فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره پنجاه و سه / زمستان ۱۴۰۱
نوع مقاله : علمی پژوهشی
صفحات : ۱۷۲-۱۵۳

بهینه سازی پرتفوی در فضای حباب بازار سرمایه، کاربردی از الگوریتم کلونی زنبور عسل

ایمان محمدی[۱]
حمزه محمدی خشوئی[۲]
آرزو آقایی چادگانی[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۰/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۰/۱۲/۰۶

چکیده

وجود حباب در بازار و بخصوص بازار سرمایه می تواند عاملی در جلوگیری از مشارکت سرمایه‌گذاران در فرایند بازار سرمایه و تخصیص صحیح منابع مالی برای توسعه اقتصادی کشور باشد. از طرفی، با توجه به هدف سرمایه گذاران دردستیابی به سبد دارایی با بازده بالا همراه کمترین میزان ریسک، لزوم توجه به این بازارها را بیشتر می کند. در این پژوهش، با هدف بیشینه کردن بازدهی و کمینه سازی ریسک سرمایه گذاری، تلاش شده تا پرتفوی بهینه در شرایطی که بازار سرمایه دارای حباب قیمتی باشد، تشکیل گردد. با توجه به هدف، پژوهش ازنوع کاربردی، و از نظر داده ها، کمی و پس رویدادی، و از نظر نوع‌تحلیل، ازنوع توصیفی–همبستگی می‌باشد. جهت شناسایی ماه‌های دارای حباب در بازه زمانی۱۳۹۴تا۱۳۹۹بازار بورس اوراق بهادار تهران، از آزمون‌های تسلسل و آزمون چولگی وکشیدگی استفاده و پس از شناسایی دوره‌های دارای حباب، الگوریتم فراابتکاری کلونی زنبور عسل مصنوعی جهت بهینه سازی پرتفوی بکارگرفته شد. نتایج حاکی از شناسایی۱۴دوره دارای حباب قیمتی در بازه زمانی مورد بررسی می باشد. همچنین، در بهینه‌سازی پرتفوی، سبدهای سهام انتخابی با بیشینه بازده وکمینه ریسک تشکیل شده است. این پژوهش راهنمایی برای سرمایه‌گذاران در شناسایی دوره‌های دارای حباب و چگونگی تشکیل پرتفوی بهینه در این شرایط خواهد بود.

کلمات کلیدی

حباب قیمتی، بهینه سازی پرتفوی، الگوریتم فراابتکاری، بازده، ریسک

۱-گروه مدیریت، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران. Imanm6424@gmail.com
۲-گروه مدیریت، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.(گروه حسابداری، واحد اصفهان(خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.(نویسنده مسئول) mohammadi.khosh@yahoo.com
۳-گروه حسابداری، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران. arezooaghaie2001@yahoo.com

مقدمه

یکی از نشانه‌های قابل توجه توسعه در دنیای امروز مربوط به رشد اقتصادی بالا است که نیاز به سرمایه‌گذاری موثر وکافی دارد. همچنین، توسعه و حفظ قدرت مالی در هر جامعه ارتباط مستقیمی با سرمایه‌گذاری معقول و مناسب آن جامعه دارد. بنابراین، سازمان‌ها و مردم سعی می کنند بخشی از پول یا دارایی خود را به سرمایه‌گذاری اختصاص دهند. بازار سرمایه به عنوان منبع اصلی جذب و هدایت سرمایه در نظر گرفته شده و بر این اساس، انجام تجزیه و تحلیل کارآمد از سهام موجود در بازار سرمایه ضروری است. سرمایه‌گذاران همیشه در تلاشند تا مکانی مناسب برای سرمایه‌گذاری پیدا کرده و روش‌های مختلفی را برای سرمایه‌گذاری انتخاب کنند (۳۱).

یکی از ویژگی‌های مهم کشورهای صنعتی و توسعه یافته، وجود بازار فعال و پویای پول و سرمایه است. به عبارت دیگر، اگر پس اندازهای افراد با ساز و کار صحیح به بخش تولید هدایت شوند، علاوه بر بازدهی که برای صاحبان سرمایه به ارمغان می آورد، می توانند به عنوان مهمترین عامل تامین سرمایه برای راه اندازی طرح‌های اقتصادی جامعه نیز مفید باشند و در صورتی که به جریان‌های ناسالم اقتصادی راه پیدا کنند، آثار نامناسبی برای جامعه خواهند داشت (۳). بورس اوراق بهادار بعنوان بخشی از بازار سرمایه، نقش بسیار مهمی در هدایت پس اندازها به بخش‌های مولد اقتصادی در همه کشورها ایفا می‌کند. اما امروزه دراقتصادبسیاری‌ازکشورهای‌درحال‌توسعه، وضعیت‌متغیرهای‌کلان‌اقتصادی‌باصعودشاخص‌های بورس همخوانی ندارد. یکی از عوامل بوجود آورنده این مسائل، نوسانات قیمت دارایی و بخصوص، تشکیل حباب قیمت سهام است. هرگاه اخلال و انحراف گسترده‌ای در بازار رخ دهد، تجهیز و تخصیص منابع مالی با مشکل جدی مواجه خواهد شد. یکی از عوامل بوجود آورنده این مسائل، حباب قیمتی است (۶).

ایده اصلی در مورد وجود حباب‌ها مربوط به این واقعیت است که دلالان و سرمایه‌گذاران این عقیده را حفظ می‌کنند که، با وجود اینکه ارزش سهام با توجه به اصول آن بیش از حد ارزیابی نشده است، هنوز هم خرید نمونه‌های اضافی از آن وجود دارد. بنابراین، یک حباب در روند قیمت سهام به دور از تعادل تعیین شده توسط اصول آن، اهمیت می‌یابد زیرا نمایندگان بازار وجود فرصت‌های مناسب را درک می‌کنند. در حقیقت، حرکت قیمت دارایی به دور از اصول آنها نشانگر وقوع پیشگویی‌های کامل از شرکت‌کنندگان در بازار است، که ناشی از وقایع بیرونی بازار است. اساساً، وجود حباب در بازارهای دارایی نشان می‌دهد که فعالان بازار پس انداز خود را به بهترین سرمایه‌گذاری ممکن اختصاص نمی‌دهند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل حباب‌های عقلانی، براساس انتظارات عقلانی، یک عنصر نامعین تعیین کننده را تشکیل می‌دهد، که معمولاً هنگامی ایجاد می شود که تصمیمات فعلی نمایندگان هم به قیمت فعلی

بازار و هم به انتظارات آنها از قیمت‌های آینده بستگی داشته باشد (۱۵). بورس سهام بطور خاص یک شرایط طبیعی برای مطالعه حباب‌ها است، زیرا سهام‌ها دارای پایه اساسی برطبق ارزش فعلی سود سهام آینده هستند (۳۴).

مطالعات در مورد حباب‌ها، در مورد انواع مختلف دارایی‌های موجود در اقتصاد با گذشت زمان، محققان حوزه‌های مختلف را به خود مشغول کرده است. درک این موضوع که چرا تغییر در قیمت دارایی‌های بازار نسبت به ارزش‌های ذاتی آنها از اهمیت بالایی برخوردار است، به این دلیل است که تاکنون یک روش شناسی توسعه نیافته است که قادر به پیش بینی چنین نوسانات قیمت‌ها باشد. وجود حباب‌ها در درجه اول برکسانی که سرمایه‌گذاری در سهام دارند، تأثیر می‌گذارد و همچنین منجر به عواقبی می شود که تقریباً همیشه برای کل اقتصاد فاجعه بار است. یکی از نمونه‌های بارز در مورد تأثیر حباب در اقتصاد، در ایالات متحده، بحران دات ـ کام[1]در سال ۲۰۰۰، و بخش گل لاله هلندی در قرن هفدهم و اخیراً در فاجعه "وام مسکن جانبی " است(۱۹).

