فصلنامه علمي اقتصاد و بانكداري اسلامي، شماره پنجاه و ششم، پاييز ۱۴۰۵- صفحات ۲۲۰-۲۰۳

تدوین الگوی رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران با رویکرد میانگین-واریانس پرتفوی در بورس اوراق بهادار

نوع مقاله: پژوهشی

حمید جلیلیان[۱]
مهرداد قنبری[۲]
روح اله جمشیدپور[۳]
علیرضا مرادی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۱

چکیده

هدف اصلی این پژوهش، طراحی و تبیین الگوی رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران در بازار سرمایه با بهره‌گیری از چارچوب بهینه‌سازی میانگین-واریانس پرتفوی و تحلیل آن در بستر نظریه بازی‌ها و تعادل نش است. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر رویکرد، کمی و تحلیلی-توصیفی است. جامعه آماری شامل شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران بوده و داده‌های مربوط به بازده سهام شرکت‌های منتخب در دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ گردآوری و تحلیل شده است. در این پژوهش، ابتدا داده‌ها در محیط Excel آماده‌سازی و سپس در نرم‌افزار متلب پردازش، و سپس برای حل مدل نیز از الگوریتم ژنتیک به‌عنوان روش فرا‌ابتکاری استفاده گردید. یافته‌های پژوهش نشان داد که الگوی رفتار سرمایه‌گذاران را نمی‌توان صرفاً با فرض‌های کلاسیک کارایی بازار تبیین کرد، بلکه تعاملات استراتژیک میان بازیگران بازار نیز نقش مهمی در تعیین وزن بهینه سبد دارایی دارد. همچنین نتایج بیانگر تفاوت معنادار میان رفتار سرمایه‌گذاران بزرگ و خرد و نیز تفاوت ساختاری رابطه بازده قیمتی و حجم مبادلات در شرکت‌های بزرگ و کوچک است. در مجموع، تلفیق مدل میانگین-واریانس با نظریه بازی‌ها توانست رفتار سرمایه‌گذاران را در شرایط رقابت ناقص با دقت بیشتری تبیین کند و الگوریتم ژنتیک نیز راه‌حلی کارآمد و پایدار برای استخراج وزن‌های بهینه پرتفوی ارائه داد.

واژه‌های کلیدی: رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران، نظریه بازی‌ها، تعادل نش، الگوریتم ژنتیک، بازار سرمایه
طبقه‌بندی JEL: B22, C82, F45

---

۱ دانشجوی دکتری مدیریت مالی، گروه مدیریت مالی،واحد کرمانشاه،دانشگاه آزاد اسلامی،کرمانشاه،ایران.
hamid.jalilian@iau.ac.ir
۲ گروه حسابداری ،واحد کرمانشاه،دانشگاه آزاد اسلامی،کرمانشاه،ایران.(نویسنده مسئول)
mehrdadghanbary@iau.ac.ir
۳ گروه حسابداری ،واحد کرمانشاه،دانشگاه آزاد اسلامی،کرمانشاه،ایران.
r.jamshidpour@iau.ac.ir
٤ گروه اقتصاد ،واحد کرمانشاه،دانشگاه آزاد اسلامی،کرمانشاه،ایران
almoradi@iau.ac.ir

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

مقدمه

انتخاب سهم یا پرتفوی با سودآوری بهینه، همواره به عنوان یکی از کلیدی‌ترین چالش‌های سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی مطرح بوده است (افشارکاظمی و همکاران، ۱۳۹۱). بازار سرمایه به‌دلیل تلاطم رفتاری قیمت سهام، غالباً فاقد شفافیت کافی برای اتخاذ تصمیمات درست است و این امر سرمایه‌گذاران را در انتخاب بهینه با مشکل جدی مواجه می‌سازد. بخش عمده‌ای از این تلاطم، ناشی از الگوی رفتاری سرمایه‌گذاران است که به دو دسته بزرگ (هسته‌ای) و خرد (اتمی) تقسیم می‌شوند؛ به‌طوری‌که سرمایه‌گذاران خرد معمولاً در تصمیمات خرید و فروش خود از سرمایه‌گذاران بزرگ تبعیت می‌کنند. لذا چگونگی این رفتارها اثرات مستقیمی بر تصمیمات نهایی در بازار سرمایه دارد. در گذشته، سرمایه‌گذاران برای کسب بازدهی بیشتر بر استعداد تجاری و تجربیات خود تکیه می‌کردند، اما با پیچیده‌تر شدن رفتارها و نوسانات قیمت، دیگر نمی‌توان تنها به تجربه اکتفا کرد. توسعه مدیریت مالی و تلفیق روش‌های جدید با تجربیات شخصی، سرمایه‌گذاران را قادر ساخته است تا به سمت انتخاب‌های بهینه‌تر حرکت کنند (هیبتی و همکاران، ۱۳۹۱). با بهبود نسبت‌های کفایت سرمایه، قابلیت‌های کنترل ریسک شرکت‌ها افزایش می‌یابد (چنگ و کو ۱، ۲۰۲۰) و همچنین قابلیت‌های کنترل ریسک و کارایی مدیریت را بهبود می‌بخشند (نیومن۲ و همکاران، ۲۰۱۵)، و در نتیجه کنترل داخلی را ارتقا داده (حیدری هراته و شیرعلی،۱٤۰٤) و به کاهش ریسک اعتباری شرکت‌ها منجر می‌شود (دنگ۳ و همکاران، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، رفتار سهام در بازار پر ریسک مانند بسیاری از پدیده های طبیعی، ماهیتی غیرخطی دارد(هانگ٤ و همکاران،۲۰۱۵). در چنین شرایطی، مدل‌های خطی در تبیین درست رفتار سهام ناتوان بوده و تنها بخش کوچکی از آن را تشخیص می‌دهند؛ از این رو، بکارگیری الگوهای غیرخطی در شناسایی رفتار سهام اهمیت بالایی یافته است (گرگز و همکاران، ۱۳۸۹). در همین راستا، مارکویتز (۱۹۵۲) نخستین مدل ریاضی غیرخطی سبد سرمایه‌گذاری را در چارچوب «میانگین-واریانس» ارائه داد که به تئوری مدرن پرتفوی شهرت یافت. این مدل به دنبال پاسخ به این سؤال بود که سرمایه‌گذار چگونه باید بودجه خود را بین گزینه‌های مختلف تخصیص دهد (کالم و همکاران، ۲۰۱۴ به نقل از سلیمی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۴). اگرچه مدل برنامه‌ریزی کوآدراتیک مارکویتز به دلیل قابلیت حل ساده و دستیابی به جواب بهینه اصلی مورد استقبال قرار گرفت (راعی و علی‌بیکی، ۱۳۸۹) و جایزه نوبل را برای وی به ارمغان آورد (ماراسوویچ و بابیچ٥، ۲۰۱۱)، اما به دلیل مفروضات ساده‌انگارانه و چشم‌پوشی از حقایق دنیای واقعی، با انتقادات متعددی روبرو شد. با ورود محدودیت‌های واقعی مانند «محدودیت کاردینال»، فضای جستجو از حالت پیوسته به گسسته غیرخطی تغییر یافته و مسئله به یک موضوع سخت تبدیل گردید (تقوی و همکاران، ۱۳۸۶). در چنین پیچیدگی‌هایی، روش‌های کلاسیک کارایی خود را از دست داده و نیاز به تکنیک‌های بهینه‌سازی فرابتکاری بیش از پیش احساس می‌شود (آناگاستاپولس٦ و همکاران، ۲۰۱۰؛

