایی شرکت‌های صندوق مشترک سرمایه‌گذاری کارا و ناکارای موجود در فهرست اطلاعاتی موزنینگ استار ۵۰۰ استفاده کردند. آن‌ها همچنین متغیرهای مالی را که به میزان قابل توجهی در بین شرکت‌های سرمایه‌گذاری کارا و ناکارا متضاد می‌باشند، شناسایی و ماهیت این روابط را مشخص کردند. در این تحقیق که روی ۸۶ شرکت صورت گرفت، شرکت‌ها به سه دسته تقسیم شدند، شرکت‌های کارا، با حداقل ناکارایی و ناکارا [۱۴، صص ۴۱-۴۸].

پور و مکمولن (۲۰۰۰) از روش تحلیل پوششی داده‌ها با محدودیت‌های وزنی برای متمایز ساختن معیارهای عملکرد قوی و دیگر معیارهای عملکرد در مجموعه‌ای از اوراق بهادار استفاده کردند تا از شناسایی واحدهای تولیدی که سطح نامطلوبی دارند و در شرف رسیدن به کارایی هستند، جلوگیری به‌عمل آید. آن‌ها بیان کردند انتخاب اوراق بهادار می‌تواند نمونه‌ای از مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره باشد که به‌طور طبیعی چنین تصمیم‌گیری‌هایی براساس بررسی چندین شاخص صورت می‌گیرد. پور و مکمولن با لحاظ کردن نرخ‌های بازگشت سرمایه ۱، ۳، ۵ و ۱۰ ساله و سود هر سهم به‌عنوان متغیرهای خروجی و نسبت قیمت به سود، ضریب بتا و انحراف معیار بازده به‌عنوان متغیرهای ورودی با کمک تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی ۱۸۵ شرکت بزرگ در آمریکا را بررسی کردند [۱۵، صص ۳۱-۴۲].



در تحقیقاتی دیگر توکلی و همکاران از رویکرد ترکیبی کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد مراکز تحقیق و توسعه [۱۶]، صفری و همکاران برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانک تجاری استان تهران [۱۷]، الفت و زنجیره‌چی برای اندازه‌گیری چابکی ۲۰ بنگاه تولیدی [۱۸] و آذر و صفری جهت ارزیابی عملکرد و تعالی سازمان [۱۹] از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. همچنین علیرضایی و افشاریان در مقاله‌ای با عنوان "ارائه مدلی تلفیقی برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص تورنکوئیست و محاسبه رشد بهره‌وری شرکت ملی نفت ایران"، بهره‌وری شرکت ملی نفت ایران را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها اندازه گرفتند [۲۰].

۳- روش تحقیق

با توجه به این‌که هدف تحقیق حاضر، آزمون الگوی تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین پرتفوی بهینه و پرتفوی نامطلوب از شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران بوده است، از میان شرکت‌های پذیرفته‌شده در سازمان بورس اوراق بهادار در سه سال اخیر، ۸۶ شرکت فعال جهت این مطالعه انتخاب شدند. شرکت‌هایی که سهام آن‌ها بیش از ده روز در ماه مورد معامله قرار بگیرند، به‌عنوان شرکت‌های فعال تعریف شدند.

۴- تعیین الگو و اجرای آن

ارزیابی یک معیار کارایی که قادر است به‌طور منطقی همه واحدهای تصمیم‌گیری را رتبه‌بندی کند، یکی از اهداف اصلی تحلیل پوششی داده‌هاست. بیشتر معیارهای کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها، فاصله بین واحدهای تصمیم‌گیری را تا یک مرز کارا به‌عنوان کارایی نسبی آنان تخمین می‌زنند. با این وجود، براساس تجربه ثابت شده است که اگر تعداد زیادی از واحدها به‌طور کارا (با امتیاز کارایی یکسان) طبقه‌بندی شوند، در نتیجه بین آن‌ها تفاوتی وجود نخواهد داشت. این مشکل به‌خصوص زمانی مهم است که تعدادی از واحدها به ورودی‌ها و خروجی‌های کوچکی وابسته باشند. همچنین به خاطر داشته باشید که تعداد واحدهای کارآمد در مدل‌های برگشت به مقیاس متغیر معمولاً از واحدهای کارآمد در مدل‌های برگشت به مقیاس ثابت بیشتر است. برای

