فصلنامه بورس اوراق بهادار شمارهٔ 18 تابستان 91 سال پنجم ــ تاریخ دریافت: 90/01/15 ــ تاریخ پذیرش: 91/04/31 ــ ص 39- 59

بررسی توانایی مدل‌های تک شاخص شارپ و تحلیل پوششی داده‌ها در انتخاب پرتفوی کارا در بورس اوراق بهادار تهران

علیرضا فضل زاده[1] / رضا رنجپور[2] /رسول توحیدی[3]

چکیده

در این پژوهش توانایی مدل‌های شارپ و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در انتخاب پرتفوی کارا در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفته است. جامعه آماری این پژوهش کلیه شرکت‌های حاضر در بورس می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های اعمال شده تعداد 88 شرکت و در سه دوره از اول سال 1385 تا آخر سال 1387 بررسی گردیدند. به دلیل آنکه کاراترین ابزار برای انتخاب پرتفوی بهینه مدل مارکویتز می‌باشد (راعی و همکاران، 1383)، این مدل به عنوان مدل پایه انتخاب گردید و توانایی مدل‌های شارپ و DEA نسبت به مدل مارکویتز آزمون گردید. برای دستیابی به پرتفوی‌های مدل مارکویتز و مدل شارپ از نرم‌افزار MATLAB و برای مدل DEA از نرم‌افزار DEA SOLVER استفاده شد. پس از مشخص شدن پرتفوی‌ها و محاسبه بازدهی و ریسک هر کدام فرضیات پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS مورد آزمون قرار گرفت و مشخص شد که مدل شارپ توانایی تشکیل پرتفوی را در بورس اوراق بهادار تهران دارد ولی الگوی CCR مدل تحلیل پوششی داده‌ها این توانایی را ندارد.

واژگان کلیدی: انتخاب پرتفوی، مدل مارکویتز، مدل شارپ، مدل تحلیل پوششی داده‌ها، بورس اوراق بهادار.

طبقه‌بندی موضوعی: G11 .

1. استادیار گروه حسابداری و عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز.

2. استادیار گروه اقتصاد و عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز.

3. کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی - گرایش مالی.

مقدمه

در دنیای امروز سرمایه‌گذاری پایه و اساس پیشرفت هر کشوری می‌باشد. انتخاب صحیح دارایی‌هایی که سرمایه‌گذار در آن سرمایه‌گذاری می‌کند نیاز به داشتن اطلاعات، مهارت، قدرت تجزیه و تحلیل و ... دارد تا سرمایه‌گذار بتواند به هدف خود که کسب حداکثر بازدهی در سطح قابل قبولی از ریسک می‌باشد دست یابد. از این رو ریسک سرمایه‌گذاری باید کنترل شده و در صورت امکان کاهش یابد. یکی از راه‌های کنترل و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، تشکیل پرتفوی و تنوع بخشیدن به انواع دارایی‌ها می‌باشد. متنوع‌سازی پرتفوی یک نظریه مهم سرمایه‌گذاری مدرن محسوب شده و در حال توسعه می‌باشد. پرتفوی در یک عبارت ساده به ترکیبی از دارایی‌ها گفته می‌شود که توسط یک سرمایه‌گذار برای سرمایه‌گذاری تشکیل می‌گردد. از نظر تکنیکی یک پرتفوی در بر گیرنده مجموعه-ای از دارایی‌های واقعی و مالی سرمایه‌گذاری شده یک سرمایه‌گذار است.

هدف اساسی در مدیریت پرتفوی[1] کمک به سرمایه‌گذار در انتخاب پرتفوی بهینه می‌باشد. در این راستا، تجزیه و تحلیل وضعیت حال و گذشته شرکت‌ها و شناسایی کاراترین شرکت‌ها، کمک بسیار زیادی به سرمایه‌گذاران می‌کند. با توجه به پیچیدگی و تنوع عوامل مؤثر بر تعیین پرتفوی شرکت‌ها، تصمیم‌گیری در ارتباط با سهم یک شرکت یا پرتفویی از سهام شرکت‌ها مسأله بسیار پیچیده‌ای می‌باشد. از آنجا که سرمایه‌گذاران نسبت به آینده مطمئن نیستند باید برای کاهش ریسک، دست به ایجاد تنوع در سرمایه‌گذاری بزنند. به عبارت دیگر، تشکیل یک پرتفوی متنوع، میزان ریسک را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. پرتفوی کارا به معنای ترکیب مطلوب اوراق بهادار به نحوی است که ریسک آن پرتفوی در ازای نرخ بازده معین به حداقل رسیده باشد. سرمایه‌گذاران منطقی به دنبال پرتفوی کارا هستند. چرا که این گونه پرتفوی‌ها باعث حداکثر شدن بازده مورد انتظار برای سطح معینی از ریسک، یا حداقل ریسک برای بازده مورد انتظار معینی می‌شوند (جونز، 1387، 220).

انتخاب پرتفوی مطلوب، یکی از مسائل مهم مورد بحث در گذشته و حال بوده و با پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته، الگوهایی برای تعیین پرتفوی ارائه شده است. از جمله این الگوها می-توان موارد زیر را ذکر نمود: هری مارکویتز (Markowits, 1950) مدل اساسی پرتفوی را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن پرتفوی گردید. او به صورت کمی نشان داد که چرا و چگونه متنوع سازی پرتفوی می‌تواند باعث کاهش ریسک پرتفوی شود. با توجه به هزینه‌های قابل توجه و نیاز مدل مارکویتز به انجام محاسبات زیاد ($(N^2+3N)/2$)، ویلیام شارپ (Sharpe, 1961) با پیگیری کارهای

1. Portfolio Management

مارکویتز مدل تک شاخص[1] را که بازده هر ورقه بهادار را به بازده شاخص سهام عادی مرتبط می‌سازد و به محاسبات کمتری نسبت به مدل مارکویتز نیاز دارد (3N+2) ارائه داد. تلاش در جهت بهبود روش‌های تجزیه و تحلیل سهام منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی گردید که در کنار روش‌های گذشته در صدد یافتن پاسخی برای حداکثر سازی سود در بازارهای مالی هستند. یکی از راه‌حل‌های جدیدی که جهت ارزیابی کارایی شرکت‌ها به کار برده شده است، الگوی تحلیل پوششی داده‌ها[2] (DEA) است که یک روش چند معیاره برای تصمیم‌گیری و سنجش عملکرد شرکت‌ها می‌باشد.

این مدل‌ها از روش‌های متفاوتی جهت انتخاب پرتفوی کارا استفاده می‌کنند و طبیعتاً پرتفوی‌های متفاوتی را نیز ارائه می‌کنند که ارزش آنها برابر نیست و برخی نسبت به دیگری ارجح‌اند (راعی و همکاران،1383، 110).

