Archive of SID

مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره هفتم / تابستان ۱۳۹۰

کاربرد شبکه عصبی- فازی انطباقی در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو

ابراهیم عباسی [۱]
امیر ابوئی مهریزی [۲]

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۳۰

چکیده

در این پژوهش با استفاده از سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی اقدام به طراحی مدلی برای کشف روند موجود در قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو در بورس اوراق بهادار تهران شده است. دوره زمانی مورد مطالعه این پژوهش سالهای ۱۳۸۸-۱۳۸۱ است که به دو دوره تقسیم شده است: دوره بلند مدت شامل اطلاعات ۸ سال و دوره کوتاه‌مدت شامل اطلاعات فصلی ۸ سال. برای دوره بلندمدت با بررسی انواع توابع عضویت یک مدل عصبی_فازی با دو تابع عضویت مثلثی و چهار متغیر مستقل شامل حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم و آخرین قیمت هر روز سهم به عنوان مدل بهینه انتخاب شد. برای دوره کوتاه مدت نیز مدل عصبی_فازی با دو تابع عضویت مثلثی برای سه ماهه اول، دو تابع عضویت ذوزنقه‌ای برای سه ماهه دوم، دو تابع عضویت گوسی نوع دوم برای سه ماهه سوم و دو تابع عضویت ذوزنقه‌ای برای سه ماهه چهارم انتخاب شدند. شناخت روند کلی قیمت سهام نیز با یک مدل عصبی_فازی با دو تابع عضویت مثلثی و چهار متغیر مستقل مزبور صورت گرفت. در نتیجه با استفاده از این مدل روند قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو با سطح خطای پایینی پیش‌بینی شد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی قیمت سهام، شبکه عصبی_فازی، سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی, توابع عضویت.

۱- مقدمه

۱- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه الزهرا
Abbasiebrahim2000@yahoo.com
۲- کارشناسی ارشد مدیریت مالی از موسسه عالی آموزش و پژوهش در مدیریت و برنامه ریزی کشور

www.SID.ir

Archive of SID

تصمیم‌گیری در خصوص خرید و یا فروش سهام نیازمند دستیابی به اطلاعاتی درباره وضعیت آینده قیمت بازار سهام است. از این رو در صورتی که بتوان روند آتی قیمت بازار سهام را با روشهای مناسب پیش‌بینی کرد سرمایه‌گذار می‌تواند وضعیت آینده، زمان، میزان و محل سرمایه‌گذاری خود را به گونه‌ای تعیین‌کند که بازده حاصل از سبد دارایی او بیشینه گردد.

امروزه بهره‌برداری از سیستمهای هوشمند به منظور بهینه‌سازی و پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف علوم، کاربرد فراوانی دارد. پژوهشگران حوزه مدیریت مالی در زمینه هوش مصنوعی تلاش کرده اند تا فرایند تصمیم‌گیری را بهینه سازی کرده و با بهره‌برداری از فرصتهای موجود، بازده سرمایه‌گذاری را حداکثر نمایند. این تلاش منجر به پیوند بین دو حوزه مدیریت مالی و هوش مصنوعی شده‌است و شاخه جدیدی را به عنوان سایبرنتیک مالی[1] ایجاد کرده است. در این راستا تلاش شده است تا کاربرد سیستمهای هوشمند همانند شبکه‌های عصبی، سیستمهای فازی و الگوریتم‌های ژنتیک در تصمیم‌گیری مالی توسعه یابد. در این پژوهش تلاش شده است با بهره‌برداری از شبکه‌های عصبی_فازی رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو پیش‌بینی شود. ساختار اصلی این پژوهش شامل سه نوع مدلسازی است:

- مدلسازی بلندمدت قیمت سهام ایران‌خودرو
- مدلسازی کوتاه‌مدت (فصلی) قیمت سهام ایران‌خودرو
- مدلسازی کلی رفتار قیمت سهام ایران‌خودرو

۲- مبانی نظری و پیشینه

مبانی نظری: شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی با الهام از عملکرد مغز انسان ساخته شده‌اند. مغز یک سیستم پردازش داده‌ای بسیار پیچیده غیرخطی و موازی است که از واحدهای ساختاری به نام سلول عصبی یا نرون تشکیل شده‌است. این نرونها یا سلولهای عصبی با اتصالات بسیاری با هم تشکیل شده‌اند.

در شبکه‌های عصبی مصنوعی سعی بر این است که ساختاری مشابه ساختار بیولوژیکی مغز انسان و شبکه اعصاب بدن ساخته شود تا همانند مغز قدرت یادگیری، تعمیم‌دهی و

www.SID.ir

Archive of SID

تصمیم‌گیری داشته‌باشد. شبکه‌های عصبی مصنوعی احتیاج به مدل ریاضی ندارند. این شبکه‌ها مانند انسان تجربه می‌اندوزند و سپس این تجربیات را تعمیم می‌دهند. امروزه این شبکه‌ها برای حل مسائل بسیاری از قبیل پیش‌بینی، تخمین، تشخیص الگو، طبقه‌بندی و خوشه‌بندی به کار می‌روند و در صنایع گوناگونی کاربردهای عملی یافته‌اند. به عنوان مثال در رشته برق برای پیش‌بینی سرعت موتورهای القائی، حفاظت تطبیقی رله و پیش‌بینی سرعت باد و در امور مالی برای پیش‌بینی قیمت سهام و شاخص بازار بورس از مدلهای عصبی_فازی استفاده می‌شود. برای پیش‌بینی به روش شبکه‌های عصبی سه مرحله آموزش، تعمیم (آزمایش) و اجرا طی می‌شود. مرحله آموزش فرایندی است که در آن شبکه «می‌آموزد» تا الگوی موجود در ورودی را که به صورت مجموعه داده‌های آموزشی است «بشناسد». برای این منظور در هر شبکه عصبی از مجموعه‌ای قواعد آموزشی که نحوه یادگیری در آن تعریف شده است استفاده می‌شود. در مرحله «تعمیم» یا آزمایش، توانایی شبکه برای ارائه جواب قابل قبول در ازاء ورودی‌هایی که جزء مجموعه آموزشی نبوده‌اند مورد سنجش قرارمی‌گیرد. به استفاده از شبکه برای انجام وظیفه‌ای که برای آن طراحی شده‌است، مرحله اجرا می‌گویند.

سیستم فازی

مجموعه‌های فازی نظریه‌ای برای اقدام در شرایط عدم اطمینان است. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستمهایی که نادقیق و مبهم هستند به صورت مدل ریاضی درآورده و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. این نظریه، تعمیم یا گسترش طبیعی نظریه مجموعه‌های معمولی است که موافق با زبان و فهم طبیعی انسانها است.

مجموعه فازی مجموعه‌ای است که درجه عضویت اعضای آن می‌تواند به صورت پیوسته در بازه صفر و یک اختیار شود که این مقادیر توسط تابع عضویت تعریف می‌شوند. در حالیکه مجموعه‌های معمولی مجموعه‌هایی هستند که درجه عضویت اعضای آن یکی از مقادیر صفر یا یک اختیار می‌شود. بنابراین در متغیرهای معمولی مقادیر کاملاً دقیق و مشخص‌اند. در حالیکه در زبان طبیعی و استدلالهای انسان از متغیرهایی که مقادیر آنها نادقیق و مبهم است مانند کمی، بیشتر و غیره استفاده می‌شود که به آنها متغیرهای زبانی گویند. از این رو متغیر زبانی متغیری است که مقادیرش کلمات یا جملات یک زبان طبیعی

www.SID.ir

Archive of SID

باشد. به عناون مثال گفته می‌شود اگر ریسک سهام افزایش یابد قیمت آن کاهش می‌یابد. افزایش و کاهش در این جمله متغیر زبانی هستند زیرا میزان دقیق افزایش و کاهش مشخص نیست. مجموعه‌های فازی برای بیان متغیرهای زبانی به وجود آمده اند.[۲]

