فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال هشتم/ شماره سی‌ویکم/ پائیز ۱۳۹۸

ارتقای سطح کارائی مدیریت سرمایه گذاری دربازارسرمایه ایران بااستفاده ازشبکه عصبی مصنوعی ومنطق 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 ازمهمترین مسا ئل بازار سرمایه است. در یک بازار سرمایه کارا از بعد عملیاتی ،سرمایه در اختیار بهترین گزینه های سرمایه گذاری قرار میگیرد. بنابراین استفاده ازابزارهای مدیریت مناسب جهت کسب بازدهی بیشتر،گامی در راستای کاراترشدن مدیریت معاملات بازاراست. 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 پر تفوی مناسب می تواند نتایج مطلوبی برای سرمایه گذاران در پی داشته باشد.هدف اصلی این پژوهش دستیابی به پرتفوی سرمایه گذاری بهینه دربازارسرمایه بابکارگیری شبکه عصبی مصنوعی ومنطق فازی است. همراه بامدل مارکویتز،ازمدلهای ایجادشده طریق شبکه عصبی مصنوعی ومدل فازی استفاده گردید.از شرکتهای فعال در بورس اوراق بهادارتهران، که از سال ۱۳۸۶الی ۱۳۹۵ دارای بازده مثبت بوده اند برای تشکیل پرتفوی سرمایه گذاری انتخاب شدند.برای ارزیابی پرتفو های پیشنهادی در حالت های مختلف، به مقایسه بازده پرتفو های مختلف بر اساس بازده ماهیانه وسالیانه شرکت های عضووبهینه سازی پرتفوهای پیشنهادی بااستفاده ازالگوریتم ژنتیک پرداخته شده است. این تحقیق نشان میدهدکه استفاده ازمدلهای فازی نسبت به مدلهای مذکوربازدهی بالاتری رابرای سرمایه گذاران فراهم می نماید.

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

۱- مقدمه

درمحیط های تجاری واقتصادی امروزی که چرخ رقابت شتاب بیشتری یافته،سرمایه گذاری موثرمی تواندسبب رشدوتوسعه اقتصادی شود.مدیران باسطح بهینه ای ازسرمایه گذاری می توانندباپوشش فرصتهای سودآور،نهایت بازدهی راایجادومنافع سهامداران راتامین 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 بمنظورحصول اطمینان ازپیش نیازهای توسعه اقتصادی واجتماعی 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 ازمهمترین مسا ئل بازار سرمایه است. در یک بازار سرمایه کارا از بعد عملیاتی ،سرمایه در اختیار بهترین گزینه های سرمایه گذاری قرار میگیرد. بنابراین استفاده ازابزارهای مدیریت مناسب جهت کسب بازدهی بیشتر،گامی در راستای کاراترشدن مدیریت معاملات بازاراست. 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 دربورس اوراق بهادار،همواره موردعلاقه بسیاری ازسرمایه گذاران بوده است.مهم ترین دلیل استقبال سرمایه گذاران ازخریدسهام عادی ،بازدهی بالای آن است.ازآنجاکه افزایش میزان سودوکاهش ریسک سرمایه گذاری دربورس همیشه مهم ترین دغدغه سرمایه گذاران بوده است،درمدیریت سرمایه گذاری برای کاهش ریسک ناشی ازخودسهم،سرمایه گذاری درسبدسهام پیشنهادشده است.پرتفوی یاسبد دارایی ها مجموعه ای از سهام است که هرسرمایه گذار با توجه به اهداف، انتظارات و رویکردهای خود تشکیل می دهدکه 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.اگراوراق بهادارریسک دارباشندمسئله اصلی هرسرمایه گذارتعیین مجموعه اوراق بهاداری است که مطلوبیت آن حداکثراست.این مسئله معادل انتخاب پرتفوی بهینه ازمجموعه پرتفویهای ممکن می باشد،که تحت عنوان مسئله انتخاب پرتفوی نامیده می شود(راعی وتلنگی،۱۳۸۳).مسئله بهینه سازی سبدسهام یکی ازمهم ترین زمینه های تحقیقاتی درمدیریت ریسک نوین بوده است .نخستین نظریه درباره بهینه سازی سبدسهام ،مدل میانگین –واریانس هری مارکویتزاست که درآن بازده موردانتظارهرسهم رامیانگین بازده هرسهم وریسک هرسهم راواریانس بازده هرسهم دردوره های گذشته درنظرگرفت ودرنهایت بازده سبدسهام وریسک سبدسهام رابه صورت ریاضی تعریف نمود(مارکویتز،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 سبدسهام به عنوان یک مسئله تخصیص منابع که محدودیت های متنوع و اغلب متعارضی رادرنظرمی گیردمحسوب می شود.بسیاری ازتحقیقات نشان داده که استفاده ازتکنیکهای محاسباتی هوشمندنظیرالگوریتم ژنتیک وشبکه عصبی مصنوعی به بهبودحل اینگونه مسائل می انجامد(لین وکو ،۲۰۰۸).هرروزه تلاشهای گسترده ای برای بهبودروشهای انتخاب پرتفوی دربازارهای مالی دنیا صورت می گیرد.تلاش درجهت بهبود روشهای تجزیه وتحلیل دارایی ها (بویژه دربازارهائی که تنوع دارایی ها در آنها بسیار بالاست) منجربه پدیدآمدن روشهای نوینی گردیده است که درکنار روشهای گذشته درصدد یافتن پاسخی برای حداکثرسازی سود در بازارهای مالی مقابل هستند. نظریه فازی، شبکه عصبی والگوریتم ژنتیک همگی ازمصادیق این روشهای نوین می باشند. درسالهای اخیرفناوری شبکه های عصبی به طورگسترده ای درحوزه مدیریت مالی مورداستفاده قرارگرفته است.مدل شبکه عصبی مصنوعی تلاش می کندتاازپردازش های مغزانسان وسیستم عصبی اوبااستفاده ازکامپیوترالگوبرداری می کند.مزیت شبکه عصبی این است که نیازبه تعیین روابط ازقبل نمی باشد.زیرااین ابزارخودش به واسطه یک فراآیندیادگیری روابط راشناسایی می کند(اعتمادی وهمکاران ،۱۳۹۱) . با توجه به شرایط عدم اطمینان حاکم بربازار بورس و با توجه به وجود اطلاعات مبهم و غیردقیق درعرصه فعالیتهای سرمایه گذاری وهمچنین وجود گرایشها و ترجیحات مختلف نزد سرمایه گذاران، باید روشی رابرای انتخاب مجموعه مناسبی از دارایی ها بکارگیریم 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 بعلت تغییرغیر 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 وهمکاران ،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 پر تفوی مناسب می تواند نتایج مطلوبی برای سرمایه گذاران در پی داشته باشدتادرنهایت سودبیشتری برای سرمایه گذاران فراهم شود.لذادراین تحقیق مدلی کاراتربرای انتخاب سبدسرمایه گذاری ارائه می گردد.

هدف اصلی تحقیق دستیابی به پرتفوی سرمایه گذاری بهینه دربازارسرمایه بابکارگیری شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی است .به دنبال این مقدمه، ادامه مقاله به این صورت سازماندهی شده است که ابتدامبانی نظری وپیشینه ای ازتحقیقات انجام شده درارتباط باسبدسرمایه گذاری بهینه دربازارسرمایه بااستفاده ازمدلهای شبکه عصبی مصنوعی ومنطق فازی بررسی خواهیم نمود.سپس متدولوژی ومدلهای این تحقیق راتشریح خواهیم

نمود.ودرادامه برای بررسی اثربخشی مدلهای ارائه شده به پیاده سازی مدلها و تجزیه وتحلیل داده ها می پردازیم .در نهایت یک نتیجه گیری کلی از این پژوهش ارائه مینماییم.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

هدف مدیریت پرتفوی، انتخاب مجموعه ای ازسهام به نحوی است که ریسک حداقل وبازده حداکثر گردد. اگراوراق بهاداریسک دارمی باشند،مساله اصلی هرسرمایه گذارتعیین «سبدی» است با حداکثر بازده.

