سال نهم، شماره‌های ۳۱ و ۳۲، بهار و تابستان ۱۳۹۶
صص: ۷۶- ۶۷

فصلنامه علمی- پژوهشی
فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

ارائه یک معماری جدید برای سیستم پشتیبانی تصمیم جهت مدیریت خرید و فروش سهام مبتنی بر ترکیبی از شاخص های مالی

مسعود منصوری* بیژن منصوری** سیدعلیرضا هاشمی‌گلپایگانی***
* دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
** دانشجوی دکترا، دانشگاه لیورپول انگلستان
*** هیات علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۰

چکیده

برای تحلیل بازار و پیش‌بینی وضعیت سهام در آینده، در بسیاری از مواقع از شاخص‌های مالی استفاده می‌شود. اما به دلیل پیچیدگی زیاد در بازار بورس، اینکه از چه شاخصی استفاده شود و اینکه خروجی شاخص مورد استفاده تا چه اندازه‌ای قابل اطمینان است، همیشه به عنوان یک مسئله مطرح بوده است. در این مقاله، از یک رویکرد ترکیبی در قالب یک سیستم پشتیبانی تصمیم برای پیشنهاد دادن بهترین سهام‌ها برای خرید یا فروش استفاده شده است. انتخاب بهترین سهام‌ها از بین مجموعه‌ای از سهام‌ها با استفاده از یکسری از شاخص‌های مالی صورت گرفته است. این شاخص‌ها هر یک به عنوان یک مدل عمل می‌کنند و با توجه به وضعیت سهام در گذشته، وضعیت آن را در آینده نشان می‌دهند. بنابراین استفاده از مجموعه‌ی ترکیبی از شاخص‌ها به ما این امکان را می‌دهد تا بتوانیم با قطعیت بیشتری تصمیم‌گیری کنیم. کارایی این سیستم بر روی مجموعه‌ی داده‌ای بازار بورس ایران که از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ جمع‌آوری شده، ارزیابی شده است. نتایج نشان می‌دهند که شاخص‌های بکار گرفته شده و استفاده‌ی ترکیبی از آن‌ها منجر شده است که سیستم پشتیبانی تصمیم با دقت بالایی پیشنهادها را تولید نماید.

واژه‌های کلیدی: سیستم پشتیبانی تصمیم، شاخص‌های مالی، حد اشباع خرید، حد اشباع فروش.

مقدمه

انتخاب سهام (خرید یا فروش) یک مسئله‌ی اساسی برای مدیریت فعالیت‌های مرتبط با بازار بورس می‌باشد. تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدام سهام باید انتخاب شود، به دلیل عدم قطعیت در بازارهای بورس، بسیار مشکل است [۱۲،۱۳]. نوسانات قیمت سهام تحت تاثیر داده‌های مالی می‌باشد که بر اثر تعاملاتی که بر روی سهام اتفاق می‌افتد جمع‌آوری می‌شوند. وقتی یک سهام در بازار به گردش در می‌آید ویژگی‌های زیادی را به خود می‌گیرد، از جمله قیمت باز شدن، بسته شدن، بیشترین قیمت، کمترین قیمت در هر روز و همچنین حجم معاملات در روز و بسیاری از ویژگی‌های دیگر که بطور کلی عملکرد یا به نوعی ارزش سهام را نشان می‌دهند. عملکرد سهام بر اساس داده‌های گذشته‌ی مرتبط با سهام با استفاده از یکسری شاخص‌ها تعیین می‌شود. از جمله‌ی این شاخص‌ها می‌توان شاخص جریان پول، نوسانگر تصادفی، سهولت حرکت و غیره را نام

نویسندهٔ عهده‌دار مکاتبات: مسعود منصوری m.mansoury@aut.ac.ir

برد. این شاخص‌ها، ویژگی‌های یاد شده را به عنوان ورودی دریافت می‌کنند و به عنوان خروجی وضعیت سهام را در آینده بیان می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهند که متدلوژی‌ها و مدل‌های زیادی برای انتخاب سهام وجود دارد [۱۱]، اما یک چارچوب یکپارچه برای مدیریت انتخاب‌ها و پیاده‌سازی این متدلوژی‌ها و مدل‌ها وجود ندارد.

سیستم‌های پشتیبانی تصمیم، سیستم‌های کامپیوتری تعاملی هستند که از مدل‌ها و داده‌ها برای شناسایی و حل مسائل با سطح ساختاریافتگی پایین، به منظور پشتیبانی تصمیم در فرآیند تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند [۱]. یک سیستم پشتیبانی تصمیم با توجه به معماری آن که شامل ارائه‌ی بهترین راه‌حل‌ها از بین گزینه‌های موجود، تشریح دلیل انتخاب آن راه‌حل‌ها و ارائه‌ی خروجی مورد انتظار هر راه‌حل می‌باشد، می‌تواند در انتخاب سهام در بازار بسیار پیچیده‌ی بورس، برای سرمایه‌گذاران موثر واقع شود [۱۴]. در [۶]، یک بررسی بر روی مهمترین عوامل سیستم‌های پشتیبانی تصمیم در حوزه‌ی مدیریت و ارزیابی سهام انجام شده است.