ادبیات پژوهش

شکراله خواجوی و همکاران (1384) طی مقاله‌ای به بررسی کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در تعیین پرتفویی از کاراترین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. در این مقاله با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، پرتفویی از کاراترین شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران ارائه شده است.

جواد اصغری آقمشهدی(1388) در پژوهشی به بررسی توانایی مدل تحلیل پوششی داده‌ها در انتخاب پرتفوی کارا پرداخته است. وی نتایج حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌ها را با نتایج حاصل از مدل مارکویتز مقایسه می کند. نتایج حاکی از آن است که الگوی جمعی در مدل تحلیل پوششی داده-ها توانایی تشکیل پرتفوی کارا را در بورس اوراق بهادار تهران ندارد.

یانسن (Yansen, 2008) در پژوهشی به ساده کردن فرآیند بهینه‌سازی پرتفوی از طریق مدل تک شاخص پرداخته است. در این پژوهش از مدل تک شاخص شارپ به عنوان یکی از راه‌های ساده سازی محاسبه پرتفوی بهینه استفاده شده است. هدف اصلی این پژوهش دستیابی به جنبه‌های اساسی فرآیند محاسباتی کارایی جهت تعیین پرتفوی بهینه است. نتایج پرتفوی‌های به دست آمده با بازده استاندارد صنعتی شاخص داوجونز مقایسه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که مدل تک شاخص به خوبی

1. Single – Index Model
2. Data Envelopment Analysis

ورودی‌های مدل مارکویتز را تخمین می‌زند که این هم از طریق مقایسه بازده‌های مدل مارکویتز و شاخص داوجونز نشان داده شده است.

غلامرضا اسلامی و همکاران (1387) در پژوهشی اقدام به انتخاب پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سه معیار میانگین بازدهی، انحراف معیار بازدهی و نقد شوندگی کرده‌اند. در این پژوهش محققان تلاش می‌کنند تا معیار نقد شوندگی را که در مدل مارکویتز وجود ندارد را با استفاده از دو رویکرد فیلترینگ و محدودیت نقد شوندگی در بازار سرمایه ایران ادغام کرده و در نهایت به مدلی برسند که با استفاده از آن، سرمایه‌گذاران بتوانند پرتفویی تشکیل دهند که از لحاظ بازدهی، ریسک و نقد شوندگی بهینه باشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که نتایج به‌دست آمده از رویکرد محدودیت‌های نقد شوندگی بسیار جذاب‌تر و بهتر از رویکرد فیلترینگ نقد شوندگی می‌باشد.

حمید خالوزاده و همکاران (1385) در مقاله‌ای به تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران بر اساس نظریه ارزش در معرض ریسک پرداخته‌اند. در این مقاله با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک (GA) سبد سهام بهینه‌ای به دست می‌آید که دارای سود ماکزیمم است ضمن آنکه دارای قیدی روی ریسک سبد است. معیار برآورد ریسک نیز VAR در نظر گرفته شده است. این معیار به سادگی و تنها با یک عدد ریسک بازار را مدل می‌کند. نتایج به دست آمده نشانگر کارایی روش مدلسازی ریسک بازار بر مبنای نظریه ارزش در معرض ریسک و روش بهینه سازی الگوریتم‌های ژنتیک در به دست آوردن وزن‌های بهینه سبد سهام با در نظر گرفتن محدودیت بر روی ریسک است.

محمدتقی تقوی فرد و همکاران (1386) یک الگوریتم فرا ابتکاری جهت انتخاب سبد سهام با در نظر گرفتن محدودیت‌های عدد صحیح ارائه داده‌اند. بدین منظور به وسیله الگوریتم ژنتیک پیشنهادی، مسأله مقید را با استفاده از داده‌های واقعی شرکت‌های داخلی و نیز خارجی حل نموده و با مسأله نامقید مارکوتیز مقایسه نموده‌اند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که الگوریتم پیشنهادی در هر دو نمونه توانسته است در فضای جستجوی موجه، اقدام به بهینه سازی نموده و در نتیجه مسأله سبد سهام مقید را به خوبی حل نماید.

چانگ و همکاران (Chang, et al., 2008) در تحقیقی به اندازه‌گیری کارایی بانک‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. در این پژوهش محققان کارایی عملیاتی و نقاط معامله‌ای پرتفوی بهینه برای بانک‌ها و توازن ریسک و بازده را مطالعه کرده‌اند. آنها مدل DEA را برای اندازه‌گیری کارایی عملیاتی و تبدیل ورودی‌هایی نظیر دارایی‌ها، سرمایه و هزینه نیروی کار به خروجی‌هایی نظیر ابعاد ریسک (شامل ریسک اعتباری، ریسک نقدینگی و ریسک نرخ بهره) و درآمد سرمایه‌گذاری به

کار برده اند. آنها دریافتند که ریسک نرخ بهره موزون برای افزایش کارایی بسیار مفیدتر از ریسک نقدینگی یا ریسک اعتباری است. به علاوه افزایش در وام و درآمد تنزیل بهره می‌تواند کارایی را بیشتر از افزایش در درآمد سرمایه‌گذاری توسعه دهد.

پاور و همکاران (Powers, et al., 2000) از روش تحلیل پوششی داده‌ها با محدودیت‌های وزنی، برای متمایز ساختن معیارهای عملکرد قوی و سایر معیارهای عملکرد در مجموعه‌ای از اوراق بهادار استفاده کردند تا از شناسایی واحدهای تولیدی که سطح ورودی- خروجی نامطلوبی دارند و در شرف رسیدن به کارایی هستند، جلوگیری به عمل آید. آنها نتیجه‌گیری کرده‌اند که تحلیل پوششی داده‌ها قادر است تا: 1. یک مقیاس ترکیبی منحصربه فرد را برای هر اوراق بهادار ارائه کند. 2. به تصمیم گیرنده کمک کند که کدام یک از اوراق بهادار به لحاظ شاخص‌های چندگانه مناسب‌تر است. 3. اطلاعاتی از قبیل اینکه برای کارا شدن هر یک از اوراق بهادار چه مقدار بهبود را با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌های مشخص مورد نیاز است، فراهم آورد.

ادبیات نظری

مارکویتز (Markowits, 1950) مدل اساسی پرتفوی را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن پرتفوی گردید. قبل از مارکویتز سرمایه‌گذاران با مفاهیم ریسک و بازده آشنا بودند ولی معمولا نمی‌توانستند آن را اندازه‌گیری کنند. سرمایه‌گذاران از قبل می‌دانستند که ایجاد تنوع مناسب است و نباید همه تخم مرغ‌های خود را در یک سبد بگذارند. با این حال مارکویتز اولین کسی بود که مفهوم پرتفوی و ایجاد تنوع را به صورت روش رسمی بیان کرد (جونز، 1387، 220).