حل این مشکل روش‌های زیادی پیشنهاد شده است. بعضی از این روش‌ها مثل روش ترازایی^۲، براساس یک معیار، واحدهای کارا را رتبه‌بندی می‌کند و بعضی از آن‌ها مثل روش‌های سوپرکارایی و کارایی متقاطع، معیارهای سنتی را در مسیرهایی بسط می‌دهند که هم واحدهای کارا و هم ناکارا را به‌طور صحیح رتبه‌بندی کند [۲۱، صص ۷۳-۱۰۵].

روش رتبه‌بندی کارایی متقاطع، امتیاز کارایی هر واحد را زمان استفاده از وزن‌های بهینه برنامه‌ریزی خطی مطابق با هر واحد محاسبه می‌کند. سپس یک میانگین از این امتیازها به‌عنوان رتبه واحد در نظر گرفته می‌شود. روش سوپرکارایی که توجه بسیاری را جذب کرده است، واحدهای بررسی‌شده را از مجموعه واحدهای تصمیم‌گیری حذف می‌کند و فاصله واحد تصمیم‌گیری را از یک کارایی جدید به‌عنوان امتیاز رتبه‌ای آن برآورد می‌کند. اندرسون و پیترسون برای اولین بار یک مدل سوپرکارایی شعاعی را ارائه کردند [۲۲، صص ۱۲۶۱-۱۲۶۴]. غیرممکن بودن مدل در برخی از نمونه‌ها و پایدار نبودن امتیاز سوپرکارایی مربوط به واحدهای کارا دو مشکل اساسی این مدل است، اگرچه که معیارهای سوپرکارایی دیگری برای غلبه بر چنین مشکلاتی طراحی شده‌اند، با این وجود همه مدل‌های سوپرکارایی دو اشکال اساسی دارند؛ اول، عدم توانایی برای رتبه‌بندی واحدهایی که کاملاً کارا نیستند و دوم این‌که ارزیابی واحدها براساس وزن‌های متفاوت صورت می‌گیرد [۲۳، صص ۲۶۱-۲۶۶؛ ۲۴، صص ۱۷۴-۱۸۷].

یک مزیت روش سوپرکارایی این است که ظرفیت رتبه‌بندی واحدهای کارا و ناکارا را با هم در یک مرحله دارد. جهانشاهلو و افضل‌نژاد روشی را پیشنهاد کردند که با روش‌های رتبه‌بندی موجود متفاوت است. یک مرز کاملاً ناکارا (مرز نهایی ناکارآمدی) تعریف‌شده و واحدها براساس فاصله خود از این مرز رتبه‌بندی می‌شوند.

بنابراین برخلاف مدل‌های سنتی که واحدها را با بهترین عملکرد خود مقایسه می‌کردند و از این‌رو مدل‌هایی بدبینانه نامیده می‌شوند، این مدل واحدها را با بدترین عملکرد مقایسه می‌کند و در حقیقت خوش‌بینانه است. به‌علاوه، با این روش می‌توان واحدهای کاملاً ناکارای دارای بدترین عملکرد را شناسایی کرد. به خاطر تشابه ساختاری مدل این روش با مدل‌های سنتی رتبه‌بندی در تحلیل پوششی داده‌ها، بسیاری از ویژگی‌های این دو نوع رتبه‌بندی مشابهند. با این وجود مشکلات روش‌های رتبه‌بندی واحدهای کارا، مانند آنچه برای روش



