

ارائه یک مدل چند هدفه فازی برای بهینه‌سازی سبد سهامداران با استفاده از الگوریتم ژنتیک

رضا احتشام رائی^۱، الهام با حقیقت^۲

چکیده:

هدف تحقیق حاضر ارائه یک مدل چند هدفه فازی برای بهینه‌سازی سبد سهامداران با استفاده از رویکرد الگوریتم ژنتیک است. برای دستیابی به این هدف یک مدل بهینه‌سازی سبد سهامداران با یازده تابع هدف حداکثرسازی ROA ، حداکثرسازی ROE ، حداکثرسازی حاشیه سود خالص ، حداکثرسازی حاشیه سود عملیاتی، حداکثرسازی سود هر سهم (EPS) ، حداکثرسازی نسبت قیمت به درآمد هر سهم (P/E) ، حداکثرسازی نرخ رشد درآمدها ، حداکثرسازی نرخ رشد سود خالص ، حداکثرسازی نرخ رشد سود هر سهم و حداقل‌سازی ریسک تجاری و ریسک مالی و شش محدودیت طراحی گردید. در این تحقیق برای تعیین وزن فازی اهداف از رویکرد AHP فازی استفاده شده و با

۱ . دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد قزوین ، گروه مدیریت ، قزوین ، ایران. (نویسنده مسول) rezaehteshamrasi@gmail.com

۲ . دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین ، گروه حسابداری ، قزوین ، ایران

توجه به اوزان فازی بدست آمده از خروجی روش AHP از روش خیمنز برای در نظر گرفتن مقادیر فازی در مدل استفاده گردید. در نهایت برای حل و بهینه‌سازی مدل پیشنهادی با توجه به NP Hard بودن آن از الگوریتم ژنتیک استفاده گردید و بدین منظور از جعبه ابزار توسعه داده شده در نرم افزار مطلب ۲۰۱۶ استفاده شد. مدل پیشنهادی در این تحقیق بر روی ۳۰ شرکت پذیرفته شده در بورس تهران پیاده‌سازی و برای مقادیر مختلف آلفا در روش خیمنز ، سبد بهینه سهام مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی : سبد سهام، بهینه سازی ، مدل چند هدفه ، فازی ، الگوریتم ژنتیک

مقدمه :

همواره وجود یک بازار سرمایه فعال و پر رونق به عنوان یکی از نشانه‌های توسعه یافتگی کشورها در سطح بین‌المللی شناخته می‌شود. در کشورهای توسعه یافته ، اکثر سرمایه‌گذاری‌ها از طریق بازارهای مالی انجام می‌پذیرد و مشارکت فعال افراد جامعه در بورس ، متضمن حیات بازار سرمایه و توسعه کشور است. عمده‌ترین مساله که سرمایه‌گذاران در این بازارها با آن مواجه هستند ، تصمیم‌گیری جهت انتخاب اوراق بهادار مناسب برای سرمایه‌گذاری و تشکیل سبد بهینه سهام است. فرآیند سرمایه‌گذاری در یک حالت منسجم ، مستلزم تجزیه و تحلیل ماهیت اصلی تصمیمات سرمایه‌گذاری است. در این حالت فعالیت‌های مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری تجزیه شده و عوامل مهم در محیط فعالیت سرمایه‌گذاران که بر روی تصمیمات آنها تاثیر می‌گذارد ، مورد بررسی قرار می‌گیرد. (تهرانی، ۱۳۸۷)

انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه ، یکی از مهمترین مسائل در حوزه علوم مالی است که در آن تلاش می‌شود سرمایه مشخصی را به نحوی بین دارایی‌ها توزیع کرد تا به هدف یا اهداف خاصی دست پیدا کرد. (جعفری و همکاران، ۱۳۹۳) در این راستا همه روزه تلاش‌های گسترده‌ای برای بهبود روش‌های

بررسی و تحلیل سهام در بازارهای مالی دنیا صورت می‌گیرد. تلاش در جهت بهبود روش‌های تجزیه و تحلیل سهام ، به ویژه در بازارهایی که شمار سهام در آنها بسیار بالاست ، منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی گردیده که در کنار روش‌های گذشته در صدد یافتن پاسخی برای میل به حداکثرسازی سود فرد در بازارهای مالی می‌باشند. به هر صورت روش‌های مزبور نتوانسته‌اند خود را با شرایط بازار سرمایه در ایران وفق داده و تاثیر بسزایی در انتخاب سرمایه‌گذاران داشته باشند. از سوی دیگر شفاف‌سازی‌های به عمل آمده در چند سال اخیر در بورس اوراق بهادار منجر به دسترسی به حجم زیادی از اطلاعات تخصصی گردیده است. بکارگیری مناسب از این اطلاعات برای افراد عادی امکان پذیر نبوده و نیاز به استفاده از نظرات خبرگان مالی دارد. ، وجود اطلاعات فراوان و عوامل تاثیرگذار دیگر، تصمیم‌گیری فردی جهت انتخاب سبد سهام مناسب را به موضوعی سخت مبدل ساخته است ، تا آنجا که اغلب افراد معیار خود جهت تصمیم‌گیری در مورد انتخاب سهام را به میزان حجم صف‌های خرید و فروش ، اخبار و شایعات شنیده شده در بازار و مسائلی از این دست تقلیل داده‌اند. چگونگی اداره این حجم انبوه از اطلاعات و استفاده موثر از آنها در بهبود تصمیم‌گیری از موضوعات بحث برانگیز است. (امیری و همکاران ، ۱۳۸۹) این تحقیق بدنبال پیشنهاد مدلی است تا بتواند حجم انبوه اطلاعات مربوط به شرکت‌های مختلف را تجزیه ، تحلیل و خلاصه نموده و به تصمیم‌گیری در انتخاب سهام مناسب برای اکثر سرمایه‌گذاران کمک نماید. با توجه به موارد مذکور هدف تحقیق حاضر ، ارائه‌ی مدل چند هدفه فازی برای بهینه‌سازی سبد سهامداران و کمک به تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران در مورد خرید سهام در بورس اوراق بهادار است. منظور از تصمیم‌گیری ، انتخاب بهترین و منطقی‌ترین گزینه از کلیه گزینه‌های ممکن است. تصمیماتی که سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار برای گزینش سهام می‌گیرند بر عواملی مانند سود هر سهم ، نقد شوندگی ، روند بازار (روند قیمت سهام) ، نسبت قیمت به سود و ... مبتنی است. مسئله اساسی در این تحقیق درک این مطلب است که معیارهای موثر بر تصمیم‌گیری در بهینه‌سازی سبد سهامداران از دیدگاه خبرگان بورس چه می‌باشد؟ روابط این معیارها و نحوه تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر به چه شکل است؟ اولویت بندی عوامل مهم در انتخاب سهام در بازار سرمایه از نظر سرمایه‌گذاران در بورس به چه ترتیبی است؟ و در نهایت چگونه گزینه‌های مختلف سهام شرکت‌ها در برابر این معیارهای وزین شده ، رتبه‌بندی و انتخاب می‌گردند؟

جنبه نوآوری این تحقیق نسبت به مطالعات گذشته در این است که پس از ارائه مدل چند هدفه به دلیل وجود اهداف متفاوت از رویکرد AHP فازی برای محاسبه اوزان هر یک از اهداف استفاده و از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی سبد سهامداران بهره برداری شده است.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه تحقیق

