فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

تصمیم گیری در معاملات روزانه بورس اوراق بهادار تهران بر اساس یک چارچوب سیستم استنتاج فازی چندگانه

تاریخ دریافت مقاله : ۹۷/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۰۲/۱۸

مینا حاج نقی[۱]
احمد ناطق گلستان[۲]

چکیده

هدف از این پژوهش ایجاد یک سیستم خبره برای پیش بینی تصمیمات تجاری روزانه در محیط عادی از یک بازار مالی است. قالب سیستم مورد مطالعه ما یک چارچوب سیستم استنتاج فازی (FIS) چندگانه را تشکیل می‌دهد که شامل سه چارچوب سیستم استنتاج فازی اختصاصی برای تصمیم‌گیری‌های خرید، حفظ و فروش سهام است. این چارچوب به یک سرمایه‌گذار در هر یک از سیستم‌های خرید ، حفظ و فروش به صورت روزانه یک سری اسناد دارایی قابل توجه را ارائه می‌دهد. بررسی این چارچوب در بورس اوراق بهادار تهران نشان می‌دهد که توجه به اطلاعات بازار به عنوان ورودی و همچنین اطلاعات فنی، در مقایسه با سیستم‌هایی که تنها اطلاعات فنی را به عنوان اطلاعات ورودی مورد استفاده قرار می‌دهند، باعث افزایش بازده سرمایه‌گذاری می‌شود. این چارچوب با شناخته شدن به عنوان یک شاخص بازار، عملکرد بهتری را نسبت به برخی از شاخص‌های معروف فنی مانند میانگین متحرک واگرا و همگرا، شاخص قدرت نسبی، نوسانگر تصادفی و نوسانگر چایکین داشته است.

کلمات کلیدی

سیستم استنتاج فازی، معاملات سهام، شاخص فنی، اطلاعات بنیادی، تصمیم گیری بورس اوراق بهادار تهران، بازده سود

۱-گروه مدیریت‌بازرگانی، دانشکده علوم انسانی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.m.hajnaghi@gmail.com
۲-گروه مدیریت مالی، دانشکده علوم انسانی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.(نویسنده مسئول)
a.nateq@gmail.com

۱) مقدمه

ضرورت سرمایه‌گذاری برای رشد و توسعه اقتصادی هر کشور انکارناپذیراست. برای فراهم ساختن وجوه مورد نیاز، منابعی برای تأمین سرمایه لازم خواهد بود. بهترین منبع برای تأمین سرمایه، پس‌اندازهای مردم است. هدایت صحیح و درست وجوه سرگردان به سمت سرمایه‌گذاری‌های مولد، افزایش تولیدات و رشد ناخالص ملی،ایجاد اشتغال و افزایش درآمد سرانه و نهایتاً رفاه عمومی را در پی خواهد داشت. پس باید یک ساز و کار قوی، این پس‌اندازها را به سوی بخش‌های تولیدی سوق دهد و نیاز مالی آنها را فراهم کند. در این فرآیند، بورس اوراق بهادار می‌تواند سهم عمده‌ای داشته باشد چرا که سرمایه‌های مردم را به سمت تولید سوق داده و از طریق شرکت‌های کارگزاری به مؤسسات تولیدی و بازرگانی می‌سپارد. از لحاظ عرضه سرمایه نیز سرمایه‌گذاران باید بکوشند پس‌اندازهای خود را در جایی سرمایه‌گذاری کنند که بیشترین بازده را داشته‌باشد. سرمایه‌گذاران با سرمایه‌گذاری در بورس انتظار دستیابی به سود مورد انتظار خود را دارند، بدین صورت که با خرید یک سهم به قیمت پایین و فروش آن به قیمت بالاتر به دنبال به دست آوردن سود هستند که برای این امر نیاز به پیش یبینی قیمت سهام دارند و پیش بینی قیمت سهام یکی از ابزارهای مهم جهت سرمایه گذاری شده است. لازمه به دست آوردن سود داشتن اطلاعات درست از بازار، تغییرات قیمت سهام و فاکتورهای تاثیرگذار است. شناسایی عوامل تاثیر گذار و میزان اثرگذاری آنها بر بازار توسط کارشناسان نیازمند دانش و تحلیل‌های فنی قوی است که به راحتی امکان پذیر نیست. بنابراین، پیش بینی قیمت سهام که یک فرایند در طول زمان (سری زمانی) است بدلیل در اختیار نبودن دانش همه فاکتورها و میزان اثرگذاری آنها با روش‌های سنتی همراه با خطا است. پس پیش بینی قیمت سهام یک امر مهم است که در آن سرمایه گذار نیازمند ابزارهای قدرتمند و قابل اعتماد است تا از طریق آن به پیش بینی قیمت سهام بپردازد.

هدف از یک سیستم خبره به دست آورن و به کار بردن دانش و روش‌های استنباطی برای دستیابی به یک راه حل پیشرفته تر برای مسائل دشواری است که برای حل آن‌ها نیاز است افراد خبره علمی تلاش مضاعفی انجام دهند(فینبام[1]، ۱۹۸۴). یک سیستم خبره از یک مبنای علمی شامل قوانینی برای رسیدگی به وضعیت‌های خاص، یک ابزار استنباطی برای ترسیم نتایج از قوانین علمی ، مجموعه‌ای از متغیرهای ورودی به قوانین و نیز یک ماژول برای رسیدگی و اصلاح دانش تشکیل شده است (کوسینسکی[2]، ۱۹۹۷). یک سیستم استنتاج فازی که یک سیستم خبره فازی نیز نامیده می‌شود سیستمی است متشکل از گردایه‌ای از توابع عضویت فازی و قوانین استنتاجی که برای انجام استنتاج

داده‌ها از قوانین علمی استفاده می‌کند. بنابراین یک سیستم استنتاج فازی ترکیبی از فناوری سیستم خبره و منطق فازی است، که در آن مفاهیم منطق فازی در توسعه قوانین علمی و ماژول‌های رسیدگی سیستم خبره استفاده شده است(مدسکر[۳]، ۱۹۹۵). به علاوه توابع عضویت فازی که به عنوان قوانین علمی در این سیستم لحاظ شده اند به فرم خواص زبانی به کار می‌روند(واگمن[۴]، ۱۹۹۴).