در یک نگاه کلی میتوان، نظریه بهینه سازی 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 طورمعمول 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 سرمایه گذار و انتخاب سبد بهینه سهام پرداخته میشود(استرادا[۱۰]،۴۵،۲۰۰۶-۴۷).

روش های سرمایه گذاری و پیچیدگی تصمیم گیری ها در دهه های اخیر به شدت گسترش یافته است. این رشد گسترده، نیاز فزاینده ای به مدل های فراگیر و یکپارچه را ایجاد نموده است.

افزون بر این به دلیل نوسانات بالای بازار های سرمایه، مدل مدیریت مالی باید الزامات و نیازهای جدید را براورده سازد. این مدل های مدیریت باید معیارهای مختلفی، علاوه بر معیار های بازده و ریسک را در نظر بگیرند. این وضعیت ایجاب می نماید که محدودیت ها و اهداف بازار سرمایه، بدره سهام و رویکردهای سرمایه گذاری بطور یکپارچه مورد شناسایی قرار گیرد.

مدل های مدیریتی فراگیر و در عین حال یکپارچه، به سرمایه گذار فرصت خواهد داد تا در چارچوب مدل به صورت سودمندی اهداف را اداره کرده و اطلاعات موثر در افق زمانی دور و نزدیک سرمایه گذاری ها را سریعا در تصمیم گیری ها لحاظ کند. از دیدگاه مدیریت سرمایه گذاری، سرمایه گذاران تمایل دارند در نتیجه سرمایه گذاری 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). سرمایه گذارانی که ریسک بالائی را قبول می کنند انتظار بازده بالایی را نیز دارند و برعکس، سرمایه گذارانی که ریسک پائینی را قبول می کنند انتظار بازده پائینی رادارند(ریلی وبراون[۱۲]،۲۰۱۱).

تجزیه و تحلیل اوراق بهادار اولین قسمت فرایند تصمیم گیری سرمایه گذاری است و شامل ارزشیابی و تجزیه و تحلیل اوراق بهادار است. مدیریت پرتفوی دومین جزء مهم فرایند تصمیم گیری است. بعد از اینکه اوراق بهادار مورد ارزیابی قرار گرفتند بایستی یک پرتفوی (مجموعه سرمایه گذاری) انتخاب شود. اگر سرمایه گذار یک استراتژی فعالانه ای را در پیش بگیرد، در آن زمان بحث کارائی بازار مطرح می شود. حتی اگر سرمایه گذاران یک استراتژی منفعلانه ای 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 پر تفوی 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؛ اولا، 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(لیبویتزوهمکاران[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.درسال ۱۹۵۲ هری مارکوئیتز مدل اساسی مدیریت سرمایه گذاری پرتفوی را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن پرتفوی گردید(هاگن[۱۴]،۲۰۰۴).

مفروضات اساسی مارکوئیتز عبارتند از اینکه سرمایه گذاران: ۱) بازده را مطلوب دانسته و از ریسک متنفر هستند، ۲) درتصمیم گیری منطقی عمل می کنند و ۳) تصمیم هایی را اتخاذ می کنند که باعث حداکثرکردن بازدهی مطلوب آنها شود. مدیریت پرتفوی سرمایه گذاری با وقایع مربوط به آینده و وقایع مورد انتظار آینده سروکار دارد. درصورتی که بخواهیم تصمیمی را در خصوص پرتفوی و برای آینده اتخاذ کنیم باید از مقادیر مربوط به آینده استفاده کنیم. ازطرف 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 دارائی سرمایه ای CAPM[۱۵] است(هارینگتون[۱۶]،۱۹۸۷). درواقع CAPM مدل جامع پیش بینی هایی درباره بازدهی مورد انتظار تعادلی دارائیهای ریسک دار است که ۱۲سال بعدازمارکوئیتز (۱۹۵۲) به طورهمزمان و مستقل توسط شارپ (۱۹۶۴), لینتنر (۱۹۶۵) وماسین (۱۹۶۶) توسعه یافت(فیشروجردن[۱۷]،۱۹۹۱).

پس از دهه ۱۹۶۰ تحقیقات از شکل آماری مطالعه رفتار قیمتها 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) . براساس 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 قیمتها 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 سرمایه گذار مطلوب هستند، به عنوان ریسک شناخته شده و نامطلوب قلمداد میشوند .این در حالی است که از دید سرمایه گذاران کسب بازده های بزرگتر از بازده مورد انتظار نه تنها نامطلوب شمرده نمیشود بلکه سرمایه گذاران از آن استقبال میکنند .از سوی دیگر، واریانس به عنوان معیار ریسک برای سرمایه گذار ملموس و قابل درک نیست(گئورگی[18] ،۲۰۰۲).درمجموع این مشکلات سبب شدتاپژوهش های جدیدی درزمینه بهینه سازی سبدسهام بادرنظرگرفتن معیارهای دیگری برای محاسبه ریسک انجام شودونظریه فرامدرن مسئله بهینه سازی سبدسهام آغازشد. نخستین بار رام و فرگوسن[19] در پژوهشی با عنوان "مدل پرتفوی فرا مدرن تکامل مییابد " اصطلاح مدل فرا مدرن پرتفوی را به صورت رسمی در ادبیات مالی به کارمی گیرند(کاظمی میان گسکری وهمکاران،۱۳۹۶).پژوهشگران معیارهای جدیدی برای ارزیابی ریسک سرمایه گذاری معرفی نمودند.یکی ازمعیارهای معرفی شده جدید،مدل ریسک نامطلوب[20] است که تمرکزبسیارویژه ای برروی انحرافات کمترازبازده موردانتظاریک سرمایه گذاری دارد .درحالیکه نظریه مدرن سبدسهام فرض می نمایدکه سرمایه گذاران به دنبال حداکثرسازی تابع مطلوبیت ثروت خودبوده وبه انتخاب پرتفوی بهینه ای می پردازندکه دریک سطح مشخص ازبازده موردانتظارسرمایه گذاری حداقل واریانس راداشته باشد.مدل ریسک نامطلوب ازنیم واریانس به عنوان معیارریسک استفاده می کندکه براساس آن توجه بسیارزیادی به ریسک زیان یک سرمایه گذاری پرداخته می شود.ارائه چنین معیارهایی درنتیجه عدم رضایتی بودکه پژوهشگران نسبت به واریانس بعنوان معیارریسک سرمایه گذاری داشتند.خودهری مارکویتزنیزدرسال ۱۹۵۹تاملاتی برکاربردواریانس بعنوان معیارریسک داشت وبه تجدیدنظردرآن پرداخت(رهنمای رودپشتی ومیرعباسی ،۱۳۹۲).

یکی از مهمترین مسایل مدیریت، تصمیم گیری است؛ مهمترین عنصر تصمیم گیری، 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 روش های کیفی شبکه‌های عصبی مصنوعی است. شبکه های عصبی یکی از پویاترین حوزه های تحقیق در دوران معاصر است. شبکه‌های عصبی برای حلّ مسایل متنوعی مثل پیش‌بینی، بهینه‌سازی، و کنترل در مدیریت به کار می‌رود.

درسالهای اخیرفناوری شبکه های عصبی به طورگسترده ای درحوزه مدیریت مالی مورداستفاده قرارگرفته است.مدل شبکه عصبی مصنوعی تلاش می کندتاازپردازش های مغزانسان وسیستم عصبی اوبااستفاده ازکامپیوترالگوبرداری می کند.مزیت شبکه عصبی این است که نیازبه تعیین روابط ازقبل نمی باشد.زیرااین ابزارخودش به واسطه یک فراآیندیادگیری روابط راشناسایی می کند(اعتمادی وهمکاران ،۱۳۹۱) .

