

مقاله پژوهشی

گزینش بهترین شرکت‌های بازار سرمایه جهت سرمایه‌گذاری با استفاده از روش جهش قورباغه

Doi: 10.30508/kdip.2021.291247.1002

رضا غلامی^۱ | سید جواد حبیب زاده بایگی^۲ | روح الله رحمانی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد حسابداری، موسسه آموزش عالی فردوس، ایران، مشهد

۲- استادیار گروه حسابداری، موسسه آموزش عالی فردوس، ایران، مشهد

۳- مربی گروه حسابداری، موسسه آموزش عالی فردوس، ایران، مشهد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۸

صفحه: ۲۵ - ۸

چکیده

فرآیند انتخاب پرتفوی سهام جهت سرمایه‌گذاری یکی از مسائل مورد توجه اغلب محققین است. در تصمیم‌گیری به منظور سرمایه‌گذاری، دو عامل از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و مبنای سرمایه‌گذاری می‌باشد. این دو عامل؛ ریسک و بازده هستند. 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 مدلی هوشمند جهت انتخاب سبد بهینه سهام با استفاده از الگوریتم‌های تحقیق می‌باشد. مدل پیشنهادی، انواع مختلف سرمایه‌گذاری‌هایی را بررسی می‌کند که یک سرمایه‌گذار می‌تواند و تمایل دارد جهت تشکیل سبد سرمایه‌گذاری خود، آن‌ها را مورد ملاحظه قرار دهد. به این منظور، ریسک و بازده مورد انتظار شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به صورت ماهانه مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه آماری تحقیق شامل؛ داده‌های مالی ۲۳۷ شرکت بورس ایران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که الگوریتم لیسفلا قادر به انتخاب پرتفوی با استفاده از مدل مارکوبیتز برای سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر و ریسک‌گریز است.

واژگان کلیدی: سبد سهام، ریسک، بازده، سرمایه‌گذاری، بازار سرمایه، الگوریتم قورباغه.

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 به عنوان یکی از نشانه‌های توسعه‌یافتگی کشورها در سطح بین‌المللی شناخته می‌شود (امیری، شریعت‌پناهی و بناکار، 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). تحقیقات و تحلیل‌های همه‌جانبه‌ی بازارهای اوراق بهادار و نتیجه‌گیری صحیح می‌تواند سرعت رشد و شکوفایی این بازارها را تحقق بخشد. بورس‌های معتبر دنیا نشان داده‌اند که در تأمین و جمع‌آوری سرمایه موفق بوده و این حاصل اعتماد سهامداران به بازارهای سرمایه و کارایی بازار است، به‌نحوی که مطمئن هستند سرمایه‌های آن‌ها به هدر نرفته و سودهای معقولی به ارمغان می‌آورد. تحقیق پیرامون مقوله‌های مختلف مؤثر بر بازار سهام می‌تواند به تصمیم‌گیری صحیح سهامداران کمک کند و تخصیص بهینه‌ی منابع اقتصادی به نحو مطلوب‌تری صورت گرفته و وضع سرمایه‌گذاری بهتر گردد (قائم‌ی، قیطاسوند و توجیکی، ۱۳۸۲). «یکی از مباحث مهمی که در بازارهای سرمایه مطرح است و باید مورد توجه سرمایه‌گذاران اعم از اشخاص حقیقی یا حقوقی قرار گیرد، بحث انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه می‌باشد. در این رابطه، بررسی و مطالعه سرمایه‌گذاران در جهت انتخاب بهترین سبد سرمایه‌گذاری با توجه به میزان ریسک و بازده آن انجام می‌شود» (ابزری، میرشمس شهبهانی و

جمعی، ۱۳۸۵). تصمیم‌گیرندگان حوزه سرمایه‌گذاری اغلب ناگزیر به انتخاب از میان گزینه‌های مختلف می‌باشند. پیشنهادها گوناگونی در خصوص انجام فعالیت به دست آن‌ها می‌رسد و آن‌ها بایستی به‌قدر کافی با اصول مقایسه گزینه‌های مختلف از نظر سودآوری آشنا باشند تا بتوانند بهترین گزینه را انتخاب نمایند (جو، فوشی‌می، تامی، فوجی‌تا و سی ایچی، ۱۳۷۸). تحقیقات و مطالعات بسیاری که در حوزه تعیین سبد سهام بهینه و استفاده از مدل‌های مدرن و در تعامل با یکدیگر انجام گرفته، نشان از اهمیت این موضوع دارد که چگونه می‌توان با مدیریت صحیح سبد سهام، نسبت به تشکیل پربازده‌ترین سبد سهام اقدام کرد. در چند دهه اخیر اساس تئوری‌های مالی (فرضیه بازار کارا، عقلایی بودن سرمایه‌گذار و ضریب بتا) از جانب صاحب‌نظران کنونی مورد تردید واقع شده است؛ به عبارت دیگر مدل‌های موجود در انتخاب سبد سهام بهینه، از اعتبار کافی برخوردار نمی‌باشند (عباس‌نژاد، ۱۳۸۰). تنوع روش‌های سرمایه‌گذاری و پیچیدگی تصمیم‌های مزبور در چند دهه اخیر افزایش چشم‌گیری داشته است. این رشد گسترده نیاز فزاینده‌ای به مدل‌های فراگیر و یکپارچه ایجاد نمود که برای پاسخگویی به این نیاز، مدل‌سازی مالی از پیوند رویکرد مالی و برنامه‌ریزی ریاضی به وجود آمده است. این مدل‌ها از پیشرفت‌های برنامه‌ریزی ریاضی و مباحث مالی به‌موازات هم استفاده می‌نمایند. سرمایه‌گذاری در چارچوب سبد سهام، در پرتو اندیشه‌های مارکویتز و شارپ روند تکاملی پیموده و کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی، دقت سرمایه‌گذاری در سبد سهام را افزایش داده است (آذر و معمارپانی، ۱۳۷۶)؛ بنابراین ضرورت دارد مدلی طراحی گردد که نسبت به مدل‌های انتخاب سبد سهام بهینه قبلی دارای اعتبار بوده و در

۲- مبانی نظری

آنچه تا به امروز در محاسبات مالی و در زمینه انتخاب سهام و سبد سرمایه‌گذاری عنوان شده است به گونه‌ای، سرمایه‌گذاری‌های موجود را از لحاظ درجه ریسک و نرخ بازده، به ترتیب اولویت‌بندی می‌نماید تا بدین طریق سرمایه‌گذار بتواند با در نظر گرفتن امکانات مالی و سایر سیاست‌های فراروی خود، پورتفوی مطلوب خویش را تشکیل دهد. وقتی که فرد سرمایه‌گذار با دارایی‌های متفاوتی روبه‌رو می‌گردد، بایستی که در مورد تعداد دارایی‌های انتخابی و میزان سرمایه‌گذاری در هر کدام از آن‌ها، تصمیم‌گیری نماید که در این شرایط فرآیند تصمیم‌گیری بسیار دشوار می‌باشد. ترکیب سبد مورد نظر می‌تواند حاصل تصمیمات اتفافی و غیرمرتبط سرمایه‌گذار باشد یا نتیجه برنامه‌ریزی سنجیده وی گردد (ابزری، کتابی و عباسی، ۱۳۸۴). سبد سهام مجموعه‌ای از اوراق بهادار و دارایی‌های متفاوتی می‌باشد. پرتفوی (سبد سهام)، سبندی از سرمایه‌گذاری است که توسط یک فرد سرمایه‌گذار یا یک شرکت سرمایه‌گذاری تشکیل می‌شود. مدیریت سبد سهام دربرگیرنده یک سری قیمت‌های مناسب در رابطه با خرید و فروش سهام می‌باشد. این فرآیند دربرگیرنده‌ی مدیریت صحیح پول نیز هست. علاوه بر این، مدیریت سبد سهام باعث کاهش ریسک و افزایش بازده می‌شود. در بهینه‌سازی سبد سهام، مسئله اصلی، انتخاب بهینه دارایی‌ها 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 سهام بهینه به‌کاررفته است. هری مارکوویتز بنیان‌گذار ساختاری مشهور به تئوری جدید سبد سهام است. در تئوری جدید سبد سهام، ریسک با عنوان «تغییرپذیری کل بازه‌ها حول میانگین بازده» تعریف شده و با استفاده از واریانس یا به‌گونه‌ای دیگر با استفاده از انحراف معیار، محاسبه می‌شود. مهم‌ترین نقش این تئوری، ایجاد چارچوب ریسک-بازده برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران است. مدل مطرح شده توسط وی، محور اصلی بسیاری از تحقیقات در زمینه‌ی مسائل مالی در دنیای واقعی است. به علاوه، کمک شایانی در توسعه

