5th National Conference on Management & Humanistic Science Research in Iran
5 July 2018 - Tehran University
پنجمین همایش ملی پژوهش های مدیریت و علوم انسانی در ایران
۱۴ تیر ۱۳۹۷ دانشگاه تهران

بهینه سازی پرتفوی چند هدفه با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری در بورس اوراق بهادار تهران

سید مرتضی نظاری
رضا عیوض لو
مصطفی حبیبی

چکیده

بیشتر مسائل بهینه سازی در جهان واقعی دارای چند هدف می باشند که معمولا با یکدیگر در تضاد هستند. سرمایه گذاران در بازار سرمایه نیز برای بهینه سازی سبد سهام چند هدف را با هم دنبال می کنند. هدف اصلی این مقاله بهینه سازی پرتفوی چند هدفه با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری در بورس اوراق بهادار تهران بود. نمونه آماری این مطالعه شامل ۳۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۴ می باشد. برای این منظور ابتدا با استفاده از مدل خودهمبسته میانگین متحرک انباشته (ARIMA) به مدلسازی سری بازدهی پرداخته شد. سپس به منظور بررسی ریسک سبد دارایی ابتدا بر اساس مدل های خودهمبسته واریانس همسان شرطی (GARCH) منطبق بر رویکرد مارکوئیتز به محاسبه ریسک پرداخته شد. همچنین نتایج این پژوهش نشان می دهد که الگوریتم رقابت استعماری در تشکیل پرتفوی سهام به گونه ای موفق عمل میکند. با توجه به یافته های تحقیق، کاربرد الگوریتم رقابت استعماری در انتخاب و بهینه سازی سبد سهام تأیید و توصیه می شود. عملکرد موفق این الگوریتم در برتری مستمر نسبت به پورتفوی بازار گواهی است بر ادعای سازگاری آنها با مسئله، که غیر قابل چشم پوشی و غیر قابل انکار است.

واژه های کلیدی: ریسک، بازدهی، بهینه سازی، سبد دارایی، الگوریتم رقابت استعماری.

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

وجود یک بازار سرمایه فعال و پر رونق بعنوان یکی از نشانه‌های توسعه یافتگی کشورها، در سطح بین المللی شناخته می‌شود. در چنین کشورهایی اکثر سرمایه گذاری‌ها از طریق بازارهای مالی انجام می پذیرد و مشارکت فعال افراد جامعه در بورس تضمین کننده حیات بازار سرمایه و توسعه پایدار کشور خواهد بود. در مشارکت فعال افراد جامعه در بازارهای سرمایه، عمده ترین مساله که هر یک از سرمایه گذاران با آن مواجه هستند. تصمیم گیری در جهت انتخاب اوراق بهادار مناسب برای سرمایه گذاری و تشکیل سبد بهینه سهام است.[1]

در بازارهای مالی، افراد و سازمان‌هایی که کسری منابع مالی دارند، با افراد و سازمان هایی که دارای مازاد منابع مالی هستند، رو به رو می‌شوند. تخصیص مناسب منابع مالی در بازار سرمایه، از جمله بازار بورس یکی از مهمترین مسائل روز است. تخصیص درست منابع نیازمند زمینه‌های مناسب سرمایه‌گذاری از یک طرف و ابزارها و تکنیک‌های تحلیل مناسب از طرف دیگر می‌باشد. یک تخصیص مناسب می‌تواند اطمینان خاطر سرمایه‌گذار را به دنبال داشته باشد و کارایی را نیز در بازار افزایش دهد. تشکیل و بهینه سازی سبد سهام در بازارهای مالی موجب کاهش ریسک غیرسیستماتیک سرمایه‌گذاری است و عملکرد سرمایه‌گذاری را به شدت افزایش می‌بخشد. هم اکنون بسیاری از فعالان بازار سرمایه از روش‌ها، نرم‌افزارها و رویکردهای سنّتی برای تشکیل سبد سهام استفاده می‌کنند.[2]

چگونگی تنوع بخشی و بهینه سازی پورتفوی با توجه به این قیود و اتخاذ استراتژی های مربوطه، محل بحث می‌باشد. سال‌هاست در حل چنین مسائل پیچیده ای، ریاضیات پیشرفته و کامپیوترها به کمک انسان شتافته‌اند تا هر چه بیشتر وی را در بیرون آوردن از شرایط عدم اطمینان محیطی و ابهام یاری رسانند. از جمله روش‌هایی که در سال‌های اخیر در حل بسیاری مسائل بهینه سازی، گره‌گشای ابهامات بشر بوده است و در پاسخ به مسائل پیچیده رویکردی موفّق داشته است، روش ها و الگوریتم های موسوم به ابتکاری است. روش‌های ابتکاری که با هدف رفع کاستی‌های کلاسیک‌های بهینه سازی معرفی شدند با جستجویی جامع و تصادفی، احتمال دستیابی به نتایج بهتر را تا حد زیادی تضمین میکنند. از جمله این الگوریتم‌ها میتوان به الگوریتم رقابت استعماری اشاره کرد. هدف این مقاله بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری در تعیین سبد بهینه دارایی با رویکرد چند هدفه می‌باشد. این

[1] . Gupta, P., Mehlawat, M.K., Saxena, 2008
[2] . Szego, 2011

Archive of SID
www.SID.ir

پژوهش تعیین میکند تا برای حصول یک پرتفوی بهینه چه سهمی و به چه میزان می بایست در تشکیل سبد مشارکت داشته باشد.

ساختار مقاله حاضر از پنج بخش تشکیل شده است. در ادامه و در بخش دوم به بررسی ادبیات تحقیق و مروری بر مطالعات پیشین پرداخته شده است. در بخش سوم به روش شناسی پرداخته شده است. بخش چهارم اختصاص به مدل تجربی تحقیق داشته است. در نهایت در بخش انتهایی به بررسی نتیجه گیری و پیشنهادات پرداخته شده است.

۲. ادبیات تحقیق و مروری بر مطالعات پیشین

بحث سرمایه گذاری در اوراق بهادار و تحلیل آن در دو چارچوب کلّی و متفاوت تقسیم بندی می گردد:

۱. تجزیه و تحلیل و گزینش اوراق بهادار به طور جداگانه؛ که در بر گیرنده تخمین مزایای تک تک سرمایه گذاری ها به طور جداگانه و انفرادی، با استفاده از ابزارها و روش های تحلیل بنیادی و تکنیکی است، که به نوبه خود چهار مرحله تحلیل اقتصاد، صنعت، زیرگروه صنعتی و شرکت را شامل می شود.

۲. تشکیل سبد نظام یافته و مدیریت پورتفوی؛ که شامل تجزیه و تحلیل ترکیب سرمایه گذاری ها و مدیریت نگهداری مجموعه ای از سرمایه گذاری ها بوده، مباحثی همچون نظریه نوین پورتفوی، نظریه بازار سرمایه، فرضیه بازار کارا، مدل‌های شاخصی و مقیاس‌های ارزیابی عملکرد را در بر می‌گیرد.

مسئله انتخاب مجموعه بهینه‌ای از دارایی ها، یکی از نظریه های بازار سرمایه است که اهمیت خاصی نیز در مباحث اقتصاد خرد و کلان دارد. در اقتصاد کلان، سرمایه گذاری یکی از شاخص‌های مهم محسوب شده، نقش تعیین کننده‌ای در رشد و توسعه اقتصادی ایفا می‌کند. در اقتصاد خرد نیز اهمیت تصمیمات سرمایه گذاری ناشی از این مسئله است که در واقع فرد سرمایه گذار، مصرف امروز را به امید مصرف بیشتر، به زمانی در آینده مؤکول میکند. در واقع، فرد، سرمایه گذاری می‌کند تا رفاه و آسایش فعلی و آتی خود را بهبود بخشد، و تصمیم بهینه سرمایه‌گذاری، میزان مطلوبیت مورد انتظار سرمایه گذار را از مصرف آتی بیشینه می‌نماید.