برای نشان‌دادن یک مجموعه فازی روشهای مختلفی رایج است. یک روش، به کار بردن مستقیم تابع عضویت مجموعه فازی است. روش دیگر، توصیف یک مجموعه فازی به صورت مجموعه‌ای از زوجهای مرتب به شکل زیر است:[۳]

$$A=\{(x,\mu_A(x))|x\in A,\mu_A(x)\in[0,1]\}$$

منطق فازی که بر اساس تئوری مجموعه‌های فازی گسترش یافته‌است، ابزار مناسبی برای اینگونه مفاهیم و استدلالها، یعنی مفاهیم نادقیق و استدلالهای تقریبی است. منطق فازی دارای انعطاف‌پذیری فوق‌العاده‌ای برای تحلیل معانی زبان طبیعی است و قادر است ابهامات برخواسته از ذهن انسان، محیط و همچنین درجه کم‌دقتی را که در قضاوت انسان وجود دارد مدلسازی و تحلیل کند. از این رو افق تازه‌ای را برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری گشوده است. به منطق استنتاج با استفاده از مجموعه‌های فازی، منطق فازی گویند.[۴] سیستمی که از مجموعه‌های فازی، منطق فازی یا چارچوب ریاضی متناظر استفاده می‌کند یک "سیستم فازی" نامیده می‌شود. به عبارت دیگر یک سیستم فازی همه اجزای آن اعم از ورودیها، خروجیها و مجموعه قواعد آن فازی است. بنابراین به روشهای زیر مجموعه‌های فازی می‌توانند در یک سیستم درگیر شوند:

- در تشریح سیستم
- در تعیین پارامترهای سیستم
- ورودی، خروجی و متغیرهای کیفی یک سیستم می‌تواند مجموعه‌های فازی باشند.

در سیستمهای فازی مبتنی بر قواعد، ارتباط بین متغیرها به وسیله قواعد اگر-آنگاه نشان داده می‌شوند که شکل کلی آن به صورت زیر است:

اگر قضیه مقدم آنگاه قضیه نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

قضیه مقدم معمولاً یک قضیه فازی به شکل "x is A" است که در آن x یک متغیر زبانی و A یک عبارت (ثابت) زبانی است. ارزش درست قضیه (یک مقدار حقیقی بین صفر و یک) به درجه تطابق (شباهت) بین x و A بستگی دارد. بر حسب شکل قضیه مقدم، دو نوع اصلی از مدلهای مبتنی بر قواعد به صورت زیر متمایز می‌شوند:

- **مدل فازی زبانی**[۵]: هردو قضیه مقدم و نتیجه موضوع فازی هستند.
- **مدل فازی تاکاگی- ساگنو**[۶]: قضیه مقدم فازی و قضیه نتیجه یک تابع ثابت است.

پارامترهایی که به‌طور خطی به خروجی مرتبط هستند را می‌توان با روش حداقل مجذورات تخمین زد. به منظور بهینه‌سازی پارامترهایی که به‌طور خطی به خروجی مرتبط هستند، الگوریتمهای یادگیری شناخته‌شده‌ای در زمینه شبکه‌های عصبی می‌توان به کار برد. این فنون بیان می‌کنند که در سطح محاسباتی، یک مدل فازی را می‌توان به عنوان یک ساختار لایه‌بندی‌شده شبیه به شبکه‌های عصبی مصنوعی درنظر گرفت. از این رو، این دیدگاه معمولاً به عنوان مدلسازی عصبی_فازی شناخته می‌شود. یکی از نقاط ضعف شبکه‌های عصبی این است که نتایج آموزش شبکه یعنی وزنهای داخلی هیچگونه تصویر روشنی از اعتبار جوابهای مسئله ارائه نمی‌دهد. این وزنها کاملاً قابل درک نیستند با این وجود جوابهای تولیدشده توسط شبکه اغلب صحیح هستند و صحت جوابها در اغلب اوقات مهمتر از توضیح‌پذیر بودن آن است. به همین دلیل است که به شبکه‌های عصبی مدلهای جعبه سیاه هم می‌گویند.[۷]

به عنوان مثال با استفاده از توابع عضویت مانند تابع گوسی زیر

$$\mu_{A_{ij}}(x_j; c_{ij}, \sigma_{ij}) = \exp\left(-\left(\frac{x_j - c_{ij}}{2\sigma_{ij}}\right)^2\right)$$

پارامترهای c_{ij} و σ_{ij} می‌توانند با استفاده از الگوریتم یادگیری همچون برگشت به عقب تنظیم شوند. این روش به سیستم اجازه می‌دهد تا دقت پیش‌بینی خود را بهینه سازد (بابوسکا, ۱۹۹۸)[۸].

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی[۹]

در سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی (ANFIS) از مدل فازی تاکاگی_ساگنو جهت طراحی الگو استفاده می‌شود. در مدل ANFIS سیستم بر اساس اطلاعات و ورودیهای داده شده روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته را یاد می‌گیرد و خود را با توجه به روابط موجود در پارامترهای شبکه به روز کرده و با قواعد حاکم بر ورودیها تطبیق می‌دهد. بدین ترتیب از سیستم انتظار می‌رود بر اساس آموزشی که دیده توانایی برای پیش‌بینی پیدا کند. در این روش خطای آزمایشی مهمتر از خطای آموزشی است. زیرا در زمان یادگیری سیستم, داده‌های آموزشی آنقدر تغذیه می‌شود تا خطای آموزشی به اندازه کافی کاهش یابد. در این حالت می‌توان گفت سیستم فرایندها و قواعد گذشته حاکم بر روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته را یاد گرفته و می‌تواند به درستی پیش‌بینی کند. سپس داده‌های تست برای آزمایش سیستم به کار می‌رود. اگر سیستم بتواند پیش‌بینی را با داده‌های آزمایشی با خطای کمی انجام دهد آنگاه مقدار پیش‌بینی را با خطای کمی انجام خواهد داد. هنگامی که داده‌های درون‌نمونه‌ای به سیستم ANFIS داده شود مقدار برآورد مدل به روش درون‌نمونه‌ای[۱۰] و وقتی که داده‌های برون‌نمونه‌ای به مدل داده شود مقدار برآورد به روش برون‌نمونه‌ای[۱۱] انجام گرفته است. در این سیستم تعدادی توابع عضویت وجود دارد که بر مبنای آنها درجه عضویت یک متغیر در دامنه [0,1] تعیین می‌شود. مهمترین این توابع عبارتند از تابع عضویت مثلثی[۱۲] دارای سه پارامتر، تابع عضویت ذوزنقه‌ای[۱۳] دارای چهار پارامتر، تابع عضویت زنگوله‌ای[۱۴] دارای سه پارامتر، تابع عضویت گوسی نوع اول[۱۵] دارای دو پارامتر، تابع عضویت گوسی نوع دوم[۱۶] دارای چهار پارامتر و تابع عضویت هلالی[۱۷] دارای چهار پارامتر است.

