



## انتخاب پورتفوی بهینه با استفاده از سیستم خبره فازی مبتنی بر قاعده

میرفیض فلاح شمس<sup>۱</sup>

صبا علوی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۸

### چکیده

هدف این پژوهش ساخت پورتفوی‌های مناسب به وسیله در نظر گرفتن میزان ریسک‌پذیری سرمایه‌گذاران و ترجیحات آن‌ها به صورتی انعطاف‌پذیر، کاربردی و واقع‌گرایانه می‌باشد. به همین منظور یک سیستم خبره فازی مبتنی بر قاعده برای حمایت از مدیران سرمایه‌گذاری در تصمیمات سرمایه‌گذاری میان مدتشان ساخته شده است. عملکرد سیستم خبره پیشنهادی توسط داده‌های ۱۰۶ سهام که در بورس اوراق بهادار تهران بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ مورد معامله قرار گرفته‌اند، بررسی شده است. عملکرد سیستم خبره پیشنهادی بر حسب میزان ریسک‌پذیری و طول دوره سرمایه‌گذاری، در مقایسه با متوسط بازار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که سیستم خبره پیشنهادی در اکثر موارد عملکرد بهتری نسبت به بازار دارد. همچنین مطابق انتظارات ما عملکرد این سیستم خبره برای سرمایه‌گذار ریسک‌گریز و در میان مدت بهتر می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی سهام، سیستم‌های خبره، مدیریت پورتفوی، منطق فازی.

۱- استادیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران  
۲- کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران (مسئول مکاتبه)  
saba.alavi87@gmail.com

**۱- مقدمه**

سرمایه‌گذاری وجوه مالی در دارایی‌های مختلف تنها بخشی از کل تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های مالی‌ای است که اغلب افراد انجام می‌دهند. سرمایه‌گذاران به دنبال اداره و ارتقای ثروت و دارایی خود از طریق سرمایه‌گذاری در یک ترکیب بهینه دارایی‌های مالی هستند. سرمایه‌گذاری برای کسب پول صورت می‌گیرد. سرمایه‌گذاران سعی می‌کنند ثروت و دارایی خود را به نحو مؤثری مدیریت کنند تا بتوانند با محافظت آن در برابر عواملی همچون تورم، مالیات و سایر عوامل، بیش‌ترین بازده را کسب نمایند (جونز، ۱۳۹۱، ۱۲). یکی از راه‌های سرمایه‌گذاری و تشکیل سبدی از دارایی‌ها سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار می‌باشد. در بسیاری از کشورهای پیشرفته بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاری‌ها از طریق بازارهای مالی انجام می‌پذیرد. انتخاب سهام و تشکیل پورتفوی بهینه سهام به عوامل متعددی بستگی دارد. تحقیقات بسیاری در حوزه تعیین اولویت معیارهای انتخاب سهام با توجه به معیارهای مختلف و استفاده از مدل‌های مدرن انجام گرفته است با این وجود مدل‌های کمی همزمان رویکردهای بنیادی و تکنیکال را برای ساخت پورتفوی در نظر می‌گیرند. استفاده از مدل‌های جدید و دقیق‌تر می‌تواند بازده سرمایه‌گذاری را بیش‌تر کند و همچنین منجر به تخصیص بهینه سرمایه شوند. سرمایه‌گذاری بهینه علاوه بر اینکه باعث افزایش ثروت سهامداران می‌شود و در دیدگاه کلان باعث رشد اقتصادی هر کشور نیز می‌گردد. هدف اصلی این پژوهش ساخت پورتفوی متناسب با میزان ریسک‌پذیری سرمایه‌گذاران و ترجیحات شخصی آن‌ها است و نه صرفاً ساخت پورتفوی بهینه‌ای که مجموعه‌ای از دارایی‌ها با ویژگی‌های ریسک و بازده مطلوب می‌باشد. به این منظور یک سیستم خبره فازی برای حمایت از مدیران در تصمیمات میان مدت ارزیابی سهام و ساخت پورتفوی ارائه شده است.

**۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش**

تئوری مدرن پورتفوی در سال ۱۹۵۲ توسط مارکوویتز منتشر شد. مارکوویتز نشان داد که واریانس نرخ بازده، یک معیار معنادار برای اندازه‌گیری ریسک، تحت مجموعه‌ای از فرضیات می‌باشد و فرمولی برای محاسبه واریانس پورتفوی ارائه نمود. تئوری مدرن پورتفوی به طور گسترده‌ای مورد قبول واقع شد. هرچند در سال‌های اخیر انتقاد از مفروضات این تئوری در حال افزایش است. یکی از مفروضات پایه‌ای تئوری مدرن پورتفوی فرض کارا بودن بازار است. گراس من و استیگلیتز (۱۹۸۰) اظهار نمودند که بدست آوردن اطلاعات درباره بازارها هزینه بر است و غیرممکن است که تمامی اطلاعات درباره یک سهم را بدست آورد. بنابراین قیمت‌ها کاملاً منعکس‌کننده اطلاعات نیستند و بازارها نمی‌توانند کارا باشند (گراس من، استیگلیتز، ۱۹۸۰). انتقاد دیگر بر تئوری مدرن پورتفوی، بار محاسباتی ایجاد شده توسط کاربرد توابع درجه دو و ماتریس کوواریانس است که به علت زیاد بودن تعداد سهام‌ها باعث مشکلات چالش برانگیزی در کاربرد آن در زندگی واقعی می‌شود. نهایتاً به طور گسترده‌ای انتقاد شده‌است که تئوری مدرن پورتفوی اولویت‌های حقیقی سرمایه‌گذاران را نادیده می‌گیرد.

