فصلنامه بورس اوراق بهادار شمارهٔ ۱۱ پاییز ۸۹ سال سوم ــ تاریخ دریافت: ۸۹/۰۸/۱۵ ــ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۰۶ ــ ص ۲۴- ۵

انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره

مقصود امیری[۱] / مجید شریعت پناهی[۲] / محمدهادی بناکار[۳]

چکیده

این مقاله به دنبال تعیین مدل مناسب تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری است. در این راستا ابتدا معیارهای موثر جهت انتخاب سبد سهام با مرور ادبیات تحقیق استخراج می‌شود. سپس اهمیت هر یک از معیارها از نقطه نظر خبرگان سرمایه‌گذاری مورد سنجش قرار می‌گسرد. به دلیل وابستگی بین معیارها، جهت تعیین اهمیت آنها از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده می‌گردد. در ادامه جهت رتبه‌بندی جامعه مورد بررسی که شامل شرکت‌های قرار گرفته درون ۷ صنعت سیمان، فلزات اساسی، کانه‌های فلزی، شیمیایی، دارو، املاک و مستغلات و خودرو می‌شوند، از تکنیک تاپسیس استفاده خواهد شد. برای این منظور از میانگین سه ساله داده‌های واقعی، در بازه زمانی سال‌های ۸۵ تا ۸۷ استفاده می‌گردد. بعد از رتبه‌بندی شرکت‌ها، ۴۰ شرکت برتر رتبه‌بندی را در سبد سهام انتخابی قرار داده و جهت بهینه بودن سبد سهام انتخابی، بازده سه ساله ۸۵ تا ۸۷ سبد سهام را محاسبه و با سبد سهام متشکل از شرکت‌های انتخاب نشده مقایسه می‌نماییم. بعد از بررسی بهینه بودن سبد سهام انتخابی براساس معیار شارپ و ترینر، جهت بهینه سازی سبد سهام، الگوریتم ممتیک را به کار خواهیم گرفت.

واژه‌گان کلیدی: : انتخاب سبد سهام، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، تکنیک تاپسیس، الگوریتم ممتیک.

طبقه‌بندی موضوعی: G11,C61

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱ . عضو هیات علمی دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی
۲. عضو هیات علمی دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی
۳. دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه علامه طباطبایی

۱- مقدمه

همواره وجود یک بازار سرمایه فعال و پر رونق بعنوان یکی از نشانه‌های توسعه‌یافتگی کشورها در سطح بین‌المللی شناخته می‌شود. در کشورهای توسعه یافته اکثر سرمایه‌گذاری‌ها از طریق بازارهای مالی انجام می‌پذیرد. مشارکت فعال افراد جامعه در بورس متضمن حیات بازار سرمایه و توسعه پایدار 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).

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. لیکن این روش‌های مزبور نتوانسته‌اند خود را با شرایط بازار سرمایه در ایران وفق داده و تاثیر بسزایی در انتخاب سرمایه‌گذاران داشته باشند. از طرفی شفاف‌سازی های بعمل آمده در چند سال اخیر در بورس اوراق بهادار منجر به دسترسی به حجم کثیری از اطلاعات تخصصی گردیده است. بکار گیری 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. 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.

هدف اصلی این مقاله انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره است که جهت انجام آن، ابتدا معیارهای انتخاب سهام با بررسی ادبیات تحقیق شناسایی شده و سپس

اولویت بندی معیارهای مشخص شده با استفاده از نظر خبرگان و تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[1] اولویت‌بندی می‌شوند و سپس شرکت‌ها با توجه به معیارهای مشخص شده و با استفاده از تکنیک تاپسیس[2] و الگوریتم ممتیک اولویت‌بندی شده و سبد بهینه تشکیل می‌شود. در نهایت نیز بازده شرکت‌های قرار گرفته در سبد سهام انتخابی و شرکت‌های انتخاب نشده مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

در ادامه مقاله، در بخش ۲ مدل‌های ارزیابی سهام و تحقیقات مرتبط با موضوع مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش ۳ روش شناسی تحقیق، بخش ۴ اهداف تحقیق، بخش ۵ قلمرو تحقیق، بخش ۶ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها، در بخش ۷ نتایج و یافته‌های تحقیق و نهایتاً در بخش ۸ به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاداتی جهت تحقیقات آتی خواهیم پرداخت.

۲- ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

هدف این بخش شناسایی فاکتورهای موثر در انتخاب سهام با توجه به تحقیقات قبلی می‌باشد که در اینجا به بررسی تحقیقات مرتبط با موضوع پرداخته تا نهایتاً بتوان فهم روشنی از مسئله معیارهای تاثیرگذار بر انتخاب سهام بدست آورد.

۲-۱- عوامل موثر بر انتخاب سهام

آنچه که سرمایه‌گذاران خواهان آنند، پیش‌بینی روند قیمتی در آینده است. کانون توجه این مقاله مشخص نمودن نسبت‌های مالی و معیارهای مناسب براساس دیدگاه تجزیه و تحلیل بنیادین و فرضیه بازار کارآ به منظور رتبه‌بندی سهام می‌باشد. اگر معیارهای مناسبی از نسبت‌های مالی جهت مسئله انتخاب سهام به کار گرفته شوند، می‌توان امید داشت که شرکت‌هایی با نسبت‌های مالی بهتر، بازده مناسب‌تری را نصیب سرمایه‌گذار نمایند. حتی اگر ارزش سهام شرکتی در کوتاه‌مدت برخلاف نسبت‌های مالی آن شرکت حرکت نماید، فرضیه تجزیه و تحلیل بنیادین آن است که در بلندمدت همبستگی بالایی بین ارزش بیان شده توسط نسبت‌های مالی و ارزش بازار سهام وجود دارد (Edirisinghe, et al., 2008).

ادریسینگ و همکاران (Edirisinghe, et al., 2008)، در تحقیقی تحت عنوان "انتخاب سبد سهام براساس شاخص قدرت مالی با به کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها" از یک سری نسبت‌های مالی به منظور تخمین قدرت مالی شرکت‌ها و همبستگی این معیارها با بازده واقعی سهام، استفاده نمودند.

1. Analytic Network Process
2. Technique for order-Preference by Similarity to Ideal Solution

نسبت‌های مالی بکارگرفته 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 کارآیی عملیاتی (شامل گردش حساب‌های دریافتنی، 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، 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.

