فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۴۸، بهار ۹۷
صفحات ۱۵۱-۱۳۱

انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از سیستم خبره در محیط فازی ممدانی

سیده فرناز کوهبنانی نژاد،* داریوش فرید،** حجت‌اله صادقی***

تاریخ دریافت:۹۴/۲/۶
تاریخ پذیرش:۹۶/۱۰/۹

چکیده

اصلاحات جزء جدایی‌ناپذیر تحولات اقتصادی در بخش مالی می‌باشد که شامل شکل‌دهی دوباره ساختار بازار سرمایه، نوآوری در ابزارها و محیطی با نظم جامع‌تر است. دو مکتب فکری غالب بر ادبیات بازار سهام، تجزیه و تحلیل‌های بنیادی و تکنیکی می‌باشند. مسئله انتخاب پرتفوی بسیار مهم می‌باشد. به همین علت، این پژوهش ارزیابی سهام شرکت‌ها با استفاده از هر دو روش تجزیه و تحلیل بنیادی و تکنیکی را برگزیده و سپس به منظور تشکیل پرتفویی که حالات مختلف ریسک و ترجیحات سرمایه‌گذاران را لحاظ کند، از مدل فازی ممدانی و مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ترکیبی استفاده نموده است. دلیل استفاده از سیستم فازی ممدانی، کارا بودن آن در محیط‌های مبهم و استفاده از دانش انسانی و مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ترکیبی، قابلیت یافتن جواب بهینه مسئله از میان تعداد زیاد جواب موجود می‌باشد. نتایج ارزیابی عملکرد پرتفوی‌های تشکیل شده برای سه حالت سرمایه‌گذار ریسک‌گریز، ریسک‌خنثی و ریسک‌پذیر، نشان می‌دهد که عملکرد پرتفوی پیشنهادی مثبت بوده و عملکرد مناسبی را نشان می‌دهد، اما در مقیاسی دقیق‌تر پرتفوی تشکیل شده برای سرمایه‌گذار ریسک‌گریز در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد.

کلمات کلیدی: *ارزیابی سهام، پرتفوی بهینه، سیستم خبره، مدیریت پرتفوی، منطق فازی*

Archive of SID

* کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی-مالی، دانشکده مدیریت،گروه مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد ایمیل؟
** دانشیار، دانشکده مدیریت،گروه مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد
*** استادیار، دانشکده مدیریت، گروه مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد

www.SID.ir

مقدمه

تصمیم‌گیری در مورد انتخاب پرتفوی سرمایه‌گذاری همیشه با شک و تردید بوده است. این واقعیت، نشان‌دهنده انتظارات خاصی می‌باشد که نسبت به رفتار ابزارهای مالی در آینده خواهیم داشت که حوادث را بتوان براساس گذشته پیش‌بینی کرد (Maknickiene, 2014:1158).

هر روزه تلاش های گسترده‌ای به منظور بهبود روش‌های بررسی سهام در بازارهای مالی صورت می‌گیرد. این تلاش منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی شده که در کنار روش‌های گذشته در صدد یافتن پاسخی برای حداکثرسازی سود در بازارهای مالی است (Yunusoglu & Selim, 2013: 911).

یکی از راه‌های کاهش ریسک، تنوع‌بخشی در انجام سرمایه‌گذاری‌ها است. شرکت‌های سرمایه‌گذاری با سرمایه‌گذاری در دارایی‌های متنوع و تشکیل پرتفوی، اقدام به کاهش ریسک سرمایه‌گذاری‌های خود می‌کنند (Strog, 2000: 431).

نوآوری این پژوهش از دو جنبه حائز اهمیت می‌باشد: فرایند ارزیابی سهام کاملا بدون ساختار بوده و مجموعه ثابتی از معیارها برای ارزیابی سهام وجود ندارد. در حالی که در برخی مطالعات از معیارهای بنیادی استفاده شده است، برخی دیگر صرفا ویژگی‌های فنی را مورد استفاده قرار داده‌اند. مزیت سیستم خبره استفاده شده در این مطالعه این می‌باشد که هر دو جنبه فنی و بنیادی را در نظر گرفته است. بعلاوه ویژگی‌های صنعتی سهام نیز در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته‌اند.

روش‌های علم مدیریت کلاسیک، برگرفته از ریاضیات قطعی می‌باشد که خواهان داده‌های دقیق و کمی هستند. در این روش‌ها داده‌های مبهم و بیان احساسات آدمی (متغیرهای زبانی) جایی در مدل‌سازی ندارد که موجب عدم انعطاف‌پذیری و عدم دقت در مدل‌سازی می‌شود. با به‌کارگیری تئوری سیستم فازی، روش‌های علم مدیریت کلاسیک به محیط فازی گسترش می‌یابد و می‌توان از آن‌ها در سیستم‌های متعدد مدیریتی استفاده کرد. (Hadmichael, 2009: 6519).

Archive of SID

www.SID.ir

هدف این پژوهش تشکیل پرتفویی می‌باشد که به میزان ریسک‌پذیری و توقعات خاص سرمایه‌گذاران پاسخ دهد، تا این‌که صرفا پرتفویی بهینه را تشکیل دهد که ویژگی‌های مطلوب بازده–ریسک را داشته باشد. از این رو در این مطالعه از پرتفوی بهینه بر اساس قواعد استنتاج فازی استفاده شده است تا به مدیران پرتفوی در ارزیابی سهام و تصمیمات ساختار پرتفوی کمک نماید.

پیشینه پژوهش

در عمل روش‌های متعددی برای تشکیل پرتفوی بهینه به کار رفته است، مارکوئیز نظریه مدرن پرتفوی را به عنوان یک روش کلاسیک به صورت ریاضی بیان کرد (Markowitz, 1952: 77). پس از آن مطالعات زیادی در زمینه تشکیل پرتفوی انجام شده که در ادامه بیان شده است.

فاما و فرنچ معادله رگرسیون چند متغیره‌ای را برای بررسی عوامل موثر بر بازده پرتفوی، طراحی کردند. آن‌ها به الگوی قیمت‌گذاری دارایی سرمایه (CAPM[1]) علاوه بر ریسک دو عامل دیگر یعنی اندازه شرکت و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام را نیز افزودند (Fama & French, 2003).

پژوهشگرانی با توجه به عدم اطمینان در فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، فرض کردند که بازده مورد انتظار و ریسک دارایی، خطاهای قابل قبولی دارند. در نتیجه با این فرض و استفاده از گستردگی بازدهی مورد انتظار پرتفوی و ریسک‌های کران بالا و کران پایین بر مبنای تئوری مجموعه فازی، مدل پرتفوی کارای قابل قبولی را ارائه کردند (Zhang & Nie, 2004).