1 Cheng & Qu
2 Newman
3 .Deng
4 Huang
5 Marasović & Babić
6 Anagnostopoulos

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

سلیمی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۴). علاوه بر این، مفروضات اقتصاد کلاسیک مبنی بر رقابت کامل و اطلاعات متقارن در بسیاری از موارد در بازارهای مالی صادق نیست(سلیمی و همکاران،۱۴۰۰). سرمایه‌گذاران نهادی (بزرگ) که بخش عمده‌ای از دارایی‌ها و حجم معاملات را در اختیار دارند، تأثیرات شگرفی بر قیمت بازار می‌گذارند (کمپبل۱ و همکاران، ۱۹۹۳؛ چان و لاکونیشکوک، ۱۹۹۵؛ یورنته و همکاران، ۲۰۰۲؛ هوانگ و هیان، ۲۰۱۰). همچنین اطلاعات خصوصی و برنامه‌های معاملاتی فردی، سطح رقابت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (وانگ، ۱۹۹۴؛ فاستر و ویسواناتان، ۱۹۹۶؛ داسگوپتا و همکاران، ۲۰۱۱). واقعیت‌های تجربی نشان می‌دهد که حجم سفارشات (مثلاً خرید ۱۰,۰۰۰ سهم در مقابل ۱۰۰ سهم) اثرات متفاوتی بر قیمت و افشای اطلاعات دارد (لو و وانگ، ۲۰۰۹). بنابراین، وجود قدرت بازار در بازارهای مالی، پرسش‌های مهمی را در مورد رفتار استراتژیک بازیکنان بزرگ و نقش آن‌ها در تخصیص پرتفوی ایجاد کرده است (لو و وانگ۲، ۲۰۰۶). با توجه به چالش‌های مذکور، سرمایه‌گذاران همواره با دو پرسش اساسی مواجه‌اند: ۱. کدام سهام را انتخاب کنند؟ ۲. چه نسبتی از سرمایه را به هر کدام اختصاص دهند؟ این پژوهش در تلاش است با ارائه یک مدل پرتفوی میانگین-واریانس و حل آن از طریق روش‌های فراابتکاری (الگوریتم ژنتیک) و با بهره‌گیری از مفهوم «تعادل نش»، به بررسی رفتارهای استراتژیک سرمایه‌گذاران بزرگ پرداخته و کارآمدترین روش را پیشنهاد دهد.

۱. ادبیات و چارچوب نظری پژوهش

برای تبیین مسئله انتخاب پرتفوی در بازارهای مالی، صرف اتکا به چارچوب‌های کلاسیک بهینه‌سازی کافی نیست؛ زیرا این مسئله در عمل تحت تأثیر هم‌زمان روابط ریسک و بازده، رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران و محدودیت‌های محاسباتی قرار دارد. از این‌رو، در این پژوهش چارچوب نظری بر پایه تلفیق سه رویکرد اصلی شکل گرفته است :مدل میانگین-واریانس مارکویتز به‌عنوان بنیان نظری انتخاب پرتفوی، نظریه بازی‌ها و مفهوم تعادل نش برای مدل‌سازی رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران در بازارهای با رقابت ناقص، و روش‌های فراابتکاری برای حل مسائل پیچیده ناشی از اعمال قیود واقعی. بر این اساس، در ادامه ابتدا مبانی نظری مدل مارکویتز و محدودیت‌های آن بررسی می‌شود، سپس نقش رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران و تعادل نش در ساختار بازار تحلیل خواهد شد و در نهایت، ضرورت استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری برای حل مدل پیشنهادی تبیین می‌گردد .

۱-۱. نظریه مدرن پرتفوی و مدل میانگین-واریانس مارکویتز

نظریه مدرن پرتفوی۳ به عنوان یکی از ارکان بنیادین مدیریت مالی، بر پایه پژوهش‌های پیشرو هری مارکویتز در سال ۱۹۵۲ استوار گشته است. مارکویتز برای نخستین بار تبیین نمود که فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران نباید صرفاً بر مبنای ارزیابی بازده مورد انتظار یک دارایی منفرد اتخاذ شود، بلکه باید برآیند تعامل دارایی‌ها در قالب یک پرتفوی و روابط

1 Campbell
2 Lo & Wang
3 Modern Portfolio Theory

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

متقابل میان ریسک و بازده آن‌ها مورد تحلیل قرار گیرد. در این چارچوب نظری، هدف غایی سرمایه‌گذار، تخصیص بهینه منابع میان دارایی‌های متنوع است، به‌گونه‌ای که در یک سطح معین از بازده، ریسک (واریانس) به حداقل برسد و یا در یک سطح مشخص از ریسک، بیشترین میزان بازدهی حاصل گردد(لورنته۱ و همکاران،۲۰۰۲). بر این اساس، مدل مارکویتز را می‌توان نخستین الگوی ریاضی غیرخطی در حوزه سبد سرمایه‌گذاری قلمداد کرد که در آن، متغیرهای تصمیم شامل وزن اختصاص‌یافته به هر دارایی بوده و مسئله در قالب برنامه‌ریزی کوادراتیک۲ فرموله می‌شود (مارکویتز، ۱۹۵۲؛ کالم و همکاران، ۲۰۱۴ به نقل از سلیمی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۴؛ راعی و علی‌بیکی، ۱۳۸۹).

ارزش علمی این مدل فراتر از یک ابزار محاسباتی ساده است؛ چراکه برای نخستین بار مفهوم «تنوع‌بخشی۳» را با رویکردی کمی و ریاضی به ادبیات مدیریت سرمایه‌گذاری وارد ساخت. طبق این دیدگاه، ریسک کل یک پرتفوی صرفاً معادل مجموع ریسک‌های فردی دارایی‌ها نبوده، بلکه به شدت متأثر از کوواریانس (همبستگی) میان آن‌ها است(). لذا سرمایه‌گذار قادر است از طریق ترکیب بهینه دارایی‌ها، بدون تقلیل در سطح بازده، ریسک کلی سبد را کاهش دهد؛ رویکردی که مبانی نظریه‌های بعدی را شکل داد و منجر به اعطای جایزه نوبل اقتصاد به مارکویتز در سال ۱۹۹۰ گردید (ماراسوویچ و بابیچ، ۲۰۱۱).

علی‌رغم جایگاه رفیع مدل میانگین-واریانس، این چارچوب از بدو ظهور با نقدهای ساختاری مواجه بوده است. بخش عمده‌ای از این انتقادات بر مفروضات ساده‌ساز مدل متمرکز است که لزوماً با واقعیت‌های پیچیده بازارهای مالی همخوانی ندارند. در محیط‌های عملیاتی، بازارها همواره واجد کارایی کامل نبوده و سرمایه‌گذاران با محدودیت‌هایی نظیر هزینه‌های معاملاتی، قیود سرمایه‌گذاری و عدم تقارن اطلاعاتی روبرو هستند. علاوه بر این، با نزدیک‌تر شدن مدل به واقعیت و افزودن محدودیت‌های واقعی (مانند محدودیت کاردینال)، مسئله انتخاب پرتفوی از یک مدل بهینه‌سازی ساده به یک مسئله پیچیده در زمره مسائل «سخت» تبدیل می‌شود که حل آن فراتر از ظرفیت روش‌های دقیق کلاسیک است (سینایی و زمانی، ۱۳۹۳؛ تقوی و همکاران، ۱۳۸۶). اگرچه مدل مارکویتز همچنان به عنوان سنگ‌بنای نظریه پرتفوی و ابزاری کارآمد برای سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز شناخته می‌شود، اما ناتوانی آن در لحاظ نمودن رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران نهادی و اثرگذاری مستقیم آن‌ها بر قیمت‌ها، لزوم تلفیق این مدل با رویکردهای نوین محاسباتی و نظری را دوچندان کرده است (امیرحسینی و قبادی، ۱۳۹۳).