جانسون و همکاران (Johnson, et al., 2003) در مقاله‌ای تحت عنوان "شاخص‌های شرکت‌های موفق" به بررسی معیارهای تعیین‌کننده 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، نقدشوندگی، دوره گردش وجه نقد، تغییرپذیری درآمدها، مخارج تحقیق و توسعه و مخارج تبلیغات می‌شود.

لی و همکاران (Lee, et al., 2008) در تحقیقی تحت عنوان "ترکیب تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) برای انتخاب سهام براساس دیدگاه مدل گوردون" معیارهای موثر بر قیمت سهم 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.

۲-۲- دسته‌بندی معیارهای موثر بر انتخاب سهام

در این مقاله معیارهای شناسایی شده براساس مرور ادبیات تحقیق، در چهار دسته (به زبان شبکه در چهار خوشه) اصلی شامل خوشه سودآوری، خوشه رشد، خوشه بازار و خوشه ریسک دسته‌بندی شده‌اند:

الف)معیارهای خوشه سودآوری:

بازده دارایی‌ها (ROA): نسبت بکارگیری دارایی‌هاست که نشان می‌دهد شرکت تا چه حدی به طور موثر و کارآ از دارایی‌ها خود استفاده می‌نماید (Johnson, et al., 2003).

بازده حقوق صاحبان سهام (ROE): سود خالصی که از هر واحد حقوق سهامداران عادی حاصل می‌شود (Johnson, et al., 2003).

حاشیه سود خالص: سود خالصی که شرکت به ازای هر واحد درآمد ایجاد می‌نماید (Edirisinghe, et al., 2008).

حاشیه سود عملیاتی: سود عملیاتی که شرکت به ازای هر واحد درآمد ایجاد می‌نماید.

سود هر سهم(EPS): سود خالص منهای سود تقسیمی سهام ممتاز تقسیم بر تعداد سهام عادی(Edirisinghe, et al., 2008).

ب)معیارهای خوشه رشد:

نرخ رشد درآمدها: درجه تغییر در عایدات شرکت در طی دوره زمانی مشخص(Brickley, et al.,1983).

نرخ رشد سود خالص: درجه تغییر در سود خالص شرکت در طی دوره زمانی مشخص (Edirisinghe, et al., 2008).

نرخ رشد سود هر سهم: درجه تغییر در سود هر سهم شرکت در طی دوره زمانی مشخص (Edirisinghe, et al., 2008).

نرخ رشد پایدار: عبارت است از بالاترین نرخ رشدی که شرکت بدون افزایش در نسبت اهرمی و افزایش سرمایه می‌تواند بدست آورد (Higgins, 1977).

ج)معیارهای خوشه ریسک:

ریسک تجاری: ریسک تجاری عدم قطعیت درآمدهای شرکت به دلیل تغییر شرایط صنعت می‌باشد. ریسک تجاری با استفاده از تقسیم انحراف معیار سود عملیاتی بر میانگین آن محاسبه می‌شود (Reilly ,et al., 2003).

ریسک مالی: عدم قطعیت و ریسک بازده حقوق صاحبان سهام به دلیل استفاده شرکت از سایر ابزارهای تامین مالی با تعهدات ثابت (مانند اوراق بدهی) است که این عدم قطعیت مضاف بر ریسک تجاری شرکت است (Reilly ,et al., 2003).

ریسک سیستماتیک (بتا): تغییر پذیری در بازده کل اوراق بهادار که مستقیما با تغییرات و تحولات کلی در بازار یا اقتصاد عمومی مرتبط است (راعی،۱۳۸۳).

د)معیارهای خوشه بازار:

نسبت ارزش بازار به دفتری (MV/BV): فاما و همکاران (Fama, et al.,1992) نشان دادند که این نسبت می‌تواند تشریح‌کننده پراکندگی مقطعی بازده سهام باشد.

نسبت قیمت به درآمد (P/E): این نسبت نشان می‌دهد که سهامداران انتظار دارند طی چند سال آتی(با فرض حفظ شرایط) ارزش سرمایه‌گذاری امروز خود را بازیافت نمایند (شهدایی،۱۳۸۵).

نسبت سود تقسیمی (DPS/EPS): این معیار، نسبت سود تقسیمی به سود هر سهم را نشان می‌دهد. معمولا سهامداران به دنبال این هستند که سود نقدی بیشتری دریافت کنند و از طرفی مدیریت شرکت علاقمند است که سود نقدی کمتری را تقسیم کند تا بتواند با سرمایه‌گذاری سود انباشته، سود بیشتری را در آینده کسب کند.

۲-۳- چگونگی اثرگذاری معیارهای انتخاب سهام بر یکدیگر

بررسی اثرگذاری معیارها بر یکدیگر در این تحقیق بر دو مبنا استوار است. اول آن دسته از معیارهایی که براساس تحقیقات پیشین اثرگذاری آنها بر یکدیگر بررسی شده است و دوم آن دسته از معیارهایی که براساس تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی بر یکدیگر موثرند. در اینجا به بررسی اثرگذاری معیارهایی پرداخته می شود که کمتر ملموس می‌باشند.

برای تعیین هر کدام از معیارهای ۴ خوشه نامبرده شده و تعیین روابط آنها از مطالعات ریلی و همکاران (Reilly, et al., 2003)، لی و همکارانش(Lee, et al., 2008) ، ادیریسینگ و همکاران (Edirisinghe, et al., 2008) و تهرانی (۱۳۸۵) استفاده شده است.

