فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۶ / شماره ۲ (پیاپی ۶۲) / تابستان ۱۴۰۶
صفحه ۸۵ تا ۱۰۳

ارائه مدل پویای بهینه‌سازی چند دوره‌ای پرتفوی، با در نظر گرفتن نگرش سرمایه‌گذاران به ریسک و ریسک‌گریزی تطبیقی

روح‌الله مهرعلیزاده شیادهی
گروه مهندسی مالی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران.
mehralizadeh_1@yahoo.com
حسین دیده خانی
گروه مهندسی مالی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران نویسندهٔ مسئول
h.didehkhani@gmail.com
علی خوزین
گروه حسابداری، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران
khozain@yahoo.com
آرش نادریان
گروه حسابداری، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران
arashnaderian@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳

چکیده

پژوهش حاضر به ارائه مدلی جهت تعیین پرتفوی بهینه بر اساس تغییر سطوح ریسک‌گریزی در دوره‌های مختلف سرمایه‌گذاری می‌پردازد. با توجه به اینکه در متدهای متداول بهینه‌سازی پرتفوی، انتخاب سبد با استفاده از یک ضریب ریسک گریزی ایستا صورت می‌پذیرد، در این پژوهش با ارائه مدل بهینه‌سازی چند دوره‌ای پرتفوی بصورت دینامیک و پویا تلاش می‌شود خروجی مدل بهینه‌سازی بیشتر بر واقعیت‌های موجود منطبق گردد. در این تحقیق ابتدا با بهره‌گیری از تئوری اعتبار نسبت به تعیین نیم-آنتروپی فازی به عنوان معیار ریسک پرداخته سپس با استفاده از ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته در هر دوره با در نظر گرفتن محدودیت‌های کاربردی، به ارائه مدل بهینه‌سازی چند دوره‌ای پرتفوی می‌پردازیم. جهت روشن شدن موضوع، مدلِ برای ۳۰ شرکت بزرگ بازار بورس اوراق بهادار تهران طی ۵ دوره زمانی با بکارگیری الگوریتم فرا ابتکاری ژنتیک پیاده سازی شده و در ادامه خروجی حاصل از بهینه‌سازی مدل، با نتایج ۵۰۰ پرتفوی تصادفی مقایسه گردید. نتایج اجرا نشان داد پرتفوی ایجاد شده توسط مدل در مقایسه با نتایج پرتفوهای تصادفی، بصورت همزمان با معیارهای ریسک و بازده، عملکرد بهتر و مطلوب‌تری دارد.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی چند دوره‌ای پرتفوی، ریسک‌گریزی انطباق یافته، معیار ریسک نیم آنتروپی فازی، الگوریتم ژنتیک.

۱- مقدمه

انسان از دیرباز نسبت به شرایط عدم اطمینان حساس بوده و بنا بر غریزه از موقعیت‌های ناشناخته دوری می‌نماید اما بعضا مواردی وجود دارد که برای رسیدن به پاداش‌های مورد انتظار، دست به خطر زده و حضور در میادین مخاطره آمیز را جهت رسیدن به این پاداش‌ها می‌پذیرد و در صدد است با توجه به میزان خطرات پیش رو، پاداش خود را افزایش دهد(مهرگان، ۱۴۰۱). ریسک و بازده در بازارهای مالی به عنوان نمادهایی از خطر و پاداش موجودند و مشارکت کنندگان در این بازارها همواره می‌کوشند تا در سطح معینی از خطر پذیری، بازده بدست آمده را بیشینه یا برای بازده‌ای خاص خطرات احتمالی را کاهش دهند. مدل میانگین- واریانس مارکوییتز نیز بر همین اساس، موازنه میان ریسک و بازده دارایی‌ها را به عنوان معیاری برای انتخاب سبد سهام پیشنهاد داده است تا انتخاب پرتفویی ازدارایی‌های مختلف با بیشترین بازده در عین حال کمترین میزان ریسک صورت پذیرد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۲). به عنوان مثال، اگر دو دارایی مالی با ریسک بالا و بازدهی پایین را با دو دارایی با ریسک پایین و بازدهی بالا ترکیب کنیم، می‌توانیم یک پرتفوی با ریسک کمتر و بازده بیشتر ایجاد کنیم. عموما سه رویکرد کلی برای حل مدل‌های مبتنی بر ریسک بازده بصورت گسترده بکارگیری می‌گردد. رویکرد اول مبتنی بر کمینه سازی ریسک با استفاده از تعیین مقدار ثابتی از بازده در نظرگرفته می‌شود. در رویکرد دوم بیشینه سازی بازده در ازای تحمل مقدار ثابتی از ریسک بوده و رویکرد سوم، بهینه سازی ادغامی با بکارگیری ضریب ریسک گریزی می‌باشد. پارامتر ریسک‌گریزی نشان می‌دهد که سرمایه‌گذار به ازای هر واحد بازده چه میزان ریسک را تحمل خواهد کرد. بطور معمول در مدلهای بهینه سازی پرتفوی ضریب ریسک‌گریزی ثابت در نظر گرفته می‌شود، اما تحقیقات اخیر نشان می‌دهد میزان خطر پذیری افراد در شرایط گوناگون اعم از روحی، روانی و محیطی تغییر میابد (نفسینگر[1] و همکاران، ۲۰۱۸).

این تغییرات به حدی است که انتخاب یک سطح از ریسک‌گریزی برای افراد در دوره‌های مختلف سرمایه‌گذاری، بر بهینگی سبد دارایی‌های اختیار شده توسط افراد، تاثیر داشته و می‌تواند منجر به خروج سبد دارایی‌ها از حالت بهینگی برای سطح معینی از ریسک‌گریزی گردد (بجورک[2] و همکاران، ۲۰۱۴) پژوهش‌های مختلفی در خصوص عوامل تاثیرگذار بر نگرش افراد به ریسک وجود دارد که همگی حکایت از این دارد که میزان ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران وابسته به توابع مطلوبیت فردی آنان بوده و چگونگی انتخاب میان موقعیت‌های سرمایه‌گذاری ریسکی توسط سرمایه‌گذار بسته به میزان ریسک‌گریز بودن افراد است(مهرعلیزاده و همکاران، ۱۴۰۱).

بنابراین استفاده از یک ضریب ریسک گریزی که بر اساس داده های جدید بروز گردد خواهد توانست بر دقت مدلهای بهینه سازی مبتنی بر ریسک گریزی افزوده و پرتفوهای بهینه سازی شده را تا حد زیادی منطبق بر ویژگیهای روانشاختی سرمایه گذاران نماید. در این پژوهش با استفاده از یک ضریب ریسک گریزی پویا و سازگار با زمان که بر اساس نتایج دوره های مختلف سرمایه گذاری بروزرسانی می‌گردد به ارائه مدل بهینه سازی سبد

[1] Nofsinger
[2] Björk.T.

سهام در دوره های زمانی مختلف اقدام نموده و در نهایت مدل بهینه سازی چند دوره ای، با در نظر گرفتن نگرش سرمایه‌گذاران به ریسک و ریسک‌گریزی تطبیقی ارائه می‌گردد.

