فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۴ / شماره ۳ (پیاپی ۵۵) / پائیز ۱۴۰۴
صفحه ۲۹۷ تا ۳۱۹

ارائه مدل تغییرات ترجیحات ریسک‌گریزی افراد با بکارگیری بهینه‌سازی سبد دارایی‌ها در قالب تئوری چشم‌انداز

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. (نویسنده 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: ۱۴۰۱/۰۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۱

چکیده

این پژوهش با بهره‌گیری از مدل ادغامی بهینه‌سازی پورتفوی، تئوری چشم‌انداز و روشهای بهینه‌سازی فرا ابتکاری به ارائه مدلی برای تخمین تغییرات سطح ریسک‌گریزی پرداخته تا خروجیِ مدلهای بهینه‌سازی هرچه بیشتر منطبق بر ترجیحات سرمایه‌گذاران از تبادل میان ریسک و بازده قرار گیرد. ابتدا با بررسی ادبیات تحقیق، عوامل موثر بر ریسک‌گریزی شناسایی و با استفاده از تعریف ریسک‌گریزی انطباق یافته وابسته به ثروت و تعیین نقطه مرجعی که سرمایه‌گذار بر اساس آن اقدام به شناسایی سود و زیان سرمایه‌گذاری خود می‌نماید، میزان انطباق نقطه مرجع را با عملکرد پورتفوی محاسبه و بر اساس آن ریسک‌گریزی انطباق یافته سازگار با زمان معرفی گردید. جهت تعیین نقطه مرجع سرمایه‌گذار، ثروت حاصل از بهینه‌سازی پورتفوی را بکار گرفتیم. در ادامه مدل برای ۳۵ سهم از بازار بورس اوراق بهادار تهران به همراه یک دارایی بدون ریسک طی 7 دوره‌ی سرمایه‌گذاری پیاده‌سازی شده و در ادامه با حل مدل و بکارگیری الگوریتم ژنتیک انطباق یافته، تغییرات ریسک‌گریزی محاسبه گردید. نتایج اجرای مدل نشان داد با افزایش ثروت از نقطه مرجع ریسک‌گریزی کاهش و با کم شدن ثروت، ریسک‌گریزی افزایش می‌یابد که منطبق بر نظریه چشم‌انداز کانمن و تورسکی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تئوری چشم‌انداز، ریسک‌گریزی انطباق یافته، بهینه‌سازی پورتفوی، نقطه مرجع در نظریه چشم‌انداز.

۱- مقدمه

بهینه‌سازی پورتفوی یکی از مقولات جذاب در مباحث مربوط به مالی می‌باشد که ترکیب آن با مالی رفتاری می‌تواند بهبود مناسبی را در عملکرد پورتفوهای تشکیل شده از دارایی‌های ریسکی ایجادکرده و در نتیجه خروجی‌های نزدیکی را با دنیای واقعی ارائه نماید. یکی از کاربردی‌ترین رویکردهای بهینه‌سازی چند هدفه که بهینه‌سازی پورتفوی نیز در زمره آن قرار می‌گیرد، تبدیل اهداف چندگانه به یک هدف و ادغام نمودن تمامی اهداف با استفاده از ضریب اهمیت برای هرکدام از توابع هدف می‌باشد. در این نوع نگرش به مسائل بهینه سازی چند هدفه که بهینه سازی پورتفوی نیز در زمره آن قرار دارد، ضریب اهمیت در تابع هدفِ مربوط به کمینه سازی ریسک، بشکل ریسک گریزی خود را نشان داده و تعیین می‌کند هر سرمایه گذار به ازای تحمل هر و احد ریسک، چه میزان بازده طلب خواهد کرد.

در میان مهم‌ترین تئوری‌های تصمیم‌گیری در موقعیت‌های دارای ریسک، دو نظریه مطلوبیت انتظاری[1] و تئوری چشم‌انداز[2] حائز اهمیت بیشتری می‌باشند. مطلوبیت انتظاری، در نظریه تصمیم‌گیری[3]، مبیّن ارزش انتظاری یک تصمیم برای یک فرد است که با جمع کردن مطلوبیت حاصل از رخ دادن هرکدام از نتایج تصمیم ضرب در احتمال رخ دادن آن تصمیم، بدست می‌آید. مطلوبت انتظاری به ساده‌ترین بیان، ادعا می‌کند که تحت مفروضات خاصی که به قواعد مطلوبیت کاردینال معروف‌اند یک فرد برای انتخاب میان چند لاتاری مختلف، گزینه‌ای را انتخاب می‌کند که به وی بیشترین مطلوبیت انتظاری را بدهد. با توجه به اینکه افراد همواره به دنبال بیشینه کردن مطلوبیت انتظاری خود هستند، انتخاب‌هایی را برمی‌گزینند که بالاترین مطلوبیت انتظاری را نسبت به بقیه انتخاب‌ها داشته باشد. این تئوری توسط دانیل برنولی(۱۷۳۸) مطرح و بعدها بوسیله فون نویمان و اسکار مورگنشترن (۱۹۴۷) توسعه پیدا کرد. اما این تئوری در میدان عمل با برخی تورش‌های رفتاری مواجه بود. به عنوان مثال در نظریه مطلوبیت انتظاری ترجیحات فرد بوسیله یک تابع خطی از احتمالات و مطلوبیت‌های فردی توصیف می‌شود اما مطالعات بسیاری همچون تحقیقات موریس آلایس (۱۹۵۲) معروف به معمای آلایس، اثر ترجیحات غیرخطی[4] افراد را برای انتخاب میان لاتاری‌های مختلف بیان کرد و نشان داد که لزوما قاطبه افراد بازی‌هایی با مطلوبیت انتظاری بیشتر را انتخاب نخواهند نمود و به عنوان مثال، قطعیتِ یک موقعیت، آنرا مطلوب و منتخب بسیاری افراد خواهد نمود. بر همین اساس تئوری چشم‌انداز با نگرشی جدید پا به عرصه نهاد و تا به امروز پارادایم ارائه شده توسط آن بوسیله شواهد تجربی بسیاری آزموده شده و مورد تایید قرار گرفته است.

نظریه چشم‌انداز که توسط کانمن و تورسکی[5] در سال۱۹۷۹ معرفی گردید با نگرشی جدید به نحوه مواجهه انسان‌ها با موقعیت‌های دارای عدم قطعیت می‌پردازد و تفسیر کننده بسیاری از مواردی است که نظریه مطلوبیت انتظاری پاسخی برای آن نداشت (Kahneman & Tversky, 1979) . موقعیت چشم‌انداز یا دور نما را می‌توان

[1] Expected utility
[2] Prospect Theory
[3] Decision theory
[4] Nonlinear preferences
[5] Daniel Kahneman & Amos Tversky

بصورت موقعیتی که فرد به انتخاب گزینه‌ای (بصورت قطعی) می‌پردازد اما برآیند انتخاب احتمالی بوده و قطعی نمی‌باشد اطلاق کرد. به عبارتی می‌توان آنرا بصورت انتخاب‌هایی قمار گونه پنداشت که انتخاب کننده با پیامدهایی احتمالی روبروست. به عنوان مثال ممکن است برایند یک بازی به احتمال ۲۰٪ نتیجه‌ی "الف"، و به احتمال ۸۰٪ نتیجه‌ی "ب" بدست بیاید. بدین ترتیب فرد با توجه به دورنما و چشم‌اندازی که از پیامد انتخاب خود در موقیعت عدم اطمینان دارد اقدام به انتخاب و تصمیم‌گیری می‌نماید. به عبارتی فردِ انتخاب کننده دورنمایی را از موقعیت ریسکی برای خود متصور است و بر اساس آن تصویر است که نسبت به انتخاب یکی از چند گزینه پیش رو اقدام می‌نماید. در خصوص تفاوت نظریه چشم‌انداز با نظریه کلاسیک مطلوبیت انتظاری می‌توان به این نکته اشاره کرد که در نظریه مطلوبیت، فرد با استفاده از احتمالات منتسب به برآیند (مقدار مورد انتظار یا امید ریاضیِ) هریک از انتخاب‌ها و میزان مطلوبیت ایجاد شده توسط انتخاب‌ها به حداکثر سازی مطلوبیت خود می‌پردازد اما در نظریه چشم‌انداز به دورنمای فرد(نه احتمال) از موقعیت ریسکی پرداخته و انتخاب فرد را به دورنمای ذهنی وی از موقعیت ریسکی منتسب می‌کنند. لذا در اینجا میزان احتمال واقعی هریک از انتخاب‌ها به احتمال ذهنی فرد از موقعیت تغییر میکند. بر این اساس است که کانمن و تورسکی جهت ایجاد تمایز، واژه "ارزش[1]" را بجای واژه "مطلوبیت" پیشنهاد داده‌اند.

در تئوری‌های مطلوبیت انتظاری و چشم‌انداز عموما فرض می‌شود که افراد زیان گریزند، به عبارتی از زیان که حالتی قطعی شده از ریسک می‌باشد دوری گزیده و از حضور در موقعیتهای قطعی منجر به زیان خودداری می‌نمایند بعلاوه هنگام مواجهه با مقدار معینی زیان، کاهش ارزش ایجاد شده بیش از مقداری است که در هنگام بدست آوردن همان مقدارِ از دست رفته ایجاد می‌شود. اما ریسک‌گریزی به ترجیحات فرد از حضور در یک موقعیت ریسکی می‌پردازد که با احتمالات همراه است. به جهت شفافیت موضوع میتوان اینگونه بیان کرد که فرد ریسک‌پذیر تمایل به حضور در موقعیت ریسکی را داشته و خودِ موقعیت یا بازی برای وی ارزشمند است، اما فرد ریسک‌گریز میزان منفعتی که از حضور در یک میدان ریسکی بدست میاورد را با اهمیت می‌پندارد. مطالعات بسیاری که برخی از آنها در ادبیات پژوهش خواهند آمد، بیانگر این موضوع است که ریسک‌گریزی یا ریسک پذیری افراد کاملا وابسته به میزان ثروت بوده و با تغییر میزان ثروت سطح ریسک‌گریزی افراد نیز تغییر خواهد کرد. هری مارکویتز[2] در تئوری مدرن پورتفوی[3] از ریسک‌گریزی و میزان ارزشی که افراد به حضور در موقعیت ریسکی می‌پردازند یا میزان بهایی که به ازای هر واحد خطر برای حضور در وقعیت ریسکی طلب می‌کنند، استفاده نمود تا به معرفی مدلی که معروف به مدل بهینه‌سازی پورتفوی ادغامی است، بپردازد.