پژوهش‌گرانی الگوی مارکویتز را با افزودن محدودیت‌های حد بالا و پایین برای متغیرها اصلاح کردند و الگوی CCMV[2] میانگین- واریانس را با مولفه‌های مقید به وجود آوردند که ترکیبی از مسئله برنامه‌ریزی عدد صحیح و مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی می‌باشند؛ رویکرد

1 .Capital Asset Pricing Model

2. *cardinality constrained mean-variance*

Archive of SID

www.SID.ir

زیربنایی این معادلات، رویکرد میانگین- واریانس است. در واقع برای حل دقیق این نوع مسائل الگوریتم‌های موثر و کارایی در برنامه‌ریزی ریاضی وجود ندارد (Fernandez & Gomz, 2007).

در روشی، مدلی چند هدفه با محدودیت‌های احتمالی فازی برای انتخاب پرتفوی پیشنهاد شده و معیارهای مالی بازده کوتاه مدت، بازده بلند مدت، ریسک و نقدینگی را در نظر گرفته شده است. جهت رسیدن به پرتفوی بهینه از الگوریتم هوشمند ترکیبی، مرکب از شبیه‌سازی فازی و الگوریتم ژنتیک استفاده شده است، این پرتفوی بهینه در دستیابی به بالاترین میزان ارزش اعتباری برای توابع هدف مناسب می‌باشد. (Gupta at al , 2013).

پژوهشی با استفاده از سیستم خبره (ES[1]) به انتخاب اوراق بهادار پرداخته است. این ES، بر اساس معیاری می‌باشد که صرفا برای تکنیک‌های تحلیل بنیادی بوده تا در یک افق زمانی طولانی تصمیماتی مستدل و غیرقیاسی برای سرمایه‌گذاری بگیرد. در این مدل شرکت‌هایی ارزیابی شده، با توجه به نوع صنعت و فعالیت‌شان طبقه‌بندی شده‌اند. (Xidonas & Psarras, 2009).

محققانی به بررسی مزایای محدودیت بر اساس واریانس-دیفرانسیل پرداخته و نشان دادند که براساس معیار شارپ مدل بیز توانایی بالایی در انتخاب پرتفوی سهام دارد (Levy & Levy, 2014).

پژوهشگرانی در بررسی بهینه‌سازی پرتفوی تکنیک سری زمانی فازی را به عنوان یک روش مناسب و کارا در زمینه داده‌ها معرفی کردند و نتایج حاصل نشان‌دهنده کارایی مدل پیشنهادی بود (Zhou & et al. 2015).

در پژوهشی برای تشکیل پرتفوی از الگوریتم داده کاوی استفاده شد. شناسایی مجموعه سهام با ثبات بالا با استفاده از داده های تاریخی جهت حمایت از سرمایه‌گذار که رضایت کارشناسان را در مورد حداقل بازده متوسط و حداقل میزان تنوع در میان بخش‌ها نشان داد (Baralis & et al. 2017).

1 .*expert* systems

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی سهام را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: داده‌های بنیادی و داده‌های فنی. داده‌های بنیادی از صورت‌های مالی سالانه شرکت‌ها به دست می‌آیند که نشان‌دهنده سلامت مالی، مزایای رقابتی و عملکرد مدیریتی می‌باشند. سیستم پیشنهادی ارزیابی سهام در قسمت داده‌های بنیادی، سه بعد عملکرد را در نظر گرفته است که عبارتند از عملکرد سودآوری، ریسک مالی و قابلیت عرضه در بازار، برای اندازه‌گیری عملکرد سودآوری شرکت‌ها از حاشیه سود خالص، سود قبل از کسر مالیات (EBT) و بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) استفاده شده است. نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام برای عملکرد ریسک مالی مورد استفاده قرار گرفته است. از ین گذشته برای عملکرد قابلیت عرضه در بازار از برآورد ارزش بازاری (MV) ، قیمت به سود هر سهم (P/E)، بازده سود تقسیمی (DY) و نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری (MV/BV) استفاده شده است.

علاوه بر داده‌های بنیادی از دو داده فنی نیز به عنوان ورودی، در سیستم پیشنهادی ارزیابی سهام استفاده گردیده است. داده‌های فنی بر اساس نوسانات قیمتی گذشته بوده و به طور گسترده‌ای برای پیش‌بینی نوسانات آتی قیمت‌های سهام به کار گرفته شده است. مومنتوم قیمت و باندهای بولینگر (BBs) داده‌های فنی‌ای هستند که در این مطالعه بکار رفته شد.

مومنتوم قیمت سرعت تغییرات قیمت را اندازه‌گیری می‌کند و در این مطالعه مومنتوم ۱۲روز به عنوان ورودی فنی استفاده گردیده است. از سوی دیگر BBs نقش سطح پشتیبان و مقاومت را دارد و با استفاده از انحراف استاندارد قیمت از میانگین متحرک آن به دست می‌آید. در فرایند ارزیابی سهام، %B به عنوان شاخص فنی استفاده شده که طریقه محاسبه آن به صورت زیر است:

$$Upper\ BB = SMA(20) + 2 \times \sigma_{Price}$$

$$Middle\ BB = SMA(20) \qquad \text{رابطه ۱)}$$

$$Lower\ BB = SMA(20) - 2 \times \sigma_{Price}$$

$$\%B_t = 100 \times (Price_t - Lower\ BB)/(Upper\ BB - Lower\ BB) \qquad \text{رابطه ۲)}$$

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن SMA میانگین متحرک ساده و σ_{Price} انحراف استاندارد قیمت می‌باشد. از %B به عنوان معیار سنجش ارزش شرکت استفاده می‌شود، هرچه بزرگتر باشد، شرکت دارای ارزش بیشتری است (Yunusoglu & Selim, 2013: 912). بنابراین سیستم خبره سهام را با استفاده از این ۱۷ ورودی‌ها ارزیابی کرده و خروجی می‌دهد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر نوع تحقیق، در مقوله تحقیقات مربوط به مدل‌سازی می‌باشد که هدف اصلی آن‌ها توصیف واقعیت است و به لحاظ دسته‌بندی بر مبنای هدف، کاربردی است، چرا که با هدف کمک به سرمایه‌گذاران و مدیران پرتفوی می‌باشد.

قلمرو موضوعی این پژوهش ارزیابی سهام شرکت‌ها و تشکیل پرتفوی بهینه می‌باشد. داده‌های این تحقیق، اقلام صورت‌های مالی سالانه و قیمت‌های روزانه شرکت‌های مورد بررسی در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۷ می‌باشد. قلمرو مکانی این پژوهش، صنایع شیمیایی، فراورده نفتی، کانه فلزی و فلزات اساسی بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

ارزیابی سهام و رتبه‌بندی شرکت‌ها

با استفاده ازسیستم خبره (ES) دستیابی به راه‌حل‌هایی حقیقی، منعطف و عملی ممکن خواهد شد. بعلاوه ES زمان لازم برای تصمیم‌گیری مدیران پرتفوی را کاهش داده و فرایند تصمیم‌گیری را استاندارد می‌کند. (Rada, 2008: 2234).