مبانی نظری پژوهش

تلاش‌های اولیه جهت شناسایی و بررسی انطباق زمانی ریسک‌گریزی اولین بار توسط شتراتز صورت پذیرفت. یافته های بررسی اشتراتز نشان داد بطور کلی یک برنامه که در زمان حال بهینه است ممکن است در آینده بهینه نباشد(شتراتز[1]، ۱۹۵۵). لذا در اینگونه موارد دو راه پیش روی سرمایه‌گذاران است. یا می‌بایست در پایان هر دوره به وضعیت اولیه در ابتدای همه دوره‌ها بازگردند حتی اگر این سطح ریسک‌گریزی برای دوره بعدی بهینه نباشد و یا ریسک گریزی را در هر دوره بروز رسانی[2] نمود (ژو[3] و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به اینکه در آن زمان مطالعات مربوط به تغییرات ریسک گریزی به حد کفایت نرسیده و مبنای دقیقی جهت بروز آوری ریسک گریزی در دسترس پژوهشگران قرار نداشت، کیدلند و پریسکات به سال ۱۹۷۷ با در نظر گرفتن برخی شرایط استدلال نمودند که در شرایط خاص می‌توان معیار ریسک‌گریزی ابتدای دوره ها را به سایر دوره‌ها نیز تعمیم داد. حدود یازده سال بعد در سال ۱۹۸۸ باجوک و پورتریت مطالعاتی را در زمینه فرمولبندی پویای تخصیص دارایی ها با استفاده از معیار ریسک‌گریزی ابتدای دوره‌ها ارائه نموده و مدلهای مربوطه را ارائه نمودند. بعدها مطالعات لی و ان‌جی نشان داد این روش بهینه نبوده و استفاده از معیار ریسک‌گریزی ابتدای دوره ممکن است در دوره‌های بعدی منجر به خروج پرتفوها از بهینگی گردد(لی و ان‌جی[4]، ۲۰۰۰). لذا با توجه به مطالعات صورت گرفته معیار ریسک‌گریزی ایستا بهینه نبوده و بدیهی است که جهت بهینه‌سازی چند دوره‌ای نیازمند معیار ریسک‌گریزی سازگار با زمان خوهیم بود. در مقابل روشِ پیش گفته، وو و چن در سال ۲۰۱۵ با استفاده از چهارچوب نظریه بازی در ریاضیات و در نظر گرفتن مدل میانگین واریانس به عنوان یک بازی، شواهدی مبنی بر چگونگی تاثیر ثروت بر انتخاب سطح ریسک‌گریزی ارائه نمودند که بجورک و دیگران در سال ۲۰۱۴ نیز این عامل را به عنوان عامل تاثیرگذار در تعدیل ریسک‌گریزی معرفی نموده بودند(وو و چن[5]، ۲۰۱۵). در این تحقیقات ریسک‌گریزی دارای وابستگی به سطح ثروت فرد بوده که مؤید نظریه چشم انداز[6] کانمن[7] و تورسکی[8] (۱۹۷۹) نیز می‌باشد. نظریه چشم‌انداز نظریه‌ای فراگیر مربوط به تاثیر عوامل روانی بر رفتار فرد در شرایط عدم اطمینان است. در این نظریه با تفکیک زیان گریزی از ریسک‌گریزی افراد و ارائه تابع S – شکل برای ارزش، به تفاوت میان مواجهه افراد با زیان احتمالی و زیان قطعی پرداخته و نشان می‌دهند افراد برای تعدیل تابع ارزش خود در مواجهه با زیان قطعی تا چه میزان بازده برای ثروت طلب می‌کنند. با توجه به مطالب گفته شده لزوم تعریف معیار ریسک زمان سازگار(منطبق بر ثروت در دوره‌های

[1] Strotz
[2] Update
[3] Zhou, Li
[4] Duan Li, Wan-Lung Ng
[5] Wu, H., & Chen, H.
[6] Prospect Theory
[7] Kahneman, D
[8] Tversky, A.

مختلف زمانی) ضروری به نظر می‌رسد. با در دست داشتن این معیار می‌توان در پایان هر دوره با توجه به ثروت حاصل از دوره‌های قبل به مطالعه تغییرات ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار پرداخت. ژو و همکاران، مدلی سازگار با زمان را برای ریسک‌گریزی بر اساس سطح ثروت وی ارائه نموده و نشان دادند چگونه با بهره گیری از ریسک گریزی انطباق یافته به پرتفوهای بهینه‌ای دست یافت که منطبق بر تغییرات سطوح ریسک گریزی سرمایه گذاران باشد (ژو و همکاران، ۲۰۱۷).

در این پژوهش با توجه به تغییرات ریسک‌گریزی طی دوره‌های متوالی و تاثیر ثروت حاصل شده از دوره‌های قبلی بر دوره‌های بعد، ابتدا یک ضریب ریسک‌گریزی سازگار با زمان ارائه خواهد شد. با توجه به اینکه ورودی هر دوره وابسته به خروجی مراحل قبل می‌باشد، مدل ارائه شده از حالت ایستا به حالت پویا تبدیل شده و سپس با الهام از مدل میانگین- نیم آنتروپی فازی، به ارائه مدل بهینه‌سازی چند دوره‌ای پرتفوی بر اساس ضریب ریسک‌گریزی تطبیقی، خواهیم پرداخت. در ادامه مروری بر مفاهیم بکار گرفت شده در این پژوهش خواهیم داشت.

۲. ۱. ریسک‌گریزی انطباق یافته

رابطه میان ریسک‌گریزی و ثروت رابطه‌ای به شکل معکوس می‌باشد بطوریکه هرچه ثروت افراد بیشتر بوده ریسک‌گریزی کاهش یافته و هرچه ثروت کاهش یابد ریسک‌گریزی افزایش میابد. بر اساس مطالعات توماس بجورک (۲۰۱۴) با توجه به رابطه معکوس میان ریسک‌گریزی با میزان ثروت افراد، ریسک‌گریزی وابسته به ثروت به شکل $\gamma(w) = \frac{\gamma}{w}$ تعریف میگرددکه γ سطح ریسک‌گریزی فرد و w بیانگر ثروت در اختیار فرد می‌باشد. از طرفی بر اساس مطالعات انجام شده توسط شفرین و استت‌من موفقیت و شکست بر اساس نقطه مرجع تعیین می‌گردد که این همان نقطه ادراک سود یا زیان برای سرمایه‌گذار است. هر سرمایه‌گذار با بینشی که از سرمایه‌گذاری برای خود قائل است وارد موقعیت ریسکی شده و موفقیت و شکست را بر اساس چشم انداز از پیش تعیین شده ارزیابی می‌نماید (شفرین[1] و استتمن[2]، ۱۹۸۵). به عبارتی در تئوری چشم‌انداز، ثروت نهایی عامل سود و زیان نیست بلکه سود و زیان نسبت به یک نقطه مرجع ادراک می‌گردند. اگر ثروت فرد بالاتر از نقطه مرجع، که نقطه اتکای احساسی فرد است برسد سود و در غیر این صورت زیان ادراک می‌شود بنا براین نقطه مرجع فضا را به دو منطقه سود و زیان (موفقیت و شکست) تقسیم می‌کند.

از سوی دیگر با توجه به یکسان نبودن یکاهای ثروت، به جهت نرمال نمودن تعریف ارائه شده با بکار گیری نقطه مرجع ثروت، میتوان با تغییراتی در مخرج کسر $\gamma(w)$ را به شکل زیر نوشت:

معادله شماره (۱) $$\gamma(w) = \frac{\gamma}{(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}})}$$

[1] Hersh M. Shefrin
[2] Meir Statman

که $W_{Expected}$ ثروت مورد انتظار و W_{Gained} ثروت بدست آمده می‌باشد. لذا $\left(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}}\right) > 1$ به معنی پیروزی و در حالت $\left(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}}\right) < 1$ سرمایه‌گذار احساس شکست دارد. از طرفی بر اساس نظریه چشم انداز میزان ریسک‌گریزی افراد در هنگام پیروزی و شکست با یکدیگر برابر نمی‌باشد. به عبارتی اگر $v(w)$ تابع ارزش فرد بر اساس تئوری چشم انداز باشد، ضریب ریسک‌گریزی α بیانگر ضریب ریسک‌گریزی در هنگام پیروزی بوده و مقدار آن برابر $\alpha = log_w^{v(w)}$ همینطور β نیز ضریب ریسک‌گریزی در هنگام شکست یا باخت بوده و مقدار آن برابر $\beta = log_{-\lambda(-w)}^{v(w)}$ می‌باشد. در این معادله $v(w)$ بیانگر تابع ارزش در نقطه w و λ ضریب زیان گریزی بوده که متفاوت از ریسک‌گریزی است. ریجر، هانگ و هنس (۲۰۱۱) با بررسی نظریه چشم انداز در میان جوامع مختلف بازده تغییر پارامترهای α, β, λ را شناسایی و دسته بندی نمودند. لذا در معادله شماره (۱) می‌بایست از ضرایب ریسک‌گریزی شکست و پیروزی α, β برای تعیین ریسک‌گریزی انطباق یافته γ استفاده کرد.

با بکارگیری تعریف فوق میتوان نتیجه گرفت که ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار منطبق بر نتایج سرمایه‌گذاری دوره‌های قبل می‌باشد و از این ضریب انطباق یافته می‌توان برای بهینه‌سازی پرتفوی بر اساس ریسک و بازده در دوره‌های مختلف استفاده نمود.