این پژوهش در نظر دارد ضمن بهره‌گیری از مدل ادغامی بهینه‌سازی پورتفوی، تئوری چشم‌انداز و روش‌های بهینه‌سازی فرا ابتکاری، به ارائه مدلی برای تخمین تغییرات سطح ریسک‌گریزی پرداخته تا خروجیِ مدل‌های بهینه‌سازی هرچه بیشتر منطبق بر ترجیحات سرمایه‌گذاران از تبادل میان ریسک و بازده قرار گیرد. ساختار این پژوهش بدین صورت است که در بخش اول و مقدمه به تشریح موضوع اصلی تحقیق پرداخته و در بخش دوم به

[1] Value
[2] Harry Markowitz
[3] Modern Portfolio Theory

بیان سیر تاریخی تحولات پیرامون موضوع و همچنین دستاوردهای دانشمندان این حوزه می‌پردازیم. سپس به معرفی مدل و متغیرهای آن پرداخته و در ادامه با ارائه مثالهای روشن کننده به کاربرد مدل می‌پردازیم.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

تابع ارزش در نظریه چشم‌انداز

کانمن و تورسکی (۱۹۹۲) در نظریه چشم‌انداز تجمعی، با مطالعه بر رفتار بیش از ۵۰۰۰ نفر شرکت کننده که از آنان درخواست می‌شده تا از میان موقعیت‌های ریسکی دست به انتخاب زده یا یک موقعیت دارای ریسک را قیمت گذاری کنند به تخمین و برآورد تابع ارزش افراد پرداختند. بنا بر مطالعه ایشان، تابع ارزش ایجاد شده به ازای هر واحد ثروت بصورت زیر تخمین زده شد:

$$v(x) = \begin{cases} -\lambda(-x)^{\beta}, & x < 0 \\ x^{\alpha}, & x \geq 0 \end{cases}$$ معادله شماره (۱)

در اینجا $v(x)$ تابع ارزش به ازای x واحد پولی مورد انتظار تصمیم گیرنده، λ ضریب زیان گریزی، α ضریب ریسک‌گریزی در هنگام سود و β ضریب ریسک‌گریزی در هنگام زیان می‌باشد. بر اساس مطالعات مختلف که با متودولوژی‌های متفاوت انجام گرفته ضریب زیان گریزی از حدود ۲ الی ۴ متغیر بوده که این ضریب در مطالعات کانمن و تورسکی (۲.۲۵) برآورد گردیده است. کاربردها و نوآوری‌های نظریه چشم‌انداز در نهایت منجر به اهدای جایزه نوبل اقتصاد به دانیل کانمن در سال ۲۰۰۲ گردید.

۲-۲- ریسک گریزی

از مهمترین پیش فرض‌های تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان ریسک‌گریزی است. در تئوری مطلوبیت انتظاری صرف ریسک ارزشی است که فرد ریسک‌گریز به‌خاطر پذیرش یک شرط‌بندی با ارزش مورد انتظار صفر مطالبه می‌کند. به عبارتی شیب تابع مطلوبیت بیانگر ریسک‌گریزی فرد بوده و نشان می‌دهد فرد ریسک‌گریز برای حضور در موقعیت ریسکی چه مقدار بازده طلب می‌کند. شیب تابع مطلوبیت برای افراد ریسک‌گریز بصورت منفی و تابع مطلوبیت آنها مقعر و برای افراد ریسک‌پذیر شیب تابع مطلوبیت مثبت و تابع مطلوبیت آنها محدب می‌باشد. به عبارتی فرد برای حضور در یک موقعیت ریسکی با مطلوبیت انتظاری معین، چه میزان طلب می‌کند تا درآن موقعیت قرار گیرد. اگر این مبلغ بیش از ارزش مورد انتظار بازی باشد فرد ریسک‌گریز و در غیر این صورت ریسک‌پذیر می‌باشد. در نظریه چشم‌انداز پارامترهای ریسک‌گریزی به دو شکل در تابع ارزش قرار می‌گیرند. حالت اول ریسک گریزی در هنگام برد و حالت دوم ریسک‌گریزی در زمان باخت. به عبارتی ضریب ریسک‌گریزی α تنها برای $x>0$ محاسبه شده و مقدار آن برابر $\alpha= log_{x}^{v(x)}$ و β تنها برای $x<0$ محاسبه شده و مقدار آن برابر $\beta= log_{-\lambda(-x)}^{v(x)}$ می‌باشد (Rieger, wang, & hens, 2011)

۳-۲- ریسک‌گریزی انطباقی یا زمان سازگار

تاکنون در مطالعات بسیاری نشان داده شده است که ترجیحات ریسک‌گریزی افراد تحت شرایط گوناگون تغییر می‌کند. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد افراد در دو حالت ریسک‌پذیر می‌شوند، به عبارتی نمودار مطلوبیت آنها از حالت مقعر به محدب تغییر پیدا می‌کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد افراد هنگامی که با یک زیان قطعی و یک زیان محتمل با مطلوبیت انتظاری بالاتر مواجه هستند ریسک‌پذیر می‌شوند. حالت دیگر در هنگامی است که افراد با یک حالت لاتاری یعنی حالتی که احتمال برنده شدن بسیار اندک اما ارزش بُرد بسیار بالا باشد نیز ریسک‌پذیر می‌گردند. از سویی میزان ثروت فرد، جنسیت، نسبت میان هورمون‌های تستسترون[1] به کورتیزول[2] نیز بر ریسک گریزی موثرند. به عبارتی ریسک‌گریزی یا ریسک پذیری افراد متغیر بوده وتحت عواملی تغییر خواهند کرد. طی بررسی های انجام شده توسط ریجر و همکاران در سال ۲۰۱۱ که میان ۴۵ کشور صورت پذیرفت ضرایب ریسک‌گریزی α و β برای برد و باخت و ضریب زیان گریزی λ برای شرکت کنندگان در کشورهای مختلف تخمین زده شده است. در پژوهش ذکر شده ضریب ریسک گریزی در هنگام برد از ۴۰٪ تا ۹۵٪ و ضریب ریسک گریزی در هنگام زیان از ۹۰٪ تا ۱۰۰٪ متغیر بوده است.

نکته مهم دیگر وزن هریک از احتمالات است در نظریه چشم‌انداز به هریک از احتمالات وزنی داده میشود بطوریکه افراد به دلیل نقص ذهن بشر در توانایی ارزش گذاری در حالتهای اکستریم بعضا به احتمالات بالا و نزدیک به یقین در آینده‌ای دور وزنی کمتر از آنچه هست می‌دهند یا به رخدادن پیشامدهایی با احتمال بسیار اندک، وزن زیادی اختصاص می‌دهند. بعلاوه ارزش ایجاد شده برای موقعیتی که در آن حالت احتمالی افزایش پیدا کرده و به قطعیت می‌رسد ارزش بالاتری نسبت به همان میزان افزایشِ احتمال در حالت‌های غیر قطعی دارد. به عنوان مثال افزایش احتمال از ۹۸درصد به ۱۰۰درصد با اینکه افزایش احتمالی به میزان ۲درصد دارد اما ارزش بیشتری نسبت به افزایش احتمال از ۹۶ به ۹۸ درصد خواهد داشت.

۴-۲- نقطه مرجع

نقطه مرجع معیار تعیین کننده سود یا زیان برای سرمایه‌گذار است. به عبارتی در این تئوری ثروت نهایی عامل سود و زیان نیست و 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 تصوری از زیان ادراک می‌شود. لذا نقطه مرجع فضا را به دو منطقه سود و زیان (موفقیت و شکست) تقسیم می‌کند (Statman & Shefrin, 1985) . با بررسی تابع ارزش یک فرد می‌توان گفت که نقطه مرجع همان نقطه عطف منحنی و جایی است که از آن نقطه شیب تابع ارزش تغییر علامت می‌دهد. از این نقطه است که تابع ارزش در منطقه سود مقعر و در منطقه زیان محدب می‌گردد و اثر زیان گریزی نشان میدهد ناراحتی نسبت به زیان بسیار بالاتر از خوشحالی ایجاد شده در فرد هنگام وقوع سود است. به عنوان مثال وقتی فردی توقع(انتظار) دارد که ثروت وی از حضور در این موقعیت ریسکی به از ۱۰۰

[1] Testosterone
[2] Cortisol

واحد به ۱۲۰ واحد افزایش یابد و پس از حضور ثروت وی به ۱۱۰ واحد افزایش پیدا کند، گرچه به لحاظ حسابداری سود بدست آورده اما نسبت به نقطه مرجع خود زیان ادراک می‌گردد. بنا بر این مطلوبیت و ارزش بر اساس نقطه مرجع تعیین می‌گردد. بطور کلی اینکه نقطه‌ای بعنوان مرجع تعیین گردد کاملا بر ترجیحات فرد منطبق است پژوهشگران قیمتهای گوناگونی را برای نقطه مرجع پیشنهاد داده‌اند که میتوان به قیمت خرید، EPS و نقطه بهینه در بهینه‌سازی پورتفوی اشاره کرد. بهینه‌سازی پورتفوی بر اساس ریسک و بازده می‌تواند نقطه مرجع مناسبی برای تابع ارزش افراد در موقعیت ریسکی ارائه دهد. فرد در آغاز سرمایه‌گذاری با استفاده از بیشینه کردن بازده در سطوح مختلف ریسک، به تصمیم‌گیری جهت انتخاب دارایی‌های ریسکی در پورتفوی خود می‌پردازد و نقطه بیشینه بدست آمده در فرایند بهینه‌سازی را به عنوان نقطه مرجع در سرمایه‌گذاری لحاظ می‌کند. در پایان دوره سرمایه‌گذاری فرد با مقایسه میان انتظارات شروع دوره از میزان سود پیش بینی شده به عنوان نقطه مرجع به ارزیابی عملکرد پورتفو خواهد پرداخت. به عبارتی بازده نهایی پورتفو بر اساس انحراف از نقطه مرجع سنجیده شده و تغییرات ریسک‌گریزی فرد تعیین می‌گردد. در صورتی که بازده نهایی بیش از بازده پیش بینی شده حاصل از بهینه‌سازی باشد ریسک‌گریزی فرد افزایشی و در غیر این صورت ریسک ریزی کاهش می‌یابد. (Björk, Murgoci, & Zhou, 2014).

