Archive of SID

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

تعیین پرتفوی بهینه با استفاده برنامه ریزی آرمانی فازی بر اساس الگوریتم های سیاه چاله و هیبریدی با در نظر گرفتن ترجیحات سرمایه گذاران

حامد امیدی[۱]
حمیدرضا وکیلی فرد[۲]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۸/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۰۵/۰۶

چکیده

تنوع روش‌های سرمایه‌گذاری و پیچیدگی تصمیم‌گیری در دهه‌های اخیر به شدت گسترش یافته و این رشد گسترده، نیاز به مدل‌های فراگیر و یکپارچه را ایجاد نموده است. برای پاسخگویی به این نیاز، مدل‌سازی مالی از پیوند رویکرد مالی و برنامه‌ریزی ریاضی بوجود آمده است.ارزیابی دارایی‌های دارای ریسک یکی از مهمترین مسائل مطرح شده پژوهشی در حوزه مالی است. مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای مختلفی در مالی وجود دارند. در بسیاری مدل‌ها امکان در نظر گرفتن تعداد زیادی محدودیت برای انتخاب پرتفوی وجود ندارد در این مقاله از مدل‌های آرمانی فازی (الگوریتم سیاه چاله و گرانشی) جهت انتخاب پرتفوی بهینه با در نظر گرفتن دوره های اقتصادی رونق و رکود و انواع سرمایه‌گذار از حیث ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی بعنوان محدودیت استفاده شده است و در نهایت با نتایج حاصل از مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای مارکوویتز مقایسه شده است.

کلمات کلیدی

پرتفوی‌بهینه، برنامه‌ریزی‌آرمانی‌فازی، سرمایه‌گذاران، مارکویتز، الگوریتم سیاه چاله، الگوریتم گرانشی

۱-گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
hamedomidi2@yahoo.com
۲- گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.(نویسنده مسئول)
h-vakilifard@srbiau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱.مقدمه

گسترش روز افزون فعالیت‌های تجاری موجب گردیده است که مناسبات مالی، فرایندها و شیوه‌های مدیریت مالی سازمان، هر دم پیچیده‌تر شود. چنین است که تداوم فعالیت شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی را باید در داشتن منابع مالی کافی جستجو کرد. بدون دسترسی به منابع مالی، بسیاری از فعالیت‌ها به اجرا در نمی آید و در نتیجه تحقق هدفها میسر نمی شود. مسئولان مالی شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی تمام تلاش خود را به این امر معطوف ساخته‌اند که بازارهای مالی و ابزار آن را شناسایی کنند، تا بتوانند منابع مالی لازم را تدارک ببینند. [۲]

تنوع روش های سرمایه‌گذاری و پیچیدگی تصمیم گیری در دهه های اخیر به شدت گسترش یافته و این رشد گسترده، نیاز به مدل های فراگیر و یکپارچه را ایجاد نموده است. برای پاسخگویی به این نیاز، مدل‌سازی مالی از پیوند رویکرد مالی و برنامه‌ریزی ریاضی بوجود آمده است.

برنامه ریزی آرمانی یک الگوی تصمیم‌گیری چند معیاری در حوزه جبر خطی است. این الگو به طور همزمان چند هدف را در برمی‌گیرد و براساس حداقل کردن انحراف ازهدف ها تنظیم می‌شود. هنر اصلی برنامه ریزی آرمانی درنظر گرفتن محدودیت ها و آرمان ها همراه با متغیرهای تصمیم و همچنین از بین بردن و کم رنگ نمودن استدلال ضعیف انسانی در هنگام برنامه ریزی و تصمیم گیری است. این هنر در شرایط بهینه‌سازی چندعامل به صورت همزمان جلوه ویژه ای پیدا می‌کند.

۲-مبانی نظری و پیشینه تحقیق

مارکوویتز پدر و یا به عبارتی مبدع نظریه پورتفولیویِ مدرن بشمار می‌رود. کتاب و مقاله اصلی او درباره این موضوع ، برای اولین بار، این نظریه را به روشنی بیان نموده است . کتاب مذکور مملو از تفکر و اعتقاداتی هست که بسیاری از پیشرفت هایِ متعاقب در این زمینه را پیش بینی کرده است. مارکوویتز موضوع پورتفولیو را به عنوان گزینه ای از میانگین و واریانس مربوط به پورتفولیوی دارایی‌ها بصورت مدون گردآوری کرده است. [۱۴]وی قضیه اصلی نظریه پورتفولیویِ واریانس میانگین را اثبات کرد، به عبارتی ثابت نگه داشتن واریانس ، بازده مورد انتظار را به حداکثر می رساند، و ثابت نگه داشتن بازده مورد انتظار، واریانس را به حداقل ممکن کاهش می دهد. این دو اصل منجر به شکل گیری حد و مرز مشخصی می شود که سرمایه‌گذار می تواند پورتفولیوی اصلی خود را ، بسته به اولویت‌های بازدهی ریسک فردی از آن انتخاب نماید. پیام اصلی و مهم نظریه مذکور این بود که نمی توان دارایی‌ها را صرفاً از روی ویژگی‌هایی انتخاب کرد که منحصراً برای اوراق بهادار بودند. در عوض، سرمایه گذار باید در نظر داشته

www.SID.ir

Archive of SID

باشد که چگونه هر اوراق بهاداری همراه و همزمان با سایر اوراق مشارکت عمل می‌نماید. علاوه بر این، در نظر گرفتن این محرک‌های همزمان و هماهنگ در حساب‌ها منجر به ایجاد پورتفولیویی می‌شود که همان بازده مورد انتظار و ریسک کمتر نسبت به پورتفولیوهایی دارد که از طریق نادیده گرفتن تعاملات بین اوراق بهادار بوجود آمده‌اند. [۲۶]

طی سال‌های گذشته، مدل‌های زیادی در زمینه تجزیه و تحلیل مالی و تکنیک های برنامه‌ریزی مالی توسعه یافته‌اند. لی و لرو (۱۹۷۳)، کی ونلی (۱۹۸۰)، لی و چسر (۱۹۸۰)، بستون (۱۹۸۹)، شارما و همکاران (۱۹۹۵)، از میان دیگران طراحی سرمایه گذاری با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی را به کار برده‌اند. بوث و همکاران (۱۹۸۹)، گیوکاوس و واسیلوگلو (۱۹۹۱)، سشادری و همکاران (۱۹۹۹) مدل‌های بانکداری را با استفاده از برنامه ریزی آرمانی ارائه دادند. این مطالعات در زمینه بانکداری و موسسات مالی متمرکز است و آنها داده‌ها را از صورت‌های مالی بانک‌ها به دست می آورند. [۶و۷]

کرهنن (۱۹۸۷) از مدل برنامه ریزی آرمانی دو مرحله‌ای برای مدیریت ریسک ارز خارجی داخلی دارایی‌ها و بدهی‌های بانک استفاده کرد. اهداف این مدل افزایش سود انتظاری، کاهش ریسک نقدینگی، کفایت سرمایه، رشد و دیگر جنبه‌های عملیاتی بانک است. [۲]

