Archive Of SID

مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره بیست و نهم / زمستان ۱۳۹۵

بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک چند هدفه در بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از شاخص های تکنیکال

حمیدرضا میرزائی[۱]
احمد خدامی‌پور[۲]
امید پورحیدری[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۲

چکیده

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 ماکزیمم کردن بازده و مینیمم 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.

واژه‌های کلیدی: تحلیلهای تکنیکال، مدیریت پرتفوی، الگوریتم ژنتیک.

۱- دانشجوی دکتری حسابداری، دانشگاه باهنر کرمان، ایران(آدرس :یزد- دانشگاه یزد- گروه حسابداری. hrmirzaei@gmail.com
۲- دانشیار گروه حسابداری، دانشگاه باهنر کرمان، ایران
۳- استاد گروه حسابداری، دانشگاه باهنر کرمان، ایران

www.SID.ir

Archive Of SID

۱- مقدمه

بازار سرمایه یکی از ارکان مهم اقتصاد کشور است که در آن سپرده های افراد به سمت تولید و پروژه های بزرگ اقتصادی هدایت می گردد. این بازار یکی از محل های مطمئن برای تأمین مالی شرکتها و محلی برای سرمایه گذاری دارندگان پس اندازهای راکد می باشد. سرمایه گذارانی که در بازار سرمایه سرمایه گذاری می کنند برای اینکه بتوانند به بازده مورد نظر خود دست یابند نیاز به اطلاعات کافی در مورد نحوه مدیریت سرمایه شان دارند. بسیاری از پژوهش‌هایی که در حوزه مالی و حسابداری صورت گرفته در جهت پاسخ به این نیاز است. در واقع محققان به دنبال راه هایی جهت ارزیابی سهام شرکت ها هستند. از روش‌های متداول ارزیابی سهام می توان از تجزیه و تحلیل بنیادی و تکنیکال نام برد. از آنجایی که در ارزیابی ها همواره درصدی خطا وجود دارد لذا در ادبیات مالی مفهوم پرتفوی و مدیریت آن وارد شد. تشکیل پرتفوی و نحوه مدیریت آن یکی از بحث های روز محافل علمی است. با پیشرفت های اخیر در حوزه ریاضیات، کامپیوتر و نرم افزارهای محاسباتی محققین از امکانات بیشتری در جهت مدیریت پرتفوی برخوردار شده اند و این امکان به وجود آمده تا با استفاده از تکنیکهای محاسباتی به پاسخ مسائل بسیار پیچیده دست یابند. در پژوهش‌های اخیر محدودیت های قبلی برای بهینه کردن تابع هدف تا حد بسیار زیادی برداشته شده و محققان با استفاده از ابزارهای پیشرفته قادر به طراحی مدل های جدید در مدیریت پرتفوی سهام شده اند. در این پژوهش از تحلیل های تکنیکال و الگوریتم ژنتیک چند هدفه برای بهینه سازی پرتفوی سهام استفاده شده است. به این ترتیب که با استفاده از الگوریتم ژنتیک قواعد معامله از تحلیل های تکنیکال به صورتی استخراج گردیده تا به سطح مطلوبی از ریسک و بازده دست یافت.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

روش‌های گوناگونی برای ارزیابی سهام وجود دارد که می توان آنها را به سه گروه بنیادی، تکنیکال و کمی تقسیم‌بندی کرد. تجزیه و تحلیل بنیادی ارزیابی اطلاعات در صورت های مالی، گزارش های مربوط به صنعت و عوامل اقتصادی، به منظور تعیین ارزش ذاتی شرکت است. در تجزیه و تحلیل تکنیکال روندهای بازار را در عرضه و تقاضا مورد مطالعه قرار می گیرد. تحلیل گران فنی معتقدند وقتی سرمایه‌گذاران با شرایط مشابهی که در گذشته روی داده روبه رو می شوند به روش پیش بینی شده‌ای رفتار می کنند و به عبارت دیگر تاریخ تکرار می شود. در روشهای کمی موارد مرتبط با مقادیر مالی مانند قیمت سهام و نرخ بهره به صورت تصادفی فرض می شود و تلاش می‌گردد بهترین مدل تصادفی برای انتخاب سهام ارائه گردد(ویلموت[۱]،۲۰۰۷).

تحلیل گران تکنیکال معتقدند نیازی به بررسی عوامل بنیادی مرتبط با یک سهم وجود ندارد چرا که بازار کلیه عوامل را در قیمت سهم منعکس می کند و قیمت سهم برآیند عوامل تأثیر گذار بر آن سهم است. از دیدگاه آنها اطلاعات در یک نقطه خاص از زمان وارد بازار نمی شود و یک بازه زمانی وجود دارد تا

www.SID.ir

Archive Of SID

اطلاعات به صورت کامل به بازار منتقل شود و قیمتها با توجه به اطلاعات جدید به حالت تعادل برسد (مورفی[۲]، ۱۹۹۹).

تحلیل گران تکنیکال انتظار تغییرات ناگهانی قیمتها را ندارند و بیان می کنند فرصت کافی برای به دست آوردن بازده اضافی ناشی از اطلاعات جدید وجود خواهد داشت. از نقاط قوت تجزیه و تحلیل تکنیکال می توان از سادگی این روش نام برد و در عوض ایرادات قابل توجهی به این روش وارد است. یکی از ایرادات در تناقض بودن فرضیات این روش با فرض بازار کارا می باشد. در ضمن عدم توجه تحلیل‌گر به قیمت واقعی سهم می تواند خطرات بالقوه ای را در سرمایه‌گذاری منجر شود زیرا که قیمت سهام ناشی از تعامل بین عرضه و تقاضا است و چنانچه این عرضه و تقاضا ناشی از عوامل منطقی نباشند می تواند منجر به قیمت های غیر واقعی و گمراه کننده سهام شود(ریلی و براون[۳]، ۲۰۱۱).

از آنجا که هر روشی برای ارزیابی سهام مورد استفاده قرار گیرد دارای مقداری خطا است. لذا سرمایه گذارای در هر صورت دارای ریسک خواهد بود. یکی از راه‌هایی که می توان ریسک سرمایه گذاری را کاهش داد خرید مجموعه ای از سهام به جای خرید یک سهم خاص می باشد.