شرایط عدم اطمینان موجود، سرمایه‌گذاران را در انتخاب سبد بهینه سهام یاری رساند. (مارکوویتز نخستین کسی بود که مفهوم پرگونه‌سازی در سبد سرمایه‌گذاری، به طور عام و سبد سهام به‌طور خاص را به‌طور رسمی توسعه داد. او به طور کمی نشان داد که چرا و چگونه، پرگونه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری، ریسک آن را برای سرمایه‌گذار کاهش می‌دهد. در مدل میانگین - واریانس طراحی شده توسط وی میانگین، بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد و واریانس بیانگر ریسک پرتفوی است. تعیین پرتفوی بهینه بر اساس مدل مارکوویتز از پیچیدگی‌های بسیاری برخوردار است. از جمله حجم وسیع محاسبات و تعداد متغیرها، به گونه‌ای که در یک بازار با N طرح سرمایه‌گذاری $\frac{N^2+3N+2}{2}$ متغیر باید محاسبه گردد) (اسلامی بیدگلی، هیبتی و رهنمای رودپشتی، ۱۳۸۵). (بعد از مارکوویتز افراد زیادی سعی در توسعه و اصلاح مدل وی داشته‌اند و تاکنون الگوهای زیادی برای حل مسئله مجموعه دارایی بهینه ارائه شده است که هر یک با توجه به شرایط و محدودیت‌هایی مطرح شده‌اند. اگر چه این الگوها از لحاظ نظری با روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی قابل حل هستند، اما در عمل مشکلاتی در این زمینه وجود دارد) (عبدالعلی زاده‌شهری و عشقی، ۱۳۸۲). بازار سرمایه کشور ما از کارایی لازم برخوردار نیست و برای کسب بازده منطقی نمی‌توان فقط به اطلاعات موجود اکتفا کرد؛ بنابراین با توجه به گزینه‌های فراوان پیش رو و نیز عدم کارایی بازار، نیاز است مدلی طراحی گردد که برای حداکثرسازی بازده و حداقل کردن ریسک سبد سهام مؤثر واقع شود. در این تحقیق سعی بر آن است که با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند به حل مدل بهینه‌سازی انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار ایران پرداخته شود. نتایج این تحقیق می‌تواند برای شرکت‌های سرمایه‌گذاری، مدیران عالی، مدیران مالی، تحلیل‌گران اوراق بهادار، بانک‌ها و بانکداران، مؤسسات بیمه، پژوهشگران این رشته و به‌طور کلی سرمایه‌گذاران کاربرد مؤثر داشته باشد. آن‌ها می‌توانند از این روش در جهت انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه در کارایی هر چه بیشتر تصمیمات سرمایه‌گذاری و به دنبال آن بازار سرمایه ایران و در نهایت در توسعه اقتصادی کشور نقش مهمی ایفا نمایند.

و عوامل مبهم در آن به دست می‌آید و اغلب سرمایه‌گذاران با کمک تحلیل‌های آماری، به پیشگویی آینده بازارهای مالی می‌پردازند، بنابراین حتی اگر آن‌ها حجم زیادی از اطلاعات در زمینه سرمایه‌گذاری در اختیار داده باشند، امکان این که بتوان توزیع مربوط به هر سرمایه را یک توزیع قطعی در نظر گرفت، بسیار کم است. در مطالعات صورت گرفته در زمینه برنامه‌ریزی ریاضی، برخی محققان انواع مختلفی از مدل‌های سبد سرمایه تحت برنامه‌ریزی تصادفی فازی بررسی کرده‌اند. این گونه مسائل به کمک روش‌های برنامه‌ریزی تصادفی، برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی فازی قابل حل هستند. پیاریستودولو^۴ (۲۰۰۴) با نوشتن مقاله‌ای بنام «پرتفوی‌های بهینه با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی» به بیان مدل‌های برنامه‌ریزی خطی در این زمینه پرداخت و سپس با نمونه‌های تجربی به مقایسه سبدهای سهام بدست آمده از هر مدل پرداخت. نتایج حاصل از کار وی، این امر را مشخص کرد که یک شخص می‌تواند، کارهای بیشتری از آنچه فکر می‌کند، با مدل برنامه‌ریزی خطی انجام دهد. او با کنار گذاشتن خصوصیات واقعی مدل اسپرانزا، آن را به یک مدل خطی تبدیل و فواید چنین مدلی را عنوان کرد. یین و وانگ^۵ (۲۰۰۶) الگوریتم ازدحام ذرات را در مسئله غیرخطی تخصیص منابع به کار گرفته‌اند و کارایی این روش را با الگوریتم ژنتیک مقایسه کرده و نتیجه گرفته‌اند، تکنیک ازدحام ذرات از الگوریتم ژنتیک کارآتر است. اس. سی. چيام^۶ (۲۰۰۸) با ترکیب الگوریتم ژنتیک و تکنیک بهینه‌سازی جمعی ذرات، در قالب الگوریتم ممتیک که در آن تکنیک PSO فقط بر روی جواب‌های به دست آمده توسط الگوریتم ژنتیک اعمال می‌شد، نشان داد که با استفاده از این الگوریتم پرتفویی به مراتب کارآتر از زمانی که این الگوریتم‌ها به صورت جداگانه اعمال شوند، به دست خواهد آمد. مارکو، گیواونین و گاسوو^۷ (۲۰۱۳) در مقاله‌ی خود با عنوان «انتخاب پرتفوی سهام با استفاده از الگوریتم حرکات ذرات» که در

نظریه سبد سهام جدید و بسیاری از انواع مختلف این مسئله از جمله مدل انحراف از قدر مطلق میانگین، میزان ریسک و ارزش شرطی در مدل ریسک محسوب می‌شود. مارکوویتز برای ریسک سرمایه‌گذاری، مدل میانگین - واریانس را برای سرمایه‌گذاران در امر انتخاب دارایی‌ها و مدیریت سبد سهام ارائه کرد. در مدل طراحی شده توسط وی میانگین، بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد و واریانس بیانگر ریسک سبد سهام است. بعد از مدل مارکوویتز افراد زیادی سعی در توسعه و اصلاح مدل وی داشتند. به‌عنوان مثال کونو و یامازاکی^۱ مدل را توسعه دادند. در مدل آن‌ها انحراف مطلق به نوعی بیانگر ریسک است. این مدل‌ها در کلیه شرایط پاسخگوی نیازهای سرمایه‌گذاران نیستند. مانسینی و اسپرنزا^۲ در این رابطه خاطر نشان می‌سازند، در اکثر مدل‌های انتخاب سبد سهام، تقسیم‌پذیری سرمایه‌گذاری بی‌نهایت فرض می‌شود. در حالی که در دنیای واقعی اوراق بهادار به تعداد مشخص (ضریبی از یک ضریب معاملاتی حداقلی) معامله می‌شوند؛ بنابراین آن‌ها پیشنهاد می‌کنند، از یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط با ملاحظه محدودیت‌های مربوط به حداقل معاملات استفاده شود. یکی از مهم‌ترین فاکتورها در بحث سرمایه‌گذاری، میزان عملکرد یک مدل سبد سرمایه است. در این زمینه، معیار پاداش به تغییرپذیری^۳ (معیار شارپ) یکی از بهترین و کارآمدترین مدل‌ها است که مرکز توجه بسیاری تحقیقات در زمینه‌ی میزان عملکرد یک مدل سبد سرمایه است. از جمله مزیت‌های معیار شارپ آن است که می‌توان آن را مستقیماً با کمک یک سری از اطلاعات حاصل از بازده‌های آتی مطابق با ذهنیت سرمایه‌گذار محاسبه نمود. بسیاری از تحقیقات در این زمینه، با استفاده از متغیرهای تصادفی انجام شده است که در آن، بازده مورد انتظار و واریانس، مقادیر ثابت در نظر گرفته شدند. از آنجا که اطلاعات مؤثر و غیرمؤثر در اختیار سرمایه‌گذار قرار می‌گیرد از دنیای واقعی

1- Konno&Yamazaki

2- mansini & speranza

3- Reward-to-Variability Ratio (RVAR)

4- Papahristodoulo

5- Yin & Wac

6- Chiams

7- Marco, Giovanni, & Gusso

مطالعه ریسک پایین دستی پرتفوی پروژه پرداختند. ریسک عملیاتی توسط دو معیار ریسک پایین دستی مکمل تعریف شد که در توجه به ضرر احتمالی پایین دستی یا ضرر مورد انتظار شرطی آن شامل می‌شوند. ما نشان دادیم که هر دو تعریف از ریسک عملیاتی دارای راه حل بسته بودند زمانی که توزیع احتمالی NPV پروژه یا شرکت نرمال باشد. این دو معیار همچنین به ما این امکان را دادند که یک تمایز مشخص را بین یک برنامه PEM و یک برنامه PRM ایجاد کنیم. به منظور افزایش سوددهی شرکت و کاهش ریسک عملیاتی آن مدیریت ارشد باید جایگاه مالی شرکت را با پیاده سازی برنامه‌های PRM و PEM درون فاز PM از پروژه کاندید شده بهبود بخشند. اگر چه برای اینکه این اتفاق رخ بدهد، نه تنها باید کمک اقتصادی این برنامه‌ها را به سوددهی و ریسک عملیاتی پروژه ارزیابی کرد بلکه باید این تحلیل مالی را به پرتفوی پروژه شرکت تعمیم داد. این تخمین‌ها به مدیریت ارشد این امکان را می‌دهد تا از منظر شرکت، حداکثر بودجه مجاز برای پیاده سازی PEM و PRM را در طی فاز PM از یک پروژه پایین دستی کاندید شده تعیین کنند. زای و مانینگ^۶ (۲۰۱۷) در مقاله‌ای با عنوان «انتخاب سبد سهام در شرایط نامعلوم با محدودیت سابقه و خطرات نقدینگی» چنین بیان می‌کنند که این مقاله در مورد مسأله انتخاب سبد سهام در شرایط نامطمئن با توجه به ریسک و نقدینگی بحث می‌کند. علاوه بر این هزینه‌های معاملاتی نیز در نظر گرفته می‌شوند. بازده‌های امنیتی، بازده دارایی سهام و نقدینگی دارایی‌ها به جای داده‌های تاریخی توسط کارشناسان با تجربه محاسبه می‌شود. با توجه به متغیرهای نامطمئن، یک مدل ریسک میانگین باریسک پیش‌زمینه، نقدینگی و هزینه‌های معامله برای انتخاب سبد بهینه سهام و فرم‌های واضح مدل ارائه شده است و بازده‌های امنیتی از توزیع عدم قطعیت متفاوت تبعیت می‌کنند. علاوه بر این، برای درک بهتر تأثیر ریسک پیش‌زمینه و نقدینگی در انتخاب سبد بهینه سهام