برزیده و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای با عنوان چارچوب طراحی سبد سهام با استفاده از روش دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای به ارائه‌ی یک مدل مناسب جهت طراحی سبد سهام پرداختند. در این تحقیق به منظور رتبه بندی معیارها و تعیین روابط موجود میان آنها از تکنیک دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده نموده‌اند. داده‌های مربوط به این بخش از طریق پرسشنامه از مدیران صندوق سرمایه-گذاری پاسخ داده شد. لازم به ذکر است که معیارهای شناسایی شده در این تحقیق عبارت بودند از ریسک ، رشد ، سودآوری ، مدیریت دارایی ، سنجه قدرت نسبی ، میانگین متحرک همگرایی- واگرایی ، حجم مبادلات و سرمایه‌گذاران نهادی. پس از مشخص شدن روابط و وزن معیارها ، در این تحقیق ۵۰ شرکت که از لحاظ نقدینگی جزو ۵۰ شرکت برتر بورس در طی سال‌های ۸۵ تا ۸۹ بوده‌اند را انتخاب و معیارهای مورد مطالعه برای این شرکت را محاسبه و به وسیله روش تاپسیس شرکت‌ها را رتبه بندی نموده و با استفاده از ۳۰ شرکت اول سبد سهامی را تشکیل دادند. در ادامه در این تحقیق بازدهی سهام ، ۳۰ سهمی پیشنهادی با میانگین بازدهی سبد ۵۰ سهمی مقایسه و با استفاده از شاخص شارپ نشان داده‌اند که مدل پیشنهادی به نحوی می‌تواند تکمیل کننده نظرات تصمیم‌گیرندگان در طراحی سبد سهام مورد نظرشان باشد. امیری و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود با نام انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره از ۴ دسته معیار که عبارتند از: خوشه سودآوری (که شامل معیارهای بازده دارایی‌ها ، بازده حقوق صاحبان سهام ، حاشیه سود خالص ، حاشیه سود عملیاتی ، سود هر سهم (EPS) ، خوشه رشد که شامل (نرخ رشد درآمدها ، نرخ رشد سود خالص ، نرخ رشد سود هر سهم و نرخ رشد پایدار) ، خوشه ریسک که شامل (ریسک تجاری ، ریسک مالی ، ریسک سیستماتیک (بتا) و خوشه بازار که شامل نسبت ارزش بازار به دفتری ، نسبت قیمت به درآمدها و نسبت سود تقسیمی استفاده نمودند. آنها با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای وزن معیارها را محاسبه نموده و با استفاده از روش تاپسیس به رتبه‌بندی شرکت‌ها پرداخته و با استفاده از روش الگوریتم ممتیک سبد سهام بهینه را بدست آوردند.

لشگری ا و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با استفاده از AHP فازی برای انتخاب سبد سهام از رویکرد سلسله مراتب فازی برای انتخاب سبد بهینه استفاده نموده است. در این تحقیق معیارهای انتخاب سهام شامل معیارهای اقتصادی ، تکنولوژی ، سیاسی ، سودآوری و کیفیت می‌باشد. چن ا و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان ترکیب رویکرد AHP و تاپسیس فازی برای انتخاب سبد سهام با استفاده از رویکرد AHP فازی برای اولویت بندی معیارهای تصمیم‌گیری و همچنین با استفاده از روش تاپسیس برای انتخاب بهترین گزینه‌ها اقدام به انتخاب سبد بهینه سهام می‌نمایند. مطابق این

تحقیق معیارهای تصمیم‌گیری انتخاب سبد بهینه سهام عبارت است از شاخص‌های مالی سهام (رشد بازار ، توانایی پرداخت بدهی ، جریان نقدی ، ظرفیت کسب و کار ، قدرت کسب درآمد) ، شاخص‌های چشم‌انداز صنعت (شاخص تمایلات صنعت ، شاخص انتظارات کارآفرینان) و همچنین شاخص ارزش سهام می‌باشد. لی و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای تحت عنوان سرمایه‌گذاری استراتژیک مالی با استفاده از روش دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای داشتند. ابعاد این تحقیق شامل سه دسته‌بندی بنیادی ، تکنیکال و نهادی بوده است. نتایج تجربی نشان داد که تجزیه و تحلیل بنیادی ، تجزیه و تحلیل تکنیکال و نهادی همگی دارای رابطه‌ای متقابل و خود بازخورد است. متغیرهای بنیادی شامل ریسک ، رشد ، سودآوری و مدیریت دارایی‌ها بوده است. متغیرهای تکنیکال شامل شاخص سنج قدرت نسبی ، میانگین متحرک و میانگین متحرک همگرایی و واگرایی بوده است. بعد تجزیه و تحلیل نهادی نیز شامل متغیرهای حجم مبادلات و سرمایه‌گذاران نهادی بوده است. ادریسینگ I^2 و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی تحت عنوان انتخاب سهام بر اساس شاخص قدرت مالی به بکارگیری تحلیل پوششی داده‌ها از یک سری نسبت‌های مالی به منظور تخمین قدرت مالی شرکت‌ها و همبستگی این معیارها با بازده واقعی سهام استفاده نمودند. نسبت‌های مالی بکار گرفته شده در این تحقیق در ۶ دسته قرار گرفته که در برگیرنده معیارهای سودآوری (شامل بازده سرمایه ، بازده دارایی‌ها ، حاشیه سود خالص و سود هر سهم) ، معیارهای کارایی عملیاتی شامل (گردش حساب‌های دریافتی ، گردش موجودی کالا، گردش دارایی‌ها) ، معیارهای نقدینگی (شامل نسبت جاری ، نسبت آنی و نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام) ، معیارهای اهرمی (شامل نسبت اهرمی ، نسبت کل بدهی به کل دارایی و نسبت بدهی کل به حقوق صاحبان سهام) ، معیارهای چشم انداز شرکت (شامل نسبت قیمت به درآمد و نسبت ارزش بازار به دفتری) و معیارهای رشد (شامل نرخ رشد درآمدها ، نرخ رشد سود خالص و نرخ رشد سود هر سهم) می‌باشند. لی I^2 و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی تحت عنوان ترکیب تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) برای انتخاب سهام بر اساس دیدگاه مدل گوردون ، معیارهای موثر بر قیمت سهام را شناسایی کردند. آنها در این تحقیق معیارهای موثر بر سه عنصر کلیدی مدل گوردون را با توجه به مرور ادبیات تحقیق استخراج نمودند. معیارهای موثر بر سه معیار اصلی مدل گوردون (سود سهام پیش بینی شده ، نرخ تنزیل و نرخ رشد) شامل چشم انداز صنعت ، درآمدها ، جریان نقد عملیاتی ، نسبت پرداخت سود ، بتای بازار ، بازده بدون ریسک ، نرخ رشد درآمدها و نرخ رشد سود تقسیمی می‌شدند. ساماراس V (۲۰۰۸) با استفاده از یک روش چند معیاره و مطابق با سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری به ارزیابی سهام شرکت‌های موجود در بورس اوراق بهادار آتن پرداخت. این روش بر اساس نسبت‌های تحلیل بنیادین می‌باشد و از روش یو تی ای استار VI به منظور طبقه‌بندی سهام ، از بهترین به بدترین

و لحاظ کردن قدرت ریسک پذیری سرمایه‌گذار بهره می‌برد. جانسون (Vi i) و همکاران (۲۰۰۳) در مقاله‌ای تحت عنوان شاخص‌های شرکت‌های موفق به بررسی معیارهای تعیین کننده موفقیت پرداختند. آنها در این مقاله به ۱۰ شاخص به عنوان شاخص‌های موفقیت شرکت اشاره می‌کنند. این شاخص‌ها شامل ارزش بازار به دفتری ، اندازه ، نرخ رشد پایدار ، بازده دارایی‌ها ، ساختار سرمایه ، نقد شوندگی ، دوره گردش وجه نقد ، تغییرپذیری درآمدها ، مخارج تحقیق و توسعه و مخارج تبلیغات می‌شود.

