



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
سال هشتم / شماره سی‌ویکم / پائیز ۱۳۹۸

ارتقای سطح کارائی مدیریت سرمایه گذاری در بازار سرمایه ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی

حسین عموزادمه‌دی‌رجی

دکتری مدیریت مالی، اکادمی ملی علوم ارمنستان
hoseinamo@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۱

چکیده

تخصیص بهینه منابع مالی یکی از مهمترین مسائل بازار سرمایه است. در یک بازار سرمایه کارا از بعد عملیاتی، سرمایه در اختیار بهترین گزینه های سرمایه گذاری قرار میگیرد. بنابراین استفاده از ابزارهای مدیریت مناسب جهت کسب بازدهی بیشتر، گامی در راستای کاراتر شدن مدیریت معاملات بازار است. با توجه به زمینه های استفاده از شبکه های عصبی و منطق فازی در سرمایه گذاری سهام و پیش بینی مالی، بکارگیری آنها در انتخاب پرتفوی مناسب می تواند نتایج مطلوبی برای سرمایه گذاران در پی داشته باشد. هدف اصلی این پژوهش دستیابی به پرتفوی سرمایه گذاری بهینه در بازار سرمایه بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی است. همراه با مدل مارکوویتز، از مدلهای ایجاد شده طریق شبکه عصبی مصنوعی و مدل فازی استفاده گردید. از شرکتهای فعال در بورس اوراق بهادار تهران، که از سال ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۵ دارای بازده مثبت بوده اند برای تشکیل پرتفوی سرمایه گذاری انتخاب شدند. برای ارزیابی پرتفوهای پیشنهادی در حالت های مختلف، به مقایسه بازده پرتفوهای مختلف بر اساس بازده ماهیانه و سالیانه شرکت های عضو بهینه سازی پرتفوهای پیشنهادی با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداخته شده است. این تحقیق نشان میدهد که استفاده از مدلهای فازی نسبت به مدلهای مذکور بازدهی بالاتری را برای سرمایه گذاران فراهم می نماید.

واژه‌های کلیدی: پرتفوی^۱، مدیریت سرمایه گذاری، مدل مارکوویتز^۲، شبکه عصبی مصنوعی^۳، منطق فازی^۴، الگوریتم ژنتیک^۵.

۱- مقدمه

در محیط های تجاری و اقتصادی امروزی که چرخ رقابت شتاب بیشتری یافته، سرمایه گذاری موثر می تواند سبب رشد و توسعه اقتصادی شود. مدیران با سطح بهینه ای از سرمایه گذاری می توانند با پوشش فرصتهای سودآور، نهایت بازدهی را ایجاد و منافع سهامداران را تامین کنند (مرادزاده فرد، ۱۳۹۵). در بستر مدیریت سرمایه گذاری همچنین آن دسته از رویکردهایی اهمیت دارند که در تخصیص منابع برای فعال کردن بخش های سودآور از اقتصاد بمنظور حصول اطمینان از پیش نیازهای توسعه اقتصادی و اجتماعی مورد استفاده قرار می گیرند. دستیابی به رشد بلند مدت و مداوم اقتصادی نیازمند تجهیز و تخصیص بهینه ی منابع در سطح اقتصاد ملی است و این مهم بدون کمک بازارهای مالی، به ویژه بازار سرمایه ی کارآمد به سهولت امکان پذیر نیست. بازار سهام یکی از ارکان اصلی بازار سرمایه است. تخصیص بهینه منابع مالی یکی از مهمترین مسائلی بازار سرمایه است. در یک بازار سرمایه کارا از بعد عملیاتی، سرمایه در اختیار بهترین گزینه های سرمایه گذاری قرار میگیرد. بنابراین استفاده از ابزارهای مدیریت مناسب جهت کسب بازدهی بیشتر، گامی در راستای کارآتر شدن مدیریت معاملات بازار است. اگر چه آینده با عدم اطمینان همراه است ولی این عدم اطمینانی قابل مدیریت است و با استفاده از مدیریت سرمایه گذاری، سرمایه گذاران می توانند هوشیاری لازم جهت مدیریت عدم اطمینانی را کسب کنند.

سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار، همواره مورد علاقه بسیاری از سرمایه گذاران بوده است. مهم ترین دلیل استقبال سرمایه گذاران از خرید سهام عادی، بازدهی بالای آن است. از آنجاکه افزایش میزان سود و کاهش ریسک سرمایه گذاری در بورس همیشه مهم ترین دغدغه سرمایه گذاران بوده است، در مدیریت سرمایه گذاری برای کاهش ریسک ناشی از خود سهم، سرمایه گذاری در سبد سهام پیشنهاد شده است. پرتفوی یاسبد دارایی ها مجموعه ای از سهام است که هر سرمایه گذار با توجه به اهداف، انتظارات و رویکردهای خود تشکیل می دهد که با سبد دارایی های سرمایه گذار دیگر متفاوت است. تشکیل هر سبد دارایی بر دو مجموعه ویژگیهای دارایی ها و انتظارات سرمایه گذاری مبتنی است. زیرا هر سرمایه گذار باید سبد دارایی هایی را شکل دهد که بتواند انتظارات وی را تامین نماید و متناسب با رویکردهای او باشد. اگر اوراق بهادار ریسک دار باشند مسئله اصلی هر سرمایه گذار تعیین مجموعه اوراق بهاداری است که مطلوبیت آن حداکثر است. این مسئله معادل انتخاب پرتفوی بهینه از مجموعه پرتفویهای ممکن می باشد، که تحت عنوان مسئله انتخاب پرتفوی نامیده می شود (راعی و تلنگی، ۱۳۸۳). مسئله بهینه سازی سبد سهام یکی از مهم ترین زمینه های تحقیقاتی در مدیریت ریسک نوین بوده است. نخستین نظریه درباره بهینه سازی سبد سهام، مدل میانگین-واریانس هری مارکوویتز است که در آن بازده مورد انتظار هر سهم را میانگین بازده هر سهم و ریسک هر سهم را واریانس بازده هر سهم در دوره های گذشته در نظر گرفت و در نهایت بازده سبد سهام و ریسک سبد سهام را به صورت ریاضی تعریف نمود (مارکوویتز، ۱۹۵۲). مهم ترین مفاهیم در تصمیم گیری سرمایه گذاری، ریسک و میزان بازده مورد انتظار می باشند. نرخ بازده مورد انتظار، سرمایه گذار را از متوسط بازدهی که پیش بینی می شود طی یک دوره خاص به دست آورد، مطلع می نماید. این پیش بینی ممکن است مطابق با واقعیت نباشد. اختلاف بین پیش بینی و واقعیت - که ممکن است

ناشی از تغییر و تحولات غیرقابل پیش بینی باشد- سطح بالای عدم اطمینان نسبت به ابزارهای سرمایه گذاری را می رساند. از مفاهیم اساسی نظریه نوین مدیریت سرمایه گذاری ها رابطه بین بازده مورد انتظار و ریسک است (گرینولدوکان^۶، ۲۰۰۰). مسئله انتخاب سبدسهم به عنوان یک مسئله تخصیص منابع که محدودیت های متنوع و اغلب متعارضی را در نظر می گیرد محسوب می شود. بسیاری از تحقیقات نشان داده که استفاده از تکنیکهای محاسباتی هوشمند نظیر الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی به بهبود حل اینگونه مسائل می انجامد (لین و کو، ۲۰۰۸). هرروزه تلاشهای گسترده ای برای بهبود روشهای انتخاب پرتفوی در بازارهای مالی دنیا صورت می گیرد. تلاش در جهت بهبود روشهای تجزیه و تحلیل دارایی ها (بویژه در بازارهایی که تنوع دارایی ها در آنها بسیار بالاست) منجر به پدید آمدن روشهای نوینی گردیده است که در کنار روشهای گذشته درصدد یافتن پاسخی برای حداکثرسازی سود در بازارهای مالی مقابل هستند. نظریه فازی، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک همگی از مصادیق این روشهای نوین می باشند. در سالهای اخیر فناوری شبکه های عصبی به طور گسترده ای در حوزه مدیریت مالی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل شبکه عصبی مصنوعی تلاش می کند تا از پردازش های مغز انسان و سیستم عصبی او با استفاده از کامپیوتر الگوبرداری می کند. مزیت شبکه عصبی این است که نیازی به تعیین روابط از قبل نمی باشد. زیرا این ابزار خودش به واسطه یک فرآیند یادگیری روابط را شناسایی می کند (اعتمادی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به شرایط عدم اطمینان حاکم بر بازار بورس و با توجه به وجود اطلاعات مبهم و غیردقیق در عرصه فعالیتهای سرمایه گذاری و همچنین وجود گرایشها و ترجیحات مختلف نزد سرمایه گذاران، باید روشی را برای انتخاب مجموعه مناسبی از دارایی ها بکار گیریم تا بر این عدم اطمینان ها و ترجیحات گوناگون فائق آییم. تصمیم گیری مالی در محیط مبهم و نامعین کار ساده ای نیست. سرمایه گذار نیاز به ملاحظات زیادی دارد که بر بازده دارایی تاثیر گذار می باشد. بنابراین بازده دارایی بعلاوه تغییر غیر قابل پیش بینی و بی نظمی در طبیعت آن، می تواند بعنوان یک مقدار فازی در نظر گرفته شود. مطالعات نشان می دهد که روش فازی می تواند یک ابزار مقاوم در مواجهه با نامشخص بودن بازده بازار و در حل مسئله انتخاب پرتفوی باشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۳).

سرمایه گذاران می توانند با کمک منطق فازی و شبکه عصبی تصمیمات بهتری اتخاذ کنند. اگر چه استفاده از این تکنیکهای جدید، پیچیده به نظر میرسد با این حال می توانند بینش جدیدی را در خصوص فرآیند تصمیم گیری ارائه کنند. با توجه به زمینه های استفاده از شبکه های عصبی و سیستم فازی در سرمایه گذاری سهام، بکارگیری آنها در انتخاب پرتفوی مناسب می تواند نتایج مطلوبی برای سرمایه گذاران در پی داشته باشد تا در نهایت سود بیشتری برای سرمایه گذاران فراهم شود. لذا در این تحقیق مدلی کارا تر برای انتخاب سبد سرمایه گذاری ارائه می گردد.

هدف اصلی تحقیق دستیابی به پرتفوی سرمایه گذاری بهینه در بازار سرمایه با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی است. به دنبال این مقدمه، ادامه مقاله به این صورت سازماندهی شده است که ابتدا مبانی نظری و پیشینه ای از تحقیقات انجام شده در ارتباط با سبد سرمایه گذاری بهینه در بازار سرمایه با استفاده از مدل های شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی بررسی خواهیم نمود. سپس متدولوژی و مدل های این تحقیق را تشریح خواهیم

نمود. و در ادامه برای بررسی اثربخشی مدل‌های ارائه شده به پیاده سازی مدل‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌پردازیم. در نهایت یک نتیجه‌گیری کلی از این پژوهش ارائه مینماییم.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

هدف مدیریت پرتفوی، انتخاب مجموعه‌ای از سهام به نحوی است که ریسک حداقل و بازده حداکثر گردد. اگر اوراق بهادار ریسک‌داری باشند، مساله اصلی هر سرمایه‌گذار تعیین «سبب» است با حداکثر بازده. در یک نگاه کلی میتوان، نظریه بهینه‌سازی سبد سهام^۷ را به دو گروه مدرن^۸ و فرا مدرن^۹ تقسیم کرد. در نظریه مدرن، سبد سهام بهینه با سبک سنگین کردن بازده و ریسک تعیین و به طور معمول ریسک واریانس یا انحراف معیار در نظر گرفته میشود. در نظریه فرا مدرن سبد سهام بهینه، بر اساس رابطه بازدهی و ریسک نامطلوب، به تدوین رفتار سرمایه‌گذار و انتخاب سبد بهینه سهام پرداخته میشود (استرادا^{۱۰}، ۲۰۰۶، ۴۵-۴۷). روش‌های سرمایه‌گذاری و پیچیدگی تصمیم‌گیری‌ها در دهه‌های اخیر به شدت گسترش یافته است. این رشد گسترده، نیاز فزاینده‌ای به مدل‌های فراگیر و یکپارچه را ایجاد نموده است. افزون بر این به دلیل نوسانات بالای بازارهای سرمایه، مدل مدیریت مالی باید الزامات و نیازهای جدید را برآورده سازد. این مدل‌های مدیریت باید معیارهای مختلفی، علاوه بر معیارهای بازده و ریسک را در نظر بگیرند. این وضعیت ایجاب می‌نماید که محدودیت‌ها و اهداف بازار سرمایه، بده سهام و رویکردهای سرمایه‌گذاری بطور یکپارچه مورد شناسایی قرار گیرد.

مدل‌های مدیریتی فراگیر و در عین حال یکپارچه، به سرمایه‌گذار فرصت خواهد داد تا در چارچوب مدل به صورت سودمندی اهداف را اداره کرده و اطلاعات موثر در افق زمانی دور و نزدیک سرمایه‌گذاری‌ها را سریعاً در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ کند. از دیدگاه مدیریت سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاران تمایل دارند در نتیجه سرمایه‌گذاری سودی داشته باشند. آنها مایلند بازدهی به میزان حداکثر داشته باشند ولی باید توجه داشت که بازده بالا منوط است به ریسک بالا. در این حالت پذیرفتن ریسک امری واقعی است، اگر چه میزان ریسک خیلی زیاد باشد، چون در این حالت انتظار بازده بالا وجود دارد (چونگ^{۱۱}، ۲۰۰۴). سرمایه‌گذارانی که ریسک بالایی را قبول می‌کنند انتظار بازده بالایی را نیز دارند و برعکس، سرمایه‌گذارانی که ریسک پائینی را قبول می‌کنند انتظار بازده پائینی را دارند (ریلی و براون^{۱۲}، ۲۰۱۱).

