فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گـذاری
سال سوم/ شماره یازدهم/ پاییز ۱۳۹۳

بهینه سازی سبدسهام براساس حداقل سطح پذیرش ریسک کل و اجزای آن با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک

مائده کیانی هرچگانی
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مدیریت مالی ، (مسئول مکاتبات)
kiani.maede@gmail.com

سیدعلی نبوی چاشمی
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مدیریت مالی.
Anabavichashmi2003@yahoo.com

عرفان معماریان
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مدیریت مالی.
Memarian_er@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۹

چکیده

ریسک و بازده دو عاملی هستند که همواره در حوزه سرمایه گذاری مطرح بوده اند. همزمان با به وجود آمدن مدل هایی جهت بهینه سازی سبد سهام که مهم ترین آن مدل مارکویتز بوده، لزوم شناخت روشهای حل این مدل ها نیز از اهمیت بسزایی برخوردار شده اند. یکی از مهم ترین روش های فراابتکاری برای حل مدل های بهینه سازی سبد سهام الگوریتم ژنتیک می باشد، که یکی از اهداف این تحقیق بررسی میزان کارایی آن در بهینه سازی سبد سهام بوده است. بدین منظور در این تحقیق یکبار با استفاده از الگوریتم ژنتیک مرز کارای بهینه را به دست آورده و این مرز کارا را با مرز کارای حاصل از روش حل دقیق مقایسه می کنیم. به منظور دستیابی به این هدف ۲۵ شرکت از شرکت های فعال در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شدند. محاسبات مربوط به تحقیق توسط نرم افزار Matlab۷,۶انجام شده است. نتایج تحقیق مبین این مطلب است که مرزکارای بهینه به دست آمده با استفاده از روش الگوریم ژنتیک با مرزکارای حاصل از روش حل دقیق برابر بوده که نشان دهنده کارایی بالای الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد می باشد. همچنین در این تحقیق نتایج بیانگر این مطلب است که با مقایسه سبد های بهینه حاصل از حل، با تابع ریسک های سیستماتیک و غیر سیستماتیک، تنوع سهام در سبدهایی با تابع ریسک غیر سیستماتیک بسیار بیشتر از سبدهایی با تابع ریسک سیستماتیک بوده است.

واژه‌های کلیدی: بهینه سازی سبد سهام، مدل مارکویتز، ریسک سیستماتیک، ریسک غیر سیستماتیک، الگوریتم ژنتیک.

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

آنچه تا به امروز در محاسبات مالی و در زمینه انتخاب سهام و سبد سرمایه گذاری عنوان شده به گونه ای است که سرمایه گذاری های موجود از لحاظ درجه ریسک و بازده، به ترتیب اولویت بندی می نماید، تا بدین طریق سرمایه گذاران بتوانند با در نظر گرفتن امکانات مالی و میزان ریسک پذیریشان سبد سهام مطلوب خویش را تشکیل دهند.

سرمایه گذاران همواره بدنبال راه هایی برای بدست آوردن درآمدی مناسب از سرمایه گذاریشان هستند. قبل از سرمایه گذاری، هر فرد دو معیار را مد نظر قرار می دهد، سرمایه گذاری باید بازده احتمالی حداکثری را موجب شود و این بازده ثابت و مداوم باشد. اندازه گیری این ثبات، ریسک سرمایه گذاری را تشکیل می دهد. تنوع بخشی و تشکیل سبد (پرتفوی) سهام و نیز بهینه سازی آن ، یکی از شروط برای مؤفقیت در بازارهای سرمایه کارآمد است . اجرا و پیاده سازی شیوه های علمی و سیستماتیک در این چنین بازارِ رو به گسترشی ، اهمیت بالایی دارد ، در همین راستا در بازارهای سرمایه تلاش های بسیاری در این زمینه صورت گرفته است که به پدید آمدن روش های نوینی منجر شده است که در کنار روشهای گذشته در صدد یافتن پاسخی برای بیشینه کردن سود در بازارهای سرمایه است . الگوریتم ژنتیک[۱] ، شبکه های عصبی[۲]، منطق فازی[۳] و ... همگی از مصداقهای این روشهای نوین است . انتخاب یک مجموعه از سهام معمولا" با تعامل بین ریسک و بازده مطرح می شود . هر چه ریسک سبد سهام بیشتر باشد ، احتمال دریافت بازده بالاتر بیشتر خواهد بود . در دنیای واقعی درجه ریسک پذیری افراد با یکدیگر متفاوت است و بازده سهام به دلیل وجود عوامل متعدد مؤثر بر آن غیر قابل پیش بینی است . به دلیل اینکه سرمایه گذاران نمی توانند در مورد آینده مطمئن باشند(رضائی پندری ، ۱۳۹۰) ؛ به همین علت یکی از مفروضات مهم رفتاری در شرایط عدم اطمینان ، ریسک گریزی سرمایه گذاران است یعنی سرمایه گذاران طرح های مخاطره آمیز (دارای ریسک) را نمی پذیرند مگر اینکه بازده مورد انتظار طرح خیلی زیاد باشد (تهرانی ، ۱۳۸۷) .در نتیجه ریسک گریزی به این مفهوم نیست که سرمایه گذاران اصلا" ریسک نمی پذیرند ، بلکه از ریسک گریزانند مگر بازده خیلی زیادی را در قبال پذیرش ریسک بدست آورند . بنابراین اگر مایل هستند ریسک خود را کاهش دهند ، باید به متنوع سازی سبد سهام (پرتفوی) خود مبادرت ورزند (تهرانی ، ۱۳۸۷) . متنوع سازی تا آن اندازه اهمیت دارد که می توان گفت نخستین قاعده مدیریت سبد سهام ، پرگونه سازی است (جونز ، چالزپارکر ، ۱۳۸۰) .

تا کنون الگوهای زیادی برای حل مسئله مدیریت سهام ارائه شده است که هریک با توجه به شرایط و محدودیت هایی طرح شده اند . اولین بار در سال ۱۹۵۲ میلادی ، هری مارکویتز مدلی را به منظور

Archive of SID
www.SID.ir

پیش بینی ارزش سهام (سبد سهام) بر اساس میانگین به عنوان بازده و واریانس به عنوان شاخص ریسک بنا نهاد (مارکویتز ، ۱۹۵۲). مدل مارکویتز بر اساس شاخصه های بازده منتظره و ریسک اوراق بهادار و متنوع سازی سبد اوراق بهادار بنا نهاده شده است که در اصل یک چارچوب نظری برای تحلیل گزینه های ریسک و بازده است .بر اساس نظریهٔ وی ، سبد سرمایه گذاری کارا سبدی است که در سطح معین از ریسک ، دارای بیشترین بازده یا دارای کمترین ریسک به ازای یک سطح معین از بازده باشد. سنجه ریسک در مدل مارکویتز، واریانس می باشد.

نگرش قبلی پیرامون ریسک را معمولا رویکرد بنیادی می نامند، زیرا عوامل ذاتی موثر بر متغیر بازدهی اوراق بهادار (انحراف معیار) را در طول زمان نشان می دهد که به آن ریسک کلی اوراق بهادار نیز می گویند.

نگرش دیگری نیز برای ریسک از مفاهیم نظریه پرتفوی و نظریه بازار سرمایه توسط مارکویتز، شارپ و سایر محققان استخراج شده است. مارکویتز و شارپ نشان دادند که سرمایه گذاران بایستی از یک معیار خارجی ریسک استفاده نمایند. تحت مفروضات مشخصی، تمامی سرمایه گذاران منطقی، که در پی حداکثرسازی سرمایه گذاری خود می باشند، خواستار نگهداری یک پرتفوی متنوع از دارایی های ریسک دارند و در این راستا وام می گیرند و یا وام می دهند تا به یک سطحی از ریسک برسند که با ترجیحات انها سازگار باشد. معیار مناسب برای ریسک یک دارایی منفرد در این شرایط، سنجش حرکت همزمان آن با پرتفوی بازار است. این حرکت که با کوواریانس پرتفوی بازار اندازه گیری می شود، به نام ریسک سیستماتیک دارایی شناخته می شود, یعنی، قسمتی از کل واریانس دارایی خاص که قابل استناد به نوسانپذیری کل بازار است. علاوه بر این هر دارایی خاص ، واریانسی دارد که به پرتفوی بازار، غیرمرتبط است(واریانس غیر بازاری) که به جنبه های منحصر به فرد دارایی برمی گردد. واریانس غیربازاری ، ریسک غیرسیستماتیک نامیده می شود و معمولا کم اهمیت در نظر گرفته می شود زیرا با تشکیل یک پرتفوی بزرگ و متنوع قابل حذف است. بنابراین تحت این مفروضات صرف ریسک برای یک دارایی خاص، تابعی از ریسک سیستماتیک دارایی ، با پرتفوی کل بازار داریی های ریسک دار است. به معیار ریسک سیستماتیک ، بتا (β) گویند (رایلی و بران، ۲۰۰۰). با تنوع بخشیدن به داراییها می توان ریسک منحصر به فرد یا غیر سیستماتیک سبد سهام را کاهش داد و از بین برد .با این حال قدرت تنوع بخشی محدود است حتی برای تعداد زیاد تعداد سهم، قسمتی از ریسک به خاطر تاثیر پذیری تمامی داراییها از عوامل عمومی و بازار همیشه باقی می ماند. در واقع با افزایش تنوع بخشی، واریانس(ریسک) کل پرتفوی به واریانس سیستماتیک آن نزدیک می شود، که به صورت حاصلضرب واریانس عامل بازار در مجذور ضریب حساسیت پرتفوی در مدل تک عاملی تعریف می شود

Archive of SID
www.SID.ir

لذا ریسک کل، به دو بخش سیستماتیک و غیر سیستماتیک تقسیم می شود. معیار اصلی ریسک کل نیز، واریانس (σ^2) است

در این تحقیق از یک طرف به دنبال بررسی میزان کارایی الگوریتم ژنتیک به عنوان یکی از این روش های نوین در بهینه سازی سبد سهام هستیم و از سوی دیگر به دنبال تعیین تاثیر تفکیک ریسک کلی سبد به عناصر تشکیل دهنده آن بر روی سبد سهام بهینه و تفاوت های سبد های بهینه با دو تابع ریسک متفاوت بوده که بدین منظور به تشکیل سبد سهام بهینه با توابع ریسک های سیستماتیک و غیر سیستماتیک و مقایسه سبد های بهینه با توابع ریسک متفاوت پرداخته ایم.

۲- مبانی علمی و پیشینه تحقیق

۲-۱- ریسک سهام

بازده سهام در دوره های متفاوت، متغیر است و روند ثابت و یکنواختی به همراه ندارد. بنابراین، نوسان و تغییر پذیری جزء جدا نشدنی بازدهی سهام در طی زمان است. با توجه به تغییرپذیری و نوسان، بازده دوره-های آتی نیز قابل اطمینان نیستند. عدم اطمینان نسبت به بازده های آتی سهام، سرمایه گذاری را با ریسک همراه می نماید.

در یک تعریف کلی می توان گفت که نوسان پذیری بازده سرمایه گذاری را ریسک سرمایه گذاری می نامند. به عبارت دیگر، هر قدر بازده یک سرمایه گذاری بیشتر تغییر کند، سرمایه گذاری مزبور ریسک بیشتری دارد.

معیاری که جهت اندازه گیری ریسک کلی سهام از آن استفاده می شود به صورت زیر محاسبه می گردد(راعی وپویان فر، ۱۳۹۱):

$$\sigma_i^{\ 2} = \frac{\sum_{t=1}^{N}(r_{it} - \overline{r}_i)^2}{N-1}$$

σ^2_i = واریانس بازده سهم i ام (شاخص ریسک سرمایه گذاری) ؛

r_{it} = بازده سهم i ام ؛

N = تعداد نمونه یا بازده تعداد دوره ها .

تجزیه و تحلیلگران مدرن منابع ریسک را که باعث تغییر و پراکندگی در بازده می شود را به دو دسته تقسیم می کنند:

Archive of SID
www.SID.ir

۱. ریسک سیستماتیک[۴]
۲. ریسک غیر سیستماتیک[۵]

۲-۲- اجزا ریسک: نگرش نظریه نوین پرتفوی

نگرش قبلی پیرامون ریسک را معمولاً «رویکرد بنیادی» می نامند؛ زیرا، عوامل ذاتی موثر بر متغیر بازدهی اوراق بهادار(انحراف معیار) را در طول زمان نشان می دهد که به آن «ریسک کلی اوراق بهادار»نیز می گویند.

نگرش دیگری نیز برای ریسک از مفاهیم نظریهٔ پرتفوی و نظریهٔ بازار سرمایه توسط مارکویتز، شارپ و سایر محققان استخراج شده است. مارکویتز و شارپ نشان دادند که سرمایه گذاران بایستی از یک معیار خارجی ریسک استفاده نمایند.

تحت مفروضات مشخصی، تمامی سرمایه گذاران منطقی، که در پی حداکثرسازی سرمایه گذاری خود می باشند، خواستار نگهداری یک پرتفوی متنوع از دارایی های ریسک دارند و در این راستا وام می گیرند و یا وام می دهند تا به یک سطحی از ریسک برسند که با ترجیحات آنها سازگار باشد. معیار مناسب برای ریسک یک دارایی منفرد در این شرایط، سنجش حرکت همزمان آن با پرتفوی بازار است.

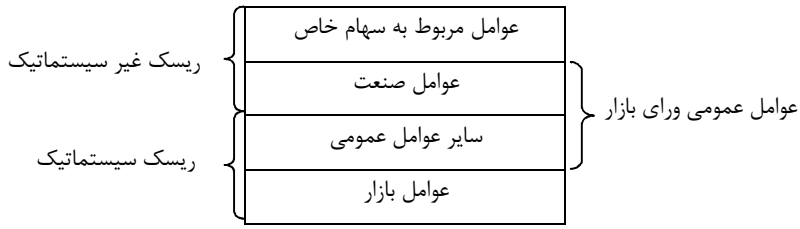
این حرکت که با کوواریانس پرتفوی بازار اندازه گیری می شود، به نام ریسک سیستماتیک دارایی شناخته می شود؛ یعنی، قسمتی از کل واریانس دارایی خاص که قابل استناد به نوسانپذیری کل بازار است.

علاوه بر این هر دارایی خاص، واریانسی دارد که به پرتفوی بازار، غیرمرتبط است(واریانس غیر بازاری) که به جنبه های منحصر به فرد دارایی برمی گردد. واریانس غیربازاری، ریسک غیرسیستماتیک نامیده می شود و معمولاً کم اهمیت در نظر گرفته می شود؛ زیرا، با تشکیل یک پرتفوی بزرگ و متنوع قابل حذف است. بنابراینتحت این مفروضات صرف ریسک برای یک دارایی خاص، تابعی از ریسک سیستماتیک دارایی، با پرتفوی کل بازار داریی های ریسک دار است. به معیار ریسک سیستماتیک ، بتا (β) گویند(رایلی و براون، ۲۰۰۰، ص۲۱-۱۹)[۶].

