فصلنامه علمی پژوهشی
دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت
دوره ۱۲/ شماره ٤ (پیاپی ٤٨)/ زمستان ۱٤۰۲
صفحه ۶۳ تا ۷۲

کاربرد تحلیل تکنیکال و فیلتر مارکوف در مدیریت سبد سهام بهینه آتی با تاکید بر میزان ریسک سرمایه گذار رویکرد هوش مصنوعی فرا ابتکاری

سامیران خواجه زاده
دانشجوی دکتری مهندسی مالی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران.

امیر دانشور
استادیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزداسلامی، تهران، ایران.

شادی شاهوردیانی
استادیار گروه مدیریت بازرگانی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران.

مهدی معدنچی‌زاج
استادیار گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۲

چکیده

در تصمیم‌گیری به‌منظور سرمایه‌گذاری، دو عامل از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و مبنای سرمایه‌گذاری می‌باشد. این دو عامل ریسک و بازده هستند و در این رابطه، بررسی و مطالعه سرمایه‌گذاران در جهت انتخاب بهترین سبد سرمایه‌گذاری با توجه به میزان ریسک و بازده آن انجام می‌شود. هدف این تحقیق ایجاد سبد بهینه سهام با استفاده از داده‌های پیش‌بینی‌شده می‌باشد. نمونه آماری تحقیق شامل داده‌های مالی شرکت‌های بورس ایران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از الگوریتم رگرسیون لبه اقدام به پیش‌بینی بازده سهام شده است و درنهایت با استفاده از روش مارکوف و الگوریتم خوشه‌بندی طیفی و روش تحلیل تکنیکال فیلتر لازم جهت انتخاب داده‌های اولیه مناسب انجام شد و روش فراابتکاری فرهنگی، سبد بهینه سهام را برای گروه سرمایه‌گذار با تمایلات ریسک‌پذیر و همچنین ریسک گریز ارائه کرد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که فیلتر کردن داده‌ها باعث انتخاب سبد بهینه برتر می‌شود و الگوریتم فراابتکاری فرهنگی با توجه به نسبت شارپ توانایی ایجاد سبد بهینه سهام با استفاده از داده‌های پیش‌بینی‌شده را با روش مارکوییز برای سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر و ریسک گریز دارد.

واژه‌های کلیدی: سبد بهینه سهام، الگوریتم فراابتکاری فرهنگی، الگوریتم خوشه‌بندی طیفی، روش مارکوف، تحلیل تکنیکال.