مدیران سرمایه‌گذاری علاوه بر موضوع حباب، به بهینه بودن پرتفوی دارایی‌های مالی تحت مدیریت خود نیز توجه دارند (۶). متنوع سازی سرمایه‌گذاری روشی مناسب برای کاهش ریسک کل سرمایه‌گذاری است که برای سال‌ها در دوره ابتدایی تئوری پرتفوی مورد استفاده قرار گرفته است. معمولاً از یک استراتژی متنوع سازی برای سرمایه‌گذاری در اوراق بهادار متفاوت، از بخش‌های مختلف، شرکت‌ها، مشاغل، مکان‌ها و دولت‌ها استفاده می شود (۲۲).

اولین مدل ریاضی انتخاب پرتفوی در سال ۱۹۵۲ توسط مارکویتز فرموله سازی شد. در مدل انتخاب پرتفوی مارکویتز، بازدهی یک پرتفوی، بصورت ارزش مورد انتظار متغیر تصادفی بازدهی پرتفوی، اندازه گیری می شود و ریسک پرتفوی توسط واریانس بازدهی پرتفوی محاسبه می شود. مارکویتز نشان داد که با فرض اینکه سرمایه‌گذار سطح بالایی از ریسک را بپذیرد (بعبارتی دیگر سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر باشد) یا اینکه خواهان کران پایینی از بازدهی باشد (سرمایه‌گذار ریسک گریز باشد)، پرتفوی بهینه می‌تواند از حل مسئله برنامه ریزی درجه دوم محدب بدست آید (۸).

در شرایط واقعی، عموما محدودیت‌های مساله، بیشتر از محدودیت‌های مسئله بهینه‌سازی درجه دو می باشد. به همین دلیل دیگر نمی‌توان از روش حل مسائل درجه دو برای حل چنین مسائلی استفاده نمود (۷) و هنگامی که تعداد دارایی‌های مسئله زیاد باشد، به مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی سخت[2]تبدیل شده و جستجوی مرز کارا توسط روش‌های متداول امکان پذیر نخواهد بود (۲۰). سال هاست که در حل چنین مسائل پیچیده‌ای، ریاضیات پیشرفته و رایانه‌ها 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 از مسائل بهینه‌سازی، گره‌گشای ابهامات بشر بوده و در پاسخ به مسائل پیچیده، رویکردی موفق داشته‌اند، روش‌ها و الگوریتم‌های موسوم به ابتکاری(فراابتکاری) هستند (۱۱).

الگوریتم‌های فراابتکاری، الگوریتم‌های جستجو محوری هستند که درهر دوره چرخش الگوریتم، کمی به جواب بهینه نزدیک می شوند. این الگوریتم‌ها هیچ تضمینی برای یافتن بهینه سراسری فراهم نمی‌آورند اما تجربه نشان داده است که آنها در بدست آوردن بهینه سراسری برنامه‌ریزی غیرخطی سخت از عملکرد خوبی برخوردار هستند (۹). در این زمینه، الگوریتم‌های بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت، از جمله الگوریتم‌های تکاملی[۳] (EAs) و هوش گروهی[۴] (SI)، بخشی از شاخه اطلاعاتی رایانه‌ای است که در طول چند دهه گذشته محبوبیت زیادی یافته است (۲۸).

این پژوهش قصد دارد در شرایطی که بازار سرمایه دچار حباب قیمتی می‌باشد، پرتفوی بهینه سهام تشکیل دهد. در این رابطه ابتدا به بیان مسئله و مشکلی که وجود دارد که همانا تشکیل یک پرتفوی بهینه در شرایط حباب قیمتی است، پرداخته و سپس در ادامه پژوهش به ارائه مبانی نظری و پیشینه پژوهش‌های خارجی و داخلی انجام گرفته در این زمینه اشاره خواهد شد. سپس به ارائه توضیحاتی در مورد جامعه و نمونه و روش انجام پژوهش پرداخته می شود. در ادامه، آمارها و اطلاعات بدست آمده از فرایند انجام پژوهش با توجه به روش‌های استفاده شده، ارائه می‌گردد. در پایان و پس از انجام تجزیه و تحلیل بر روی اطلاعات بدست آمده، نتیجه‌گیری نموده و به مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش‌های قبلی داخلی و خارجی پرداخته می شود. این پژوهش قصد دارد تا در زمینه بهینه‌سازی سبد سهام برای سرمایه‌گذاران راهکاری موثر و کاربردی ارائه نماید.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

حباب قیمتی

هر گاه اخلال و انحراف گسترده‌ای در بازار رخ دهد، تجهیز و تخصیص منابع مالی با مشکل جدی مواجه خواهد شد. یکی از عوامل بوجود آورنده این مسائل، حباب قیمتی است (۶). حباب از نوعی انتظار سرچشمه می‌گیرد بطوری که این انتظار انگیزه برای بوقوع پیوستن و شکل‌گیری حباب را ایجاد می‌کند (۹). در حباب، افزایش قیمت‌ها منجر به افزایش اشتیاق سرمایه‌گذاران، افزایش تقاضا و در نتیجه افزایش دوباره قیمت‌ها می‌شود (۶).

مبانی نظری برای درک پدیده حباب‌های سوداگرانه را می توان در چشم انداز کینز (۱۹۳۶) جستجو کرد که بازار سهام را با یک مسابقه زیبایی مقایسه می‌کند. همانند یک مسابقه زیبایی، در بورس سهام نیز دلالان پیش بینی می‌کنند که در آینده نزدیک نظر بازار چه خواهد بود، و سعی در پیش بینی نظر سرمایه‌گذار متوسط دارند تا با بهره‌مندی از سودهای ناشی از افزایش یا کاهش ناگهانی ارزش اوراق مشارکت و اوراق بهادار بتوانند سود کسب کنند (۱۹). هنگامی که قیمت یک سهام با قیمت مورد انتظار آن در دوره آتی، تفاوت داشته باشد، بحث حباب جلوه پیدا می کند. در کل دلایل مختلفی می توان برای تشدید حباب‌ها ذکرکرد که وجود حباب را می توان با نقدینگی بالا در سیستم مالی مرتبط دانست. بطور کلی نوسانات قیمت دارایی‌های مالی اغلب از دو بخش عمده تشکیل می شود، یکی بخش متعارف که شامل تغییرات اساسی قیمتی شامل متغیرهای اولیه ودیگری بخش نامتعارف یا تغییرات کاذب قیمت‌ها است که به عنوان حباب‌های سوداگرانه شناخته می شود (۹).

بهینه سازی پرتفوی سهام

کاملاً مشهور است که انتخاب پرتفوی‌ها همیشه یکی از موضوعات داغ پژوهش‌ها بوده است و کارهای اولیه را می‌توان در مدل معروف میانگین واریانس پیشنهاد شده توسط مارکوویتز در سال۱۹۵۲جستجو کرد (۳۷). مارکوویتز همبستگی بین دارایی‌ها، که خطر ابتلا به اوراق بهادار را تحت تأثیر سطح معین ارزش بازده پرتفوی مورد انتظار سرمایه گذار تعیین می‌کند، را کاهش داد. پیچیدگی بازارهای مالی، تخصصی شدن مبحث سرمایه‌گذاری و رشد و توسعه ابزارهای مالی، فعالان بازار سرمایه را نیازمند مدل‌ها و ابزارهایی نمود تا ایشان را جهت نیل به هدف غائی خود یعنی انتخاب بهترین سبد یاری دهد. در حقیقت سرمایه‌گذاری، فرآیندی پیچیده شامل تصمیم‌گیری راجع به بازده احتمالی مورد انتظار است. این پیچیدگی فرآیند سرمایه‌گذاری باعث گردید روز به روز روش‌ها و نظریه‌های متفاوتی جهت بهینه‌یابی سبد دارایی ارائه و توسعه یابد. امروزه در بازارهای جهانی و بازارهای بسیار ناپایدار مانند بورس، اندازه‌گیری کارایی‌ومدیریت‌ریسک بازارتبدیل به‌یک عامل‌مهم برای‌رقابت و حتی بقای موسسات مالی شده‌است (۵).