در این مقاله، یک رویکرد برای پشتیبانی تصمیم در مورد انتخاب سهام برای خرید یا فروش ارائه می‌دهیم. برای این منظور از داده‌های بازار بورس ایران که از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ جمع‌آوری شده است استفاده شده است. بدلیل ماهیت مجزای سهام‌ها و قابل مقایسه بودن آن‌ها، ابتدا گروه‌بندی بر روی سهام‌ها انجام شده است. اطلاعات گروه‌بندی هر سهام در وب سایت رسمی بازار بورس[1] موجود است. سیستم پشتیبانی تصمیم پیشنهادی از بین سهام‌های موجود در هر گروه ۱۰ سهام را همراه با رتبه‌بندی بر اساس سودآوری پیشنهاد می‌کند که ۵ مورد آن برای خرید و ۵ مورد دیگر برای فروش پیشنهاد می‌شوند. پیشنهاد بر اساس یکسری شاخص‌های مالی محاسبه شده بر روی داده‌های تاریخی هر سهام، تولید می‌شوند. خروجی این شاخص‌های مالی دو مفهوم را در مورد سهام نشان می‌دهند: حد اشباع فروش[2] و حد اشباع خرید[3]. حد اشباع فروش نشاندهنده کاهش بیش از انتظار قیمت سهام در بازار است در حالیکه حد اشباع خرید نشاندهنده‌ی افزایش قیمت سهام در بازار است. تصمیم‌گیری و تولید پیشنهاد نیز بر اساس این دو عامل صورت خواهد گرفت. بدین صورت که پس از محاسبه‌ی مقدار شاخص‌ها بر روی هر سهام، در صورتیکه اکثر شاخص‌ها در مورد آن سهام سیگنال خرید/ فروش را نشان بدهند، آن سهام برای خرید/فروش مناسب خواهد بود.

در این مقاله، ابتدا در بخش دوم به مرور کلی کارهای انجام شده در حوزه‌ی مدیریت سهام با رویکرد سیستم پشتیبانی تصمیم پرداخته می شود. سپس، در بخش سوم، شاخص‌های مالی معرفی شده در این مقاله معرفی می‌شوند. در بخش چهارم، معماری سیستم پشتیبانی تصمیم ما ارائه خواهد شد. در بخش پنجم، نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده به همراه تحلیل نتایج ارائه خواهند شد. در نهایت در بخش ششم نتیجه گیری کار ارائه خواهد شد.

۲- کارهای گذشته

در این بخش مروری بر کارهای گذشته ارائه خواهد شد که بر روی انتخاب سهام با استفاده از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم تمرکز داشتند.

اکثر تحقیقات در زمینه سیستم‌های پشتیبانی تصمیم برای مدیریت سهام بر روی طراحی سیستم‌های هوشمند با استفاده از روش‌های داده‌کاوی (شامل شبکه عصبی، الگوریتم‌های ژنتیک، سیستم‌های چند عاملی و ماشین بردار پشتیبان[4]) تمرکز دارند [۱۰]. در [۲]، یک سیستم پشتیبانی تصمیم انتخاب سهام هوشمند[5] ارائه شده است که

[1] www.tsetmc.ir

[2] Oversold
[3] Overbought
[4] Support Vector Machine
[5] Intelligence Portfolio Selection Decision Support System

دارای دو مولفه‌ی تحلیل تکنیکال و هوش مصنوعی می‌باشد. مولفه‌ی تحلیل تکنیکال برای پیش پردازش بر روی داده-های ورودی، فیلترسازی سهام‌ها و توصیه‌ی لیستی از سهام‌ها برای خرید یا فروش استفاده شده است. مولفه‌ی دوم که یک مولفه‌ی هوش مصنوعی می‌باشد، نقش یک تاجر با تجربه، برای بهبود لیست سهام‌های توصیه شده توسط مولفه‌ی تحلیل تکنیکال را ایفا می‌کند. در واقع، تمرکز اصلی در این مقاله بر روی کامپیوتری کردن تحلیل تکنیکال با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم هوشمند می‌باشد. همچنین، Sharma و همکاران در [۹]، یک چارچوب برای طراحی یک سیستم پشتیبانی تصمیم با استفاده از الگوریتم ژنتیک مطرح کردند به طوریکه برای ساخت یک سیستم مدیریت سهام بهینه برای سرمایه‌گذاران قابل استفاده باشد. یکی از مزایای این سیستم این است که فرآیند انتخاب سهام را تسهیل کرده است.

Shamara در [۷]، یک سیستم پشتیبانی تصمیم چند معیاره[6] برای ارزیابی سه رویکرد تحلیل بنیادین، تحلیل تکنیکال و تحلیل بازار بورس ارائه کرده است. در این سیستم از متدولوژی‌های تحلیل چند معیاره برای رتبه‌بندی سهام استفاده شده است. در نهایت خروجی سیستم، رتبه‌بندی از چهار سهام می‌باشد که به چهار گروه از معیارهای مختلف پاسخ می‌دهد. این خروجی وابسته به برنامه‌ی حسابداری هر شرکت لیست شده می‌باشد. همچنین Ghasemzade در [۴]، یک سیستم پشتیبانی تصمیم برای انتخاب سهام پروژه استفاده کرده است که تصمیم‌گیری را بر اساس تحلیل پروژه و سیستم انتخاب انجام می‌دهد.