مسائل تصمیم‌گیری چند محتوایی می‌تواند با استفاده از مفاهیم نظریه مجموعه‌فازی به طور موثری حل شوند(جونز[۵]، ۱۹۸۶). وقتی ورودی‌های قوانین به طور مطلوب تعریف شوند سیستم‌های خبره به عملکرد خوبی نائل می‌شوند. با توجه به ویژگی‌های منطق فازی این امر در سیستم‌هایی که بر مبنای این منطق عمل می‌کنند میسر می‌شود و بنابراین ترکیب سیستم خبره و منطق فازی که سیستم استنتاج فازی را شکل می‌دهد می‌تواند به خوبی یک مساله تصمیم‌گیری محتوای چندگانه را با دریافت داده‌ها به شکل مجموعه‌های فازی، حل و اجرایی سازد. کاربردهای مختلف سیستم استنتاج فازی را می‌توان در حیطه شناسایی و تشخیص نقص در سیستم (لی[۶]، ۲۰۰۰)، پیش بینی بار الکتریکی(دش[۷]، ۱۹۹۵)، تحلیل اثر آفت کش‌ها(وندرورف[۸]، ۱۹۹۸)، پیش‌بینی سرعت باد و تولید نیروی بادی (داموسیس[۹]، ۲۰۰۱)، تشخیص خطای پزشکی(فتحی-تربقان[۱۰]، ۱۹۹۴)، مدیریت ریسک هوایی(حاجی میچل[۱۱]، ۲۰۰۹)، پیش بینی بازار (بویاسیگلو[۱۲]، ۲۰۱۰)و... مشاهده کرد. در یک دوره زمانی طولانی، مقالات به حیطه پیش بینی بازار با هدف دستیابی به بازده سود بیشتر پرداخته اند. روش بکار رفته در این مقالات عموما آنالیز روند قیمت بازار(عباسی[۱۳]، ۲۰۰۸)، پیش گویی زمانی بازار (لام[۱۴]، ۲۰۰۱) و مدل کردن یک سیستم هوش مصنوعی بوده است که زمان خرید و فروش را تعیین کند.(کیو[۱۵]، ۲۰۰۱) و (ژو[۱۶]، ۲۰۱۳) و(مون[۱۷]، ۱۹۸۹).

ساهین[۱۸] در سال ۲۰۱۴یک شاخص RSI نرمال شده رونده را معرفی کردند که برای بهینه سازی پارامترها از الگوریتم ژنتیک استفاده می‌کرد. یک سیستم معامله به وسیله (داکاستا[۱۹]، ۲۰۱۵) توسعه داده شد که روی برخی شاخص‌های فنی از قبیل میانگین متحرک ساده (SMA)، میانگین متحرک نمایی (EMA) و نوسانگر میانگین حرکتی همگرایی/واگرایی(MACD) با تکنیک نمایش سه گانه مطالعه می‌کرد که برای انجام محاسبات خود از ۱۹۸ سهام که در بازار برزیل معامله شده بودند استفاده می‌کرد. مفهوم متاگراف فازی در برخی شاخص‌های فنی مانند میانگین متحرک ساده (SMA)، میانگین متحرک نمایی (EMA) و نوسانگر میانگین حرکتی همگرایی/واگرایی(MACD)و شاخص قدرت وابسته (RSI) استفاده شدند تا پایگاه قوانین سیستم استنتاج فازی بکار رفته در طبقه بندی و پیش بینی فضای بازار را تعریف کند(آنبالگان[۲۰]، ۲۰۱۵). گوندز[۲۱] و همکاران در سال ۲۰۱۵، یک مدل

که ترکیبی از اخبار مالی و اطلاعات قیمت روزانه بود را برای پیش بینی در بازار معاملات سهام بورسای استانبول [۲۲]بررسی کردند. هیو[۲۳] و همکاران در سال ۲۰۱۵، تکنیک‌های مختلف استفاده شده در کشف قوانین برای کاربرد در تجارت سهام را به طور جامع بررسی کرده‌اند. از این تحقیق می‌توان استنباط کرد که کمتر مدلی متغیرهای تحلیل فنی و بنیادی را به طور ترکیبی در ایجاد یک سیستم تصمیم‌سازی معاملات سهام روزانه به کاربرده است و لذا این مطلب ایده کلیدی در طرح مدل پیشنهادی ماست.

مجیدی وفایی جهان و همکاران در سال ۱۳۹۵ میزان تاثیرگذاری شاخص‌های متحرک بازار را در روند پیش بینی رفتار سهام بررسی کردند و با ارایه مدلی مبتنی بر مدل مارکوف و سیگنال های دو اندیکاتور RSIو MACD به پیشبینی رفتار روندی سهام فولادمبارکه اصفهان پرداختند. در تعیین سیگنال‌های اندیکاتورRSI ، با توجه به هم پوشانی بازه مقادیر آن، سیستم فازی سوگنو بکار گرفته شد. پس از تعیین مجموعه داده، محاسبه مقادیر اندیکاتورها و تعیین سیگنال‌های دو اندیکاتور RSI و MACD، مدل مارکوف به منظور پیش بینی رفتار روندی سهام با ورودی سیگنال‌های اندیکاتورها طراحی و آموزش داده شد. روش پیشنهادی بر روی مجموعه داده سهام فولاد اصفهان انجام شد و بر اساس معیارهای Accuracy ، Precision، Recallو F-measure ارزیابی و با روش های اتو رگرسیون و مدل میانگین متحرک خود کاهنده و مدل مخفی مارکوف مقایسه گردید و به صحت متوسط۸۶. ۷۸ درصد و بیشترین صحت ۹۳ . ۸۲ رسید.

سلطانیان و همکاران در سال ۱۳۹۱ با استفاده از سیستم‌های فازی و شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی یک روز آینده قیمت سهام استفاده کردند. پیش بینی قیمت سهام چهار شرکت معتبر دنیا در یک دوره شش ماهه به عنوان معیار ارزیابی این روش‌ها به کار برده شد. همچنین نقش نشانگردهای تکتیکی و آماری در کارایی مدل سازی مورد ارزیابی قرار گرفت. و نشانگرهای نسبتاً یکسانی برای هر دو روش بکار گرفته شد.نتیجه حاکی از آنست که نقش نشانگرهای تکنیکی در ارتقای دقت پیش بینی مدل قابل ملاحظه است.

فضای بازار سهام اساسا یک سیستم پیچیده است که از تعداد زیادی شرکت کننده با انگیزه رسیدن به سود بیشتر تشکیل می‌شود. از این رو مدل کردن یک بازار سهام حاوی حجم بالایی از اطلاعات است که باید حفظ و تفسیر شوند. از آنجایی که اطلاعات به دست آمده از طریق اصطلاحات زبانی به طور معنادارتری تفسیر می‌شوند، سناریوی معاملات بازار سهام یک نامزد مناسب برای مدل شدن براساس منطق فازی است(عثمان[۲۴]، ۲۰۱۰).

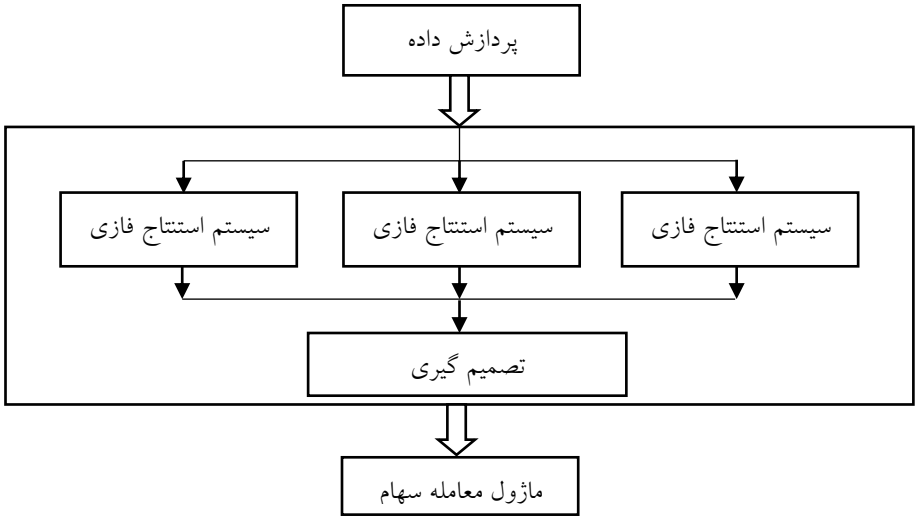
این مقاله چارچوبی را ارائه می‌دهد که در قالب آن سیستم تصمیم‌گیری بازار با استفاده از سیستم استنتاج فازی‌ها توسعه یافته و فرآیند انجام معاملات سهام را در یک فضای چند عاملی شبیه سازی می‌کند. چارچوب سیستم استنتاج فازی چندگانه مورد استفاده در این تحقیق از سه سیستم استنتاج فازی تشکیل می‌شود که برای تصمیم‌گیری‌های مهم مربوط به خرید، حفظ و فروش سهام اختصاص یافته است و نتایج آن برای معاملات سهام در اختیار سرمایه‌گذاران و معامله‌گران قرار می‌گیرد.