برای سادگی فرض می‌کنیم که سیستم استنتاج فازی مورد نظر دو ورودی x_1 و x_2 و یک خروجی Z دارد. برای مدل فازی ساگنو مرتبه اول[۱۸] مجموعه قواعد اگر - آنگاه فازی به صورت زیر است:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ AND } (x_2 \text{ is } B_1) \text{ THEN } f_1 = p_1 x_1 + q_1 x_2 + r_1$$
$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_2) \text{ AND } (x_2 \text{ is } B_2) \text{ THEN } f_2 = p_2 x_1 + q_2 x_2 + r_2$$

www.SID.ir

Archive of SID

در هنگام محاسبه، سیستم طبق قاعده اول، درجه عضویت متغیر X_1 در تابع عضویت A_1 را در درجه عضویت متغیر X_2 در تابع عضویت B_1 ضرب کرده و حاصل را به عنوان وزن معادله رگرسیون اول (W_1) درنظر می‌گیرد. همچنین طبق قاعده دوم، درجه عضویت متغیر X_1 در تابع عضویت A_2 را در درجه عضویت متغیر X_2 در تابع عضویت B_2 ضرب کرده و حاصل را به عنوان وزن معادله رگرسیون دوم (W_2) درنظر می‌گیرد. در نهایت میانگین موزون f_1 و f_2 را به عنوان خروجی نهایی (Z) با فرمول زیر محاسبه می‌کند (تاکاگی و ساگنو، ۱۹۸۵)[۱۹].

$$Z = \frac{W_1 * f_1 + W_2 * f_2}{W_1 + W_2}$$

منطق فازی می‌تواند توابع غیرخطی با هر درجه پیچیدگی را مدلسازی کند. می‌توان یک سیستم فازی را جهت هماهنگ ساختن با هر مجموعه داده ها از ورودی تا خروجی به وجود آورد. این فرایندها به وسیله فنون تطبیقی مانند **ANFIS** که در جعبه ابزار منطق فازی وجود دارد ساده‌سازی شده است.[۲۰]

پیشینه پژوهش

با مروری بر ادبیات مالی می‌توان روشهای مختلفی برای پیش‌بینی مشاهده کرد. این روشها عبارتند از : رگرسیون خطی, روش ARIMA, سریهای زمانی, نمو هموار (هموارسازی نمایی), طرح خودسازماندهی کوهونن, روش باکس جنکینز, روش اتورگرسیون, روش عصبی فازی انطباقی, روش فازی از نوع تاکاگی-ساگنو, تکنیک مرکز داده ها و پیش‌بینی فضای خاکستری فازی و روش رگرسیون چندگانه. مطالعات گذشته نشان می‌دهند از این روشها برای پیش‌بینی قیمت سهام استفاده شده است.

یکی از روشهای پیش‌بینی سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی است که در سال ۱۹۹۳ توسط روجر جانگ[۲۱] معرفی شد. در ایران تنها چند مورد پژوهش در زمینه مدلسازی و پیش‌بینی با استفاده از سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی و در زمینه پیش‌بینی با سایر ساختارهای عصبی_فازی انجام شده است. پژوهشهای گذشته نشان

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد که قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران دارای گشت تصادفی نیست و روندی در آن وجود دارد.[۲۲] در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از روشهای مختلف پژوهشهایی صورت گرفته‌است که در زیر به آنها اشاره شده است.

- جامعی مقدم (۱۳۸۰)[۲۳] در پژوهش خود از شش متغیر شامل تعداد فروش، مجموع فروش خودروهای رقیب، تعداد دعوتنامه‌های صادره، شرایط فصلی و زمانی، جو روانی و رونق اقتصادی به عنوان متغیرهای مستقل و از قیمت خودروی پژو ۴۰۵ به عنوان متغیر وابسته استفاده کرد. نتایج حاصل از اجرای مدل فازی با مدل رگرسیون خطی را مورد مقایسه قرار داد که دقت بالاتر مدل فازی نسبت به رگرسیون خطی مورد تأیید قرار گرفت.
- بت‌شکن (۱۳۷۹)[۲۴] در پژوهش خود برای پیش‌بینی قیمت سهام تنها قیمت چند روز قبل را به عنوان متغیر ورودی (مستقل) و قیمت روز آخر را به عنوان متغیر وابسته معرفی کرده است. سپس با استفاده از مدل ARIMA پیش‌بینی انجام شد و در ادامه با استفاده از همین متغیرها و با روش آزمون و خطا نسبت به ساخت مدل فازی اقدام نمود. در انتها نتایج این دو روش با هم مقایسه شد و دقت بالاتر سیستم عصبی_فازی نسبت به مدل ARIMA مورد تأیید قرار گرفت.
- قوام زاده (۱۳۷۶)[۲۵] در پژوهش خود از انواع مختلف شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی قیمت هفتگی سهام شرکتهای کف و پارس پامچال استفاده کرده‌است و نتایج با روشهای اقتصادسنجی مقایسه شده‌است.
- خالوزاده (۱۳۷۷)[۲۶] در پژوهش خود مطالعه‌ای منظم در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام انجام داده‌است. در مورد پیش‌بینی‌پذیری، چگونگی شناخت ماهیت فرایند مولد سری زمانی قیمت از سه بعد تصادفی‌بودن (تحلیل R/S)، آشوب‌گونه بودن (تخمین بعد همبستگی فرایند) و حافظه‌دار بودن (تخمین نمای لیاپانوف) برای سری زمانی قیمت سهام شرکت شهد ایران و سری زمانی شاخص بورس تهران مورد بررسی قرار داد. در این پژوهش از یک شبکه عصبی پیش رو با ۳ لایه برای پیش‌بینی یک روز بعد با استفاده از سری زمانی قیمت، بازده و شاخص بورس استفاده شده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID

- پناهیان (۱۳۷۹)[۲۷] در پژوهش خود از یک شبکه پرسپترون با سه لایه پنهان جهت پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران استفاده کرده است. در این پژوهش متغیرهای ورودی شبکه شامل عوامل برونزا و درونزای بازارهای بورس از جمله قیمت طلا، قیمت دلار، حجم معاملات و شاخص بورس می‌باشند.
- عزیزخانی (۱۳۷۹)[۲۸] در پژوهش خود از روشهای خطی ARIMA، روند درجه دو، نمو هموار، و مدل ترکیبی از روشهای فوق برای پیش‌بینی استفاده کرده‌است.
- چنگ و هائولیو (۲۰۰۷)[۲۹] در یک پژوهش از سیستم فازی از نوع تاکاگی ساگنو در پیش‌بینی انحراف قیمت سهام بورس تایوان استفاده کردند. بر اساس آزمونهای صورت گرفته، این مدل با سطح اطمینان بالایی انحراف قیمت سهام را پیش‌بینی کرده‌است.
- آفولابی و اولاتویوسی (۲۰۰۷)[۳۰] در پژوهش خود برخی از روشهای مورد استفاده در پیش‌بینی قیمت سهام همچون منطق فازی، شبکه‌های عصبی_فازی و طرح خودسازماندهی کوهونن را (kohonen) مطرح کردند. نتایج نشان داد که اختلاف خطا در طرح خودسازماندهی کوهونن نسبت به روشهای دیگر کمتر بوده است.
- برمودز و وایسنت سگورا (۲۰۰۷)[۳۱] در پژوهش خود دو مدل فازی را در انتخاب سبد سهام با هدف حداقل سازی ریسک در سطح بازده مشخص مطرح کرده‌اند. در این پژوهش بازده اوراق بهادار با اعداد فازی و برنامه‌ریزی خطی برآورد شده و ریسک و بازده مورد انتظار با میانگین فاصله‌ای اندازه‌گیری شده‌است. در نهایت مسئله انتخاب سبد سهام به شکل برنامه ریزی خطی با اعداد فازی فرموله شده‌است.
- کوئک (۲۰۰۵)[۳۲] در پژوهش خود استفاده از سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی و شبکه عصبی_فازی را برای پیش‌بینی فعالیتهای سرمایه‌گذاران مربوط به خرید و فروش سهام در بازار سهام آمریکا مورد مطالعه قرار داد. مدل مورد استفاده در پیش‌بینی قیمت سهام به طور نسبی موفقیت آمیز بود.
- مارسک (۲۰۰۲)[۳۳] در پژوهش خود تحلیل باکس جنکینز را در تحلیل سریهای زمانی مطرح کرده‌است. کاربرد مدل اتورگرسیون در پیش‌بینی قیمت سهام

www.SID.ir

Archive of SID

توضیح داده شده و در ادامه مدل رگرسیون فازی و شبکه عصبی_فازی به عنوان دو روش جایگزین مدل اتورگرسیون در پیش‌بینی قیمت سهام تشریح شده‌اند.

