

انتخاب پرتفوی سهام بهینه‌ی سرمایه‌گذاران بر اساس تحلیل همبستگی کانونی برای شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران

سعید آفاسی^۱
احسان آفاسی^۲
سحر بیگری^۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۲۵

چکیده

در سال‌های اخیر، بازارهای مالی و بالاخص بازار سرمایه در ایران گسترش قابل توجهی داشته است و تغییرات ناگهانی در سطوح بین‌المللی و کشور بر رفتار اقتصادی افراد و نوع پنداشت سرمایه‌گذاران از وضعیت بازارها تاثیر گذاشته است. در بهینه‌سازی سبد سهام مسئله اصلی انتخاب بهینه‌داری‌ها و اوراق بهاداری است که با مقدار مشخصی سرمایه می‌توان تهیه کرد. اگرچه کمینه‌کردن ریسک و بیشینه‌نمودن بازده سرمایه‌گذاری به نظر ساده می‌آید اما در عمل روش‌های متعددی برای تشکیل سبد بهینه به کار رفته است. در این پژوهش به تعیین پرتفوی بهینه بر اساس تحلیل همبستگی کانونی بر روی شرکت‌های فعال‌تر در بورس اوراق بهادار تهران طی سال ۱۳۹۴ پرداخته شده است. روش پژوهش توصیفی-تحلیلی و نمونه‌آماری شامل بازده‌های تعدیلی روزانه ۴۲ شرکت موجود در شاخص ۵۰ شرکت برتر در دوره‌های سه ماهه می‌باشد. نتایج تحقیق بر اساس تحلیل همبستگی کانونی نشان داد، ۴۲ شرکت نمونه در قالب دو زوج متغیر کانونی که هر کدام از ترکیبات خطی نرخ‌های روزانه بازدهی بودند، تعدیل شدند. نتایج حاکی از آن است که از هر ۱۰۰۰ واحد پول، ۴۶۹ واحد به عنوان اولین زوج متغیر کانونی بصورت ترکیب خطی از بانک‌ها و صنایع مبتنی بر فلزات اختصاص می‌یابد و ۳۷۶ واحد بعنوان دومین زوج متغیر کانونی بصورت ترکیب خطی از موسسات سرمایه‌گذاری و صنایع نفتی و پتروشیمی اختصاص می‌یابد و ۱۵۵ واحد باقی مانده به‌طور دلخواه در سایر صنایع اختصاص می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی پرتفوی، بورس اوراق بهادار تهران، تحلیل همبستگی کانونی، نرخ روزانه بازدهی.

۱- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهقان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مالی گرایش بانکداری، دانشگاه خاتم تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول) Aghasiehsan@gmail.com

۳- کارشناس ارشد مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهقان، ایران.

۱- مقدمه

همه روزه تلاش های گسترده ای برای بهبود روش های بررسی و تحلیل سهام در بازارهای مالی دنیا صورت می گیرد. تلاش در جهت بهبود روش های تجزیه و تحلیل سهام، به ویژه در بازارهایی که شمار سهام در آنها بسیار بالاست، منجر به پدید آمدن روش های نوینی گردیده که در کنار روشهای گذشته در صدد یافتن پاسخی برای میل به حداکثرسازی سود فرد در بازارهای مالی می باشند. لیکن این روشهای مزبور نتوانسته اند خود را با شرایط بازار سرمایه در ایران وفق داده و تاثیر بسزایی در انتخاب سرمایه گذاران داشته باشند. از طرفی شفاف سازی های بعمل آمده در چند سال اخیر در بورس اوراق بهادار منجر به دسترسی به حجم کثیری از اطلاعات تخصصی گردیده است. بکار گیری مناسب از این اطلاعات برای افراد عادی امکان پذیر نبوده و نیاز به استفاده از نظرات خبرگان مالی دارد. وجود اطلاعات فراوان و عوامل تاثیرگذار دیگر، تصمیم گیری فردی جهت انتخاب سبد سهام مناسب را به موضوعی سخت مبدل ساخته است، تا آنجا که اغلب افراد معیار خود جهت تصمیم گیری در مورد انتخاب سهام را، به میزان حجم صفهای خرید و فروش، اخبار و شایعات شنیده شده در بازار و مسائلی از این دست تقلیل داده اند. چگونگی اداره این حجم انبوه از اطلاعات و استفاده موثر از آنها در بهبود تصمیم گیری، از موضوعات بحث برانگیز است. این تحقیق بدنبال پیشنهاد مدلی است تا بتواند حجم انبوه اطلاعات مربوط به شرکتهای مختلف را تجزیه، تحلیل و خلاصه نموده و به تصمیم گیری در انتخاب سهام مناسب برای اکثر سرمایه گذاران کمک نماید. در این فصل به ترتیب اشاره ای به بیان مساله، اهمیت تحقیق، هدف اصلی و فرعی تحقیق خواهیم داشت.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در فرایند سرمایه گذاری به چگونگی تصمیم گیری سرمایه گذار در اوراق بهادار معامله و میزان سرمایه گذاری در هر کدام از انواع اوراق و زمان انجام سرمایه

گذاری پرداخته می شود. رویه ای شامل پنج مرحله برای تصمیم گیری در این باره به عنوان اساس فرایند سرمایه گذاری مطرح می باشد به شرح زیر است:

- ۱) تعیین خط مشی یا سیاست سرمایه گذاری
- ۲) تجزیه و تحلیل اوراق بهادار
- ۳) تهیه سبد سرمایه گذاری
- ۴) اصلاح و تجدید نظر در سبد سرمایه گذاری
- ۵) اندازه گیری عملکرد سبد (جونز، ۱۹۹۶).

در مرحله سوم فرایند سرمایه گذاری، سرمایه گذاران با توجه به برآورد میزان ریسک و بازده هر یک از اوراق بهادار، از طریق تجزیه و تحلیل فردی آن ها و رابطه بین نرخ های بازدهی، می توانند به مجموعه ای دست یابند که در ازای میزان معینی از ریسک دارای بالاترین نرخ بازده باشد (جونز، ۱۹۹۶).

پرتفولیو کارا به معنای ترکیب مطلوب اوراق بهادار، به نحوی است که ریسک آن پرتفولیو در ازای نرخ بازده معین به حداقل رسیده باشد. سرمایه گذران می توانند از طریق مشخص کردن نرخ بازده مورد انتظار پرتفولیو و حداقل کردن ریسک پرتفولیو در این سطح بازده، پرتفولیو کارا را مشخص کنند (جونز، ۱۹۹۶).

آنچه که سرمایه گذاران خواهان آنند، پیش بینی روند قیمتی در آینده است. کانون توجه تحقیقات، مشخص نمودن نسبتهای مالی و معیارهای مناسب براساس دیدگاه تجزیه و تحلیل بنیادین و فرضیه بازار کارا به منظور رتبه بندی سهام می باشد. اگر معیارهای مناسبی از نسبتهای مالی جهت مسئله انتخاب سهام به کار گرفته شوند، میتوان امید داشت که شرکتهایی با نسبتهای مالی بهتر، بازده مناسب تری را نصیب سرمایه گذار نمایند. حتی اگر ارزش سهام شرکتی در کوتاه مدت برخلاف نسبتهای مالی آن شرکت حرکت نماید، فرضیه تجزیه و تحلیل بنیادین آن است که در بلندمدت همبستگی بالایی بین ارزش بیان شده توسط نسبتهای مالی و ارزش بازار سهام وجود دارد. (ادریسینگ و همکاران، ۲۰۰۸)

تجزیه و تحلیل همبستگی کانونی متداول ترین حالت مدل خطی عمومی می باشد که با استفاده از

الگوریتم، از الگوریتم پیشنهادی در جهت بهینه‌سازی سبد سهامی از شاخص‌های صنایع موجود در بورس اوراق بهادار تهران استفاده گردیده است. نتایج حاصل از بکارگیری الگوریتم حاکی از آن است که الگوریتم ترکیبی در تمامی حالت‌های مورد بررسی در این تحقیق نتایجی بهتر از نتایج بدست آمده توسط الگوریتم ژنتیک به تنهایی بدست می‌آورد.

راعی (۱۳۸۱) در مقاله‌ای تحت عنوان «تشکیل سبد سهام برای سرمایه‌گذار مخاطره‌پذیر: مقایسه شبکه عصبی و مارکوفیتز» به مساله بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری پرداخته است. نتایج آن حاصل از آن است که هم در حالت ایستا و هم در حالت پویا مدل شبکه‌ی عصبی بر مدل مارکوفیتز برتری دارد و همچنین ریسک سبدهای ایجاد شده توسط شبکه‌های عصبی از مدل مارکوفیتز کمتر بوده است.

غفاری نژاد، اکبری و نصرت‌ماکویی (۱۳۹۱) در مقاله‌ای تحت عنوان «بهینه‌سازی سبد سهام با محدودیت به کمک شبکه عصبی بر روی گرید» به بررسی روشی برای حل مساله بهینه‌سازی سبد سهام پرداختند. نتایج پیاده‌سازی الگوریتم، نشان می‌دهد مدل ارائه شده قادر به انتخاب بهینه سبد سهام دارای محدودیت با شیوه‌ای کارآمد و در زمان کوتاه می‌باشد.

نیکومرام و پورزمانی (۱۳۹۰) با بررسی تحلیل همبستگی کانونی در رابطه با دو مجموعه متغیر آلتمن و دیکین بیانگر این مطلب است که مجموعه متغیرهای دو مدل آلتمن و دیکین تا حدودی دارای اطلاعات مشترک می‌باشد. این مطلب بدین معنا است که متغیرهای آلتمن ۵۶ درصد از تغییرپذیری در میان متغیرهای دیکین و متغیرهای دیکین نیز ۴۴ درصد از تغییرپذیری در میان متغیرهای آلتمن را توضیح می‌دهد. لیکن می‌توان قدرت توضیحی نسبتاً بالای این دو الگو را به وجود متغیر مشترک "سرمایه در گردش / کل دارایی" در هر دو مجموعه متغیر نسبت داد. و بار دیگر تجزیه و تحلیل کانونی پس از حذف این متغیر مشترک انجام شد. با حذف متغیر مشترک

تکنیک آماری چند متغیری رابطه بین دو مجموعه از متغیرهای چندگانه را مورد بررسی قرار می‌دهد (تامپسون، ۱۹۸۴، ۲۴۲-۷۹۲)

روش‌های مختلفی برای بررسی ساختار همبستگی و ارتباط میان متغیرها وجود دارد که از هر کدام بسته به ویژگی‌های داده‌های مورد بررسی و هدف تحقیق استفاده می‌شود. چنانچه دو مجموعه از متغیرها شامل تعداد زیادی متغیر باشند و خلاصه کردن ارتباط میان دو مجموعه در تعداد محدودی ترکیب خطی که دارای برخی خواص ماکسیمال مورد نظر هستند هدف مطالعه باشد، از تحلیل همبستگی کانونی استفاده می‌شود. (متقی گلشن، حسینی نسب و فرید روحانی، ۱۳۸۸)

تحلیل همبستگی کانونی که توسط هتلینگ (۱۹۳۶) جهت تعیین الگوهای مسلط هم‌تغییری و شناسایی روابط بین دو مجموعه متغیرهای مستقل (پارامتری یا غیرپارامتری) و متغیرهای وابسته (پارامتری یا غیر پارامتری) ارائه گردید، یکی از روش‌های پیشرفته آماری و از جمله فنون تحلیل چند متغیری می‌باشد که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. (Liu et al., 2009 ; Yamada & Sugiyama, 2006)

اسلامی بیدگلی و طیبی ثانی (۱۳۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان: «بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری بر اساس ارزش در معرض ریسک با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان» به حل مساله‌ی بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم مورچگان پرداختند. این تحقیق یک الگوریتم ابتکاری را برای حل مساله محدود بهینه‌سازی سبد سهام با توجه به ارزش در معرض ریسک به عنوان معیار ریسک و با استفاده از الگوریتم ترکیبی مورچگان و ژنتیک ارائه می‌دهد. در این تحقیق نشان داده شد که الگوریتم ترکیبی پیشنهادی قادر است مساله بهینه‌سازی سبد سهام را با توجه به معیار ارزش در معرض ریسک و با در نظر گرفتن محدودیت عدد صحیح برای تعداد سهام موجود در سبد سهام حل نماید. به منظور نشان دادن کارایی

زیمباوه عمدتاً تحت تأثیر تغییرات شاخص قیمت مصرف کننده CPI، عرضه پول، نرخ ارز و نرخ اوراق خزانه به عنوان ۴ متغیر مهم کلان اقتصادی قرار گرفته است.

بیک و یت در سال ۲۰۰۱، انتخاب سهام در ۶ بازار سهام (استرالیا، کانادا، فرانسه، آلمان، ژاپن و انگلستان) را بررسی کرد. وی در این مطالعه از هشت معیار شامل: نسبت قیمت به جریان نقدی، نسبت قیمت به درآمد، نسبت قیمت به ارزش دفتری، نسبت نرخ سرمایه‌گذاری مجدد، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام، نسبت نرخ سرمایه‌گذاری مجدد به مقدار قیمت به درآمد در پنج سال گذشته و نسبت نوسان یک سال گذشته در قیمت، استفاده کرده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ترکیب اطلاعات در معیارهای مورد استفاده در استراتژی‌های مختلف سرمایه‌گذاری (ارزش، رشد، گشتاور) به ارائه یک مدل چند متغیری در شناسایی اوراق بهادار با بازده مورد انتظار و پایین در بازارهای شش‌گانه می‌انجامد.

یونگ ۸ (۱۹۹۸)، مدل بهینه سازی پرتفوی قابل حل توسط LP را بر مبنای ریسک تعریف شده توسط بدترین سناریو ارائه داد که در آن ریسک بر مبنای بدترین سناریو تعریف می‌شود آن را رویکرد حداقل نمودن حداکثر نامیدند. حال آنکه در سال ۲۰۰۰، اگر یک زک، یک مدل برنامه ریزی خطی چند معیار، که تمام روش‌های فوق را پوشش می‌داد، ارائه داد و تحت عنوان تکنیک‌های مجموعه خاص نام نهاده شد.

سؤال اصلی

سبد سهام بهینه بر اساس تحلیل همبستگی کانونی در بورس اوراق بهادار تهران کدام است؟

سؤال‌های فرعی

- ۱) مهمترین متغیرهای مؤثر در تعیین سبد سهام بهینه بر اساس تحلیل همبستگی کانونی در بورس اوراق بهادار تهران کدام هستند؟

ضریب افزونگی تجمعی کاهش می‌یابد ولی نتایج همچنان رابطه قوی بین دو الگو را به نمایش گذارد. و الگوهای با تعداد متغیر کمتر در مقابل الگوهای بزرگتر از حشو قابل ملاحظه‌ای برخوردارند. بنابراین از آنجاییکه الگوی دیکین شامل ۱۴ متغیر و الگوی آلمن شامل ۵ متغیر می‌باشد وجود رابطه بین این دو مجموعه متغیر ممکن است تحت تأثیر یکسان نبودن اندازه آنها قرار گیرد. از این رو پیشنهاد می‌شود برای تأیید نظریه مذکور در پژوهش‌های آتی، آزمون همبستگی کانونی با مجموعه متغیرهایی با اندازه یکسان انجام شود.

آلکسی کخلاو، استینسلا ۴ و یوریسو ۵ و زابارائیکین ۶، (۲۰۰۳) در مقاله‌ای تحت عنوان «بهینه سازی سبد سرمایه‌گذاری با محدودیت‌های کاهش دهنده» به ارائه مدلی در این زمینه پرداختند. در ژوئیه ۲۰۰۳ مانسینی، اگر یک زک و اسپرانزا ۷ در مقاله‌ای تحت عنوان «مدل‌های قابل حل برنامه ریزی خطی (LP) جهت بهینه سازی سبد سرمایه‌گذاری: طبقه بندی و مقایسه محاسبات» به ارائه و معرفی مدل‌های LP در این زمینه پرداختند و پس از بررسی نتایج بدست آمده از هر کدام، به طبقه‌بندی آن‌ها پرداختند.

رودریگو لوریو مالاکارنی در سال ۲۰۱۴ در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل همبستگی کانونی»، با استفاده از تحلیل همبستگی کانونی ETFها (صندوق‌های مشترک قابل معامله در بورس)، به بررسی ارتباط بین بازارهای سهام در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه پرداخت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از تحلیل همبستگی کانونی بین این دو مجموعه از ETFها ارتباط معناداری وجود دارد.

پیتر مازوروس در سال ۲۰۱۴ در مقاله خود تحت عنوان «تحلیل همبستگی کانونی متغیرهای کلان اقتصادی در مقابل بازدهی سهام» به بررسی عوامل کلان اقتصادی مؤثر بر بازدهی بازار بورس زیمباوه با استفاده از تحلیل همبستگی کانونی پرداخت. نتایج تحقیق وی حاکی از آن است که بازدهی بورس

۲) نقش هر یک از متغیرها در تشکیل سبد سهام بهینه بر اساس تحلیل همبستگی کانونی در بورس اوراق بهادار تهران چقدر است؟

بازار سهم در پایان سال مربوطه در تابلوی بورس تهران و سامانه کدال در دوره مورد بررسی، موجود است.

۳- روش شناسی پژوهش

از آنجا که تحقیقات کاربردی به سمت کاربرد عملی دانش هدایت می‌شوند لذا تحقیق حاضر با توجه به اهداف تحقیقی، از نظر هدف از نوع کاربردی است. همچنین این تحقیق از نظر ماهیت از نوع تحقیق توصیفی-تحلیلی از نوع همبستگی است؛ زیرا از یک طرف وضع موجود را بررسی می‌کند و به توصیف منظم و پایدار وضعیت قبلی آن می‌پردازد و ویژگی‌ها و صفات آن را مورد مطالعه قرار داده و از طرف دیگر رابطه بین متغیرهای مختلف را با استفاده از روش همبستگی کانونی کشف یا تعیین می‌کند.

با توجه به موضوع تحقیق حاضر و کاربردهای آن در این تحقیق قلمرو مکانی سازمان بورس اوراق بهادار تهران بوده است. قلمرو زمانی پژوهش در بهار و تابستان ۱۳۹۴ و بر روی اطلاعات مالی سال ۱۳۹۴ از ۵۰ شرکت برتر عضو بورس اوراق بهادار تهران انجام یافته است. قلمرو موضوعی پژوهش بررسی «کاربرد تحلیل همبستگی کانونی در انتخاب سبد سهام بهینه در شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران» می‌باشد.

در این تحقیق، جامعه آماری، ۴۲ مورد از شرکت‌های موجود در شاخص ۵۰ شرکت برتر موجود در بورس اوراق بهادار می‌باشند که همگی شرایط زیر را دارند:

- ۱) به منظور قابل مقایسه بودن اطلاعات، پایان سال مالی شرکت‌ها منتهی به ۲۹ اسفند است.
- ۲) در دوره زمانی مورد تحقیق به صورت روزانه سهام آنها مبادله شده است.
- ۳) اطلاعات مربوط به متغیرهای انتخاب شده در این تحقیق قابل دسترس است.
- ۴) اطلاعات کامل و تفصیلی صورت‌های مالی سالانه هر یک از شرکت‌ها، همراه با قیمت

تحلیل همبستگی کانونی

در روش‌های آنالیز چندمتغیره، زمانی که بعد متغیرها بزرگ باشد یا در رگرسیون بین متغیرهای مستقل همبستگی وجود داشته باشد، محاسبات سنگین و بعضاً ناممکن یا برآورد ضرایب (در رگرسیون) غیر قابل انتظار می‌شود. «از زمانیکه ناپ(۱۹۸۷) اثبات کرد که تحلیل همبستگی کانونی رایج ترین شکل مدل خطی، عمومی می‌باشد، این تکنیک محبوبیت بیشتری پیدا کرده است. تامپسون (۱۹۹۱) نشان داد که از تحلیل همبستگی کانونی سایر روش‌های پارامتریک از جمله آزمون رگرسیون، تحلیل تمایزی و ANOVA، MANOVA، t استنتاج می‌شود. منطق تحلیل همبستگی کانونی توسط هتلینگ برای اولین بار در سال ۱۹۳۶ تدوین گردید. تجزیه و تحلیل همبستگی کانونی، با تجزیه و تحلیل همزمان مجموعه‌ها و با شناسایی و مشخص کردن عناصری از یک مجموعه متغیر با بیشترین وابستگی و ارتباط با عناصر مجموعه متغیر دیگر، روابط آماری مستقل موجود بین دو مجموعه متغیر را مورد آزمون قرار می‌دهد (تامپسون، ۱۹۸۴: ۷۹۲). این تکنیک آماری می‌تواند دو مجموعه متغیر را بطور همزمان در نظر بگیرد و یا اینکه یک مجموعه متغیر را بعنوان مجموعه پیش بین (ملاک‌های مستقل یا کاوشی) سایر مجموعه‌ها را بعنوان ملاک (ملاک‌های وابسته) تلقی نماید. همچنین در حالیکه تحلیل رگرسیون چندمتغیره f، را در مواردی محاسبه می‌کند که تنها یک متغیر وابسته وجود داشته باشد، تحلیل همبستگی کانونی با پذیرفتن چند متغیر وابسته یک گام فراتر از تحلیل رگرسیون چندگانه گذارده است. همبستگی کانونی با دو مجموعه از داده‌ها آغاز می‌شود که شامل بردارهایی از مشاهدات انجام شده بر کلیه متغیرها می‌باشد. هدف همبستگی کانونی، با ایجاد X بعنوان یک

مینیمم شود. با توجه به این قید که مقدار هر یک از w_i ها بین ۰ و ۱ باشد و مجموع همه آن ها برابر با ۱ باشد:

$$\text{Maximize} \sum_{i=1}^n r_i \cdot w_i$$

$$\text{Minimize} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \delta_{ij}$$

$$\text{Subject to} \begin{cases} 0 \leq w_k \leq 1 & k = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{k=1}^n w_k = 1 \end{cases}$$

با این بیان مساله، بهینه سازی پرتفوی یک مساله دو معیاره یا قیدهای خطی است. جهت ساده سازی، این مساله را می توان به مساله ی مینیمم سازی تک معیاره ی زیر تبدیل کرد:

$$\text{Minimize} \left(\sum_{i=1}^n r_i \cdot w_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \delta_{ij} \right)$$

$$\text{Subject to} \begin{cases} 0 \leq w_k \leq 1 & k = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{k=1}^n w_k = 1 \end{cases}$$

اگر R بردار بازده و C ماتریس کو واریانس ها و W بردار وزن ها باشد رابطه ی فوق را می توان به شکل زیر نوشت:

$$\text{Minimize} F(W) = W^T C W - R^T W$$

Subject

$$W^T \cdot 1 = 1$$

$$W \geq 0$$

مدل فوق یک مدل برنامه ریزی درجه ی دوم است. در حالتی که ماتریسی کوواریانس، یک ماتریسی معین مثبت باشد می توان در زمان چند جمله ای

بردار m بعدی از متغیرهای پیش بین و Y بعنوان یک بردار P بعدی از متغیرهای ملاک، دستیابی به یک ترکیب خطی از متغیرهای پیش بین است که دارای حداکثر همبستگی با یک ترکیب خطی از متغیرهای ملاک می باشد. تحلیل همبستگی کانونی اندازه رابطه بین دو مجموعه از متغیرها را با ضرایب افزونگی تعیین می کند. ضرایب افزونگی، درجه همپوشانی بین دو مجموعه متغیر را نشان می دهد؛ به بیان دقیق تر ضرایب افزونگی، نمایه میانگین درجه انحراف در یک مجموعه متغیر می باشد که با متغیرهای کانونی در سایر مجموعه ها سهمیم یا قابل پیش بینی از آنها می باشد (استوارت و لاو، ۱۹۶۸). استفاده از یک مجموعه متغیر برای پیش بینی مجموعه دوم از متغیرها بیانگر این است که مجموعه دوم با وجود مجموعه اول زائد است. یک شاخص نامتقارن به این معنا است که ضریب افزونگی یک مجموعه از متغیرها عموماً با ضریب افزونگی مجموعه دیگری از متغیرها برابر نمی باشد. ضرایب افزونگی یا بطور مجزا یا بصورت ادغام شده در توابع کانونی آزمون می شوند» (نیکومرام و پورزمانی، ۱۳۸۸، ص ۶۵).

در این پژوهش در راستای تحلیل همبستگی کانونی، از روشهای آمار توصیفی (معیارهای تمرکز، معیارهای پراکندگی و معیارهای مربوط به شکل توزیع) نیز استفاده می گردد. در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل داده ها و استخراج نتایج تحقیق، از نرم افزارهای Excell و Spss21 و SAS استفاده شده است.

بهینه سازی پرتفوی

مساله بهینه سازی پرتفوی را می توان به صورت ساده به این شکل بیان کرد: ¹⁰ یک مبلغ مشخص برای سرمایه گذاری وجود دارد که باید در دوره ی معین و ثابتی سرمایه گذاری شوند. n سهم برای انتخاب وجود دارد. چند درصد از مبلغ کل سرمایه گذاری باید به هر یک از این n سهم تعلق گیرد (این درصد، در واقع وزن هر یک از سهم هاست) تا مقدار بازده سرمایه گذاری در یک دوره ماکزیمم و مقدار ریسک پرتفوی

است. بزرگ‌ترین میانگین مربوط به متغیر x_3 (نرخ-های روزانه بازدهی سرمایه‌گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تامین) با مقدار $0/036$ و انحراف معیار $0/0308$ می‌باشد و نشان می‌دهد، نوسانات قیمت بیشتری نسبت به سایر شرکت‌های عضو نمونه آماری دارد. کمترین میانگین مربوط به متغیر x_{41} (نرخ‌های روزانه بازدهی سیمان فارس و خوزستان) با مقدار $0/0001$ و انحراف معیار $0/0278$ می‌باشد و نشان می‌دهد، نوسانات قیمت کمتری نسبت به سایر شرکت‌های عضو نمونه آماری دارد. میانگین و انحراف معیار سایر متغیرهای عضو نمونه در جدول ۱ مندرج می‌باشد.

جواب بهینه‌ی مساله را به دست آورد. در غیر این صورت مساله‌ی یافتن جواب بهینه یک مساله‌ی NP-سخت خواهد بود. بنابراین برای حل این مساله مناسب‌ترین رویکرد ها، رویکردهای نوین و مبتنی بر روش‌های ابتکاری و فرا ابتکاری می‌باشد (کرد، ۱۳۹۰).

۳- مدل پژوهش و متغیرهای آن

با توجه به اینکه میانگین به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مرکزی، نشان دهنده نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع است و شاخص خوبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌ها است. در جدول (۱) مقادیر میانگین برای متغیرها محاسبه و گزارش شده

جدول ۱- معیارهای آماری متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	انحراف معیار	متغیر	میانگین	انحراف معیار
x_1	$0/032$	$0/0098$	x_{22}	$0/0022$	$0/0308$
x_2	$0/019$	$0/0104$	x_{23}	$0/0029$	$0/0202$
x_3	$0/036$	$0/0308$	x_{24}	$0/0046$	$0/0402$
x_4	$0/005$	$0/022$	x_{25}	$0/0049$	$0/0290$
x_5	$0/016$	$0/0302$	x_{26}	$0/0016$	$0/0383$
x_6	$0/005$	$0/0288$	x_{27}	$0/0005$	$0/0383$
x_7	$0/002$	$0/0283$	x_{28}	$0/0021$	$0/0475$
x_8	$0/002$	$0/0203$	x_{29}	$0/0020$	$0/0342$
x_9	$0/001$	$0/0204$	x_{30}	$0/0010$	$0/0308$
x_{10}	$0/001$	$0/0357$	x_{31}	$0/0017$	$0/0220$
x_{11}	$0/004$	$0/04$	x_{32}	$0/0014$	$0/0302$
x_{12}	$0/0012$	$0/04$	x_{33}	$0/0033$	$0/0288$
x_{13}	$0/0032$	$0/0475$	x_{34}	$0/0019$	$0/0280$
x_{14}	$0/0019$	$0/0342$	x_{35}	$0/0056$	$0/0181$
x_{15}	$0/0046$	$0/0318$	x_{36}	$0/0005$	$0/0204$
x_{16}	$0/0005$	$0/022$	x_{37}	$0/0016$	$0/0357$
x_{17}	$0/0016$	$0/0302$	x_{38}	$0/0005$	$0/0400$
x_{18}	$0/0015$	$0/0277$	x_{39}	$0/0030$	$0/0401$
x_{19}	$0/0012$	$0/0307$	x_{40}	$0/0020$	$0/0415$
x_{20}	$0/0102$	$0/0400$	x_{41}	$0/0001$	$0/0278$
x_{21}	$0/0011$	$0/0204$	x_{42}	$0/0005$	$0/0323$

مأخذ: محاسبات پژوهش

گرفته می شوند و نیازی به بررسی فرض نرمال بودن نیست.

همبستگی بین متغیرهای پژوهش

با توجه به اینکه ماتریس همبستگی 42×42 است و ماتریس بزرگی محسوب می شود لذا صرفاً همبستگی بین ۱۲ مورد از متغیرهایی که بیشترین همبستگی معنی دار را در سطح خطای $0/01$ دارا هستند گزارش شده اند. لازم به ذکر است که ۲۱ متغیر دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای $0/05$ هستند و ۲۹ متغیر نیز دارای همبستگی معنی دار در سطح خطای $0/10$ هستند.

نتایج جدول (۲) نشان می دهد بزرگ ترین ضرایب همبستگی معنی دار مربوط به متغیرهای X_2 ، X_3 ، X_9 ، X_{14} و X_{10} با هم و متغیرهای X_{22} ، X_{23} و X_{27} با هم و متغیرهای X_{32} و X_{42} با هم بوده است. سایر روابط به دلیل حجم زیاد گزارش نشده است و در خروجی های کامپیوتری موجود می باشد.

جهت بررسی رابطه بین متغیرهای تحقیق از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شده است و ضمن شناسایی ارتباط های بین متغیرهای تحقیق اقدام به اجرای تحلیل همبستگی کانونی می نماییم. در تحلیل همبستگی کانونی به دنبال شناسایی ترکیبات خطی هستیم که هر ترکیب خطی حکم یک متغیر کانونی را داشته و سپس زوج متغیرهای کانونی دارای بیشترین همبستگی تعیین و سهم هر زوج متغیر در سبد سهام مبتنی بر فعال ترین شرکت ها بیان می گردد. در انتها اقدام به ارزیابی سبد سهام مطلوب می نماییم.

جهت بررسی نرمال بودن متغیرهای پژوهش از آزمون کلموگروف اسمیرنوف استفاده گردید. نتایج آزمون نشان داد که سطوح معنی داری آزمون کلموگروف اسمیرنوف از خطای $0/05$ کمتر نیست و لذا فرض نرمال بودن متغیرهای پژوهش تأیید می گردد. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه حجم داده های مورد استفاده بسیار بزرگ تلقی می شود و لذا طبق قضیه حد مرکزی در آمار، متغیرها نرمال در نظر

جدول ۲- نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنوف

سطح معنی داری	متغیرها
$p < 0/01$	$x_{35}, x_{25}, x_{21}, x_{17}, x_8, x_4, x_3, x_2, x_1$
$p < 0/05$	$x_{33}, x_{32}, x_{30}, x_{27}, x_{24}, x_{23}, x_{22}, x_{18}, x_{15}, x_7, x_6, x_5$
$p < 0/01$	$x_{40}, x_{39}, x_{38}, x_{36}, x_{35}, x_{34}, x_{26}, x_{20}, x_{19}, x_{14}, x_{13}, x_{12}, x_{11}$
$p < 0/001$	$x_{42}, x_{41}, x_{28}, x_{37}, x_{16}, x_{10}, x_9$

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین متغیرهای پژوهش

	X_2	X_3	X_9	X_{10}	X_{14}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{27}	X_{32}	X_{42}
X_1	0/31	0/50	0/46	-0/25	0/03	-0/03	-0/04	-0/08	-0/07	0/10	0/18
X_2	1	0/34	0/21	-0/30	0/36	0/47	0/46	-0/09	-0/04	0/09	0/16
X_3		1	0/23	0/34	0/31	0/02	-0/02	-0/05	-0/05	-0/02	-0/26
X_9			1	0/51	0/30	-0/01	-0/01	-0/03	-0/03	0/30	0/01
X_{10}				1	0/18	-0/05	-0/05	-0/08	-0/08	-0/08	0/31
X_{14}					1	0/26	0/57	0/09	0/10	0/37	0/11
X_{22}						1	0/37	0/26	0/36	0/25	-0/18
X_{23}							1	0/16	0/36	0/19	0/01
X_{24}								1	0/37	0/03	0/03
X_{27}									1	0/56	0/03
X_{32}										1	0/39
X_{42}											1

منبع: یافته های پژوهش

تعیین زوج متغیرهای دارای بیشترین همبستگی

پنج زوج از متغیرهای دارای بیشترین همبستگی، در جدول (۳) فهرست شده‌اند. با توجه به نتایج می‌توان گفت «بانک صادرات ایران و توسعه معادن و فلزات» اولین زوج متغیر و «سرمایه گذاری گروه توسعه ملی و سرمایه گذاری سپه» دومین زوج متغیر و «مخابرات ایران و گروه مپنا» سومین زوج و «صنایع پتروشیمی خلیج فارس و سرمایه گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تامین» چهارمین زوج و «صنایع پتروشیمی خلیج فارس و ایران خودرو» پنجمین زوج متغیر دارای بیشترین همبستگی می‌باشند.

بررسی سوال اول پژوهش: مهمترین متغیرهای

موثر در تعیین سبد سهام بهینه بر اساس تحلیل همبستگی کانونی در بورس اوراق بهادار تهران کدام هستند؟

از نتایج مندرج در جدول ۴ می‌توان گفت، چهار متغیر کانونی از دو مجموعه‌ی «بانک ها و سرمایه گذاری» و «صنایع» استخراج شده است که دو متغیر کانونی از مجموعه‌ی «بانک ها و سرمایه گذاری» و دو متغیر کانونی از مجموعه‌ی «صنایع» معرفی شده است. ضرایب متغیرها در ترکیب خطی متغیرهای کانونی بزرگتر از ۰/۵ است و نقش هر متغیر در ترکیب خطی متغیر کانونی را تبیین می‌کنند.

جدول ۴- بزرگترین مقادیر ویژه (مقادیر ویژه بزرگ تر از یک) ماتریس همبستگی متغیرها

میزان همبستگی	متغیرها	زوج
۰/۵۷	X_{14} بانک صادرات ایران	زوج اول
	X_{23} توسعه معادن و فلزات	
۰/۵۶	X_{27} سرمایه گذاری گروه توسعه ملی	زوج دوم
	X_{32} سرمایه گذاری سپه	
۰/۵۱	X_{10} مخابرات ایران	زوج سوم
	X_9 گروه مپنا	
۰/۵۰	X_1 صنایع پتروشیمی خلیج فارس	زوج چهارم
	X_3 سرمایه گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تامین	
۰/۴۷	X_2 صنایع پتروشیمی خلیج فارس	زوج پنجم
	X_{22} ایران خودرو	

جدول ۵- ضرایب استاندارد در ترکیبات خطی متغیرهای کانونی

دومین متغیر کانونی از مجموعه‌ی صنایع U_2		اولین متغیر کانونی از مجموعه‌ی صنایع U_1		دومین متغیر کانونی از مجموعه‌ی بانک ها و سرمایه گذاری V_2		اولین متغیر کانونی از مجموعه‌ی بانک ها و سرمایه گذاری V_1	
متغیر	ضرایب	متغیر	ضرایب	متغیر	ضرایب	متغیر	ضرایب
x_1	۰/۶۵۰	x_5	۰/۸۲۰	x_{12}	۰/۸۳۰	x_3	۰/۶۵۰
x_4	۰/۸۰۱	x_6	۰/۸۱۰	x_{13}	۰/۸۴۰	x_{11}	۰/۷۰۱
x_8	۰/۷۰۰	x_7	۰/۷۷۰	x_{14}	۰/۸۰۰	x_{19}	۰/۷۶۰
x_{17}	۰/۶۴۰	x_{22}	۰/۶۴۰	x_{20}	۰/۷۱۰	x_{24}	۰/۸۱۵
x_{28}	۰/۶۳۰	x_{23}	۰/۸۰۲	x_{26}	۰/۷۱۰	x_{27}	۰/۹۹۰
x_{31}	۰/۸۰۸	x_{30}	۰/۹۸۰	x_{34}	۰/۶۰۱	x_{38}	۰/۸۸۰
x_{36}	۰/۹۰۱	-	۰/۹۸۰	x_{40}	۰/۶۲۰	x_{39}	۰/۶۲۰

تعیین سبد بهینه سهام و بررسی سوال دوم پژوهش

نقش هر یک از متغیرها در تشکیل سبد سهام بهینه بر اساس تحلیل همبستگی کانونی در بورس اوراق بهادار تهران چقدر است؟

در ابتدا از ۵۰ شرکت فعال تر بورس اوراق بهادار تهران استفاده کردیم و در ادامه هم ۵۰ شرکت فعال تر را به دو مجموعه‌ی «بانک‌ها و سرمایه‌گذاری» و «صنایع» تقسیم نمودیم. نتایج همبستگی کانونی، دو زوج متغیر کانونی ارائه نمود. اولین زوج متغیر کانونی با بیشترین همبستگی کانونی یعنی ۰/۷۵۲ ترکیب خطی از بانک‌ها و صنایع مبتنی بر فلزات می‌باشد که ۴۶/۹ درصد از کل واریانس را تبیین می‌کند و سهم بزرگی از سبد سهام را به خود اختصاص داده است. دومین زوج متغیر کانونی با همبستگی کانونی یعنی ۰/۵۴۰ ترکیب خطی از موسسه‌های سرمایه‌گذاری و

صنایع نفتی و پتروشیمی می‌باشد که ۳۷/۶ درصد از کل واریانس را تبیین می‌کند و بعد از زوج متغیر کانونی اول، سهم بسزایی از سبد سهام را به خود اختصاص داده است. از سایر زوج متغیرهای کانونی به دلیل اینکه درصد کمی از واریانس کل را توضیح می‌دهند، صرف نظر شده است.

با توجه به جدول ۵، می‌توان گفت، از هر ۱۰۰۰ واحد پول، ۴۶۹ واحد به عنوان اولین زوج متغیر کانونی به صورت ترکیب خطی از بانک‌ها و صنایع مبتنی بر فلزات اختصاص می‌یابد و ۳۷۶ واحد به عنوان دومین زوج متغیر کانونی به صورت ترکیب خطی از موسسه‌های سرمایه‌گذاری و صنایع نفتی و پتروشیمی اختصاص می‌یابد و مابقی نیز یعنی ۱۵۵ واحد باقی مانده بطور دلخواه در سایر صنایع اختصاص می‌یابد.

جدول ۶- متغیرهای کانونی و ضرایب همبستگی کانونی

زوج متغیرهای کانونی	متغیر کانونی	ضریب همبستگی کانونی	درصد تبیین واریانس کل
اولین زوج متغیر کانونی با بیشترین همبستگی کانونی	اولین متغیر کانونی از مجموعه‌ی بانک‌ها و سرمایه‌گذاری V1 (شاخص بانک‌ها)	۰/۷۵۲	۴۶/۹
	اولین متغیر کانونی از مجموعه‌ی صنایع U1		
دومین زوج متغیر کانونی با بیشترین همبستگی کانونی	دومین متغیر کانونی از مجموعه‌ی بانک‌ها و سرمایه‌گذاری V2 (شاخص سرمایه‌گذاری)	۰/۵۴۰	۳۷/۶
	دومین متغیر کانونی از مجموعه‌ی صنایع U2		

۴- نتیجه‌گیری و بحث

در بهینه‌سازی سبد سهام مسئله اصلی انتخاب بهینه‌داری‌ها و اوراق بهاداری است که با مقدار مشخصی سرمایه می‌توان تهیه کرد. اگرچه کمینه کردن ریسک و بیشینه نمودن بازده سرمایه‌گذاری به نظر ساده می‌آید اما در عمل روش‌های متعددی برای تشکیل سبد بهینه به کار رفته است. مدیریت سبد سرمایه تشکیل شده توسط سهام، مطالعه همه ابعاد سبد سهام شامل ترکیب سهام موجود در سبد-وزن هر

سهم در سبد و بهترین زمان برای تغییرات در ترکیب سبد را در بر می‌گیرد.

نتایج همبستگی ساده نشان داد که «بانک‌صادرات ایران و توسعه معادن و فلزات» اولین زوج متغیر و «سرمایه‌گذاری گروه توسعه ملی و سرمایه‌گذاری سپه» دومین زوج متغیر و «مخابرات ایران و گروه مپنا» سومین زوج و «صنایع پتروشیمی خلیج فارس و سرمایه‌گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تامین» چهارمین زوج و «صنایع پتروشیمی خلیج فارس و ایران خودرو» پنجمین زوج متغیر دارای بیشترین

همبستگی می‌باشند. در تحلیل همبستگی کانونی، ضرایب استاندارد در ترکیبات خطی متغیرهای کانونی برآورد شد و می‌توان گفت، چهار متغیر کانونی از دو مجموعه‌ی «بانک‌ها و سرمایه‌گذاری» و «صنایع» استخراج شده است که دو متغیر کانونی از مجموعه‌ی «بانک‌ها و سرمایه‌گذاری» و دو متغیر کانونی از مجموعه‌ی «صنایع» معرفی شده است. ضرایب متغیرها در ترکیب خطی متغیرهای کانونی بزرگتر از ۰/۵ است و نقش هر متغیر در ترکیب خطی متغیر کانونی را تبیین می‌کنند.

در یک جمع‌بندی می‌توان گفت، از هر ۱۰۰۰ واحد پول، ۴۶۹ واحد به عنوان اولین زوج متغیر کانونی به صورت ترکیب خطی از بانک‌ها و صنایع مبتنی بر فلزات اختصاص می‌یابد و ۳۷۶ واحد به عنوان دومین زوج متغیر کانونی به صورت ترکیب خطی از موسسه‌های سرمایه‌گذاری و صنایع نفتی و پتروشیمی اختصاص می‌یابد و مابقی نیز یعنی ۱۵۵ واحد باقی‌مانده بطور دلخواه در سایر صنایع اختصاص می‌یابد.

با مقایسه نتایج این تحقیق و نتایج تحقیق اسلامی بیدگلی و طیبی ثانی (۱۳۹۳) که به بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری بر اساس ارزش در معرض ریسک با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان پرداختند، می‌توان گفت، نتایج همسو و تأییدکننده بوده و الگوریتم‌های ترکیبی پیشنهادی قادر هستند مساله بهینه‌سازی سبد سهام را با توجه به معیار ارزش در معرض ریسک و با در نظر گرفتن محدودیت عدد صحیح برای تعداد سهام موجود در سبد سهام حل نمایند.

با مقایسه نتایج این تحقیق و نتایج تحقیق غفاری نژاد، اکبری و نصرت‌ماکویی (۱۳۹۱) که به بهینه‌سازی سبد سهام پرداختند می‌توان گفت، نتایج همسو و تأییدکننده بوده و مدل ارائه شده قادر به انتخاب بهینه سبد سهام دارای محدودیت با شیوه‌ای کارآمد و در زمان کوتاه می‌باشد.

با مقایسه نتایج این تحقیق و نتایج کرد (۱۳۹۰) می‌توان گفت، نتایج همسو و تأییدکننده هستند. نتیجه این مقایسه نشان می‌دهد که الگوریتم ارائه شده در این پژوهش، در زمان به مراتب کمتری به نقطه بهینه همگرا می‌شود و جواب‌های دقیق‌تر با میزان خطای کمتری را بدست می‌آورد.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق پیشنهادی قابل ارائه در قالب دو بخش ذیل ارائه می‌گردند:

۱) سرمایه‌گذاران، تحلیل‌گران و مشاوران مالی می‌توانند از نتایج حاصل از این تحقیق بر روی سرمایه‌گذاری در شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار استفاده نمایند.

۲) با پایش مستمر و سرعت بخشیدن به اقدامات موثر در افشای اطلاعات در بورس اوراق بهادار تهران، پیشنهاد می‌گردد ضمن به روز رسانی نتایج این تحقیق، به طور پیوسته سبد سهام بهینه را با توجه به شرکت‌های برتر در بورس اوراق بهادار تهران تعیین نمایند.

۳) با توجه به اینکه آشنایی با روش‌های علمی نظیر تحلیل همبستگی کانونی و استفاده از آنها میزان ریسک و احتمال ورشکستگی را کاهش می‌دهد، لذا با گسترش آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و تخصصی متناسب با شرکت‌های عضو بورس و آموزش مهارت‌های لازم کسب و کار به مدیران و کارکنان، بهره‌وری در بورس را افزایش دهند.

۴) به سیاست‌گذاران حوزه بازار سرمایه پیشنهاد می‌گردد در برگزاری دوره‌های آموزشی تحلیل بنیادی برای این روش‌ها ارزش بیشتری قائل شوند.

پیشنهادها جهت انجام تحقیقات آتی:

۱) این پژوهش صرفاً برای شرکت‌های برتر بورس اوراق بهادار تهران با تعداد محدود شرکت‌ها بررسی شد، در پژوهش‌های آتی می‌توان ضمن افزایش حجم نمونه، از تعداد متغیرهای بیشتری نیز استفاده نمود.

* شاه علیزاده، محمد و معماریانی، عزیز اله. (۱۳۸۲). چارچوب ریاضی گزینش سبد سهام با اهداف چندگانه. بررسی های حسابداری و حسابرسی. ۳۲. ۱۰۲-۸۳. ۶. ۱۱۹-۹۳.

* کرد، عایشه. (۱۳۹۰). انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از روش های فرا ابتکاری. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه صنعتی شریف.