در حقیقت، بیشتر دانش جهان به صورت غیرقطعی می‌باشد، بنابراین در برخورد با یک چنین موقعیتی، رویکرد فازی مبتنی بر مجموعه‌های فازی مناسب به نظر می‌رسد (Chong & et al, 2013: 565).

به منظور ارزیابی سهام از روش استنتاج فازی ممدانی استفاده شده است، به این ترتیب که با استفاده از مجموعه‌های فازی، می‌توان مجموعه کاملا غیرساختاری از تجربه‌های زبانی را به یک الگوریتم تبدیل کرد. (Alvarez & et al., 2000: 261).

Archive of SID

www.SID.ir

قبل از شرح این روش لازم است توضیحاتی در مورد بعضی از ورودی‌ها داده شود.
مقایسه نرخ بنیادی شرکت‌ها (FR[1]) از طبقات مختلف صنعتی به دلیل ویژگی‌های مختلف صنعتی امری معقولانه نمی‌باشد (Reilly & Brown, 2011: 431). بنابراین FR نسبی به عنوان ورودی‌های بنیادی این سیستم مورد استفاده قرار گرفته است.

رابطه ۳)
$$relative\ FR = \frac{FR}{\text{میانگین صنعت مربوط}}$$

با استفاده از FRهای نسبی، می‌توان سهام را بدون دخالت نوع صنایعشان ارزیابی و رتبه‌بندی کرد. در نتیجه می‌توان از یک سیستم تک استنباطی برای ارزیابی سهام استفاده کرد. علاوه بر FRهای نسبی، نرخ تغییر نوسانات FR (ROC[2]) نیز به عنوان ورودی‌های بنیادی سیستم ارزیابی سهام مورد استفاده قرار گرفته است. درواقع ROC نشان دهنده تغییرات عملکرد یک شرکت، با توجه به عملکرد سال قبل می‌باشد که به شرح زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۴)
$$ROC_t = \frac{FR_t - FR_{t-1}}{FR_{t-1}}$$

همان‌طور که ذکر شد در این پژوهش با استفاده از دامنه دانش تخصصی برای ارزیابی سهام، از یک قانون فازی محور استفاده شده است. به دلیل اینکه دامنه دانش تخصصی خود را با طرحی زبانی ارائه می‌دهد، ورودی‌ها و خروجی‌ها باید به صورت زبانی ارائه شوند. در نتیجه سیستم پیشنهادی ارزیابی سهام از تکنیک استنباط ممدانی استفاده می‌کند که توسط ممدانی و اصیلیان[3] ارائه شده است.

از آن‌جا که سیستم ممدانی از ورودی فازی استفاده کرده و خروجی فازی می‌دهد، نخستین مرحله فازی‌سازی آن‌ها است، در این مرحله معین می‌شود که درجه عضویت هر ورودی که در دامنه مجموعه فازی قرار دارد، در تابع عضویت متناظر آن چقدر است. درواقع فازی سازی، فرایند تبدیل یک مقدار عددی به یک مقدار فازی می‌باشد که در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی

1. Fundamental Ratios
2. Rate Of Change
3. Mamdani and Assilian

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده شده است.. دلیل اصلی استفاده از اعداد فازی مثلثی این است که مبتنی بر درک و انتقال مستقیم بوده و نمایش محاسباتی موثری را دارند (Karsak, 2004: 154).

برای فازی‌سازی ورودی‌ها، پایین‌ترین (inf) و بالاترین (sup) میزان داده‌ی ورودی در طول یک دوره یک ساله به دست آمده است که نشان‌دهنده داده‌های سرمایه‌گذاری می‌باشد. پس از آن طیف داده‌ها و مرکز[1] هر ورودی و خروجی به وسیله مقادیر بالاترین و پایینترین به شکل زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۵) $$\text{طیف داده ورودی} = [inf, sup]$$

رابطه ۶) $$Center = \frac{sup - inf}{2}$$

با استفاده از معادلات زیر، ورودی‌ها و خروجی به وسیله یک تابع عضویت (MFs[2]) سه مثلثی به فازی تبدیل شده‌اند: پایین[3]، متوسط[4] و بالا[5].

رابطه ۷)

$$f(x) = \begin{cases} 0 & x < inf \\ \frac{x - inf}{center - inf} & inf \le x \le center \\ \frac{sup - x}{sup - center} & center \le x \le sup \\ 0 & x \ge sup \end{cases}$$

اعداد فازی سال ۹۱ در جدول ۱ آورده شده است، که به علت حجم زیاد اعداد، از آوردن اعداد سال‌های دیگر صرف نظر شده است.

[1] Center
[2] Membership Functions
[3] Law
[4] Moderate
[5] High

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. فازی‌سازی اعداد ورودی و خروجی

معیار	Low	Moderate	High
حاشیه سود خالص	(-۲/۳۷، -۶/۹۷، -۱۱/۵۷)	(-۲/۳۷، ۲/۲۳، -۶/۹۷)	(۲/۳۷-، ۲/۲۳، ۶/۸۳)
ROC حاشیه سود خالص	(-۳/۵۴، -۰/۲۷، ۲/۹۹)	(-۰/۲۷، ۲/۹۹، ۶/۲۵)	(۲/۹۹، ۶/۲۵، ۹/۵۲)
EBT	(-۰/۰۳، ۱/۷۸، ۳/۶)	(۱/۷۸، ۳/۶، ۵/۴۱)	(۳/۶، ۵/۴۱، ۷/۲۳)
EBT ROC	(-۲/۷۱، ۴/۶۸، ۱۲/۰۷)	(۴/۶۸، ۱۲/۰۷، ۱۹/۴۷)	(۱۲/۰۷، ۱۹/۴۷، ۲۶/۸۶)
ROE	(-۰/۹۲، ۰/۰۱، ۰/۹۴)	(۰/۰۱، ۰/۹۴، ۱/۸۸)	(۰/۹۴، ۱/۸۸، ۲/۸۱)۴,۲۵
ROE ROC	(-۲/۲۷، -۱/۴، -۰/۵۴)	(-۱/۴۱، -۰/۵۴، ۰/۳۳)	(-۰/۵۴، ۰/۳۳، ۱/۱۹)
بدهی به حقوق صاحبان سهام	(۰، ۱/۷۵، ۳/۵)	(۱/۷۵، ۳/۵، ۵/۲۵)	(۳/۵، ۵/۲۵، ۷)
ROC بدهی به حقوق صاحبان سهام	(-۳/۵۴، -۰/۹۴، ۱/۶۶)	(-۰/۹۴، ۱/۶۶، ۴/۲۷)	(۱/۶۶، ۴/۲۷، ۶/۸۷)
MV	(۰/۰۱، ۱/۹۳، ۳/۸۶)	(۱/۹۳، ۳/۸۶، ۵/۷۹)	(۳/۸۶، ۵/۷،۷۹/۷۲)
P/E	(-۰/۸۷، ۰/۸۳، ۲/۵۳)	(۰/۸۳، ۲/۵۳، ۴/۲۲)	(۲/۵۳، ۴/۲۲، ۵/۹۲)
P/E ROC	(-۲/۸۸، -۱/۵۴، -۰/۲)	(-۱/۵۴، -۰/۲، ۱/۱۴)	(-۰/۲، ۱/۱۴، ۲/۴۹)
DY	(۰، ۰/۷۲، ۱/۴۵)	(۰/۷۲، ۱/۴۵، ۲/۱۷)	(۱/۴۵، ۲/۱۷، ۲/۸۹)
DY ROC	(-۱، ۰/۰۶، ۱/۱۳)	(۰/۰۶، ۱/۱۳، ۲/۱۹)	(۱/۱۳، ۲/۱۹، ۳/۲۶)
MV/BV	(-۰/۳۲، ۰/۵۳، ۱/۳۷)	(۰/۵۳، ۱/۳۷، ۲/۲۲)	(۱/۳۷، ۲/۲۲، ۳/۰۷)
MV/BV ROC	(-۱/۵، ۰/۱۹، ۱/۸۸)	(۰/۱۹، ۱/۸۸، ۳/۵۷)	(۱/۸۸، ۳/۵۷، ۵/۲۶)
مومنتوم قیمت	(۰/۹۶، ۰/۹۸، ۱)	(۰/۹۸، ۱، ۱/۰۲)	(۱، ۱/۰۲، ۱/۰۴)
%B	(۱/۳۹، ۳۰/۶۳، ۵۹/۸۴)	(۳۰/۶۳، ۵۹/۸۴، ۸۹/۰۸)	(۵۹/۸۴، ۸۹/۰۸، ۱۱۸/۳)
رتبه	(۰، ۱۲/۵، ۲۵)	(۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵)	(۲۵، ۳۷/۵، ۵۰)

پس از فازی‌سازی ورودی‌ها و خروجی، در مرحله دوم با استفاده از دامنه دانش تخصصی و استانداردهای مالی، قواعد فازی محور ارائه می‌شوند، به طوری که قوانین، متغیرهای ورودی را به متغیرهای خروجی متصل می‌کنند و به شکل "اگر ... آن گاه..." تعریف می‌شوند تا سیستم مورد دلخواه با استفاده از متغیرهای کلامی به جای فرمول‌های ریاضی توصیف نمایند.

Archive of SID

www.SID.ir

بخش اگر[1] به عنوان پیشین و بخش آن گاه[2] به عنوان نتیجه معرفی می‌شوند. تعداد قوانین بستگی به تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها و رفتار دلخواه سیستم مورد نظر دارد (Asmuni, 2009: 71).

در رویکرد ممدانی قوانین به شکل رابطه ۸ تعریف می‌شوند:

$$R_i = \text{IF } x_1 \text{ is } A_{i1} \; AND \; x_2 \text{ is } A_{i2} \; AND \; \dots X, is \; A_{ij} \; THEN \; y \; is \; B_i, \quad i = 1, \dots, n \qquad \text{(رابطه ۸)}$$

به طوری که از R_i iامین قانون، n تعداد قوانین، X_i (j=1, …, r) تعداد متغیرهای ورودی و y تنها متغیر خروجی سیستم، A_{ij} ورودی‌های مجموعه‌های فازی می‌باشند که در فضای مجموعه مرجع $U=U_1,\dots,U_r$ تعریف شده‌اند و B_i خروجی‌های که در مجموعه مرجع V تعریف شده‌اند، می‌باشد. بنابراین هر قانون یک ارتباط فازی محلی بین $U\times V$ می‌باشد که یک قسمت از فضای ورودی چند بعدی U را به یک بخش خاصی از فضای خروجی V نگاشت می‌کند (Asmuni, 2008:71).

فرایند به دست آوردن نتیجه کلی از نتیجه به دست آمده از هر قانون به عنوان ادغام قوانین فازی[3] شناخته می‌شود.(Mamdani & Assilian, 1975:13). در سیستم عطفی[4]، قوانین به وسیلهٔ اتصال‌های "و[5]" به یکدیگر متصل می‌شوند. شکل کلی قوانین در سیستم خبره فازی در شکل ۱ نشان داده شده است.

قوانین از ادغام ورودی‌هایی که قابلیت سنجش در کنار هم را دارند یا قواعد تکی که از کلیه استانداردهای مالی تبعیت می‌کنند و همیشه ثابت و مشخص می‌باشند می‌تواند حاصل شوند. پس از بررسی و مطالعه کلیه ورودی‌ها و نسبت‌ها ۸۴ قانون اگر-آن‌گاه فازی برای این پژوهش نوشته شد، هر قانون یک یا چند قضیه و یک خروجی دارد که رتبه‌بندی سهام است،

1. IF
2 .THEN
3 . Aggregation of Rules
4 . Conjunctive
5. AND

Archive of SID

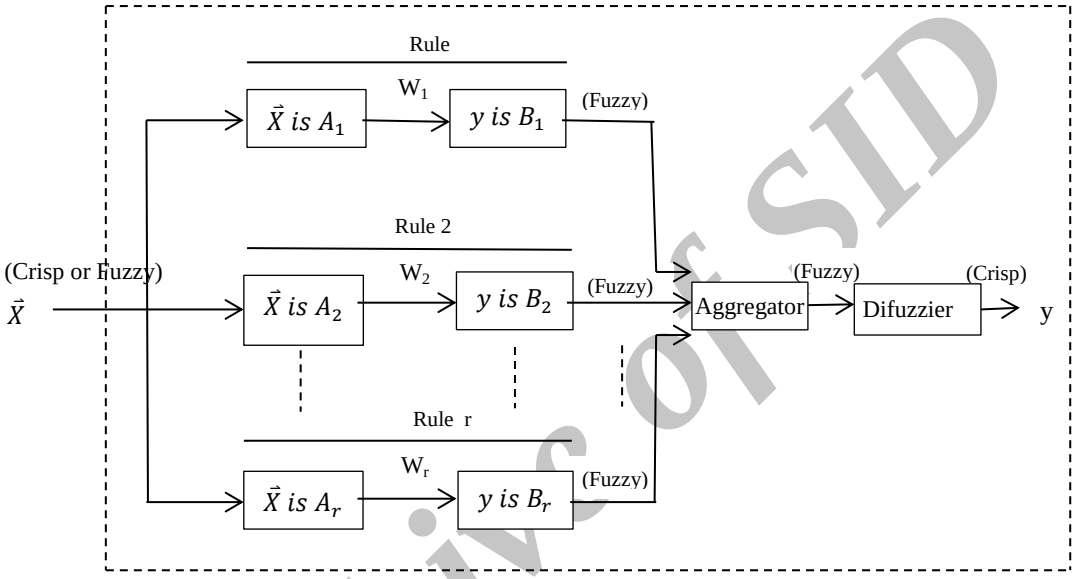
www.SID.ir

برای قواعد چند قضیه‌ای از حرف رابط **"و"** استفاده شده است که چند مورد از قواعد در زیر آمده است:

اگر مومنتوم قیمت پایین و ارزش بازار پایین باشد آن‌گاه رتبه پایین خواهد آمد.