مسئله انتخاب پرتفوی، عبارتست از چگونگی تخصیص سرمایه به تعدادی از دارایی‌های در دسترس بمنظور دستیابی به حداکثر بازدهی همزمان با به حداقل رساندن ریسک. در مدل انتخاب پرتفوی مارکوویتز، بازدهی یک پرتفوی، بصورت ارزش مورد انتظار متغیر تصادفی بازدهی پرتفوی، اندازه‌گیری می‌شود و ریسک پرتفوی، توسط واریانس بازدهی پرتفوی محاسبه می شود. مارکوویتز نشان داد که با فرض اینکه سرمایه‌گذار سطح بالایی از ریسک را بپذیرد (بعبارتی دیگر سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر باشد) یا اینکه خواهان کران پایینی از بازدهی باشد (سرمایه‌گذار ریسک گریز باشد)، پرتفوی بهینه می‌تواند از

حل مسئله برنامه‌ریزی درجه دوم محدب بدست آید (۸). در بیشتر مسائل مربوط به انتخاب پرتفوی‌ها، باید مبادله‌ای بین ریسک و بازده صورت گیرد. همچنین سرمایه‌گذاران به دنبال وزن بهینه دارایی‌های موجود در سبد سهام هستند (۱۶). مسئله بهینه‌سازی شناخته شده از ادبیات مالی، با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های مختلف مانند روش برنامه‌نویسی درجه دوم پارامتری یا برنامه‌ریزی خطی حل شده است. بااین‌حال، همانطور که مدل محدودیت‌های اضافی را اتخاذ می‌کند، برای بهینه‌سازی سخت‌تر می‌شود و روش‌های سنتی و قطعی نمی‌توانند نتایج رضایت بخشی بدست آورند (۳۳).

الگوریتم‌های فراابتکاری

دلیل اصلی استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در بهینه‌سازی پرتفوی، قابلیت آنها در حل مسئله‌های غیرخطی سخت می‌باشد. زیرا در بعضی از موارد وقتی محدودیت‌های مسئله زیاد می‌شود، دیگر نمی‌توان از راه‌حل‌های متعارف مسئله‌ها را حل نمود و به همین دلیل از این الگوریتم‌ها برای حل این‌گونه مسائل استفاده می‌شود. الگوریتم‌های فراابتکاری به الگوریتم‌هایی گفته می‌شود که طرح کارشان به نوعی از طبیعت اتخاذ شده است. این الگوریتم‌ها را می‌توان به دسته‌های مختلفی طبقه‌بندی کرد یا بعبارتی، طبقه‌بندی این الگوریتم‌ها می‌تواند براساس مبناهای مختلفی صورت بگیرد (۱۰). از زمان ارائه اولین فراابتکاری، پیشرفت‌های عمده‌ای حاصل شده است و الگوریتم‌های متعدد جدید همچنان هر روز پیشنهاد می‌شوند. فراابتکاری به دلیل عملکرد کارآمد، تعداد زیاد استنادها، اپراتورهای تکاملی خاص، مکانیسم‌های تعامل‌جالب‌بین‌اعضا، تنظیم‌مفاهیم‌یامدیریت پارامترها وروش‌های پیشگیری‌ازرکودانتخاب‌می‌شوند(۲۱).

الگوریتم کلونی زنبور عسل مصنوعی (ABC)

الگوریتم کلونی زنبور عسل[۵]که اولین بار توسط کارابوگا[۶] در سال۲۰۰۵معرفی شد، شاخه جدیدی از الگوریتم‌های تکاملی (EA) است که از رفتار تغذیه جمعی کلونی‌های زنبور عسل واقعی الهام گرفته شده است (۱۸). این الگوریتم توسط کارابوگا (۲۰۰۵) معرفی و درکارابوگا و باستورک[۷]توسعه یافته است (۲۹). در مقایسه با برخی از الگوریتم‌های تکاملی محبوب، مانند بهینه‌سازی ازدحام ذرات، الگوریتم ژنتیک و ارزیابی تفاوت[۸]، این الگوریتم عملکرد برتر یا قابل مقایسه‌ای به دست می‌آورد (۱۷). کلونی زنبورعسل یکی از تکنیک‌های بهینه‌سازی موثر و گسترده است که مبتنی بر ازدحام هوشمند است (۲۶).

در الگوریتم ABC، کلونی زنبورهای شریانی از سه گروه زنبور عسل تشکیل شده است: زنبورهای شاغل(کارگر)، زنبورهای تماشاگر(ناظر) و زنبورهای پیشاهنگ. زنبورهای شاغل مسئول بهره‌برداری از منابع شهدی هستند که قبلاً کشف شده‌اند و آنها به سایر زنبورهای منتظر در کندو در مورد کیفیت

منبع غذایی مورد بهره‌برداری اطلاعات می‌دهند. زنبورهای تماشاچی بسته به اطلاعاتی که زنبورهای شاغل به اشتراک می‌گذارند، در کندو منتظر می‌مانند و منبع غذایی را برای بهره‌برداری ایجاد می‌کنند. پیشاهنگان برای یافتن منبع غذایی جدید محیط را جستجو می‌کنند. در الگوریتم ABC، هر منبع غذایی فقط توسط یک زنبور عسل استخدام شده مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، تعداد زنبورهای شاغل برابر با تعداد منابع غذایی در اطراف کندو است. علاوه بر این، موقعیت یک منبع غذایی نشان دهنده یک راه حل احتمالی برای مسئله بهینه‌سازی است و مقدار شهد یک منبع غذایی با کیفیت راه حل همراه آن مطابقت دارد. تعداد زنبورهای شاغل یا زنبورهای تماشاگر برابر با تعداد راه‌حل‌های موجود در جمعیت است (۱۸).

نیمی از زنبورها شاغل(کارگر) و نیمی دیگر زنبورهای ناظر. زنبورهای پیشاهنگ با تکامل روند معرفی می‌شوند. هنگامی که یک زنبور عسل پیشاهنگ منبع جدید شهد را پیدا می‌کند، مکان آن توسط زنبور عسل حفظ می شود و مکان جدید جایگزین مکان پیشین می شود. بعد از اینکه هر زنبور کارگر چرخه جستجوی خود را به اتمام رساند، این اطلاعات را با زنبورهای ناظر تبادل می کند. در کندوی زنبور عسل واقعی این کار توسط یک رقص زنبور عسل انجام می‌شود، اما این رقص رسمی می‌تواند جهت، فاصله و کیفیت منبع شهد را به بینندگان منتقل کند (۲۷).