ریسک و بازده، معیارهایی هستند که میزان مطلوبیت سرمایه گذار از انتخاب مجموعه دارایی‌های سرمایه گذاری را مشخص می کنند. مجموعه دارایی‌های سرمایه گذاری هر سرمایه گذار، با توجه به شرایط وی، افق زمانی، ریسک و میزان جریان نقدی مورد انتظار وی متفاوت است و در مدیریت پورتفوی، هدف، انتخاب مجموعه ای از سهام است به نحوی که ریسک حداقل و بازده حداکثر گردد.

Archive of SID
www.SID.ir

انتخاب یک مجموعه از سهام، معمولاً با تعامل بین ریسک و بازده مطرح می شود؛ هر چه ریسک سبد سهام بیشتر باشد، احتمال دریافت بازده بالاتر بیشتر خواهد بود. در دنیای واقعی، درجه ریسک پذیری افراد با یکدیگر متفاوت است و بازده دارایی های مختلف نیز، به دلیل وجود عوامل متعدد مؤثر بر آن، به طور مطلق قابل پیش بینی نیست. به دلیل اینکه سرمایه گذاران نمی توانند در مورد آینده مطمئن باشند، لذا اگر مایلند ریسک خود را کاهش دهند، باید به متنوع سازی یا پرگونه سازی پورتفوی خود مبادرت ورزند. متنوع سازی تا آن اندازه اهمیت دارد که می توان گفت نخستین قاعده مدیریت پورتفوی، پرگونه سازی است (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

مدل مارکویتز با استفاده از مدل‌های برنامه ریزی ریاضی قابل حل می‌باشد، ولی وقتی محدودیت های جهان واقعی همچون تعداد زیاد سرمایه ها، محدودیت‌های مقادیر وزنی سهام و غیره به آن افزوده می‌شود فضای جستجوی آن بسیار بزرگ و ناپیوسته می گردد، که عملا استفاده از مدل‌های ریاضی را ناممکن می‌سازد. بنابراین نیاز به الگوها و مدل‌های غیر خطی برای شناسایی رفتار سهام تاثیر بسزائی در پیش بینی آتی سهام و اتخاذ تصمیم مناسب دارد. اخیراً روش های ابتکاری جدیدی برای حل اینگونه مسائل مدنظر قرار گرفته است.

تئوری بهینه سازی شامل مطالعات کمی بهینه ها و روش یافتن آنهاست. همچنین بهینه به عنوان یک واژه فنّی، دلالت بر اندازه گیری کمی و تحلیل ریاضی دارد، در حالی که واژه بهترین، دارای دقّت کمتر بوده و بیشتر برای امور روزمره استفاده می شود. در مقایسه الگوریتم های بهینه سازی دو معیار همگرایی و عملکرد مطرح می شود. بعضی از الگوریتم ها دارای همگرایی بوده ولی ممکن است عملکرد ضعیفی داشته باشند، یعنی فرآیند بهبود آنها از کارایی و سرعت لازم برخوردار نباشد؛ برعکس بعضی دیگر از الگوریتم‌ها همگرایی نداشته ولی عملکرد آنها خیلی خوب است. میتوان هدف از فرآیندهای جستجو را در سه دسته خلاصه نمود: بهینه‌سازی، یافتن جواب عملی و شبه بهینه‌سازی. در سال های اخیر، بهینه سازی با استفاده از روش های ابتکاری توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است.

الگوریتم رقابت استعماری یکی از جدیدترین الگوریتم‌های بهینه سازی تکاملی است. همانگونه که از نام آن بر می آید، این الگوریتم بر مبنای مدلسازی فرآیند اجتماعی–سیاسی پدیده استعمار بنا نهاده شده است. از این جهت در نوع خود یک الگوریتم جدید و قابل رقابت با سایر الگوریتم های تکاملی از جمله الگوریتم های ژنتیک، الگوریتم کوچ پرندگان، کولونی مورچگان و ... می باشد. از جهت کاربرد نیز تاکنون در حل مسائل زیادی در زمینه بهینه سازی از جمله در مهندسی برق، کامپیوتر، صنایع، مکانیک، و ... استفاده شده است. دلیل استقبال بالا از این الگوریتم علاوه

Archive of SID
www.SID.ir

بر کارایی بالای آن، بیشتر به جنبه نوآوری و جدید و جذّاب بودن آن برای متخصصین حوزه بهینه سازی باز می‌گردد. این الگوریتم در سال ۱۳۸۷ توسط آتشپز (آتشپز، ۱۳۸۷) معرفی شد و توجه بسیاری از متخصصین را به خود جلب نموده است. کاربرد این روش در بهینه‌سازی مسائل مدیریتی، مالی و اقتصادی بسیار نو می باشد، به طوریکه هنوز نمی توان هیچ کاربردی از آن در بهینه سازی پورتفوی یافت. این الگوریتم علاوه بر نو بودن دارای خصوصیات دیگری از جمله کارایی بالا، سرعت مناسب، پارامترهای درونی متنوع جهت دستکاری برای بهبود پاسخ و ... است که انگیزه اصلی انتخاب آن برای بهینه سازی پورتفوی بوده است.

این الگوریتم که از مدلسازی ریاضی رقابت های امپریالیستی الهام گرفته شده است، الگوریتمی برای جستجوی عام است. به طور خلاصه، این الگوریتم، از چندین کشور در حالت اولیه شروع می‌شود. کشورها در حقیقت جواب‌های ممکن مسئله هستند و معادل کروموزوم در الگوریتم ژنتیک و ذره در بهینه سازی گروه ذرات هستند. همه کشورها، به دو دسته تقسیم می‌شوند: استعمارگر (امپریالیست) و مستعمره. کشورهای استعمارگر با اعمال سیاست جذب (همگون سازی) در راستای محورهای مختلف بهینه‌سازی، کشورهای مستعمره را به سمت خود می‌شکند. رقابت امپریالیستی در کنار سیاست همگون سازی، هسته اصلی این الگوریتم را تشکیل میدهد و باعث می‌شود که کشورها به سمت بهینه (معمولاً مینیمم) مطلق تابع حرکت کنند. در این روش، به استعمار به عنوان جزئی لاینفک از سیر تکامل تاریخی انسان نگریسته شده و از چگونگی اثرگذاری آن بر کشورهای استعمارگر و مستعمره و نیز کل تاریخ، به عنوان منبع الهام یک الگوریتم کارا و نو در زمینه محاسبات تکاملی استفاده شده است.