با بررسی اجزای سیستم دوپانت می‌توان نشان داد که شرکت می‌تواند گردش حقوق صاحبان سهام را با افزایش گردش کل دارایی‌ها (افزایش کارآیی) و افزایش نسبت اهرمی (افزایش استفاده از بدهی) افزایش دهد. همچنین ریسک مالی یک شرکت بستگی به ریسک تجاری آن دارد. اگر ریسک تجاری موسسه پایین باشد، سرمایه‌گذاران ریسک مالی بالاتر را می‌پذیرند. براساس مدل گوردون، نسبت سود تقسیمی بر نسبت قیمت به درآمد موثر است. با توجه به روابط مدل CAPM، نرخ تنزیل که یکی از سه جزء اصلی مدل گوردون می‌باشد تحت تاثیر بتای بازار و نرخ بهره بدون ریسک می‌باشد. همچنین نرخ رشد که تابعی از نسبت سود تقسیمی است، بر نسبت قیمت به درآمد موثر واقع می‌شود. یقیناً ریسک‌های مختلف بر نسبت‌های بازار موثرند. لی و همکاران (Lee, et al., 2008) بیان می‌کنند، هنگامی که شرکت جریان نقدی ثابت و بیشتری برای آینده پیش‌بینی می‌کند اقدام به پرداخت سود نقدی بیشتری می‌نماید، لذا یکی از پارامترهای اثرگذار بر نسبت فوق، رشد درآمدهای شرکت می‌باشد. از دیگر پارامترهای اثرگذار بر سیاست تقسیم سود، اهرم مالی می‌باشد به گونه‌ای که اهرم مالی بزرگتر منجر به پرداخت سود نقدی بیشتر به سهامداران می‌شود. شرکت‌هایی که نسبت بازده حقوق صاحبان سهام نسبتا بالایی داشته باشند، هر سهم خود را چند برابر ارزش دفتری می‌فروشند.

۳- روش شناسی تحقیق

۳-۱- جامعه مورد بررسی

جامعه مورد مطالعه در این پژوهش را می‌توان در دو سطح تعریف کرد. در یک سطح به منظور تعیین معیارهای انتخاب و استخراج اوزان اهمیت و وابستگی بین معیارهای تأثیرگذار بر انتخاب سبد سهام، از خبرگان و تصمیم‌گیرندگان امر سرمایه‌گذاری استفاده می‌شود که تعداد این افراد ۵ نفر می‌باشند. این افراد مدیران عامل یا مدیران سرمایه‌گذاری شرکت‌های سرمایه‌گذاری هستند و به خوبی با مسائل و مفاهیم انتخاب و مدیریت سبد سهام و همچنین با مباحث تئوریک و علمی این امر نیز آشنایی دارند. سطح دوم جامعه مورد بررسی، صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. شناسایی صنایع بر اساس مرور اسناد و مدارک موجود در شرکت بورس اوراق بهادار تهران انجام گرفت. جامعه این تحقیق صنایع و شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. محدوده زمانی تحقیق ازسال ۸۵ الی ۸۷ می‌باشد.

۳-۲- شیوه‌ها و ابزارهای گردآوری اطلاعات

در این پژوهش از پرسش‌نامه تعیین وابستگی بین معیارهای موثر بر انتخاب سبد سهام به منظور شناسایی و اندازه‌گیری میزان وابستگی احتمالی بین معیارها و از پرسشنامه تعیین درجه اهمیت نسبی معیارهای موثر در انتخاب سبد سهام به منظور تعیین ضرایب اهمیت معیارهای موثر در انتخاب سبد سهام استفاده می‌شود. همچنین از صورت‌های مالی شرکت‌های موجود در بورس اوراق بهادار تهران و نرم‌افزار ره‌آورد نوین به منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز جهت تعیین امتیازات نهایی هر کدام از شرکت‌ها در قبال معیارهای موردنظر استفاده گردید. بعلاوه جهت بهینه‌سازی سبد سهام انتخابی براساس الگوریتم ممتیک از نرم افزار MATLAB استفاده شده است.

۴- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

با استفاده از الگوها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (ANP و TOPSIS)، اهمیت معیارها و اولویت شرکت‌های مختلف شناسایی شده و الگوریتم ممتیک برای بهینه‌سازی سبد سهام انتخابی بکار گرفته می‌شود.

۴-۱- فرآیند تحلیل شبکه‌ای(ANP)

با توجه به وابستگی‌های متقابل و خود همبستگی‌های موجود بین معیارها، AHP برای این مطالعه جهت ارزیابی و تعیین الویت معیارها مناسب نیست، زیرا AHP نیازمند فاکتورهای مستقل و نبود خود

بازخورد می‌باشد. از این‌رو در این مقاله از ANP استفاده شده است تا سطح اهمیت متغییرها در بررسی رفتار سرمایه‌گذاران اندازگیری شود.

ساعتی (۱۹۹۶)، AHP را به ANP گسترش داد تا یک چارچوب تحقیقی جامع‌تری را برای ارزیابی تصمیمات متنوع ارائه نماید و کمبودهای AHP را جبران نماید. اساساً ANP مشکلات مربوط به تعدد خوشه‌ها و خوشه‌هایی که شامل چندین جزء می‌شود، را حل می‌نماید. از این‌رو وابستگی‌های بیرونی در بین خوشه‌ها و معیارهای اجزای درون شاخص‌ها به وسیله مقایسات زوجی و تبدیل وزن‌ها به بردارهای ویژه، چندین شاخص به یک سوپر ماتریس تبدیل می‌شود. چنانچه در شکل ۱ نشان داده شده است، مزیت اصلی سوپر ماتریس، توانایی‌های آن برای بررسی وابستگی‌های درونی و بیرونی خوشه‌ها می‌باشد.

فرآیند تصمیم‌گیری ANP می‌تواند به ۴ دسته تقسیم شود. در مرحله اول مسئله تصمیم‌گیری و ساختار مسئله تعیین می‌شود. در این مرحله، هدف اصلی ارائه تعریف روشنی از مسئله و تبدیل آن به یک ساختار شبکه‌ای مرتبط می‌باشد. در مرحله ۲ ماتریس مقایسات زوجی ساخته می‌شود و مقادیر ویژه و بردارهای ویژه نیز محاسبه می‌گردد. مقایسات زوجی می‌تواند به دو قسمت تقسیم گردد: مقایسات زوجی خوشه ها و معیارهای اجزا. بعلاوه طرح و قالب به مقایسه عناصر/معیارها در محدوده همان خوشه و مقیاسه عناصر/معیارها در میان خوشه‌های مختلف تجزیه می‌شود. مقایسه شدت اهمیت با استفاده از نرخ امتیازی (۱ الی ۹) اندازه‌گیری می‌شود و سپس اطلاعات جمع‌آوری شده و با استفاده از تحقیق ANP یکپارچه شده و به ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از میانگین هندسی تبدیل می‌شود. پس از شکل‌دهی ماتریس مقایسات زوجی، جهت دستیابی به بردار ویژه W_{ii} از یک معادله استفاده می‌شود. در مرحله ۳ آزمون سازگاری انجام می‌گیرد. نتایج ماتریس مقایسات زوجی از جنبه سازگاری از طریق نرخ سازگاری (CR) تجزیه و تحلیل می‌شود که این نرخ از طریق شاخص سازگاری (CI) و شاخص تصادفی (RI) بدست می‌آید. هر گاه $CR \leq 0.1$ باشد ماتریس مقایسات زوجی سازگار بوده و نتایج ناسازگار فوراً اصلاح می‌شود.