همچنین یک کاربرد عملی از برنامه ریزی آرمانی خطی دو مرحله ای، در یکی از بانک های فنلاند توسط آنتی کرهنن با عنوان مدل برنامه ریزی پرتفولیو پویای بانک با چندین سناریو، چندین هدف و تغییر اولویت ها ارائه شده است. او اهداف متعارضی چون سود مورد انتظار، ریسک نقدینگی، کفایت سرمایه، رشد، روابط مشتریان و چندین جنبه دیگر را لحاظ کرده و دو گروه متغیر (متغیرهای قطعی و متغیرهای احتمالی) را در مدل مورد بررسی قرار داد. [۱]

دش و کاجیجی (۲۰۰۵) با توجه به اینکه بهینه سازی مالی بخش مهمی از تصمیم‌گیری کارامد تحت شرایط عدم اطمینان است، تحقیقی در زمینه مدیریت دارایی/ بدهی جهت نشان دادن بهینه سازی مدلی برای بیمه گران مسئولیت و اموال انجام دادند. مدل مدیریت دارایی / بدهی ارائه شده توسط آنها، راه حل هم زمانی برای مساله تخصیص منابع در محیط با آرمانهای سلسله مراتبی پیچیده براساس مدل میانگین ـ واریانس مارکویتز ارائه می نماید. روش استفاده شده، برنامه ریزی آرمانی غیر خطی است. [۴و۷و۹]

شاه علیزاده کلخوران، باباخانی و حسنی زنوزی (۱۳۸۴) در تحقیقی تحت عنوان "طراحی یک مدل چند معیاره انتخاب سهام برای سبد سرمایه گذاری" مدلی را جهت انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از برنامه ریزی ریاضی چند معیاره (چند شاخصه) و نظرات خبرگان ارایه نموده است. در این راستا نظرات خبرگان سرمایه گذاری با استفاده از پرسشنامه بدست آمده و اولویت آنها با استفاده از روش Topsis و

www.SID.ir

Archive of SID

آنتروپی مشخص شده است. نتایج این تحقیق مبین این امر می‌باشد که جهت اولویت‌دهی سهام در صنایع مختلف می بایست از تکنیک های مدل غیرجبرانی استفاده کرد و نتایج اولویت دهی شاخص‌ها را می‌توان در مرحله دوم گزینش پرتفوی در یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی موزون به کار برد. [۱۶]

در تحقیقی در سال ۱۳۹۳ امیر حسینی وقبادی از تئوری تصمیم‌گیری فازی در جهت انتخاب پرتفوی بهینه استفاده کردند الگوریتم مربوطه به انتخاب پرتفوی در دو حالت غیرمبهم و مبهم موردمطالعه قرار گرفت و روش موثری برای تبدیل یک مسئله بهینه با تابع هدف غیرخطی و محدودیت غیرخطی به یک مسئله خطی ارایه کرد که در نتیجه یک راه حل ساده تری را ارائه نمود .نتیجه نشان داد که براساس تئوری تصمیم گیری فازی با در نظر گرفتن اثرات ذهنی سرمایه گذار مدل ارائه شده می تواندراهبردی مطلوب برای پرتفوی بر طبق درجه رضایت سرمایه گذار باشد .چراکه تمامی سرمایه گذاران به دنبال پرتفوی با بازده بالاتر و ریسک پایینتر می باشند و در مدل پیشنهادی نیز که یک مدل دو هدفه بود این خواسته سرمایه گذاران مدنظر قرار گرفت .بنابراین پرتفوی منتخب توسط این مدل بهتر از مدل غیرمبهم ترجیحات سرمایه گذاران را نشان داد.[۱۰]

در سال ۱۳۸۹ راعی و همکارانش از الگوریتم جست‌وجوی هارمونی برای بهینه‌سازی سبد سهام در بازار بورس ایران استفاده کردند (راعی و علی بیگی، ۱۳۸۹). در این مطالعه از رویکرد میانگین- نیم واریانس استفاده شده و با یافتن ۵۰ نقطه توسط الگوریتم، مرز کارای سبد به دست آمده است.

۳-الگوریتم سیاه چاله[1]

الگوریتم سیاه‌چاله (BH) یک روش ابتکاری است که از پدیده طبیعی سیاه‌چاله الهام گرفته شده است. و به دلیل سادگی و سهولت اجرا،توجه زیادی را به خود جلب کرده و از زمان ابداعش برای حل بسیاری از مسائل بهینه‌سازی عملی به کار برده شده است.

الگوریتم سیاه چاله یک الگوریتم تکاملی است که در سال ۲۰۱۳ توسط حاتملو معرفی گردید و اولین بار بر روی مسئله‌ی خوشه بندی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. این الگوریتم از پدیده سیاه چاله الهام گرفته شده است و مشابه دیگر الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت،الگوریتم BH با جمعیت اولیه از راه حل‌های نامزد برای یک مسئله و بهینه‌سازی تابع هدف، که برای آنها محاسبه می‌شود،شروع می‌شود. در هر تکرار از الگوریتم سیاه چاله، بهترین نامزد انتخاب شده سیاه چاله در نظر گرفته می‌شود، و سپس شروع به کشیدن نامزدهای دیگر اطرافش می‌کند، که ستاره نامیده می‌شوند. اگر یک ستاره بیش از حد به سیاه چاله نزدیک شود، توسط سیاه چاله بلعیده خواهد شد و برای همیشه از بین می‌رود. در این

www.SID.ir

Archive of SID

صوتر، یک ستاره جدید (راه حل نامزد) به طور تصادفی تولید و در فضای جستجو قرار داده می‌شود و شروع به جستجوی جدید می‌کند.

مانند سایر الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت، در الگوریتم سیاه چاله جمعیت راه‌حل‌های نامزد (ستاره‌ها) به طور تصادفی تولید و در فضای جستجو مسائل یا تابع قرار می‌گیرند. پس از مقداردهی اولیه، مقدار برازش جمعیت، ارزیابی و بهترین نامزد در جامعه که دارای بهترین مقدار برازش است، به عنوان سیاه چاله انتخاب می‌شود و بقیه تشکیل ستاره طبیعی می‌دهند. سیاه چاله توانایی جذب ستاره‌هایی که آن را احاطه کرده‌اند،دارد. پس از مقداردهی اولیه سیاه چاله و ستاره‌ها، سیاه چاله شروع به جذب ستاره اطرافش و تمام ستاره‌ها شروع به حرکت به سمت سیاه چاله می‌کنند. جذب ستاره توسط سیاه چاله به شرح زیر فرمول شده است:

که در فرمول مکان‌های ستاره iام در تکرار t+1,t به ترتیب می‌باشند. محل سیاه چاله در فضای جستجو است. rand یک عدد تصادفی در بازه [۰,۱] است. Nتعداد ستاره (راه حل نامزد) است.

در حرکت ستاره‌ها به سمت سیاه چاله، یک ستاره ممکن است به یک مکان با هزینه پایین‌تر از سیاه چاله برسد. در این صورت، سیاه چاله به محل آن ستاره حرکت می‌کند و بالعکس. سپس الگوریتم BH با سیاه چاله در محل جدید ادامه خواهد یافت و پس از آن ستاره‌ها شروع به حرکت به سمت این محل جدید می‌کنند.