سوال تحقیق

سوال اصلی این تحقیق عبارتست از:

چگونه می‌توان یک مدل چند هدفه برای بهینه‌سازی سبد سهامداران با استفاده از رویکرد الگوریتم ژنتیک در شرایط عدم قطعیت ارائه نمود؟

سوال‌های فرعی نیز به شرح ذیل عبارتست از :

تابع اهداف موثر بر بهینه‌سازی سبد سهام چه می‌باشد؟

اولویت اهداف موثر بر بهینه‌سازی سبد سهام چه می‌باشد؟

بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک چگونه است؟

روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق از لحاظ نوع هدف ، جزو پژوهش‌های کاربردی به حساب می‌آید زیرا این پژوهش ، تئوری‌های آزموده شده در جوامع دیگر را برای شناسایی و حل مسائل در جامعه‌ی آماری خود بررسی و تجزیه و تحلیل کرده و روش انجام این تحقیق نیز توصیفی - پیمایشی است. همچنین این پژوهش از نوع پژوهش‌های مقطعی است که در آن داده‌ها در طی یک دوره مشخص جمع‌آوری می‌شوند. در این تحقیق جهت بهینه‌سازی سبد سهام از الگوریتم ژنتیک و نیز جهت تعیین وزن اهداف در مدل بهینه‌سازی سبد سهام از رویکرد AHP فازی استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار اکسل و مطلب ۲۰۱۶ استفاده می‌گردد.

مدل‌سازی ریاضی

در این تحقیق به منظور مدل‌سازی ریاضی (تعریف متغیرها ، پارمترها و اهداف) از ادبیات نظری ، مصاحبه با خبرگان و کارشناسان مالی استفاده گردید. در این تحقیق از رویکرد برنامه‌ریزی سازشی

جهت مدل چندهدفه بهینه سازی استفاده می شود. به منظور پیاده سازی و تشریح مدل پیشنهادی از یک مثال عددی پیرامون انتخاب سبد سهام بهینه از بازار سهام ایران ارائه می شود. در این مثال از داده های روزانه مربوط به ۳۰ شاخص سهام مبادله شده در بازار سهام ایران استفاده شده است. همچنین جهت انتخاب سبد بهینه از ۱۱ هدف متضاد استفاده می گردد. در مدل این تحقیق اهداف زیر در نظر گرفته می شوند:

۱. تابع هدف خطی اول $(\sum_{j=1}^{30} ROA_j X_j)$ ، مربوط به نرخ بازده دارایی هاست. ROA_j بازده دارایی سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.
۲. تابع هدف خطی دوم $(\sum_{j=1}^{30} ROE_j X_j)$ ، مربوط به بازده حقوق صاحبان سهام است. ROE_j بازده حقوق صاحبان سهام ، سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.
۳. تابع هدف خطی سوم $(\sum_{j=1}^{30} NPM_j X_j)$ ، مربوط به حاشیه سود خالص است. NPM_j حاشیه سود خالص ، سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.
۴. تابع هدف خطی چهارم $(\sum_{j=1}^{30} OPM_j X_j)$ ، مربوط به حاشیه سود عملیاتی است. OPM_j حاشیه سود عملیاتی ، سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.
۵. تابع هدف خطی پنجم $(\sum_{j=1}^{30} EPS_j X_j)$ ، مربوط به سود هر سهم است. EPS_j سود هر سهم سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.
۶. تابع هدف خطی ششم $(\sum_{j=1}^{30} P/E_j X_j)$ ، مربوط به نسبت قیمت به درآمد هر سهم است. P/E_j ، نسبت قیمت به درآمد هر سهم ، سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.
۷. تابع هدف خطی هفتم $(\sum_{j=1}^{30} IGR_j X_j)$ ، مربوط به نرخ رشد درآمدها است. IGR_j نرخ رشد درآمدها ، سهام j ام در آخرین دوره مطالعه نسبت به دوره قبل خود است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.
۸. تابع هدف خطی هشتم $(\sum_{j=1}^{30} NPGR_j X_j)$ ، مربوط به نرخ رشد درآمدها است. $NPGR_j$ ، نرخ رشد سود خالص سهام j ام در آخرین دوره مطالعه نسبت به دوره قبل خود است. هدف در این تابع ، ماکزیمم کردن تابع هدف است.

۹. تابع هدف خطی نهم $(\sum_{j=1}^{30} PGR_j X_j)$ ، مربوط به نرخ رشد سود هر سهم است. PGR_j ، نرخ رشد سود هر سهم سهام j ام در آخرین دوره مطالعه نسبت به دوره قبل خود است. هدف در این تابع، ماکزیمم کردن تابع هدف است.

۱۰. تابع هدف خطی دهم $(\sum_{j=1}^{30} BR_j X_j)$ ، مربوط به ریسک تجاری است. BR_j ، ریسک تجاری سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع، مینیمم کردن تابع هدف است.

۱۱. تابع هدف خطی یازدهم $(\sum_{j=1}^{30} FR_j X_j)$ ، مربوط به ریسک مالی است. FR_j ، ریسک مالی سهام j ام در آخرین دوره مطالعه است. هدف در این تابع، مینیمم کردن تابع هدف است.

با توجه به اینکه در این مساله چندین تابع هدف داریم، لذا باید از روش‌های حل مسائل چند هدفه برای حل مدل استفاده کنیم. برای حل مساله با الگوریتم دقیق از روش وزن‌دهی استفاده می‌کنیم. در این روش با توجه به اینکه توابع هدف مورد بررسی واحدهای مختلف دارند، نرمال‌سازی برای بی‌مقیاس‌سازی آنها استفاده می‌شود. در نرمال‌سازی اهداف برای هر کدام از اهداف یک حل ایده آل و یک حل حزیض $vi \ i \ i$ تعریف می‌کنیم. حل ایده آل یک تابع هدف در حقیقت بهترین مقدار ممکن آن تابع هدف در فضای حل، بدون در نظر گرفتن اهداف دیگر می‌باشد (جواب ایده آل باید محدودیت-های مساله را برقرار کند) فرض می‌کنیم مقدار متغیرها در حل ایده آل تابع هدف A_m به صورت x_i^* باشد، در این صورت در یک مساله با اهدافی به صورت مینیمم‌سازی حل حزیض تابع هدف A به صورت زیر تعیین می‌شود:

(۱)

$$x_i^{nadir} = \max_j f_i(x_j^*)$$

در صورتی که برای همه توابع هدف حل ایده آل با حل حزیض برابر بود، بدین معنی است که اهداف با یکدیگر سازگار می‌باشند و به عبارتی بهینه کردن یکی از آنها منجر به بهینه شدن بقیه آنها می‌شود. از این شرط برای برقراری سازگاری بین اهداف استفاده می‌کنیم. در صورتی که اهداف سازگار نباشند از روش وزن‌دهی با نرمال کردن اهداف استفاده خواهیم کرد. در این روش تابع هدف مساله یک مجموع وزن دار از نرمال شده توابع هدف به صورت زیر می‌باشد:

$$Z = \sum_i w_i \cdot \frac{f_i(x) - f_i(x_i^*)}{f_i(x_i^{nadir}) - f_i(x_i^*)} \quad (۲)$$