* ماردیا کانتی، جان کنت، جان بی.بی. (۱۳۷۶). تحلیل چند متغیره. ترجمه: طباطبایی، محمد مهدی. تهران: انتشارات مرکز دانشگاهی.

* متقی گلشن، آناهیتا، حسینی نسب، سید محمد ابراهیم و فرید روحانی، محمدرضا. (۱۳۸۸). بررسی الگوهای همبستگی دما، رطوبت و بارندگی در ایران با استفاده از تحلیل همبستگی کانونی. مجله پژوهش های آماری ایران.

* نیکومرام، هاشم و پورزمانی، زهرا. (۱۳۸۸). بررسی رابطه بین الگوهای پیش بینی بحران مالی. فصلنامه پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی. بهار ۸۸. ۸۰-۶۱.

* Borsa Italiana, (2003). Monthly key figures. <http://www.borsaita.it/it/mercati/hompage.monthlykeyfigures>.

* Chang, T., -T, meade, Beasley, J.E. & sharaiha, Y.M. (2000). Heuristics for ordinary Gonstrained Portfolio Optimization Computer & perations research, 27, 1271-1302.

* Chekhlov, Alenei, vryasev. Stanislav. & zabarankin. Michael (2003). Portfolio optimization with drawdown Constraints.

* Chen, Wynne, Goulding, Sandoz. (2000) The application of principal component analysis and kernel density estimation to enhance process monitoring. Control Engineering Practice. 8, 531-543.

* Department of Industrial and Systems Engineering University of Florida.

* Dobbins, Richard., Witt, Stephen. F. & Fielding, John (1994). Portfolio Theory and Investment Management (2 rd ed). Massachusetts: Black well Publishers.

* Edirisinghe, NCP & X Zhang, (2008). Portfolio Selection Under Dea-Based

(۲) پژوهشی مشابه برای کل شرکت های فرابورس انجام گیرد و نتایج با نتایج این تحقیق مقایسه گردد.

(۳) تحقیق حاضر در مورد صنایع مختلف به تفکیک صنعت خاص انجام پذیرد.

فهرست منابع

* ابزری، مهدی و کتابی، سعیده و عباسی، عباس. (۱۳۸۴). بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی و ارایه یک مدل کاربردی. مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز. ۱۳۸۴. ش ۲.

* اسلامی بیدگلی، غلامرضا. (۱۳۸۷). مدل های برنامه ریزی آرمانی در انتخاب پرتفوی بهینه. مجله تحقیقات مالی. س ۴. ش ۱۳ و ۱۴. ۱۳۸۷.

* اسلامی بیدگلی، غلامرضا و طیبی ثانی، احسان. (۱۳۹۳). بهینه سازی سبد سرمایه گذاری بر اساس ارزش در معرض ریسک با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان. فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری. سال سوم. شماره دهم. تابستان ۱۳۹۳. ۱۲۲-۱۰۱.

* جونز، چارلز پی. (۱۳۸۲). مدیریت سرمایه گذاری، ترجمه: تهرانی، رضا و نوربخش، عسگر. تهران: انتشارات نگاه دانش.

* جهانخانی، علی و پارسائیان، علی. (۱۳۷۵). بورس اوراق بهادار. تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

* دیانتی دیلمی، زهرا و همکاران. (۱۳۹۰). بکارگیری تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره (تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس) در پیش بینی وضعیت آتی شرکتها در تابلوهای بورس اوراق بهادار تهران. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. ۲۰۳-۱۸۱. ۹.

* راعی، رضا و سعیدی، علی. (۱۳۹۰). مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک. تهران: انتشارات سمت.

- * Mazuruse .P.(2014). "Canonical correlation analysis: Macroeconomic variables versus stock returns", Journal of Financial Economic Policy, Vol. 6 Iss: 2, pp.179 - 196
- * Mishkin . S.Frederic & Ealeins .G.Stanley(2000). Financial Markets and Institutions .(3 rd ed)/New York: Addison Wesley.
- * Palmquist.Jonas, Uryasev . Stanislav. & Krokhmal Pavlo.(1999). Portfaliio optimization with conditional Value – At-Risk objective and constraints. Research Report-14-99.
- * Thompson, B. (1984, April)" Canonical Correlation Analysis: An Annotated Bibliography" Paper Presented at Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.
- * Yamada, T. & Sugiyama, T. (2006). On the permutation test in canonical correlation analysis. Comput. Stat. Data. An. 50, 2111–2123

یادداشت‌ها

1. Efficient Portfolio
2. Edirisinghe, et al
3. Alexey kklav
4. Astynsla
5. Yuryso
6. Zabarankyn
7. Egryczak and Speranza
8. Young

- Relative Financial Strength Indicators: Case Of Us Industries, Journal of the Operational Research Society, 59, PP. 31-51.
- * Elton . E.J. & Graber . M.J.(1995). Modern Portfolio Theory and investment analysis . New York: Wiley.
- * Farrell. L . James(1983) . Guide to Portfolio management (2 rd ed) . New York: Mc Graw – Hill Inc.
- * Golmakani Hamid Reza, Fazel Mehrshad (2011). Constrained portfolio selection using Particle Swarm Optimization (PSO). Expert Systems with Applications (38), 8327 -8335
- * Gondzio,Jacek.&Grothey,Andreas.(2004).S olving Nonlinear portfolio optimization problems with the primal-Dual Interior point method
- * Houyen.A.Robert(1990).Modern Investment Theory .(2 rd ed) . New Jersey : Printice – Hall Inc.
- * Hube . K (1998) , " Investors Must Recall risk , Investing's Four Letter Word " , Wall Street Journal Interactive Edition, January 23.
- * Kenyon.M.C, savage . S & Ball .B(1999) Equivalence of Linear deviation about the mean absolute deviation about mean objective functions. Operations Research Letters, 24.181-185.
- * Konno . H.& Wijayanayake , A (2001).Portfolio optimization problem under concave transaction costs and minimal transaction unit constraints. Math. Program. 89.233-250.
- * Konno .H.& H. Yamazaki.(1991) Mean – absolute deviation portfolio optimization model and its application to Tokyo Stock . Market. Management Science, 37.519-531.
- * Liu, J.; Drane, W.; Liu, X., & Wu, T. (2009). Examination of the relationships between environmental exposures to volatile organic compounds and biochemical liver tests: application of canonical correlation analysis. Env. Res, 109, 193–199.
- * Malacarne, R. L. (2014). Canonical Correlation Analysis, The Mathematica Journal, (16) 1, 1-22.
- * Markawits .H.(1987).Mean – Variance analysis in portfolio choice and capital Markets. New York: Basil Black Well.
- * Markowits .H, Todd.P, Xu.G.& Yamane .Y.(1993) .Computation of mean-Semivariance efficient sets by the critical Lion algorithm. Annals of operations Research , 45.307-317.