سوپرکارایی ذکر شد، برای روش پیشنهاد شده وجود ندارد [۲۵، صص ۲۴۸-۲۶۰]. در این تحقیق برای تعیین پرتفوی بهینه و پرتفوی نامطلوب از شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. با بررسی مطالعات انجام شده و به‌ویژه مطالعه پور و مکمولن (۲۰۰۰)، سه متغیر ضریب بتا (۵ ساله)، ضریب سیگما (۵ ساله) و نسبت قیمت به درآمد^۱ به‌عنوان متغیرهای ورودی و چهار متغیر نرخ بازده یک ساله، نرخ بازده سه ساله، نرخ بازده ۵ ساله و درآمد هر سهم^۲، به‌عنوان متغیرهای خروجی انتخاب شدند [۱۵، صص ۳۱-۴۲].

برای انتخاب واحدهای کارا از مدل افزایشی استفاده شده است. مدل‌های افزایشی برخلاف مدل‌های کلاسیک به‌طور هم‌زمان خروجی‌ها را ماکزیمم و ورودی‌ها را مینیمم می‌کنند و مشکل انتخاب فرم‌های ورودی و خروجی محور را رد می‌کند. مدل استفاده شده در این مقاله از رویکرد بردار هدف تارل استخراج شده است [۲۶، صص ۱۰۹-۱۳۸؛ ۲۷]:
مدل شماره ۱ (رابطه ۱):

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{i=1}^m g_i^- s_i^- + \sum_{i=1}^s g_r^+ g_r^+ \\ \text{Subject to} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \end{aligned}$$

در این مدل g وزن متغیرهای کمبود در تابع هدف است. اگر از وزن‌های ثابت استفاده کنیم، ویژگی همسانی واحدها و در نتیجه منطقی بودن مدل را از دست خواهیم داد. بنابراین وزن متغیرهای کمبود در تابع هدف از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$g_i^- = 1 / (\bar{x}_i - \underline{x}_i) \quad \text{رابطه ۲:}$$

$$g_r^+ = 1 / (\bar{y}_r - \underline{y}_r) \quad \text{رابطه ۳:}$$

که \bar{x}_i و \underline{x}_i به‌ترتیب ماکزیمم و مینی‌م داده نام هستند و \bar{y}_r و \underline{y}_r به‌ترتیب مینیمم و ماکزیمم خروجی نام هستند.

یک واحد که به‌وسیله رابطه فوق ارزیابی می‌شود، زمانی کاراست که مقدار تمامی متغیرهای کمبود آن صفر باشد یا به عبارتی مقدار تابع هدف آن واحد صفر باشد. از این رابطه می‌توان استدلال کرد، واحدهای کارا روی مرز کارایی قرار گرفته‌اند و فاصله آن‌ها از این مرز صفر است. برای رتبه‌بندی واحدهای کارا جهانشاهلو و افضل‌نژاد روشی متفاوت با روش‌های کلاسیک ارائه دادند. یک مرز نهایی ناکارامدی شناسایی شد و واحدها براساس فاصله خود با این مرز رتبه‌بندی شدند. براساس رابطه زیر واحدی کاراتر است که فاصله بیشتری با این مرز داشته باشد:

مدل شماره ۲ (رابطه ۴):

$$\begin{aligned} \text{Max} &= w^- s^- + w^+ s^+ \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j - s^- &= x \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^+ &= y \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0, \lambda_j &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

همچنین می‌توان استدلال کرد واحدی که به‌وسیله رابطه فوق ارزیابی می‌شود، زمانی ناکاراست که مقدار تابع هدف صفر باشد؛ به عبارتی روی مرز ناکارایی قرار گرفته باشد [صص ۲۶۰-۲۴۸].

۵- محاسبه داده‌ها

برای گردآوری اطلاعات مورد نیاز از نرم‌افزار رهاورد نوین استفاده شده است و اطلاعات اولیه مربوط به نهاده‌ها و ستانده‌های ۸۶ شرکت مورد تحقیق محاسبه شد.