این رویکرد در مقاله مارلر و آرورا (Xia و ۲۰۰۵) استفاده شده و محدودیت‌های مدل شامل مشخص کردن درصد سرمایه‌گذاری در هر کدام از بخش‌های بازار سهام است. در این تحقیق داده‌های انتخاب شده سهام شامل ۳ سهام مربوط به سرمایه‌گذاری در بخش خودروسازی، ۲ سهام مربوط به سرمایه‌گذاری در بخش بانک، ۲ سهام مربوط به سرمایه‌گذاری در بخش سیمان، ۷ سهام مربوط به بخش سرمایه‌گذاری در شرکت‌های دارویی و ۱۶ سهام مربوط به سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌ها است. از این رو اگر به ترتیب سهام‌های بخش‌ها را با اندیس ۱ تا ۳۰ نشان دهیم، متنوع‌سازی در سبد را با سرمایه‌گذاری به میزان ۲۰ درصد در بخش خودرو، ۲۰ درصد در بانک، ۲۰ درصد در سیمان، ۲۰ درصد در بخش شرکت‌های دارویی و ۲۰ درصد در سایر بخش‌ها مدل‌سازی می‌نمائیم. محدودیت‌هایی که بدین منظور به مدل اضافه می‌گردد، به صورت زیر است:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0.2 \quad (۳)$$

$$x_4 + x_5 = 0.2 \quad (۴)$$

$$x_6 + x_7 = 0.2 \quad (۵)$$

$$x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 0.2 \quad (۶)$$

$$x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{30} = 0.2 \quad (۷)$$

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad \forall i \quad (۸)$$

تعیین وزن اهداف با رویکرد AHP فازی

قبل از حل مدل بایستی با رویکردهای مناسب همانند AHP وزن هر یک از اهداف را محاسبه نمود. در این تحقیق از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) برای تعیین وزن اهداف استفاده می‌شود. این رویکرد شامل گام‌های زیر است:

گام اول. مقایسه زوجی اهداف فرعی و معیارهای انتخاب سبد سهام بهینه: در این بخش با استفاده از روش فرآیند سلسله مراتب فازی اقدام به تعیین اولویت و وزن اهداف بهینه‌سازی سبد سهام می‌-

نمایم. به منظور دستیابی به وزن اهداف اصلی و فرعی ، پرسشنامه‌های مقایسه‌های زوجی طراحی و بین ۱۲ نفر از خبرگان مورد مطالعه توزیع گردید. با توجه به رویکرد فازی در این پژوهش ، از عبارات کلامی و اعداد فازی مندرج در جدول (۱) استفاده گردید.

گام دوم. تجمیع نظرات خبرگان : بدلیل قابلیت بالای اعداد فازی در شبیه‌سازی روند تصمیم‌گیری در ذهن انسان، از متغیرهای زبانی قابل تبدیل به اعداد فازی مثلثی برای تبدیل پاسخ‌های کیفی خبرگان به مقادیر کمی استفاده نمودیم. در این تحقیق از میانگین هندسی نظرات افراد برای بدست آوردن ترکیب نظرات افراد و بدست آوردن جداول نهایی مقایسه‌های زوجی استفاده شده است. جدول (۲) میانگین هندسی نظرات خبرگان موضوع به صورت فازی در خصوص اهمیت اهداف اصلی می‌باشد. سوم. غیرفازی کردن ماتریس اجماع نظرات خبرگان و محاسبه نرخ سازگاری: پس از تجمیع نظر خبرگان با استفاده از روش میانگین هندسی ، ماتریس نهایی را غیر فازی نموده و به اعداد قطعی تبدیل می‌نمائیم و بعد نوبت به بررسی سازگاری پاسخ‌های تجمیع شده می‌رسد. بعد از جمع آوری پرسشنامه مقایسه‌های زوجی در ابتدا بایستی نرخ ناسازگاری پاسخ‌های هر خبره را محاسبه و در صورت مناسب بودن آن (کوچکتر و یا مساوی ۰/۱) از نظرات آن افراد برای وزن‌دهی ابعاد اصلی و فرعی مدل استفاده نمود. با توجه به اینکه در این تحقیق از اعداد فازی برای مقایسه زوجی ابعاد اصلی مدل بهره برده شده است. برای بررسی سازگاری دو ماتریس (عدد میانی و حدود عدد فازی) از هر ماتریس فازی مشتق و سپس سازگاری هر ماتریس بر اساس روش ساعتی محاسبه شود. لازم به ذکر است که با محاسبه نرخ ناسازگاری برای ۱۲ پرسشنامه پُر شده تعداد ۲ عدد از پرسشنامه‌ها با توجه به بالا بودن نرخ ناسازگاری از دور خارج شده و بنابراین برای تعیین اولویت از میانگین هندسی پاسخ‌های ۱۰ پرسشنامه با نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ استفاده گردید.

گام چهارم. محاسبه وزن‌های اجماع مقایسه‌های زوجی خبرگان: پس از اطمینان از سازگاری اجماع پاسخ‌های خبرگان ، ماتریس نهایی با اعداد فازی که سازگاری آن در قسمت قبل بررسی گردید ، مبنای محاسبه وزن اهداف فرعی و معیارهای انتخاب سبد بهینه سهام قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که وزن‌های مورد نظر در این تحقیق با رویکرد الگوی بهبود یافته مقایسات زوجی فازی (میانگین هندسی) محاسبه می‌گردد.

جدول ۱- اعداد فازی برای محاسبه اوزان

کد	عبارات کلامی	عدد فازی
1	یکسان (ترجیح برابر)	(1,1,1)
2	کمی مهمتر (ترجیح کم)	(1,3,5)
3	مهمتر (ترجیح زیاد)	(3,5,7)
4	خیلی مهم تر (ترجیح خیلی زیاد)	(5,7,9)
5	فوق العاده مهم تر (ترجیح کاملا زیاد)	(7,9,9)

جدول ۲- میانگین هندسی نظرات در خصوص اهداف اصلی

	سودآوری	ارزش گذاری	رشد	ریسک
سودآوری	(1,1,1)	(1,1.93,2.63)	(1.93,4.08,6.12)	(2.95,5.16,7.24)
ارزش گذاری	(0.38,0.52,1)	(1,1,1)	(1.25,2.67,3.88)	(1.93,3.27,4.43)
رشد	(0.16,0.25,0.52)	(0.26,0.37,0.80)	(1,1,1)	(1,1.93,2.63)
ریسک	(0.14,0.19,0.34)	(0.23,0.31,0.52)	(0.38,0.52,1)	(1,1,1)

در ادامه این تحقیق جهت محاسبه وزن فازی اهداف اصلی از رویکرد تقریبی میانگین هندسی برای هر یک از حدهای بالا و پایین و میانی استفاده می‌نمایم. وزن فازی اهداف اصلی در بهینه‌سازی سبد سهام به شرح زیر است:

جدول ۳- وزن نهایی فازی اهداف اصلی

اهداف اصلی	وزن در حالت فازی	وزن در حالت قطعی
سودآوری	(0.346 , 0.500, 0.567)	0.478
ارزش گذاری	(0.276,0.289,0.294)	0.292
رشد	(0.1,0.129,0.189)	0.137
ریسک	(0.057,0.082,0.153)	0.093

جدول (۴) میانگین هندسی نظرات خبرگان موضوع به صورت فازی در خصوص اهمیت اهداف سودآوری است.