شبیه سازی نرون برای نخستین بار در سال ۱۹۴۳ توسط وارن مک کولز و والتر پیتز صورت گرفت. رویکردهای نوین مانند شبکه های عصبی و شبکه های عصبی فازی در حل انواع مختلف مسائل علوم مختلف مالی، اقتصادی وبازرگانی و پیش بینی نتایج آنها استفاده شده اند. با توجه به اهمیت مسئله انتخاب سبد سهام، 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، بااستفاده از تکنیک های هوشمند، انجام شده اند .در ادامه به برخی از این تحقیقات اشاره میگردد:

راعی (۱۳۸۱) درتحقیقی باهدف حداکثرسازی بازده سهام ، مدلهای ایجادشده به کمک شبکه عصبی مصنوعی بامدل مارکوئیتزمقایسه نموده وروش آموزش شبکه های عصبی ،یادگیری ازطریق الگوریتم پس ازانتشارخطا بوده که نتیجه تحقیق بیانگربرتری شبکه عصبی برمدل مذکورمی باشد.

لین یووهمکارانش[۲۱] (۲۰۰۸) مدلی رابرای انتخاب سبدسهام بهینه ارائه نمودند.دراین مدل ،مسئله انتخاب سبدسهام توسط شبکه عصبی وباموازنه معیارهای میانگین –واریانس وچولگی حل می شود.نتایج تحقیق ایشان بیانگرقدرت مدل درحل 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 حقیت بود که این مدل همزمان به دو بعد بازدهی مورد انتظار بالاتر وRMSE کمتر توجه دارد .

چانگ و همکارانش[۲۲] (۲۰۰۹) ، به حل مسائلی از بهینه سازی پرتفوی پرداختند که در آنها ضمن لحاظ کردن محدودیت کاردینالیتی، از معیارهای مختلف ریسک مبتنی بر میانگین-واریانس مارکویتزاستفاده شده بود .در ابتدا آنها یک رویکرد فرا ابتکاری برای مسئله انتخاب پرتفوی در معیارهای مختلف ریسک نیم واریانس، میانگین قدرمطلق 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 نژادوبنائیان،۱۳۹۰). با بکارگیری ابزارهای جدید مدیریت می توان پارامترهائی از قبیل دانش، تجربه،قضاوت و تصمیم گیری انسان را وارد مدل نمود. روشن است نتایج چنین مدل هائی 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، سیاستگزاری، برنامه ریزی و مدل سازی استفاده کرد.

یکی ازرویکردهای شناخته شده برای تصمیم گیری سرمایه گذاری برمبنای اطلاعات مبهم، نظریه فازی[۲۳] است. این چارچوب بارها برای تصمیم گیری در شرایطی که قطعیت ندارند به کار رفته است. دلیل اینکه ازنظریه فازی برای این گونه تصمیم گیریها استفاده می شود توانائی این نظریه برای در نظر گرفتن قواعد و

شناخت مبهم برای تصمیم گیرنده است. تصمیم گیری بر پایه اطلاعات صورت می گیرد. بعلت غیرقطعی بودن اطلاعات مورد نیاز در فرایند تصمیم گیری درمحیط فازی سعی می شود برای نیل به هدف یک عضو با بالاترین درجه انتخاب شود. رویکرد کلاسیک در سرمایه گذاری درصدد اندازه گیری عوامل سرمایه گذاری همانند نرخ بازده داخلی و ارزش فعلی سرمایه گذاری است. با استفاده از نظریه فازی می توان به اندازه گیری فازی نرخ بازده سرمایه گذاری اقدام نمود و از این طریق تصمیمات سرمایه گذاری را به واقعیت نزدیکتر کرد. مهمترین مساله برای سرمایه گذاران به خصوص در آغاز فعالیت اقتصادی مساله نحوه انتخاب سودمندترین گزینه از میان یک یا چند گزینه مختلف سرمایه گذاری است تا ضمن داشتن حداکثر بازده، حداقل ریسک را متحمل شوند.این موضوع درادبیات اقتصادی به عنوان مساله انتخاب پرتفوی مطرح است. نظریه فازی با ارائه روشی کارا سعی دارد اقدام به پشتیبانی از فرد تصمیم گیرنده در انتخاب پرتفوی بهینه برای سرمایه گذاران نماید. به منظور تطبیق هر چه بیشتر مدل در دنیای واقعی، بازده سهام به صورت متغیرهای فازی فرض می شوند(بوجازیووبوجازیو[۲۴]،۲۰۰۷).

مساله انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری 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 مدل های ارائه شده بازده سهام با این فرض در نظر گرفته شده که نرخ یک سهم درآینده تنها با ا ستفاده از داده های مربوط به گذشته آن سهم قابل پیش بینی است. در حالی که بسیاری از تحلیل گران بر این عقیده بودند که با توجه به نرخ های متغیر بازارهای سرمایه و همچنین ناکافی بودن داده های قابل دسترس برای سرمایه گذار، منطقی است که بازده ها به صورت تصادفی در نظر گرفته شوند. محققان زیادی مساله انتخاب پرتفوی را به صورت تصادفی مورد توجه قرار داده اند. یک روش برنامه ریزی آرمانی فازی برای انتخاب پرتفوی توسط آرناس وهمکاران[۲۵] (۲۰۰۱) ارائه شدو مدلی در قالب برنامه ریزی آرمانی با توجه به سه معیار بازده، ریسک و نقد شوندگی برای سرمایه گذاران خرد بیان نمودند. در مدل ارائه شده توسط آنها محدودیتها نیز فازی درنظر گرفته شد و در مرحله بعد با استفاده از الگوریتم ژنتیک این مساله حل شد. لیو و ژانگ (۲۰۱۳)یک مدل بهینه سازی سبد سهام درمحیط فازی را در نظر گرفتند که در این مطالعه بازده سهام و حجم معاملات به عنوان متغیرهای فازی در نظرگرفته شدند. ژو و همکاران (۲۰۱۵) تکنیکهای سری زمانی فازی را با بهینه سازی سبد سهام ترکیب کردند . آنها تکنیک سری زمانی فازی را به عنوان یک روش مناسب و کارا در زمینه داده های مالی معرفی کردند و نتایج حاصل ازتحقیق آنها نشان دهنده کارایی مدل پیشنهادی بود.فضلی وتقی زاده(۱۳۸۹) مدل انتخاب پرتفوی در بورس اوراق بهادار را با مدل برمودز و دیگران انجام دادندو عدم قطعیت بازده هرپرتفوی تصادفی با استفاده از یک عدد فازی ذوزنقه ای نشان داده شده است .نتایج تحقیق نشان می دهدکه میتوان چند پورتفوی بهینه را متناسب با میزان ریسک گریزی سرمایه گذار دربازه های مختلف رتبه بندی کرد . بهنامیان ومشرفی(۱۳۹۶) بادرنظرگرفتن مفاهیم فازی دربحث بهینه سازی سبدسهام ، عدم قطعیت موجوددراین مساله رامدلسازی نموده است ودر ادامه با استفاده از روش بونیسون اولویت بین هریک از سهام مشخص شده تا از آشفتگی در تصمیم گیری کاسته شود و در نهایت نیز به دلیل پیچیدگی موجود در مسأله،

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 کاملا قابل قبول و قابل رقابت با الگوریتم های موجود است.خنجرپناه وهمکاران(۱۳۹۵)یک مدل جدید منطقی و کاربردی برای بهینه سازی سبد سهام ارایه 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 ارایه شده با هر دو برنا مه ریزی منعطف و امکانی که از روش های زیرمجموعه برنامه ریزی فازی هستند، به یک مساله ساده تبدیل میشود .مدل ارایه شده برای ارزیابی، تست کارایی و منطقی بودن آن برروی 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 مجموعه‌های فازی برای تبدیل متغیرهای واقعی (قطعی) به متغیرهای فازی استفاده می شود (لمبوسکاومارچف[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 درمحیط فازی را می توان مشابه تصمیم گیری در مغز انسان دانست، چرا که هر فردی انبوهی از اطلاعات غیردقیق (فازی) را اخذ نموده ،تجزیه وتحلیل کرده وتصمیم گیری می نماید(آذروفرجی ،۱۳۸۹).