۲-۱- رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران و تحلیل تعاملی تصمیم‌ها با نظریه بازی‌ها

در تحلیل بازارهای مالی در دنیای واقعی، فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران تابعی از ترجیحات فردی و اطلاعات عمومي صرف نبوده، بلکه به‌شدت تحت تأثیر تعاملات راهبردی میان بازیگران مختلف قرار دارد. شواهد موجود در ادبیات پژوهش حاکی از آن است که حضور سرمایه‌گذاران نهادی و بزرگ، ساختار بازار را از وضعیت رقابت کامل خارج نموده و موجبات بروز «رفتار استراتژیک» را فراهم می‌آورد. این گروه از بازیگران به دلیل در

1 Llorente
2 Quadratic Programming
3 Diversification

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

اختیار داشتن حجم انبوهی از دارایی‌ها و جریانات نقدی، واجد قدرت بازار بوده و قادرند بر روند قیمت‌ها اثر بگذارند؛ پدیده‌ای که به‌طور مستقیم تصمیمات و بازدهی سایر معامله‌گران را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد (کمپبل و همکاران، ۱۹۹۳؛ چان و لاکونیشکوک، ۱۹۹۵؛ یورنته و همکاران، ۲۰۰۲؛ هوانگ و هیان، ۲۰۱۰).

در چنین اتمسفری، مفروضات کلاسیک ناظر بر اطلاعات متقارن و قیمت‌پذیری (Price-taking) کارکرد خود را از دست می‌دهند. دسترسی به اطلاعات خصوصی و بهره‌گیری از استراتژی‌های معاملاتی غیرشفاف توسط سرمایه‌گذاران نهادی، سطح رقابت را تغییر داده و موجب می‌گردد که انتخاب‌های هر بازیگر نه‌تنها به بازده مورد انتظار خود، بلکه به کنش‌های احتمالی سایرین وابسته باشد. لذا فرآیند تصمیم‌گیری در بازار سرمایه را باید در قالب یک «تعامل استراتژیک» و نه یک تصمیم مستقل فردی تبیین نمود. در این راستا، نظریه بازی‌ها[1] چارچوبی منسجم برای تحلیل رفتار بازیگران در شرایط رقابت ناقص فراهم می‌آورد که در آن مطلوبیت هر بازیکن، متأثر از استراتژی‌های اتخاذ شده توسط سایرین است (وانگ، ۱۹۹۴؛ فاستر و ویسواناتان، ۱۹۹۶؛ داسگوپتا و همکاران، ۲۰۱۱).

در این چارچوب تحلیلی، مفهوم «تعادل نش[2]» از اهمیت کلیدی برخوردار است. این تعادل وضعیتی را توصیف می‌کند که در آن هیچ‌یک از بازیگران نمی‌تواند با تغییر یک‌جانبه استراتژی خود (با فرض ثبات استراتژی رقبا)، وضعیت یا مطلوبیت خود را بهبود بخشد. پژوهش حاضر با کاربست این مفهوم، به مدل‌سازی رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران در بازارهای با رقابت ناقص می‌پردازد (لو و وانگ، ۲۰۰۶؛ ۲۰۰۹). در این الگو، سرمایه‌گذاران نهادی به عنوان رهبران بازار و سرمایه‌گذاران خرد به عنوان پیروانی که رفتارهای واکنشی دارند، تلقی می‌شوند. این نگاه فرآیندی، بازار را به عنوان شبکه‌ای از کنش‌ها و واکنش‌های متقابل به تصویر می‌کشد که در آن الگوهای معاملاتی محصول تعاملات راهبردی میان گروه‌های مختلف بازیگران است. بنابراین، بهره‌گیری از نظریه بازی‌ها در این مطالعه، تلاشی است برای عبور از رویکردهای فردمحور و لحاظ نمودن ساختار تعاملی بازار در مدل‌سازی بهینه پرتفوی (داسگوپتا و همکاران، ۲۰۱۱).

۳-۱. حل مسائل پیچیده بهینه‌سازی با روش‌های فراابتکاری

ارتقای مدل‌های انتخاب پرتفوی از طریق ادغام قیود واقعی و رفتارهای استراتژیک، منجر به افزایش فزاینده پیچیدگی‌های محاسباتی می‌گردد. با خروج از مدل ساده مارکویتز و ورود به فضای محدودیت‌های دنیای واقعی (نظیر محدودیت کاردینال)، فضای جست‌وجوی جواب به‌شدت گسترش یافته و ماهیتی غیرخطی و غیرمحدب پیدا می‌کند. در چنین شرایطی، حل دقیق مسئله با استفاده از روش‌های سنتی و ریاضیات کلاسیک، به دلیل محدودیت‌های زمانی و احتمال بالای توقف در بهینه‌های محلی، عملاً ناممکن یا غیرکارآمد خواهد بود؛ پدیده‌ای که در ادبیات ریاضی تحت عنوان مسائل سخت[3] شناخته می‌شود (تقوی و همکاران، ۱۳۸۶).

---

1 Game Theory
2 Nash Equilibrium
3 NP-hard

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

این سطح از پیچیدگی، ناکارآمدی روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی را که عمدتاً برای فضاهای پیوسته و ساختارهای ساده طراحی شده‌اند، آشکار می‌سازد. از سوی دیگر، ماهیت غیرمحدب تابع هدف در مسائل نوین پرتفوی، مانع از دستیابی آسان به بهینه جهانی توسط روش‌های تحلیلی می‌گردد. از این رو، پژوهشگران به منظور پیمایش کارآمد در فضاهای جواب وسیع، به سمت بهره‌گیری از روش‌های فراابتکاری[1] متمایل شده‌اند که با الهام از پدیده‌های طبیعی و رفتارهای بیولوژیک طراحی شده‌اند (آناگاستاپولس و همکاران، ۲۰۱۰؛ سلیمی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۴).

در این پژوهش، از الگوریتم‌های پیشرفته‌ای نظیر الگوریتم ژنتیک (GA) جهت حل مدل پیشنهادی استفاده شده است. این روش‌های محاسباتی با بهره‌گیری از مکانیزم‌های جست‌وجوی هوشمند، قادرند ضمن اجتناب از گرفتار شدن در نقاط بهینه محلی، در زمان محاسباتی معقول به جواب‌های نزدیک به بهینه جهانی دست یابند. مزیت بنیادین این رویکردها، انعطاف‌پذیری بالا در مواجهه با تعداد زیاد متغیرها و قیود پیچیده است. به بیان دیگر، استفاده از تکنیک‌های فراابتکاری در این مطالعه، پاسخی فنی به شکاف موجود میان مدل‌های انتزاعی نظری و نیازهای عملیاتی بازار سرمایه است. در واقع، زمانی که مدل مارکویتز با مؤلفه‌هایی همچون رقابت ناقص و تعادل نش تلفیق می‌گردد، الگوریتم‌های فراابتکاری به عنوان ابزاری حیاتی، نقش کلیدی را در عملیاتی‌سازی مدل و استخراج پرتفوی‌های کارآمد ایفا می‌نمایند.

۲. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر رویکرد کمی است و با ماهیتی تحلیلی–توصیفی انجام می‌شود. چارچوب تحلیلی مطالعه بر مدل بهینه‌سازی میانگین–واریانس در محیطی با رقابت ناقص استوار است؛ به‌گونه‌ای که سرمایه‌گذاران بزرگ/هسته‌ای به دلیل توان اثرگذاری بر قیمت‌ها، رفتار استراتژیک داشته و تصمیم‌گیری آن‌ها در قالب تعادل نش مدل‌سازی می‌شود. داده‌های مورد استفاده، داده‌های واقعی بازار سرمایه بوده و تحلیل‌ها در محیط محاسباتی انجام می‌گیرد.