در مرحله ۴ سوپر ماتریس ایجاد می‌شود. بردار ویژه ناشی از ماتریس مقایسات زوجی بعنوان وزنهای ماتریس استفاده می‌شود. ارتباط متقابل (درونی) عناصر/ معیارها در جدول مستقلی نوشته می‌شود تا سوپر ماتریس با عنوان W شکل بگیرد. مقدار صفر یا جای خالی به این اشاره دارد که هیچ وابستگی داخلی بین معیارها/عناصر یا خوشه‌ها وجود ندارد.

۴-۲- تاپسیس

در این تکنیک، علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه A_i از نقطه ایده‌آل مثبت، فاصله آن از نقطه ایده‌آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه‌حل منفی باشد (Hwang, et al., 1995).

روش TOPSIS ماتریس تصمیمی را ارزیابی می‌کند که شامل m گزینه و n شاخص است. در این ماتریس، شاخصی که دارای مطلوبیت یکنواخت افزایشی (جنبه مثبت) شاخص سود و شاخصی که دارای مطلوبیت یکنواخت کاهشی (جنبه منفی) است، شاخص هزینه می‌باشد. علاوه بر این، هر نتیجه اظهار شده در ماتریس تصمیم که پارامتری باشد لازم است کمّی شود و از آنجا که شاخص‌ها برای تصمیم‌گیرنده (DM) از اهمیت یکسانی برخوردار نیست مجموعه‌ای از وزن‌ها از سوی تصیم‌گیری ارائه می‌شود که در اینجا اوزان معیارها از طریق فرآیند تحلیل شبکه‌ای حاصل می‌شود.

برای سادگی، روش ترتیب داده شده، توسط یک سری از مراحل پی در پی نشان داده شده می شود:

قدم۱- نرمال کردن ماتریس تصمیم (ماتریس R): هر درایه r_{ij} از ماتریس تصمیم نرمال شده R از فرمول زیر بدست می آید:

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} X_{ij}^2}}$$

قدم۲ - وزن دادن به ماتریس تصمیم نرمال شده

قدم ۳- تعیین راه حل ایده‌آل و ایده‌آل منفی

قدم۴- محاسبه اندازه فاصله

قدم۵- محاسبه نزدیکی نسبی تا برترین جواب

قدم۶- رتبه‌بندی گزینه‌ها

۴-۳- الگوریتم ممتیک

الگوریتم‌های ممتیک، جزء الگوریتم‌های تکاملی هستند که یک فرآیند جستجوی محلی[1] جداگانه را به همراه یک فرآیند جستجوی جمعیت محور[2] به کار می گیرند (به عنوان مثال بهینگی آن‌ها را با

1. Local Search
2. Population- Based Search

استفاده از الگوریتم تپه نوردی بهبود می‌بخشند). این مدل‌ها از مدل‌های سازگار موجود در سیستم‌های طبیعی الهام گرفته شده است که سازگاری تکاملی مجموعه‌ای از افراد را با یادگیری آن‌ها در طی مدت زمان زندگی ترکیب می‌نمایند. به علاوه الگوریتم‌های ممتیک از مفهوم مم[1] الهام گرفته شده است که نخستین بار توسط ریچارد داو کینز [2] ارائه گردید و تشریح کننده واحدی از تکامل فرهنگی است که می‌تواند سازگاری محلی را نشان دهد. تحت شرایط و زمینه‌های مختلف، الگوریتم‌های ممتیک به عنوان الگوریتم‌های تکاملی ترکیبی، جستجوهای محلی ژنتیک، الگوریتم های تکاملی بالدوینی[3]، الگوریتم‌های تکاملی لامارک[4] و غیره شناخته می‌شود (wu, 2001).

در زیر به بررسی گام‌های اصلی الگوریتم ممتیک پیشنهادی خواهیم پرداخت. ضمنا برای این منظور از نرم افزار MATLAB استفاده گردید.

نمایش کروموزوم

در الگوریتم ممتیک، هر کروموزوم یک پاسخ منحصر به فرد برای مساله است. در هنگام کدگذاری و نمایش کروموزوم‌ها در الگوریتم ممتیک، اولین نکته‌ای را که باید مدنظر قرار داد این است که نمایش کروموزوم‌ها در این الگوریتم باید به نحوی باشد که هم توسط الگوریتم کلی (جستجوی جمعیت‌محور) و هم توسط الگوریتم محلی قابل استفاده باشد، به نحوی که این دو الگوریتم به راحتی بتوانند اطلاعات را با یکدیگر مبادله نمایند.

به همین خاطر در این تحقیق از یک شیوه نمایش درختی[5] استفاده گردیده است. این شیوه نمایش، هر پرتفوی را به صورت درختی باینری نشان می‌دهد که در آن برگ‌ها نشان دهنده دارایی‌های مختلف و شاخه‌ها نشان دهنده رابطه بین این دارایی‌ها می‌باشد.

عملگر تبادل

عملگر تبادل، مهمترین عملگر تولید نسل در الگوریتم ممتیک است. این عملگر به نحوی بخشی از یک کروموزوم را به بخشی از یک کروموزوم دیگر الحاق می‌کند که کروموزوم جدید که فرزند نامیده می‌شود، با والدین خود هم اندازه باشد. در الگوریتم ممتیک مورد استفاده در این تحقیق عملگر تقاطع، با تبادل زیر درخت‌ها در بین دو درخت صورت می‌گیرد. در این جا از تبادل تک نقطه‌ای استفاده شده است و با انتخاب یک گره، زیر درخت‌هایی که از این گره‌ها شروع می‌شوند در بین دو درخت معاوضه می‌گردند. عملگر تقاطعی که در این تحقیق از آن استفاده شده عملگر تقاطع

1. Meme
2. Richard Dowkins
3. Baldwinan EAs
4. Lamarkian EAs
5. Tree Representation

«بهترین- بدترین» (BWS^1) است. در این عملگر، زیر درخت با بهترین برازندگی از والد اول با زیر درخت دارای بدترین برازندگی از والد دوم تعویض می‌گردد.