مدل مارکویتز به دنبال تحلیل پرتفوهایی شامل تعدادی اوراق بهادار می باشد. مارکویتز در سرتاسر مدل خود از انتخاب پرتفوی، به جای انتخاب اوراق بهادار سخن می‌گوید. یک پرتفوی خوب بیش از یک فهرست بلند بالایی از اوراق بهادار می‌باشد. در واقع پرتفوی به صورت یک کل متعادلی است که حمایت ها و فرصت‌هایی را با توجه به دامنه وسیعی از اقتضائات برای سرمایه‌گذار فراهم می‌سازد. بنابراین سرمایه‌گذاران باید پرتفویی را تشکیل دهند که مناسب با نیازهایشان باشد. تجزیه و تحلیل پرتفوی با اطلاعاتی درباره اوراق بهادار انفرادی آغاز و با نتایجی درباره پرتفوی ها بصورت کلی به پایان می رسد. هدف، یافتن پرتفوی‌هایی است که به بهترین شکل اهداف سرمایه‌گذار را برآورده می‌سازد.

ویلیام شارپ (Sharp, 1961) با تبیین بتا، به عنوان عامل ریسک، مدل تک عاملی را ارائه نمود. مزیت مدل تک عاملی شارپ، سادگی و کاهش داده های مورد نیاز برای انتخاب پرتفوی و ارائه معیار جدیدی از ریسک برای سرمایه‌گذاری است. علاوه بر این، مدل تک عاملی یک مدل آماری برای بیان فراگرد محاسبه بازدهی سهام نیز می‌باشد. مفهوم اساسی در مدل تک عاملی این است که تمامی اوراق بهادار از نوسانات عمومی بازار تأثیر می‌پذیرند، زیرا نیروهای اقتصادی مشابهی آینده اکثر شرکت‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. برای مثال مشاهدات تاریخی قیمت سهام نشان داده است که وقتی بازدهی پرتفوی بازار بالا می‌رود، اکثر سهام‌ها شروع به افزایش قیمت می‌کنند و وقتی شاخص بازار پایین می‌آید حالت عکس فوق اتفاق می‌افتد. این بدین معنی است که احتمالا بازدهی سهام با تغییرات بازار، همبستگی دارد و بهترین مقیاس برای بیان این همبستگی با ارتباط دادن بازدهی سهام به بازدهی شاخص بازار به دست می‌آید. مدل تک شاخص فرض کرد تمامی عوامل اقتصادی و هر عامل مشترک مرتبط دیگری در یک شاخص کلان اقتصادی گروه بندی شود و فرض شود که آن شاخص، اوراق را بعنوان یک کل حرکت می‌دهد و بازده هر سهم را به دو جزء تفکیک نمود، یکی عوامل کلان اقتصادی و دیگری عوامل خاص شرکتی که بازده هر اوراق بهادار را به بازده شاخص بازار مرتبط می‌سازد. برای برآورد مدل تک شاخص(مدل شارپ)، بازده کل (TR) سهم i را می توان با توجه به بازده کل (TR) شاخص بازار تطبیق و رگرسیون کرد و خط رگرسیون را رسم نمود. وقتی بازده کل برای هر سهامی با توجه به بازده کل شاخص بازار رسم شد و خط رگرسیون با این نقاط منطبق شد، خط شاخص به دست می‌آید. در مدل تک شاخص (مدل شارپ) فرض بر این است که شاخص بازار رابطه ای با میزان خطا ندارد. همچنین فرض بر این است که اوراق بهادار فقط تحت تاثیر واکنش خود نسبت به بازده قرار دارند، به این معنا که خطای مربوط به اوراق بهادار i با خطای اوراق بهادار j همبستگی ندارد (جونز، 1387، 241و242).

تحلیل پوششی داده‌ها، از روش برنامه ریزی ریاضی استفاده می‌کند که می‌تواند تعداد زیادی متغیر و روابط را به کار گیرد و محدودیت کم بودن تعداد ورودی و خروجی موجود در سایر روش‌ها را ندارد. سادگی در محاسبه و ارزیابی و عدم محدودیت در انتخاب عوامل، امکان پرداختن به مسایل پیچیده‌تر موجود در حوزه‌های مدیریتی و سیاست گذاری را فراهم می‌سازد. به علاوه تئوری قوی برنامه‌ریزی ریاضی، امکان تحلیل و تفسیر بهتر را ایجاد می‌کند (Charnes, et al., 1978).

تحلیل پوششی داده‌ها تکنیکی است که از کلیهٔ مشاهدات گردآوری شده برای اندازه‌گیری کارایی استفاده می‌کند. برخلاف روش رگرسیون که با میانگین‌سازی در مقایسه واحدها به بهترین عملکرد

موجود در مجموعه واحدهای تحت بررسی دست می‌یابد، تحلیل پوششی داده‌ها هر کدام از مشاهدات را در مقایسه با مرز کارا بهینه می کند (مهرگان،1383، 25).

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش تمامی شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های 1385تا 1387 می‌باشد. در ضمن شرکت‌هایی مورد بررسی قرار گرفتند که شرایط زیر را دارا بودند.

1. معامله روی سهام آنها دچار وقفه طولانی (از 4 ماه بیشتر) نشده باشد.
2. از شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری مالی و خدمات مالی نباشند.
3. اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه متغیرهای تحقیق برای آنها در دسترس باشد.

با توجه به محدودیت‌های ذکر شده تعداد 88 شرکت انتخاب گردیدند.

فرضیات تحقیق

فرضیه اول: مدل شارپ توانایی تشکیل پرتفوی بهینه را در بورس اوراق بهادار تهران دارد.

فرضیه دوم: مدل DEA توانایی تشکیل پرتفوی بهینه را در بورس اوراق بهادار تهران دارد.

روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ جمع آوری اطلاعات، تحقیقی اسنادی ـ کتابخانه‌ای، از نظر هدف، کاربردی و از جنبه بررسی و مقایسه مدل‌ها با یکدیگر ماهیت استنباطی دارد. نتایج این پژوهش در جریان بررسی مدل‌های مختلف تشکیل پرتفوی و انتخاب پرتفوی کارا مورد استفاده تصمیم‌گیرندگان قرار خواهد گرفت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

اندازه‌گیری متغیرها

ورودی‌های مورد نیاز مدل مارکویتز

بازده مورد انتظار اوراق بهادار: با توجه به توزیع احتمالات بازده‌های بالقوه برای هر اوراق بهادار (که با حرف i نشان داده شده است)، بازده مورد انتظار $E(R_i)$ را می‌توان به عنوان ارزش مورد انتظار توزیع احتمالات محاسبه نمود:

$$E(R_i) = \sum_{i=1}^{n} (P_i).(R_i)$$

$E(R_i)$ = بازده مورد انتظار هر اوراق بهادار مانند i

P_i = احتمال وقوع هریک از نرخ های بازده بالقوه

R_i = بازده بالقوه برای هر اوراق بهادار

§ در این پژوهش چون سرمایه‌گذار مشخصی نداریم تا براساس آن نرخ بازده مورد انتظار را محاسبه کنیم از نرخ بازده مورد نیاز استفاده می‌کنیم.