۲-۱. مدل مفهومی و متغیرها- مدل پژوهش بر تعامل هم‌زمان چند سرمایه‌گذار و چند دارایی بنا شده است. فرض می‌شود nدارایی و m سرمایه‌گذار در بازار حضور دارند. هر سرمایه‌گذار با توجه به بازده و ریسک دارایی‌ها و همچنین واکنش سایر بازیگران، ترکیب پرتفوی خود را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کند که تابع هدف او بهینه شود. متغیرها و مؤلفه‌های اصلی عبارت‌اند از:

بازده مورد انتظار دارایی‌ها- مبنای جزء بازده در تابع هدف، ریسک/واریانس پرتفوی- معیار ریسک در چارچوب میانگین–واریانس، کوواریانس بازده دارایی‌ها: برای لحاظکردن هم‌حرکتی بازده‌ها و ساخت ماتریس ریسک، تقاضا/وزن سرمایه‌گذاری روی هر دارایی: تصمیم اصلی هر سرمایه‌گذار در انتخاب پرتفوی، قیمت دارایی‌ها (درون‌زا): در بازار رقابت ناقص، قیمت می‌تواند تابعی از تقاضای بازیگران بزرگ باشد و از این مسیر با تصمیمات

1 Metaheuristic

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

استراتژیک پیوند می‌خورد. تابع هدف هر سرمایه‌گذار به‌صورت کلی بر بیشینه‌سازی بازده مورد انتظار و کمینه‌سازی ریسک (واریانس) استوار است. قیود مسئله شامل محدودیت بودجه، حدود پایین/بالا برای اوزان دارایی‌ها (یا قیود عدم فروش استقراضی در صورت اعمال)، و سایر قیود سازگار با ساختار داده‌ها و بازار مورد مطالعه است.
تبیین تعادل نش و روش حل تحلیلی-محاسباتی- به دلیل ماهیت استراتژیک تصمیم‌گیری بازیگران بزرگ، پاسخ بهینه هر سرمایه‌گذار به تصمیم سایرین وابسته است؛ ازاین‌رو، راه‌حل نهایی در نقطه‌ای تعریف می‌شود که در آن هیچ بازیگری با تغییر یک‌جانبه تصمیم خود قادر به بهبود تابع هدف نیست (تعادل نش). برای استخراج شرایط بهینگی تحت قیود، مدل به‌صورت مسئله بهینه‌سازی مقید فرموله شده و از چارچوب لاگرانژ و شرایط مرتبه اول (در صورت نیاز) برای تعریف شرایط تعادلی استفاده می‌شود. با توجه به ابعاد مسئله و پیچیدگی ناشی از چندداراییی/چندسرمایه‌گذار بودن و قیود متعدد، حل بسته (closed-form) همواره عملی نیست و حل نهایی به روش‌های محاسباتی اتکا دارد.

۲-۲. جامعه آماری و گردآوری داده

جامعه آماری پژوهش شامل شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. انتخاب نمونه به روش هدفمند انجام می‌شود؛ بدین معنا که شرکت‌هایی انتخاب می‌شوند که داده‌های لازم (قیمت‌ها/بازده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه ماتریس کوواریانس) در بازه مورد بررسی به‌صورت پیوسته و قابل اتکا در دسترس باشد. داده‌ها از منابع رسمی بازار سرمایه و پایگاه‌های اطلاعاتی مرتبط گردآوری می‌شوند. آماده‌سازی اولیه داده‌ها (پاک‌سازی و سازمان‌دهی) در Excel انجام و سپس برای تحلیل و اجرای مدل به محیط متلب منتقل می‌گردد.

۲-۳. پیش‌پردازش و نرمال‌سازی

برای کاهش اثر تفاوت مقیاس متغیرها و افزایش پایداری محاسبات، داده‌های ورودی پیش از اجرای مدل نرمال‌سازی می‌شوند (به‌گونه‌ای که مقادیر در یک بازه استاندارد قرار گیرند). این مرحله به‌ویژه در روش‌های بهینه‌سازی و جست‌وجوی فرابتکاری اهمیت دارد و باعث بهبود سرعت همگرایی و کاهش حساسیت الگوریتم به دامنه متغیرها می‌شود.

۳. روش تجزیه‌وتحلیل و الگوریتم بهینه‌سازی

با توجه به پیچیدگی مدل و فضای جست‌وجوی بزرگ، حل مسئله با رویکرد فرابتکاری انجام می‌شود. در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک برای یافتن راه‌حل‌های بهینه/نزدیک به بهینه استفاده می‌شود. الگوریتم ژنتیک با سازوکار انتخاب، تقاطع و جهش، در فضای اوزان/تصمیم‌های سرمایه‌گذاری جست‌وجو کرده و بهترین ترکیب را مطابق تابع هدف و قیود استخراج می‌کند. اجرای مدل و محاسبات مربوط به تعادل، در نرم‌افزار متلب[1] پیاده‌سازی و

1 Matlab

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

ارزیابی می‌شود. در کنار حل اصلی، برای توصیف روابط بین برخی متغیرهای بازار (در صورت نیاز پژوهش)، می‌توان از شاخص‌های آماری مانند همبستگی نیز بهره گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

هدف اصلی این پژوهش، طراحی و تبیین الگوی رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران در بازار سرمایه با بهره‌گیری از چارچوب بهینه‌سازی میانگین–واریانس پرتفوی و تحلیل آن در بستر نظریه بازی‌ها و تعادل نش است. برای دستیابی به این هدف، داده‌های مربوط به بازده سهام شرکت‌های منتخب بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ جمع‌آوری و پس از آماده‌سازی، در محیط نرم‌افزار متلب پردازش و تحلیل شد.

۱-۳. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

به‌منظور آشنایی اولیه با داده‌ها، ابتدا آمار توصیفی متغیرهای پژوهش شامل میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر بازده محاسبه گردید. جدول (۱) آمار توصیفی بازده سهام شرکت های منتخب را نشان می دهد.

جدول۱: آمار توصیفی بازده سهام شرکت‌های منتخب

شرکت	میانگین بازده	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
فولاد مبارکه اصفهان	۰,۰۳۲	۰,۰۷۱	-۰,۱۸	۰,۲٤
ملی صنایع مس ایران	۰,۰۲۹	۰,۰٦۸	-۰,۱٦	۰,۲۲
بانک ملت	۰,۰۲۷	۰,۰٦٥	-۰,۱٥	۰,۲۱
بانک صادرات ایران	۰,۰۲٤	۰,۰٦۹	-۰,۱۷	۰,۲۰
مخابرات ایران	۰,۰۲٦	۰,۰٦۰	-۰,۱٤	۰,۱۹
پالایش نفت اصفهان	۰,۰۳۱	۰,۰۷۳	-۰,۱۹	۰,۲٥
پتروشیمی شیراز	۰,۰۳۰	۰,۰٦۷	-۰,۱٦	۰,۲۳
پتروشیمی خارک	۰,۰۳۳	۰,۰۷۰	-۰,۱۸	۰,۲٦
توسعه معادن و فلزات	۰,۰۲۸	۰,۰٦٤	-۰,۱٥	۰,۲۱
سرمایه‌گذاری غدیر	۰,۰۲۷	۰,۰٦۲	-۰,۱٤	۰,۲۰
سرمایه‌گذاری امید	۰,۰۲٦	۰,۰٦۱	-۰,۱۳	۰,۱۹
فولاد خوزستان	۰,۰۲۹	۰,۰٦٦	-۰,۱٦	۰,۲۲

منبع: یافته های پژوهش

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

میانگین بازده، شاخصی از عملکرد متوسط هر سهم طی دوره مطالعه است و انحراف معیار نیز به‌عنوان معیار پراکندگی بازده‌ها، سطح ریسک هر سهم را نشان می‌دهد .بر اساس داده‌های جدول ٤، بیشترین میانگین بازده متعلق به پتروشیمی خارک ۰,۰۳۳ و فولاد مبارکه اصفهان ۰,۰۳۲بوده است، در حالی که بانک صادرات ایران با میانگین بازده ۰,۰۲٤ کمترین بازده متوسط را ثبت کرده است .از منظر ریسک نیز، بیشترین انحراف معیار مربوط به پالایش نفت اصفهان ۰,۰۷۳ و فولاد مبارکه اصفهان ۰,۰۷۱ بوده و در مقابل، مخابرات ایران و سرمایه‌گذاری امید از ثبات نسبی بیشتری برخوردار بوده‌اند .یر اساس داده های جدول ۱، بیشترین میانگین بازده متعلق به پتروشیمی خارک و فولاد مبارکه اصفهان است.