۵-۲- نیم آنتروپی فازی به عنوان معیار ریسک:

پس از معرفی تئوری فازی توسط زاده در سال ۱۹۶۵ کاربردهای فراوانی از این تئوری در سراسر دنیا یافت شد. اما تازه ترین کاربرد این تئوری مربوط به ادبیات مالی می‌باشد. با استفاده از تئوری امکان در ادبیات مالی، سرمایه‌گذاران قادر به برآورد امکان رسیدن به هدف می‌باشند، اما برآورد امکان رویداد مخالف قابل اندازه گیری نمی‌باشد به عبارتی رویدادی که مانع از رسیدن پورتفوی به بازده هدف‌گذاری شده باشد قابل برآورد نیست که این مساله به خود دوگانگی در بهینه‌سازی مشهور است. برای رفع این مشکل لیو و لیو در سال ۲۰۰۲ نسبت به ارائه تئوری جایگزین اقدام نمودند که به تئوری فازی اعتباری مشهور است. در این رویکرد علاوه بر اینکه برآورد احتمال رسیدن به بازده هدف گذاری شده محاسبه میگردد، میتواند نسبت به برآورد احتمال عدم رسیدن بازده یک دارایی و به تبع آن بازده کل پورتفوی به بازده هدف اقدام نماید. مزیت عمده این رویکرد برآورده نمودن خود دوگانگی در مسائل بهینه‌سازی پورتفوی با استفاده از تئوری امکان می‌باشد که کاربرد فراوانی در ادبیات مالی یافت (Liu & Liu, 2002). ژو و همکاران با معرفی معیار نیم آنتروپی فازی در فضای اعتبار، شاخص جدیدی برای اندازه گیری ریسک بدست دادند. 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 و ارزش مورد انتظار فازی بشکل زیر خواهد بود (Zhou, Li, & Pedrycz, 2016)

$$E(\xi) = \frac{a+2b+c}{4}$$ معادله شماره (۲)

نیم آنتروپی فازی به عنوان معیاری از ریسک منسجم نیز به شکل زیر تعریف میگردد (ژو و همکاران، ۲۰۱۶):

معادله شماره (۳)

$$S_h(\xi) = \begin{cases} (b-a)\rho - (b-a)\zeta(\rho), & \mathrm{E}(\xi) \geq b \\ \frac{b-a}{2} + (c-b)\zeta(\tau) & , \mathrm{E}(\xi) < b \end{cases}$$

که تابع $\zeta(x)$ و پارامترهای ρ و τ در معادله فوق، به شرح زیر می‌باشند:

معادلات شماره (۴)

$$\zeta(x) = x^2 \ln(x) - (1-x)^2 - \ln(1-x)$$

$$\rho = \frac{2b+c-3a}{8(b-a)} \qquad \tau = \frac{3c-2b-a}{8(c-b)}$$

۶-۲- مروری بر پیشینه پژوهش

در سنوات اخیر استفاده از ضرایب ریسک گریزی در مدلهای بهینه سازی، پیش بینی‌های اقتصادی و تخصیص دارایی‌ها رشد چشم‌گیری داشته است. همین امر مدلسازی و سنجش تغییرات ریسک گریزی در افق‌های زمانی مختلف را دارای اهمیت فراوان نموده است. ازمیان پژوهش‌های مربوط به تغییرات ریسک گریزی برخی از آنها متعاقبا به اختصار بیان می‌گردد:

کامل ابراهیمیان، ابراهیم عباسی و همکاران (۱۴۰۰)، با استفاده از الگوریتم‌های شبکه عصبی و هوش مصنوعی و نتایج آزمون گرنجر در تحقیقات خود به این نتیجه رسیده‌اند، تجمیع احساسات روزانه کاربران شبکه‌های اجتماعی که عمدتا به بحث و گفتگو در خصوص قیمت سهام می‌پردازند، می‌تواند بر قیمت سهام موثر باشد. در این پژوهش، *فرض خود انجام*[1] کاربران شبکه های اجتماعی به عنوان عاملی برای افزایش یا کاهش قیمت سهام در روزهای آتی معرفی شد که می‌تواند به عنوان تخمینی از نقطه مرجع در نظریه چشم انداز برای این پژوهش مورد استفاده قرار گیرد.

ژیفنگ دای و ژیائومینگ چانگ (۲۰۲۱) با استفاده از ریسک گریزی انطباق یافته به ارائه مدلی جهت پیش بینی نوسانات بازده قیمت سهام پرداختند. در این تحقیق پژوهشگران نشان دادند استفاده از ضریب ریسک گریزی انطباق یافته می‌تواند دقت پیش بینی بازده سهام را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد. چپنی و دیگران(۲۰۲۰) نیز با استفاده از ضریب ریسک گریزی انطباق یافته به ارائه مدلی جهت پیش بینی بازده اضافی اوراق قرضه دولتی در ایالات متحده امریکا پرداختند این تحقیقات نشان داد ضریب ریسک گریزی انطباق یافته دقت پیش بینی را در تمام افقهای زمانی (یک ماهه الی دوازده ماهه) بهبود می‌بخشد.

ابراهیمی سروعلیا و همکاران(۱۳۹۹) به بررسی اثر زیان‌گریزی نزدیک‌بینانه سرمایه‌گذاران در بازار بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. در این پژوهش با بهره برداری از متد بکار رفته در نظریه چشم‌انداز، ضریب زیان‌گریزی سرمایه‌گذار ایرانی حدود ۲.۱۷ تعیین گردید. بعلاوه با توجه به تاثیر بالای زیان‌گریزی در تصمیم‌گیری

[1] Self-fulfilling Prophecy

سرمایه‌گذاران، از اثر ریسک‌گریزی چشم‌پوشی شده است که مشابه تحقیقات مربوط به ریسک‌گریزی حاصل از پژوهش برکلار (۲۰۰۴) می‌باشد. اثر ریسک‌گریزی که در پژوهش ابراهیمی‌سروعلیا و دیگران بررسی گردید عامل اصلی تصمیم‌گیری جهت بازنگری سبد سرمایه‌گذاری افراد بوده و موجب می‌گردید غالب سهامدارانی که در اوراق بهادار سرمایه‌گذاری نموده بودند در بازه‌های کوتاه مدت به بازبینی و ارزیابی سهام پورتفوی خود پرداخته و در صورت مواجهه با زیان، کمتر در این اوراق سرمایه‌گذاری نمایند. لذا اینگونه سرمایه‌گذاران، علاوه بر زیان‌گریزی، نزدیک بینی را نیز بصورت توامان در ارزیابیهای خود لحاظ نموده و براساس این مولفه‌ها اقدام به تصمیم‌گیری در خصوص اوزان پورتفوی می‌نمایند (ابراهیمی سرو علیا, سلیمی, & قوچی فرد, ۱۳۹۹).

تحقیقات در خصوص تغییرات ریسک‌گریزی سرمایه گذاران محدود به سنوات اخیر نبوده و از زمان معرفی مدل بهینه سازی ادغامی پورتفوی توسط مارکویتز که وابسته به پارامتر ریسک گریزی بود، تغییرات آن نیز به موضوع جالب برای پژوهشگران بدل گشت. با اثبات ایده وابستگی ریسک گریزی به سطح ثروت افراد، هیو و دیگران (۲۰۱۲) به ارائه معیار ریسک‌گریزی انطباق یافته با ثروت پرداختند که بصورت $\omega(w) = \mu_1 w - \mu_2$ برای $\mu_1 > 0$ کمی سازی شده است. در این پژوهش نیز محققان با استفاده از نظریه بازی و معیار ریسک ارائه شده به حل مساله بهینه‌سازی پرداختند اما معیار استفاده شده برای ریسک‌گریزی در صورتی که سطح ثروت از مقدار $-\frac{\mu_2}{\mu_1}$ کمتر گردد منجر به منفی شدن ریسک‌گریزی و عدم تناسب جهت استفاده در بهینه‌سازی مدل میانگین واریانس مارکوییتز می‌گردید(hu, jin, & zhou, 2012) . لذا در راستای رفع این معضل توماس بجورک و آگاتا مارگوچی(۲۰۱۴) ابتدا به معرفی ریسک‌گریزی وابسته به ثروت پرداخته و سپس با استفاده از مدل میانگین واریانس و ریسک‌گریزی وابسته به ثروت اقدام به بهینه‌سازی پورتفوی نمودند. آنها با توجه به رابطه معکوس میان ریسک‌گریزی با میزان ثروت افراد ریسک‌گریزی وابسته به ثروت را به شکل ($\gamma(w) = \frac{\gamma}{w}$) تعریف نموده سپس این تعریف از ریسک‌گریزی وابسته به ثروت را با مدل میانگین واریانس مارکویتز ادغام نموده و با استفاده از نظریه بازی‌ها اقدام به حل مساله بهینه‌سازی حاصل نمودند. در ادامه نسبت به مقایسه معیار ریسک‌گریزی ارائه شده با سایر معیارهای ریسک‌گریزی نظیر ضریب ریسک‌گریزی ثابت پرداختند. ریسک‌گریزی انطباق‌پذیر با ثروت که توسط این محققان تعریف شده، بوضوح با افزایش ثروت کوچکتر می‌شود که موید نظریات روانشناختی حوزه مالی رفتاری، بخصوص هم‌راستا با نظریه چشم‌انداز می‌باشد اما با توجه به یکسان نبودن یکاهای ریسک‌گریزی و ثروت، نیاز به نرمال شدن و همسان‌سازی خواهد داشت. بعلاوه بکارگیری این تعریف از ریسک‌گریزی در مسائل چند دوره‌ای که بعضا با زیان مواجه می‌گردند منجر به منفی شدن ضریب ریسک‌گریزی شده و نتایج بهینه‌سازی را با تورش مواجه می‌کند. اما به هر روی تعریف ریسک‌گریزی تعدیل شده با ثروت که توسط این محققان ارائه گردید، با اصلاح مشکلات تکنیکی آن، در مسائل بهینه‌سازی چند دوره‌ای پورتفوی و تعیین نقطه مرجع، قابل اتکا و راه‌گشا است (Björk, Murgoci, & Zhou, 2014).