۲. ۲ . تئوری اعتبار فازی و نیم آنتروپی به عنوان معیار ریسک:

بنا به تعریف فبوزی و مارکوویتز ریسک بصورت احتمال رخ دادن زیان برای سرمایه‌گذاری تعریف می‌گردد(فبوزی[1] و مارکوبیتز[2]، ۲۰۱۲). به عبارتی اولا ریسک جنبه احتمالی و غیر قطعی داشته و ثانیا این احتمال بر وقوع زیان دلالت می‌نماید. لذا پیشامدهایی که به شکل قطعی زیان‌ده باشند در این دسته بندی به عنوان ریسک در نظر گرفته نمی‌شوند. بر این اساس ریسک پدیده‌ای غیر قطعی است لذا برای کمی نمودن آن می‌توان از دو رویکرد استفاده نمود. رویکرد اول بر مبنای مدل سازی تصادفی و توابع توزیع احتمال بوده و رویکرد دوم بکارگیری مفاهیم غیر قطعی فازی و تئوری اعتبار در تعیین ریسک می‌باشد. ژو و همکاران (۲۰۱۶) استفاده از مفاهیم فازی را در تخمین ریسک سرمایه‌گذاری گسترش داده و از طریق این تئوری مبنایی برای برآورد ارزش در معرض خطر بصورت فازی ارائه نمودند. تا آن زمان مهمترین مشکل در برآورد ریسک از طریق تئوری اعتبار خاصیت خود دوگانگی بود. به عبارتی برآورد امکان رسیدن پرتفوی به بازده مورد انتظار معلوم اما امکان رخداد پیشامد مخالف یعنی پیشامدی که پرتفوی نتواند به بازده هدف برسد نامعلوم بود. بنا بر نظریه اعتبار مطرح شده توسط لیو مقدار اعتبار یک رویداد فازی برابر ۱ می‌شود اگر و تنها اگر رویداد مذکور قطعا اتفاق بیافتند و این میزان برابر صفر است اگر و تنها اگر آن پیشامد قطعا رخ ندهد (تفاوت ظریف میان تئوری اعتبار و تئوری فازی در این است که اگر میزان امکان پیشامدی برابر یک باشد بازهم ممکن است آن پیشامد رخ ندهد اما در تئوری اعتبار رخ دادن پیشامد دارای اعتبار یک قطعی بوده و برعکس برای پیشامد دارای اعتبار صفر، نشدنی است) بر این اساس بالاترین میزان عدم قطعیت برای ۰.۵ خواهد بود که احتمال رخ دادن یا ندادن آن با هم مساوی است.

[1] Frank Fabozzi
[2] Harry M. Markowitz

اگر ξ عدد فازی مثلثی مربوط به بازده یک دارایی در فضای اعتبار باشد، آنگاه این عدد با سه گانه $= \xi(a,b,c)$ نمایش داده می‌شود. بکارگیری اعداد فازی مثلثی به جهت برآورد آسان و سرراست دراین پژوهش بکار گرفته شده‌اند اما می‌توان اعداد فازی ذوزنقه ای را هم بکار برد. ارزش مورد انتظار فازی و نیم آنتروپی فازی بر اساس تعاریف ارائه شده توسط لیو و لیو (۲۰۰۸) و ژو و همکاران (۲۰۱۶) به شکل زیر خواهد بود:

جدول شماره (۱)

$\mathrm{E}(\xi) = \frac{a+2b+c}{4}$	ارزش مورد انتظار فازی در تئوری اعتبار (لیو و لیو،۲۰۰۸) (متناظر با امید ریاضی بازده در تئوری احتمال)
$S_h(\xi) = \begin{cases} (b-a)\rho - (b-a)\zeta(\rho), & \mathrm{E}(\xi) \geq b \\ \frac{b-a}{2} + (c-b)\zeta(\tau) \quad , & \mathrm{E}(\xi) < b \end{cases}$	نیم آنتروپی فازی به عنوان معیار ریسک در تئوری اعتبار(ژو و همکاران، ۲۰۱۶)
$\zeta(x) = x^2 \ln(x) - (1-x)^2 - \ln(1-x)$ $\rho = \frac{2\mathrm{b}+\mathrm{c}-3\mathrm{a}}{8(\mathrm{b}-\mathrm{a})}$ $\tau = \frac{3\mathrm{c}-2\mathrm{b}-\mathrm{a}}{8(\mathrm{c}-\mathrm{b})}$	تابع $\zeta(x)$ و پارامترهای ρ و τ که در تعیین نیم آنتروپی فازی بکار گرفته میشوند. (ژو و همکاران، ۲۰۱۶)

پیشینه تحقیق

احمدی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی رابطه میان ریسک و مطلوبیت زیان‌گریزی در نظریه چشم انداز پرداختند. در پژوهش فوق دو مدل بهینه سازی پرتفوی چند دوره‌ای معرفی گردید. محدودیت‌های مربوط به اعمال هزینه معاملات و محدودیت‌های کاردینالیتی مربوط به تعداد و حداقل و حداکثر میزان سرمایه‌گذاری در هر دارایی در مدل لحاظ گردید و در ادامه دو مدل بهینه‌سازی مبتنی بر نظریه چشم انداز و میانگین- ارزش در معرض خطر شرطی، با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات، مدل برای سهام شرکت‌های شاخص ۳۰ شرکت بزرگ بازار بورس اوراق بهادار تهران در بازه ده ساله از ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۸ حل گردید. نتایج نشان داد سرمایه‌گذاران زیان گریز تمایل کمتری به متنوع سازی پرتفوی خود، در مقابل سرمایه گذاران عقلایی دارند.

احمد آرین‌تبار در مقاله‌ای با عنوان ویژگی‌های سرمایه‌گذاران و ریسک‌پذیری مالی در بازار سرمایه، شاخص تحمل ریسک سرمایه‌گذاران را با متغیرهایی نظیر هوش مالی، ثروت و مهارت‌های مربوط به حسابداری و مدیریت مالی، مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که میان سطح ثروت فرد و قدرت تحمل ریسک که یک ویژگی رفتاری مربوط به شخصیت افراد است رابطه مستقیم وجود دارد و با افزایش ثروت میزان تحمل ریسک یا ریسک پذیری افزایش میابد. از منظر ریسک‌گریزی، عاملِ ثروت یک فاکتور موثر بر ریسک‌گریزی افراد بوده و با افزایش

ثروت میزان ریسک گریزی کاهش میابد. به عبارت دیگر رابطه معکوس میان ریسک‌گریزی و سطح ثروت برقرار است که موید نظریه چشم‌انداز کانمن و تورسکی می‌باشد (آرین تبار، ۱۴۰۰).

شیری قهی و همکاران نسبت به ارائه مدل بهینه‌سازی چند دوره‌ای میانگین ارزش در معرض خطرِ میانگین در محیط اعتبار فازی یا هدف حداکثر سازی ثروت و حداقل نمودن ریسک اقدام نمودند. در این مدل علاوه بر در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی، امکان اختصاص بخشی از ثروت به دارایی‌های بدون ریسک نیز وجود داشت. مدل با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات چند هدفه MOPSO اجرا گردید و نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد پرتفوهای بهینه با استفاده از معیارهای شارپ و ترینور نشان داد مدل Mean-AVaR نسبت به مدلهای Mean-SemiEntropy Mean-VaR , مزیت دارد (شیری قهی و همکاران، ۱۳۹۷)

در میان پژوهش‌های صورت پذیرفته در سایر کشورها، چپنی و همکاران با استفاده از ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته، به ارائه مدلی جهت پیش بینی بازده اضافی اوراق قرضه دولتی در ایالات متحده امریکا پرداختند که نتایج این تحقیقات نشان داد ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته دقت پیش‌بینی را در تمام افق‌های زمانی (یک ماهه الی دوازده ماهه) بهبود می‌بخشد(چپنی[1] و همکاران، ۲۰۲۰).

ژیفنگ دای و ژیائومینگ چانگ با استفاده از ریسک‌گریزی انطباق یافته به ارائه مدلی جهت پیش بینی نوسانات بازده قیمت سهام پرداختند. در این تحقیق پژوهشگران نشان دادند استفاده از ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته می‌تواند دقت پیش بینی بازده سهام را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد (دای[2] و چانگ[3]، ۲۰۲۱).

بجورک و همکاران نیز در پژوهشی با عنوان "بهینه‌سازی میانگین واریانس و وابستگی ریسک‌گریزی" به بررسی اثرات ریسک‌گریزی در بهینه‌سازی پرتفوی پرداختند. با توجه به پیوستگی دوره‌های مورد مطالعه از ریسک‌گریزی تطبیقی پویا استفاده شده و جهت حل مدل از تئوری بازی‌ها در ریاضیات کمک گرفته شد. در نهایت نتیجه حاصل از پژوهش مؤید این نکته بود که ریسک‌گریزی کاملا وابسته به ثروت فرد در دوره تصمیم سرمایه‌گذاری بوده و تجربیات فرد از افزایش و کاهش ثروت بر ریسک‌گریزی فرد موثر خواهد بود . مهم‌ترین نکته ای که از این پژوهش میتوان برداشت نمود این است که ریسک‌گریزی پدیده‌ای مطلق نبوده و برحسب شرایط قابل تغییر می‌باشد (بجورک[4] و همکاران،۲۰۱۴).