علاوه بر این، احتمال عبور از افق رویداد در حرکت ستاره‌ها به سمت سیاه چاله وجود دارد. هر ستاره که از افق رویداد سیاه چاله عبور کند توسط سیاه چاله مکیده می‌شود. هر بار که یک نامزد (ستاره) می‌میرد. که توسط سیاه چاله مکیده شده است. یک راه‌حل نامزد دیگر متولد شده و به طور تصادفی در فضای جستجو توزیع و شروع به جستجوی جدید می‌کند. این کار برای حفظ ثابت تعداد راه حل نامزد است. بعد از نقل مکان همه ستاره ها تکرار بعدی صورت می‌گیرد. شعاع افق رویداد در الگوریتم سیاه چاله با استفاده از معادله (۲) محاسبه می‌شود:

که در فرمول (۲) f_{BH} مقدار برازش سیاله چاله است. و f_i مقدار برازش ستاره iام است. Nتعداد ستاره (راه‌حل نامزد) است. هنگامی که فاصله بنی یک راه‌حل نامزد و سیاه چاله (بهترین نامزد) کمتر از Rاست. آن نامزد سقوط و یک نامزد جدید ایجاد می‌شود و به طور تصادفی در فضای جستجو توزیع می‌شود.

بر اساس توضیحات مراحل اصلی الگوریتم سیاه چاله به شرح زیر خلاصه شده است:

www.SID.ir

Archive of SID

گام ۱:ایجاد جمعیت اولیه‌ای از ستارگان با موفقیت تصادفی در فضای جستجو

گام ۲:ارزیابی برازش برای هر ستاره

گام ۳: انتخاب ستاره‌ای با بهترین برازش به عنوان سیاه چاله

گام ۴: تغییر مکان هر ستاره با استفاده از رابطه (۱)

گام ۵: اگر یک ستاره به موقعیتی با برازش بهتر از سیاه چاله دست یابد، موقعیت آنها را عوض کن.

گام۶: اگر یک ستاره به افق رویداد (رابطه۲) وارد شود، آن ستاره حذف و به جای آن یک ستاره جدید به صورت تصادفی در فضای جستجو ایجاد کن.

گام ۷:اگر یکی از معیارهای خاتمه (بهترین برازش و یا حداکثر تعداد تکرار) محقق شد از برنامه خارج شو در غیر این صورت برو به گام ۲

۴-الگوریتم جستجوی گرانشی[۲]

الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) روش بهینه‌سازی بر اساس هوش جمعی است که با الهام از مفاهیم جرم و نیروی جاذبه و شبیه‌سازی قوانین مرتبط با آن ارائه شده است. [۷]این الگوریتم در کاربردهای مختلفی [۱۷-۱۴] استفاده شده است.

این الگوریتم یک فضای جستجوی چندبعدی را برای پیداکردن مقدار پیشینه یا کمینه تابع هدف مورد جستجو قرار می‌دهد. در GSAعوامل جستجو به صورت اجرام موجود در فضا در نظر گرفته می‌شوند و کارآیی آنها به وسیله جرمشان اندازه‌گیری می‌شود. همه این اجرام یکدیگر را بوسیله نیروی گرانش جذب می‌کنند،و این باعث حرکت کلی همه آنها به طرف جرم سنگین‌تر می‌شود. اجرام سنگین‌تر که متناسب با جواب‌های خوب هستند کندتر از بقیه حرکت می‌کنند. [۷]

یک سیستم با Nجرم را در نظر بگیرید. مکان جرم i ام را یک فضای nبعدی که از Nجرم تأثیر می‌پذیرد به صورت زیر تعریف می‌شود:

جایی که x_i^d ،محل i امین جرم در dامین بعد را نشان می‌دهد.

در این سیستم در زمان t و در هر بعد d، نیرویی به اندازه‌ی $F_{ij}^d(t)$ از سوی جرم jبه جرم i وارد می‌شود. مقدار این نیرو از روابط (۴) و (۵) محاسبه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

که $M_{aj}(t)$ مقدار جرم گرانشی موثر (ذره‌ای با موقعیت مکانی بهتر با توجه به تابع هدف)، $M_{aj}(t)$ جرم گرانشی تاثیر پذیرنده (ذره‌ای با موقعیت مکانی بدتر با توجه به تابع هدف)، G(t)ثابت گرانش در زمان ε, t یک ثابت کوچک و $R_{ij}(t)$ فاصله اقلیدسی بین عامل‌های i,jاست.

۵-الگوریتم ترکیبی (هیبرید) سیاه چاله-جستجوی گرانشی[۳]

در الگوریتم‌های بهینه‌سازی، اکتشاف به قابلیت جستجوی نواحی مختلف مجهول در فضای راه‌حل، جهت پیداکردن جواب بهینه سراسری اشاره می شود در حالی که استخراج به قابلیت به کارگیری دانش راه‌حل‌های مطلوب قبلی، برای یافتن راه‌حل‌های بهتر اشاره می‌کند. بنابراین به منظور بدست‌آوردن عملکرد مطلوب،تنظیم دقیق بین ویژگی‌های استخراج و اکتشاف ضروری است.

الگوریتم سیاه چاله توانایی استخراج و الگوریتم جستجوی گرانشی توانایی اکتشاف مطلوب دارد. ایده اصلی BHGSA ترکیب توانایی سیاه چاله (بهترین نامزد) در BHبا نحوه جستجو بر اساس جرم نامزدها (برازندگی بهتر) در GSA برای حرکت نامزدها است. در ابتدا،همه عوامل به طور تصادفی مقداردهی اولیه می‌شوند. هر عامل به عنوان یک راه‌حل در نظر گرفته می‌شود. پس از مقدار دهی اولیه، ثابت گرانش،نیروی گرانشی و نیروهای حاصل میان عوامل با استفاده از روابط (۱۰)، (۴)، (۵) و (۶) محاسبه می‌شوند. پس از آن، شتاب ذرات با فرمول (۷) به دست می‌آید. در هر تکرار، بهترین نامزد (سیاه چاله) مشخص می‌شود و پس از محاسبه شتاب و با به روز رسانی سرعت بعدی نامزدها (رابطه (۸))،مکان بعدی ذره بر اساس رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

که در فرمول (۱۷) مکان‌های ذره (ستاره) Iام در تکرار t+1 و tبه ترتیب می‌باشند. محل سیاه‌چاله (بهترین نامزد) در فضای جستجو است. سرعت بعدی ذره و rand یک عدد تصادفی در بازه [۱، ۰] است. سپس احتمال عبور از افق رویداد در حرکت ذره‌ها با استفاده از رابطه‌ی (۲) محاسبه می‌شود. هر ذره که از افق رویداد عبور کند،از بین می‌رود. هر بار که یک ذره (ستاره) می‌میرد،یک راه‌حل نامزد دیگر متولد شده و به طور تصادفی در فضای جستجو توزیع می‌شود. الگوریتم با محقق شدن یکی از معیارهای خاتمه (بهترین برازش و یاحداکثر تعداد تکرار) به پایان می‌رسد.

۶-فرضیه تحقیق

فرضیه صفر و مقابل برای آزمون والد به شکل مقابل نوشته میشوند:

ابتدا برای مقایسه سیاه چاله و مارکوییتز

www.SID.ir

Archive of SID

H0 : بهینه سازی سبد سهام بهینه مدل مارکوییتز و مدل فراابتکاری سیاه چاله دارای مشابهت نمی‌باشند.

H1 : بهینه سازی سبد سهام بهینه مدل مارکوییتز و مدل فراابتکاری سیاه چاله دارای مشابهت می‌باشند.