مفهوم بهینه سازی و تنوع سازی نقشی اساسی در توسعه و درک بازارها و تصمیمات مالی داشته است. پیشرفت اصلی در سال ۱۹۵۲ با انتشار تئوری مارکوئیتز برای انتخاب پرتفوی به دست آمد. این تئوری که به تئوری مدرن پرتفوی مشهور است به سؤال اساسی که چگونه سرمایه گذار می باید وجوه خود را در انتخاب های مختلف سرمایه‌گذاری کند پاسخ می دهد. مارکوئیتز ابتدا نحوه محاسبه ریسک و بازده اوراق بهادار را با استفاده از مقادیر آماری بازده و انحراف استاندارد مورد انتظار ارائه کرد و سپس بیان کرد که سرمایه‌گذاران برای اختصاص وجوه خود در سرمایه گذاری‌های مختلف باید به هر دو عامل ریسک و بازده توجه نمایند. روش ارائه شده توسط مارکوئیتز پرتفوی مشخصی را ارائه نمی دهد بلکه یک سری از پرتفوی‌های کارا را مشخص می کند که با توجه به ریسک و بازده بهینه هستند. (کلم و همکاران[۴]، ۲۰۱۴).

یکی سوالاتی که باید پاسخ داده شود این است که با توجه به رابطه بین ریسک و بازده کدام یک از پرتفوی‌های به دست آمده در مرز کارا می تواند مطلوبیت بیشتری داشته باشد. این پژوهش به دنبال حل مساله بدون ثابت در نظر گرفتن یکی از عوامل ریسک و یا بازده می‌باشد.

حل این مساله با روشهای قطعی عملا محال است و بنابراین محققین از روشهای ابتکاری نظیر جستجوی محلی[۵](LS)، جستجوی ممنوعه[۶] (TS)، تبرید شبیه سازی شده[۷](SA)، بهینه سازی مورچگان[۸](ACO)، بهینه سازی انبوه ذرات [۹](PSO) و الگوریتم های تکاملی[۱۰] (EA) برای حل مساله مورد نظر به کار گرفته اند (فونسکا و فلمینگ[۱۱]، ۱۹۹۳). الگوریتم های تکاملی بر مبنای تکامل زیستی بنا شده اند که پاسخ ها در قالب کروموزوم ها رمز نگاری می شوند و به وسیله تابع برازندگی[۱۲] بهترین کاندیداها برای ایجاد جمعیت های جدید انتخاب می شوند. با تکرار فرایند تکاملی بهترین پاسخ برای مساله به دست می آید. در این روش می توان محدودیت های مختلف مساله را در ساخت کرموزوم ها لحاظ کرد (استریچر و همکاران[۱۳]، ۲۰۰۴).

www.SID.ir

Archive Of SID

در مدیریت پرتفوی می توان سه نوع رویکرد را به کار برد(مگین و همکاران[۱۴]، ۲۰۰۷):

۲-۱- مدیریت انفعالی[۱۵]:

در این رویکرد تمرکز سرمایه گذار در دنبال کردن شاخص بازار است. سرمایه گذارانی که از این شیوه استفاده می کنند بر این عقیده هستند که ممکن نیست بتوان بر بازار غلبه کرد و بازدهی بالاتر از آن به دست آورد. آنها به صورت مشخص تلاش می کنند بدون توجه به یافتن سهام‌هایی که کمتر از ارزش واقعی شان معامله می شوند پرتفوی خود را متنوع نمایند. در این رویکرد سرمایه گذار تلاش می کند تا عملکرد آن با شاخص معیار هماهنگ باشد.

۲-۲- مدیریت فعال[۱۶]:

در این رویکرد هدف اصلی این است که سرمایه گذار بازده ای بالاتر از یک شاخص معیار به دست آورد. در این شیوه سرمایه گذار تلاش می کند تا با خرید سهام با انتظار بازده بالا و فروش سهام با انتظار بازده پایین بازدهی پرتفوی خود را افزایش دهد. در مدیریت فعال دو روش مختلف به کار می رود:

۲-۲-۱- روش سرمایه گذاری ارزشی[۱۷]:

در این روش سرمایه گذار به دنبال خرید سهام هایی است که پایین تر از ارزش ذاتی شان معامله می شوند. در این روش سرمایه گذار با استفاده از اطلاعات بنیادی سهام از قبیل ارزش دفتری، سود و سود تقسیمی هر سهم و مقایسه آن با قیمت بازار در مورد خرید یا فروش آن تصمیم گیری می کند.

۲-۲-۲- روش سرمایه گذاری رشدی[۱۸]:

در این روش سرمایه گذار به دنبال سهام هایی می گردد که رشد بالاتری دارند. در این روش سرمایه گذار با تعمیم گذشته سهام به آینده و با فرض اینکه قیمت سهام به صورت ناگهانی تغییر جهت نمی دهد با سرمایه گذاری در سهام های در حال رشد بازده خود را افزایش می دهد.

۲-۳- مدیریت نیمه فعال[۱۹]:

این روش یکی از انواع مدیریت فعال است. در این روش سرمایه گذار علاوه بر اینکه تلاش می کند با خرید سهام با انتظار بازده بالا و فروش سهام با انتظار بازده پایین بازده بیشتری نسبت به شاخص معیار به دست آورد نگران ریسک مرتبط با سرمایه گذاری خود است و می کوشد تا با متنوع ساختن پرتفوی خود میزان ریسک پرتفوی را کنترل نماید.

در اکثر پژوهش‌های اخیر در زمینه مدیریت پرتفوی از رویکرد انفعالی استفاده شده است. در این پژوهش ها محققین از مدل مارکوئیتز جهت بهینه سازی پرتفوی مورد نظر استفاده کرده اند(آنتونیو گورگولهو و همکاران، ۲۰۱۱). در این رویکرد برخی محققین از مدل های تک هدفه برای دست یابی به پرتفوی بهینه استفاده کرده اند. به عنوان مثال می توان از مقالات چانگ و همکاران[۲۰](۲۰۰۰)، کورا[۲۱](۲۰۰۹) و اسکارف[۲۲](۲۰۰۲) نام برد. در این شیوه محقق با ثابت در نظر گرفتن یکی از دو متغیر

www.SID.ir

Archive Of SID

ریسک یا بازده با استفاده از یک مدل تک هدفه سعی دارد متغیر دیگر را در پرتفوی به سطح بهینه برساند. در رویکرد انفعالی برخی دیگر از محققین مدل های چند هدفه برای مدیریت سهام بهره برده اند. در این شیوه هیچ یک از عوامل ریسک و بازده ثابت در نظر گرفته نمی شود و تلاش می شود تا به سطح بهینه ای از ریسک و بازده در پرتفوی مورد نظر برسند. از جمله این کارها می توان از برنک و همکاران[۲۳](۲۰۰۹) و استریکرت و زل [۲۴](۲۰۰۴) نام برد.

در این پژوهش ها محققین با استفاده از الگوریتم های تکاملی به بهینه سازی ریسک و بازده پرتفوی پرداختند. اونی و همکاران[۲۵](۲۰۱۴) از برنامه ریزی بر مبنای هدف مدیریت در مدیریت پرتفوی سهام استفاده کردند.