اگر B% بالا باشد آن‌گاه رتبه پایین خواهد آمد.

اگر DY ROC متوسط و DY نسبی بالا باشد آن‌گاه رتبه بالا خواهد آمد.



شکل ۱: شکل قوانین در سیستم خبره فازی (Mamdani & Assilian, 1975)

ارزش خروجی‌هایی که به دست می‌آید، به شکل فازی هستند. برای ساده کردن تجزیه و تحلیل، اعداد فازی می‌بایست به اعداد معمولی تبدیل شوند. به عبارت دیگر، در این مرحله ارزش خروجی‌ها غیرفازی می‌شود. تبدیل مجموعه‌های فازی به یک مقدار عددی را فازی‌زدایی گویند (Ross, 2005).

رایج‌ترین فرم فازی‌زدایی، متد مرکز ثقل می‌باشد که مبتنی بر پیدا کردن مرکز ثقل یک شکل مسطح می‌باشد. این روش در رابطه ۸ ارائه شده است (همان مأخذ).

رابطه ۹)

$$Z^* = \frac{\int_a^b \mu(z).zd_z}{\int_a^b \mu(z).d_z}$$

Archive of SID

www.SID.ir

پس از انجام مراحلی که ذکر شد، سیستم خبره شکل گرفته و آماده گرفتن خروجی می‌باشد. خروجی بین ۰ تا ۵۰ برای هر سهم متفاوت بوده و براساس روش استنباط فازی به دست می‌آید. نتایج رتبه‌بندی شرکت‌ها در سال ۹۱ در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. رتبه شرکت‌ها در سال ۹۱

شرکت	رتبه	شرکت	رتبه	شرکت	رتبه
پتروشیمی آبادان	۳۲/۷	سرمایه‌گذاری صنایع پتروشیمی	۳۷/۱	فولاد خوزستان	۲۳/۹
پتروشیمی اصفهان	۳۶/۱	نفت پارس	۳۲/۱	فرآوری مواد معدنی ایران	۲۲/۸
معدنی املاح ایران	۳۶/۵	نفت بهران	۳۵/۸	فولاد امیرکبیر کاشان	۳۴/۷
کف	۲۵/۵	سرمایه‌گذاری صنعت نفت	۳۷/۱	فولاد آلیاژی ایران	۳۶/۲
کربن ایران	۱۸/۳	پالایش نفت اصفهان	۲۴/۵	ملی صنایع مس ایران	۴۳/۱
صنایع‌شیمیایی‌سینا	۲۵/۹	معدنی‌وصنعتی‌چادرملو	۱۹	لوله و ماشینی‌سازی ایران	۲۶/۲
پارس پامچال	۳۳/۴	سر.توسعه معادن روی ایران	۱۹/۲	ملی سرب و روی ایران	۱۷/۳
پتروشیمی شیراز	۲۲/۸	معدنی و صنعتی گل گهر	۳۲/۶	فروسیلیس ایران	۳۵/۴
لعابیران	۲۶/۹	معدنی دماوند	۲۳/۷	نورد و قطعات فولادی	۲۲/۹
دوده صنعتی پارس	۲۹/۲	معدنی بافق	۳۸/۷	نورد آلومینیوم	۱۹/۹
صنعتی رنگین	۲۸/۳	باما	۲۸/۱	گروه صنعتی سدید	۱۲/۴
نیروکلر	۳۶/۲	معادن منگنز ایران	۳۳/۵	کالسیمین	۴۰/۲
پتروشیمی فن‌آوران	۳۶/۳	سر.توسعه‌معادن‌وفلزات	۲۹/۵	مس شهید باهنر	۲۳/۱
تولی‌پرس	۲۵/۴	آلومراد	۲۱/۲	سپنتا	۴۱/۴
پتروشیمی فارابی	۲۳/۸	فولاد کاویان	۲۰/۹	گروه صنعتی سپاهان	۳۴/۸
پتروشیمی خارک	۳۸/۹	فولاد مبارکه اصفهان	۳۹/۴	سرمایه‌گذاری‌توکافولاد	۴۱/۷
پتروشیمی شازند	۳۳/۲	فولاد خراسان	۳۵/۷		

تشکیل پرتفوی

در این مرحله پرتفوی‌هایی متناسب با اولویت و میزان ریسک سرمایه‌گذار، به وسیله مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی ساخته می‌شود. این مدل با استفاده از رتبه‌بندی بخش قبل، سطح ریسک و طبقه‌بندی صنعتی سهام، پرتفوی بهینه را پیشنهاد می‌کند.

Archive of SID

www.SID.ir

تابع مدل میزان کل رتبه‌بندی سهامی که مربوط به پرتفوی پیشنهادی می‌باشد را حداکثر می‌کند:

رابطه ۱۰)

$$\max Z = \sum_{i=1}^{N} W_i r_i$$

که در آن N تعداد سهام است که در این پژوهش ۵۰ سهم می‌باشد، W_i وزن سهم i در پرتفوی، r_i رتبه سهم i می‌باشد که در مرحله قبل به وسیله استنتاج فازی ممدانی مشخص شده است. محدودیت ۱۱ این اطمینان را به وجود می‌آورد که تمام موجودی، سرمایه‌گذاری شده است.

رابطه۱۱)

$$\sum_{i=1}^{N} W_i = 1$$

محدودیت ۱۲ کران بالا و پایین تعداد سهام در پرتفوی را مشخص می‌کند.

رابطه ۱۲)

$$LB \leq \sum_{i=1}^{N} x_i \leq UB$$

که در آن x_i متغیری دودویی می‌باشد که مقدار آن در صورتی که سهم i در پرتفوی ثبت شده باشد یک و در غیر این صورت صفر خواهد بود. LB و UB به ترتیب ۱ و ۵۰ می‌باشند. محدودیت‌های ۱۳ و ۱۴ کران بالا و پایین وزن هر سهم در پرتفوی را مشخص می‌کنند.

رابطه ۱۳)

$$W_i - UBW x_i \leq 0 \qquad i = 1, \dots, N,$$

رابطه ۱۴)

$$W_i - LBW x_i \geq 0 \qquad i = 1, \dots, N,$$

که UBW و LBW به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۰۱ تعیین شده‌اند.

محدودیت ۱۵ با در نظر گرفتن ترجیحات سرمایه‌گذار، وزن مشخص صنایع در پرتفوی را محدود می‌کند که G_j مجموع سهام در صنعت j و UBG_j کران بالای مجموع سهام در صنعت j می‌باشد که در جدول ۳ تعریف شده‌اند.

رابطه ۱۵)

$$\sum_{i \in G_j} W_i \leq UBG_j, \exists G_j, \qquad j = 1, \dots, J$$

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. مجموع وزن سهام و کران بالای هر صنعت

صنعت	$\sum_{i\in G_j} W_i$	UBG_j
شیمایی	$w_1 + \cdots + w_{18}$	۰/۳۶
فراورده نفتی	$w_{19} + \cdots + w_{22}$	۰/۰۸
کانه فلزی	$w_{23} + \cdots + w_{30}$	۰/۱۶
فلزات اساسی	$w_{31} + \cdots + w_{50}$	۰/۴

محدودیت ۱۶ تعیین‌کننده کران پایین برای مجموع وزن سهامی می‌باشد که ریسک سیستماتیک (β) کمتر از یک دارند.

رابطه ۱۶)
$$\sum_{i\in BL} W_i \geq LBB$$

BL مجموع سهامی می‌باشد که β کمتر از یک دارند و LBB کران پایین سهامی است که β کمتر از یک دارند. نوع ریسک سرمایه‌گذار، به طور مستقیم بر مرحله تشکیل پرتفوی تاثیر می‌گذارد. در اینجا مقدار LBB را می‌توان برحسب نوع ریسک سرمایه‌گذار تعیین کرد. به طور ویژه، برای سرمایه‌گذارانی که تمایل به ریسک کردن ندارند، میزان LBB بالا و به طور عکس، برای سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر میزان LBB کم می‌باشد. در این پژوهش، مقدار LBB برای سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز، ریسک خنثی و ریسک‌پذیر به ترتیب ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ تعیین گردیده است.

در آخر محدودیت‌های ۱۷ و ۱۸ تضمین می‌کنند که W_i بین صفر و یک بوده و x_i متغیری دودویی می‌باشد

رابطه ۱۷) $$0 \leq W_i \leq 1 \qquad i = 1, \ldots, N$$

رابطه ۱۸) $$x_i \in \{0,1\} \qquad i = 1, \ldots, N$$

این مدل به وسیله نرم‌افزار GAMS کدنویسی شده است. GAMS، برنامه‌ای مخصوص با قابلیت بالا برای به دست آوردن مقدار بهینه هدف و مقادیر بهینه متغیرها در یک مسئله

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه‌ریزی می‌باشد. هدف این پژوهش به دست آوردن وزن‌ها: $\sum_{i\in BL} W_i \geq 0.7$ باشد، به گونه‌ای که باعث تشکیل پرتفوی بهینه گردد. این مدل برای ۵ سال [illegible] جداگانه، برای سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز، ریسک خنثی و ریسک‌پذیر حل شده است. جدول ۴ وزن‌های به دست آمده $\sum_{i\in BL} W_i \geq 0.7$ سال ۹۱ را به عنوان نمونه نشان می‌دهد.

جدول ٤. وزن‌های به دست آمده کل شرکت‌ها در سال ۹۱

	شرکت	وزن		شرکت	وزن		شرکت	وزن
۱	پتروشیمی آبادان		۱۸	سر. صنایع پتروشمیمی	۰/۰۵	۳۵	فولاد خوزستان	
۲	پتروشیمی اصفهان	۰/۰۵	۱۹	نفت پارس		۳۶	فرآوری مواد معدنی	
۳	معدنی املاح ایران	۰/۰۵	۲۰	نفت بهران	۰/۰۳	۳۷	فولاد امیرکبیر کاشان	۰/۰۵
۴	کف		۲۱	سرمایه‌گذاری صنعت نفت	۰/۰۵	۳۸	فولاد آلیاژی ایران	۰/۰۵
۵	کربن ایران		۲۲	پالایش نفت اصفهان		۳۹	ملی صنایع مس ایران	۰/۰۵
۶	صنایع‌شیمیایی‌سینا		۲۳	معدنی‌وصنعتی‌چادرملو		۴۰	لوله و ماشینی‌سازی	
۷	پارس پامچال	۰/۰۱	۲۴	سر.توسعه معادن روی		۴۱	ملی سرب و روی ایران	
۸	پتروشیمی شیراز		۲۵	معدنی و صنعتی گل گهر	۰/۰۵	۴۲	فروسیلیس ایران	
۹	لعابیران		۲۶	معدنی دماوند		۴۳	نورد و قطعات فولادی	
۱۰	دوده صنعتی پارس	۰/۰۵	۲۷	معدنی بافق	۰/۰۵	۴۴	نورد آلومینیوم	
۱۱	صنعتی رنگین		۲۸	باما		۴۵	گروه صنعتی سدید	
۱۲	نیروکلر	۰/۰۵	۲۹	معادن منگنز ایران	۰/۰۵	۴۶	کالسیمین	۰/۰۵
۱۳	پتروشیمی فن‌آوران	۰/۰۵	۳۰	سر.توسعه‌معادن‌وفلزات	۰/۰۱	۴۷	مس شهید باهنر	
۱۴	تولی‌پرس		۳۱	آلومراد		۴۸	سپنتا	۰/۰۵
۱۵	پتروشیمی فارابی		۳۲	فولاد کاویان		۴۹	گروه صنعتی سپاهان	
۱۶	پتروشیمی خارک	۰/۰۵	۳۳	فولاد مبارکه اصفهان	۰/۰۵	۵۰	سرمایه‌گذاری‌توکافولاد	۰/۰۵
۱۷	پتروشیمی شازند		۳۴	فولاد خراسان	۰/۰۵			

یافته‌های پژوهش

پس از تشکیل پرتفوی، قدم بعدی تعیین مطلوب یا نامطلوب بودن عملکرد است.

Archive of SID

www.SID.ir

این مرحله مستلزم تخمین بازده و سطح ریسک پرتفوی در طی فاصله زمانی تحت بررسی می‌باشد (Sharpe & et al, 1999: 139). یکی از مشکلات اصلی در ارزیابی عملکرد، تمایل انسانی به تمرکز بر بازده پرتفوی و عدم توجه کافی بر ریسک مربوط به کسب بازده مورد نظر است. از این رو در ارزیابی عملکرد ریسک نیز باید مد نظر قرار بگیرد (Strong, 2000: 431).

معیارهایی برای ارزیابی پرتفوی‌های ساخته شده، انتخاب شده‌اند که در جدول ۵ خلاصه‌ای از این معیارها به همراه نحوه محاسبه آن‌ها نشان داده شده است.