مدل خود برای انتخاب پرتفوی از بازده-ریسک استفاده کرده‌اند، نشان دادند که مدل ارائه‌شده بوسیله‌ی الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات اکتشافی (PSO) روش مناسبی برای انتخاب پرتفوی سهام می‌باشد. جانگ فنگ، ووتسونگ و چیه چانگ^۱ (۲۰۱۳) در مقاله خود با عنوان «انتخاب پرتفوی سهام بر اساس مدل مارکوییتز» به این نتیجه رسیدند که الگوریتم حرکات ذرات نسبت به الگوریتم ژنتیک از توانایی و عملکرد بهتری در انتخاب پرتفوی سهام دارد. لیوی، اچ؛ لیوی، ام.^۲ (۲۰۱۴) در مقاله خود با عنوان «مزایای محدودیت بر اساس واریانس-دیفرانسیل در بهینه‌سازی پرتفوی» نشان دادند که بر اساس معیار شارپ مدل بیز توانایی بالایی در انتخاب پرتفوی سهام دارد. ایوب، ذوالفقار، شاه و قصیر^۳ (۲۰۱۵) تجزیه و تحلیل قوی برای ریسک نامطلوب (نزولی) در مدیریت پرتفوی در بازارهای سهام با نوسان قیمت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهند که چارچوب ریسک نامطلوب بهتر از چارچوب میانگین واریانس مارکوییتز عمل می‌کند. به علاوه، هرگاه بازده‌های دارایی دارای چولگی زیاد باشد آن گاه میزان اختلاف معنی‌دار خواهد بود. در نتایج استفاده از ریسک نامطلوب به جای واریانس به عنوان معیار ریسک در تصمیمات سرمایه‌گذاری توصیه شده است. تونگ^۴ (۲۰۱۶) تحقیقات تجربی در زمینه رشد دارایی و پرتفوی سهام آتی بر مبنای بازار سهام چین انجام می‌دهد. موضوع مطالعه الف) تمایز بین تشکیلات دولتی SOE و تشکیلات شخصی می‌باشد. همان گونه که همگی می‌دانیم، محیط اقتصادی و سیستم‌های کنترل شرکتی این دو نوع شرکت بسیار متفاوت بوده و این موارد تحت تأثیر هزینه تأمین منابع مالی مختلف و سیستم‌های مختلف اعطای پاداش قرار دارند، بنابراین تفکیک آن‌ها از یکدیگر مساله بسیار مهمی تلقی می‌گردد در پایان، چنین نتیجه‌گیری می‌کند؛ که در بازار چین، سرمایه‌گذاران می‌توانند ماهانه به طور بالقوه درآمد کسب کنند. پال پاکین، گاتیرو پال مرین^۵ (۲۰۱۶) به

- 1- Guang-Feng, Woo-Tsong, & Chih-Chung
- 2- Levy, H., & Levy, M
- 3- Ayub, Zulfiqar Shah, & Qaisar
- 4- Li Tong
- 5- Paul Paquin, Gauthier, & Paul Morin
- 6- Jia Zhai and Manying Bai

مدل مارکویتز دارای خطای کمتری در انتخاب سبد بهینه سرمایه‌گذاری می‌باشد. مهم‌ترین پیشنهاد ما برای تحقیقات آتی مقایسه الگوریتم پرنندگان با سایر مدل‌های بهینه‌سازی نظیر رقابت استعماری، فرا ابتکاری، مدل آریتراز و ... مقایسه گردد. فندهاری، شمشیری و فتحی (۱۳۹۶) بهینه‌سازی سبد سهام بر مبنای روش‌های تخمین ناپارامتریک را انجام دادند. از جمله مسائل عمده‌ای که سرمایه‌گذاران بازارهای سرمایه با آن مواجه هستند، تصمیم‌گیری جهت انتخاب اوراق بهادار مناسب برای سرمایه‌گذاری و تشکیل سبد بهینه سهام است که این فرایند از طریق ارزیابی ریسک و بازده صورت می‌گیرد. از طرفی در بحث سبد سهام در صورتی که بازده دارایی‌ها دارای توزیع نرمال باشد از واریانس و انحراف معیار برای محاسبه ریسک استفاده می‌شود، اما در دنیای واقع بازده دارایی‌ها لزوماً نرمال نبوده و گاهی نیز تفاوت فاحش با توزیع نرمال دارد. مقاله حاضر با معرفی ارزش در معرض خطر مشروط، به عنوان معیار محاسبه ریسک در یک چارچوب ناپارامتریک و به ازای بازده معین سبد بهینه سهام را ارائه می‌دهد و این روش را با روش برنامه‌ریزی خطی مقایسه می‌کند. در نهایت سبد بهینه حاصل از به کارگیری دو روش ناپارامتریک و برنامه‌ریزی خطی ارائه شده و مقادیر ارزش در معرض خطر مشروط آن‌ها مورد مقایسه قرار گرفته است که در این مورد برتری روش ناپارامتریک نسبت به برنامه‌ریزی خطی را نشان می‌دهد. پاک مرام، بحری ثالث و ولی‌زاده (۱۳۹۶) انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک، با بهره‌گیری از مدل میانگین-نیمه واریانس مارکویتز را مورد بررسی قرار دادند. در تحقیق حاضر، انتخاب و بهینه‌سازی سهام با استفاده از سه الگوریتم، شامل الگوریتم ژنتیک، فرهنگی و ازدحام ذرات مورد بررسی قرار گرفته است. این تحقیق به بررسی تفاوت بین میانگین بازده سرمایه‌گذاری در سبدهای منتخب بر اساس سه روش پرداخته و آزمون‌های آماری مربوط به نتایج حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین سه الگوریتم می‌باشد. از طرفی به منظور مقایسه دو الگوریتم و بررسی برتری الگوریتم‌ها، این دو روش بهینه‌سازی از دو بعد تابع هدف و نسبت بازده و ریسک

آزمایش‌ها عددی برای نشان دادن ایده مدل‌سازی ارایه می‌شوند. افشار کاظمی، فلاح شمس و کارگر (۱۳۹۳) در مقاله خود با عنوان «تدوین مدلی جدید برای بهینه‌سازی پرتفوی بورس با استفاده از روش مارکویتز و اصلاح آن توسط مدل کسینوس‌ها و حل آن توسط الگوریتم ژنتیک» که با استفاده از داده‌های مالی ۵۰ شرکت برتر در سال ۱۳۸۹ انجام شد، نشان دادند که در نهایت به این نتیجه رسیدند که همیشه پرگونه‌سازی پرتفوی به نفع سرمایه‌گذار نمی‌باشد و از یک جایی به بعد بهتر است که متنوع‌سازی را متوقف کنیم. اسلامی بیدگلی و طیبی (۱۳۹۳) در تحقیق خود با عنوان «بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری بر اساس ارزش در معرض ریسک با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان» نشان دادند که الگوریتم ترکیبی مورچگان و ژنتیک در این تحقیق نتایجی بهتر از نتایج بدست آمده توسط الگوریتم ژنتیک به تنهایی دارد. نمازی و غفاری (۱۳۹۴) در مقاله خود تحت عنوان «بررسی اهمیت و نقش اطلاعات توانایی مدیران و نسبت‌های مالی به عنوان معیاری در انتخاب سبد بهینه سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها)»، اهمیت و ارزش تحلیل اطلاعات مرتبط با توانایی مدیران را به عنوان اطلاعات مکمل نسبت‌های مالی به منظور سرمایه‌گذاری کارا و دستیابی به بازدهی مناسب در بورس اوراق بهادار تهران را نشان دادند. در رابطه با تعیین سبد بهینه سهام با استفاده از روش ارزش در معرض خطر، نتایج به دست آمده، نشان می‌دهد بالاترین وزن در سبد بهینه به سهامی تعلق دارد که بازدهی مورد انتظاری بالایی داشته و پایین‌ترین ارزش در معرض خطر را در بین شرکت‌های مورد مطالعه دارند. همچنین سبد بهینه تعیین شده حساسیتی نسبت به تغییر سطح اطمینان VaR محاسبه شده نداشته و افزایش سطح اطمینان بدون تغییر وزن‌های سبد بهینه تنها میزان ارزش در معرض خطر سهام و سبد را افزایش می‌دهد. بیات و اسدی (۱۳۹۶) بهینه‌سازی پرتفوی سهام: سودمندی الگوریتم پرنندگان و مدل مارکویتز را انجام دادند. نتایج پژوهش در ارتباط با مقایسه الگوریتم پرنندگان و مدل مارکویتز حاکی از آن بود که الگوریتم پرنندگان در مقایسه با

1- CVaR

مورد مقایسه قرار گرفتند و از آنجایی که الگوریتم ژنتیک مقدار تابع هدف کمتری داشته یا به عبارتی با کمترین خطا به بهترین نتیجه رسیده است، نسبت به الگوریتم‌های دیگر بهتر عمل کرده است و نشان دهنده برتری نسبی این الگوریتم در انتخاب سبد سهام بهینه است.