در بهینه سازی، هدف، یافتن یک جواب بهینه بر حسب متغیرهای مسئله است؛ آرایه‌ای از متغیرهای مسئله که باید بهینه شوند، ایجاد میشوند. در الگوریتم ژنتیک این آرایه، کروموزوم نامیده میشود. در اینجا نیز کشور نامیده می شود. در یک مسئله بهینه سازی n بعدی، یک کشور، آرایه ای $1 \times n$ می باشد:

$$\text{Country} = [P_1, P_2, \dots, P_{Nvar}]$$

در حقیقت، در حل یک مسئله بهینه سازی توسط الگوریتم معرفی شده، ما به دنبال بهترین کشور (کشوری با بهترین ویژگی های اجتماعی سیاسی) هستیم. یافتن این کشور در حقیقت معادل یافتن بهترین پارامترهای مسئله است که کمترین مقدار تابع هزینه را تولید می کنند. هزینه یک کشور همانند ژنتیک و PSO با تابع ارزیابی مشخص می شود. در شروع، تعدادی کشور تولید میشوند، سپس، بر اساس برآورد هزینه آنها به واسطه تابع ارزیابی، تعدادی از آنها به عنوان امپراطوری و بقیه به عنوان مستعمره انتخاب می شوند (تعیین تعداد امپراطوری ها، مستعمرات و کشورهای اولیه، از پارامترهای مسئله بوده، در اختیار کاربر است)، سپس با استفاده از عملگرهای تصادفی و در نظر گرفتن

Archive of SID
www.SID.ir

هزینه های امپراطوری ها، مستعمرات بین آنها تقسیم میشوند. با داشتن حالت اولیه تمام امپراطوری‌ها و تقسیم مستعمرات، الگوریتم رقابت استعماری شروع می شود. روند تکامل در یک حلقه قرار دارد که تا برآورده شدن یک شرط توقف، ادامه می یابد.

برای شروع الگوریتم، تعداد $N_{country}$ کشور اولیه را ایجاد می کنیم. N_{imp} تا از بهترین اعضای این جمعیت (کشورهای دارای کمترین مقدار تابع هزینه) را به عنوان امپریالیست انتخاب می کنیم، باقیمانده N_{col} تا از کشورها، مستعمراتی را تشکیل می دهند که هرکدام به یک امپراطوری تعلق دارند .برای تقسیم مستعمرات اولیه بین امپریالیست ها، به هر امپریالیست، تعدادی از مستعمرات را که این تعداد، متناسب با قدرت آن است، می دهیم .برای انجام این کار، با داشتن هزینه همه امپریالیست ها، هزینه نرمالیزه آن ها را به صورت زیر در نظر می گیریم.

$$C_n = mac\{c_i\} - c_n$$

که در آن c_n هزینه امپریالیست nام، $mac\{c_i\}$ بیشترین هزینه میان امپریالیست ها و c_n هزینه نرمالیزه شده این امپریالیست، می باشد. هر امپریالیستی که دارای هزینه بیشتری باشد (امپریالیست ضعیفتری باشد)، دارای هزینه نرمالیزه کمتری خواهد بود .با داشتن هزینه نرمالیزه، قدرت نسبی نرمالیزه هر امپریالیست، به صورت زیر محاسبه شده و بر مبنای آن، کشورهای مستعمره، بین امپریالسیت ها تقسیم می شوند.

$$P_n = \left| \frac{c_n}{\sum_{i=1}^{N_{imp}} c_i} \right|$$

از یک دید دیگر، قدرت نرمالیزه شده یک امپریالیست، نسبت مستعمراتی است که توسط آن امپریالیست اداره می شود .بنابراین تعداد اولیه مستعمرات یک امپریالیست برابر خواهد بود با:

$$N.c_n = rand\{p_n, (N_{col})\}$$

که در آن $N.c_n$ تعداد اولیه مستعمرات یک امپراطوری و N_{col} نیز تعداد کل کشورهای مستعمره موجود در جمعیت کشورهای اولیه است. $rand$ نیز تابعی است که نزدیک ترین عدد صحیح به یک عدد اعشاری را می دهد. با در نظر گرفتن $N.c_n$ برای هر امپراطوری، به این تعداد از کشورهای مستعمره اولیه را به صورت تصادفی انتخاب کرده

Archive of SID
www.SID.ir

و به امپریالیست nام می دهیم. با داشتن حالت اولیه تمام امپراطوری‌ها، الگوریتم رقابت استعماری شروع می شود .روند تکامل در یک حلقه قرار دارد که تا برآورده شدن یک شرط توقف، ادامه می یابد.

با توجه به توضیحاتی که پیشتر ارائه شد، تابع برازش پژوهش به شکل زیر تعریف میشود:

$$f_{cost} = \lambda\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} z_{pi}x_{pi}z_{pj}x_{pj}\sigma_{ij}\right] - (1-\lambda)\left[\sum_{i=1}^{n} z_{pi}x_{pi}\mu_i\right]$$

بطوریکه f_{cost} بیانگر مقدار برازش ذره یا کشور p است. به منظور اعمال محدودیت مربوط به تعداد سهام منتخب، متغیر $k_p^* = \sum_{i=1}^{n} z_{pi}$ و مجموعه Q تعریف می شود. Q مجموعه سهامی است که ذره (پرتفوی) P را در بر دارد و k_p^* تعداد سهام موجود در مجموعه Q را نشان می دهد. اگر فرض شود k تعداد دارایی مطلوب در سبد سهام باشد،در حالتی که $k_p^* > k$ باشد، از Q تعدادی سهم باید کم شود تا زمانیکه $k_p^* = k$ برای تصمیم گیری در مورد اینکه کدام سهم باید در مجموعه Q اضافه یا کم شود، میزان تاثیر نسبی هر یک از سهام بر تابع برازش (C_i) اندازه گیری می شود. سهام یا دارایی هایی که اثر نسبی آنها بر تابع برازش زیاد باشد، برای اضافه شدن به مجموعه Q در اولویت هستند و بر عکس سهم هایی که در اثر آنها بر تابع برازش کم باشد، برای حذف شدن از مجموعه Q در اولویت هستند، محسابه C_i مطابق معادلات زیر انجام می شود:

$$\theta = 1 + (1-\lambda)\mu_i, \quad i = 1, \dots, N$$

$$\rho_i = 1 + \lambda\frac{\sum_{i,j=1}^{N}\sigma_{ij}}{N}, \quad i,j = 1, \dots, N$$

$$\Omega = -1 \times \min(0, \theta_1, \dots, \theta_N)$$

$$\psi = \min(0, \rho_1, \dots, \rho_N)$$

$$C_i = \frac{\theta_i + \Omega}{\rho_i + \psi}, \qquad i = 1, \dots, N$$

بنابراین در حالتیکه $k_p^* > k$ سهم با کمترین مقدار c از مجموعه Q حذف می شود و در حالتیکه $k_p^* < k$ سهم با بیشترین مقدار c به مجموعه Q اضافه می شود. همانگونه که اشاره شد ابعاد x_i موجود در هر ذره نسبت سرمایه