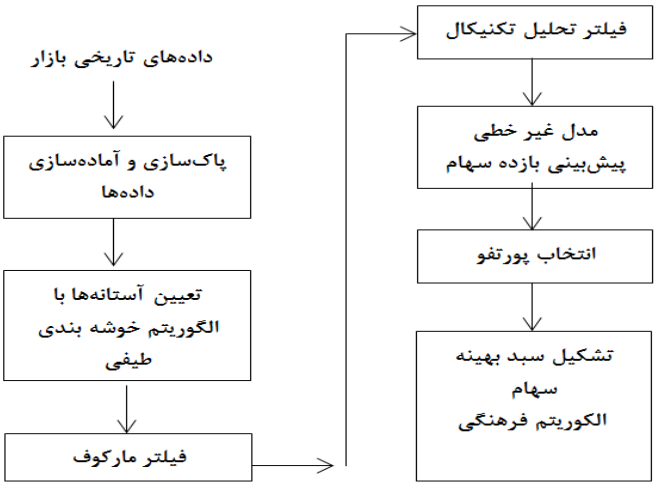
۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر رونق اقتصادی هر کشوری پویایی بازارهای سرمایه آن کشور است (مولایی و طالبی، ۱۳۸۹). همواره وجود یک بازار سرمایه فعال و پررونق به‌عنوان یکی از نشانه‌های توسعه‌یافتگی کشورها در سطح بین‌المللی شناخته می‌شود (امیری و همکاران، ۱۳۸۹). دستیابی به رشد بلندمدت و مداوم اقتصادی نیازمند تجهیز و تخصیص بهینه منابع در سطح اقتصاد ملی است و این مهم بدون کمک بازارهای مالی به‌ویژه بازار سرمایه گسترده و کارآمد به سهولت امکان‌پذیر نیست (راعی و پویان‌فر، ۱۳۸۹). «یکی از مباحث مهمی که در بازارهای سرمایه مطرح است و باید موردتوجه سرمایه‌گذاران اعم از اشخاص حقیقی یا حقوقی قرار گیرد، بحث انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه می‌باشد و در این رابطه، بررسی و مطالعه سرمایه‌گذاران در جهت انتخاب بهترین سبد سرمایه گذاری با توجه به میزان ریسک و بازده آن انجام می‌شود» (ابزری و همکاران، ۱۳۸۵). تخصیص مناسب منابع مالی در بازار سرمایه، ازجمله بازار بورس یکی از مهم‌ترین مسائل روزاست. یک تخصیص مناسب می‌تواند اطمینان خاطر سرمایه‌گذار را به دنبال داشته باشد و کارایی را نیز در بازار افزایش دهد. تشکیل و بهینه‌سازی پرتفوی سهام در بازارهای مالی موجب کاهش ریسک غیر سیستماتیک سرمایه‌گذاری است و عملکرد سرمایه‌گذاری را به‌شدت افزایش می‌بخشد در این تحقیق تلاش بر این است با معرفی روش‌های نوین و در صورت دستیابی به عملکرد بهتر، مشوق فعالان بازار سرمایه باشیم. یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر رونق اقتصادی هر کشوری، پویایی بازارهای سرمایه آن کشور است (مولایی و طالبی، ۱۳۸۵). حال این سؤال مطرح است که آیا فیلتر کردن دیتا جهت تشکیل سبد بهینه سهام مناسب است؟ آیا می‌توانیم با مدل مارکوییز و پیش‌بینی بازده سهام، پرتفوی آینده را با مطلوبیت مناسب تشکیل دهیم یا خیر؟ نتایج این تحقیق می‌تواند برای شرکت‌های سرمایه‌گذاری، مدیران ارشد، تحلیل گران مالی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری و پژوهشگران در حوزه مالی و به‌طورکلی سرمایه‌گذاران کاربرد مؤثری داشته باشد. آن‌ها می‌توانند از مدل پیشنهادی در جهت انتخاب سبد سرمایه‌گذاری مطلوب و اندازه‌گیری ریسک آن، در کارایی هر چه‌بهتر تصمیمات سرمایه‌گذاری و به‌تبع آن توسعه بازار سرمایه ایران نقش مهمی ایفا نمایند.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یکی از ویژگی‌های بازارهای مالی، غیرقابل‌پیش‌بینی بودن ریسک دارایی‌های مالی است (رستمی و حقیقی، ۱۳۹۲)؛ بنابراین، داشتن یک نگرش سیستماتیک به بازار سرمایه، کنش‌ها و واکنش‌های آن در دستیابی به شناختی درست از آن ضروری است. تئوری پرتفوی مارکوویتز، اساس و شالوده مباحث مالی استاندارد را بنا نهاد. فرض اساسی این تئوری، کارآئی بازار است. مالی کلاسیک‌ها، مفروضات خود را در بستر ایده‌آل بنا می‌کنند و چنین فرض می‌کنند که افراد، عقلایی رفتار می‌کنند و در فرآیند تصمیم‌گیری، همه اطلاعات را در نظر می‌گیرند. عقلانیت در این مکتب، از این راه ظهور پیدا می‌کند که افراد، در بازار بر اساس تئوری مطلوبیت مورد انتظار، تصمیم‌گیری می‌کنند و بر اساس تئوری مطلوبیت مورد انتظار، انسان زیان گریز است. سایمون با مطرح ساختن عقلانیت محدود و تصمیمات رضایت‌بخش مدیران (هچ، ۱۳۸۷)، در تصمیم و بیشینه‌سازی مطلوبیت نهایی، تشکیک کرد. اولین مطالعات تجربی در زمینه رفتار سرمایه‌گذاران حقیقی در بازار سرمایه به دهه هفتاد برمی‌گردد. ازجمله محققانی که نتایج پژوهش او پایه‌های سرمایه‌گذاری عقلایی را لرزاند، کاهنمن بود (اسلامی‌بیدگلی و کردلوئی، ۱۳۸۹). با توجه به گسترش و پیچیدگی روزافزون بازارهای مالی، روش‌های پیش‌بینی یکی از عوامل مهم در سود و زیان سرمایه‌گذاران می‌باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۸). یک رویکرد اطلاعاتی برای بهینه‌سازی سبد سهام شامل مجموعه داده مالی همیشه یک کار بسیار جذاب بوده است، زیرا باید عوامل مختلفی در نظر گرفته شود. ازاین‌رو، بسیاری از روش‌های مبتنی بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی در دهه‌های گذشته برای حل مسئله بهینه‌سازی پرتفوی توسعه‌یافته‌اند (چن هو[1] و همکاران، ۲۰۲۰). مفاهیم بهینه‌سازی سبد سهام و تنوع‌بخشی به‌مثابه ابزاری در راستای توسعه و فهم بازارهای مالی و تصمیم‌گیری می‌باشند. از زمانی که مارکویتز مدل خود را منتشر کرد، این مدل تغییرات و بهبودهای فراوانی را در شیوه نگرش مردم به سرمایه‌گذاری و سبد سهام ایجاد کرد و به‌عنوان ابزاری کارا برای بهینه‌سازی سبد سهام به کار گرفته شد (بحری‌ثالث و همکاران، ۱۳۹۷). بهینه‌سازی پرتفوی، یک هدف اصلی در مدیریت ریسک قلمداد می‌شود. همچنین بازده‌های مورد انتظار و ریسک، مهم‌ترین متغیرها در مسئله بهینه‌سازی پرتفوی می‌باشند. عموماً سرمایه‌گذاران ترجیح می‌دهند که بازده را بیشینه و ریسک را کمینه نمایند. بااین‌وجود، بازده‌های بالا معمولاً ریسک بالایی هم دارند (دنگ[2] و همکاران، ۲۰۱۲). پورتفولیوی سهام نوعی سرمایه‌گذاری است که از چندین سهام تشکیل‌شده است. هدف از یک پورتفولیوی سهام به حداقل رساندن ریسک سرمایه‌گذاری و به حداکثر رساندن بازده سرمایه‌گذاری است. برای ساخت پورتفولیوی بهینه سهام، فرد به یک استراتژی انتخاب سهام نیاز دارد و باید درصد سرمایه‌گذاری

را در هر سهام انتخاب کند (وسیانی[3] و همکاران، ۲۰۲۰). در نظریه نوین پرتفوی سرمایه‌گذاری، تمرکز اصلی حداکثر سازی بازده مورد انتظار پرتفوی برای سطح معینی از ریسک پرتفوی است و یا هم‌زمانی حداقل سازی ریسک پرتفوی برای سطح معینی از بازده مورد انتظار و از طریق انتخاب دقیق میزان سرمایه‌گذاری اوراق مختلف. مارکویتز بازده را به‌صورت میانگین و ریسک را به‌صورت واریانسی از پرتفوی اوراق بهادار کمی کرد؛ بنابراین اهداف دوگانه سرمایه‌گذاران یعنی حداکثر سازی سود و حداقل سازی ریسک کمی شد. گرچه این تئوری به‌وسیله محققان متعدد پذیرفته شد ولی در چند سال اخیر موردانتقاد شدید قرار گرفت. اگرچه همه محققان سعی کردند کارایی در مدل‌های پرتفولیو بیاورند ولی بسط یک پرتفوی مؤثر خصوصاً در محیط پویای نامطمئن خیلی سخت است. به‌عنوان یک نتیجه، نرخ رشد فزاینده در به‌کارگیری هوش مصنوعی و تکنیک‌های نرم‌افزاری در انتخاب سهام و تشکیل پرتفوی موردتوجه قرار گرفت .برخی از محققان از شبکه‌های عصبی مصنوعی و برخی دیگر از تئوری فازی برای انتخاب سهام و تشکیل پرتفوی بهره بردند. در این پژوهش با رویکرد پیش‌بینی و استفاده از الگوریتم رگرسیون لبه کرنلی و خوشه‌بندی طیفی و روش فیلتر مارکوف و تحلیل تکنیکال و درنهایت الگوریتم فراابتکاری فرهنگی اقدام به تشکیل پرتفوی سهام آتی شده است. نمودار زیر روند انجام پژوهش را نشان می دهد.