۳- روش تحقیق

در این تحقیق جهت انتخاب سبد بهینه سهام از مدل محدودیت ال و الگوریتم جهش قورباغه و نرم افزار متلب استفاده شده است. این تحقیق از منظر هدف، کاربردی می باشد. جامعه آماری این تحقیق ۲۳۷ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است متغیر مورد بررسی در این تحقیق بازده ماهانه سهام است.

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

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^N z_i = K \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad (3)$$

$$\varepsilon_i z_i \leq w_i \leq \theta_i z_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (4)$$

$$z_i \in \{0,1\} \quad i = 1, \dots, N \quad (5)$$

$$0 \leq \lambda \leq 1 \quad (6)$$

که در آن N تعداد دارایی‌های مورد نظر برای سرمایه‌گذاری، w_i متغیر تصمیم در مورد سرمایه‌گذاری است که نشان دهنده درصد سرمایه‌گذاری برای دارایی i ام است. در رابطه (۱) در حالتی که $\lambda = 0$ باشد بیان‌کننده امید ریاضی بازده با صرف نظر از ریسک (کوواریانس σ_{ij}) است و راه حل بهینه تنها دارایی‌هایی با حداکثر بازده است، در حالی که اگر $\lambda = 1$ باشد، بیان‌کننده حداقل ریسک بدون در نظر گرفتن بازده است. مقدار λ می‌تواند $0 \leq \lambda \leq 1$ باشد و در واقع یک پارامتر تنظیم سبد سرمایه‌گذاری سهام (پورتفوی سهام) است که یک معاوضه بین بازده و ریسک می‌باشد، بنابراین با تغییر مقدار λ می‌توان جواب‌های متفاوتی را بنا به سلیقه سرمایه‌گذار تولید نمود. در فاصله بین ۰ و ۱ سبدهایی در نظر گرفته می‌شود که هر دو فاکتور ریسک و بازده را بهینه می‌نماید. بعلاوه، مقدار σ_{ij} با استفاده از رابطه $\sigma_{ij} = \rho_{ij} S_i S_j \sigma_{ij} = \rho_{ij} S_i S_j$ تعیین می‌گردد که در آن همبستگی ρ_{ij} بین دارایی i ام و دارایی j ام $-1 \leq \rho_{ij} \leq +1$ و z_i از انحراف از معیار در بازده در دارایی i ام است. در رابطه (۲) K تعداد دارایی‌های مجاز در پرتفوی می‌باشد و $z_i \in \{0,1\}$ نشان دهنده حضور یا عدم حضور دارایی i ام در سبد سرمایه‌گذاری ام و دقیقاً باید K دارایی در سبد سرمایه‌گذاری قرار گیرد. به رابطه (۳) محدودیت بودجه می‌گویند و این محدودیت تضمین می‌کند که مجموع سرمایه‌گذاری روی دارایی‌های انتخاب شده سبد سهام، بیشتر از ۱۰۰٪ نگردد. رابطه (۴) بیانگر این است که درصد سرمایه‌گذاری دارایی‌هایی که در سبد قرار گرفته‌اند ($z_i = 1$) می‌تواند برای

دارایی نام حداقل $\delta_i \delta_i$ و $\epsilon_i \epsilon_i$ حداً امر باشد. مقادیر $\delta_i \delta_i$ و $\epsilon_i \epsilon_i$ توسط سرمایه‌گذار تعیین می‌گردد، مثلاً می‌تواند برای همه دارایی‌ها ثابت باشد یا برای هر دارایی جداگانه تعیین گردد. به زبان ساده‌تر هرکدام از قیود عمل‌های زیر را کنترل می‌کنند. محدودیت اول، دقیقاً k دارایی در سبد سرمایه‌گذاری قرار گرفته است. محدودیت دوم، مجموع وزن سرمایه‌گذاری برابر یک باشد. محدودیت سوم تا آخر، اگر دارایی در سبد قرار گرفته شده باشد $z_i = 1z_i = 1$ و وزن آن باید بین $\epsilon_i \epsilon_i$ و $\delta_i \delta_i$ باشد و اگر دارایی در سبد قرار نگرفته باشد $z_i = 0z_i = 0$ خواهد بود و وزن آن صفر می‌باشد.

جهش قورباغه به هم آمیخته، آگاه محلی

الگوریتم جستجوی جهش قورباغه به هم آمیخته (SFLA)، جستجوی پرتو فرا ابتکاری مبتنی بر جمعیت اولیه از خانواده الگوریتم‌های ممتیک است که از تکامل طبیعی گروهی از قورباغه‌های به دنبال محل با بیشترین ذخیره غذایی قابل دسترس، الهام گرفته است. این الگوریتم برای جستجوی محلی میان زیر گروه‌های قورباغه از روش نمودم‌میتیک استفاده می‌کند. ابتدا این الگوریتم SFLA برای مسائل بهینه‌سازی گسسته استفاده شد. سپس، به عنوان روش بهینه‌سازی مسائل پیوسته معرفی شد. SFLA از استراتژی ترکیب استفاده می‌کند و امکان مبادله پیام در جستجوی محلی را فراهم می‌سازد. این الگوریتم مزایای الگوریتم نمودم‌میتیک و بهینه‌سازی حرکت دسته جمعی ذرات (PSO) را ترکیب می‌کند. نسبت به الگوریتم PSO در SFLA نه تنها در جستجوی محلی بلکه در جستجوی سراسری نیز پیام‌ها مبادله می‌شوند. جستجوی محلی امکان انتخاب مم‌رامیان افراد ممکن می‌سازد و استراتژی ترکیب امکان انتقال مم‌رامیان کل جمعیت فراهم می‌کند. مم یک بسته حاوی اطلاعات قابل انتقال می‌باشد که قابلیت جابجایی بین افراد مختلف را دارد. این بسته‌ها برخلاف ژن‌ها در روش‌هایی همچون الگوریتم ژنتیک می‌توانند در بین افراد هم نسل جا به جا شوند. هم چنین برخلاف ژن‌ها که تنها بین والد و فرزند دست به دست می‌شوند، مم‌ها بین هر دو فرد از جامعه قابلیت جابجایی دارند. قورباغه‌ها در اثر تکامل ممتیک تغییر شکل می‌یابند. در این الگوریتم، قورباغه‌ها به عنوان میزبانانی برای مم‌ها تلقی می‌شوند و مجموعه بردار مم به عنوان یک راه حل مسئله، مموتایپ^۱ نامیده می‌شود که در واقع مم همان ژن و مموتایپ همان کروموزوم است در روش‌های الگوریتم ژنتیک است.

SFLA شامل سه عنصر اکتشاف محلی^۲، اکتشاف سراسری^۳ و فرایند به هم آمیختن^۴ است. فرایند به هم آمیختن، به تبادل ایده‌ها میان جستجوگران محلی کمک می‌کند و آنها را به سوی بهینه سراسری هدایت می‌کند. در ادامه به توضیح الگوریتم SFLA می‌شود. پارامترهای الگوریتم عبارتند از (۱) کل تعداد مپلکس‌ها^۵ ($MmpxMmpx$)، (۲) تعداد قورباغه‌ها در هر مپلکس ($FmFm$) و (۳) محدوده فضای جستجو، بنابراین تعداد کل جمعیت قورباغه‌ها برابر با $N = Mmpx \times Fm$ است. پس از آن، مقدار تابع هدف برای هر قورباغه محاسبه می‌شود. قورباغه‌ها بر اساس مقدار تابع هدف به صورت نزولی مرتب می‌شوند. حال NN قورباغه به MM مپلکس تقسیم می‌شود به طوری که در هر مپلکس FF قورباغه وجود داشته باشد. برای این منظور، قورباغه اول به مپلکس اول، قورباغه دوم به مپلکس دوم و قورباغه MM ام به مپلکس MM ام و قورباغه $M + 1M + 1$ به مپلکس اول و به همین ترتیب نسبت داده می‌شوند. این روند به صورت مشابه تا قورباغه آخر تکرار می‌شود. هر memplex را می‌توان به عنوان مجموعه‌ای متشکل از قورباغه‌هایی با فرهنگ مشابه تلقی کرد که در پی هدف یکسان هستند. قورباغه‌های موجود در memplex ها به صورت همزمان اطلاعاتشان را با یکدیگر مبادله می‌کنند و بدین ترتیب به سوی هدف مشترکشان پیش می‌روند. submemplex با استفاده از انتخاب تصادفی qq قورباغه در هر memplex ساخته می‌شود و یک وزن با استفاده از توزیع

- 1- memotype
- 2- local exploration
- 3- global exploration
- 4- shuing procedures
- 5- memplex

احتمال مثلثاتی (۷) به هر یک از قورباغه‌های انتخابی داده می‌شود.

$$\text{prob}_k = \frac{2(q+1-k)}{q(q+1)} \quad (7)$$

که تعداد قورباغه‌های تصادفی انتخابی و $k = 1, 2, \dots, q$ رتبه هر قورباغه درون memplex است. قورباغه با مقدار تابع هدف بالاتر، احتمال بیشتری برای انتخاب شدن را دارند. قورباغه‌های با مقدار تابع هدف کمتر احتمال کمتری دارند. بدترین قورباغه موقعیت خود را با استفاده از سه مرحله به روز می‌کند: (۱) فاز به‌روزرسانی بهترین موقعیت محلی، (۲) فاز به‌روزرسانی بهترین موقعیت سراسری و (۳) فاز سانسور. فاز به‌روزرسانی بهترین موقعیت محلی: موقعیت بدترین قورباغه به صورت زیر به‌روزرسانی می‌شود.