Archive of SID
www.SID.ir

را گذاری را نشان میدهد، مجموع ابعاد x_i برای سهم هایی که در مجموعه Q هستند، باید برابر با یک باشد، اگر ℵ مجموع x_i ها باشد، با تبدیل $x_{pi} = \frac{x_{pi}}{\aleph}$ برای تمامی سهم های عضو Q محدودیت مربوط به معادله ۹ برآورد می شود. محدودیت $\varepsilon_i \leq x_i \leq \delta_i$ نیز برای سهم های عضو Q باید برقرار باشد. برای اعمال این محدودیت متغیرهای $t_i = \delta_i - z$ و $e_i = x_{pi} - \varepsilon_i$ برای سهام عضو مجموعه Q تعریف می شوند. δ^* مجموع t_i ها و ε^* مجموع e_i هاست. η مجموع $(t_i \times 1)$ هایی است که $t_i < 0$ باشد. φ مجموع $(e_i \times 1)$ هایی است که $e_i < 0$ باشد. توکات و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی مسئله ی تخصیص دارایی چند مرحله‌ای را تحت سناریوهای بازده های نرمال و با ثبات تحلیل نمودند.انها برای حل این مسئله از برنامه ریزی تصادفی و قوانین تصمیم‌گیری استفاده نمودند.انها با استفاده از مدلهای اقتصاد سنجی همچون ARMA و GARCH، مدلهای استخراجی خود از بازده و نوسان دارایی ها را به اینده تعمیم داده و مقادیر بازده و نوسان آتی را پیش بینی نمودند. تحلیل های آنها به این نتیجه رسید که مدلسازی توزیع دنباله های پهن می تواند نقش بسیار موثری در تخصیص دارایی داشته باشد. مایادان و همکارانش (۲۰۱۰) از سبد سرمایه گذاری چند دوره ای با سنجه های ریسک واریانس و چولگی برای بهینه سازی در بازار الکتریسیته استفاده کردند. سجادی و همکارانش (۲۰۱۱) سبد سرمایه گذاری چند دوره‌ای فازی با در نظر گرفتن نرخ قرض دهی و قرض گیری متفاوت ارائه کردند. سان و همکارانش (۲۰۱۱) مسئله بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره‌ای را با الگوریتم جدیدی به نام بهینه سازی رانش ازدحام ذرات (DPSO) حل کردند و نشان دادند که عملکرد بهتری نسبت به بقیه الگوریتم های مورد بررسی دارد. گوپتا و همکاران در پژوهشی که سال ۲۰۱۲ توسط سدزر و همکاران انجام گردید، روندی پیشنهاد شده است که تخصیص دارایی یکپارچه را بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مدل میانگین- واریانس و برنامه ریزی آرمانی ممکن می سازد. آنها سناریوهای شرایط اقتصادی اتی و مشخصه ریسک سرمایه گذار را به عنوان عوامل موثر بر تخصیص دارایی در نظر گرفتند. در این رویکرد از روش AHP به منظور در نظر گرفتن شرایط بازار و ریسک سرمایه گذار و وزن دهی انها از نظر اهمیت در فرایند تخصیص دارایی استفاده شده است، سپس بهینه سازی میانگین- واریانس به منظور تعیین بازده بیشینه به ازای سطوح مختلف واریانس- بازده صورت گرفته است که به علت منحصر به فرد نبودن این مرز کارا، در نهایت برنامه ریزی آرمانی به عنوان یکپارچه ساز تمام فاکتورهای به هم وابسته در تصمیم گیری تخصیص دارایی استفاده شده است تا هرگونه انحراف پایینی و بالایی از مقادیر نسبت‌های ارمانی که برای سه دارایی سهام، اوراق قرضه و دارایی های نقد که از مدل AHP به دست امده است، کمینه نماید.در نهایت مقایسه نتایج حاصل از بازده و واریانس

Archive of SID
www.SID.ir

این پرتفو با شاخص S&P/TSX60 (به عنوان پرتفوی مرجع برای بازار کانادا) نشان داد که نسبت بازده به انحراف معیار برای پرتفوی مذکور ۵,۵۹۷٪ است در حالی که این مقدار برای پرتفوی بازار کانادا ۱,۰۷۰٪ می باشد. پیندوریا و همکارانش (۲۰۱۴) مدل چند هدفه میانگین-واریانس-کشیدگی را برای تخصیص سبد سرمایه‌گذاری ارائه کردند و نشان دادند وقتی که تابع توزیع دارایی‌ها غیرنرمال است، مدل‌شان می‌تواند به طور قابل توجهی سبدهای سرمایه-گذاری بهتری را ایجاد کند. چانگ (۲۰۱۵) به مدل های ریاضی بهینه سازی سبد سهام پرداخت. در این مطالعه اشاره شده است که مسئله بهینه سازی سبد سهام یکی از ستون های ریاضیات کاربردی به شمار می رود. مسئله انتخاب پرتفوی یکی از انواع مختلف مسائل غیرخطی چندهدفه می باشد. همیشه در علوم مالی این مسئله وجود داشته است که چگونه سرمایه گذاری ها را برای تشکیل یک سبد بهینه ترکیب کنند بحث بر روی این مسائل را انتخاب سبد بهینه می نامند که پیشینه تاریخی آن به دهه ۱۹۵۰ برمی‌گردد. رهیافت مارکویتز برای حل مسئله مبتنی بر انتخاب سبد بهینه با کمترین ریسک و بیشترین بازده یکی از پرکاربردترین نظریه های مطرح در سطح بازارهای مالی بوده است. در این مطالعه، ابتدا مدل کلاسیک میانگین- واریانس مارکویتز مطرح شده. به منظور کاراتر کردن این رهیافت، ایده استفاده از گشتاور مرتبه بالاتر در مسئله بهینه سازی سبد در سال های اخیر مطرح بوده است. این ایده اولین بار توسط کونو و همکاران (۱۹۹۰) مطرح شد. با در نظرگرفتن اینکه، اگر توزیع بازده کالاها حول میانگین نامتقارن باشد گشتاور سوم یک نقش مهم را بازی می کند و در حالت خاص، سرمایه گذار اگر امکان انتخاب بین سبدهایی با میانگین و واریانس برابر را داشته باشد سبدی را ترجیح می دهد که گشتاور سوم بالاتری را دارد. در ادامه مدل های چندهدفه که تفاوتشان با مدل کلاسیک مارکویتز در اینست که سرمایه گذاران به غیر از دو عامل ریسک و بازده ملاحظات دیگری را در هنگام تشکیل پرتفوی خود مانند افزایش نقدینگی یا کاهش میزان فروش استقراضی و... را در نظر می گیرند و در این راستا مسئله برنامه ریزی چندهدفه تصادفی بوجود می‌آید که برای حل به مسائل معادل قطعی تبدیل می شوند.

نجفی و موشخیان (۱۳۹۳) به مدلسازی و ارائه راه حل بهینه برای بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره‌ای با الگوریتم ژنتیک پرداختند. یکی از جذاب‌ترین حوزه‌های تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان بهینه‌سازی مالی است. مسئله انتخاب سبد سرمایه‌گذاری تک دوره‌ای از مسائل کلاسیک حوزه مالی می‌باشد اما این مدل بر پایه سه فرض محدود کننده بنا شده بود: اول، افق سرمایه‌گذاری کوتاه مدت است. دوم، هزینه معاملات در بازار در نظر گرفته نشده است. سوم، پارامترهای مسئله به صورت قطعی و از قبل معلوم هستند. این تحقیق به دنبال ارائه و حل مدلی می