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضربرمبنای هدف،ازنوع پژوش های کاربردی است.وهمچنین ازنظرماهیت وروش ازنوع پژوهش های توصیفی وتحلیلی قلمدادمی شود.دراین پژوهش به منظورتدوین مبانی ومفاهیم نظری ازروش کتابخانه ای وآرشیواستفاده شده است.جامعه آماری این پژوهش شرکتهای پذیرفته شده دربورس اوراق بهادارتهران طی سالهای ۱۳۸۶الی ۱۳۹۵ است.روش نمونه برداری دراین پژوهش مبتنی برروش حذفی سیستماتیک می باشد.وشرایط تعیین شده برای انتخاب نمونه آماری بصورت ذیل می باشد:

۱) اطلاعات موردنیازاین تحقیق دررابطه باشرکتها برای دوره زمانی تحقیق دردسترس باشد
۲) درطول دوره زمانی تحقیق دوره مالی آنهاتغییرنکرده باشد
۳) سهام شرکتهادرطول هریک ازسالهای دوره زمانی تحقیق معامله شده باشد
۴) نمادمعاملاتی شرکت به تابلوی غیررسمی منتقل نشده باشد

درنتیجه اعمال شرایط وملاحظات درنمونه گیری به روش حذف سیستماتیک، تعداد۳۷شرکت از۲۲صنعت که دارای بازده مثبت بوده ،بعنوان نمونه برای سبدسرمایه گذاری انتخاب شده اند.که درادامه روشهای انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری سهام دربازارسرمایه ایران تشریح میشود.

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

مارکویتز 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 مبنای انگاره اولیه ای از مارکویتز 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 ان 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) درکشور 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 مارکویتز ارائه شد. مدل مارکویتز بعلت 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:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^{n} w_i r_i$$

$$\text{such that} \sum_{i=1}^{n} w_i^2 \sigma_i^2 + \sum\sum w_i w_j \sigma_{ij} \leq P_{risk}$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1, w_i \geq 0$$

که w_i وزن هر سهم دارایی iام، r_i بازده دارایی iام، σ_i^2 واریانس بازده دارایی iام، σ_{ij} کوواریانس بین دارایی iام و jام و P_{risk} ماکزیمم سطح ریسک مورد انتظار سرمایه گذار می باشد. وزن هر سهم در یک سبد دارایی ها بیانگرنسبت پول سرمایه گذاری شده درسهم موردنظربه کل سرمایه گذاری است(مارلینگ وامانولسن[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 مارکویتز 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 حالتی که تصمیم گیری برای سرمایه گذاری منحصرا مبتنی بر داده های گذشته است، ممکن است منجر به یک تصمیم معیوب و نادرست شود. بعلت 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 مارکویتز را توسعه دادند. در این مقالات از اندازه ریسک نامطلوب و قضاوت سرمایه گذار در خصوص کارآیی اینده 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) ،بیلبائوترول 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 معیارمطلق[۳۸] (کانووهمکاران[۳۹]،۱۹۹۳) ، مدل شبه واریانس(باواولیندنبرگ[۴۰]،۱۹۷۷) و مدل اولویت ایمنی[۴۱] (چن[۴۲]،۲۰۱۶) و مدل های «ارزش درمعرض ریسک» و «ارزش مشروط درمعرض ریسک»(راکفلرویوراسف[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 وتنینو[۴۶]،۲۰۰۰؛تناکاوگلو[۴۷]،۱۹۹۹) ، درحالی که برخی دیگر مسئله انتخاب پرتفو را با استفاده از روش فازی مطالعه کرده اند (لی وهمکاران[۴۸] ،۲۰۱۵؛بیلبائوترول وهمکاران[۴۹] ،۲۰۰۶؛لیون وهمکاران،۲۰۰۲؛تناکاوهمکاران،۲۰۰۰؛وانگ[۵۰] ،۲۰۰۲).

در شماری از مطالعات متغیر تصادفی مدل مبهم (فازی) برای مجهول بودن یک متغیر تصادفی ارائه شده که درآن مرکز عدد مدل مبهم مطابق با یک متغیر تصادفی است(کتگری وهمکاران[۵۱] ،۲۰۰۴؛کتگری وهمکاران ،۲۰۰۵).پراد ودابیوس[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 بااصول توسعه وگسترش 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 ازانتظارات 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):

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

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

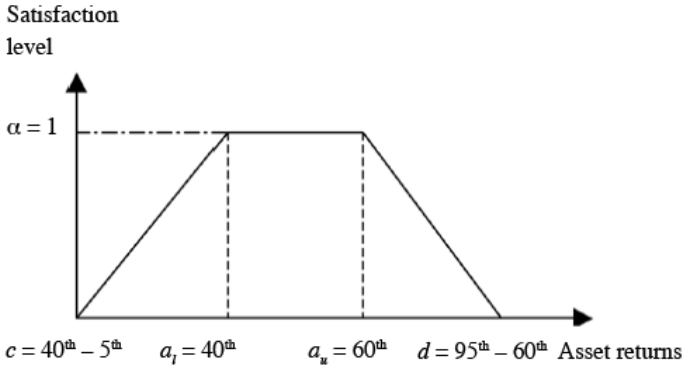
که $\left[a_{lj} \quad a_{uj}\right]$ هسته بازده فازی سهام زام است و برابر با فاصله $\left[P_{40} \quad P_{60}\right]$ می باشد. P_k برابر است با kامین درصد نمونه[۵۴]. کمیت c_j برابر است با $P_{40}-P_5$ و کمیت d_j برابر است با $P_{95}-P_{60}$. x_j برابر است با میزان سرمایه گذاری بر روی سهام jام.

در نتیجه، تابع عضویت (شکل ۱) متناظر بصورت زیر تعریف می شود:

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

and

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



شکل ۱- تابع عضویت بازده دارایی

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

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

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

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

$$l_j \leq x_j \leq u_j \qquad j=1,\ldots,n.$$

$$(P2)\quad \text{Min} \sum_{j=1}^{n}(a_{uj}-a_{lj}+\frac{1}{3}(c_j+d_j))x_j$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{n}(\frac{1}{2}(a_{uj}+a_{lj})+\frac{1}{6}(d_j-c_j))x_j \geq \rho$$

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

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

که ρ حداقل بازده مورد انتظار سرمایه گذار می باشد.

در نهایت از دو مدل انتخاب پرتفوی فازی استفاده می شود که هدف آن مینیمم سازی ریسک نامطلوب در حضور محدودیت بازده مورد انتظار می باشد(ابرک[۵۵]،۲۰۰۴).