$$U_{\text{new}} = P_W + R(0,1) * (P_{LB} - P_W) \quad (8)$$

که در آن P_W و P_{LB} به ترتیب بهترین و بدترین موقعیت محلی قورباغه‌ها و $R(0,1)$ عدد تصادفی بین صفر و یک است. U_{new} موقعیت جدید قورباغه است. اگر موقعیت جدید از دیدگاه تابع هدف بهتر از موقعیت قبلی بود، موقعیت قورباغه تغییر می‌کند به مرحله بعد می‌رویم و در غیر این صورت الگوریتم جستجوی حریصانه محلی سعی در بهبود موقعیت انجام می‌دهد اگر باز موقعیت بهتر پیدا نشد به مرحله بعد می‌رویم. فاز به‌روزرسانی بهترین موقعیت سراسری: در این فاز بدترین قورباغه به کمک بهترین جواب شانس به‌روزرسانی موقعیت خود به صورت (۹) به دست می‌آورد.

$$U_{\text{new}} = P_W + R(0,1) * (P_{GB} - P_W) \quad (9)$$

که در آن P_{GB} بهترین موقعیت سراسری قورباغه‌ها است. مجدداً اگر موقعیت بهترین پیدا نشد از الگوریتم جستجوی حریصانه کمک گرفته می‌شود و اگر باز هم پیدا نشد به گام بعد می‌رویم و در غیر این صورت به مرحله به‌روزرسانی memplex انجام شده است و موقعیت بدترین قورباغه بروز می‌گردد. فاز سانسور: اگر موقعیت جدید در ناحیه شدنی نیست و یا بهتر از قبل نیست، آنگاه یک موقعیت تصادفی جدید جایگزین بدترین قورباغه می‌شود.

حال P_{GB} به‌روزرسانی می‌گردد و شرط توقف الگوریتم بررسی می‌گردد و در نهایت موقعیت بهترین قورباغه به عنوان پاسخ نهایی مسئله در نظر گرفته می‌شود. معمولاً معیار توقف الگوریتم می‌تواند بر مبنای ثابت ماندن تغییرات بارزندی بهترین جواب یا تکرار الگوریتم تا یک تعداد مشخص انتخاب شود. در الگوریتم جهش قورباغه به هم آمیخته، آگاه محلی تمام مراحل بالا انجام می‌شود، فقط در فاز دوم رابطه به‌روزرسانی موقعیت به فرم زیر است:

$$U_{\text{new}} = P_W + R(0,1) * \left(\frac{P_{LB} + P_{KL}}{2} - P_W \right) \quad (10)$$

که در آن P_{KL} یک همسایه تصادفی بدترین قورباغه در memplex است. این به معنی این است که در جهت

ما بین بهترین موقعیت محلی و موقعیت یک همسایه تصادفی، قورباغه جهش کند. فاز سوم نیز به صورت زیر تعریف می‌گردد.

$$U_{new} = P_W + R(0, 1) * \left(\frac{P_{GB} + P_{KL}}{2} - P_W \right) \quad (11)$$

که یعنی قورباغه در جهت ما بین بهترین موقعیت سراسری و موقعیت یک همسایه تصادفی، قورباغه جهش کند.

کد کردن پرتفو برای حل توسط الگوریتم LISFLA

به منظور استفاده از الگوریتم جهش قورباغه به هم آمیخته، آگاه محلی ابتدا باید مدل پرتفو حداقل واریانس MVP با محدودیت مارکوییت را به صورت توصیفی از موقعیت قورباغه‌ها در آورده شود. به همین منظور، برداری با مقادیر واقعی که برای محاسبه سهم‌های بودجه سرمایه‌گذاری شده در دارایی‌ها استفاده می‌شود به صورت زیر تعریف می‌کنیم.

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, 0 \leq x_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

تعداد عناصر این مؤلفه‌ها برابر تعداد شرکت‌ها است و هر عنصر یک مم را در الگوریتم LISFLA نشان می‌دهد. پس هر مم در واقع بیانگر یک شرکت است و در نتیجه این بردار یک مموتایپ است. این بردار مموتایپ نشان دهنده موقعیت یک قورباغه است و به عنوان یک جواب مسئله است. قبل از اینکه مقادیر تابع هدف (۲)(۳) در هر تکرار محاسبه شود، الگوریتم تعمیر زیر اجرامی گردد تا وزن w پرتفو که با کدبندی بالا در ارتباط است پیدا شود. همان وزن‌هایی است که در رابطه (۹)(۱۰) معرفی گردید. ابتدا $x_i x_i$ هایی که از یک مقدار آستانه کمتر باشند، صفر در نظر گرفته خواهند شد و سپس برای اینکه قید (۹) برآورده شود، داریم:

$$w_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

برای برآورده شده قید در تابع هدف (۹) آن به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$w^T \bar{\Sigma} w + \lambda (\|w\|_1 + \alpha \|w\|_\infty) \quad (14)$$

۴- یافته‌های تحقیق

بررسی نتایج به دست آمده مدل میانگین-واریانس با محدودیت کاردینال (MVCCPO) پرداخته می‌شود. در شبیه سازی، بالاترین تعداد دارایی‌های مجاز در اسناد بهادار ۱۰ در نظر گرفته شد ($10 = K$). برای وزن‌های سهام w_i حدهای بالا و پایین به ترتیب ۱ و ۱۰۰٪ بودند، یعنی $\varepsilon_i = 0.01, \partial_i = 1, i = 1, \dots, k$. اینها پارامترهای محدودیت معمولی استفاده شده در بیشتر مطالعات می‌باشند. پس از تنظیم کردن پارامترهای الگوریتم‌ها، به منظور به‌کارگیری سلاقی مختلف مقدار پارامتر λ در سه حالت ۰٫۲، ۰٫۵، ۰٫۸ مورد بررسی قرار گرفت. همان طور که در بخش دوم بیان شد، در حالتی که $\lambda = 0, \alpha = 0$ باشد بیان کننده امید ریاضی بازده سهام با صرف نظر از ریسک (کوواریانس σ_{ij}) است و راه حل بهینه تنها دارایی‌هایی با حداکثر بازده سهام است، در حالی که اگر $\lambda = 1, \alpha = 1$ باشد، بیان کننده حداقل ریسک بدون در نظر گرفتن بازده سهام است. مقدار λ می‌تواند $0 \leq \lambda \leq 10 \leq \lambda \leq 1$ باشد و در واقع λ یک پارامتر تنظیم سبب سرمایه‌گذاری سهام (پرتفوی سهام) است که یک معاوضه بین بازده سهام و ریسک می‌باشد، بنابراین با تغییر مقدار λ می‌توان جواب‌های متفاوتی را بنا به سلیقه سرمایه‌گذار تولید نمود. در ادامه، ابتدا سبب سهام به دست آمده توسط

1- Real value

می‌شود و فرضیات تحقیق بررسی می‌شوند.

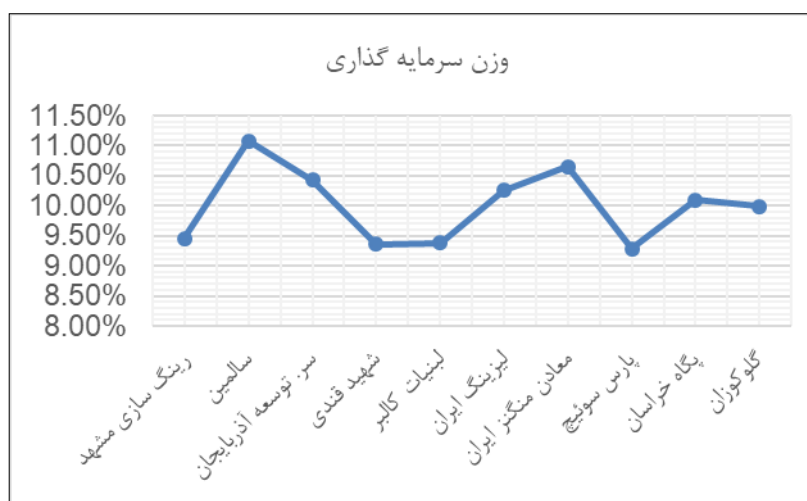
مقدار λ برابر ۰.۲

به عنوان نمونه برای سال ۱۳۹۸ سبد سهام انتخابی با λ برابر ۰.۲ در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، مجموع سرمایه‌گذاری برابر ۱ است؛ بنابراین، الگوریتم توانسته قیود مسئله

هر کدام از الگوریتم‌ها با مقادیر λ متفاوت و جزئیات بیان می‌گردد، سپس در بخش انتهایی این فصل به طور خلاصه این نتایج نشان داده می‌شود و فرضیات تحقیق بررسی می‌شوند. در ادامه، ابتدا سبد سهام به دست آمده برای سال ۹۸ توسط الگوریتم با مقادیر λ متفاوت و جزئیات نشان داده می‌شود، سپس در بخش انتهایی این فصل به طور خلاصه نتایج سایر سال‌ها نشان داده

جدول (۱): پرتفو انتخابی الگوریتم LISFLA برای مدل MVCCPO با λ برابر ۰.۲ برای سال ۱۳۹۸

ردیف	ایندکس	نام	وزن سرمایه‌گذاری	ریسک	سود بازگشتی
۱	۵۶	رینگ سازی مشهد	۰.۰۹۵	۰.۰۰۴۸	۰.۰۲۲۱
۲	۶۰	سالمین	۰.۱۱۱	۰.۰۰۲۳	۰.۰۳۲۴
۳	۷۱	سر. توسعه آذربایجان	۰.۱۰۴	۰.۰۰۱۷	۰.۰۲۸۷
۴	۱۲۴	شهید قندی	۰.۰۹۴	۰.۰۰۱۹	۰.۰۲۸۷
۵	۱۶۴	لبنیات کالبر	۰.۰۹۴	۰.۰۰۲۳	۰.۰۲۱۶
۶	۱۶۸	لیزینگ ایران	۰.۱۰۳	۰.۰۰۰۹	۰.۰۳۳۴
۷	۱۸۰	معادن منگنز ایران	۰.۱۰۷	۰.۰۰۱۳	۰.۰۲۱۵
۸	۲۰۳	پارس سوئیچ	۰.۰۹۳	۰.۰۰۲۷	۰.۰۲۹۰
۹	۲۱۶	پگاه خراسان	۰.۱۰۱	۰.۰۰۳۱	۰.۰۲۷۹
۱۰	۲۳۷	گلوکوزان	۰.۱۰۰	۰.۰۰۳۴	۰.۰۲۰۶
			مجموع	۰.۰۲۲	۰.۲۷۶



شکل (۱): درصد سهم سرمایه‌گذاری هر شرکت با الگوریتم LISFLA در مدل MVCCPO و λ برابر ۰.۲ برای سال ۱۳۹۸

نشان می‌دهد و می‌توان مشاهده کرد که توزیع وزن‌ها نسبتاً یکسان هستند.