جیاندوگ ژو و همکاران در پژوهشی نسبت به ارائه مدلی چند دوره‌ای در محیط فازی، با تعریف معیاری از ریسک‌گریزی سازگار با زمان به بهینه‌سازی سبد سهام پرداختند. در پژوهش ارائه شده با توجه به غیر قابل حل بودن مدل در شرایط معمول، نسبت به تعریف محیط اعتبار فازی و قراردادن بازده آتی سهام به عنوان متغیرهای فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای اقدام شده و در ادامه نتایج با اطلاعات مربوط بازار سهام شانگهای مقایسه گردید که نتایج نشان داد مدل برازش شده دارای اعتبار بالایی می‌باشد (ژو[5] و همکاران، ۲۰۱۷).

[1] Osman ÇEPNİ
[2] Zhifeng Dai
[3] Xiaoming Chang
[4] Tomas Björk
[5] Jiandong Zhou

تشریح مدل:

در مدل‌های چند دوره‌ای هدف اصلی سرمایه‌گذار بیشینه سازی ثروت خود می‌باشد. لذا سرمایه‌گذار در پایان هر دوره به متوازن سازی مجدد پرتفوی پرداخته و نسبت‌های موجود در سبد دارایی خود را منطبق بر شرایط جدید اصلاح می‌نماید. لذا اگر سرمایه‌گذار در شروع دوره با ضریب ریسک‌گریزی وابسته به ثروت ۷ مبادرت به سرمایه‌گذاری نموده و $E(\xi)$ بیانگر بازده مورد انتظار فازی و $S_h(\xi)$ بیانگر معیار ریسک نیم آنتروپی فازی باشد هدف سرمایه‌گذار یافتن ضرایب پرتفوی بر اساس بیشینه سازی معادله زیر خواهد بود:

$Max: E(\xi) - \gamma S_h(\xi)$ معادله شماره (۲)

در پایان دوره و با مشخص شدن بازده واقعی پرتفوی و تعیین اختلاف آن با بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار (که حاصل از نقطه مرجع بوجود آمده از بهینه‌سازی معادله شماره (۲) می‌باشد) ضریب ریسک‌گریزی تغییر یافته و با شرایط جدید انطباق میابد که می‌توان از آن برای بهینه‌سازی پرتفوی در دوره جدید استفاده کرد. به همین شیوه تک تک دوره ها بر اساس ریسک‌گریزی انطباق یافته بهینه‌سازی گردیده و ثروت تعیین می‌گردد. از طرفی با متوازن سازی مجدد پرتفوی در پایان هر دوره هزینه‌های معاملاتی به سرمایه‌گذار تحمیل می‌گردد که می‌بایست در مدل لحاظ شود. معادله شماره (۳) با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی به صورت زیر تعریف می‌گردد:

معادله شماره (۳)

$$W_1 \prod_{t=1}^{T}(1 + \sum_{i=1}^{n} x_{ti} E(\xi_{ti}) - \sum_{i=1}^{n} Cost_{ti}(|x_{ti} - x_{(t-1)i}|) - \gamma_t(\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{n} x_{ti}\, S_h(\xi_{ti}))$$

در مدل بالا متغیرها بصورت زیر تعریف می‌گردند:

x_{ti} ضرایب تخصیص دارایی‌های پرتفو می‌باشد که همان متغیرهای تصمیم مساله خواهند بود.

ξ_{ti} عدد فازی-مثلثی منسوب به دارایی i–ام در دوره t–ام بر اساس تئوری اعتبار می‌باشد.

$E(\xi_{ti})$ بازده فازی دارایی i–ام در دوره t–ام می‌باشد.

$S_h(\xi_{ti})$ نیم آنتروپی فازی دارایی i–ام در دوره t–ام می‌باشد که معیار ریسک خواهد بود.

$Cost_{ti}$ معرف هزینه معاملاتی است، به عبارتی هزینه‌ای است که به ازای تغییر در ضرایب تخصیص دارایی پرداخت می‌گردد.

γ_t معرف ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته در شروع دوره t–ام است.

با بهره‌گیری از جدول شماره (۱) و قرار دادن متغیرهای متناظر در معادله شماره (۳) خواهیم داشت:

معادلات شماره (۴)

$$max: \begin{cases} W_1 \prod_{t=1}^{T}(1 + \sum_{i=1}^{n} x_{ti} \frac{a_{ti} + 2b_{ti} + c_{ti}}{4} - \sum_{i=1}^{n} Cost_{ti}(|x_{ti} - x_{(t-1)i}|) - \gamma_t(\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{n} x_{ti}\,(b_{ti} - a_{ti})\rho_{ti} - (b_{ti} - a_{ti})\zeta(\rho_{ti})), & \frac{a_{ti} + 2b_{ti} + c_{ti}}{4} \geq b_{ti} \\ W_1 \prod_{t=1}^{T}(1 + \sum_{i=1}^{n} x_{ti} \frac{a_{ti} + 2b_{ti} + c_{ti}}{4} - \sum_{i=1}^{n} Cost_{ti}(|x_{ti} - x_{(t-1)i}|) - \gamma_t(\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{n} x_{ti}\,\frac{b_{ti} - a_{ti}}{2} + (c_{ti} - b_{ti})\zeta(\tau_{ti})), & \frac{a_{ti} + 2b_{ti} + c_{ti}}{4} < b_{ti} \end{cases}$$

برای تعییین ریسک‌گریزی انطباق یافته برای هر دوره نیازمند بدست آمدن مقدار دقیق بازده تحقق یافته هر دوره خواهیم بود. به عبارتی در پایان هر دوره میتوان ضریب ریسک‌گریزی را با استفاده از میزان پیش بینی شده بازده در دوره قبل و انطباق آن با بازده بدست آمده محاسبه کرد.

اگر $\overline{r}_{(t-1)p}$ مقدار میانگین بازده پرتفوی در دوره $(t-1)$ و $\hat{r}_{(t-1)p}$ مقدار میانگین بازده پیش بینی شده پرتفوی در همان دوره $(t-1)$ باشد ضریب ریسک گریزی در دوره t–ام بصورت زیر می‌باشد:

$$\gamma_t(W) = \frac{\gamma_{t-1}}{\frac{W_{t-1}(1+\overline{r}_{(t-1)p})}{W_{t-1}(1+\hat{r}_{(t-1)p})}} = \frac{\gamma_{t-1}}{\left(\frac{1+\overline{r}_{(t-1)p}}{1+\hat{r}_{(t-1)p}}\right)} = \frac{\gamma_{t-1}(1+\hat{r}_{(t-1)p})}{(1+\overline{r}_{(t-1)p})}$$ معادله شماره (۵)

بنابراین ضریب ریسک‌گریزی که مبتنی بر عملکرد پرتفوی در دوره گذشته است، با توجه به میزان انطباقِ بازدهِ پیش بینی شده بر عملکرد، تعدیل می‌گردد. لذا در این مدل از بهینه‌سازی، با پایان یافتن هر دوره نسبت به برآیند عملکرد واقعی پرتفوی اقدام کرده و بر حسب انطباق آن با پیش بینی صورت گرفته ریسک‌گریزی انطباق یافته را تعیین و برای بهینه‌سازی دوره بعدی استفاده خواهیم نمود. با لحاظ کردن معادله شماره (۵) در معادلات شماره (۴) مدل پژوهش بصورت زیر بازنویسی می‌گردد:

معادلات شماره (۶)

$$max: \begin{cases} W_1 \prod_{t=1}^{T}(1+\sum_{i=1}^{n} x_{ti}\frac{a_{ti}+2b_{ti}+c_{ti}}{4} - \sum_{i=1}^{n} Cost_{ti}(|x_{ti}-x_{(t-1)i}|) - (\frac{\gamma_{t-1}(1+\hat{r}_{(t-1)p})}{(1+\overline{r}_{(t-1)p})})(\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{n} x_{ti}\,(b_{ti}-a_{ti})\rho_{ti} - (b_{ti}-a_{ti})\zeta(\rho_{ti})), & \frac{a_{ti}+2b_{ti}+c_{ti}}{4} \geq b_{ti} \\ W_1 \prod_{t=1}^{T}(1+\sum_{i=1}^{n} x_{ti}\frac{a_{ti}+2b_{ti}+c_{ti}}{4} - \sum_{i=1}^{n} Cost_{ti}(|x_{ti}-x_{(t-1)i}|) - \frac{\gamma_{t-1}(1+\hat{r}_{(t-1)p})}{(1+\overline{r}_{(t-1)p})}(\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{n} x_{ti}\,\frac{b_{ti}-a_{ti}}{2} + (c_{ti}-b_{ti})\zeta(\tau_{ti})), & \frac{a_{ti}+2b_{ti}+c_{ti}}{4} < b_{ti} \end{cases}$$