- وانگ (۲۰۰۲)[۳۴] در پژوهش خود از تکنیک "پیش‌بینی فضای خاکستری فازی" برای پیش‌بینی قیمت سهام در بورس تایوان مورد استفاده کرده‌است. مشکل اصلی در پیش‌بینی قیمت سهام پیوستگی مجموعه داده‌ها و حجم بسیار زیاد داده‌ها بود که برای رفع این مشکل از تکنیک "مرکز داده‌ها" استفاده کرد
- کولوریوتیس و همکارانش (۲۰۰۲)[۳۵] در یک پژوهش از تکنیکهای پیش‌بینی شامل رگرسیون چندگانه، شبکه‌های عصبی_فازی و سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی استفاده کرده و مطالعه جامعی درباره عملکرد این تکنیکها در پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت سهام انجام داده‌اند.

۳- روش شناسی پژوهش

هدف اصلی این پژوهش طراحی مدلی برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو با استفاده از سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی (ANFIS) است و در این راستا پژوهش حاضر به دنبال پاسخگوئی به سؤالات زیر است:

۱) آیا سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو در بورس اوراق بهادار تهران را پیش‌بینی می‌نماید؟

۲) آیا الگوی خاصی در رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو در بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد؟

منابع مورد استفاده برای جمع آوری داده‌ها ، اسناد و مدارک مربوط به شرکت و گزارشهای منتشر شده توسط بورس اوراق بهادار بوده است. با توجه به خصوصیت سیستمهای استنتاج عصبی_فازی انطباقی مبنی بر نیاز به مشاهدات بسیار زیاد جهت شناسایی الگو و یادگیری از آنها ، همه اطلاعات مربوط به قیمت روزانه سهام شرکت ایران‌خودرو در بورس اوراق بهادار از سال ۱۳۸۱ تا پایان سال ۱۳۸۸ ، مورد استفاده قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

موردکاوی در شرکت ایران‌خودرو

سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی برای هر شرکتی اختصاصی طراحی می‌شود و شبکه طراحی شده قابل استفاده برای شرکتهای دیگر نمی‌باشد. در این پژوهش شرکت ایران‌خودرو جامعه آماری انتخاب شد. دلیل انتخاب این شرکت در دسترس بودن اطلاعات قیمت سهام، نقدشوندگی بالای سهام، مالکیت گسترده، حجم معاملات روزانه بالا و نرخ بالای سهام شناور آزاد این شرکت است. به‌علاوه این شرکت یکی از بزرگترین شرکتهای صنعتی است که در دوره مطالعه نسبت به سایر شرکتهای بورس اوراق بهادار تهران بیشترین حجم سرمایه را داشته و از طرفی تعداد معامله‌کنندگان سهام آن نسبت به سایر شرکتهای مذکور بیشتر است و از لحاظ نقدشوندگی جزء ۷ شرکت برتر بورس طی دوره مورد مطالعه بوده است.

۴- نتایج پژوهش

آزمون سؤال اول پژوهش

در پاسخ به سؤال اول پژوهش، دو دوره زمانی در نظر گرفته شده‌است: دوره زمانی بلندمدت شامل اطلاعات قیمت سهام طی سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۸ و دوره زمانی کوتاه‌مدت که شامل اطلاعات فصلی قیمت سهام طی سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۸ به تفکیک چهار فصل سال می‌باشند.

در دوره بلند مدت چهار متغیر شامل حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم و آخرین قیمت هر روز سهم به عنوان متغیرهای مستقل و تغییر قیمت سهم به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌است. در سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی از روش آزمون و خطا جهت شناسایی الگو استفاده می‌شود. بنابراین الگوهای مختلفی با توجه به توابع عضویت و تعداد داده‌های آموزشی و آزمایشی طراحی شد و با توجه به سطح خطای داده‌های آزمایشی مدل بهینه انتخاب شد. داده‌های آموزشی داده‌هایی هستند که سیستم از آنها برای یادگیری و ساخت الگو استفاده می‌کند. داده‌های آزمایشی به منظور آزمون الگوی ساخته شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. خطای آموزشی اختلافی است که بین مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی حاصل از معرفی یک داده آموزشی به

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم وجود دارد. خطای آزمایشی اختلافی است که بین مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی حاصل از معرفی یک داده آزمایشی به سیستم به وجود می‌آید. داده‌های آموزشی در این مدلسازی اطلاعات سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ و داده‌های آزمایشی اطلاعات سال ۱۳۸۸ است. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. از آنجا که در این پژوهش از روشهای سری زمانی استفاده شده‌است از این رو نوسانات قیمت سهام ناشی از تصمیمات مجامع عمومی عادی و فوق‌العاده شرکت باید تعدیل گردد. به این معنا که عامل تأثیرگذار بر کاهش مورد انتظار قیمت در قیمتهای بعد از تصمیمات مجامع به نحوی مرتفع گردد که نوسانات قیمت تعدیل‌شده تنها ناشی از عرضه و تقاضای بازار باشد. بدین ترتیب تمام قیمتهای بعد از مجمع به اندازه سود پرداختی هر سهم افزایش یافتند چراکه بیشترین کاهش قیمتها بعد از مجمع ناشی از پرداخت سود بوده‌است. نتایج این مدلسازی در جدول ۱ ارائه شده‌است.

جدول-۱. میزان خطای آزمایشی سیستم (دوره بلندمدت)

انواع توابع عضویت	خطای آزمایشی
تابع عضویت مثلثی	۰/۱۴۶
تابع عضویت ذوزنقه‌ای	۰/۱۵۲
تابع عضویت زنگوله‌ای	۰/۳۳
تابع عضویت گوسی نوع اول	۰/۱۷۶
عضویت گوسی نوع دوم	۰/۱۵۸
تابع عضویت هلالی	۰/۱۶

مأخذ: یافته‌های این پژوهش

با توجه به هوشمند بودن سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی، متغیر با مقدار ثابت در محاسبات اثر نمی‌گذارد و لذا در دوره زمانی کوتاه‌مدت متغیر سود تقسیمی هر سهم با توجه به مقدار ثابت آن در سال به عنوان ورودی در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین در این نوع مدلسازی سه متغیر ورودی شامل حجم معامله، نسبت قیمت به سود هر سهم و آخرین قیمت روز سهم به عنوان متغیرهای ورودی و تغییر قیمت سهم به عنوان متغیر وابسته مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های آموزشی در این مدلسازی اطلاعات فصلی سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ به تفکیک هر فصل و داده‌های آزمایشی شامل اطلاعات فصلی سال ۱۳۸۸

www.SID.ir

Archive of SID

است. انتخاب مدل بهینه نیز با توجه به سطح خطای داده‌های آزمایشی صورت گرفت. نتایج این مدلسازی در جدول ۲ ارائه شده‌است.

جدول-۲. میزان خطای آزمایشی سیستم (دوره کوتاه‌مدت)

	میزان خطای آزمایشی			
نوع تابع عضویت	**سه ماه اول**	**سه ماه دوم**	**سه ماه سوم**	**سه ماه چهارم**
تابع عضویت مثلثی	۱۶/۷۷	۳/۹۷	۰/۶	۱۸/۶۳
تابع عضویت ذوزنقه‌ای	۷۷	۳/۴۳	۲۲۳	۱/۱۹
تابع عضویت زنگوله‌ای	۲۷۹	۴/۸۸	۰/۸۸	۲/۶۲
تابع عضویت گوسی نوع اول	۲۰/۸	۵/۴۴	۰/۸	۲/۴۴
عضویت گوسی نوع دوم	۱۹۱	۵/۶۵	۰/۵۶	۳۱/۴۶
تابع عضویت هلالی	۴۴/۷۷	۵/۸۹	۳/۴	۴/۷۹

مأخذ: یافته‌های این پژوهش

همانطورکه مشاهده می‌شود کمترین سطح خطای آزمایشی در سه ماه اول مربوط به تابع عضویت مثلثی، در سه ماه دوم مربوط به تابع عضویت ذوزنقه‌ای، در سه ماه سوم مربوط به تابع عضویت گوسی نوع دوم و در سه ماه چهارم مربوط به تابع عضویت ذوزنقه‌ای است. نکته قابل توجه این است که سیستم در مدلسازی برای سه ماه اول با استفاده از توابع عضویت ذوزنقه‌ای و زنگوله‌ای و در مدلسازی برای سه ماه سوم با خطای آزمایشی بالایی مواجه شده است.