در ادامه‌ی بکارگیری ضریب ریسک گریزی در مسائل بهینه سازی، ژو و دیگران (۲۰۱۷) جهت تدقیق در حل مدل چند دوره‌ای بهینه‌سازی پورتفوی از ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته در هر دوره برای تعیین پورتفوی بهینه در دوره‌ی بعدی استفاده کردند بطوریکه در هر دوره از سرمایه گذاری با توجه به میزان ثروت بدست آمده در

پایان دوره، ریسک‌گریزی تعدیل و جهت حل مدل بهینه سازی در دوره بعد بکار گرفته شد (Zhou & other , 2017). ضریب ریسک‌گریزی در مدل ارائه شده توسط آنها بر اساس ریسک‌گریزی منطبق بر ثروت مدل توماس بجورک (۲۰۱۴) با تغییراتی جزیی نظیر اضافه کردن نقطه مرجع که تعدیل شده ثروت مورد انتظار بر اساس نرخ بازده با ریسک صفر است بیان می‌گردد. در این تعریف (ω_t) ضریب ریسک‌گریزی تعدیل شده در دوره t -ام بر اساس فرمول زیر بدست می‌آمد:

$$\omega_t = \gamma_t|\Delta_{t-1} - r_t W^*| \qquad \text{معادله شماره (۵)}$$

که در آن $\gamma_t = \alpha_t$ ضریب ریسک‌گریزی هنگام بُرد و $\gamma_t = \beta_t$ ضریب ریسک‌گریزی در هنگام باخت، در نظریه چشم‌انداز می‌باشد که بر اساس سود و زیان دوره قبل تعیین و در معادله قرار می‌گیرد Δ_{t-1} نیز میزان ثروت بدست آمده در دوره قبلی یا همان دوره $t-1$ و $r_t W^*$ ثروت مورد انتظار تعدیل شده بر اساس نرخ بازده با ریسک صفر در دوره t می‌باشد.

در این پژوهش نیز ما با بکارگیری الگوریتم بهینه سازی فرا ابتکاری به تعیین نقطه مرجعِ ثروت سرمایه گذار پرداخته و بر اساس میزان انحراف ثروت بدست آمده در دوره $t-1$ با ثروت مورد انتظار حاصل از فرایند بهینه سازی، به تعدیل ریسک‌گریزی و تعیین ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته خواهیم پرداخت.

۳- سوالات پژوهش

۱) آیا مدلی برای استفاده از تغییرات ضریب ریسک گریزی افراد جهت استفاده در الگوریتم‌های بهینه سازی وجود دارد؟

۲) الگوریتم بکار گرفته شده جهت ادغام اهداف در مدل بهینه سازی پورتفوی با استفاده از ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته چگونه است؟

۳) تعدیلات اعمال شده بر ضریب ریسک گریزی در هر دوره‌ی سرمایه گذاری چگونه بر انتخاب پورتفوی سرمایه‌گذاران اثر خواهد گذاشت؟

۴- روش‌شناسی و داده‌های پژوهش

۴-۱- دارایی‌های در دسترس

دارایی‌های در دسترس این تحقیق شامل تمامی سهام مورد معامله و فعال در دوره سه و نیم ساله از نیمه دوم سال ۱۳۹۷ لغایت پایان ۱۴۰۰ (مهر۱۳۹۷ تا پایان اسفند ۱۴۰۰) می‌باشند. گرچه می‌توان از هر مجموعه نمونه‌ای در میان سهام قابل معامله در بازار استفاده کرد، ترجیح داده شده است جهت انتخاب نمونه، از ۳۵ شرکت برتر بورسی در سال ۱۳۹۸ که توسط سازمان بورس و اوراق بهادار اعلام گردیده استفاده شود. لازم به ذکر است انتخاب شرکت‌های برتر توسط سازمان بورس و اوراق بهادار، بر پایه پایه ترکیبی از قدرت نقد شوندگی سهام، میزان داد و

ستد سهام در تالار معاملات، تناوب داد و ستد سهام و معیار تاثیرگذاری شرکت بر بازار (میانگین تعداد سهام منتشر شده و میانگین ارزش جاری سهام در دوره بررسی) ، ارسال به موقع صورتهای مالی حسابرسی شده و... می‌باشد.

جدول شماره (۱) لیست ۳۵ شرکت بورسی بکار گرفته شده در پژوهش

ردیف	نام شرکت نماد	ردیف	نام شرکت نماد	ردیف	نام شرکت نماد	ردیف	نام شرکت نماد
1	آهن و فولاد ارفع S*Arfa.Steel.Co.	10	شرکت معدنی و صنعتی گل گهر Gol-E-Gohar.	19	شرکت پتروشیمی خلیج فارس Khalij.Fars	28	شرکت گروه صنعتی پاکشو Paksho
2	بانک خاورمیانه Bank.of.M.E.	11	شرکت گلتاش Goltash	20	شرکت توسعه خدمات دریایی و بندری سینا Sina.Marine.srv	29	شرکت پتروشیمی پردیس Pardis.Petr
3	شرکت نفت بهران Behran.Oil	12	شرکت فولاد هرمزگان جنوب Hormozgan.Co.	21	صنایع کاشی و سرامیک سینا Sina.Tile	30	شرکت سیمان هرمزگان Hormozgan.Cem
4	شرکت صنعتی بوتان Butane.Group	13	شرکت بیمه کوثر Kosar.Ins.	22	شرکت فرآورده های غذایی و قند پیرانشهر Piranshahr.S.	31	شرکت پتروشیمی شازند Shazand.Petr.
5	شرکت پتروشیمی مارون Maroon.Petro.	14	شرکت تولیدی ایران تایر Iran.Tire	23	فرآورده های تزریقی و دارویی ایران Iran.Parenteral	32	سیمان فارس و خوزستان S*F..&.Kh..Cement
6	شرکت مواد اولیه داروپخش Daroupakhash.I	15	شرکت نفت ایرانول Iranol	24	شرکت معدنی و صنعتی چادرملو Chadormalu	33	شرکت فولاد خوزستان Khouz..Steel
7	شرکت ملی صنایع مس ایران S*I..N..C..Ind.	16	شرکت پالایش نفت اصفهان S*Isf..Oil.Ref.Co	25	شرکت فولاد مبارکه اصفهان S*Mobarakeh.Steel	34	شرکت پتروشیمی خارک Khark.Petr.
8	شرکت سرمایه‌گذاری غدیر Ghadir.Inv.	17	شرکت ذوب آهن اصفهان Esfahan.Steel.Co	26	شرکت ارتباطات سیار ایران Iran.Mobil.Tele	35	شرکت پتروشیمی زاگرس S*Zagros.Petro.
9	شرکت کارخانجات قند قزوین Ghazvin.Sugar	18	شرکت نیرو ترانس Nirou.Trans	27	شرکت صنایع پتروشیمی کرمانشاه Kermanshah.Petr		

۴-۲- مدل سازی پژوهش

مدل سازی پژوهش حاضر بر ۳ گام اصلی استوار است. نخست مولفه های اصلی مساله بر اساس پیشینه پژوهش و ماهیت آن انتخاب شده سپس بر اساس یک ضریب ریسک‌گریزی پیش فرض، به انجام بهینه‌سازی فرا ابتکاری جهت تعیین نقطه مرجع می‌پردازیم. در ادامه با استفاده از نقطه مرجع تعیین شده به مدل سازی ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته بر اساس زمان مبادرت خواهیم نمود.

۴-۳- بهینه‌سازی با استفاده از ضریب ریسک گریزی

در مدلهای بهینه‌سازی چند هدفه که همزمان به دنبال یافتن نقاط بهینه چند هدف برای رسیدن به مقاصد خود هستیم همانند مدل میانگین واریانس مارکویتز، که به صورت همزمان نسبت به بیشینه کردن بازده و کمینه کردن ریسک توجه می‌کنیم، معمولا با یک جواب بهینه روبرو نبوده و با دسته‌ای از جواب‌های نامغلوب سرو کار داریم. X را یک جواب نامغلوب گوییم هرگاه در هیچ‌یک از اهداف (توابع هدف) هیچ جواب شدنی دیگری از آن بهینه‌تر نباشد. لذا یک مساله بهینه‌سازی چند هدفه می‌تواند شامل بینهایت جواب نامغلوب باشد. مجموعه جواب‌های نامغلوب مرز پارتو را تشکیل می‌دهند.

یکی از روش‌های مواجه با مسائل بهینه‌سازی چند هدفه، تبدیل آنها به مسائل بهینه‌سازی تک هدفه با استفاده از تکنیک تابع جریمه می‌باشد. بطوریکه قیدِ مساله با اعمال ضریبی در تابع هدف قرار داده می‌شود. ضریب بکار گرفته شده در این تکنیک نشان دهنده اهمیت جریمه (یا قید) در یافتن پاسخ می‌باشد. هرچه این ضریب بالاتر باشد نشان‌دهنده این است که در یافتن پاسخ مساله بهینه‌سازی جواب‌هایی دارای اهمیت بیشتری هستند که قیود مساله را بیشتر رعایت نمایند. لذا در مدل‌های بهینه‌سازی پورتفوی با توجه به اینکه ضریب یاد شده به تعیین اهمیت ریسک در مدل می‌پردازد این ضریب به ضریب ریسک‌گریزی مشهور گشته است (Çelikyurt & Özekici, 2007) . با توجه به آنچه گفته شد اگر $E(\xi)$ نماد بازده فازی پورتفوی و $S_h(\xi)$ بیانگر ریسک فازی آن باشد، مدل ارائه شده جهت بهینه‌سازی پورتفوی با استفاده از ضریب ریسک‌گریزی را میتوان بصورت زیر نوشت:

$$Max: E(\xi) - \gamma S_h(\xi)$$ معادله شماره (۶)

در این معادله γ ضریب ریسک‌گریزی بیانگر این است که فرد به ازای هر واحد بازده بیشتر چه میزان ریسک را تحمل خواهد نمود. بعلاوه مدل بیشینه سازی فوق را می‌توان با بکارگیری تکنیک‌های ریاضی و تغیرات مناسب در ضرایب، تبدیل به مدل کمینه سازی نمود. لذا معادله بیشینه سازی بالا را میتوان به شکل زیر بیان کرد:

$$Min: S_h(\xi) - \omega E(\xi)$$ معادله شماره (۷)

ضریب ریسک‌گریزی ارائه شده در این مدل با را میتوان با ضرایب ریسک‌گریزی α و β ارائه شده در تابع ارزش تئوری چشم‌انداز مرتبط دانست و نشان می‌دهد که فرد به ازای تحمل مقدار مشخصی از ریسک به اندازه ω برابر بازده طلب خواهد نمود و این همان ضریب جریمه ای است که در تبدیل مدلهای بهینه‌سازی چند هدفه به مدل تک هدفه استفاده میشود. با توجه به اینکه ضرایب ریسک‌گریزی در نظریه چشم‌انداز به دو بخش ضریب ریسک‌گریزی در هنگام بُرد و ضریب ریسک‌گریزی در هنگام باخت(به ترتیب α و β) بکار گرفته می‌شوند، تعیین می‌کنند که افزایش مقدار معینی از بازده پولی یا بُرد در یک موقعیت ریسکی چه مقدار ارزش برای فرد ایجاد می‌کند.