عملگر جهش

جهش نقش ثانویه بسیار مهمی در عملکرد الگوریتم ممتیک دارد. در سیستم‌های تکاملی هوشمند، عملکرد جهش از به دام افتادن در نقطه بهینه محلی جلوگیری می‌کند. جهش یک گردش تصادفی در فضای جستجو است. عملگر جهش در این الگوریتم با جداکردن یک زیر درخت از یک گره و معاوضه آن با یک زیر درخت دیگر که به صورت تصادفی ایجاد گردیده صورت می‌گیرد. محل گرهی که باید در آن عملگر جهش صورت گیرد در ابتدا با انتخاب یک عمق به صورت تصادفی و انتخاب یکی از گره‌ها در این عمق به صورت تصادفی انجام می‌گیرد.

عملگر جایگزینی

برای انجام جایگزینی می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده نمود. می‌توان فرزندان تولید شده را جایگزین والدین کرد و یا آنها را جایگزین بدترین کروموزوم‌های موجود در نسل نمود.

اما عملگر جایگزینی که در الگوریتم پیشنهادی استفاده شده از یک سیاست نخبه‌گزینی استفاده می‌کند. این جایگزینی به این ترتیب است که فرزند اول جایگزین بدترین کروموزوم موجود در نسل و دومین فرزند جایگزین دومین کروموزوم، می‌شود. البته جایگزینی فقط زمانی انجام می‌شود که کروموزوم جدید بهتر از کروموزومی باشد که برای جایگزینی انتخاب شده است. این روش جایگزینی باعث می‌شود که همیشه، نسل جدید دارای کروموزوم‌های بهتری نسبت به نسل پیش از خود باشد.

تابع برازندگی

تابع برازندگی از مهمترین قسمت‌های یک الگوریتم تکاملی است که سهم عمده‌ای از زمان اجرای الگوریتم را به خود اختصاص می‌دهد. وظیفه این تابع یافتن میزان تفاوت بین پاسخ‌ها است. با توجه به اینکه در این تحقیق هدف بهینه‌سازی پرتفویی از سهام می‌باشد که متغیر مورد نظر نیز درصد سرمایه‌گذاری در هر یک از سهام موجود در سبد سهام است، هدف محاسبه و ترسیم مرز کارای مارکویتز با استفاده از الگوریتم ممتیک می‌باشد. لذا تابع برازندگی به صورت زیر در نظر گرفته شد است (Fernandez, 2007).

1. Best- Worst Cross Over

$$\min imize \lambda\left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{i=1}^{N} v_i v_j \sigma_{ij}\right] + (1-\lambda)\left[-\sum_{i=1}^{N} v_i \mu_i\right]$$

$$\leq 1,\ i=1,2,3,\ldots v_i 0 \leq$$

V_i: وزن سهم iام V_j: وزن سهم jام σ_{ij}: کواریانس بین بازدهی سهم iام و jام μ_i: بازدهی سهم iام λ: ضریب ریسک گریزی

جستجوی محلی

یک الگوریتم جستجوی محلی از یک حالت اولیه S_0 (که می‌تواند از بعضی تکنیک‌های دیگر و یا به صورت تصادفی تولید شود) آغاز شده و وارد حلقه‌ها می‌شود که فضای جستجو را که همان حوزه همسایگی $N(S_0)$ یک کروموزوم است، پیمایش می‌نماید. جستجو در هر بار، تکرار حلقه از یک حالت S_i به یک حالت همسایه S_{i+1} آن است.

عملگر جستجوی محلی برای الگوریتم پیشنهادی، یک بهینه سازی تپه نوردی ساده را برای هر یک از گره‌ها به اجرا درمی‌آورد. هدف این عملگر بهینه سازی اوزان محلی در هر یک از گره ها در حالت نمایش درختی می‌باشد. این عملگر کار خود را از آخرین گره غیر پایانی شروع کرده و سپس به سمت عقب یعنی گره ریشه حرکت می کند.

برای هر یک از گره‌ها ریسک و بازده برای فرزندان سمت چپ و سمت راست محاسبه گردیده و از آن برای محاسبه تابع مطلوبیت، همانند حالتی که پرتفویی متشکل از دو دارایی داریم، استفاده می‌شود.

۴-۴- آزمون کردن نتایج رتبه‌بندی

معیارهای انتخاب سهام مناسب در خصوص سرمایه‌گذاری، به دیدگاه و طبع سرمایه‌گذار بستگی دارد. ملاحظات سازمانی و محدودیت‌های قانونی، روابط بین بازده مجموعه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه زندگی ممکن است برای یک سرمایه‌گذار مهم باشد و برای دیگری خیر.

به هر حال دو هدف بین تمام سرمایه‌گذاران مشترک می‌باشد که عبارتند از:

۱- همه می‌خواهند که «بازده» بالا باشد.

۲- آن‌ها می‌خواهند که این بازده مطمئن و باثبات باشد. بدون شک خریدارانی نیز هستند که عدم‌اطمینان را ترجیح می‌دهند.

باید توجه نمود که سرمایه‌گذاران در انتخاب‌های خود، بیشتر به بازده توجه می‌کنند و ریسک را با وزن کمتری در سرمایه‌گذاری خود دخالت می‌دهند و این مورد، خاص ایران نیست (زبردست،۱۳۷۶).

با مد نظر قرار دادن توضیحات فوق، بهینه بودن سبد سهام انتخابی، با استفاده معیارهای ریسک و بازده از طریق شاخص شارپ و ترینر، بررسی می‌گردد.