تجزیه و تحلیل اوراق بهادار اولین قسمت فرایند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری است و شامل ارزشیابی و تجزیه و تحلیل اوراق بهادار است. مدیریت پرتفوی دومین جزء مهم فرایند تصمیم‌گیری است. بعد از اینکه اوراق بهادار مورد ارزیابی قرار گرفتند بایستی یک پرتفوی (مجموعه سرمایه‌گذاری) انتخاب شود. اگر سرمایه‌گذار یک استراتژی فعالانه‌ای را در پیش بگیرد، در آن زمان بحث کارایی بازار مطرح می‌شود. حتی اگر سرمایه‌گذاران یک استراتژی منفعلانه‌ای را در پیش بگیرند باید در این خصوص سوالاتی از قبیل نگهداری سطح مطلوب ریسک و سایر موارد بررسی‌های لازم را انجام دهند.

مهم ترین مفاهیم در تصمیم گیری سرمایه گذاری، ریسک و میزان بازده مورد انتظار می باشند. نرخ بازده مورد انتظار، سرمایه گذار را از متوسط بازدهی که پیش بینی می شود طی یک دوره خاص به دست آورد، مطلع می نماید. این پیش بینی ممکن است مطابق با واقعیت نباشد. اختلاف بین پیش بینی و واقعیت - که ممکن است ناشی از تغییر و تحولات غیرقابل پیش بینی باشد - سطح بالای عدم اطمینان نسبت به ابزارهای سرمایه گذاری را می رساند. از مفاهیم اساسی نظریه نوین مدیریت سرمایه گذاری ها رابطه بین بازده مورد انتظار و ریسک است (گرینولدوکان، ۲۰۰۰).

در رابطه با مسئله انتخاب پرتفوی بهینه سرمایه گذاران به صورت هم زمان به دو پدیده ریسک و بازده، توجه می کنند. بنابراین سرمایه گذاری که در پی حداکثر نمودن بازده مورد انتظار و حداقل کردن میزان عدم اطمینان (یعنی ریسک) است، دو هدف متضاد پیش رو دارد که بایستی در برابر یکدیگر موازنه گردند. دو فرض اساسی در مبحث انتخاب پرتفوی وجود دارد؛ اولاً، فرض می شود که سرمایه گذاران همیشه از بین دو پرتفوی، پرتفویی را انتخاب می نمایند که بازده مورد انتظار بالاتری را داشته باشد. بنابراین از بین دو پرتفوی با انحراف معیار مشابه، سرمایه گذار پرتفوی را انتخاب خواهد نمود که دارای بالاترین بازده مورد انتظار باشد (لیویتز و همکاران^{۱۳}، ۲۰۰۹). فرض اساسی دیگر این است که سرمایه گذاران ریسک گریزند. بدین معنی که سرمایه گذار پرتفویی را انتخاب خواهد نمود که دارای کمترین انحراف معیار باشد. در سال ۱۹۵۲ هری مارکوویتز مدل اساسی مدیریت سرمایه گذاری پرتفوی را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن پرتفوی گردید (هاگن^{۱۴}، ۲۰۰۴).

مفروضات اساسی مارکوویتز عبارتند از اینکه سرمایه گذاران: (۱) بازده را مطلوب دانسته و از ریسک متنفر هستند، (۲) در تصمیم گیری منطقی عمل می کنند و (۳) تصمیم هایی را اتخاذ می کنند که باعث حداکثر کردن بازدهی مطلوب آنها شود. مدیریت پرتفوی سرمایه گذاری با وقایع مربوط به آینده و وقایع مورد انتظار آینده سروکار دارد. در صورتی که بخواهیم تصمیمی را در خصوص پرتفوی و برای آینده اتخاذ کنیم باید از مقادیر مربوط به آینده استفاده کنیم. از طرف دیگر، اگر بخواهیم عملکرد پرتفوی را برای دوره های قبل ارزیابی کنیم از مقادیر واقعی ریسک و بازدهی که مربوط به وقایع گذشته است استفاده کنیم.

از دید مدیریت سرمایه گذاری ها، کاربردی ترین مدل انتخاب پرتفوی مدل قیمت گذاری دارایی سرمایه ای^{۱۵} CAPM است (هارینگتون^{۱۶}، ۱۹۸۷). در واقع CAPM مدل جامع پیش بینی هایی درباره بازدهی مورد انتظار تعادلی داراییهای ریسک دار است که ۱۲ سال بعد از مارکوویتز (۱۹۵۲) به طور همزمان و مستقل توسط شارپ (۱۹۶۴)، لینتنر (۱۹۶۵) و ماسین (۱۹۶۶) توسعه یافت (فیشروجر دن^{۱۷}، ۱۹۹۱).

پس از دهه ۱۹۶۰ تحقیقات از شکل آماری مطالعه رفتار قیمتتها به مساله ویژگیهای اقتصادی بازار سهام، که موجب تغییرات تصادفی می شد، سوق پیدا کرد. این مساله موجب پیدایش نظریه بازار کارا شد (سینایی، ۱۳۷۳). بر اساس این نظریه هیچ اوراق بهاداری نمی تواند در بلند مدت به طور سیستماتیک بیشتر از میزان ریسکی که متحمل شده است، بازده کسب کند. در چنین بازاری قیمت سهام انعکاسی از اطلاعات مربوط به آنهاست و تغییرات قیمتتها دارای الگوی خاص و قابل پیش بینی نیست (فدایی نژاد، ۱۳۷۳).

مشکل استفاده از واریانس به عنوان معیارریسک است که سودهای که فاصله زیادی از میانگین دارند و برای سرمایه‌گذار مطلوب هستند، به عنوان ریسک شناخته شده و نامطلوب قلمداد میشوند. این در حالی است که از دید سرمایه‌گذاران کسب بازده‌های بزرگتر از بازده مورد انتظار نه تنها نامطلوب شمرده نمیشود بلکه سرمایه‌گذاران از آن استقبال میکنند. از سوی دیگر، واریانس به عنوان معیار ریسک برای سرمایه‌گذار ملموس و قابل درک نیست (گنورگی^{۱۸}، ۲۰۰۲). در مجموع این مشکلات سبب شدت پژوهش‌های جدیدی در زمینه بهینه‌سازی سیدسهام با در نظر گرفتن معیارهای دیگری برای محاسبه ریسک انجام شود و نظریه فرامدرن مسئله بهینه‌سازی سیدسهام آغاز شد. نخستین بار رام و فرگوسن^{۱۹} در پژوهشی با عنوان "مدل پرتفوی فرامدرن تکامل مییابد" اصطلاح مدل فرامدرن پرتفوی را به صورت رسمی در ادبیات مالی به کار می‌گیرند (کاظمی میان‌گسگری و همکاران، ۱۳۹۶). پژوهشگران معیارهای جدیدی برای ارزیابی ریسک سرمایه‌گذاری معرفی نمودند. یکی از معیارهای معرفی شده جدید، مدل ریسک نامطلوب^{۲۰} است که تمرکز بسیار ویژه‌ای بر روی انحرافات کمتر از بازده مورد انتظار یک سرمایه‌گذاری دارد. در حالیکه نظریه مدرن سیدسهام فرض می‌نماید که سرمایه‌گذاران به دنبال حداکثرسازی تابع مطلوبیت ثروت خود بوده و به انتخاب پرتفوی بهینه‌ای می‌پردازند که در یک سطح مشخص از بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاری حداقل واریانس را داشته باشد. مدل ریسک نامطلوب از نیم واریانس به عنوان معیارریسک استفاده می‌کند که بر اساس آن توجه بسیار زیادی به ریسک زیان یک سرمایه‌گذاری پرداخته می‌شود. ارائه چنین معیارهایی در نتیجه عدم رضایتی بود که پژوهشگران نسبت به واریانس بعنوان معیارریسک سرمایه‌گذاری داشتند. خودهری مارکویتز نیز در سال ۱۹۵۹ تأملاتی بر کاربرد واریانس بعنوان معیارریسک داشت و به تجدیدنظر در آن پرداخت (رهنمای رودپشتی و میرعباسی، ۱۳۹۲).

یکی از مهمترین مسایل مدیریت، تصمیم‌گیری است؛ مهمترین عنصر تصمیم‌گیری، اطلاعات مناسب است. اطلاعاتی که بتواند آینده را بهتر ترسیم نماید، منجر به تصمیم‌گیری بهتری خواهد شد. ابزارهای مختلف کمی و کیفی، برای تصمیم‌گیری و تأمین اطلاعات وجود دارد. یکی از روش‌های کیفی شبکه‌های عصبی مصنوعی است. شبکه‌های عصبی یکی از پویاترین حوزه‌های تحقیق در دوران معاصر است. شبکه‌های عصبی برای حل مسایل متنوعی مثل پیش‌بینی، بهینه‌سازی، و کنترل در مدیریت به کار می‌رود.

در سالهای اخیر فناوری شبکه‌های عصبی به طور گسترده‌ای در حوزه مدیریت مالی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل شبکه عصبی مصنوعی تلاش می‌کند تا از پردازش‌های مغز انسان و سیستم عصبی او استفاده از کامپیوتر الگوبرداری می‌کند. مزیت شبکه عصبی این است که نیازی به تعیین روابط از قبل نمی‌باشد. زیرا این ابزار خودش به واسطه یک فرآیند یادگیری روابط را شناسایی می‌کند (اعتمادی و همکاران، ۱۳۹۱).

شبیه‌سازی نرون برای نخستین بار در سال ۱۹۴۳ توسط وارن مک کولز و والتر پیترز صورت گرفت. رویکردهای نوین مانند شبکه‌های عصبی و شبکه‌های عصبی فازی در حل انواع مختلف مسائل علوم مختلف مالی، اقتصادی و بازرگانی و پیش‌بینی نتایج آنها استفاده شده‌اند. با توجه به اهمیت مسئله انتخاب سیدسهام، تاکنون مطالعات زیادی در این حوزه صورت گرفته است. این مطالعات اغلب به منظور نزدیک کردن شرایط مسئله

به واقعیت و همچنین دستیابی به جواب بهینه، با استفاده از تکنیک های هوشمند، انجام شده اند. در ادامه به برخی از این تحقیقات اشاره میگردد:

راعی (۱۳۸۱) در تحقیقی باهدف حداکثرسازی بازده سهام، مدل های ایجاد شده به کمک شبکه عصبی مصنوعی بامدل مارکوویتز مقایسه نموده و روش آموزش شبکه های عصبی، یادگیری از طریق الگوریتم پس از انتشار خطا بوده که نتیجه تحقیق بیانگر برتری شبکه عصبی بر مدل مذکور می باشد.

لین یووهمکارانش^{۲۱} (۲۰۰۸) مدلی را برای انتخاب سبد سهام بهینه ارائه نمودند. در این مدل، مسئله انتخاب سبد سهام توسط شبکه عصبی و با موازنه معیارهای میانگین-واریانس و چولگی حل می شود. نتایج تحقیق ایشان بیانگر قدرت مدل در حل سریع مسئله انتخاب پرتفوی بود.

لین و کو (۲۰۰۸) برای بهینه سازی وزن سرمایه گذاری در سبد سهام یک مدل شبکه عصبی تخصیص منبع ارائه نمودند. قیمت سهام، واریانس و کواریانس به عنوان متغیرهای ورودی این شبکه و نرخ تخصیص هردارایی در پرتفوی به عنوان متغیر خروجی آن در نظر گرفته شد. نتایج تجربی مدل نشان دهنده ی این حقیقت بود که این مدل همزمان به دو بعد بازدهی مورد انتظار بالاتر و RMSE کمتر توجه دارد.

چانگ و همکارانش^{۲۲} (۲۰۰۹)، به حل مسائلی از بهینه سازی پرتفوی پرداختند که در آنها ضمن لحاظ کردن محدودیت کار دینالیتی، از معیارهای مختلف ریسک مبتنی بر میانگین-واریانس مارکوویتز استفاده شده بود. در ابتدا آنها یک رویکرد فرا ابتکاری برای مسئله انتخاب پرتفوی در معیارهای مختلف ریسک نیم واریانس، میانگین قدر مطلق انحرافات و واریانس با چولگی ارائه نمودند و سپس برای به دست آوردن مجموعه کارا، به حل آنها با الگوریتم ژنتیک پرداختند. در نهایت این مدلها را با مدل میانگین واریانس مقایسه نمودند. نتایج تجربی نشان داد که با بکارگیری این معیارهای ریسک، مسائل بهینه سازی پرتفو به راحتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل می شوند. همچنین آنها به این نتیجه دست یافتند که مرز کارا، با افزایش تعداد اوراق کوتاه تر خواهد شد.

امروزه مدیریت را با تصمیم گیری مترادف می دانند و به تعبیری مدیریت چیزی جز علم تصمیم گیری نیست. برای دوام آوردن در رقابت، فنونی در علم مدیریت تدوین شده است که با بکارگیری آنها می توان امر تصمیم گیری و برنامه ریزی را به خوبی انجام داد. با استفاده از ابزارهای معاصر علم مدیریت در محیط فازی غیراستاندارد، می توان به سطح جدید تصمیم گیری دست یافت (فدائی نژاد و بنائیان، ۱۳۹۰). با بکارگیری ابزارهای جدید مدیریت می توان پارامترهایی از قبیل دانش، تجربه، قضاوت و تصمیم گیری انسان را وارد مدل نمود. روشن است نتایج چنین مدلی به دلیل لحاظ کردن شرایط واقعی در مدل، دقیق تر و کاربردی تر خواهد بود. با بکارگیری ابزارهای جدید مدیریت، روش های مدیریت کلاسیک در محیط فازی گسترش می آید و می توان از آن در سیستمهای متعدد مدیریتی از جمله تصمیم گیری، سیاستگذاری، برنامه ریزی و مدل سازی استفاده کرد.