ریسک اوراق بهادار: برای محاسبه انحراف معیار مورد انتظار یک اوراق بهادار از معادله زیر می‌توان استفاده کرد :

$$Variance = \sigma_i^2 = \sum_{i=1}^{n} \{R_i - E(R_i)\}^2 . P_t \qquad \sigma_i = \sqrt{\sum_{i1}^{n} [R_i - E(R_i)]^2 . P_t}$$

بازده مورد انتظار پرتفوی: بازده پرتفویی از دارایی‌ها، برابر متوسط موزون بازده تک تک دارایی-هاست. وزن بکار گرفته شده برای هر بازده، نسبتی از سرمایه‌گذاری انجام شده در دارایی مذکور می-باشد. چنانچه r_i، بازده j امین دارایی و w_j نسبتی از وجوه سرمایه گذاری در j امین دارایی باشد، در این صورت بازده کل پرتفوی برابر است با: (Elton, et al., 1995)

$$R_p = W_1 r_1 + W_2 r_2 + \cdots + W_n r_n = \sum_{j=1}^{n} W_j r_j$$

ریسک پرتفوی: یکی دیگر از محاسبات اصلی مدل پرتفوی، محاسبه ریسک پرتفوی است. در مدل مارکویتز، ریسک توسط واریانس وانحراف معیار بازده پرتفوی‌ها و همانند محاسبه ریسک هریک از اوراق بهادار اندازه‌گیری می‌شود. در این قسمت است که اساس تئوری مدرن پرتفوی ظاهر می‌شود. ریسک پرتفوی نه تنها به میانگین وزنی ریسک اوراق بهادار تشکیل دهنده پرتفوی بستگی دارد، بلکه به کوواریانس یا روابط میان بازده‌های اوراق بهادار تشکیل دهنده پرتفوی نیز بستگی دارد. ریسک پرتفوی تابعی است از ریسک هر یک ازاوراق بهادار و کوواریانس میان بازده هر یک از اوراق بهادار (جونز، 1387، 227).

محاسبه واریانس پرتفوی کمی مشکل‌تر از تعیین بازده مورد انتظار است. واریانس پرتفوی عبارت است از ارزش مورد انتظار مجذور انحرافات بازده پرتفوی از میانگین بازده مورد انتظار پرتفوی (راعی و همکاران، 1383، 145).

$$R_p = W_1 r_1 + W_2 r_2 + \cdots + W_n r_n = \sum_{j=1}^{n} W_j r_j$$

یعنی با جایگذاری بازده پرتفوی و متوسط بازده موردانتظار در عبارت فوق برای دو سهم A و B خواهیم داشت :

$$\sigma_P = [W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 + 2 W_A W_B \sigma_{A.B}]^{\frac{1}{2}}$$

واریانس پرتفوی: تعمیم به n سهم

$$\sigma_P^2 = W_1 W_1 \sigma_{11} + \cdots + W_2 W_2 \sigma_{22} + \cdots + W_n W_n \sigma_{nn} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} W_i W_j \sigma_{ij} = \sum_{i} W_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i} \sum_{j} W_i W_j cov_{ij}$$

نتایجی در خصوص ریسک پرتفوی (جونز، 1387، 236):

- ریسک پرتفوی نه تنها در برگیرنده ریسک هریک از اوراق بهادار است بلکه شامل کوواریانس میان هرجفت از اوراق بهادار نیز هست.
- وقتی اوراق بهاداری به پرتفوی اضافه می‌شود، متوسط کوواریانس میان این اوراق بهادار و سایر اوراق بهادار موجود در پرتفوی خیلی مهمتر از ریسک خود اوراق بهادار است.
- ریسک پرتفوی به سه عامل بستگی دارد:
  - واریانس هریک از اوراق بهادار
  - کوواریانس میان اوراق بهادار
  - وزن (درصد وجوه قابل سرمایه گذاری) داده شده به هریک از اوراق بهادار

محاسبه پرتفوی بهینه مدل شارپ

متداول‌ترین روش برآورد پارامترها در مدل تک عاملی، استفاده از نرخ‌های بازدهی تاریخی است.
الف) تشکیل پرتفوی بهینه : اگر مدل استاندارد تک عاملی را به مثابه توصیف کننده حرکات هم زمان بین اوراق بهادار در نظر بگیریم، در این حالت مطلوبیت هر سهم، مستقیماً به نسبت بازده اضافی سهام به بتای آن بستگی خواهد داشت. بازده اضافی، تفاوت بین بازده مورد انتظار سهام و نرخ بهره بدون

ریسک است. نسبت بازده اضافی به بتا، بازده اضافی ورقه سهام را به ازای هر واحد تغییر در ریسک غیرقابل تنوع بخشی، اندازه گیری می‌نماید. به عبارت دیگر شاخصی که برای رتبه‌بندی سهم استفاده می‌شود، نسبت بازده اضافی به بتا نام دارد که به زبان ریاضی به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\frac{(\bar{R}_i - R_F)}{\beta_i}$$

چنانچه اوراق بهادار بر مبنای نسبت بازده اضافی به بتا (به ترتیب از بیشترین تا کمترین) رتبه بندی شوند، نتیجه حاصله بیانگر مطلوبیت هر سهم در پرتفوی خواهد بود. وقتی که فرض می‌کنیم مدل تک عاملی، ساختار کوواریانس بازده اوراق بهادار را نشان می‌دهد، قرار گرفتن یا خارج شدن یک سهم از ترکیب پرتفوی تنها به اندازه نسبت بازده اضافی به بتای آن بستگی خواهد داشت. همچنین تعداد سهامی که انتخاب می‌گردد بستگی به نرخ برشی[1](هزینه سرمایه) دارد که تعیین می‌گردد. لذا تمامی سهامی که دارای نسبت‌های بالاتر بازده اضافی به بتا در نرخ برش می‌باشند، انتخاب می‌شوند و آنهایی که نسبت‌های پایین‌تر بازده اضافی به بتا را دارند، حذف خواهند شد. قواعد انتخاب سهام در ترکیب پرتفوی بهینه به شرح زیر است.

1. نسبت بازده اضافی به بتا را برای تمامی سهام تحت بررسی، محاسبه نموده و به ترتیب بیشترین تا کمترین مرتب می‌کنیم.
2. پرتفوی بهینه، شامل سرمایه‌گذار ی در تمامی اوراقی خواهد بود که نسبت بازده اضافی به بتای آن بزرگتر از نقطه برش C^* ، باشد. نقطه برش را نقطه اهمیت اقتصادی[2] نیز می‌نامند.