نگرش ریسک نامطلوب درتصمیمات سرمایه گذاری مستقیمابرروی توزیع بازده هایی تمرکز دارد که کمتر از نرخ بازده یا نرخ بازده موردانتظار هدف است. چنانچه تعریف ریسک را به صورت زیان بالقوه سرمایه گذاری که قابل محاسبه است، منطقی است که تغییرات مطلوب بازدهی (تغییرات بالای حدمتوسط یاهرمیزان مورد هدف) نباید به عنوان ریسک لحاظ شوند و فقط تغییرات کمترازمیانگین باید درمحاسبه ریسک منظور شوند. استفاده از نیمه واریانس در محاسبه ریسک یکی ازرویکردهای جدیدی است که بااین تعریف تناسب بیشتری دارد.نیمه واریانس بازدهی بنا به دلایل زیرمی تواند معیارمناسبی ازریسک باشد. نخست اینکه بدیهی است که سرمایه گذاران ازتغییرات مطلوب (مثبت) گریزان نیستند بلکه فقط ازتغییرات نامطلوب (منفی) گریزانند. دوم اینکه درهردوحالت متقارن ونامتقارن بودن توزیع، بازدهی می تواند به طورمستقیم بیان کننده مفهوم ریسک باشد. دردنیای واقعی سرمایه گذاران نسبت به تغییرات منفی درمقایسه باتغییرات مثبت حساسیت بیشتری دارند ولی واریانس به عنوان معیارمتداول ریسک تغییرات مثبت ومنفی رابه طوریکسان درنظرمی گیرد.نتایج مطالعات نشان می دهدکه معیارهای ریسک نامطلوب درمقایسه بامعیارهای سنتی ریسک ،براساس داده های تجربی ازاعتباربیشتری برخوردارند(راعی وخسروی ،۱۳۸۶). دراین پژوهش روش انتخاب فازی پرتفوی ارائه می گرددکه هدف آن حداقل نمودن ریسک نامطلوب می باشد. همچنین بازده سهام به صورت اعدادفازی بیان می شودوبه منظوربرقراری ارتباط بین محدودیت ها وضرایب، به عنوان تابعی از میزان رضایت تعریف شده است.

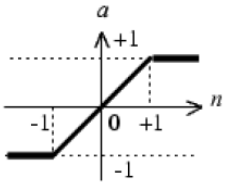
دو روش اساسی برای حل مسئله بهینه سازی ترکیبی، استفاده از شبکه هاپفیلد و شبکه کوهنن SOM[۵۶] می باشد. شبکه هاپفیلد بطور وسیعی در دسته های متفاوتی از مسئله بهینه سازی ترکیبی استفاده شده است(اسمیت[۵۷] ،۱۹۹۹) . شبکه هاپفیلد یک شبکه عصبی مصنوعی با یک لایه نرونی کاملا متصل می باشد(هاپفیلد[۵۸]،۱۹۸۴) . معادله حاکم بر شبکه هاپفیلد گسسته به صورت زیر تعریف شده است:

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

و تابع انرژی برای شبکه هاپفیلد بصورت زیر تعریف می شود:

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

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



$a = satlins(n)$

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(فرناندزوگومز،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 انها، 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 مارکویتزبروش 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 ازشبکه انتظارمی 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 درشبکه لحاظ شده است،پیش بینی آینده است که بهینه سازی نیز بر مبنای آن صورت می گیرد. برای پیاده سازی این شبکه ازنرم افزار MATLAB استفاده شده است.

۵- تجزیه وتحلیل داده ها

از ۵۰ شرکت فعال دربازار بورس، ۳۷ شرکت مربوط به ۲۲صنعت را که دارای بازده مثبت بوده اند برای انتخاب سبد سهام بهینه انتخاب شدند. البته شرکت هایی که دارای بازده منفی می باشند، در نظر گرفته نشده اند. انتخاب پرتفو بهینه با بیشترین بازده و کمترین ریسک همواره از طرف سرمایه گذار مورد استقبال واقع می شود. در این قسمت، به بررسی حالت های اعمال محدودیت تعداد سهام متفاوت به جهت کاهش ریسک غیر سیستماتیک، اعمال محدودیت بر سقف خرید یک سهم. درتعیین حد بالا برای متغیرهای مؤثر در مدیریت، نظرسرمایه گذارتعیین کننده است و با توجه به حداقل تعداد دارایی هایی که سرمایه گذارتمایل به سرمایه گذاری درآن دارد تعیین می شود. در دو حالت آخر، انتظار می رود سهامی که بیشترین کارآیی را به جهت بازده بالا و ریسک پائین دارند انتخاب شوند.

در چارچوب این تحلیل با فرض ثابت بودن بازده و ریسک دارایی های همه شرکت کننده ها در بازار برای ماه بعد، به روش مارکویتز سبد دارایی های بهینه انتخاب می شود. بعبارت دیگر، از بازده و ریسک در ماه اخیر برای معرفی سبد بهینه دارایی ها در ماه دیگر استفاده می شود، با این فرض که بازده و ریسک در ماه بعد برابر با ماه اخیر می باشد.

جدول ۲- نتایج بهینه سازی سبدسهام متشکل از۵سهم به روش مارکوئیتز

تست اول: مدل مارکویتز، سبد سهامی متشکل از ۵ سهم بر اساس بازده و ریسک ماهیانه					
$P_{risk} = 0.11$		$P_{risk} = 0.163$		$P_{risk} = 0.21$	
شرکت های عضو (Opt_Portfolio_1)	اندازه سهم	شرکت های عضو (Opt_Portfolio_2)	اندازه سهم	شرکت های 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
۰,۳۷۷۶Expected Return =		۰,۳۸۷۵Expected Return =		۰,۳۹۲۰Expected Return =	

در جدول ۲ سبد سهام بهینه متشکل از ۵ سهم برای ریسک های 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 می گیرد می بایست حداقل سرمایه گذاری 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 38.75درصدی و پذیرش ریسک 0.21 بازده 39.2درصدی عایدسرمایه گذاران می نماید و

ریسک وبازده موردانتظارهمیشه بایدباهم درنظرگرفته شوند.سرمایه گذاران نمی توانندبدون قبول ریسک بیشتر،بازده بیشتری راانتظارداشته باشند. برای بهینه سازی روش مارکویتز از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است(هوانگ[۶۰]، ۲۰۰۸) .الگوریتم ژنتیک که اولین بارجان هلند آن راارائه نمودیکی ازالگوریتم های جستجوبه حساب می آیدکه اساس آن مبتنی برژنتیک موجودات زنده است.امروزه الگوریتم ژنتیک جایگاه خاصی در روشهای بهینه سازی برای حل مسائل پیچیده مربوط به مدیریت سرمایه گذاری ها دارد وبه عنوان یک روش موثر و کارابرای حل مسائل درزمینه های اقتصاد و مدیریت به حساب می آید. این الگوریتم ازلحاظ محاسباتی ساده، اما قدرتمند است(عشقی وعبدالعلی زاده ،۱۳۸۲). الگوریتم ژنتیک تفاوت اساسی بادیگرروشهای جستجووبهینه یابی دارد. در مقایسه بادیگرروشهااین روش به طورهمزمان بامجموعه ای ازنقاط کارمی کند، بنابراین احتمال رسیدن به یک ماکزیمم موضعی کاهش پیدامی نماید.الگوریتم ژنتیک نیازمندیهای خاصی نداشته وبدون توجه به عملکرددرونی مساله به حل مسائل بهینه سازی می پردازند.ساختارالگوریتم ژنتیک این الگوریتم راقادرمی سازدتادریافتن جوابهای بهینه کلی موفق عمل کند.درحالیکه درمدلهای سنتی جستجوازطریق مقایسه بانقاط همجوار انجام یافته وحرکت به سمت نقاط بهینه نسبی صورت می گیرد.جواب بهینه کلی وقتی می تواندبدست آیدکه خواص همگرائی مساله موجب شودهرجواب بهینه کلی نیزباشد.الگوریتم ژنتیک انعطاف پذیری بالائی راجهت تلفیق باتکنیکهای ابتکاری نیز فراهم می سازد وازاین طریق حل کارا و موثر یک مساله را میسر می سازند. نتایج بدست آمده از الگوریتم ژنتیک حاکی ازتوانائی این روش در بهینه سازی فرایندها و فراهم نمودن ابزار قوی درتصمیم گیری است.

