Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

انتخاب پرتفوی بهینه با رویکرد مدلسازی ریاضی چندهدفه احتمالی (مورد مطالعه: بورس اوراق بهادار تهران)

محمود دهقان نیری [1] ، فریبا دوسری [2]

[1]استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس؛ Mdnayeri@modares.ac.ir
[2]کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس ؛ Doosari.f92@gmail.com

چکیده

دستیابی به رشد مداوم و بلند مدت اقتصادی، نیازمند تخصیص بهینه منابع در سطح اقتصاد ملی است، و این مهم بدون استفاده از بازارهای مالی، به ویژه بازار سرمایه‌ی کارآمد امکان‌پذیر نیست. جهت توسعه‌ی اقتصادی، توسعه بورس اوراق بهادار به عنوان یکی از ابزارهای مهم مطرح است، که شرکتهای سرمایه‌گذاری در آن نقش کلیدی ایفا می‌کنند. در سرمایه‌گذاری و انتخاب پرتفولیو، سرمایه‌گذار عموما اهداف چندگانه و متناقضی از قبیل بازدهی، ریسک و نقدشوندگی را دنبال می‌کند و از طرفی دیگر سرمایه‌گذاری دارای ترجیحات خاص خود در مورد هر یک از اهداف است. بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد حداقل کردن ریسک غیرسیستماتیک در نظر گرفته نشده و بازدهی مورد انتظار از پایه‌ای‌ترین اهداف انتخاب پرتفولیو می‌باشند که ماهیتی احتمالی دارند، لیکن عمدتا به صورت قطعی در نظر گرفته شده‌اند. در این تحقیق به منظور انتخاب بهینه‌ی پرتفولیو مدلی چند هدفه شامل اهداف بازدهی احتمالی، ریسک سیستماتیک، ریسک غیرسیستماتیک، نقدشوندگی و نسبت شارپ طراحی شده است. به این منظور اطلاعات مالی 16 ماه متوالی مربوط به 30 شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران در سال 93-94 در اجرای مدل بکاربسته شده و پس از حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک نتایج حل مدل ارائه شده است.

واژگان کلیدی

انتخاب پرتفولیو، بازدهی احتمالی، برنامه‌ریزی غیرخطی، الگوریتم ژنتیک.

1- مقدمه

مهمترین مسئله‌ای که امروزه فراروی سرمایه‌گذاران قرار دارد این است که در چه زمینه‌ای و به چه میزان سرمایه‌گذاری کنند. در بسیاری از این موارد به منظور انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود برای سرمایه‌گذاری رتبه‌بندی بر حسب اولویت‌های و مزایای هر یک بر دیگری است که معمولا بر حسب معیارهای خاصی است، ارائه می گردد (فضلی و تقی‌زاده، 1389). سرمایه‌گذاران به منظور کاهش ریسک و عدم اطمینان، که یکی از ویژگی‌های بازار سرمایه است مبادرت به تشکیل سبد سهام می‌کنند. از مهمترین مسائلی که در حوزه مدیریت سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار مطرح می‌شود، تعیین بهترین زیرمجموعه از انواع سهام براساس اهداف متعدد مدنظر سرمایه‌گذار است. این مسئله، از جمله مسائل پیچیده بهینه‌یابی بشمار می‌آید (رضائی‌دولت‌آبادی و مهتاب الالان، 1388). با توجه به بازده آتی، یکی از مشکلات انتخاب سبد سهام کلاسیک این است که بازده مورد انتظار را به عنوان پارامتر قطعی در نظر می‌گیرند. بازده معمولا از طریق مجموعه داده‌های تاریخی برآورد می‌شود. از آنجا که اطلاعات موجود

www.SID.ir

Archive of SID

در بازارهای مالی اغلب ناقص و غیرقطعی است در نتیجه، تصمیم‌گیری درشرایط عدم اطمینان مطرح می‌شود و تنوع‌بخشی مجموعه دارایی اهمیت خاصی پیدا می‌کند (ورچر، سابوریدو، ریویزب و همکاران، 2016). روشهای فعلی در زمینه انتخاب سهام و سبد سرمایه‌گذاری به‌گونه‌ای است که به سرمایه‌گذار امکان می‌دهد تا با در نظر گرفتن امکانات مالی و سایر سیاست‌های فراروی خود، اقدام به انتخاب یک یا مجموعه‌ای از اوراق بهادار نماید و بدین ترتیب سبد سرمایه‌گذاری مطلوب خود را تشکیل دهد. سبد سرمایه‌گذاری به عبارت ساده ترکیبی از دارایی‌هایی است که توسط یک سرمایه‌گذار که می‌تواند یک فرد یا موسسه باشد برای سرمایه‌گذاری تشکیل می‌شود (میرغفوری، رجبی-پور مبیدی و فرید، 1388). امروزه تلاش‌های گسترده‌ای برای بهبود روش‌های بررسی و تحلیل سهام در بازارهای مالی دنیا صورت می‌گیرد، اما این روش‌ها نتوانسته‌اند خود را با شرایط بازار سرمایه در ایران وفق دهند و تاثیر بسزایی در انتخاب سرمایه‌گذاران داشته باشند. از طرفی شفاف‌سازی‌های به عمل آمده در طول چندین سال اخیر در بورس اوراق بهادار منجر به دسترسی به حجم کثیری از اطلاعات تخصصی شده است، که به کارگیری مناسب این اطلاعات برای افراد عادی امکان پذیر نیست. وجود اطلاعات فراوان و سایر عوامل تأثیرگذار، تصمیم‌گیری فردی برای انتخاب سبد سهام مناسب را به یک مسأله جدی مبدل ساخته است. با توجه به پیچیدگی و غیرقابل پیش‌بینی بودن بازارهای مالی، ارائه یک تخمین دقیق از ریسک و بازده مورد انتظار کار بسیار مشکلی است (موتمنی و شریفی-سلیم،1391) لذا در این مقاله به منظور تعیین وزن هریک از دارایی‌ها به گونه‌ای که بتوانند پرتفوی متنوع و مناسبی را تشکیل دهند، مدلی ریاضی ارائه شده است که همزمان پرتفولیو را از چند بعد مدنظر قرار داده و بهترین ترکیب را برای سبد سهام پیشنهاد می‌دهد. در مدل چندهدفه به دلیل عدم اطمینان و قطعی نبودن شرایط بازار (اسلامی بیدگلی، وافی‌ثانی، علیزاده و همکاران، 1386) بازدهی را به صورت متغیری احتمالی در نظر می‌گیریم. امروزه تلاش-ها به منظور بهبود روش‌های تجزیه و تحلیل سبد سهام منجر به توسعه روش‌های نوینی از قبیل الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی، منطق فازی و ... شده است که جملگی درصدد یافتن پاسخی برای حداکثرسازی سود در بازارهای مالی (رضایی‌پندری، آذر و رعیتی‌شوازی،1390) در وضعیت عدم اطمینان است. از آنجایی که این تصمیم‌گیری توسط انسانهایی با ویژگی‌های فردی گوناگونی اتخاذ می‌شود، معیارها به اشکال مختلف تحلیل می‌شوند (مدرس و استخری، 1386). ریسک و بازده، دو عنصر اصلی موثر در تصمیمات سرمایه‌گذاری در سهام هستند و توسط بیشتر سرمایه-گذاران که اطمینان خاطر را به عدم اطمینان ترجیح می‌دهند؛ به صورت قطعی مدنظر قرار گرفته و از طریق تنوع-بخشی و ایجاد سبد سهام، امکان پذیر می‌شوند. در بازارهای سرمایه، روشها و تکنیکهای گوناگونی برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرد، که در این تحقیق با توجه به رفتار پویای سهام در بازار، از مدلسازی چندهدفه احتمالی به کمک الگوریتم ژنتیک، استفاده شده است.

2- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

2-1- مبانی نظری

- **سرمایه گذاری و بازار سرمایه:** سرمایه‌گذاری عبارت است از به تعویق انداختن مصرف فعلی برای دستیابی به امکان مصرف بیشتر در آینده. سرمایه‌گذاران سعی می‌کنند ثروت دارایی خود را به نحو موثری

www.SID.ir

Archive of SID

مدیریت کنند و با محافظت از عواملی همچون تورم، مالیات، و سایر عوامل، بیشترین بازده را کسب نمایند (تهرانی و نوربخش، 1386). بازار سرمایه نقش مهمی در بخش مالی اقتصادی بازی می‌کند و در آن انگیزه‌های زیادی برای سرمایه‌گذاری وجود دارد، لیکن برای اکثر افراد انگیزه سرمایه‌گذاری کسب بازده بیشتر می‌باشد و این حقیقت که سرمایه‌گذاران در جایگزین کردن پول موجود خود با یک نوع یا چند نوع اوراق بهادار که در آینده، انتظار بازده زیادی از آنها می‌رود دچار تحمل رنج می‌شوند، ضروری است تا در کنار بازده یک عامل دیگر را نیز در نظر بگیریم که این عامل ریسک می‌باشد (فیسچر، 1990). بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری عبارتست از تعیین نسبت سرمایه‌گذاری در دارایی‌هایی که قرار است در سبد نگهداری شود؛ به شکلی که سبد انتخابی بهتر از هر سبد دیگری باشد. این بهتر بودن براساس معیارهایی که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم ترکیبی از ملاحظات بازده مورد انتظار سبد، پراکندگی بازده‌ها و سایر پارامترهای ریسک مالی است، تعیین می‌شود(خانی و خادم خراسانی، 1390) .

- **بازده:** بازدهی به منظور تغییر در دارایی حاصل از این سرمایه‌گذاری است که این تغییر یا می‌تواند به واسطه‌ی جریانهای نقدی مانند بهره یا سود سهام باشد یا به واسطه تغییر مثبت یا منفی در قیمت دارایی (طالب‌نیا و زارع نیکوپرور یزدی، 1389).
- **ریسک:** ریسک به عنوان میزان تغییرپذیری بازده تعریف می‌شود. با استفاده از واریانس پراکندگی مقادیر نگاره توزیع احتمالات نسبت به ارزش مورد انتظار محاسبه می‌شود (اسلامی بیدگلی، هیبتی و رهنمای رودپشتی، 1384).
- **ریسک سیستماتیک و ریسک غیرسیستماتیک:** ریسک یک ورقه بهادار را می‌توان صرفنظر از نوع آن، ناشی از دو دسته عوامل دانست یک دسته عوامل مربوط به خود شرکت است که تنها بر همان شرکت اثر می‌گذارد. دسته دیگر عوامل مربوط به بازار است و تقریبا به طور نسبی بر تمام شرکت‌ها اثر می‌گذارد. عوامل دسته اول قابل اجتناب هستند؛ یعنی می‌توان با انتخاب شرکت مناسب، آن را کاهش داد یا حذف کرد که به این دسته، ریسک غیرسیستماتیک اطلاق می‌شود، ریسک تجاری، ریسک نقدینگی و ریسک ناتوانی در پرداخت، در این طبقه قرار می‌گیرند، اما در مقابل این ریسک، ریسک دیگری وجود دارد که نمی‌توان از آن اجتناب کرد، به عبارتی این عوامل در صورت وقوع، تمام شرکت‌ها را به طور نسبی تحت تاثیر قرار می‌دهند و قابل کنترل نیستند. به ریسکی که بر اثر تحولات سیاسی و اقتصادی، چرخه‌های تجاری تورم و بیکاری و... ایجاد می‌شود، ریسک سیستماتیک می‌گویند. ریسک قدرت خرید، ریسک نرخ بهره و ریسک بازار، در این طبقه قرار می‌گیرند(طالب‌نیا و زارع نیکوپرور یزدی، 1389).
- **ضریب بتا:** ریسک سیستماتیک یک ورقه بهادار که بتا نامیده می‌شود، میزان حساسیت و تغییرپذیری بازده آن ورقه در مقابل تغییرات به وجود آمده در بازار است(باکر و هاسلم، 2006).
- **نقدشوندگی سهام:** قابلیت نقدشوندگی یک ورقه سهام به معنای امکان فروش سریع آن است. هرچه سهامی را بتوان سریعتر و با هزینه کمتری به فروش رساند قابلیت نقدشوندگی آن بیشتر است(سولومن، 1999 و تیملسینا، 2003).

www.SID.ir

Archive of SID

- **شاخص(نسبت) شارپ:** شارپ، معیار بازده اضافی به ریسک را به عنوان یک معیار برای تشکیل پرتفولیو معرفی کرد.
- **مدل احتمالی:** برنامه‌ریزی احتمالی یک رویکرد برای مدلسازی بهینه‌سازی مسائل پیچیده است که پارامترهای آن تحت شرایط عدم قطعیت هستند و با چالش‌های متعددی روبه‌رو می‌شوند. مسائل دنیای واقعی تقریبا همواره شامل پارامترهایی هستند که در زمان تصمیم‌گیری ناشناخته هستند. در این حالت همه یا برخی از پارامترها، تصادفی در نظر گرفته می‌شود، اما به هر متغیر تصادفی یک توزیع احتمالی مشخص، اختصاص می‌یابد(شاپیرو و فیلپوت، 2007).
- **الگوریتم ژنتیک:** الگوریتم ژنتیک، عمومی‌ترین و شناخته شده‌ترین نوع الگوریتم‌های تکاملی است. الگوریتم ژنتیک یک نوع الگوریتم جستجوی مبتنی بر روش انتخاب طبیعی و علم ژنتیک است. این الگوریتم قدرت بقای بهترین ساختار رشته‌ای را با عمل تعویض تصادفی اطلاعات ترکیب می‌کند و الگوریتم جستجویی مشابه با قوه تشخیص ابتکاری انسان در عمل جستجو به منظور رسیدن به یک معیار بهتر، تشکیل می‌دهد(مدرس و استخری، 1386).

2-2- پیشینه‌ی تحقیق

رویکرد سرمایه‌گذاری در پرتو اندیشه‌های مارکویتز و شارپ، روند تکاملی را پیموده و کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی دقت تصمیم‌گیری در خصوص سبد سرمایه‌گذاری را افزایش داده است(مدرس و استخری، 1386). مدل‌های اصلی انتخاب پرتفولیو را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد که عبارتند از: مدل میانگین- واریانس، مدل میانگین- نیمه واریانس، مدل احتمالی و مدل میانگین- واریانس- چولگی و ترکیب این مدل‌ها با نظریه فازی و احتمالی و...

- **مدل میانگین-واریانس:** مدل میانگین-واریانس مارکویتز (1952) از دو معیار بازده و ریسک به همراه محدودیت بودجه سرمایه‌گذاری در قالب برنامه‌ریزی درجه دوم استفاده کرده است. طبق مدل مارکویتز، به ازای یک سطح ماکزیمم بازده، پرتفوی بهینه باید ریسک را مینیمم سازد یا برای ماکزیمم سطح ریسک قابل پذیرش سرمایه‌گذار، پرتفوی بهینه باید بازده سرمایه‌گذاری را حداکثر سازد. ژیا و همکاران (2000) مدلی برای انتخاب پورتفولیو با رتبه‌بندی بازده‌های مورد انتظار ارائه دادند (ژیا، لیو، وانگ و همکاران، 2000). کراما و اسچینز (2003) در مقاله‌ای کاربرد یک مدل مختلط عدد صحیح درجه دو را برای حل یک مدل پیچیده انتخاب پورتفولیو بررسی کردند (کراما و اسچینز، 2003). دنگ و همکاران(2005) مدل جدید مینی‌ماکس را برای مسائل انتخاب پورتفولیوهایی که در داده‌های ورودی از نظر تصادفی بودن و اندازه‌گیری عدم قطعیت دارند، به کار بردند (دنگ، لی و وانگ،2005). لین و لیو(2008) از الگوریتم ژنتیک برای بهبود حل مسائل انتخاب پورتفولیو مدل میانگین-واریانس استفاده نمودند(لین و لیو،2008).
- **مدل میانگین-نیمه واریانس:** با توجه به اینکه در اعمال بازده‌های مربوط به پرتفولیوها اغلب دارای توزیع نامتقارن هستند، مارکویتز (1959) یک مدل نیمه‌واریانس برای بازده‌های تصادفی غیرمتقارن ارائه داد. محققان دریافته بودندکه بازده‌های نامتقارن، واریانس را به یک معیار سنجش ناکارا برای ریسک تبدیل می‌کند (مارکویتز، 1995).

www.SID.ir

Archive of SID

- **مدل میانگین-واریانس-چولگی:** کراوس(1976) اهمیت چولگی در اندازه‌گیری درجه عدم تقارن توزیع-های بازده (در مقایسه با توزیع متقارن) و انتخاب پورتفو را مورد بررسی قرار داد (کرواس و لیتزنبرگر، 1976). از آنجا که چولگی در انواع مختلف بازه‌های مالی بسیار مهم است، مدل‌های میانگین-واریانس-چولگی توسط محققان مورد توجه قرار گرفته است. کونو و همکاران(1993) از این مدل برای بهینه‌سازی پورتفولیو استفاده نمودند (کونو، و یامازاکی، 1993). لیونگ و همکاران(2001) بازده سرمایه‌گذاری در پورتفولیو را برای ترکیب پیش‌بینی‌ها با استفاده از مدل میانگین-واریانس-چولگی به کار گرفتند (لیونگ، دائوک و چن، 2001). لیو و همکاران(2003) یک مدل میانگین-واریانس-چولگی را برای انتخاب پورتفولیو با هزینه‌های تراکنش ارائه کردند (لیو، وانگ و کیو، 2003). یو (2008) مدل میانگین-واریانس-چولگی را برای انتخاب پورتفولیو بر پایه شبکه‌های عصبی پیشنهاد کرد (یو، وانگ و لیا، 2007).
- **مدل‌های فازی:** پس از معرفی نظریه مجموعه فازی توسط پرفسور زاده، محققان زیادی مسئله انتخاب پورتفو را به صورت فازی مورد توجه قرار دادند. هوانگ (2007) مسئله انتخاب پورتفو با بازده‌های فازی را نشان داد (هوانگ، 2007). گوپتا و همکاران(2008) یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی را برای انتخاب پورتفولیو پیشنهاد دادند (گوپتا، ماهلوات و سکنا، 2008). لی و همکاران(2009) یک مدل انتخاب پورتفوی میانگین-واریانس-چولگی با پارامتر فازی را ارائه دادند (لی و کین، 2009). آرناس(2001) مدلی طراحی کرد که در این مدل اهداف حداکثر بازدهی، حداقل واریانس بازدهی و حداکثر نقدشوندگی سهام در حالت فازی بهینه می‌شود (آرناس، بیلبائو و رودریگیوز،2001).
- **مدل احتمالی:** بروکت(1992) ریسک را به صورت احتمال تعریف کرد که در آن بازده به سطح مورد انتظار سرمایه‌گذار نائل نمی‌شود. او یک مدل برنامه‌ریزی مبتنی بر شانس را برای انتخاب پورتفولیو را بر پایه مدل احتمالی ارائه کرد (بروکت، چارنر و کوپر، 1992). ویلیامز (1997) ماکزیمم‌سازی احتمال رسیدن به اهداف مالی را با مدل احتمالی در پورتفولیو بررسی کرد(فضلی، تقی‌زاده،1389). بن عبدالعزیز (2007) یک مدل چند هدفه احتمالی برای انتخاب پرتفولیویی از سهام در بورس تونس طراحی کرد که در این مدل اهداف بازدهی ریسک سیستماتیک و نقدشوندگی با استفاده از مدلی احتمالی بهینه می‌گردد(نبوی‌چاشمی و داداش‌پور عمرانی، 1391)

سایر تحقیقات: تانگ و همکاران (2001) محدودیت احتمالی مسئله انتخاب سبد سهام را فرموله نمودند و مقدار برابر قطعی آن تخمین زدند. آنها توانستند روشی جدید برای حل مسئله انتخاب سبد سهام را ارائه دهند و نمونه‌ای از بازار سرمایه مربوط به مدل را به نمایش بگذارند. بنابراین سنجه ریسک چندهدفه را با درنظر گرفتن محدودیت می توان مدنظر قرار داد و یک سرمایه‌گذار بر روی بازده سبد سهام خاصی تصمیم می‌گیرد و آنگاه مسئله انتخاب سبد سهام را حل و ریسک سبد سهام مورد نظر خود را حداقل می‌نماید (خانی و خادم‌خراسانی،1390). شن و سو(2012) به بررسی مشکل تخصیص بهینه‌ی دارایی در بازار مالی دولت سوئیچنگ با نرخ بهره تصادفی پرداختند (شن و سو، 2012). یاو و همکاران(2016) در مقاله‌ی "انتخاب پرتفولیو میانگین-واریانس چند دوره‌ای با نرخ بهره تصادفی و تعهدات غیرقابل کنترل" به بررسی مشکل انتخاب پرتفولیو میانگین-واریانس چنددوره‌ای و مشکلات مدیریت دارایی و بدهی با نرخ بهره تصادفی در چارچوب میانگین- واریانس پرداختند (یاو، لی و لی، 2016). اسکابر

www.SID.ir

Archive of SID

و همکاران(2015) در مقاله‌ای نشان دادند که پیش‌بینی بازدهی سهام به طور قابل توجهی می‌تواند بر پرتفولیوی اوراق قرضه تاثیر داشته باشد و مزایای رفاهی قابل توجه استفاده از اوراق قرضه در برابر پیش‌بینی بازده سهام ممکن است افزایش دهد(اسکابر، فراندو و رابتسو، 2015).

چاشمی و داداش‌پور عمرانی(1391) در مقاله‌ای با عنوان "انتخاب سبد سهام چندهدفه تحت محدودیت احتمالی در بستر سرمایه ایران" را ارائه دادند که در آن مدل محدودیت احتمالی ریسک و بازده را در کنار هم در نظر گرفته-اند (چاشمی و داداش‌پورعمرانی،1391) موشیخان و نجفی(1393) در مقاله با عنوان "بهینه‌سازی سبد سرمایه-گذاری با استفاده از الگوریتم چند هدفه ازدحام ذرات برای مدل احتمالی چند دوره‌ای میانگین-نیم واریانس-چولگی" به معرفی الگوریتم بهینه‌سازی چند هدفه ازدحام پرداختند و مدلی چند دوره‌ای ارئه دادند. مطالعات نشان داده‌اند که مدلهای برنامه‌ریزی احتمالی ابزار انعطاف‌پذیرتری برای توصیف مسائل بهینه‌سازی مالی تحت عدم اطمینان هستند (موشخیان و نجفی، 1394)

2-3- الگوریتم ژنتیک

از جمله پژوهشگرانی که تاکنون در زمینه‌های مالی و اقتصادی از الگوریتم ژنتیک استفاده کرده‌اند می‌توان به موراد زیر اشاره کرد: .پاچکو و همکارانش(2000) از الگوریتم ژنتیک به منظور برنامه‌ریزی جریان نقدینگی برای مدیریت دارایی و بدهی استفاده کردند. فیشر(2000) کاربرد الگوریتم ژنتیک را در مدیریت مجموعه دارایی شامل پروژه‌های صنعت نفت و گاز تشریح کرده است. در این تحقیق الگوریتم ژنتیک با توابع برازش مختلف مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن با سایر روش‌های بهینه‌سازی مقایسه شده است. در مورد تحقیقات انجام شده در داخل کشور می‌توان به تحقیق سیمین عبدالعی‌زاده(1381) با عنوان ارائه روش کارا برای حل مسئله مجموعه دارایی بهینه اشاره کرد (مدرس، استخری، 1386). هاو و لیو(2009) در تحقیقی با عنوان "مدل میانگین-واریانس برای انتخاب سبد سهام با بازده تصادفی فازی" الگوریتم ژنتیک را به عنوان ابزار حل مدلهای خود به کار بردند، نتایج نشان داد الگوریتم ژنتیک در حل مدل برای انتخاب سبد سهام موفق بوده است (عباسی، ابوالی و سربازی،1391). رضایی-پندری و همکاران (1390) در تحقیقی با عنوان "به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پرتفولیوی بهینه ای با اهداف غیرخطی بورس اوراق بهادار تهران" مدل غیرخطی در تعیین سبد سهام را با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل نمودند (رضایی‌پندری، آذر و رعیتی‌شوازی، 1390).

3- روش‌شناسی

با توجه به ماهیت موضوع تحقیق و هدف آن در انتخاب پرتفولیو با استفاده از الگوریتم ژنتیک، تحقیق حاضر از بعد هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از بعد روش از نوع تجویزی می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز برای اجرای این پژوهش از انواع روش‌های میدانی گردآوری شد و سپس با استفاده از داده‌های به دست آمده سعی گردید تا مدلی ریاضی برای مسئله انتخاب پرتفولیو سهام طراحی گردد. این پژوهش در بازار بورس اوراق بهادار تهران اجرا شده است و جامعه آماری آن شرکتهای پذیرفته شده در بورس می‌باشد. این تحقیق شامل 30 شرکت فعال سرمایه‌گذار می-باشد که اطلاعات مالی دوره‌ای آن برای 16 ماه متوالی در سال 93-94 استخراج گردید. با در نظر گرفتن مفروضات

www.SID.ir

Archive of SID

زیر، مدلی چندهدفه با اهداف بازدهی احتمالی، ریسک سیستماتیک، ریسک غیرسیستماتیک، نقدشوندگی و ضریب نسبی شارپ برای انتخاب پرتفولیوی مدل طراحی و سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل گردید.

مفروضات در نظر گرفته شده در توسعه مدل به شرح زیر می‌باشند:

- سرمایه‌گذاران به دنبال بازدهی با ریسک متعادل هستند. آنها ریسک گریزند و تصمیماتی را اتخاذ می‌کنند که باعث حداکثر کردن بازدهی آنها شود.
- سرمایه‌گذاران پرتفوی خود را بر اساس حداقل کردن مقدار برازش انتخاب می‌کنند.
- محدودیت هزینه معاملاتی و مالیاتی وجود ندارد.
- هیچ محدودیت بازاری و فروش استقراضی وجود ندارد.
- مدل به صورت تک دوره‌ای برنامه‌ریزی شده است.

با توجه به چند هدفه بودن مسئله اجزای مدل (متغیرهای تصمیم، توابع هدف و محدودیت‌ها) به منظور طراحی مدلی چند هدفه در ادامه شرح داده می‌شوند.

متغیرهای تصمیم: از نگاه سیستمی، بخش عمده خروجی‌های مدل ریاضی، متغیرهای تصمیم آن است. در این تحقیق نیز متغیرهای تصمیم مدل ریاضی، بر اساس مشخصه‌های تعریف شده x_i که بیانگر مقدار سرمایه‌گذاری در سهام نوع i ام است.

پارامترهای مدل: ضرایب فنی محدودیت‌ها و ضرایب متغیرهای به کار رفته در تابع هدف، از اجزای ورودی به مدل ریاضی هستند. مقادیر ثابتی که پیش از حل مدل می‌بایست از اسناد، مدارک و تجزیه و تحلیل داده‌های گرد آوری شده معین گردند، شامل جدول 1 است.

جدول1. (پارامترهای مدل)

پارامتر	شرح	پارامتر	شرح
r_i	بازدهی مورد انتظار	β_i	ریسک سیستماتیک سهام i ام
r_f	بازدهی بدون ریسک	e_i	ریسک نقدشوندگی سهام i ام
$\delta^2{}_i\delta_{ij}$	واریانس سهام i ام و کوواریانس سهامi ام وjام.	$x^T DX$	ماتریس واریانس کوواریانس.
s_i	شاخص شارپ برای سهام i ام		

محدودیت‌ها: محدودیت‌ها در دو دسته قرار می‌گیرند: محدودیت کارکردی که همان محدودیت بودجه است و محدودیت‌های سیاسی محدودیت‌هایی هستند که بر اساس شرایط مدیریتی، محیطی و قانونی بر مدل تحمیل می‌شوند.

الف. محدودیت بودجه: این محدودیت بدین معنی است که سهم خریداری شده بایستی دقیقا برابر با کل منابع موجود باشد. این محدودیت به صورت زیر در مدل نشان داده می‌شود.

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$$

ب. محدودیت فروش استقراضی: در بازارهای سرمایه پیشرفته، سرمایه‌گذار می‌تواند پیشنهاد فروش سهامی را ارائه دهد که مالک آن نیست، این عمل را "فروش استقراضی" می‌نامند. در صورتی که فروش استقراضی منع شده

www.SID.ir

Archive of SID

باشد، به صورت محدودیت زیر در مدل نشان داده می شود.

$$x_i \geq 0 \qquad i = 1,2,\dots,n$$

این محدودیت حداقل وزن هر سهم را در پرتفولیو برابر صفر در نظر می‌گیرد و اعداد منفی را رد می‌نماید. در صورتی که فروش استقراضی مجاز باشد این محدودیت حذف می‌گردد.

اهداف مدل طراحی شده

بازدهی احتمالی پرتفولیو: بازده سرمایه‌گذاری تغییر در دارایی حاصل از سرمایه‌گذاری است. این عامل از اهمیت ویژه‌ای نزد سرمایه‌گذران برخوردار بوده و بر حجم معاملات شرکت‌ها تاثیر می‌گذارد(لیو، وانگ و کیو،2003). چون هدف بازدهی احتمالی است، لذا از بازدهی مورد انتظار استفاده می‌نماییم که به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$r_e = r_f + \beta(r_e - r_f)$$

هدف متناظر با بازدهی احتمالی پرتفولیو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$min\ Z_1 = -w_1 \sum_{i=1}^{n} \overline{c_i}\, x_i + w_2 \sqrt{x^T DX}$$

W ضریب اهمیت معیارها را نشان می‌دهد که ما در اینجا فرض کردیم که بازدهی و ریسک دارای اهمیتی یکسان می‌باشند.

ریسک غیرسیستماتیک پرتفولیو: از آنجا که ریسک به عنوان تغییرپذیری بازده می‌باشد، بنابراین هر اندازه توزیع بازده محدودتر باشد، ریسک سرمایه‌گذاری کمتر خواهد بود. با توجه به اینکه واریانس، بیانگر پراکنش داده‌ها حول میانگین است، بنابراین حداقل کردن واریانس به عنوان یک هدف برای کاهش تغییرپذیری بازده پرتفولیو به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$minZ_2 = \sum_{i=1}^{n} x_i^2\, \delta_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} x_i x_j \delta_{ij}$$

ریسک سیستماتیک پرتفولیو: ضریب حساسیت بتا، معیار اندازه‌گیری ریسک سیستماتیک اوراق بهادار است. این ضریب قسمتی از ریسک کلی که با تنوع کاهش نمی‌یابد را اندازه می‌گیرد. بتا، معیار نسبی ریسک یک سهم با توجه به پرتفولیو بازار تمامی سهام است که از طریق رابطه زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$\beta = \frac{cov(r_j r_m)}{\delta^2{}_m}$$

هدف حداقل کردن ریسک سیستماتیک است به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$minZ_3 = \sum_{i=1}^{n} x_i\, \beta_i$$

نقدشوندگی پرتفولیو: میزان نقدشوندگی سهام، بیانگر قابلیت تبدیل سهام به انواع دیگر سرمایه مثل پول نقد است. برای محاسبه ریسک نقدشوندگییک شرکت از نسبت روزهایی که سهام آن شرکت معامله شده است به روزهایی که بازار فعالیت داشته است استفاده می‌کنیم. بنابراین هدف حداکثر کردن نقدشوندگی پرتفولیو به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$maxZ_4 = \sum_{i=1}^{n} x_i\, e_i$$

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت شارپ پرتفولیو: معیار شارپ برخلاف سایر معیارهای ارزیابی عملکرد پرتفوی(جنسن و ترینر) که صرفا ریسک سیستماتیک را در نظر می‌گیرند همزمان بازده پرتفوی و ریسک کل آن را مورد توجه قرار می‌دهد. نسبت شارپ از تقسیم بازده اضافی به انحراف معیار سهام بدست می‌آید. بازده اضافی، اختلاف بازده بدون ریسک و بازده سهام است و سرمایه‌گذاران تمایل دارند به نحوی سرمایه‌گذاری کنند که حداکثر این نسبت حاصل شود و بازدهی بالاتری به ازاء ریسکی که متحمل می‌شوند، کسب کنند.

$$maxZ_5 = \sum_{i=1}^{n} x_i S_i$$

تابع هدف و تابع برازش

در حل مسئله باید بتوان به طریقی میزان مطلوبیت بالقوه هر جواب بالقوه مساله (کروموزم) و درجه سازگاری آن در محیط مسئله را ارزیابی کرد و سپس با حفظ جوابهای برتر و حذف جوابهای ضعیف‌تر به تدریج به جواب مطلوب نزدیک شد. در مرحله‌ی اول هر کروموزوم با کمک تابع هدف ارزیابی می‌شود. این تابع شاخصی از نحوه عملکرد راه-حل‌ها در فضای مساله را در اختیار می‌گذارد. تابع هدف نیز همانند هر مساله بهینه‌سازی اغلب تابع ریاضی است. ورودی این تابع یک رشته کروموزم متشکل از متغیرهای تصمیم و خروجی آن عددی است که نشان‌دهنده میزان عملکرد کروموزم مورد نظر می‌باشند. اطلاعات بدست آمده از تابع هدف اطلاعات خاصی هستند که معمولا به عنوان یک مرحله میانی در تعیین کارایی نسبی راه‌حل‌ها در الگوریتم ژنتیک به کار می‌روند. این خروجی‌ها با تابع دیگری تحت عنوان تابع برازش مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و این تابع برازش است که نهایتا برازندگی و سازگاری جوابها را بر اساس مقدار بدست آمده از تابع هدف مورد بررسی قرار می‌دهد. این تابع مقدار برازش را مثبت در نظر می‌گیرد، بنابراین در مواردی که تابع هدف منفی باشد یکی از کاربردهای تابع هدف مثبت کردن این مقادیر می‌باشد. این عمل به ویژه در مسائلی که به دنبال حداقل کردن می‌باشیم پیوسته ضروری است به دلیل آنکه جوابی که کمترین مقدار تابع هدف را داشته باشد باید از بیشترین مقدار سازگاری نسبی برخوردار باشد. تابع هدف مورد نظر ما نیز در پی مینیمم کردن میزان خطا است، لذا از روش معیار جامع استفاده می‌نماییم.

روش معیار جامع: یک مدل تصمیم‌گیری چند هدفه، برداری از متغیرهای تصمیم، توابع هدف و محدودیت‌ها را شامل می‌شود و هدف تصمیم‌گیرنده، ماکزیمم کردن یا مینیمم کردن توابع هدف می‌باشد. شیوه‌ی متداول این است که این مدل‌ها و روش‌ها به طریقه‌ی جداگانه ارائه شوند. این دیدگاه که رویکرد مستقل از بقیه است عقیده‌ای نادرست است، زیرا ارتباط مهمی بین روش‌های مختلف وجود دارد. همچنین مجزا کردن رویکردهای مختلف می‌تواند از کارایی تصمیم‌گیری‌های چندگانه بکاهد. روش معیار جامع از متدولوژی‌های مطرح در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشند. مطابق تکنیک معیار جامع نقطه هدف برداری از سطوح مرجع است. روش معیار جامع به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Min} \quad \{\sum_{l=1}^{k}[\frac{f_l(x^*) - f_l(x)}{f_l(x^*)}]^p\}^{\frac{1}{p}} \qquad 1 \le p \le \infty$$

$p = \infty$ به آن مفهوم خواهد بود که بزرگترین انحراف از انحرافات موجود برای بهینه‌سازی مد نظر واقع شود. مدل فوق را می‌توان به صورت زیر نیز بیان کرد (علی‌نژاد، کاظمی، منسوب ریحانیان و همکاران، 1391):

www.SID.ir

Archive of SID

$$\text{Min } z$$
$$st.$$
$$z \geq \frac{f_l(x^*) - f_l(x)}{f_l(x^*)}, \quad l = 1,2,..k$$
$$x \epsilon X,$$
$$z \geq 0 \qquad z = 1,2,3,4$$

4- اجرای مدل

اشاره شد که انتخاب پرتفولیو بهینه از بین30 شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران مدنظر است که در جدول ۲، این شرکت‌ها به همراه متغیر تعریف شده برای آنها و پارامترهای لازم برای اجرای مدل نشان داده شده است. در جدول شماره 2، ستون اول شرکتهای مورد بررسی و ستون دوم متغیر تصمیم تعریف شده برای هر شرکت را نشان می‌دهد. ستون سوم بازدهی احتمالی دوره شرکت است که با استفاده از میانگین بازدهی 16 ماه منتهی به دی ماه 94 به دست آمده است. برای محاسبه ریسک غیرسیستماتیک در ستون چهارم ریسک سیستماتیک در دوره مورد بررسی را نشان می‌دهد. ستون پنجم ریسک غیرسیستماتیک، ستون ششم بیانگر نقدشوندگی و ستون هفتم بیانگر ضریب نسبت شارپ است. برای حل تابع‌های تک هدفه با الگوریتم ژنتیک از جمعیت 500 استفاده شده است که هر کدام 5 بار حل گردید و بهترین مقدار تابع هدف انتخاب شد.

جدول2. داده‌های محاسبه شده 30 شرکت بورس اوراق بهادار برای 16 ماه منتهی به دی ماه94

5- نام شرکت	متغیر تصمیم	بازدهی	ریسک سیستماتیک	ریسک غیر سیستماتیک	نقدشوندگی	نسبت شارپ
آبسال	X_1	**0**	0/00015	0/00053	0/02607	/00101 0
آذراب	X_2	0/1	0/00012	0/000091	0/1	0/0999
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
سایپا	X_{29}	0	0/1	0/00253	0/1	0/0999
سرماآفرین	X_{30}	0	0/000079	0/0000061	0/000049	/00128 0

سطوح محدودیت و مقدار برازندگی

با توجه به اینکه هیچ قاعده‌ی ریاضی خاصی برای تعیین مینیم و ماکسیمم مقدار سرمایه‌گذاری در هر سهام وجود ندارد، لذا با مطالعه موارد مشابه و مصاحبه از کارشناسان بورس و کارگزاران، حداکثر مجاز سرمایه‌گذاری در هر سهام 0/1 تشخیص داده شد که در مدل اعمال گردید.