روند تشکیل پرتفوی سهام با الگوریتم فراابتکاری و فیلتر مارکوف و تکنیکال

پیشینه پژوهش

راموز و دیگران (۱۳۹۹) انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی توافقی در بورس اوراق بهادار تهران را انجام دادند؛ که نتایج حاکی از مناسب بودن روش در تشکیل سبد بهینه سهام داشته است. وکیلی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود از تحلیل تکنیکال جهت سبد بهینه سهام استفاده کردند که نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که بازده به‌دست‌آمده با استفاده از این سیستم با احتساب هزینه معاملاتی به میزان قابل‌توجهی بیشتر از استراتژی خرید و نگهداری تمام دارایی‌ها، پرتفوهای پیشنهادی حاصل از حل مدل مارکویتز و حتی سود حساب سرمایه‌گذاری در سیستم بانکی می‌باشد. وسیانی و همکاران (۲۰۲۰) بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از شاخص اولویت و الگوریتم ژنتیک انجام دادند. نتایج نشان داد که افزایش ارزش پارامترهای مقیاس همیشه باعث افزایش میانگین بازده نمی‌شود. علاوه بر این، انتخاب سهام با یک پارامتر ایجاد ثروت بازده متوسط بالاتری نسبت به پارامتر ایجاد ثروت دارد. انتخاب سهام با استفاده از داده‌های روزانه بازده متوسط بالاتری نسبت به داده‌های سالانه دارد. نتایج همچنین نشان داد که این روش دارای یک دوره بهینه حداکثر تا پنج ماه برای تصمیم‌گیری در زمینه سرمایه‌گذاری است. کومار و میشرا[4] (۲۰۱۷) الگوریتم کلونی مصنوعی زنبورهای جدید به نام کلونی مصنوعی زنبورهای چندهدفه‌ی مبتنی بر کوواریانس (M-CABC) را برای حل مسئله‌ی بهینه‌سازی چندهدفه با محدودیت تعداد سهام در سبد معرفی کرده‌اند. آلمدیا و همکاران (۲۰۱۸) با ترکیب الگوریتم ژنتیک و ماشین بردار پشتیبان و رویکرد پیش‌بینی اقدام به تشکیل سبد بهینه سهام کرده است که نتایج حاکی از مطلوبیت تشکیل سبد بهینه سهام با ترکیب دو الگوریتم می‌باشد. چانگ و لی (۲۰۱۶) در مقاله خود نشان دادند که ترکیب فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف به‌عنوان یک فیلتر به همراه الگوریتم ژنتیک توانایی تشکیل سبد بهینه سهام را به شکل مطلوب دارد.

رادیروم (۲۰۱۴) با بکار گیری الگوریتم‌های فراابتکاری و اندیکاتورهای تکنیکال، سیستم‌های معاملاتی سود ده و قابل قبولی را ساخته‌اند. همچنین بیان‌شده که سیستم‌های معاملاتی که دارای اندیکاتور حجم می‌باشند نتایج بهتری را به دنبال داشته‌اند. جانگ فنگ دینگ[۵] و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله خود با عنوان "انتخاب پرتفوی سهام بر اساس مدل مارکوویتز" به این نتیجه رسیدند که الگوریتم حرکات ذرات نسبت به الگوریتم ژنتیک از توانایی و عملکرد بهتری در انتخاب پرتفوی سهام دارد. به‌طورکلی، شرایط و موقعیت‌های اقتصادی مدام در حال تغییر است. ازاین‌رو، تغییر ترکیبِ پرتفوی به‌موازات این تغییرات می‌تواند موجب افزایش مطلوبیت مورد انتظار سرمایه‌گذار شود. از طرف دیگر، رفتار غیرمنطقی بازار سبب پیدایش موقعیت‌های مناسبی جهت سودآوری می‌شود. ازآنجاکه تحلیل پیش‌بینی بازار می‌تواند چنین موقعیت‌های را شناسایی کند، استراتژی پیشنهادی این تحقیق، افق سرمایه‌گذاری را به زیر دوره‌های کوتاه‌تری تقسیم کرده و پرتفوی را در ابتدای هر زیر دوره با در نظر گرفتن پیش‌بینی بازار به‌روزرسانی می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

جامعه و نمونه آماری پژوهش

این مطالعه از داده‌های مربوط به سهام ماهانه۲۵۳ شرکت‌های تولیدی فعال در بورس اوراق بهادار تهران استفاده‌شده است و شرکت‌های لیزینگ، سرمایه‌گذاری، بانک‌ها در زمره جامعه آماری این پژوهش نمی‌باشد. این شرکت‌ها با توجه به میزان فعالیتشان در دوره موردنظر از گروه‌های مختلف صنعت، انتخاب‌شده‌اند. در ادامه با توجه به فیلترهای تعریف‌شده نمونه موردنظر انتخاب‌شده است. برای پیاده‌سازی و اجرای مدل، یک دوره ۹۶ ماهه از تاریخ ۱ فروردین سال ۱۳۹۰ تا ۲۹ اسفند سال ۱۳۹۷ در نظر گرفته‌شده است. بازار در این مدت هم‌دوره‌های صعودی و هم‌دوره‌های نزولی را طی می‌کند. ازاین‌رو، این دوره برای آزمایشِ مدل مناسب است. علاوه بر این، بازار در این دوره شرایط سیاسی و اجتماعی مختلفی ازجمله انتخابات ریاست جمهوری، انتخابات مجلس و تحریم کامل نفت ایران را تجربه می‌کند که تأثیرهای روانی قابل‌توجهی بر قیمت‌ها دارد؛ بنابراین، انتخاب این دوره از این دیدگاه نیز می‌تواند جذاب باشد، چراکه نشان‌دهنده واکنش مدل به شرایط گوناگون (هم مساعد و هم نامساعد) روانی در بازار است.