جدول شماره (۲) نمادهای مدل

W : ثروت در شروع دوره	ξ_i: نرخ بازده فازی دارایی i – ام
x_i : میزان (نسبت از کل ثروت در دسترس)سرمایه‌گذاری در دارایی i –ام	r_f: نرخ بازده بدون ریسک
x_f :میزان(نسبت از کل ثروت دردسترس)سرمایه‌گذاری در دارایی بدون ریسک	U_i:حداکثر سرمایه‌گذاری در سهم i
α : ضریب ریسک‌گریزی در هنگام پیروزی بر اساس نظریه چشم‌انداز	L_i : حداقل سرمایه‌گذاری در سهم i
β: ضریب ریسک‌گریزی در هنگام شکست بر اساس نظریه چشم‌انداز	K : حداکثرِ مجاز تعداد دارایی در پورتفو
$\gamma(w)$: ضریب ریسک‌گریزی انطباق یافته براساس ثروت	G : حداقلِ مجاز تعداد دارایی در پورتفو
$W_{Expected}$: ثروت حاصل از بهینه‌سازی یا ثروت مرجع	$\bar{r}_i$ مقدار عملکرد بازده دارایی i–ام
W_{Gained}: ثروت در پایان دوره بر اساس عملکرد واقعی پورتفو در بازار	$\hat{r}_i$ مقدار میانگین بازده پیش بینی شده دارایی i–ام (میانگین بازده حاصل از بهینه‌سازی)
y_i : متغیر باینری نشان‌دهنده این است که دارایی i در پورتفو وجود دارد یا خیر	

۵-۴- تشریح مدل پژوهش

همانگونه که در ادبیات پژوهش آمده است ریسک‌گریزی کاملا وابسته به سطح ثروت افراد بوده و 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 می‌گردد. با توجه به یکسان نبودن یکاهای ثروت و ریسک‌گریزی 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:

$$\gamma(w) = \frac{\gamma}{(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}})}$$ معادله شماره (۸)

که $W_{Expected}$ ثروت مورد انتظار و W_{Gained} ثروت بدست آمده می‌باشد. به عبارتی اگر $(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}})$ بزرگتر از یک باشد بدان معنی است که سرمایه‌گذار به لحاظ ذهنی احساس بُرد و در حالت کمتر از یک سرمایه‌گذار احساس شکست دارد. با تلفیق فرمول بالا و نظریه چشم‌انداز و ضرایب ریسک‌گریزی در هنگام برد α و باخت β می‌توان معادله شماره (۸) را به شکل زیر باز نویسی کرد:

$$\gamma(w) = \frac{\alpha}{(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}})}$$ معادله شماره (۹)

$$\gamma(w)\begin{cases} 1 & if \quad \frac{\beta}{(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}})} \geq 1 \\ \frac{\beta}{(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}})} & o.w \end{cases}$$ معادله شماره (۱۰)

که معادله (۹) بیانگر میزان ریسک‌گریزی انطباق یافته در هنگام بُرد و دریافت سود بیش از مقدار مورد انتظار و معادله (۱۰) میزان ریسک‌گریزی انطباق یافته در هنگام باخت یا زیان می‌باشد. این معادلات بیان می‌دارند به ازای افزایش ثروت از سطح مورد انتظار، ریسک‌گریزی کاهش یافته و به ازای کاهش سطح ثروت از میزان مورد انتظار ریسک‌گریزی افزایش میابد. مجهولات معادلات فوق در پایان دوره سرمایه‌گذاری معین گردیده و می‌توان نسبت به برآورد دقیق تغییر میزان ریسک‌گریزی فرد دست یافت که این امر به بهبود مدل‌های بهینه‌سازی بر اساس ترجیحات افراد برای دوره‌های آتی سرمایه‌گذاری کمک شایانی می‌نماید. از آنجا که ثروت مورد انتظار میزان ثروتی است که سرمایه‌گذار بر اساس تجربیات گذشته خود از بازدهی و ریسک دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده توسط وی تخمین زده می‌شود می‌توان آنرا توسط یک فرایند بهینه‌سازی از ریسک و بازده سبدی از دارایی‌های در دسترس برآورد نمود. برای راحتی کار فرض کنیم $\overline{r}_i$ مقدار بازده دارایی i–ام در پایان دوره و $\hat{r}_i$ مقدار میانگین بازده پیش بینی شده دارایی i–ام برای دوره سرمایه‌گذاری، r_f بازده دارایی بدون ریسک و x_f نسبت دارایی بدون ریسک و که x_i نسبت دارایی‌i–ام در سبد سرمایه‌گذاری باشد. آنگاه ثروت مورد انتظار و ثروت بدست آمده به شرح زیر خواهند بود:

$$W_{Expected} = \mathrm{W} * (1 + \sum_{i=1}^{n} x_i \hat{r}_i + x_f\ r_f\ )$$ معادله شماره (۱۱)

$$W_{Gained} = \mathrm{W} * (1 + \sum_{i=1}^{n} x_i \overline{r}_i + x_f\ r_f\ )$$ معادله شماره (۱۲)

که x_i ها، نسبت دارایی‌i–ام در سبد سرمایه‌گذاری بوده و ژنوتیپ‌های حاصل بهینه‌سازی زیر می‌باشند:

$$Min: \sum_{i=1}^{n} x_i\, S_h(\xi_i) - (1-\gamma)x_i E(\xi_i)$$ معادله شماره (۱۳)

s.t:

$$x_i \geq 0 \qquad i=1.2.3.....n \qquad .۱$$

$$\sum_{i=0}^{n} x_{\mathrm{i}} + x_{\mathrm{f}} = 1 \qquad i=1.2.3.....n \qquad .۲$$

$$L_i \leq x_i \leq U_i \qquad .۳$$

$$h_i \leq \sum_{i=1}^{n} y_i \leq k_i \qquad .٤$$

$$y_i \in \{0|1\} \qquad .٥$$

که $E(\xi_i)$ و $S(\xi_i)$ بازده فازی و نیم آنتروپی فازی به عنوان معیار ریسک از معادلات (۳) و (۴) در بالا بدست خواهند آمد، لذا معادلات مربوط به ریسک گریزی انطباق یافته از (۹) و (۱۰) را می‌توان بصورت زیر نوشت:

$$\gamma_\alpha(w) = \frac{\alpha*(1+\sum_{i=1}^{n} x_i \hat{r}_i + x_f\, r_f)}{1+\sum_{i=1}^{n} x_i \overline{r}_i + x_f\, r_f}$$ معادله شماره (۱۴)

$$\gamma_\beta(w) = \begin{cases} \frac{\beta*(1+\sum_{i=1}^{n} x_i \hat{r}_i + x_f\, r_f)}{1+\sum_{i=1}^{n} x_i \overline{r}_i + x_f\, r_f}, & \frac{\beta}{(\frac{W_{Gained}}{W_{Expected}})} \leq 1 \\ 1 & , \ o.w \end{cases}$$ معادله شماره (۱۵)

۴-۶- تعریف محدودیت های اعمال شده:

۱) این محدودیت بیانگر نرمال بودن وزن دارایی‌های درون سبد سرمایه‌گذاری می‌باشد. به عبارتی با این محدودیت اطمینان حاصل می‌گردد که کلیه ثروت مد نظر سرمایه‌گذار میان دارایی‌های موجود تقسیم شده است.

۲) این محدودیت بیانگر این است که به هیچکدام از دارایی‌های موجود، ظرفیت منفی اختصاص نخواهد یافت به عبارتی فروش استقراضی اعمال نگردیده است.

۳) بیانگر حد بالا و پایین مجاز در سرمایه‌گذاری برای هر سهم است و نشان میدهد حداقل و حداکثر تا چه میزان از ثروت در دسترس را می‌توان به دارایی‌های موجود اختصاص داد.

۴) محدودیت تعداد دارایی‌های موجود در پورتفوی را نشان می‌دهد، به عبارتی حداقل و حد اکثر تعداد دارایی است که می‌توان در سبد سرمایه‌گذاری قرار داد.

۵) متغیر باینری جهت اعمال محدودیت شماره ۴ می‌باشد.

۴-۷- اجرای مدل

در این بخش به منظور روشن شدن ایده پژوهش و کاربرد آن در دنیای واقعی به اجرای مدل بر مبنای داده‌های تاریخی بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازیم. گرچه می‌توان از هر مجموعه نمونه‌ای در میان سهام قابل معامله در

بازار استفاده کرد، اما همانطور که گفته شد در این پژوهش جهت انتخاب نمونه، از ۳۵ شرکت برتر بورسی در سال ۱۳۹۸ که توسط سازمان بورس و اوراق بهادار اعلام گردیده استفاده شد. برای شروع از ضریب ریسک‌گریزی (۰.۷) استفاده نمودیم که بر مبنای تحقیقات ریگر و دیگران (۲۰۱۱) ضریبی محتاطانه برای ریسک‌گریزی محسوب می‌گردد. . بازده دارایی بدون ریسک نیز سالانه ۱۵درصد در نظر گرفته شده و در پیوست مقاله جدول محاسبه شده ریسک و بازده دارایی‌ها در دوره پژوهش ارائه شده است.

۸-۴- حل مدل توسط الگوریتم ژنتیک تعمیم یافته:

بکارگیری روشهای فرا ابتکاری در حل مسائل بهینه‌سازی پرتفوی به دلیل استفاده از معیارهای ریسک با گشتاورهای بالاتر و NP-HARD شدن مسائل به امری رایج تبدیل شده است. در این پژوهش برای دستیابی به یک نقطه مرجع قابل اتکا، از مدل سازی بهینه پورتفوی استفاده نمودیم. لذا در تعیین $W_{Expected}$ از الگوریتم ژنتیک انطباق یافته استفاده می‌کنیم. در فرایند الگوریتم ژنتیک انطباق یافته (Adaptive Genetic Algorithm(A-Ga در راستای حصول اطمینان از وجود تنوع در انتخاب والدین و جهش‌ها، گزینش‌ها 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 در پژوهش حاضر انتخاب والدین از سه روش انتخاب تصادفی(رندوم) ، انتخاب با استفاده از چرخه شانس و گزینش بر اساس برگزاری تورتمنت‌های متغیر میان اعضا استفاده شده است. در انجام جهش‌ها به جهت بهره برداری بیشتر نیز توزیع کوشی (گاوسی) بکار گرفته شده است. گام‌های بکار رفته دراین تحقیق بصورت زیر می‌باشد:

۱) ایجاد جمعیت اولیه از افراد(جمعیت اولیه از کرومزوم‌هایی تشکیل شده که ژنهای آن متغیرهای تصمیم مساله می‌باشند)
۲) تعیین مقدار تابع هدف برای اعضای جامعه و ارزیابی فنوتیپ‌های اعضا
۳) تعیین اندازه جمعیت والدین و انتخاب و ارزیابی فنوتیپ‌های والدین
۴) تعیین جمعیت جهش یافته، گزینش و ارزیابی آنها
۵) تولید فرزندان و جهش یافتگان (انجام کراس اور و جهش)
۶) ارزیابی فنوتیپ‌های فرزندان و جهش یافتگان
۷) تجمیع جمعیت فرزندان و جهش یافتگان با والدین
۸) حذف ضعیف ترین اعضا و تشکیل جمعیت جدید
۹) اگر شرایط خاتمه برآورده نشده باشد، مراحل فوق را تکرار می‌کنیم.