جدول ۱ نهاده و ستانده شرکت‌ها

طبقه	نهاده	طبقه	ستانده
ورودی	نسبت قیمت به درآمد	خروجی	نرخ بازده یک سال
ورودی	ضریب سیگما	خروجی	نرخ بازده سه سال
ورودی	ضریب بتا	خروجی	نرخ بازده پنج سال
ورودی		خروجی	درآمد هر سهم



نرخ بازده سالیانه شرکت‌ها: بازده سالیانه شرکت‌ها از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

رابطه ۵:

قیمت ابتدای سال / [سود سهمی + سود نقدی + (قیمت ابتدای سال - قیمت انتهای سال)] = نرخ بازده
یک سال شرکت

رابطه ۶: ۳/ حاصل جمع بازده سه سال = نرخ بازده سه سال

رابطه ۷: ۵/ حاصل جمع بازده پنج سال = نرخ بازده پنج سال

درآمد هر سهم: این شاخص درآمد هر سهم را نشان می‌دهد.

نسبت قیمت به سود: این شاخص نشان می‌دهد که سرمایه‌گذار با توجه به سود گزارش شده آمادگی پرداخت چه مبلغی را دارد [۲۸]. برای محاسبه این نسبت، قیمت آخر سال ۱۳۸۷ به درآمد آن در سال ۱۳۸۷ تقسیم شد.

ضریب سیگما: این ضریب که به عنوان متغیر ورودی محاسبه شده است، میزان انحراف معیار بازده پنج سال شرکت است. بنابراین برای به دست آوردن شاخص سیگما، بازده هر سال شرکت‌ها را محاسبه و سپس انحراف معیار آن‌ها حساب شده است.

ضریب بتا: ضریب بتای یک سهم عبارت است از مجموع خطرپذیری‌های سیستماتیک تجاری و مالی آن سهم. برای محاسبه β نخست بازده شرکت‌ها را به دست آورده و سپس کوواریانس ۶۰ ماهه بین بازده شرکت و بازده بازار را محاسبه کرده و سرانجام حاصل تقسیم زیر به عنوان شاخص بتا در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفته است [۲۹]:

رابطه ۸: واریانس بازده بازار/کوواریانس بازده بازار و شرکت = شاخص بتا

از آنجا که مقیاس متغیرهای ورودی و خروجی با هم تفاوت دارند و همگن نیستند، برای برطرف کردن این مشکل، متغیرهای یادشده با استفاده از رابطه زیر استاندارد شدند:

رابطه ۹: $Z_{ij} = (X_{ij} - \bar{X}_j) / \delta_j$

X_{ij} : ارزش یا مقدار متغیر j ام برای شرکت i ام؛ \bar{X}_j : میانگین متغیر j ؛ δ_j : انحراف معیار

متغیر j ام)

با توجه به فرمول یاد شده امکان وجود Z_{ij} منفی دارد. برای رفع این مشکل مقادیر قدر مطلق کوچک‌ترین عدد را به Z_{ij} اضافه می‌کنیم که با انجام این کار، مقادیر منفی حذف و کم‌ترین مقدار برای این متغیرها عدد صفر حاصل می‌شود.

$$z'_{ij} = |\min z_{ij}| + z_{ij} \quad \text{رابطه ۱۰:}$$

۶- یافته‌های پژوهش

جامعه آماری این تحقیق، شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران است که در این میان ۸۶ شرکت که در سه سال اخیر فعال بوده‌اند، انتخاب شدند. در این میان شرکت‌های کارا، براساس مدل شماره ۲ به ترتیب این چنین رتبه‌بندی می‌شوند: بانک ملت، بانک سینا، پتروشیمی اراک، گل‌گهر، کالسیمین، پتروشیمی خارگ، چادرملو، فولاد مبارکه، سیمان غرب، سیمان تهران و ملی مس. همچنین شرکت‌های بین‌المللی محصولات پارس، تولی پرس، سیمان صوفیان، شهید ایران، کابل‌سازی ایران، نورد آلومینیوم و کربن ایران به‌عنوان واحدهای ناکارآمد شناسایی شدند.