مقدار λ برابر ۰٫۵ پرتفو انتخابی الگوریتم LISFLA برای مدل MVCCPO با λ برابر ۰٫۵ در جدول ۲ نشان داده شده

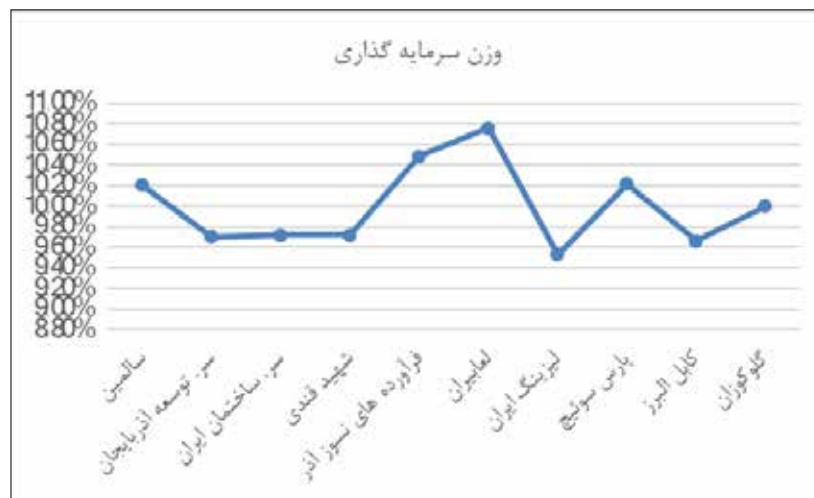
MVCCPO شامل رابطه (۳-۴) را برآورده نمایند، همچنین تنها ۱۰ شرکت در سبدها حضور دارند و این به معنی برآورده شدن رابطه (۲-۴) است. وزن‌های انتخاب شده در بازه $0.01 \leq w_i \leq 10.01$ قرار دارند و در

جدول (۲): پرتفو انتخابی الگوریتم LISFLA برای مدل MVCCPO با λ برابر ۰٫۵ برای سال ۱۳۹۸

ردیف	ایندکس	نام	وزن سرمایه‌گذاری	ریسک	سود بازگشتی
۱	۶۰	سالمین	۰٫۱۰۲	۰٫۰۰۲۳	۰٫۰۲۹۹
۲	۷۱	سر. توسعه آذربایجان	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۲۶۷
۳	۷۸	سر. ساختمان ایران	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۱۸	۰٫۰۱۸۴
۴	۱۲۴	شهید قندی	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۲۹۸
۵	۱۳۹	فرآورده‌های نسوز آذر	۰٫۱۰۵	۰٫۰۰۱۲	۰٫۰۲۵۸
۶	۱۶۵	لعابیران	۰٫۱۰۸	۰٫۰۰۲۲	۰٫۰۲۷۷
۷	۱۶۸	لیزینگ ایران	۰٫۰۹۵	۰٫۰۰۰۴	۰٫۰۳۱۰
۸	۲۰۳	پارس سوئیچ	۰٫۱۰۲	۰٫۰۰۱۱	۰٫۰۳۱۹
۹	۲۱۹	کابل البرز	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۱۷	۰٫۰۲۱۴
۱۰	۲۳۷	گلوکوزان	۰٫۱۰۰	۰٫۰۰۳۱	۰٫۰۳۰۶
		مجموع		۰٫۰۱۷۲	۰٫۲۷۳۱

است. با توجه به اینکه از اینجا توضیحات جدول‌ها مشابه قبل است، صرفاً تفاوت‌ها به بزرگ‌نمایی بازمی‌گردد. از

نتیجه رابطه (۸) ارضاء شده است. شکل شماره (۱) درصد سهم سرمایه‌گذاری هر شرکت را به صورت نمودار میله‌ای



شکل (۲): درصد سهم سرمایه‌گذاری هر شرکت با الگوریتم LISFLA در مدل MVCCPO و λ برابر ۰٫۵ برای سال ۱۳۹۸

شماره (۲) درصد سرمایه‌گذاری روی هر شرکت نشان داده شده است و می‌توان مشاهده کرد که توزیع وزن‌ها تقریباً یکسان است.

مقدار ۱۱ برابر ۰٫۸

پرتفوی انتخابی الگوریتم LISFLA برای مدل MVCCPO با ۱۱ برابر ۰٫۸ در جدول ۳ نشان داده شده است. از مقایسه

مقایسه جدول شماره (۱) با جدول شماره (۲) می‌توان مشاهده کرد که با افزایش مقدار ۱۱ ریسک کاهش یافته است. همچنین بازده سهام با توجه به اینکه به ریسک توجه شده است، کاهش یافته است. از سوی دیگر، با توجه کردن به ریسک برخی شرکت‌های جدول شماره (۲) با جدول شماره (۱) به صورت مشترک می‌شوند. تعداد ۶ شرکت مشترک بین این دو جدول وجود دارد. در شکل

جدول (۳): پرتفوی انتخابی الگوریتم LISFLA برای مدل MVCCPO با ۱۱ برابر ۰٫۸ برای سال ۱۳۹۸

ردیف	ایندکس	نام	وزن سرمایه‌گذاری	ریسک	سود بازگشتی
۱	۴۲	دارو جابراین حیان	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۱۳۶
۲	۵۵	ریخته‌گری تراکتور	۰٫۱۰۲	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۲۳۷
۳	۶۰	سالمین	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۲۸۳
۴	۶۷	سر. ایران خودرو	۰٫۱۰۱	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۲۲۹
۵	۷۱	سر. توسعه آذربایجان	۰٫۰۹۷	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۲۶۶
۶	۸۰	سر. سایپا	۰٫۰۹۹	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۱۱۹
۷	۱۲۴	شهید قندی	۰٫۱۱۱	۰٫۰۰۱۳	۰٫۰۳۳۹
۸	۱۶۸	لیرینگ ایران	۰٫۱۰۰	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۳۲۷
۹	۲۰۳	پارس سوئیچ	۰٫۰۹۸	۰٫۰۰۱۵	۰٫۰۳۰۶
۱۰	۲۱۸	چرخشگر	۰٫۰۹۹	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۱۵۵
		مجموع		۰٫۰۰۷۷	۰٫۲۳۹۸



شکل (۳): درصد سهم سرمایه‌گذاری هر شرکت با الگوریتم LISFLA در مدل MVCCPO و ۱۱ برابر ۰٫۸.

از آنجا که نرخ بازده تنها میزان سود را نشان می‌دهد و میزان ریسک پذیرفته شده برای کسب آن سود دیده نمی‌شود، نمی‌توان آن را معیار کاملی برای ارزیابی عملکرد پورترفوی دانست. همین عامل سبب معرفی شاخص شارپ توسط ویلیام شارپ شد. نسبت شارپ یکی از متداول‌ترین شاخص‌های ارزیابی سرمایه‌گذاری است. این معیار در واقع مازاد بازده پورترفوی نسبت به بازده یک دارایی بدون ریسک را به ازای هر واحد ریسکی که سرمایه‌گذار پذیرفته است، نشان می‌دهد. این شاخص مشخص می‌کند که سرمایه‌گذار برای ریسک اضافی ناشی از نگهداری دارایی ریسکی تا چه اندازه سود برده است؛ به عبارت دیگر، نسبت شارپ بیان می‌کند آیا سود به دست آمده ناشی از تصمیم هوشمندانه سرمایه‌گذاری است یا نتیجه پذیرش ریسک بیشتر. منظور از ریسک در نسبت شارپ، ریسک کل است که دو بخش ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک را دربر می‌گیرد. هرچه نرخ شارپ بیشتر باشد بهتر است؛ زیرا بازده تعدیل شده بیشتری برای هر واحد ریسک وجود دارد. اگر این شاخص منفی باشد به این معنی است که دارایی بدون ریسک، بازده بیشتری نسبت به پورترفوی مورد بررسی داشته است.

با جداول حالت‌های قبل می‌توان مشاهده کرد که با افزایش مقدار λ ریسک کاهش یافته است و بازده سهام با توجه به اینکه به ریسک توجه شده، کاهش یافته است. در شکل شماره (۳) درصد سرمایه‌گذاری بر روی هر شرکت نشان داده شده است، لذا می‌توان مشاهده کرد که توزیع وزن‌ها تقریباً یکسان است. در اینجا نیز برخی شرکت‌ها با حالات‌های قبلی مشترک هستند.