یکی از رویکردهای شناخته شده برای تصمیم گیری سرمایه گذاری بر مبنای اطلاعات مبهم، نظریه فازی^{۲۳} است. این چارچوب بارها برای تصمیم گیری در شرایطی که قطعیت ندارند به کار رفته است. دلیل اینکه از نظریه فازی برای این گونه تصمیم گیریها استفاده می شود توانائی این نظریه برای در نظر گرفتن قواعد و

شناخت مهم برای تصمیم‌گیرنده است. تصمیم‌گیری بر پایه اطلاعات صورت می‌گیرد. بعلا غیرقطعی بودن اطلاعات مورد نیاز در فرایند تصمیم‌گیری در محیط فازی سعی می‌شود برای نیل به هدف یک عضو با بالاترین درجه انتخاب شود. رویکرد کلاسیک در سرمایه‌گذاری درصد اندازه‌گیری عوامل سرمایه‌گذاری همانند نرخ بازده داخلی و ارزش فعلی سرمایه‌گذاری است. با استفاده از نظریه فازی می‌توان به اندازه‌گیری فازی نرخ بازده سرمایه‌گذاری اقدام نمود و از این طریق تصمیمات سرمایه‌گذاری را به واقعیت نزدیکتر کرد. مهمترین مساله برای سرمایه‌گذاران به خصوص در آغاز فعالیت اقتصادی مساله نحوه انتخاب سودمندترین گزینه از میان یک یا چند گزینه مختلف سرمایه‌گذاری است تا ضمن داشتن حداکثر بازده، حداقل ریسک را متحمل شوند. این موضوع در ادبیات اقتصادی به عنوان مساله انتخاب پرتفوی مطرح است. نظریه فازی با ارائه روشی کارا سعی دارد اقدام به پشتیبانی از فرد تصمیم‌گیرنده در انتخاب پرتفوی بهینه برای سرمایه‌گذاران نماید. به منظور تطبیق هر چه بیشتر مدل در دنیای واقعی، بازده سهام به صورت متغیرهای فازی فرض می‌شوند (بوجازی و بوجازیو^{۲۴}، ۲۰۰۷).

مساله انتخاب پرتفوی سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه از جمله مسائل مهم تخصیص سرمایه و بودجه بندی در مدیریت است که از دیرباز الگوهائی جهت انتخاب بهینه آن ارائه شده است. در تمامی مدل‌های ارائه شده بازده سهام با این فرض در نظر گرفته شده که نرخ یک سهم در آینده تنها با استفاده از داده‌های مربوط به گذشته آن سهم قابل پیش‌بینی است. در حالی که بسیاری از تحلیل‌گران بر این عقیده بودند که با توجه به نرخ‌های متغیر بازارهای سرمایه و همچنین ناکافی بودن داده‌های قابل دسترس برای سرمایه‌گذار، منطقی است که بازده‌ها به صورت تصادفی در نظر گرفته شوند. محققان زیادی مساله انتخاب پرتفوی را به صورت تصادفی مورد توجه قرار داده‌اند. یک روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای انتخاب پرتفوی توسط آرناس و همکاران^{۲۵} (۲۰۰۱) ارائه شد. مدلی در قالب برنامه‌ریزی آرمانی با توجه به سه معیار بازده، ریسک و نقد شوندگی برای سرمایه‌گذاران خرد بیان نمودند. در مدل ارائه شده توسط آنها محدودیتها نیز فازی در نظر گرفته شد و در مرحله بعد با استفاده از الگوریتم ژنتیک این مساله حل شد. لیو و ژانگ (۲۰۱۳) یک مدل بهینه‌سازی سبد سهام در محیط فازی را در نظر گرفتند که در این مطالعه بازده سهام و حجم معاملات به عنوان متغیرهای فازی در نظر گرفته شدند. ژو و همکاران (۲۰۱۵) تکنیکهای سری زمانی فازی را با بهینه‌سازی سبد سهام ترکیب کردند. آنها تکنیک سری زمانی فازی را به عنوان یک روش مناسب و کارا در زمینه داده‌های مالی معرفی کردند و نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان‌دهنده کارایی مدل پیشنهادی بود. فضلی و تقی زاده (۱۳۸۹) مدل انتخاب پرتفوی در بورس اوراق بهادار را با مدل برموز و دیگران انجام دادند و عدم قطعیت بازده هر پرتفوی تصادفی با استفاده از یک عدد فازی دوزنقه‌ای نشان داده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میتوان چند پورتفوی بهینه را متناسب با میزان ریسک گریزی سرمایه‌گذار در بازه‌های مختلف رتبه بندی کرد. بهنامیان و مشرفی (۱۳۹۶) با در نظر گرفتن مفاهیم فازی در بحث بهینه‌سازی سبد سهام، عدم قطعیت موجود در این مساله را مدل‌سازی نموده است و در ادامه با استفاده از روش بونیسون اولویت بین هر یک از سهام مشخص شده تا از آشفتگی در تصمیم‌گیری کاسته شود و در نهایت نیز به دلیل پیچیدگی موجود در مساله،

الگوریتم ترکیبی بر پایه الگوریتم های جستجوی همسایگی متغیر و ژنتیک، ارائه و برای اعتبارسنجی با سایر الگوریتم های حل مقایسه شده است جمع بندی بررسی آنها نشان داد که نتایج الگوریتم ترکیبی کاملاً قابل قبول و قابل رقابت با الگوریتم های موجود است. خنجرپناه و همکاران (۱۳۹۵) یک مدل جدید منطقی و کاربردی برای بهینه سازی سبد سهام ارائه نمودند که این مدل دارای محدودیتهای انعطاف در وزن سهام است که حد مشخص و ثابتی را برای وزن سهام در سبد تعیین نمی کند و همچنین تعداد سهام در یک سبد دارای محدودیت است. سپس رویکرد فازی برای برخورد با عدم قطعیت بازده سهام، به کار گرفته می شود و مدل ارائه شده با هر دو برنامه ریزی منعطف و امکانی که از روش های زیرمجموعه برنامه ریزی فازی هستند، به یک مساله ساده تبدیل میشود. مدل ارائه شده برای ارزیابی، تست کارایی و منطقی بودن آن بر روی نمونه هایی از بازده یک ماهه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران اجرا شد و نتایج حاصل نشان داد که در سطح اطمینان پایینتر میتوان با ریسک کمتر، سود بالاتری را از سبد سهام انتخاب شده به دست آورد.

اولین مرحله در فرایند تصمیم گیری فازی، فازی سازی^{۲۶} متغیرهای واقعی است. یعنی در این مرحله متغیرهای قطعی به متغیرهای زبانی تبدیل می گردند. این مرحله فازی سازی نامیده می شود، چرا که از مجموعه های فازی برای تبدیل متغیرهای واقعی (قطعی) به متغیرهای فازی استفاده می شود (لمبوسکاو مارچف^{۲۷}، ۲۰۱۱).

در مرحله دوم با استفاده از مجموعه ای از قواعد، رفتار سیستم تعریف می گردد. نتیجه این استنتاج، یک ارزش زبانی برای متغیرهای زبانی مربوطه خواهد بود. در مرحله سوم (قطعی سازی) ارزشهای زبانی به اعداد قطعی تبدیل می گردند تا تصمیم گیری صورت گیرد. فرایند تصمیم گیری در محیط فازی را می توان مشابه تصمیم گیری در مغز انسان دانست، چرا که هر فردی انبوهی از اطلاعات غیردقیق (فازی) را اخذ نموده، تجزیه و تحلیل کرده و تصمیم گیری می نماید (آدروفرجی، ۱۳۸۹).

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر مبنای هدف، از نوع پژوهش های کاربردی است. همچنین از نظر ماهیت و روش از نوع پژوهش های توصیفی و تحلیلی قلمداد می شود. در این پژوهش به منظور تدوین مبانی و مفاهیم نظری از روش کتابخانه ای و آرشيو استفاده شده است. جامعه آماری این پژوهش شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سالهای ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۵ است. روش نمونه برداری در این پژوهش مبتنی بر روش حذفی سیستماتیک می باشد. و شرایط تعیین شده برای انتخاب نمونه آماری بصورت ذیل می باشد:

- ۱) اطلاعات مورد نیاز این تحقیق در رابطه با شرکتهای برای دوره زمانی تحقیق در دسترس باشد
- ۲) در طول دوره زمانی تحقیق دوره مالی آنها تغییر نکرده باشد
- ۳) سهام شرکتهای در طول هر یک از سالهای دوره زمانی تحقیق معامله شده باشد
- ۴) نماد معاملاتی شرکت به تابلوی غیر رسمی منتقل نشده باشد

در نتیجه اعمال شرایط وملاحظات در نمونه گیری به روش حذف سیستماتیک، تعداد ۳۷ شرکت از ۲۲ صنعت که دارای بازده مثبت بوده ، بعنوان نمونه برای سبد سرمایه گذاری انتخاب شده اند. که در ادامه روشهای انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری سهام در بازار سرمایه ایران تشریح میشود.

۴- مدل مارکوویتز، منطق فازی وشبکه عصبی مصنوعی برای انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری سهام

مارکوویتز بهینه سازی تصمیم گیری سبد سهام را نخستین بار بر اساس معیارهای واریانس و میانگین مطرح نمود. او واریانس سبد سهام را به صورت مجموع موزون واریانسها و کوواریانس در ازای بازده معین و یا درازای حداکثر بازده در ازای ریسک معین تعریف نمود. شارپ نیز مینای انگاره اولیه ای از مارکوویتز در قالب مدل تک شاخصی و مفهوم سبد سهام بازار را ارائه داد. به زعم او ریسک سبد سهام به دو نوع سیستماتیک و غیر سیستماتیک تفکیک می شود که تنها بخش غیر سیستماتیک آن قابل کاهش بوده و بخش سیستماتیک آن غیر قابل کاهش می باشد و بخش سیستماتیک آن غیر قابل کاهش می باشد و مقدار آن برابر ریسک سبد سهام بازار است (هیبتی وهمکاران، ۱۳۹۰).

تانگ وشام^{۲۸} (۲۰۰۳) اشاره داشتند که بر اساس نظریه سبد مدیریت دارایی ها، چنانچه سرمایه گذاران سبد های کاملا متنوع نگهداری کنند، ریسک غیر سیستماتیک حذف می شود و از این رو هیچ نقشی را در قیمت گذاری دارایی ها ایفا نمی کند. ریسک غیر سیستماتیک فقط یک نقش مهم اماری را در قیمت گذاری بازار سهام بین المللی بازی می کند بجز زمانی که شاخص موزون ارزش ماهانه به عنوان نماینده بازار است. تحقیقات نشان می دهد که ریسک غیر سیستماتیک در قیمت گذاری بازار های سهام بین المللی فقط در بازار های در حالت رکود نقش مهمی را بازی می کند. این بازار ریسک غیر سیستماتیک را جبران می کند.

بر اساس تحقیق انجام شده توسط تانگ (۲۰۰۴) در کشور هنگ کنگ، مدیران سبد دارایی ها نباید بیش از حد حساس شوند و ثروت خود را بر دارایی های بسیار متنوع توزیع کنند اگر سبد شامل ۱۵-۱۰ دارایی متفاوت باشد، احتمالا حداکثر مزایای حاصل از تنوع بخشی ساده به دست می آید. تشکیل سبد با تعداد دارایی های بیشتر باعث تنوع بخشی بیهوده می شود و باید از این اجتناب کرد. او در این مطالعه به این نتیجه رسیده است که چنانچه ۱۰ تا ۱۵ دارایی متفاوت برای سبد انتخاب شود، بدون این که بازده کاهش یابد به ترتیب ۹۳ و ۹۵ درصد ریسک غیر سیستماتیک از بین می رود.

تانگ وشام (۲۰۰۳) ارتباط ریسک و بازده را در بازار سرمایه سنگاپور برای دوره زمانی ۱۹۹۸-۱۹۸۶ بررسی کردند. آنها معتقدند که اگر چه ارتباط مثبت بین ریسک و بازده بدون شرط است اما قدرت توضیحی خیلی ضعیف است. همچنین ارتباط اینچنینی در دوره هایی مشاهده نمی شود. از طرف دیگر ارتباط ریسک و بازده غیر خطی نیست. ریسک غیر سیستماتیک و ریسک کل نقش نهایی و قابل توجهی را در قیمت گذاری دارایی های بازار بورس سنگاپور بازی می کردند. یعنی وقتی چارچوب مشروطی بر اساس بازار در حالت رونق و در حالت رکود معرفی می شود، قدرت توضیحی بیش از ۱۰۰ بار افزایش می یابد و تا زمانی که بازده اضافی بازار مثبت است، یک رابطه مثبت معنی داری بین ریسک و بازده وجود دارد و هنگامی که بازده اضافی بازار منفی

باشد، رابطه منفی ایجاد می کند. زمانی که ارتباط مشروط بین ریسک و بازده در نظر گرفته می شود، رابطه مثبت قابل توجهی در بازار در حالت رونق و رابطه منفی در بازار در حالت رکود خواهد داشت. مدل اولیه در انتخاب پرتفوی توسط مارکوویتز ارائه شد. مدل مارکوویتز بعلاوه داشتن چندین فرض دارای نقطه ضعف هایی است:

- بازده دارایی دارای توزیع نرمال می باشد.
- انتظار می رود روند و گرایش آینده از روند گذشته پیروی می کند.

این مدل در زیر آمده است:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \sum_{i=1}^n w_i r_i \\ & \text{such that } \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i,j} w_i w_j \sigma_{ij} \leq \text{Risk} \\ & \sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \geq 0 \end{aligned}$$

که w_i وزن هر سهم دارایی نام، r_i بازده دارایی نام، σ_i^2 واریانس بازده دارایی نام، σ_{ij} کوواریانس بین دارایی نام و نام و Risk ماکزیمم سطح ریسک مورد انتظار سرمایه گذار می باشد. وزن هر سهم در یک سبد دارایی های بیانگرنسبیت پول سرمایه گذاری شده در سهم موردنظر به کل سرمایه گذاری است (مارلینگ و امانولسن^{۲۹}، ۲۰۱۲). مسئله انتخاب پرتفو بهینه با ماکزیمم کردن پرتفو بازده و مینیمم کردن پرتفو ریسک تحت محدودیت های خاص می تواند حل شود. با توجه به مدل فوق، واریانس پرتفو توسط مقدار سرمایه گذاری اختصاص یافته برای هر دارایی و کوواریانس هر جفت از دارایی در پرتفو حساس می گردند، در حالی که بازده پرتفو توسط میانگین بازگشت سرمایه و سهم سرمایه گذاری در هر دارایی ارائه می شود. در مدل مارکوویتز علاوه بر دو فرض پیشین، یک فرض دیگر مبنی بر پذیرفتن بازده پرتفو بعنوان ریسک سرمایه گذاری مطرح شده است (ورچروهمکاران^{۳۰}، ۲۰۰۷). در وضعیت واقعی، توزیع بازده دارایی گرایش برای انحراف به سمت چپ یا راست دارد که بسته به وضعیت جاری در بازار سرمایه می باشد (کنلاوکالازو^{۳۱}، ۲۰۰۷). استفاده از واریانس بعنوان اندازه ریسک پرتفو رفتار سرمایه گذار را در خصوص ریسک مزبور نشان نمی دهد.

