فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهلم / پائیز ۱۳۹۸

ارائه مدلی جهت پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از روش‌های فرا ابتکاری و شبکه‌های عصبی

سید حسین میرعلوی[۱]
زهرا پورزمانی[۲]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۷/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۷/۱۲/۱۲

چکیده

به دلیل پیچیدگی بازار بورس و حجم بالای اطلاعات مورد پردازش، اغلب استفاده از یک سیستم ساده برای پیش‌بینی نتایج خوبی به همراه ندارد. به همین دلیل محققان با ارائه‌ی مدل‌های ترکیبی سعی در ارائه‌ی سیستمی با پیچیدگی کمتر و کارایی و دقت بیشتر کرده‌اند. امروزه از الگوهای مختلفی مانند: تکنیک‌های آماری (تحلیل تشخیصی، لوجیت و آنالیز فاکتوری) و تکنیک‌های هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی، درخت تصمیم‌گیری، استدلال مبتنی بر موضوع، الگوریتم ژنتیک، مجموعه‌های سخت، ماشین بردار تکیه گاه و منطق فازی) و یا ترکیبی از این دو تکنیک برای پیش‌بینی قیمت سهام استفاده می‌شود. در اکثر مدل‌های پیش‌بینی کننده، سیستم فقط با استفاده از اطلاعات یک شاخص به پیش‌بینی می‌پردازد، اما در مدل پیشنهادی در این پژوهش یک سیستم دو سطحی از شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه پیشنهاد شده و از چندین شاخص برای پیش‌بینی استفاده می‌شود. در این پژوهش داده‌های شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران از ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ برای این منظور در نظر گرفته شده است. همچنین برای آموزش بهتر شبکه‌ی عصبی و در نتیجه بهبود نتایج بدست آمده، از الگوریتم بهینه‌سازی ملخ برای انتخاب بهترین نمونه‌ها استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی توانسته با خطای پیش‌بینی پایین‌تری نسبت به دیگر مدل‌ها عمل کند.

کلمات کلیدی

الگوریتم تکاملی بهینه‌سازی ملخ، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، پیش‌بینی، سری زمانی

۱- گروه حسابداری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. m_miralavi@yahoo.com
۲- گروه حسابداری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.(نویسنده مسئول) zahra.poorzamani@ yahoo.com

مقدمه

ناشناخته بودن عوامل تأثیرگذار بر تغییرات قیمت سهام همواره دلیلی برای روی آوردن به پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌ها است. امروزه مدیران مالی ترجیح می‌دهند مکانیزمی در اختیار داشته باشند که بتواند آن‌ها را در امور تصمیم‌گیری‌شان یاری نماید به همین دلیل توجه به روش‌های پیش‌بینی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. ازاین‌رو متخصصان بازار سرمایه، سالیان متمادی به مطالعه بازار و شناسایی الگوهای مختلف برای پیش‌بینی پرداخته‌اند که برای این امر ترکیبی از تشخیص الگو و تجربه‌ی مبتنی بر مشاهده روابط علّت معلول را به کار بسته‌اند. همچنین برنامه‌های نرم‌افزاری بسیاری نیز وجود دارند که به این تصمیم‌گیری کمک می‌کند و به عنوان موتور پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بااین‌وجود در روندهای مالی، اغلب شرایطی به وجود می‌آید که قوانین را به هم می‌ریزد و پیش‌بینی را توسط روش‌های مذکور دشوارمی سازد. در ادبیات موضوع، روش‌های پیش‌بینی گوناگونی وجود دارد.

تحلیل گران فنی سعی می‌کنند بر اساس الگوهای موجود در نمودار داده‌های مربوط به بازار، قیمت را پیش‌بینی کنند. تحلیل‌گران بنیادی، با توجه به ارزش واقعی و ذاتی یک سهم اقدام به پیش‌بینی می‌نمایند. در پیش‌بینی با روش‌های کلاسیک، فرض بر این است که مقادیر آینده قیمت، سیر خطی مقادیر گذشته را می‌پیمایند. روش‌های هوشمند الگوهای خطی و غیرخطی موجود در داده‌های مربوط به بازار را دنبال می‌کنند تا بدین‌وسیله فرآیند ایجاد آن‌ها را حدس بزنند. [۱۰]

ماشین بردار پشتیبان[۱] (SVM) یکی از روش‌های یادگیری با نظارت است. این الگوریتم در زمینه شناسایی الگو و پیش‌بینی رگرسیون استفاده می‌شود. هدف آن تشخیص و متمایز کردن الگوهای پیچیده در داده‌ها و یافتن قوانین حاکم بر آن‌ها می‌باشد. ماشین بردار پشتیبان دارای ویژگی تعمیم‌پذیری، توانایی در طبقه‌بندی الگوهای ورودی، رسیدن به الگوی بهینه کلی، قابلیت یادگیری (تعیین خودکار ساختار بهینه برای مجموعه داده‌های تحت آموزش) است. ماشین بردار پشتیبان داده‌ها را به بردارهای یادگیری تبدیل می‌نماید که هر بردار با یک مقدار خروجی متناظر می‌باشد و قابلیت پیدا کردن مقدار بهینه را در فضای غیرخطی و خطی دارا است. [۱۶]