برای درک اهمیت ترکیب تحلیل فنی و تحلیل بنیادی برای تصمیم‌گیری بازار سهام در فضای معاملات سهام روزانه، بحث پیرامون سود هر سهم را از دو جنبه یکی با حضور متغیر تحلیل بنیادی و دیگری در عدم حضور آن انجام می‌دهیم. نهایتا برای مقایسه کارایی این سیستم از حیث عملکرد و بازده سود سهام با برخی از شاخص‌های معروف فنی مانند میانگین متحرک واگرا/همگرا، شاخص قدرت نسبی، نوسانگر تصادفی و نوسانگر چایکین، هر یک از این شاخص‌ها را برای سهام چند شرکت مهم از بورس اوراق بهادار تهران محاسبه می کنیم.

۲) طراحی قالب سیستم استنتاج فازی چندگانه

قالب سیستم استنتاج فازی چندگانه از مراحل مختلفی تشکیل می‌شود که طی این مراحل اطلاعات ورودی به منظور ارائه تصمیم در مورد خرید و فروش و حفظ سهام و نهایتا انجام معامله پردازش می‌شود.

معماری چارچوب ذکر شده به صورت یک نمودار فرآیند در جریان در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل۱ فرآیند چارچوب سیستم استنتاج فازی برای تصمیم گیری(رابل و جیسی، ۲۰۱۵)

همانطور که این شکل نشان می‌دهد داده‌ها پس از ورود به سیستم در سه موتور استنتاج فازی که تحت کنترل عبارات شرطی هستند قرار می‌گیرند. پس از بررسی قوانین مربوط به هر موتور درباره داده‌ها، خروجی‌ها برای انجام عمل تصمیم به پنل بعدی وارد شده و مطابق با آن تصمیم گیری انجام می‌گیرد. تصمیم نهایی پس از مشاهده نتایج بر اساس استراتژی‌های خاصی در ماژول معامله سهام، اعم از اینکه باید خرید، فروش یا حفظ سهم صورت پذیرد انجام می‌شود.

۲-۱) داده پردازی

چارچوب طرح شده با گروهی منتخب از اطلاعات سهام بورس اوراق بهادار تهران مرتبط می‌شود. اطلاعات قیمت‌های گذشته اعم از قیمت‌های منعقد شده، بالا و پایین و قیمت‌های بسته نشده برای هر روز همزمان با اطلاعات بنیادی گروه‌ها از وبسایت (http://tse.ir/) استخراج می‌شود. پردازش اطلاعات شامل محاسبه سودآوری و نوسانات قیمت سهام با استفاده از اطلاعات مستخرج است. سودآوری به صورت میانگین بازده لگاریتمی و نوسانات به صورت انحراف معیار بازده لگاریتمی محاسبه می‌شود. بازده لگاریتمی برای یک روز خاص t به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$R_t = \ln\left(\frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}}\right) = \ln(p_t - p_{t-1}) - \ln(p_{t-1})$$

و سود آوری با فرمول زیر به دست می‌آید:

$$Pro_t = \frac{1}{n}\sum_{i=t}^{t-(n-1)} R_i$$

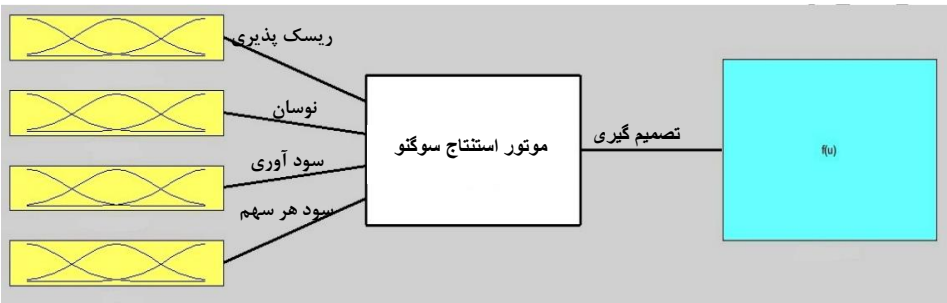
و نوسانات به صورت

$$Vol_t = \sqrt{\sum_{i=t}^{t-(n-1)} \frac{(R_i - Pro_i)^2}{n}}$$

محاسبه می‌شود که در آن n تعداد روزهای در نظرگرفته شده برای استخراج اطلاعات است.

۲-۲) سیستم استنتاج فازی

چارچوب کاری ما شامل سه سیستم استنتاج فازی از نوع سوگنو است که دارای یک ساختار معمولی با مبانی قانونی متفاوت برای تصمیمات خرید، حفظ و فروش است. سیستم استنتاج فازی نوع سوگنو که در آن از جعبه ابزار فازی نرم افزار متلب[۲۵] استفاده شده است به صورت زیر مدل می‌شود.



شکل ۲- جعبه ابزار مدل شده برای تحقیق

عمومی‌ترین روش ارائه دانش انسانی در حوزه هوش مصنوعی شکل دهی آن به یک بیان در قالب زبان طبیعی از نوع اگر فرض (مقدم) آن گاه نتیجه (تالی)است.

این فرم عموما با نام سیستم مبنای قوانین اگر-آن گاه تفسیر می‌شود. فرضیات عطفی چندگانه به صورت «اگر x_1 ،X_1 باشد و x_2 ،X_2 باشد و ... و x_k ،X_k باشد آن گاه y ،Y است» بیان می‌شود، که در آن X_1 ،X_2 ،...و X_k مجموعه‌های فازی هستند. در اینجا مبنای قوانین فازی را ورودی چندگانه-خروجی منفرد در نظر می‌گیریم و آن را به صورت یک تابع $f:\mathbb{R}^k \to \mathbb{R}$ به کار می‌بریم. هم چنین روش مورد استفاده مابرای استنباط روش تاکاگی-سوگنو-کانگ (TSK) خواهد بود. یک دلالت فازی یا یک قانون فازی i، یک تابع f_i است که بردار ورودی $\bar{x} = \langle x_1, x_2, \cdots, x_k \rangle$ در $\mathbb{R}^k$ را به اسکالر y در $\mathbb{R}$ به صورت زیر می‌نگارد.