در رویکرد مدیریت پرتفوی فعال تلاش می گردد تا با انجام معاملات بیشتر عملکرد بهتری نسبت به بازار به دست آید. برخی از محققان تحلیل های از تحلیل های تکنیکال برای استخراج قوائد معامله استفاده کرده اند که می توان ار کار هیرابایاشی و همکاران[۲۶] (۲۰۰۹) نام برد. در این پژوهش با استفاده از الگوریتم ژنتیک و شاخص های تکنیکال از قبیل شاخص قدرت نسبی۲۷(RSI) و میانگین های متغیر۲۸(MA) به مدیریت پرتفوی پرداخته می شود. رویز و همکاران[۲۹](۲۰۱۴) در پژوهش خود نشان دادند با استفاده از متغیر میانگین متغیر قیمت سهام می توان بازده بالاتری نسبت به بازار کسب نمود.

برخی دیگر از محققان در مدیریت فعال پرتفوی از شاخص های بنیادی استفاده کرده اند که می توان از پژوهش هونگ[۳۰] (۲۰۱۲) نام برد. در این مقاله از شاخص های بنیادی برای رتبه بندی و انتخاب سهام استفاده شده است. در پژوهش‌های اخیر از تحلیل های تکنیکال و بنیادی به صورت همزمان برای مدیریت پرتفوی استفاده شده است که می توان از کار سیلوا و همکاران[۳۱](۲۰۱۵) نام برد. در این پژوهش ابتدا به وسیله شبیه سازی ضرایب متغیرهای بنیادی و تکنیکال برای تشکیل پرتفوی بهینه استخراج شده و سپس با استفاده از اطلاعات واقعی قواعد معامله جهت مدیریت پرتفوی استخراج می شود. در داخل کشور نیز پژوهش هایی در مورد مدیریت پرتفوی صورت گرفته که می توان در دو گروه انفعالی و فعال طبقه بندی کرد. چند نمونه پژوهش ها که در زمینه مدیریت پرتفوی انفعالی انجام گرفته به شرح زیر است:

اسلامی بیدگلی و همکاران(۱۳۸۸) به بررسی بهینه سازی پرتفوی با استفاده از الگوریتم مورچگان پرداختند. آنها در پژوهش خود پرتفوی هایی را تشکیل دادند که با وجود تعداد محدودی از سهام از نظر تنوع و کاهش ریسک مشابه پرتفوی های با تعداد زیاد سهام عمل می کرد. خواجوی و غیوری مقدم(۱۳۹۱) با استفاده از تحلیل پوششی داده ها و استفاده از متغیر نقد شوندگی سهام پرتفوی بهینه را تشکیل دادند. راعی و علی بیکی(۱۳۸۹) به بهینه سازی پرتفوی با استفاده از حرکت تجمعی ذرات پرداختند. نویدی و همکاران(۱۳۸۸) با استفاده از الگوریتم ژنتیک تک هدفه اقدام به تشکیل پرتفوی بهینه کردند. شیبت الحمدی و همکاران(۱۳۹۳) با استفاده از الگوریتم ژنتیک چند هدفه به بهینه سازی پرتفوی بر اساس مدل مارکوئیتز پرداختند. اسلامی بیدگلی و سارنج(۱۳۸۷) به بهینه سازی مدل بسط یافته مارکوئیتز نمودند. آنها علاوه بر ریسک و بازده عامل نقد شوندگی سهام را در مدل انتخاب پرتفوی وارد کردند. فلاح‌پور و

www.SID.ir

Archive Of SID

همکاران(۱۳۹۴) با تشکیل پرتفویی که بازده مشابه شاخص کل را دنبال می کند به بهینه سازی پرتفوی پرداختند. آنها در پژوهش خود با استفاده از ۵۰ شرکت فعال تر بورس پرتفویی تشکیل دادند که بازده ای مشابه شاخص کل داشت و استدلال کردند با توجه به رشد شاخص کل در اکثر سالها می توان با این روش به بازده قابل قبولی دست یافت. رهنمای رود پشتی و همکاران(۱۳۹۳) به بررسی بهینه سازی پرتفوی متشکل از صندوق های سرمایه گذاری مشترک با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداختند و نشان دادند با استفاده از الگوریتم ژنتیک می توان عملکرد بهتری نسبت به روش های سنتی به دست آورد.

از جمله پژوهش هایی که در زمینه مدیریت پرتفوی فعال انجام شده می توان به موارد زیر اشاره نمود:

نبوی چاشمی و حسن زاده(۱۳۹۰) به بررسی به مقایسه کارایی بعضی از شاخص های تکنیکال پرداختند. حسینی و همکاران(۱۳۹۲) با استفاده از تحلیل بنیادی به ارزیابی شرکت ها اقدام نمودند. عارفی و دادرس(۱۳۹۰) در مقاله خود به پیشبینی بازده سهام با استفاده از تحلیل بنیادی پرداختند. راعی و حسینی(۱۳۹۴) با استفاده از متغیر های تکنیکال و منطق فازی و روش ترکیبی فازی ژنتیک قواعد خرید و فروش سهام را استخراج کردند که منجر به بازدهی بیشتر نسبت به روش خرید و نگهداری می شود.

۳- روش شناسی پژوهش

این پژوهش به دنبال طراحی مدل مدیریت پرتفوی سهام است. هدف طراحی مدلی است تا با استفاده از آن بتوان به سطح مناسبی از ریسک و بازده در پرتفوی دست یافت. برای این منظور از متغیر های تکنیکال جهت استخراج قواعد معامله استفاده می شود. متغیرهای تکنیکال زیر در این پژوهش مورد استفاده قرار خواهد گرفت:

- **میانگین متحرک نمایی(EMA[۳۲]):**

میانگین متحرک نمایی از شاخص های پیرو روند می باشد. هدف از این متغیر تشخیص این است که آیا روند شروع شده است یا در حال اتمام سیکل خود می باشد. روشهای متعددی برای محاسبه میانگین متحرک وجود دارد که روش میانگین متحرک نمایی یکی از آنها می باشد. در این روش به اطلاعاتی که به روز تر باشد وزن بیشتری می دهد(مورفی[۳۳]، ۱۹۹۹). این متغیر با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$\mathrm{EMA_t(n)} = \mathrm{EMA_{t-1}(n)} \times \left(1 - \frac{2}{n+1}\right) + \mathrm{X_t} \times \frac{2}{n+1}$$

- n برابر طول دوره میانگین متحرک است.
- X برابر قیمت سهم می باشد.
- t برابر دوره مورد نظر می باشد(روز، هفته و یا ماه)