محدودیت‌های مساله به شکل زیر خواهد بود:

Subject to:

1) $\sum_{i=1}^{n} x_{ti} = 1 \qquad i = 1,2,\dots n \quad t = 1,2,\dots T$
2) $R_t \geq Min_r_t \qquad t = 1,2,\dots T$
3) $x_i \geq 0 \qquad i = 1,2,\dots n \quad t = 1,2,\dots T$
4) $L_{ti} \leq x_{ti} \leq U_{ti} \qquad i = 1,2,\dots n \quad t = 1,2,\dots T$
5) $h_{ti} \leq \sum_{i=1}^{n} y_{ti} \leq k_{ti} \qquad i = 1,2,\dots n \quad t = 1,2,\dots T$
6) $y_{it} \in \{0,1\}$

محدودیت اول بیان می‌کند که کلیه ثروتِ در دسترس به دارایی‌های موجود اختصاص خواهد یافت. با توجه به وجود دارایی بدون ریسک در سبد، با این نوع از دارایی مشابه یک دارایی عادی که با بازده ثابت و ریسک صفر خواهد بود، رفتار می‌گردد. محدودیت دوم بیانگر وجود حداقلی از بازده برای دارایی‌هاست و اطمینان می‌دهد دارایی‌هایی با میانگین بازده کمتر از حداقل، در سبد قرار نخواهند داشت. با توجه به اینکه الگوریتم‌های فرا ابتکاری

به جستجوی بهترین جواب‌ها در فضای مساله می‌پردازند محتمل است الگوریتم به دارایی با ریسک پایین و میانگین بازده بسیار کم واکنش مثبت نشان دهد لذا با ایجاد این محدودیت از انتخاب چنین دارایی جلوگیری می‌گردد.

محدودیت سوم بیانگر عدم وجود فروش استقراضی است. در فروش استقراضی می‌توان بدون مالک بودن یک دارایی مبادرت به فروش آن نمود و در آینده به تامین و تسویه آن مبادرت کرد. این چرخه وجود دارایی در سبد را به بدهی تبدیل کرده و به تبع آن ضرایب مربوط به آن دارایی در سبد منفی می‌گردند. از آنجا که این فرایند در کشور قابلیت اجرا نداشته به جهت نزدیک شدن مدل با فضای معاملاتی، این محدودیت لحاظ گردیده است.

محدودیت چهارم وجود حد بالا و پایین برای میزان بکارگیری نسبت دارایی در سبد تعیین شده است.

محدودیت پنجم نیز به تعداد مجاز دارایی موجود در سبد اشاره دارد که متضمن وجود تنوع در سبد خواهد بود.

محدودیت آخر نیز متغیری باینری است که نشان از وجود یا عدم وجود یک دارایی در سبد دارد.

به منظور تشریح مفهومی مدل همانگونه که در شکل شماره(۱) نشان داده‌ایم، سرمایه‌گذار در شروع دوره با ثروت اولیه W_0 و بر اساس ریسک‌گریزی اولیه γ_0 با درنظر گرفتن محدودیتهای مساله و بکارگیری الگوریتم فراابتکاری به تعیین و انتخاب ضرایب بهینه پرتفوی بر اساس مدل ریسک - بازده می‌نماید. در این مرحله سرمایه‌گذار چشم اندازی از ثروت خود بر اساس میزان بازده مورد انتظار خود در پایان دوره اول دارد. با به پایان رسیدن دوره اول و تعیین بازده و ثروت نهایی بدست آمده‌ی این دوره براساس انطباق ثروت حاصل با ثروت مورد انتظار میزان ریسک‌گریزی فرد براساس مدل تغییرات سطح ریسک‌گریزی بدست آمده از معادله شماره (۵) منتج از تعریف ارائه شده توسط توماس بجورک (۲۰۱۴) تعدیل گردیده لذا دوره دوم را با ثروت در دسترس W_1 و سطح ریسک‌گریزی γ_1 آغاز کرده و بر اساس مدل ادغامی بازده فازی- نیم آنتروپی و درنظر گرفتن محدودیت های مساله به بهینه‌سازی این دوره می‌پردازیم تا ضرایب بهینه پرتفوی و به دنبال آن میزان ثروت مورد انتظار برای دوره دوم تعیین گردد. این روند تا پایان دوره‌ها تکرار شده و در آخر ثروت نهاییِ بیشینه، بر اساس تغییرات سطوح ریسک‌گریزی فرد تا آخرین دوره محاسبه می‌گردد.

شکل شماره (۱)

تجزیه و تحلیل داده ها و اجرای مدل

در این بخش به ارائه مثال‌های روشن کننده مدل اصلی مساله خواهیم پرداخت. از میان دارایی‌های موجود در بازار سرمایه ایران، سهام شاخص ۳۰ شرکت بزرگ در مهرماه سال ۱۴۰۲ از نرم افزار ره‌آورد به عنوان دارایی‌های ریسکی در دسترس لحاظ شده و یک دارایی بدون ریسک با نرخ بازده ۱۸٪ سالیانه به آنها اضافه می‌گردد. انتخاب نرخ بازده دارایی بدون ریسک بر اساس اعلام بانک مرکزی برای نرخ سپرده‌های بانکی کوتاه مدت طی دوره مورد مطالعه بوده است. داده‌های پژوهش از ابتدای سال ۱۴۰۰ تا پایان شهریور سال ۱۴۰۲ طی ۵ دوره سرمایه گذاری گردآوری گردید که هر دوره سرمایه گذاری بصورت نیم سال محاسبه شده است.

با توجه به اینکه ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته بر اساس عملکرد دوره‌ای پرتفوی محاسبه می‌گردد، سرمایه‌گذار بر اساس مدل بازده-ریسک در هر دوره به بهینه‌سازی سبد دارایی‌ها پرداخته و بر اساس ضرایب بدست آمده در این دوره به تغییر چیدمان پرتفوی و متوازن سازی مجدد آن می‌پردازد. براساس مطالعات ریگر و دیگران که به مطالعه نظریه چشم اندازدر کشورهای مختلف پرداخته‌اند شروع ضریب ریسک‌گریزی افراد در هنگام برنده شدن (ضریب α) بر مبنای میانه پاسخ‌های ارائه شده توسط شرکت‌کنندگانِ پژوهش از ۰.۴ و میانه این ضریب در هنگام باخت (ضریب β) از ۰.۸ می‌باشد(ریگر[1] و همکاران، ۲۰۱۱). در این تحقیق ضریب ریسک‌گریزی ابتدایی ۰.۷ انتخاب شده و فرض می‌گردد سرمایه‌گذار با اهمیت دادن ۷۰ درصدی ریسک بر بازده نسبت به تعیین پرتفوی بهینه بر اساس ریسک‌گریزی خود می‌نماید. محدودیت تعداد دارایی درون سبد بین ۴ تا ۸ دارایی بصورت متغیر در نظر گرفته شده و حداقل و حداکثر سهم مجاز هر دارایی در سبد نیز بین ۵٪ الی ۴۰٪ لحاظ شده است.

۵. ۱ . حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک انطباق یافته

مهمترین بخش در کاربرد مدلهای ریاضی توسعه داده شده جهت بهینه سازی، شیوه حل اینگونه مدل‌ها می‌باشد. یکی از اولین و مهم‌ترین شیوه‌های حل مسائل بهینه‌سازی فرا ابتکاری که مطالعات زیادی بر روی آن صورت گرفته و مشتقات فراوانی نیز از این الگوریتم در دسترس است الگوریتم ژنتیک می‌باشد. در پژوهش حاضر با بکارگیری الگوریتم ژنتیک انطباق یافته Adaptive Genetic Algorithm(A- Ga) مبادرت به حل مساله نمودیم. در این شیوه جهت حصول اطمینان از وجود تنوع در انتخاب والدین و جهش ها، گزینش ها بصورت احتمالی و با احتمالات متغیر صورت می‌پذیرد بطوریکه ژنوتیپ‌های موفق شانس بیشتری برای انتخاب داشته و در عین حال شانس مربوط به ژنوتیپ‌های ضعیف صفر نمی‌باشد. بر این اساس انتخاب والدین از سه روش انتخاب تصادفی(رندوم) ، انتخاب با استفاده از چرخه شانس و گزینش بر اساس برگزاری تورنمنت‌های متغیر استفاده شده است. در انجام جهش‌ها به جهت بهره‌برداری بیشتر نیز توزیع کوشی (گاوسی) بکار گرفته شده است.