در حالی که تصمیم گیری برای سرمایه گذاری منحصرآ مبتنی بر داده های گذشته است، ممکن است منجر به یک تصمیم معیوب و نادرست شود. بعلاوه مشکلات ذکر شده، برای اجرای مدلی که واقعا موقعیت واقعی سرمایه گذار را نشان بدهد، برخی اصلاحات نیاز می باشد. لی وسو^{۳۲} (۲۰۰۹) وورچروهمکاران تحقیق مارکوویتز را توسعه دادند. در این مقالات از اندازه ریسک نامطلوب و قضاوت سرمایه گذار در خصوص کارایی آینده استفاده

شده است. یک روش جدید در زمینه انتخاب مدل پرتفو توسط ورچروهمکاران (۲۰۰۷) مطرح شد که از شبه-واریانس بعنوان اندازه ریسک در مدل استفاده نمودند.

در مقاله های زیادی با استفاده از روش های آنالیز کمی و کیفی سعی شده است تا راه حلی برای مرتفع ساختن مشکل انتخاب پرتفو ارائه گردد. یکی از موضوعات داغ تحقیقاتی در این عرصه استفاده از تئوری مجموعه فازی می باشد. تئوری مجموعه فازی یک ابزار قوی است که در توصیف یک محیط نامعین، زمانی که ابهام و گنگی در بازار مالی از زوایای متفاوتی مشاهده می شود، بکار می رود (بلمن وزاده^{۳۳}، ۱۹۷۰). مطالعات تاناکاوهمکاران^{۳۴} (۱۹۸۹)، بیلباتوتروول وهمکاران^{۳۵} (۲۰۰۶)، ورچروهمکاران (۲۰۰۷) و لی وسو (۲۰۰۹) نشان داده اند که روش فازی همچنین قابل کاربرد در مدیریت پرتفو می باشد.

محققان بسیاری مدل هایی برای مسئله مدیریت پرتفو پیشنهاد کرده اند که در تکامل مدل مارکویتز بوده اند: مدل قیمت گذاری دارائی سرمایه ای^{۳۶} (لینتر^{۳۷}، ۱۹۶۵)، مدل انحراف معیار مطلق^{۳۸} (کانووهکاران^{۳۹}، ۱۹۹۳)، مدل شبه واریانس (باواولیندبرگ^{۴۰}، ۱۹۷۷) و مدل اولویت ایمنی^{۴۱} (چن^{۴۲}، ۲۰۱۶) و مدل های «ارزش در معرض ریسک» و «ارزش مشروط در معرض ریسک» (راکفلروویوراسف^{۴۳}، ۲۰۰۰). برخی از مولفان از توزیع احتمال استفاده کرده اند تا نامعین بودن بازده در مسئله انتخاب پرتفو را مدل سازی کنند (کارلسن وهمکاران^{۴۴}، ۲۰۰۲؛ گلووتناکا^{۴۵}، ۲۰۰۳؛ اینوگوچی و تنینو^{۴۶}، ۲۰۰۰؛ تاناکاوگلو^{۴۷}، ۱۹۹۹)، درحالی که برخی دیگر مسئله انتخاب پرتفو را با استفاده از روش فازی مطالعه کرده اند (لی وهمکاران^{۴۸}، ۲۰۱۵؛ بیلباتوتروول وهمکاران^{۴۹}، ۲۰۰۶؛ لیون وهمکاران، ۲۰۰۲؛ تاناکاوهمکاران، ۲۰۰۰؛ وانگ^{۵۰}، ۲۰۰۲).

در شماری از مطالعات متغیر تصادفی مدل مبهم (فازی) برای مجهول بودن یک متغیر تصادفی ارائه شده که در آن مرکز عدد مدل مبهم مطابق با یک متغیر تصادفی است (کنگری وهمکاران^{۵۱}، ۲۰۰۴؛ کنگری وهمکاران، ۲۰۰۵). پراد و دابیوس^{۵۲} (۱۹۸۷) عدد میانگین وقفه های مدل فازی متشکل از اعداد فازی را بعنوان یک «وقفه بسته» ارائه کردند که از طریق احتمالات سرحدات بالا و پایین انتظارات و ارزش های میانگین محاسبه شده بود. به همین ترتیب کارلسون و فولریک عدد میانگین احتمالی ارزش وقفه ای را از اعداد فازی تعریف می کنند. تعریف آنها با اصول توسعه و گسترش سازگار می باشد. هدف ما ارائه یک شیوه مطلوب فازی است جهت اندازه گیری مساله انتخاب پرتفوی در چارچوب رابطه ریسک و بازده با استفاده از انتظارات ارزشی وقفه ها (ورچروهمکاران^{۵۳}، ۲۰۰۷).

در نهایت از دو مدل انتخاب پرتفو فازی که هدف مینیم سازی ریسک نامطلوب در حضور محدودیت بازده مورد انتظار می باشد، استفاده می شود. F1 و F2 ریسک متناظر می باشد. در این دو روش تابع هدف بصورت زیر می باشد (ورچروهمکاران، ۲۰۰۷):

$$F1(x) = \sum_{j=1}^n (a_{uj} - a_{lj} + \frac{1}{2}(c_j + d_j))x_j,$$

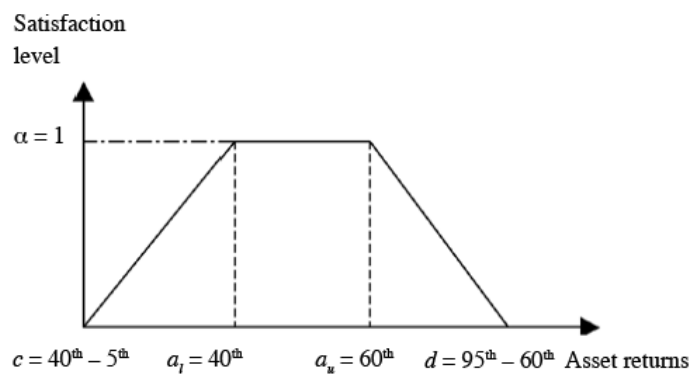
$$F2(x) = \sum_{j=1}^n (a_{uj} - a_{lj} + \frac{1}{3}(c_j + d_j))x_j.$$

که $[a_{lj} \quad a_{uj}]$ هسته بازده فازی سهام زام است و برابر با فاصله $[P_{40} \quad P_{60}]$ می باشد. P_k برابر است با کمیت درصد نمونه^{۵۴}. کمیت c_j برابر است با $P_{40} - P_5$ و کمیت d_j برابر است با $P_{95} - P_{60}$. x_j برابر است با میزان سرمایه گذاری بر روی سهام زام. در نتیجه، تابع عضویت (شکل ۱) متناظر بصورت زیر تعریف می شود:

$$L(r) = \frac{r - (a_{lj} - c_j)}{c_j} \quad \text{for } r \in [a_{lj} - c_j \quad a_{lj}]$$

and

$$R(r) = \frac{(a_{uj} - d_j) - r}{d_j} \quad \text{for } r \in [a_{uj} \quad a_{uj} + d_j]$$



شکل ۱- تابع عضویت بازده دارایی

بنابراین مدل قطعی متحد با دفازی سازی ریسک و بازده فازی بیان شده بصورت زیر تعیین می شود:

$$(P1) \quad \text{Min} \quad \sum_{j=1}^n (a_{uj} - a_{lj} + \frac{1}{2}(c_j + d_j))x_j$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n (\frac{1}{2}(a_{uj} + a_{lj}) + \frac{1}{4}(d_j - c_j))x_j \geq \rho$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1$$

$$l_j \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n.$$

$$\begin{aligned}
 \text{(P2) Min } & \sum_{j=1}^n (a_{ij} - a_{ij} + \frac{1}{3}(c_j + d_j))x_j \\
 \text{s.t. } & \sum_{j=1}^n (\frac{1}{2}(a_{ij} + a_{ij}) + \frac{1}{6}(d_j - c_j))x_j \geq \rho \\
 & \sum_{j=1}^n x_j = 1 \\
 & l_j \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n.
 \end{aligned}$$

که ρ حداقل بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار می‌باشد.

در نهایت از دو مدل انتخاب پرتفوی فازی استفاده می‌شود که هدف آن مینیمم سازی ریسک نامطلوب در حضور محدودیت بازده مورد انتظار می‌باشد (ایرک^{۵۵}، ۲۰۰۴).

نگرش ریسک نامطلوب در تصمیمات سرمایه‌گذاری مستقیم‌ابروی توزیع بازده‌هایی تمرکز دارد که کمتر از نرخ بازده یا نرخ بازده مورد انتظار هدف است. چنانچه تعریف ریسک را به صورت زیان بالقوه سرمایه‌گذاری که قابل محاسبه است، منطقی است که تغییرات مطلوب بازدهی (تغییرات بالای خدمت‌موسط یا هم‌میزان مورد هدف) نباید به عنوان ریسک لحاظ شوند و فقط تغییرات کمتر از میانگین باید در محاسبه ریسک منظور شوند. استفاده از نیمه واریانس در محاسبه ریسک یکی از رویکردهای جدیدی است که با این تعریف تناسب بیشتری دارد. نیمه واریانس بازدهی بنا به دلایل زیر می‌تواند معیار مناسبی از ریسک باشد. نخست اینکه بدیهی است که سرمایه‌گذاران از تغییرات مطلوب (مثبت) گریزان نیستند بلکه فقط از تغییرات نامطلوب (منفی) گریزانند. دوم اینکه در هر دو حالت متقارن و نامتقارن بودن توزیع، بازدهی می‌تواند به طور مستقیم بیان‌کننده مفهوم ریسک باشد. در دنیای واقعی سرمایه‌گذاران نسبت به تغییرات منفی در مقایسه با تغییرات مثبت حساسیت بیشتری دارند ولی واریانس به عنوان معیار متداول ریسک تغییرات مثبت و منفی را به طور یکسان در نظر می‌گیرد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که معیارهای ریسک نامطلوب در مقایسه با معیارهای سنتی ریسک، بر اساس داده‌های تجربی از اعتبار بیشتری برخوردارند (راعی و خسروی، ۱۳۸۶). در این پژوهش روش انتخاب فازی پرتفوی ارائه می‌گردد که هدف آن حداقل نمودن ریسک نامطلوب می‌باشد. همچنین بازده سهام به صورت اعداد فازی بیان می‌شود و به منظور برقراری ارتباط بین محدودیت‌ها و ضرایب، به عنوان تابعی از میزان رضایت تعریف شده است.

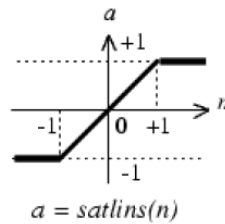
دو روش اساسی برای حل مسئله بهینه‌سازی ترکیبی، استفاده از شبکه‌های فیلد و شبکه‌های کوهن SOM^{۵۶} می‌باشد. شبکه‌های فیلد بطور وسیعی در دسته‌های متفاوتی از مسئله بهینه‌سازی ترکیبی استفاده شده است (اسمیت^{۵۷}، ۱۹۹۹). شبکه‌های فیلد یک شبکه عصبی مصنوعی با یک لایه نرونی کاملاً متصل می‌باشد (هایفیلد^{۵۸}، ۱۹۸۴). معادله حاکم بر شبکه‌های فیلد گسسته به صورت زیر تعریف شده است:

$$x(k+1) = \text{satlins}(W \times x(k) + b)$$

و تابع انرژی برای شبکه‌های فیلد بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$E(x) = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i w_{ij} x_j - \sum_{i=1}^N b_i x_i$$

که b_i ورودی ثابت خارجی برای نرون i و w_{ij} وزن اتصال سیناپسی برای نرون i و نرون j تابع satlins بصورت زیر می باشد:



تابع هدف مسئله انتخاب پرتفو مارکوییتز در حالت کلی نیز بصورت زیر تعریف می شود:

$$E(x) = \lambda \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \sigma_{ij} x_j \right] + (1-\lambda) \left[-\sum_{i=1}^N \mu_i x_i \right]$$

که λ پارامتر ریسک گریزی^{۵۹} می باشد. در صورتی که

$$w_{ij} = -2\lambda \sigma_{ij}$$

$$b_i = (1-\lambda)\mu_i$$

فرض شود، این دو تابع هدف یکسان خواهد شد (فرناندز و گومز، ۲۰۰۷). بنابراین می توان x را بگونه ای بهینه کرد که تابع انرژی متناظر یا تابع هزینه انتخاب پرتفو بهینه شود. در شبکه هاپفیلد، وزن های w_{ij} و b_i شامل اطلاعات الگو هایی است که سعی می شود در شبکه هاپفیلد ذخیره شود. به همین خاطر به آنها، وزن های حافظه ای می گویند. در این شبکه، هر یک از الگو ها یک نقطه حداقل را در منحنی تابع انرژی شبکه هاپفیلد ذخیره می کند. این نقاط همان نقاط جذب این شبکه می باشند که هر یک ناحیه جذبی متناظر دارد. نکته مهم این است که هاپفیلد نقاط جذبی متفاوت با الگوهای ذخیره شده دارد و ممکن است حین بهینه سازی به این نقاط جذب شویم که ناخواسته می باشد. در این پروژه، برای بهینه سازی مدل مارکوییتزبروش شبکه عصبی هاپفیلد از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است تا تابع انرژی مینیمم گردد. در نهایت، یک پرتفو بهینه انتخاب می گردد.