براساس مدل شماره ۱، شرکت‌های کالسیمین، سیمان تهران، سیمان غرب، پتروشیمی خارگ، پتروشیمی اراک، ملی مس، فولاد مبارکه، گل‌گهر، چادرملو، بانک ملت و بانک سینا به‌عنوان واحدهای کارا شناسایی می‌شوند. همان طور که در جدول ۲ آمده است، مقدار متغیرهای کمکی همه محدودیت‌های این واحدها صفر می‌باشد. در واقع این واحدها همگی بر روی مرز کارایی قرار گرفته‌اند. رتبه‌بندی واحدهای فوق براساس مدل شماره ۲ انجام شد. این مدل فاصله واحدها از مرز ناکارایی را نشان می‌دهد. براساس این مدل، از آن جایی که بانک ملت در بین واحدهای کارا، بیش‌ترین فاصله را از مرز ناکارایی دارد (۴/۷۴۱)، در رتبه اول قرار گرفت، بانک سینا و پتروشیمی اراک با فاصله‌های ۴/۰۲۸ و ۳/۲۸ در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. همچنین شرکت‌های گل‌گهر، کالسیمین، پتروشیمی خارگ، چادرملو، فولاد مبارکه، سیمان غرب، سیمان تهران و ملی مس رتبه‌های بعدی را دارند. علاوه بر این با به‌کارگیری مدل شماره ۲، واحدهایی که روی مرز ناکارایی قرار دارند، شناسایی شدند. در واقع این مدل به مدیران در شناسایی واحدهایی که در بدترین شرایط ممکن هستند، کمک می‌کند. بر این اساس شرکت‌های بین‌المللی پارس، تولی پرس، سیمان صوفیان، شهید ایران، کابل‌سازی ایران، نورد آلومینیوم و کربن ایران به‌عنوان واحدهای ناکارآمد شناسایی شدند. همان‌طور که در جدول شماره ۲ آمده است، مقدار متغیرهای کمکی همه محدودیت‌های مدل شماره ۲ مربوط به واحدهای مذکور صفر می‌باشد.



۷- نتیجه‌گیری

از بعد اقتصاد کلان یکی از کامل‌ترین روش‌ها، برای جذب نقدینگی سرگردان و سکون مردمی که به راحتی قادر به استفاده بهینه از سرمایه خود نیستند، بورس اوراق بهادار است. بورس از یک طرف باعث مشارکت گسترده افراد در مالکیت واحدها و بهره‌مندی از مزایای سرمایه‌گذاری شده است و از طرف دیگر با جذب نقدینگی و هدایت آن‌ها در فعالیت‌های سازنده و مفید اقتصادی سبب تحقق اهداف ضد تورمی دولت خواهد شد، زیرا وجوه مورد نیاز فعالیت‌های اقتصادی از پول در جریان، تأمین می‌شود و این پدیده تأثیر قابل توجهی بر حجم پول در گردش و کنترل آن دارد.

یکی از مهم‌ترین روش‌های ناپارامتریک برای اندازه‌گیری کارایی، روش تحلیل پوششی داده‌ها است. در این مطالعه برای اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار، تحلیل پوششی داده‌ها به کار گرفته شد. بر این اساس شرکت‌هایی که روی مرز کارایی قرار داشتند، به‌عنوان واحد کارا انتخاب شدند. سپس برای رتبه‌بندی شرکت‌های کارا از مفهوم فاصله تا مرز ناکارایی استفاده شد. سه شرکتی که بیش‌ترین فاصله تا مرز ناکارایی داشتند، رتبه بالاتری کسب کردند.