ب) رتبه‌بندی اوراق

ج) تعیین نرخ برش : ارزش C^* با استفاده از ویژگی‌های تمامی اوراق موجود در پرتفوی بهینه، تعیین می‌گردد. فرض می‌کنیم C_i نامزد انتخاب شدن به عنوان C^* باشد. ارزش C_i وقتی تعیین می-گردد که سهام i متعلق به پرتفوی بهینه باشد. ارزش‌های متغیر C_i را به شیوه‌ای تعیین می‌نماییم که در ابتدا سهام با اولویت اول $(i=1)$ در ترکیب پرتفوی بهینه قرار گیرد. سپس سهام با اولویت اول و دوم را در ترکیب قرار می‌دهیم. در ادامه سهام با اولویت اول، دوم و سوم در ترکیب پرتفوی بهینه قرار خواهد گرفت. این رویه را برای پوشش تمامی سهام موجود پیگیری می‌نماییم. حال می‌دانیم که C^* به نحوی مشخص گردیده است که تمامی سهام دارای نسبت بازده اضافی به بتای بالاتر از C_i ، در

1. Cut-Off Ratio
2. Economic Significance

محاسبه C_i مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تمامی سهام دارای نسبت بازده اضافی به بتای کمتر از C_i، مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

د) محاسبه نرخ برش: فرض می‌کنیم که تمامی سهام تحت بررسی، بر اساس نسبت بازده اضافی به بتا رتبه‌بندی شده باشند. در این صورت برای پرتفوی با i سهم، C_i به صورت زیر تعیین می‌گردد:

که در آن:

$$C_i = \frac{\sigma_m^2 \sum_j^i \frac{(\bar{R}_j - R_F)\beta_i}{\sigma_{ej}^2}}{1 + \sigma_m^2 \sum \frac{(\beta_j^2)}{(\sigma_{ej}^2)}}$$

σ_m^2 = واریانس شاخص بازار

σ_{ej}^2 = واریانس تغییرات سهام که با تغییرات شاخص بازار مرتبط نیست.

ه) ایجاد پرتفوی بهینه: هنگامی که سهام موجود در پرتفوی مطلوب مشخص شد، بایستی درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم محاسبه شود. درصد مربوط به صورت زیر محاسبه می‌شود(راعی و همکاران، 1383، 280-286).

$$W_i = \frac{Z_i}{\sum_i^n Z_i} \qquad Z_i = \frac{\beta_i}{\sigma_{ei}^2}[\frac{(\bar{R}_i - R_F)}{\beta_i} - C^*]$$

تحلیل پوششی داده ها

تحلیل پوششی داده‌ها مدل‌های متعددی دارد. مدل استفاده شده در این پژوهش مدل بازده به مقیاس ثابت ورودی محور (CCR[1] ورودی محور) می باشد.

برای ساختن مدل فرض کنید n واحد موجود است و هدف، ارزیابی کارایی واحد تحت بررسی(واحد صفر یا واحد تصمیم گیرنده) که ورودی های $x_{10},x_{20},\ldots,x_{m0}$ را برای تولید خروجی‌های $y_{10},y_{20},\ldots,y_{s0}$ مصرف می کند، است. در صورتی که وزن‌های تخصیص داده شده به خروجی‌ها (یا قیمت خروجی‌ها) با $u_1,u_2,\ldots,y_s$ و وزن تخصیص داده شده به ورودی‌ها (یا هزینه خرید ورودی‌ها) با $v_1,v_2,\ldots,v_m$ نشان داده شود، آنگاه مدل نسبت CCR به صورت زیر می باشد:

$$MaxZ_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{i0}}$$

1. نام این الگو از حروف اول نام سه محقق به وجود آورنده آن یعنی چارنز، کوپر و رودز گرفته شده است.

st:

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} V_i X_{ij}} \leq 1 \qquad (j = 1,2,\dots,n) \quad u_r, v_i \geq 0 \quad (i = 1,2,\dots,m), (r = 1,2,\dots,s)$$

در مدل فوق اگر u_r ها خیلی بزرگ و v_i ها خیلی کوچک باشد، مقدار نسبت‌های بیان کننده محدودیت‌ها، بینهایت و نامحدود خواهد شد. برای جلوگیری از چنین مشکلی تمامی نسبت‌ها (کارایی واحدها) را کوچکتر یا مساوی یک در نظر می‌گیرند و به عنوان محدودیت وارد مدل می‌کنند. با توجه به تابع هدف مشخص می‌گردد که این مدل، مدل غیر خطی و غیرمحدب است که با حل آن مقدار متغیرهای u_r و vi برای اندازه‌گیری کارایی واحد تحت بررسی بدست می‌آید. مشکلی که در مدل-سازی فوق وجود دارد آن است که این مدل دارای بی نهایت جواب است. برای جلوگیری از بی-نهایت جواب، مدل فوق به مدل برنامه ریزی خطی زیر تبدیل شده است که برای این کار از روش مدل برنامه ریزی کسری و روش خطی کردن CCR می توان استفاده کرد.

st:

$$MaxZ_0 = \sum_{r=1}^{s} y_{rj}\alpha_r$$

$$\sum_{r=1}^{s} y_{rj}\alpha_r - \sum_{r=1}^{s} x_{ij}W_i \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^{s} x_{ij}W_i = 1 \qquad \alpha_r, W_i \geq 0$$

با توجه به ادبیات پژوهش نسبت قیمت به درآمد، ضریب بتا و ضریب سیگما به عنوان ورودی و نرخ بازده 4 ماهه، 8 ماهه، 12ماهه و درآمد هر سهم به عنوان خروجی وارد مدل DEA گردیدند.

یکسان سازی نتایج مدل ها

پس از مشخص شدن پرتفوی‌ها نیاز به تجزیه و تحلیل آنها داریم و برای این کار باید شاخص‌هایی را داشته باشیم. لذا پس از شناسایی شرکت‌های موجود در هر پرتفوی، بازده و ریسک آن پرتفوی را با توجه به فرمول‌های آورده شده محاسبه می‌کنیم.

در بعضی شرایط واریانس یا انحراف معیار باعث گمراهی و خطا می‌شوند. اگر شرایط یکسان نباشد یعنی اگر تفاوتی در نرخ بازده وجود داشته باشد در این صورت باید از معیار تغییر پذیری نسبی استفاده کنیم تا ریسک هر واحد از بازده را نشان دهیم. پرکاربردترین معیار نسبی ریسک، ضریب

تغییرات است. این معیار تغییرپذیری نسبی برای ریسک است که توسط محققین مالی به کار برده می-شود تا سرمایه‌گذاری‌های مختلف را با نرخ‌های متفاوت بازده و ریسک مقایسه نمایند.

روش آزمون فرضیات

در این پژوهش علاوه بر تحلیل کیفی ضریب تغییرات از آزمون‌های U من ویتنی[1] و کروسکال والیس[2] برای تحلیل و رتبه‌بندی پرتفوی‌ها استفاده می شود.