Dong در [۳]، یک چارچوب یکپارچه برای انتخاب سهام ارائه کرده است که سهام موثر را برای سرمایه‌گذاران انتخاب می‌کند. تمرکز این چارچوب بر روی پیاده‌سازی یک سیستم پشتیبانی تصمیم مبتنی بر وب می‌باشد که از قابلیت‌های تکنولوژی‌هایی مثل پردازش تحلیلی برخط[7] به عنوان یک ابزار افزونه برای مقاصد تحلیلی و ماشین مجازی موازی برای بهبود کارایی سیستم استفاده شده است. Ince و همکاران در [۸]، از شبکه‌های پرسپترون چندلایه و رگرسیون بردار پشتیبان برای پیش‌بینی قیمت سهام استفاده کرده‌اند. آن‌ها نشان دادند که این دو تکنیک، نتایج بهتری نسبت به روش‌های دیگر داده‌کاوی در پیش‌بینی قیمت سهام تولید می‌کنند.

۳- شاخص‌های مالی

در این بخش شاخص‌هایی که در سیستم پیشنهادی بکار رفته معرفی خواهد شد. هر کدام از این شاخص‌ها، یک مدل مالی می‌باشند که با توجه به وضعیت سهام در گذشته، وضعیت آن را در آینده نشان می‌دهند [۱۵].

۳-۱- جریان مالی چیکین[8]

این شاخص حجم جریان پول را در یک دوره‌ی زمانی مشخص می‌سنجد. مقدار مثبت برای این شاخص نشاندهنده‌ی فشار خرید و مقدار منفی نشاندهنده‌ی فشار فروش می‌باشد. این شاخص با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$MFM = [(Close - Low) - (High - Close)]/(High - Low) \quad (۱)$$

$$MFV = MFM \times VolumeForThePeriod \quad (۲)$$

$$n - CMF = n - SumOfMFV / n - SumOfVolume \quad (۳)$$

که MFM ضرب کننده‌ی جریان پول می‌باشد، MFV حجم جریان پول و n-CMF نشاندهنده‌ی جریان مالی چیکین برای n دوره می‌باشد.

[6] Multi-criteria Decision Support System

[7] On-Line Analytical Process

[8] Chaikin Money Flow

۳-۲- شاخص قدرت نسبی[9]

شاخص قدرت نسبی (RSI)، یک شاخص نوسانگر است که میزان سرعت و تغییر در قیمت را اندازه‌گیری می‌کند. RSI بین صفر و ۱۰۰ نوسان می‌کند. عموماً مقدار بیش از ۷۰ برای این شاخص نشاندهنده‌ی حد اشباع خرید و مقدار کمتر از ۳۰ نشاندهنده‌ی حد اشباع فروش در بازار می‌باشد. این شاخص با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + \frac{AverageGain}{AverageLoss}} \qquad (۴)$$

که AverageGain نسبت مجموع سود بدست آمده به دوره زمانی و AverageLoss نسبت مجموع زیان به دوره زمانی می‌باشد. اختلاف قیمت باز شدن و بسته شدن سهام در هر روز سود یا زیان آن سهام را نشان می‌دهد، یعنی اگر اختلاف این دو مقدار مثبت بود نشاندهنده‌ی سود و در غیر این صورت نشاندهنده‌ی زیان می‌باشد.

۳-۳- نوسانگر تصادفی[10]

نوسانگر تصادفی شاخصی است که موقعیت قیمت بسته شدن سهام را نسبت به بالاترین و پایین‌ترین قیمت در یک مجموعه زمانی مشخص نشان می‌دهد. مطابق با تحقیقات انجام گرفته، این شاخص قیمت، حجم خرید یا فروش و یا موارد مشابه را پیگیری نمی‌کند، بلکه سرعت یا شتاب قیمت را پیگیری می‌کند. این شاخص بصورت درصدی بیان می‌شود و بین ۰٪ و ۱۰۰٪ نوسان می‌کند. مقادیر بیش از ۸۰٪ برای این شاخص نشاندهنده‌ی این است که قیمت نزدیک به بالاترین قیمت در دوره است و مقدار کمتر از ۲۰٪ نشاندهنده‌ی این است که قیمت نزدیک به پایین‌ترین قیمت در دوره است. این شاخص بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$K = (Close - Low)/(High - Low) \times 100 \qquad (۵)$$

که Close قیمت بسته شدن فعلی، Low پایین‌ترین قیمت در دوره و High بیشترین قیمت در دوره را نشان می‌دهد.

۳-۴- شاخص کانال کالا[11]

شاخص کانال کالا یک شاخص همه‌کاره است که می‌تواند برای شناسایی یک روند جدید بکار می‌رود. بطور کلی، CCI سطح قیمت فعلی را نسبت به یک سطح قیمت میانگین در یک دوره‌ی زمانی مشخص اندازه‌گیری می‌کند. وقتی CCI بیش از مقدار میانگین‌اش باشد، مقدار آن نسبتاً بالا خواهد بود و برعکس. در این شرایط، CCI می‌تواند برای تعیین سطوح حد اشباع خرید و فروش استفاده شود. مقدار این شاخص بین ۱۰۰ و ۱۰۰- است. مقادیر بیش از ۱۰۰ نشاندهنده‌ی این است که سهام در بازار به حد اشباع خرید رسیده است و مقادیر کمتر از ۱۰۰- نشاندهنده‌ی این است که سهام به حد اشباع فروش در بازار رسیده است. این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CCI = \frac{TP - \overline{TP}}{0.15 \times MeanDeviation} \qquad (۶)$$

$$TP = \frac{High + Low + Close}{3} \qquad (۷)$$

که TP قیمت معمولی و MeanDeviation انحراف معیار قیمت بسته شدن سهام در روزهای مختلف را در یک دوره زمانی مشخص نشان می‌دهد.