متغیر و مدل تحقیق

متغیر این پژوهش بازده سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. بازده سهام عبارت است از نسبت میان کل عایدی (یا زیان) حاصل از سرمایه‌گذاری و میزان سرمایه‌ای که به‌منظور کسب عایدی در یک دوره معین مصرف گردیده است.

مدل پژوهش جهت تشکیل سبد بهینه سهام

مدل مارکویتز با محدودیت کاردینال

مدل میانگین-واریانس سرآغاز تئوری نوین پرتفوی به‌حساب می‌آید و درواقع بسیاری از تئوری‌های مهم اقتصاد مالی بر اساس همین مدل پایه‌ریزی شده است. این مدل، پرتفوی را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کند که ریسکِ آن برای سطح مطلوبی از بازده، کمینه شود یا به‌طور مشابه برای میزان قابل قبولی از ریسک، بازده پرتفوی را بیشینه می‌کند. برای تشکیل پرتفوی (سبد بهینه سهام)، از مدل مارکویتز با محدودیت کاردینال (MVCCPO)[۶] مدل برنامه‌ریزی غیرخطی آن به‌صورت زیر است:

$$min \quad \lambda \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_i w_j \sigma_{ij} - (1-\lambda)\sum_{i=1}^{N} w_i \mu_i$$

$$Subject\ to \sum_{i=1}^{N} z_i = K$$

$$\sum_{i=1}^{N} w_i = 1$$

$$\varepsilon_i z_i \le w_i \le \partial_i z_i \,, i = 1, \dots,$$
$$z_i \in \{0,1\} \qquad i = 1, \cdots, N$$
$$0 \le \lambda \le 1$$

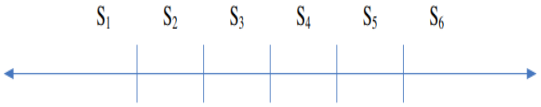
که در آن N تعداد دارایی‌های موردنظر برای سرمایه‌گذاری، w_i متغیر تصمیم در مورد سرمایه‌گذاری است که نشان‌دهنده درصد سرمایه‌گذاری برای دارایی iام است.

یافته‌های پژوهش

فیلتر مارکوف

بعد از محاسبه بازده سهام در هر دوره، عملیات پاک‌سازی انجام می‌شود. این عملیات عبارت است از حذف شرکت‌هایی که بیشتر از ۴ ماه در یک سال دارای بازده سهام برابر صفر باشند. با اعمال این فیلتر، تعداد ۱۷۷ شرکت حذف شدند و درمجموع تعداد ۷۶ شرکت به‌عنوان جامعه آماری انتخاب گردید. به‌منظور استفاده از فیلتر فرآیند تصمیم مارکوف[۷] برای تعیین شرکت‌های شاخص‌تر،

ابتدا باید آستانه‌های بازده سهام تعیین شود. مشابه فیلتر فرآیند تصمیم مارکوف تعداد ۵ آستانه برای تقسیم‌بندی به شش متغیر حالت S_1 تا S_6 استفاده‌شده است. در شکل ۱ محور افقی بازده سهام است. در این تحقیق به‌منظور تعیین مقدار آستانه‌ها از روش الگوریتم‌های خوشه‌بندی طیفی[8] استفاده‌شده است.



شکل ۱. نمایش متغیرهای حالت S در فرآیند تصمیم مارکوف

پس از به دست آوردن آستانه، از آن‌ها در فیلتر فرآیند تصمیم مارکوف استفاده می‌شود. ابتدا برای هر یک از ۷۶ شرکت ماتریس زمانی مهاجرت[9] نرخ بازده سهام محاسبه می‌شود. به‌عنوان نمونه در جدول زیر با توجه به آستانه‌های تعیین‌شده، ماتریس زمانی مهاجرت نرخ بازده سهام شرکت "افست" محاسبه می‌شود. مثلاً، مهاجرت این شرکت در دو ماه متوالی از حالت S2 به S4 تنها یک‌بار اتفاق افتاده است، این شرکت در ۵ مرتبه درگذر به ماه بعد در S2 باقیمانده است و مهاجرت از S5 به S6 تنها یک‌مرتبه اتفاق افتاده است.

جدول ۱. نمونه‌ای از ماتریس زمانی مهاجرت نرخ بازده سهام برای یک شرکت

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	3	6	0	2	7	1
S2	3	5	0	1	7	0
S3	0	0	0	0	0	0
S4	2	1	0	0	4	0
S5	10	3	0	4	9	1
S6	1	0	0	0	1	0

در مرحله بعدی برای شرکت "افست" ماتریس احتمال مهاجرت مشابه جدول ۲ انجام‌شده است. به‌عنوان نمونه، احتمال مهاجرت از S4 به S1 با استفاده از رابطه $\frac{2}{2+1+4} = 0.2857 \approx$ 0.286 است.

جدول ۲. ماتریس احتمال مهاجرت نرخ بازده سهام

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	0.158	0.316	0.000	0.105	0.368	0.053
S2	0.188	0.313	0.000	0.063	0.438	0.000
S3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S4	0.286	0.143	0.000	0.000	0.571	0.000
S5	0.370	0.111	0.000	0.148	0.333	0.037
S6	0.500	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000

حال برای ماه جدید ابتدا حالتی که شرکت در آن قرارگرفته است، محاسبه می‌شود. اگر احتمال صعود این شرکت بیشتر از احتمال نزول باشد. این شرکت انتخاب می‌گردد زیرا در این مثال شرکت افست در حالت S5 قرار می‌گیرد و احتمال نزول برابر ۰.۳۷۰۴ و احتمال صعود برابر ۰.۶۲۹۶ است. پس از اجرای این فیلتر در این ماه تعداد ۷۲ ام شرکت انتخاب‌شده است. این شرکت‌ها برای ادامه کار از فیلتر تحلیل تکنیکال نیز عبور می‌کنند.

تحلیل تکنیکال

تحلیل تکنیکال[10] یکی از ابزارهای پذیرفته‌شده در بازارهای مالی است که به‌طور گسترده مورداستفاده تحلیلگران اقتصادی و شرکت‌های سرمایه‌گذاری قرار می‌گیرد (چاوارناکول و انکه[11]، ۲۰۰۸). درواقع، این نوع تحلیل‌ها مجموعه گسترده‌ای از تکنیک‌ها و ابزارها را برای کسب سود با استفاده از نوسان‌های بازار، فراهم می‌کند (اصفهانی‌پور و موسوی[12]، ۲۰۱۱). تحلیل تکنیکال بر پایه روانشناسی جمعی بازار استوار است (جاسمی[13] و همکاران، ۲۰۱۱). در فیلتر تکنیکال از شاخص‌های RSI، ROC، PDMA، PDEMA، PDLMA و MACD استفاده‌شده است.

میانگین متحرک (MA[1])

میانگین متحرک شاخصی است که مقدار متوسط قیمت یک اوراق بهادار را در طور دوره ایاز مان نشان می دهد (نهرانی و اسماعیلی، ۱۳۹۱). طریقه محاسبه این شاخص به صورت زیر است:

رابطه (۶)

$$MA_t(n) = n^{-1}(\sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i})$$

که در آن n: دوره میانگین متحرک برای دوره tام؛ P_{t-i}: قیمت های بسته شدن در هر روز معاملاتی می باشد. زمانی که نمودار قیمت میانگین متحرک را از سمت پایین قطع کند، اقدام به خرید سهم و زمانی که نمودار قیمت میانگین متحرک را از سمت بالا قطع کند، اقدام به فروش سهم می کنیم.

شاخص قدرت نسبی (RSI[2])

شاخص قدرت نسبی، نوسان نمای نرخ تغییر است. این شاخص، سرعت تغییر قیمت ها را اندازه می گیرد (تهرانی و اسماعیلی، ۱۳۹۱). و به صورت زیر محاسبه می شود:

[1] Moving Average

[2] Relative Strength Index

(رابطه ۷)

$$RSI = 100 - 100 / (1 + RS)$$

رابطه (۸)

$$RS = \frac{\text{میانگین تغییر مثبت قیمت های پایانی یک دوره } N \text{ دوره}}{\text{میانگین تغییر منفی قیمت های پایانی یک دوره } N \text{ دوره}}$$

تعداد دوره های مورد نظر = N

میانگین متحرک همگرایی – واگرایی (MACD[1])

یکی از متداولترین و مهمترین ابزارهای تکنیکال است که توسط جرالد اپل ارائه گردیده است. MACD، میانگین های متحرک را برای تعیین ویژگی های روند جاری به کار می برد. این نشانگرهای پیرو، با کم کردن میانگین متحرک طولانی تر از میانگین متحرک کوتاه تر، به یک اسیلاتور جنبش تبدیل می شوند. به طور کلی MACD، از سه قسمت اصلی زیر تشکیل شده است:

۱- MACD: یک میانگین متحرک نمایی (EMA[2]) با دوره ۱۲ که از دوره ۲۶ همان میانگین کسر شده و میانگین سریع تر را تشکیل می دهد؛۲- خط هشدار MACD: یک میانگین متحرک نمایی (EMA) با دوره ۹ که میانگین کندتر را تشکیل می دهد؛۳- هیستوگرام MACD: میله هایی که از اختلاف MACD و خط هشدار آن به دست آمده است (محمدی، ۱۳۹۴).زمانی که هیستوگرام خط صفر را از پایین به بالا قطع کند، سیگنال خرید و زمانی که هیستوگرام خط صفر را بالا به پایین قطع کند، سیگنال فروش صادر می شود.

پس از محاسبه شاخص‌های RSI، ROC، PDMA، PDEMA، PDLMA و MACD درصورتی‌که شرکتی در بیش از سه قانون RSI>30، ROC>0، PDMA>0، PDEMA>0، PDLMA>0 و MACD>0 صدق کند به‌عنوان یک دارایی در پرتفلو باقی خواهد ماند و مابقی شرکت‌ها فیلتر خواهند شد.

پس از محاسبه شاخص‌های RSI، ROC، PDMA، PDEMA، PDLMA و MACD درصورتی‌که شرکتی در بیش از سه قانون RSI>30، ROC>0، PDMA>0، PDEMA>0، PDLMA>0 و MACD>0 صدق کند به‌عنوان یک دارایی در پرتفلو باقی خواهد ماند و مابقی شرکت‌ها فیلتر خواهند شد.

پژوهش پیش رو از تحلیل تکنیکال برای بررسی وضعیت روانی معامله گران پیرامون هر یک از دارایی‌های مالی استفاده می‌کند. در هرماه ابتدا با استفاده از فیلتر تحلیل تکنیکال یکسری شرکت‌ها حذف می‌شوند. به این صورت که ابتدا برای هرکدام از ۷۲ شرکت شاخص‌های RSI، ROC، PDMA، PDEMA، PDLMA و MACD محاسبه می‌شود و شرکت‌هایی که از فیلتر بیشتر از سه شاخص عبور کنند ،انتخاب می‌شوند. سپس از بین شرکت‌های انتخاب‌شده توسط مدل پیش‌بینی الگوریتم پیش‌بینی کننده رگرسیون لبه پرتفلو انتخاب می‌شود. شکل زیر روند تحلیل تکنیکال را نشان می دهد.

الگوریتم پیش‌بینی کننده رگرسیون لبه

مسئله رگرسیون لبه در حالت خطی به‌صورت زیر می‌باشد.

$$\min_{w} \lambda\|w\|^2 + \sum_{i=1}^{L}\left(y_i - g(x_i)\right)^2 \Leftrightarrow \min_{w} \lambda\|w\|^2 + \sum_{i=1}^{L} {\xi_i}^2$$

$$s.t.\, g(x) = w^T x s.t. \xi_i = y_i - \langle w, x_i \rangle$$

و در حالت غیرخطی این مسئله به فرم زیر درمی‌آید:

$$\min_{f \in H} \sum_{i=1}^{N} (y_i - \langle f, \varphi(x_i) \rangle_H)^2 + \lambda \|f\|_H^2$$

که در آن H نشان‌دهنده فضای هیلبرت و f ضرایب به‌دست‌آمده در فضای هیلبرت و φ تابع نگاشت از فضای ورودی به فضای ویژگی هیلبرت است. اگر ضرایب را به شکل دوگان $f = \sum_{i=1}^{N} c_j \varphi(x_j)$ نوشته شود و از حقه کرنل $K(x_i, x_j) = \varphi(x_i)^T \varphi(x_j)$ استفاده نماییم، آنگاه تابع خروجی مسئله به شکل زیر محاسبه می‌گردد.

$$f(x) = \langle w, x \rangle = \langle f, \varphi(X) \rangle_H = y^T (K + \lambda I_N)^{-1} k(x)$$

که در آن k کرنل گوسی است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

الگوریتم فراابتکاری فرهنگی

این الگوریتم از تکامل فرهنگ انسان‌ها و تأثیرپذیری افراد یک جامعه از آن و اثر آن در ایجاد نسل‌های آینده الهام گرفته‌شده است. الگوریتم فرهنگی دارای پنج جزء اصلی است که عبارتند از ۱- فضای جمعیت، ۲- فضای باور، ۳- تابع پذیرش، ۴- تابع تنظیم و ۵- تابع تأثیر

فضای باور در الگوریتم فرهنگی به‌عنوان چندتایی به شکل زیر نمایش داده می‌شود.

$$B(t) = \left(S(t), N(t)\right)$$

[1] Moving Average Convergence –Divergence
[2] Exponentially Weighted Moving Average

وقتی S(t) که نشان‌دهنده مؤلفه دانش وضعیتی است و وقتی N(t) که نشان‌دهنده مؤلفه دانش موقعیتی است. مؤلفه موقعیت مجموعه‌ای از بهترین راه‌حل‌ها است:

$$S(t) = \{\hat{y}_i(t): 1, \dots, n_s\}$$

و عنصر معیاری به فرم زیر نمایش داده می‌شوند:

$$N(t) = \{X_1(t), X_2(t), \dots, X_{n_x}(t)\}$$

وقتی، برای هر بعد، اطلاعات زیر ذخیره می‌شود:

$$X_j(t) = \{I_j(t), L_j(t), \dots, U_j(t)\}$$

$I_j(t)$ یک بازه بسته به فرم $I_j(t) = [x_{min,j}(t), x_{max,j}(t)$ باشد. $L_j(t)$ و $U_j(t)$ به ترتیب امتیاز کران بالا و کران پایین باشند.

نتایج تحلیل مدل‌ها

پس از پیشنهاد سبد سهام توسط الگوریتم KRR، وزن سرمایه‌گذاری در هر یک از دارایی‌های پرتفوی بسته به خصوصیات و سلیقه سرمایه‌گذار است. به همین منظور سه نوع سرمایه‌گذار در این تحقیق موردمطالعه قرار داده‌شده است.

الف) سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر: در این حالت مقدار α برابر ۰.۲ در نظر گرفته‌شده است و سرمایه‌گذار ۸۰٪ به بازده و ۲۰٪ به کاهش ریسک توجه می‌کند.

ب) سرمایه‌گذار متعادل: مقدار α برابر ۰.۵ است و سرمایه‌گذار به ریسک و بازده توجه یکسانی دارد.

ج) سرمایه‌گذاری غیر ریسک‌پذیر: مقدار α در این حالت برابر ۰.۸ است و سرمایه‌گذار ۲۰٪ به بازده و ۸۰٪ به کاهش ریسک توجه می‌کند.

لازم به ذکر است که در این مقاله، دارایی‌های انتخاب‌شده در پرتفوی توسط الگوریتم KRR انتخاب‌شده است و در این مرحله با استفاده از ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی فرهنگی و مدل میانگین-واریانس مارکوئیز وزن‌های دارایی‌ها در هر پرتفوی تعیین می‌گردد؛ بنابراین، وزن‌های سرمایه‌گذاری، فقط، به سلیقه سرمایه‌گذار تعیین می‌شود و نه دارایی‌های انتخاب‌شده. این مکانیزم، به‌نوعی احساسات در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذار را کاهش می‌دهد. سبد پرتفوی با استفاده استراتژی پیشنهادی برای ۳۶ ماه، بین بازه زمانی فروردین‌ماه سال ۱۳۹۵ تا اسفندماه ۱۳۹۷ به‌صورت ماهیانه به‌دست‌آمده است. در هرماه پیشنهاد یک سبد سهام محاسبه و پیشنهادشده است که در اینجا با توجه زیاد بودن تعداد نتایج چند نمونه بررسی می‌گردد. در جدول زیر پرتفوی آبان ۹۷ نشان داده‌شده است. در هرکدام از قسمت های جدول پیشنهاد دارایی‌های پرتفوی توسط الگوریتم KRR و انتخاب وزن‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از مدل میانگین-واریانس مارکوئیز و الگوریتم بهینه‌سازی فرهنگی محاسبه‌شده است.

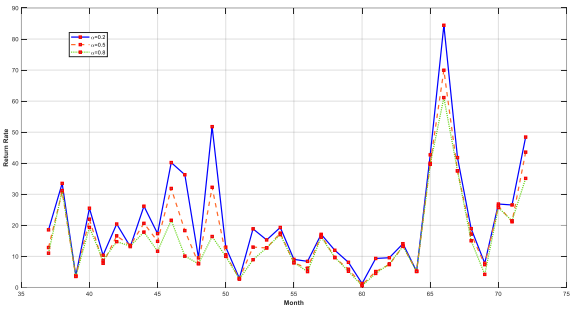
جدول ۳. پورتفوی انتخاب شده سرمایه گذاران