جهت استفاده از این متغیر در مدل از جدول زیر استفاده می شود:

www.SID.ir

Archive Of SID

جدول شماره۱: اختصاص امتیاز به متغیر EMA

رویداد	تصمیم گیری	امتیاز
اگر نمودار قیمت نزولی بوده و نمودار EMA را قطع نماید	سیگنال قوی برای فروش سهم	-۱
اگر نمودار EMA نزولی باشد	سیگنال فروش سهم	-۰/۵
اگر نمودار EMAصعودی باشد	سیگنال خرید سهم	۰/۵
اگر نمودار قیمت صعودی بوده و EMA را قطع نماید	سیگنال قوی خرید سهم	۱

- **میانگین متحرک هال(HMA[۳۴]):**

این متغیرنیز از شاخص های پیرو روند می باشد. میانگین متحرک هال نسبت به میانگین متحرک نمایی از نمودار هموار تری برخوردار است و نمودار قیمت و این متغیر به یکدیگر نزدیک‌ترند. از این شاخص معمولا در معاملات میان مدت و بلند مدت استفاده می شود. نحوه محاسبه این متغیر به شرح زیر است:

$$\mathrm{HMA_t(n)} = \mathrm{WMA_t}\left(\mathrm{floor}\left(\sqrt{\mathrm{n}}\right)\right) \mathrm{of}\ (2 \times \mathrm{WMA_t}(\mathrm{floor}\left(\frac{\mathrm{n}}{2}\right) - \mathrm{WMA_t(n)})$$

- n برابر با طول میانگین متحرک است.
- WMA تابع محاسبه میانگین متحرک است.
- t برابر دوره مورد نظر می باشد(روز، هفته و یا ماه)

جهت استفاده از این متغیر در مدل از جدول زیر استفاده می شود:

جدول شماره۲: اختصاص امتیاز به متغیر HMA

رویداد	تصمیم گیری	امتیاز
اگر شیب HMA از مثبت به منفی تغییر علامت دهد.	سیگنال قوی برای فروش سهم	-۱
اگر نمودار HMA نزولی باشد.	سیگنال فروش سهم	-۰/۵
اگر نمودار HMA صعودی باشد.	سیگنال خرید سهم	۰/۵
اگر شیب HMA از منفی به مثبت تغییر علامت دهد.	سیگنال قوی خرید سهم	۱

- **نرخ تغییر قیمت(ROC[۳۵]):**

نرخ تغییر قیمت از شاخص های اندازه حرکت و بیانگر درصد اختلاف قیمت بسته شدن جاری سهم با قیمت n دوره گذشته می باشد. این شاخص بیانگر سرعت تغییر قیمت یک سهم می باشد. اگر قیمت سهم به سرعت افزایش یابد و یا به سرعت کاهش یابد می تواند بیانگر اشباع خرید و یا اشباع فروش باشد. برای محاسبه نرخ تغییر قیمت از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$\mathrm{ROC_t(n)} = \frac{\mathrm{X_t} - \mathrm{X_{t-n}}}{\mathrm{X_{t-n}}}$$

www.SID.ir

Archive Of SID

- n برابر تعداد دوره های مورد نظر می باشد.
- X_t برابر قیمت پایانی سهم در دوره t می باشد.

جهت استفاده از این متغیر در مدل از جدول زیر استفاده می شود:

جدول شماره ۳: اختصاص امتیاز به متغیر ROC

رویداد	تصمیم گیری	امتیاز
اگر نمودار ROC نزولی بوده و از صفر کمتر شود.	سیگنال قوی برای فروش سهم	-۱
اگر واگرایی صعودی روی دهد- ROC صعودی و قیمت نزولی	سیگنال فروش سهم	-۰/۵
اگر واگرایی نزولی روی دهد- ROC نزولی و قیمت صعودی	سیگنال خرید سهم	۰/۵
اگر نمودار ROC صعودی بوده و از صفر بیشتر شود.	سیگنال قوی خرید سهم	۱

- **شاخص قدرت نسبی(RSI[۳۶]):**

شاخص قدرت نسبی از شاخص های اندازه حرکت می باشد. این شاخص بزرگی سود های اخیر سهام را با بزرگی زیان های اخیر سهام به منظور یافتن شرایط اشباع خرید و اشباع فروش مقایسه می کند. این شاخص سیگنال های زود هنگام تولید می کند ولی این سیگنالها باید با ترکیب با دیگر شاخص ها به کار رود(مورفی، ۱۹۹۹). برای محاسبه این شاخص از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$\mathrm{RSI_t(n)} = 100 - \frac{100}{1 + \mathrm{RS(n)}}$$

- RS برابر میانگین سود ها تقسیم بر میانگین زیان ها می باشد.
- t برابر دوره مورد نظر می باشد.

جهت استفاده از این متغیر در مدل از جدول زیر استفاده می شود:

جدول شماره ۴: اختصاص امتیاز به متغیر RSI

رویداد	تصمیم گیری	امتیاز
اگر نمودار RSI در حالت نزولی از ۷۰ کمتر شود.	سیگنال قوی برای فروش سهم	-۱
اگر نمودار RSI در دامنه بالا و پایین نزولی شود.	سیگنال فروش سهم	-۰/۵
اگر نمودار RSI در دامنه بالا و پایین صعودی شود.	سیگنال خرید سهم	۰/۵
اگر نمودار RSI صعودی بوده و از ۳۰ بیشتر شود.	سیگنال قوی خرید سهم	۱

www.SID.ir

Archive Of SID

- **میانگین متحرک همگرا- واگرا(MACD[۳۷]):**

شاخص متحرک همگرا- واگرا یکی از شاخص های پیرو روند می باشد. این شاخص یکی از شاخص های قابل اطمینان بازار می باشد. این شاخص برابر با اختلاف بین دو میانگین بلند مدت و کوتاه مدت می باشد. برای محاسبه مقدار این شاخص از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$MACD_t(n) = EMA_t(s) - EMA_t(l)$$

- s برابر تعداد دوره های کوتاه تر میانگین متحرک می باشد.
- l برابر تعداد دوره های بلند تر میانگین متحرک می باشد.
- جهت استفاده از این متغیر در مدل از جدول زیر استفاده می شود:

جدول شماره ۵: اختصاص امتیاز به متغیر MACD

رویداد	تصمیم گیری	امتیاز
اگر نمودار در حالت نزولی کمتر از صفر شود.	سیگنال قوی برای فروش سهم	-۱
اگر نمودار در قسمت منفی نزولی باشد.	سیگنال فروش سهم	-۰/۵
اگر نمودار در قسمت مثبت صعودی باشد.	سیگنال خرید سهم	۰/۵
اگر نمودار در حالت صعودی از صفر بیشتر شود.	سیگنال قوی خرید سهم	۱