Archive of SID
www.SID.ir

باشد تا بتواند بر محدودیت های بیان شده غلبه کند و مدل را به دنیای واقعی نزدیکتر کند. از این رو در ادامه مدلی تحت عنوان مدل بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره ای احتمالی میانگین-نیم واریانس- ارزش در معرض خطر شرطی با در نظر گرفتن هزینه معاملات را ارائه و پس از مدلسازی آن، اقدام به حل آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک شد. در این پژوهش برای حل مدل از داده‌های ۲۴ سهام از سهام شرکت بورس اوراق بهادار تهران از دی ماه ۱۳۸۷ تا مرداد ۱۳۹۲ به عنوان ورودی‌های مدل استفاده شد. نتایج نشان داده است که این الگوریتم برای حل این دسته از مسائل مناسب و از کارایی لازم برخوردار می‌باشد. موشخیان و نجفی (۱۳۹۴) به بهینه‌سازی سبد سرمایه-گذاری با استفاده از الگوریتم چند هدفه ازدحام ذرات برای مدل احتمالی چند دورهای میانگین-نیم واریانس-چولگی پرداختند. یکی از جذابترین حوزه های تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان، بهینه سازی مالی است. مساله انتخاب سبد سرمایه گذاری تک دوره‌ای از مسائل کلاسیک حوزه مالی می‌باشد اما این مدل بر پایه سه فرض محدودکننده بنا شده است. از این رو در این پژوهش، ابتدا مدلی تحت عنوان مدل بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره ای احتمالی میانگین- نیم واریانس- چولگی با در نظر گرفتن هزینه معاملات را ارائه شد. حل مساله سبد سرمایه گذاری چند دوره ای به خاطر غیرخطی بودن مساله، خیلی چالش انگیز است بنابراین پس از مدلسازی مساله با استفاده از الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات چند هدفه و تک هدفه اقدام به حل مدل ارائه شده است. نتایج نشان داد که الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات چند هدفه نتایج بهتری نسبت به الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات تک هدفه ایجاد می کند. دارابی و همکاران (۱۳۹۵) به انتخاب پرتفوی بهینه سهام در شرکت‌های پذیرفته شده‌ی بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. پرتفوی به ترکیبی از دارایی‌ها گفته می‌شود که توسط یک سرمایه گذار برای سرمایه گذاری تشکیل می‌شود. فرآیند انتخاب سبد سهام یکی از مسائلی است که مورد توجه محققین زیادی بوده است. معیارهای مختلف دخیل در این فرآیند طی زمان دچار تغییر و تحول شده و این وضعیت استفاده از یک ابزار مناسب پشتیبانی از تصمیمات سرمایه گذاری را ضروری می‌سازد. هدف این تحقیق ایجاد مدلی هوشمند جهت انتخاب سبد بهینه سهام با استفاده از الگوریتم تکامل تفاضلی مقید بهبود یافته می‌باشد. به این منظور، ریسک و بازده مورد انتظار شرکت-های پذیرفته شده دربورس اوراق بهادار تهران بصورت ماهیانه مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه آماری تحقیق شامل داده‌های مالی ۱۰۲ شرکت بورس ایران طی سالهای ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۲ می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مدل ارائه شده با در نظر گرفتن تعاملات بین ریسک و بازده مورد انتظار می‌تواند منجر به انتخاب سبد بهینه سهام گردد. میرزایی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک چند هدفه در بهینه سازی پرتفوی سهام با

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده از شاخص های تکنیکال پرداختند. اهداف کلاسیک دانش مالی مبنی بر موازنه بازده و ریسک و تحلیل آن در فرصت های مختلف، دستمایه بسیاری از پژوهش های مدیریت مالی بوده است. استفاده از شاخص های تکنیکال یکی از ابزارهای مدیریت پرتفوی به شمار می رود. این پژوهش به دنبال استفاده از این شاخص ها در استخراج قواعد معاملات سهام است. دوره زمانی پژوهش از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا پایان سال ۱۳۹۳ و نمونه شامل ۲۱۶ شرکت می باشد. در این پژوهش در دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ با استفاده از شاخص های تکنیکال و الگوریتم ژنتیک چند هدفه با دو هدف حداکثر کردن بازده و حداقل کردن ریسک مدلی برای مدیریت بهینه پرتفوی به دست آمد و در دوره زمانی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ این مدل در مدیریت بهینه پرتفوی سهام به کار گرفته شد. به منظور ارزیابی این مدل، نتایج به دست آمده با شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران مقایسه شد و مشخص گردید با استفاده از شاخص های تکنیکال می توان عملکرد بهتری نسبت به بازار داشت.

۳. روش شناسی تحقیق

این پژوهش از نظر هدف، پژوهشی کاربردی است، زیرا در حال بررسی و کاربردی کردن مدل خاصی در بازار سرمایه می باشد. روش پژوهش از نوع توصیفی و همبستگی می‌باشد که با استفاده از روش‌های آماری و اقتصاد سنجی در گام اول به بررسی پرتفوی بهینه با استفاده از میانگین و واریانس پیش بینی شده برای هریک از دارایی ها با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری می‌پردازیم. اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش جهت توزیع سرمایه در بین گروه های مختلف سهام، سری زمانی قیمتهای سه ماهه سهام شرکت های حاضر در شاخص ۳۰ شرکت برتر عضو بورس اوراق بهادار جمع آوری شده است.

بهینه سازی پرتفوی عبارت است از انتخاب بهترین ترکیب از دارایی های مالی به نحوی که باعث شود تا حد ممکن بازده پرتفوی سرمایه گذاری حداکثر و ریسک پرتفوی حداقل شود. ایده اساسی نظریه مدرن پرتفوی این است که اگر در دارایی هایی که به طور کامل با هم همبستگی ندارند سرمایه گذاری شود، ریسک آن دارایی ها یکدیگر را خنثی کرده، بنابراین می توان یک بازده ثابت را با ریسک کمتر بدست آورد. برای اولین بار در سال ۱۹۵۲ مارکوویتز الگوی حل مسئله انتخاب بهینه دارایی ها (نظریه میانگین واریانس) را ارایه داد. وی مسئله را به صورت برنامه ریزی کوادراتیک با هدف کمینه سازی واریانس مجموعه دارایی ها با این شرط که بازده مورد انتظار با یک مقدار ثابت برابر باشد، مطرح کرد. ریسک گریز بودن کلیه سرمایه گذاران فرض اصلی این مدل است. این مسئله یک محدودیت

Archive of SID
www.SID.ir

کارکردی دیگر نیز دارد که بر اساس آن مجموع اوزان دارایی ها باید برابر با یک شود. همچنین وزن هر یک از دارایی ها در پرتفوی باید عددی حقیقی و غیر منفی باشد. شکل استاندارد مدل میانگین واریانس به صورت زیر است:

$$Min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_i x_j \sigma_{ij}$$
$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^{n} x_i u_i = R^* \quad (۱)$$
$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, n)$$
$$x_j \geq 0 \ (j = 1, \dots, m)$$

فرناندز و گومز مدل مارکوویتز را با افزودن محدودیت های بالا و پایین برای متغیر ها، اصلاح کردند و مدل CCMV یا مدل میانگین واریانس با مولفه های مقید را به وجود آوردند که شکل عمومی این مدل به صورت زیر است:

$$Min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_i x_j \sigma_{ij}$$
$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^{n} x_i u_i = R^*$$
$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1 \quad (۲)$$
$$\varepsilon_i \leq x_i \leq \delta_i$$
$$x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, n)$$
$$x_j \geq 0 \ (j = 1, \dots, m)$$

بطوریکه ε_i و δ_i به ترتیب حد پایین و بالای متغیر i ام (نسبت سهم i در سبد سرمایه گذاری) می باشد. در صورتی که محدودیت مربوط به تعداد دارایی های منتخب به مساله اضافه شود، مدل مربوط به شکل زیر درمی آید:

$$Min\ \lambda\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} z_i x_i z_j x_j \sigma_{ij}\right] - (1-\lambda)\left[\sum_{i=1}^{n} z_i x_i \mu_i\right] \quad (۳)$$
$$(۴)$$
$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^{n} x_i = 1 \quad (۵)$$
$$\sum_{i=1}^{n} z_i = k \quad (۶)$$
$$(۷)$$
$$\varepsilon_i z_i \leq x_i \leq \delta_i z_i \quad (۸)$$
$$z_i \epsilon [0,1] \ (i = 1, \dots, n)$$
$$x_j \geq 0 \ (j = 1, \dots, m), x_i \geq 0 \ (i = 1, \dots, n)$$

Archive of SID
www.SID.ir

در مدل ریا ضی فوق λ ا ست که مقدار آن در فا صله [۰،۱] تغییر می کند، به طوریکه با قرار دادن $\lambda=0$ کل مقدار ضریب وزنی به بازده تخصیص داده می شود و بدون توجه به ریسک سبد سهام دارای بیشترین بازده انتخاب می شود و با در نظر گرفتن $\lambda=1$ کل مقدار ضریب وزنی به ریسک داده شده و بدون توجه به بازده، سبد سهام دارای کمترین ریسک انتخاب می شود. در فاصله بین صفر و یک، سبدهایی با در نظر گرفتن هر دو عامل ریسک و بازده بهینه می‌شوند. به عبارت دیگر با افزوده شدن مقدار ضریب λ هدف کاهش ریسک اهمیت بیشتری یافته و در عین حال چون مقدار (λ -1) کاهش می یابد، حداکثر کردن بازده اهمیت کمتری می یابد. z_i متغیر تصـــمیم در مورد سرمایه کذاری در هر سهم است. اگر z_i برابر با یک با شد، یعنی سهم i در سبد قرار خواهد گرفت. مجموع تعداد سهامی که در سبد خواهند بود، بنا به محدودیت دوم مسئله K تا خواهد بود و ε_i و δ_i به ترتیب حد پایین و بالای متغیر i ام (نسبت سهم i در سبد سرمایه گذاری) هستند.