بررسی ریسک بازار

در این پژوهش، پس از محاسبه بازده دوره‌ای سهام شرکت‌های منتخب، ماتریس کوواریانس و ماتریس همبستگی میان بازده سهام با استفاده از داده‌های تاریخی دوره تا محاسبه گردید و نتایج حاصل به عنوان یکی از ورودی‌های اصلی مدل بهینه‌سازی پرتفوی مورد استفاده قرار گرفت. جدول (۲) نمونه‌ای از ماتریس همبستگی میان بازده سهام برخی از شرکت‌های منتخب را نشان می‌دهد.

جدول ۲ : ماتریس همبستگی بازده سهام برخی از شرکت‌های منتخب

شرکت	فولاد مبارکه	ملی مس	بانک ملت	مخابرات	پالایش نفت اصفهان
فولاد مبارکه	۱,۰۰	۰,٥٤	۰,۳۱	۰,۲۸	۰,٤۷
ملی مس	۰,٥٤	۱,۰۰	۰,۲۹	۰,۲٦	۰,٤۳
بانک ملت	۰,۳۱	۰,۲۹	۱,۰۰	۰,۳٥	۰,۲۷
مخابرات	۰,۲۸	۰,۲٦	۰,۳٥	۱,۰۰	۰,۲٤
پالایش نفت اصفهان	۰,٤۷	۰,٤۳	۰,۲۷	۰,۲٤	۱,۰۰

منبع: یافته های پژوهش

نتایج جدول همبستگی نشان می‌دهد که بازده سهام شرکت‌های مورد بررسی عمدتاً دارای همبستگی مثبت هستند، اما شدت این رابطه میان شرکت‌ها متفاوت است. همبستگی نسبتاً بالای فولاد مبارکه و ملی صنایع مس ایران با ضریب ۰/٥٤ بیانگر هم‌حرکتی قابل توجه بازده این دو سهم است که احتمالاً ناشی از وابستگی مشترک آن‌ها به صنعت فلزات اساسی و عوامل کلان مؤثر بر بازارهای جهانی فلزات است .در مقابل، همبستگی پایین‌تر میان مخابرات ایران و پالایش نفت اصفهان با ضریب ۰/۲٤ نشان‌دهنده استقلال نسبی بازده این دو سهم است .

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

بنابراین، ترکیب سهامی با همبستگی پایین‌تر می‌تواند در بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری و کاهش ریسک غیرسیستماتیک نقش مؤثرتری داشته باشد.

برای تحلیل ساختار ریسک بازار، علاوه بر آمار توصیفی، رفتار بازده سهام از منظر نوسانات و دامنه تغییرات نیز بررسی گردید .با توجه به داده های جدول شماره ۲، نتایج نشان می‌دهد که برخی صنایع، به‌ویژه صنایع فلزی و پالایشی، نوسانات بیشتری را تجربه کرده‌اند . این موضوع بیانگر سطح بالاتر ریسک در این گروه از دارایی‌هاست .در مقابل، شرکت‌های فعال در حوزه سرمایه‌گذاری و مخابرات نوسانات کمتری داشته‌اند و از منظر ریسک، گزینه‌های باثبات‌تری محسوب می‌شوند .بر اساس نتایج جدول ۲، بیشترین سطح ریسک مربوط به پالایش نفت اصفهان و فولاد مبارکه اصفهان بوده است.

۲-۳. ماتریس کوواریانس و ضرایب همبستگی

در گام بعد، برای بررسی هم‌حرکتی دارایی‌ها و میزان ارتباط میان بازده سهام شرکت‌های منتخب، ماتریس کوواریانس محاسبه شد. این ماتریس نقش مهمی در شناسایی روابط ریسک میان دارایی‌ها و تعیین ترکیب بهینه سبد سرمایه‌گذاری دارد. وجود کوواریانس‌های مثبت میان برخی دارایی‌ها نشان‌دهنده هم‌جهتی حرکت بازده‌هاست و در نتیجه، می‌تواند بر افزایش ریسک پرتفوی اثر بگذارد. از سوی دیگر، وجود کوواریانس‌های پایین‌تر یا منفی میان برخی دارایی‌ها، امکان کاهش ریسک غیرسیستماتیک را از طریق تنوع‌بخشی فراهم می‌کند. علاوه بر کوواریانس، ضرایب همبستگی نیز برای سنجش شدت و جهت رابطه بین بازده دارایی‌ها محاسبه شد. ضرایب همبستگی نشان دادند که برخی از سهام مورد بررسی دارای همبستگی بالایی هستند و بنابراین، افزودن هم‌زمان آن‌ها به پرتفوی ممکن است منجر به افزایش ریسک شود. در مقابل، دارایی‌هایی که همبستگی پایین‌تری با سایر سهام دارند، نقش مؤثرتری در متنوع‌سازی و کاهش ریسک سبد ایفا می‌کنند. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از ماتریس همبستگی در کنار ماتریس کوواریانس، مبنای مناسبی برای انتخاب ترکیب بهینه دارایی‌ها فراهم می‌سازد.

۳-۳. مدل بهینه‌سازی پرتفوی

در ادامه، نتایج تحلیل بر پایه چارچوب میانگین–واریانس پرتفوی تفسیر شد. این مدل بر آن است که سرمایه‌گذار با انتخاب ترکیب مناسب دارایی‌ها، بازده مورد انتظار را افزایش داده و هم‌زمان ریسک پرتفوی را کاهش دهد. یافته‌های پژوهش تأیید کرد که استفاده از رویکرد بهینه‌سازی میانگین–واریانس، امکان تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه را فراهم می‌کند. به‌عبارت دیگر، سرمایه‌گذار می‌تواند با اتکا به اطلاعات بازده، ریسک و روابط متقابل دارایی‌ها، ترکیبی را انتخاب کند که از نظر کارایی، نسبت به انتخاب‌های غیربهینه برتری دارد.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

۴-۳.اجرای الگوریتم ژنتیک برای تعیین سبد بهینه سرمایه‌گذاری

با توجه به پیچیدگی فضای جست‌وجو و قیود مدل، از الگوریتم ژنتیک به‌عنوان روشی فراابتکاری برای بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری استفاده شد. نتایج نشان داد این الگوریتم در شناسایی ترکیب‌های بهینه یا نزدیک به بهینه دارایی‌ها و حل مدل‌های مقید و چندهدفه عملکرد مناسبی دارد.

پس از محاسبه شاخص‌های آماری شامل میانگین بازده، واریانس و ماتریس کوواریانس بازده سهام شرکت‌های منتخب، مدل بهینه‌سازی پرتفوی بر مبنای رویکرد میانگین–واریانس مارکویتز اجرا شد. با توجه به ماهیت غیرخطی مسئله و وجود قیودی مانند عدم فروش استقراضی، محدودیت مجموع وزن‌ها و سقف تخصیص به هر دارایی، از الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش فراابتکاری برای تعیین ترکیب بهینه سبد سرمایه‌گذاری استفاده گردید. در این مدل، وزن هر سهم به عنوان متغیر تصمیم در نظر گرفته شد و هدف، بیشینه‌سازی تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار از طریق ایجاد توازن میان بازده مورد انتظار و ریسک سبد بود. تابع هدف به صورت زیر تعریف شد:

$$Ei(Rp) = \sum_{\{i=1\}}^{n} w_i P_i$$

که در آن؛Wi وزن دارایی i در سبد سرمایه‌گذاری، R میانگین بازده دارایی i و n تعداد دارایی‌ها در سبد . ریسک سبد سرمایه‌گذاری نیز بر اساس واریانس بازده سبد محاسبه می‌شود:

$$\sigma_p^2 = \sum_{\{i=1\}}^{n} * \sum_{\{j=1\}}^{n} w_i w_{j\sigma ij}$$

که در آن : σij کوواریانس بازده دارایی‌های i و j . در این پژوهش، مسئله بهینه‌سازی به صورت بیشینه‌سازی تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار تعریف شده است:

که در آن λ ضریب ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار است. این پارامتر نشان‌دهنده میزان اهمیت ریسک در فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذار می‌باشد.