۳-۵- سهولت حرکت[12]

شاخص سهولت حرکت مشخص می‌کند که قیمت یک سهام به آسانی حرکت می‌کند یا با ثبات مواجه شده است. برای مثال، اگر اکثر روندها در طی یک روز، به دلیل افزایش قیمت، خرید سهام بود، آنگاه سهام دارای سهولت حرکت بالایی می‌باشد. درحالیکه، اگر سهام دارای روندهای خرید و فروش با تغییرات سراسری پایین در قیمت بود، سهام یک

[9] Relative Strength Index
[10] Stochastic Oscillator
[11] Commodity Channel Index
[12] Ease Of Movement

سهولت حرکت نزدیک به صفر خواهد داشت. اگر مقدار این شاخص مثبت باشد، به این معنی است که قیمت در حال افزایش یافتن است و اگر منفی باشد به این معنی است که قیمت در حال کاهش یافتن است و اگر صفر باشد به این معنی است که قیمت تغییرات زیادی نخواهد داشت. این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$EMV = \frac{[\frac{High(T)+Low(T)}{2} - \frac{High(Y)+Low(Y)}{2}]}{\frac{Volume}{High(T)-Low(T)}} \quad (۸)$$

که High(T) بیشترین قیمت امروز، Low(T) کمترین قیمت امروز، High(Y) بیشترین قیمت دیروز و Low(Y) کمترین قیمت دیروز را نشان می‌دهد.

۳-۶- شاخص جریان پول[۱۳]

شاخص جریان پول نوسانگری است که از قیمت و حجم خرید و فروش برای سنجش میزان فشار خرید و فروش استفاده می‌کند. تحلیل این شاخص مشابه *RSI* است و مانند آن محاسبه می‌شود، با این تفاوت که در این شاخص باید نسبت جریان پول مثبت و منفی نیز محاسبه شود. مقدار بیشتر از ۸۰ برای این شاخص نشاندهنده‌ی حد اشباع خرید و مقدار کمتر از ۲۰ نشاندهنده‌ی حد اشباع خرید می‌باشد. این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$RMF = \frac{High+Low+Close}{3} \times Volume \quad (۹)$$

$$MFI = 100 - \frac{100}{1+\frac{PMF}{NMF}} \quad (۱۰)$$

که RMF جریان پول خام، PMF جریان پول مثبت، NMF جریان پول منفی و MFI شاخص جریان پول می‌باشد.

۳-۷- شاخص کارائی[۱۴]

این شاخص قیمت بسته شدن فعلی را با مقدار اولین قیمت بسته شدن (از اولین دوره زمانی) مقایسه می‌کند و میزان تغییرات در قیمت را نشان می‌دهد. نمودار شاخص کارائی نشان می‌دهد که چقدر یک قیمت بسته شدن از قیمت در اولین دوره تغییر می‌کند. این شاخص، اختلاف را بصورت درصدی نشان می‌دهد، برای مثال اگر مقدار شاخص کارائی ۲۰- شود، به این معنی است که قیمت بسته شدن سهام ۲۰-٪ افت می‌کند. پس می‌توان نتیجه گرفت که مقدار مثبت برای این سهام، نشاندهنده‌ی موقعیت خرید و مقدار منفی نشاندهنده‌ی موقعیت فروش می‌باشد. این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$PI = \frac{Close(today)-Close(First)}{Close(First)} \times 100 \quad (۱۱)$$

که *Close(today)* قیمت بسته شدن امروز و *Close(First)* قیمت اولین بسته شدن را نشان می‌دهد.

۳-۸- شاخص نرخ تغییر[۱۵]

شاخص نرخ تغییر نوسانگری است که درصد تغییر در قیمت را از یک دوره تا دوره بعد اندازه‌گیری می‌کند. در واقع این شاخص قیمت فعلی را با قیمت در n دوره گذشته مقایسه می‌کند. نمودار این شاخص نوسانگری را تشکیل می‌دهد که بالا و پایین خط صفر نوسان می‌کند. مقدار مثبت برای این شاخص نشاندهنده‌ی این است که قیمت در حال افزایش یافتن است و مقدار منفی نشاندهنده‌ی این است که قیمت در حال کاهش یافتن است. این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$ROC = \frac{Close-Close(past)}{Close(past)} \times 100 \quad (۱۲)$$

که Close قیمت بسته شدن فعلی و Close(past) قیمت بسته شدن در n دوره گذشته را نشان می‌دهد.

[13] Money Flow Index

[14] Performance Indicator

[15] Rate of Change

۴- معماری سیستم پشتیبانی تصمیم

در سیستم پیشنهادی، هدف کمک به تصمیم‌گیری در مورد خرید یا فروش سهام در یک گروه مشخص می‌باشد. معماری سیستم پیشنهادی در شکل ۱ نشان داده شده است. این سیستم دارای سه مولفه‌ی اصلی می‌باشد: ورودی، پردازشگر و خروجی. جعبه‌های سیاه و سفید، به ترتیب نمایانگر مولفه‌های پردازشی و ذخیره‌سازی داده می‌باشند. در ادامه هر یک از مولفه‌ها بطور کامل شرح داده خواهند شد.