[1] Marc Oliver Rieger

۵. ۲ . نتایج اجرای مدل بهینه‌سازی چند دوره‌ای با در نظر گرفتن ریسک‌گریزی انطباق یافته

جدول شماره (۲) نتیجه اجرای الگوریتم بهینه‌سازی مساله را برای هر دوره نشان می‌دهد. با بکارگیری ضرایب پرتفوی ارائه شده در این جدول، پرتفوی حاصل از اجرای بهینه‌سازی را مانند یک دارایی در نظر گرفته بازده و ریسک آنرا بر اساس میانگین فازی و نیم آنتروپی فازی مانند سایر دارایی‌های بکارگرفته شده در این تحقیق محاسبه نمودیم نتایج به همراه ریسک‌گریزی انطباق یافته در هر دوره و ثروت بدست آمده حاصل از بهینه‌سازی در جدول شماره (۳) آورده شده است.

جدول شماره ۲- ضرایب پرتفوی بهینه در دوره‌های سرمایه‌گذاری

دوره اول	دارایی با ریسک صفر	وپاسار	فملی	پارس	شپدیس	میدکو	فارس	وکغدیر
	0.19	0.17	0.05	0.19	0.19	0.05	0.05	0.1
دوره دوم	دارایی با ریسک صفر	تاصیکو	وپاسار	فملی	میدکو	وکغدیر	کگل	کچاد
	0.21	0.05	0.17	0.08	0.1	0.19	0.09	0.1
دوره سوم	دارایی با ریسک صفر	تاپیکو	شپنا	حکشتی	شپدیس	رمپنا	وکغدیر	بوعلی
	0.21	0.09	0.07	0.05	0.14	0.13	0.21	0.1
دوره چهارم	دارایی با ریسک صفر	شبریز	تاصیکو	پارسان	فملی	فارس	وکغدیر	وغدیر
	0.4	0.05	0.09	0.05	0.05	0.07	0.23	0.05
دوره پنجم	دارایی با ریسک صفر	شستا	تاصیکو	وبملت	فملی	پارس	میدکو	فارس
	0.4	0.05	0.05	0.06	0.06	0.22	0.05	0.11

جدول شماره (۳) نتایج اجرای مدل بهینه سازی در دوره های مختلف

	ریسک گریزی تطبیق یافته	بازده پرتفوی پیش بینی شده	ریسک پرتفوی	بازده نهایی
دوره اول	0.7	0.0013	0.0052	-0.0004
دوره دوم	0.8503	0.0005	0.0055	-0.0014
دوره سوم	1	0.0004	0.0086	0.0034
دوره چهارم	0.7471	0.003	0.0041	0.00046
دوره پنجم	0.9633	0.00063	0.0074	-

نتایج اجرای بهینه‌سازی چنددوره‌ای و ضرایب پرتفوی های بدست آمده از مدل نشان می‌دهد، در غالب دوره‌ها میزان ریسک پرتفوی خروجی مدل، از تک تک دارایی‌های ریسکی در دسترس کمتر بوده است. بعلاوه مقایسه

میان ریسک و بازده پرتفوهای حاصل از اجرای مدل و ۵۰۰ پرتفوی تصادفی در هر یک از دوره‌ها بیانگر این مطلب است که پرتفوهای حاصل از اجرای مدل به طور همزمان میان ریسک و بازده، دارای پایین‌ترین ریسک وبالاترین بازده بوده و پرتفوی بهینه سازی شده برتری قابل توجهی در میان سایر پرتفوها ایجاد نموده است که این امر در نمودارهای شماره (۱) الی (۵) بصورت دیداری نمایش داده شده است.

جدول شماره (۴) نتایج آمار توصیفی بازده پرتفوهای تصادفی میباشد. در ستون آخر جدول مذکور بازده پرتفوی بهینه قرارداده شده تا مقایسه میان نتایج ساده تر صورت پذیرد. همینطور در جدول شماره (۵) نیز آمار توصیفی مربوط به ریسک پرتفوهای تصادفی و ستون آخر آن ریسک پیش بینی شده توسط پرتفوی بهینه قرار داده شده است.

جدول شماره (۴) آمار توصیفی بازده پرتفوهای تصادفی در مقایسه با بازده پرتفوی بهینه

	بیشترین مقدار	کمترین مقدار	میانگین مقادیر	انحراف معیار	بازده پرتفوی بهینه
دوره اول	0.00251	-0.00455	-0.00077	0.00126	0.0013
دوره دوم	0.00226	-0.00223	0.00001	0.00083	0.0005
دوره سوم	0.00178	-0.00499	-0.00130	0.00106	0.0004
دوره چهارم	0.00729	-0.00004	0.00351	0.00141	0.003
دوره پنجم	0.00181	-0.00324	-0.00053	0.00087	0.00063

جدول شماره (۵) آمار توصیفی ریسک پرتفوهای تصادفی در مقایسه با ریسک پرتفوی بهینه

	بیشترین مقدار	کمترین مقدار	میانگین مقادیر	انحراف معیار	ریسک پرتفوی بهینه
دوره اول	0.01803	0.00682	0.01292	0.00193	0.0052
دوره دوم	0.01916	0.00680	0.01400	0.00194	0.0055
دوره سوم	0.01506	0.00534	0.00999	0.00175	0.0086
دوره چهارم	0.01843	0.00778	0.01306	0.00162	0.0041
دوره پنجم	0.01965	0.01098	0.01540	0.00162	0.0074

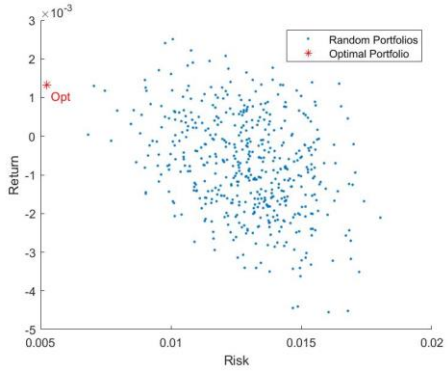
۳.۵. نحوه اعمال ضریب ریسک گریزی تطبیقی در فرایند بهینه‌سازی

جهت تفسیر نحوه تغییر سطوح ریسک گریزی و تاثیر آن بر عملکرد مدل بهینه سازی، در بخش قبل فرض شده است که سرمایه گذار با ضریب ریسک‌گریزی اولیه ۰.۷ اقدام به بهینه سازی دارایی‌های در دسترس، برای دوره اول سرمایه گذاری نموده است. مطابق جدول (۳) که نتایج حاصل از بهینه سازی در دوره های مختلف سرمایه گذاری را نشان میدهد، سرمایه گذار با توجه به چشم انداز ارائه شده توسط مدل بهینه سازی در مقدار بازده

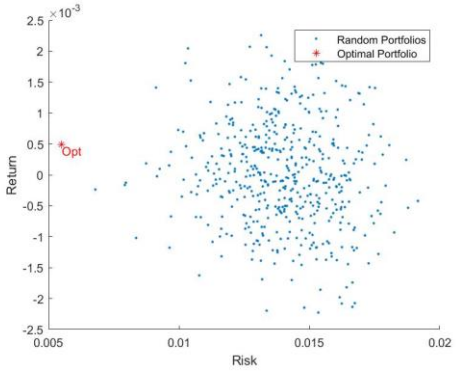
۰.۰۰۱۳ روزانه، نقطه مرجع از ثروت نهایی را در این نقطه نظر گرفته است. اما با پایان دوره اول و تحقق بازده واقعی سرمایه گذاری به میزان (۰.۰۰۰۴-) که بسیار کمتر از بازده پیش بینی شده بود، مطابق نظریه چشم انداز و مدل ارائه شده در بخش ۱.۲ پژوهش حاضر، فرد ریسک‌گریز تر شده و ضریب ریسک گریزی از ۰.۷ به ۰.۸۵۰۳ افزایش میابد. لذا در دوره بعدی سرمایه‌گذار با ضریب ریسک گریزی تعدیل شده جدید اقدام به انتخاب پرتفوی بهینه نموده و بر اساس نتایج بهینه سازی، بازده پیش بینی شده ۰.۰۰۰۵ روزانه را برای ثروت خود به عنوان نقطه مرجع در نظر می‌گیرد. افزایش ضریب ریسک گریزی در فرایند بهینه سازی منجر به تشکیل پرتفویی خواهد گردید که توازن میان ریسک و بازده آن در حدی قابل قبول برای سرمایه گذار باقی بماند.

در پایان دوره دوم و تحقق بازده واقعی (۰.۰۰۱۴-) میزان ریسک گریزی به بالاترین سطح خود رسیده و سرمایه گذار یا از ادامه سرمایه‌گذاری منصرف شده و یا تنها به انتخاب پرتفویی با حداقل ریسک خواهد پرداخت. با فرض ادامه سرمایه گذاری و انتخاب بالاترین میزان ضریب ریسک گریزی و به تبع آن پایین‌ترین میزان بازده مورد قبول در محدودیت شماره ۲ مدل پژوهش، فرایند بهینه سازی برای دوره سوم سرمایه گذاری انجام و نقطه مرجع تعیین میگردد. در پایان دوره سوم و دریافت بازده‌ای بیش از پیش بینی پرتفوی بهینه سازی شده، میزان ریسک گریزی کاهش یافته و به میزان ۰.۷۴۷۱ در شروع دوره چهارم خواهد رسید. فرایند ذکر شده در دوره‌های چهارم و پنجم نیز تکرار شده و مقادیر پیش بینی شده در مقایسه با نتایج پایان دوره‌ها منجر به تعدیل ضریب ریسک گریزی و تطبیق آن با شرایط جدید می‌گردد.

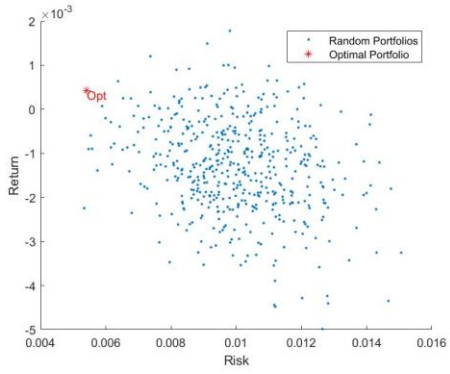
نمودار شماره۱- مقایسه ریسک و بازده در دوره



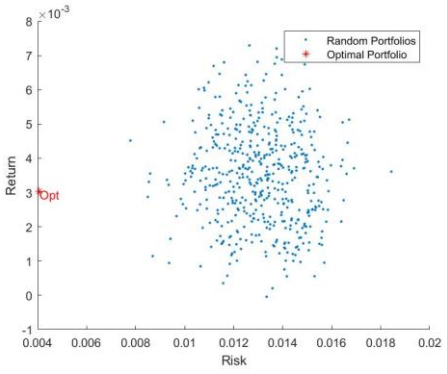
نمودار شماره۲- مقایسه ریسک و بازده در دوره



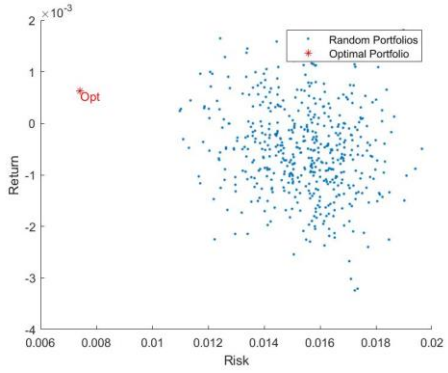
نمودار شماره۳- مقایسه ریسک و بازده در دوره سوم



نمودار شماره٤- مقایسه ریسک و بازده در دوره



نمودار شماره ٥- مقایسه ریسک و بازده در دوره پنجم



بحث و نتیجه گیری

ریسک و شیوه مواجهه انسان با آن نه تنها از فردی به فرد دیگر متفاوت است، بلکه پاسخگویی و رفتار هر یک از افراد در مقایسه با خود نیز در شرایط گوناگون متغیر می‌باشد. از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی افراد، میزان سطح ثروت است و پژوهش‌های بسیاری موید این نکته است که تغییرات ریسک‌گریزی افراد منطبق بر تغییرات ثروت بوده و میزان ریسک‌گریزی افراد از آن تاثیر می‌پذیرد. بعلاوه انتظارات افراد از دریافت پاداش و میزان مواجهه با خطر، عامل تعیین کننده دیگری جهت ترغیب فرد برای حضور در موقعیت‌های ریسکی به شمار میرود. لذا این انتظارات در تلفیق با تیپ‌های شخصیتی فرد و میزان ریسک‌گریزی، سطوح مختلفی از ریسک‌گریزی را بوجود آورده و سرمایه‌گذار باچشم اندازی از میزان منافع قابل دریافت و خطرات احتمالی، به گزینش و انتخاب سبدی از دارایی‌ها اقدام به سرمایه‌گذاری می‌نماید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با تغییر هر یک از این مولفه‌ها، تغییراتی را در انتخاب‌های افراد شاهد هستیم.

بر این اساس پژوهش حاضر ابتدا بنا بر تحقیقات صورت پذیرفته در گذشته و ادبیات موجود در تئوری مالی رفتاری خصوصا مطالعات توماس بجورک در تعیین میزان تغییرات سطح ریسک‌گریزی بر اساس سطح ثروت فردی، همینطور نظریه چشم انداز کانمن وتورسکی بعلاوه تحقیقات شفرین و استت‌من در تاثیر نقطه مرجع و ارزیابی چشم اندازها بر اساس آن، به معرفی مدل تغییرات سطح ریسک‌گریزی افراد بر اساس سطح ثروت و دورنمای وی از سرمایه‌گذاری پرداخته و بر این اساس مدلی جهت تعیین پرتفوی بهینه چند دوره‌ای ارائه گردید. به جهت تعیین بازده با بهره گیری از نظریه اعتبار و الگوی مطرح شده توسط لیو و لیو(۲۰۰۸) به تعیین میانگین بازده فازی پرداخته شد و برای تخمین ریسک نیز از نیم آنتروپی فازی که از سوی ژو و همکاران برای تعیین عدم قطعیت دارایی ها و ریسک ارائه گردید استفاده شد(ژو و همکاران، ۲۰۱۶). جهت تنویر و بکارگیری مدل در دنیای واقعی از سهام ۳۰ شرکت بزرگ بورسی بازار اوراق بهادار تهران به همراه یک دارایی بدون ریسک برای ۵ دوره زمانی از ابتدای سال ۱۴۰۰ لغایت پایان شهریور سال ۱۴۰۲ استفاده شد که در پایان هر دوره بر اساس اطلاعات جدید افزوده شده از دوره‌های قبل به مساله، بر اساس تغییر سطح ریسک‌گریزی و در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی، متوازن سازی مجدد سبد دارایی‌ها بصورت پویا پذیرفت. برای انجام فرایند بهینه‌سازی و حل مساله با توجه به استفاده از گشتاورهای مرتبه بالاتر به عنوان متغیر شناسایی ریسک ، الگوریتم ژنتیک انطباق یافته مقید فرا خوانده شد. برای ارزیابی نتایج حاصله نیز به مقایسه عملکرد سبد بهینه‌سازی شده توسط مدل، با ۵۰۰ پرتفوی تصادفی در هر یک از دوره‌ها پرداختیم.

نتایج اجرای مدل نشان داد، مدل حاضر به خوبی نسبت به کاهش ریسک سرمایه‌گذاری بر اساس بهینه‌سازی ریسک و بازده عمل می‌کند اما وجود ریسک سیستماتیک در بازار طی دوره‌های متوالی که با متنوع سازی پرتفوی قابل مدیریت نیست و از رسیدن سبد دارایی‌ها را از رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده باز می‌دارد منجر به افزایش ریسک‌گریزی می‌گردد تا حدی که ممکن است سرمایه‌گذار را از ادامه سرمایه‌گذاری منصرف نماید. بعلاوه افزایش ریسک‌گریزی در طی دوره‌هایی که به زیان منتهی شدند منجر به انتخاب پرتفوهایی با ریسک بسیار پایین گردیده‌اند. بطوریکه حتی در شرایط مساعد بازار و روندهای صعودی نیز سرمایه‌گذار به انتخاب

پرتفوهای دارای ریسک پایین می‌پردازد که این امر ناشی از پدیده زیان‌گریزی بر اساس نظریه چشم انداز کانمن و تورسکی است.