وظیفه ای که از شبکه انتظاری رود دو بعد متفاوت دارد. وظیفه اصلی بهینه سازی است. یعنی انتخاب وزن دارایی بگونه ای که بازده سبد دارایی ها افزایش یابد. اما وظیفه ضمنی که در شبکه لحاظ شده است، پیش بینی آینده است که بهینه سازی نیز بر مبنای آن صورت می گیرد. برای پیاده سازی این شبکه از نرم افزار MATLAB استفاده شده است.

۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

از ۵۰ شرکت فعال در بازار بورس، ۳۷ شرکت مربوط به ۲۲ صنعت را که دارای بازده مثبت بوده اند برای انتخاب سبد سهام بهینه انتخاب شدند. البته شرکت‌هایی که دارای بازده منفی می‌باشند، در نظر گرفته نشده اند. انتخاب پرتفو بهینه با بیشترین بازده و کمترین ریسک همواره از طرف سرمایه‌گذار مورد استقبال واقع می‌شود. در این قسمت، به بررسی حالت‌های اعمال محدودیت تعداد سهام متفاوت به جهت کاهش ریسک غیر سیستماتیک، اعمال محدودیت بر سقف خرید یک سهم، در تعیین حد بالا برای متغیرهای مؤثر در مدیریت، نظرسرمایه‌گذار تعیین کننده است و با توجه به حداقل تعداد دارایی‌هایی که سرمایه‌گذار تمایل به سرمایه‌گذاری در آن دارد تعیین می‌شود. در دو حالت آخر، انتظار می‌رود سهامی که بیشترین کارایی را به جهت بازده بالا و ریسک پایین دارند انتخاب شوند.

در چارچوب این تحلیل با فرض ثابت بودن بازده و ریسک دارایی‌های همه شرکت‌کننده‌ها در بازار برای ماه بعد، به روش مارکوویتز سبد دارایی‌های بهینه انتخاب می‌شود. بعبارت دیگر، از بازده و ریسک در ماه اخیر برای معرفی سبد بهینه دارایی‌ها در ماه دیگر استفاده می‌شود، با این فرض که بازده و ریسک در ماه بعد برابر با ماه اخیر می‌باشد.

جدول ۲- نتایج بهینه سازی سبدهای متشکل از ۵ سهم به روش مارکوویتز

تست اول: مدل مارکوویتز، سبد سهامی متشکل از ۵ سهم بر اساس بازده و ریسک ماهیانه					
$P_{risk} = 0.11$		$P_{risk} = 0.163$		$P_{risk} = 0.21$	
شرکت‌های عضو (Opt_Portfolio_1)	اندازه سهم	شرکت‌های عضو (Opt_Portfolio_2)	اندازه سهم	شرکت‌های عضو (Opt_Portfolio_3)	اندازه سهم
RENA	۰,۰۵	RENA	۰,۰۶	RENA	۰,۰۵
ZMYD	۰,۰۵	GDIR	۰,۰۵	SFKZ	۰,۰۵
CHML	۰,۰۵	FRDO	۰,۲۷	FRDO	۰,۲۰
FRDO	۰,۴۰	PELC	۰,۵۶	PELC	۰,۶۵
PELC	۰,۴۵	TBAS	۰,۰۶	SAHD	۰,۰۵
Expected Return = ۰,۳۷۷۶		Expected Return = ۰,۳۸۷۵		Expected Return = ۰,۳۹۲۰	

در جدول ۲ سبد سهام بهینه متشکل از ۵ سهم برای ریسک‌های متفاوت آمده است. همچنین بازده حاصل از هر سبد سهام نیز آمده است. در این محاسبات، محدودیت حداقل سهمی برابر با 0.05، در سبد سهام در نظر گرفته شده است. بدین معنی که، اگر سهمی در سبد قرار می‌گیرد می‌بایست حداقل سرمایه‌گذاری برابر با ۵ درصد از سرمایه کل را داشته باشد. براساس جدول فوق پذیرش ریسک 0.11 بازده 37.76 درصدی، پذیرش ریسک 0.163 بازده 38.75 درصدی و پذیرش ریسک 0.21 بازده 39.2 درصدی عاید سرمایه‌گذاران می‌نماید و

ریسک وبازده موردانتظار همیشه باید باهم در نظر گرفته شوند. سرمایه گذاران نمی توانند بدون قبول ریسک بیشتر، بازده بیشتری را انتظار داشته باشند. برای بهینه سازی روش مارکوویتز از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است (هوانگ^۶، ۲۰۰۸). الگوریتم ژنتیک که اولین بار جان هلند آن را ارائه نمود یکی از الگوریتم های جستجویه حساب می آید که اساس آن مبتنی بر ژنتیک موجودات زنده است. امروزه الگوریتم ژنتیک جایگاه خاصی در روشهای بهینه سازی برای حل مسائل پیچیده مربوط به مدیریت سرمایه گذاری ها دارد و به عنوان یک روش موثر و کارابرای حل مسائل در زمینه های اقتصاد و مدیریت به حساب می آید. این الگوریتم از لحاظ محاسباتی ساده، اما قدرتمند است (عشقی و عبدالعلی زاده، ۱۳۸۲). الگوریتم ژنتیک تفاوت اساسی با دیگر روشهای جستجو و بهینه یابی دارد. در مقایسه با دیگر روشهای این روش به طور همزمان با مجموعه ای از نقاط کاری کند، بنابراین احتمال رسیدن به یک ماکزیمم موضعی کاهش پیدامی نماید. الگوریتم ژنتیک نیازمندیهای خاصی نداشته و بدون توجه به عملکرد درونی مساله به حل مسائل بهینه سازی می پردازند. ساختار الگوریتم ژنتیک این الگوریتم را قدرتمند می سازد تا دریافتن جوابهای بهینه کلی موفق عمل کند. در حالیکه در مدل های سنتی جستجو از طریق مقایسه بانقاط همجوار انجام یافته و حرکت به سمت نقاط بهینه نسبی صورت می گیرد. جواب بهینه کلی وقتی می تواند بدست آید که خواص همگرایی مساله موجب شود هر جواب بهینه کلی نیز باشد. الگوریتم ژنتیک انعطاف پذیری بالایی را جهت تلفیق باتکنیکهای ابتکاری نیز فراهم می سازد و از این طریق حل کارا و موثر یک مساله را میسر می سازند. نتایج بدست آمده از الگوریتم ژنتیک حاکی از توانایی این روش در بهینه سازی فرایندها و فراهم نمودن ابزار قوی در تصمیم گیری است.

جدول ۳- نتایج بهینه سازی سبد سهام متشکل از ۷ سهم به روش مارکوویتز

تست اول: مدل مارکوویتز، سبد سهامی متشکل از ۷ سهم بر اساس بازده و ریسک ماهیانه					
$P_{risk} = 0.01$		$P_{risk} = 0.02$		$P_{risk} = 0.03$	
شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_4)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_5)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_6)	اندازه سهم
BHMN	۰,۰۵	DJBR	۰,۰۵	NIKI	۰,۰۵
DJBR	۰,۰۵	NIKI	۰,۰۵	SFKZ	۰,۰۵
GDIR	۰,۰۵	SFKZ	۰,۰۵	BANK	۰,۰۵
CHML	۰,۰۵	KAVR	۰,۰۵	FRDO	۰,۵۲
KRAF	۰,۰۵	CHIR	۰,۰۵	PELC	۰,۲۱
SHND	۰,۰۵	FRDO	۰,۶۰	HPKO	۰,۰۶
FRDO	۰,۷۰	PELC	۰,۱۵	FAJR	۰,۰۶
Expected Return = ۰,۳۰۹		Expected Return = ۰,۳۲۷۵		Expected Return = ۰,۳۳۰۴	

در جدول ۳ نتایج بهینه سازی روش مارکویتز و تشکیل سبد سهامی متشکل از ۷ سهم آمده است. ریسک مورد انتظار در این بهینه سازی برابر با 0.01، 0.02 و 0.03 در نظر گرفته شده است. بازده مورد انتظار سبد سهام به ترتیب 30.9، 32.75، 33.04 درصدی شود. همانطوری که از نتایج پیداست، نقش اصلی و غالب سبد سهام را فقط یک شرکت به عهده دارد. در رویکرد سنتی شکل گیری پرتفوی سرمایه گذار بایستی بازده مورد انتظار از اوراق مختلف راتخمین بزند و سپس در اوراق بهاداری که بیشترین بازده مورد انتظار را دارند سرمایه گذاری نماید. مارکوئیتزی گوید که چنین تصمیمی، غیرعقلانی خواهد بود زیرا سرمایه گذار علاوه بر به حداکثر رساندن بازده تا حد ممکن خواستار مطمئن بودن بازدهی نیز می باشد. وی برای توجیه این استدلال خود چنین می گوید: «اگر سرمایه گذاران فقط در پی به حداکثر رساندن بازده مورد انتظار بودند تنها در یک نوع دارایی که دارای بیشترین بازده مورد انتظار است، سرمایه گذاری می کردند». در صورتی که با یک نگاه گذرا می توان مشاهده کرد که سرمایه گذاران صاحب مجموعه ای (پرتفوی) از اوراق بهادار هستند. مارکوئیتز بیان می کند که سرمایه گذاران بایستی تصمیمات مربوط به پرتفویشان را صرفاً بر مبنای بازده مورد انتظار و انحراف معیار اتخاذ نمایند. بدین معنی که سرمایه گذار بایستی انحراف معیار بازده مورد انتظار از هر پرتفوی راتخمین بزند و سپس بهترین آنها را بر مبنای این دو پارامتر انتخاب نماید. بازده ماکزیمم مربوط به یک سهم می باشد که سهم غالبی به آن اختصاص داده شده است.

با توجه به نتایج جدول فوق، همانطور که انتظار می رفت، با افزایش میزان ریسک سرمایه گذار میزان بازده مورد انتظار نیز افزایش می یابد. همچنین این نتایج نشان می دهد که دو شرکت PELC و FRDO بیشترین تاثیر را در سبد سهام بهینه دارند.

در جدول ۴، نتایج انتخاب سبد بهینه دارای ۷ سهم آورده شده است که محدودیت بالا برای اندازه سهم اعمال شده است. به عبارت دیگر، بیشترین درصد سرمایه گذاری که برای هر سهم فرض شده است برابر با ۲۰٪ از سرمایه گذاری کل می باشد. با این محدودیت، انتظار می رود سرمایه گذاری روی این دو شرکت در این پرتفو بهینه کمتر از حالت قبلی باشد و سهام های دیگری نیز نقش برجسته در شکل گیری پرتفو بهینه داشته باشند. با این کار، وابستگی سبد سهام بهینه به این دو شرکت کمتر و در نتیجه آن، ریسک غیر سیستماتیک کمتر خواهد شد. در نتیجه با حذف ریسک غیر سیستماتیک، مهمترین بخش ریسک سبد سهام ریسک سیستماتیک (بازار) باقی خواهد ماند. نوسان پذیری ریسک شرکت ها (غیر از این دو شرکت) با توجه به جدول ۴ بسیار پایین می باشد، در نتیجه انتظار می رود در این پرتفو، رسیدن به سطح ریسک بالا غیر ممکن باشد. بنابراین اعمال محدودیت سرمایه گذاری حداکثری نشان داد که وزن هر یک از سهام تشکیل دهنده سبد سهام متغیری است که در حل روش مارکوئیتز سبد دارایی ها مورد استفاده قرار می گیرد. در این جدول محدودیت سرمایه گذاری باعث کاهش وابستگی ریسک سبد سرمایه گذاری به یک سهم خاص شده که منجر به کاهش ریسک غیر سیستماتیک سبد سرمایه گذاری و در نتیجه کاهش بازده مورد انتظار سرمایه گذاری شده است.

جدول ۴- نتایج بهینه سازی سبد سهام متشکل از ۷ سهم با محدودیت حداکثر سرمایه گذاری به روش مارکوویتز

تست اول: مدل مارکوویتز، سبد سهامی متشکل از ۷ سهم با محدودیت حداکثر سرمایه گذاری بر اساس بازده و ریسک ماهیانه					
$P_{risk} = 0.01$		$P_{risk} = 0.02$		$P_{risk} = 0.0289$	
شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_7)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_8)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_9)	اندازه سهم
NIKI	۰,۱۱	NIKI	۰,۰۵۴۴	NIKI	۰,۰۶
SFKZ	۰,۲۰	SFKZ	۰,۱۹۸۴	RENA	۰,۰۸
GDIR	۰,۲۰	GDIR	۰,۱۹۹۹	GDIR	۰,۲۰
SHND	۰,۱۰	CHML	۰,۰۵۰۷	BANK	۰,۰۶
FRDO	۰,۲۰	SHND	۰,۱۲۹۲	SHND	۰,۲۰
PELC	۰,۰۸	FRDO	۰,۲۰	FRDO	۰,۲۰
RINM	۰,۱۱	PELC	۰,۱۶۷۴	PELC	۰,۲۰
۰,۰۲۴۸ Expected Return =		۰,۲۷۵۵ Expected Return =		۰,۲۸۲۴ Expected Return =	

جدول ۵- نتایج بهینه سازی سبد سهام به روش شبکه عصبی هاپفیلد

تست اول: مدل عصبی هاپفیلد، سبد سهامی با محدودیت حداکثر سرمایه گذاری بر اساس بازده و ریسک ماهیانه					
$\lambda = 0; N = 5; Max(x_i) = 1$		$\lambda = 0; N = 6; Max(x_i) = .2$		$\lambda = 0.4; N = 6; Max(x_i) = 0.2$	
شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_10)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_11)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_12)	اندازه سهم
NIKI	۰,۱۰	SHND	۰,۲۰	SHND	۰,۲۰
SHND	۰,۳۷	PELC	۰,۱۹	RINM	۰,۱۵
FRDO	۰,۲۴	RINM	۰,۲۰	CHML	۰,۱۷
CHML	۰,۱۵	CHML	۰,۱۵	RENA	۰,۱۴
BANK	۰,۱۴	RENA	۰,۰۶	BANK	۰,۱۶
		BANK	۰,۲۰	HPKO	۰,۱۶
۰,۱۹۶۲ Expected Return =		۰,۱۲۴۷ Expected Return =		۰,۱۲۲۹ Expected Return =	
۰,۰۷۶۷ Expected Risk =		۰,۰۳۱۲ Expected Risk =		۰,۰۳۲۶ Expected Risk =	

ما همچنین مدل شبکه هاپفیلد را مورد ارزیابی قرار داده ایم (جدول ۵). در این روش پیاده سازی تئوری مارکوویتز با کمک شبکه هاپفیلد صورت می‌گیرد. با استفاده از الگوریتم ژنتیک تابع هزینه شبکه هاپفیلد بهینه شده است و در این بهینه سازی، پارامتر ریسک گریزی، شرط تعداد سهم و حداقل سهم در بهینه سازی مد نظر قرار گرفته شد.