در مولفه‌ی ورودی، دو پارامتر به عنوان ورودی سیستم در نظر گرفته می‌شود: گروه سهام و زمان. منظور از زمان، زمان فعلی است که قرار است تصمیم‌گیری در مورد سهام برای بعد از آن صورت گیرد، پس در نتیجه داده‌های قبل از آن به عنوان تست و داده‌های بعد از آن برای تحلیل و ارزیابی سیستم در نظر گرفته می‌شود. در واقع ورودی زمان، برای پویایی سیستم در نظر گرفته شده است.

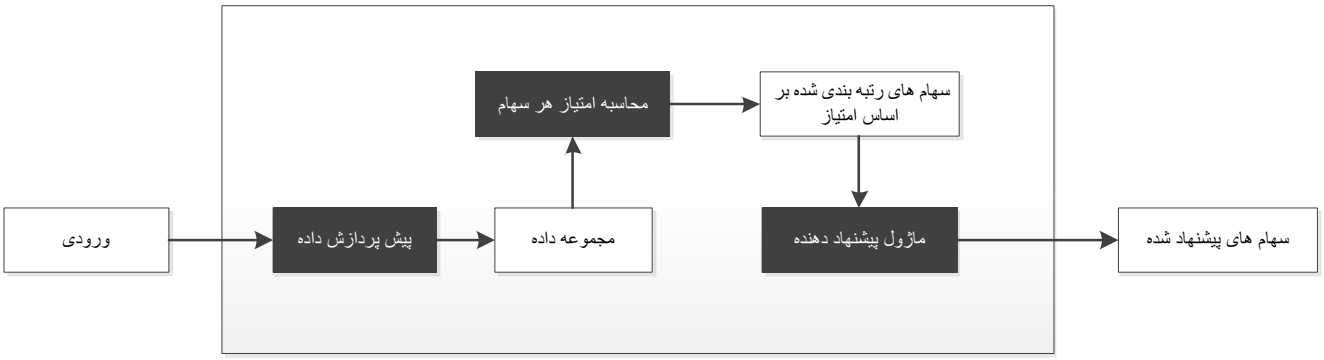
در بازار بورس گروه‌های مختلفی وجود دارد و در هر گروه نمادهای مختلف سهام خود را عرضه می‌کنند. گروه‌ها و نمادهای موجود در هر گروه از اطلاعات موجود در بازار بورس استخراج شده و برای سیستم تعریف شده است. وقتی کاربر گروهی را انتخاب می‌کند، نمادهای موجود در آن گروه و مجموعه داده‌های مربوط به سهام آن‌ها وارد سیستم می‌شوند.

هدف از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم این است که از بین تمام گزینه‌های موجود، تعداد محدودی از مناسب‌ترین گزینه‌ها انتخاب شود و برای هر گزینه انتخابی، خروجی آن گزینه یا دلیل مناسب بودن آن گزینه شرح داده شود.

برای نیل به این مقصود در سیستم پیشنهادی، از شاخص‌های معرفی شده در بخش ۳ استفاده شده است. این شاخص‌ها، یکسری مدل‌های مالی هستند که وضعیت سهام را در آینده نشان می‌دهند. این شاخص‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند تا خروجی هر یک مفهوم یکسانی را تبیین نماید و موجب هم‌افزائی شوند. در واقع مقدار هر شاخص معنی مشخصی می‌دهد که در بخش ۳ بطور کامل شرح داده شده است. اما بطور کلی، این شاخص‌ها به نوعی بر دو عامل تاکید دارند: حد اشباع فروش در بازارو حد اشباع خرید در بازار. حد اشباع فروش به این معنی است که میزان فروش سهام در بازار افزایش یافته یا دقیق‌تر اینکه، قیمت سهام بیش از انتظار بازار کاهش یافته است و احتمال می‌رود که تغییر روند صعودی در آن رخ دهد و در چنین موقعیتی توصیه به خرید سهام می‌شود. به همین نسبت، حد اشباع خرید به این معنی است که میزان خرید سهام در بازار افزایش یافته یعنی، قیمت سهام بیش از انتظار بازار افزایش یافته است و احتمال می‌رود که تغییر روند نزولی در آن رخ دهد و در چنین موقعیتی توصیه به فروش سهام می‌شود.

با توجه به اینکه مفهوم شاخص‌های مورد استفاده در یک جهت هستند، می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که اگر برای یک سهام، تعداد اکثر شاخص‌ها یک نوع تصمیم‌گیری را نشان می‌دهند، پس می‌توان برای آن سهام، تصمیم را اعمال کرد. برای این منظور می‌توان سهام‌ها را رتبه‌بندی کرد. به عنوان مثال برای تصمیم‌گیری در مورد خرید سهام، ابتدا شاخص‌های معرفی شده در بخش ۳ را برای هر یک از سهام‌ها محاسبه می‌کنیم سپس برای هر سهام به ازای هر شاخصی که برای آن سیگنال خرید را نشان می‌دهد یک امتیاز مثبت در نظر می‌گیریم. در نهایت سهام‌ها را بر اساس امتیاز اکتسابی مرتب می‌کنیم. سهامی که بیشترین امتیاز را کسب کرده باشد، می‌تواند به عنوان بهترین راه‌حل در نظر گرفته شود.

در بخش ۵ نشان داده شده است که سیستم پیشنهادی با دقت بالایی عمل می‌کند و در اکثر موارد، راه‌حل‌های درستی را ارائه داده است. در واقع، استفاده از شاخص‌هایی که مفاهیم یکسانی را بیان می‌کنند این امکان را به ما می‌دهند تا بتوانیم با قطعیت بیشتری تصمیم بگیریم. به عنوان مثال وقتی از بین ۸ شاخص مورد استفاده در سیستم، ۶ شاخص نشان می‌دهند که یک سهام دارای موقعیت فروش است، پس می‌توان با قطعیت بیشتری تصمیم گرفت که فروش آن سهام سودآور است.



شکل ۱- معماری سیستم پشتیبانی

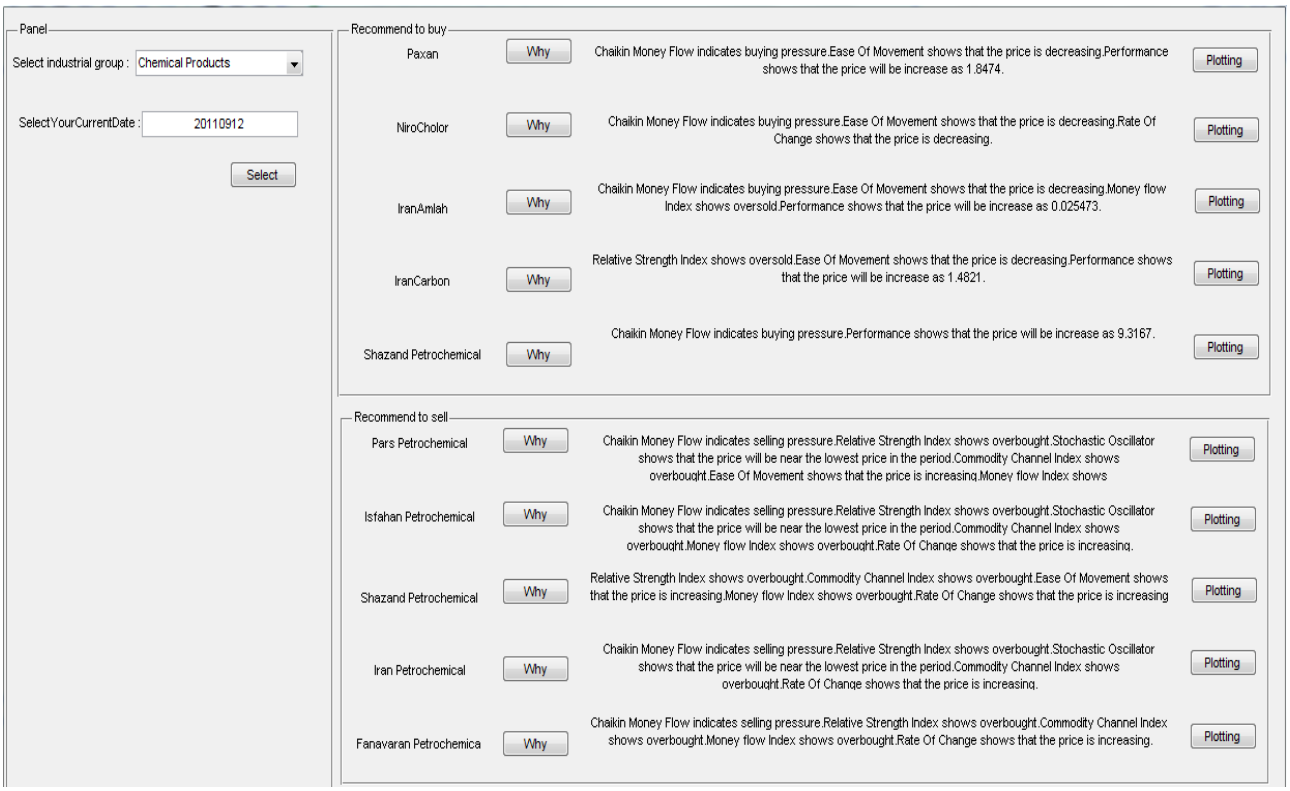
۵- آزمایشات

در این بخش به ارزیابی کارایی سیستم پشتیبانی تصمیم پیشنهادی می‌پردازیم. ارزیابی سیستم به این صورت است که ابتدا با توجه به ورودی‌های کاربر، از بین سهام‌های مختلفی که وجود دارد، ۵ سهام برای خرید و ۵ سهام برای فروش پیشنهاد داده می‌شوند. سهام‌های موجود در هر یک از این دو بخش (خرید یا فروش) بصورت رتبه‌بندی شده ارائه می‌شوند. سپس برای هر سهام یک نمودار رسم می‌شود. این نمودار بر حسب زمان و قیمت بسته شدن سهام در یک روز مشخص می‌باشد. بازه‌ی زمانی در این نمودار نیز در بازه‌ی ورودی توسط کاربر و ۱۰ روز بعد از آن است. علت استفاده از ۱۰ روز بعد، بررسی کارایی سیستم است. یعنی انتظار می‌رود روند قیمت سهام از تاریخ وارد شده قبل از تولید پیشنهاد، با موارد پیشنهاد شده مطابقت داشته باشد (در صورتی که خرید سهام پیشنهاد شده است، انتظار می‌رود، قیمت سهام در آینده صعودی باشد و بالعکس، در صورت پیشنهاد فروش سهام، انتظار می‌رود قیمت آن در آینده نزولی باشد.)

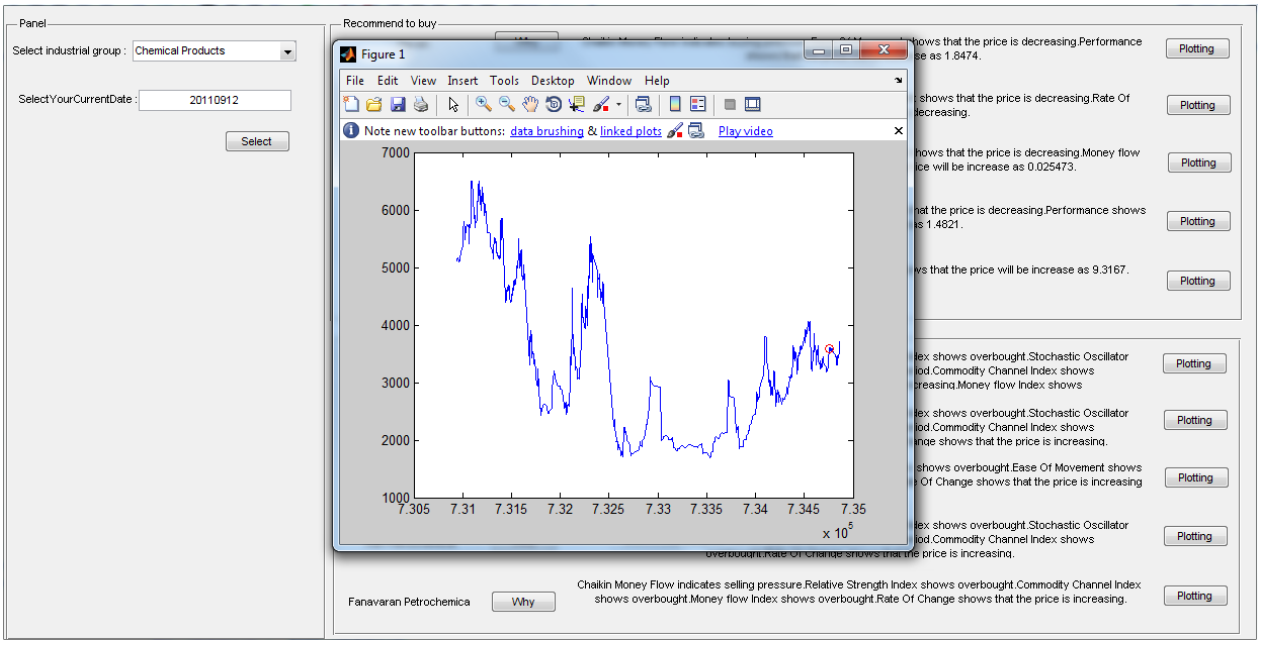
۵-۱- مجموعه داده و روش‌پیاده‌سازی

آزمایشات بر روی داده‌های بازار بورس ایران که از سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۱۱ جمع‌آوری شده‌اند، انجام شده است. برای معنادار بودن مقایسه‌ی سهام‌ها با یکدیگر، از گروه‌بندی معرفی شده در بازار بورس استفاده شده است. در واقع، عملکرد هر سهام با سهام‌های هم‌گروه مقایسه می‌شود. این مجموعه داده دارای ویژگی‌های تاریخ، اولین قیمت سهام، بیشترین قیمت سهام، کمترین قیمت سهام، قیمت باز شدن سهام در تاریخ مشخص شده، قیمت بسته شدن سهام در تاریخ مشخص شده می‌باشد. از این ویژگی‌ها برای محاسبه‌ی شاخص‌های معرفی شده در بخش ۳ استفاده شده است.

برای پیاده‌سازی سیستم پیشنهادی، از نرم‌افزار matlab استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا مجموعه‌داده‌ای وارد نرم‌افزار شده است و سپس با استفاده از زبان برنامه‌نویسی مورد استفاده در این نرم‌افزار، الگوریتم معرفی شده در سیستم، پیاده‌سازی شده است. شکل ۲ و شکل ۳، واسط کاربری طراحی شده برای سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهند.



شکل ۲ - واسط کاربری سیستم پیشنهادی

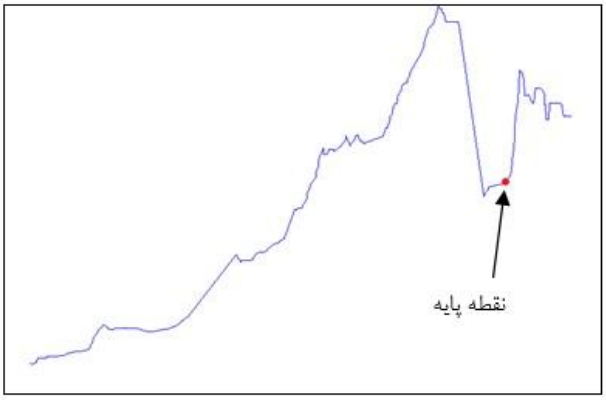


شکل ۳ - واسط کاربری سیستم پیشنهادی

۵-۲- نتایج آزمایشات

در این قسمت خروجی سیستم، برای یک نمونه ورودی مشخص ارائه می‌شود. برای محاسبه‌ی خروجی، از تمام شاخص‌های معرفی شده در بخش ۳ استفاده شده است. ورودی‌ها به ترتیب از گروه محصولات شیمیایی و تاریخ وارد شده ۲ می ۲۰۰۱ می‌باشد. با توجه به این ورودی‌ها، سیستم به ترتیب با اولویت بندی، ۵ سهام را برای فروش و ۵ سهام را برای خرید پیشنهاد می‌دهد. در ادامه به بررسی سهام‌های با رتبه‌ی اول در دو بخش می‌پردازیم.