مدیریت پورتنوی یک فرآیند پیچیده ذهنی و به طور عمومی بی‌ساختار است. به علاوه تصمیم‌گیرندگان اطلاعات جزئی درباره بازار دارند و با سطح بالایی از عدم قطعیت مواجه هستند. به سبب طبیعت پیچیده، غیر قطعی و بی‌ساختار مسئله علاقه‌فزاینده‌ای به استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی ایجاد شد که نمونه آن استفاده از سیستم‌های خبره در مدیریت پورتنوی بود سیستم‌های خبره در حوزه مدیریت پورتنوی در گذشته به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفته‌اند: لی و استور (۱۹۸۵) اظهار می‌کنند که محیط تجارت پیچیده است و دانش وسیعی برای حل مسائل مورد نیاز است و هر حوزه کاربردی، طرح دانش متفاوتی نیاز دارد. بنابراین سیستمی را برای سرمایه‌گذاری پورتنوی طراحی می‌کنند که با چنین محیطی سازگار باشد. این سیستم که به زبان Prolog توسعه داده شده است از دانش ترکیبی استفاده می‌کند: قواعد تولید، منطق، شبکه‌های مستقیم و فریم‌ها. این سیستم PMIDSS نامگذاری شده است. که فرآیند تصمیم‌گیری مدیریت پورتنوی را حمایت می‌کند. این سیستم از دو بخش تشکیل شده است که هر کدام شامل سه مرحله هستند. بخش اول برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری شامل: تعیین شرایط اقتصادی، انتخاب سناریویی که با شرایط اقتصادی مطابقت دارد، تعیین مقدار نسبی سرمایه‌گذاری در سهام، اوراق قرضه و غیره. بخش دوم، انتخاب سهام شامل: تعیین میزان پذیرش ریسک سرمایه‌گذار، انتخاب سهام‌ها و اوراق قرضه خاص و غیره، تعیین مقداری که باید در هر دارایی انتخاب شده سرمایه‌گذاری شود (لی، استور، ۱۹۸۵).

چن، دیلون و سا (۱۹۸۹) سیستم خبره‌ای به نام پورتمن<sup>۱</sup> برای مدیریت پورتنوی در سیستم بانکی ارائه نمودند. هدف اصلی این سیستم خبره، مشورت دادن به سرمایه‌گذار شخصی در یک بانک بود. فرآیند مشورتی پورتمن شامل چهار مرحله است: کسب اطلاعات، انتخاب موارد سرمایه‌گذاری، بهبود انتخاب و تشریح (چن، دیلون، سا، ۱۹۸۹). لی، کیم و چو (۱۹۸۹) سیستم خبره خود را ISPMIS<sup>۲</sup> نامیده‌اند. آن‌ها برای انتخاب پورتنوی، سیستم خبره و مدل بهینه‌سازی را با یکدیگر تجمیع کرده‌اند. این سیستم، دانش را به عنوان بخشی از فرمولبندی بهینه‌سازی تفسیر می‌کند. همچنین آن‌ها ترجیحات شخصی را با دانش خبره تجمیع کردند (لی، کیم، چو، ۱۹۸۹). لیو و لی (۱۹۹۷) سیستمی هوشمند برای کمک به سرمایه‌گذاران شخصی در تعیین سیگنال‌های روند سهام برای سرمایه‌گذاری در تجارت سهام ارائه می‌دهند. آن‌ها یک سیستم پایلوت ساختند که سه طبقه اصلی تئوری تحلیل تکنیکال یعنی مومنتوم، میانگین متحرک و خط حمایت/مقاومت را فراهم می‌کند (لیو، لی، ۱۹۹۷). لی و جو در مقاله "سیستم خبره برای پیش‌بینی زمانبندی بازار سهام با استفاده از نمودار شمعدان" سیستم خبره تحلیل نمودار شمعدان یا تفسیرگر نمودار را برای پیش‌بینی حرکات آتی قیمت سهام طراحی کردند. آن‌ها الگو را به پنج گروه طبقه‌بندی می‌کنند: الگوهای افتان، خیزان، خنثی، روند ادامه دار و روند معکوس (لی، جو، ۱۹۹۹).

مقربان و ضرغام (۲۰۰۵) سیستم خبره‌ای به نام PORSEL<sup>۳</sup> توسعه دادند که مجموعه کوچکی از قواعد را برای انتخاب سهام مورد استفاده قرار می‌دهد. این سیستم خبره شامل سه بخش است: اولین بخش، مرکز اطلاعات است که نماینده چندین شاخص تکنیکال مانند روندهای قیمت می‌باشد، قسمت دوم، انتخاب گراف فازی سهام که سهام‌های فهرست شده را ارزیابی می‌کند و سپس یک امتیاز مرکب به هر سهام تخصیص

می‌دهد و بخش نهایی سازنده پرتفوی است که پرتفوی‌های بهینه تولید می‌کند (مقربان، ضرغام، ۲۰۰۵). زایدوناس و همکاران (۲۰۰۹) در مقاله خود، سیستم خبره‌ای برای حمایت از تصمیماتی که مربوط به انتخاب اوراق بهادار هستند، بر پایه تجزیه و تحلیل مالی طراحی کردند. این سیستم از طریق ارزیابی عملکرد کلی شرکت پرتفوی انتخاب می‌کند. این سیستم فقط از معیارهای مبتنی بر تکنیک بنیادی استفاده می‌کند (زایدوناس و همکاران، ۲۰۰۹).

زارعی، زرندی و کرباسیان (۲۰۰۹) سیستم خبره‌ای ارائه می‌کند که دو فاز دارد. در فاز اول از هر دو داده‌های تکنیکی و بنیادی برای تخمین بازده و ریسک استفاده می‌کند. در فاز دوم مقادیر تخمین زده شده با ترجیحات سرمایه‌گذاران برای تولید پرتفوی مناسب تجمیع می‌شوند (زارعی، زرندی، کرباسیان، ۲۰۰۹). فسنقری و منتظر (۲۰۱۰) سیستم خبره‌ای پیشنهاد دادند که هدف آن ارزیابی سهام‌های بورس اوراق بهادار تهران برای ساختن پرتفوی و پیشنهاد آن به مشتریان هدف در بورس اوراق بهادار تهران است. این سیستم سهام‌ها را با توجه به نسبت‌های تحلیل بنیادی و معیارهای کیفی از بورس اوراق بهادار تهران رتبه بندی می‌کند پارامترهای تابع عضویت و تعداد قواعد تولید در پایگاه دانش توسط روش دلفی فازی که دانش چندین خبره را تجمیع می‌کند معین شده‌اند. نتایج سیستم با نظرسنجی از خبرگان اعتبارسنجی شده است. (فسنقری، منتظر، ۲۰۱۰).