قانون i: اگر x_1 ،X_1^i باشد و x_2 ،X_2^i باشد و ... و x_k ،X_k^i باشد آن گاه y ،Y^i است.

که در آن X_j^i برچسب‌های ورودی فازی مربوط به توابع عضویت متناظر و Y^i ها ضرایب موزون هستند.

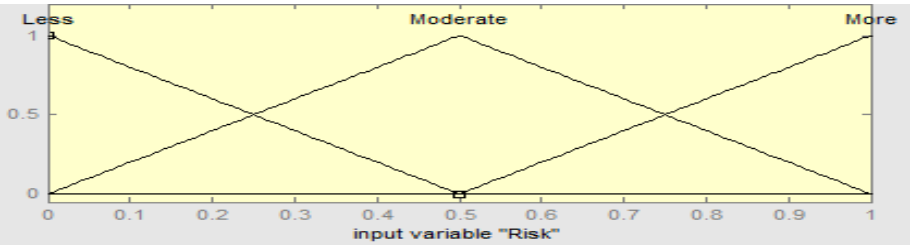
در این تحقیق چارچوب سیستم بر اساس نوعی از سیستم استنتاج فازی عمل می‌کند که در آن خروجی نهایی به وسیله روش استنتاج تاکاگی- سوگنو- تانگ به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$y^* = f(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^{M} y^i \times w^i(\bar{x})}{\sum_{i=1}^{M} w^i(\bar{x})}$$

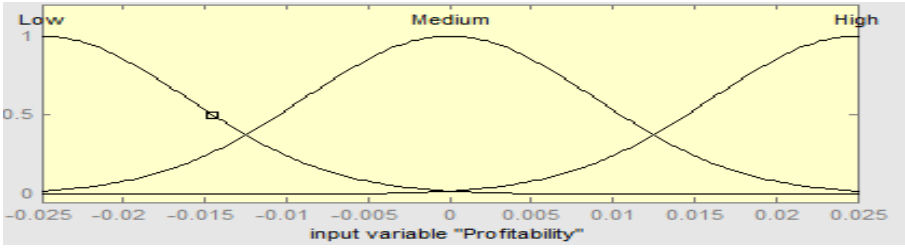
که‌درآن y^iها پارامترهای موزون تعیین شده به وسیله قانون iام و $w^i(\bar{x}) = \prod_{j=1}^{k} M f_{X_j^i}(\bar{x})$ که درجه نفوذ قانون iام نامیده می‌شود.

چهار متغیر ورودی ($k = 4$) مورد نظر عبارتند از سودآوری قیمت منعقد شده سهام، نوسانات آن،

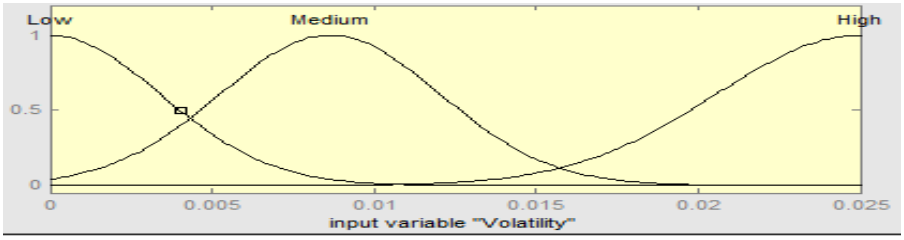
ریسک‌پذیری سرمایه‌گذار و ارزش سود هر سهم مربوط به سازمان بعنوان یک داده بنیادی. فازی سازی این ورودی‌ها با استفاده ازمنحنی‌های‌عضویت‌گاوس انجام‌می‌شود که در شکل زیر نشان داده شده است.



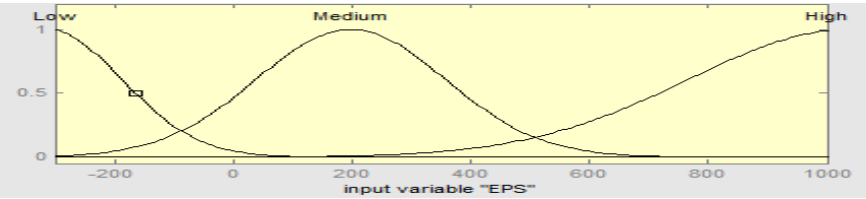
شکل۳ ریسک پذیری



شکل۴ سوددهی



شکل۵ نوسانات



شکل۶ ارزش هر سهم

مبانی قوانین هر سیستم استنتاج شکل ۱۴ نتیجه نهایی حاصل از مقایسه میزان بازده سود بدست آمده از قالب سیستم فازی چندگانه در دو حالت با EPS و بدون آن و سایر شاخص‌های تحلیلی فازی به صورت تخصصی متاثر از تمام متغیرهای ورودی به طور جداگانه گرفته شده است. برخی از قوانین

تصمیم‌گیری پایه و مهم که مبنای ساخت سیستم استنتاج فازی حاکم را تعیین می‌کرد و مورد تایید افراد خبره قرار گرفت، به تفکیک، بصورت زیر بیان شده است.

قوانین مربوط به سیستم استنتاج فازی خرید:

- اگر ریسک‌پذیری کمتر، نوسانات بالا، سودآوری پایین و سود هر سهم پایین باشد آن گاه قدرت خرید پایین است.

- اگر ریسک‌پذیری میانه، نوسانات بالا، سودآوری متوسط و سود هر سهم پایین باشد آن گاه قدرت خرید متوسط است.

- اگر ریسک‌پذیری بیشتر، نوسانات بالا، سودآوری پایین و سود هر سهم بالا باشد آن گاه قدرت خرید بالا است.

قوانین مربوط به سیستم استنتاج فازی نگهداری:

- اگر ریسک‌پذیری کمتر، نوسانات پایین، سودآوری پایین و سود هر سهم پایین باشد آن گاه قدرت حفظ سهم متوسط است.

- اگر ریسک‌پذیری میانه، نوسانات بالا، سودآوری بالا و سود هر سهم بالا باشد آن گاه قدرت حفظ سهم بالا است.

- اگر ریسک‌پذیری بیشتر، نوسانات متوسط، سودآوری پایین و سود هر سهم بالا باشد آن گاه قدرت حفظ سهم پایین است.

قوانین مربوط به سیستم استنتاج فازی فروش:

- اگر ریسک‌پذیری کمتر، نوسانات بالا، سودآوری پایین و سود هر سهم متوسط باشد آن گاه قدرت فروش بالااست.

- اگر ریسک‌پذیری میانه، نوسانات بالا، سودآوری پایین و سود هر سهم بالا باشد آن گاه قدرت فروش بالااست.

- اگر ریسک‌پذیری بیشتر، نوسانات بالا، سودآوری متوسط و سود هر سهم متوسط باشد آن گاه قدرت فروش بسیار بالااست.

خروجی ($y \in [۰,۱]$) که از هریک از سیستم استنتاج فازی‌ها حاصل می‌شود سطح پذیرش (قدرت) را برای هر تصمیم ارائه می‌دهد.

تصمیم گیری و معامله

تصمیم گیری نهایی با تنظیم یک استراتژی که بصورت زیر بیان شده است، انجام می‌شود.

استراتژی ۱- وقتی قدرت خرید و حفظ بیشتر از فروش باشد، تصمیم فروش برای معامله گرفته می‌شود.