جدول ۳- نتایج بهینه سازی سبدسهام متشکل از۷سهم به روش مارکوئیتز

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

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 موردانتظارسبدسهام به ترتیب30.9، 32.75،33.04 درصدمی 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 موردانتظار از اوراق مختلف راتخمین بزندوسپس دراوراق بهاداری که بیشترین بازده موردانتظاررادارندسرمایه گذاری نماید.مارکوئیتزمی گویدکه چنین تصمیمی، غیرعقلائی خواهدبود زیراسرمایه گذارعلاوه بر به حداکثررساندن بازده تاحدممکن خواستارمطمئن بودن بازدهی نیزمی باشد.وی برای توجیه این استدلال خودچنین می گوید: «اگرسرمایه گذاران فقط درپی به حداکثررساندن بازده موردانتظاربودند تنها در یک نوع دارائی که دارای بیشترین بازده موردانتظار است، سرمایه گذاری می کردند». درصورتی که با یک نگاه گذرا می توان مشاهده کردکه سرمایه گذاران صاحب مجموعه ای (پرتفوی) از اوراق بهادارهستند. مارکوئیتز بیان می کند که سرمایه گذاران بایستی تصمیمات مربوطبه پرتفویشان راصرفابرمبنای بازده موردانتظاروانحراف معیاراتخاذنماید.بدین معنی که سرمایه گذار بایستی انحراف معیاربازده موردانتظاراز هر پرتفوی راتخمین بزندوسپس بهترین آنهارابرمبنای این دوپارامترانتخاب 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 FRDOبیشترین 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. درنتیجه باحذف ریسک غیرسیستماتیک ،مهمترین بخش ریسک سبدسهام ریسک سیستماتیک (بازار) باقی خواهد ماند. نوسان پذیری ریسک شرکت ها (غیر از این دو شرکت) باتوجه به جدول ۴بسیار 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 هریک ازسهام تشکیل دهنده سبدسهام متغیری است که درحل روش مارکوئیتز سبد دارایی ها مورداستفاده قرارمی گیرد. دراین جدول محدودیت سرمایه گذاری باعِث کاهش وابستگی ریسک سبدسرمایه گذاری به یک سهم خاص شده که منجربه کاهش ریسک غیرسیستماتیک سبدسرمایه گذاری ودرنتیجه کاهش بازده موردانتظارسرمایه گذاری شده است.

جدول ۴- نتایج بهینه سازی سبدسهام متشکل از۷سهم بامحدودیت حداکثرسرمایه گذاری به روش مارکوئیتز

تست اول: مدل مارکویتز، سبد سهامی متشکل از 7 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
۰,۰۲۴۸Expected Return =		۰,۲۷۵۵Expected Return =		۰,۲۸۲۴Expected Return =	

جدول ۵- نتایج بهینه سازی سبدسهام 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
۰,۱۹۶۲Expected Return = ۰,۰۷۶۷Expected Risk =		۰,۱۲۴۷Expected Return = ۰,۰۳۱۲Expected Risk =		۰,۱۲۲۹Expected Return = ۰,۰۳۲۶Expected Risk =	

ما همچنین مدل شبکه هاپفیلد را مورد ارزیابی قرار داده ایم (جدول ۵). در این روش پیاده سازی تئوری مارکوئیتزباکمک شبکه هاپفیلدصورت می گیرد. 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 ۵ارائه شده، اندازه λ برابر با صفر در نظر گرفته شده است تا هدف بازده بالاتر باشد و سبدی با ۵سهم تشکیل شد.ریسک موردانتظارسبدسهام 0.0767وبازده موردانتطار 19.62 درصدشد.باواردکردن ضریب λ تلاش شدتا هردو معیار ریسک و بازده در تابع هدف گنجانده شودوضمن کمینه نمودن ریسک به بیشینه نمودن بازده پرداخته شود. درحقیقت λ تنهایک پارامتروزن دهی است که مقدارآن دربازده [1,0] تغییرمی کندوتوسط آن میزان ارزش دهی سرمایه گذاربه ریسک یابازده اعمال می گردد.

در Opt_Portfolio_11 این محاسبات برای سبدی 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 وبازده مورد انتظار12.47 درصد شد. در این حالت اعمال محدودیت حداکثر سرمایه گذاری ۲۰ درصدی وافزایش تعدادسهام پرتفوی باعث کاهش ریسک موردانتظار و درنتیجه آن کاهش بازده موردانتظارسبدسهام شده است. در نهایت درسبد Opt_Portfolio_12 پارامتر ریسک گریزی برابر با ۰,۴ در نظر گرفته شد، سبدی دارای ۶ سهم و محدودیت سرمایه گذاری ۲۰ درصد بود. ریسک موردانتظارسبد دارایی ها 0.0326 و بازده موردانتطار 12.29 درصد شد. در این حالت پارامتر ریسک گریزی برابر ۰,۴ منظور شد که باعث کاهش ریسک موردانتظارودرنتیجه کاهش بازده موردانتظارنسبت به سبدسهام قبلی گردید.

نتایج ارائه شده در جدول ۵تحقیق نشان می دهد که افزایش تعداد سهام در سبد بر کاهش ریسک تاثیر گذار می باشد. بعبارتی تنوع بخشی باعث کاهش ریسک غیربازاری و ریسک کل می شود.اعمال محدویت سرمایه گذاری حداکثری درسبدسهام باعث کاهش وابستگی سبد دارایی ها به یک سهام خاص شده ومنجربه کاهش ریسک غیرسیستماتیک می شودودرنتیجه بازده موردانتظار سبدهای مذکورکاهش پیدا می کند. اعمال پارامترریسک گریزی نشان دادکه سرمایه گذاری که پرتفوی باریسک کمترانتخاب می کندبازده کمتری عایدش خواهدشد.

دو روش انتخاب پرتفو فازی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته اند که هدف آن مینیم سازی ریسک نامطلوب در شرایط محدودیت بازده مورد انتظار می باشد. و بر این اساس دو روش انتخاب فازی ارائه گردید که هدف آن حداقل نمودن ریسک نامطلوب می باشد.ریسک نامطلوب به این علت که انحراف نامطلوب رادرنظرمی گیرد و برای توضیح ترجیحات سرمایه گذار واقعی ترمی باشد. همچنین بازده سهام به صورت اعدادفازی بیان می شودوبه منظوربرقراری ارتباط بین محدودیتهاوضرایب تابع هدف میزان رضایتمندی تعریف شده است.در نهایت سبد سهامی بهینه متشکل از ۵ سهم بگونه ای انتخاب می شود 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 سبدسهام براساس بازده ماهیانه به روش فازی p1

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

جدول۷- نتایج بهینه سازی سبدسهام براساس بازده ماهیانه به روش فازی p2

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

با استفاده از نتایج جدول ۶ و۷بهینه سازی مدل فازی P1 و P2 باشرط محدود ساختن حداقل ۲۰ درصد سرمایه گذاری ها درسبدسهام انجام شده است. بر اساس مدل P1 و P2 این نتایج کاملا 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 می دهد که مدل P2 از ریسک پائین تری برخوردار می باشد. براساس روش فازی P1 حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.01 با ریسک متناظر 15.84، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.015 باریسک متناظر0.1683همراه خواهد شد. براساس روش فازی P2 حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.01 با ریسک متناظر 0.1188، و حداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.015 با ریسک متناظر 0.142همراه خواهد شد.

محاسبات نشان می دهند که با تغییر انتظارات بازده سرمایه گذاران درسبدسرمایه گذاری سهام تغییراساسی صورت نمی گیردواین تغییرباتغییروزن سهام شرکتهای موجوددرسبدسرمایه گذاری جبران می شود. نتیجه دیگر اینکه، مدل P2 از ریسک کمتری نسبت به P1 برخوردار می باشد. بر خلاف مدل مارکوییتز، مدل فازی که از توزیع ریسک و بازده بصورت فازی استفاده می کند، دقیق تر می باشد. از آنجا که اطلاعات موثروغیرموثری که دراختیارسرمایه گذارقرارمی گیردازدنیای واقعی وعوامل مبهم درآن به دست می آیدواغلب سرمایه گذاران باکمک تحلیل های آماری به پیشگوئی آینده بازارهای مالی می پردازندبنابراین حتی اگرآنها حجم زیادی ازاطلاعات درزمینه سرمایه گذاری رادراختیارداشته باشندامکان اینکه بتوان توزیع مربوط به هرسرمایه را یک توزیع قطعی درنظرگرفت بسیارکم است.. از بعد مدیریت سرمایه گذاری، توزیع بازده سالیانه نسبت به ماهیانه بهتر می باشد و انتظار بر این است که بتوان به بازده بالاتری دست یافت. نتایج پرتفو بهینه بر اساس بازده سالیانه با مدل فازی درجدول ۸ آمده است.