سپس برای مقایسه روش هیبریدی و مارکوییتز

H0 : بهینه سازی سبد سهام بهینه مدل مارکوییتز و روش هیبریدی دارای مشابهت نمی‌باشند.

H1 : بهینه سازی سبد سهام بهینه مدل مارکوییتز و روش هیبریدی دارای مشابهت می‌باشند.

۷-روش اجرا

ابتدا لیستی از شرکت‌هایی که در سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ در لیست پنجاه شرکت برتر بورس قرار داشتند تهیه شد. این لیست هر سه ماه یکبار توسط سازمان بورس ارائه می‌شود. سپس شرکت‌هایی که در هر چهار دوره سه ماهه یک سال در لیست حضور داشتند انتخاب شدند. پس از این مرحله اطلاعات قیمت سهام این شرکت‌ها توسط نرم افزارهای TSE Client و ره آورد نوین به دست آمد.

مرحله یکم: ابتدا لیست ۵۰ شرکت برتر برای بازه های ۳ ماهه در سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۶ به دست آمد. سپس برای هر سال شرکت‌هایی که در هر چهار دوره در لیست بودند انتخاب شدند. با استفاده از اطلاعات استخراج شده از نرم افزارهای TSE Client و ره آورد نوین قیمت‌های سهام‌های مورد نظر در بازه‌های روزانه برای مدت ۵ سال به دست آمد.

مرحله دوم: داده ها را در نرم افزار Matlab نسخه ۲۰۱۶ وارد کردیم و بازده و واریانس و نیم واریانس و کوواریانس و بقیه موارد مورد نیاز در الگوریتم‌ها را به دست آوردیم.

مرحله سوم: الگوریتم‌ها را برای هر سال به طور مستقل حل کردیم و نمودارهای آن‌ها را رسم کردیم.

مرحله چهارم:داده‌های به دست آمده در مرحله دوم را در نرم افزار GAMS وارد کردیم و برای هر سال با روش مارکوییتز بهینه‌سازی را انجام دادیم.

مرحله پنجم: داده‌های به دست آمده از مراحل سوم و چهارم را مورد مقایسه قرار دادیم و فاصله متوسط هر الگوریتم را از الگوریتم مارکوییتز به دست آوردیم.

مرحله ششم: با استفاده از نرم افزار SPSS داده ها را آزمون آماری می کنیم و فرضیه ها را تایید یا رد می کنیم.

www.SID.ir

Archive of SID

مهم‌ترین نکته در مدل پیشنهادی تعیین نوع ساختار بردار جواب است به شکلی که هر سیاره بیانگر یک جواب بالقوه و موجه باشد. جهت تشکیل تابع برازش، از تابع برازش استفاده شده و برازندگی بیشتر با کمینه ساختن مقدار معادله حاصل می‌گردد. از سوی دیگر مساله با استفاده از اعداد حقیقی کد می‌گردد

بردار جواب ما به بهینه‌سازی سبد سهام بوده و بردار جواب آن به تعداد شرکت‌های مورد مطالعه انتخاب گردیده که در این تحقیق برابر ۵۰ شرکت بوده و مقادیری که هر سلول بردار جواب اختیار می‌کند عددی بین ۱ و ۰ می‌باشد.

فازی سازی طبق الگوریتم ذیل داده ها فازی سازی میشوند:

$$G_{ij} : g_{ij}(x_1, x_2, \ldots, x_n) \equiv (Ax)_{ij} \simeq B_{ij} \quad \text{(around)} \quad (1)$$

$$G_{ij} : g_{ij}(x_1, x_2, \ldots, x_n) \equiv (Ax)_{ij} \lesssim B_{ij} \quad \text{(at most)} \quad (2)$$

$$G_{ij} : g_{ij}(x_1, x_2, \ldots, x_n) \equiv (Ax)_{ij} \gtrsim B_{ij} \quad \text{(at least)} \quad (3)$$

$$x \geqslant 0; \quad i = 1, 2, \ldots, m; \quad j = 1, 2, \ldots, p$$

جدول ۱- گزینه‌های بازده و اعداد فازی برای سنجش میزان بازده

میزان بازده	اعداد قطعی	اعداد فازی مثلثی (ریسک پذیر)	اعداد فازی مثلثی (ریسک متوسط)	اعداد فازی مثلثی (ریسک گریز)
بازده خیلی زیاد	۴	(۰/۷۵ ،۱ ،۱)	(۰/۷۵ ،۱)	۴
بازده زیاد	۳	(۰/۷۵ ،۰/۵ ،۱)	(۰/۵ ،۱)	۳
بازده کم	۲	(۰/۵ ،۰/۲۵ ،۰/۷۵)	(۰/۷۵ ،۰/۲۵)	۲
بازده بسیار کم	۱	(۰/۲۵ ،۰/۵ ،۰)	(۰/۵ ،۰)	۱
بازده صفر یا منفی	۰	(۰ ،۰ ،۰/۲۵)	(۰/۲۵ ،۰)	۰

همانطور که در جدول بالا ملاحظه میشود. افراد معامله کننده در بازار به سه گروه ریسک گریز ، با ریسک متوسط و ریسک پذیر تقسیم میشوند و در جدول بالا اعداد فازی و قطعی برای هر گروه نمایش داده شده است.

۱-۷ ارضاء محدودیت‌ها

بعد از تولید رشته جواب چه به صورت تصادفی که در ابتدای الگوریتم اتفاق می افتد و چه در حلقه

www.SID.ir

Archive of SID

اصلی الگوریتم که بر اساس مکانیزم تکاملی الگوریتم است مهم ترین مساله این است که این رشته جواب جواب تولید شده چگونه محدودیت های مدل را ارضا می نمایید.

ما در این تحقیق رشته ها را بعد از تولید اصلاح می نماییم که در ادامه به شرح آن می پردازیم.

حال نوبت به محدودیت ۱ می رسد.

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1, \qquad (4)$$

برای این که مجموع درایه ها برابر ۱ باشد کافی است هر درایه را تقسیم بر مجموع درایه ها کنیم که بعد از این کار رشته به حالت زیر در خواهد امد.

جدول (۲)

0	0.3047	0.3398	0	0.3555

برای محدودیت بزگتر بودن بازده سبد از بازده مورد انتظار از روش جریمه بهره میگیریم.

حال رشته جوابی داریم که در تمام محدودیتها صدق می کند. دیگر کافی است بر اساس رابطه ریاضی تابع هدف را محاسبه کرده و برای این رشته جواب ارزش گزاری انجام گردد.

حل عددی6-3

در این تحقیق برای حل عددی اطلاعات مالی ۵۰ شرکت را برای سال های ۹۲ تا ۹۶ به صورت روزانه استخراج کردیم سپس به کمک سه الگوریتم سیاه چاله، max min و هیبریدی به بهینه‌سازی آن پرداختیم که نتایج در ادامه آورده شده است.

همچنین تعداد شرکت‌های انتخاب شده در سبد را برابر ۸ قرار داده ایم. برای استفاده از روش ارایه شده در این پژوهش، می توان از بازده روزانه یا سالانه نیز استفاده کرد به شرطی که سری زمانی به اندازه کافی برای محاسبه ماتریس کواریانس در صورت نیاز و تخمین بازده مورد انتظار وجود داشته باشد.

پس از پایان این مراحل، از الگوریتم‌سیاه‌چاله، max min و هیبریدی برای‌حل مساله استفاده می‌شود.