جدول ۴- میانگین هندسی نظرات خبرگان در خصوص اهداف سودآوری

	ROA	ROE	حاشیه سود خالص	حاشیه سود عملیاتی
ROA	(1,1,1)	(0.20, 0.33,1)	(0.13,0.17,0.26)	(0.17,0.26,0.58)
ROE	(1,3,5)	(1,1,1)	(0.17,0.26,0.58)	(1,0.58,0.45)
حاشیه سود خالص	(3.87,5.92,7.94)	(1.37,3.87,5.92)	(1,1,1)	(1,3,5)
حاشیه سود عملیاتی	(1.37,3.87,5.92)	(1,1.73,2.24)	(0.20,0.33,1)	(1,1,1)

وزن نسبی فازی اهداف سودآوری در مدل بهینه سازی سبد سهام به شرح زیر است:

جدول ۵- وزن نهایی فازی اهداف فرعی سودآوری

اهداف اصلی	وزن در حالت فازی	وزن در حالت قطعی
ROA	(0.041,0.066,0.146)	0.080
ROE	(0.126,0.155,0.205)	0.160
حاشیه سود خالص	(0.379,0.547,0.628)	0.525
حاشیه سود عملیاتی	(0.205,0.232,0.270)	0.235

در ادامه به مانند سودآوری ، میانگین هندسی و وزن نهایی اهداف فرعی دیگری مانند ارزش گذاری ، ریسک و رشد نیز به منظور بهینه‌سازی سبد سهام مورد محاسبه واقع می‌گردد.

۶-۱- تعیین وزن نهایی اهداف مدل بهینه‌سازی سبد سهام

در این گام پس از آنکه عناصر هر بُعد نسبت به عنصر مربوط خود در بُعد به صورت زوجی مقایسه و وزن نسبی آنها محاسبه گردید. با تلفیق وزن‌های نسبی اهداف فرعی با هدف اصلی خود وززن نهایی اهداف مدل بهینه‌سازی سبد سهام در این تحقیق به شرح جدول (۶) می‌باشد:

جدول ۶- وزن نهایی فازی اهداف مدل بهینه سازی سبد سهام

اولویت	وزن نهایی قطعی	وزن نهایی فازی	هدف مدل بهینه سازی سبد سهام
8	0.0353	(0.023,0.033,0.053)	ROA
5	0.0755	(0.071,0.075,0.078)	ROE
1	0.2605	(0.138,0.274,0.356)	حاشیه سود خالص
3	0.1115	(0.098,0.116,0.116)	حاشیه سود عملیاتی
7	0.0665	(0.04,0.059,0.108)	سود هر سهم (EPS)
2	0.2204	(0.186,0.230,0.236)	نسبت قیمت به درآمد هر سهم (P/E)
11	0.0143	(0.007,0.01,0.03)	نرخ رشد درآمدها
9	0.0345	(0.021,0.031,0.055)	نرخ رشد سود خالص
4	0.088	(0.074,0.087,0.104)	نرخ رشد سود هر سهم
10	0.0245	(0.008,0.017,0.056)	ریسک تجاری
6	0.069	(0.049,0.065,0.097)	ریسک مالی

۱۳۴ فصلنامه مطالعات کمی در مدیریت ، سال هشتم ، شماره اول ، بهار ۱۳۹۶

جدول ۷- وزن نهایی فازی اهداف مدل بهینه سازی سید سهام

ردیف	نام شرکت	نسبت به ارزش	نسبت به سود	نسبت به درآمد	نسبت به سرمایه	نسبت به EPS	نسبت به حاشیه سود عملیاتی	نسبت به حاشیه سود خالص	ROE	ROA	رتبه	نام شرکت	گروه
5.500	خودرو ایران خودرو	-1.300	-5.229	1.933	6.5690	5.550	-0.006	0.028	0.406	0.060	X1	شرکت خودرو	خودرو سازی
0.997	خودرو پارس خودرو	-5.772	0.467	1.5826	0.986	-0.598	-0.153	-0.407	-72.696	-0.238	X2	شرکت خودرو	خودرو سازی
0.858	بانک سامان	0.000	0.742	-0.0496	1.883	-0.399	0.109	0.003	0.022	0.003	X3	بانک سامان	بانک
0.953	بانک پارسیان	-7.458	0.406	0.4949	1.068	4.200	0.131	0.131	0.094	0.004	X4	بانک پارسیان	بانک
0.950	سیمان تهران	0.000	0.153	0.1820	0.533	8.800	0.013	0.013	0.035	0.002	X5	سیمان تهران	سیمان
0.555	سیمان سپاهان	-25.720	0.557	0.6503	0.957	4.152	0.355	0.359	0.277	0.123	X6	سیمان سپاهان	سیمان
0.578	سیمان سپاهان	-22.149	0.478	0.4790	1.025	5.680	0.259	0.140	0.130	0.055	X7	سیمان سپاهان	سیمان
0.554	دارو پارس دارو	0.777	0.548	1.1323	1.325	2.100	0.680	0.528	1.348	0.602	X8	دارو پارس دارو	دارویی
0.420	دارو زاگرس	-0.092	1.100	0.6975	1.260	2.100	0.320	0.135	0.016	0.060	X9	روز دارو	دارویی
0.812	دارو زاگرس	1.523	0.864	1.3692	1.294	5.900	0.357	0.147	0.561	0.106	X10	دارو زاگرس	دارویی
0.438	دارو امین	-3.071	0.972	1.1661	1.286	6.000	0.430	0.306	0.540	0.303	X11	البرز دارو	دارویی
0.489	داروسازی ابوریحان	-11.895	0.157	1.0618	1.364	6.600	-0.392	0.236	0.276	0.141	X12	دارو سازی امین	دارویی
0.753	داروسازی ابوریحان	0.496	0.651	0.9453	1.297	7.300	0.370	0.174	0.564	0.139	X13	داروسازی ابوریحان	دارویی
0.547	داروسازی اسوه	0.356	1.379	1.3794	1.355	13.840	0.009	0.006	0.558	0.253	X14	داروسازی اسوه	دارویی
0.510	شرکت تولیدی و صنعتی درخشان تهران	5.246	-0.042	-0.0417	0.884	-227.000	0.043	-0.003	-0.008	-0.004	X15	شرکت تولیدی و صنعتی درخشان تهران	دارویی
0.695	شرکت ترانسفو ایران	1.231	2.133	2.0666	1.499	10.400	0.330	0.275	0.319	0.097	X16	شرکت ترانسفو ایران	دارویی
0.754	شرکت فولاد ارفع آهن و فولاد ارفع	20.061	1.120	-5.5373	1.537	4.460	0.052	0.097	0.358	0.088	X17	شرکت فولاد ارفع آهن و فولاد ارفع	دارویی
0.904	شرکت پلاستیک شاهین	-26.86	-0.660	-0.6350	0.967	4.200	0.013	0.019	0.177	0.017	X18	شرکت پلاستیک شاهین	دارویی
0.948	شرکت پخش البرز	-1.177	1.000	1.0677	1.154	5.200	0.056	0.023	0.349	0.037	X19	شرکت پخش البرز	دارویی
0.276	شرکت مواد غذایی قند پیراشهر	-0.527	0.731	0.7306	1.507	6.050	0.118	0.110	0.299	0.217	X20	شرکت مواد غذایی قند پیراشهر	دارویی
0.307	شرکت مخابرات ایران	1.521	1.400	0.9562	0.972	5.500	0.892	0.961	0.268	0.185	X21	شرکت مخابرات ایران	دارویی
0.830	شرکت پارس شهاب	-1.908	0.359	1.0760	1.156	11.860	0.079	0.049	0.245	0.042	X22	شرکت پارس شهاب	دارویی
0.803	شرکت کنتور سازی ایران	1.264	5.815	5.8195	1.789	3.550	0.388	0.229	0.498	0.098	X23	شرکت کنتور سازی ایران	دارویی
0.912	شرکت کابلی البرز	-3.658	0.231	0.2406	0.893	269.770	0.079	0.001	0.009	0.001	X24	شرکت کابلی البرز	دارویی
0.443	تولید قفسه ایران	-30.870	-61.000	58.4211	0.916	-14.000	-0.226	-0.221	-0.270	-0.151	X25	تولید قفسه ایران	دارویی
0.229	شرکت کشت و صنعت آب شیرین	4.824	0.460	0.4598	1.946	1000.000	0.318	0.229	0.021	0.016	X26	شرکت کشت و صنعت آب شیرین	دارویی
1.175	شرکت غزوهین	35.973	0.619	0.6188	1.089	-2.680	0.145	-0.111	-0.239	-0.042	X27	شرکت غزوهین	دارویی
0.560	شرکت جوشکاب یزد	11.540	0.647	0.6473	0.947	16.770	0.130	0.151	0.211	0.093	X28	شرکت جوشکاب یزد	دارویی
0.235	بیمه پاسارگاد	0.700	1.084	1.3546	1.332	52.920	0.098	0.084	0.299	0.064	X29	بیمه پاسارگاد	دارویی
0.697	بیمه ملت	19.052	0.650	1.1955	1.156	4.200	0.111	0.113	0.146	0.044	X30	بیمه ملت	دارویی