آزمون‌های ناپارامتری دارای ویژگی‌هایی هستند که آنها را از آزمون‌های پارامتری متمایز می-سازد. آزمون‌های ناپارامتری بر خلاف آزمون‌های پارامتری مستلزم فرض خاصی درباره شکل توزیع جامعه (مانند نرمال بودن) نیستند. همچنین برای آزمون فرضیه‌های مطرح شده در ارتباط با نمونه‌های کوچک بسیار مفید می‌باشند و فهم و استفاده از آنها معمولا ساده‌تر از آزمون‌های پارامتری است. آزمون کروسکال والیس زمانی استفاده می‌شود که مفروضه‌های آزمون تحلیل واریانس یکطرفه برقرار نباشد. یعنی دو یا چند گروه داشته باشیم و گروه‌ها مستقل از هم باشد و بخواهیم شاخص های آنان را مقایسه کنیم. همچنین به طور مشابه برای مقایسه شاخص‌های دو گروه درN بالای یک و سطح اندازه گیری حداقل فاصله‌ای در گروه‌های مستقل از آزمون تی استفاده می‌شود. در شرایطی که مفروضه‌ها برقرار نباشد از آزمون ناپارامتریک معادل آن یعنی U من ویتنی استفاده می‌شود (اصغری آقمشهدی، 1388، 108).

نتایج مدل‌ها

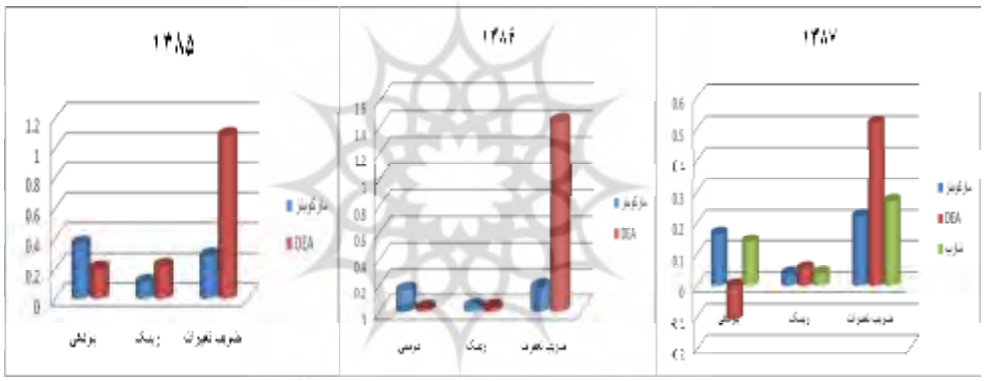
پس از محاسبه متغیرهای مربوط به هر یک از مدل‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL ، این متغیرها برای مدل‌های مارکویتز و شارپ وارد نرم افزار MATLAB و برای مدل تحلیل پوششی داده‌ها وارد نرم‌افزار DEA SOLVER گردیدند. پرتفوی‌های انتخابی به تفکیک هر سال در جدول(1) آمده است. نکته قابل توجه این است که مدل شارپ برای سال‌های 85 و 86 پرتفویی را انتخاب نکرد.

1. U mann–Whitney Test
2. Kruskal-Wallis Test

جدول (1): بازدهی و ریسک و ضریب تغییرات پرتفوی‌های انتخاب شده توسط مدل‌ها در سال‌های 85،86 و 87

سال	مدل	بازدهی	واریانس	انحراف معیار	ضریب تغییرات
85	مارکویتز	0/3613	0/0106	0/1029	0/2848
	DEA	0/2008	0/04732	0/2175	1/0831
86	مارکویتز	0/16082	0/000898	0/02997	0/186
	DEA	0/0185	0/000717	0/02677	1/44
87	مارکویتز	0/1652	0/001339	0/03659	0/2214
	DEA	-0/106	0/00303	0/05504	-0/5192
	شارپ	0/1398	0/00144	0/03794	0/2713

نمودار (1): نمودار ستونی بازدهی، ریسک و ضریب تغییرات مدل‌ها به تفکیک هر سال



همانگونه که در جدول(1) و نمودار(1) مشاهده می‌شود مدل مارکویتز بهترین وضعیت را دارا می-باشد. مدل شارپ نیز با وجود اینکه فقط در سال 87 پرتفوی تشکیل داده است نزدیک به مدل مارکویتز و بهتر از مدل تحلیل پوششی داده‌ها عمل کرده است (لازم به ذکر است که بالا بودن بازدهی مطلوب است ولی در مورد ریسک و ضریب تغییرات عکس آن صادق می باشد).

آزمون فرضیه‌ها

جدول(2): نتایج آزمون U مان ویتنی برای مدل‌های مارکویتز و شارپ

مدل	میانگین رتبه‌ها	مجموع رتبه‌ها	مقدار sig آزمون
مارکویتز	2/33	7	0/655
شارپ	3	3	

جدول(3): نتایج آزمون U مان ویتنی برای مدل های مارکویتز و DEA

مدل	میانگین رتبه ها	مجموع رتبه ها	مقدار sig آزمون
مارکویتز	2	6	0/050
تحلیل پوششی داده ها	5	15	

با مشاهده مقدار sig در جدول(2) مشخص می‌شود که در سطح اطمینان بالا فرض صفر تأیید می‌شود. یعنی اینکه پرتفوی تشکیل یافته توسط مدل شارپ با پرتفوی حاصل از مدل مارکویتز هماهنگی دارد و در نتیجه مدل شارپ توانایی تشکیل پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. با توجه به جدول (1) نیز مشخص می شود که بازدهی و ریسک پرتفوی تشکیل یافته توسط مدل شارپ تفاوت اندکی با مدل مارکویتز به عنوان مدل پایه دارد و این مدل می‌تواند پرتفوی بهینه‌ای را جهت استفاده سرمایه‌گذاران ارائه دهد. نمودارها نیز موید این مطلب می‌باشند.

با توجه به جدول (3) و با مشاهده مقدار sig مشخص می‌شود که در سطح اطمینان بالا فرض صفر رد می‌شود. یعنی اینکه پرتفوی تشکیل یافته توسط مدل تحلیل پوششی داده‌ها با پرتفوی حاصل از مدل مارکویتز هماهنگی ندارد و در نتیجه مدل تحلیل پوششی داده‌ها توانایی تشکیل پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران را ندارد. همانطور که در جدول (1) نیز مشاهده می‌شود بازدهی و ریسک مدل DEA تفاوت فاحشی با مدل پایه دارد و حتی در بعضی موارد بازدهی پرتفوی تشکیل یافته توسط این مدل منفی بوده است. لذا نمی‌توان از الگوی CCR مدل DEA به عنوان یک مدل مطلوب جهت انتخاب پرتفوی بهینه استفاده کرد.

جهت اطمینان و اتکاپذیری نتایج تحقیق از آزمون کروسکال والیس نیز استفاده شد و سه مدل با توجه به پرتفوی انتخابی شان رتبه‌بندی گردیدند.