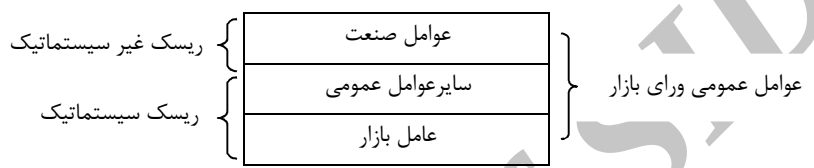
لذا ریسک کل، به دو بخش سیستماتیک و غیر سیستماتیک تقسیم می شود. معیار اصلی ریسک کل نیز، واریانس (σ^2) است.

درشکل(۲-۱) اجزای تشکیل دهنده ریسک یک سهم خاص و در شکل(۲-۲)اجزای تشکیل دهنده ریسک مجموعه اوراق بهادار(پرتفوی) ارائه شده است (فبوزی، مودیلیانی و فری، ۱۳۷۶، ص ۳۹۵-۳۹۶).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل(۲-۱) ریسک یک سهم خاص



شکل(۲-۲) ریسک مجموعه اوراق بهادار

با تنوع بخشیدن به دارایی ها می توان ریسک منحصر به فرد یا غیر سیستماتیک سبد سهام را کاهش داد و از بین برد.با این حال قدرت تنوع بخشی محدود است حتی برای تعداد زیاد تعداد سهم، قسمتی از ریسک به خاطر تأثیر پذیری تمامی داراییها از عوامل عمومی و بازار همیشه باقی می ماند. در واقع با افزایش تنوع بخشی، واریانس(ریسک) کل پرتفوی به واریانس سیستماتیک آن نزدیک می شود، که به صورت حاصلضرب واریانس عامل بازار در مجذور ضریب حساسیت پرتفوی تعریف می شود. لازم به ذکر است که مطالب ذکر شده با در نظر گرفتن مدل تک عاملی محاسبه بازده سهام، صادق می باشد.

در مدل تک عاملی محاسبه بازده داریم :

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + e_i$$
$$R_p = \alpha_p + \beta_p R_m + e_p$$

R_i = نرخ بازده دارایی i ام ؛

α_i = عنصرمستقل بازده ازعملکرد بازار است و متغیری تصادفی است(مربوط به ریسک غیرسیتماتیک دارایی iام است) ؛

R_m =نرخ بازده عامل بازار(شاخص) است که متغیری تصادفی است ؛

β_i = تغییرات مورد انتظار درR_iرا به ازای تغییر در R_m، اندازه گیری می نماید(مربوط به ریسک سیستماتیک دارایی iام) ؛

e_i = جزء اخلال یا پسماند مربوط به دارایی i ام می باشد ؛

α_p = میانگین وزنی آلفای سهام های سبد می باشد ؛

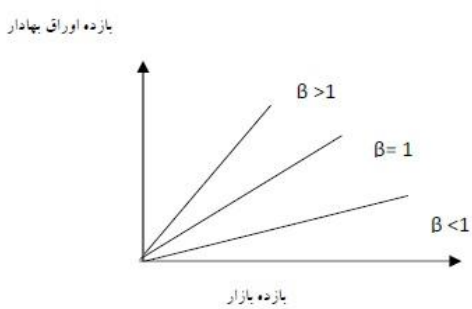
Archive of SID
www.SID.ir

β_p = میانگین وزنی بتای سهام های سبد می باشد ؛
e_p = جزء اخلال یا پسماند مربوط به پرتفوی می باشد.

۲-۲-۱- ریسک سیستماتیک

تغییر پذیری در بازده کل اوراق بهادار که مستقیماً با تغییرات و تحولات کلی در بازار یا اقتصاد عمومی مرتبط است ریسک سیستماتیک نامیده می شود. تقریباً تمام اوراق بهادار اعم از سهام و اوراق قرضه تا حدودی از ریسک سیستماتیک برخوردار می باشند؛ زیرا ریسک سیستماتیک مستقیماً دربرگیرنده ریسک -های نوسان نرخ بهره، بازار و تورم است، این قسمت از ریسک غیرقابل اجتناب می باشد؛ زیرا ربطی به نحوه عملکرد سرمایه گذار ندارد. اگر بازار سهام به سرعت با کاهش مواجه شود بسیاری از سهام ها به سرعت تحت تأثیر آن قرار گرفته و کاهش می یابند و اگر بازار سهام به سرعت با افزایش مواجه شود بسیاری از سهام ها با افزایش قیمت مواجه می شوند.

معمولاً از بتا به عنوان شاخص اندازه گیری ریسک سیستماتیک سهام عادی استفاده می شود. همان گونه که در شکل(۲-۳) ملاحظه می گردد بتا شیب خط رگرسیون است که بازده ورقه بهادار را با بازده اوراق بهادار موجود بازار مرتبط می سازد. نقطه تقاطع منحنی رگرسیون، آلفای دارایی می باشد. پسماند مربوط به دارایی مد نظر خطای تخمین در رگرسیون مربوطه می باشد.



شکل(۲-۳) خط رگرسیون بازده ورقه بهادار و بازده بازار

به طور خلاصه بتای معمولی بازار برابر یک است و سهام هایی که بتای آنها بیشتراز یک باشدسهام-های پرریسک می باشند که پراکندگی بازده آنها زیاد است و برعکس سهام هایی با بتای کمتر از یک، سهام- هایی کم ریسک هستند. با توجه به موارد فوق الذکر ترجیح بر ریسک کمتر است لذا شرکتی که دارای بتای کمتر و بازده بالاتری نسبت به سایر رقبا می باشد بهتر است (جونز، ۱۳۸۸).

www.SID.ir

۲-۲-۲- نحوه محاسبه ریسک در نظریه نوین پرتفوی

در مدل تک عاملی محاسبه واریانس بازده ورقه سهام (یاپرتفوی) را به دوبخش تجزیه می کنیم:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{ei}^2$$

واریانس پسماند دارایی i ام + ریسک سیستماتیک دارایی i ام = واریانس کل دارایی i ام

$$\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_m^2 + \sigma_{ep}^2$$

واریانس پسماند پرتفوی + ریسک سیستماتیک پرتفوی = واریانس کل پرتفوی

همین طور با توجه به مفروضات مدل تک عاملی ثابت می شود :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{N} x_i^2 \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} x_i x_j \beta_i \beta_j \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^{N} x_i^2 \sigma_{ei}^2$$

N = تعداد سهام ؛

x_i= وزن دارایی i ام در سبد سهام ؛

σ_m^2 = واریانس بازده بازار ؛

σ_{ei}^2 = واریانس پسماند دارایی i ام در سبد سهام ؛

β_i= بتای دارایی i ام در سبد سهام.

۲- ۳- مدل میانگین- واریانس

یک سرمایه گذار پول های خود را در سهامی سرمایه گذاری می کند که، بیشترین مقدار ممکن از بازده آنها بدست آورد. او همچنین، علاقه دارد که میزان پراکندگی و انحراف از بازده سبد سهام اش کمترین مقدار را دارا باشد. برای اندازه گیری ریسک اوراق بهادار، از واریانس بازده های مورد انتظار استفاده می شود. در ابتدا، مارکویتز (۱۹۵۲) انتخاب سبد سهام را با استفاده از واریانس برای اندازه گیری مقدار ریسک نشان داد. روش ارائه شده توسط او به روش میانگین- واریانس (E-V) مشهور است. مدل مارکویتز بیشترین مقدار مورد انتظار (E) و کمترین مقدار واریانس(V) را بطور همزمان در نظر می گیرد. مفروضات اساسی مارکویتز، مبنای مدل او را شکل می دهد، اینکه سرمایه گذاران بازده را مطلوب دانسته و از ریسک گریزان هستند. بعلاوه آنها، در تصمیم گیری منطقی عمل می کنند و تصمیماتی را اتخاذ می کنند که باعث حداکثر کردن بازده مطلوب آنها می شود. بنابراین، مطلوبیت سرمایه گذاران، تابعی است از بازده مورد انتظار و ریسک، که این دو عامل، پارامترهای اساسی تصمیمات مربوط به سرمایه گذاری هستند.

Archive of SID
www.SID.ir

روشE-V به گسترش پرتفوی با در نظر گرفتن بازده مورد انتظار یکسان و کاهش ریسک کمک می کند. در این روش تخمین دقیق مقدار بازده مورد انتظار و کوواریانس سهام برای انتخاب سبد سهام مورد نیاز است. سرمایه گذاران می توانند از طریق مشخص کردن نرخ بازده مورد انتظار سبد سهام و حداقل کردن ریسک سبد سهام در این سطح بازده، سبد بهینه و مطلوب خود را تشکیل می دهد.

ازطرفی، ترکیبات مختلفی از بازده مورد انتظار و واریانس سبد سهام مطلوب، تشکیل خطی را در نمودار می دهند که به *مرز کارا*[۷] معروف است. زیرا هریک از این نقاط بهترین سناریوی ممکن را برای بازده مورد انتظار و واریانس خاص بیان می کنند

۲-۳-۱- نحوه حل تابع دو هدفه مدل مارکویتز

بازده مورد انتظار و واریانس پرتفوی به صورت زیر قابل تعریف است :

$E(P)= \sum_{i=1}^{M} Xi\mu i$

$V(p)= \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M} Xi\ Xj\sigma ij$

بنابراین مدل مارکویتز به صورت یک مسئله دو تابع هدفه به صورت مدل زیر(۲-۱) نوشته می شود:

$Min: \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M} XiXj\sigma ij$
$Max: \sum_{i=1}^{M} Xi\mu i$
$S.t:$
$\sum_{i=1}^{M} Xi = 1$
$0 \le X_i \le upper(i)\ ,\ i=1,\dots,M$

مدل(۲-۱)

M = تعداد دارایی های موجود که پرتفوی باید از بین آنها انتخاب شود ؛

X_i = کسری ازسرمایه که در دارایی iام سرمایه گذاری می شود به طوری که $i \in \{1,\dots,M\}$، بنابراین X یک بردار Mعضوی است که حاوی جواب مسئله می باشد $x=[x_1,..x_M]^T$ ؛

upper (i) = حداکثر کسری از سرمایه است که سرمایه گذار حاضر است در دارایی iام سرمایه گذاری کند و طبیعتاً حداکثر مقدار آن ۱ می باشد ؛

σ_{ij}= بیانگر کواریانس بین بازده دارایی های i و j می باشد به طوری که $i,j\in\{1,..,M\}$؛ بنابراین $\sigma = (\sigma_{ij})_{i=1,..M,j=1,..,M}$بیانگر ماتریس M.M واریانس- کواریانس بازده دارایی ها می باشد ؛

μ_i = بازده مورد انتظار دارایی i ام می باشد.

در این مدل تابع هدف اول می تواندبراساس ضریب همبستگی(ρ_{ij}) بین دارایی i وj انحراف معیار(σi ,σj)بازده های آنها هم به دست بیاید زیرا: $\sigma_{ij} = \rho_{ij}\sigma_i\sigma_j$.

Archive of SID
www.SID.ir

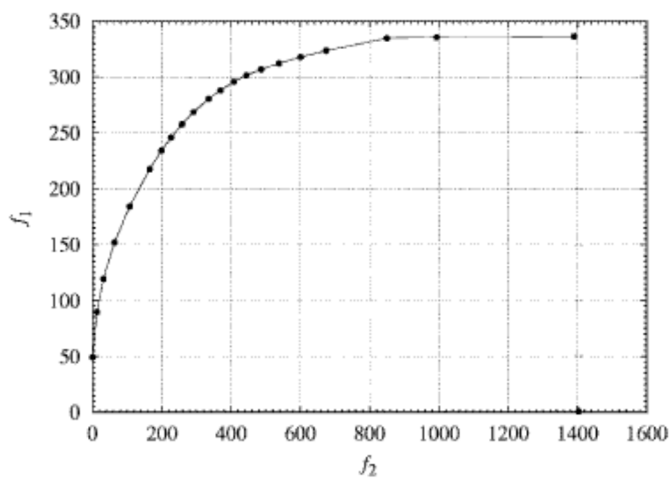
شایان ذکر است که در مدل(۲-۱)، تابع هدف اول یک تابع درجه دو بر حسب x است در صورتی که تابع هدف دوم به صورت خطی می باشد.

در بحث برنامه ریزی چند معیاره[۸]، حل مدل(۲-۱)معادل پیدا کردن جواب مسلط[۹] و یا جواب بهینه پارتو[۱۰] برای آن است. جواب مسلط بیانگر این است که هیچ بهبودی در یک تابع هدف امکان پذیر نیست مگر اینکه یکی دیگر از توابع هدف قربانی شود. برای جواب های غیرمسلط در فضای جواب(Z)[۱۱]تصویر آنها در فضای تصمیم(S)[۱۲]را مرز کارا می نامند(میتسو و رونوی، ۲۰۰۰)[۱۳].

از دیدگاه ریاضی برای یک مسئله حداکثر کردن با دو تابع هدف (مدل۲-۱به سادگی، با ضرب عدد ۱- در تابع هدف اول قابل تبدیل به چنین مسئله ای است) اگر مجموعه جواب های قابل قبولرا بدین صورت تعریف کنیم، $X=\{ x \in R^M : \sum_{i=1}^{M} Xi = 10 \leq xi \leq upper(i)\ i = 1,..,M\}$ پرتفوی x_e یک جواب بهینه پارتوگفته می شود اگرهیچ جواب دیگری همانند$x \epsilon X$وجودنداشته باشدکه در اینصورت$f(x_e)>f(x)$(به عنوان مثال $f_1(x) \geq f(x_e)$ و $f_2(x) > f(x_e)$).

در زبان مالی به مجموعه جواب های بهینه پارتو برای مسئله انتخاب پرتفوی، مجموعه کارا یا مرز کارا[۱۴] گفته می شود.

به عبارت دیگر برای مجموعه ای از دارایی ها، مجموعه ای از پرتفوهایی که به ازای یک بازده مشخص، حداقل ریسک را دارند، مرز کارا را تشکیل می دهند. مرز کارا یک تابع غیر نزولی است که بهترین تعامل را بین ریسک وبازده نشان می دهد. در شکل(۲-۴)نمونه ای از مرز کارا به تصویر کشیده شده است.



شکل(۲-۴) نمونه ای از مرز کارا

www.SID.ir

مارکویتز(۱۹۵۹) برای حل مدل(۲-۱)، الگوریتم خط بحرانی[۱۵]را ابداع کرد. الگوریتم خطبحرانی به وسیله برنامه ریزی درجه دو[۱۶](QP)مدل(۲-۲)را حل می کند.