۶-۲- برآورد مدل بهینه‌سازی با استفاده از شاخص‌های بورس

از الگوریتم ژنتیک و روش خیمنز برای حل مساله بهینه‌سازی انتخاب سبد سهام استفاده می‌شود. با توجه به اینکه تابع هدف مساله یک تابع هدف چندگانه است، لذا از روش وزن‌دهی نرمال برای تک هدفه کردن مساله استفاده می‌کنیم. بدین منظور نخست باید با در نظر گرفتن مساله با هر کدام از اهداف (بدون اهداف دیگر) و بدون نیاز به اوزان فازی حل و مقدار ایده آن و حوض هر تابع هدف را بدست آوریم تا در تابع وزن دار تک هدفه شده مورد استفاده قرار دهیم. در این بخش نتایج حل مدل بهینه‌سازی ارائه و در الگوریتم خیمنس مانند بسیاری از الگوریتم‌های فازی از ضریب α استفاده می‌شود که این ضریب بین ۰ و ۱ می‌باشد و هر اندازه این ضریب به یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که متغیرهای بیانی و فازی در حالت خوشبینانه‌تری در نظر گرفته می‌شوند. از این رو در این قسمت نتایج اجرای الگوریتم با توجه به مقادیر مختلف α ارائه می‌گردد. جدول (۸) الی (۱۲) نتایج حل مدل بهینه‌سازی به ازای مقادیر متفاوت آلفای را نشان می‌دهد:

جدول ۸- درصد بهینه از هر کدام از سهام شرکت‌های مورد مطالعه به ازای آلفای ۰/۳

$\alpha = 0.3$										
۳۴.۸۴۹۲۳۰۲۵										مقدار تابع هدف
X ₁₀	X ₉	X ₈	X ₇	X ₆	X ₅	X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	متغیر
۰۰۰۳۶۵۰	۰۰۰۳۵۰	۲۰۰۰۳۵۰	۰۰۰۹۰۴۰	۲۰	۰۶۶۷۷۲۰	۱۳۳۳۳۸۰	۰۰۰۱۵۵۰	۱۰	۱۰	مقدار متغیر
X ₂₀	X ₁₉	X ₁₈	X ₁₇	X ₁₆	X ₁₅	X ₁₄	X ₁₃	X ₁₂	X ₁₁	متغیر
۰۱۳۳۵۰	۰۱۳۳۵۰	۰۱۳۳۵۰	۰۱۳۳۳۰	۰۱۳۳۵۰	۰	۰۰۰۰۰۶۶۳	۰۰۰۰۰۸۶۹	۰۰۰۰۰۵۲۹	۰۰۰۰۰۱۰۴	مقدار متغیر
X ₃₀	X ₂₉	X ₂₈	X ₂₇	X ₂₆	X ₂₅	X ₂₄	X ₂₃	X ₂₂	X ₂₁	متغیر
۰۱۳۳۳۳۰	۰۱۳۳۴۹۰	۰۱۳۳۳۳۰	۰۱۳۲۵۹۰	۰۱۴۰۹۰	۰۱۳۱۶۲۰	۰۱۳۳۴۹۰	۰۱۳۳۳۳۰	۰۱۳۳۳۳۰	۰۱۳۳۵۰	مقدار متغیر

جدول ۹- درصد بهینه از هر کدام از سهام شرکت های مورد مطالعه به ازای آلفای ۰/۵

$\alpha = 0.5$										
۳۷.۲۴۲۹										مقدار تابع هدف
x10	x9	x8	x7	x6	x5	x4	x3	x2	x1	متغیر
۰.۱۲۷۶.۰	۰.۰۶۰۰۴.۰	۱۲۶۹۶۲.۰	۱۲۷۶۲۲.۰	۰.۷۳۳۴۶.۰	۰.۱۲۵۵۵.۰	۱۸۸۲۶.۰	۱۵۱۴.۰	۰.۲۳۱۷.۰	۰.۲۶۱۱.۰	مقدار
x20	x19	x18	x17	x16	x15	x14	x13	x12	x11	متغیر
۰.۱۳۲۹۷.۰	۰.۱۳۳۳۳.۰	۰.۱۳۳۶.۰	۰.۱۳۳۵۱.۰	۰.۱۳۳۲۷.۰	۰.۰۰۰۰۰۰۳	۰.۱۰۵۵۷.۰	۰.۰۶۷۷۴.۰	۰.۲۶۷۷۵.۰	۰.۱۱۱۴۷.۰	مقدار
x30	x29	x28	x27	x26	x25	x24	x23	x22	x21	متغیر
۰.۱۳۳۳۸.۰	۰.۱۳۳۳۰.۰	۰.۱۳۳۳۴.۰	۰.۱۳۳۱۴.۰	۰.۱۳۳۵۹.۰	۰.۱۳۲۷۸.۰	۰.۱۳۳۹۳.۰	۰.۱۳۳۴.۰	۰.۱۳۳۳۵.۰	۰.۱۳۳۳۶.۰	مقدار

جدول ۱۰- درصد بهینه از هر کدام از سهام شرکت های مورد مطالعه به ازای آلفای ۰/۷

$\alpha = 0.7$										
۳۸۸۶۰۶										مقدار تابع هدف
X10	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	متغیر
۰.۰۰۰۰۹۷۷	۰.۰۰۰۰۱۵۴	۰.۲	۰.۰۰۰۰۴۸۸	۰.۲	۰.۰۰۰۰۹۷۷	۰.۲	۰.۱۹۹۴۹۸	۰	۰.۰۰۱۳۹	مقدار
X20	X19	X18	X17	X16	X15	X14	X13	X12	X11	متغیر
۰.۰۱۳۴۳	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	۰	۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵۷	۰.۰۰۰۰۰۰۱۲۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۲۹	مقدار
X30	X29	X28	X27	X26	X25	X24	X23	X22	X21	متغیر
۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۲۸۸	۰.۰۱۳۶۲۸	۰.۰۱۳۳۳۳	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	مقدار