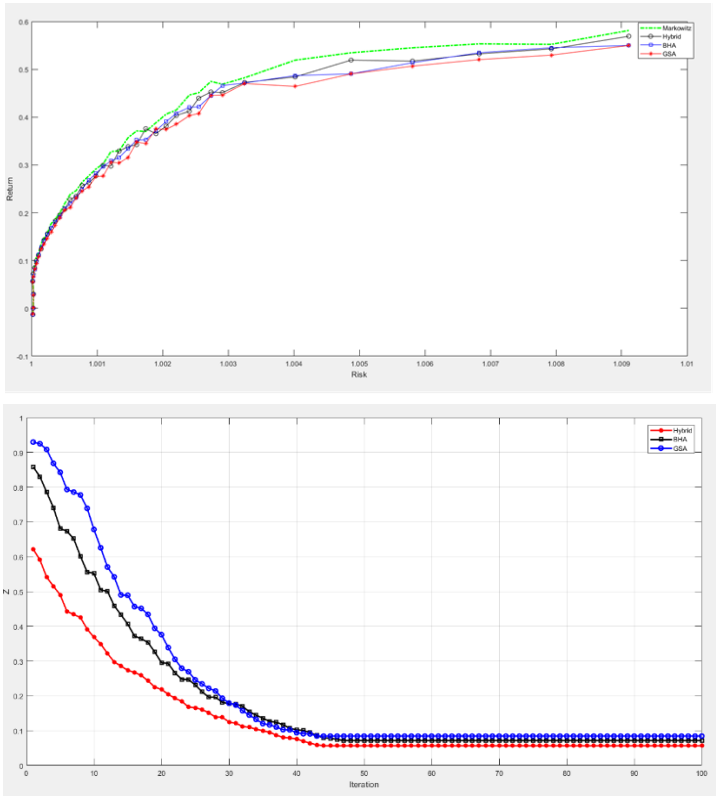
بدین صورت که با انتخاب از ۵۰ سهم ، حل شده است. نمودارها نشان دهنده‌ی مرز کارای حاصله از مدل توسعه داده شده همراه با اطلاعات بدست آمده از درصدهای اختصاص داده شده به سهام منتخب در هر مقدار شاخص عملکرد گذشته پورتفوی است، که این نتایج با استفاده از اجرا کردن کد نوشته شده برای این ترکیب ها در نرم افزار MATLAB بدست آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

به صورتی که برای هر بار اجرای کد مقدار R_d در محدودیت تغییر می‌کند که این مقدار می‌تواند بین ماکزیمم و مینیمم بازده‌ها نوسان داشته باشد که از بین ۵۱ مقدار R_d داده شده به کد نوشته شده، در هر بار اجرا تعدادی از آن‌ها بر روی مرز کارا در منطقه بهینه قرار می‌گیرد.

از آنجا که ما در اجرای الگوریتم‌ها به دنبال بهینه‌ترین حالت در سبد سهام هستیم مقدارهایی که به صورت صفر نمایش داده شده‌اند در هر نقطه از مرز کارا برای سرمایه‌گذار ریسک بالایی دارند و یا بازده‌ی کم‌تری دارند بخاطر همین درصدهای اختصاص داده به هر سهم صفر شده است. پس کد نوشته شده بهینه‌ترین حالت ممکن را برای ما در هر نقطه بر روی مرز کارا به نمایش گذاشته است.



نمودار همگرایی بدست امده از الگوریتم ها(نمودار ۱و ۲)

www.SID.ir

Archive of SID

همان طور که از نمودار مشخص است وضعیت الگوریتم ها در ابتدای کار بسیار مشابه هم است و در انتها هر چه میزان ریسک افزایش پیدا میکند تفاوت این سه الگوریتم اشکار میگردد. در این وضعیت الگوریتم هیبریدی نتایج بسیار بهتری را دارا است.

در اینجا نیز همان طور که انتظار می‌رفت به علت ناپیوسنگی فضای جستجو و اثر محدودیت‌ها مرز کارا به صورت گسسته است. شرکتهای که بازده مثبت در طول مدت حیات خود داشتنه اند بیشتر سهم را از پرتفوی بدست آورده اند. تمامی مراحل مدل‌های پیشنهادی توانسته است در منطقه موجه مساله را بهینه نموده این امر نشان دهنده توان الگوریتم هیبریدی در حل مسایل سبد سهام است.

نمودارهای فوق نشان می‌دهند که مرز کارای پرتفوی دارای تقعر و تورفتگی است، در واقع این نمودارها نشان می‌دهند که مدل فوق کارا بوده و می‌توانند بر چالش‌های محاسباتی رسم مرز کارا غلبه کنند.

برای مقایسه الگوریتم ها تست میکنیم که آیا فاصله ها (خطای مجذور انحرافات معیار) RMSE موجود بین مرز کارای مدل های فرا ابتکاری با مدل مارکوییتز تفاوت معنی داری دارد یا خیر؟

مقدار RMSE از فرمول زیر به دست می آید:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(Model - Markowitz)^2}{N}} \qquad (5)$$

الگوریتم هیبریدی	الگوریتم سیاه چاله	الگوریتم جستجوی گرانشی
۰.۰۱۰۱۴۴	۰.۰۲۳۸۱۷	۰.۰۲۴۰۱۲
۰.۰۱۷۶۳۲	۰.۰۲۴۱۹۱	۰.۰۲۴۲۱۴
۰.۰۱۰۰۲۸	۰.۰۲۱۱۰۲	۰.۰۲۱۸۱۶
۰.۰۱۴۵۸۹	۰.۰۲۲۰۵۶	۰.۰۲۲۹۹۸
۰.۰۲۰۴۷۲	۰.۰۲۳۷۲۶۱	۰.۰۲۴۱۰۹

جدول ۳- مقایسه فاصله RMSE الگوریتم ها با مدل مارکوویتز

همانطور که از نتایج مشخص است در تمام سال‌های روش هیبریدی معرفی شده در این تحقیق بهترین جواب را بدست آورده است.

۲-۷ تنظیم پارامتر تاگوچی

طراحی اولیه پارامترها

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۴)

سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	
10	20	30	npop
100	200	300	max min
0.5	1	1.5	alfha
1	3	5	G0

همان طور که در جدول دیده می شود ۴ پارامتر سه سطحی موجود می‌باشد. همچنین عمل برش را در سه سطح در نظر می‌گیرد که نشان دهنده درصد در سطوح تعریف شده می‌باشد.

طراحی سناریو مساله

جدول (۵)

سناریو	تعداد جمعیت	تعداد گام	سایز گام	حداکثر تکرار
سناریو ۱	1	1	1	1
سناریو۲	1	2	3	2
سناریو ۳	1	3	2	3
سناریو ۴	2	1	3	3
سناریو ۵	2	2	2	1
سناریو ۶	2	3	1	2
سناریو ۷	3	1	2	2
سناریو۸	3	2	1	3
سناریو ۹	3	3	3	1

طبق روش تاگوچی به جای$3^4 = 81$، با ۹ سناریو مختلف خواهیم داشت که در هر سناریو شرح پارامترها به صورت جدول فوق می‌باشد. در ادامه این ۹ سناریو با ۶ مثال و ۵ بار تکرار برای هر ترکیب ساخته می‌شود.

شایان ذکر است سناریو در نظر گرفته شده برای هر دو مدل یکسان می‌باشد.ادامه جداول تابع هدف بدست آمده، سیگنال/نویز و RPD ۴ ارایه می‌شود.

همان طور که مشاهده می‌شود ۶ مثال به منظور ۹ سناریو نوشته شده که هر کدام ۵ بار حل شده است؛ که اعداد بدست آمده از حل میانگین موزون شده‌ی تابع‌های هدف می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

در هر اجرایی آزمایش مقدار تابع هدف بدست آمده باید مطابق روش تاگوچی به نسبت سیگنال به نویز که در حکم متغیر پاسخ است تبدیل شود و مطابق تغییرات آن تحلیل صورت گیرد. از آنجا که هدف مینیمم‌سازی می‌باشد. در روش تاگوچی نسبت S/N در حکم متغیر نسبت است که تابع هدف در هر اجرا به این نسبت تبدیل می‌شود تا بر طبق آن تصمیم‌گیری شود. که از رابطه ذیل بدست می‌آید.

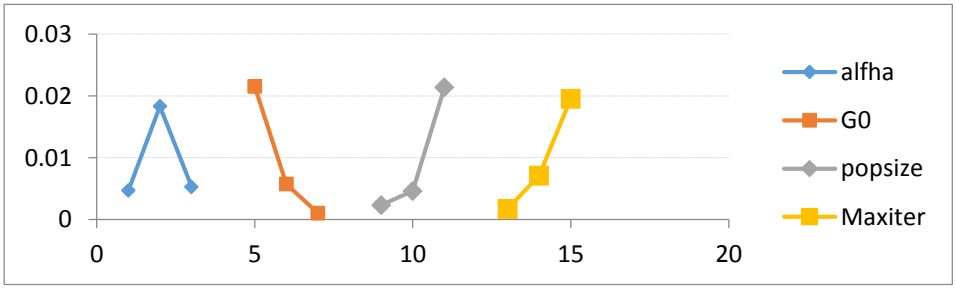
$$S/_{N_l} = -10\log(objective)^2 \qquad (6)$$

نتایج حاصل از اجرای الگوریتم‌ها در جدول نشان داده شده است که نشان دهنده کیفیت عملکرد الگوریتم است. و جدول نحوه محاسبه مقدار RPD را نشان می‌دهد M_i مقدار تابع هدف می‌باشد که به ازای هر بار اجرای الگوریتم بدست می‌آید M_{min} کم‌ترین مقدار تابع هدف می‌باشد که به ازای هر مساله از حل هر الگوریتم بدست می‌آید. برای این که بتوان نتایج حاصل از مساله مختلف را با هم مقایسه کرد و محاسبات مشترکی برروی آن‌ها اعمال کرد، نتایج حاصله به صورت درصد تغییرات نسبی محاسبه گردید.

$$\text{Relative percentage deviation (RPD)} = \frac{M_i - M_{min}}{M_{min}} \qquad (7)$$

جدول ۶- تلورانس عملکرد الگوریتم

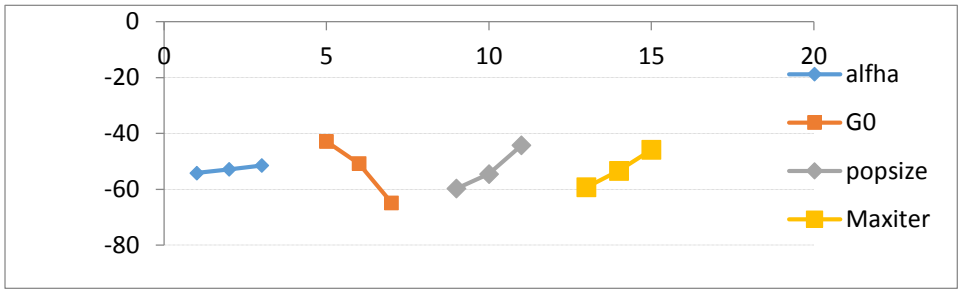
Mean RPD	0.592	0.404	0.500	0.494	0.473	0.480	0.454	0.549	0.585
	سناریو۱	سناریو۲	سناریو۳	سناریو۴	سناریو۵	سناریو۶	سناریو۷	سناریو۸	سناریو۹
	1.0000	0.6543	0.7214	0.0000	0.9450	0.1313	0.2125	0.7522	0.0000
	0.8997	0.6183	0.8062	0.2886	0.0000	1.0000	0.1183	0.6206	1.0000
	0.6145	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.1080	0.0000	0.7651	0.4724
	0.0000	0.9444	1.0000	0.9642	0.0175	0.2538	1.0000	0.0000	0.7936



نمودار۲- تابع هدف

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۳- سیگنال و نویز

مقادیر انتخاب شده

جدول (۷)

	مقدار برگزیده
npop	10
max min	100
Alpha	1
G0	2

در این این تحقیق رفتار ریسک‌پذیری سرمایه‌گذاران شرکت نیز در مراحل مختلف چرخهٔ عمر بررسی و اثر این رفتار بر عملکرد مالی آتی شرکت آزمون شد. اگرچه عوامل متعددی همچون، الگوهای انگیزشی، سازوکارهای نظارتی درونی و بیرونی، شرایط اقتصادی بر رفتار ریسک‌پذیر شرکت اثر دارند، اما هدف پاسخگویی به این پرسش‌ها میباشد که آیا چرخهٔ عمر بر تصمیمات عملیاتی، سرمایه‌گذاری و ریسک پذیری شرکت اثر می‌گذارد و آیا توان شرکت‌ها در کسب بازدهی تابعی از مرحله‌ای است که شرکت در چرخهٔ عمر خود در آن قرار دارد. نتیجه‌ی بررسی فازی نشان میدهد که سرمایه‌گذاران شرکت‌ها در مرحلهٔ ظهور و افول رفتاری ریسک‌پذیر دارند، اگرچه ورود به مرحلهٔ ظهور و افول با یک دوره تأخیر بر رفتار ریسک‌پذیر سرمایه گذاران اثر می‌گذارد. به‌علاوه، ریسک‌پذیری رفتار سرمایه گذاران در مراحل ظهور و افول در مقایسه با مرحلهٔ بلوغ به‌طور معناداری بیشتر است. سرمایه گذاران در مراحل ظهور و افول در مقایسه با مرحلهٔ بلوغ، رفتار ریسک‌پذیرتری دارند. رفتار ریسک‌پذیر سرمایه گذار در مراحل ظهور و افول با کاهش نرخ بازده دارایی آن در دورهٔ بعد همبسته است؛ به این ترتیب، ریسک‌پذیری شرکت‌ها در این مراحل با کاهش نرخ بازده دارایی‌های آنها همراه بوده است. اگرچه رفتارریسک‌پذیر سرمایه گذاران

www.SID.ir

Archive of SID

در مراحل بلوغ و رشد با افزایش نرخ بازده آتی دارایی همراه بوده است، اما این افزایش از نظر آماری معنادار نمی‌باشد.