- **شاخص قدرت واقعی(TSI[۳۸]):**

شاخص قدرت نسبی از شاخص های اندازه حرکت می باشد. این شاخص سعی دارد همزمان روند و شرایط اشباع خرید و اشباع فروش را مشخص کند. برای محاسبه این شاخص از فرمول زیر استفاده می شود:

$$MNT = X_t - X_{t-1}$$

$$TSI_t(r,s) = 100 * \frac{EMA(s)\text{of }(EMA(r)\text{of MNT})}{EMA(s)\text{of }(EMA(r)\text{of }|MNT|)}$$

$$Trigger_t(n) = SMA_t(n)\text{ of }TSI_t(r,s)$$

- X_t بیانگر قیمت سهم در دوره t می باشد.
- r تعداد دوره های مرتبط با اولین EMA
- s تعداد دوره های مرتبط با دومین EMA
- n تعداد دوره های مرتبط با خط ماشه

جهت استفاده از این متغیر در مدل از جدول زیر استفاده می شود:

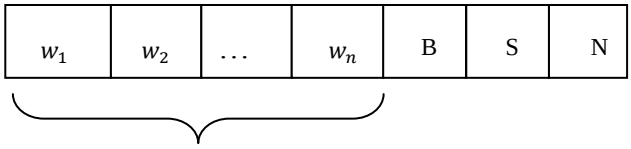
www.SID.ir

Archive Of SID

جدول شماره ۶: اختصاص امتیاز به متغیر TSI

رویداد	تصمیم گیری	امتیاز
اگر نمودار TSI خط ماشه را در ناحیه اشباع خرید قطع کند و کمتر از آن شود.	سیگنال قوی برای فروش سهم	-۱
اگر نمودار TSIدر ناحیه بین حد بالا و پایین نزولی باشد.	سیگنال فروش سهم	-۰/۵
اگر نمودار TSIدر ناحیه بین حد بالا و پایین صعودی باشد.	سیگنال خرید سهم	۰/۵
اگر نمودار TSI خط ماشه را در ناحیه اشباع فروش قطع کند و بیشتر از آن شود.	سیگنال قوی خرید سهم	۱

در این پژوهش جامعه آماری شرکتهای پذیرفته شده در بورس و یا فرابورس اوراق بهادار تهران می باشند که از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا پایان سال ۱۳۹۳ سهام آنها در بورس و یا فرابورس اوراق بهادار تهران معامله شده باشد و بیش از سه ماه توقف معاملاتی نداشته باشند که همه آنها به صورت سرشماری در قلمرو مطالعه قرار گرفت. به این ترتیب ۲۱۶ شرکت انتخاب شدند. سالهای ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ به عنوان دوره آموزش و سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ به عنوان دوره آزمایش لحاظ شدند. در دوره آموزش یک کروموزوم به شکل زیر طراحی گردید:



ضرایب اهمیت متغیر های تکنیکال

که در آن:

- B محدودیت خرید سهم.
- S محدودیت برای نگهداری سهم.
- N تعداد بهینه تعداد سهام در پرتفوی

در ابتدا با یک جواب اولیه مساله بهینه سازی شروع گردید. به این ترتیب که به ضرایب اهمیت متغیر های تکنیکال و متغیر های محدودیت خرید سهم، محدودیت برای نگهداری سهم و تعداد بهینه تعداد سهام در پرتفوی مقادیر فرضی اختصاص و مقدار زیر برای هر یک از سهام موجود در پرتفوی محاسبه گردید:

$$A = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{w_{i\times Score_i}}$$

سپس با استفاده از قواعد زیر در مورد خرید یا فروش سهم تصمیم گیری شد:

www.SID.ir

Archive Of SID

اگر در مورد سهمی $A > B$ و در صورت وجود مبلغ مازاد جهت سرمایه گذاری مبلغ $\frac{1}{N-n}$ کل مبلغ به خرید آن سهم اختصاص می یابد که در این فرمول Nمقدار بهینه پیش فرض برای تعداد سهام در پرتفوی و n تعداد سهام موجود در پرتفوی است.

اگر در مورد سهمی $A < S$ آن سهم به فروش می رسد.

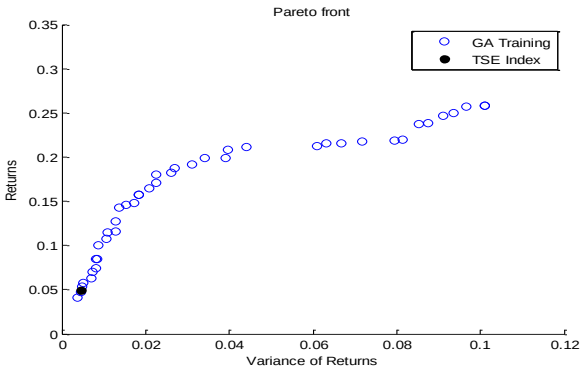
برای بهینه سازی متغیرهای موجود در کروموزوم از الگوریتم ژنتیک استفاده گردید. به این منظور از الگوریتم ژنتیک دو هدفه با دو هدف ریسک و بازده استفاده شد. در نتیجه قوانین لازم برای مدیریت بهینه پرتفوی سهام در سطوح مختلف ریسک و بازده به دست آمد. بعد از استخراج ضرایب بهینه کروموزوم به ارزیابی عملکرد پرتفوی در دوره آزمایش پرداخته شد.

۴- سوال پژوهش

این پژوهش به بررسی امکان استفاده از متغیرهای تکنیکال در مدیریت پرتفوی سهام می پردازد. سوال اصلی این پژوهش این است که آیا با استفاده از متغیرهای تکنیکال در مدیریت پرتفوی سهام می توان به عملکردی بهتر از بازار دست یافت.

۵- یافته های پژوهش

با استفاده از ۶ متغیر تکنیکال EMA، RSI، TSI، HMA، MACD، ROC کروموزومی با ۹ ژن طراحی گردید. با استفاده از نرم افزار MATLAB توابع لازم برای به دست آوردن امتیاز هر یک از متغیر های تکنیکال و تابع شبیه ساز سرمایه گذاری تهیه شد. به منظور بهینه کردن ضرایب در دوره آموزش از الگوریتم ژنتیک چند هدفه با دو هدف ماکزیمم کردن بازده و مینیمم کردن ریسک استفاده شد و برای محاسبه ریسک و بازده دوره زمانی ۳۰ روزه لحاظ شد. جبهه پارتو در در دوره آموزش به صورت زیر به دست آمد:



نمودار شماره ۱: جبهه پارتو در دوره آموزش

www.SID.ir

Archive Of SID

این نمودار حاوی ۴۲ کروموزوم است که هر کدام در سطوح مختلف ریسک و بازده بهینه هستند. جهت مقایسه جواب های حاصل از الگوریتم ژنتیک با عملکرد بازار ریسک و بازده شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در دوره آموزش به نمودار اضافه گردید. همان طور که نمودار شماره ۱ نشان می دهد تنها یکی از کروموزوم ها ریسک و بازدهی کمتر از بازار دارد و بقیه کروموزم ها ریسک و بازدهی بیشتری نسبت به بازار دارند. کروموزمی که دارای کمترین ریسک و بازده می باشد را با c1 و کروموزومی که بعد از c1دارای کمترین ریسک و بازده است را با c2 و به همین ترتیب ادامه داده و کروموزمی که بیشترین ریسک و بازده را دارد را با c42 نمایش داده می شود. در جدول زیر خصوصیات برخی از این کروموزوم ها بیان شده است:

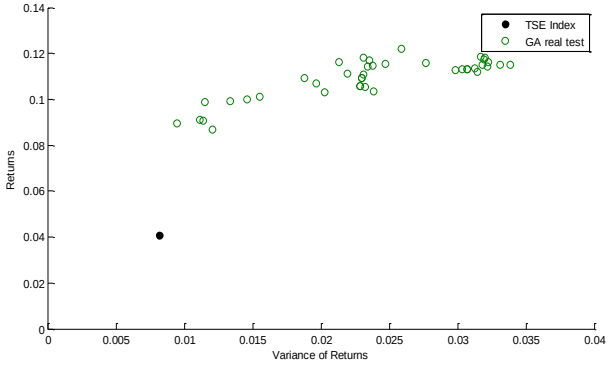
جدول شماره ۷: ژن های کرموزوم ها

ژن	C1	C5	C10	C20	C42
ضریب EMA	۰,۱۷۷۲	۰,۱۷۵۸	۰,۱۰۸۲	۰,۱۱۵۹	۰,۱۱۵۰
ضریب RSI	۰,۱۲۹۵	۰,۱۳۲۲	۰,۰۸۲۸	۰,۱۰۷۱	۰,۴۹۷۰
ضریب TSI	۰,۰۹۴۴	۰,۰۹۶۵	۰,۲۵۰۰	۰,۰۷۹۱	۰,۰۳۴۳
ضریب HMA	۰,۴۱۲۷	۰,۴۰۷۶	۰,۲۶۸۴	۰,۵۱۲۴	۰,۳۳۹۳
ضریب MACD	۰,۰۸۸۳	۰,۰۸۸۱	۰,۱۶۲۷	۰,۰۸۹۴	۰,۰۰۱۰
ضریب ROC	۰,۰۹۷۸	۰,۰۹۹۷	۰,۱۲۷۸	۰,۰۹۵۵	۰,۰۱۳۱
B	۰,۹۷۳۸	۰,۸۹۹۶	۰,۵۹۱۶	۰,۴۳۶۸	۰,۳۹۲۸
S	۰,۵۲۸۳	۰,۳۴۴۳	۰,۱۶۳۶	۰,۱۱۴۵	۰,۰۱۴۶
N	۹	۹	۷	۵	۴
میانگین بازده	۰,۰۴۱۴	۰,۰۶۳۳	۰,۱۰۰۶	۰,۱۶۴۸	۰,۲۵۷۸
واریانس بازده	۰,۰۰۳۸۰	۰,۰۰۷۰	۰,۰۰۸۵	۰,۰۲۰۷	۰,۱۰۱۰

در مرحله بعد به آزمون نتایج به دست آمده از الگوریتم ژنتیک پراخته شد. برای این منظور با استفاده از کرموزوم های به دست آمده از دوره آموزش در دوره آزمایش شبیه سازی سرمایه گذاری صورت پذیرفت که نتایج آن در نمودار ۲ نشان داده شده است.

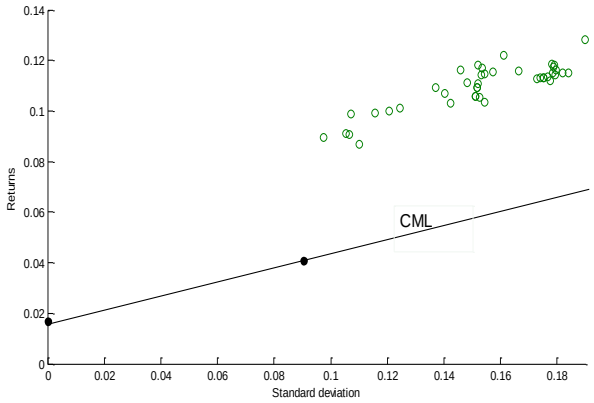
www.SID.ir

Archive Of SID



نمودار ۲: عملکرد کروموزم ها در دوره آزمایش

برای مقایسه عملکرد پرتفوی های تشکیل شده فوق با عملکرد بازار از معیار شارپ استفاده می کنیم. برای این منظور نمودار خط بازار سرمایه را رسم و پرتفوی های به دست آمده بر مبنای کروموزم ها را در آن نمایش می دهیم. با در نظر گرفتن بازده بدون ریسک برابر با ۲۰٪ نمودار به صورت زیر خواهد بود:

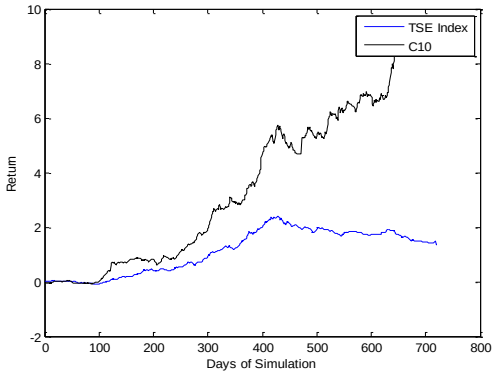


نمودار ۳: مقایسه عملکرد کروموزم ها با بازار

همانطور که مشاهده می گردد تمامی پرتفوی ها بر اساس معیار شارپ عملکرد بهتری نسبت به بازار داشتند. برای بررسی بیشتر به مقایسه عملکرد روزانه پرتفوی به دست آمده بر مبنای کروموزوم شماره ۱۰ و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در طول سالهای آزمون پرداخته شد.

www.SID.ir

Archive Of SID



نمودار شماره ۴: مقایسه بازده کروموزم شماره ۱۰ با بازار در دوره آزمایش

این نمودار بیانگر رشد شاخص کل در طول سه سال به میزان ۱۳۸٪ می باشد. این در حالی است که پرتفوی تشکیل شده بر مبنای کروموزوم شماره ۱۰ به میزان ۸۶۹٪ رشد داشته است.