جدول ۱۱- درصد بهینه از هر کدام از سهام شرکت‌های مورد مطالعه به ازای آلفای ۰/۹

$\alpha = 0.9$										
۴۰.۸۳۹۰۲۷۳۳										مقدار تابع هدف
X ₁₀	X ₉	X ₈	X ₇	X ₆	X ₅	X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	متغیر
۰.۰۰۰۱۱۹	۰.۰۰۰۰۱۶	۰.۱۹۹۹۵۱	۰.۰۰۰۱۵۹	۰.۱۹۹۳۸۸	۰.۰۰۰۶۴۷	۰.۲	۰.۱۹۹۹	۰.۰۰۰۰۱۱	۰.۰۰۰۰۰۴۶۷	مقدار متغیر
X ₂₀	X ₁₉	X ₁₈	X ₁₇	X ₁₆	X ₁₅	X ₁₄	X ₁₃	X ₁₂	X ₁₁	متغیر
۰.۰۱۳۲۶۳	۰.۰۱۲۴۸۱	۰.۰۱۳۰۸۶	۰.۰۱۳۲۵۱	۰.۰۱۳۳۳۲	.	۰.۰۰۰۰۱۰۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۷۰۳	۰.۰۰۰۰۱۰۵	۰.۰۰۰۰۳۷۶	مقدار متغیر
X ₃₀	X ₂₉	X ₂₈	X ₂₇	X ₂₆	X ₂₅	X ₂₄	X ₂₃	X ₂₂	X ₂₁	متغیر
۰.۰۱۳۳۳۳	۰.۰۱۳۳۳۳	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۱۵	۰.۰۱۳۴۸۸	۰.۰۱۲۶۴۹	۰.۰۱۵۵۰۲	۰.۰۱۳۳۴۴	۰.۰۱۳۳۴۹	۰.۰۱۳۳۴۹	مقدار متغیر

جدول ۱۲- درصد بهینه از هر کدام از سهام شرکت های مورد مطالعه به ازای آلفای ۱

$\alpha = 1$										
۴۲.۰۹۹۴										مقدار تابع هدف
X ₁₀	X ₉	X ₈	X ₇	X ₆	X ₅	X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	متغیر
۰.۰۰۰۰۹۸	۰.۰۰۰۰۵۶۲	۰.۲	۰.۰۷۱۳۷۲	۰.۱۲۹۱۶۵	۰.۱۲۴۱۷۴	۰.۰۷۶۶۸۶	۰.۱۷۲۵۴۲	۰.۰۱۳۸۸۷	۰.۰۱۳۸۹۵	مقدار متغیر
X ₂₀	X ₁₉	X ₁₈	X ₁₇	X ₁₆	X ₁₅	X ₁₄	X ₁₃	X ₁₂	X ₁₁	متغیر
۰.۰۱۳۳۷۴	۰.۰۱۳۳۸۳	۰.۰۱۳۳۹۴	۰.۰۱۳۳۵۸	۰.۰۱۳۳۷۷	.	.	۰.۰۰۰۰۳۲۳	۰.۰۰۰۰۴۵۹	۰.۰۰۰۰۴۲۴	مقدار متغیر
X ₃₀	X ₂₉	X ₂₈	X ₂₇	X ₂₆	X ₂₅	X ₂₄	X ₂₃	X ₂₂	X ₂₁	متغیر
۰.۰۱۳۳۹۴	۰.۰۱۳۳۷۵	۰.۰۱۳۴۱۷	۰.۰۱۳۳۳۳	۰.۰۱۳۴۱۹	۰.۰۱۳۳۶۲	۰.۰۱۳۳۹۴	۰.۰۱۳۳۵۹	۰.۰۱۳۳۹۴	۰.۰۱۳۴۰۴	مقدار متغیر

با توجه به نتایج فوق مشخص گردید زمانی که آلفا $0/3$ بود بانک سامان و پارس دارو بیشترین میزان سهم را در سبد سهام داشتند ، زمانی که آلفا $0/5$ بود ، سهام سایپا ، بانک سامان ، پارس دارو و سیمان سپاهان بیشترین سهم در سبد سهام را داشتند. زمانی که آلفا $0/7$ در نظر گرفته شد ، سایپا ، بانک سامان ، سیمان تهران و پارس دارو بیشترین سهم در سبد سهام داشتند ، زمانی که آلفا $0/9$ در نظر گرفته شد و در نهایت زمانی که آلفا برابر ۱ در نظر گرفته شد یعنی معادل قطعی ضرایب فازی در مدل خیمنز مورد استفاده قرار می گرفت. سهام شرکت های سایپا، بانک سامان، بانک پارسین، سیمان تهران، سیمان سپاهان و پارس دارو بیشترین درصد در سبد سهام را به خود اختصاص می دادند. همچنین مطابق نتایج مذکور ملاحظه می شود که در نتایج بدست آمده هر اندازه α بزرگتر می باشد ، مقدار تابع هدف نیز بهتر می شود.

نتیجه گیری و پیشنهادهای تحقیق

در این بخش نتایج و دستاوردهای تحقیق در قالب پاسخ به سوالات تحقیق ارائه می شود:
سوال اول تحقیق عبارت بود از: مدل بهینه سازی سبد سهامداران با رویکرد چند هدفه فازی چگونه می باشد؟

در پاسخ به این سوال می توان چنین بیان کرد که در این تحقیق مساله انتخاب سبد سهام با استفاده از رویکرد چند هدفه فازی طی مراحل مختلف توسعه داده شد. این مراحل شامل جمع آوری داده ها ، استخراج اوزان فازی ، توسعه مدل فازی با در نظر گرفتن ضرایب اهداف به صورت متغیرهای فازی و حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک بیان شد. همچنین با در نظر گرفتن مقادیر مختلف آلفا در روش پیشنهادی درصد انتخاب سهام هر کدام از شرکت های مورد مطالعه نیز مشخص گردید.

سوال فرعی اول تحقیق عبارت بود از: تابع اهداف موثر بر بهینه سازی سبد سهام چه می باشد ؟
تابع انتخاب سهام در این تحقیق که مجموع اوزان نرمال شده اهداف مورد نظر در تحقیق بود به درستی توسعه داده شد و پارامترهای مورد استفاده در آن با استفاده از روش AHP فازی و الگوریتم خیمنز به طور مناسب توسعه تخمین زده شد. در جدول (۱۳) اهداف در نظر گرفته شده برای انتخاب سبد سهام و شاخص های فرعی هر کدام از اهداف نشان داده شده است.

جدول ۱۳- اهداف در نظر گرفته شده در تحقیق برای انتخاب سبد سهام

اهداف اصلی	اهداف فرعی
حداکثر سازی سودآوری	حداکثر سازی ROA
	حداکثر سازی ROE
	حداکثر سازی حاشیه سود خالص
حداکثر سازی ارزش گذاری	حداکثر سازی حاشیه سود عملیاتی
	حداکثر سازی سود هر سهم (EPS)
	حداکثر سازی نسبت قیمت به درآمد هر سهم (P/E)
حداکثر سازی رشد	حداکثر سازی نرخ رشد درآمدها
	حداکثر سازی نرخ رشد سود خالص
	حداکثر سازی نرخ رشد سود هر سهم
حداقل سازی ریسک	حداقل سازی ریسک تجاری
	حداقل سازی ریسک مالی

سوال فرعی دوم تحقیق عبارت بود از: اولویت اهداف موثر بر بهینه سازی سبد سهام با رویکرد AHP فازی چه می باشد؟

در این تحقیق برای تعیین وزن اهداف انتخاب سبد بهینه سهام از رویکرد AHP فازی استفاده شد. مطابق این نتایج ، تجزیه و تحلیل این رویکرد اولویت شاخص‌های اهداف با توجه به وزن حاصل آنها به ترتیب عبارت است از : حاشیه سود خالص ، نسبت قیمت به درآمد هر سهم (P/E) ، حاشیه سود عملیاتی ، نرخ رشد سود هر سهم ، ROE ، ریسک مالی ، سود هر سهم (EPS) ، ROA ، نرخ رشد سود خالص ، ریسک تجاری ، نرخ رشد درآمدها و نرخ رشد سود خالص