در سبد Opt_Portfolio_10 که در جدول ۵ ارائه شده، اندازه λ برابر با صفر در نظر گرفته شده است تا هدف بازده بالاتر باشد و سبدي با ۵ سهم تشکیل شد. ریسک مورد انتظار سبد سهام 0.0767 و بازده مورد انتظار 19.62 درصد شد. با وارد کردن ضریب λ تلاش شد تا هر دو معیار ریسک و بازده در تابع هدف گنجانده شود و ضمن کمینه نمودن ریسک به بیشینه نمودن بازده پرداخته شود. در حقیقت λ تنها یک پارامتر وزن دهی است که مقدار آن در بازده [1,0] تغییری کند و توسط آن میزان ارزش دهی سرمایه گذار به ریسک یا بازده اعمال می‌گردد.

در Opt_Portfolio_11 این محاسبات برای سبدي با ۶ سهم و محدودیت سرمایه گذاری حداکثری ۲۰ درصدی و پارامتر ریسک گریزی برابر صفر انجام شد. ریسک مورد انتظار سبد سهام 0.0312 و بازده مورد انتظار 12.47 درصد شد. در این حالت اعمال محدودیت حداکثر سرمایه گذاری ۲۰ درصدی و افزایش تعداد سهام پرتفوی باعث کاهش ریسک مورد انتظار و در نتیجه آن کاهش بازده مورد انتظار سبد سهام شده است. در نهایت در سبد Opt_Portfolio_12 پارامتر ریسک گریزی برابر با ۰,۴ در نظر گرفته شد، سبدي دارای ۶ سهم و محدودیت سرمایه گذاری ۲۰ درصد بود. ریسک مورد انتظار سبد دارایی ها 0.0326 و بازده مورد انتظار 12.29 درصد شد. در این حالت پارامتر ریسک گریزی برابر ۰,۴ منظور شد که باعث کاهش ریسک مورد انتظار و در نتیجه کاهش بازده مورد انتظار نسبت به سبد سهام قبلی گردید.

نتایج ارائه شده در جدول ۵ تحقیق نشان می‌دهد که افزایش تعداد سهام در سبد بر کاهش ریسک تاثیر گذار می‌باشد. عبارتی تنوع بخشی باعث کاهش ریسک غیربازاری و ریسک کل می‌شود. اعمال محدودیت سرمایه گذاری حداکثری در سبد سهام باعث کاهش وابستگی سبد دارایی ها به یک سهام خاص شده و منجر به کاهش ریسک غیرسیستماتیک می‌شود و در نتیجه بازده مورد انتظار سبدهای مذکور کاهش پیدا می‌کند. اعمال پارامتر ریسک گریزی نشان داد که سرمایه گذاری که پرتفوی باریسک کمتر انتخاب می‌کند بازده کمتری عاید خواهد شد.

دو روش انتخاب پرتفو فازی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته اند که هدف آن مینیمم سازی ریسک نامطلوب در شرایط محدودیت بازده مورد انتظار می‌باشد. و بر این اساس دو روش انتخاب فازی ارائه گردید که هدف آن حداقل نمودن ریسک نامطلوب می‌باشد. ریسک نامطلوب به این علت که انحراف نامطلوب را در نظر می‌گیرد و برای توضیح ترجیحات سرمایه گذار واقعی ترمی باشد. همچنین بازده سهام به صورت اعداد فازی بیان می‌شود و به منظور برقراری ارتباط بین محدودیتها و ضرایب تابع هدف میزان رضایتمندی تعریف شده است. در نهایت سبد سهامی بهینه متشکل از ۵ سهم بگونه ای انتخاب می‌شود که P1 یا P2 مینیمم گردد. تابع هزینه این

بخش، خطی است. در نتیجه، بهینه سازی تابع هزینه این بخش در Excel انجام شده است. در این تست به انتخاب پرتفو بهینه با ۶ سهم در حالت های با محدودیت برای بازده ماهیانه و سالیانه انجام شده است.

جدول ۶- نتایج بهینه سازی سبدسهم براساس بازده ماهیانه به روش فازی p1

تست اول: روش فازی P1 بر اساس بازده ماهیانه با محدودیت حداکثری			
$\rho = 0.01$		$\rho = 0.015$	
اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_13)	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_14)	اندازه سهم
SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰
SBEH	۰,۰۴	SBEH	۰,۲۰
TRNS	۰,۲۰	TRNS	۰,۲۰
NBEH	۰,۲۰	NBEH	۰,۱۵
RINM	۰,۱۶	PELC	۰,۰۵
SAHD	۰,۲۰	SAHD	۰,۲۰
۰,۱۵۸۴F1 =		۰,۱۶۸۳F1 =	

جدول ۷- نتایج بهینه سازی سبدسهم براساس بازده ماهیانه به روش فازی p2

تست اول: روش فازی P2 بر اساس بازده ماهیانه با محدودیت حداکثری			
$\rho = 0.01$		$\rho = 0.015$	
اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_15)	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_16)	اندازه سهم
PELC	۰,۰۷	PELC	۰,۲۰
TRNS	۰,۲۰	INFO	۰,۰۲
SBEH	۰,۲۰	TRNS	۰,۲۰
TAYD	۰,۲۰	SBEH	۰,۲۰
TBAS	۰,۱۳	SAHD	۰,۱۸
SAHD	۰,۲۰	MARK	۰,۲۰
۰,۱۱۸F2 =		۰,۱۴۰F2 =	

با استفاده از نتایج جدول ۶ و ۷ بهینه سازی مدل فازی P1 و P2 با شرط محدود ساختن حداقل ۲۰ درصد سرمایه گذاری ها در سبدسهم انجام شده است. بر اساس مدل P1 و P2 این نتایج کاملاً واضح می باشد که شرط حداقل بازدهی در این دو مدل براحتی برای تأمین بازده بالا تحقق نیافته و فقط برای بازده بسیار پائین این امر

محقق شده است این نتایج نشان می‌دهد که مدل P2 از ریسک پائین تری برخوردار می‌باشد. براساس روش فازی P1 حداقل بازده موردانتظار سرمایه‌گذاری 0.01 با ریسک متناظر 15.84، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه‌گذاری 0.015 با ریسک متناظر 0.1683 همراه خواهد شد. براساس روش فازی P2 حداقل بازده موردانتظار سرمایه‌گذاری 0.01 با ریسک متناظر 0.1188، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه‌گذاری 0.015 با ریسک متناظر 0.142 همراه خواهد شد.

محاسبات نشان می‌دهند که با تغییر انتظارات بازده سرمایه‌گذاران در سبد سرمایه‌گذاری سهام تغییر اساسی صورت نمی‌گیرد و این تغییر با تغییر وزن سهام شرکت‌های موجود در سبد سرمایه‌گذاری جبران می‌شود. نتیجه دیگر اینکه، مدل P2 از ریسک کمتری نسبت به P1 برخوردار می‌باشد. بر خلاف مدل مارکوییتز، مدل فازی که از توزیع ریسک و بازده بصورت فازی استفاده می‌کند، دقیق تر می‌باشد. از آنجا که اطلاعات موثر و غیر موثری که در اختیار سرمایه‌گذار قرار می‌گیرد از دنیای واقعی و عوامل مبهم در آن به دست می‌آید و اغلب سرمایه‌گذاران با کمک تحلیل‌های آماری به پیشگویی آینده بازارهای مالی می‌پردازند بنابراین حتی اگر آنها حجم زیادی از اطلاعات در زمینه سرمایه‌گذاری را در اختیار داشته باشند امکان اینکه بتوان توزیع مربوط به هر سرمایه را یک توزیع قطعی در نظر گرفت بسیار کم است. از بعد مدیریت سرمایه‌گذاری، توزیع بازده سالیانه نسبت به ماهیانه بهتر می‌باشد و انتظار بر این است که بتوان به بازده بالاتری دست یافت. نتایج پرتفو بهینه بر اساس بازده سالیانه با مدل فازی در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸- نتایج بهینه سازی سبد سهام بر اساس بازده سالیانه به روش فازی p1

تست اول: مدل فازی P1 بر اساس بازده سالیانه با محدودیت حداکثری							
$\rho = 0.1$		$\rho = 0.2$		$\rho = 0.3$		$\rho = 0.4$	
شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_17)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_18)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_19)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_20)	اندازه سهم
SAND	۰,۲۰	RENA	۰,۰۷	RENA	۰,۲۰	RENA	۰,۲۰
SBEH	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰
SGOS	۰,۲۰	SBEH	۰,۱۳	CHML	۰,۲۰	CHML	۰,۲۰
INFO	۰,۱۲	CHML	۰,۲۰	SGOS	۰,۲۰	SGOS	۰,۲۰
TBAS	۰,۰۸	SGOS	۰,۲۰	PELC	۰,۰۴	PELC	۰,۱۰
RSAP	۰,۲۰	RSAP	۰,۲۰	RSAP	۰,۱۶	RSAP	۰,۱۰
۰,۷۰۸۸F1 =		۰,۸۹۵F1 =		۱,۱۰۸۸F1 =		۱,۳۲۷۵F1 =	

جدول ۹- نتایج بهینه سازی سبدسهم براساس بازده سالیانه به روش فازی P2

تست اول: روش فازی P2 بر اساس بازده سالیانه با محدودیت حداکثری							
$\rho = 0.1$		$\rho = 0.2$		$\rho = 0.3$		$\rho = 0.4$	
شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_21)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_22)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_23)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_24)	اندازه سهم
SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰
SBEH	۰,۲۰	SBEH	۰,۱۳۵	SBEH	۰,۰۳۴	CHML	۰,۲۰
CHML	۰,۱۰	CHML	۰,۲۰	CHML	۰,۲۰	TOKA	۰,۰۶۳
PELC	۰,۱۰	PELC	۰,۰۶۵	PELC	۰,۱۶۶	PELC	۰,۲۰
TBAS	۰,۲۰	TBAS	۰,۲۰	TBAS	۰,۲۰	GOLG	۰,۱۳۷
RSAP	۰,۲۰	RSAP	۰,۲۰	RSAP	۰,۲۰	MARK	۰,۲۰
۰,۵۷۰۲F2 =		۰,۷۸۷F2 =		۱,۰۲۵۶F2 =		۱,۳۳۷F2 =	

با توجه به نتایج فوق، با تغییر بازده درخواستی تنوع در سبد سهام تغییر می کند. براساس بازده سالیانه به روش فازی P1 حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.1 با ریسک متناظر 0.7088، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.2 با ریسک متناظر 0.0895، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.3 با ریسک متناظر 1.1088، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.4 با ریسک متناظر 1.3275 همراه خواهد شد. براساس بازده سالیانه به روش فازی P2 حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.1 با ریسک متناظر 0.5702، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.2 با ریسک متناظر 0.787، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.3 با ریسک متناظر 1.0256، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.4 با ریسک متناظر 1.337 همراه خواهد شد. نتیجه دیگر اینکه، مدل P2 از ریسک کمتری نسبت به P1 برخوردار می باشد. بر خلاف مدل مارکوویتز، مدل فازی که از توزیع ریسک و بازده بصورت فازی استفاده می کند، دقیق تر می باشد.

گام نهائی فرایند مدیریت سرمایه گذاری ارزیابی عملکرد سبدسهم (سبدسرمایه گذاری) است. لیکن می توان از آن به مثابه یک سازوکار بازخور و کنترلی به منظور اثربخش نمودن روند مدیریت سرمایه گذاری استفاده نمود. به عبارت دیگر در آخرین گام فرایند سرمایه گذاری باید چگونگی عملکرد سبدهای (پرتفویهای) مختلف را محاسبه و بایکدیگر مقایسه نماییم. هر سرمایه گذاری باین موضوع سر و کار دارد زیرا هدف نهائی سرمایه گذاری، افزایش ثروت مالی یا حداقل حفظ و حمایت از آن است و در صورت رضایت بخش نبودن نتایج سرمایه گذاری، باید تغییراتی اندیشیده شود. با توجه به اینکه همه سرمایه گذاران باریسک روبرویند، تکیه صرف بر بازده در ارزیابی راهکارهای مختلف سرمایه گذاری کاملانا کافی است. اگرچه همه سرمایه گذاران بازده بالاتر ترجیح می دهند، آنها ریسک گریز نیز هستند. برای ارزیابی مناسب عملکرد سبدسرمایه گذاری، باید معین کنیم که آیا بازده به فراخور ریسک انتخابی بالا است؟ اگر می خواهیم عملکرد را به طور دقیق بسنجیم باید آن را بر مبنای هم ارز (متناسب) باریسک

ارزیابی کنیم. یکی از مشکلات اساسی در ارزیابی عملکرد، تمایل انسانی به تمرکز بر بازده پرتفوی وعدم توجه کامل بر ریسک متحمل شده برای کسب بازده مورد انتظار است. لذا ارزیابی عملکرد باید شامل شناسایی همزمان ریسک و بازده سرمایه‌گذاری باشد. در اندازه‌گیری عملکرد سید دارایی‌ها (سید سرمایه‌گذاری)، سرمایه‌گذاران باید هم بازده تحقق یافته و هم ریسک مفروض را در نظر بگیرند. بنابراین به فراخور اینکه چه مقیاس یا تکنیک هائی مورد استفاده قرار می‌گیرند پارامترهای خاص هر یک باید در تحلیل لحاظ شوند. رویکرد فازی راه حل عملی برای مساله پرتفوی است. روش فازی از اعداد و مجموعه‌های فازی برای توصیف پدیده‌های نامشخص استفاده می‌کند. از نظریه فازی برای پردازش اطلاعات از پدیده‌های نامعین استفاده می‌شود.