مقدار برازندگی

مقدار برازندگی برای اهداف، بازدهی احتمالی پرتفولیو، ریسک سیستماتیک، ریسک غیرسیستماتیک، نقدشوندگی و نسبت شارپ پرتفولیو با حل مسائل برنامه‌ریزی تک هدفه برای آن آرمانها به ترتیب 70/1342-، 1/98345-، 24/05061، 0/9384 و 0/4437 تعیین گردید. از آنجا که بتای بازار برابر یک است و سهامی که بتای

www.SID.ir

Archive of SID

آنها از یک بیشتر است، سهام پر ریسک هستند که پراکندگی بازده آنها زیاد است و بالعکس. بنابراین می‌توان برای هدف ریسک سیستماتیک مقدار برازندگی را برابر 1 قرار داد.

جواب مدل

نتیجه حاصل از به کارگیری الگوریتم ژنتیک، در جدول 3 ارائه شده است. جوابهای ارائه شده بیانگر نسبتی از بودجه که در سهام هر شرکت بایستی سرمایه‌گذاری شود.

جدول 3. جواب حاصل از به کارگیری الگوریتم ژنتیک

متغیر تصمیم	مقدار جواب	متغیر تصمیم	مقدار جواب
X_1	0/52	X_{16}	4/36
X_2	0/01	X_{17}	3/48
X_3	9/99	X_{18}	0/003
X_4	9/99	X_{19}	8/64
X_5	2/98	X_{20}	7/002
X_6	0/085	X_{21}	9/99
X_7	0/01	X_{22}	5/41
X_8	0/01	X_{23}	9/46
$\mathbf{X_9}$	0/01	X_{24}	3/27
$\mathbf{X_{10}}$	0/005	X_{25}	2/24
X_{11}	4/2	X_{26}	2/896
X12	2/57	X_{27}	0/0041
X13	6/75	X_{28}	0/564
X_{14}	0/11	X_{29}	1/032
X_{15}	1/9	X_{30}	2/5

5- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

هدف اصلی مدیران فعال در صنعت خدمات مالی و سرمایه‌گذاری این است که سهامی با بازده بالا انتخاب کنند تا سودآوری خود را به حداکثر برسانند. یکی از مشکلات پیش‌روی سرمایه‌گذاران امروزه آن است که تعداد سهام موجود در بازارهای مالی افزایش چشمگیری داشته و وجود این روند چالش‌های زیادی در زمینه انتخاب پورتفوی با بازده مناسب ایجاد کرده است. از این‌رو افراد و موسسات مالی در زمینه انتخاب پورتفوی بهینه با مشکلات فزاینده‌ای روبرو هستند. با توجه به اینکه اهداف گوناگونی مدنظر سرمایه‌گذاران در انتخاب پرتفوی می‌باشد، لذا در این تحقیق سعی شد که مدلی برای بهینه‌سازی پرتفوی با چندین هدف مکمل طراحی و اجرا گردد و نسبت بهینه هرسهم در پرتفوی تعیین گردد. برای اندازه‌گیری بازدهی پرتفوی در طول فاصله‌ی زمانی 16 ماهه منتهی به دی ماه 94 از تابع هدف احتمالی استفاده گردید و مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک با اندازه جمعیت 500 کروموزم پنج بار حل شده و مقدار بهینه‌ی هر تابع هدف به طور جداگانه حاصل گردید و پس از آن با استفاده از روش معیار جامع مقداری با کمترین مقدار خطا و با در نظر گرفتن همه‌ی توابع هدف بدست آمد. از لحاظ کاربردی با قرار دادن سهام شرکتهای

www.SID.ir

Archive of SID

مورد نظر سرمایه‌گذار در این مدل می‌توان برای انتخاب سبد سهام تصمیم‌گیری کند.

چنانکه اشاره شد در این مقاله هدف بازدهی به صورت احتمالی و بقیه‌ی اهداف مدل به صورت قطعی در نظر گرفته شده اند، می‌توان در تحقیقات مشابه با استفاده از مدلهای چندهدفه، سایر اهداف را نیز احتمالی در نظر گرفت چراکه بدین روش می‌توان شرایط واقعی مسئله را در مدل ریاضی گنجاند و پاسخ‌های واقعی‌تری را به دست آورد. به محققین بعدی توصیه می‌شود این مدل را با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی و مجاز بودن فروش استقراضی انجام دهند. در این تحقیق فرض بر تک دوره‌ای بودن مقطع زمانی است؛ در مسئله‌ی پرتفوی تک دوره‌ای، فرض می‌شود که سرمایه‌گذار به تخصیص دارایی‌ها برای یک بار و برای N دارایی موجود، در ابتدای دوره‌ی موردنظر و بر اساس ریسک و روابط موجود بین بازده، تصمیم‌گیری می‌نماید. تصمیم‌گیری فقط یکبار انجام می‌شود و اجازه‌ی بازنگری تا انتهای دوره وجود ندارد و اثر تصمیمات بر دوره‌های بعدی مورد توجه قرار نمی‌گیرد. به محققان بعدی پیشنهاد می‌شود مدل را با در نظر گرفتن دوره‌ی بازنگری سهام اجرا نمایند.

منابع

1. اسلامی بیدگلی، غلامرضا، وافی‌ثانی، جلال، علیزاده، مجید، باجلان، سعید، (1388). بهینه‌سازی و بررسی اثر میزان تنوع بر عملکرد پرتفوی با استفاده از الگوریتم مورچگان، فصلنامه بورس اوراق بهادار، شماره 5.
2. جونز، چالز پی، (1386). مدیریت سرمایه‌گذاری، مترجم، رضا تهرانی و عسگر نوربخش، چاپ اول، انتشارات نگاه دانش، انتشارات نگاه دانش.
3. خانی، عبدالله، خادم خراسانی، آسیه، (1390). مبانی نظری سرمایه‌گذاری در سهام و ریسک و بازده، حسابداری و مدیریت مالی، شماره 8.
4. رضایی‌پندری، عباس، آذر، عادل، رعیتی‌شوازی، علیرضا، (1390).به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پرتفولیوی بهینه‌ای با اهداف غیرخطی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره 48.
5. رضائی‌دولت‌آبادی، حسین، مهتاب الالان، یحیی، (1388). حل مسئله انتخاب سبد سهام دارای محدودیت حداقل مقادیر معادله به کمک الگوریتم ژنتیک، حسابداری و مدیریت مالی، شماره2.
6. طالب‌نیا، قدرت‌اله، زارع نیکوپرور یزدی، محمود، (1389). بررسی تاثیر متغیرهای مالی شرکت‌ها بر حجم معاملات آنها در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات مالی، شماره29.
7. عباسی، ابراهیم، ابوالی، مهدی، سربازی، مهدی، (1391). انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک NSGA-II.
8. علی‌نژاد، علیرضا، کاظمی، ابوالفضل، منسوب ریحانیان، زهری، صراف‌ها، کیوان، (1391). یک رویکرد ترکیبی از معیار جامع و برنامه‌ریزی آرمانی بر اساس متغیرهای انحراف برای حل مسایل تصمیم‌گیری چندهدفه، مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، شماره1.
9. فضلی، صفر، تقی‌زاده، رسول، (1389). روش رتبه‌بندی فازی برای انتخاب پورتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران، مطالعات مدیریت صنعتی، شماره 19.