آزمون اعتبار مدل پیش‌بینی

مطابق جدول ۱ بهترین مدل عصبی_فازی جهت پیش‌بینی قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو یک مدل عصبی_فازی با تابع عضویت مثلثی و چهار متغیر ورودی شامل حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم و آخرین قیمت هر روز سهم می‌باشد. پس از طراحی این مدل جهت بررسی صحت و دقت آن داده‌های سه‌ماهه اول سال ۱۳۸۹ را به عنوان داده‌های آزمایشی به سیستم معرفی می‌کنیم و خروجی مدل را با

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر واقعی مورد مقایسه قرار می‌دهیم. نتیجه این بررسی در جدول ۳ و نمودار ۱ آمده است.

برای سنجش انطباق یک پیش‌بینی با یک الگوی داده سری زمانی، از معیارهای سنجش خطای پیش‌بینی استفاده می‌شود. اگر y_t نشانگر مقدار واقعی متغیر در زمان t و y'_tنشانگر مقدار پیش‌بینی شده متغیر باشد، در این صورت خطای پیش‌بینی عبارت است از:

$$e_t = y_t - y'_t$$

جدول ۳- درصد تغییر قیمت واقعی، درصد تغییر قیمت پیش‌بینی‌شده و خطای پیش‌بینی برحسب روز برای داده‌های سه‌ماهه اول سال ۱۳۸۹ طبق مدل پیش‌بینی

روز	درصد تغییر قیمت واقعی	درصد تغییر قیمت پیش‌بینی‌شده	خطای پیش‌بینی	روز	درصد تغییر قیمت واقعی	درصد تغییر قیمت پیش‌بینی‌شده	خطای پیش‌بینی
۱	۰/۳۹	۰/۳	۰/۰۹	۲۶	-۰/۰۲	۰/۳۱	-۰/۳۳
۲	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۰۸	۲۷	-۰/۰۲	-۰/۰۱۶	-۰/۰۳۶
۳	۰/۳۶	۰/۳	۰/۰۶	۲۸	۰/۲۸	۰/۳۶	-۰/۰۸
۴	۰/۵	۰/۴۳	۰/۰۷	۲۹	۰/۷۸	۰/۸۳	-۰/۰۵
۵	۰/۸۳	۰/۷۳	۰/۱	۳۰	۰/۹۷	۰/۸	۰/۱۷
۶	۰/۳۸	۰/۳۱۵	۰/۰۶۵	۳۱	۰/۰۸	-۰/۲۴	۰/۳۲
۷	۱/۲۷	۱/۳۲	-۰/۰۵	۳۲	-۰/۰۲	-۰/۰۸	۰/۰۶
۸	۰/۴۸	۰/۲۶	۰/۲۲	۳۳	-۰/۰۴	-۰/۰۵۳	۰/۰۱۳
۹	۰/۹۶	۱/۲۴	-۰/۲۸	۳۴	-۰/۰۶	-۰/۱۸	۰/۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰	۲/۷۵	۲/۲۶۴	۰/۴۸۶	۳۵	-۰/۰۸	-۰/۰۳۱۶	-۰/۰۴۸
۱۱	۱/۹۹	۱/۶۶	۰/۳۳	۳۶	-۰/۶۷	-۰/۵۱	-۰/۱۶
۱۲	۰/۲۸	۰/۳۴	-۰/۰۶	۳۷	-۰/۵۷	-۰/۴۳	-۰/۱۴
۱۳	-۰/۴۱	-۰/۳۲	-۰/۰۹	۳۸	-۰/۵۴	-۰/۵۸	۰/۰۴
۱۴	-۰/۷۲	-۰/۵	-۰/۲۲	۳۹	-۰/۲	-۰/۳۱۳	۰/۱۱۳
۱۵	-۱/۲۹	-۰/۹۸	-۰/۳۱	۴۰	-۰/۶۳	-۰/۳۶۸	-۰/۲۶۲
۱۶	-۰/۱۳	۰/۲۷۵	-۰/۴۰۵	۴۱	-۱/۰۱	-۰/۸۶	-۰/۱۵
۱۷	۱/۵۰	۱/۲۳	۰/۳۶	۴۲	-۰/۸۹	-۰/۱۴۵	-۰/۷۴۵
۱۸	۰/۹۴	۰/۷۲۱	۰/۲۱۹	۴۳	-۰/۱۵	-۰/۱۲	-۰/۰۳
۱۹	۰/۵۲	۰/۶۶۳	-۰/۱۴۳	۴۴	-۰/۴۳	-۰/۳۵۲	-۰/۰۷۸
۲۰	۰/۵۴	۰/۴۳	۰/۱۱	۴۵	-۰/۳۶	-۰/۲۵	-۰/۱۱
۲۱	۰/۴۹	۰/۲۸	۰/۲۱	۴۶	۰/۹۵	۰/۷۹	۰/۱۶
۲۲	-۰/۰۴	-۰/۱۵	۰/۱۱	۴۷	۱/۵۷	۱/۲۶۳	۰/۳۰۷
۲۳	-۰/۰۹	-۰/۰۳	-۰/۰۶	۴۸	۰/۴۲	۰/۶۲	-۰/۲
۲۴	-۰/۱۹	-۰/۲۴	۰/۰۵	۴۹	۰/۳۳	۰/۴۸	-۰/۱۵
۲۵	۰/۵۵	۰/۴۰۱	۰/۱۴۹				

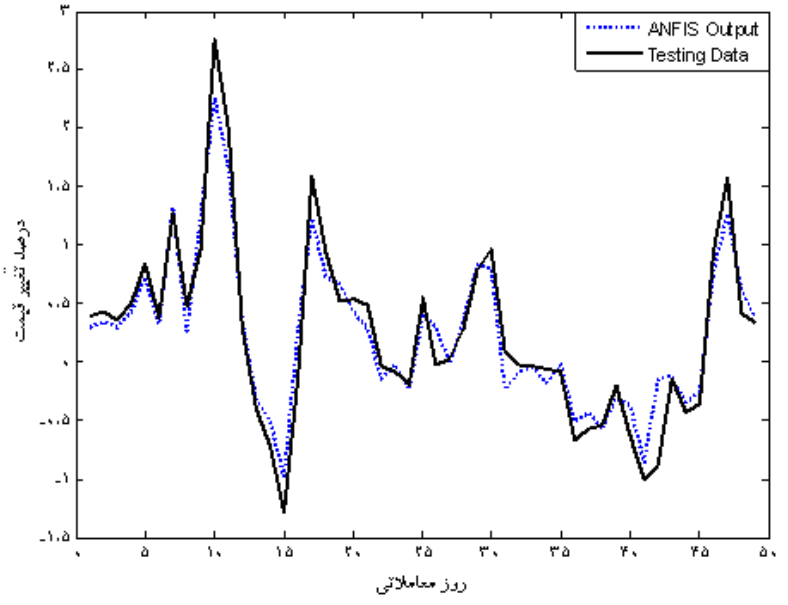
مأخذ: یافته‌های این پژوهش

در جدول ۳ ستون اول روزهای معاملاتی در سه ماهه اول سال ۱۳۸۹ و ستون دوم درصد تغییر قیمت واقعی نسبت به روز قبل را نشان می‌دهد. ستون سوم درصد تغییر قیمت پیش‌بینی شده بر اساس چهار متغیر ورودی است. ستون چهارم خطای پیش‌بینی را نشان می‌دهد که اختلاف بین درصد تغییر قیمت واقعی و درصد تغییر قیمت پیش‌بینی شده است. خطای پیش‌بینی می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.