پرتفوی در آلفای مختلف		ریسک	بازده
α = ۰.۲	مجموع	۰.۰۰۶۱۰	۰.۲۵۵۲
α = ۰.۵	مجموع	۰.۰۰۵۴۶	۰.۲۱۹۸
α = ۰.۸	مجموع	۰.۰۰۵۱۶	۰.۱۹۳۳
پورتفوی انتخاب شده برای تیرماه ۱۳۹۵ با توجه به دیدگاه ریسک سرمایه گذاران			
α = ۰.۲	مجموع	۰.۰۰۳۱۹	۰.۱۸۸۶
α = ۰.۵	مجموع	۰.۰۰۲۱۵	۰.۱۳۰۰
α = ۰.۸	مجموع	۰.۰۰۱۳۶	۰.۰۸۹۲
پورتفوی انتخاب شده برای تیرماه ۱۳۹۶ با توجه به دیدگاه ریسک سرمایه گذاران			
α = ۰.۲	مجموع	۰.۰۰۴۹۴	۰.۱۸۹۳
α = ۰.۵	مجموع	۰.۰۰۴۴۱	۰.۱۷۲۰
α = ۰.۸	مجموع	۰.۰۰۴۰۰	۰.۱۵۰۳
پورتفوی انتخاب شده برای آبان ماه ۱۳۹۷ با توجه به دیدگاه ریسک سرمایه گذاران			

تحلیل زمانی پورتفوها

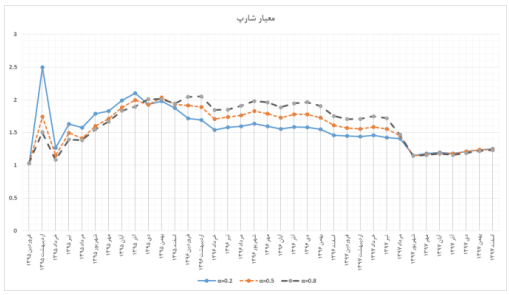
به‌منظور عملکرد پورتفوی در سه سال ۹۵، ۹۶ و ۹۷ از شاخص‌های نرخ بازده و نرخ شارپ استفاده‌شده است. در شکل ۲ نرخ بازده برای ۳۶ پورتفوی به‌دست‌آمده نشان داده‌شده است. محور افقی از عدد ۳۶ شروع و به عدد ۷۲ ختم می‌شود که به ترتیب هر رقم به یک ماه اشاره می‌کند. عدد ۳۶ یعنی

فروردین‌ماه ۱۳۹۵، ۳۷ یعنی اردیبهشت ۱۳۹۵، ... و ۷۲ یعنی اسفندماه ۱۳۹۷. به‌منظور مشاهده بهتر بازده محور عمودی در عدد ۱۰۰ ضرب شده است. سه نمودار به ازای خصوصیت‌های مختلف سرمای گذار نشان داده‌شده است که توسط α نشان داده‌شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش α مقدار بازده بازگشتی کاهش می‌یابد.



شکل ۲. نرخ بازده بازگشتی پورتفو بین فروردین ۱۳۹۵ تا اسفند ۱۳۹۷

در شکل ۳ نرخ شارپ به ازای خصوصیت‌های سرمایه‌گذار نشان داده‌شده است. هر چه مقدار نرخ شارپ بیشتر باشد سبد پرتفوی به‌دست‌آمده بهتر بوده است.



شکل ۳. نرخ شارپ پرتفوی بین فروردین ۱۳۹۵ تا اسفند سال ۱۳۹۷

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین موضوعات در حوزه سرمایه‌گذاری انتخاب پرتفوی سهام می‌باشد. سرمایه‌گذار در این حالت با گزینه‌های متعدد و گوناگونی مواجه می‌شود. تصمیم‌گیری در این خصوص که کدام سهم در مقایسه با سهام دیگر وضعیت بهتری دارد و شایستگی انتخاب شدن و قرار گرفتن در پرتفوی سرمایه‌گذاری را دارد و نحوه تخصیص سرمایه بین این اوراق مباحث پیچیده‌ای می‌باشد. در امر سرمایه‌گذاری سهام، انتخاب سبد بهینه سهام ازجمله مهم‌ترین موارد قابل‌توجه است. در این رابطه ایجاد مدل‌هایی که بتواند به انتخاب بهترین سبد سهام منجر شود از اهمیت حائز توجه‌ای برخوردار است. مدل‌های مزبور می‌بایست در ایجاد سبد بهینه سهام توانایی لحاظ کردن شخصیت ریسک‌پذیری اشخاص را نیز داشته باشند. تلاش در جهت بهبود روش‌های تجزیه‌وتحلیل سبد سرمایه‌گذاری، به‌ویژه در بازارهایی که تعداد سهام در آن‌ها بسیار بالاست، منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی گردیده که در کنار روش‌های گذشته درصدد یافتن پاسخی برای میل به بیشینه نمودن سود سرمایه‌گذار در بازارهای مالی می‌باشند. در این تحقیق با استفاده از الگوریتم فراابتکاری فرهنگی با در نظر گرفتن بازده پیش‌بینی‌شده توسط الگوریتم رگرسیون لبه اقدام به ارائه پرتفوی سهام ماهانه برای گروه سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر و ریسک گریز شده است. در این پژوهش برای حاصل شدن نتایج بهتر از فیلتر مارکوف و الگوریتم خوشه‌بندی طیفی و تحلیل تکنیکال جهت انتخاب اولیه مناسب شرکت‌ها بهره برده شد که با بررسی‌های به‌عمل‌آمده بخشی از نوآوری‌های پژوهش می‌باشد. در حقیقت با استفاده از روش مارکوف و الگوریتم خوشه‌بندی طیفی و درنهایت روش تحلیل تکنیکال فیلتر لازم جهت انتخاب داده‌های مناسب اولیه انجام شد و روش فراابتکاری فرهنگی با داده‌های پیش‌بینی به‌وسیله الگوریتم رگرسیون لبه، سبد بهینه سهام را برای گروه سرمایه‌گذار با تمایلات ریسک‌پذیر و همچنین ریسک گریز ارائه شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که الگوریتم فراابتکاری فرهنگی با توجه به روش شارپ توانایی ایجاد سبد بهینه سهام با استفاده از داده‌های پیش‌بینی‌شده را با روش مارکوییز برای سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر و ریسک گریز دارد. همچنین با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد همان‌طور که انتظار می‌رفت سبد بهینه سهام برای طیف افراد ریسک‌پذیر و ریسک گریز متفاوت می‌باشد که می‌توان بیان داشت، افراد با توجه به روحیه سرمایه‌گذاری از بعد میزان ریسک‌پذیری می‌توانند اقدام به تشکیل سبد بهینه سهام متفاوت نمایند و انتظار بازده مدنظر را داشته باشند. نتایج تحقیق حاضر با پژوهش‌های رادیروم (۲۰۱۴) ، علیشاهی و اعظمی (۱۳۹۷)، چانگ و لی (۲۰۱۶) مرتبط می‌باشد پژوهش حاضر این قدرت را به سرمایه‌گذاران می‌دهد که با استفاده از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و فیلتر کردن بازده سهام سبد بهینه آتی را با توجه به میزان ریسک مدنظر خود ایجاد نمایند. به‌منظور پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد از سایر معیارهای ریسک موجود در زمینه بهینه‌سازی پرتفوی و همچنین سایر الگوریتم‌های فراابتکاری استفاده گردد .همچنین محققان می‌توانند با واردکردن محدودیت‌های مانند هزینه معاملات و ریسک ورشکستگی و