www.SID.ir

Archive of SID

10. فرانک کی رایلی، کیت سی براون، (1384). تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری و مدیریت سبد اوراق بهادار، ترجمه و اقتباس: غلامرضا سلامی بیدگلی، فرشاد هیبتی و فریدون رهنمای رودپشتی، پژوهشکده امور اقتصادی.
11. میرغفوری، حبیب‌الله، رجبی‌پور مبیدی، علیرضا، فرید، داریوش، (1388). کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی در اولویت‌بندی عوامل موثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران از دیدگاه سهامداران، مجله توسعه و سرمایه، شماره3.
12. موتمنی، علیرضا، شریفی سلیم، علیرضا، (1391). ارائه مدلی به منظور انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران به وسیله تصمیم‌گیری چند معیاره، چشم انداز مدیریت صنعتی، شماره 5.
13. مدرس، احمد، استخری، محمد، (1386). انتخاب یک سبد سهام از بین شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک، مجله توسعه و سرمایه، شماره 1.
14. موشخیان، سیامک، نجفی، امیرعباس، (1394). بهینه سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از الگوریتم چندهدفه ازدحام ذرات برای مدل احتمالی چند دوره‌ای میانگین- نیم واریانس- چولگی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره23.
15. نبوی‌چاشمی، سیدعلی، داداش‌پور عمرانی، احمد، (1391). انتخاب سبد سهام چند هدفه تحت محدودیت احتمالی در بستر بازار سرمایه ایران، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره 13.
16. Arenas, M., Bilbao, A., Rodriguez, M., A fuzzy goal programing approach to portfolio selection, European Journal of Operational Research, 133, 2001.
17. Brockett, P., Charnes, A., Cooper, W., Kwona, K., Ruefli, T., Chance constrained programming approach to empirical analysis of mutual fund investment strategies, Decision Sciences ,23,1992.
18. Baker, H. K., Haslem, J. A, ,*The impact of investor socioecono miccharacteristics on risk and return preferences*, Journal of Business Research, 2006.
19. Crama. Y, Schyns. M., Simulated annealing for complex portfolio selection problems, European Journal of Operational Research, 150, 2003.
20. Deng. X, Li. Z, Wang. S, (2005), A minimax portfolio selection strategy with equilibrium, European Jornal of Operational Research,166.
21. Escobar, M., Ferrando, S., Rubtsov, A., Portfolio choice with stochastic interest rates and learning about stock return predictability, International Review of Economics and Finance, 2015.
22. Fischer, D., Ronald, J., Security Analysis and Portfolio management, prentice-hall, 1991.
23. Gupta, P., Mehlawat, M., Saxena, A., Asset portfolio optimization using fuzzy mathematical programming, Information Sciences, 178, 2008.
24. Huang, X., Portf polio selection with fuzzy returns, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 18, 2007.
25. Haixiang, Yao., Zhongfei, Li., Duan, Li., Multi-period mean-variance portfolio selection with stochastic interest rate and uncontrollable liability, European Journal of Operational Research, 2016.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Kraus, A., Litzenberger, R., Skewness preference and the valuation of risky assets, Journal of Finance, 21, 1976.
27. Konno, H., Shirakawa, H., Yamazaki, H., A mean-absolute deviation-skewness portfolio optimization model, Annals of Operations Research,45, 1993.
28. Li, X., Qin, Z., Kar, S., Mean-variance-skewness model for potfolio selection with fuzzy parameter, European Journal of Operational Research, 2009.
29. Leung, M., Daouk, H., Chen, A., Using investment portfolio return to combine forecasts: A multiobjective approach, European Journal of Operational Research, 134, 2001.
30. Liu, S., Wang, S., Qiu, W., A mean-variance-skewness model for portfolio selection with transaction costs, Inernational Journal of Systems Science, 34, 2003.
31. Lin, C., Liu, Y., Genetic algorithms for portfolio selection problems with minimum transaction lots, European Journal of Operational Research, 185, 2008.
32. Markowtiz, H., Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments, New York Wiley, 1959.
33. Shen, Y., Siu, T.K., Asset allocation under stochastic interest rate with regime switching, Economic Modelling, 29: 1126-1136, 2012.
34. Shapiro, A., Philpott, A, A Tutorial on Stochastic Programming, 2007.
35. Solomon, M., *Consumer behavior: Buying, having and being (Furthed.)* Upper Saddle River,1999
36. Timilsina, Y.,Capita market development and stock price behavior Nepal, Economic Review, ocasional Paper, Number 13, 2003.
37. Vercher, E., Saborido, M., Ruizb, B., Jose, D., Luque, B., *Evolutionary multi-objective optimization algorithms for fuzzyportfolio selection*, Applied Soft Computing, 48-63, 2016.
38. Xia. Y, Liu. B, Wang. S, Lai. K, A model for portfolio selection with order of expected returns, Computers and Operations research, 27, 2000.
39. Yu, L., Wang, S., Lai, K., Neural network-based mea-variance-skewness model for portfolio selection, Computers& Operations Research, 35, 2007.

www.SID.ir

Archive of SID

Abstract

Achieving consistent long-term economic growth requires optimal allocation of resources in the national economy and this would not be possible without relying on financial markets. Particularly efficient capital market in companion with developed Stock Exchange considered as one of the most important tools of economic development. Since investors generally follow multiple and conflicting objectives such as efficiency, liquidity and risk in portfolio selection according to previous studies, this study aims to design a multi-objective portfolio selection model which considers performance, potential systemic risk, unsystematic risk, liquidity and Sharpe Ratio for optimal selection. To this aim, 30 active companies in the Tehran Stock Exchange are intended while their periodic financial information were extracted for 16 consecutive months through year 93-94. Finally, developed model solved using genetic algorithm. Results demonstrate its practicality for the studied case.

Keywords: Portfolio selection, Possible efficiency, Nonlinear programming, Genetic algorithm.

www.SID.ir