جدول(4): نتایج آزمون کروسکال والیس

مدل	میانگین رتبه‌ها
مارکویتز	2/33
شارپ	3
تحلیل پوششی داده‌ها	6

با توجه به رتبه‌بندی آزمون کروسکال والیس که در جدول (4) آمده است مشخص می‌شود که در دوره زمانی پژوهش مدل مارکویتز بالاترین رتبه، مدل شارپ رتبه دوم و مدل تحلیل پوششی داده‌ها رتبه سوم و ضعیف‌ترین عملکرد را دارا است.

با توجه به بازدهی و ریسک و ضریب تغییرات پرتفوی‌های انتخاب شده (جدول 1) نیز مشخص است که در هر سه سال مدل مارکویتز پرتفوی‌های مطلوب‌تری را ارائه داده است. مدل شارپ نیز با وجود اینکه فقط در سال 87 پرتفوی انتخاب کرده است بهتر از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و ضعیف-تر از مدل مارکویتز عمل کرده است. مدل تحلیل پوششی داده‌ها نیز در هر سه سال در مقایسه با سایر مدل‌ها ضعیف‌ترین عملکرد را داشته است. چرا که هم بازده پایین‌تری دارد و هم ریسک پرتفوی انتخابی‌اش بالاتر است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده شد که مدل شارپ برای سال‌های 85 و 86 پرتفویی را انتخاب نکرد. این عدم انتخاب می‌تواند مورد قبول باشد. چرا که اولاً معیار انتخاب شرکت‌ها در مدل شارپ رابطه آنها با وضعیت بازار است و ثانیاً بازار بورس ایران ناکاراست و مطالعات زیادی بر ناکارایی بورس اوراق بهادار تهران تأکید کرده‌اند(راعی و همکاران، 1383)، (شوشتریان، 1375)، (منصوری و همکاران، 1387)، (تالانه و همکاران،1390) و (جوهر، 1376). از جمله پژوهشی که توسط امین زاهدمهر (1387) انجام شده و به این نتیجه دست یافته است که در طول دوره تحقیق (83 الی 86) بازار بورس تهران فاقد کارایی حتی در سطح ضعیف بوده و بخصوص در سال‌های 85 و 86 کارایی نسبت به سال‌های دیگر خیلی ضعیف‌تر بوده است. این یافته با تنایج پژوهش ما همخوانی دارد. چرا که مدل شارپ در سال‌های 85 و86 پرتفویی را انتخاب نکرد. اما با وجود این مدل شارپ با انتخاب یک پرتفوی مطلوب در سال 87 که تفاوت اندکی با مدل مارکویتز دارد توانایی خود را در انتخاب پرتفوی

بهینه نشان داد و آزمون فرضیه اول نیز این مطلب را اثبات کرد. مطالعه صورت گرفته توسط یانسن (Yansen, 2008) در بازار بورس نیویورک نیز توانایی مدل شارپ را تایید می نماید. پژوهش صالح-آبادی و همکاران (1390) نیز در بازار بورس اوراق بهادار تهران توانایی این مدل را تأیید می‌کند. آزمون فرضیه دوم نشان داد که الگوی CCR مدل تحلیل پوششی داده‌ها توانایی تشکیل پرتفوی بهینه را در بورس اوراق بهادار تهران ندارد و نتایج حاصل از این روش در مقایسه با مدل مارکویتز از ضعف‌های عمده برخوردار است که باعث شده نسبت به آن روش از بازده بسیار پایین‌تر و ریسک بالاتری برخوردار باشد. پژوهش اصغری آقمشهدی (1388) نیز یافته‌های پژوهش حاضر را در مورد بورس تهران تأیید می‌نماید. ولی به عنوان نمونه در پژوهشی که در بازار بورس اوراق بهادار استانبول (Sevil, et al., 2005) و نیز پژوهشی که در بازار اوراق بهادار برزیل (Lope, et al., 2008) صورت گرفته است مدل تحلیل پوششی داده‌ها با بازدهی بالاتر از بازار توانسته است پرتفوی مطلوبی را تشکیل دهد. پس مشخص می‌شود که مدل تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند به عنوان یکی از ابزارهای انتخاب پرتفوی کارا استفاده گردد ولی جهت استفاده در بازار اوراق بهادار تهران نیاز به بررسی بیشتری دارد.

نکته قابل توجه دیگر در پرتفوی‌های انتخاب شده توسط مدل‌ها که در پیوست آمده است این است که هیچ یک از شرکت‌های انتخاب شده توسط مدل‌ها مشترک نیستند (به جز شرکت دارو زهراوی). یعنی نمی‌توان شرکتی را یافت که توسط هر سه مدل یا دو مدل انتخاب شده باشد و این نشان از ماهیت و نحوه عمل کاملا متفاوت این مدل‌ها دارد.

با توجه به مطالب ذکر شده پیشنهاد می‌گردد که شرکت‌های سرمایه‌گذاری و سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران جهت دستیابی به یک پرتفوی بهینه و سهولت در امر محاسبه[1] از مدل شارپ استفاده نمایند که البته باید به بحث کارایی بازار نیز توجه نمایند. اما در مورد استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها در بازار بورس اوراق بهادار تهران بایستی دقت کافی داشت و توانایی سایر الگوهای این مدل را نیز بررسی نمود.

1. رجوع شود به بخش مقدمه همین پژوهش

منابع و مأخذ:

1. اسلامی، غلامرضا و سارنج، علیرضا (1387)، " انتخاب پرتفوی با استفاده از سه معیار میانگین بازدهی، انحراف معیار بازدهی و نقد شوندگی در بورس اوراق بهادار تهران "، بررسی های حسابداری و حسابرسی، شماره 53.
2. اصغری آقمشهدی، جواد (1388)، "بررسی توانایی مدل تحلیل پوششی داده ها در انتخاب پرتفوی کارا از میان شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.
3. پارکر جونز، چارلز(1380)، مدیریت سبد سهام، شاهلیزاده محمد، اول، تهران، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.
4. تالانه، عبدالرضا و هجران کش راد، حدیث(1390)،"بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران در سطح ضعیف و نیمه قوی"، تحقیقات حسابداری و حسابرسی، ش 12، زمستان 90.
5. تقوی فرد، محمدتقی و منصوری، طاها و خوش طینت، محسن(1386)، "ارائه یک الگوی فرا ابتکاری جهت انتخاب سبد سهام با در نظر گرفتن محدودیت های عدد صحیح"، فصلنامه پژوهش های اقتصادی، سال هفتم، شماره چهارم.
6. جونز، چارلز (1387)، مدیریت سرمایه گذاری، تهرانی رضا و نوربخش عسگر، چهارم، تهران، نگاه دانش.
7. جوهری، هادی (1376)،"بررسی کارایی شاخص بورس اوراق بهادار تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
8. خالوزاده، حمید و امیری، نسیبه (1385)، "تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران بر اساس نظریه ارزش در معرض ریسک"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره 73.
9. خواجوی، شکراله و سلیمی فرد، علیرضا و ربیعه، مسعود (1384)، "کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در تعیین پرتفویی از کاراترین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، شماره 43.
10. راعی، رضا و تلنگی، احمد (1383)، مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته، اول، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها.