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش، توصیفی از نوع پیمایشی است. برای جمع‌آوری ادبیات علمی و بررسی پیشینه از روش کتابخانه‌ای استفاده می‌گردد. همچنین پژوهش حاضر در چارچوب میانی مدلسازی و استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی در حوزه مدیریت مالی صورت می‌گیرد. قلمرو مکانی یا همان جامعه آماری شامل شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ است. از بین جامعه آماری و بر اساس معیارهای زیر ۱۰۶ شرکت به عنوان نمونه انتخاب شدند:

- ۱) شرکت‌ها تا پایان اسفند ۱۳۸۳ در بورس پذیرفته شده باشند و تا سال ۱۳۹۲ از بورس خارج نشده باشند.
- ۲) سال مالی همه شرکت‌ها پایان اسفند ماه باشد.
- ۳) شرکت سال مالی خود را در طی این مدت تغییر نداده باشد.
- ۴) نماد معاملاتی شرکت‌ها بیش از سه ماه متوقف نبوده باشد.
- ۵) اطلاعات مالی مورد نیاز آن‌ها در دسترس باشد.

داده‌های شرکت‌های مورد مطالعه با استفاده از صورت‌های مالی شرکت‌ها و نرم افزار ره آورد نوین جمع‌آوری شده است.

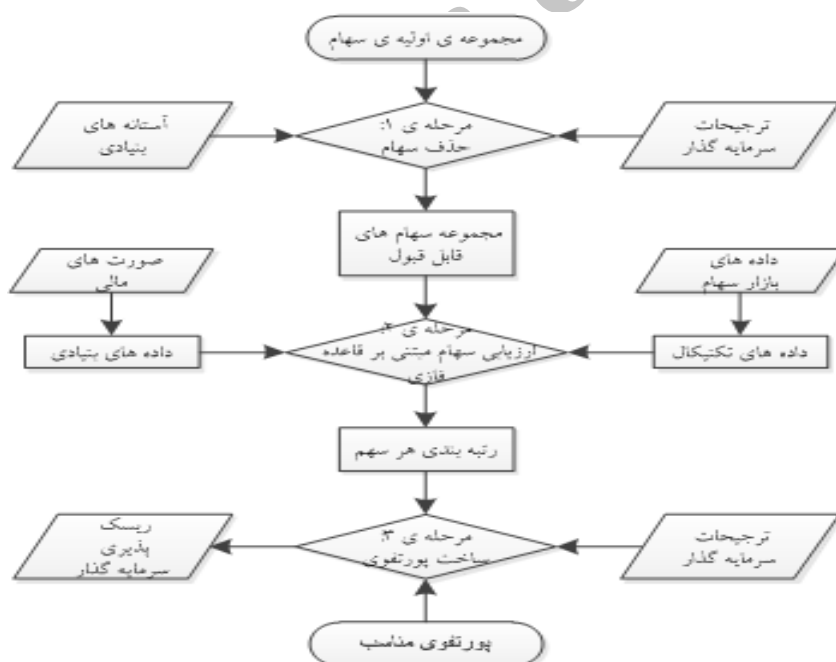
#### ۴- فرضیه‌های پژوهش

**فرضیه اول** پورتنوی ساخته شده توسط سیستم خبره برای تمامی سرمایه گذاران، بازده بالاتر از متوسط بازدهی بازار دارد.

**فرضیه دوم** سیستم خبره پیشنهادی عملکرد بهتری برای سرمایه گذاران ریسک گریز در میان مدت دارد.

#### سیستم خبره پیشنهادی

سیستم خبره پیشنهادی مدیران سرمایه گذاری را در ارزیابی میان مدت سهام و ساخت پورتنوی به شیوه‌ای انعطاف پذیر حمایت می‌کند. همچنین این سیستم عملکرد برتری برای سرمایه گذار ریسک گریز در میان مدت خواهد داشت. نمودار فرآیند جریان کار در شکل ۱ نشان داده شده است. این سیستم خبره شامل سه مرحله است: حذف سهام های غیرقابل قبول، ارزیابی سهام و ساخت پورتنوی. در مرحله اولیه سهام‌هایی که توسط سرمایه گذاران ترجیح داده نمی‌شوند حذف خواهند شد. در مرحله دوم سهام‌های قابل قبول مطابق با عملکردشان توسط یک سیستم امتیاز بندی فازی مبتنی بر قاعده، امتیازدهی خواهند شد. در مرحله سوم با استفاده از یک برنامه ریزی خطی عدد صحیح، اوزان سهام‌ها تعیین خواهد شد و پورتنوی مورد نظر ساخته می‌شود.



شکل ۱. فرآیند جریان کار

### مرحله اول: حذف سهام های غیرقابل قبول

سهام هایی هستند که P/E، MV/BV و ROE منفی دارند. برای این کار داده های یک سال قبل از تاریخ سرمایه گذاری در نظر گرفته خواهند شد. همچنین سرمایه گذاران می توانند با توجه به اطلاعات خاصی که در مورد یک سهام به خصوص دارند و یا ترجیحات شخصیشان آن سهام ها را نیز حذف کنند. این مرحله از بار محاسباتی مراحل بعد خواهد کاست.

### مرحله دوم: ارزیابی سهام

بعد از حذف سهام های غیرقابل قبول سهام های باقی مانده توسط ورودی های تکنیکال و بنیادی ارزیابی خواهند شد. با در نظر گرفتن ورودی های بنیادی و تکنیکال هر دو با هم سهام ها دقیق تر ارزیابی خواهند شد. ورودی های سیستم ارزیابی بر پایه مصاحبه های بسیار با خبرگان سرمایه گذاری و با توجه به پژوهش های گذشته در این زمینه تعیین شده اند. ورودی ها به دو گروه داده های بنیادی و داده های تکنیکال تقسیم می شود: داده های بنیادی از صورت های مالی شرکت ها و نرم افزار ره آورد نوین استخراج شده اند و منعکس کننده سلامت مالی، مزیت رقابتی و عملکرد مدیریت شرکت می باشد. با این وجود مقایسه نسبت های بنیادی شرکت ها از طبقات مختلف صنایع با یکدیگر به علت خصوصیات متفاوت این صنایع منطقی نمی باشد. برای مثال شرکت هایی که گردش موجودی کالای بالایی دارند، نسبت جاری پایین تری نسبت به شرکت ها در صنایع دیگر خواهند داشت. اما چنین نسبت جاری پایینی نشان دهنده عملکرد ضعیف نقدینگی نیست و این نسبت فقط باید با نسبت جاری شرکت های دیگر در همان صنعت مقایسه شود (رایلی، براون، ۲۰۰۴). به همین علت نسبت های مالی نسبی به عنوان ورودی های بنیادی سیستم ارزیابی مورد استفاده قرار می گیرند که به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$(1) \quad \text{نسبت مالی} = \frac{\text{نسبت مالی نسبی}}{\text{متوسط صنعت مربوطه}}$$