استراتژی ۲- وقتی قدرت خرید و فروش بیشتر از حفظ باشد، تصمیم حفظ سهام برای معامله گرفته می‌شود.

استراتژی ۳- وقتی قدرت حفظ و فروش بیشتر از خرید باشد، تصمیم خرید برای معامله گرفته می‌شود.

معاملات براساس تصمیم گرفته شده با محدودیت معاملاتی ۱۰ سهم برای هر شرکت در روز انجام می‌گیرد. سرمایه گذاران متعدد با ریسک‌پذیری‌های متفاوت شبیه سازی می‌شوند. مطابق با ریسک‌پذیری، هر سرمایه‌گذار بر اساس چارچوب پیشنهادی ارائه شده معاملات را انجام می‌دهد. برای هر یک از سرمایه گذاران بازده سود روزانه ثبت می‌شوند. بازده سود تجمیعی نیز برای تحلیل عملکرد محاسبه می‌شوند.

اعتبار چارچوب سیستم استنتاج فازی‌های چندگانه به عنوان یک سیستم معاملات سهام روزانه با گرفتن داده‌های سهام چهارساله ۲۰ شرکت از بورس سهام تهران مورد آزمایش قرار می‌گیرد. جعبه ابزار فازی متلب کار شبیه سازی چارچوب ارائه شده را انجام می‌دهند. برای نشان دادن اهمیت مقدار سود هر سهم به عنوان یک مقیاس سوددهی از اطلاعات بنیادی سهام، دو چارچوب سیستم استنتاج فازی چندگانه با ورژن متفاوت، یکی با سود هر سهم ودیگری بدون آن شبیه سازی خواهند شد.

۳) شبیه‌سازی سیستم و نتایج

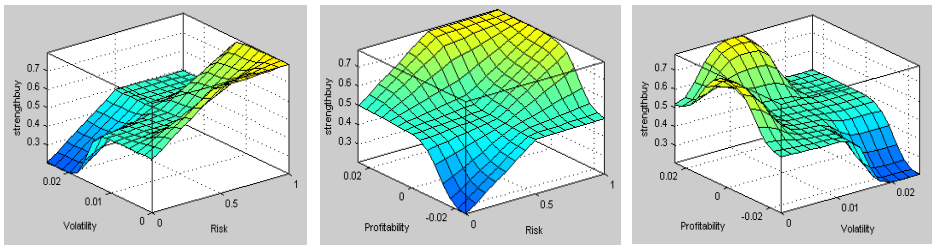
روش نمونه گیری به صورت سیستماتیک و خوشه ای با شروط مذکور و حجم نمونه ۲۰ شرکت تولیدی و خدماتی بوده است. چارچوب کار بدون در نظر گرفتن سود هر سهم با متغیرهای ورودی سودآوری، ریسک پذیری و نوسانات به میزان ۲۷ قانون استنتاجی به ترتیب برای تصمیم گیری فروش، خرید و حفظ نیاز دارد. با در نظر گرفتن سود هر سهم این میزان به ۸۱ قانون می‌رسد.

۳-۱) پردازش داده

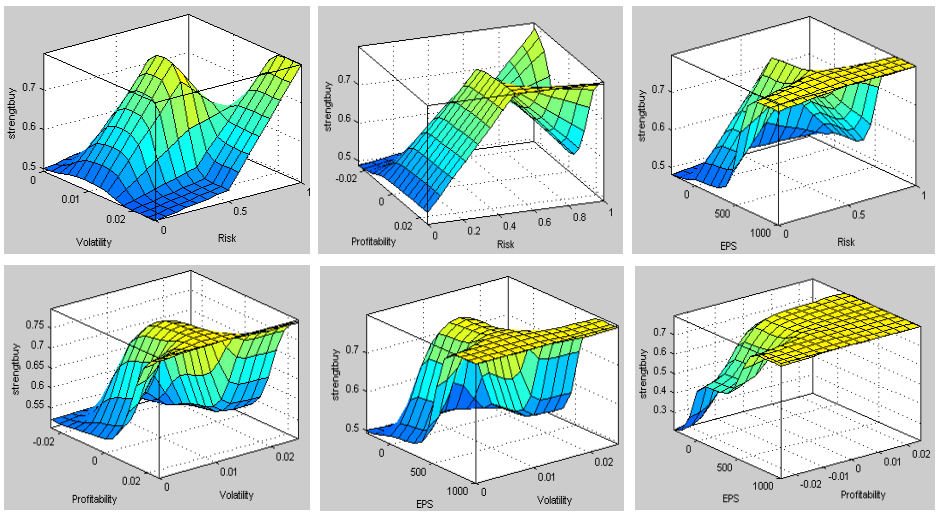
شکل ۳-۷ تا ۳-۹ پایگاه قوانین را برای قالب یاد شده نشان می‌دهد. نمایش قوانین در سیستم شبیه‌سازی شده فازی در نرم افزار متلب به دو صورت نمایش سطحی و یا نمایش تیتروار انجام می‌شود.

لذا برای ارائه این قوانین ناگزیر به نمایش آن‌ها به صورت نمایش سطحی شدیم. زیرا در غیر این صورت باید حدود ۸۱ قانون را لیست می‌کردیم. شکل‌های زیر به گونه‌ای است که می‌توان در آن‌ها خروجی حاصل از ترکیب متغیرها را به طور دو به دو، که روی محور عمودی محاسبه می‌شود، مشاهده کرد. در واقع اشکال زیر برای ملاحظه آنچه در موتور سیستم فازی انجام می‌گیرد ارائه شده است.

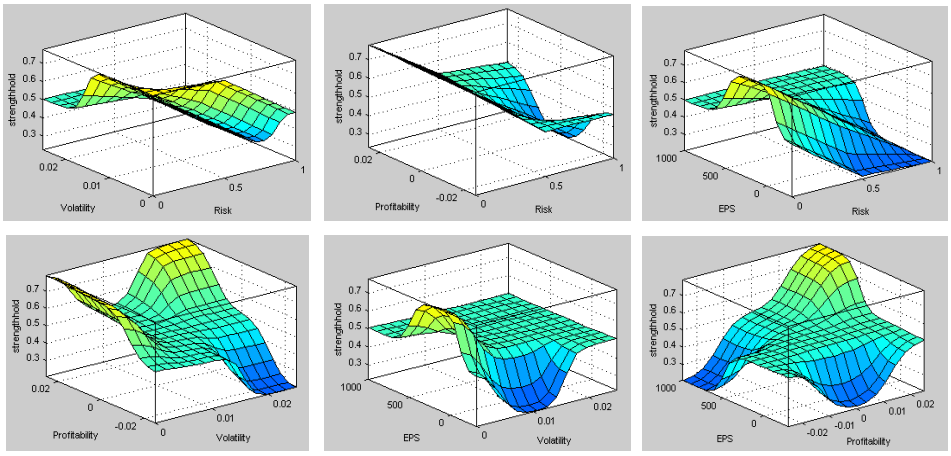
برای مثال در شکل ۳-۷ از سمت چپ می‌توان دید که در عدم حضور متغیر سود هر سهم قدرت خرید با کاهش نوسانات و افزایش مقدار ریسک پذیری افزایش می‌یابد.