مدل(۲-۲)

$$Min : \lambda[\sum_{i=1}^{M} \sum_{i=1}^{M} XiXj\sigma_{ij}] - (1-\lambda) [\sum_{i=1}^{M} Xi\mu i]$$
$$S.t :$$
$$\sum_{i=1}^{M} Xi = 1$$
$$0 \le X_i \le upper(i) , i=1,...,M$$

در معادله پارامتر وزن دهی λ($0 \le \lambda \le 1$) بیانگر یک تعامل ضمنی بین ریسک و بازده است.

اگر $\lambda = 0$ آنگاه جواب معادله(۲-۲)(پرتفوی بهینه) حداکثر بازدهی مورد انتظار را خواهد داشت (بدون در نظر گرفتن ریسک) و اگر $\lambda = 1$باشد، آنگاه جواب بهینه حداقل ریسک را دارد و سرمایه گذار در این حالت محافظه کار تلقی می شود.

در مدل(۲-۲) ما در واقع از تکنیک های(MODM) برای تبدیل مسئله دو تابع هدفه به تک تابع هدف استفاده کرده ایم. با تغییر λ از صفر تا یک و حل مدل(۲-۲)، می توان مرز کارا را تعیین کرد. برای هرλما یک نقطه جدید در روی مرز کارا به دست می آوریم که با وصل کردن این نقاط به هم، مرز کارا تشکیل می شود.

همچنین می توان مدل (۲-۱) را به صورت زیر هم تبدیل کرد:

مدل(۲-۳)

$$Min :\sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{M} XiXj6ij$$
$$S.t:$$
$$\sum_{i=1}^{M} Xi\mu i \ge R$$
$$\sum_{i=1}^{M} Xi = 1$$
$$0 \le X_i \le upper(i), i=1,...,M$$

در مدل(۲-۳) به ازای Rهای مختلف، نقاط متفاوتی از مرز کارا به دست می آید. با تغییر R و حل مجدد مدل(۲-۳)، می توان کل مرز کارا را به دست آورد.

قدرت این روش در این است که الگوریتم بهینه ای- که همان برنامه ریزی درجه دو باشد- برای حل مدل های(۲-۲)و(۲-۳) وجود داردو توسط نرم افزارهای مربوطه می توان مرز کارا را در زمان کمی به دست آورد. جوابهای به دست آمده بهینه بوده و حتی می توان یک سری محدودیت های خطی جدید هم به مدل اضافه کرد.

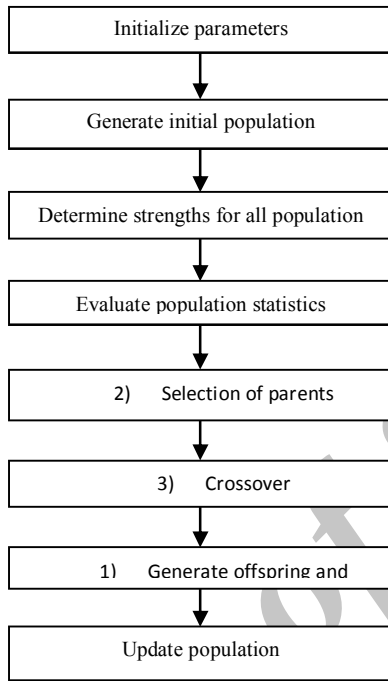
Archive of SID
www.SID.ir

۲-۴- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک نوع الگوریتم جستجوی مبتنی بر مکانیسم انتخاب طبیعی و علم ژنتیک است. این الگوریتم قدرت بقای بهترین ساختار رشته ای را با عمل تعویض تصادفی اطلاعات ترکیب می کند و الگوریتم جستجویی مشابه با قوه تشخیص ابتکاری انسان در جستجو تشکیل می دهد. الگوریتم مذکور از تاریخچه اطلاعات قبلی برای جستجو بر روی مجموعه نقاط جدید و به منظور رسیدن به یک جواب بهتر استفاده می کند. به عبارت دیگر، الگوریتم ژنتیک شبیه سازی مکانیسم انتخاب طبیعی به وسیله ماشین است . از این الگوریتم که یکی از مهمترین الگوریتمهای فراابتکاری است، برای بهینه سازی توابع مختلف استفاده می شود. الگوریتم ژنتیک که اولین بار جان هولند(۱۹۷۵)[۱۷]آن را ارائه داد، یکی از الگوریتم‌های جستجو به حساب می‌آید که اساس آن مبتنی بر ژنتیک موجودات زنده است. این الگوریتم اصل «حیات مناسبترین»[۱۸]داروین را با یک سری اطلاعات تصادفی ساخت‌یافته ادغام و یک الگوریتم جستجو ایجاد می‌کند. امروزه الگوریتم ژنتیک جایگاه خاصی در میان روش‌های بهینه‌سازی برای حل مسائل پیچیده پیدا کرده است و به عنوان یک روش مؤثرو کارا برای حل اینگونه مسائل در زمینه‌های تجاری، علمی و مهندسی به حساب میآید. این الگوریتم، از لحاظ محاسباتی ساده، اما قدرتمند است و فرضیات محدود کننده در خصوص فضای جستجو آن را محدود نمی‌کند.

برای حل یک مسئله به روش ژنتیک ابتدا باید پاسخ مسئله را کد گذاری کرده، به گونه‌ای که در ادامه اجرای الگوریتم بتوان این پاسخ را مورد ارزیابی قرار داد و عملگرهای مختلف را بر آن اعمال کرد. اجرای الگوریتم با استفاده از یک مجموعه ابتدایی از جواب‌های تصادفی که جمعیت اولیه[۱۹] نامیده می-شود، شروع می‌گردد. هر عضو در جمعیت یک کروموزوم [۲۰] نامیده می‌شود که نمایانگر یک حل برای مسئله موجود است. یک کروموزوم رشته‌ای از اعداد است که در اصطلاح ژن[۲۱] نامیده می‌شود و معمولا" و نه لزوما" یک رشته دودویی است. طی هر تکرار الگوریتم ژنتیک، مجموعه جدیدی از کروموزوم‌ها تولید می‌شود. جمعیت در زمان معلوم را نسل[۲۲] می‌نامند. طی هر نسل، میزان برازش کروموزوم‌ها با تابع برازش[۲۳] که یک کروموزوم را با توجه به تابع هدف مسئله برآورد می‌کند، تعیین می‌شود. طی فرایند بازتولید[۲۴]، عملگرهای ژنتیک یعنی عملگرهای تقاطعی[۲۵] و عملگر جهشی[۲۶] بر روی کروموزوم‌ها اعمال می‌شوند. به کروموزوم‌هایی که از این طریق تولید می‌شوند، نوزاد[۲۷] اطلاق می‌شود. سپس برازندگی نوزادان ارزیابی شده و بوسیله یکی از رویه‌های انتخاب[۲۸]کروموزوم‌های بهتر انتخاب و به نسل بعد منتقل می‌شوند. برای هر یک از عملگرهای ژنتیک یک پارامتر احتمال تعریف می‌شود که عملگرها با این احتمال بر کروموزوم‌ها اعمال می‌شوند.

www.SID.ir



شکل(۲-۵) ساختار کلی الگوریتم ژنتیک

۲-۵- پیشینه تحقیق

چن و همکارانش(۲۰۱۱)[۲۹] در مقاله ای با عنوان «الگوریتم ژنتیک رابطه ای به همراه جهش هدایت شده برای بهینه سازی پرتفوی مقیاس بزرگ» که از مهمترین تحقیقات اخیر در زمینه موضوع تحقیق می باشد از الگوریم ژنتیک رابطه ای(GRA)[۳۰]جهت بهینه سازی پرتفوی استفاده نموده است.

الگوریتم ژنتیک رابطه ای یکی از روشهای تکاملی است که دارای ساختار گراف می باشد. این تحقیق راهکاری برای مسائل بهینه سازی پرتفوی مقیاس بزرگ با استفاده ازالگوریتم ژنتیک رابطه ای به همراه یک عملگر جدید ارائه می نماید که جهش خوانده می شود. برای انتخاب مؤثرترین پرتفوی، الگوریتم ژنتیک رابطه ای ضرایب همبستگی بین برندهای سهام را به عنوان قدرت در نظر می گیرد که نشان دهنده رابطه بین گره ها در هریک از الگوریتم ژنتیک رابطه ایمی باشد، جهش هدایت شده پرتفوی جدید را مطابق با مقدار میانگین ضرایب همبستگی بین سهام تولید می کند، که به معنی قابلیت بهره برداری از تکامل الگوریتم ژنتیک رابطه ای است. برنامه نویسی شبکه ژنتیک برای اعتبار دهی عملکردپرتفوی تولید شده بوسیله الگوریتم ژنتیک رابطه ای با جهش هدایت شده(GRA/G)[۳۱] به

Archive of SID
www.SID.ir

کار گرفته شده است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که راهکار الگوریتم ژنتیک رابطه ای با جهش هدایت شده مؤفق بوده است و پرتفوی به دست آمده در محدوده یا نزدیک به محدوده ی قابل قبول می گنجد.

چانگ و همکارانش(۲۰۰۹)[۳۲] در تحقیقی که انجام دادندبر این عقیده بودندکه استفاده از برنامهریزی های ریاضی برای حل مسئله سبد سهام بهترین گزینه می باشد. آنها یک روش فراابتکاری را برای حل مسائل بهینه سازی سبد سهام ارائه کردند که در آن الگوریتم ژنتیک، سبدهای سهام مختلف که ریسک آنها به شیوه های متفاوتی محاسبه شده بود را به کار می گرفت.

هدف اصلی آنها بررسی کارایی الگوریتم ژنتیک برای حل مسئله بهینه سازی سبد سهام با مدل های متفاوت ریسک بود، به ویژه سبدهای سهامی که محدودیت های عدد صحیح را مد نظر قرار می دادند. با مدل های مختلف محاسبه ریسک که در این روش الگوریتم ژنتیک مورد استفاده قرار گرفت، سرمایه گذاران قادر خواهند بود که مرز کارایی را برای مقدار ثابت سرمایه خود به دست آورند. آنها به این حقیقت دست یافتند که سبد سهامی با اندازه کوچکتر کارایی بیشتری از اندازه بزرگ تر آن خواهد داشت.

آرانا و ایبا(۲۰۰۹)[۳۳]در تحقیقی با عنوان «الگوریتم ژنتیک درختی ممتیک و کاربرد آن در بهینه سازی سبد سهام» از الگوریتم ژنتیک برای انتخاب و بهینه سازی سبد سهام بهره بردند. دراین تحقیق سبدهای سهام کوچک تری در سطح معینی از اجرا به دست آمد. به طور کلی این روش شیوه های حل قدیمی را تحت سطوح مختلف ریسک - بازده بهینه می نماید.

هاو و لیو(۲۰۰۹)[۳۴]در تحقیقی با عنوان «مدل های میانگین- واریانس برای انتخاب سبد سهام با بازده های تصادفی فازی» الگوریتم ژنتیک را به عنوان ابزار حل مدل های خود به کار بردند. برای حل مدل های انتخاب سبد سهام معرفی شده این تحقیق در ابتدا فرمول های واریانس را به عنوان متغیرهای تصادفی فازیبه نمایش گذاشت، سپس فرمول های واریانس را برای مدل های معرفی شده به گونه ای مورد استفاده قرار دارد که مسائل انتخاب سبد سهام اصلی به برنامه ریزی های خطی هم ارز تبدیل شوند. سپس الگوریتم های ژنتیک برای حل مدل به کار گرفته شدند. در نهایت نیز دو نمونه عددی برای نشان دادن کارایی روش های معرفی شده به کار رفت.

لین و ژن(۲۰۰۷)[۳۵] در تحقیقی یک الگوریتم ژنتیک دو مرحله ای را برای حل مسئله بهینه سازی سبد سهام چند منظوره به کار بردند. عملگرهای مورد استفاده در این تحقیق ، عملگر تقاطع یک نقطه برش،عملگر جهش الحاقی و عملگر انتخاب چرخ رولت بود. نتایج تحقیق نشان دهنده اعتبار و کارایی الگوریتم مربوطه در بهینه سازی سبد سهام می باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

نبوی و همکاران(۱۳۹۱) در مقاله ای با عنوان «ارزیابی عملکرد تخمین زننده های ارزش در معرض خطر با استفاده از الگوریتم ژنتیک» به منظور بهینه سازی از یکی از معروف ترین الگوریتم های فراابتکاری یعنی الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. آنچه که این تحقیق را از سایر تحقیقات انجام پذیرفته در زمینه پیش -آزمایی مدل های تخمین واریانس متمایز می سازد، در نظر گرفتن طور همزمان بازده واقعی حاصله از کاربرد تخمین زننده و زیان ایجاد شده به عنوان معیاری از دو شاخص ریسک و بازده می باشد که مبنای اصلی در حوزه مطالعات مالی می باشند. از طرفی به دلیل نسبی بودن ریسک و بازده از نظر سرمایه گذاران وزن این دو شاخص را فازی در نظر گرفته اند. یکی از نتایج جالب این تحقیق این بوده است که روش الگوریتم ژنتیک علیرغم سادگی محاسباتش بهترین نتیجه را از لحاظ ریسک و بازده، داده است.

رضائی پندری و همکاران(۱۳۹۰) در مقاله ای با عنوان «به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پرتفولیوی بهینه ای با اهداف غیر خطی(بورس اوراق بهادار تهران)» که در مقایسه جواب حاصل از الگوریتم ژنتیک با مدل کلاسیک مارکویتز و مدل آرمانی با اهداف خطی و غیر خطی(درجه دوم) نشان می دهد؛ اگر چه بازدهی پرتفلیوحاصل از الگوریتم ژنتیک کمتر از مدل های دیگر است، اما کاهش بازدهی با کاهش ریسک جبران شده است و معیارهای تعدیل شده بر مبنای ریسک بر بهتربودن جواب حاصل از الگوریتم ژنتیک صحه میگذارد. همچنین پرتفولیوی حاصل، تنوع بیشتری نسبت به پرتفولیو مدل های دیگر دارد.

گرکزو همکاران(۱۳۸۸) درمقاله ای با عنوان «انتخاب وبهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک براساس تعاریف متفاوتی از ریسک» انجام داده اند که نتایج تحقیق حکایت از توانایی فوق العاده الگوریتم ژنتیک در به دست آوردن نقاط بهینه، این اطمینان خاطر را برای سرمایه گذار ایجاد نمود که نقطه بهینه به دست آمده، نقطه بهینه اصلی می باشد و مسئله در دام نقاط بهینه محلی گرفتار نشده است. از سوی دیگر این تحقیق نشان داد که مسائل بهینه سازی سبد سهام می تواند به راحتی در زمانی نسبتاً کوتاه (کمتر از چند دقیقه) با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل شود.