با استفاده از نسبت های مالی نسبی سهام ها می توانند فارغ از اینکه در چه صنعتی قرار گرفته اند ارزیابی و رتبه بندی شوند. به علاوه ارزیابی سهام به این صورت، مرحله ساخت پورتفوی را آسان تر می سازد. برای محاسبه داده های بنیادی نسبی، سهام ها به ۲۰ گروه مطابق با طبقه بندی صنعت isic تقسیم شده اند. سیستم خبره پیشنهادی هفت ورودی بنیادی دارد که عبارتند از: Relative P/E، Relative P/S، Relative MV/BV، Relative ROE، LI، Relative DPS/EPS، Relative EBT که به ترتیب عبارتند از: نسبت نسبی قیمت به عایدی هر سهم، نسبت نسبی قیمت به فروش، نسبت نسبی ارزش بازار به ارزش دفتری، نسبت نسبی بازده صاحبان سهام شرکت، شاخص نقدشوندگی، نسبت نسبی سود تقسیمی هر سهم به سود عایدی هر سهم و نسبت نسبی سود قبل از کسر مالیات. از آنجایی که شاخص نقدشوندگی قدرت خرید و فروش

سهام را در بازار نشان می دهد و نشان دهنده این است که آیا سهام مورد نظر را می توان به راحتی خرید و یا فروخت، ماهیت متفاوتی نسبت به دیگر نسبت ها دارد. بنابراین این شاخص را نسبی در نظر نگرفته ایم. علاوه بر ورودی های بنیادی، دو ورودی تکنیکال به نام های  $RSI^F$  و  $CMF^H$  نیز در نظر گرفته ایم. داده های تکنیکال بر مبنای تغییرات گذشته قیمت و حجم معاملات پایه گذاری شده است و برای پیش بینی حرکات آینده قیمت سهام به کار می روند.  $CMF$  نوسان نمایی است که به کمک خط تجمع/ توزیع محاسبه می شود. فرمول محاسبه آن به شرح زیر است:

$$\text{Money Flow Multiplier (MFM)} = \frac{((\text{CLOSE}(i) - \text{LOW}(i)) - (\text{HIGH}(i) - \text{CLOSE}(i)))}{(\text{HIGH}(i) - \text{LOW}(i))} \quad (2)$$

$$\text{MFV}(i) = \text{MFM}(i) * \text{VOLUME}(i) \quad (3)$$

$$\text{CMF}(n) = \frac{\text{sum}(\text{MFV}, n)}{\text{sum}(\text{Vol}, n)} \quad (4)$$

برای محاسبه  $CMF$  از دوره زمانی ۲۱ روزه استفاده کرده ایم. دوره زمانی ۲۱ روزه به خوبی می تواند فشار خرید یا فروش در ماه گذشته را نمایش دهد.

$RSI$  (شاخص قدرت نسبی)، افزایش و کاهش را در قیمت های پایانی برای یک دوره معین اندازه گیری می کند و از این طریق شرایط اشباع خرید/ اشباع فروش را نشان می دهد.  $RSI$  در مقیاس ۰ تا ۱۰۰ رسم می شود و سطوح ۳۰ و ۷۰ به عنوان سطوح سیگنال در نظر گرفته می شوند. طریقه محاسبه  $RSI$  به شرح زیر است:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS} \quad (5)$$

$$RS = \frac{\text{میانگین تغییرات صعودی قیمت}}{\text{میانگین تغییرات نزولی قیمت}} \quad (6)$$

$$\text{میانگین تغییرات صعودی} = \frac{\text{مجموع سودها}}{\text{تعداد دوره های زمانی RSI}} \quad (7)$$

$$\text{میانگین تغییرات نزولی} = \frac{\text{مجموع زیان ها}}{\text{تعداد دوره های زمانی RSI}} \quad (8)$$

به طور کلی سیستم ارزیابی سهام ۹ ورودی خواهد داشت. سیستم، سهام ها را با در نظر گرفتن این ورودی ها ارزیابی می کند و نتیجه آن امتیاز بندی هر سهم از طریق رویه استنتاج فازی خواهد بود. امتیاز نهایی عددی بین ۰ تا ۱۰۰ می باشد. این سیستم استنتاج فازی، در محیط MATLAB توسعه داده شده

است. قواعد فازی این سیستم از طریق مصاحبه با خبرگان حوزه سرمایه‌گذاری نوشته شده است. از آنجایی که خبرگان دانششان را به صورت زبانی بیان می‌کنند، ورودی‌ها و خروجی‌ها هر دو باید به صورت زبانی بیان شوند. از این رو سیستم پیشنهادی ارزیابی سهام، از تکنیک استنتاج ممدنی که توسط ممدنی و آسیلان (۱۹۷۵) ارائه شده است استفاده می‌کند. به طور کلی ۵۳ قاعده برای این سیستم در نظر گرفته شده است و قاعده‌های شامل شاخص‌های تکنیکال وزنی دو برابر قواعد بنیادی دارند. برخی از قواعد مورد استفاده عبارتند از:

If P/E is high Then Rating is low.

If EBT is low and LI is low Then Rating is low.

If RSI is low and Chakin Money Flow is high then Rating is high.

### فازی سازی ورودی‌ها

فازی سازی به طور ساده به فرآیند گرفتن مقادیر ورودی خام و تبدیل آن به درجه مورد نیاز شرایط اشاره دارد. اگر در شرایط عدم قطعیت و ابهام باشیم، متغیر احتمالاً فازی است و می‌تواند توسط تابع عضویت ارائه شود. از آنجایی که ورودی‌های سیستم داده‌های خام هستند و سیستم ممدنی از ورودی فازی استفاده می‌کند و خروجی آن نیز فازی خواهد بود، فازی سازی ورودی‌ها و خروجی‌ها الزامی است. به منظور فازی سازی ورودی‌ها از اینفیموم (inf) و سوپرمیم (sup) داده‌های ورودی یک سال قبل از دوره سرمایه‌گذاری استفاده می‌کنیم. برای خروجی (امتیاز) مقدار اینفیموم صفر و مقدار سوپرمیم ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود. ورودی‌ها و خروجی‌ها توسط تابع عضویت مثلثی، فازی خواهند شد: High, Moderate, Low. در این مرحله پارامترهای تابع مثلثی با در نظر گرفتن داده‌های یک سال قبل از شروع دوره سرمایه‌گذاری به صورت دینامیکی محاسبه می‌شوند، از این رو مقادیر ورودی‌ها می‌تواند در طول زمان با توجه به بازار سهام تغییر کند. به سبب این جنبه از مرحله ارزیابی سهام، سیستم خبره می‌تواند پارامترهای ارزیابی سهام را در طول زمان به منظور تطبیق با محیط جدید سرمایه‌گذاری تغییر دهد.