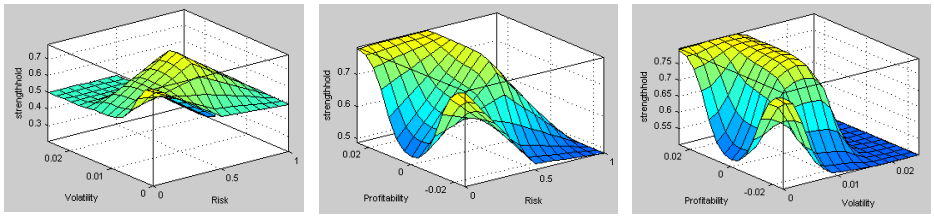
شکل ۷ – پایگاه قوانین برای خرید در حالت بدون حضور سود هر سهم



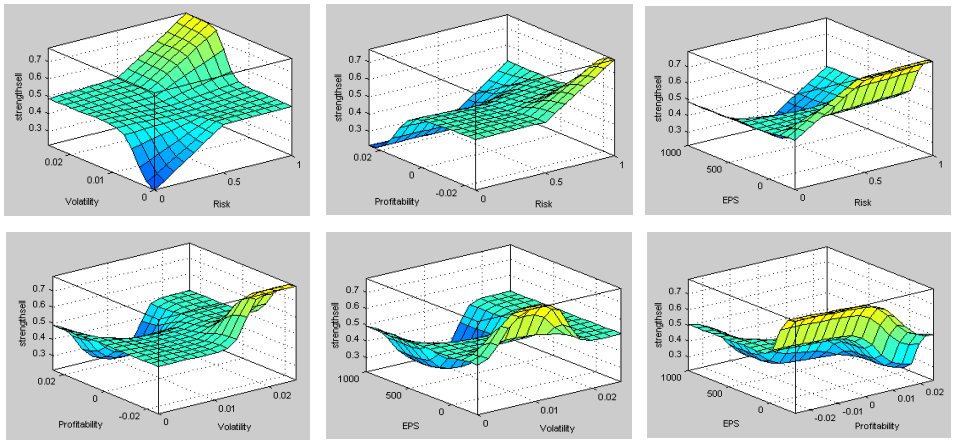
شکل ۸ –پایگاه قوانین برای خرید در حالت حضور سود هر سهم



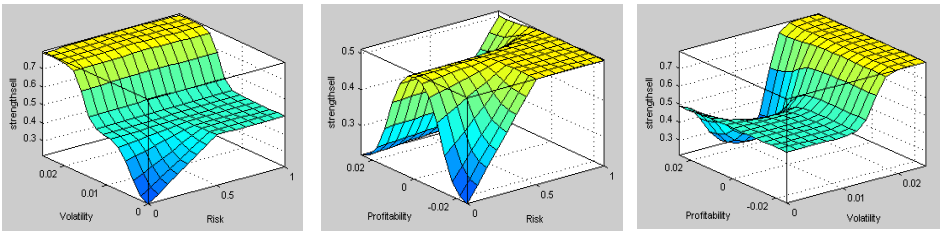
شکل ۹ – پایگاه قوانین برای حفظ سهام در حالت حضور سود هر سهم



شکل ۱۰ – پایگاه قوانین برای حفظ سهام در حالت بدون حضور سود هر سهم



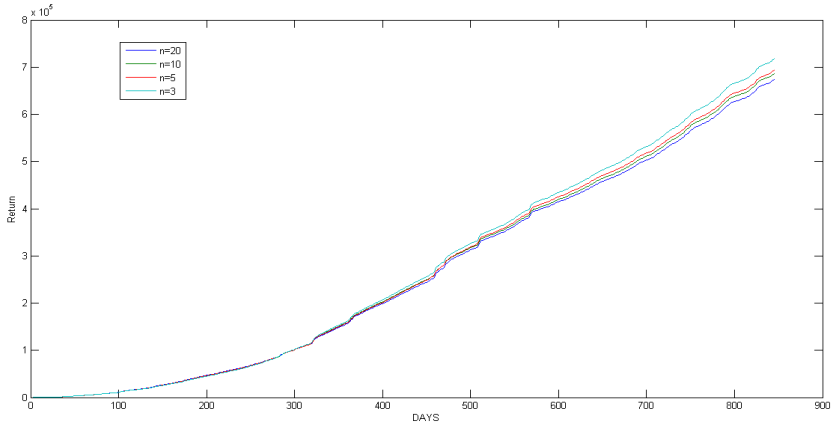
شکل ۱۱– پایگاه قوانین برای فروش در حالت حضور سود هر سهم



شکل۱۲ پایگاه قوانین برای فروش در حالت بدون حضور سود هر سهم

قیمت‌های روزانه ۲۰ شرکت بورس اوراق بهادار تهران از تاریخ ۹۰/۱۱/۱ تا ۹۴/۷/۳۰ به عنوان مقادیر قطعی ورودی به قالب سیستم در نظر گرفته شدند.

مقادیر سوددهی و نوسانات بر اساس تعداد روزهای مشاهده که در تحقیق لحاظ شود تغییر می‌کند. بازده سود برای مقادیر مختلف تعداد روزهای مشاهده محاسبه شد. نتیجه‌ی این محاسبه نشان داد که با کاهش تعداد روزهای مشاهده بازده سود مطابق شکل زیر افزایش می‌یابد. تعداد روزهای مشاهده در این تحقیق $n = ۳$ در نظر گرفته شد.



شکل ۱۳ – مقایسه بازده سود بر اساس روزهای مشاهده

۳-۲) مقایسه با شاخص‌های فنی

چارچوب مورد بحث در مورد یک سرمایه‌گذار با میزان ریسک پذیری بالا شبیه‌سازی شده است تا نتایج بدست آمده از آن با سایر شاخص‌های فنی مقایسه شود(فلان). قوانینی که سبب می‌شود تصمیمات مناسب براساس شاخص‌های فنی مورد انتخاب ما اتخاذ شوند، توسعه یافته‌اند. برای محاسبه این شاخص‌ها از توابع داخلی جعبه ابزار مالی نرم افزار متلب استفاده شده است. شاخص‌های انتخابی و قوانین متناظر با آن‌ها در مورد تصمیم گیری و نتایج محاسبات مربوطه به صورت زیر ارائه می‌شود.

میانگین متحرک همگرایی/ واگرایی (MACD)

همانطور که قبلا ذکر شد MACD یک شاخص فنی است که توسط جرالد اپل معرفی شد. مولفه‌های این شاخص یعنی MACD و خط سیگنال به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$MACD = \text{میانگین متحرک نمایی ۱۲ روزه } (EMA) - \text{میانگین متحرک نمایی ۲۶روزه}$$

$$\text{خط سیگنال} = \text{میانگین متحرک نمایی ۹روزه}$$

قوانین تصمیم گیری در مورد این شاخص به صورت زیر است:

- اگر MACD بزرگتر از خط سیگنال باشد، خرید انجام گیرد.
- اگر MACD کوچکتر از خط سیگنال باشد، فروش انجام گیرد.
- در صورت تساوی MACD و خط سیگنال، وضعیت، حفظ سهام خواهد بود.

شاخص قدرت نسبی (RSI)

شاخص قدرت نسبی اولین بار توسط ولز ویلدر در سال ۱۹۷۸ ارائه شد. قدرت نسبی (RS) عبارتست از نسبت میانگین سود ۱۴ روزه به میانگین ضرر ۱۴ روزه و شاخص قدرت نسبی (RSI) عبارتست از

$$RSI = ۱۰۰ - \frac{۱۰۰}{۱ + RS}$$

قوانین تصمیم سازی برای این شاخص به صورت زیر ارائه می‌گردد:

- اگر RSI زیر ۳۰ باشد، خرید انجام گیرد.
- اگر RSI بین ۳۰ و ۷۰ باشد، حفظ صورت پذیرد.
- اگر RSI بالای ۷۰ باشد، فروش انجام شود.

اسیلاتور تصادفی (SO)

اسیلاتور تصادفی توسط جرج لن در سال ۱۹۸۴ معرفی شد. این اسیلاتور از دو متغیر %K و %D تشکیل می‌شود که فرمول محاسبه آن‌ها به صورت زیر است.

$$\%K = ۱۰۰ \times \frac{(n) \text{ قیمت کمترین } - \text{ آخرین قیمت بسته شده}}{(n) \text{ قیمت کمترین } - (n) \text{قیمت بیشترین}}$$

$$\%D = \text{میانگین متحرک دوره سه روزه } \%K$$

$$n = \text{تعداد دوره های استفاده شده در محاسبات}$$

که در این تحقیق $n = ١٤$ در نظر گرفته می‌شود. هم چنین ما SO را بر اساس متغیر %K و از فرمول زیر تعیین می‌کنیم:

$$SO = ١٤ - days\ SMA\ of\ \%K$$

قوانین تصمیم سازی برای این شاخص به صورت زیر ارائه می‌گردد:

- اگر SO زیر ۲۰ باشد باید خرید انجام شود.
- اگر SO بین ۲۰ و ۸۰ باشد باید در وضعیت حفظ باشیم.
- اگر SO بیشتر از ۸۰ باشد باید فروش صورت پذیرد.

اسیلاتور چایکین (CO)

گام‌هایی که برای محاسبه اسیلاتور چایکین که اولین بار توسط آچلیس در سال ۲۰۰۱ ارائه شد به صورت زیر است.

$$\text{ضریب جریان پول } (MFM) = \frac{[(\text{کمترین} - \text{بیشترین}) - (\text{کمترین} - \text{قیمت بسته شده})]}{\text{کمترین} - \text{بیشترین}}$$

$$\text{حجم جریان پول}(MFV) = MFM \times \text{حجم}$$

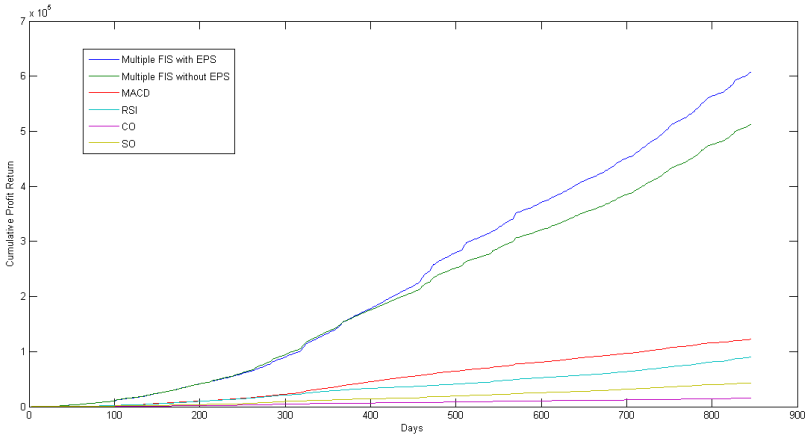
$$\text{خط توزیع تجمع } (ADL) = ADL \text{ قبلی} + MFV \text{ روزهای فعلی}$$

$$\text{اوسیلاتور چایکین} = (\text{میانگین متحرک نمایی ۳ روزه } ADL) - (\text{میانگین متحرک نمایی ۱۰ روزه } ADL)$$

قوانین تصمیم سازی برای این شاخص به صورت زیر ارائه می‌گردد:

- اگر CO بیشتر از ۱ باشد، خرید انجام شود.
- اگر CO کمتر از 1- باشد، فروش انجام شود.
- در غیر اینصورت باید در وضعیت حفظ باشیم.

نمودار زیر نتیجه نهایی حاصل از مقایسه میزان بازده سود بدست آمده از قالب سیستم فازی چندگانه در دو حالت با سود هر سهم و بدون آن و سایر شاخص‌های تحلیلی مورد بحث در این پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴ - نتیجه نهایی حاصل از مقایسه میزان بازده سود بدست آمده از قالب سیستم فازی چندگانه در دو حالت با EPS و بدون آن و سایر شاخص‌های تحلیلی

نتیجه گیری

بورس اوراق بهادار، یک بازار اقتصادی است که درآن، خرید و فروش اوراق بهادار تحت ضوابط و قوانین خاص صورت می‌گیرد. با عنایت به عرضه سهام بزرگترین و مهمترین واحدهای اقتصادی کشور در تالارهای بورس، هر گونه تغییر در شرایط اقتصادی، سیاسی و ... میتواند به سرعت بر بورس اوراق بهادار تأثیر گذاشته، آن را دچار نوسان کند. بررسی و تحلیل مالیه رفتاری سرمایه گذاران و فعالان بازار یکی از مباحث نوپای رشته مدیریت مالی محسوب می‌گردد. بر مبنای رویکردهای موجود در این زمینه، تصمیم گیری سرمایه گذاران صرفاً بر مبنای تجزیه و تحلیل کمّی و عقلایی انجام نمی‌شود، بلکه عوامل ناشی از انتظارات بازار نیز تأثیر زیادی بر نحوه واکنش سهامداران به فعل و انفعالات بازار خواهد گذاشت. به دیگر سخن ،مالیه رفتاری را می‌توان ادغام اقتصاد کلاسیک و علوم روانشناسی و تصمیم گیری دانست.

متغیرها در حوزه روانشناسی از حیث سنجش و ارزیابی غیر قطعی هستند. لذا برای انجام محاسبات در این طیف باید از ابزار سازگار با آن‌ها استفاده کرد. ما برای پوشش این موضوع و ورود متغیرهای غیر قطعی به بحث تصمیم‌گیری بورس اوراق بهادار از یک چارچوب سیستم استنتاج فازی بهره‌برده‌ایم. این سیستم از ۴ متغیر مستقل ریسک رفتاری، سوددهی، نوسانات و سود هر سهم استفاده کرده است. هدف اولیه این تحقیق اینست که با پیاده سازی این چارچوب میزان بازده سود را در مقایسه با سایر شاخص‌های فنی برای تحلیل بازار بالا ببرد. در وهله بعدی هدف ما بررسی تاثیر اطلاعات بنیادی (در