۶- نتیجه گیری و بحث

در این پژوهش با توجه به این پرسش محوری که الگوریتم های هوشمند چند هدفه چه مساعدتی به تشکیل سبد سهام خواهند داشت، ابتدا با استفاده از تحلیل های تکنیکال و الگوریتم ژنتیک در دوره آموزش دستور العمل مدیریت پرتفوی برای بهینه کردن ریسک و بازده استخراج گردید و سپس عملکرد نتایج حاصل از دوره آموزش مدل، به بوته آزمون گذاشته شد. چندهدفگی الگوریتم به کار گرفته شده را می توان به مثابه نقطه ثقل پرسش این پژوهش تلقی نمود که حسن یا سوء عملکرد مدیریت پرتفوی ناشی از آن، می تواند به عنوان محکی برای انتخاب الگوریتم مذکور و یا وانهادن آن باشد. از سویی دیگر، پرسش این پژوهش معطوف به کاربرد شاخص های تحلیل تکنیکال است. بنابراین در نتیجه گیری توجه به هر دو جنبه ی پرسش پژوهش اهمیت دارد یعنی چندهدفگی الگوریتم از حیث روش تحلیل و شاخص های تکنیکال از حیث خصائص انتخاب شده برای تحلیل. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از پژوهش آنتونیو گورگولهو و همکاران، ۲۰۱۱ مطابقت دارد. در آن پژوهش از الگوریتم ژنتیک تک هدفه برای بهینه سازی و مدیریت پرتفوی سهام استفاده شده و بدون توجه به ریسک به مدیریت بهینه پرتفوی سهام پرداخته است. در حالی که در این پژوهش متغیر ریسک در مدیریت پرتفوی سهام به کارگرفته شد و تمامی سطوح مختلف ریسک نتایج تحقیق حاضر با پژوهش مذکور انطباق دارد. همچنین نتایج این پژوهش حاکی از کارایی متغیر های تکنیکال در مدیریت پرتفوی سهام می باشد که منطبق با پژوهش‌های هیرابایاشی و همکاران(۲۰۰۹)، رویز و همکاران(۲۰۱۴)، نبوی چاشمی و حسن زاده(۱۳۹۰) و راعی و حسینی(۱۳۹۴) می‌باشد. همانطور که نتایج جبهه پارتو نشان می دهد در دوره آموزش توانستیم به بازده متوسط بالای ۲۵٪ در طول ۳۰ روز

www.SID.ir

Archive Of SID

دست یابیم که این نتیجه قدری ایده آل به نظر می رسد. در عمل با توجه به شرایط بازار بورس ایران با توجه صف های خرید و فروش سهام امکان دست یابی به چنین بازده ای تنها برای مبلغ بسیار کمی از سرمایه گذاری اولیه و صدور دستور خرید و فروش در اولین لحظه های باز شدن بازار امکان پذیر است. پس از به دست آوردن کروموزوم های بهینه با استفاده از معیار شارپ عملکرد آنها در دوره آزمون مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاکی از برتری عملکرد تمامی کروموزم ها نسبت به شاخص بازار بود و در نهایت عملکرد کروموزوم شماره ۱۰ با شاخص بازار مورد مقایسه قرار گرفت و مشخص گردید با استفاده از مدل طراحی شده می توان در طول مدت ۳ سال بازدهی چند برابر شاخص کل به دست آورد که بیانگر امکان استفاده از متغیرهای تکنیکال در مدیریت پرتفوی سهام می‌باشد. در واقع به تعداد کروموزم های تولید شده می توان استراتژی های متفاوتی را در مورد خرید و فروش سهام به کار گرفت. همان‌طور که جدول شماره ۷ نشان می دهد سرمایه گذارانی که به دنبال ریسک کمتر هستند می بایست تعداد سهام بیشتری را در پرتفوی لحاظ کنند و در موقع خرید صبر کنند تا شاخص های تکنیکال سیگنال های قوی جهت ورود به سهم صادر نمایند و در موقع فروش سهام هر چه سریعتر عمل نمایند و منتظر سیگنال های قوی برای فروش سهام نباشند و سرمایه گذارانی که به دنبال بازده بیشتر هستند می بایست تعداد سهام به نسبت کمتری را در پرتفوی لحاظ کنند و با سیگنال های نه چندان قوی اقدام به خرید سهام نمایند و در هنگام فروش صبر بیشتری به خرج داده و منتظر سیگنال های قوی برای خروج سهام از پرتفوی باشند. همانطور که مشاهده می‌شود سرمایه گذاران با درجه ریسک پذیری متفاوت می توانند از تحلیل های تکنیکال در مدیریت پرتفوی سهام استفاده نمایند و به بازده بیشتر از بازده بازار دست یابند.

فهرست منابع

* اسلامی بیدگلی، غلامرضا، سارنج، علیرضا، انتخاب پرتفوی با استفاده از سه معیار میانگین بازدهی، انحراف معیار بازدهی و نقد شوندگی در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۵، شماره ۵۳، پاییز ۱۳۸۷، صفحه ۳ الی ۱۶
* اسلامی بیدگلی، غلامرضا، وافی ثانی، جلال، علی زاده، مجید، با جلان، سعید، بهینه سازی و بررسی اثر میزان تنوع بر عملکرد پرتفوی با استفاده از الگوریتم مورچگان، فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال دوم، شماره پنجم، بهار ۱۳۸۸، صفحه ۵۷ الی ۷۵
* حسینی، سیده عاطفه، شاه طهماسبی، اسماعیل، ابویی مهریزی، منیره، وران، رامین، تحلیل بنیادی سهام با رویکرد کارایی در مرزهای واقعی و تعیین اهمیت شاخص ها برای رسیدن به شرایط مطلوب، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال ششم، شماره ۱۹، پاییز ۱۳۹۲، از صفحه ۱۳ الی ۲۶
* خواجوی، شکر اله، غیوری مقدم، علی، تحلیل پوششی داده ها، روشی برای انتخاب پرتفوی بهینه با توجه به میزان نقد شوندگی سهام، مورد مطالعه: شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران،

www.SID.ir

Archive Of SID

مجله پیشرفت های حسابداری دانشگاه شیراز، دوره چهارم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۱، صفحه ۲۷ الی ۵۲