### فازی زدایی

فرآیند محاسبه یک عدد واحد که ارائه دهنده بهترین نتیجه ارزیابی مجموعه فازی است، فازی زدایی نامیده می‌شود (انگی، ۲۰۰۳). ما از روش مرکز ثقل برای فازی زدایی استفاده نمودیم چرا که به نظر می‌رسد که یک رویکرد پایدار و متوازن فراهم می‌آورد. نتیجه فازی زدایی خروجی ای بین ۰ تا ۱۰۰ خواهد بود که امتیاز سهام می‌باشد.

### مرحله سوم: ساخت پورتفوی

در این مرحله پرتفوی متناسب با ترجیحات سرمایه‌گذار و میزان ریسک‌پذیری وی، با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ترکیبی ساخته خواهد شد. این مدل را با استفاده از نرم افزار OPL-



CPLEX حل نموده‌ایم. تابع هدف مدل، امتیاز موزون سهام‌هایی که در پرتفوی گنجانده شده‌اند را ماکزیمم می‌کند:

$$\max Z = \sum_{i=1}^N w_i r_i \quad (9)$$

که در آن  $N$  تعداد سهام‌ها،  $w_i$  وزن سهام  $i$  ام در پرتفوی و  $r_i$  امتیاز سهام  $i$  ام که در مرحله قبل مشخص شده است، می‌باشد. محدودیت‌ها:

محدودیت ۱۰ ما را مطمئن می‌سازد که تمام سرمایه موجود، سرمایه‌گذاری شده است.

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad (10)$$

محدودیت ۱۱، محدودیت تنوع می‌باشد. این محدودیت آستانه بالا و پایین برای تعداد سهام‌های موجود در پرتفوی قرار می‌دهد.

$$LB \leq \sum_{i=1}^N x_i \leq UB \quad (11)$$

در این محدودیت  $x_i$  یک متغیر باینری است که اگر سهام در پرتفوی گنجانده شود مقدار آن ۱ و در غیر اینصورت مقدار آن ۰ است.  $LB$  و  $UB$  آستانه‌های بالا و پایین برای تعداد سهام‌هایی هستند که در پرتفوی قرار می‌گیرند که در اینجا آن‌ها را به ترتیب ۷ و ۱۴ قرار می‌دهیم. محدودیت‌های ۱۲ و ۱۳ آستانه‌های بالا و پایین برای اوزان هر سهم موجود در پرتفوی را مشخص می‌سازد.

$$w_i - UB w x_i \leq 0 \quad (12)$$

$$w_i - LB w x_i \geq 0 \quad (13)$$

که در آن  $UBW$  و  $LBW$  آستانه‌های بالا و پایین برای وزن سهام‌ها در پرتفوی هستند که به ترتیب عبارتند از ۰,۲ و ۰,۰۲. محدودیت ۱۴ آستانه پایین برای وزن کل سهام‌هایی که ریسک سیستماتیک ( $\beta$ ) کم‌تر از یک دارند را وضع می‌کند.

$$\sum_{i \in BL} w_i \geq LBB \quad (14)$$

که در آن BL مجموعه سهام‌های با  $\beta$  کم‌تر از یک می‌باشد. LBB حد پایین برای وزن سهام با  $\beta$  کم‌تر از یک است که با توجه به ریسک‌پذیری سرمایه‌گذار مشخص می‌شود. مقدار LBB برای سرمایه‌گذار ریسک‌گریز باید بالا باشد اما در مقابل برای سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر این مقدار پایین است. از آنجایی که سیستم خبره ما برای سرمایه‌گذار ریسک‌گریز طراحی شده است، مقدار LBB را ۰,۶۵ قرار می‌دهیم. برای آزمون عملکرد سیستم خبره برای سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر و بی‌تفاوت نسبت به ریسک مقدار LBB را به ترتیب ۰,۳۵ و ۰,۵ قرار خواهیم داد. این اعداد با استفاده از نظر خبرگان به دست آمده‌اند. در نهایت محدودیت‌های ۱۵ و ۱۶ ما را مطمئن می‌سازند که  $w_i$  بین ۰ و ۱ می‌باشد و  $x_i$  یک متغیر باینری است.

$$0 \leq w_i \leq 1 \quad i=1, \dots, N \quad (15)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad i=1, \dots, N \quad (16)$$

#### پورتفوی نهایی

از آنجایی که سیستم خبره پیشنهادی برای حمایت از سرمایه‌گذاری میان مدت طراحی شده است، دوره‌ی سرمایه‌گذاری شش ماه در نظر گرفته می‌شود و در پایان شش ماه تمامی سهام‌ها فروخته شده و سهام‌های جدید خریداری می‌شود. همچنین برای حمایت از سرمایه‌گذار ریسک‌گریز LBB، ۰,۶۵ در نظر گرفته می‌شود. در پژوهش‌های گذشته صرفاً از نظر خبرگان برای اعتبارسنجی عملکرد سیستم‌های خبره استفاده شده است اما ما علاوه بر آن برای آزمون فرضیه‌ها از مقایسه بازده پورتفوی با بازده بازار و نیز شاخص آلفای جنسن استفاده می‌کنیم.

#### یافته‌های پژوهش

بازده دوره شش ماهه و آلفای جنسن پورتفوی‌های ساخته شده در این دوره به طور خلاصه در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. همچنین بازده پورتفوی‌های ساخته شده در دوره سرمایه‌گذاری دوازده ماهه و آلفای جنسن آن‌ها در این دوره به شرح زیر است:

جدول ۱. بازده پورتنفوی برای دوره سرمایه گذاری شش ماهه

ردیف	دوره سرمایه گذاری	سرمایه گذار ریسک پذیر	سرمایه گذار بی تفاوت نسبت به ریسک	سرمایه گذار ریسک گریز	بازده بازار
۱	۸۵/۶/۳۱ - ۸۵/۱/۱	%۲۸,۸۶	%۲۸,۸۶	%۲۸,۲۷	%۰,۴۷
۲	۸۵/۱۲/۲۹ - ۸۵/۷/۱	%۶,۲۹	%۱,۲۹	%۶,۶	%۳,۳۶
۳	۸۶/۶/۳۱ - ۸۶/۱/۱	%۲۰,۷۵	%۲۰,۷۵	%۳۰,۵۹	%۳,۵۴
۴	۸۶/۱۲/۲۹ - ۸۶/۷/۱	%۲,۵۵	%۲,۵۵	%۱۲,۰۴	%-۰,۹۹
۵	۸۷/۶/۳۱ - ۸۷/۱/۱	%۲۳,۱۵	%۲۳,۱۵	%۲۳,۱۵	%۱۵,۷۹
۶	۸۷/۱۲/۲۹ - ۸۷/۷/۱	%۴,۴۳	%۴,۴۳	%۸,۸۶	%-۳۹,۳۹
۷	۸۸/۶/۳۱ - ۸۸/۱/۱	%۳۷,۸۶	%۳۷,۸۶	%۳۷,۶۲	%۳۷,۴۴
۸	۸۸/۱۲/۲۹ - ۸۸/۷/۱	%۲۱,۷۴	%۲۱,۷۴	%۲۱,۶۶	%۸,۵۳
۹	۸۹/۶/۳۱ - ۸۹/۱/۱	%۴۰,۴۷	%۴۰,۴۷	%۴۰,۴۷	%۳۹,۲۳
۱۰	۸۹/۱۲/۲۹ - ۸۹/۷/۱	%۱۶,۴۵	%۱۶,۴۵	%۱۶,۴۵	%۲۴,۰۸
۱۱	۹۰/۶/۳۱ - ۹۰/۱/۱	%-۹,۸۳	%-۹,۸۳	%-۹,۷۳	%۱۱,۹۲
۱۲	۹۰/۱۲/۲۹ - ۹۰/۷/۱	%-۵,۰۶	%-۵,۰۶	%۵,۸۰	%-۱,۸۳
۱۳	۹۱/۶/۳۱ - ۹۱/۱/۱	%۲۴,۱۷	%۲۴,۱۷	%۲۴,۳۵	%۲,۳۲
۱۴	۹۱/۱۲/۲۹ - ۹۱/۷/۱	%۳۷,۳۴	%۳۷,۲۳	%۳۷,۸	%۳۶,۱
۱۵	۹۲/۶/۳۱ - ۹۲/۱/۱	%۵۳,۲۲	%۵۳,۲	%۵۷,۴۳	%۴۸,۳۷
۱۶	۹۲/۱۲/۲۹ - ۹۲/۷/۱	%۳۴,۸۷	%۳۴,۸۷	%۳۴,۸۷	%۲۴,۷۲
جمع	-	%۳۳۷,۲۶	%۳۳۲,۱۳	%۳۷۶,۲۳	%۲۱۳,۶۶

جدول ۲. آلفای جنسن پورتنفوی شش ماهه

آلفای جنسن				
ردیف	دوره سرمایه گذاری	سرمایه گذار ریسک پذیر	سرمایه گذار بی تفاوت نسبت به رسک	سرمایه گذار ریسک گریز
۱	۸۵/۶/۳۱ - ۸۵/۱/۱	۰,۱۳	۰,۱۳	۰,۱۱
۲	۸۵/۱۲/۲۹ - ۸۵/۷/۱	-۰,۰۶	-۰,۱۱	-۰,۰۵
۳	۸۶/۶/۳۱ - ۸۶/۱/۱	۰,۱۱	۰,۰۶	۰,۰۴
۴	۸۶/۱۲/۲۹ - ۸۶/۷/۱	-۰,۰۴	-۰,۱	-۰,۱
۵	۸۷/۶/۳۱ - ۸۷/۱/۱	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸
۶	۸۷/۱۲/۲۹ - ۸۷/۷/۱	۰,۰۷	۰,۰۲	۰,۰۲
۷	۸۸/۶/۳۱ - ۸۸/۱/۱	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۳
۸	۸۸/۱۲/۲۹ - ۸۸/۷/۱	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۲

آلفای جنسن				
ردیف	دوره سرمایه گذاری	سرمایه گذار ریسک پذیر	سرمایه گذار بی تفاوت نسبت به ریسک	سرمایه گذار ریسک گریز
۹	۸۹/۶/۳۱ - ۸۹/۱/۱	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴
۱۰	۸۹/۱۲/۲۹ - ۸۹/۷/۱	-۰,۰۴	-۰,۰۴	-۰,۰۴
۱۱	۹۰/۶/۳۱ - ۹۰/۱/۱	-۰,۲۲	-۰,۲۲	-۰,۲۲
۱۲	۹۰/۱۲/۲۹ - ۹۰/۷/۱	۰,۳۴	-۰,۰۴	۰,۳۴
۱۳	۹۱/۶/۳۱ - ۹۱/۱/۱	۰,۰۳	۰,۰۲	۰,۰۳
۱۴	۹۱/۱۲/۲۹ - ۹۱/۷/۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۸
۱۵	۹۲/۶/۳۱ - ۹۲/۱/۱	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۴
۱۶	۹۲/۱۲/۲۹ - ۹۲/۷/۱	۰,۱۳	۰,۱۶	۰,۱۲

جدول ۳. بازده پورتفوی برای دوره سرمایه گذاری دوازده ماهه

ردیف	دوره سرمایه گذاری	سرمایه گذار ریسک پذیر	سرمایه گذار بی تفاوت نسبت به ریسک	سرمایه گذار ریسک گریز	بازده بازار
۱	۱۳۸۶ - ۱۳۸۵	%۴۶,۱۲	%۴۶,۱۲	%۴۸,۹۳	%۳,۸۳
۲	۱۳۸۷ - ۱۳۸۶	%۳۵,۵۳	%۳۵,۵۳	%۷,۷۸	%۲,۵۵
۳	۱۳۸۸ - ۱۳۸۷	-%۷,۰۵	-%۷,۰۵	-%۷,۰۵	-%۲۳,۶۰
۴	۱۳۸۹ - ۱۳۸۸	%۴۸,۵۷	%۴۸,۵۷	%۵۲,۰۸	%۴۵,۹۷
۵	۱۳۹۰ - ۱۳۸۹	%۵۷,۹۸	%۵۵,۰۱	%۵۵,۰۱	%۶۳,۳۰
۶	۱۳۹۱ - ۱۳۹۰	-%۶,۰۹	-%۶,۰۹	-%۵,۹۴	%۱۰,۱۰
۷	۱۳۹۲ - ۱۳۹۱	%۴۴,۱۱	%۴۴,۱۱	%۴۴,۱۳	%۳۸,۴۲
۸	۱۳۹۳ - ۱۳۹۲	%۷۹,۰۴	%۷۹,۰۴	%۷۸,۹	%۷۳,۱
جمع	-	%۲۹۸,۲۱	%۲۹۵,۲۴	%۲۷۳,۸۴	%۲۱۳,۶۶

جدول ۴. آلفای جنسن پورتفوی دوازده ماهه

ردیف	دوره سرمایه گذاری	سرمایه گذار ریسک پذیر	سرمایه گذار بی تفاوت نسبت به ریسک	سرمایه گذار ریسک گریز
۱	۱۳۸۶ - ۱۳۸۵	۰,۳۴	۰,۳۴	۰,۲۶
۲	۱۳۸۷ - ۱۳۸۶	۰,۲۵	۰,۱۱	۰,۲۴
۳	۱۳۸۸ - ۱۳۸۷	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۳
۴	۱۳۸۹ - ۱۳۸۸	-۰,۳	-۰,۳	-۰,۳
۵	۱۳۹۰ - ۱۳۸۹	-۰,۱۳	-۰,۱۸	-۰,۰۴

ردیف	دوره سرمایه گذاری	سرمایه گذار ریسک پذیر	سرمایه گذار بی تفاوت نسبت به ریسک	سرمایه گذار ریسک گریز
۶	۱۳۹۱-۱۳۹۰	-۰,۱۶	-۰,۱۶	-۰,۱۶
۷	۱۳۹۲-۱۳۹۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۰۸
۸	۱۳۹۳-۱۳۹۲	۰,۲	۰,۲۳	۰,۱۸

**فرضیه اول:** پورتفوی ساخته شده توسط سیستم خبره برای تمامی سرمایه گذاران، بازده بالاتر از متوسط بازدهی بازار دارد.

همانطور که در جداول گذشته می بینیم در دوره سرمایه گذاری شش ماهه؛ ۱۴ پورتفوی از ۱۶ پورتفوی ساخته شده برای سرمایه گذار ریسک گریز، ۱۳ پورتفوی ساخته شده برای سرمایه گذار ریسک پذیر و ۱۲ پورتفوی از ۱۶ پورتفوی ساخته شده برای سرمایه گذار بی تفاوت نسبت به ریسک بازده بالاتر از بازده بازار دارند. جمع بازده کل پورتفوی های ساخته شده برای سرمایه گذار ریسک گریز ۳۷۶,۲۳٪، برای سرمایه گذار ریسک پذیر ۳۳۷,۲۶٪ و برای سرمایه گذار ۳۳۲,۱۳٪ می باشد که مشاهده می کنیم که هر سه از بازده بازار (۲۱۳,۶۶٪) بیشتر است. در دوره سرمایه گذاری دوازده ماهه ۶ پورتفوی از هشت پورتفوی ساخته شده برای هر سه نوع سرمایه گذار، بازده بالاتر از بازده بازار دارد. جمع بازده در طی این ۸ سال برای سرمایه گذار ریسک گریز ۲۷۳,۸۴٪، بی تفاوت نسبت به ریسک ۲۹۵,۲۴٪ و ریسک پذیر ۲۹۸,۲۱٪ است که هر سه از بازده بازار در طول این دوره (۲۱۳,۶۷٪) بیش تر می باشد. بنابراین با توجه به این موارد و نیز نظر خبرگان سرمایه گذاری سیستم خبره پیشنهادی بازده بالاتر از متوسط بازدهی بازار دارد و فرضیه اول ما اثبات می شود.

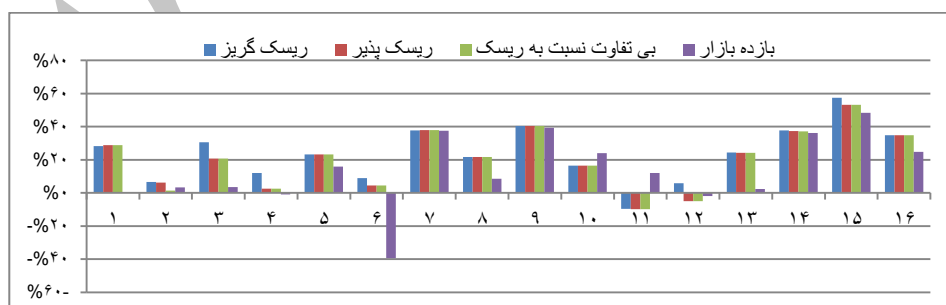
**فرضیه دوم:** سیستم خبره پیشنهادی عملکرد بهتری برای سرمایه گذاران ریسک گریز در میان مدت دارد. همانطور که در جداول و نمودارها مشاهده می شود در دوره سرمایه گذاری شش ماهه، جمع بازده برای سرمایه گذار ریسک گریز از سایر سرمایه گذاران بیش تر است (۳۷۶,۲۳ درصد)، در صورتیکه میزان جمع بازده برای سرمایه گذاران ریسک پذیر و بی تفاوت نسبت به ریسک به ترتیب ۳۳۷,۲۶ درصد و ۳۳۲,۱۳ درصد می باشد. از آنجایی که محاسبه بازده به تنهایی برای ارزیابی پورتفوی ساخته شده کافی نیست از ضریب آلفای جنسن نیز استفاده خواهیم کرد. این ضریب به بررسی همزمان ریسک و بازده سرمایه گذاری می پردازد. معیار جنسن صرفاً ریسک سیستماتیک را در نظر می گیرد. ضریب آلفای مثبت بیان کننده عملکرد بهتر سهام نسبت به عملکرد موردانتظار است؛ درحالی که مقدار منفی ضریب آلفا به معنای پایین تر بودن عملکرد سهام نسبت به عملکرد مورد انتظار می باشد.