موقعیت یک منبع غذایی، بصورت $X_i=[x_{i1},x_{i2},\ldots,x_{iD}]$ یک راه حل احتمالی را نشان می‌دهد و مقدار شهد یک منبع غذایی با درصد محلول مرتبط مطابقت دارد. الگوریتم ABC از چهار مرحله تشکیل می‌شود: مقداردهی اولیه، زنبور شاغل، زنبور تماشاگر و زنبور پیشاهنگ. در مرحله اولیه ABC، موقعیت‌های منبع غذایی SN به طور تصادفی با فضای جستجو تولید می‌شوند. پس از تولید منابع غذایی و اختصاص آنها به زنبورهای شاغل، درمرحله زنبور عسل شاغل درABC، هر زنبورعسل شاغل سعی می‌کند منبع غذایی با کیفیت بهتر را بر اساس i پیدا کند. منبع غذایی جدید که به عنوان $U_i=[u_{i1},u_{i2},\ldots,u_{iD}]$ نشان داده می‌شود، از معادله (۱) محاسبه می‌شود.

$$u_{ij} = x_{ij} + \emptyset\left(x_{ij} - x_{sj}\right) \qquad (۱)$$

که $i\in\{1,2,\ldots,SN\}$ و SN تعداد منبع غذا را نشان می‌دهد. j یک عدد صحیح تصادفی است که در محدوده [1,D] تولید می شود، ϕ یک عدد تصادفی است که به طور یکنواخت در محدوده [۱,۱-] توزیع می شود و s شاخص یک راه حل تصادفی انتخاب شده است. ABC در هر تکرار هر موقعیت را فقط در یک بعد تغییر می‌دهد. اگر جایگاه جدید از نظر ثبات، موقعیت بهتری داشته باشد، جایگاه منبع

x_i در حافظه زنبور عسل با نامزد موقعیت منبع غذایی u_i جایگزین شده و با منبع غذایی جدید جایگزین خواهد شد. هر زنبور جستجوگر یک منبع غذایی پیشنهاد شده را براساس ارزش احتمال p_i منطبق با ارزش برتر، انتخاب می‌کند، جایی که:

$$p_i = fit_i / \sum_{j=1}^{SN} fit_j \qquad (۲)$$

درصورتیکهfit_i مناسب بودن منبع غذاییi باشد. پس از انتخاب منبع غذایی، یک منبع غذایی نامزد جدید می‌تواند توسط Eq بیان شود. اگر یک منبع غذایی، i ، برای تعداد چرخه از پیش تعیین شده‌ای که به عنوان حد مجاز شناخته می‌شود، قابل بهبود نباشد، این منبع غذایی کنار گذاشته می‌شود. سپس زنبور پیشاهنگ بطورتصادفی منبع غذایی جدیدی تولید می‌کند تا جایگزینi شود (۳۰).

پیشینه پژوهش

مفهوم حباب[۹]از اوایل قرن ۱۷وارد ادبیات اقتصاد شده است. از آن زمان تاکنون نمونه‌های متعددی بعنوان دوران حباب قیمتی یاد شده است. دردوره۱۹۹۰-۱۹۸۵دارایی‌های ژاپن و همچنین ۲۰۰۰-۱۹۹۸ بازار اینترنت آمریکا دچارحباب شده بودند که دومی به جنون دات کام[۱۰]معروف است (۱). پژوهش رابرت شیلر(۱۹۸۱) را شاید بتوان از اولین پژوهش‌های انجام گرفته در مورد حباب دانست. شیلر با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۸۶-۱۸۷۱ و بهره‌گیری از آزمون کران وارایانس یا فرار بودن بیش از حد قیمت‌ها به این نتیجه رسید که تغییرات قیمت‌ها به وسیله تغییر در ارزش فعلی سودهای نقدی قابل توضیح نیستند. آندرسون و بروکس(۲۰۱۴)، در پژوهش خود، یک مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های تجربی را آزمایش کردند که اجازه می‌داد حباب‌های سوداگرانه روی بازده سهام تأثیر بگذارد. آنها نشان دادند که سهام دارای حباب‌های بزرگتر، بازده بالاتری را به همراه دارد. کوستا و همکاران (۲۰۱۷)، وجود حباب در شاخص بورس اوراق بهادار سائوپائولو را مشخص کردند. آنها آزمون‌های اقتصادسنجی براساس موقعیت هر یک را در هر دوره، برای دوره بین اوایل سال۱۹۹۰تا اوایل سال۲۰۱۰ انجام دادند. نتایج، وجود حباب در۲۰سهم از ۲۷سهام، در سطح قابل توجه ۵٪ را نشان داد. کاسپی و گراهام(۲۰۱۸)، از داده‌های مربوط به نسبت دفتری به بازار در اسرائیل از ژوئیه ۱۹۹۶ تا آگوست ۲۰۱۴ استفاده کردند. نتایج نشان داد که هیچ مدرکی مبنی بر وجود حباب مشاهده نشده است. همچنین نتایج نشان از حضور بالقوه نوسانات غیر ثابت قوی در بازار داشت. شوو و زوو (۲۰۲۰)، با استفاده از داده‌های روزانه شاخص بازار سهام شانگ‌های شنزن چین از ژانویه ۲۰۰۲ تا آوریل ۲۰۱۸، یک روش تشخیص حباب پیشرفته مبتنی بر شاخص اطمینان ورود به سیستم قانون دوره‌ای منحصر بفرد، برای شناسایی علل اولیه حباب‌های مثبت ومنفی در بازار سهام چین ارائه کردند. نتایج نشان از توانایی تشخیص حباب‌های مثبت ومنفی مربوط به وقایع

شناخته شده تاریخی براساس شاخص اطمینان ورود به سیستم قانون دوره‌ای منحصر بفرد بود. پاولیدیس و همکارانش (۲۰۲۰)، یک روش جدید برای آزمایش حباب‌های سوداگرانه در بازارهای تقسیم شده سرمایه را ارائه کردند. یافته‌ها نشان از وجود پویایی سوداگری در بازار سهام هنگ کنگ و وجود دوره‌ای پر شور و دارای حباب سوداگرانه در سال ۲۰۰۷ و سقوط بازار در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ داشت. راسخی و همکاران (۱۳۹۵)، از آزمون‌های ریشه واحد راست دنباله جهت کشف و تعیین دوره‌های حبابی در بازار بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی فروردین ۱۳۸۱ تا دی ماه ۱۳۹۴ استفاده کردند. نتایج، رفتار انفجاری و وجود حباب‌های چندگانه در بازار سهام ایران را تعیین کردند. دریابر و همکاران(۱۳۹۷)، با تعیین مقاطع زمانی در بازه۱۳۸۰ تا پایان۱۳۹۴در بورس اوراق بهادار تهران، درصدد یافتن الگویی جهت بهینه کردن پرتفوی دارایی‌های مالی پرداختند. آنها پس از شناسایی دوره‌های حباب در بازه زمانی مورد بررسی و بهینه سازی پرتفوی، مقایسه ای بین عملکرد پرتفوی تشکیل شده با سایر پرتفوی‌ها در دو حالت حبابی و بدون حباب انجام دادند. صابری و همکاران (۱۳۹۸)، از داده‌های۱۰ساله شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در سال‌های ۱۳۸۵تا ۱۳۹۴ استفاده کردند. در نتایج بیان شد که میانگین بازدهی پرتفوی در فضای حباب سوداگری در سطح معینی از ریسک بزرگتر از بازدهی پرتفوی بدون حباب براساس حسابداری ذهنی است. کارابوگا و آکای(۲۰۰۹)، عملکرد الگوریتم کلونی زنبور عسل را با الگوریتم‌های بهینه سازی ژنتیک، بهینه سازی ازدحام ذرات، تکامل افتراقی و ES مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که عملکرد الگوریتم کلونی زنبور عسل بهتر و یا شبیه به این الگوریتم‌ها است. هونگ می و همکاران (۲۰۱۰)، الگوریتم کلونی زنبور عسل را برای مشکل بهینه‌سازی پرتفوی اعمال کردند و با الگوریتم ژنتیک مقایسه کردند. نتایج نشان داد که الگوریتم کلونی زنبور عسل از نظر سرعت همگرایی و کیفیت راه حل، از الگوریتم ژنتیک بالاتر است. وانگ و همکاران(۲۰۱۳)، الگوریتم کلونی زنبور عسل را با الگوریتم ژنتیک، جستجوی تابو، بازپرداخت شبیه‌سازی شده و الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات مقایسه کرده و گزارش دادند که الگوریتم کلونی زنبور عسل برای حل مسئله بهینه سازی پرتفوی عملکرد خوبی داشته و راه‌حل‌های بهتری نسبت به سایر الگوریتم‌های اکتشافی بدست آورده است. باکانین و همکاران (۲۰۱۴)، الگوریتم کلونی زنبور عسل را برای محدود کردن مشکل بهینه سازی پرتفوی با یک روش کارآمد با محدودیت کارآمد به کار بردند. آنها الگوریتم کلونی زنبور عسل را با الگوریتم ژنتیک والگوریتم خفاش مقایسه نموده و به پتانسیل‌های الگوریتم کلونی زنبور عسل برای حل موثر مشکلات بهینه سازی پرتفوی اشاره کردند. کومار و میشرا (۲۰۱۷)، با استفاده از کلونی زنبور عسل کواریانس محور نوین؛ الگوریتم کلونی زنبور عسل را با مفاهیم همبستگی آماری برای سرعت بخشیدن به همگرایی آن،