مجموعه معادلات CCMV ترکیبی از ترکیبی از مسئله برنامه ریزی عدد صحیح و مسئله برنامه ریزی عدد صحیح و مســئله برنامه ریزی درجه دوم اســت، که برای حل دقیق این نوع مســائل الگوریتم های موثر و کارایی در برنامه ریزی ریا ضی وجود ندارد. در این پژوهش با هدف تشکیل پرتفوی بهینه، به بررسی پرتفوی بهینه توسط الگوریتم رقابت استعماری پرداخته می شود.

مدل اصلی به کار گرفته شده پژوهش حاضر، الگوریتم رقابت استعماری (ICA) می باشد. پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و داده های مورد استفاده برای انجام آن ۳۰ شرکت تشکیل دهنده شاخص ۳۰ شرکت بزرگ بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۴ برگرفته شده است. متغیرهای اصلی پژوهش انتخاب سهم و تعیین سهم آن در مجموعه پرتفوی تشکیل شده می باشد.

۴. مدل تجربی تحقیق

۴.۱.ویژگی آماری متغیرهای تحقیق

نظر به اینکه عملکرد مدل‌های مختلف سری‌زمانی، با توجه به داده‌های مختلف می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد، پیش از انجام هر اقدامی، به بررسی آماره‌های توصیفی منظور داده‌های بازدهی روزانه مربوط به ۳۰ شرکت بزرگ بورس اوراق بهادار تهران در فاصله زمانی ۵ فروردین ۱۳۸۹ تا ۲۹ اسفند ۱۳۹۴ در قالب جدول (۱) می‌پردازیم:

Archive of SID
www.SID.ir

جدول (۱): آماره‌های توصیفی سری بازدهی ها طی دوره نمونه

آماره	سری بازدهی شرکت ها
Mean	۰,۲۹۴
Max	۵۳۸۵,۰۷
Min	-۱۱۸,۲۷۰
S.D	۰,۸۹۳
Skewness	۲۷۶,۴۱۵
Kurtosis	۱۱,۸۶۶
Jarque- Bra	۱۹۸,۱۹۵ (۰,۰۰۰۰)

منبع: یافته‌های تحقیق

با مشاهده جدول فوق می‌توان دریافت که، میانگین و انحراف معیار سری بازدهی شرکت ها در دوره مورد بررسی معادل ۰,۲۹۴ و انحراف معیار آن برابر ۰,۸۹۳ ومی‌باشد، که با مقایسه این دو می‌توان به وجود نوسانات زیاد موجود در این سری پی برد. آزمون نرمال بودن توزیع سری مذکور (آزمون جارک- برا) نیز بیانگر غیرنرمال بودن تابع توزیع چگالی احتمال این سری ها و نیز، ضرایب چولگی و کشیدگی آن نیز به ترتیب بیانگر چوله به راست بودن و کشیدگی نسبتاً بیشتر از توزیع نرمال داشتن این سری ها می‌باشد.

۴.۲. آزمون ریشه واحد، خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی

در این قسمت از تحقیق به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب در مدل به بررسی وجود ریشه واحد در متغیر تحقیق پرداخته شده است. در روش های سنتی اقتصادسنجی برای بررسی وضعیت مانایی متغیر بر این فرض استوار است که متغیرهای الگو مانا (پایا) باشند. در بیشتر موارد فرضیه مانایی با نامانا بودن و ریشهٔ واحد سری (خودهمبسته بودن سری) آزمون میشود.

یکی از آزمون های ریشه واحد آزمون ADF می باشد که همانگونه که ذکر شد فرض صفر این آزمون دلالت بر وجود ریشه واحد در متغیر می باشد اما نقطه ضعف این آزمون و آزمون های مشابه در این است که بیشتر آزمون

Archive of SID
www.SID.ir

ها دارای توان آزمون پایینی در برابر مانایی هستند و در نتیجه معمولاً فرضیه صفر پذیرفته میشود و در بیشتر موارد این رویکرد مرسوم ، مانایی سری ها را به اشتباه رد میکند.

برای این منظور در این قسمت از تحقیق به بررسی آزمون ریشه واحد از طریق آزمون های یکی فولر افزوده (ADF) و فیلیپس پرون (PP) که فرض صفر این آزمون ها دلالت بر وجود ریشه واحد و نامانایی متغیر دارد و آزمون KPSS که قدرت بالایی در تشخیص ریشه واحد دارد و فرض صفر در این آزمون دلالت بر عدم وجود ریشه واحد و مانایی متغیر دارد بررسی خواهد شد. همانطور که در جدول (۲) ملاحظه می گردد، مطابق نتایج حاصل از آزمون های ریشه واحد دیکی فولر افزوده (ADF) و فیلیپس پرون (PP) شاخص بازدهی شرکت ها به دلیل اینکه سطح معنی داری گزارش شده برای آنها کمتر از ۰,۰۵ می باشد در سطح معنی داری ۹۵ درصد، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در این متغیر رد شده و این متغیرها در سطح مانا می باشند، در جدول زیر به بررسی نتایج این آزمون ها پرداخته شده است:

۱۵

جدول (۲): آماره‌های آزمون ریشه واحد، خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی سری متغیرها طی دوره نمونه

آماره	سری بازدهی روزانه شرکت
ADF	۵۲۲۱/۸۲(۰/۰۰۰)
Phillips-Perron	۷۹۰۱/۷۲(۰/۰۰۰)
Box- Ljung Q(10)	۴۸۸/۲۴(۰/۰۰۰)
McLeod-Li Q^2(10)	۲۵۴/۲۱(۰/۰۰۰)
ARCH (10)	۱۵/۳۲(۰/۰۰۰)

منبع: یافته‌های تحقیق

با مشاهده جدول فوق می‌توان دریافت که آماره‌ی لیانگ- باکس (با ده دوره وقفه) برای بازدهی ها، نیز ضمن رد فرضیه صفر این آزمون مبنی بر «عدم وجود خودهمبستگی سریالی میان جملات سری»، بالا بودن مقدار این آماره، وجود خودهمبستگی میان وقفه‌های مختلف این سری را می‌رساند. همچنین، آماره‌ی مک‌لئود- لی نیز فرضیه صفر (مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی سریالی میان مجذور بازده سری) را رد نموده، که در واقع بیانگر وجود اثرات

Archive of SID
www.SID.ir

غیرخطی در این سری و نیز مؤید واریانس ناهمسان بودن آن، می‌باشد. گفتنی است که نتایج آزمون آرچِ انگل (آزمون وجود اثرات *ARCH*) نیز با نتایج آزمون مک‌لئود- لی سازگار بوده و بر فرضیه‌ی واریانس ناهمسان بودن سری بازدهی ها صِحِه می‌گذارد.