11.زاهدمهر، امین (1387)، "آزمون کارایی و وجود حباب قیمت در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از قاعده فیلتر و الگوی CAPM"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی دانشگاه اصفهان.

12.شوشتریان، زکیه (1375)،" بررسی کارایی شاخص بورس اوراق بهادار تهران در سطح ضعیف"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

13.صالح آبادی، علی و مهران راد، مهدی (1390) "آزمون کارایی اطلاعاتی سطح ضعیف بورس اوراق بهادار تهران"، فصلنامه بورس اوراق بهادار، ش 16، سال چهارم، ص 7-29.

14.منصوری، حسین و فرید، داریوش و بردبار، غلامرضا (1387)،"سنجش کارایی شکل ضعیف بورس اوراق بهادار تهران در تعیین قیمت سهام"، فصلنامه صنعت بیمه، ش 91و92.

15.مهرگان، محمدرضا (1383)، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان ها، اول، تهران، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

16. Chang, K, H & Yang, L & Lie-Huey, W.(2008). "Measuring Banks Efficiencey for the Adoption of Risk Management and Return Optimization". www.ssrn.com/ssrn-id1253179.
17. Charnes,A & Cooper,W.W & Rohdes, E.(1978). "Measuring The Efficiency of Dicision Making Units", European Journal of Operational Research. Vol 2, 429-444.
18. Cohen, K & Pogue, J.(1967). "An Emprical Evaluation of Alternative Portfolio Selection Models", Journal of Business. Vol 46.
19. Elton, Dewin J & Martin J Gruber(1995). Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, 5d, John Wiley & sons.
20. Sevil, Guven & Yalama, Abdullah(2005). "Portfolio Allocation Using DEA. An Empirical Study on Istanbul Stock Exchange Market", www.betsaonline.com/FinancialEng/DEA/PortfolioAllocation.pdf
21. Harrington, Diana R (1987). Modern Portfolio Theory. The Capital Asset Pricing Theory and Arbitrage Pricing Theory. 2d, Prentic-Hall.
22. Lopes, Ana & Others(2008), "DEA Investment Strategy In The Brazilian Stock Market", Economics bulleting,v 13, pages1-10, www.accessecon.com/pubs/EB/2008/Volume13/EB-07M00002A.pdf
23. Powers, J & McMullen, P, R.(2000)."Using Data Envelopment Analysis to Select Efficent Large Market Cap Securities". Journal of Business and Management,7,31-42.
24. Yansen, Ali. (2008)."Simplifying the Portfolio Optimization Process via Single Index Model", www.iems.northwestern.edu/docs/undergraduate/honors/Ali.pdf

پیوست‌ها:

پیوست (1): شرکت های انتخابی مدل مارکویتز به همراه وزنشان در پرتفوی

	سال 85		سال 86		سال 87	
ردیف	نام شرکت	وزن	نام شرکت	وزن	نام شرکت	وزن
1	البرز دارو	0.0733	البرز دارو	0.0152	البرز دارو	0.447
2	چادر ملو	0.160	الکتریک خودرو	0.0157	آهنگری تراکتور	0.0259
3	خدمات انفورماتیک	0.0411	بهنوش	0.0452	دارو داملران	0.0656
4	دارو زهراوی	0.0392	پتروشیمی اراک	0.121	دارو زهراوی	0.210
5	دارو سازی کوثر	0.0195	تامین ماسه	0.0350	سیمان شاهرود	0.0403
6	ذغال سنگ نگین	0.0115	تولی پرس	0.0262	سیمان صوفیان	0.0138
7	سایپا	0.0592	خدمات انفورماتیک	0.0121	سیمان کرمان	0.0541
8	سیمان ارومیه	0.307	خوراک دام پارس	0.0729	قطعات اتومبیل	0.0450
9	سیمان کرمان	0.0137	دارو اکسیر	0.0765	لبنیات پاک	0.0300
10	صنعتی دریایی	0.1360	دارو زهراوی	0.0351	لوله و ماشین سازی	0.0120
11	فارسیت درود	0.0344	دارو فارابی	0.1570	نیرو کلر	0.0270
12	کنتور سازی ایران	0.027	ساختمان اصفهان	0.0366		
13	مس باهنر	0.036	سیمان ارومیه	0.0187		
14			سیمان شاهرود	0.0196		
15			سیمان صوفیان	0.0780		
16			صنعتی دریایی	0.0804		
17			قطعات اتومبیل	0.1290		

*لازم به ذکر است که جهت رسیدن به نتایج واقعی تر شرکت هایی که وزنشان کمتر از یک درصد بود از پرتفوی حذف گردیدند.

پیوست (2): شرکت های انتخابی مدل شارپ به همراه وزنشان در پرتفوی

نام شرکت	ایران خودرو	پارس سرام	صنایع شیمیایی ایران	مهرکام پارس	نفت پارس
وزن	-0.1453	0.3526	0.2453	0.5417	0.0057

پیوست (3): شرکت های انتخابی مدل DEA

ردیف	سال 85	سال 86	سال 87
1	دارو جابرابن حیان	زامیاد	سیمان شرق
2	دارو فارابی	دارو عبیدی	سیمان بهبهان
3	دارو زهراوی	دارو زهراوی	سیمان ارومیه
4	آلومتک	دارو رازک	آلومتک
5	خدمات انفورماتیک	دارو داملران	ذغال سنگ نگین
6	پتروشیمی خارک	دارو اسوه	دارو پخش
7	باما	باما	دارو عبیدی
8	نفت بهران	خوراک دام پارس	بهنوش
9	موتورسازان تراکتور	پارس سرام	دارو زهراوی
10	معادن منگنز ایران	خدمات انفورماتیک	دارو رازک
11	کالسیمین	پارس دارو	دارو داملران
12	سینا دارو	درخشان جوشکاب	دارو اسوه
13		تکین کو	خوراک دام پارس
14		پتروشیمی خارک	خدمات کشاورزی
15		نورد آلومینیم	پتروشیمی خارک
16		نفت پارس	خدمات انفورماتیک
17		نفت بهران	درخشان جوشکاب
18		معدنی املاح ایران	تکین کو
19		معادن منگنز ایران	تولی پرس
20		لوله و ماشین سازی	نیرو محرکه
21		لنت ترمز	معادن منگنز ایران
22		لبنیات پاک	لوله و ماشین سازی
23		کیمیدارو	کنتور سازی ایران
24		سیمان شرق	کالسیمین
25		کالسیمین	شهد ایران
26		سیمان صوفیان	سینا دارو
27		کارخانجات دارو پخش	
28		صنعتی دریایی	