همانطور که مشاهده می کنیم، هشت پورتفوی از شانزده پورتفوی ساخته شده برای سرمایه گذار ریسک گریز آلفای جنسن مثبت دارند و تنها در چهار پورتفوی آلفای جنسن منفی می باشد. اما پنج پورتفوی از پورتفوی های ساخته شده برای سرمایه گذاران ریسک پذیر و بی تفاوت نسبت به ریسک دارای آلفای جنسن منفی می باشند. در دوره سرمایه گذاری دوازده ماهه، این بازده سرمایه گذار ریسک پذیر است که از دیگر

سرمایه گذاران بالاتر است (۲۹۸,۲۱٪) و سرمایه گذار ریسک گریز کمترین بازده را دارد (۲۷۳,۸۴٪). بنابراین موارد و نظر خبرگان سرمایه گذاری، سیستم خبره پیشنهادی عملکرد بهتری برای سرمایه گذاران ریسک گریز در میان مدت خواهد داشت و فرضیه دوم ما اثبات خواهد شد.

### نتیجه گیری

هدف اصلی این پژوهش طراحی یک سیستم خبره فازی مبتنی بر قاعده برای حمایت از مدیران در تصمیمات میان مدت و ساخت پورتفوی است که میزان پذیرش ریسک و ترجیحات سرمایه گذاران را در نظر بگیرد. از آنجایی که سیستم خبره پیشنهادی از نسبت‌های بنیادی نسبی استفاده می‌کند و در فازی سازی ورودی‌ها محدود داده‌ها را به طور دینامیکی محاسبه می‌کند، می‌تواند برای حل مسائل زندگی حقیقی به کار رود. علاوه بر این سیستم خبره پیشنهادی انعطاف پذیر است چراکه می‌تواند مطابق با میزان ریسک-پذیری سرمایه گذار و ترجیحات شخصی اش توسط تغییر دادن برخی پارامترها به سادگی مناسب شود. به علاوه سیستم پیشنهادی کاربردی است چراکه کاربران به آسانی ساختار آن را متوجه می‌شوند و می‌توانند پارامترهای آن را به سادگی تنظیم کنند. عملکرد سیستم خبره پیشنهادی با استفاده از داده‌های ۱۰۶ سهام که طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ به مدت هشت سال در بورس اوراق بهادار تهران مورد معامله قرار گرفته‌اند، بررسی شده است. نتایج حاکی از آن است که سیستم خبره پیشنهادی برای تمامی سرمایه گذاران (ریسک پذیر، ریسک گریز و بی تفاوت نسبت به ریسک) عملکرد بهتری نسبت به متوسط بازار داشته است. به علاوه عملکرد سیستم برای تمامی دوره‌های سرمایه گذاری (میان مدت و بلند مدت) نسبت به بازار بهتر بوده است و بازده سرمایه گذاری میان مدت و بلند مدت از بازده بازار بیش تر بوده است. به طور اخص عملکرد سیستم برای سرمایه گذار ریسک گریز در دوره سرمایه گذاری میان مدت بهتر بوده است. خبرگان سرمایه گذاری پورتفوی‌های ساخته شده را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصله را تأیید نمودند. نمودارهای ۱ و ۲ مقایسه کلی بازده های سرمایه گذاران ریسک گریز، ریسک پذیر و بی تفاوت نسبت به ریسک و بازده بازار در دوره های سرمایه گذاری شش ماهه و دوازده ماهه نشان می‌دهند.



نمودار ۱. مقایسه کلی بازده سرمایه گذاران مختلف با بازده بازار در دوره سرمایه گذاری شش ماهه



نمودار ۲. مقایسه کلی بازده سرمایه گذاران مختلف با بازده بازار در دوره سرمایه گذاری دوازده ماهه

#### فهرست منابع

\* جونز چارلز پی.، تهرانیرضاء، نوربخش عسگر، (۱۳۹۱). مدیریت سرمایه گذاری. چاپ هشتم. تهران: نگاه دانش

- \* Chan, Y. Y., Dillon, T. S. & Saw, E. G. (1989). Port-man- An expert system of portfolio management in banks. *Expert systems in economics, banking and management*, 87- 96.
- \* Fasanghari, Mehdi, Montazer, Gholam Ali. (2010). Design and Implementation of Fuzzy Expert System for Tehran Stock Exchange Portfolio Recommendation. *Expert Systems with Applications*. 37: 6138- 6147
- \* Grossman, S. J. & Stiglitz, J. E. (1980). On the impossibility of informationally efficient markets. *The American Economic Review*. 70 (3): 393- 408.
- \* Lee, Jae B., Stohr, Edward A. (1985). Representing Knowledge for Portfolio Management Decision Making. Center for Digital Economy Research Stem School of Business
- \* Lee, Jae Kyu, Kim, Hyun Soo. (1989). Intelligent Stock Portfolio Management System. *Expert Systems*. April 6(2).
- \* Lee, K. H., Jo, G. S. (1999). Expert System for Predicting Stock Market Timing Using a Candlestick Chart. *Expert Systems with Application*. 16.
- \* Liu, N. K., Lee, K. K. (1997). An Intelligent Business Advisor System for Stock Investment. *Expert Systems*. August. 14(3).
- \* Mogharreban, N., Zargham, R. (2005). PORSEL: An Expert System for Assisting in Investment Analysis and Valuation. *Soft Computing- A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications*. 9(10): 742-748
- \* Ngai, E. W. T. (2003). Design and development of a fuzzy expert system for hotel selection. *Omega The International Journal of Management Science*. 31: 275-286
- \* Reilly, F. K., Brown, K. C. 2004. *Investment analysis and portfolio management*. 7th edition. South- Western College Publication.
- \* Xidonas, P., Askounis, D., & Psarras, J. (2009). Common Stock Portfolio Selection: a Multiple Criteria Decision Making Methodology and an Application to the Athens Stock Exchange. *Operational Research*. 9(1): 55-79

Zarei, H., FazelZarandi, M. H., Karbasian, M. (2009). A New Fuzzy DSS/ ES for Stock \*  
Portfolio Selection Using Technical and Fundamental Approaches in Parallel. World  
Academy of Science, Engineering and Technology

#### یادداشت‌ها

- <sup>1</sup>Port Man
- <sup>2</sup> Intelligent Stock Portfolio Management
- <sup>3</sup>PORTfolioSElection system
- <sup>4</sup>. Relative Strength Index
- <sup>5</sup>. Chaikin Money Flow

Archive of SID