شکل ۴، نمودار مربوط به سهام رتبه‌ی اول در بخش خرید را نشان می‌دهد. دایره‌ی موجود در نمودار، نشاندهنده‌ی زمانی است که کاربر در ابتدا وارد کرده است و قبل از آن مربوط به گذشته‌ی سهام بوده و محاسبه‌ی شاخص‌ها بر اساس آن‌ها انجام شده است. همانطور که در شکل مشخص است، بعد از تاریخ وارد شده توسط کاربر، قیمت سهام رو به افزایش است و در صورت خرید چنین سهامی، سودآوری حداکثر خواهد بود.



شکل ۴- نمودار مربوط به پیشنهاد خرید سهام

شکل ۵ نیز نمودار مربوط به سهام رتبه‌ی اول در بخش فروش را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، بعد از تاریخ وارد شده توسط کاربر، قیمت سهام رو به کاهش است و در صورت فروش چنین سهامی، از ضرر بیش از حد جلوگیری خواهد شد.

شکل ۵- نمودار مربوط به پیشنهاد فروش سهام

۶-نتیجه و کارهای آینده

در این مقاله، یک رویکرد ترکیبی با استفاده از شاخص‌های مالی برای ارزیابی سهام در قالب یک سیستم پشتیبانی تصمیم ارائه شده است. در بخش آزمایشات نشان داده شده است که این سیستم قادر است با دقت بالایی پیشنهادها را تولید کند. در واقع استفاده‌ی ترکیبی از شاخص‌ها موجب می‌شود که میزان قطعیت در تصمیم‌گیری افزایش یابد. سیستم نیز سهامی را برای خرید/فروش پیشنهاد می‌دهد که شاخص‌های بیشتری در مورد آن، سیگنال خرید/فروش را نشان داده باشند.

از جمله کارهایی که می‌توان در آینده انجام داد، استفاده از تحلیل واگرایی می‌باشد. در این مقاله، تحلیل حداشباع فروش/خرید بروی خروجی هر شاخص انجام شده است. استفاده از تحلیل واگرایی در کنار تحلیل حد اشباع خرید/فروش، می‌تواند بسیار موثر واقع شود. کار دیگری که می‌توان در این راستا انجام داد، استفاده از روش‌های وزن-دهی مناسب به شاخص‌ها برای انتخاب سهام در گروه مربوط به آن سهام می‌باشد. یعنی به جای اینکه به خروجی هر شاخص وزن یکسانی داده شود، به شاخص‌های با اهمیت بیشتر، وزن بیشتری داده شود. همچنین در ادامه می‌توان از شاخص‌های بیشتری برای این منظور استفاده کرد تا سیستم بتواند پیشنهادهای دقیق‌تری را تولید نماید.

منابع

1. Aronson, J., Liang, T. & Turban, E., 2005. *Decision support systems and intelligent systems*, Pearson, Upper Saddle River.

2.Chou, S.T. et al., 1997. A stock selection DSS combining AI and technical analysis. *Annals of Operations Research*, 75, pp.335–353.

3.Dong, J. et al., 2004. A framework of web-based decision support systems for portfolio selection with OLAP and PVM. *Decision Support Systems*, 37(3), pp.367–376.

4.Ghasemzadeh, F. & Archer, N.P., 2000. Project portfolio selection through decision support. *Decision Support Systems*, 29(1), pp.73–88.

5.Lambert, D.R., 1983. Commodity channel index: Tool for trading cyclic trends. *Technical Analysis of Stocks & Commodities*, 1.

6.Matsatsinis, N.F. et al., 2002. Intelligent DSS for portfolio management: A survey. In *Proceedings of 6th Balkan conference on operational research, Thessaloniki, Greece*.

7.Samaras, G.D., Matsatsinis, N.F. & Zopounidis, C., 2008. A multicriteria DSS for stock evaluation using fundamental analysis. *European Journal of Operational Research*, 187(3), pp.1380–1401.

8.H. Ince and T. B. Trafalis, "Kernel principal component analysis and support vector machines for stock price prediction," *IIE Transactions*,

vol. 39, no. 6, pp. 629–637, 2007.

9.D. K. Sharma and E. Shore, "DESIGNING A GENETIC ALGORITHM BASED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PORTFOLIO MANAGEMENT," *Academy of Information and Management Sciences*, vol. 15, no. 2, p. 15, 2011.

10.T. Magoc and F. Modave, "The optimality of non-additive approaches for portfolio selection," *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 10, pp. 12967–12973, 2011.

11.S. Wang and Y. Xia, "Criteria, Models and Strategies in Portfolio Selection," *Portfolio Selection and Asset Pricing*, pp. 1–22, 2002.

12.J. D. Bermudez, J. V. Segura, and E. Vercher, "A fuzzy ranking strategy for portfolio selection applied to the Spanish stock market," in *Fuzzy Systems Conference, 2007. FUZZ-IEEE 2007. IEEE International*, 2007, pp. 1–4.

13.M. Fasanghari and G. A. Montazer, "Design and implementation of fuzzy expert system for Tehran Stock Exchange portfolio recommendation," *Expert Systems with Applications*, vol. 37, no. 9, pp. 6138–6147, 2010.

14.S. Afshin Mansouri, D. Gallear, and M. H. Askariazad, "Decision support for build-to-order supply chain management through multiobjective optimization," *International Journal of Production Economics*, vol. 135, no. 1, pp. 24–36, 2012.

15.available online: www.stockcharts.com