۴.۳.الگوریتم رقابت استعماری

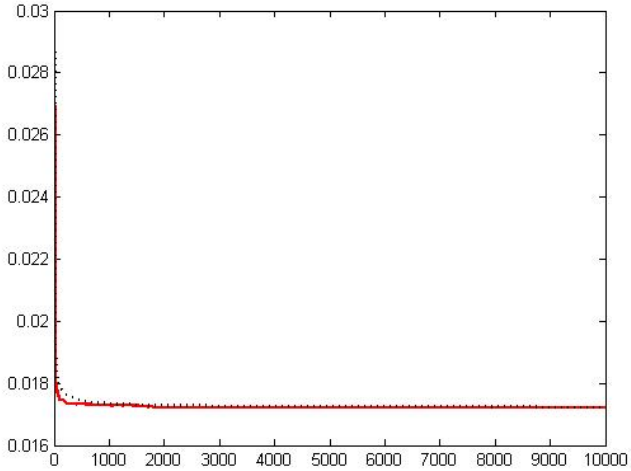
در ادامه این بخش پارامترهای مورد استفاده در مدل از طریق الگوریتم رقابت استعماری برای انتخاب سبد بهینه در جدول زیر گزارش شده است.

جدول (۳): برآورد پارامترهای الگوریتم رقابت استعماری برای انتخاب سبد بهینه

تعداد کل مستعمرات	۵۰۰	ضریب میرایی	۰,۹۹
تعداد استعمارگران	۱۰	ضریب اتحاد مپراطوری ها	۰,۰۴
پارامتر نرخ انقلاب مستعمرات	۰,۳۰	تعداد نسل	۱۰۰۰۰
زاویه ضریب جذب و همگون سازی مستعمرات	۲	محدودیت تاخیر زمانی	نامحدود
ضریب تاثیر قدرت مستعمرات در قدرت کل امپراطوری	۰,۰۲	محدودیت تعداد نسل	نامحدود
ضریب جذب و همگون سازی مستعمرات	۴	محدودیت تغییر در تابع هدف	۰,۰۰۰۰۰۵
پارامتر فیت شدن تابع	۲۵	تعداد گره	۱۰

شکل (۱) مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه بهینه را توسط الگوریتم رقابت استعماری را نشان می‌دهند. این نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی می باشد.

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار (۱) – نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس رقابت استعماری

با توجه به جدول بد ست آمده و نتایج حا صل از وزن اختصاص یافته برای ۳۰ شرکت تشکیل دهنده سبد دارایی نتایج به صورت زیر می باشد.

جدول (۴): نتایج حاصل درصد وزن اختصاص یافته به شرکت های تشکیل دهنده پورتفوی

نام شرکت	پورتفوی بهینه رقابت استعماری	نام شرکت	پورتفوی بهینه رقابت استعماری
صنایع پتروشیمی خلیج	۵,۳۱	سایپا	۰
گسترش نفت و گاز	۰	گاز لوله	۰
سرمایه گذاری غدیر	۴,۱۹	کشتیرانی جمهوری	۳,۲۹
فولاد مبارکه اصفهان	۲,۴۵	نفت سپاهان	۱,۳۸
پالایش نفت بندر عباس	۳,۵۱	تراکتورسازی ایران	۰
شرکت ارتباطات سیار	۰	توسعه معادن و فلزات	۲,۲۳
مخابرات ایران	۰	گروه بهمن	۴,۱۹

Archive of SID
www.SID.ir

معدنی و صنعتی گل و گهر	۴,۶۷	بانک پاسارگاد	۰
گروه مپنا	۲,۲۱	مدیریت سرمایه	۳,۲۳
ملی صنایع مس ایران	۰	پتروشیمی شازند	۱,۱۳
پالایش نفت اصفهان	۳,۳۲	حفاری شمال	۲,۳۸
معدنی و صنعتی چادرملو	۳,۲۵	نفت سپاهان	۱,۲۸
پتروشیمی خارک	۳,۴۸	پتروشیمی پردیس	۴,۲۹
پتروشیمی آبادان	۴,۱۲	ایران خودرو	۰
پارس دارو	۱,۳۷	ایران خودرو دیزل	۰
بانک اقتصادنوین	۲,۷۴	لوله و ماشین سازی	۴,۴۴
مهرکام پارس	۴,۴۴	محورسازان	۰
پتروشیمی فارابی	۰		

بر اساس نتایج، می توان استفاده از روش های تکاملی، به ویژه روش های تکاملی چندهدفه را برای حل بهتر مسئلهٔ بهینه سازی سبد سرمایه و پیش بینی آن پیشنهاد داد. اعداد جدول بیانگر اولاً سهامی که باید در پورتفوی انتخاب شوند و ثانیاً مقدار هر سهم در پورتفوی می باشند. در نهایت در جدول زیر به بررسی عملکرد الگوریتم رقابت استعماری و روش سنتی بازدهی – ریسک بر اساس معیار RVAR یا معیار شارپ پرداخته شده است.

جدول (۹): وضعیت الگوریتم ها در تشکیل پورتفوی با اطلاعات ورودی بر اساس معیار شارپ

نام روش	عملکرد سبد بر اساس RVAR	رتبه بندی عملکرد
رقابت استعماری	۰,۸۹۷۶	اول
روش سنتی ریسک و بازدهی (مارکویتز)	۰,۳۱۹۸	دوم

نتایج حاصله، صرفاً از بعد بهینه سازی، و از نقطه نظر سرعت همگرایی نیز قابل مقایسه می باشد؛ به طوریکه قواعد این نوع از مقایسه، در نظر گرفتن شاخص تعداد نسل برای رسیدن به پاسخ بهینه است. اما آنچه اخیراً بیش از پیش مورد توجه قرار می گیرد و عامل مهمتری نسبت به تعداد نسل ها برای سنجش سرعت است، بالأخص در بهینه سازی هایی که زمان اهمیت دارد (همانند مسئله تشکیل سبد و بهنگام سازی پورتفوی پیش از ایجاد تغییرات

Archive of SID
www.SID.ir

اساسی در قیمت ها) شاخصِ مدت زمان دستیابی به پاسخ بهینه می‌باشد (چرا که نسل ها در روش های مختلف، تفاوت های بنیادی و ماهیتی دارند و تعداد نسل، ملاک مناسبی برای سنجش سرعت در شرایط استفاده از روش های مختلف، نمی باشد. جدول فوق نتایج رتبه بندی پورتفوی های منتخب الگوریتم رقابت استعماری و روش سنتی مارکویتز بر اساس ریسک و بازدهی را بر اساس مقیاس شارپ یا RVAR نشان می دهد. همچنین نتایج حاصله، صرفاً از بعد بهینه سازی، و از نقطه نظر سرعت همگرایی نیز قابل مقایسه اند؛ به طوریکه قواعد این نوع از مقایسه، در نظر گرفتن شاخص تعداد نسل برای رسیدن به پاسخ بهینه است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف این مقاله بهینه سازی پرتفوی چند هدفه با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری در ۳۰ شرکت برتر در بورس اوراق بهادار تهران بود. تئوری انتخاب پرتفوی در سال ۱۹۵۲ توسط مارکویتز ایجاد شد. مارکویتز اساس تئوری مذکور را مبتنی بر بهینه‌سازی ریسک و بازده پرتفوی متشکل از چندین دارایی مالی بنا نهاد. وظیفه اصلی مدل انتخاب پرتفوی، عبارت بود از تخصیص وجوه نقد بین اوراق بهادار مختلف به گونه‌ای که ریسک و بازده پرتفوی بهینه شود. مارکویتز در تئوری انتخاب پرتفوی خود فرض میکند که همه سرمایه گذاران، انتخاب‌های خود را بر اساس دو معیار ریسک و بازده انجام میدهند. این درحالی است که تحقیقات زیاد، همگی نادیده گرفتن سایر ترجیح‌های سرمایه گذاران را در مدل مارکویتز مورد انتقاد قرار داده‌اند. به طورمعمول، سرمایه‌گذار در مسئله انتخاب پرتفوی به طور همزمان ترجیحات و اهداف متعارضی مثل بازدهی و ریسک را دنبال مینماید. انتخاب پرتفوی بهینه، یکی از موضوعات مهم در ادبیات مالی محسوب میشود که هدف های حداکثر کردن بازده و حداقل نمود ریسک سرمایه گذاری و در نظر گرفتن سایر ترجیحات را به همراه دارد. بنابراین، یکی از مشکلات اصلی انتخاب پرتفوی در برگیرنده انتخاب یک مجموعه سهام، دارایی، و یا اوراق بهادار با اهداف متضاد و غیر قابل مقایسه مانند بازده و ریسک است. در این مطالعه با توجه به کارایی روش الگوریتم رقابت استعماری در وزن دهی به سهام های سبد دارایی پیشنهاد می گردد انجام این تکنیک با روش های فازی نیز تلفیق شده و و از این طریق عملکرد تکنیک هر چه بیشتر بهبود یابد.