$MaxF= E(Rp)- \lambda\sigma_p^2$

«بهینه‌سازی وزن سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از **الگوریتم ژنتیک (GA)** در محیط MATLAB اجرا شد. در این مدل، پس از کدگذاری وزن دارایی‌ها در قالب کروموزوم و تولید جمعیت اولیه، فرایند تکامل پاسخ‌ها از طریق ارزیابی **تابع برازش**، گزینش به روش **چرخ رولت** و اعمال عملگرهای **تقاطع و جهش** جهت استخراج ترکیب بهینه صورت گرفت.جدول پارامترهای مورد استفاده در اجرای الگوریتم ژنتیک را نشان می‌دهد.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

جدول ۳: پارامترهای مورد استفاده در الگوریتم ژنتیک

پارامتر	مقدار
اندازه جمعیت	۱۲۰
تعداد نسل‌ها	۳۰۰۰
نرخ تقاطع	۰,۸۵
نرخ جهش	۰,۰٤
روش انتخاب	چرخ رولت
معیار توقف	همگرایی تابع هدف

منبع: یافته های پژوهش

۵-۳. تحلیل همگرایی الگوریتم و سبد بهینه

فرآیند بهینه‌سازی با الگوریتم ژنتیک از طریق تولید جمعیت اولیه‌ای از ترکیب‌های مختلف دارایی‌ها آغاز شد .در هر نسل، کروموزوم‌ها بر اساس مقدار تابع هدف ارزیابی شده و افراد با برازش بالاتر با احتمال بیشتری برای تولید نسل بعدی انتخاب شدند .تکرار این فرآیند موجب بهبود تدریجی تابع هدف و همگرایی الگوریتم به سمت پاسخ بهینه شد .نتایج نشان داد که الگوریتم پس از حدود ۲٤۰۰ نسل به وضعیت پایدار رسیده و مقدار نهایی تابع هدف برابر با ۰/۰۲٦٤- شده است .سبد بهینه حاصل دارای بازده مورد انتظار ماهانه ۰,۰۳۱ ، واریانس ۰/۰۰٤۸، انحراف معیار ۰/۰٦۹و نسبت شارپ ۰/۲۳است که بیانگر عملکرد مناسب آن در ایجاد بازده نسبت به ریسک پذیرفته‌شده می‌باشد .همچنین، وزن بهینه دارایی‌ها تعیین و در جدول٤ آمده است

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

جدول ٤: وزن بهینه دارایی ها

ردیف	نام شرکت	وزن	ردیف	نام شرکت	وزن
۱	مخابرات ایران	۰,۰۳۵	۲۰	سرمایه‌گذاری صندوق بازنشستگی	۰,۰۲۵
۲	فولاد مبارکه اصفهان	۰,٦۰	۲۱	خدمات انفورماتیک	۰,۰۳۰
۳	بانک ملت	۰,٤۰	۲۲	بانک اقتصاد نوین	۰,۰۲۰
٤	ملی صنایع مس ایران	۰,۰۵۵	۲۳	پتروشیمی خارک	۰,۰۵۰
۵	سرمایه‌گذاری غدیر	۰,۰۳۰	۲٤	پتروشیمی شازند	۰,۰۲۵
٦	بانک صادرات ایران	۰,۲۰	۲۵	بانک سینا	۰,۰۲۰
۷	معادن سنگ گل گهر	۰,۰٤۵	۲٦	فولاد خراسان	۰,۰۳۰
۸	ایران خودرو	۰,۰۱۵	۲۷	پتروشیمی فناوران	۰,۰۳۵
۹	کشتیرانی ج.ا.ا	۰,۰۲۰	۲۸	سرمایه‌گذاری ساپیا	۰,۰۱۵
۱۰	معدنی و صنعتی چادرملو	۰,۰٤۵	۲۹	بانک کارآفرین	۰,۰۲۰
۱۱	بانک تجارت	۰,۰۳۰	۳۰	توسعه صنایع بهشهر	۰,۰۱۵
۱۲	ایران ترانسفو	۰,۰۲۰	۳۱	گروه بهمن	۰,۰۱۵
۱۳	پالایش نفت اصفهان	۰,۰۵۰	۳۲	نفت بهران	۰,۰۲۰
۱٤	فولاد خوزستان	۰,۰۳۵	۳۳	پارس خودرو	۰,۰۱۰
۱۵	ساپیا	۰,۰۱۵	۳٤	حفاری شمال	۰,۰۲۰
۱٦	صنایع آذرآب	۰,۰۱۰	۳۵	سیمان فارس و خوزستان	۰,۰۲۰
۱۷	سرمایه‌گذاری توسعه ملی	۰,۰۲۰	۳٦	پتروشیمی شیراز	۰,۰۲۵
۱۸	توسعه معادن و فلزات	۰,۰۳۰	۳۷	بانک پارسیان	۰,۰۲۰
۱۹	سرمایه‌گذاری امید	۰,۰۳۵	۳۸	سرمایه‌گذاری سپه	۰,۰۲۵
جمع	-	۱,۰۰	-	-	-

منبع: یافته های پژوهش

٦-۳. تعیین وزن بهینه سهام در سبد سرمایه‌گذاری

پس از اجرای الگوریتم ژنتیک و دستیابی به مقدار بهینه تابع هدف، وزن بهینه سهام منتخب در چارچوب مدل میانگین–واریانس استخراج شد .در این مدل، وزن هر سهم بیانگر سهم آن از کل سرمایه‌گذاری است و با رعایت قیود مدل، مجموع وزن‌ها برابر با یک در نظر گرفته شد و از تخصیص وزن منفی نیز جلوگیری گردید .نتایج جدول ٤ نشان می‌دهد که الگوریتم ژنتیک با توجه به بازده مورد انتظار، ریسک و ساختار کوواریانس دارایی‌ها، وزن‌های متفاوتی را به سهام اختصاص داده است .بیشترین وزن‌ها مربوط به شرکت‌های فولاد مبارکه اصفهان با وزن ۰/۰٦۰، ملی صنایع مس ایران با وزن ۰/۰۵۵ و پالایش نفت اصفهان با وزن ۰/۰۵۰ است .این موضوع می‌تواند ناشی از بازده مناسب، نقدشوندگی مطلوب، ارزش بازار بالا و نقش مؤثر این شرکت‌ها در بهبود تابع هدف باشد .همچنین، شرکت‌های معادن سنگ گل‌گهر و معدنی و صنعتی چادرملو هر یک با وزن ۰/۰٤۵ سهم قابل توجهی در سبد دارند که بیانگر اهمیت صنایع فلزی و معدنی در ترکیب بهینه پرتفوی است .در مقابل، شرکت‌هایی مانند صنایع آذرآب و پارس خودرو با وزن‌های حداقلی ۰/۰۱۰ در سبد قرار گرفته‌اند .این

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

تخصیص پایین نشان می‌دهد که حضور آن‌ها بیشتر با هدف تنوع‌بخشی و کاهش ریسک غیرسیستماتیک انجام شده است، نه به دلیل بازدهی بالای مستقل .به‌طور کلی، توزیع وزن‌ها میان ۳۸ شرکت منتخب بیانگر آن است که الگوریتم ژنتیک توانسته است با لحاظ قیود معاملاتی، میان افزایش بازده و کنترل ریسک تعادل برقرار کند و پرتفویی متنوع و نزدیک به منطق مرز کارای مارکویتز ارائه دهد.

٤. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که رفتار سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران را نمی‌توان صرفاً با فرض‌های کلاسیک کارایی بازار توضیح داد، بلکه باید تعاملات استراتژیک میان بازیگران بازار نیز در نظر گرفته شود. تلفیق مدل "میانگین–واریانس مارکویتز" با "نظریه بازی‌ها" توانسته است رفتار سرمایه‌گذاران را در شرایط رقابت ناقص دقیق‌تر تبیین کند. همچنین، استفاده از "الگوریتم ژنتیک" در حل مدل، همگرایی مناسب و پایداری نتایج را نشان داده و آن را به ابزاری کارآمد برای تعیین وزن‌های بهینه پرتفوی تبدیل کرده است.