با توجه به نقش تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری و با در نظر گرفتن بحث تنوع‌بخشی برای دستیابی به پرتفوی بهینه ضرورت دارد که از بین شرکت‌های موجود، شرکت‌های با عملکرد بهتر انتخاب شوند و شرکت‌هایی که عملکرد نامناسبی دارند جهت سرمایه‌گذاری انتخاب نشوند که مدل شماره ۲ ارائه شده در مقاله هدف بالا را محقق می‌سازد. از بین ۸۶ شرکت موجود تعداد ۱۱ شرکت کارا می‌باشند. این شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری مناسب تشخیص داده شدند که به سرمایه‌گذاران پیشنهاد داده می‌شوند. همچنین واحدهای کارا براساس مدل ۲ و با توجه به مفهوم فاصله از مرز ناکارایی رتبه‌بندی شدند. بر این اساس بانک ملت به دلیل بیش‌ترین فاصله تا مرز ناکارایی در رتبه اول قرار می‌گیرد.

به‌طور کلی اگر مدیریت قادر به بهبود همه واحدهای ناکارا نباشد، می‌تواند با به‌کار گرفتن مدل شماره ۲، واحدهایی را که در بدترین شرایط هستند، شناسایی کرده و حداقل در مورد بهبود آن‌ها تصمیم‌گیری کند، همچنین سرمایه‌گذاران واحدهایی را که نباید در آن سرمایه‌گذاری کنند، می‌شناسند.

با توجه به نتایج به دست آمده و نظر به استفاده از نتایج این تحقیق به سرمایه‌گذاران و مدیران و همچنین به محققان دیگر برای انجام تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود:

۱. استفاده از مدل‌های ۱ و ۲ به کار گرفته شده در این تحقیق برای شناسایی واحدهای کارا و ناکارا جهت کاهش خطر سرمایه‌گذاری و انتخاب پرتفوی بهینه؛

۲. استفاده از معیارهای کیفی جدیدی مانند تصویر شرکت، برند و استفاده از آن‌ها در مدل می‌تواند باعث ارتقا کارامدی مدل شود؛

۳. استفاده از مدل‌های پارامتریک مثل مدل مرزی تصادفی برای اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس و مقایسه نتایج با مدل‌های ناپارامتریک؛

۴. همچنین توصیه می‌شود پس از انتخاب شرکت‌های کارا برای بهینه‌سازی پرتفوی از الگوریتم‌های جستجو (مانند؛ ژنتیک، ممتیک و غیره) استفاده شود.

۸- پی‌نوشت‌ها

1. Data Envelopment Analysis
2. Multiple Criteria Decision Making
3. Benchmark
4. Price/ Earning Ratio
5. EPS

۹- منابع

- [1] Marr B., Schiuma G. ;"Business performance measurement-past, present and future"; *Management Decision*, Vol. 41, No. 8, 2003.
- [2] Otley D. ;"Performance management: A framework for management control systems research"; *Management Accounting*, 1999.
- [3] Marr B., Schiuma G.; "Business performance measurement-past, present and future"; *Management Decision*, Vol. 41, No. 8, 2003.
- [۴] هدایت طباطبائی س.ا.؛ اندازه‌گیری بهره‌وری با رویکرد فنی و مهندسی؛ تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۷۸.
- [5] Witzel M.; "A Short history of efficiency"; *Business Strategy Review*, Vol. 13, No.4, 2002.