ترکیب کردند. نتایج اعتبارسنجی، عملکرد صحیح الگوریتم پیشنهادی را در به دست آوردن راه‌حل‌های مختلف بهینه تجارت به طور همزمان با محدودیت‌های واقع بینانه تأیید کرد. کالایچی و همکارانش (۲۰۲۰)، با استفاده از سه الگوریتم فراابتکاری کلونی مورچه،کلونی زنبور عسل، و ژنتیک به حل مسئله بهینه سازی اوراق بهادار با محدودیت کاردینالیته پرداختند. آنها روش خود را برای ارزیابی اثربخشی الگوریتم پیشنهادی و مقایسه آن با نتایج پژوهش‌های دیگر استفاده کردند. تکین تزل و همکاران (۲۰۲۱)، از یک منطق فازی و سیستم‌های فازی برای ایجاد یک طرح همکاری برای انتخاب خودکار الگوریتم‌های مناسب فراابتکاری وکنترل فرایند جستجو بصورت پویا استفاده کردند. آنها با ترکیب مزایای الگوریتم‌های مختلف فراابتکاری، رویکرد جستجوی بهتری به دست آورد. پیمانی فروشانی و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی روش تسلط تصادفی در بهینه سازی پرتفوی و مقایسه عملکرد این روش با بهینه سازی پرتفوی به روش مارکوویتز، در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج نشان از برتری عملکرد روش تسلط تصادفی مرتبه دوم بر روش مارکوویتز در رویکرد برون نمونه ای و درون نمونه ای داشت. امیری و همکاران (۱۳۹۹)، از الگوریتم فراابتکاری به نام جستجوی انطباق تصادفی حریصانه[۱۱]برای رفع مشکل بهینه سازی پرتفوی با محدودیت کاردینالیتی استفاده کردند. نتایج نشان از کارایی مدل ارائه شده در مقایسه با مدل مارکویتز داشت. منصوریان و همکاران(۱۳۹۹)، جهت اجرای پرتفوی مالی هوشمند روش‌های موجود بهینه سازی را بر اساس عملکرد نسبت شارپ ارتقا داده و روش هوشمندی برای انجام معاملات براساس الگوریتم‌های مختلف ارائه کردند. براساس اهدافی این پژوهش و با توجه به مبانی نظری ارائه شده در بالا، می توان فرضیه زیر را در بیان نمود:

فرضیه پژوهش: الگوریتم فرابتکاری کلونی زنبور عسل جهت بهینه سازی پرتفوی در شرایط حباب بازار سودمند و قابل کاربرد است.

نوع پژوهش، جامعه و نمونه آماری

این پژوهش با توجه به هدف، از نوع کاربردی، و از نظر داده‌ها، کمی و پس رویدادی، و از نظر نوع تحلیل، از پژوهش‌های توصیفی–همبستگی می باشد. جهت بدست آوردن داده‌های پژوهش با توجه به اینکه در ارتباط مستقیم با سازمان بورس و اوراق بهادار می باشد، از داده‌های موجود در سایت سازمان بورس و اوراق بهادار تهران و سایت‌های مرتبط و همچنین اطلاعات موجود در نرم افزار ره آورد نوین استفاده شده است. از نظر جمع آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از آنها، این پژوهش از نوع توصیفی و از آنجایی که برای انتخاب پرتفوی بهینه از نرم افزار متلب استفاده می شود، از نوع تحلیلی می باشد. جامعه آماری این پژوهش، کلیه شرکت‌های سهامی عام دارای سهام قابل معامله در بورس اوراق

بهادار تهران می باشند، که در بازه زمانی مورد نظر این پژوهش دارای فعالیت بوده و سهام آنها خرید و فروش می شود، با این شرایط که در بازه مورد بررسی، دارای شرایط حباب قیمتی باشند. دلیل انتخاب جامعه آماری مذکور، به جهت در دسترس بودن اطلاعات نسبتا جامع در خصوص وضعیت شرکت‌ها و روند عملکردهای مالی و اقتصادی آنها می باشد. با در نظر گرفتن نزدیکترین دوره به موقعیت زمانی کنونی به لحاظ جدید بودن داده‌های آماری برای بررسی بهتر و همچنین بعلت اینکه برای انجام دقیق فرایند بررسی و بکارگیری الگوریتم‌ها، نیاز به داشتن اطلاعات کامل بصورت قطعی و صحیح می‌باشد، دوره زمانی مورد بررسی را کلیه معاملات انجام شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۴تا ۱۳۹۹در نظر گرفته شد. برای انتخاب نمونه مورد نظر این پژوهش از بین تمامی شرکت‌های فعال در بورس، سهام شرکت‌هایی انتخاب می شوند که دارای تمامی شرایط زیر باشند:

۱-با توجه به دوره زمانی مورد بررسی و لزوم دردسترس بودن اطلاعات مورد نیاز برای انجام پژوهش، شرکت هایی که در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹دارای فعالیت بوده اند و تا پایان سال ۱۳۹۳ در بورس اوراق بهادار پذیرفته شده و طی زمان مورد نظر، از بورس اوراق بهادار نیز خارج نشده باشند.

۲-اطلاعات مالی آنها در دسترس باشد.

۳-در بازه زمانی مورد نظر ممنوعیت معامله و وقفه معاملاتی بیش از۳ماه در یکسال نداشته باشند.

۴-جزو بانک‌ها و موسسه‌های مالی و اعتباری و شرکت‌های سرمایه گذاری نباشند.

۵- برای رعایت قابلیت مقایسه پذیری، سال مالی شرکت منتهی به پایان اسفند ماه هر سال باشد.

۶- شرکت طی دوره مورد بررسی تغییر سال مالی نداشته باشد.

۷- در نظر گرفتن محدودیت کاردینالی در تعداد سهام و شرکت‌های انتخابی به تعداد ۲۰ شرکت.

با توجه به این موارد، از بین ۱۵۳ شرکت باقیمانده، تعداد ۲۰ شرکت که دارای شرایط فوق جهت تشکیل پرتفوی باشند، انتخاب خواهند شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، جهت شناسایی دوره‌های دارای حباب قیمتی، از آزمون تسلسل و آزمون چولگی و کشیدگی استفاده نموده و براساس بازه‌های زمانی که در هر دو آزمون مشترک بوده اند، دوره‌های دارای حباب قیمت مشخص گردید. سپس برای بهینه سازی پرتفوی با استفاده از الگوریتم فراابتکاری کلونی زنبور عسل مصنوعی، از نرم افزار متلب نسخه ۲۰۱۵ استفاده شد.

مدل پژوهش و نحوه اجرای آن

برای پیاده سازی و بررسی الگوریتم فرایندی وجود دارد که به ترتیب عبارتند از :

۱-انتخاب داده‌ها: مرحله اول، انتخاب داده‌ها است. داده‌های مالی شرکت‌های برتر در بورس اوراق بهادار تهران با توجه به محدودیت‌های درنظرگرفته شده، برای سال‌های۱۳۹۴تا۱۳۹۹که با استفاده از نرم افزار ره‌آورد نوین و سایت‌های مرتبط سازمان بورس اوراق بهادار تهران، گردآوری می‌شوند.