با توجه به اینکه در تصمیم گیری راجع بـه تشکیل پرتفوی، سرمایه گذار باید چندین عامل (مانند ریسک، بازده و ...) را باید در نظر گرفت و هنگام انتخاب سهام شرکت های مختلف به منظور سرمایه گذاری، باید این عوامل را با

Archive of SID
www.SID.ir

هم مقایسه کرده و آن سهامی را که از لحاظ عوامل مورد نظر نسبت به سایر سهام موجود بهتر است را انتخاب و در آن سرمایه گذاری کند.

Abstract
Most optimization problems in the real world have several goals that are usually in conflict with each other. Investors in the capital market are also pursuing several goals for optimizing the stock portfolio. The main objective of this paper was to optimize multi-objective portfolios using the colonial competition algorithm in Tehran Stock Exchange. The statistical sample of this study includes the top 30 Tehran Stock Exchange (TSE) in the period of 1384-1394. For this purpose, we first used a self-assembled moving average (ARIMA) model to model the efficiency series. Then, in order to evaluate the asset portfolio risk, it was first calculated based on the homogeneous conditional variance (GARCH) models based on the Markowitz approach to risk calculation. Also, the results of this research show that the colonial competition algorithm is successful in creating portfolio portfolios. According to the findings of the research, the application of the colonial competition algorithm in selecting and optimizing stock portfolios is recommended and recommended. The successful performance of this algorithm is in continuous superiority to the market-leading certification portfolio, with its alleged compatibility with an issue that is undeniable and undeniable.

منابع

۱. راعی، رضا و پویان فر ، احمد، (۱۳۹۱)، مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته، تهران : سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها (سمت).
۲. دارابی، رویا؛ وقفی، سیدحسام؛ حبیب زاده، سیدجواد و آهنگری، مهناز (۱۳۹۴)، انتخاب پرتفوی بهینه سهام در شرکت‌های پذیرفته شده‌ی بورس اوراق بهادار تهران به روش ICDE، فصلنامه دانش مالی تحلیل های اوراق بهادار، دوره ۹، شماره ۳۱، صفحه ۱۱۱-۱۲۲.
۳. سرمد زهره، عباس بازرگان، الهه حجازی (۱۳۸۳)، روش های تحقیق در علوم رفتاری – انتشارات آگاه.
۴. قاسمی، حمیدرضا (۱۳۹۰)، حل مسئله انتخاب سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در شرایط مجاز بودن فروش استقراضی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی – دانشکده مهندسی صنایع.
۵. کشاورز، ثمره (۱۳۹۲)، مقایسه مدل دو هدفه و سه هدفه بهینه سازی پرتفوی با استفاده از الگوریتم ژنتیک رتبه بندی نامغلوب NSGA II، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا (س) – دانشکده اقتصاد و حسابداری .

Archive of SID
www.SID.ir

۶. موشخیان، سیامک و نجفی، امیرعباس (۱۳۹۴)، بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از الگوریتم چند هدفه ازدحام ذرات برای مدل احتمالی چند دوره ای میانگین- نیم واریانس- چولگی، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)، دوره ۶، شماره ۲۳، صفحه ۱۳۳ تا ۱۴۷.

۷. میرزائی، حمیدرضا؛ خدامی‌پور، احمد و پورحیدری، امید (۱۳۹۵)، بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک چند هدفه در بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از شاخص های تکنیکال، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۷، شماره ۲۹، صفحه ۶۷-۸۴.

۸. نجفی، امیرعباس و موشخیان، سیامک (۱۳۹۴)، مدلسازی و ارائه راه حل بهینه برای بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره‌ای با الگوریتم ژنتیک، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)، دوره ۶، شماره ۲۱، صفحه ۱۳ تا ۳۵.

1. Bera AK, and Park SY. (2008), Optimal portfolio diversification using the maximum entropy principle. EconomRev, Vol 27:484–512
2. Çelikyurt, U., Özekici, S., (2002), "Multiperiod portfolio optimization models in stochastic markets using the mean-variance approach", European Journal of Operational Research, Vol, 1, PP 186– 202.
3. Li, D., Ng, W.L., (2000), " Optimal dynamic portfolio selection: multiperiod mean-variance formulation", Mathematical Finance, Vol, 10, PP 387–406.
4. Jana P, Roy TK, and Mazumder SK. (2007), Multi-objective mean-variance-skewness model for portfolio optimization. Adv Model Optim, Vol. 9, PP 181–93.
5. Markowitz, H., (1959), "Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments", John Wiley, New York.
6. Pindoriya, N. M., Singh, S. N., Singh, S. K., (2013), "Multi-objective mean–variance–skewness model for generation portfolio allocation in electricity markets", Electric Power Systems Research, Vol. 80, PP 1314-1321.
7. Szego, G. P.,(2002), "No more VaR", Journal of Banking & Finance, Vol 26, PP 1247-1252.
8. Takano, Y., Gotoh, J.y., (2011), Constant Rebalanced Portfolio Optimization under Nonlinear Transaction Costs", Asia-Pacific Finance Markets, Vol. 18. PP 191–211.
9. Wei, S.Z., Ye, Z.X., (2007), "Multi-period optimization portfolio with bankruptcy control in stochastic market", Applied Mathematics and Computation, Vol, 186, PP 414–425.
10. Yan, W., Li, S.R., (2009), "A class of multi-period semi-variance portfolio selection with a four factor futures price model", Journal of Applied Mathematics and Computing, Vol, 29, PP 19– 34.

Archive of SID
www.SID.ir

11. Yan, W., Miao, R., Li, S.R., (2007), "Multi-period semi-variance portfolio selection: Model and numerical solution", Applied Mathematics and Computation, Vol, 194, PP 128–134.
12. Zhang, W.G., Liu, Y.j., Xu, W.J., (2012), "A possibilistic mean-semi variance - entropy model for multi-period portfolio selection with transaction costs", European Journal of Operational Research, Vol, 222, PP 341–349.
13. Zhang, X.L, Zhang, K.C., (2009), "Using genetic algorithm to solve a new multi-period stochastic optimization model", Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol, 231, PP 114- 123

Archive of SID

www.SID.ir