اینجا سود هر سهم) در تصمیم سازی خرید و فروش و حفظ است و نهایتا اعتبار بخشی به حفظ سهام تا رسیدن به بهترین زمان برای خرید یا فروش. لذا قالب سیستم استنتاج فازی چندگانه در دو حالت با متغیر سود هر سهم و بدون آن مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام این تحقیق از ۲۰ شرکت بورس اوراق بهادار که پایداری بیشتری از نظر کارشناس خبره داشته اند در بازه ۴ ساله بین سال‌های ۹۰ تا ۹۴ استفاده شد. هم چنین پایگاه داده سیستم شامل ۸۱ قانون برای حالت با سود هر سهم و ۲۷ قانون برای حالت بدون سود هر سهم به ازای هر یک از تصمیم‌گیری‌های خرید، حفظ و یا فروش با نظر کارشناس خبره بوده است. موتور استنتاجی در این سیستم مدل سوگنو یا TSK است که خروجی آن بر اساس یک برنامه خطی محاسبه می‌شود. برای مقایسه و تحلیل نتایج بدست آمده، چهار شاخص مشهور MACD، RSI، SO و CO برای داده‌های مشابه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از شکل ۱۴ بیانگر اینست که با شبیه‌سازی مقایسه شاخص‌ها، عملکرد بهتر قالب پیشنهادی نسبت به شاخص‌های MACD، RSI، SO و CO تایید می‌شود. به علاوه این نمودار نشان می‌دهد که حضور متغیر سود هر سهم در قالب پیشنهادی می‌تواند وضع را از این هم بهتر کند. بازده سود تجمعی متناظر به هریک از شاخص‌ها و قالب‌های ارائه شده در جدول زیر آمده است.

MODEL	Cumulative Profit Return (IRR)
MACD	۱۲۲۱۰۵,۵
RSI	۹۰۸۷۷,۹
SO	۴۳۲۲۲,۱
CO	۱۵۴۷۰,۳
Multiple FISs framework without EPS	۵۱۲۵۰۴,۰
Multiple FISs framework with EPS	۶۰۷۱۵۵,۶

جدول فوق نشان می‌دهد که قالب پیشنهادی چه با حضور و چه بدون حضور سود هر سهم از چهار شاخص فنی ذکر شده بازدهی بهتری دارد. این درستی فرضیه‌های ما را اثبات می‌کند.

منابع

۱) سلطانیان, خه بات؛ سیده دنیا الیاسی و گلاله عزیزی، ۱۳۹۱، پیش بینی بازار بورس با استفاده از سیستم استنتاج فازی و شبکه های عصبی مصنوعی، اولین همایش بین المللی اقتصاد سنجی، روشها و کاربردها، سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج.

۲) عزیزی, زینب و مجید وفایی جهان، ۱۳۹۵، طراحی سیستم استنتاج فازی مارکوفی رفتار سهام مبتنی بر شاخص های متحرک بورس – اوراق بهادار ایران، سومین کنگره بین المللی فن آوری، ارتباطات و دانش، مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.

3) Abbasi, E., Abouec, A. 2008. "Stock price forecast by using neuro-fuzzy inference system." In Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology 36: 320-323.

4) Anbalagan, T., Maheswari, S. U. 2015. "Classification and prediction of stock market index based on fuzzy metagraph." Procedia Computer Science 47: 214-221.

5) Boyacioglu, M. A., Avci, D. 2010. "An adaptive network-based fuzzy inference system (anfis) for the prediction of stock market return: the case of the Istanbul stock exchange." Expert Systems with Applications 37 (12): 7908-7912.

6) Damousis, I. G., Dokopoulos, P. 2001. "A fuzzy expert system for the forecasting of wind speed and power generation in wind farms." International Conference on Power Industry Computer Applications. 63-69.

7) Dash, P. K., C., L. A., Rahman, C., Ramakrishna, G. 1995. "Building a fuzzy expert system for electric load forecasting using a hybrid neural network." Expert Systems with applications 9 (3): 407-421.

8) Fathi-Torbaghan, M., Meyer, D. 1994. "Medusa: a fuzzy expert system for medical diagnosis of acute abdominal pain." Methods of information in medicine 33 (5): 522-529.

9) Feigenbaum, E. A. 1984. "Knowledge engineering." Annals of the New York Academy of Sciences 426 (1): 91-107.

10) Gunduz, H., Cataltepe, Z. 2015. "Borsa istanbul (bist) daily prediction using financial news and balanced feature selection." Expert Systems with Applications 10-20.

11) Hadjimichael, M. 2009. "A fuzzy expert system for aviation risk assessment." Expert Systems with Applications 36 (3): 6512-6519.

12) Hu, Y., Liu, K., Zhang, X., Su, L., Ngai, E., Liu, M. 2015. "Application of evolutionary computation for rule discovery in stock algorithmic trading: A literature review." Applied Soft Computing.

13) Jones, A., Kaufmann, A., Zimmermann, H. 1986. "Fuzzy sets theory and applications." Advanced Study Institute.

14) Kosinski, W., Weigl. M. 1997. "Expert system with an adaptive fuzzy inference module." In Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems 2: 525-532.

15) Kuo, R. J., Chen, C. H., Hwang, Y. C. 2001. "An intelligent stock trading decision support system through integration of genetic algorithm based fuzzy neural network and artificial neural network." Fuzzy sets and systems118(1):21-45.

16) Lam, S. S. 2001. "A genetic fuzzy expert system for stock market timing." In Evolutionary Computation Proceedings of the 2001 Congress on IEEE. 410-417.

17) Lee, H. J., Park, D. Y., Ahn, B. S., Park, Y. M., Park, J. K., Venkata, S. S. 2000. "A fuzzy expert system for the integrated fault diagnosis." IEEE Transactions on Power Delivery 15 (2): 833-838.

18) Medsker, L. R. 1995. "Hybrid intelligent systems." Neural networks (Computer science) 95-105.

19) Moon, Y., Yau, C., Yip, W. 1989. "An intelligent decision support system for stock investment." In TENCON'89. Fourth IEEE Region 10 International Conference. 956-959.

20) Othman, S., Schneider, E. 2010. "Decision making using fuzzy logic for stock trading." In International Symposium in Information Technology (ITSim) 2: 880-884.

21) Sahin, U., Ozbayoglu, A. M. 2014. "Tn-rsi: Trend-normalized rsi indicator for stock trading systems with evolutionary computation." Procedia Computer Science 36: 240-245.

22) Van der Werf, H. M., Zimmer, C. 1998. "An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system." Chemosphere 36 (10): 2225-2249.

23) Wagman, D., Schneider, M., Shnaider, E. 1994. "On the use of interval mathematics in fuzzy expert systems." International Journal of Intelligent Systems 9 (2): 241-259.

24) Zhou, H. 2013. "Modeling stock analysts' decision making: An intelligent decision support system." In In SNPD 2013 - 14th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/ Distributed Computing IEEE. 29-34.

یادداشت‌ها :

1 Feigenbaum
2 Kosinski
3 Medsker
4 Wagman
5 Jones
6 Lee
7 Dash
8 Van der Werf
9 Damousis
10 Fathi-Torbaghan
11 Hadjimicheal
12 Boyacioglu
13 Abbasi
14 Lam
15 Kuo
16 Zhou
17 Moon
18 Sahin
19 da Costa
20 Anbalagan
21 Gunduz
22 Borsa Istanbul (BIST)
23 Hu
24 Othman
25 Matlab
26 Sugeno