۲-پاک‌سازی و آماده‌سازی داده‌ها: در این مرحله داده‌هایی که متغیرهای مستقل آنها بدلیل ناقص بودن اطلاعات وجود ندارد و یا اینکه قابل محاسبه نبودند، حذف می‌گردد. و در ادامه آن، سهام ۱۵۳شرکت که دارای شرایط مورد نظر در این پژوهش می‌باشند، باقی می‌ماند.

۳- نرمال‌سازی داده‌ها جهت بکارگیری در مدل: اگر داده‌ها را بصورت خام در نرم افزار وارد نماییم، موجب کاهش سرعت و دقت الگوریتم خواهد شد. در نتیجه برای مواجه نشدن با چنین مشکلی و همچنین بمنظور یکسان سازی ارزش داده‌ها قبل از انجام آزمون، داده‌های ورودی به آن بایستی نرمال سازی (استاندارد سازی) گردند. بعبارتی تمام داده‌ها بین ۱- و ۱ معادل سازی گردد. برای نرمال‌سازی داده‌ها از فرمول(۳) استفاده می‌شود:

$$Y_i = \frac{yi - y\,min}{y\max \quad y\,min}(h_i - L_i) + L_i \qquad (۳)$$

که در آن Y_i مقادیر ورودی نرمال شده توسط معادله، y_iمقادیر اصلی ورودی، y_{min} کوچکترین مقدار ورودی، y_{max}بزرگترین مقدار ورودی، h_i مقدار بالا در فاصله نرمالیزه کردن (در اینجا برابر ۱+)،L_iمقدار پایین در فاصله نرمالیزه کردن (در اینجا ۱-) می‌باشند.

۴-تعیین تابع هدف: در این پژوهش از مدل اصلی مارکوویتز استفاده می شود. مدل مارکوویتز دارای داده‌ها یا ورودی‌هایی است که عبارتند از :

۱)بازده مورد انتظار هر سهم

۲)انحراف معیار بازده مورد انتظار بعنوان معیاری برای تعیین ریسک هر سهم

۳)کوواریانس، بعنوان معیاری که همسویی بین بازده سهم‌های مختلف را نشان می دهد.

مدل مارکوویتز براساس شاخصه‌های بازده منتظره و ریسک اوراق بهادار بنا نهاده شده بود که در اصل یک چارچوب نظری برای تحلیل گزینه‌های ریسک و بازده است. براساس نظریه وی، سبد سرمایه‌گذاری کارا سبدی است که در سطحی معین از ریسک، دارای بیشترین بازده یا دارای کمترین ریسک به ازای سطح معینی از بازده باشد (۳). مدل مارکوویتز بصورت معادله (۴) بیان می شود:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} wiwj\sigma ij \qquad (۴)$$

$$\text{Max} \sum_{i=1}^{n} wi\mu i$$

$$\text{s.t:} \quad \sum_{i=1}^{n} wi = 1 \qquad wi \geq 0 \quad i=0,1,\ldots,N$$

در این پژوهش بمنظور انتخاب سبد مطمئن تر، با وارد کردن ضریب λ در تابع هدف تلاش شده تا هر دو معیار ریسک و بازده در تابع هدف گنجانده شود و ضمن کمینه نمودن ریسک، به بیشینه نمودن بازده پرداخته شود. در حقیقت λ تنها یک پارامتر وزن دهی است که مقدار آن در بازه [۰,۱] تغییر می‌کند و توسط آن میزان ارزش دهی سرمایه‌گذار به ریسک یا بازده اعمال می‌گردد. در نتیجه این تغییر، مدل ارائه شده در معادله (۵) بصورت زیر خواهد شد:

$$\text{Max } z = \lambda \sum_{i=1}^{n} wi\mu i - (1-\lambda) \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} wiwj\sigma ij \qquad (۵)$$

$$\text{s.t:} \quad \sum_{i=1}^{n} wi = 1 \qquad wi \geq 0 \quad i=0,1,\ldots,N$$

مدل بالا، در زمینه بهینه‌سازی انتخاب سبد سهام مقید، تحت محدودیت‌های عدد صحیح ناتوان است. برای رفع این مشکل، محدودیت عدد صحیح بصورت معادله (۶) به مدل اضافه می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{n} Zi = K \qquad (۶)$$

براساس این محدویت، اگر در سهم i سرمایه گذاری شود، مقدار Zi برابر یک و چنانچه در این سهم سرمایه‌گذاری نشود، مقدار Zi برابر صفر می‌شود. در این فرمول K تعداد سهامی است که سرمایه‌گذار مایل است در سبد خود داشته باشد و در آنها سرمایه‌گذاری نماید. براین اساس، مدل مورد نظر بصورت معادله (۷) تغییر خواهد کرد:

$$\text{Max } z = \lambda \sum_{i=1}^{n} wi\mu i - (1-\lambda) \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} wiwj\sigma ij \qquad (۷)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{n} wi = 1$$

$$\sum_{i=1}^{n} Zi = K \qquad wi \geq 0 \quad i=0,1,\ldots,N \quad \text{و} \quad Zi \in \{0,1\}$$

برای درنظر گرفتن مقدار وزن هر دارایی در سبد، یک میزان حداقلی و یک میزان حداکثری لحاظ می‌شود. به بیان دیگر، چنانچه x_i مقداری غیر از صفر به خود بگیرد، رابطه ۹ باید برقرار باشد:

$$\alpha \leq x_i \leq \beta, \forall x_i \neq 0 \qquad (۹)$$

که α و β به ترتیب حد پایین و بالا برای وزن سهم i در سبد سرمایه‌گذاری هستند.

۵-انتخاب سبد سهام براساس الگوریتم فراابتکاری کلونی زنبور عسل مصنوعی: در ادامه مراحل بالا، به کمک نرم افزار متلب و با استفاده از ابزارهای موجود در آن، نسبت به انتخاب سبد سهام بهینه با الگوریتم کلونی زنبور عسل مصنوعی اقدام می‌گردد.

پس از انجام آزمون‌های تسلسل و آزمون چولگی و کشیدگی، بازه‌های زمانی که در هر دو آزمون مشترک می‌باشد، بعنوان دوره‌های دارای حباب تعیین می‌شوند. نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۱نشان داده شده است.

جدول ۱- دوره‌های دارای اشتراک در آزمون‌های تسلسل، و آزمون چولگی و کشیدگی

سال	دوره‌های مشترک آزمون‌ها	سال	دوره‌های مشترک آزمون‌ها
۱۳۹۴	۱۳۹۴/۱/۱ تا ۱۳۹۴/۲/۱	۱۳۹۷	۱۳۹۷/۳/۱ تا ۱۳۹۷/۴/۱
	۱۳۹۴/۴/۱ تا ۱۳۹۴/۵/۱		
	۱۳۹۴/۷/۱ تا ۱۳۹۴/۸/۱		۱۳۹۷/۵/۱ تا ۱۳۹۷/۸/۱
	۱۳۹۴/۱۰/۱تا۱۳۹۴/۱۲/۱		
۱۳۹۵	۱۳۹۵/۴/۱تا۱۳۹۵/۶/۱	۱۳۹۸	۱۳۹۸/۱/۱تا۱۳۹۸/۲/۱
			۱۳۹۸/۹/۱تا۱۳۹۸/۱۰/۱
۱۳۹۶	۱۳۹۶/۲/۱ تا ۱۳۹۶/۳/۱		۱۳۹۸/۱۱/۱ تا۱۳۹۸/۱۲/۱
	۱۳۹۶/۴/۱ تا ۱۳۹۶/۷/۱	۱۳۹۹	۱۳۹۹/۱/۱ تا۱۳۹۹/۵/۱
	۱۳۹۶/۸/۱تا ۱۳۹۶/۱۰/۱		

بهینه سازی الگوریتم کلونی زنبور عسل مصنوعی

در این الگوریتم با توجه به مقدار میانگین و واریانس هر کدام از سهم‌ها و با توجه به تابع هدف در نظر گرفته شده، برای انتخاب سبد بهینه سهام شامل۲۰ سهم که میزان بازدهی را حداکثر و میزان ریسک را حداقل نمایند، اقدام می‌گردد. براساس نتایج حاصل از بکارگیری الگوریتم فوق در نرم افزار متلب، میزان بازده و ریسک هر دوره بصورت جدول ۲ می باشد.