برای ارزیابی سبد های سهام پیشنهادی در حالت های مختلف، به مقایسه بازده سبد های مختلف بر اساس بازده ماهیانه شرکت های عضو بورس، از سال ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۵ پرداخته شده است.

برای مقایسه نتیجه ارائه شده از سوی پرتفویهای پیشنهاد شده، معیار «نسبت بازده متوسط بر واریانس بازده» مد نظر قرار داده شد. نتایج بدست آمده بر مبنای این معیار که معیار شارپ نامیده می‌شود، در جدول ۱۰ نشان داده شده است. در این زمینه معیار شارپ یکی از استانداردهای معیارها برای اندازه‌گیری میزان عملکرد یک سبد سهام در حوزه سرمایه‌گذاری است. معیار شارپ یکی از بهترین و کارآمدترین روشهاست که مرکز توجه بسیاری از تحقیقات در زمینه میزان عملکرد سبد سرمایه‌گذاری است. از جمله مزیت های معیار شارپ آن است که می‌توان آن را مستقیماً با کمک یک سری از اطلاعات حاصل از بازدهی آتی، مطابق با ذهنیت هر سرمایه‌گذار محاسبه نمود. در جدول ۱۰ بازده مورد انتظار و ریسک کلیه پرتفو ها نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نرخ بازده بدون ریسک ۱۰ درصد فرض شده است. معیار شارپ بازده مازاد پرتفوی یا بازده بالاتر از نرخ بازده بدون ریسک را اندازه‌گیری می‌کند که به آن صرف ریسک (پاداش ریسک پذیری) نیز گفته می‌شود. همانطوری که گفته شد، پرتفویی که دارای نسبت بازده به ریسک بزرگتری باشد، مناسبتر می‌باشد. این پرتفو شاید بازده کمی داشته باشد اما مطمئن ترین می‌باشد (با توجه به ریسک گریز بودن سرمایه‌گذار). هرچه میزان معیار شارپ زیاد باشد عملکرد پرتفوی به همان اندازه بهتر خواهد بود.

جدول ۱۰- ارزیابی عملکرد سبد سرمایه‌گذاری سهام پیشنهادی بر اساس معیار شارپ با $r_f=0.1\%$

$r_f = 0.1\%$	پرتفو	میانگین بازده پرتفو	ریسک پرتفو	نسبت میانگین به ریسک پرتفو (معیار شارپ)
روش مارکوویتز ۵ سهام بدون محدودیت	Opt_Portfolio_1	۰,۰۳۱۸	۰,۰۹۹۰	۰,۳۰۱۸
	Opt_Portfolio_2	۰,۰۴۱۱	۰,۱۶۰۸	0.24877
	Opt_Portfolio_3	۰,۰۴۵۱۱۲	۰,۲۰۶۳۷۶	0.211658
روش مارکوویتز ۷ سهام بدون محدودیت	Opt_Portfolio_4	۰,۰۰۸۸۲۵۱	۰,۰۰۹۸۹۵	۰,۷۸۸۹۰۳
	Opt_Portfolio_5	۰,۰۹۶۱۴۹۸	۰,۰۱۹۰۶۷	۰,۷۲۷۲۶۹
	Opt_Portfolio_6	۰,۰۱۹۴۴۴	۰,۰۲۹۶۱۱	۰,۶۱۷۰۰۱
روش مارکوویتز ۷ سهام با	Opt_Portfolio_7	۰,۰۰۹۲۰۶	۰,۰۱۰۱۱۵	۰,۸۰۴۰۷۴

$r_f = 0.1\%$	پرتفو	میانگین بازده پرتفو	ریسک پرتفو	نسبت میانگین به ریسک پرتفو (معیار شارپ)
محدودیت	Opt_Portfolio_8	۰,۰۲۰۹۷۰	۰,۰۴۲۷۴۸	۰,۴۶۲۷۱۹
	Opt_Portfolio_9	۰,۰۱۷۸۷۵	۰,۰۲۸۶۰۰	۰,۵۸۳۹۳۵
روش شبکه هاپفیلد	Opt_Portfolio_10	۰,۰۰۵۰۴۲	۰,۰۰۸۴۹۱	۰,۴۷۲۴۸۲
	Opt_Portfolio_11	۰,۰۰۰۵۲۵۹	۰,۰۰۵۷۳۳	۰,۸۵۶۸۷۰
	Opt_Portfolio_12	۰,۰۱۷۵۵۷	۰,۰۲۵۷۲۱	۰,۶۳۷۶۶۰
روش فازی P1 بر اساس بازده ماهیانه	Opt_Portfolio_13	۰,۰۰۳۹۵۱	۰,۰۰۲۳۰۰	۱,۲۷۴۳۸۴
	Opt_Portfolio_14	۰,۰۰۸۳۵۸	۰,۰۰۴۶۸۱	۱,۵۵۸۱۴۰
روش فازی P2 بر اساس بازده ماهیانه	Opt_Portfolio_15	۰,۰۰۶۸۱۸	۰,۰۰۵۶۶۰	۱,۰۱۹۴۰۲
	Opt_Portfolio_16	۰,۰۱۸۳۵۹	۰,۰۲۳۷۸۴	۰,۷۲۲۹۰
روش فازی P1 بر اساس بازده سالیانه	Opt_Portfolio_17	۰,۰۰۷۴۱۵	۰,۰۰۴۱۹۵	۱,۵۱۶۳۲۴
	Opt_Portfolio_18	۰,۰۱۰۴۵۰	۰,۰۰۴۳۸۷	۱,۹۴۰۶۷۷
	Opt_Portfolio_19	۰,۰۱۴۰۴۱۰	۰,۰۰۷۵۰۴	۱,۷۲۰۷۷۵
	Opt_Portfolio_20	۰,۰۱۷۸۴۱	۰,۰۱۲۱۱۴	۱,۳۷۶۱۴۹
روش فازی P2 بر اساس بازده سالیانه	Opt_Portfolio_21	۰,۰۱۴۰۳۶	۰,۰۱۰۱۸۹	۱,۲۶۷۵۹۶
	Opt_Portfolio_22	۰,۰۱۳۶۵۸	۰,۰۰۸۱۸۹	۱,۵۳۱۴۶۸
	Opt_Portfolio_23	۰,۰۱۹۵۵۹	۰,۰۲۱۰۵۳	۰,۸۷۳۲۱۹
	Opt_Portfolio_24	۰,۰۲۳۳۸۴	۰,۰۲۵۸۸۲	۰,۸۵۶۵۷۲

با توجه به نتایج جدول ۱۰، در مدل مارکویتز، پرتفو با ۷ سهم با محدودیت حداکثری و شاخص شارپ 0.80 بهترین می باشد. این نشان می دهد که افزایش تعداد سهم در پرتفو، اطمینان بازده را افزایش می دهد. بعبارت دیگر افزایش تعداد شرکتهای موجود در سبد سرمایه گذاری باعث کاهش ریسک غیرسیستماتیک (غیربازاری) می شود. محدود کردن حد بالای سرمایه گذاری نیز بر قابلیت پرتفو افزوده است و از اتکاسبد سرمایه گذاری به سهام شرکت خاص کاسته است. بعبارت دیگر تنوع بخشی سهام در سبد سرمایه گذاری و محدود نمودن سرمایه گذاری سهام باعث افزایش نسبت بازده به ریسک می گردد. روش مارکویتز با ۵ سهم، در مجموع پرتفو ریسک می باشد زیرا شامل ریسک غیرسیستماتیک (بازاری) و ریسک غیرسیستماتیک می باشد.

در بین مدل های شبکه هاپفیلد نیز مدلی که بهینه سازی آن بر مبنای بازده بالا انجام شده است (Opt_Portfolio_11) مناسبتر بوده است. نتایج مدل شبکه هاپفیلد نسبت به مدل مارکویتز بهتر می باشد، چرا که از نسبت متوسط بازده به ریسک بیشتری برخوردار می باشد و اندازه معیار شارپ آن 0.85 است. در بین مدل

های فازی مدل P1 (ماهیهانه و سالیانه) با معیارشارپ نسبت به مدل P2 مناسبتر بوده و ریسک بیشتری دارد. در روش فازی P1 بازده ماهیهانه با معیارشارپ 1.55، و بازده سالیانه با معیارشارپ 1.94 است، در روش فازی P2 بازده ماهیهانه با معیارشارپ 1.02 و بازده سالیانه با معیارشارپ 1.52 است. به عبارت دیگر، P1 قابل اطمینان تر می باشد. بهترین حالت در هر دسته از مدل ها در جدول ۱۰ مشخص شده است. در این بین Opt_Portfolio_7 شامل شرکتهای NIKI، SFKZ، GDIR، SHND، FRDO، PELC، RINM، بهترین پرتفوی مارکوویتز، Opt_Portfolio_11 شامل شرکتهای SHND، PELC، RINM، RENA، BANK، CHML، بهترین پرتفوی مدل هاپفیلد و Opt_Portfolio_14 شامل شرکتهای SBEH، SAND، TRNS، NBEH، PELC، SAHD، بهترین پرتفوی فازی بر اساس بازده ماهیهانه و Opt_Portfolio_18 شامل شرکتهای RENA، SAND، SBEH، CHML، SGOS، RSAP، بهترین پرتفوی فازی بر اساس بازده سالیانه می باشد. در نهایت، با توجه به نتایج جدول ۱۰ می توان Opt_Portfolio_18 را بهترین پرتفو و مدل P1 فازی را بهترین مدل دانست.

۶- نتیجه گیری

نتایج این مطالعه با توجه به بکارگیری شبکه عصبی و نظریه فازی در بازار سرمایه ایران و همچنین کیفیت مدیریت سرمایه گذاری حاصل شده است. بر اساس نتایج این تحقیق میتوان بیان کرد که:

- با معرفی تئوری مجموعه های فازی، دانش ناکافی در مورد بازده دارائی وعدم اطمینانی که در رفتار بازارهای مالی وجود دارد، می تواند به وسیله مقادیرهای فازی و یا محدودیت های فازی بیان شود. با استفاده از منطق فازی مدیران می توانند اطلاعات مفیدی را استخراج نمایند. و بازده مورد انتظار را نه فقط با استفاده از داده های تاریخی بلکه با استفاده از رفتارهای مالی و اقتصادی شرکتها و همچنین استراتژی کسب و کار آنان تخمین بزنند. تئوی فازی یک ابزار قوی است که در توصیف یک محیط نامعین، زمانی که ابهام و گنگی در بازار مالی از زوایای متفاوتی مشاهده می شود بکار می رود. هدف از روش انتخاب فازی پرتفوی در این تحقیق، حداقل نمودن ریسک نامطلوب و ریسک زیان سرمایه گذاری در حضور محدودیت بازده مورد انتظار می باشد. همچنین بازده سهام به صورت اعداد فازی بیان می شود و به منظور برقراری ارتباط بین محدودیت ها و ضرایب، به عنوان تابعی از هدف میزان رضایت سرمایه گذاران تعریف شده است. و بر اساس رابطه بازدهی و ریسک نامطلوب به تدوین رفتار سرمایه گذاران انتخاب سبد سهام بهینه پرداخته شد.
- شبکه هاپفیلد بطور وسیعی در دسته های متفاوتی از مسئله بهینه سازی ترکیبی استفاده شده است. شبکه هاپفیلد یک شبکه عصبی مصنوعی با یک لایه نرونی کاملا متصل می باشد. در این مدل پیاده سازی تئوری مارکوویتز با مدل شبکه عصبی هاپفیلد صورت می گیرد. در این شبکه، هر یک از الگوها یک نقطه حداقل را در منحنی تابع انرژی شبکه هاپفیلد ذخیره می کند. این نقاط همان نقاط جذب این شبکه می باشند که هر یک ناحیه جذبی متناظر دارد. نکته مهم این است که هاپفیلد نقاط جذبی

- متفاوت با الگوهای ذخیره شده دارد و ممکن است حین بهینه سازی به این نقاط جذب شویم که مطلوب نیست. در این پروژه، برای بهینه سازی مدل مارکویتز به روش شبکه عصبی هاپفیلد از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است تا تابع انرژی مینیمم گردد. در نهایت، یک پرتفو بهینه انتخاب می گردد.
- نتایج بدست آمده از الگوریتم ژنتیک حاکی از توانایی این روش در بهینه سازی فرایندها و فراهم نمودن ابزار قوی در تصمیم گیری است. وانعطاف پذیری بالایی راجهت تلفیق باتکنیکهای ابتکاری نیز فراهم می شود و از این طریق حل کار و موثر مساله انتخاب سبد سهام رامیسرمی سازد.
- افزایش تعداد شرکت‌های موجود در سبد سرمایه گذاری باعث کاهش ریسک غیرسیستماتیک (غیربازاری) می شود. و محدود کردن حد بالای سرمایه گذاری نیز بر قابلیت پرتفو افزوده است و از اتکاسبد سرمایه گذاری به سهام شرکت خاص می کاهد. بعبارت دیگر تنوع بخشی سهام در سبد سرمایه گذاری و محدود نمودن سرمایه گذاری سهام باعث افزایش نسبت بازده به ریسک می گردد.
- ارزیابی عملکرد سبد سرمایه گذاری سهام پیشنهادی بر اساس معیار شاپ نشان داد که بازده سرمایه گذاری مدل‌های فازی بیشتر از شبکه عصبی هاپفیلد است و همانند تحقیقات پیشین، بازده سرمایه گذاری شبکه عصبی هاپفیلد بیشتر از مدل مارکویتز که از میانگین تاریخی بازده هابه عنوان بازده مورد انتظار هر سهم استفاده می کند است.
- همانند اکثر تحقیقات پیشین، نتایج این پژوهش نشان داد که نظریه فازی بارائه روشی کارا، اقدام به پشتیبانی از تصمیم گیری سرمایه گذاری در انتخاب پرتفوی بهینه می نماید و تشکیل سبد سهام بهینه با استفاده از مدل‌های فازی و شبکه عصبی سودآوری بالاتری را برای سرمایه گذاران فراهم می نماید. و در این تحقیق سعی بر آن بودمدلی کارا تر از مدل‌های مورد استفاده موجود برای انتخاب سبد سهام مورد بررسی قرار دهد.
- نتایج این تحقیق بیانگر کارائی بیشتر مدل‌های ارائه شده در این تحقیق می باشد و برای سرمایه گذاران بورس اوراق بهادار که در سطح معینی از ریسک به دنبال کسب بازده بیشتری هستند، پیشنهاد می گردد سبد سرمایه گذاری را بر اساس مدل‌های ارائه شده در این پژوهش انتخاب نمایند.