۵- تجزیه و تحلیل نتایج

۵-۱- تعیین اولویت معیارها با بکارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

در گام نخست پس از تعیین معیارهای انتخاب سهام، از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای جهت مقایسات زوجی معیارها و همچنین تعیین وابستگی بین معیارها و ترسیم شبکه و نهایتاً یافتن اوزان اهمیت معیارها استفاده گردید. پس از آنکه ماتریس مقایسات زوجی و وزن هر یک از معیارها محاسبه شد، باید آنها را در سوپر ماتریس قرار داد. بدین منظور باید سوپر ماتریس غیرموزون، ماتریس خوشه و سوپر ماتریس موزون تشکیل شود. با قرار دادن هر یک از بردارهای ویژه (وزن‌های) استخراج شده از ماتریس‌های مقایسه زوجی شدت اهمیت معیارها، در جای مناسب خود، سوپر ماتریس غیرموزون تشکیل می‌شود. خوشه‌ها نیز باید خودشان با هم مقایسه شوند تا اهمیت روابط بین آنها مشخص شود. به ماتریس حاصل از ضرب عناصر ماتریس خوشه در بلوکهای متناظر در ماتریس غیر موزون را سوپر ماتریس موزون گفته می‌شود. برای محاسبه وزن نهایی و بدست آوردن حد پایدار می‌بایستی سوپر ماتریس موزون را به توان‌های بالاتر برسانیم تا هر سطر از ماتریس موزون همگرا شود.

۵-۲- رتبه‌بندی شرکت‌ها براساس وزن معیارها با به‌کارگیری تاپسیس

بعد از انجام محاسبات و بدست آوردن وزن معیارها از طریق فرآیند تحلیل شبکه‌ای(ANP)، جهت رتبه‌بندی شرکت‌ها براساس معیارها و وزن‌های بدست آمده از روش تاپسیس انجام شد. مقادیر واقعی معیارها برای تک‌تک اعضای جامعه مورد بررسی، از صورت‌های مالی آنها جمع‌آوری گردید.

۵-۳- آزمون نتایج رتبه بندی

سبد سهام انتخابی شامل ۴۰ شرکت برتر در رتبه‌بندی می‌باشند. به منظور بررسی بهینه‌بودن سبد سهام انتخابی نسبت به شرکت‌هایی که در این سبد قرار نگرفته‌اند، میانگین بازده سه ساله سبدها محاسبه گردید. با توجه به این بازده‌ها، مقدار میانگین بازدهی سه ساله سبد، متشکل از ۴۰ سهامی که بهترین رتبه را در بین کل ۱۵۳ سهم مورد بررسی به خود اختصاص داده بودند با وزن‌های مساوی، برابر با ۲۰/۰۱ درصد و انحراف معیار آن برابر با ۵/۳۳ درصد می‌باشد. در مقابل، مقدار بازدهی و انحراف

معیار ۱۱۳ سهمی که در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند با وزن‌های مساوی به ترتیب برابر با ۱۳/۳۵ و ۲/۴۹ است. این بدان معناست که سبد سهام منتخب دارای ۶/۶۶ درصد بازدهی(مطلوب) و ۲/۸۳ درصد انحراف معیار(نامطلوب) بیشتر می‌باشد که بخشی از انحراف معیار پایین‌تر سبد سهام دوم را می‌توان ناشی از تنوع بیشتر این سبد سهام و کاهش ریسک غیر سیستماتیک آن دانست.

جهت مقایسه دو سبد سهام به نحوی که هر دو شاخص بازده و ریسک آن مورد توجه قرار گیرد، می‌توان از شاخص‌های ارزیابی عملکرد سبد سهام مثل معیار شارپ[1] و معیار ترینر[2] استفاده نمود که خلاصه محاسبات در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول (۱): معیارهای ارزیابی عملکرد پرتفوی

سبد سهام	معیار ترینر	معیار شارپ
۴۰ سهمی	۷/۰۴	۱/۷۴
۱۱۳ سهمی	-۸/۳۳	-۱/۶۸
سبد سهام بازار	-۸/۸۱	-۱/۷۱

نرخ بازده بدون ریسک برای محاسبه معیارها برابر با متوسط نرخ سود بانکی یکساله، در سه سال اخیر در نظر گرفته شده است. همانطور که از جدول شماره ۳ مشخص است، سبد سهام انتخابی براساس هر دو معیار دارای عملکرد بهتری هم نسبت به سبد سهام ۱۱۳ سهمی و هم نسبت به سبد سهام بازار بوده است. ضمناً میانگین بازده سه ساله بازار برابر با ۷/۱۹ درصد بوده است.

به منظور بررسی قابلیت مدل در پیش‌بینی بازده آتی و انتخاب سبد سهامی که دارای بهترین بازده آتی باشد، بازده سبد سهام برای دوره ۹ ماهه پس از انتخاب سبد سهام بهینه نیز محاسبه گردید که نتایج نشان‌دهنده آن است که سبد سهام منتخب دارای بازدهی ۹ ماهه برابر با ۵۲/۰۹ درصد بوده در حالی‌که سبد سهام ۱۱۳ سهمی در همین دوره دارای بازدهی ۲۲/۰۰ درصد بوده است. ضمنا بازده بازار در دوره مشابه ۴۱/۵۴ درصد بوده است.

۵-۴- بهینه‌سازی سبد سهام با به‌کارگیری الگوریتم ممتیک

در مرحله قبل سبد سهام انتخابی بر مبنای رتبه بندی صورت گرفته (خروجی گام‌های قبل) مورد بررسی قرار گرفت که براساس معیارهای ارزیابی عملکرد (معیار شارپ و ترینر) دارای عملکرد بهتر هم نسبت به عملکرد بازار و هم نسبت به سهام‌های که انتخاب نگردیدند، بود. البته وزن تمامی شرکت‌ها در سبد سهام انتخابی برابر در نظر گرفت شد. ضمناً شاخص شارپ و ترینر برای سبد سهام

1. Sharp ratio
2. Treynor ratio

۲۰ سهمی و ۷۷ سهمی نیز محاسبه شده که به مراتب عملکرد بهتری نسبت به سهام‌های انتخاب نشده، داشتند.

در این قسمت که با استفاده از مفاهیم مدل مارکویتز، سبد سهام بهینه انتخاب می‌شود. مارکویتز در فرمول‌بندی مدل میانگین- واریانس[1] خود، به هدف سرمایه‌گذاری توجه خاصی داشت. به نظر وی، سرمایه‌گذار عقلایی به دنبال سرمایه‌گذاری در طرح‌هایی است که بازدهی بیشتر و ریسک کمتر داشته باشد. وی ریسک یک سرمایه‌گذاری را تنها در انحراف معیار آن طرح جستجو نمی‌کند، بلکه به رابطه بین دارایی‌های مختلف در پرتفوی و تاثیر این رابطه بر ریسک کل هم توجه دارد.