۳-۷ مقایسه توان تبیین درسه روش بر اساس مباحث مالی

برای بررسی مقایسه توان تبیین به مقایسه ضریب تعیین تعدیل شده در معادلات رگرسیونی پرداخته می‌شود:

جدول۸- مقایسه ضریب تعیین تعدیل شده مدل‌ها

مدل مورد نظر	ضریب تعیین تعدیل شده	رتبه
مارکوئیتز	۰/۳۴	۳
هیبریدی	۰/۷۱	۱
سیاه چاله	۰/۵۲	۲

در جدول بالا ملاحظه میشود که توان تبیین روش هیبریدی از همه بیشتر و مارکوئیتز از همه کمتر میباشد و سیاه چاله مدلی است که از نظر قدرت تبیین بین این دو مدل قرار دارد.

در ادامه آماره آزمون والد برای مدل‌های جدید برای متغیرهای مستقل با هم مقایسه می‌شوند.

جدول۹- آزمون والد برای مدل های مورد بررسی

شماره مدل	آماره والد	سطح معنی داری	نتیجه
مارکوئیتز	۴/۴۲	۰/۰۰۰	تایید معنی داری ضریب
هیبریدی	۹/۸۶	۰/۰۰۰	تایید معنی داری ضریب
سیاه چاله	۷/۶۴	۰/۰۰۰	تایید معنی داری ضریب

همانطور که از نتایج مشخص است فرض صفر قبول می‌شود و می‌توان بیان داشت که بهینه‌سازی سبد سهام بهینه مدل مارکوییتز و مدل فراابتکاری سیاه چاله دارای مشابهت نمی‌باشند. همچنین بهینه‌سازی سبد سهام بهینه در مدل مارکوییتز بسیار از روش هیبریدی ضعیف تر می‌باشد. همچنین در تمام سال های روش سیاه چاله معرفی شده در این تحقیق نزدیک‌ترین جواب را به جواب هیبریدی دارا می‌باشد.

نوآوری پژوهش حاضر را باید در جدید بودن الگوریتم فراابتکاری به صورت فازی استفاده شده بررسی کرد. از آنجا که الگوریتم های فراابتکاری سیاه چاله، max min به تازگی ابداع شده، پایان نامه حاضر را

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان در زمرهٔ نخستین پژوهش‌های به حساب آورد که از آن بهره گرفته است. همچنین برای اولین بار این دو الگوریتم ترکیب شد تا نتیجه بهینه تری از دو الگوریتم به دست آید.

هدف این تحقیق آن بود که نشان دهیم می توان برای بهینه سازی سبد سهام از الگوریتم های فرا ابتکاری سیاه چاله، max min و الگوریتم ترکیبی (هیبریدی) که زیر مجموعه برنامه ریزی آرمانی فازی هستند به جای مدل مارکوییتز با دقت و سرعت بالاتر استفاده کرد. و به بازده ای مطلوبتر نسبت به مدل مارکویتز دست یافت.

۸-نتیجه‌گیری و پیشنهادها

رشد اقتصادی به رشد کمی مؤلفه‌های اقتصادی نظیر تولید ناخالص ملی، تولید خالص ملی و درآمد سرانه توجه دارد. اما در توسعه اقتصادی علاوه بر جنبه های کمی، کیفیت بهبود اوضاع اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد و به تعبیری همه جنبه‌ها در نظر گرفته می‌شود. اصولا مدل CAPM رفتار عقلایی سرمایه گذاران را در یک شرایط متقارن مورد آزمون قرار می‌دهد.

به منظور تعیین کیفیت هر سرمایه‌گذاری با استفاده از منطق فازی و GA ، در این مرحله، رتبه‌بندی سرمایه‌گذاری، ملاک تعیین کیفیت سرمایه‌گذاری قرار می‌گیرد. سرمایه‌گذاری‌های با رتبه بالا به عنوان سرمایه‌گذاری کیفیت برتر درنظر گرفته می‌شوند. در این تحقیق، برخی از شاخص‌های مالی مربوط به شرکت‌های ذکر شده برای تعیین و شناسایی کیفیت هر سرمایه‌گذاری بکار گرفته می‌شود. بدین معنا، که شاخص های مالی این شرکت ها، زمانیکه امتیازی به میزان سرمایه‌گذاری اختصاص داده می‌شود، به عنوان متغیرهای ورودی مورد استفاده قرار می‌گیرند. متغیر خروجی رتبه بندی سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود. در کل این مطالعه، چهار شاخص اصلی مالی، یعنی، بازده سرمایه بکار گرفته شده (ROCE)، نسبت قیمت به درآمد(ضریب سهام)(P/E)، سود هر سهم(EPS)، و نسبت نقدینگی در این مبحث مورد استفاده قرار می گیرند.

مدل جدید انتخاب اوراق با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی آرمانی فازی توسعه داده شده است که به محققان اجازه می‌دهد اهداف خود را با توجه به اهمیت و اولویت‌هایی ویژه تطبیق دهند. این مدل انتخاب اوراق می‌تواند با انواع مختلف رفتارهای سرمایه‌گذار در برابر روند حرکت بازار و همچنین در نظر گرفتن تقابل ریسک وبازدهی مطابقت داشته باشد. در موارد مختلف روند حرکت [بازار]، مدل‌سازی انواع مختلف رفتارهای سرمایه‌گذار به نوآوری برای مدل انتخاب نمونه‌های پیشنهادی کمک می‌کند که با توجه به اعتبار و اولویت هایی ویژه نسبت به اهداف ایجاد می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج پژوهش حاضر موافق با نتایج تحقیقات تاناکا و همکاران (۲۰۰۰) ،پارا ام ای و همکاران(۲۰۰۲)، لی جی و ژو جی (۲۰۰۷) و اوزان و ریدوان (۲۰۱۴) می باشد.

توجه به عامل چرخهٔ حیات شرکت برای مدیران، سرمایه‌گذاران و تأمین‌کننده‌های مالی بسیار حائز اهمیت است. این موضوع می‌تواند به مدیران در خصوص وضعیت جریان‌های نقدی، فرصت‌های رشد پیش‌رو، سودآوری آتی و هزینهٔ سرمایه رهنمودهای ارزشمندی را ارائه دهد. به‌عبارتی، چرخهٔ عمر شرکت بر ویژگی‌های ذاتی و ریسک تجاری شرکت اثرگذار است. به همین سبب شایسته است مدیران در اخذ تصمیمات سرمایه‌گذاری و مالی خود به آن توجه کنند. چرخهٔ عمر شرکت بر صحت پیش‌بینی جریان‌های نقدی و ارزش شرکت اثر می‌گذارد؛ هرچه شرکت سهم بیشتری از بازار محصول به‌دست آورده باشد و هرچه از سابقهٔ معاملاتی و عملیاتی غنی‌تری برخوردار باشد، تحلیلگران بیشتری به آن می‌پردازند و شکاف اطلاعاتی آن کاهش بیشتری می‌یابد؛ به‌همین سبب، شایسته است سرمایه‌گذاران در برآورد انتظارات خود در خصوص تعیین هزینهٔ سرمایه و سیاست‌های تقسیمی سود چرخهٔ عمر شرکت را مدنظر قرار دهند تا بتوانند سرمایه‌شان را به شیوه‌ای کارآمد بین فرصت‌های سرمایه‌گذاری توزیع کنند.

بر اساس تحقیق انجام گرفته و نتایج حاصل پیشنهاد می‌شود در تحقیقات دیگر توان تبیین بتای مبتنی D-CAPM ، A-CAPM ، R-CAPM با الگوریتم‌های سیاه چاله و هیبریدی مورد مقایسه قرار گیرد .