نمودار-۱. مقایسه درصد تغییر قیمت واقعی و درصد تغییر قیمت پیش‌بینی‌شده برای داده‌های سه‌ماهه اول سال ۱۳۸۹ طبق مدل پیش‌بینی

www.SID.ir

Archive of SID



همانطور که مشاهده می‌شود داده‌های واقعی و داده‌های محاسبه‌شده توسط سیستم تا حد زیادی برهم منطبق هستند. در نمودار ۱ علیرغم آنکه دامنه محور عمودی کوچک است, با این حال می‌توان اختلاف بین درصد تغییر قیمت واقعی و درصد تغییر قیمت پیش‌بینی‌شده طبق مدل را در آن مشاهده کرد.

جدول ۴ انواع خطاهای محاسبه شده توسط سیستم را برای مدل پیش‌بینی برای سه‌ماهه اول سال ۱۳۸۹ نشان می‌دهد.

جدول-۴. خطاهای محاسبه‌شده توسط سیستم طبق مدل پیش‌بینی

شاخص خطا	خطا
میانگین انحرافات مطلق	۰/۱۶۷۳
میانگین مجذور خطا	۰/۰۴۷۰
میانگین قدرمطلق درصد خطا	۰/۹۱۴۷
میانگین درصد خطا	۰/۴۶۲۵
تورش	-۰/۰۰۲۱

www.SID.ir

Archive of SID

مأخذ: یافته‌های این پژوهش

آزمون سؤال دوم پژوهش

در پاسخ به سؤال دوم پژوهش، مدلسازی کلی از رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو صورت‌گرفت. با بررسی‌های صورت‌گرفته مشخص شد که قیمت سهام نسبت به متغیرهای حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، سود هر سهم و نسبت قیمت به سود هر سهم عکس‌العمل نشان می‌دهد. بنابراین ترکیبات مختلفی از این متغیرها درنظر گرفته شد و محاسبات با استفاده از این ترکیبات صورت گرفت که با توجه به سطح خطای آموزشی ترکیب حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، سود هر سهم و نسبت قیمت به سود هر سهم نتایج بهتری را در پی داشت. در ادامه مدلسازی با این ترکیب انجام شد که نتایج حاصل از آن در جدول ۵ و نمودار ۲ ارائه شده‌است.

جدول-۵. میزان خطای آموزشی با متغیرهای حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، سود هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم

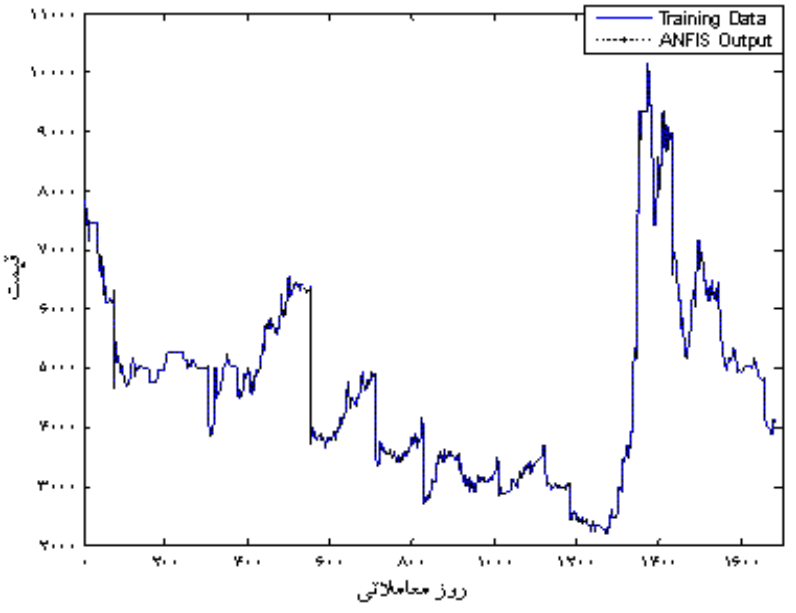
نوع تابع عضویت	تعداد توابع	خطای آموزشی	تعداد توابع	خطای آموزشی
تابع عضویت مثلثی	۲	۰/۱۳۱۲	۳	۱۰۴
تابع عضویت ذوزنقه‌ای	۲	۴۲/۶۵	۳	۱۶۱
تابع عضویت زنگوله‌ای	۲	۱/۶۴	۳	۶۵/۹۴
تابع عضویت گوسی نوع اول	۲	۰/۷۹۵۴	۳	۱۷/۰۷
عضویت گوسی نوع دوم	۲	۱۰/۶۷	۳	۶۱۶
تابع عضویت هلالی	۲	۱۴/۷۲	۳	۲۲/۳۵

مأخذ: یافته‌های این پژوهش

نمودار-۲. تطبیق داده‌های آموزشی و داده‌های محاسبه‌شده با متغیرهای حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، سود هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم با دو تابع عضویت مثلثی

www.SID.ir

Archive of SID



همانطور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود تطبیق بالایی در خصوص داده‌های آموزشی و داده‌های محاسبه‌شده توسط سیستم وجود دارد. همچنین با توجه به اینکه مقادیر اختلاف بین داده‌های آموزشی و داده‌های محاسبه‌شده توسط سیستم کوچک بوده و محور عمودی نمودار نیز در دامنه بزرگی قرار دارد این اختلافها در ظاهر به چشم نمی‌آیند.

آزمون اعتبار مدل رفتار قیمت سهام

مطابق جدول ۵ در مدلسازی کلی رفتار قیمت سهام چهار متغیر ورودی شامل حجم معامله، سود تقسیمی هر سهم، سود هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم و دو تابع عضویت مثلثی به عنوان مدل بهینه انتخاب شد. جهت بررسی دقت این مدل مقادیر واقعی و مقادیر محاسبه‌شده توسط سیستم و اختلاف آنها برای داده‌های سه‌ماهه اول سال ۱۳۸۹ مورد استفاده قرار گرفته و نتیجه در جدول ۶ و نمودار ۳ آمده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول-۶. قیمت واقعی، قیمت پیش‌بینی‌شده و خطای پیش‌بینی برحسب روز برای داده‌های سه‌ماهه اول سال ۱۳۸۹ طبق مدل رفتار قیمت سهام