شکل ۲ نمودار عملکرد پرتفوی‌های تشکیل شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشخص شده، ۴ مورد از ۵ پرتفوی تشکیل شده، بازده بیشتری برای پرتفوی مناسب سرمایه‌گذار ریسک‌گریز نشان می‌دهند و تنها در سال ۸۹ پرتفوی مناسب سرمایه‌گذار ریسک خنثی با اختلاف اندکی بیشتر است.

جدول ۵.معیارهای ارزیابی عملکرد پرتفوی

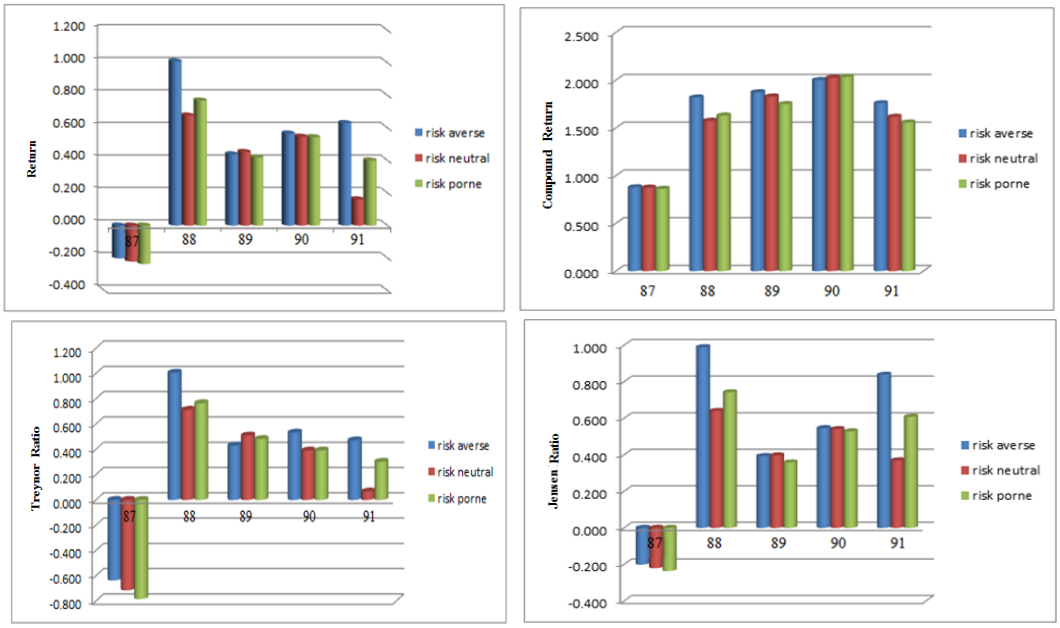
عنوان معیار	نحوه محاسبه	توضیحات
بازده	$r_i = \frac{D_t + (P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}}$	D_t=وجوه نقد دریافتی P_{t-1}=قیمت در زمان خرید P_t=قیمت در زمان حال
بازده مرکب	$R_p = LN(\frac{NAV_t}{NAV_{t-1}}) \times 100$	LN = لوگاریتم طبیعی NAV= ارزش خالص دارایی
ترینر	$RVOR = \frac{TR_p - R_f}{\beta_p}$	متوسط نرخ بازده مورد انتظار کل سبد سهام=TR_P نرخ بازده بدون ریسک طی دوره مورد بررسی=R_f شاخص ریسک سیستماتیک سبد سهام =β_p
جنسن	$\alpha_p = TR_P - \{R_f + \beta_p[R_m - R_f]\}$	R_m= بازدهی بازار شاخص ریسک سیستماتیک سبد سهام =β_p متوسط نرخ بازده مورد انتظار کل سبد سهام=TR_P نرخ بازده بدون ریسک طی دوره مورد بررسی =R_f

شکل ۲ نمودار عملکرد پرتفوی‌های تشکیل شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشخص شده، ۴ مورد از ۵ پرتفوی تشکیل شده، بازده بیشتری برای پرتفوی مناسب

Archive of SID

www.SID.ir

سرمایه‌گذار ریسک‌گریز نشان می‌دهند و تنها در سال ۸۹ پرتفوی مناسب سرمایه‌گذار ریسک خنثی با اختلاف اندکی بیشتر است.



شکل ۲. نمودار نتایج ارزیابی عملکرد پرتفوی‌های تشکیل شده برای حالت‌های مختلف ریسک

نکته قابل توجه در سال ۸۷ این است که بازده پرتفوی‌های تشکیل شده، منفی می‌باشد. مطابق با تعریف‌های بین‌المللی، هرگاه شاخص یک بازار سهام از نقطه اوج خود بیش از ۱۰ درصد افت کند، اصطلاحا وارد فاز اصلاح[1] می‌شود، خود بیش از ۱۰ درصد افت کند، اصطلاحا وارد فاز اصلاح[2] می‌شود، درصورتی که این فاصله از نقطه اوج به ۲۰ درصد برسد، اصطلاحا بازار وارد فاز رکود رسمی یا همان وضعیت خرسی می‌شود که تجربه آن معمولا با تبدیل به یک سقوط تمام عیار دنبال می‌شود.

بازارهای خرسی در ۲۰ سال گذشته تنها سه بار در سال‌های ۷۶ (قبل از انتخابات ریاست جمهوری)، ۸۴ (پس از انتخابات ریاست جمهوری) و سال ۸۷ (مقارن با بحران جهانی اقتصاد)

1 .Correction

2 .Correction

Archive

www.SID.ir

در بورس تهران تجربه شده که در این وضعیت شاخص بازار منفی بوده است. در دروه رکود نیز پرتفوی سرمایه‌گذار ریسک‌گریز، مقدار بازده کمتری را از دست داده است.

بازده مرکب نیز دارای وضعیتی مشابه با بازده است. اندازه‌های بازده برای ارزیابی عملکرد پرتفوی کافی نمی‌باشند، از این رو دو معیار ارزیابی مبتنی بر ریسک ترینر و جنسن نیز برای ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

ارزیابی عملکرد پرتفوی برای حالت نرخ ترینر و نرخ جنسن نیز در نمودار شکل ۲ نشان داده شده است که باز هم دارای وضعیتی مشابه با دو نمودار قبل، ۴ مورد از ۵ پرتفوی تشکیل شده برای سرمایه‌گذار ریسک‌گریز عملکرد بسیار بهتری نسبت به دو حالت ریسک خنثی و ریسک‌پذیر داشته‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پس از تشکیل پرتفوی، مرحله آخر ارزیابی ES با استفاده از معیارهای ارزیابی عملکرد می‌باشد. به این منظور از چهار معیار بازده، بازده مرکب، نرخ ترینر و نرخ جنسن استفاده شد. در یک ارزیابی کلی جدول ۶، مینیمم، حد وسط و ماکسیمم هر یک از معیارهای ارزیابی عملکرد را برای سه حالت پرتفوی سرمایه‌گذار ریسک‌گریز، ریسک خنثی و ریسک‌پذیر نشان می‌دهد. در این حالت می‌توان ارزیابی جامعی از عملکرد ES پیشنهادی و انواع مختلف ریسک به عمل آورد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پرتفوی پیشنهادی در همه‌ی حالت‌های ریسک عملکردی قابل قبول داشته و وجود مینیمم منفی در معیارهای بازده، بازده، نرخ جنسن و نرخ ترینر به دلیل بحران جهانی اقتصاد و رکود بورس در سال ۸۷ بوده که بورس را به وضعیت خرسی درآورده که نتیجه آن به وجود آمدن شاخص منفی در بازار و منفی شدن ناگزیر این معیارها می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦. نتایج ارزیابی عملکرد پرتفوی‌های پیشنهادی برای حالت‌های مختلف ریسک