سوال فرعی سوم تحقیق عبارت بود از: بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک چگونه است؟

در این تحقیق به منظور حل مدل پیشنهادی از الگوریتم ژنتیک در نرم افزار مطلب استفاده شد. با توجه به نتایج حل مدل بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک مشخص گردید که در سبد سهام انتخاب شده زمانی که آلفا ۰/۳ بود ، بانک سامان و پارس دارو بیشترین میزان سهم را در

سبد سهام داشتند ، زمانی که آلفا ۰/۵ بود ، سهام سایپا ، بانک سامان ، پارس دارو و سیمان سپاهان بیشترین سهم در سبد سهام را داشتند. زمانی که آلفا ۰/۷ در نظر گرفته شد ، سایپا ، بانک سامان ، سیمان تهران و پارس دارو بیشترین سهم در سبد سهام داشتند ، زمانی که آلفا ۰/۹ در نظر گرفته شد و در نهایت زمانی که آلفا برابر ۱ در نظر گرفته شد یعنی معادل قطعی ضرایب فازی در مدل خیمنز مورد استفاده قرار می گرفت ، سهام شرکت های سایپا ، بانک سامان ، بانک پارسیان ، سیمان تهران ، سیمان سپاهان و پارس دارو بیشترین درصد در سبد سهام را به خود اختصاص می دادند. همچنین مطابق نتایج مذکور ملاحظه می شود که در نتایج بدست آمده هر اندازه α بزرگتر می باشد، مقدار تابع هدف نیز بهتر می شود.

برای مطالعات آتی با توجه به نتایج تحقیق می توان پیشنهادهای زیر را مورد بررسی قرار داد:

۱. انجام مطالعات جدید با در نظر گرفتن محدودیت سرمایه در مدل انتخاب سبد سهام یا سایر محدودیت های مورد نظر سرمایه گذاران.
۲. توسعه مدل پویای انتخاب سبد سهام و اضافه نمودن معیارهای دیگر از قبیل نقد شوندگی، سهام شناور ، مدت زمان توقف نماد و سایر نسبت های مالی می تواند کارآمدی مدل را افزایش دهد.
۳. طبقه بندی شاخص های مورد استفاده در این تحقیق برای انتخاب سبد سهام در یک مدل تجزیه و تحلیل پوششی داده ها. در این مدل برخی از شاخص ها می تواند به عنوان ورودی در نظر گرفته شود و برخی از شاخص ها به عنوان خروجی مدل لحاظ شود. با استفاده از این مدل می توانیم روابط علی و معلولی بین شاخص ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم.
۴. استفاده از معیارهای کیفی جدیدی مانند تصویر شرکت، برند و استفاده از آنها در مدل می تواند باعث ارتقا کارآمدی مدل گردد.

منابع

- ۱- امیری ، مقصود، شریعت پناهی، مجید، بناکار، محمد هادی. (۱۳۸۹)، انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از تصمیم گیری چند معیار، فصلنامه بورس اوراق بهادار ، شماره ۱۱، صص ۵ تا ۲۴.
- ۲- برزیده، فرخ، تقوی فرد، محمد تقی، زمانیان، فاطمه (۱۳۹۲)، چارچوب طراحی سبد سهام با استفاده از روش دیماتل و فرآیند تحلیل شبکه ای، فصلنامه مطالعات تجربی حسابداری مالی، سال یازدهم، شماره ۳۹، صص ۱۰۵ تا ۱۲۴.

- ۳- تهرانی، رضا. (۱۳۸۲)، مدیریت سرمایه گذاری، تهران، نگاه دانش.
- ۴- جعفری، محمد علی، خواجه زاده دزفولی، مهدی. (۱۳۹۳)، استفاده از مدل ریاضی بهینه سازی چند هدفه استوار فازی در انتخاب سبد سرمایه گذاری بهینه، فصلنامه مهندسی تصمیم، شماره ۱، صفحه ۳۱ تا ۵۶.
- ۵- جعفر نژاد، احمد، احمدی، احمد، ملکی، محمد حسن (۱۳۹۰)، ارزیابی تولید ناب با استفاده از رویکرد ترکیبی از تکنیک های ANP و DEMATEL در شرایط فازی، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۲۰، صص ۱ تا ۲۵.
- ۶- خلیلی عراقی، مریم، رهنمای رودپشتی فریدون، جودکی، آرام (۱۳۸۸)، بررسی تفاوت های رفتاری بین سرمایه گذاران حقیقی و حقوقی بعد از تعطیلات هفتگی، فصلنامه آینده پژوهی مدیریت، شماره ۴، صفحه ۷۹ تا ۸۶.
- ۷- مهدی زاده، صابر، ثابت، پریسا (۱۳۹۱)، انتخاب بهینه سبد سرمایه‌ی بوری صندوق بازنشستگی شرکت نفت با استفاده از مدل های مارکویتز و Var، سومین کنفرانس ریاضیات مالی و کاربردها، دانشگاه سمنان.
- ۸- مردای، محسن، شفیعی سردشت، مرتضی، رحمانی، حامد (۱۳۹۲)، کاربرد روش دیمتل در شناسایی عوامل موثر بر تصمیم گیری سرمایه گذار در خرید سهام (مورد مطالعه: کارگزاران شهر مشهد)، فصلنامه بررسی های حسابداری و حسابرسی، دوره ۲۰، شماره ۲، صص ۸۷ تا ۱۰۸.
- ۱۰- Brown, Christian; Abraham, Fred (October 2012). "Sum of Perpetuities Method for Valuing Stock Prices". *Journal of Economics* 38 (1): 59–72. Retrieved 20 October 2012.
- ۱۱- Chen, Li, Li, Benli, Dong, Shangjia, Pan, Heping (2013): A combined CFAHP-FTOPSIS approach for portfolio selection, *China Finance Review International* Vol. 3 No. 4, 2 pp. 381-395.
- ۱۲- Edirisinghe, NCP & X Zhang, (2008), Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: case of US industries, *Journal of the Operational Research Society* 59.
- ۱۳- Fernandez A., Gomez S. (2007), Portfolio Selection Using Neural Networks. *Computers and Operations Research*, 34(2):1177–1191.

- ۱۴-Johnson, R., Soenen,L., (2003), Indicators of Successful Companies, European Management Journal Vol. 21, No. 3, pp. 364-369.
- ۱۵-Lee, W.-S. (2009). Financial Investment Strategy by DEMATEL and Analytic Network Process. Graduate Student, Department of Business and Entrepreneurial Management Kainan University , 4-5.
- ۱۶-Lee, Wen-Shiung(2008): Combined MCDM techniques for exploring stock selection based on Gordon model, Expert Systems with Applications
- ۱۷-Lashgari, Zahra, Safari, Kobra, (2014): Portfolio Selection Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), Journal of Accounting, Finance and Economics Vol. 4. No. 1. pp. 68 – 85.
- ۱۸-Parker, G. (1995) “Risk Management, Dimensions of Risk Management, its Definition and Application in Financial Organizations” Fin. Res. Mag., 14:125-144 .
- ۱۹-Samaras, G., Matsatsinis, N., & Zopounidis, C. (2008). A multicriteria DSS for stock evaluation using fundamental analysis. European Journal of Operational Research , 1380-1401.
- ۲۰-Van, stijn Nieuwerburgh. (2006). Stock Market Development and Economic growth in Belgium. Journal Explorations in Economic History, 43, 13-38.
- ۲۱-Van, stijn Nieuwerburgh. (2008). Stock Market Development and Economic growth: ARDL Causality in Pakistan International Research. Journal of Finance and Economics, 14.