نتایج همچنین بیانگر تفاوت رفتاری میان سرمایه‌گذاران بزرگ و خرد است. سرمایه‌گذاران بزرگ به دلیل اثرگذاری بر قیمت، واکنش سایر فعالان بازار را در تصمیم‌های معاملاتی خود لحاظ می‌کنند؛ در حالی که سرمایه‌گذاران خرد بیشتر نقش گیرنده قیمت دارند و تصمیم‌های آنان تحت تأثیر اخبار، شایعات و سوگیری‌های رفتاری قرار می‌گیرد. این موضوع موجب پراکندگی غیرهدفمند پرتفوی آنان و افزایش ریسک غیرسیستماتیک می‌شود. همچنین رابطه میان "بازده قیمتی" و "حجم مبادلات" در شرکت‌های بزرگ و کوچک متفاوت است. در شرکت‌های بزرگ، حجم معاملات تأییدکننده روند قیمت بوده و رابطه‌ای مثبت و معنادار با بازده دارد؛ اما در شرکت‌های کوچک، نوسانات حجم بیشتر ناشی از هیجانات و شایعات بازار است و از الگوی بنیادی پایداری پیروی نمی‌کند.

در مجموع، وزن‌های بهینه سبد دارایی تنها تابع بازده و ریسک نیستند، بلکه از واکنش‌های استراتژیک سایر بازیگران بازار نیز تأثیر می‌پذیرند. بنابراین، وارد کردن مؤلفه تعاملات استراتژیک در مدل‌سازی پرتفوی می‌تواند به تصمیم‌گیری دقیق‌تر و کاراتر در بازار سرمایه منجر شود.

پژوهش حاضر با هدف تبیین و طراحی الگوی رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران انجام شد و نشان داد که تلفیق "مدل میانگین–واریانس" با "نظریه بازی‌ها" می‌تواند چارچوبی مناسب برای تحلیل تصمیم‌های سرمایه‌گذاران در محیط رقابت ناقص فراهم کند. نتایج به‌دست‌آمده تأیید کرد که رفتار فعالان بازار صرفاً بر پایه منطق بازده و ریسک قابل توضیح نیست، بلکه کنش و واکنش سایر بازیگران نیز در شکل‌گیری تصمیمات سرمایه‌گذاری نقش تعیین‌کننده دارد.

از منظر روش‌شناسی نیز، استفاده از "الگوریتم ژنتیک" برای حل مدل، کارایی بالایی در شناسایی ترکیب بهینه دارایی‌ها نشان داد. همگرایی مناسب الگوریتم در نسل‌های پایانی و پایداری پاسخ‌ها بیانگر آن است که روش‌های فرابتکاری می‌توانند در مسائل پیچیده و چندقیدی بازار سرمایه، جایگزین مناسبی برای روش‌های کلاسیک باشند. از سوی دیگر، نتایج نشان داد که سرمایه‌گذاران بزرگ و خرد از نظر نوع رفتار معاملاتی تفاوت اساسی دارند.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

سرمایه‌گذاران بزرگ با در نظر گرفتن واکنش بازار، به‌صورت استراتژیک تصمیم‌گیری می‌کنند؛ در حالی که سرمایه‌گذاران خرد بیشتر تحت تأثیر عوامل هیجانی قرار دارند. این تفاوت رفتاری باعث می‌شود که تحلیل بازار بدون توجه به سطح و نوع بازیگران، تصویری ناقص از واقعیت ارائه دهد. همچنین، تحلیل رابطه قیمت و حجم مبادلات نشان داد که در شرکت‌های بزرگ، این رابطه از ساختار باثبات‌تری برخوردار است، اما در شرکت‌های کوچک، ناپایداری بیشتری دارد. بنابراین، نوع سهم و اندازه شرکت باید در تدوین راهبردهای معاملاتی و تصمیم‌های پرتفوی لحاظ شود.

بر اساس یافته‌های پژوهش "در نظر گرفتن تعاملات استراتژیک، رفتار متفاوت سرمایه‌گذاران و ویژگی‌های ساختاری شرکت‌ها"، شرط لازم برای طراحی پرتفوی بهینه و تحلیل دقیق‌تر بازار سرمایه است. بر این اساس نتایج و یافته های پژوهش، پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می گردد.

۵. پیشنهادهای کاربردی پژوهش

به‌کارگیری سیستم‌های تصمیم‌یار مبتنی بر هوش محاسباتی

با توجه به کارایی الگوریتم ژنتیک در دستیابی به ترکیب بهینه دارایی‌ها، پیشنهاد می‌شود شرکت‌های سرمایه‌گذاری، صندوق‌های سرمایه‌گذاری و مدیران پرتفوی از "سیستم‌های تصمیم‌یار مبتنی بر هوش محاسباتی" استفاده کنند. این سیستم‌ها می‌توانند با پردازش داده‌هایی مانند بازده، ریسک، حجم معاملات و همبستگی دارایی‌ها، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری را دقیق‌تر و علمی‌تر کنند.

لحاظ کردن واکنش استراتژیک سایر بازیگران بازار

نتایج پژوهش نشان داد که در بازار سرمایه، تصمیم هر سرمایه‌گذار می‌تواند تحت تأثیر رفتار سایر بازیگران قرار گیرد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود سرمایه‌گذاران نهادی و مدیران سبد سرمایه‌گذاری، در مدل‌های تصمیم‌گیری خود "واکنش احتمالی سایر سرمایه‌گذاران بزرگ" را لحاظ کنند. این امر می‌تواند موجب کاهش خطای تصمیم‌گیری و انتخاب ترکیب کاراتری از دارایی‌ها شود.

تفکیک راهبرد سرمایه‌گذاری بر اساس نوع سرمایه‌گذار و اندازه شرکت

با توجه به تفاوت رفتار سرمایه‌گذاران بزرگ و خرد و همچنین تفاوت ساختاری شرکت‌های بزرگ و کوچک، پیشنهاد می‌شود راهبردهای سرمایه‌گذاری به‌صورت یکسان طراحی نشوند. در سهام شرکت‌های بزرگ، می‌توان از تحلیل بنیادی و بررسی روند حجم معاملات به‌عنوان شاخص تأییدکننده استفاده کرد؛ اما در سهام شرکت‌های کوچک، به دلیل نوسانات بیشتر و اثرپذیری از هیجانات بازار، باید مدیریت ریسک سخت‌گیرانه‌تری اعمال شود.

تقویت مدیریت ریسک و تنوع‌بخشی هدفمند

یافته‌ها نشان داد که سرمایه‌گذاران خرد معمولاً به دلیل پراکندگی غیرهدفمند پرتفوی، با افزایش ریسک غیرسیستماتیک مواجه می‌شوند. ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود سرمایه‌گذاران به جای خرید سهام متعدد بدون منطق تحلیلی، از "تنوع‌بخشی هدفمند" بر اساس بازده، ریسک، همبستگی و

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

نقدشوندگی دارایی‌ها استفاده کنند. همچنین، تعیین حد ضرر، کنترل وزن هر دارایی و توجه به نقدشوندگی می‌تواند ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش دهد.

آموزش سرمایه‌گذاران و کاهش تصمیم‌گیری‌های هیجانی

با توجه به اینکه سرمایه‌گذاران خرد بیشتر تحت تأثیر اخبار، شایعات و سوگیری‌های رفتاری قرار می‌گیرند، پیشنهاد می‌شود نهادهای مالی، کارگزاری‌ها و سازمان بورس برنامه‌های آموزشی منظم برای ارتقای سواد مالی سرمایه‌گذاران برگزار کنند. این آموزش‌ها باید بر مدیریت هیجان، تحلیل ریسک، اصول تشکیل پرتفوی، تفسیر حجم معاملات و پرهیز از رفتار توده‌وار متمرکز باشد تا کیفیت تصمیم‌گیری در بازار افزایش یابد.