نویدی و همکاران(۱۳۸۸) در تحقیقی تحت عنوان «تشکیل پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم ژنتیک» به موضوع انتخاب و تشکیل سبد سهام بهینه پرداختند. در تعریف جدید ریسک، به جای یک عدد ویژه، از یک منحنی به عنوان ریسک استفاده می شود. در این تحقیق نویدی و همکاران، روشی بر مبنای الگوریتم ژنتیک برای تشکیل پرتفوی ارائه شد که در آن ریسک با تعریف جدید در نظر گرفته شده است. در نهایت، آنها به عنوان یک مطالعه موردی، به بررسی تشکیل پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم پیشنهادی پرداختند.

Archive of SID
www.SID.ir

مدرس و محمدی استخری(۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان «انتخاب یک سبدسهام ازبین شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادارتهران با استفاده از مدل بهینه سازی الگوریتم ژنتیک» انتخاب پرتفویی از سهام در بورس اوراق بهادار تهران، با اهداف حداکثر بازدهی و حداقل واریانس را با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه کرده است. نتایج این تحقیق حاکی از وجود اختلاف معنادار و برتری قابل توجه نتایج الگوریتم ژنتیک در سبدهای ۱۰،۱۵و۲۵ سهمی بود، همچنین در این تحقیق مشخص شد که بازدهی سبدهای نخست از سبدهای تشکیل شده تصادفی، بیشتر است.

۳- روش شناسی تحقیق

انتخاب روش تحقیق بستگی به هدف، ماهیت موضوع و امکانات اجرائی آن دارد. این تحقیق از بعد هدف از نوع تحقیقات توصیفی-کاربردی است. در این تحقیق، پژوهشگر سعی دارد تا آنچه را که هست، بدون دخالت یا استنتاج ذهنی گزارش دهد و الزاماً درپی کشف و توضیح روابط، همبستگی ها، آزمون فرض ها و پیش بینی رویدادها نیست، بلکه توجه وی بیشتر در جهت بررسی و توصیف موقعیت ها بر اساس اطلاعاتی است که صرفاًجنبه وصفی دارد. از بعد فرایند این تحقیق، کمی است؛ یعنی با نگرش عینی به جمع آوری داده های واقعی و تحلیل آنها با استفاده از روش های مربوطه می پردازد.

این تحقیق دارای دو دسته متغیر است که عبارتند از :

متغیرهای مستقل: که شامل ریسک ، بازده هستند .

متغیروابسته: که آثار متغیرهای مستقل برآن بررسی می شود ، انتخاب سبد سهام بهینه از بین سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک است .

اطلاعات مالی و متغیرهای مورد نیاز جهت انجام تحقیق از طریق بانکهای اطلاعاتی نظیر نرم افزار ره آورد نوین ، نرم افزار تدبیر پرداز ، سازمان بورس و اوراق بهادار تهران جمع آوری می شود .

به منظور بررسی میزان کارایی الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام و تاثیر تفکیک ریسک بر روی سبدهای بهینه مراحل زیر را طی کرده ایم:

- مطالعه موردی بر روی موضوع تحقیق ؛
- مطالعه موردی بر روی مدل مارکویتز، روش های حل مدل مارکویتز و اجزای ریسک شامل ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک در تابع ریسک مدل مارکویتز ؛
- مطالعه موردی بر روی روش های بهینه سازی مدل مارکویتز شامل روش های حل دقیق والگوریتم های فراابتکاری(الگوریتم ژنتیک) ؛

Archive of SID
www.SID.ir

- تشکیل سبدهای سهام بهینه از نمونه آماری تحقیق(سبد سهام ۲۵سهمی) با استفاده از روش حل دقیق و الگوریتم ژنتیک و مقایسه دو سبد بهینه به منظور تعیین میزان کارایی الگوریتم ژنتیک در فرایند بهینه سازی سبد سهام ؛
- تشکیل سبد های سهام بهینه از نمونه آماری تحقیق(سبد سهام ۲۵سهمی) با استفاده از الگوریتم ژنتیک با در نظر گرفتن همزمان واریانس پسماند بازده و بتا در مدل تک عاملی به عنوان شاخصی از معیارهای ریسک غیر سیستماتیک و ریسک سیستماتیک به عنوان شاخص ریسک کلی سبدو مقایسه دو سبد سهام بهینه با دو تابع ریسک.

۳-۳- مدل ریاضی به کارگرفته شده

۳-۳-۱- روش حل مدل چندهدفه مارکویتز

همان طوری که در بخش دوم بیان شده است مدل مارکویتز یک تابع دو هدفه می باشد. دراین تحقیق به منظور حل مدل مارکویتز از مدل(۲-۳) که در بخش دوم به آن اشاره شده،استفاده شده است.

$$Min: \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M} Xi\ Xj6ij$$

$$S.t:$$

$$\sum_{i=1}^{M} Xi\mu i \geq R$$

$$\sum_{i=1}^{M} Xi = 1$$

$$0 \leq X_i \leq upper(i),\ i=1,\ldots,M$$

در مدل(۲-۳)به ازای Rهای مختلف، نقاط متفاوتی از مرز کارا به دست می آید. با تغییر R و حل مجدد مدل(۲-۳)، می توان کل مرز کارا را به دست آورد. در این تحقیق به منظور تعیین Rهای مختلف بدین طریق عمل کرده ایم که فاصله بین ماکزیمم و مینیمم بازده سهام های سبد را به ده قسمت مساوی تقسیم کرده و با این ده بازده، ده بار مدل(۲-۳)را حل می کنیم.

۳-۳-۲- روش های حل مدل تحقیق

مدل ارائه شده توسط مارکویتز از لحاظ تئوری توسط مدل های خطی قابل حل است. رفتار سهام در بازار، رفتاری غیر خطی است. مدلهای خطی از تشخیص صحیح رفتار غیر خطی عاجز است و تنها میتوانند بخش خطی رفتار را خوب تشخیص دهند. همچنین، تکنیک های بهینه سازی کوادراتیک نیز به دلیل شکل تابع هدف که محدب نیست، قابل استفاده نیست. افزون براین مشکل دیگر این مدل در انتخاب دارایی با کمترین میانگین-واریانس است. این مسئله به انتخاب سهام با بازده پایین منجر می

Archive of SID
www.SID.ir

شود. زیرا واریانس کم مستلزم بازده مورد انتظار پایین است. مدل مارکویتز همچنین محدودیت های غیر منفی برای متغیرهای تصمیم در نظر می گیرد تا مانع از فروش دارایی گردد(رضائی پندری، ۱۳۹۰).

از دهه ۱۹۶۰ به بعد، حل مسائل بهینه سازی با الگوبرداری از مخلوقات زنده طرفداران خاصی پیدا کرد.این روشها وقتی در حل مسائل پیچیده دنیای واقع به کار گرفته می شود ناکارآمدی روشهای معمول را نشان می دهد. به همین منظور دراین تحقیق تعیین میزان کارایی الگوریتم ژنتیک به عنوان یکی از روش های فرابتکاری بهینه سازی می باشد. بدین منظور در این تحقیق اینگونه عمل کرده ایم که، یک بار با استفاده از الگوریتم ژنتیک مرز کارای بهینه را به دست آورده و این مرز کارا را با مرز کارای حاصل از روش حل دقیق مقایسه می کنیم.

۳-۳-۲-۱- حل مدل مارکویتز با روش حل دقیق

همان طوری که در فصل دوم بیان کرده ایم، مدل مارکویتز یک مدل چند هدفه بوده که در این تحقیق از مدل(۲-۳) برای حل آن بهره برده ایم. مدل(۲-۳) یک مدل با تابع هدف درجه دو بوده که دارای محدودیت های خطی می باشد. این مدل ها به مدل های برنامه ریزی درجه دو (Quadprog) معروف می باشند. شکل کلی این مدل در نرم افزار مطلب به صورت مدل(۳-۱) می باشد.

Equation

Finds a minimum for a problem specified by

$$\min_x \frac{1}{2}x^T Hx + f^T x \text{ such that } \begin{cases} A \cdot x \le b, \\ Aeq \cdot x = beq, \\ lb \le x \le ub. \end{cases}$$

H, *A*, and *Aeq* are matrices, and *f*, *b*, *beq*, *lb*, *ub*, and *x* are vectors.

شکل(۳-۱) مدل برنامه ریزی درجه دو در نرم افزار مطلب

به منظور حل مدل(۳-۱) از دستور زیر در نرم افزار مطلب بهره برده ایم :

```
x = quadprog(H,f,A,b,Aeq,beq,lb,ub,x0,options)
```


www.SID.ir

ورودی های دستور بالا عبارت اند از :

problem	H	Symmetric matrix
	f	Vector
	Aineq	Matrix for linear inequality constraints
	bineq	Vector for linear inequality constraints
	Aeq	Matrix for linear equality constraints
	beq	Vector for linear equality constraints
	lb	Vector of lower bounds
	ub	Vector of upper bounds
	x0	Initial point for x
	solver	'quadprog'
	options	Options structure created with optimset

۳-۳-۲-۲- حل مدل مارکویتز با روش الگوریتم ژنتیک

در این تحقیق به منظور کد نمودن کروموزوم ها(سبدهای سهام) از متغیرهای Real استفاده شده است. همچنین تولید نسل اولیه به صورت تصادفی صورت می گیرد.

اندازه جمعیت مورد استفاده در این پایان نامه ۲۰۰ بوده است. در صورت رخداد یکی از شروط زیر الگوریتم متوقف می شود :

۱) عدم بهبود در مقدار تابع هدف در نسلهای متوالی (کمتر از $۱۰^{-۶}$)

۲) ماکزیمم تکرار برابر ۱۰۰ نسل در نظر گرفته شده است.

از تابع Rank به منظور مقیاس بندی در الگوریتم ژنتیک در این تحقیق استفاده شده است. در این تابع امتیازات خام را براساس رتبه آنها مقیاس می کند. رتبه مربوط به هر فرد مکانی است که هر فرد در جمعیت براساس مرتب سازی امتیازات به دست می آورد. به این ترتیب رتبه مربوط به بهترین امتیاز ۱، بعدی ۲ و به همین ترتیب ادامه خواهد داشت. تابع مقیاس بندی Rank مقادیر مقیاس شده را به صورت زیر اختصاص می دهد :

- مقدار مقیاس شده برای یک فرد با رتبه n متناسب خواهد بود با $۱/\sqrt{n}$ ؛
- تعداد کروموزوم های نخبه که وارد نسل بعدی خواهند شد۱۰٪ جمعیت در نظر گرفته شده است. کروموزوم های نخبه در هر نسل، آنهایی هستند که در نسل خود بهترین مقدار تابع برازش را داشته باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

به منظور تعیین نحوه انتخاب کروموزوم ها به منظور جفت گیری, از چرخه رولت[۳۶] استفاده شده است. کروموزوم ها در الگوریتم ژنتیک این پایان نامه شامل ۲۵ ژن می باشند. ژن i ام معرف وزن سهم i ام در سبد سهام می باشد. کروموزوم ها به صورت ($X_1,X_2,\ldots X_{25}$)تعریف شده اند. به دلیل اینکه بین سهام های سبد فروش استقراضی مجاز نمی باشد محدودیت های زیر را اعمال کرده ایم:

$$0 \le X_i < 1 \ , \ X_1 + X_2 + \ldots + X_{25} = 1$$

اپراتور تقاطع، تابعScattered می باشد. این تابع یک بردار دودویی تصادفی ایجاد نموده و سپس در هر مکان از این بردار با مقدار یک، ژن متناظر را از والد اول و در هر بار با مقدار صفر، ژن متناظر را از والد دوم برای ترکیب در قالب ژن های فرزند استفاده می کند. درصد تقاطع را با سعی و خطا برابر ۸۰٪ در نظر گرفته ایم. همچنین درصد جهش را ۱۰٪ جمعیت اولیه در نظر گرفته ایم. به منظور جهش نیز به طور تصادفی جای دو ژن کروموزوم مربوطه را تغییر می دهیم.

۳-۴- جامعه آماری و روش نمونه گیری

از آنجایی که تحقیق حاضر بر مبنای مطالعه نزدیک ترین اطلاعات منتشر شده مربوط به شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار می باشد، لذا جامعه آماری تحقیق حاضر را شرکت هایی تشکیل می دهند که بر اساس گزارش های آماری منتشرشده از سوی شرکت بورس اوراق بهادار تهران(شرکت مدیریت فناوری بورس تهران) در لیست ۵۰ شرکت فعال در سال ۱۳۹۰ قرار داشته باشند.