روز	قیمت واقعی (ریال)	قیمت پیش‌بینی‌شده (ریال)	خطای پیش‌بینی (ریال)	روز	قیمت واقعی (ریال)	قیمت پیش‌بینی‌شده (ریال)	خطای پیش‌بینی (ریال)
۱	۴۱۵۹	۴۱۴۰	۱۹	۲۶	۴۷۶۳	۴۷۳۹	۲۴
۲	۴۱۷۷	۴۱۵۷	۲۰	۲۷	۴۸۱۳	۴۷۸۹	۲۴
۳	۴۱۹۲	۴۱۷۲	۲۰	۲۸	۴۸۱۲	۴۷۸۸	۲۴
۴	۴۲۱۳	۴۱۹۲	۲۱	۲۹	۴۸۱۰	۴۷۸۶	۲۴
۵	۴۲۴۸	۴۲۲۷	۲۱	۳۰	۴۷۷۶	۴۷۸۳	-۷
۶	۴۲۶۴	۴۲۴۳	۲۱	۳۱	۴۷۷۶	۴۷۷۹	-۳
۷	۴۳۱۸	۴۲۹۷	۲۱	۳۲	۴۷۵۰	۴۷۴۷	۳
۸	۴۳۳۴	۴۳۱۲	۲۲	۳۳	۴۷۴۴	۴۷۲۰	۲۴
۹	۴۳۴۵	۴۳۲۴	۲۱	۳۴	۴۷۳۱	۴۷۰۷	۲۴
۱۰	۴۳۶۶	۴۳۴۵	۲۱	۳۵	۴۶۸۰	۴۶۹۴	-۱۴
۱۱	۴۴۰۸	۴۳۸۶	۲۲	۳۶	۴۶۸۰	۴۷۰۰	-۲۰
۱۲	۴۵۹۷	۴۵۹۶	۱	۳۷	۴۷۹۶	۴۷۹۹	-۳
۱۳	۴۶۰۲	۴۶۰۹	-۷	۳۸	۴۷۷۰	۴۷۸۲	-۱۲
۱۴	۴۵۸۰	۴۵۹۰	-۱۰	۳۹	۴۷۶۰	۴۷۶۰	۰
۱۵	۴۵۸۰	۴۵۵۷	۲۳	۴۰	۴۷۳۰	۴۷۳۹	-۹
۱۶	۴۵۲۱	۴۴۹۸	۲۳	۴۱	۴۶۸۲	۴۶۸۷	-۵
۱۷	۴۵۱۵	۴۴۹۳	۲۲	۴۲	۴۶۴۰	۴۶۵۳	-۱۳
۱۸	۴۵۸۷	۴۵۶۴	۲۳	۴۳	۴۶۳۳	۴۶۳۳	۰
۱۹	۴۶۷۹	۴۶۵۶	۲۳	۴۴	۴۶۱۳	۴۶۱۰	۳
۲۰	۴۶۷۶	۴۶۷۸	-۲	۴۵	۴۵۹۶	۴۶۰۲	-۶
۲۱	۴۶۷۵	۴۶۷۶	-۱	۴۶	۴۶۴۰	۴۶۳۷	۳
۲۲	۴۶۶۵	۴۶۷۲	-۷	۴۷	۴۷۱۳	۴۷۰۶	۷

www.SID.ir

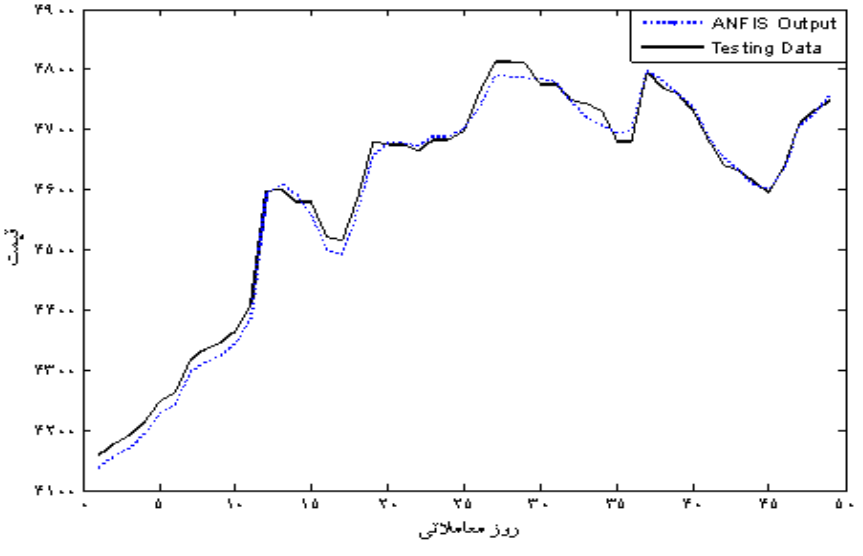
Archive of SID

۲۳	۴۶۸۳	۴۶۸۸	-۵	۴۸	۴۷۳۳	۴۷۲۹	۴
۲۴	۴۶۸۳	۴۶۸۹	-۶	۴۹	۴۷۴۹	۴۷۵۹	-۱۰
۲۵	۴۶۹۸	۴۷۰۲	-۴				

مأخذ: یافته‌های این پژوهش

در جدول ۶ ستون اول روزهای معاملاتی در سه ماهه اول سال ۱۳۸۹ و ستون دوم قیمت واقعی پایان روز معاملاتی را نشان می‌دهد. ستون سوم قیمت پیش‌بینی شده بر اساس چهار متغیر ورودی است. ستون چهارم خطای پیش‌بینی را نشان می‌دهد که اختلاف بین قیمت واقعی و قیمت پیش‌بینی شده توسط سیستم است. خطای پیش‌بینی می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.

نمودار-۳. مقایسه قیمت واقعی و قیمت پیش‌بینی‌شده طبق مدل رفتار قیمت سهام



در نمودار ۳ تطبیق بسیار بالایی بین داده‌های واقعی و داده‌های محاسبه‌شده توسط سیستم مشاهده می‌شود. این امر حاکی از وجود یک روند قابل پیش‌بینی در قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو است. جدول ۷ انواع خطاهای محاسبه‌شده توسط سیستم را برای مدل کلی رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو برای سه‌ماهه اول سال ۱۳۸۹ نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول-۷. خطاهای محاسبه‌شده توسط سیستم طبق مدل رفتار قیمت سهام

شاخص خطا	خطا
میانگین انحرافات مطلق	۱۳/۳۰۶۱
میانگین مجذور خطا	۲۵۳/۵۱۰۲
میانگین قدرمطلق درصد خطا	۰/۰۰۲۹
میانگین درصد خطا	۰/۰۰۱۶
تورش	۷/۴۲۸۵

مأخذ: یافته‌های این پژوهش

۵- نتیجه گیری و بحث

در این پژوهش مبانی نظری شبکه‌های عصبی و نحوه مدلسازی با این ابزار پیشرفته، نظریه مجموعه‌های فازی، منطق فازی و سیستمهای فازی و سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی (ANFIS) که نوعی از شبکه‌های عصبی_فازی هستند معرفی گردید. این شبکه‌ها قادر هستند که یک سیستم فازی تاکاگی_ساگنو را به وسیله یک شبکه مدلسازی نمایند.

در بخش پیشینه پژوهش به تحقیقاتی اشاره شد که در آنها از شبکه‌های عصبی و شبکه‌های عصبی_فازی جهت مدلسازی و پیش‌بینی استفاده شده‌است و در تمام این تحقیقات این شبکه‌ها به نحو مناسبی الگوهایی را ساختند و در برخی از آنها مقایسه‌ای بین عملکرد این شبکه‌ها و سیستمهای خطی همچون سیستمهای رگرسیونی صورت گرفت که در آنها نیز عملکرد بهتر این شبکه‌ها نسبت به سیستمهای خطی مورد تأیید قرار گرفت. در این تحقیق نیز همانطور که بیان شد عملکرد مناسبی از این سیستمها مشاهده گردید. مشاهده عملکرد مناسب سیستمهای عصبی_فازی در این تحقیق و تحقیقات گذشته که همه آنها در شرایط عدم اطمینان مورد بررسی قرار گرفتند حاکی از آن است که در شرایط عدم اطمینان قطعاً سیستمهای غیرخطی نسبت به سیستمهای خطی بهتر عمل خواهندکرد.

با توجه به تجزیه و تحلیل صورت گرفته نتایج این پژوهش به شرح زیر است:

۱) رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو در بورس اوراق بهادار تهران غیرخطی است. زیرا مدلهای فازی اساساً جزء مدلهای غیرخطی هستند و در تمامی مدلها

www.SID.ir

Archive of SID

نیز بیش از یک متغیر مستقل مورد استفاده قرار گرفته‌است. لذا پیش‌بینی قیمت سهام با روشهای غیرخطی می‌تواند خطای برآورد قیمت سهام را کاهش دهد.

۲) با توجه به سطح خطای پایین در مدلسازی کوتاه‌مدت و بلندمدت سیستم استنتاج عصبی_فازی انطباقی توانایی پیش‌بینی رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو را دارد.

۳) با توجه به سطح خطای بسیار پایین در مدلسازی کلی رفتار قیمت سهام که الگوی کاملاً مشخصی در رفتار قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو وجود دارد.