اندازه عملکرد	انواع ریسک								
	ریسک‌گریز			ریسک خنثی			ریسک‌پذیر		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
بازده	−۰/۲۰۲	۰/۵۶۶	۱/۰۱	−۰/۲۲۱	۰/۴۳۵	۰/۶۷۷	−۰/۲۳۷	۰/۴۱۹	۰/۷۶۹
بازده مرکب	۰/۸۷۷	۱/۷۵۷	۲/۰۰۱	۰/۸۷۴	۱/۵۷۴	۲/۰۲۶	۰/۸۶۲	۱/۵۵۷	۲/۰۳۴
نرخ ترینر	−۰/۶۳۷	۰/۴۳۱	۱/۰۰۶	−۰/۷۱۴	۰/۰۶۷	۰/۷۱۳	−۰/۷۸۳	۰/۳۰۲	۰/۷۶۵
نرخ جنسن	−۰/۲۰۱	۰/۳۹۳	۰/۹۸۹	−۰/۲۲	۰/۳۹۷	۰/۶۴۱	−۰/۲۳۶	۰/۳۵۸	۰/۷۴۲

بنابراین، این پرتفوی را می‌توان به همه‌ی سرمایه‌گذاران با درجات مختلف ریسک پیشنهاد کرد. هر چند، عملکرد پرتفوی برای سرمایه‌گذار ریسک‌گریز در همه‌ی معیارهای ارزیابی عملکرد و در هر سه حالت مینیمم، حد وسط و ماکسیمم، به جز موارد بسیار معدودی، بهتر از دو حالت دیگر پرتفوی با ریسک خنثی و ریسک‌پذیر می‌باشد و در ۴ سال از ۵ سال پرتفوی تشکیل شده در همه معیارها عملکردی مطلوب‌تر داشته است، در نتیجه با اطمینان خاطر بیشتری می‌توان این پرتفوی را به سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز پیشنهاد کرد. لازم به ذکر است که به دلیل ماهیت فازی و منعطف مدل، سرمایه‌گذاران می‌توانند با تغییر متغیرها، مدلی مناسب‌تر با اولویت‌های خود طراحی کنند و متغیرها را برحسب ترجیح خود تغییر دهند. این پژوهش تمام تلاش خود را برای ارائه مدلی منعطف و عملی به کار برد تا بتواند ایده‌ای کاربردی برای انتخاب سهام را به سرمایه‌گذاران معرفی کند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Fama, E. & Ferench, K. *The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence.* Journal of Economic Perspectives 18. P:20. 2003

Maknickiene, N. *Selection of orthogonal investment portfolio using Evolino RNN trading model*. Social and Behavioral Sciences. (110) . 1158 – 1165. 2014.

Markowitz H. *Portfolio selection*; Journal of Finance: 77-91. 1952.

Strong، Robert A. *Portfolio Construction*, Management & Protection, 2d Edition ،South-Western College، P .431. 2000.

Yunusoglu, G. & Selim, H. *A fuzzy rule based expert system for stock evaluation and portfolio construction: An application to Istanbul Stock Exchange.* Expert Systems with Applications. (40). 908-920. 2013.

Alvarz Grima, M.; Bruines, PA.; Verhoef, p. *Modeling tunnel machine performance by neure-fuzzy methods.* Tunnelling and underground space technology. Pp. 259-269. 2000.

Asmuni, H.. *Fuzzy methodologies for automated university*. Timetabling Solution Construction and Evaluation. Ph.D Thesis. University of Nottingham, UK. P. 71. 2009.

Baralis, E.; cagliero, L.; Garza, P. Planning stock portfolios by means of weighted frequent itemsets. Expert Systems with Applications Volume 86, 15 November, Pages 1-17. 2017

Chong, H.Y.; Yap, H.; Loong, Y. *Fuzzy-based risk prioritization for a hydrogen refueling facility in Malaysia*. Applied Physics & Engineering. (24) Pp. 565-573. 2013.

Fernández, A. & Gómez, S. *Portfolio selection using neural networks*. Computers & Operations Research 34 ,1177–1191. 2007

Gupta, P.; Inuiguchi, M. & Mehlawat, M. *A hybrid approach for constructing suitable and potimal portfolios.* Expert Systems with Applications, 38 (5): 5620., 908–920. 2013.

Karsak, E. *Fuzzy multiple objective programming framework to prioritize decision requirements in prioritize function deployment.*

Archive of SID

www.SID.ir

Computers quality function deployment, computers & industrial engineering (47), 149-163. 2004.

Levy,H; Levy, M. *The benefits of differential variance- based constraints in portfolio optimization*. European Journal of Operational Research, Volume 234, Issue 2, PP. 372-381. 2014

Rada, R. *Expert systems and evolutionary computing for financial investing: A review*. Expert Systems with Applications, 34(4), 2232–2240. 2008.

Reilly, F. & Brown, C *Investment Analysis and Portfolio Management*. Publisher: Cengage Learning; 10 edition. P. 840. 2011.

Xidonas, P. & Psarras, J. *Equity portfolio management within the MCDM frame: A literature review*. International Journal of Banking, Accounting and Finance, 1(3), 285–309. 2009.

Yunusoglu, G. & Selim, H. *A fuzzy rule based expert system for stock evaluation and portfolio construction: An application to Istanbul Stock Exchange.* Expert Systems with Applications. (40). 908-920. 2013.

Zhou, R., Yang, Z., Yu, M., Ralescu, D. A.,. *A portfoliooptimization model based on informationentropy and fuzzy time series*. Fuzzy Optimization and Decision Making, 14(4), 381-397. 2015

Zhang, WG. & Nic, ZK. *On admissible efficient portfolio selection problem. Applied Mathematic and Computations. 159 (2): 357-371. 2004.*

Mamdani, E.H. & Assilian, S. (1975). *An Experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller.* International Journal of Man-Machine Studies, 7, 1-13. 1975.

Ross, T.J. *Fuzzy logic with engineering application john wiley & sons. 2005*

Archive of SID

www.SID.ir