با توجه به جامعه آماری و داده های مورد نیاز برای تحقیق، تعداد ۲۵ شرکت از شرکت های فعال در بورس اوراق بهادار تهران که حجم بالای دادو ستد سهام آنها، مبین علاقه سرمایه گذاران برای خرید و فروش آنها می باشد، به عنوان نمونه (که تشکیل دهنده سبد سهام در این تحقیق می باشند) انتخاب شده اند. به منظور محاسبه بازده، واریانس سهام و محاسبات مربوط به ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک ازداده های مربوط به سال ۹۰ بهره برده ایم.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول (۳-۱) لیست شرکت های نمونه تحقیق به همراه بازده و ریسک آنها

ردیف	شرکت	بازده	انحراف معیار	بتا
۱	آذراب	۰,۰۰۸۴	۰,۱۵۷۰	۰,۳۱۲
۲	ایران ترانسفو	۰,۰۰۳۶	۰,۱۸۳۰	۰,۱۶۵
۳	ایران خودرو دیزل	-۰,۰۰۱۸	۰,۱۳۱۰	۱,۹۶۱
۴	پتروشیمی اصفهان	۰,۰۶۴۵	۰,۱۸۸۲	۳,۲۴۶
۵	توسعه صنایع بهشهر	۰	۰,۱۳۰۲	۱,۲۸۶
۶	تولی پرس	-۰,۰۱۰۵	۰,۰۷۰۱	۱,۶۸۱
۷	داروسازی جابرابن حیان	-۰,۰۱۲۶	۰,۰۶۶۳	۱,۰۷۶
۸	دارویی لقمان	۰,۰۰۲۱	۰,۰۶۶۰	۰,۴۸۵۵
۹	زامیاد	-۰,۰۳۲۹	۰,۰۹۷۹	۱,۷۳۷
۱۰	سایپا	-۰,۰۱۹۲	۰,۱۱۶۴	۲,۶۲۱
۱۱	سرمایه گذاری البرز	۰,۰۱۷۵	۰,۰۷۵۵	۱,۶۷۶
۱۲	سرمایه گذاری پارس توشه	۰,۰۲۰۷	۰,۱۱۹۵	۲,۶۹۲
۱۳	توسعه صنعتی ایران	-۰,۰۰۱۵	۰,۰۹۹۸	۱,۵۴۹
۱۴	توسعه معادن و فلزات	۰,۰۲۸۳	۰,۰۹۱۴	۱,۱۸۱
۱۵	سرمایه گذاری سپه	۰,۰۱۷۳	۰,۰۸۵۶	۱,۴۵۳
۱۶	سرمایه گذاری صنعت و معدن	۰,۰۰۶۱	۰,۰۷۷۸	۰,۹۸۸۵
۱۷	سرمایه گذاری غدیر	۰,۰۴۷۴	۰,۱۱۰۲	۱,۷۵۷۵
۱۸	سرمایه گذاری ملی ایران	-۰,۰۰۴	۰,۱۰۹۲	۲,۴۰۳
۱۹	سیمان تهران	۰,۰۰۶۷	۰,۰۷۷۷	۱,۰۹۴
۲۰	سیمان شمال	۰,۰۰۱۵	۰,۰۵۲۱	۱,۰۱۷
۲۱	سیمان فارس و خوزستان	۰,۰۰۵۹	۰,۰۷۷۵	۱,۴۸۸
۲۲	صنعتی بهشهر	۰,۰۵۲۱	۰,۱۲۶۲	-۱,۲۷۷
۲۳	کربن ایران	۰,۰۰۹۵	۰,۲۷۷۴	۲,۶۶
۲۴	صنایع لاستیکی سهند	-۰,۰۰۴۳	۰,۱۱۳۹	۱,۷۵۵
۲۵	نفت پارس	۰,۰۶۰۹	۰,۱۷۱۴	۱,۷۲۸

۴- نتایج تحقیق و یافته های تحلیل

۴-۱- تشکیل سبد سهام بهینه با استفاده از روش حل دقیق و الگوریتم ژنتیک

همان طوری که بیان شده یکی از اهداف این تحقیق تعیین میزان کارایی الگوریتم ژنتیک به عنوان یکی از الگوریتم های فراابتکاری در فرآیند بهینه سازی سبد سهام می باشد. بدین منظور در این

Archive of SID
www.SID.ir

تحقیق اینگونه عمل کرده ایم که، یکبار با استفاده از الگوریتم ژنتیک مرز کارای بهینه را به دست آورده و این مرز کارا را با مرز کارای حاصل از روش حل دقیق مقایسه می کنیم.

به منظور حل مدل مارکویتز با استفاده از روش حل دقیق از نرم افزار مطلب بهره برده ایم. همان طوری که در فصل دوم بیان کرده ایم، مدل مارکویتز یک مدل چند هدفه بوده که دراین تحقیق از مدل(۲-۳) برای حل آن بهره برده ایم. مدل(۲-۳) یک مدل با تابع هدف درجه دو بوده که دارای محدودیت های خطی می باشد. این مدل ها به مدل های برنامه ریزی درجه دو (Quadprog) معروف می باشند. شکل کلی این مدل همانگونه که در بخش سوم به آن اشاره شد(شکل۳-۱) در نرم افزار مطلب به صورت مدل زیر می باشد:

Equation

Finds a minimum for a problem specified by

$$\min_x \frac{1}{2}x^T Hx + f^T x \text{ such that } \begin{cases} A \cdot x \le b, \\ Aeq \cdot x = beq, \\ lb \le x \le ub. \end{cases}$$

H, *A*, and *Aeq* are matrices, and *f*, *b*, *beq*, *lb*, *ub*, and *x* are vectors.

به منظور حل این مدلاز دستور Portopt در نرم افزار مطلب بهره برده ایم. روش کار برای تشکیل مرز کارا در مدل مارکویتز بدین صورت می باشد که ماکزیمم و مینیمم بازده سهام های سبد را به دست آورده سپس فاصله بین این دو مقدار را به تعداد نقاط پیش فرض تشکیل دهنده مرز کارا تقسیم کرده که هر یک از این نقاط به عنوان حد پایین برای بازده سبد سهام در مدل۲-۳ در نظر گرفته می شود.

۴-۱-۱- نتایج حاصل از تشکیل سبد سهام بهینه با استفاده از روش حل دقیق

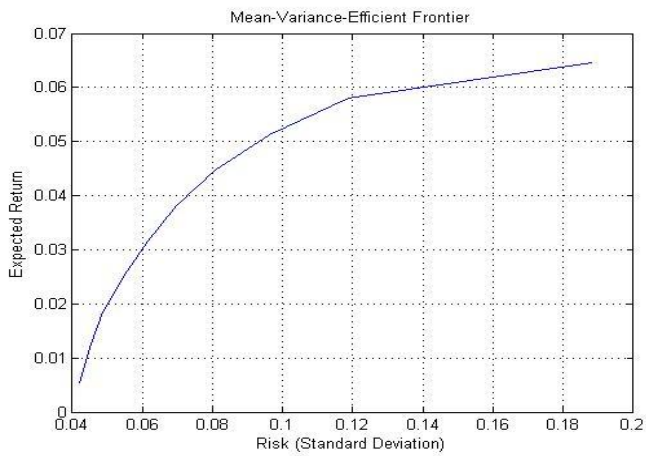
همان طوری که در فصل قبل بیان شده سبد سهام بهینه را از نمونه ۲۵تایی از شرکت های فعال در بورس اوراق بهادار تهران که حجم بالای دادو ستد سهام آنها، مبین علاقه سرمایه گذاران برای خرید و فروش آنها می باشد، تشکیل می دهیم.

تعداد نقاط تشکیل دهنده مرز کارای مارکویتز را به طور پیش فرض در نرم افزارمطلب به منظور تشکیل سبد با استفاده از روش حل دقیق ۱۰نقطه در نظر می گیریم. نتایج حاصله پس از اجرای الگوریتم حل دقیق برای این ۱۰نقطه در جدول(۴-۱)آورده شده است.همچنین در شکل(۴-۱) مرز کارای حاصل از سبدهای بهینه(۱۰سبد بهینه) ودرجدول(۴-۲) وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه(۱۰سبد بهینه) حاصل از روش حل دقیق آورده شده اند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول(۴-۱) ریسک و بازده نقاط کارای حاصل از روش حل دقیق

شماره نقطه کارا	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
بازده	۰,۰۰۵۴	۰,۰۱۲۰	۰,۰۱۸۶	۰,۰۲۵۱	۰,۰۳۱۷	۰,۰۳۸۲	۰,۰۴۴۸	۰,۰۵۱۴	۰,۰۵۷۹	۰,۰۶۴۵
انحراف معیار	۰,۰۴۲۱	۰,۰۴۵۰	۰,۰۴۸۸	۰,۰۵۴۶	۰,۰۶۱۴	۰,۰۶۹۸	۰,۰۸۰۷	۰,۰۹۶۴	۰,۱۱۸۸	۰,۱۸۸۱
واریانس	۰,۰۰۱۸	۰,۰۰۲۰۳	۰,۰۰۲۴	۰,۰۰۳۰	۰,۰۰۳۸	۰,۰۰۴۹	۰,۰۰۶۵۱	۰,۰۰۹۳	۰,۰۱۴۱۱	۰,۰۳۵۳۸



شکل(۴-۱) مرز کارای حاصل از روش حل دقیق

۴-۱-۲- نتایج حاصل از تشکیل سبد سهام بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

همان طوری که بیان کرده ایم یکی از اهداف اصلی این تحقیق بررسی کارایی الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام می باشد، که بدین منظور می بایست نتایج حاصله از بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک را با نتایج حل با روش دقیق مقایسه کرد، لذا تعداد نقاط تشکیل دهنده مرز کارای مارکویتز را مانند روش حل دقیق ۱۰نقطه در نظر گرفته و ۱۰بار مدل(۲-۳) را با حدود پایین مشابه در روش حل دقیق برای بازده، اجرا کرده ایم. در ادامه در جدول(۴-۳) نتایج آورده شده اند.

www.SID.ir

جدول(۴-۲) وزن های بهینه سهام در سبدهای بهینه حاصل از روش حل دقیق

portwts =

Columns 1 through 7

		وزن سهم سوم				وزن سهم هفتم	
0	0.0945	0	0	0.1633	0	0	نقطه کارای اول
0	0.0658	0	0	0.1650	0	0	نقطه کارای دوم
0	0.0408	0	0	0	0	0	نقطه کارای سوم
0	0.0228	0	0	0	0	0	▪
0	0.0010	0	0	0	0	0	▪
0	0	0	0	0	0	0	▪
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0.0762	0	0	0	
0	0	0	0.2330	0	0	0	نقطه کارای نهم
0	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0	0.0000	نقطه کارای دهم

Columns 8 through 14

						وزن سهم چهاردهم	
0.2356	0	0	0	0	0.0406	0.0536	نقطه کارای اول
0.1675	0	0	0	0	0	0.1660	نقطه کارای دوم
0.1989	0	0	0	0	0	0.1991	نقطه کارای سوم
0.1255	0	0	0	0	0	0.2591	▪
0.0424	0	0	0	0	0	0.3231	▪
0	0	0	0	0	0	0.3555	▪
0	0	0	0	0	0	0.3670	
0	0	0	0	0	0	0.1689	
0	0	0	0	0	0	0	نقطه کارای نهم
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	نقطه کارای دهم

Columns 15 through 21

						وزن سهم بیست و یکم	
0.0780	0.3101	0	0	0	0	0	نقطه کارای اول
0.0783	0.2932	0	0	0	0	0	نقطه کارای دوم
0	0.1180	0	0	0	0	0.2557	نقطه کارای سوم
0	0.0491	0	0	0	0	0.2549	▪
0	0	0	0	0	0	0.2463	▪
0	0	0.0056	0	0	0	0.1427	▪
0	0	0.0509	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	نقطه کارای نهم
0	0.0000	0.0000	0	0	0	0.0000	نقطه کارای دهم

Columns 22 through 25

			وزن سهم بیست و پنجم	
0	0	0.0243	0	نقطه کارای اول
0.0395	0	0	0.0247	نقطه کارای دوم
0.1468	0	0	0.0407	نقطه کارای سوم
0.2202	0	0	0.0684	▪
0.2940	0	0	0.0932	▪
0.3568	0	0	0.1394	▪
0.3907	0	0	0.1914	
0.4882	0	0	0.2667	
0.4321	0	0	0.3349	نقطه کارای نهم
0.0000	0	0	0	نقطه کارای دهم

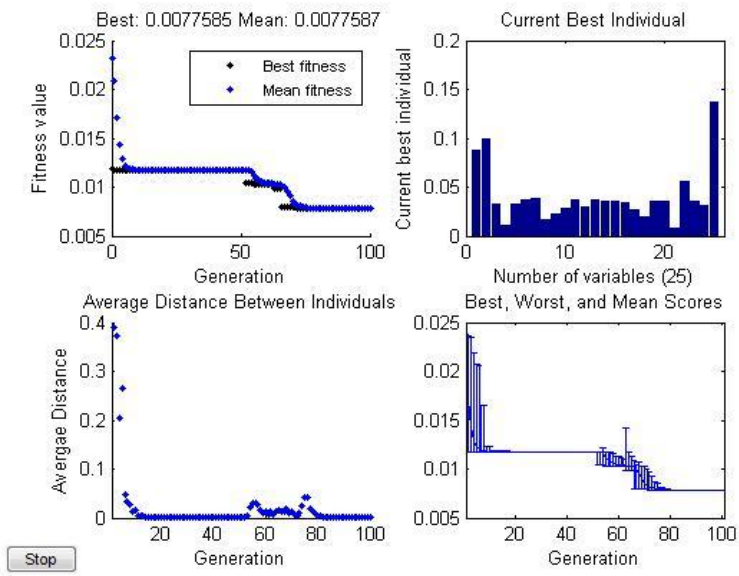
www.SID.ir

جدول(۴-۳)ریسک و بازده نقاط کارای حاصل از الگوریتم ژنتیک

شماره نقطه کارا	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
بازده	۰,۰۰۵۴	۰,۰۱۲۰	۰,۰۱۸۶	۰,۰۲۵۱	۰,۰۳۱۷	۰,۰۳۸۲	۰,۰۴۴۸	۰,۰۵۱۴	۰,۰۵۷۹	۰,۰۶۴۵
انحراف معیار	۰,۰۴۲۱	۰,۰۴۵۶	۰,۰۴۸۸	۰,۰۵۵۷	۰,۰۶۲۰	۰,۰۶۹۸	۰,۰۸۰۷	۰,۰۹۶۴	۰,۱۱۸۸	۰,۱۸۸۱
واریانس	۰,۰۰۱۸	۰,۰۰۲۰۸	۰,۰۰۲۴	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۳۸۵	۰,۰۰۴۹	۰,۰۰۶۵	۰,۰۰۹۳	۰,۰۱۴۱	۰,۰۳۵۳۸

البته نتایج جدول بالا را پس از تنظیم پارامترهای الگوریتم ژنتیک نظیر درصد اپراتورهای تقاطع، جهش، نوع تابع انتخاب و ... به دست آورده ایم. در ادامه نحوه بهبود جواب ها را در یکی از ران های الگوریتم در شکل(۴-۲) آورده ایم. همان طوری که در فصل سوم بیان کرده ایم تعداد نسل ها را برابر ۱۰۰ در نظر گرفته ایم که از نسلی به نسل بعدی شاهد بهبود تابع هدف (مینیمم واریانس سبد) هستیم.

همچنین کروموزوم ها در الگوریتم ژنتیک شامل ۲۵ژن می باشد که ژن i ام معرف وزن سهام i ام در سبد بوده که در شکل(۴-۲) نیزآمده است. همچنین درجدول(۴-۴) وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه(۱۰سبد بهینه) حاصل از الگوریتم ژنتیک آورده شده اند.



شکل(۴-۲) نحوه بهبود جواب ها در یکی از ران های الگوریتم ژنتیک

www.SID.ir

جدول(۴-۴)وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه حاصل از الگوریتم ژنتیک

	سهم ۱	سهم ۲	سهم ۳	سهم ۴	سهم ۵	سهم ۶	سهم ۷	سهم ۸	سهم ۹	سهم ۱۰	سهم ۱۱	سهم ۱۲
نقطه کارا ۱	0	0.1026	0	0	0.0394	0	0	0.2628	0	0	0	0
نقطه کارا ۲	0	0.0491	0	0	0.0998	0	0	0.1274	0	0	0	0
نقطه کارا ۳	0	0.0416	0	0	0	0	0	0.1953	0	0	0	0
نقطه کارا ۴	0	0.0329	0	0	0.0509	0	0	0.0792	0	0	0	0
نقطه کارا ۵	0	0	0	0	0.005	0	0	0.0234	0	0	0	0
نقطه کارا ۶	0	0	0	0	0.0281	0	0	0.0016	0	0	0	0
نقطه کارا ۷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۸	0	0	0	0.0676	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۹	0	0	0	0.247	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۱۰	0	0.001	0	0.9983	0	0	0	0	0	0	0	0

ادامه جدول(۴-۴) وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه حاصل از الگوریتم ژنتیک

	سهم ۱۳	سهم ۱۴	سهم ۱۵	سهم ۱۶	سهم ۱۷	سهم ۱۸	سهم ۱۹	سهم ۲۰	سهم ۲۱	سهم ۲۲	سهم ۲۳	سهم ۲۴	سهم ۲۵
نقطه کارا ۱	0.009	0.0669	0.0343	0.2135	0	0	0	0.0464	0.1569	0	0	0.0681	0
نقطه کارا ۲	0	0.158	0.074	0.2955	0	0	0	0.039	0.092	0.0653	0	0	0
نقطه کارا ۳	0	0.1831	0.0153	0.143	0	0	0	0	0.2293	0.1533	0	0	0.0391
نقطه کارا ۴	0	0.2646	0.0833	0.0693	0	0	0.0391	0	0.1105	0.2161	0	0	0.054
نقطه کارا ۵	0	0.3467	0.0678	0.0232	0.0004	0	0.0088	0	0.1641	0.2817	0	0	0.0788
نقطه کارا ۶	0	0.3846	0.0109	0	0	0	0.005	0	0.0808	0.3603	0	0	0.1288
نقطه کارا ۷	0	0.3621	0	0	0.0308	0	0	0	0.0068	0.3986	0	0	0.2017
نقطه کارا ۸	0	0.1674	0	0	0	0	0	0	0	0.487	0	0	0.278
نقطه کارا ۹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4419	0	0	0.3111
نقطه کارا ۱۰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0007	0	0

۴-۱-۳- مقایسه نتایج حاصل از تشکیل سبد سهام بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک و حل دقیق

با مقایسه جداول(۴-۱)و(۴-۳)و جداول(۴-۲)و(۴-۴)به نکات زیر پی می بریم :

۱. تابع هدف (مینیمم واریانس سبد) با حل به روش الگوریتم ژنتیک در بیشتر نقاط کارا تا ۴ رقم اعشار و در تمام نقاط تا ۳ رقم اعشار برابر با حل به روش دقیق می باشد، یعنی برابر با اکسترمم مطلق

www.SID.ir

می باشد که مبین کارایی بالای الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام می باشد البته در سبد هایی با ابعاد بالا(یعنی سبدهایی با تعداد سهام بالا)، از کارایی روش حل دقیق به دلیل محاسبات ریاضی بالا، کاسته می شود که در این زمان می توانیم از روش های فراابتکاری همچون الگوریتم ژنتیک بهره ببریم.

۲. وزن سهام تشکیل دهنده سبد های بهینه در دو روش بسیار مشابه می باشد .

۴-۲- تفکیک ریسک و تشکیل سبد سهام بهینه با توابع ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک

یکی دیگر از اهداف این تحقیق، تعیین تأثیر تفکیک ریسک کلی سبد به عناصر تشکیل دهنده آن بر روی سبدهای سهام بهینه و تفاوت های سبد های سهام بهینه با دو تابع ریسک متفاوت می باشد که بدین منظور به تشکیل سبدهای سهام بهینه با توابع ریسک های سیستماتیک و غیر سیستماتیک و مقایسه سبدهای بهینه با توابع ریسک متفاوت می پردازیم که نتایجه حاصله در ادامه آورده شده است .

همان طوری که در بخش دوم بیان شده است با توجه به مفروضات مدل تک عاملی داریم :

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{ei}^2$$

واریانس پسماند داراییi ام + ریسک سیستماتیک دارایی i ام = واریانس کل دارایی i ام

$$\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_m^2 + \sigma_{ep}^2$$

واریانس پسماند پرتفوی + ریسک سیستماتیک پرتفوی = واریانس کل پرتفوی

همین طور با توجه به مفروضات مدل تک عاملی ثابت می شود :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{N} x_i^2 \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} x_i x_j \beta_i \beta_j \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^{N} x_i^2 \sigma_{ei}^2$$

N = تعداد سهام ؛

x_i= وزن دارایی i ام در سبد سهام ؛

σ_m^2 = واریانس بازده بازار ؛

σ_{ei}^2 = واریانس پسماند دارایی i ام در سبد سهام ؛

βi= بتای دارایی i ام در سبد سهام.

۴-۲-۱- تشکیل سبد سهام بهینه با تابع ریسک سیستماتیک

ریسک سیستماتیک آن بخشی از واریانس سهام می باشد که نمی توان از طریق تنوع بخشی حذف کرد و ناشی از عوامل کلان اقتصادی و حرکت همزمان با پرتفوی بازار است. در این بخش و با توجه به

Archive of SID
www.SID.ir

اهداف تحقیق، مدل(۲-۳) با همان مفروضات قبلی وتنها این تفاوت که تابع ریسک را تابع ریسک سیستماتیک در نظر گرفته ایم، با الگوریتم ژنتیک حل کرده که تابع مذکور به صورت زیر می باشد :

$$\text{تابع ریسک سیستماتیک} = \sum_{i=1}^{N} x_i^2 \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} x_i x_j \beta_i \beta_j \sigma_m$$

در واقع در تابع ریسک بالا تنها عوامل کلان اقتصادی را لحاظ کرده وآن بخشی از ریسک که ناشی از عوامل خاص صنعت می باشدکه باتنوع بخشی قابل حذف می باشد را لحاظ نکرده ایم، که درجدول(۴-۵)نتایج آورده شده اند.همچنین در جدول(۴-۶)وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه (۱۰سبد بهینه) آورده شده اند.

جدول(۴-۵) ریسک سیستماتیک و بازده نقاط کارای حاصل از الگوریتم ژنتیک

شماره نقطه کارا	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
بازده	۰,۰۰۵۴	۰,۰۱۲۰	۰,۰۱۸۶	۰,۰۲۵۱	۰,۰۳۱۷	۰,۰۳۸۲	۰,۰۴۴۸	۰,۰۵۱۴	۰,۰۵۷۹	۰,۰۶۴۵
ریسک سیستماتیک	۰,۰۰۰۱۳	۰,۰۰۰۸۸	۰,۰۰۱۸	۰,۰۰۲۰	۰,۰۰۲۲	۰,۰۰۲۵	۰,۰۰۲۶	۰,۰۰۲۸	۰,۰۰۳۱	۰,۰۱۳۷

جدول(۴-۶) وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه با تابع ریسک سیستماتیک حاصل از الگوریتم ژنتیک

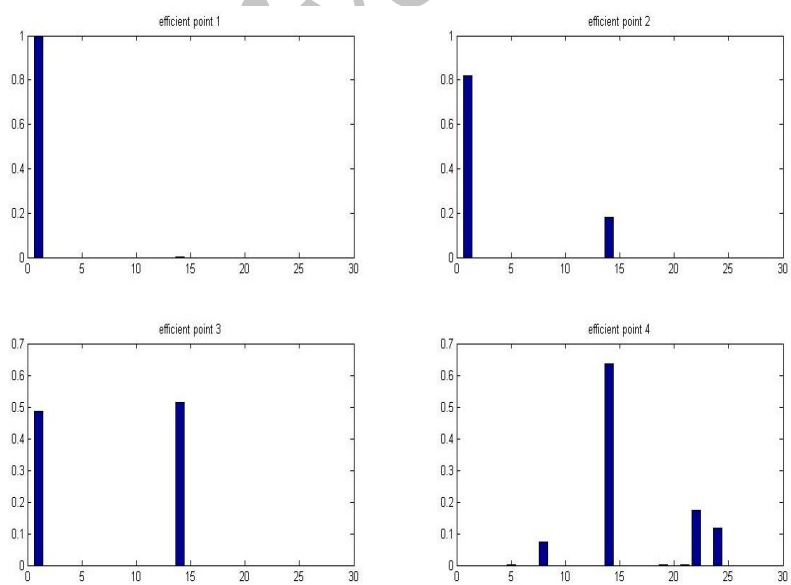
	سهم ۱	سهم ۲	سهم ۳	سهم ۴	سهم ۵	سهم ۶	سهم ۷	سهم ۸	سهم ۹	سهم ۱۰	سهم ۱۱	سهم ۱۲
نقطه کارا ۱	0.99962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۲	0.8191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۳	0.48744	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۴	0	0	0	0	0.00055	0	0	0.07325	0	0	0	0
نقطه کارا ۵	0	0.28404	0	0	0.21222	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۶	0	0.15683	0	0	0.22518	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۷	0	0.18777	0	0	0.0877	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۸	0	0.00038	0	0	0.08071	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۹	0	0.03673	0	0	0.0147	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۱۰	0	0.00098	0	0.998	0	0	0	0	0	0	0	0

www.SID.ir

ادامه جدول(۴-۶)وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه با تابع ریسک سیستماتیک حاصل از الگوریتم ژنتیک

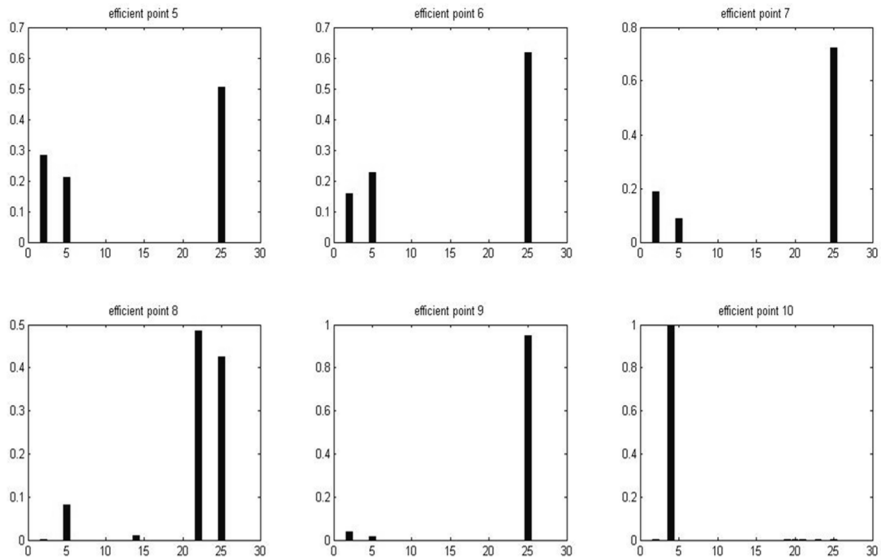
	سهم ۱۳	سهم ۱۴	سهم ۱۵	سهم ۱۶	سهم ۱۷	سهم ۱۸	سهم ۱۹	سهم ۲۰	سهم ۲۱	سهم ۲۲	سهم ۲۳	سهم ۲۴	سهم ۲۵
نقطه کارا ۱	0	0.0004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۲	0	0.1809	0	0	0	0	3.07E-33	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۳	0	0.51256	0	0	0	0	1.37E-33	5.14E-19	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۴	0	0.63514	0	0	0	0	0.00027	2.49E-18	0.00013	0.17195	1.78E-17	0.1187	0
نقطه کارا ۵	0	0	0	0	0	0	2.43E-20	6.62E-20	0	0	0	0	0.50373
نقطه کارا ۶	0	0	0	0	0	0	1.32E-20	0	6.03E-21	1.14E-20	7.83E-21	5.46E-20	0.61799
نقطه کارا ۷	0	0	0	0	0	0	0	1.85E-17	5.25E-18	0	8.06E-18	2.82E-17	0.72453
نقطه کارا ۸	0	0.00899	0	0	0	0	0	0	6.32E-21	0.48517	1.88E-19	0	0.42475
نقطه کارا ۹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.82E-20	0	0.94857
نقطه کارا ۱۰	0	0	0	0	0	0	1.26E-13	1.63E-14	1.24E-13	0	0.00098	0	8.80E-14

نمودارهای سبد های بهینه را نیز به منظور مشخص شدن نحوه توزیع وزن های سهام در شکل(۴-۳) در ادامه آورده شده اند. همان طوری که مشخص است تنوع سبدها بسیار پایین است.



شکل(۴-۳) نمودارهای سبد های بهینه با تابع ریسک سیستماتیک حاصل از الگوریتم ژنتیک

www.SID.ir



ادامه شکل(۴-۳) نمودارهای سبد های بهینه با تابع ریسک سیستماتیک حاصل از الگوریتم ژنتیک

۴-۲-۲- تشکیل سبد سهام بهینه با تابع ریسک غیر سیستماتیک

ریسک غیر سیستماتیک آن بخشی از واریانس سهام می باشد که می توان از طریق تنوع بخشی حذف کرد و ناشی از عوامل کلان داخلی خود شرکت می باشد. در این بخش و با توجه به اهداف تحقیق، مدل(۲-۳)را با همان مفروضات قبلی و با تنها این تفاوت که تابع ریسک را تابع ریسک غیر سیستماتیک در نظر گرفته ایم، با الگوریتم ژنتیک حل کرده که تابع مذکور به صورت زیر می باشد :

تابع ریسک غیر سیستماتیک $=\sum_{i=1}^{N} x_i^2 \sigma_{ei}^2$

در ادامه در جدول(۴-۷)نتایج آورده شده اند. همچنین در جدول(۴-۸) وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه(۱۰ سبد بهینه) آورده شده اند .

www.SID.ir

جدول(۴-۷) ریسک غیر سیستماتیک و بازده نقاط کارای حاصل از الگوریتم ژنتیک

شماره نقطه کارا	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
بازده	۰,۰۰۵۴	۰,۰۱۲۰	۰,۰۱۸۶	۰,۰۲۵۱	۰,۰۳۱۷	۰,۰۳۸۲	۰,۰۴۴۸	۰,۰۵۱۴	۰,۰۵۷۹	۰,۰۶۴۵
ریسک غیر سیستماتیک	۰,۰۰۰۱۲۵	۰,۰۰۰۸۸۷	۰,۰۰۱۷۶	۰,۰۰۰۸۵۲	۰,۰۰۱۷۷	۰,۰۰۲۵۶۶	۰,۰۰۴۸۹۷	۰,۰۰۳۰۲۸	۰,۰۱۰۱۴	۰,۰۱۳۶۳

جدول(۴-۸)وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه با تابع ریسک غیر سیستماتیک حاصل از الگوریتم ژنتیک

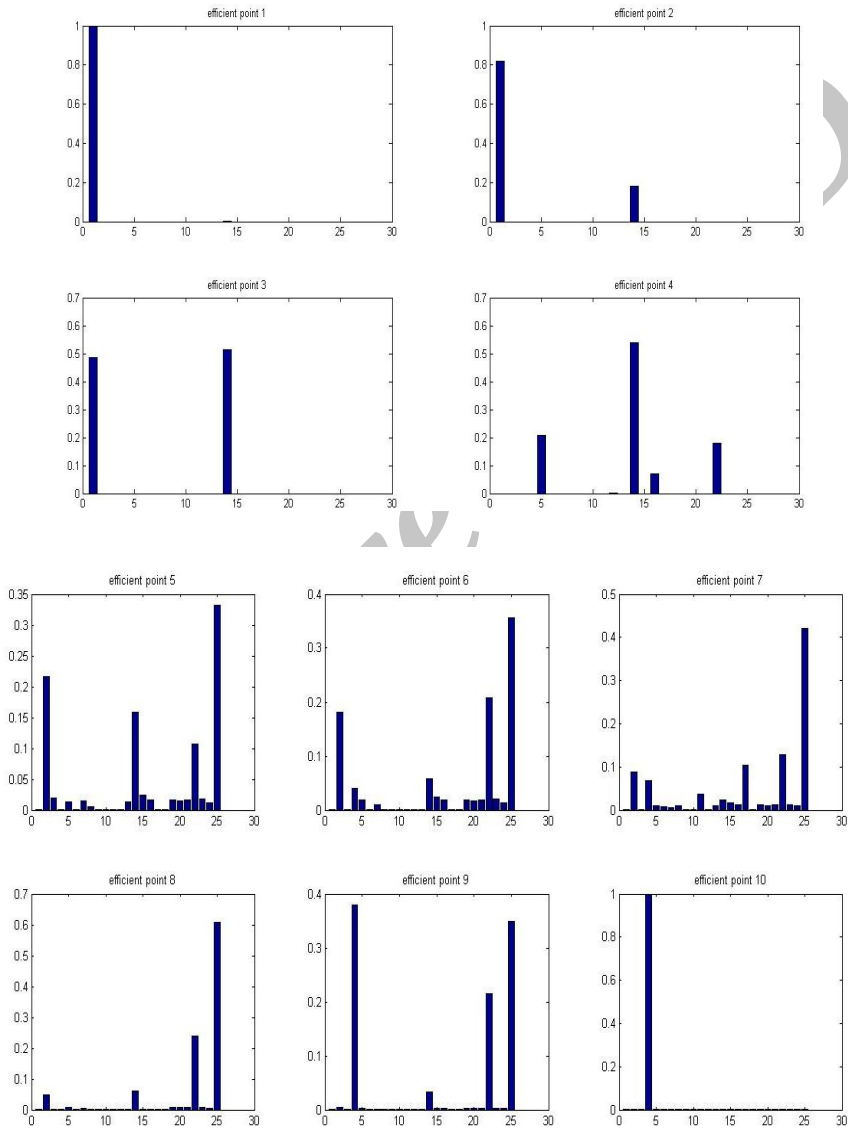
	سهم ۱	سهم ۲	سهم ۳	سهم ۴	سهم ۵	سهم ۶	سهم ۷	سهم ۸	سهم ۹	سهم ۱۰	سهم ۱۱	سهم ۱۲
نقطه کارا ۱	0.99923	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۲	0.8191	0	0	1.54E-33	0	0	1.35E-33	0	1.35E-33	0	3.08E-33	0
نقطه کارا ۳	0.48744	0	3.02E-20	0	0	0	1.51E-20	0	0	0	7.55E-21	0
نقطه کارا ۴	0	0	1.57E-19	0	0.20922	1.10E-18	1.06E-19	0	0	0	0	0.00026
نقطه کارا ۵	8.96E-07	0.21637	0.02017	1.36E-08	0.01394	3.67E-08	0.0148	0.00542	8.68E-07	1.29E-06	7.54E-08	6.02E-07
نقطه کارا ۶	8.47E-07	0.18038	1.15E-06	0.041	0.01937	1.97E-08	0.00991	1.58E-06	1.68E-06	1.40E-06	1.65E-06	1.06E-06
نقطه کارا ۷	5.02E-08	0.08847	4.81E-07	0.06791	0.01028	0.00692	0.00633	0.01047	3.66E-08	2.22E-07	0.03586	1.70E-06
نقطه کارا ۸	6.87E-08	0.04794	1.13E-06	1.30E-07	0.0065	5.40E-07	0.00419	0.00068	1.32E-06	1.63E-06	1.38E-06	1.62E-06
نقطه کارا ۹	1.74E-06	0.0039	1.38E-06	0.37931	0.00221	1.08E-07	0.00177	1.86E-06	9.29E-07	5.27E-07	1.28E-06	6.95E-08
نقطه کارا ۱۰	1.29E-13	0.00098	1.18E-13	0.99805	1.18E-13	1.21E-13	1.23E-13	1.20E-13	1.43E-13	1.30E-13	1.56E-13	1.67E-13

ادامه جدول(۴-۸)وزن های بهینه سهام در سبد های بهینه با تابع ریسک غیر سیستماتیک حاصل از الگوریتم ژنتیک

	سهم ۱۳	سهم ۱۴	سهم ۱۵	سهم ۱۶	سهم ۱۷	سهم ۱۸	سهم ۱۹	سهم ۲۰	سهم ۲۱	سهم ۲۲	سهم ۲۳	سهم ۲۴	سهم ۲۵
نقطه کارا ۱	0	0.0008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
نقطه کارا ۲	0	0.1809	5.78E-34	7.70E-34	0	0	0	0	0	4.62E-33	0	0	0
نقطه کارا ۳	0	0.51256	0	0	7.55E-21	0	0	0	2.27E-20	0	0	0	9.06E-20
نقطه کارا ۴	0	0.53847	3.93E-20	0.07122	0	0	0	0	0	0.18083	0	0	0
نقطه کارا ۵	0.0127	0.15831	0.02438	0.0168	6.88E-08	1.23E-06	0.01702	0.01436	0.01645	0.10708	0.01848	0.01191	0.33185
نقطه کارا ۶	7.82E-07	0.05755	0.02355	0.01834	1.78E-08	9.20E-07	0.01823	0.0161	0.01799	0.208	0.02003	0.0134	0.35617
نقطه کارا ۷	0.00925	0.02372	0.01611	0.01224	0.10453	8.57E-07	0.01218	0.0109	0.01205	0.12928	0.01324	0.00909	0.42118
نقطه کارا ۸	1.16E-06	0.05983	9.75E-07	1.09E-06	5.39E-07	1.22E-06	0.00744	0.00658	0.0073	0.23773	0.00795	0.0056	0.60823
نقطه کارا ۹	6.50E-07	0.03245	0.00292	0.0025	1.60E-06	1.97E-08	0.00253	0.00233	0.00245	0.2144	0.00264	0.00209	0.34849
نقطه کارا ۱۰	1.18E-13	1.92E-13	1.55E-13	1.25E-13	2.35E-13	1.18E-13	1.26E-13	1.19E-13	1.24E-13	7.76E-13	0.001	1.18E-13	8.80E-14

www.SID.ir

نمودارهای سبد های بهینه را نیز به منظور مشخص شدن نحوه توزیع وزن های سهام در شکل(۴-۴) ادامه آورده شده اند. همان طوری که مشخص است تنوع سبدها بیشتر از سبدها با تابع ریسک سیستماتیک است.



شکل(۴-۴) نمودارهای سبد های بهینه با تابع ریسک غیر سیستماتیک حاصل از الگوریتم ژنتیک

www.SID.ir

۴-۲-۳- مقایسه نتایج حاصل ازتشکیل سبدسهام بهینه باتوابع ریسک سیستماتیک وغیر سیستماتیک

با توجه به بخش های قبلی چنانچه سرمایه گذار به دنبال مینیمم کردن هر یک از ریسک های کلی، سیستماتیک و غیر سیستماتیک باشد می بایست هر کدام از سبد های بهینه مربوطه را انتخاب کند.

با توجه به نمودارها سبد های بهینه تنوع سهام در سبدهایی با تابع ریسک غیر سیستماتیک بسیار بیشتر از سبدهایی با تابع ریسک سیستماتیک (همان طوری که انتظار داشتیم) می باشد زیرا همان طوری که قبلاً بیان شده است ریسک غیر سیستماتیک که مربوط به عوامل خرد و خود شرکت می باشد با افزایش تنوع کاهش می یابد برخلاف ریسک سیستماتیک که مربوط به عوامل کلان اقتصادی می باشد، لذا منطقی است که سبد هایی با تابع ریسک غیر سیستماتیک از تنوع سهام بیشتری نسبت به سبدهایی با تابع ریسک سیستماتیک که تنها وابسته به بتا می باشند، برخوردار باشند.

۵- بحث و نتیجه گیری

۵-۱- نتیجه گیری

دراین قسمت به سؤال مطرح شده بر اساس تحلیل خروجی ها که دربخش چهارم صورت گرفت پاسخ داده خواهد شد .

نتایج تحقیق در پاسخ به سؤال تحقیق که به دنبال بررسی کارایی الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام بر مبنای مدل مارکویتز می باشد و پس از تحلیل خروجی ها درفصل چهارم بدست آمده نشان می دهد که:

ریسک و بازده دو عاملی هستند که همواره در حوزه سرمایه گذاری مطرح بوده اند. به مرور زمان ریسک در مقابل بازده، ماهیت جامع تری به خود گرفته و روش هایی جهت کمی نمودن، اندازه گیری یا به عبارتی مدیریت ریسک سرمایه گذاران در راستای اتخاذ تصمیمات مالی از شاخص های جدیدی استفاده می کردند. از طرفی همزمان با به وجود آمدن مدل هایی جهت بهینه سازی سبد سهام که مهم ترین آن مدل مارکویتز بوده، لزوم شناخت روش های حل این مدل ها نیز از اهمیت بسزایی برخوردار شده اند.به مرور زمان به دلیل پاره ای از مشکلات از جمله پیچیدگی های محاسباتی، زمان بر بودن و ابعاد بالای مسائل در کنار روش های حل دقیق، روش های فرابتکاری نیز برای حل مدل های بهینه سازی سبد سهام به وجود آمده اند. لذا لزوم شناخت از میزان کارایی این روش ها نیز مهم جلوه کرده است، یکی از مهم ترین این روش ها الگوریتم ژنتیک می باشد که یکی از اهداف این تحقیق

Archive of SID
www.SID.ir

بررسی میزان کارایی آن در بهینه سازی سبد سهام بوده است که بدین منظور در این تحقیق اینگونه عمل کرده ایم که، یکبار با استفاده از الگوریتم ژنتیک مرز کارای بهینه را به دست آورده واین مرز کارا را با مرز کارای حاصل از روش حل دقیق مقایسه کرده ایم.

البته ابعاد مسئله را برابر ۲۵سهم در نظر گرفته ایم تا در یک زمان محاسباتی معقول به جواب بهبنه در هر دو روش حل دست یابیم. علی رغم اینکه الگوریتم ژنتیک یک روش حل دقیق نبوده و جواب بهینه مطلق را محاسبه نمی کند جواب های حاصله مبنی بر برابر بودن جواب ها تا ۴ رقم اعشار در بیشتر مواقع و تا ۳ رقم اعشار در تمام مواقع با جواب های حل دقیق که همان اکسترمم های مطلق می باشند بوده است که نشان دهنده کارایی بالای الگوریتمژنتیک در بهینه سازی سبدسهام می باشد.

از طرفی این تحقیق تعیین تأثیر تفکیک ریسک کلی سبد به عناصر تشکیل دهنده آن بر روی سبد سهام بهینه و تفاوت های سبد های بهینه با دو تابع ریسک متفاوت بوده که بدین منظور به تشکیل سبدهای سهام بهینه با توابع ریسک های سیستماتیک و غیر سیستماتیک و مقایسه سبد های سهام بهینه با توابع ریسک متفاوت پرداخته که با توجه به نتایج حاصله سرمایه گذار چنانچه به دنبال حداقل کردن هر کدام از ریسک های سیستماتیک، غیر سیستماتیک و ریسک کلی بوده به سبد سهام بهینه مربوطه رجوع می کند. از طرفی با مقایسه سبد های بهینه حاصل از حل با تابع ریسک های سیستماتیک و غیر سیستماتیک به نتیجه جالبی رسیده ایم.

با توجه به نمودارهای سبد های سهام بهینه تنوع سهام در سبدهایی با تابع ریسک غیر سیستماتیک بسیار بیشتر از سبدهایی با تابع ریسک سیستماتیک (همان طوری که انتظار داشتیم) می باشد زیرا همان طوری که قبلاً بیان شده است ریسک غیر سیستماتیک که مربوط به عوامل خرد و خود شرکت می باشد با افزایش تنوع کاهش می یابد برخلاف ریسک سیستماتیک که مربوط به عوامل کلان اقتصادی می باشد، لذا منطقی است که سبد هایی با تابع ریسک غیر سیستماتیک از تنوع سهام بیشتری نسبت به سبدهایی با تابع ریسک سیستماتیک که تنها وابسته به بتا می باشند، برخوردار باشند.

۵-۲- بحث و مقایسه

چن و همکارانش (۲۰۱۱) در مقاله ای با عنوان «الگوریتم ژنتیک رابطه ای به همراه جهش هدایت شده برای بهینه سازی پرتفوی مقیاس بزرگ» که از مهمترین تحقیقات اخیر در زمینه موضوع تحقیق می باشد از الگوریم ژنتیک رابطه جهت بهینه سازی پرتفوی استفاده نموده است.

برای انتخاب مؤثرترین پرتفوی، الگوریتم ژنتیک رابطه ای ضرایب همبستگی بین برندهای سهام را به عنوان قدرت در نظر می گیرد که نشان دهنده رابطه بین گره ها در هریک از الگوریتم ژنتیک رابطه

Archive of SID
www.SID.ir

ایمی باشد، جهش هدایت شده پرتفوی جدید را مطابق با مقدار میانگین ضرایب همبستگی بین سهام تولید می کند، که به معنی قابلیت بهره برداری از تکامل الگوریتم ژنتیک رابطه ای است. برنامه نویسی شبکه ژنتیک برای اعتبار دهی عملکردپرتفوی تولید شده بوسیله الگوریتم ژنتیک رابطه ای با جهش هدایت شده به کار گرفته شده است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که راهکار الگوریتم ژنتیک رابطه ای با جهش هدایت شده مؤفق بوده است و پرتفوی به دست آمده در محدوده یا نزدیک به محدوده ی قابل قبول می گنجد.در تحقیق حاضر همانند این مقاله سبدسهام نیز متشکل از۲۵ شرکت از شرکت های فعال در بورس می باشد(برندهای سهام) و از تمام اپراتورهای ژنتیکی مرسوم (تقاطع۸۰٪، جهش۱۰٪ و تولیدمجدد۱۰٪) استفاده شده است در صورتی که در این مقاله فقط از اپراتور ژنتیکی جهش استفاده شده است.

لین و لیو(۲۰۰۸)، مدل مارکویتز را با محدودیت حداقل مقدار خرید به سه طریق مدل نمودند . نتایج نهایی نشان داد که الگوریتم های ژنتیک برای این مدل ها می توانند نقطه نزدیک به بهینه در حداقل زمان قابل قبول را به دست آورند. در تحقیق ما همان گونه که در فصل چهارم بیان شده است نتایج حاصله تا چهار رقم اعشار برابر اکسترمم های مطلق شده اند.

لین و ژن(۲۰۰۷) در تحقیقی یک الگوریتم ژنتیک دو مرحله ای را برای حل مسئله بهینه سازی سبد سهام چند منظوره به کار بردند. عملگرهای مورد استفاده در این تحقیق، عملگر تقاطع یک نقطه برش، عملگر جهش الحاقی و عملگر انتخاب چرخ رولت بود. نتایج تحقیق نشان داد اعتبار و کارایی الگوریتم مربوطه در بهینه سازی سبد سهام می باشد. در تحقیق ما، برخلاف تحقیق لین اپراتور تقاطع، تابع Scattered می باشد. این تابع یک بردار دودویی تصادفی ایجاد نموده و سپس در هر مکان از این بردار با مقدار یک ژن متناظر را از والد اول و در هر بار با مقدار صفر، ژن متناظر را از والد دوم برای ترکیب در قالب ژن های فرزند استفاده می کند همچنین از تابعRankبه منظور مقیاس بندی در الگوریتم ژنتیک استفاده شده است.به منظور تعیین میزان کاراییالگوریتم ژنتیک نیزبرخلاف تحقیق لین، نتایج حاصل را با اکسترمم های مطلق مقایسه کرده ایم.

رضائی پندری و همکاران(۱۳۹۰) در مقاله ای با عنوان «به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پرتفولیوی بهینه ای با اهداف غیر خطی(بورس اوراق بهادار تهران)» که در مقایسه جواب حاصل از الگوریتم ژنتیک با مدل کلاسیک مارکویتز و مدل آرمانی با اهداف خطی و غیر خطی(درجه دوم) نشان می دهد؛ اگر چه بازدهی پرتفلیوحاصل از الگوریتم ژنتیک کمتر از مدل های دیگر است، اما کاهش بازدهی با کاهش ریسک جبران شده است و معیارهای تعدیل شده بر مبنای ریسک بر بهتربودن جواب حاصل از الگوریتم ژنتیک صحه می گذارد. همچنین پرتفولیوی حاصل، تنوع بیشتری نسبت به پرتفولیو

Archive of SID
www.SID.ir

مدل های دیگر دارد. در حالی که در تحقیق حاضر کارایی روش الگوریتم ژنتیک با روش حل دقیق برابر بوده و این نشان از کارائی بالای روش الگوریتم ژنتیک دارد.

گرکزو همکاران(۱۳۸۸) درمقاله ای با عنوان «انتخاب وبهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک براساس تعاریف متفاوتی از ریسک» انجام داده اند که نتایج تحقیق حکایت از توانایی فوق- العاده الگوریتم ژنتیک در به دست آوردن نقاط بهینه، این اطمینان خاطر را برای سرمایه گذار ایجاد نمود که نقطه بهینه به دست آمده، نقطه بهینه اصلی می باشد و مسئله در دام نقاط بهینه محلی گرفتار نشده است. از سوی دیگر این تحقیق نشان داد که مسائل بهینه سازی سبد سهام می تواند به راحتی در زمانی نسبتاً کوتاه (کمتراز چند دقیقه) با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل شود. در صورتی در مقاله بالا ریسک کل در نظر گرفته شده است، درتحقیق حاضر ما پرتفوی بهینه هم را براساس ریسک کل و هم بر اساس اجزای تشکیل دهنده آن(ریسک سیستماتیک و ریسک غیر سیستماتیک) به دست آورده ایم و سرمایه گذاری می تواند با توجه به ریسک پذیری خود یکی از سه سبد سهام را انتخاب کند.

مدرس و محمدی استخری(۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان «انتخاب یک سبدسهام ازبین شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادارتهران با استفاده از مدل بهینه سازی الگوریتم ژنتیک» انتخاب پرتفویی از سهام در بورس اوراق بهادار تهران، با اهداف حداکثر بازدهی و حداقل واریانس را با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه کرده است. نتایج این تحقیق حاکی از وجود اختلاف معنادار و برتری قابل توجه نتایج الگوریتم ژنتیک در سبدهای ۱۰،۱۵و۲۵ سهمی بود، همچنین در این تحقیق مشخص شد که بازدهی سبدهای نخست از سبدهای تشکیل شده تصادفی، بیشتر است. در صورتی که در تحقیق حاضر کلیه سبدهای سهام در نظرگرفته شده ۲۵ سهمی بوده اند که در هر مرحله بهینه سازی به تابع هدف که حداقل کردن واریانس بود نزدیک تر می شدیم به طوری که جواب های بهینه ما تا ۳ رقم اعشار برابر با روش حل دقیق بوده است.

۵-۳- محدودیت های تحقیق

معمولاًهر محقق برای شروع و ادامه کار پژوهشی خود با موانع و محدودیت هایی مواجه خواهد شد از جمله مشکلات و محدودیت هایی که این تحقیق با آن روبرو شده عبارت اند از :

۱. محدود بودن مطالعات و تحقیقات داخلی در زمینه پرداختن به انتخاب سبد سهام بهینه بر مبنای روش الگوریتم ژنتیک و تفکیک ریسک کلی به دوبخش ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک ؛
۲. ناکافی و ناقص بودن اطلاعات مورد نیاز در سایت های مختلف فعال در زمینه بازار سرمایه ؛
۳. کمبود منابع جامع در زمینه منابع ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک، مشکل ساز بود.

Archive of SID
www.SID.ir

۵-۴- پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی

با توجه به نتایج حاصله در حین و پس از تحقیق، مطالب زیر پیشنهاد می گردد:

۱. پیشنهاد می شود تحقیق حاضر را با سبد هایی با ابعاد متفاوت دوباره انجام داد و نتایج را با یکدیگر مقایسه کرد که پیش بینی می شود در مسائلی با ابعاد بیشتر کارایی الگوریتم ژنتیک افزایش می یابد ؛

۲. در پایان نامه حاضر صرفاً نتایج به وسیله الگوریتم ژنتیک بدست آمدند. می توان از روش های فراابتکاری دیگری همانند ParticleSwarm و یا AntColony استفاده کرد ؛

۳. این تحقیق را به صورت مشابه بر روی سبدهای سهامی از صنعت های متفاوت در بورس اوراق بهادار انجام داده تا تأثیر نوع صنعت به عنوان یکی از عوامل ریسک را بر روی نتایج حاصله بررسی کنیم ؛

۴. با توجه به اینکه زمان محاسباتی یکی از شاخص های مهم برای بعضی از مدیران می باشد پیشنهاد می شود تحقیق مذکور را با مسئله ای با بعد بسیار بالا حل کرده و از ریسک حاصله و ران تایمه حاصله از دو روش حل(حل دقیق و الگوریتم ژنتیک) به عنوان دو معیار تصمیم گیری برای انتخاب روش حل، استفاده کرد.

فهرست منابع

* اسلامی بیدگلی غلامرضا، هیبتی فرشاد، رهنمای رودپشتی فریدون، (۱۳۸۸)، تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری و مدیریت سبد اوراق بهادار، چاپ سوم، تهران:انتشارات پژوهشکده امور اقتصادی، ترجمه کتاب:*InvestmentAnalysis &Protfolio Management* تألیف *Frank k. Reilly / Keith .C. Brown*
* تقوی فرد محمد تقی، منصوری طاها، خوش طینت محسن، (۱۳۸۶)، ارائه یک الگوریتم فراابتکاری جهت انتخاب سبد سهام بادرنظرگرفتن محدودیت های عدد صحیح، فصلنامه پژوهش های اقتصادی، سال هفتم، شماره ۴، صفحات۶۹-۴۹.
* تهرانی رضا، (۱۳۸۷)، مدیریت مالی، چاپ چهارم، تهران: انتشارات نگاه دانش، ۵۰۷ صفحه.
* تهرانی رضا، نوربخش رضا، (۱۳۸۸)، مدیریت سرمایه گذاری، تهران: انتشارات نگاه دانش، چاپ پنجم، ۶۸۵ صفحه. ترجمه کتاب: Investment Analysis and Management. تألیف Charles P.Jones
* راعی رضا، (۱۳۸۱)، تشکیل سبد سهام برای سرمایه گذاری مخاطره پذیر: مقایسه شبکه های عصبی و مارکوویتز، مجله پیام مدیریت، شماره۲ ، صفحات ۹۶-۷۸.
* راعی رضا، پویان فراحمد (۱۳۸۳)، مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته، چاپ ششم، تهران: انتشارات سمت، ۶۰۰ صفحه.

Archive of SID
www.SID.ir

* رضائی پندری عباس، آذرعادل، رعیتی شوازی علیرضا، (۱۳۹۰)، به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پرتفولیوی بهینه ای با اهداف غیر خطی (بورس اوراق بهادار تهران)، فصلنامه پژوهش های اقتصادی، سال شانزدهم، شماره۴۸، صفحات ۱۳۴-۱۰۹.
* شاه علیزاده محمد، (۱۳۸۰)، مدیریت سبد سهام، تهران: انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۶۸صفحه، ترجمه کتاب *Investment : Analysis and Management* تألیف *Charles P. Jones*
* عبدالعلی زاده شهیر سیمین، عشقی کوروش، (۱۳۸۲)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در انتخاب یک مجموعه دارایی از سهام بورس اوراق بهادار، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، شماره۱۷، زمستان ۱۳۸۲، صفحات ۱۹۲-۱۷۵.
* فدائی نژاد اسماعیل، اقبال نیا محمد، (۱۳۸۵)، طراحی مدلی برای مدیریت ریسک سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مفهوم ارزش در معرض ریسک، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت.
* فرزین وش اسدالله، اسماعیلی رضا، (۱۳۷۸)، تحلیل ریسک و بازده سهام شرکت های سرمایه گذاری در بورس تهران، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۵۵، صفحات ۲۵-۱.
* گرکزمنصور، ابراهیم عباسی، مطهره مقدسی، (۱۳۸۹)، انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک بر اساس تعاریف متفاوتی از ریسک، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سال پنجم، شماره ۱۱، صفحات ۱۳۶-۱۱۵.
* مدرس احمد، محمدی استخری نازنین، (۱۳۸۶)، انتخاب یک سبد سهام از بین شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل بهینه سازی الگوریتم ژنتیک، مجله توسعه و سرمایه، سال اول، صفحات ۹۲-۷۱.
* مولایی محمدعلی، آرش طالبی، (۱۳۸۹)، بررسی کاربرد الگوریتم ابتکاری – ترکیبی ژنتیک و نلدر – مید در بهینه سازی پرتفوی دو فصلنامه علمی – پژوهشی جستارهای اقتصادی، سال هفتم، شماره۱۱، صفحات ۲۰۴-۱۷۱.
* نبوی چاشمی سیدعلی، پورباباگل حمزه، داداش پور عمرانی احمد، (۱۳۹۱)، ارزیابی عملکرد تخمین زننده های ارزش در معرض خطر با استفاده از الگوریتم ژنتیک، فصلنامه دانش سرمایه گذاری، سال اول، شماره اول، صفحات ۴۱-۱۳.
* نویدی حمید رضا، نجومی مرکید احمد رضا، میرزا زاده حجت، (۱۳۸۸)، تشکیل پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم های ژنتیک، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۹، صفحات ۲۶۲-۲۴۳.

Archive of SID
www.SID.ir

* Alexander S, Coleman T F, Li Y. 2006. Minimizing cvar and var for portfolio of derivatives. Journal of Banking and Finance, 30(2):pp.538-605.
* Chen Y, Mabu SH, HirasawaK. 2011. Genetic relation algorithm whit guided mution for the large – scale portfolio optimization" Expert System Whit Applications ,An International journal , pp.3353-3363.
* De Giorgi, E. 2002. A note on portfolio selection under various risk measures.Working Paper 122, Institute of Empirical Research in Economics, University of Zurich.
* Konno H,Yamazaki H. 1991. Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to tokyo stock market. Management Science, 37(5):pp.519-531.
* Levy H, Sarnat M. 1972.Safety first — an expected utility principle. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 7,pp 1829–1834.
* Levy H, Sarnat M. 1984. Portfolio and investment Selection, Prentice Hall.
* Linsmeier T J, Pearson N D. 2000. Value at risk, Financial Analysts Journal,56(2):pp47-67.
* Mansini R, Ogryczak, Wlodzimierz, Speranza M.G. 2003. LP solvable models for portfolio optimization: A classification and computational comparison, IMA Journal of Management Mathematics,14,pp.187-220.
* Markowitz H. 1952. Portfolio selection. Journal of Finance, 7(1):pp.77-91.
* Markowitz H. 1959. Portfolio allocation: E_cientdiversi_cation of investments, John Wiley & Sons, Inc. New York. A Cowles Foundation Monograph.
* Markowitz H. 1991. Foundations of portfolio theory. Journal of Finance, 46(2):pp.469-477.
* Rajan M, Gnanendran K1998. Alternative risk measures in portfolioselection:Variancevssemivariance. In Proceedings of the Annual Meeting-Decision SciencesInstitute, volume 1, pp. 259-261, San Diego, CA.
* Roy A D. 1952. Safety _rst and the holding of assets.Econometrica, 20(3):pp.431-449

یادداشت‌ها

1. Genetic Algorithm
2. Neural Network
3. Fuzzy Logic
4. Systematic Risk
5. Unsystemtic Risk
6. Reilly F, Brown k,2000.
7. Efficient frontie
8. Multicriteria Programming
9. Nondaminated Solution
10. Pareto Optimal Solution
11. Criterion Space
12. Decision Space
13. Mitsuo,Runwei,2000.

Archive of SID
www.SID.ir

14. Efficient Set or Efficient Frontier
15. Critical Line
16. Quadratic Programming
17. Holland John,1975.
18. Survival of the Fitness
19. Initial Population
20. Chromosomes
21. Gene
22. Generation
23. Fitness Function
24. Reproduction
25. Crossover Operator
26. Mutation Operator
27. Offspring
28. Selection
29. Chen et al, 2011.
30. Genetic relation algorithm
31. Genetic relation algorithm whit guided mutation
32. Chang et al,2009.
33. Arana, eba, 2009.
34. Hao, Liu,2009.
35. Lin, Gen,2007.
36. Roulette Wheel

Archive of SID

www.SID.ir