۴) با توجه به تعداد توابع عضویت و شبیه سازی انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که افزایش تعداد توابع عضویت الزاماً منجر به بهبود نتایج نمی‌شود. استفاده از توابع عضویت مثلثی امکان پیش‌بینی و مدلسازی را به نحو بهتری فراهم می‌کند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیشنهادات برای تحقیقات آتی بشرح زیر ارائه می‌گردد:

۱) در این رساله توجه اصلی بر مدلسازی غیرخطی با استفاده از شبکه ANFIS بود. در ادامه این تحقیق می‌توان قدرت پیش‌بینی شبکه‌های عصبی_فازی را در مقابل شبکه‌های عصبی مورد مقایسه قرار داد.

۲) پیشنهاد می‌شود یک مدلسازی رگرسیونی در خصوص قیمت سهام صورت‌گیرد و مقایسه‌ای بین این نوع مدلسازی و مدلسازی ANFIS ارائه گردد.

۳) در تعیین قوانین اگر_آنگاه فازی برای یک سیستم پیش‌بینی ANFIS می‌توان با توجه به شاخصهای اقتصادی بازار، قوانینی را با استفاده از نظریات خبرگان استخراج و در مدلسازی استفاده نمود.

۴) خطی بودن بخش آنگاه در قوانین اگر_آنگاه فازی در ANFIS عامل محدود کننده‌ای در قابلیت این شبکه محسوب می‌شود. در ادامه این تحقیق پیشنهاد می‌شود که سایر ساختارهای عصبی_فازی نیز جهت مدلسازی و پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرند.

۵) در انجام این پژوهش تأثیر تقسیم سود بر قیمت سهم خنثی شد و با فرض ثبات سایر عوامل نوسانات قیمت بر پایه عرضه و تقاضا مورد بررسی قرارگرفت. در ادامه پیشنهاد می‌شود که تأثیر این عامل (تقسیم سود) بر تغییر قیمت سهام در کل

www.SID.ir

Archive of SID

بورس اوراق بهادار و یا تأثیر آن بر قیمت سهام یک شرکت در دوره طولانی بررسی گردد. در انجام چنین پژوهشی می‌توان میزان سود پرداختی را در قالب اعداد فازی و تغییرات قیمت را در قالب اعداد ثابت مشخص نموده و مدلسازی را بر این اساس انجام داد.

فهرست منابع

۱) آذر، عادل و حجت فرجی. (۱۳۸۱). علم مدیریت فازی، چاپ اول، تهران: نشر اجتماع.

۲) بت‌شکن، محمود. (۱۳۷۹). پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی_فازی و مقایسه آن با الگوهای خطی پیش‌بینی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

۳) بوجادزیف، جرج و ماریا بوجادزیف. (۱۳۸۱). منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت. ترجمه سید محمد حسینی. چاپ اول. تهران: انتشارات ایشیق.

۴) پناهیان، حسین، (۱۳۷۹). استفاده از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی روند شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه دکتری مدیریت, دانشکده مدیریت, دانشگاه آزاد اسلامی.

۵) جامعی مقدم، محمد، (۱۳۸۰). طراحی مدل فازی جهت پیش‌بینی قیمت خودرو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس.

۶) خالوزاده، حمید، (۱۳۷۷). مدلسازی غیرخطی و پیش‌بینی رفتار قیمت سهام در بازار بورس ایران، پایان‌نامه دکتری مهندسی برق، دانشگاه تربیت مدرس.

۷) رستگار، حسن، (۱۳۸۲). جعبه ابزار منطق فازی، انتشارات شرکت توزیع نیروی برق استان گلستان.

۸) طاهری، سید محمود، (۱۳۷۸). آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۹) عزیزخانی، مسعود، (۱۳۷۹). بررسی روشهای ترکیبی پیش‌بینی و ارائه بهترین مدل برای پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۱۰) فدایی‌نژاد، محمد. (۱۳۷۳). "آزمون ضعیف نظریه بازار کارای سرمایه در بورس اوراق بهادار"، فصلنامه تحقیقات مالی، شماره ۵ و ۶ . ص ۲۶-۶.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۱) قوام‌زاده، محمد، (۱۳۷۶). پیش‌بینی در بازارهای سازمان یافته، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق-کنترل، دانشکده فنی دانشگاه تهران.

12) Afolabi, Mark & Olatoyosi, Olude. (2007), "Predicting Stock Prices Using a Hybrid Kohonen Self Organizing Map (SOM)". 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07), p.p. 1-8

13) Babuska, Robert. (1998). "Fuzzy Systems, Modeling and Identification", paper presented at the CEFES '1998 Conference, Cambridge, U.K. p.p. 1-31

14) Bermúdez, José & Segura, José Vicente. (2007), "Fuzzy portfolio optimization under downside risk measures". Fuzzy Sets and Systems, Vol. 158, p.p. 769-782

15) Chang, Pei-Chann & Hao Liu, Chen. (2007), "A TSK type fuzzy rule based system for stock price prediction". Expert Systems with Applications, Vol. 34, p.p. 135-144

16) Koulouriotis, Dimitris & Emiris, Dimitris & Diakoulakis, Ioannis & Zopounidis, Constantin. (2002), "Behavioristic analysis and comparative evaluation of intelligent methodologies for short-term stock price forecasting". Fuzzy economic review, No. 2, p.p. 23-57

17) Marcek, Dusan. (2002), "Stock price forecasting: Autoregressive modelling and fuzzy neural network". Mathware and Soft Computing, No. 7, p.p. 139-148

18) Quek, Chai. (2005), "Predicting The Impact Of Anticipator Action On U.S. Stock Market—An Event Study Using ANFIS (A Neural Fuzzy Model)". Computational Intelligence, No.23, p.p. 117–141

19) Takagi, Teiji & Sugeno, Michio. (1985). Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control. IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics 15(1), p.p. 116-132.

20) Wang, Yi-Fan. (2002), "Predicting stock price using fuzzy grey prediction system". Expert Systems with Applications, Vol. 22, 33-38

یادداشت‌ها

[1] . *Financial Cybernetic*

۲ . طاهري، سيد محمود (۱۳۷۸).
۳ . بوجادزيف، جرج و ماريا بوجادزيف (۱۳۸۱).
٤ . آذر، عادل و حجت فرجي (۱۳۸۱).

5 . *Linguistic*
6 . *Takagi-Sugeno*

۷ . بتشكن، محمود (۱۳۷۹).

8 . *Babuska (1998).*

www.SID.ir

Archive of SID

9 . *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*
10 . *Intrapolation*
11 . *Extrapolation*
12 . *Triangular membership function*
13 . *Trapeziodal membership function*
14 . *Generalized bell membership function*
15 . *Gaussian curve membership function*
16 . *Gaussian combination membership function*
17 . *Sigmoidal membership function*
18 . *First order sugeno*
19 . *Takagi & Sugeno (1985).*

۲۰ . رستگار، حسن (۱۳۸۲).

21 . *Jang, Roger (1993).*

۲۲ . فدايي‌نژاد، محمد (۱۳۷۳).
۲۳ . جامعي مقدم، محمد (۱۳۸۰).
۲٤ . بتشكن، محمود (۱۳۷۹)
۲٥ . قوام زاده، محمد (۱۳۷۶).
۲٦ . خالوزاده، حميد (۱۳۷۷).
۲۷ . پناهيان، حسين (۱۳۷۹).
۲۸ . عزيزخاني، مسعود (۱۳۷۹).

29 . Chang, Pei-Chann & Chen Hao Liu *(2007).*
30 . *Afolabi, Mark & Olude Olatoyosi (2007).*
31 . *Bermudez, Jose & Jose Vicente Segura (2007).*
32 . Quek, Chai *(2005).*
33 . Marcek, Dusan *(2002).*
34 . *Wang, Yi-Fan (2002).*
35 . *Koulouriotis, et al (2002)*

www.SID.ir