همچنین در نظر گرفتن محدودیت‌های عمر شرکت‌ها و دوره رونق و رکود در کنار رفتار سرمایه‌گذاران از حیث ریسک پذیری و ریسک گریزی در کنار حجم سرمایه گذاری و ترکیب سهام‌داران بعنوان اهداف یک سرمایه گذار همگی باهم ادغام و توابع فازی آنها تشکیل شود و یا ذات تصادفی اهداف در کنار فازی بودن باهم ترکیب شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱) اسلامی بیدگلی، تلنگی(۱۳۸۷) "مدل برنامه ریزی آرمانی در انتخاب پرتفوی بهینه". تحقیقات مالی بهار و تابستان ۵۰-۷۱

۲) اسلامی بیدگلی،مهرگان، غلامی (۱۳۹۰)." مدیریت بهینه دارایی ها در بانک ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه ریزی آرمانی :مورد خاص بانکA ".فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.ش نهم

۳) امیر حسینی، قبادی (۱۳۹۳)." ارائه مدل برنامه ریزی خطی بر مبنای تئوری تصمیم گیری فازی برای انتخاب پرتفوی". فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.ش بیست و یکم

٤) امیری ،محبوب قدسی(۱۳۹۴)."مدل برنامه ریزی خطی فازی برای مسئله انتخاب سبد سهام بهینه". فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.ش بیست سوم

٥) اصغری آق مشهدی جواد (1388) "بررسی توانایی مدل تحلیل پوششی داده ها در انتخاب پرتفوی کارآ از میان شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران -"پایان نامه کارشناسی ارشد -دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

۶) تقوی،مهدی(۱۳۸۵)"مدیریت مالی"انتشارات پیام نور .

۷) تهرانی، رضا.صادقی، شریف سید جلال (۱۳۸۴) " تبیین مدل شرطی قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای(CAPM)در بورس اوراق بهادار تهران "،تحقیقات مالی،شماره ۱۸،۴۱-۷۷.

۸) تهرانی،رضا.چیت سازان،هستی. (۱۳۸۳)"بررسی ریسک سیستماتیک و ثبات بتای شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، فصلنامه تحقیقات مالی،شماره۱۷،ص۲۷-

۹) جونز، چارلز پارکر (۱۳۸۴) "مدیریت سرمایه‌گذاری"، ترجمه و اقتباس رضا تهرانی و عسگر نوربخش، انتشارات نگاه دانش

۱۰) چاشمی، یوسفی(۱۳۹۰)."تعیین پرتفوی بهینه با استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی فازی". فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.ش نهم.

۱۱) خلیلی عراقی(۱۳۸۵)"انتخاب بدره بهینه سهام با استفاده از برنامه ریزی آرمانی".پژوهشنامه اقتصادی دوره ششم .

۱۲) راعی، رضا. تلنگی، احمد(۱۳۸۳)"مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته"،تهران انتشارات سمت.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳) طلوعی اشلقی، عباس؛ رهنمای رودپشتی، فریدون و غلامی، مریم (۱۳۸۶) "مدل برنامه ریزی آرمانی سرمایه گذاری در صنعت سرمایه گذاری "دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکد مدیریت و اقتصاد، پایان نامه کارشناسی ارشد

۱٤) عادل آذر،راموز،عاطفت دوست(۱۳۹۱) ."کاربرد روش تخمین مجموعه ی غیر مرجح در انتخاب پرتفوی بهینه مطالعه ی موردی بورس اوراق بهادار تهران". تحقیقات مالی پاییز و زمستان ص۱-۱۴.

۱۵) معماریانی (۱۳۷۸)."روش های برنامه ریزی ارمانی فازی". مجله دانش مدیریت .

۱۶) نیکومرام،رهنمای رودپشیتی،هیبتی (۱۳۸۹)" فرهنگ اصطلاحات تخصصی مدیریت مالی و سرمایه گذاری "انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

۱۷) هیبتی ، رهنمای رودپشتی ، افشار کاظمی و عبیری(۱۳۹۰)."ارزیابی مدل گزینش سبد سهام با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی, آنالیز رابطه ای خاکستری و برنامه ریزی آرمانی".فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.ش ششم

18) Bellman, R. E. & Zadeh, L. A. (1970). Decision-making in a Fuzzy environment. Management Science, 17(4), 141–1

19) Black, F., Jensen, M. C., & Myron, S. (1972). The capital asset pricing model: Some (pp. 79–121). New York: Praeger Publishers

20) Chen, L. H., & Tsai, F. C. (2001). Fuzzy goal programming with different importance and priories. European Journal of Operational Research, 133, 548–556.

21) Charnes, A., & Cooper, W. W. (1961). Management models and industrial applications of linear programming. Appendix B, Basic existence theorems and goal programming (Vol. 1). New York: Wiley.

22) Chang, T. J., Meade, N., Beasley, J. E., & Sharaiha, Y.Heuristics (2000) for cardinality constrained portfolio optimization.Computers & Operations Research, 27, 1271-1302

23) Cheng, H. W. (2013). A satisficing method for fuzzy goal programming problems with different importance and priorities. Quality & Quantity, 47(1), 485–498.

24) Clarfeld, R. A., & Bernstein, P. (1997). How to interpret measures of risk understanding risk in mutual fund selection. Journal of Accountancy, 45–49.

25) H.M. Markowitz, Portfolio selection, Journal of Finance 7 (1952), 77–91

26) Keskin, R. (2013). Fuzzy Goal Programming and Application of Portfolio Analysis, Phd Thesis,Mimar Sinan Fine Arts University, Institute of Science and Technology

www.SID.ir

Archive of SID

27) Kocadağlı, O. and Cinemre N. (2010). A Fuzzy Non-Linear Model Approach with CAPM forPortfolio Optimization, Istanbul University Journal of the School of Business Administration, 39(2), 359-369.
28) Konno H. and Yamakazi, H., (1991). Mean Absolute Deviation Portfolio Optimization Modeland Its Application to Tokyo Stock Market, Management Science, 37, 519-531.
29) Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection, Journal of Finance, 7, 77-91.
30) Narasimhan, R. (1980). Goal Programming in a Fuzzy Environment. Decision Sciences, 17,325-336.
31) Ozan Kocadağlı., Rıdvan Keskin (2014) a novel portfolio selection model with preemptive Fuzzy goal programming expert systems with applications(vol.40)
32) Parra, A. M., Terol, B. A. and Uría, R. M.V. (2001). A Fuzzy Goal Programming Approach to Portfolio Selection, European Journal of Operational Research, Volume 133, 2 (1), 287–297
33) Yaghoobi, M. A. and Tamiz, M. (2007). A Method For Solving Fuzzy Goal Programming Problems Based on Min-Max Approach, European Journal of Operational Research, 177, 1580-1590.
34) Zarandi, M.H.F. & Yazdi, E. H. (2008). A Type-2 Fuzzy rule-based expert system model for portfolio selection, proceeding of the 11th Joint Conference on Information SciencesPublished by Atlantis Press.
35) Zimmermann, H. J. (1976). Description and Optimization of Fuzzy Systems, International Journal of General Systems, 2, 209–215.

یادداشت‌ها :

1 Black hole
2 Gravitational search algorithm
3 Hybrid algorithm
٤ Relative percentage deviation (RPD)

www.SID.ir