جدول۲- میزان بازدهی و ریسک پرتفوی انتخابی در الگوریتم کلونی زنبور عسل مصنوعی

دوره	بازده	ریسک
۹۴/۱/۱تا۹۴/۲/۱	۰,۰۶۶۸۹۷	۰,۰۰۸۹
۹۴/۴/۱تا۹۴/۵/۱	۰,۰۱۴۶۲۵	۰,۰۴۷۱
۹۴/۷/۱تا۹۴/۸/۱	۰,۰۲۹۰۴۱	۰,۰۰۳۵
۹۴/۱۰/۱تا۹۴/۱۲/۱	۰,۰۱۹۵۷۹	۰,۰۰۴
۹۵/۴/۱تا۹۵/۶/۱	۰,۰۱۲۰۸	۰,۱۷۳۹
۹۶/۲/۱تا۹۶/۳/۱	۰,۰۰۶۵۵۵	۰,۰۰۰۶۷۰۰۹
۹۶/۴/۱تا۹۶/۷/۱	۰,۰۰۹۶۳۴	-۰,۰۰۰۰۰۵۱۶۳۴
۹۶/۸/۱تا۹۶/۱۰/۱	۰,۰۲۴۱۲۶	۰,۰۰۱۳
۹۷/۳/۱تا۹۷/۴/۱	۰,۰۴۱۸۵۸	۰,۰۰۰۴۲۲۷۹
۹۷/۵/۱تا۹۷/۸/۱	۰,۱۱۶۷۸	۰,۰۰۰۵۴۵۴۲
۹۸/۱/۱تا۹۸/۲/۱	۰,۳۹۱۳۰۹	۰,۰۰۹۱
۹۸/۹/۱تا۹۸/۱۰/۱	۰,۴۷۰۷۴۵	۰,۰۰۱۸
۹۸/۱۱/۱ تا۹۸/۱۲/۱	۰,۱۳۴۵۵۵	۰,۰۰۰۸۰۶۵۸
۹۹/۱/۱ تا۹۹/۵/۱	۰,۰۸۰۶۰۵	۰,۰۰۰۹۴۸۲۹

نتیجه‌گیری و بحث

براساس نتایج بدست آمده از آزمون‌های مربوط به شناسایی حباب قیمتی، ماه‌های دارای حباب قیمتی تعیین شدند، که این خود نشان دهنده بازار سرمایه پر تلاطم و پر ریسک داخل ایران برای سرمایه‌گذاری می باشد. در این حالت، سرمایه‌گذاران بایستی با دقت روند حرکت قیمت‌ها را دنبال نمایند تا در فرایند سرمایه‌گذاری و کسب سود، در زمان اوج قیمت و نزدیک شدن به سقوط قیمتی، در خطر از دست دادن سرمایه خود قرار نگیرند. با توجه به هدف پژوهش در مورد بهینه سازی پرتفوی در شرایط حباب بازار سرمایه، و براساس دوره‌های مشخص شده دارای حباب در بازار، از الگوریتم کلونی زنبور عسل جهت بهینه سازی استفاده شد که نتایج نشان از کارایی و دقت بالای الگوریتم کلونی زنبور عسل در بهینه سازی با توجه به شرایط حباب قیمتی دارد.

این پژوهش برای کلیه سرمایه‌گذاران ریسک پذیر و ریسک گریز با توجه به اینکه ابتدا دوره‌های دارای حباب قیمتی شناسایی گردیده و سپس اقدام به بهینه سازی پرتفوی شد، راهکاری مناسب ارائه می‌کند که در برابر کمترین میزان ریسک، بازدهی مطلوبی را بدست آورند. در نتیجه فرضیه پژوهش مبنی بر کارایی الگوریتم کلونی زنبور عسل جهت بهینه سازی پرتفوی در شرایط حباب قیمتی تایید شد.

براساس اهداف و نتایج بدست آمده از این پژوهش، برای شناسایی دوره‌های دارای حباب قیمتی، پیشنهاد می شود در پژوهش‌های آتی از دیگر روش‌ها و یا ترکیبی از روش‌ها برای شناسایی دوره‌های دارای حباب قیمتی استفاده شود و یا روش‌های بکار رفته جهت شناسایی دوره‌های دارای حباب قیمتی بکار رفته در این پژوهش، برای سایر بازارها نیز استفاده گردد و نتایج آنرا با پژوهش حاضر مقایسه نمایند. همچنین، برای بهینه سازی پرتفوی سهام، در سایر بازارهای بورس اوراق بهادار تهران، از سایر الگوریتم‌ها نیز استفاده کرده و یا از روش‌های بکار رفته در این پژوهش برای شناسایی دوره‌های حباب قیمتی در بازار سهام سایر کشورها نیز استفاده گردد.

منابع

۱) ابراهیمی‌سروعلیا،محمدحسن،فلاح‌شمس،میرفیض،آذرنگ،شهناز.،(۱۳۹۱)،بررسی عوامل تاثیرگذار بر حباب قیمت در بورس اوراق بهادار تهران،فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری، سال اول، شماره چهارم، زمستان،صص ۶۰-۴۷.

۲) امیری،میثم،ابراهیمی سروعلیا،محمدحسن،هاشمی،هما،(۱۳۹۹)،بررسی عملکرد الگوریتم GRASP در انتخاب پرتفوی بهینه (بالحاظ محدودیت کاردینالیتی)،فصلنامه اقتصاد مالی،سال۱۴، شماره ۵۱،تابستان،صص۱۷۱-۱۴۷.

۳) پاک‌مرام،عسگر،بحری‌ثالث،جمال،ولی‌زاده،مصطفی،(۱۳۹۶)،انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام بااستفاده از الگوریتم ژنتیک، با بهره‌گیری از مدل میانگین-نیمه واریانس مارکویتز، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار،شماره ۳۱، تابستان، صص ۴۲-۱۹.

۴) پیمانی فروشانی،مسلم،ارضاء،امیرحسین،حمیدی زاده،مریم،(۱۳۹۸)،بهینه سازی پرتفوی به روش تسلط تصادفی در بورس اوراق بهادار تهران،فصلنامه علمی مطالعات مدیریت صنعتی ،سال هفدهم،شماره ۵۵،زمستان،صص ۲۱۰-۱۸۵.

۵) حسینی ابراهیم آباد،سید علی.،جهانگیری،خلیل.،قائمی اصل، مهدی.،حیدری،حسن.،(۱۳۹۹)، بهینه سازی پرتفوی به کمک رهیافت Bayesian MGARCH مبتنی بر تبدیل موجک، پژوهش‌های اقتصاد پولی ،مالی، دوره جدید، سال بیست و هفتم، شماره ۱۹، بهار و تابستان،صص ۱۶۳-۱۳۳.

۶) دریابر،عبداله،رهنمای‌رودپشتی،فریدون،نیکومرام،هاشم،غفاری،فرهاد،(۱۳۹۷)،بهینه‌سازی پرتفوی در فضای حباب بازار سرمایه، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال یازدهم، شماره چهل، زمستان. صص۱۲۶-۱۱۳.