نتایج حاصل از بکارگیری الگوریتم ژنتیک در تعیین ثروت مورد انتظار و تعیین ضرایب پورتفو در ۵ دوره برای دارایی‌های در دسترس محاسبه گردید. جدول شماره (۳) نشان دهنده ضرایب بدست آمده حاصل از بهینه‌سازی در این ۵ دوره می‌باشد.

جدول شماره (۳) ضرایب پورتفوی حاصل بهینه‌سازی

دوره اول با طول ۱۷۹ روز	S*I..N..C. .Ind.	Paksho	Khalij.Fars	Kermanshah. Petr	Iran. Parenteral	Iran.Mobil.Tele	Hormozgan. Cem	Free.Risk. Asset
	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.27	0.05	0.40
دوره دوم با طول ۱۸۶ روز	Pardis.Petr.	Paksho	Khalij.Fars	Kermanshah. Petr	Iran.Mobil. Tele	Gol-E-Gohar.	Bank.of.M.E.	Free.Risk .Asset
	0.05	0.35	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.35
دوره سوم با طول ۱۷۹روز	S*Mobarake h.Steel	S*I..N..C .Ind.	Piranshahr .S.	Paksho	Khalij. Fars	Iran. Mobil.Tele	Bank.of.M.E.	Free.Risk .Asset
	0.05	0.06	0.25	0.06	0.07	0.06	0.05	0.40
دوره چهارم با طول ۱۸۶ روز	Piranshahr.S .	Nirou. Trans	Iran.Tire	Iran. Parenteral	Hormozgan. Cem	Ghazvin. Sugar	Daroupakh	Free.Risk .Asset
	0.35	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.35
دوره پنجم با طول ۱۸۰ روز	Piranshahr.S	Nirou. Trans	Maroon. Petro.	Iranol	Iran.Parenter al	Hormozgan. Cem	Bank.of.M.E.	Free.Risk .Asset
	0.28	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.40
دوره ششم با طول ۱۸۶ روز	Pardis. Petr.	Maroon. Petro.	Khark.Petr	Kermanshah. Petr	Iranol	Iran. Mobil.Tele	Bank.of.M.E.	Free.Risk .Asset
	0.05	0.05	0.28	0.06	0.05	0.05	0.05	0.40
دوره هفتم با طول ۱۷۹ روز	Paksho	Maroon. Petro.	Khark. Petr.	Kermanshah Petr	Iranol	Iran.Mobil.Tele	Gol-E-Gohar.	Free.Risk .Asset
	0.23	0.23	0.11	0.05	0.05	0.05	0.05	0.23

جدول شماره (۴) جدول تغییرات ریسک‌گریزی بر اساس انطباق پیش بینی و عملکرد پورتفوی

دوره ها از نیمه دوم سال ۱۳۹۷ تا پایان ۱۴۰۰	بازده پیش بینی شده روزانه (بهینه سازی شده)	عملکرد پورتفوی(روزانه)	ثروت مورد انتظار	ثروت بدست آمده	ریسک‌گریزی اولیه	ریسک‌گریزی انطباق یافته
دوره اول با طول ۱۷۹ روز	0.00057748	0.0019424	1.103	1.361	0.75	0.61
دوره دوم با طول ۱۸۶ روز	0.0027192	0.0027597	1.506	1.494	0.75	0.76
دوره سوم با طول ۱۷۹ روز	0.0012785	0.0033776	1.229	1.628	0.75	0.57
دوره چهارم با طول ۱۸۶ روز	0.0033711	0.001031	1.627	1.186	0.75	1
دوره پنجم با طول ۱۸۰ روز	0.0015204	0.00058301	1.274	1.108	0.75	0.86
دوره ششم با طول ۱۸۶ روز	0.0019763	0.00039568	1.368	1.071	0.75	0.96
دوره هفتم با طول ۱۷۹ روز	0.00025368	-	1.046	-	0.75	-

۵- یافته های پژوهش

همانگونه که از جدول شماره (۴) برداشت می‌شود در دوره‌هایی که تفاوت میان عملکرد پورتفو با پیش بینی وجود داشته و عملکرد پورتفوی زیان‌ده شده است (مانند دوره چهارم پنجم و ششم بهینه‌سازی) ریسک‌گریزی فرد افزایش یافته و در دوره‌هایی که تفاوت میان پیش‌بینی و عملکرد پورتفو تقریبا برابر و یکسان بوده (مانند دوره دوم)، ریسک‌گریزی نیز تقریبا ثابت بوده و تغییری نکرده است. در دوره‌هایی که عملکرد بیشتر از پیش بینی بوده است (مانند دوره اول و سوم) ریسک‌گریزی کاهش یافته است. نتایج تغییرات ریسک‌گریزی انطباق یافته ارائه

شده در این پژوهش منطبق بر نظریه چشم‌انداز کانمن و تورسکی بوده که بیان می‌دارد در هنگام زیان ریسک‌گریزی افزایش و در هنگام بدست آوردن سود یا پیروزی ریسک‌گریزی کاهش میابد. لازم به ذکر است بازده های کسب شده در بهینه‌سازی انجام پذیرفته و عملکرد پورتفوی، برای طول دوره می‌باشد و متفاوت از بازده سالیانه خواهد بود. یافته های پژوهش و مقایسه آن با سایر تحقیقات نظیر پژوهش ابراهیمی سروعلیا و دیگران(۱۳۹۹) و توجه به اندازه زیاد زیان‌گریزی در مقایسه با ریسک گریزی، تفکیک میان زیان‌گریزی و ریسک‌گریزی در مسائل مربوط به بهینه سازی سبد دارایی‌های سرمایه ای را ضروری می‌نماید. همینطور ریسک‌گریزی انطباق یافته ارائه شده در این پژوهش قادر خواهد بود به عنوان یک جایگزین مناسب در بهینه سازی‌های چند دوره‌ای سبد سهام نظیر پژوهش ژو و دیگران (۲۰۱۷) بکار گرفته شود.

۶- نتیجه گیری

تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان برای انتخاب گزینه های احتمالی و ریسکی برای هر فرد مبتنی بر پیش زمینه های شخصیتی و همچنین چشم‌اندازی که از پیامد آن انتخاب‌ها برای خود قائل است می‌باشد. در این میان ریسک‌گریزی از جمله عواملی است که افراد بر اساس آن دست به انتخاب و شرکت در موقعیت‌های ریسکی زده و بدین طریق به بیشینه سازی مطلوبیت خویش می‌پردازند. پژوهش‌های بسیاری رابطه میان ریسک‌گریزی و ثروت را سنجیده‌اند و مدل‌هایی برای سنجش ریسک‌گریزی مطرح نموده‌اند که پیش زمینه مناسبی جهت ارائه مدل تغییرات ریسک‌گریزی فراهم می‌آورد. از سوی دیگر بر اساس تئوری چشم‌انداز میزان ریسک‌گریزی در هنگام پیروزی در یک موقعیت ریسکی با میزان آن در هنگام شکست در آن موقعیت متفاوت است. این نظریه بیان می‌دارد علاوه بر متفاوت بودن شدت تغییرات ریسک‌گریزی در هنگام پیروزی و شکست، در هنگام مواجهه با شکست ریسک‌گریزی افزایش یافته و در هنگام پیروزی کاهش میابد. پژوهش حاضر بر اساس مدل ارائه شده توسط توماس بجورک و همکاران (Björk, Murgoci, & Zhou, 2014) و افزودن نقطه مرجع ثروت به عنوان بازده سبد بهینه شده‌ای از دارایی‌ها و با در نظر گرفتن شرایطی که انتخاب نقطه مرجع را با اطمینان بالایی به دنیای واقعی پیوند میزند، به ارائه مدل ریاضی تغییرات ریسک‌گریزی افراد پس از یک دوره سرمایه‌گذاری پرداخته و مدل را در هفت دوره شش ماهه از نیمه دوم سال ۱۳۹۷ لغایت پایان ۱۴۰۰خورشیدی با استفاده از ۳۵ سهم از بازار بورس و اوراق بهادار تهران بکار گرفته تا کارایی مدل نشان داده شود.

با توجه به اینکه نزدیک‌ترین و معقولانه‌ترین نقطه مرجع، نقطه‌ای بهینه‌سازی شده بر اساس ریسک و بازده‌ای که انتظار است بدان دست یابیم خواهد بود، با استفاده از فضای اعتبار و تعیین بازده فازی و نیم آنتروپی به عنوان معیار ریسک (ژو و همکاران ،۲۰۱۶) و بکارگیری الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک مقید، نقطه مرجع را تعیین کرده و پس از پایان دوره با مقایسه میزان ناهمسانی نقطه مرجع با ثروت حاصل از بازده‌ی بدست آمده، میزان ریسک‌گریزی انطباق یافته، تعدیل می‌گردد. نتایج بررسی مثال‌ها نشان داد مدل تغییرات ریسک بدست آمده در این پژوهش منطبق بر نظریه چشم‌انداز کانمن و تورسکی بوده که ریسک‌گریزی در هنگام پیروزی کاهش و در هنگام شکست

افزایش میابد. شدت و ضعف این تغییرات وابسته شدت انحراف پیش بینی از عملکرد پورتفو از بوده و بر اساس آن تعدیل می‌گردد.