مدل ارائه شده در این پژوهش با در نظر گرفتن سطوح ریسک‌گریزی هر فرد پرتفویی را پیشنهاد می‌دهد که در عین ارائه بالاترین میزان بازده، همزمان پرتفویی خواهد بود که دارای ریسک قابل قبول نیز برای هر فرد و منطبق بر انتظارات وی از سرمایه‌گذاری است. در ادامه پیشنهاد می‌گردد مدل ارائه شده در این تحقیق با سایر الگوریتم‌های بهینه‌سازی خصوصا الگوریتم‌های هم‌تکاملی، اجرا گردد. چراکه الگوریتم‌های هم تکاملی علاوه بر تناسب انتخاب میان ریسک و بازده، می‌توانند مقادیر مربوط به پارامترهای ریسک‌گریزی را نیز بصورت همزمان بهینه کرده و مقایسه روشنی میان تفاوت انتخاب‌های فردی با الگوریتم‌های ماشینی و بهینه‌سازی شده انجام دهد.

فهرست منابع

احمدی، راضیه. آذر، عادل. زمردیان، غلامرضا. (۱۴۰۲). بررسی رابطه ریسک و مطلوبیت زیان گریزی مبتنی بر نظریه چشم انداز چند دوره ای با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات. دانش سرمایه‌گذاری۱۲ (۴۶): ۵۵۸-۵۳۳

آرین تبار، احمد. (۱۴۰۰). ویژگی های سرمایه گذاران و ریسک پذیری مالی در بازار سرمایه. فصلنامه تحلیل بازار سرمایه. ۱(۲): ۱۶۶-۱۸۷.

ابراهیمی سرو علیا، محمدحسن. سلیمی، محمدجواد. قوچی فرد، حمزه. (۱۳۹۹). اثر زیان گریزی نزدیک‌بینانه(MLA) سرمایه‌گذاران بر سرمایه‌گذاری در سهام در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه علمی مطالعات تجربی حسابداری مالی. ۱۷(۶۷): ۱۲۴-۸۹

ابراهیمی، سیدبابک. باباخانی، مسعود. متقی دستنایی، سمیرا. جبارزاده، آرمین. (۱۳۹۰) اثر ریسک گریزی فرد در انتخاب پویای سبد مالی بهینه. پژوهشنامه اقتصادی (پیاپی، ۴۰)، ۲۷۲-۲۴۱

شیری قهی، امیر. دیده خانی، حسین. خلیلی دامغانی، کاوه. سعیدی، پرویز.(۱۳۹۶). مطالعه تطبیقی مدل بهینه‌سازی پرتفوی چند دوره‌ای چندهدفه در محیط اعتبار فازی با معیارهای متفاوت ریسک. راهبرد مدیریت مالی. ۵ (۳): ۲۶-۱.

شیری قهی، امیر. دیده خانی، حسین. خلیلی دامغانی، کاوه. سعیدی، پرویز. (۱۳۹۷). طراحی مدل بهینه‌سازی پرتفوی چند دوره‌ای میانگین - ارزش در معرض خطر میانگین در محیط اعتبار فازی. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار(پیاپی، ۳۵): ۱۳۱-۱۵۱.

مومنی، منصور (۱۳۹۶). مباحث نوین تحقیق در عملیات. انتشارات دانشگاه تهران.

مهرعلیزاده شیادهی، روح اله. دیده خانی، حسین. خوزین، علی. نادریان، آرش.(۱۴۰۱ اسفندماه). مروری بر عوامل موثر بر تغییرات سطح ریسک گریزی فردی و نقش تعیین کننده ثروت در تعدیل ریسک گریزی . دومین کنفرانس ملی رویکردهای نوین در حسابداری، حسابرسی و مالی، علی آباد کتول

مهرگان، محمدرضا. (۱۴۰۱). نظریه مطلوبیت از فلسفه تا عمل. انتشارات نشر کتاب دانشگاهی

نیکومرام، هاشم. سعیدی، علی. حق شناس، فریده. میرعباسی،یاور. (۱۳۹۷). بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روانشناختی. فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار(پیاپی، ۳۴): ۳۰۵-۳۳۳.

Björk, T., Murgoci, A., & Zhou, X. Y. (2014). Mean–variance portfolio optimization with state-dependent risk aversion. Mathematical Finance: An International Journal of Mathematics, Statistics and Financial Economics, 24(1), 1-24. Blake, D., Wright , D., & Zhang, Y. (2013). Target-driven investing: optimal investment strategies in defined contribution pension plans under loss aversion. Econ Dynam Control.

Çepni, O., Demirer, R., Gupta, R., & Pierdzioch, C. (2020). Time-varying risk aversion and the predictability of bond premia. Finance Research Letters, 34, 101241.

Chen, P., Yang, H., & Yin, G. (2008). Markowitz's mean-variance asset-liability management with regime switching: A continuous-time model. Insurance: Mathematics and Economics.

Dai, Z., & Chang, X. (2021). Forecasting stock market volatility: Can the risk aversion measure exert an important role? The North American Journal of Economics and Finance, 58, 101510

Fabozzi, F. j., & Markowitz , H. m. (2012). Mean-Variance Model for Portfolio Selection. Encyclopedia of Financial Models.

Fu, C., Lari-Lavassani , a., & li, x. (2010). Dynamic meanvariance portfolio selection with borrowing constraint. Eur J Oper Res.

Hu, Y., Jin, H., & Zhou, X. (2017). Time-Inconsistent Stochastic Linear--Quadratic Control: Characterization and Uniqueness of Equilibrium. SIAM Journal on Control and Optimization.

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. The Econometric Society.

Li, D., & Ng, W. L. (2000). Optimal dynamic portfolio selection: Multiperiod mean-variance formulation. Mathematical finance, 10(3), 387-406.

Liu, B., & Liu, Y.-K. (2002). Expected value of fuzzy variable and fuzzy expected value models. IEEE Transactions on Fuzzy Systems.

Murgoci , B., & Zhou , X. (2014). Mean-variance portfolio optimization with statedependent risk aversion. Math Financ, 1–24.

Nofsinger, J. R., Patterson, F. M., & Shank, C. A. (2018). Decision-making, financial risk aversion, and behavioral biases: The role of testosterone and stress. Economics & Human Biology, 29, 1-16.

Pedrycz, W. (2014). Allocation of information granularity in optimization and decision-making models: towards building the foundations of granular computing. Eur J Oper Res.

Rieger, M. o., wang, m., & hens, t. (2011). Prospect theory around the world. NHH Brage.

Statman, M., & Shefrin, H. (1985). Explaining investor preference for cash dividends. Journal of financial economics.

Strotz, R. (1955). Myopia and Inconsistency in Dynamic Utility Maximization. The Review of Economic Studies.

Wu, H., & chen, h. (2015). Nash equilibrium strategy for a multi-period mean–variance portfolio selection problem with regime switching. Economic Modelling, 79-90.

Zhou, J., Li, X., Kar, S., Zhang , G., & Yu , H. (2017). Time consistent fuzzy multi-period rolling portfolio optimization with adaptive risk aversion factor. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing .

Zhou, J., Li, X., & Pedrycz, W. (2016). Mean-Semi-Entropy Models of Fuzzy Portfolio Selection. IEEE Transactions on Fuzzy Systems.

Financial Economics
Vol. (16) Issue (62) Summer 2027

A Dynamic Multi-Period Portfolio Optimization Model Considering Investors' Attitudes towards Risk and Risk Aversion"

Rouhollah Mehralizadeh Shiadehi
Department of Financial Engineering, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul Iran

Hossein Didehkhani
Department of Financial Engineering, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul Iran

Ali Khozain
Department of Accounting, Aliabad Katoul branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

Arash Naderian
Department of Accounting, Aliabad Katoul branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

Abstract
This research proposes a model for determining an optimal portfolio based on changing risk aversion levels in different investment periods. In conventional portfolio optimization methods, the selection of the portfolio is performed using a static measure of risk aversion. Therefore, in this study, a dynamic multi-period portfolio optimization model is presented to better align the model output with the existing realities. The research first uses the theory of fuzzy credibility to determine fuzzy semi-entropy as a risk measure. Then, by adapting the risk aversion coefficient in each period while considering practical constraints, a multi-period portfolio optimization model is developed. The model is implemented for 30 securities in the Tehran Stock Exchange over five time periods using a genetic algorithm. The model output is compared with the results of 500 random portfolios. The results show that the portfolio created by the proposed model outperforms random portfolios in terms of risk and return.
Key Words: Multi Period Portfolio optimization, Adapted risk aversion, Fuzzy semi-entropy risk measure, Genetic algorithm