۷) راسخی،سعید،شهرازی،میلاد،میلاعلمی،زهرا،(۱۳۹۵)،تعیین دوره های حباب قیمتی:یک مطالعه موردی برای بازار بورس اوراق بهادار تهران،فصلنامه اقتصاد مقداری(بررسی های اقتصادی سابق)، دوره ۱۳،شماره ۳، پاییز،صص ۲۵-۵۵.

۸) رهنمای‌رودپشتی،فریدون،ساده،احسان،فلاح‌شمس،میرفیض،احتشام‌راثی،رضا،جلیلیان،جمیل،(۱۳۹۷)،حل مساله بهینه سازی سبد سهام شرکت‌های خصوصی در شرایط کمبود داده با استفاده از الگوریتم کلونی زنبور عسل(ABC)،مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار،شماره سی و پنجم، تابستان، صص ۱۰۴-۷۷.

۹) صابری،مریم،دارابی،رویا،حمیدیان،محسن.،(۱۳۹۸)،پرتفوی‌بهینه‌درفضای حباب سوداگری براساس حسابداری ذهنی،فصلنامه علمی‌پژوهشی دانش سرمایه گذاری، سال هشتم، شماره ۳۰، تابستان، صص۲۱۰-۱۹۱.

۱۰) فشاری، مجید،مظاهری‌فر،پوریا،(۱۳۹۷)، مقایسه الگوریتم ژنتیک و علف‌های هرز در بهینه‌سازی پرتفوی و مقایسه مدلAR غیر خطی و میانگین ساده در پیش‌بینی بازده مورد انتظار،فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار،سال یازدهم،شماره ۳۷،تابستان،صص ۸۴-۷۷

۱۱) مرادی،محمد،(۱۳۹۶)،بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم چرخه آب(WCA)،چشم انداز مدیریت مالی،شماره ۲۰، زمستان،صص ۳۲-۹.

۱۲) منصوریان، رضا، رضائی، نادر، نبوی چاشمی، سیدعلی، پویانفر، احمد.، عبدالهی، علی، (۱۳۹۹)، طراحی پرتفوی هوشمند با استفاده از مدل‌های سرمایه گذاری کمی، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۴۴،پاییز، صص ۴۲۵-۳۹۸.

13) Anderson, K, Brooks, C., (2014), Speculative bubbles and the cross-sectional variation in stock returns. International Review of Financial Analysis, 35, 20-31.

14) Bacanin, N.,Tuba, M., Pelevic, B.,(2014),Constrained portfolio selection using artificial bee colony (ABC) algorithm, International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. 8 (2014), pp ۸-۱۹۰.

15) Balcilar, M., Gupta, R., Jooste, C., & Wohar, M. E., (2016), Periodically collapsing bubbles in the South African stock market, Research in International Business and Finance, 38,191-201.

16) Bavarsad Salehpoor,I.,Molla-Alizadeh-Zavardehi,S.,(2019), A constrained portfolio selection model at considering risk adjusted measure by using hybrid meta-heuristic algorithms, Applied Soft Computing Journal,75,pp233-253.

17) Basturk,B.,Karaboga,D.,(2006),An artificial bee colony(abc)algorithm for numeric function optimization,IEEE Swarm Intelligence Symposium2006, Indianapolis, Indiana, USA, May 2006.

18) Chen,MinRong.,Chen,JunHan.,Zeng,GuoQiang.,Lu,KangDi.,Jiang,XinFa.,(2019),An improved artificial bee colony algorithm combined with extremal optimization and Boltzmann Selection probability,Swarm and Evolutionary Computation,49, pp 158–177

19) Costa, C.T., da Silva, W.V., de Almeida, L.B., da Veiga,C.P.,(2017), Empirical evidence of the existence of speculative bubbles in the prices of stocks traded on the São Paulo Stock Exchange. Contaduría y administración, 62(4), 1317-1334.

20) 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.

21) Dokeroglua,D,Sevincb,E,Kucukyilmaza,T,Cosar,A,(2019).A survey on new generation metaheuristic algorithms.Computers&Industrial Engineering,137,1-29.

22) Ertenlice,Okkes.,Kalayci,Can B.,(2018),A survey of swarm intelligence for portfolio optimization:Algorithms & applications,Swarm&Evolutionary Computation,vol.39,pp36–52.

23) Hong-mei,W.Zhuo-fu,L.Hui-min,(2010),Artificial bee colony algorithm for real estate portfolio optimization based on risk preference coefficient, Management Science and Engineering(ICMSE),2010 International Conference on,pp. 7-1682.
24) Kalayci, Can B.., Polat, Olcay., Akbay, Mehmet A.,(2020), An efficient hybrid metaheuristic algorithm for cardinality constrained portfolio optimization,Swarm and Evolutionary Computation, 54 ,(2020),pp1-16.
25) Karaboga, Dervis, Akay, Bahriye, (2009), A comparative study of Artificial Bee Colony algorithm, Applied Mathematics and Computation ,214,pp108–132.
26) Kumar, Divya, Mishra,K.K ,(2017),Portfolio optimization using novel co-variance guided Artificial Bee Colony algorithm,Swarm & Evolutionary Computation,33,PP119–130.
27) Lindfield,George,.Penny,John.,(2017),Artificial Bee &Ant Colony Optimization,Introduction to Nature-Inspired Optimization,2017,PP119-140.
28) Ma,Haiping.,Shen,Shigen.,Yu,Mei.,Yang,Zhile.,Fei,Minrui.,Zhou,Huiyu.(201۹),Multi-population techniques in nature inspired optimization algorithms:A comprehensive survey; Swarm and Evolutionary Computation; vol 44; pp 365–387.
29) Pavlidis,G.Efthymios.,Vasilopoulos,Kostas,(2020),Speculative Bubbles in Segmented Markets:Evidence from Chinese Cross-Listed Stocks,Journal of International Money and Finance,pp1-47.
30) Qin ,Quande,.Li,Li., Cheng ,Shi.,(2014), A Novel Hybrid Algorithm for Mean-CVaR Portfolio Selection with Real-World Constraints,Springer International Publishing Switzerland ICSI, Part II, LNCS 8795, pp. 319–327.
31) RezaeiPouya,A.,Solimanpur,M.,Jahangoshai Rezaee,M.(2016),Solving multi-objective portfolio optimization problem using invasive weed optimization; Swarm and Evolutionary Computation, Vol 28, Pp. 42-57.
32) Shu, Min., Zhu, Wei.,(2020),Detection of Chinese stockmarket bubbleswith LPPLS confidence indicator, Physica A ,557, (2020), pp 1-11.
33) Strumberger,Ivana.,Bacanin,Nebojsa.,Tuba,Milan.,(2016), Constrained Portfolio Optimization by Hybridized Bat Algorithm, 7th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, pp. 83-88.
34) Tarlie, M. B., Sakoulis, G., & Henriksson, R. (2018). Stock market bubbles and anti-bubbles. International Review of Financial Analysis. In press, corrected proofArticle 101235
35) TekinTezel,Baris.,Mert,Ali.,(2021),A cooperative systemformetaheuristic algorithms, Expert Systems With Applications ,165 ,(2021), pp1-15.

36) Wang,Z.,Liu,S.,Kong,X.,(2012),Artificial bee colony algorithm for portfolio optimization problems,International Journal of Advancements in Computing Technology.4(4),pp.8-16.
37) Yang,Han.,Chen,Tao.,Huang,Nan-jing.,(2019),An adaptive bird swarm algorithm with irregular random flight and its application,Journal of Computational Science,35,pp 57-65

یادداشت‌ها :

1 dot com
2 NP Hard
3 Evolutionary Algorithms (EA)
4 Swarm Intelligence (SI)
5 Artificial Bee Colony (ABC) algorithm
6 Karaboga
7 Karaboga and Basturk
8 Differential Evolution (DE)
9 Bubble
10 Dot-com
11 GRASP