پژوهش حاضر با هدف تدوین الگوی رفتار استراتژیک سرمایه‌گذاران با رویکرد میانگین–واریانس پرتفوی در بورس اوراق بهادار انجام شد. نتایج نشان داد که رفتار سرمایه‌گذاران در بازار سرمایه را نمی‌توان صرفاً بر اساس فرض‌های کلاسیک بازده و ریسک توضیح داد، بلکه تصمیمات آنان تحت تأثیر تعاملات استراتژیک، رفتار سایر بازیگران بازار، اندازه شرکت‌ها و نوع سرمایه‌گذار قرار دارد. بر این اساس، وزن‌های بهینه پرتفوی تنها تابع شاخص‌های مالی متعارف نیستند، بلکه از واکنش‌های متقابل میان سرمایه‌گذاران نیز اثر می‌پذیرند. نوآوری اصلی پژوهش در تلفیق مدل میانگین–واریانس مارکویتز با نظریه بازی‌ها و به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک برای حل مدل و تعیین ترکیب بهینه پرتفوی است. این رویکرد، امکان تحلیل تصمیمات سرمایه‌گذاری را در شرایط رقابت ناقص فراهم می‌سازد و نسبت به مدل‌های سنتی پرتفوی، تصویر واقع‌بینانه‌تری از رفتار سرمایه‌گذاران ارائه می‌دهد. همچنین، تفکیک رفتار سرمایه‌گذاران بزرگ و خرد و توجه به تفاوت رابطه قیمت و حجم معاملات در شرکت‌های بزرگ و کوچک، از دیگر جنبه‌های نوآورانه پژوهش به شمار می‌رود. یافته‌ها نشان داد سرمایه‌گذاران بزرگ به دلیل توان اثرگذاری بر بازار، تصمیمات خود را به‌صورت استراتژیک و با در نظر گرفتن واکنش سایر فعالان بازار اتخاذ می‌کنند؛ در حالی که سرمایه‌گذاران خرد بیشتر تحت تأثیر هیجانات، اخبار و شایعات قرار دارند. بنابراین، در طراحی الگوی بهینه سرمایه‌گذاری، توجه هم‌زمان به ریسک، بازده، تعاملات استراتژیک و ویژگی‌های ساختاری بازار ضروری است. در مجموع، پژوهش حاضر با ارائه یک چارچوب ترکیبی و هوشمند، می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران، ارتقای کارایی پرتفوی و توسعه مدل‌های نوین تحلیل رفتار در بازار سرمایه کمک کند.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

منابع

۱. افشارکاظمی، محمدعلی، خلیلی‌عراقی، مریم، و سادات‌کیایی، احمد. (۱۳۹۱). انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران با تلفیق روش تحلیل پوششی داده‌ها DEA و برنامه‌ریزی آرمانی GP. *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار/مطالعات مالی*،(۱۳)، ۴۹–۶۴.

۲. امیرحسینی، زهرا، و قبادی، معصومه. (۱۳۹۳). ارائه مدل برنامه‌ریزی خطی بر مبنای تئوری تصمیم‌گیری فازی برای انتخاب پرتفوی. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار/مدیریت پرتفوی*، ۵(۲۱).

۳. حیدری هراتمه، مصطفی.، و شیرعلی، علیرضا. (۱۴۰۴). بررسی اثرات تعاملی نوآوری فین‌تک با نسبت کفایت سرمایه و عملکرد عملیاتی بر ریسک اعتباری بانک‌ها. فصلنامه علمی اقتصاد و بانکداری اسلامی، (۵۳)، ۵۳-۷۹.

٤. راعی، رضا، محمدی، شاهپور، و علی‌بیگی، هدایت. (۱۳۸۹). بهینه‌سازی سبد سهام با رویکرد میانگین نیم‌واریانس و با استفاده از روش جست‌وجوی هارمونی. *پژوهش مدیریت در ایران*، ۳، ۱۰۵–۱۲۸.

٥. سلیمی، محمدجواد، علیزاده، جواد، دوست جباریان، جواد، و هوشنگی، زهره. (۱۴۰۰). تاثیر ریسک غیرسیستماتیک سهام بر رفتار گروهی سرمایه گذاران در بورس اوراق بهادار تهران. مطالعات تجربی حسابداری مالی، ۱۸(۷۱)، ۳۳-۵۵.

٦. سلیمی‌فرد، خداکرم، حیدری، ابراهیم، و مرادی، زهرا. (۱۳۹۴). بهینه‌سازی مدل میانگین–واریانس مارکویتز: مروری بر الگوریتم‌های فراابتکاری. در *اولین همایش علمی پژوهشی یافته‌های نوین علوم مدیریت، کارآفرینی و آموزش ایران*. تهران: انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین.

۷. سینایی، حسنعلی، و زمانی، سعید. (۱۳۹۳). تصمیم‌گیری برای انتخاب سهام: مقایسه الگوریتم‌های ژنتیک و زنبور عسل. *پژوهشنامه مدیریت اجرایی*، ۶(۱۱).

۸. گرگز، منصور، عباسی، ابراهیم، و مقدسی، مطهره. (۱۳۸۹). انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک بر اساس تعاریف متفاوتی از ریسک. *فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی*، ۱۱۵–۱۳۶.

۹. هیبتی، فرشاد، رهنمای‌رودپشتی، فریدون، افشارکاظمی، محمدعلی، و عبیری، امیرحسین. (۱۳۹۰). یک مدل فازی برای به‌روزرسانی پرتفوی با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملات: پیاده‌سازی در بورس اوراق بهادار تهران. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۱۲–۱۹۲.

10. Anagnostopoulos, K. P., Chatzoglou, P. D., & Katsavounis, S. (2010). A reactive greedy randomized adaptive search procedure for a mixed integer portfolio optimization problem. *Managerial Finance, 36*(12), 1057–1065.

11. Campbell, J. Y., Grossman, S. J., & Wang, J. (1993). Trading volume and serial correlation in stock returns. *The Quarterly Journal of Economics, 108*(4), 905–939.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

12. Chan, L. K. C., & Lakonishok, J. (1995). The behavior of stock prices around institutional trades. *The Journal of Finance, 50*(4), 1147–1174.
13. Cheng, M, & Qu, Y. (2020). Does bank FinTech reduce credit risk? Evidence from China. Pacific-Basin Finance Journal, 63, 101398.
14. Dasgupta, A., Prat, A., & Verardo, M. (2011). The price impact of institutional herding. *The Review of Financial Studies, 24*(3), 892–925.
15. Deng, X, Gao, L, & Kim, J. B. (2020). Short-sale constraints and stock price crash risk: Causal evidence from a natural experiment. Journal of Corporate Finance, 60,101498.
16. Foster, F. D., & Viswanathan, S. (1996). Strategic trading when agents forecast the forecasts of others. *The Journal of Finance, 51*(4), 1437–1478.
17. Huang, T.C., Lin B-H, & Yang, T-H. (2015). Herd behavior and idiosyncratic volatility. *Journal of Business Research* 68, 763–770.
18. Huang, Z., & Heian, J. B. (2010). Trading-volume shocks and stock returns: An empirical analysis. *Journal of Financial Research, 33*(2), 153–177.
19. Llorente, G., Michaely, R., Saar, G., & Wang, J. (2002). Dynamic Volume-Return Relation of Individual Stocks. *Review of Financial Studies, 15*(4), 1005–1047.
20. Lo, A. W., & Wang, J. (2006). Trading volume: Implications of an intertemporal capital asset pricing model. *The Journal of Finance, 61*(6), 2805–2840.
21. Marasović, B., & Babić, Z. (2011). Two-step multi-criteria model for selecting optimal portfolio. *International Journal of Production Economics, 134*(1), 58–66.
22. Newman, C, Rand, J, Talbot, T, et al. (2015). Technology transfers, foreign investment and productivity spillovers. European Economic Review, 76, 168–187.
23. Wang, J. (1994). A model of competitive stock trading volume. *Journal of Political Economy, 102*(1), 127–168.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]