جدول ۸- نتایج بهینه سازی سبدسهام براساس بازده سالیانه به روش فازی p1

تست اول: مدل فازی P1 بر اساس بازده سالیانه با محدودیت حداکثری							
$\rho = 0.4$		$\rho = 0.3$		$\rho = 0.2$		$\rho = 0.1$	
شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_20)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_19)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_18)	اندازه سهم	شرکت های عضو سبد (Opt_Portfolio_17)	اندازه سهم
RENA	۰,۲۰	RENA	۰,۲۰	RENA	۰,۰۷	SAND	۰,۲۰
SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰	SAND	۰,۲۰	SBEH	۰,۲۰
CHML	۰,۲۰	CHML	۰,۲۰	SBEH	۰,۱۳	SGOS	۰,۲۰
SGOS	۰,۲۰	SGOS	۰,۲۰	CHML	۰,۲۰	INFO	۰,۱۲
PELC	۰,۱۰	PELC	۰,۰۴	SGOS	۰,۲۰	TBAS	۰,۰۸
RSAP	۰,۱۰	RSAP	۰,۱۶	RSAP	۰,۲۰	RSAP	۰,۲۰
۱,۳۲۷۵F1 =		۱,۱۰۸۸F1 =		۰,۰۸۹۵F1 =		۰,۷۰۸۸F1 =	

جدول ۹- نتایج بهینه سازی سبدسهام 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 P1حداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.1 باریسک متناظر 0.7088، وحداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.2 با ریسک متناظر 0.0895، و حداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.3 با ریسک متناظر 1.1088، و حداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.4 با ریسک متناظر 1.3275 همراه خواهدشد. براساس بازده سالیانه به روش فازی P2حداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.1 با ریسک متناظر 0.5702، و حداقل بازده موردانتظار سرمایه گذاری 0.2 با ریسک متناظر0.787، وحداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.3 با ریسک متناظر 1.0256، وحداقل بازده موردانتظارسرمایه گذاری 0.4 با ریسک متناظر 1.337 همراه خواهدشد. نتیجه دیگر اینکه، مدل P2 از ریسک کمتری نسبت به P1 برخوردار می باشد. بر خلاف مدل مارکوییتز، مدل فازی که از توزیع ریسک و بازده بصورت فازی استفاده می کند، دقیق تر می باشد.

گام نهائی فرایند مدیریت سرمایه گذاری ارزیابی عملکردسبدسهام (سبدسرمایه گذاری)است. لیکن می توان ازآن به مثابه یک سازوکاربازخور و کنترلی به منظوراثربخش نمودن روند مدیریت سرمایه گذاری استفاده نمود.به عبارت دیگردرآخرین گام فرایندسرمایه گذاری باید چگونگی عملکرد سبدهای (پرتفوهای) مختلف رامحاسبه وبایکدیگرمقایسه نمائیم.هرسرمایه گذاری بااین موضوع سر و کار دارد زیرا هدف نهائی سرمایه گذاری ،افزایش ثروت مالی یا حداقل حفظ وحمایت ازآن است ودرصورت رضایت بخش نبودن نتایج سرمایه گذاری ،بایدتغییراتی اندیشیده شود.باتوجه به اینکه همه سرمایه گذاران باریسک روبرویند،تکیه صرف بربازده دررارزیابی راهکارهای مختلف سرمایه گذاری کاملاناکافی است.اگرچه همه سرمایه گذاران بازده بالاترراترجیح می دهند،آنهاریسک گریزنیزهستند.برای ارزیابی مناسب عملکرد سبدسرمایه گذاری ،بایدمعین کنیم که آیا بازده به فراخور ریسک انتخابی بالا است؟ اگرمی خواهیم عملکرد را به طور دقیق بسنجیم بایدآن رابرمبنای هم ارز (متناسب) باریسک

ارزیابی کنیم. یکی ازمشکلات اساسی درارزیابی عملکرد، تمایل انسانی به تمرکزبربازده پرتفوی وعدم توجه کامل برریسک متحمل شده برای کسب بازده موردانتظاراست. لذا ارزیابی عملکرد باید شامل شناسایی همزمان ریسک وبازده سرمایه گذاری باشد. در اندازه گیری عملکردسبد دارایی ها (سبدسرمایه گذاری)، سرمایه گذاران بایدهم بازده تحقق یافته وهم ریسک مفروض رادرنظربگیرند.بنابراین به فراخوراینکه چه مقیاس یا تکنیک هائی مورداستفاده قرارمی گیرند پارامترهای خاص هریک بایددرتحلیل لحاظ شوند.رویکردفازی راه حل عملی برای مساله پرتفوی است. روش فازی ازاعدادومجموعه های فازی برای توصیف پدیده های نامشخص استفاده می کند. ازنظریه فازی برای پردازش اطلاعات از پدیده های نامعین استفاده می شود.

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 ۱۳۸۶الی ۱۳۹۵ پرداخته شده است.

برای مقایسه نتیجه ارائه شده از سوی پرتفوهای 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 می شود، درجدول ۱۰ نشان داده شده است.دراین زمینه معیارشارپ یکی ازاستانداردترین معیارها برای اندازه گیری میزان عملکرد یک سبدسهام درحوزه سرمایه گذاری است.معیارشارپ یکی ازبهترین وکارآمدترین روشهاست که مرکزتوجه بسیاری ازتحقیقات درزمینه میزان عملکرد سبدسرمایه گذاری است .ازجمله مزیت های معیارشارپ آن است که می توان آن رامستقیما با کمک یک سری ازاطلاعات حاصل ازبازدهی آتی، مطابق باذهنیت هر سرمایه گذارمحاسبه نمود.

درجدول ۱۰بازده مورد انتظار و ریسک کلیه پرتفو ها نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نرخ بازده بدون ریسک ۱۰درصدفرض شده است. معیارشارپ بازده مازاد پرتفوی یا بازده بالاتر از نرخ بازده بدون ریسک را اندازه گیری می کند که به آن صرف ریسک (پاداش ریسک پذیری) نیزگفته می شود. همانطوری که گفته شد، پرتفویی که دارای نسبت بازده به ریسک بزرگتری باشد، مناسبتر می باشد. این پرتفو شاید بازده کمی داشته باشد اما مطمئن ترین می باشد (با توجه به ریسک گریز بودن سرمایه گذار).هرچه میزان معیارشارپ زیادباشد عملکرد پرتفوی به همان اندازه بهتر خواهد بود.