۵- نتیجه‌گیری

در جدول شماره (۴) میزان ریسک و بازده سهام سبد سهام انتخاب شده توسط الگوریتم LISFLA نشان داده شده است. همان طور که انتظار می‌رفت با افزایش پارامتر λ ریسک و بازده سهام هر دو تقریباً در همه حالات کاهش پیدا می‌کنند و این اولین نشانه حل درست مسئله توسط الگوریتم جهش قورباغه است. با تغییر مقدار λ می‌توان بنا به سلیقه سرمایه‌گذار پرتفوی‌های مختلفی تولید نمود. هر چقدر مقدار λ به سمت یک نزدیک تر باشد، بیان کننده حداقل شدن ریسک است و هر چه λ به سمت صفر نزدیک شود، نشان دهنده توجه بیشتر به بازده سهام است.

جدول (۴): میزان ریسک و بازده سهام سبد سهام انتخاب شده در سال‌های مختلف بنا به سلیقه کاربر

	$\lambda=0.2$		$\lambda=0.5$		$\lambda=0.8$	
	ریسک	بازده سهام	ریسک	بازده سهام	ریسک	بازده سهام
۱۳۹۰	۰.۰۲۲۴۷	۰.۱۶۵۷۰	۰.۰۱۴۵۲	۰.۱۴۱۶۳	۰.۰۰۷۷۵	۰.۱۳۱۸۷
۱۳۹۱	۰.۰۰۸۸۷	۰.۱۰۱۵۸	۰.۰۰۵۵۷	۰.۱۰۶۶۶	۰.۰۰۳۲۹	۰.۰۹۰۸۸
۱۳۹۲	۰.۰۷۴۱۵	۰.۲۳۰۱۴	۰.۰۲۵۳۸	۰.۲۱۰۰۳	۰.۰۰۳۶۱	۰.۱۶۶۵۹
۱۳۹۳	۰.۰۰۷۱۴	۰.۰۸۳۵۲	۰.۰۰۳۹۲	۰.۰۸۳۴۵	۰.۰۰۲۷۸	۰.۰۷۵۱۲
۱۳۹۴	۰.۰۳۰۹۴	۰.۱۰۴۴۳	۰.۰۱۰۶۸	۰.۰۸۵۲۸	۰.۰۰۲۵۲	۰.۰۶۰۱۶
۱۳۹۵	۰.۰۰۵۲۰	۰.۱۱۳۲۲	۰.۰۰۲۹	۰.۱۰۹۸۹	۰.۰۰۱۶۲	۰.۰۹۳۰۲
۱۳۹۶	۰.۰۰۶۰۹	۰.۰۷۰۴۴	۰.۰۰۲۱۴	۰.۰۶۳۳۲	۰.۰۰۱۶۳	۰.۰۶۴۳۳
۱۳۹۷	۰.۰۱۹۲۷	۰.۱۵۷۶۱	۰.۰۱۴۵۹	۰.۱۴۲۴۵	۰.۰۰۶۲۶	۰.۱۱۲۸۹
۱۳۹۸	۰.۰۲۲۳۶	۰.۲۷۵۹۰	۰.۰۱۷۱۹	۰.۲۷۳۱۵	۰.۰۰۷۷۱	۰.۲۳۹۷۷

جدول (۵): معیار شارپ برای پرتفو به صورت سالیانه به ازای λ برابر ۰.۲

$\lambda=0.2$	Risk	Return Rate	Returns-Risks (Excess Return)	Average Returns	Standard Deviation of the Excess Returns	Sharpe
۱۳۹۰	۰.۰۲۲۵	۰.۱۶۵۷	-۰.۱۴۳۲	۰.۰۲۲۵	۰.۱۴۳۲	۰.۱۵۶۹
۱۳۹۱	۰.۰۰۸۹	۰.۱۰۱۶	-۰.۰۹۲۷	۰.۰۱۵۷	۰.۰۳۵۷	۰.۴۳۸۸
۱۳۹۲	۰.۰۷۴۱	۰.۲۳۰۱	-۰.۱۵۶	۰.۰۳۵۲	۰.۰۳۳۵	۱.۰۵۰۷
۱۳۹۳	۰.۰۰۷۱	۰.۰۸۳۵	-۰.۰۷۶۴	۰.۰۲۸۲	۰.۰۳۸۵	۰.۷۳۱۳
۱۳۹۴	۰.۰۳۰۹	۰.۱۰۴۴	-۰.۰۷۳۵	۰.۰۲۸۷	۰.۰۳۸۶	۰.۷۴۳۴
۱۳۹۵	۰.۰۰۵۲	۰.۱۱۳۲	-۰.۱۰۸۰	۰.۰۲۴۸	۰.۰۳۴۶	۰.۷۱۷۷
۱۳۹۶	۰.۰۰۶۱	۰.۰۷۰۴	-۰.۰۶۴۳	۰.۰۲۲۱	۰.۰۳۵۶	۰.۶۲۰۷
۱۳۹۷	۰.۰۱۹۳	۰.۱۵۷۶	-۰.۱۳۸۳	۰.۰۲۱۸	۰.۰۳۵۴	۰.۶۱۴۷
۱۳۹۸	۰.۰۲۲۴	۰.۲۷۵۹	-۰.۲۵۳۵	۰.۰۲۱۸	۰.۰۵۹۱	۰.۳۶۹۲

تایید می‌شود زیرا که در جدول شماره (۴) سبد بهینه سهام جهت سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر و ریسک‌گریز در سال‌های مختلف حاصل شده است. فرضیه دوم پژوهش که بیان داشت «پرتفوی سهام سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر نسبت به پرتفوی سهام سرمایه‌گذاران محتاط دارای عملکرد بالاتری است». در جدول‌های شماره (۵)، (۶) و (۷) مورد بررسی قرار گرفت که در سال‌های مختلف با توجه به

در جدول‌های شماره (۵) تا (۷) معیار شارپ محاسبه شده برای این ۹ سال به همراه جزییات نحوه محاسبه آن نشان داده شده است. هر چه معیار شارپ بزرگ‌تر باشد، نشان دهنده بازدهی بهتر سبد سهام انتخابی است. با توجه به تحلیل آماری انجام شده نتایج نشان می‌دهد که فرضیه اول پژوهش «روش یادگیری ماشین توانایی تشکیل پرتفوی سهام به صورت سالانه را دارد».

جدول (۶): معیار شارپ برای پرتفو به صورت سالیانه به ازای λ برابر ۰.۵

$\lambda=0.5$	Risk	Return Rate	Returns-Risks (Excess Return)	Average Returns	Standard Deviation of the Excess Returns	Sharpe
۱۳۹۰	۰.۰۱۴۵	۰.۱۴۱۶	-۰.۱۲۷۱	۰.۰۱۴۵	۰.۱۲۷۱	۰.۱۱۴۲
۱۳۹۱	۰.۰۰۵۶	۰.۱۰۶۷	-۰.۱۰۱۱	۰.۰۱۰۰	۰.۰۱۸۴	۰.۵۴۵۸
۱۳۹۲	۰.۰۲۵۴	۰.۲۱۰۰	-۰.۱۸۴۶	۰.۰۱۵۲	۰.۰۴۲۸	۰.۳۵۴۵
۱۳۹۳	۰.۰۰۳۹	۰.۰۸۳۴	-۰.۰۷۹۵	۰.۰۱۲۳	۰.۰۴۵۴	۰.۲۷۱۹
۱۳۹۴	۰.۰۱۰۷	۰.۰۸۵۳	-۰.۰۷۴۶	۰.۰۱۰	۰.۰۴۴۹	۰.۲۶۷۵
۱۳۹۵	۰.۰۰۲۹	۰.۱۰۹۹	-۰.۱۰۷۰	۰.۰۱۰۵	۰.۰۴۰۳	۰.۲۶۰۷
۱۳۹۶	۰.۰۰۲۱	۰.۰۶۳۳	-۰.۰۶۱۲	۰.۰۰۹۳	۰.۰۴۱۵	۰.۲۲۴۰
۱۳۹۷	۰.۰۱۴۶	۰.۱۴۲۴	-۰.۱۲۷۹	۰.۰۱۰۰	۰.۰۳۹۳	۰.۲۵۳۶
۱۳۹۸	۰.۰۱۷۲	۰.۲۷۳۱	-۰.۲۵۶۰	۰.۰۱۰۸	۰.۰۶۱۵	۰.۱۷۴۹