- [6] Pierce ;"Efficiency progress in the newsotwhale government"; Internet: www.treesury.nsw.gov.edu, 1996.
- [7] Sumanth; "Productivity engineering and management"; New York: Mc Grawhill, 1994.
- [8] Timothy J., Coelli D. S., Prasadaroa Christopher J., Odonnell George E. ;" An Introduction to efficiency and production analysis"; Second Edition , Springer, 2005.
- [۹] مهرگان، م. ر.؛ مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها)؛ تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- [10] Brynjolfsson E., Hitt L. M. ;"Beyond the productivity paradox"; Communications of the ACM, Vol. 41, No. 8, August, 1998.
- [11] Cooper W., L. Seiford and K.Tone; Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA solver software; 2nd Edition, Boston, Kluwer, Springer, 2006.
- [12] Bowlin W.F.; "An analysis of financial performance of defense business segment using data envelopment analysis"; *Journal of Accounting And Public Policy*, No. 18, 1999.
- [13] Basso A., Funari S.; "A data envelopment analysis approach to measure the mutual fund performance"; *European Journal of Operation Research*, No. 135, 2001.
- [14] Haslem J. M., Scheraga C.A.;"Data envelopment analysis of morningstar's large- cap mutual funds"; *The Journal of Investing*, Winter, 2003.
- [15] Power J., Mc mullen P.R.;"Using data envelopment analysis to select efficient large market cap securities"; *Journal of Business And Management*, No. 7, 2000.

[۱۶] توکلی غ. ر.، باقرزاده‌نیری م.، شعبانی‌سیچانی م.؛ طراحی و پیاده‌سازی یک مدل ارزیابی عملکرد در مراکز تحقیق و توسعه: تلفیق رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و کارت

- امتیازی متوازن»، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۵، ش. ۱، بهار ۱۳۹۰.
- [۱۷] صفری س.، ابراهیمی شقاقی م.، شیخ، م. ج.؛ «مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری)»؛ پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۴، ش. ۴، زمستان ۱۳۸۹.
- [۱۸] الفت ل.، زنجیری س. م.؛ «تحلیل پوششی داده‌ها؛ رویکردی نوین در ارزیابی چابکی سازمان‌ها»؛ پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۴، ش. ۴، زمستان ۱۳۸۹.
- [۱۹] آذر ع.، صفری س.؛ «مدلسازی تعالی سازمانی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها»؛ مدرس علوم انسانی (مدیریت)، دوره ۸، ش. ۲، تابستان ۱۳۸۳.
- [۲۰] علیرضایی م.، افشاریان م.؛ «ارائه مدلی تلفیقی برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص تورنکوئیست و محاسبه رشد بهره‌وری شرکت ملی نفت ایران»؛ مدرس علوم انسانی (مدیریت)، دوره ۱۱، ش. ۳، پاییز ۱۳۸۶.
- [21] Sexton T.R., Silkman R.H., Hogan A.J.; "Data envelopment analysis: Critique and extensions"; in: R.H. Silkman (Ed.), *Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis*, Jossey-Bass, San Francisco, CA, 1986.
- [22] Andersen P., Petersen N.C., "A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis", *Management Science* 39 (10), 1993.
- [23] Alirezaee M.R., Jahanshahloo G.R., Mehrabian S.; "A complete efficiency ranking of decision making units in data envelopment analysis"; *Computational Optimization and Applications* 14 (2), 1999.
- [24] Seiford L., Zhu J.; Infeasibility of super-efficiency data envelopment analysis models; *INFOR* 37 (2) 1999.
- [25] G., R. ahanshahloo. M., Afzalinejad; "A ranking method based on a full – inefficient frontier"; *Applied Mathematical Modeling* 30, 2006.
- [26] R. M. Thrall; "Duality, classification and slacks in DEA"; *Annals of Operations Research* 66, 1996a.
- [27] Cooper W., Seiford L., Tone K.; "Data envelopment analysis"; A



comprehensive text with models, applications, references and dEA-solver software"; Second Edition, Springer.

[۲۸] پری‌کام، اوجین. اف، دی‌وز، فیلیپ. آر، گاپنسکی، لوئیس. سی؛ مدیریت مالی میانه؛ پارسائیان، علی، انتشارات آژنگ.

[۲۹] پارسائیان ع، جهانخانی ع؛ مدیریت مالی؛ انتشارات سمت، ۱۳۸۵.