فهرست منابع

- * آذر، عادل؛ فرجی، حجت (۱۳۸۹). علم مدیریت فازی، سال چهارم، تهران، موسسه کتاب مهربان نشر.
- * اعتمادی، حسین؛ فرزانی، حجت الله؛ رحمانی، علی (۱۳۹۱). ارزیابی مقایسه‌ای ساختار سرمایه شرکت‌های با فناوری پیشرفته و سنتی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی چند گانه. مطالعات تجربی حسابداری مالی، سال دهم، شماره ۳۶، صص ۲۳-۵۱.
- * بهنامیان، جواد؛ مشرفی، محمد (۱۳۹۶). ارائه الگوریتم ترکیبی برای بهینه‌سازی چند هدفه سبد سهام به وسیله برنامه‌ریزی فازی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، سال ۸، شماره ۳۰، صص ۳۳-۵۳.

- * خنجریناه، حسین؛ پیشوایی، میرسامان؛ جبارزاده، آرمین (۱۳۹۵). رویکرد فازی در بهینه‌سازی سبد سهام بورس اوراق بهادار با محدودیت‌های منعطف، تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال ۱۳، شماره ۵۱، صص ۳۹-۵۴.
- * رضا، راعی؛ احمد، تلنگی (۱۳۸۳). مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، چاپ اول.
- * سینایی، حسنعلی (۱۳۷۳). سنجش کارایی در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات مالی، سال اول، شماره ۲، صص ۴۶-۷۰.
- * فدایی نژاد، اسماعیل (۱۳۷۳). آزمون شکل ضعیف نظریه بازارکارای سرمایه در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات مالی، سال دوم، شماره ۵، صص ۶-۲۶.
- * رهنمای رودپشتی، فریدون؛ میرعباسی، یاور (۱۳۹۲). معیار ارزیابی ریسک تعدیل‌شده بر اساس ظرفیت مطلوب در تصمیمات سرمایه‌گذاری و بهینه‌سازی سبد سهام (زیربنای نظریه‌پردازی و ابزارسازی نوین مالی)، دوفصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مالی اسلامی، سال ۲، شماره ۴، صص ۸۷-۱۲۲.
- * فضلی، صفر؛ تقی‌زاده، رسول (۱۳۸۹). روش رتبه‌بندی فازی برای انتخاب پورتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران، مطالعات مدیریت صنعتی، سال ۸، شماره ۱۹، صص ۱۲۵-۱۴۶.
- * کاظمی میان‌گسگری، مینا؛ یاکیده، کیخسرو؛ قلی‌زاده، محمدحسن (۱۳۹۶). بهینه‌یابی سبد سهام (کاربرد مدل ارزش در معرض ریسک بر روی کارایی متقاطع)، راهبرد مدیریت مالی، سال ۵، شماره ۱۷، صص ۱۵۹-۱۸۳.
- * محمد اسماعیل، فدائی نژاد؛ حمید، بنائیان (۱۳۹۰). توازن مجدد راهبردی سبد دارایی‌های سرمایه‌گذاری، فصلنامه مطالعات مدیریت راهبردی، سال ۲، شماره ۷، صص ۵۸-۳۷.
- * مرادزاده فرد، مهدی (۱۳۹۵). توانایی مدیریتی، کارایی سرمایه‌گذاری و ریسک سقوط آتی قیمت سهام، مطالعات تجربی حسابداری مالی، سال ۱۳، شماره ۵۰، صص ۳۳-۶۴.
- * هیبیتی، فرشاد؛ رهنمای رودپشتی، فریدون؛ افشار کاظمی، محمدعلی؛ عبیری، امیرحسین (۱۳۹۰). ارزیابی مدل‌گزینش سبد سهام با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، آنالیز رابطه‌ای خاکستری (GRA) و برنامه‌ریزی آرمانی (GP)، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، سال ۲، شماره ۶، صص ۱۰۷-۱۳۷.

- * Arenas Parra, M., Bilbao Terol, A., & Rodríguez Uría, M. V. (2001). A fuzzy goal programming approach to portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 133(2), 287-297.
- * Bawa, Vijay S., & Lindenberg, Eric B. (1977). Capital market equilibrium in a mean-lower partial moment framework. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 189-200.
- * Bellman, Richard E., & Zadeh, Lotfi Asker. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. *Management science*, 17(4), B-141-B-164.

- * Bilbao-Terol, Amelia, Pérez-Gladish, Blanca, Arenas-Parra, Mar, & Rodríguez-Uría, Maria Victoria. (2006). Fuzzy compromise programming for portfolio selection. *Applied Mathematics and Computation*, 173(1), 251-264.
- * Bojadziev, George, & Bojadziev, Maria. (2007). *Fuzzy logic for business, finance and management* (Vol. 23): World Scientific Publishing.
- * Canela, Miguel Ángel, & Collazo, Eduardo Pedreira. (2007). Portfolio selection with skewness in emerging market industries. *Emerging Markets Review*, 8(3), 230-250.
- * Carlsson, Christer, Fullér, Robert, & Majlender, Péter. (2002). A possibilistic approach to selecting portfolios with highest utility score. *Fuzzy Sets and Systems*, 131(1), 13-21.
- * Chang, Tun-Jen, Yang, Sang-Chin, & Chang, Kuang-Jung. (2009). Portfolio optimization problems in different risk measures using genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 36(7), 10529-10537.
- * Chen, James Ming. (2016). *Modern Portfolio Theory Postmodern Portfolio Theory: Navigating Abnormal Markets and Investor Behavior* (pp. 5-25). New York: Palgrave Macmillan US.
- * Chong, Yen Yee. (2004). *Investment risk management*: John Wiley & Sons.
- * De Giorgi, Enrico. (2002). A note on portfolio selections under various risk measures. Working paper/Institute for Empirical Research in Economics, 122.
- * Dubois, Didier, & Prade, Henri. (1987). The mean value of a fuzzy number. *Fuzzy Sets and Systems*, 24(3), 279-300.
- * Estrada, J. (2006). The cost of Equity in Emerging ,A downside risk approach. *Emerging markets Review*, vol 7, pp67-81.
- * Fischer, Donald E, & Jordan, Ronald J. (1991). *Security Analysis and Portfolio Management*: Prentice-Hall.
- * Grinold, Richard C, & Kahn, Ronald N. (2000). *Active Portfolio Management* (pp. 93). new york: McGraw-Hill.
- * Guo, Peijun, & Tanaka, Hideo. (2003). Decision analysis based on fused double exponential possibility distributions. *European Journal of Operational Research*, 148(3), 467-479.
- * Hagin, Robert L. (2004). *investment management*: John Wiley & sons, inc.
- * Harrington, Diana R. (1987). *Modern Portfolio Theory, the Capital Asset Pricing Theory and Arbitrage Pricing Theory: A User's Guide*: Prentice-Hall.
- * Inuiuchi, Masahiro, & Tanino, Tetsuzo. (2000). Portfolio selection under independent possibilistic information. *Fuzzy Sets and Systems*, 115(1), 83-92.
- * Ko, Po-Chang, & Lin, Ping-Chen. (2008). Resource allocation neural network in portfolio selection. *Expert Systems with Applications*, 35(1), 330-337.
- * Konno, Hiroshi, Shirakawa, Hiroshi, & Yamazaki, Hiroaki. (1993). A mean-absolute deviation-skewness portfolio optimization model. *Annals of Operations Research*, 45(1), 205-220.
- * Lambovska, Maya, & Marchev, Angel. (2011). Investment Portfolio Evaluation by the Fuzzy Approach. *Journal of Competitiveness*, 13-26.
- * Leibowitz, Martin L, Emrich, Simon, & Bova, Anthony. (2009). *Modern portfolio management: active long/short 130/30 equity strategies* (Vol. 539): John Wiley & Sons.
- * León, T., Liern, V., & Vercher, E. (2002). Viability of infeasible portfolio selection problems: A fuzzy approach. *European Journal of Operational Research*, 139(1), 178-189.
- * Li, Jun, & Xu, Jiuping. (2009). A novel portfolio selection model in a hybrid uncertain environment. *Omega*, 37(2), 439-449.
- * Li, Ting, Zhang, Weiguo, & Xu, Weijun. (2015). A fuzzy portfolio selection model with background risk. *Applied Mathematics and Computation*, 256(Supplement C), 505-513.
- * Lintner, John. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The review of economics and statistics*, 13-37.

- * Liu, Yong-Jun, & Zhang, Wei-Guo. (2013). Fuzzy portfolio optimization model under real constraints. *Insurance: Mathematics and Economics*, 53(3), 704-711.
- * Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The journal of finance*, 7(1), 77-91
- * Marling, Hannes, & Emanuelsson, Sara. (2012). The Markowitz Portfolio Theory. Survey Online <http://www.math.chalmers.se>.
- * Reilly, Frank K, & Brown, Keith C. (2011). *Investment analysis and portfolio management* (10th ed.): Cengage Learning.
- * Rockafellar, R Tyrrell, & Uryasev, Stanislav. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of risk*, 2, 21-42.
- * Tanaka, Hideo, & Guo, Peijun. (1999). Portfolio selection based on upper and lower exponential possibility distributions. *European Journal of Operational Research*, 114(1), 115-126.
- * Tanaka, Hideo, Guo, Peijun, & Türksen, I. Burhan. (2000). Portfolio selection based on fuzzy probabilities and possibility distributions. *Fuzzy Sets and Systems*, 111(3), 387-397.
- * Tanaka, Hideo, Hayashi, Isao, & Watada, Junzo. (1989). Possibilistic linear regression analysis for fuzzy data. *European Journal of Operational Research*, 40(3), 389-396.
- * Tang, Gordon Y. N. (2004). How efficient is naive portfolio diversification? an educational note. *Omega*, 32(2), 155-160.
- * Tang, Gordon Y. N., & Shum, Wai Cheong. (2003). The relationships between unsystematic risk, skewness and stock returns during up and down markets. *International Business Review*, 12(5), 523-541.
- * Vercher, Enriqueta, Bermúdez, José D., & Segura, José Vicente. (2007). Fuzzy portfolio optimization under downside risk measures. *Fuzzy Sets and Systems*, 158(7), 769-782.
- * Wang, Y. F. (2002). Predicting stock price using fuzzy grey prediction system. *Expert Systems with Applications*, 22(1), 33-38.
- * Yu, Lean, Wang, Shouyang, & Lai, Kin Keung. (2008). Neural network-based mean-variance-skewness model for portfolio selection. *Computers & Operations Research*, 35(1), 34-46.
- * Zhang, Wei-Guo, Zhang, Qi-Min, & Nie, Zan-Kan. (2003). A class of fuzzy portfolio selection problems. Paper presented at the Machine Learning and Cybernetics, 2003 International Conference on.
- * Zhou, Rongxi, Yang, Zebin, Yu, Mei, & Ralescu, Dan A. (2015). A portfolio optimization model based on information entropy and fuzzy time series. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 14(4), 381-397.

یادداشت‌ها

- ¹ Portfolio
- ² Markowitz Model
- ³ Artificial Neural Network
- ⁴ Fuzzy Logic
- ⁵ Genetic Algorithm
- ⁶ Grinold & Kahn
- ⁷ Portfolio optimization
- ⁸ Modern Portfolio Theory(MPT)
- ⁹ Post Modern Portfolio Theory(PMPT)
- ¹⁰ Estrada

- ¹¹ Chong
- ¹² Reilly & Brown
- ¹³ Leibowitz et al
- ¹⁴ Hagin
- ¹⁵ Capital Asset Pricing Model
- ¹⁶ Harrington
- ¹⁷ Fischer & Jordan
- ¹⁸ Gioegi
- ¹⁹ Ram & Fergosen
- ²⁰ Downside Risk
- ²¹ Lean Yu et al
- ²² Chang et al
- ²³ Fuzzy
- ²⁴ Bojadziev & Bojadziev
- ²⁵ Arenas et al
- ²⁶ fuzzification
- ²⁷ Lambovska & Marchev
- ²⁸ Tang & Shum
- ²⁹ Marling & Emanuelsson
- ³⁰ Vercher et al
- ³¹ Canela & Collazo
- ³² Li & Xu
- ³³ Bellman & Zadeh
- ³⁴ Tanaka et al
- ³⁵ Bilbao-Terol et al.
- ³⁶ capital asset pricing
- ³⁷ Lintner
- ³⁸ mean – absolute – deviation
- ³⁹ Konno et al
- ⁴⁰ Bawa & Lindenberg
- ⁴¹ safety-first
- ⁴² Chen
- ⁴³ Rockafellar & Uryasev
- ⁴⁴ Carlsson et al
- ⁴⁵ Guo & Tanaka
- ⁴⁶ Inuiguchi & Tanino
- ⁴⁷ Tanaka & Guo
- ⁴⁸ Li et al
- ⁴⁹ Bilbao-Terol et al
- ⁵⁰ Wang
- ⁵¹ Katagiri et al
- ^{۱۴} Dubois & Prade
- ⁵³ Vercher et al
- ⁵⁴ Kth percentile of the sample
- ⁵⁵ Oberuc
- ⁵⁶ Kohonen's self – organizing feature maps
- ⁵⁷ Smith
- ⁵⁸ Hopfield
- ⁵⁹ Risk aversion Parameter
- ⁶⁰ Huang