یکی دیگر از مفاهیمی که مارکویتز مطرح نمود، مسئله پرتفوی کارآ بود. پرتفوی کارآ به معنای ترکیب مطلوب اوراق بهادار است به نحوی که ریسک آن پرتفوی، در ازای بازده معینی حداقل شود. سرمایه‌گذار منطقی به دنبال تشکیل پرتفوی کارآ است. زیرا اینگونه پرتفوی‌ها باعث حداکثر شدن بازده مورد انتظار در سطح معینی از ریسک و یا حداقل شدن ریسک در سطح معینی از بازده می‌شوند.

بسیاری از مسائل بهینه‌سازی، از جمله مساله بهینه‌سازی مارکویتز، در حجم بالا اساساً «سخت»[2] می‌باشند. یک مساله سخت به مساله‌ای گفته می شود که در آن‌ها نمی‌توان تضمین نمود در میزان قابل قبولی از زمان به یک جواب بهینه دست یافت. اما در مرحله عمل دست‌یابی به جواب بهینه مسائل سخت یکی از مواردی بوده است که محققان به دنبال آن بوده‌اند و همین امر موجب شدهکه از روشهای تقریبی[3] استفاده نمایند (Wu, 2001). در این تحقیق از الگوریتم ممتیک که در بخش ۳-۶ کاملاً تشریح شد، جهت بهینه‌سازی سبد سهام انتخابی استفاده می گردد(wu, 2001).

به منظور تعیین اوزان هر یک از شرکت‌ها در سبد سهام انتخابی، از بازده ماهانه این شرکت‌ها در بازه زمانی فروردین ۸۵ تا اسفند ۸۷ (۳۶ دوره زمانی) استفاده گردید. براساس محاسبات صورت گرفته، مقادیر بازده و ماتریس واریانس – کوواریانس بعنوان ورودی مدل، حاصل گردید.

در اینجا پارامترهای تاثیرگذار بر الگوریتم ممتیک براساس گام‌های این الگوریتم مورد بررسی قرار می‌گیرد. تعداد تولید نسل[4] برابر با ۲۰۰ در نظر گرفته شد. همچنین تعداد کرموزم‌ها (سبدهای سهام) برابر ۲۰ که نحوه انتخاب آنها براساس چرخ رولت می‌باشد. بعلاوه احتمال رخداد تبادل[5] ۸۰

پرتال جامع علوم انسانی

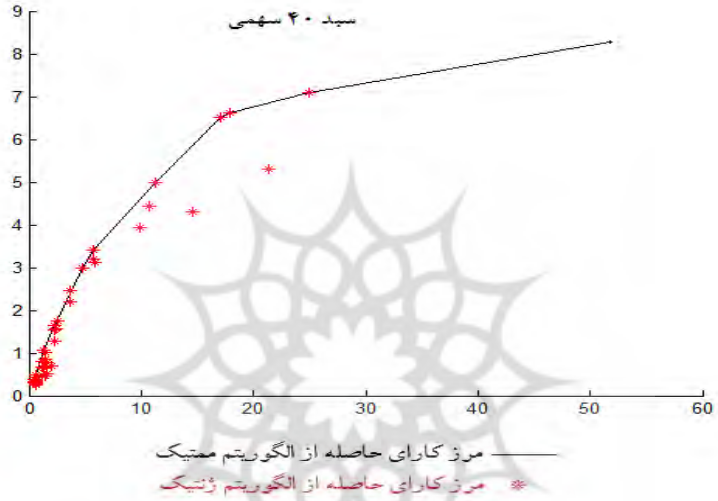
1. Mean-Variance
2. Hard
3. Approxomate
4. Generation
5. Crossover

درصد، احتمال رخداد جهش[1] ۳ درصد و احتمال رخداد جستجوی محلی[2] برابر با ۳۰ درصد در نظر گرفت شد.

با توجه به نمودار ۱ مرز کارآی رسم شده الگوریتم ممتیک بالاتر از مرز کارآی رسم شده توسط الگوریتم ژنتیک می‌باشد. ضمنا زمان اجرای برنامه برای هر دو الگوریتم برابر بوده است.

در نمودار ۲ مرز کارآی سبد سهام انتخابی (۴۰ شرکت برتر رتبه‌بندی) بالاتر از سبد سهامی است که انتخاب نشده است. برای رسم نمودار از داده‌های ماهانه شرکت‌ها در بازه زمانی سال ۸۵ تا ۸۷ استفاده گردید (۳۶ دوره ماهانه).

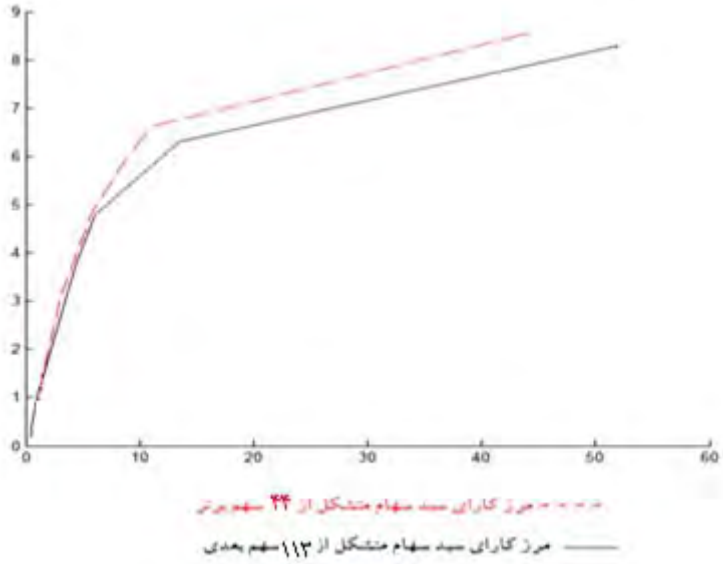
نمودار (۱): مرز کارآی سبد ۴۰ سهمی



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Mutation
2 . Local Search

نمودار (۲): مقایسه مرز کارآی سبد ۴۰ سهمی و ۱۱۳ سهی



ارزیابی رتبه‌بندی ۱۵۳ شرکت مورد بررسی براساس معیارهای گفته شده و اوزان به دست آمده نشان داد که با توجه به ارزیابی عملکرد گذشته‌نگر (میانگین بازده سه ساله ۸۵ تا ۸۷) شرکت‌های دارای رتبه پایین، بازده بیشتری را نصیب سهامداران‌شان کرده‌اند. همچنین براساس ارزیابی عملکرد آتی‌نگر (بازده ۹ ماهه ۱۳۸۸) باز هم شرکت‌های دارای رتبه پایین عملکرد بسیاری بهتری از خود نشان داده‌اند که می‌توان آن را دلیلی بر قابلیت پیش‌بینی مدل دانست. ضمنا آنکه بازده شرکت‌های رتبه پایین در دو حالت گفته شده از بازده بازار به مراتب بیشتر بوده است.