همچنین حداقل و حداکثر تعداد سهام مجاز در پرتفوی مدل را توسعه دهند.

فهرست منابع

* اژدری، فاطمه؛ رهنمای‌رودپشتی، فریدون؛ حمیدیان، محسن؛ جعفری، سیده‌محبوبه و باغانی، علی (۱۳۹۸). انتخاب پرتفوی سهام جهت سرمایه‌گذاری و شناسایی شرکت‌های برتر با روش محدودیت ال و با استفاده از روش یادگیری ماشین. راهبرد مدیریت مالی.
* بحری‌ثالث، جمال؛ پاک‌مرام، عسگر و ولی‌زاده، مصطفی (۱۳۹۷). انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین واریانس مارکویتز با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مختلف. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)، شماره ۳۷، ص ۴۳ تا ۵۷.
* بهنامیان، جواد و مشرفی، محمد (۱۳۹۶). ارائه الگوریتم ترکیبی برای بهینه‌سازی چند هدفه سبد سهام به‌وسیله برنامه‌ریزی فازی. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، (۳۰)۸، ۵۳-۳۳.*
* راموز، نجمه؛ اکبری‌آقمشهدی، زهرا و عاطفت‌دوست، علیرضا (۱۳۹۹). انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی توافقی در بورس اوراق بهادار تهران. راهبرد مدیریت مالی (۱)۸، ۷۴-۵۴.
* رضایی، سیدمهدی؛ باغجری، محمود و مظاهری‌فر، پوریا (۱۳۹۸). مقایسه شبکه عصبی، سیستم فازی عصبی و مدل AR در پیش‌بینی بازده اوراق بهادار و الگوریتم جستجوی موجودات همزیست با ممتیک آن در بهینه‌سازی پرتفوی. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)، شماره ۴۳، ص ۱۰۹ -۱۱۹.
* معصوم‌علیشاهی، پویا و اعظمی، محسن (۱۳۹۷). بهینه‌سازی سبد سهام بر اساس مدل مارکویتز، همایش بین المللی مدیریت. حسابداری و اقتصاد دانش بنیان، مشهد، موسسه تعاونی دانش بنیان کمرآوش.
* C.-H. Ho and C.-J. Lin (2012). "Large-scale linear support vector regression". J. Mach. Learn. Res., vol. 13, pp. 3323-3348.
* Chun-Hao Chen, Cheng-Yu Lu, Cheng-Yu Lu (2020). An intelligence approach for group stock portfolio optimization with a trading mechanism,Knowledge and Information Systems volume 62, pages287–316
* Deng, G. F., Lin, W. T., & Lo, C. C. (2012). Markowitz-based portfolio selection with cardinality constraints using improved particle swarm optimization. Expert Systems with Applications, 39(4), 4558-4566.
* Guang-Feng Deng, Woo-Tsong Lin, Chih-Chung Lo (2013). "Markowitz-based portfolio selection with cardinality constraints using improved particle swarm optimization". Expert Systems with Applications 39 (2012) pp: 4558–4566
* Haim Levy, Moshe Levy (2014). “The benefits of differential variance-based constraints in portfolio optimization” European Journal of Operational Research, Volume 234, Issue 2, PP. 372-381.
* Kumar, D. and K. Mishra (2017). "Portfolio optimization using novel co-varianceguided Artificial Bee Colony algorithm". Swarm and Evolutionary Computation 33:119-130
* Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. Journal of Finance, vol 7, no 1.pp:7-91.
* VD Vasiani, Bevina D. Handari, G F Hertono (2020). Stock portfolio optimization using priority index and genetic algorithm,Conference Series Journal of Physics Conference Series 1442:012031.

Accounting Knowledge & Management Auditing
Vol. 12/ No. 48/ Winter 2024

Application of technical analysis in predicting the optimal stock portfolio

Samiran Khajehzadeh
PhD Student in Financial Engineering, Ghods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Amir Daneshvar *
Assistant Professor, Department of Information Technology Management, Faculty of Management, Electronic Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Shadi SHahverdiani
Assistant Professor, Department of Business Management, Ghods City Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Mehdi Madanchi Zaj
Assistant Professor, Department of Financial Management, Faculty of Management, Electronic Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract
In decision making for investment, two factors are very important and are the basis of investment. These two factors are risk and return, and in this regard, the study and study of investors to select the best investment portfolio is done according to the amount of risk and its return. A portfolio is a combination of assets formed by an investor to invest. The process of selecting a stock portfolio is one of the issues that has been the focus of many researchers. The aim of this study is to create an optimal stock portfolio using the predicted data. The statistical sample of the research includes the financial data of Iranian stock exchange companies during the years 1390 to 1397. In this study, using stock regression algorithm to predict stock returns, and finally using Markov method and spectral clustering algorithm, the necessary filter to select the appropriate initial data was performed and cultural meta-processing method with prediction data, It provided the optimal portfolio of stocks for the investor group with risk-taking as well as risk-averse. The research results show that the cultural transcendental algorithm, according to Sharp's method, has the ability to create an optimal stock portfolio using predicted data using the Marquis method for venture capitalists and risk averse investors.
Keywords: Optimal stock portfolio, cultural meta-innovation algorithm, spectral clustering algorithm, Markov method, technical analysis