جدول (۷): معیار شارپ برای پرتفو به صورت سالیانه به ازای λ برابر ۰٫۸

$\lambda=0.8$	Risk	Return Rate	Returns-Risks (Excess Return)	Average Returns	Standard Deviation of the Excess Returns	Sharpe
۱۳۹۰	۰٫۰۰۷۷	۰٫۱۳۱۹	-۰٫۱۲۴۱	۰٫۰۰۷۷	۰٫۱۲۴۱	۰٫۰۶۲۴
۱۳۹۱	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۹۰۹	-۰٫۰۸۷۶	۰٫۰۰۵۵	۰٫۰۲۵۸	۰٫۲۱۳۷
۱۳۹۲	۰٫۰۰۳۶	۰٫۱۶۶۶	-۰٫۱۶۳۰	۰٫۰۰۴۹	۰٫۰۳۷۷	۰٫۱۲۹۶
۱۳۹۳	۰٫۰۰۲۸	۰٫۰۷۵۱	-۰٫۰۷۲۳	۰٫۰۰۴۴	۰٫۰۴۰۵	۰٫۱۰۷۷
۱۳۹۴	۰٫۰۰۲۵	۰٫۰۶۰۲	-۰٫۰۵۷۶	۰٫۰۰۴۰	۰٫۰۴۲۶	۰٫۰۹۳۷
۱۳۹۵	۰٫۰۰۱۶	۰٫۰۹۳۰	-۰٫۰۹۱۴	۰٫۰۰۳۶	۰٫۰۳۸۳	۰٫۰۹۳۹
۱۳۹۶	۰٫۰۰۱۶	۰٫۰۶۴۳	-۰٫۰۶۲۷	۰٫۰۰۳۳	۰٫۰۳۷۶	۰٫۰۸۸۱
۱۳۹۷	۰٫۰۰۶۳	۰٫۱۱۲۹	-۰٫۱۰۶۶	۰٫۰۰۳۷	۰٫۰۳۵۱	۰٫۱۰۴۹
۱۳۹۸	۰٫۰۰۷۷	۰٫۲۳۹۸	-۰٫۲۳۲۱	۰٫۰۰۴۱	۰٫۰۵۶۱	۰٫۰۷۳۷

نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد، الگوریتم جهش قورباغه توانایی مناسبی جهت تعیین سبد بهینه سهام در پارامترهای متفاوت و با در نظر گرفتن وضعیت تقبل ریسک سرمایه‌گذار برخوردار باشند. بنابراین توانایی بالای این روش بر اساس نتایج مشهود می‌باشد و می‌تواند به عنوان یک مدل کاربردی به منظور انتخاب پرتفوی سهام با حداکثر بازدهی با ریسک پایین، مورد استفاده قرار گیرد. مطالعات گوناگون نقش و کاربرد الگوریتم های هوش مصنوعی در انتخاب بهینه سبد سهام، تایید کرده است که از جمله نتایج پژوهش جانگ فنگ دینگ و همکاران (۲۰۱۳)، پاریستودولو (۲۰۰۴)، افشار کاظمی و همکاران (۱۳۹۳)، اسلامی بیدگلی و طیبی (۱۳۹۳)، علیشاهی و اعظمی (۱۳۹۷) و چانگ ولی (۲۰۱۶) مرتبط می‌باشد، با تحقیق حاضر مرتبط است.

نسبت شارپ نتایج مختلفی حاصل شد و به طور یقین قطع نمی‌توان اعلام کرد سبد بهینه سهام توسط کدام سرمایه‌گذار عملکرد بهتری دارد.

در امر سرمایه‌گذاری سهام، انتخاب سبد بهینه سهام از جمله مهم‌ترین موارد قابل توجه 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. توانایی تشکیل سبد بهینه سهام را دارد. در این تحقیق با استفاده از الگوریتم جهش قورباغه و با در نظر گرفتن ریسک و بازده مورد انتظار ۲۳۷ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸، بهترین سبد سهام با توجه به تعاملات بین ریسک و بازده مشخص گردیده است. از این رو بر اساس

منابع

- ابزری، مهدی؛ کتابی، سعیده؛ عباسی، عباس. (۱۳۸۴). بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی و ارائه ی یک مدل کاربردی. *مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز*. ۲۲(۲)، ۱۷-۱.
- ابزری، مهدی؛ میرشمس شهشهانی، مرتضی؛ جمعی، حسین. (۱۳۸۵). استراتژی های سرمایه در گردش در شرکت های داروسازی. *مجله دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان*.
- آذر، عادل؛ معماربانی، عزیزا... (۱۳۷۶). برنامه ریزی شولاتکنیکی نوین برای برنامه ریزان. *نشریه علمی دانشگاه شاهد*، ۹ و ۱۰.
- امیری، مقصود؛ شریعت پناهی، مجید؛ بناکار، محمد هادی. (۱۳۸۹). انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از تصمیم گیری چند معیاره. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۱۱(۳)، ۲۴-۵.
- اسلامی بیدگلی، غلامرضا؛ طیبی ثانی، احسان. (۱۳۹۳). بهینه سازی سبد سرمایه گذاری بر اساس ارزش در معرض ریسک. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۸، ۱۸۳-۱۶۳.
- رایلی، فرانک؛ براون، کیت (۱۳۸۵). تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری و مدیریت سبد اوراق بهادار. رایلی، (غلامرضا اسلامی بیدگلی، فرشاد هبیتی، فریدون رهنمای رودپشتی)، تهران: انتشارات پژوهشکده امور اقتصادی.
- افشارکازم، محمد علی؛ فلاح شمس، میرفیض؛ کارگر، مرضیه. (۱۳۹۳). تدوین مدلی جدید برای بهینه سازی پرتفوی بورس با استفاده از روش مارکوییتز و اصلاح آن توسط مدل کسینوس ها و حل آن توسط الگوریتم ژنتیک. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۸، ۱۰۴-۸۰.
- بیات، علی؛ اسدی، لیدا. (۱۳۹۶). بهینه سازی پرتفوی سهام: سودمندی الگوریتم پرندگان و مدل مارکوییتز. *فصلنامه مدیریت مالی و اوراق بهادار*، ۸(۳۲)، ۸۵-۶۳.
- پاک مرام، عسگر؛ بحری ثالث، جمال، ولی زاده، مصطفی. (۱۳۹۶). انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک. با بهره گیری از مدل میانگین-نیمه واریانس مارکوییتز. *فصلنامه مدیریت مالی و اوراق بهادار*، ۸(۳۱)، ۴۲-۱۹.
- سن جو، شی زو؛ فوشی می، تامی؛ فوجی تا، سی ایچی. (۱۳۷۸). تحلیل بهره وری و سودآوری، (سید عباس جوادی)، تهران انتشارات نوادر.
- عباس نژاد، علی اکبر. (۱۳۸۰). ارزیابی مالی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. پایان نامه منتشر نشده دانشگاه امام صادق.
- عبدالعلی زاده شهیر، سیمین؛ عشقی، کوروش. (۱۳۸۲). کاربرد الگوریتم ژنتیک در انتخاب یک مجموعه دارایی از سهام بورس اوراق بهادار. *فصلنامه پژوهش های اقتصادی*، ۱۹۲-۱۷۵.
- قائمی، محمد حسین؛ قیطاسوند، محمود؛ توجیکی، محمود. (۱۳۸۲). تاثیر هموارسازی سود بر بازده سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *بررسی های حسابداری و حسابرسی*، ۳۳.
- قندهاری، مهسا؛ شمشیری، عظیمه؛ فتحی، سعید. (۱۳۹۶). بهینه سازی سبد سهام بر مبنای روش های تخمین ناپارامتریک، *فصلنامه مدیریت تولید و عملیات*، ۸، (۱۴)، ۱۸۴-۱۷۵.
- مولایی، محمد علی؛ طالبی، آرش. (۱۳۸۹). بررسی کاربرد الگوریتم ابتکاری ترکیبی ژنتیک و نلدرمید در بهینه سازی پورتفوی. *جستارهای اقتصادی ایران*، ۷(۱۴)، ۲۱۴-۱۷۱.
- نمازی، محمد؛ غفاری، محمد جواد. (۱۳۹۴). بررسی اهمیت و نقش اطلاعات توانایی مدیران و نسبت های مالی به عنوان معیاری در انتخاب سبد بهینه سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (با استفاده از تحلیل پوششی داده ها). *فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مالی*، ۷(۶۲).
- Ayub, U., Shah, S. Z. A., & Abbas, Q. (2015). Robust analysis for downside risk in portfolio management for a volatile stock market. *Economic Modelling*, 44, 86-96.
- Chiam, S. C., Tan, K. C., & Mamun, A. A. (2009). A memetic model of evolutionary PSO for computational finance applications. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 3695-3711.

- Levy, H., & Levy, M. (2014). The benefits of differential variance-based constraints in portfolio optimization. *European Journal of Operational Research*, 234(2), 372-381.
- Papahristodoulou, C., & Dotzauer, E. (2004). Optimal portfolios using linear programming models. *Journal of the Operational research Society*, 55(11), 1169-1177.
- Paquin, J. P., Gauthier, C., & Morin, P. P. (2016). The downside risk of project portfolios: The impact of capital investment projects and the value of project efficiency and project risk management programmes. *International journal of project management*, 34(8), 1460-1470.
- Tong, L. I. (2016). Empirical Research of asset growth and future stock returns based on China stock market. *Management Science and Engineering*, 10(1), 33-37.
- Yin, P. Y., & Wang, J. Y. (2006). A particle swarm optimization approach to the nonlinear resource allocation problem. *Applied mathematics and computation*, 183(1), 232-242.

Stock portfolio optimization through artificial intelligence algorithm: comparison of stock portfolio in terms of risk-taking and investor caution

A b s t r a c t

The process of selecting stock portfolios for investment is one of the issues that has been considered by many researchers. 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, investors are studied to select the best investment portfolio according to the amount of risk and return. The purpose of this research is to create an intelligent model for selecting the optimal stock portfolio using research algorithms. The proposed model examines the different types of investments that an investor can and is willing to consider in order to form his or her investment portfolio. For this purpose, the expected risk and return of companies listed on the Tehran Stock Exchange have been examined on a monthly basis. The statistical sample of the research includes the financial data of 237 Iranian stock exchange companies during the years 1390 to 1398. The results show that the LISFLA algorithm is able to select a portfolio using the Marquis model for risk-averse and risk-averse investors.

Keywords: stock portfolio, risk, return, frog algorithm