جدول ۱۰- ارزیابی عملکردسبدسرمایه گذاری سهام پیشنهادی براساس معیارشارپ با$rf=0.1$

$r_F = 0.1\%$	پرتفو	میانگین بازده پرتفو	ریسک پرتفو	نسبت میانگین به ریسک پرتفو(معیارشارپ)
روش مارکویتز 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 مارکویتز 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 مارکویتز 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(معیارشارپ)
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 P2بر 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 دیگرافزایش تعدادشرکتهای موجوددرسبدسرمایه گذاری باعث کاهش ریسک غیرسیستماتیک (غیربازاری) می شود. محدود کردن حد بالای سرمایه گذاری نیز بر قابلیت پرتفو افزوده است واز اتکاسبدسرمایه گذاری به سهام شرکت خاص کاسته است . بعبارت دیگر تنوع بخشی سهام در سبد سرمایه گذاری ومحدودنمودن سرمایه گذاری سهام باعث افزایش نسبت بازده به ریسک می گردد. روش مارکوتیز با ۵ سهم، در مجموع پر ریسک می باشد زیرا شامل ریسک سیستماتیک (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) مناسبتربوده است. نتایج مدل شبکه هاپفیلد نسبت به مدل مارکوییتز بهتر می باشد، چرا که از نسبت متوسط بازده به ریسک بیشتری برخوردار می باشد و اندازه معیارشارپ آن 0.85 است. در بین مدل

های فازی مدل P1 (ماهیانه و سالیانه) با معیارشارپ نسبت به مدل P2 مناسبتر بوده و ریسک بیشتری دارد. در روش فازی P1 بازده ماهیانه با معیارشارپ

1.55، و بازده سالیانه با معیارشارپ 1.94 است، در روش فازی P2 بازده ماهیانه با معیارشارپ 1.02 وبازده 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، FRDO،SHND ، PELC، RINM بهترین پرتفوی مارکویتز، 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 ماهیانه 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 ۱۰می 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:

- بامعرفی تئوری مجموعه های فازی ،دانش ناکافی درموردبازده دارائی وعدم اطمینانی که دررفتاربازارهای مالی وجوددارد،می تواندبه وسیله مقدارهای فازی ویامحدودیتهای فازی بیان شود.بااستفاده ازمنطق فازی مدیران می توانندااطلاعات مفیدی رااستخراج نمایند.وبازده موردانتظاررانه فقط بااستفاده ازداده های تاریخی بلکه بااستفاده ازرفتارهای مالی واقتصادی شرکتهاوهمچنین استراتژ ی کسب وکارآنان تخمین بزنند.تئوی فازی یک ابزارقوی است که درتوصیف یک محیط نامعین ،زمانی که ابهام وگنگی دربازارمالی اززوایای متفاوتی مشاهده می شودبکارمی رود. هدف از روش انتخاب فازی پرتفوی دراین تحقیق ،حداقل نمودن ریسک نامطلوب وریسک زیان سرمایه گذاری درحضورمحدودیت بازده موردانتظار می باشد. همچنین بازده سهام به صورت اعدادفازی بیان می شودوبه منظوربرقراری ارتباط بین محدودیت ها وضرایب، به عنوان تابعی از هدف میزان رضایت سرمایه گذاران تعریف شده است.وبراساس رابطه بازدهی وریسک نامطلوب به تدوین رفتارسرمایه گذاروانتخاب سبدسهام 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 مارکوئیتز با مدل شبکه عصبی هاپفیلدصورت می گیرد. 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 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 ازالگوریتم ژنتیک حاکی ازتوانایی این روش دربهینه سازی فرایندهاوفراهم نمودن ابزارقوی درتصمیم گیری است.وانعطاف پذیری بالایی راجهت تلفیق باتکنیکهای ابتکاری نیزفراهم می شودوازاین طریق حل کاراوموثر مساله انتخاب سبدسهام رامیسرمی سازد.
- افزایش تعدادشرکتهای موجوددرسبدسرمایه گذاری باعث کاهش ریسک غیرسیستماتیک (غیربازاری) می شود. ومحدود کردن حد بالای سرمایه گذاری نیز بر قابلیت پرتفو افزوده است واز اتکاسبدسرمایه گذاری به سهام شرکت خاص می کاهد . بعبارت دیگر تنوع بخشی سهام در سبد سرمایه گذاری ومحدودنمودن سرمایه گذاری سهام باعث افزایش نسبت بازده به ریسک می گردد.
- ارزیابی عملکردسبدسرمایه گذاری سهام پیشنهادی براساس معیارشاپ نشان دادکه بازده سرمایه گذاری مدلهای فازی بیشترازشبکه عصبی هاپفیلداست وهمانندتحقیقات پیشین ،بازده سرمایه گذاری شبکه عصبی هاپفیلدبیشترازمدل مارکویتزکه ازمیانگین تاریخی بازده هابه عنوان بازده موردانتظارهرسهم استفاده می کنداست.
- هماننداکثرتحقیقات پیشین، نتایج این پژوهش نشان دادکه نظریه فازی باارائه روشی کارا،اقدام به پشتیبانی ازتصمیم گیری سرمایه گذاری درانتخاب پرتفوی بهینه می نمایدوتشکیل سبدسهام بهینه بااستفاده ازمدلهای فازی وشبکه عصبی سودآوری بالاتری رابرای سرمایه گذاران فراهم می نماید.ودر این تحقیق سعی برآن بودمدلی کاراترازمدلهای مورداستفاده موجودبرای انتخاب سبدسهام موردبررسی قراردهد.
- نتایج این تحقیق بیانگرکارائی بیشترمدلهای ارائه شده دراین تحقیق می باشدوبرای سرمایه گذاران بورس اوراق بهادارکه درسطح معینی ازریسک به دنبال کسب بازده بیشتری هستند،پیشنهادمی گرددسبدسرمایه گذاری رابراساس مدلهای ارائه شده دراین 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 ، شماره۳۶، صص۲۳-۵۱ .
* 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، شماره۳۰،صص ۳۳-۵۳ .

* خنجرپناه ،حسین ؛ پیشوایی، میرسامان؛جبارزاده ، آرمین (۱۳۹۵). رویکرد فازی در بهینه سازی سبد سهام بورس اوراق بهادار با محدودیت های منعطف، تحقیق درعملیات درکاربردهای آن،سال ۱۳،شماره ۵۱،صص ۳۹-۵۴.
* رضا، راعی؛ احمد، تلنگی (۱۳۸۳). مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته، تهران، سازمان مطالعه وتدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها(سمت)،چاپ اول.
* سینایی، حسنعلی (۱۳۷۳). سنجش کارایی دربورس اوراق بهادارتهران، تحقیقات مالی، سال اول، شماره ۲،صص ۴۶-۷۰ .
* فدایی نژاد، اسماعیل (۱۳۷۳). آزمون شکل ضعیف نظریه بازارکارای سرمایه دربورس اوراق بهادارتهران، تحقیقات مالی، سال دوم، شماره ۵و۶،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؛ تقی زاده، رسول (۱۳۸۹). روش رتبه بندی فازی برای انتخاب پورتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران، مطالعات مدیریت صنعتی،سال۸، شماره۱۹،صص ۱۲۵-۱۴۶ .
* کاظمی میان گسکری، مینا؛ یاکیده، کیخسرو؛ قلی زاده،محمدحسن (۱۳۹۶). بهینه یابی سبد سهام (کاربرد مدل ارزش درمعرض ریسک بر روی کارایی متقاطع)، راهبرد مدیریت مالی،سال ۵،شماره ۱۷،صص۱۵۹-۱۸۳.
* محمداسماعیل ، فدائی نژاد؛ حمید، بنائیان(۱۳۹۰) .توازن مجدد راهبردی سبد دارایی های سرمایه گذاری، فصلنامه مطالعات مدیریت راهبردی،سال۲ ،شماره۷،صص ۵۸-۳۷ .
* مرادزاده فرد،مهدی (۱۳۹۵). توانایی مدیریتی، کارآیی سرمایه گذاری و ریسک سقوط آتی قیمت سهام، مطالعات تجربی حسابداری مالی،سال ۱۳، شماره۵۰،صص ۳۳-۶۴ .
* هیبتی، فرشاد؛رهنمای رودپشتی، فریدون؛ افشارکاظمی، محمدعلی؛ عبیری،امیرحسین (۱۳۹۰). ارزیابی مدل گزینش سبد سهام با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، آنالیز رابطه‌ای خاکستری (GRA)و برنامه‌ریزی آرمانی(GP) ، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار،سال۲،شماره۶،صص۱۰۷-۱۳۷.

* 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.
* Inuiguchi, 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
١٤-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