همانطور که بیان شد حل مدل ماکویتز در ابعاد بزرگ بسیار سخت می‌باشد. از اینرو برای حل مسائل این چنینی مجبور به استفاده از الگوریتم‌های متاهیوریستیک می‌باشیم. براساس نتایج بدست آمده که در بخش قبل بیان شد، الگوریتم ممتیک در دستیابی به جواب بهینه مسئله بسیار توانمند بوده و در مقایسه با الگوریتم ژنتیک در مدت زمان مشابه، نتایج بهتری را ارائه نمود.

پیشنهادات تحقیق

- اضافه نمودن معیارهای جدید از قبیل نقدشوندگی، سهام شناور، مدت زمان توقف نماد، نرخ بهره بدون ریسک و سایر نسبت‌های مالی می‌تواند کارآمدی مدل را افزایش دهد.
- استفاده از معیارهای کیفی جدیدی مانند تصویر شرکت، برند و استفاده از آنها در مدل می‌تواند باعث ارتقا کارآمدی مدل گردد.

- استفاده از سایر فنون تصمیم‌گیری مانند Dematel ، Electre و ارزیابی کارآمدی آنها در مقایسه با فنون به کار گرفته شده در این تحقیق.
- تلفیق رویکرد فازی با فرآیند ANP که انعکاس بهتر سبک تفکر انسانی را فراهم می‌نماید، به نظر می‌رسد منجربه نتایج قابل اتکاتری شود.
- اضافه نمودن محدودیت‌های مختلف مانند محدودیت عدد صحیح به مدل جهت بهینه‌سازی سبد سهام از طریق الگوریتم ممتیک.
- ترکیب نمودن سبد سهام انتخابی با سایر دارایی‌ها از قبیل اوراق مشارکت و بهینه‌سازی آن از طریق الگوریتم ممتیک.
- بهینه‌سازی سبد سهام انتخابی با الگوریتم ممتیک با فرض وجود فروش استقراضی در بازار.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مأخذ:

۱. آذر، عادل و رجب زاده، علی.(۱۳۸۱). تصمیم گیری کاربردی با رویکرد MADM، چاپ اول، تهران، نگاه دانش.

۲. اصغرپور، محمد جواد.(۱۳۷۷). تصمیم‌گیری چندمعیاره، تهران، چاپ اول، دانشگاه تهران.

۳. تهرانی، رضا و رهنما، روح الله.(۱۳۸۵). تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی، چاپ اول، تهران، نگاه دانش.

۴. جونز، چارلز.(۱۳۸۷). مدیریت سرمایه‌گذاری،(رضا تهرانی، عسگر نوربخش، مترجمان) چاپ اول، تهران، نگاه دانش.

۵. خاکی، غلامرضا. (۱۳۸۴). روش تحقیق با رویکرد پایان نامه نویسی، چاپ دوم، تهران، بازتاب.

۶. راعی، رضا و تلنگی، احمد. (۱۳۸۳). مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، چاپ اول، تهران، سمت.

۷. راعی، رضا و تلنگی، احمد. (۱۳۸۳). مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، چاپ اول، تهران، سمت.

۸. زبر دست، اسفندیار. (۱۳۸۰).کاربرد فرآیند سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، نشریه هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، شماره ۱۰.

۹. شهدایی، سید محمد علی.(۱۳۸۵). ارزش‌گذاری سهام بر مبنای P/E، چاپ اول، تهران، چالش.

10. Aranha, C., Iba, H, A tree-based ga representation for the portfolio optimization problem, In: GECCO - Genetic and Evolutionary Computation Conference. ACM Press, New York , 2008.
11. Brickley, J.. Shareholder wealth, information signaling and the specially designated dividend: An empirical study. Journal of Financial Economics, 12(2),187–209. 1983.
12. Edirisinghe, NCP & X Zhang, Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: case of US industries, Journal of the Operational Research Society 59 , 2008.
13. Fama, E.F. and French, K. The cross-section of expected stock returns. Journal of Finance 47, 427–466.1992.
14. fenjjie wu, A Framework for memetic algorithms, Univercity of Auckland, 2001.
15. Fernandez, A. & Gomez, S, Portfolio Selection Using Neural Networks, Computers & Operations Research, 2007.

16. Higgins, R.C. How much growth can a firm afford? Financial Management Fall, 7–16.1977.
17. Reilly Frank K, & Keit C Brown, Investment Analysis and Portfolio Selection, 6d, ed, 2003.
18. ROBERT JOHNSON, LUC SOENEN, Indicators of Successful Companies, European Management Journal Vol. 21, No. 3, pp. 364–369, 2003
19. Saaty, T.L. ,Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh, PA, 1996.
20. Saaty, T.L., The Analytic Network Process, Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, 2nd ed., RWS Publications, Pittsburgh,2001.
21. Wen-Shiung Lee, Combined MCDM techniques for exploring stock selection based on Gordon model, Expert Systems with Applications , 2008.
22. Yew-Soon Ong, Meng-Hiot Lim, Ning Zhu, Kok-Wai Wong, Classification of adaptive memetic algorithms: a comparative study, Systems, Man and Cybernetics, Part B, IEEE Transactions, 2006
23. Yoon، K. P.، & Hwang، C.-L. Multiple attribute decision making: an introduction. sage university paper series on quantative applications in the social sciences، Thousand Oapks، CA.1995.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی