

کاربرد تحقیق در عملیات در بهینه سازی سبد سرمایه گذاری

سید کامران یگانگی ۱، محمد اسدی ۲

۱ گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت مالی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

چکیده

مسئله انتخاب سبد سرمایه‌گذاری و بهینه‌سازی، یکی از موضوعات مهم در حوزه سرمایه‌گذاری است. اگر اطلاعاتی که در جریان بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری استفاده شده‌اند، دچار عدم قطعیت‌های آماری و یا در معرض نویز باشند، به کارایی سبد سرمایه‌گذاری لطمه وارد می‌شود. طراحی سبد سرمایه‌گذاری به عنوان یک تصمیم‌گیری مهم و اساسی برای شرکت‌ها شناخته شده است. به همین دلیل انتخاب یک سبدي با نرخ بازدهی بالا و ریسک کنترل شده یکی از موضوعاتی است که مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. هدف از نگارش این مقاله کاربرد تحقیق در عملیات در بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری است، چالش‌هایی که امروزه بازار سرمایه با آن روبروست شامل توسعه نیافتگی نهادهای مالی لازم برای فعالیت بهینه بازار سرمایه، ناکافی بودن تنوع ابزارها مالی لازم برای توسعه بازار، مقررات و سازوکار اجرایی محدود کننده برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی و بسته بودن بازار، مشکلات ساختاری، عمق ناچیز بازار، دارایی‌های غیر فعال نهادهای دولتی، وجود انحصارات بزرگ در بازار نامطمئن شاخص بورس و عدم جذب نقدینگی می‌باشد. با توجه به تعریفی که از تحقیق در عملیات را داریم می‌دانیم که تحقیق در عملیات با استفاده از روش‌هایی نظیر، مدلسازی ریاضی به منظور تحلیل شرایط پیچیده، به مدیران اجرایی توانایی اتخاذ تصمیم‌های مناسب‌تر و ایجاد سیستم کارا و ثمر بخش در مواردی شامل مجموعه داده‌های پیچیده، در نظر گرفتن تمامی محدودیت‌ها و شرایط موجود، پیش‌بینی دقیق نتایج و ارزیابی ریسک و بکارگیری پیشرفته‌ترین روش‌ها و ابزارهای تصمیم‌گیری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بازار سرمایه، بهینه‌سازی، بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری، تحقیق در عملیات

۱. مقدمه

بازار سرمایه، همگام با تحولات اقتصادی، بازرگانی، اجتماعی و سیاسی، نوسانات متنوعی را تجربه کرده است. این نوسانات از الگوی رفتاری شاخص‌های کلان و سازوکارهای بازار تأثیر پذیر بوده و روی میزان ریسک و بازده سرمایه‌گذاری ایفای نقش کرده است. این تأثیرگذاری‌ها در بازار سرمایه بر اهمیت منطقی برقراری توازن مجدد سبد دارایی‌های سرمایه‌گذار می‌افزاید. اگر چه سرمایه‌گذاری را یک شخص یا مدیر انجام می‌دهد، اما آنچه حائز اهمیت است، دستیابی به حداکثر بازدهی از این سرمایه‌گذاری با توجه به حداقل کردن ریسک سرمایه‌گذاری است. در حقیقت، هر اقدامی که فرد یا مدیر سرمایه‌گذار، برای سرمایه‌گذاری انجام می‌دهد تحت تأثیر دو شاخص: ریسک و بازدهی است. این دو شاخص از عوامل درونی و بیرونی متعددی نظیر: تغییر در نرخ بهره اسمی، نرخ بهره واقعی، درجه ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار و تغییرات کلان اقتصادی الگوگیری می‌کند. آنچه امروز توجه بدان، بیش از پیش اهمیت دارد، سرعت تحولات در بازارهای سرمایه است که بر روی نرخ‌های بازده مورد انتظار، درجه ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار، شرایط معاملاتی بازار و مانند این‌ها اثر می‌گذارند این تحولات سرمایه‌گذار را ملزم می‌سازد تا ترکیب دارایی‌های سبد سرمایه‌گذاری خود را زیر نظر داشته و متناسب با تغییر عوامل تأثیرگذار به اخذ تصمیم برای حفظ یا تغییر ترکیب دارایی‌های خود اقدام کند. از جمله عوامل تصمیم‌اثرگذار هزینه‌های ناشی از تغییر احتمالی ترکیب دارائی‌ها است، که در بازار سرمایه، هزینه‌های معاملاتی اطلاق می‌شود این هزینه‌ها بر روی اهداف سرمایه‌گذاری، حداکثرسازی بازده همراه با حداقل ریسک ممکن، تأثیرگذار هستند. از ابزارهای سودمند نوین برای طراحی مدل‌های کارا، ریاضیات فازی در چارچوب نظریه تصمیم‌گیری فازی است. رویکرد فازی در حقیقت جلوه به کارگیری علم مدیریت کلاسیک در محیط فازی است. از مهم‌ترین ویژگی‌ها و قابلیت‌های رویکرد فازی، توان طراحی الگوهایی است که مانند انسان از توانایی پردازش اطلاعات کیفی به صورت هوشمند برخوردار است. در واقع این رویکرد ضمن ایجاد انعطاف‌پذیری در الگو، داده‌هایی نظیر دانش، تجربه و قضاوت انسانی را وارد الگو کرده و پاسخ‌هایی کاملاً کاربردی به دست می‌دهد. اصل ثابتی در فرهنگ سرمایه‌گذاری وجود دارد مبنی بر اینکه سرمایه‌گذار ریسک و خطرگریزان است و به سوی بازده و سود تمایل دارد. به همین خاطر است که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز از ورود سرمایه خود به جایی که خطر و ریسک وجود دارد، یا افق نامشخصی در برابر سود و اصل سرمایه‌شان هست، امتناع می‌کنند. اما آیا می‌توان جایی را پیدا کرد که سرمایه‌گذاری در آن ریسک نداشته باشد؟ ریسک و خطر از دست دادن اصل و فرع سرمایه در همه جا هست، بعضی سرمایه‌گذاری‌ها پرخطرند و برخی کم‌خطر سرمایه‌گذار با توجه به میزان خطر و ریسک سرمایه‌گذاری، انتظار سود و بازده متناسب را دارا می‌باشد. معمولاً "سرمایه‌گذاران به وسیله تجزیه و تحلیل‌های مالی خود به دنبال بازده متناسب با توجه به ریسک مربوط می‌باشند. در یک بازار متعارف که از عوامل باردار واجد اطلاعات می‌باشند، بازده بالا همواره ریسک بالاتری را نیز به دنبال خواهد داشت، این موضوع موجب می‌شود که همواره تصمیم‌گیری جهت سرمایه‌گذاری براساس روابط میان ریسک و بازده صورت گیرد و یک سرمایه‌گذار همواره دو فاکتور ریسک و بازده را در تجزیه و تحلیل و مدیریت سبد سرمایه‌گذاری‌های خود مد نظر قرار دهد. به عبارت دیگر، سرمایه‌گذاری به عنوان یک تصمیم مالی همواره دارای دو مؤلفه ریسک و بازدهی بوده که مبادله این دو ترکیب گوناگون سرمایه‌گذاری را عرضه می‌کند. از یک طرف، سرمایه‌گذاران به دنبال بیشینه کردن عادی خود از سرمایه‌گذاری هستند و از طرف دیگر، با شرایط عدم اطمینان حاکم بر بازارهای مالی مواجه می‌باشند، که عامل اخیر، دستیابی به عواید سرمایه‌گذاری را با عدم اطمینان مواجه می‌سازد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. پیشینه نظری

یکی از مباحث مهمی که در بازارهای سرمایه مطرح است و باید مورد توجه سرمایه‌گذاران اعم از اشخاص حقیقی یا حقوقی قرارگیرد، بحث انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه می‌باشد. و در این رابطه، بررسی و مطالعه سرمایه‌گذاران در جهت انتخاب بهترین سبد سرمایه‌گذاری با توجه به میزان ریسک و بازده آن انجام می‌شود. آن چه تا به امروز در محاسبات مالی و در زمینه انتخاب سهام و سبد سرمایه‌گذاری عنوان شده است به‌گونه‌ای، سرمایه‌گذاری‌های موجود را از لحاظ درجه ریسک و نرخ بازده،

به ترتیب اولویت بندی می‌نماید، تا بدین طریق سرمایه‌گذار بتواند با در نظر گرفتن امکانات مالی و سایر سیاست‌های فراروی خود، سبد مطلوب خویش را تشکیل دهد (سجادی ۱۳۹۰) وقتی که فرد سرمایه‌گذار با دارایی‌های متفاوتی روبه‌رو می‌گردد، بایستی که در مورد تعداد دارایی‌های انتخابی و میزان سرمایه‌گذاری در هر کدام از آن‌ها، تصمیم‌گیری نماید که در این شرایط فرآیند تصمیم‌گیری بسیار دشوار می‌باشد. ترکیب سبد مورد نظر می‌تواند حاصل تصمیمات اتفاقی و غیر-مرتبط سرمایه‌گذار و یا نتیجه برنامه ریزی سنجیده وی باشد. معمولاً^۱ فرض بر این است که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریزند و همواره در پی آن هستند، تا در اقلامی از دارایی‌ها سرمایه‌گذاری کنند، که بیشترین بازده و کمترین ریسک را داشته باشند. به عبارت دیگر، سرمایه‌گذاران به بازده سرمایه‌گذاری به عنوان یک عامل مطلوب می‌نگرند و به واریانس بازده‌ها (ریسک) به عنوان یک عنصر نامطلوب نظر دارند. به هر حال ریسک سرمایه‌گذاری یکی از مهم‌ترین مسایلی است که سرمایه‌گذار با آن مواجه است. نتایج بسیاری از مطالعات سنتی انجام گرفته، نشان‌دهنده وجود رابطه مثبت بین ریسک و بازدهی است (بی و کرولی، ۲۰۱۴)^۱ از این رو یکی از مهمترین چالش‌های موجود در تشکیل سبد دارایی‌ها، تعیین نسبت یا وزن بهینه‌ای از دارایی‌های موجود در سبد سرمایه‌گذاری برای کاهش ریسک است. در بهینه‌سازی سبد، مسئله اصلی انتخاب بهینه دارایی‌ها و اوراق بهاداری است که با مقدار مشخصی سرمایه می‌توان تهیه کرد. اگر چه کمینه کردن ریسک و بیشینه نمودن بازده سرمایه‌گذاری به نظر ساده می‌رسد، اما در عمل روش‌های متعددی برای تشکیل سبد بهینه به کار رفته است، مارکویتز در سال ۱۹۵۲ با اشاره به این نکته که با تشکیل یک سبد در سطح معینی از ریسک، می‌توان بازدهی بیشتری را به دست آورد یا برعکس در سطح معینی از بازدهی، ریسک کمتری را متحمل شد، چالش گفته شده راحل کرد. (ین‌هانن و فوزی ۲۰۱۴)^۲ در پژوهشی با عنوان مدل میانگین - ارزش در معرض ریسک با نوسانات تصادفی مسئله تصمیم‌گیری برای انتخاب ترکیبی بهینه از یک دارایی ریسکی و یک دارایی خاص با استفاده از ماکزیمم کردن تابع مطلوبیت با محدودیت که با یک ضرر متناسب با بازده جاری محدود شده است، بررسی کردند. نتایج این پژوهش بیانگر این بود که محدودیت، مقادیر سرمایه‌گذاری شده در دارایی ریسکی رفته رفته در طول زمان کاهش می‌دهد و نوسانات تأثیر مهمی بر جواب بهینه دارند، ین‌هانن و فوزی، (۲۰۱۴)، و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه ای یک الگوریتم بهینه‌سازی ذرات جمعیت چندگانه ناهمگن را برای حل یک مدل نمونه انتخابی میانگین-واریانس مارکویتز ارائه می‌دهد. در این پژوهش، به جهت پیدا کردن راه حل بهینه برای مدل و مقایسه عملکرد الگوریتم پیشنهادی با چندین نوع الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات کالسیک، استفاده شده است. نتایج محاسباتی نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی بسیار مؤثر و قوی است، به‌ویژه برای مشکلات با ابعاد بالا، بنابراین یک راه سیسیل‌گردون^۳، وادینگتون^۴، اون‌وانسبرگ^۵، جونز و فرانک‌یاتس^۶، از کشور انگلیس و جورج دانتریگ^۷ از کشور آمریکا بودند. تلاش این عده در جهت تصمیم‌گیری بهتر در زمینه‌های نظیر پشتیبانی و زمانبندی آموزشی بود. پس از جنگ این شیوه در زمینه‌های مشابه به ویژه در صنعت بکار گرفته شد. تحقیق در عملیات یک رویکرد منحصر بفرد است، که روش‌های توسعه یافته و در عین حال پیچیده را به کمک اشخاص آموزش دیده می‌تواند پیاده‌سازی نماید. توانایی تحقیق در عملیات به ویژه در استفاده از ابزارهای توسعه یافته و روش‌هایی است، که می‌تواند توانایی ارزیابی و تحلیلی که نرم‌افزارهای رایج از جمله صفحه گسترده‌ها از آن عاجزند را قوت ببخشد. به عبارت دیگر یک کارشناس تحقیق در عملیات توانایی تعریف چالش‌های عمده که شما در زمینه‌های کاری خود با آن روبرو هستید را داشته و روش‌هایی برای شفاف‌سازی و بکار بستن داده‌های مورد نیازتان را فراهم می‌سازد. به منظور رسیدن به این نتایج، کارشناسان تحقیق در عملیات طرح‌های خود را در راستای آخرین تکنولوژی تحلیل و ارزیابی به منظور پیدا نمودن ارتباطات ارزشمند و چشم‌اندازهای مناسب و اتخاذ پیش‌بینی‌های مؤثر ترسیم می‌کنند، یعنی:

¹ Be & Crowley

² Yen Hannan & Fawzi

³ Cecil Gardon

⁴ Waddington

⁵ Weinsberg

⁶ Jones & Frank Yates

⁷ George Dantrig

- شبیه سازی که به شما توانایی آزمون رویکردها و ایده‌هایتان را به منظور بهبود هرچه بیشتر فراهم می‌سازد.
- بهینه‌سازی کاستن گزینه‌های تصمیم‌گیری به تعدادی محدود اما بهینه در شرایطی که گزینه‌های شدنی نامحدود و مقایسه آنها نیزکاری دشوار است.
- آمار و احتمالات و سایر مواردی نظیر پایش ریسک و بررسی داده‌ها

۲-۲. پیشینه تجربی

مارکوویتز^۸ (۱۹۵۰) نخستین فردی بود که چارچوبی کمی برای انتخاب سبد سرمایه‌گذاری ایجاد کرد او مدل میانگین واریانس را معرفی کرد که از دهه ۱۹۵۰ به پایه نظریه مالی مدرن تبدیل شد. این مدل در شکل ابتدایی خود، ترکیبی از دارایی‌های سبد سرمایه‌گذاری را به گونه‌ای تعیین می‌کند که ریسک را حداقل شده و درعین حال سبب دستیابی به بازدهی مورد انتظار شود این نظریه، روش تفکر درباره سبد سرمایه‌گذاری دارایی‌ها را متحول ساخت و به طور گسترده‌ای به عنوان یک ابزار کاربردی برای بهینه سازی سبد سرمایه گذاری مورد قبول واقع شد. بعد از مارکوویتز کارهای بسیاری برای بهبود و توسعه این مدل صورت گرفت این کوشش‌ها، با توجه به محدودیت‌های بازار واقعی، سعی کردند مدل او را کاربردی‌تر سازند. مسئله بهینه سازی مارکوویتز و تعیین مرز کارای سرمایه گذاری، زمانی که تعداد دارایی‌های قابل سرمایه‌گذاری و محدودیت‌های موجود در بازار کم باشد، توسط مدل‌های ریاضی حل شدنی است؛ اما هنگامی که شرایط و محدودیت‌های دنیای واقعی در نظر گرفته شود، مسئله پیچیده و مشکل خواهد بود. سال‌ها است که در حل چنین مسائل پیچیده‌ای، ریاضیات پیشرفته و رایانه‌ها به کمک انسان شتافته‌اند تا هر چه بیشتر وی را در بیرون آوردن از شرایط عدم اطمینان محیطی و ابهام یاری رسانند. از جمله روش‌هایی که در سال‌های اخیر در حل بسیاری از مسائل بهینه‌سازی، گره‌گشای ابهامات بشر بوده و در پاسخ به مسائل پیچیده، رویکردی موفق داشته‌اند، روش‌ها و الگوریتم‌های موسوم به ابتکاری (فراابتکاری) هستند. روش‌های ابتکاری که با هدف رفع کاستی‌های روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی معرفی شدند با جست‌وجویی جامع و تصادفی، احتمال دستیابی به نتایج بهتر را تا حد زیادی تضمین می‌کنند. در سال‌های اخیر، الگوریتم‌های فرا ابتکاری متنوعی به منظور حل مشکلات بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری خلق شده‌اند. اولین استفاده سازمان یافته از تحقیق در عملیات در جنگ جهانی دوم به سال ۱۹۴۱ در انگلستان بود. مدیریت نظامی انگلیس در آن برهه، گروهی از دانشمندان را که با مسائل تاکتیکی و استراتژیک در رابطه با دفاع هوایی و زمینی تخصص داشتند، مأمور پژوهش‌هایی در این زمینه نمود. دلیل اصلی انجام چنین مطالعاتی محدودیت بودجه نظامی بود. بدین سبب لازم بود که چگونگی استفاده مناسب و حداکثر از منابع نظامی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. چنانچه از نام تحقیق در عملیات مستفاد می‌گردد علت به کارگیری آن ماهیت مطالعات تیمی بود که بر روی عملیات (نظامی) پژوهش می‌نمودند. دانشمندان انگلیسی رادار را اختراع کردند، اما ارتش با استفاده بهینه از این وسیله آشنا نبود. بدین منظور با گرد هم آبی جمعی از دانشمندان و با به کارگیری تکنیک‌های مؤثر ریاضی و داده‌های اطلاعاتی، توان دفاعی انگلستان تا حدود ۱۰ برابر افزایش یافت. موفقیت این گروه انگیزه استفاده از گروه‌های مشابه را در بررسی مسائل مختلف نظامی بیشتر کرد. نتایج ارزشمند حاصله از تحقیق در عملیات توسط تیم انگلیسی به سرعت مدیریت نظامی ایالات متحده را به فعالیت‌هایی در این زمینه ترغیب نمود. نوآوری‌های موفقیت‌آمیز توسط تیم‌های آمریکایی شامل توسعه الگوهای جدید پرواز، برنامه‌ریزی در مین‌گذاری دریا، بهره‌برداری مؤثر از تجهیزات الکترونیکی می‌شد. در این رابطه گروه‌های تحقیق در عملیات مشابهی در دیگر کشورها از جمله کانادا و فرانسه مشغول به فعالیت شدند. این گروه‌ها که معمولاً اجرای عملیات تعیین می‌شدند، در انگلستان به نام تحقیق در عملیات شناخته شدند و نیز گاهی در آمریکا با نام‌های دیگر نظیر تحلیل عملیات، ارزیابی عملیات، تحقیق در عملیات، تحلیل سیستم‌ها، ارزیابی سیستم‌ها و تحقیق در سیستم‌ها به کار برده می‌شدند. بررسی مسئله حمله هوایما به زیردریایی‌های آلمانی از موارد دیگری بود که دانشمندان ریاضی به آن پرداختند. در اوایل جنگ جهانی دوم، نیروی هوایی انگلستان از بمب‌های معمولی علیه زیردریایی‌های آلمانی استفاده می‌کرد. این نحوه حمله تنها در صورتی مؤثر بود که

⁸ Markowitz

زیردریایی‌ها مستقیماً مورد اصابت بمب قرار می‌گرفتند، زیرا انفجار در سطح آب بود و نمی‌توانست به بدنه زیردریایی‌ها آسیب بزند، مگر اینکه بمب به عرشه اصابت می‌کرد. برای تخریب بیشتر زیردریایی‌هایی که به زیر آب فرورفته بودند، انفجار در عمق مورد استفاده هواپیما قرار می‌گرفت؛ ولی برای تعیین عمق مناسب انفجار، اختلاف نظر وجود داشت. بعضی اسکادران‌ها بمب‌های خود را برای انفجار در عمق ۱۵۰ فوت تنظیم می‌کردند، چون فکر می‌کردند این مقدار، حداکثر عمقی است که زیردریایی مورد حمله ممکن است فرو برود، اما اسکادران‌های دیگر ۵۰ فوت را برای تنظیم انتخاب کردند، چون زیردریایی‌ها در عمق ۱۵۰ فوت دیگر دیده نمی‌شوند در نتیجه مورد حمله قرار نمی‌گیرند؛ لذا بین گروه طرفداران تنظیم عمق و سطح انفجار اختلاف نظر وجود داشت.

۳. روش شناسی

۳-۱. کاربرد تحقیق در عملیات

تحقیق در عملیات به صورت پیوسته می‌تواند ارزش‌های مهم را از استراتژیک گرفته تا تاکتیکی از ابتدا تا به انتهای سازمان منتقل سازد. یعنی سازمان‌های تجاری جهانی، نهادهای نظامی، مراکز درمانی و مراکز دولتی همگی فواید عمده‌ای را از تحقیق در عملیات دریافت می‌نمایند. تحقیق در عملیات سازمان‌ها و کارشناسان اطراف ما را متریقی کرده است. یعنی از زمانبندی بهتر کارکنان هواپیمایی گرفته تا طراحی بهتر خطوط انتظار در پارک‌های تفریحی و از برنامه‌ریزی تولید گرفته تا بهینه‌سازی صدها مرکز توزیع محلی و غیره. به عبارت دیگر با اطمینان می‌توان گفت که از بکار بستن تحقیق در عملیات منافع بسیاری حاصل می‌شود. به طور خلاصه، تحقیق در عملیات می‌تواند به یاری بسیاری از مدیران اجرایی که با چالش‌های عمده‌ای روبرو هستند بیاید یعنی:

- سرمایه‌گذاری در کدام بخش‌ها تا سود دریافتی افزایش یابد.
 - مدیریت با بهترین شیوه در یک مرکز تلفن.
 - مکان‌یابی یک انبار با در نظر گرفتن حاصل ضرب هزینه و مسافت.
 - پیش‌بینی فروش نوع جدیدی از محصولات که پیش از این به بازار نیامده است.
 - حل مسائل زمانبندی پیچیده.
 - برنامه‌ریزی برای یک حمله بالقوه تروریستی.
 - تصمیم‌گیری در ارتباط با اینکه چه وقت و به چه میزان تخفیف دهیم.
 - بدست آوردن سیکل‌های تولید بیشتر از تجهیزات ساخت.
 - سرمایه‌گذاری بهینه در شرایطی که امنیت مالی و یا موجودی دارویی و بهداشتی مدنظر است.
 - تصمیم‌گیری مبنی بر این که به چه میزان بودجه صرف فروش متعارف و یا اینترنتی شود.
 - کاشت محصولات در شرایطی که هوا و میزان تقاضا نامعین است.
 - سرعت بخشیدن به زمان پاسخگویی، در رابطه با پلیس ۱۱۰ و آتش‌نشانی.
- ابزارهایی که در تحقیق در عملیات استفاده می‌نماییم عبارتند از: مدل‌سازی ریاضی، بهینه‌سازی، آمار، نظریه گراف، نظریه بازی‌ها، نظریه صف، آنالیز تصمیم‌گیری و شبیه‌سازی است. به دلیل ماهیت محاسباتی این شاخه، تحقیق در عملیات با علوم کامپیوتر پیوند دارد و تحلیل‌گر تحقیق در عملیات معمولاً از نرم‌افزارها یا کدهای اختصاصی استفاده می‌کنند که توسط خودشان یا همکارانشان ایجاد شده‌اند. نرم‌افزارهای تجاری تحقیق در عملیات معمولاً با عنوان ابزارهای حل مسئله شناخته می‌شوند و قابلیت استفاده در نرم‌افزارها و کدهای خود نوشته را دارا هستند.
- از مهمترین ویژگی‌های تحقیق در عملیات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- الف- بیشترین تمرکز تحقیق در عملیات بر روی تصمیم‌گیری برای مدیران است.
 - ب- در تحقیق در عملیات از روش‌های علمی استفاده می‌شود.
 - ج- در تحقیق در عملیات مسایل و تصمیمات بانگاه سیستمی بررسی می‌شوند.

د- تحقیق در عملیات دانش بین رشته‌ای است و در رشته‌های مختلفی مورد بررسی قرار می‌گیرد.
 ه- کامپیوتر نقش بسیار مهمی در دانش تحقیق در عملیات دارد.

۲-۳. سبد سرمایه گذاری

پرتفوی که گاهی به آن پرتفولیو^۹ نیز گفته می‌شود به معنی سبد سرمایه‌گذاری است. در بازارهای مالی مختلف ایجاد پرتفوی به معنی ایجاد یک سبد سرمایه‌گذاری است که از ترکیب دارایی‌های مختلف بوجود آمده است. این دارایی‌ها می‌توانند وجه نقد، سهم و سایر انواع اوراق بهادار مختلف، املاک و مستغلات، کالاهای سرمایه‌ای، طلا و حتی ارزهای دیجیتال باشند. کارشناسان سرمایه‌گذاری معتقدند که وجه نقد، سهام و سایر اوراق بهادار هسته اصلی سبد سرمایه‌گذاری را تشکیل می‌دهند. در تعریف دیگر پرتفولیو یا پرتفوی در لغت به معنای کیف دستی بوده، که در گذشته یک سرمایه‌گذار، مجموعه‌ای از اسناد و مدارک خود را در آن حمل می‌کرده، در واقع سرمایه‌گذارانی که سهام شرکت‌های بورسی را در اختیار داشتند، هر روز به بازار اوراق بهادار سر می‌زدند تا ببینند سرمایه آن‌ها در چه وضعیتی قرار دارد. در اصطلاح مالی نیز به کنار هم قرار گرفتن ترکیبی از دارایی‌های مختلف مالی اعم از املاک و مستغلات، سهام شرکت‌ها، اوراق با درآمد ثابت و سپرده‌های بانکی با هدف تنوع بخشی و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری را پرتفوی یا سبد سرمایه‌گذاری می‌گویند. سرمایه‌گذارانی که نظریه مدرن پرتفوی را قبول دارند، بر این باورند که ((حریف بازار نیستند))، پس می‌کوشند تا انواع مختلفی از اوراق بهادار را نگاهداری کرده تا بتوانند بازدهی برابر با متوسط بازده بازار کسب کنند. در واقع در یک بازار کارا، اطلاعات جدید سریعاً به بازار منتقل می‌شود و در دسترس همه مردم است و هیچکس نمی‌تواند مرتباً بازده اضافی به دست آورد؛ در نتیجه قیمت‌سهم‌ها با اطلاعات جدید تعیین می‌گردد. با توجه به کارایی بازار و این نکته که قیمت سهام در هر لحظه با لحظه بعد از آن هیچ ارتباطی ندارد و اصطلاحاً تغییرسهم کاملاً تصادفی است، پیش‌بینی قیمت‌های آتی هرگز ممکن نیست. پس سرمایه‌گذاران توانایی پیش‌بینی ندارند و می‌کوشند مجموعه متنوعی از اوراق بهادار را نگاهداری کرده تا به نرخ بازدهی مطلوب خود که نزدیک به نرخ بازده بازار است دست یابند. در هنگام چیدن ترکیب سبد می‌توان چندین نوع استراتژی را بکار برد:

۱- **استراتژی محافظه کارانه:** در این استراتژی تلاش بر حفظ ارزش سبد در برابر تورم است و انتظار این است با یک ریسک معقول، بازدهی مناسبی به ارمغان آورده شود.

۲- **استراتژی تهاجمی:** برخلاف استراتژی قبلی در این مورد سعی بر آن است از اوراق بهاداری در ترکیب سبد استفاده شود که با توجه به ریسک بالاتر، بازده بیشتر از تورم را نیز به همراه داشته باشد. نکته قابل توجه آن است که با اضافه شدن ابزارهای معاملاتی جدید، قدرت تنوع‌سازی سبد سرمایه‌گذاری نیز بالطبع افزایش یافته است. همچنین می‌توان استراتژی مابین تهاجمی و محافظه کارانه را برگزید.

ساختن یک سبد بهینه و کارآمد کار آسانی نیست. هدف اصلی از ایجاد یک سبد، کنترل ریسک و افزایش بازده یا ارزش سرمایه‌گذاری‌ها از طریق تنوع بخشی به سبد دارایی‌ها است. تنوع بخشی یک مفهوم کلیدی در مدیریت و تنظیم یک سبد است. برای اینکه بتوانیم یک سبد سرمایه‌گذاری متنوع تشکیل بدهیم، در وهله اول باید مشخص کنیم که هدفمان از سرمایه‌گذاری چیست و بازه زمانی مناسب برای رسیدن به آن، چه مدت است. اینکه برای رسیدن به این هدف تا چه حد حاضر به پذیرش ریسک هستیم نیز موضوع مهمی است. پس پیش از ورود به بازارهای مالی و فعالیت در آن، ابتدا باید استراتژی معاملاتی خود را مشخص کنید. این استراتژی معاملاتی باید متناسب با هدف و میزان ریسک پذیریتان مشخص شود.

۳،۳. انواع سبد

۱- **سبد ترکیبی:** سبد ترکیبی، از ترکیب دارایی‌های که همبستگی بسیار کمی با هم دارند ایجاد می‌شود. برای مثال بخشی از آن در سهام، بخشی در صندوق با درآمد ثابت و بخشی دیگر به صندوق‌های طلا اختصاص یابد. همبستگی میان این دارایی‌ها بسیار کم است. برای مثال اگر بازار سهام دچار ریزش شود در عملکرد صندوق‌های درآمد ثابت اخلاقی به وجود نمی‌آید.

⁹ portfolio

تغییرات در قیمت واحدهای صندوق‌های طلا هم متناسب با تغییر قیمت انس جهانی طلا است، بنابراین می‌توان گفت که همبستگی بین صندوق طلا با سهام بسیار کم است.

۲- سبد سرمایه‌گذاری: همان طور که از اسمش معلوم است، هدف از تشکیل این سبد سرمایه‌گذاری است. سرمایه‌گذاری با هدف کسب بازدهی بیشتر در آینده انجام می‌شود. یعنی افراد در دارایی‌هایی سرمایه‌گذاری می‌کنند که ارزش‌شان در گذر زمان افزایش پیدا می‌کند و با بازدهی همراه هستند. بخشی از این سبد سرمایه‌گذاری می‌تواند به سرمایه‌گذاری در سهام تعلق گیرد و بخشی دیگر به پروژه‌های ساختمانی و عمرانی.

۳- سبد تهاجمی سهام محور: این سبد برای افراد ریسک‌پذیر مناسب است. ترکیب سبد تهاجمی به صورتی است که از دارایی‌های پرریسک، همراه با بازدهی بالا تشکیل می‌شود. مثلاً "قسمتی از سبد به خرید سهام شرکت‌های نوپا اختصاص پیدا می‌کند، قسمتی دیگر به خرید کوبین‌های تازه وارد به ارزهای دیجیتال و..."

۴- سبد تدافعی سهام محور: سبد تدافعی، متشکل از سهام شرکت‌هایی است که تولیدکننده محصولات ضروری برای زندگی هستند یعنی تمرکزش روی کالاهای اساسی است. سهام این شرکت‌ها معمولاً در مقابل روندهای نزولی بازار و وضعیت اقتصادی نامناسب مقاومت می‌کنند و در روندهای صعودی هم عملکرد خوب و قابل قبولی دارند.

۵- سبد متمرکز بر درآمد حاصل از سهام: تمرکز این نوع سبد سرمایه‌گذاری بیشتر روی سود تقسیمی شرکت‌ها (درآمد حاصل از سهام) به سهامداران است. در واقع این سبد، به دنبال ایجاد یک جریان نقدی مثبت به داخل سبد است. سهام‌های تدافعی با سود تقسیمی بالا می‌توانند در این نوع سبد سرمایه‌گذاری جای گیرند.

۶- سبد سفته بازانه متمرکز بر سهام: اگر ریسک‌پذیری بالایی دارید، این نوع سبد به کار شما می‌آید. برای مثال خبر تولید یک داروی جدید یا تولید نوعی واکسن که احتمالاً به نتیجه برسد، توسط یک شرکت دارویی منتشر می‌شود. سرمایه‌گذاری در این نوع شرکت‌ها با ریسک بالایی همراه است. چون ممکن است بعد از مدتی پروژه با شکست همراه شود. در آن صورت ارزش سهام آن شرکت کاهش خواهد یافت.

۳.۴. روش‌ها و مدل‌های مربوط به بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری

در روش‌های مختلف بهینه‌سازی سبد، معیارهای متفاوتی برای اندازه‌گیری ریسک مطرح شده که علاوه بر مقیاس‌های سنتی انحراف معیار و واریانس-که قوی هم نیستند- نرخ سورتینو و ارزش در معرض ریسک نیز بیان شده است. غالباً بهینه‌سازی سبد در دو مرحله انجام می‌شود: ابتدا بهینه‌سازی وزن سرمایه‌گذاری در یکی از انواع دارایی‌ها مانند تعیین نسبت سرمایه‌گذاری بین سهام و اوراق قرضه و دومین مرحله، بهینه‌سازی وزن سرمایه‌گذاری دارایی‌های موجود در یک نوع خاص دارایی است مانند تعیین نسبت سرمایه‌گذاری در سهام‌های الف، ب و ج. سهام و اوراق قرضه اساساً ویژگی‌های ساختاری و ریسک سیستماتیک متفاوتی دارند و در دو نوع جدا از تقسیم بندی دارایی‌ها قرار می‌گیرند. نگهداری انواع مختلف دارایی باعث متنوع سازی سبد می‌شود و هم‌چنین نگهداری دارایی‌های مختلف موجود در یک نوع خاص دارایی بر تنوع سبد می‌افزاید و این عمل باعث حذف ریسک غیر سیستماتیک هر دارایی و انواع دارایی می‌شود. یک روش بهینه‌سازی سبد این است که تابع مطلوبیت، (ون نویمان و مورگنسترن)^{۱۰} را برای ثروت نهایی سبد تعریف کنیم. ارزش مورد انتظار مطلوبیت باید بیشترین مقدار باشد. برای نشان دادن ترجیح بازده بیشتر به کمتر در این تابع، ثروت افزایشی است و برای نشان دادن ریسک‌گریزی این تابع محدب است.

نظریه مارکوویتز به عنوان یکی از کلاسیک‌ترین مسائل مالی ارائه گردید. مارکوویتز با ارائه مدل میانگین واریانس خود نشان داد، با تشکیل سبدی از دارایی‌های مالی این امکان به وجود می‌آید که در سطح معینی از بازده، ریسک را کاهش داد. این امکان به دلیل نبود همبستگی کامل بین بازده دارایی‌های مالی مختلف به وجود می‌آید. افراد مختلف براساس میزان مطلوبیت مورد انتظارشان دست به سرمایه‌گذاری می‌زنند و از مصرف امروز به امید مصرف بیشتر در آینده چشم پوشی می‌کنند. با توجه به این موضوع همه روزه تلاش‌های گسترده‌ای برای بهبود روش‌های بررسی و تحلیل سهام در بازارهای مالی دنیا صورت گرفت.

¹⁰ Von Neumann & Morgenstern

تلاش در جهت بهبود روش‌های تجزیه و تحلیل سهام، به‌ویژه در بازارهایی که شمار سهام در آنها بسیار بالاست، منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی گردیده که در کنار روش‌های گذشته درصدد یافتن پاسخی برای میل به حداکثرسازی سود فرد در بازارهای مالی می‌باشند. از این مجموعه می‌توان به مدل نیم واریانس، مدل تک شاخصی شارپ، مدل‌های چند شاخصی چن^{۱۱}، رول و روس^{۱۲}، مدل انحراف میانگین کونوویاماژاکی^{۱۳} (۱۹۹۱)، مدل حداقل حداکثر یانگ^{۱۴} (۱۹۹۸)، مدل قیمت‌گذاری آربیتراژ^{۱۵} مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه ای تعدیلی استرادا^{۱۶}، مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه ای شرطی مرتن^{۱۷}، مدل سه عاملی فاما و فرنچ^{۱۸}، مدل ارزش در معرض خطر، مدل‌های، مدل برنامه‌ریزی آرمانی، نظریه فرامدرن پرتفوی، مدل تفاوت میانگین جینی بیتزاکی^{۱۹} (۱۹۸۲) روش نقطه داخلی اولین همزاد گاندزیو و آندریس‌گروتی^{۲۰} (۲۰۰۴) اشاره نمود.

- بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری سهام براساس مدل‌های چند متغیره^{۲۱} GARCH
- استفاده از مدل ریاضی بهینه‌سازی چند هدفه استوار فازی در انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه
- بهینه‌سازی پویای سبد سرمایه‌گذاری با توجه به هزینه معاملات
- بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با بکارگیری مدل‌های خطی و مدل شارپ
- بهینه‌سازی و انتخاب سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از مدل برنامه‌ریزی تصادفی چند منظوره
- بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی
- بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری چند دوره‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی پویا
- سنجش کارایی بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با روش مومنتوم دو مرحله‌ای
- بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و ارائه یک مدل کاربردی

۳.۵. محدودیت‌های بهینه‌سازی

بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری معمولاً با محدودیت‌هایی مواجه می‌شود، مثل محدودیت‌های قانون و مقررات یا عدم وجود بازار پر رونق و یا بسیاری موارد دیگر.

الف) قانون و مالیات: ممکن است نگهداری بعضی دارایی‌ها از لحاظ قانونی ممنوع باشد. زمانی که محدودیت در بهینه‌سازی سبد وجود نداشته باشد، شاید به فروش استقراضی بعضی سهام نیز پرداخته شود. اما ممکن است فروش استقراضی ممنوع باشد. گاهی اوقات نگهداری بعضی دارایی‌ها عملی نیست زیرا هزینه مالیاتی آن بسیار زیاد است. در بعضی مواقع هم محدودیت‌های مناسب در بهینه‌سازی سبد باید وضع شود.

ب) هزینه‌های معاملاتی: هزینه‌های معاملاتی در واقع هزینه‌ی خرید و فروشی است که برای تغییر وزن دارایی‌های سبد انجام می‌شود. از آنجایی که سبد بهینه در طول زمان تغییر می‌کند سرمایه‌گذاران تشویق می‌شوند تا سبد را غالباً «دوباره بهینه‌سازی» کنند. به هر حال خرید و فروش زیاد باعث بالا رفتن هزینه‌های معاملاتی می‌شود؛ بنابراین استراتژی بهینه به دنبال این است که دوره‌ی تکرار بهینه‌سازی دوباره و خرید و فروش را به شکلی مشخص کند که نرخ جایگزینی مناسبی بین اجتناب

¹¹ Chen

¹² Roll and Russian

¹³ Konno & Yamazaki

¹⁴ Young

¹⁵ Arbitrage

¹⁶ Estrada

²⁰ Merton

¹⁸ Fama & French

¹⁹ Jenny Yitzhak

²⁰ Gandzio & Andris Grotti

²¹ Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

(ناهمواربانی شرطی خودرگرسیون تعمیم یافته یا ناهمگونی رگرسیون شرطی تعمیم یافته)

از هزینه‌های معاملاتی و هزینه‌های به روز نبودن ایجاد کنند. این امر به موضوع «ردیابی خطا» تنظیم نکردن مجدد نسبتها باعث انحراف آن‌ها از معیار مربوط می‌شود.

۳.۶. ابزارهای ریاضی مورد استفاده در بهینه‌سازی

پیچیدگی بهینه‌سازی سبد نیازمند این است که کار با کامپیوتر انجام شود تا ساده شود. هسته‌ی اصلی کار ساختن ماتریس کواریانس بازده دارایی‌های سبد است. تکنیک‌ها شامل:

- برنامه‌ریزی درجه دوم
- برنامه‌ریزی غیرخطی
- برنامه‌ریزی اعداد مخلوط
- روش‌های meta-heuristic

۴. کاربرد تحقیق در عملیات در بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری:

اگرچه بخشی از تصمیم‌های انتخاب سبد سرمایه‌گذاری براساس مبنای کیفی اتخاذ می‌شود، ولی رویکردهای کمی بیشتر به کار می‌روند. بنابراین تحقیق در عملیات شاخه‌ای میان رشته‌ای از ریاضیات است که برای یافتن نقطه بهینه در مسائل بهینه‌سازی، از گرایش‌هایی مانند: برش‌های تصادفی انتخاب شده از بازار بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد که تعداد آن‌ها از ۲۰ نوع تجاوز نمی‌کند. جهت فرموله کردن مدل‌های، ارائه شده از برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح (صفر-یک) استفاده شد. و سپس با استفاده از نرم‌افزار Win QSB جواب‌های نهایی هر مدل ارائه گردیده است و جهت تحلیل داده‌های آماری و مالی نیز از نرم افزار اکسل استفاده شده است.

اهمیت و ضرورت چنین مسأله‌ای در ترکیب بهینه‌ای است که ارائه می‌دهد زیرا این ترکیب، میزان ریالی سرمایه‌گذاری را در هر یک از اجزای تشکیل دهنده سبد سرمایه‌گذاری با در نظر گرفتن نرخ بازده مورد انتظار و هدف حداقل ریسک، ارائه می‌دهد. هم‌چنین نقطه قوت استفاده از چنین مدل‌هایی را می‌توان قابلیت به روز نمودن آنها با استفاده از رویه‌های ارائه شده در تحلیل حساسیت دانست؛ زیرا شرایط حاکم بر محیط بیرونی آن چنان که در لحظه برنامه‌ریزی وجود دارند، در لحظه‌ای دیگر ثابت نخواهد بود. از طرف دیگر، اهمیت موضوع مورد بررسی از آن جایی است که سرمایه‌گذاران جهت سرمایه‌گذاری در اوراق بهادار مختلف، به نتایج حاصل از اجرای عملی یک مدل منطقی آگاهی می‌یابند و می‌توانند تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری سبد خود را در سطح بالاتری از کارایی در جهت بهینه تر شدن بازار سرمایه، اتخاذ نمایند.

نتایج این پژوهش می‌تواند برای شرکت‌های سرمایه‌گذاری، مدیران عالی، مدیران مالی، تحلیل‌گران اوراق بهادار، بانک‌ها و بانکداران، مؤسسات بیمه، پژوهشگران این رشته و به طور کلی سرمایه‌گذاران کاربرد مؤثر داشته باشد. آن‌ها می‌توانند از این روش در جهت انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه در کارآیی هرچه بیشتر تصمیمات سرمایه‌گذاری و به دنبال آن بازار سرمایه ایران و در نهایت در توسعه اقتصادی کشور نقش مهمی ایفا نمایند.

(Kaviani, & Fakhr Hosseini, 2018)، در مقاله خود نشان می‌دهند که تکنیک‌های تحقیق در عملیات، نقش مهمی در توسعه تحقیقات مالی و سرمایه‌گذاری دارد امروزه رابطه دو سویه بین مفاهیم مالی و سرمایه‌گذاری با تکنیک‌های تحقیق در عملیات وجود دارد؛ یعنی همانطور که تکنیک‌های مختلف تحقیق در عملیات برای مسائل مالی بکار گرفته شده‌اند، نظریه‌های مالی نیز نیازمند توسعه و بهبود تکنیک‌های راه‌حل تحقیق در عملیات بوده هستند. مقاله حاضر نشان می‌دهد که بسته به نوع تصمیم‌گیری در حوزه مالی و سرمایه‌گذاری، از طریق نتایج پژوهش‌ها، این تکنیک‌ها علاوه بر بالابردن دقت نتایج پژوهش‌ها مالی می‌تواند، باعث تنوع بیشتر پژوهش‌ها خصوصاً برای رشته‌های مهندسی مالی گردد، با توجه به اهمیت تکنیک‌های تحقیق در عملیات در سایر علوم، در حوزه مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری، حداقل دوتن از برندگان جایزه نوبل به کاربرد این تکنیک‌ها در این حوزه پرداختند و اثر مارکوویتز (M) در مورد ماتریس‌های اسپارس از طریق *ORSA/TIMS* و ابداع

زبان شبیه‌سازی رایانه‌ای مورد ق‌ردانی قرار گرفت؛ در حالی که او و شارپ^{۲۲}، الگوریتم‌های کامپیوتری را برای حل مسائل مربوط به سبد معرفی کرده بودند. برنامه‌ریزی‌های ریاضیاتی از روش‌های خطی، درجه‌دوم، غیرخطی، عدد صحیح، آرمانی، قیده‌های تصادفی، جزءبه‌جزء، تحلیل پوششی داده‌ها و پویا را بکار گرفته‌اند. برنامه‌ریزی ریاضیاتی برای حل طیف قابل توجهی از مسائل بازارهای مالی از قبیل تشکیل سبد سهام، اوراق قرضه، وام و ارز، پوشش ریسک، ایمن‌سازی، حقوق صاحبان سهام و ردیابی شاخص اوراق قرضه؛ تخمین ضمنی احتمالات بی‌تفاوتی به ریسک برای اختیار معاملات، فراهم کردن فهرستی از کوپن‌ها برای مناقصه یا مزایده اوراق قرضه شهرداری، شناسایی اوراق قرضه زیرقیمت، تعیین نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام شرکت، تصمیم‌گیری برای تأمین مالی اوراق قرضه‌ی پرداخت نشده، تخمین هزینه‌ی سرمایه، تعیین حداقل حاشیه اوراق اختیار معامله‌ای مورد نیاز، تشکیل اوراق بهادار با پشتوانه رهنی و تعهدات رهنی وثیقه‌گذاری شده قابل تبدیل؛ ایجاد یک استراتژی تجاری برای اجرای تجارت متحد، طراحی اجاره اهرمی، محاسبه حداکثر زیان سهامداران، یافتن بانک‌های ورشکسته و درک نیروهایی که منجر به نوآوری مالی می‌شوند استفاده شده است. علاوه بر نقش سنتی تحقیق در عملیات در بهبود کیفیت تصمیم‌گیری، این علم می‌تواند در درک نیروهای اقتصادی شکل دهنده بخش مالی کمک کند. نوآوری مالی ممکن است زمانی رخ می‌دهد که یک تغییر برون‌زا در محدودیت‌ها و یا هزینه‌های مواجه شدن با محدودیت‌های موجود، ایجاد شده باشد. با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی یک بانک، بن‌هوریم و سیلبر^{۲۳} (۱۹۷۷) داده‌های سالانه برای محاسبه تغییر در قیمت‌های سایه محدودیت‌های مختلف بکار بردند. آنها پیشنهاد کردند که افزایش در قیمت سایه محدودیت سپرده‌ها، منجر به نوآوری مالی در گواهی سپرده قابل تبدیل می‌شود. نظریه قیمت‌گذاری آربیتراژ که می‌تواند کلیتی از مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAMP) معرفی شود، به دنبال شناسایی عوامل مؤثر بر بازده دارایی است. بیشتر آزمون‌های نظریه قیمت‌گذاری آربیتراژ از تحلیل‌های عاملی استفاده می‌کند و در تعیین تعداد و تعریف عواملی مؤثر بر بازده دارایی دچار مشکل می‌باشد. برای غلبه بر این مشکلات، احمدی (۱۹۹۳) شبکه عصبی را برای آزمون نظریه قیمت‌گذاری آربیتراژ پیشنهاد داده است و دارای مزیت فاقد توزیع نتایج به دست آمده می‌باشد. با توجه به موارد فوق، مقاله حاضر به طور خلاصه به برخی از حوزه‌هایی که این علم توانسته کمک شایانی در علوم و پژوهش‌های مالی ایفا نماید، پرداخته است.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش پیشنهاد می‌شود یک سیستم بهینه‌سازی پویا طراحی شود. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد در هر ترکیب مختلف از تعداد سرمایه‌گذاری، یکی از این روش‌ها بر دیگری برتری دارد. با در نظر گرفتن ملاحظات ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار نیز معیارهای انتخاب روش فیلترکردن گسترده‌تر می‌شود و انتظار می‌رود این سیستم با در نظر گرفتن همه آن‌ها، بهترین روش را در شرایط مختلف انتخاب کند. سیستم بهینه‌سازی پویا باید بتواند در طول زمان با رصد کردن بازار و ماتریس‌های همبستگی فیلتر شده، به طور مستمر سبد سرمایه‌گذاری مناسب سرمایه‌گذار را انتخاب کند و آن را در معرض کمترین ریسک ممکن قرار دهد. و همچنین نتایج نشان می‌دهند وزن بیشتری از سبد به دارایی، زمانی اختصاص می‌یابد که نوسانات کمتری در بازدهی آن وجود داشته است. با توجه به مفهوم انتخاب سبد بهینه سرمایه‌گذاری و مفاهیم مدل مارکوویتز، سبدهای انتخاب می‌شود که به ازای بازدهی معین حداقل ریسک را داشته یا به عبارت دیگر به ازای ریسک معین حداکثر بازدهی کسب گردد. با توجه به نظریه‌های مالی و نتایج بدست آمده، در دوره‌هایی که نوسانات بازدهی بالا بوده، سهم بهینه‌ی دارایی از سبد سرمایه‌گذاری رو به کاهش گذاشته و برعکس افزایش سهم بهینه از سبد برای یک دارایی، مربوط به دوره‌هایی بوده که نوسانات بازدهی آن و یا به عبارت دیگر ناطمینانی و ریسک پایین بوده است. تحقیق در عملیات به صورت پیوسته می‌تواند ارزش‌های مهم را از استراتژیک گرفته تا تاکتیکی از ابتدا تا به انتهای سازمان منتقل سازد. یعنی سازمان‌های

²² Sharp

²³ Benhorim and Silber

تجاری جهانی، نهادهای نظامی، مراکز درمانی و مراکز دولتی همگی فواید عمده‌ای را از تحقیق در عملیات دریافت می‌نمایند. تحقیق در عملیات سازمان‌ها و کارشناسان اطراف ما را مترقی کرده است. یعنی از زمان‌بندی بهتر کارکنان هواپیمایی گرفته تا طراحی بهتر خطوط انتظار در پارک‌های تفریحی و از برنامه‌ریزی تولید گرفته تا بهینه‌سازی صدها مرکز توزیع محلی و غیره. به عبارت دیگر با اطمینان می‌توان گفت که از بکار بستن تحقیق در عملیات منافع بسیاری حاصل می‌شود. مدل‌هایی مثل برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط و برنامه‌ریزی (صفر-یک)، در برنامه‌ریزی‌های ریاضی وجود دارند که می‌توانند با در نظر گرفتن هدف و شرایط حاکم بر مسأله، ترکیبی بهینه با مقدار بهینه مشخص از عناصر تشکیل دهنده سبد را ارائه دهند.

در نتیجه، می‌توان برای رسیدن به چنین هدفی، اطلاعات مالی را با در نظر گرفتن تمام شرایط حاکم بر سرمایه‌گذاری در دنیای واقعی وارد برنامه‌ریزی ریاضی کرد.

۶. منابع

- ابزری، مهدی؛ کتابی، سعیده؛ عباسی، عباس. (۱۳۸۴)، بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و ارائه‌ی یک مدل کاربری، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره بیست و دوم، شماره دوم، پیاپی ۴۳.
- اسماعیل فدائی نژاد، محمد؛ بنائیان، حمید. (۱۳۹۰)، توازن مجدد راهبردی سبد دارایی‌های سرمایه‌گذاری، مطالعات مدیریت راهبردی شماره ۷.
- حسنی، اشبان؛ انتظار، الناز. (۱۳۹۸)، بررسی میزان تاثیر نوسانات نرخ ارز بر بازدهی قیمت سهام و بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری سال هشتم/ شماره سی و یکم
- رهنمای رودپشتی، فریدون؛ شیرین بیان، ندا. (۱۳۹۵)، طراحی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از رویکرد سناریو نگاری با بکارگیری روش برنامه‌ریزی بر پایه فرض، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار/ شماره بیست و هشتم
- سلطانی‌نژاد، محمد؛ دولو، مریم. (۱۳۹۵)، بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی، فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی، سال چهارم، شماره چهارم، شماره پیاپی (۵۱).
- صالحی، فهیمه؛ صالحی، مجتبی؛ جعفری اسکندری، میثم. (۱۳۹۳)، بهینه‌سازی سبد تسهیلات اعطایی موسسات مالی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و الگوریتم ژنتیک، فصلنامه توسعه مدیریت پولی و بانکی، سال دوم، شماره ۳.
- فرقاندوست حقیقی، کامبیز؛ گرجی، عطاالله. (۱۳۸۷)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری، ارائه یک الگوریتم فرا ابتکاری جهت انتخاب سبد سهام با در نظر گرفتن محدودیت‌های عدد صحیح، زمستان ۱۳۸۶، فصل نامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره چهارم، سال هفتم
- کاویانی، میثم؛ فخرحسینی، سید فخرالدین. (۱۳۹۷)، کاربرد تکنیک‌های تحقیق در عملیات در تحقیقات مالی، نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات دوره ۳، شماره (۲).
- مهرگان، محمدرضا. (۱۳۹۱)، پژوهش‌های عملیاتی. تهران: نشر کتاب دانشگاهی، ویکی‌پدیا. (شاپک ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۰۵-۰). (<https://wikipedia.org>)
- نشاطی‌زاده، لعیا. (۱۳۹۷)، بررسی معیارهای نوسان‌پذیری و ریسک در مدل‌های بهینه‌سازی مقید با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادسنجی- سال سوم، شماره چهارم (پیاپی ۱۱)