* راعی، رضا، حسینی، سید فرهنگ، مقایسه بازده معاملات مبتنی بر نماگرهای تکنیکی و منطق فازی و روش ترکیبی فازی ژنتیک، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۲۴، پاییز ۱۳۹۴، صفحه ۱ الی ۱۴
* راعی، رضا، علی بیکی، هدایت، بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از روش حرکت تجمعی ذرات، پژوهش های مالی، دوره ۱۲، شماره ۲۹، بهار و تابستان ۱۳۸۹، صفحه ۲۱ الی ۴۰
* رهنمای رود پشتی، فریدون، چاوشی، کاظم، صابر، ابراهیم، بهینه‌سازی پرتفوی متشکل از سهام صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد الگوریتم ژنتیک، فصلنامه دانش سرمایه گذاری، شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۳، صفحه ۲۱۷ تا ۲۳۲
* شیبت الحمدی، سید احمد، همتی، محمد، اسفندیار، مهدی، کاربرد الگوریتم ژنتیک چند هدفه(NSGA II) در انتخاب پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران، فصل نامه مدیریت، سال یازدهم، شماره ۳۴، تابستان ۱۳۹۳، صفحه ۲۱ الی ۳۴
* عارفی، اصغر، دادرس، عباس، پیش بینی بازده سهام با استفاده از استراتژی تحلیل بنیادی، بررسی های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۸، شماره ۶۵، پاییز ۱۳۹۰، صفحه ۷۹ الی ۹۸
* فلاح‌پور، سعید، تند نویس فرید، امیر هاشمی، سید محمد، بهینه سازی پرتفوی ردیاب شاخص با استفاده از مدل تک شاخصی پایدار بر مبنای شاخص ۵۰ شرکت فعال تر بورس اوراق بهادار تهران، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۲۴، پاییز ۹۴، صفحه ۱۱۴ الی ۱۳۴
* نبوی چاشمی، سید علی، حسن زاده، آیت الله، بررسی کارایی شاخص MA در پیش بینی قیمت سهام، مجله دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره دهم، تابستان ۱۳۹۰، صفحه ۸۳ الی ۱۰۶
* نویدی، حمید رضا، نجومی مرکید، احمد، میرزا زاده، حجت، تشکیل پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم های ژنتیک، مجله تحقیقات حسابداری، شماره ۸۹، زمستان ۱۳۸۸، صفحه ۲۴۳ الی ۲۶۲

* Aouni, B., Colapinto, C., & La Torre, D. (2014). Financial portfolio management through the goal programming model: Current state-of-the-art. European Journal of Operational Research, 234(2), 536-545.
* Branke, J., Scheckenbach, B., Stein, M., Deb, K., & Schmeck, H. (2009). Portfolio optimization with an envelope-based multi-objective evolutionary algorithm. European Journal of Operational Research, 199(3), 684-693 .
* Chang, T.-J., Meade, N., Beasley, J .E., & Sharaiha, Y. M. (2000). Heuristics for cardinality constrained portfolio optimisation. Computers & Operations Research, 27(13), 1271-1302 .
* Cura, T. (2009). Particle swarm optimization approach to portfolio optimization. Nonlinear Analysis: Real World Applications, 10(4), 2396-2406 .
* Fonseca, C. M., & Fleming, P. J. (1993). Genetic Algorithms for Multiobjective Optimization: FormulationDiscussion and Generalization. Paper presented at the ICGA.

www.SID.ir

Archive Of SID

* Gorgulho, A., Neves, R., & Horta, N. (2011). Applying a GA kernel on optimizing technical analysis rules for stock picking and portfolio composition. Expert Systems with Applications, 38(11), 14072-14085 .
* Gorgulho, A., Neves, R. F., & Horta, N. C. (2012). Intelligent Financial Portfolio Composition Based on Evolutionary Computation Strategies: Springer Science & Business Media.
* Hirabayashi, A., Aranha, C., & Iba, H. (2009). Optimization of the trading rule in foreign exchange using genetic algorithm. Paper presented at the Proceedings of the 11th Annual conference on Genetic and evolutionary computation.
* Huang, C.-F., Chang, C.-H., Kuo, L.-M., Lin, B.-H., Hsieh, T.-N., & Chang, B.-R. (2012). A genetic-search model for first-day returns using IPO fundamentals. Paper presented at the Machine Learning and Cybernetics (ICMLC), 2012 International Conference on.
* Kolm, P. N., Tütüncü, R., & Fabozzi, F. J. (2014). 60 Years of portfolio optimization: Practical challenges and current trends. European Journal of Operational Research, 234(2), 356-371 .
* Maginn, J. L., Tuttle, D. L., McLeavey, D. W., & Pinto, J. E. (2007). Managing investment portfolios: a dynamic process (Vol. 3): John Wiley & Sons.
* Murphy, J. J. (1999). Technical Analysis of the Futures Markets: A Comprehensive Guide to Trad-ing Methods and Applications ,New York Institute of Finance: Prentice-Hall.
* Reilly, F., & Brown, K. (2011). Investment analysis and portfolio management: Cengage Learning.
* Ruiz, V., Pérez, M. A., & Olasolo, A. (2014). Dynamic portfolio management strategies based on the use of moving averages. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 109, 1277-1281.
* Schaerf, A. (2002). Local search techniques for constrained portfolio selection problems. Computational Economics, 20(3), 177-190 .
* Silva, A., Neves, R., & Horta, N. (2015). A hybrid approach to portfolio composition based on fundamental and technical indicators. Expert Systems with Applications, 42(4), 2036-2048 .
* Streichert, F., Ulmer, H., & Zell, A. (2004a). Evaluating a hybrid encoding and three crossover operators on the constrained portfolio selection problem. Paper presented at the Evolutionary Computation, 2004. CEC2004. Congress on.
* Streichert, F., Ulmer, H., & Zell, A. (2004b). Evolutionary algorithms and the cardinality constrained portfolio optimization problem Operations Research Proceedings 2003 (pp. 253-260): Springer.
* Wilmott, P. (2007). Paul Wilmott introduces quantitative finance: John Wiley & Sons

یادداشت‌ها

[1] Wilmott
2 Murphy
[3] Reilly & Brown
[4] Kolm, Tütüncü, & Fabozzi
[5] Local Search
[6] Tabu Search
[7] Simulated Annealing
[8] Ant Colony Optimization
[9] Particle Swarm Optimization

www.SID.ir

Archive Of SID

[10] Evolutionary Algorithms
[11] Fonseca & Fleming
[12] Fitness Function
[13] Streichert, Ulmer, & Zell
[14] Maginn, Tuttle, McLeavey, & Pinto
[15] Passive management
[16] Active management
[17] Value Investment Style
[18] Growth Investment Style
[19] Semiactive management
[20] Chang, Meade, Beasley, & Sharaiha
[21] Cura
[22] Schaerf
[23] Branke, Scheckenbach, Stein, Deb, & Schmeck
[24] Streichert, Ulmer, & Zell
[25] Aouni, Colapinto, & La Torre
[26] Hirabayashi, Aranha, & Iba
[27] Relative Strength Index
[28] Moving Averages
[29] Ruiz, Pérez, & Olasolo
[30] Huang
[31] Silva, Neves, & Horta
[32] Exponential Moving Average
[33] Murphy
[34] Hull Moving Average
[35] Rate Of Change
[36] Relative Strength Index
[37] Moving Average Convergence Divergence
[38] True Strength Index

www.SID.ir