با توجه به مبانی نظری و یافته های پژوهش، در خصوص سوالات پژوهش می‌توان گفت:

- با توجه به وابستگی ریسک‌گریزی افراد به سطح ثروت و انتظارات فرد نسبت به نقطه مرجع، می‌توان به الگویی جهت تخمین ضریب ریسک‌گریزی و بکارگیری در مدل‌های بهینه سازی ادغامی پورتفوی دست یافت.
- یکی از رویکردهای حل مسائل بهینه سازی چند هدفه تبدیل آن به مساله تک هدفه با استفاده از ضرایب اهمیت هریک از اهداف است. در این پژوهش با در نظر گرفتن ریسک گریزی به عنوان ضریب اهمیت میان بازده و ریسک، به ادغام اهداف پرداخته و نسبت به حل مساله با استفاده از الگوریتم فرا ابتکاری ژنتیک اقدام گردید.
- با تغییر سطوح ثروت از نقطه مرجع پیش بینی شده در حل مساله، میزان ریسک گریزی یا ضریب اهمیت ریسک در هنگام افزایش ثروت، کاهش یافته که در نهایت قدرت تحمل ریسک توسط سرمایه گذار افزایش خواهد یافت. برعکس در هنگام وقوع زیان، ریسک‌گریزی فرد افزایش یافته و در نتیجه تمایل سرمایه‌گذار نسبت به انتخاب پورتفوهایی با ریسک کم و طبعا بازده پایین افزایش خواهد یافت.

در ادامه کاربردهای این پژوهش پیشنهاد می‌گردد با استفاده از ریسک‌گریزی انطباق یافته در این پژوهش به ارائه مدل بهینه‌سازی چند دوره‌ای سبد سهام پرداخته که ضریب ریسک‌گریزی هر دوره بر اساس عملکرد دوره‌های قبلی تعیین تا مدل‌های چند دوره‌ای به فضای واقعی نزدیک‌تر گردد. بعلاوه می‌توان با سایر متدهای بهینه‌سازی نظیر الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات PSO و... نقطه مرجع را تعیین و ریسک‌گریزی انطباق یافته را بر اساس آنرا با ریسک‌گریزی انطباق یافته در این پژوهش مقایسه نمود.

فهرست منابع

* ابراهیمیان, کامل, عباسی, ابراهیم, عالم تبریز, & محمدزاده. (۲۰۲۱). پیش بینی روند روزانه قیمت سهام با استفاده از متن کاوی احساسات کاربران شبکه اجتماعی و داده کاوی نماگرهای تکنیکال. دانش سرمایه‌گذاری, ۱۰(۴۰), ۴۵۱-۴۶۹.
* ابراهیمی سرو علیا, م., سلیمی, م., & قوچی فرد, ح. (۱۳۹۹). اثر زیان گریزی نزدیک بینانه(MLA) سرمایه‌گذاران بر سرمایه‌گذاری در سهام در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه علمی مطالعات تجربی حسابداری مالی.
* ابراهیمی, س., باباخانی , م., متقی دستنایی , س & .,جبارزاده , آ. (۱۳۹۰). اثر ریسک گریزی فرد در انتخاب پویای سبد مالی بهینه .پژوهشنامه اقتصادی.
* ابراهیمی, س., باباخانی, م., متقی دستنایی, س & .,جبارزاده, آ. (۱۳۸۸). اثر ریسک‌گریزی فرد در انتخاب پویای سبدمالی بهینه .پژوهشنامه اقتصادی.

* شیری قهی, ا., دیده خانی, ح., خلیلی دامغانی, ک & .,سعیدی, پ. (۱۳۹۶). مطالعه تطبیقی مدل بهینه‌سازی پرتفوی چند دوره ای چندهدفه در محیط اعتبار فازی با معیارهای متفاوت ریسک .مدیریت اوراق بهادار.
* شیری قهی, ا., دیده خانی, ح., خلیلی دامغانی, ک., & سعیدی, پ. (۱۳۹۷). طراحی مدل بهینه‌سازی پرتفوی چند دوره ای میانگین - ارزش در معرض خطر میانگین در محیط اعتبار فازی. مجله مهندسی مالی, ۱۳۱-۱۵۱.
* کفاش پنجه شاهی, م., & برزیده, ف. (۱۳۹۱). تأثیر عملکرد گذشته سرمایه‌گذاران بر قیمت سهام براساس نظریه چشم‌انداز. دانش سرمایه‌گذاری.
* میرعباسی, ی., نیکومرام , ه., سعیدی , ع & .,حق شناس, ف. (۱۳۹۷). بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روانشناختی .فصلنامه مهندسی مالی.
* Besnainou, I. B., & Portait, R. (1998). Dynamic Asset Allocation in a Mean-Variance Framework. Management Science.
* Björk, T., Murgoci, A., & Zhou, X. (2014). MEAN–VARIANCE PORTFOLIO OPTIMIZATION WITH STATE-DEPENDENT RISK AVERSION. Mathematical Finance.
* Blake, D., Wright , D., & Zhang, Y. (2013). Target-driven investing: optimal investment strategies in defined contribution pension plans under loss aversion. Econ Dynam Control.
* Chabakauri, B. s. (2010). Dynamic mean-variance asset allocation. Rev Financ Stud, 2970–3016.
* Çepni, O., Demirer, R., Gupta, R., & Pierdzioch, C. (2020). Time-varying risk aversion and the predictability of bond premia. Finance Research Letters, 34, 101241.
* Celikyurt, U., & Özekici, S. (2007). Multiperiod portfolio optimization models in stochastic markets using the mean–variance approach. European Journal of Operational Research, 179(1), 186-202. 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.
* Cui , x., Li, d., Wang, s., & Zhu, S. (2012). Better than dynamic meanvariance: time inconsistency and free cash flow stream. Math Financ.
* 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
* Dantzig, G., & Infanger, G. (1993). Multi-stage stochastic linear programs for portfolio optimization. Ann Oper Res.
* Díaz, A., & Esparcia, C. (2021). Dynamic optimal portfolio choice under time-varying risk aversion. International Economics, 166, 1-22.
* Dong He, X., & Zhou, X. (2011). Portfolio Choice Under Cumulative Prospect Theory: An Analytical Treatment. Management Science, 315-331.
* Fabozzi, F. j., & Markowitz , H. m. (2012). Mean-Variance Model for Portfolio Selection. Encyclopedia of Financial Models.
* Fotros, M. H., Miri, I., & Miri, A. (2020). Comparison of Portfolio Optimization for Investors at Different Levels of Investors' Risk Aversion in Tehran Stock Exchange with Meta-Heuristic Algorithms. Advances in Mathematical Finance and Applications, 5(1), 1-10.
* Fu, C., Lari-Lavassani , a., & li, x. (2010). Dynamic meanvariance portfolio selection with borrowing constraint. Eur J Oper Res.
* Gao, j., Li , d., Cui, x., & Wang, s. (2015). Time cardinality constrained mean-variance dynamic portfolio selection and market timing: A stochastic control approach. Automatica.
* Georgescu , i. (2012). Possibility theory and the risk. Heidelberg.

* Green, r., & Burton, H. (1992). When will mean-variance efficient portfolios be well diversified? The J Financ.
* Guo, s., Yu, l., Li , x., & Kar, S. (2016). Fuzzy multi-period portfolio selection with different investment horizons. Eur J Oper Res.
* hu, y., jin, h., & zhou, x. (2012). Time inconsistent stochastic liner quadratic control. siam j control optim.
* Hu, Y., Jin, H., & Zhou, X. (2017). Time-Inconsistent Stochastic Linear--Quadratic Control: Characterization and Uniqueness of Equilibrium. SIAM Journal on Control and Optimization.
* Huang, X. (2012). Mean-variance models for portfolio selection subject to experts' estimations. Expert Syst Appl.
* Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. The Econometric Society.
* Kamdem, j., Deffo, c., & Fono , L. (2012). Moments and semi-moments for fuzzy portfolio selection. Insur Math Econ.
* Khalili-Damghani , k., Sadi-Nezhad , s., & Tavana , m. (2013). Solving multiperiod project selection problems with fuzzy goal programming based on TOPSIS and a fuzzy preference relation. Inform Sci.
* Li, D., & Lung , W. N. (2001). Optimal Dynamic Portfolio Selection: Multiperiod Mean-Variance Formulation. Mathematical Finance.
* 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.
* 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.
* Rudloff , b., Street, a., & Vallado, D. (2014). Allocation of information granularity in optimization and decision-making models: towards building the foundations of granular computing. Eur J Oper Res.
* 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.
* Werner, K., & Zank, H. (2017). A revealed reference point for prospect theory. Economic Theory.
* 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.

پیوست)

جدول میانگین بازده و ریسک (فازی_ نیم آنتروپی)هر یک از دارایی‌ها که بصورت روزانه در هر دوره محاسبه شده است:

	دوره اول	دوره دوم	دوره سوم	دوره چهارم
لیست دارایی‌های در دسترس	شش ماه دوم ۱۳۹۷ (RETURN || RISK)	شش ماه اول ۱۳۹۸ (RETURN || RISK)	شش ماه دوم ۱۳۹۸ (RETURN || RISK)	شش ماه اول ۱۳۹۹ (RETURN || RISK)
SINA.TILE	(0.0018 || 0.0186)	(0.0094 || 0.0257)	(0.0029 || 0.0238)	(0.00225 || 0.0217)
SINA.MARINE.SRV	(0.0002 || 0.0225)	(0.0058 || 0.0237)	(-0.0017 || 0.0225)	(0.00923 || 0.02677)
SHAZAND.PETR.	(0.0018 || 0.0205)	(0.0029 || 0.0139)	(0.0037 || 0.0176)	(0.01072 || 0.02726)
S*ZAGROS.PETRO.	(-0.0011 || 0.0218)	(0.0056 || 0.013)	(0.0012 || 0.0161)	(0.01003 || 0.02608)
S*MOBARAKEH.STEEL	(0.0016 || 0.0139)	(0.0016 || 0.0102)	(0.0051 || 0.011)	(0.01337 || 0.02847)
S*ISF..OIL.REF.CO.	(0.0021 || 0.0205)	(0.0037 || 0.014)	(-0.0016 || 0.0173)	(0.01884 || 0.03068)
S*I..N..C..IND.	(0.003 || 0.0133)	(0.0026 || 0.0118)	(0.0049 || 0.012)	(0.01657 || 0.02922)
S*F..&.KH..CEMENT	(-0.0008 || 0.022)	(0.0052 || 0.0233)	(0.008 || 0.0258)	(0.00976 || 0.02654)
S*ARFA.STEEL.CO.	(0.0003 || 0.0191)	(-0.0001 || 0.0118)	(0.0023 || 0.0206)	(0.00857 || 0.02546)
PIRANSHAHR.S.	(0.0024 || 0.0175)	(0.0071 || 0.015)	(0.0061 || 0.0097)	(0.00195 || 0.00739)
PARDIS.PETR.	(-0.0022 || 0.0147)	(0.0064 || 0.0109)	(0.0017 || 0.0167)	(0.01029 || 0.02732)
PAKSHO	(0.0036 || 0.0092)	(0.0083 || 0.0049)	(0.0072 || 0.013)	(0.00438 || 0.02391)
NIROU.TRANS	(-0.0003 || 0.0183)	(0.0132 || 0.0267)	(0.0008 || 0.0204)	(0.00708 || 0.01957)
MAROON.PETRO.	(0.0018 || 0.0163)	(0.003 || 0.0177)	(0.0026 || 0.0133)	(0.00301 || 0.02452)
KOSAR.INS.	(0.0014 || 0.0224)	(0.0107 || 0.0244)	(0.0045 || 0.0249)	(-0.00016 || 0.02172)
KHOUZ..STEEL	(0.0011 || 0.0145)	(0.0006 || 0.0134)	(0.0055 || 0.0159)	(0.01685 || 0.02899)
KHARK.PETR.	(0.002 || 0.0188)	(0.0057 || 0.0142)	(0.0003 || 0.0164)	(0.00691 || 0.02605)
KHALIJ.FARS	(0.0012 || 0.0097)	(0.0046 || 0.0111)	(0.0068 || 0.0107)	(0.01623 || 0.02955)
KERMANSHAH.PETR	(0.0028 || 0.0131)	(0.0059 || 0.0119)	(0.0034 || 0.0182)	(0.00734 || 0.02565)
IRANOL	(0.0014 || 0.0206)	(0.0036 || 0.0193)	(0.0025 || 0.0214)	(0.00495 || 0.02593)
IRAN.TIRE	(0.0019 || 0.024)	(0.0077 || 0.0223)	(0.0053 || 0.0235)	(0.01004 || 0.02461)
IRAN.PARENTERAL	(0.0001 || 0.0052)	(0.0058 || 0.0137)	(0.0009 || 0.0208)	(0.00262 || 0.0112)
IRAN.MOBIL.TELE	(-0.0003 || 0.0049)	(0.0041 || 0.01)	(0.0034 || 0.0096)	(0.00752 || 0.02678)
HORMOZGAN.CO.	(0.0031 || 0.0195)	(0.0017 || 0.0128)	(0.0009 || 0.0193)	(0.00961 || 0.02462)
HORMOZGAN.CEM.	(0.0006 || 0.012)	(0.0055 || 0.0171)	(0.0024 || 0.0227)	(0.00296 || 0.01727)
GOLTASH	(0.0061 || 0.0182)	(0.0103 || 0.022)	(0.0021 || 0.0231)	(0.0042 || 0.02402)
GOL-E-GOHAR.	(0.002 || 0.015)	(0.0006 || 0.0104)	(0.0032 || 0.0138)	(0.01236 || 0.02754)
GHAZVIN.SUGAR	(0.001 || 0.0206)	(0.0052 || 0.0222)	(0.0024 || 0.023)	(0.00118 || 0.02024)
GHADIR.INV.	(0.0002 || 0.0176)	(0.0032 || 0.0124)	(0.005 || 0.0163)	(0.01339 || 0.02891)
ESFAHAN.STEEL.CO.	(0 || 0.0244)	(0.0025 || 0.0152)	(0.0009 || 0.0214)	(0.01063 || 0.02714)
DAROUPAKHASH.I.	(-0.001 || 0.0161)	(0.0127 || 0.0255)	(0.004 || 0.0239)	(0.0062 || 0.02417)
CHADORMALU	(0.003 || 0.0159)	(0.0017 || 0.0124)	(0.0047 || 0.0139)	(0.00829 || 0.02667)
BUTANE.GROUP	(0.0014 || 0.0195)	(0.0084 || 0.0212)	(0.0043 || 0.0199)	(0.00238 || 0.02034)
BEHRAN.OIL	(-0.0002 || 0.02)	(0.0037 || 0.0142)	(0.0021 || 0.0163)	(0.00718 || 0.02666)
BANK.OF.M.E.	(0.0054 || 0.0173)	(0.005 || 0.0102)	(0.0072 || 0.0138)	(0.00701 || 0.02569)

	دوره پنجم	دوره ششم	دوره هفتم
لیست داراییهای در دسترس	شش ماه دوم ۱۳۹۹ (RETURN || RISK)	شش ماه اول ۱۴۰۰ (RETURN || RISK)	شش ماه دوم ۱۴۰۰ (RETURN || RISK)
SINA.TILE	(0.00058 || 0.02263)	(-0.00239 || 0.01799)	(-0.00256 || 0.02183)
SINA.MARINE.SRV	(0.00239 || 0.02271)	(-0.00079 || 0.01429)	(0.00152 || 0.01872)
SHAZAND.PETR.	(-0.00063 || 0.02349)	(0.00444 || 0.01267)	(0.00093 || 0.0196)
S*ZAGROS.PETRO.	(0.00059 || 0.02272)	(0.00227 || 0.01384)	(-0.00004 || 0.02009)
S*MOBARAKEH.STEEL	(-0.00269 || 0.02116)	(0.0013 || 0.01325)	(0.00234 || 0.01399)
S*ISF..OIL.REF.CO.	(-0.00786 || 0.01848)	(-0.00097 || 0.0167)	(-0.00021 || 0.02147)
S*I..N..C..IND.	(-0.0028 || 0.02143)	(0.0008 || 0.01251)	(0.00331 || 0.01253)
S*F..&.KH..CEMENT	(0.00005 || 0.0212)	(-0.00054 || 0.02051)	(0.00007 || 0.01714)

	دوره پنجم	دوره ششم	دوره هفتم
لیست داراییهای در دسترس	شش ماه دوم ۱۳۹۹ (RETURN || RISK)	شش ماه اول ۱۴۰۰ (RETURN || RISK)	شش ماه دوم ۱۴۰۰ (RETURN || RISK)
S*ARFA.STEEL.CO.	(-0.00094 || 0.0221)	(0.0031 || 0.00914)	(-0.00068 || 0.0076)
PIRANSHAHR.S.	(0.00305 || 0.00649)	(0.00047 || 0.0143)	(-0.0017 || 0.00606)
PARDIS.PETR.	(0.00003 || 0.02224)	(0.00412 || 0.00991)	(0.00059 || 0.02208)
PAKSHO	(0.00181 || 0.02081)	(-0.00103 || 0.01049)	(0.00069 || 0.00229)
NIROU.TRANS	(-0.00614 || 0.01481)	(0.0022 || 0.01654)	(-0.00187 || 0.01366)
MAROON.PETRO.	(0.00548 || 0.00894)	(0.00047 || 0.0038)	(-0.00048 || 0.00102)
KOSAR.INS.	(-0.00028 || 0.02167)	(-0.0014 || 0.02019)	(-0.00603 || 0.01408)
KHOUZ..STEEL	(-0.00428 || 0.01962)	(0.00057 || 0.01289)	(-0.00197 || 0.01511)
KHARK.PETR.	(-0.00261 || 0.01931)	(0.00235 || 0.00371)	(0.00214 || 0.00498)
KHALIJ.FARS	(-0.00237 || 0.02016)	(0.00188 || 0.01207)	(-0.00004 || 0.01521)
KERMANSHAH.PETR	(-0.0021 || 0.0215)	(0.00314 || 0.00867)	(0.00221 || 0.0104)
IRANOL	(0.00177 || 0.01853)	(0.00246 || 0.00787)	(0.00013 || 0.00677)
IRAN.TIRE	(0.00578 || 0.02354)	(-0.00248 || 0.0184)	(-0.00438 || 0.01879)
IRAN.PARENTERAL	(0.00177 || 0.00744)	(0.00316 || 0.0122)	(-0.00176 || 0.00698)
IRAN.MOBIL.TELE	(-0.00304 || 0.01955)	(0.00154 || 0.00687)	(-0.00213 || 0.00303)
HORMOZGAN.CO.	(-0.00123 || 0.02228)	(0.00159 || 0.01258)	(-0.00052 || 0.00884)
HORMOZGAN.CEM.	(0.005 || 0.00788)	(-0.00299 || 0.01823)	(-0.00277 || 0.00769)
GOLTASH	(-0.0006 || 0.01996)	(-0.0015 || 0.00994)	(-0.0059 || 0.01009)
GOL-E-GOHAR.	(-0.00072 || 0.02326)	(0.00471 || 0.01549)	(0.00222 || 0.00861)
GHAZVIN.SUGAR	(0.00165 || 0.01923)	(0.00354 || 0.01601)	(-0.0005 || 0.01132)
GHADIR.INV.	(-0.00374 || 0.02139)	(0.00247 || 0.01373)	(0.0011 || 0.01732)
ESFAHAN.STEEL.CO.	(-0.00539 || 0.01896)	(0.00146 || 0.01476)	(-0.00013 || 0.01814)
DAROUPAKHASH.I.	(0.00077 || 0.01882)	(-0.00242 || 0.01775)	(-0.00121 || 0.01825)
CHADORMALU	(0.00208 || 0.02324)	(0.00123 || 0.01258)	(0.00233 || 0.01093)
BUTANE.GROUP	(-0.00004 || 0.02084)	(0.00077 || 0.01344)	(-0.00171 || 0.01961)
BEHRAN.OIL	(-0.00248 || 0.01979)	(-0.00077 || 0.01324)	(-0.00137 || 0.00595)
BANK.OF.M.E.	(-0.00084 || 0.01578)	(0.00309 || 0.00869)	(-0.00111 || 0.00661)

Financial Economics
Vol. (14) Issue (55) Autumn 2024

A model for adaptive risk aversion preferences in portfolio optimization and prospect theory

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.(Corresponding Author)

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
In this research, we will present a model of adaptive risk aversion by reference point in prospect theory. We funded many theoretical and researches are shown risk aversion is dependent on wealth. We used the out coming wealth from a portfolio optimization determine as the investor's reference point. Compatibility of the reference point with the wealth of portfolio performance at the end of the investment period is a measure to determine new risk aversion. After proposing an adaptive risk aversion measure, the model was implemented for 35 shares of the Tehran Stock Exchange market plus a risk-free asset during 7 investment periods, and finally, by solving the model and applying the genetic algorithm, the adaptive risk aversion was calculated.
Keywords: Prospect Theory, Adaptive Risk Aversion, Portfolio Optimization, Reference Point in Prospect Theory