تخمین‌گر حداقل درجه (LARS) یک روش خطی می‌باشد که اساس کار آن مانند رگرسیون انتخاب رو به جلو (در این روش متغیرهای مستقل درصورتی‌که معیار ورود به مدل را داشته باشند تک‌به‌تک وارد معادله می‌شوند و بعد از ورود حذف نمی‌شوند) و انتخاب رو به عقب (در این روش تمامی متغیرهای مستقل ابتدا به معادله وارد می‌شوند و سپس درصورتی‌که معیار لازم برای باقی ماندن در مدل را نداشته باشد تک‌به‌تک از مدل حذف می‌شوند) می‌باشد. روش رگرسیون خطی انتخاب رو به جلو و انتخاب رو به

عقب با توجه به تفاوت کلی در ساختار و فرمول‌ها به جواب‌های بسیار نزدیکی می‌رسند. تلفیق این دو روش سبب به وجود آمدن روشی ساده‌تر و با محاسبات کمتر به نام (LARS) شده‌اند. درروش تخمین گر حداقل درجه (LARS) جهت پیدا کردن ضرایب، گام‌های انجام شده به اندازه متغیرهای مستقل می‌باشد و از مزایای آن حداقل زمان استفاده برای مدل‌بندی و دقت بالاتر می‌باشد. [۲۲]

مدل شبکه عصبی- فازی (ANFIS) یک نظریه نسبتاً جدید ریاضی است که توسط دانشمند ایرانی‌تبار پروفسور لطفی عسگرزاده مشهور به (زاده) ارائه شده است. (کوره پزان ، ۱۳۹۴، ۱۸۱) شبکه عصبی مصنوعی یک ساختار ریاضی است که توانائی نشان دادن فرایندها و ترکیبات دلخواه غیرخطی جهت ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌های هر سیستمی را داراست. این شبکه با داده‌های موجود طی فرایند یادگیری آموزش دیده و جهت پیش‌بینی در آینده مورد استفاده قرار می‌گیرند و که دارای ویژگی‌های قابلیت یادگیری، قابلیت تعمیم و پردازش موازی است. [۱۴]

پروفسور جنگ در سال ۱۹۹۳ مدل شبکه عصبی- فازی (ANFIS) را ارائه کرد که قابلیت ترکیب توانایی دو روش مذکور را داشت. مدل شبکه عصبی- فازی (ANFIS)، یک مدل ترکیبی است که قابلیت خوبی در آموزش، ساخت و طبقه‌بندی دارد و همچنین دارای این مزیت است که اجازه استخراج قوانین فازی را از اطلاعات عددی یا دانش متخصص می‌دهد. درواقع ترکیب دو مدل فوق سبب افزایش دقت در مدل بندی مجموعه‌هایی با داده‌های مبهم و کم دقت می‌شود ولی مشکل اصلی این مدل پیش‌بینی، احتیاج نسبتاً زیاد به زمان برای آموزش ساختار و تعیین پارامترها می‌باشد. تفاوت اصلی شبکه‌های عصبی- فازی با شبکه‌های عصبی مصنوعی در آن است که وزن‌های شبکه عصبی- فازی، به صورت فازی تعریف شده و به صورت قطعی در نظر گرفته نمی‌شود. [۵]

روش شناسی تحقیق

مروری بر پیشینه تحقیق

از جمله مطالعات داخلی و خارجی در زمینه پیش‌بینی بورس می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

فدایی‌نژاد (۱۳۷۴)، مطالعه‌ای را با استفاده از روش‌های خودهمبستگی و آزمون گردش‌ها و با بکارگیری قیمت هفتگی ۵۰ شرکت برای دوره زمانی ۱۳۶۸-۱۳۷۲ انجام داد و کارایی بازار بورس اوراق بهادار تهران را در سطح ضعیف ارزیابی کرد. [۱۱]

اله‌یاری (۱۳۸۷) در پژوهشی با استفاده از قیمت روزانه سهام ۹۵ شرکت بورسی در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ به بررسی کارایی بازار بورس به‌وسیله روش‌های آماری تحلیل همبستگی و آزمون RUN

پرداخته است. نتایج تحقیق بیانگر این است که تغییر قیمت سهام تصادفی نبوده و دارای روند قابل پیش‌بینی می‌باشد؛ بنابراین بورس تهران فاقد کارایی ضعیف می‌باشد. [۲]

عباسپور (۱۳۸۱) مطالعه‌ای جهت پیش‌بینی قیمت سهام شرکت «ایران‌خودرو» در بازار بورس تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی انجام داده و از داده‌های روزانه برای دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۸۰ استفاده نمود. بر اساس یافته‌های تحقیق متغیرهای مؤثر بر قیمت سهام شرکت «ایران‌خودرو» شامل نرخ ارز، قیمت نفت، نسبت P/E (قیمت به درآمد) و حجم مبادلات سهام بود. نتایج این تحقیق نشان از برتری نتایج حاصل از پیش‌بینی قیمت توسط شبکه عصبی مصنوعی نسبت به روش باکس- جنکنیز می‌باشد. [۱۰]

سینایی و همکاران (۱۳۸۴) به پیش‌بینی شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران به‌وسیله شبکه عصبی مصنوعی و ارائه شواهدی مبنی بر رفتار آشوب گونه شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار پرداختند. آن‌ها دو مجموعه از داده‌ها برای ورودی شبکه عصبی انتخاب نمودند، وقفه‌های مختلفی از شاخص و عوامل کلان اقتصادی به عنوان متغیر مستقل انتخاب کردند. در این تحقیق از مدل خطی ARIMA برای پیش‌بینی شاخص قیمت در هفته‌های بعدی استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد شبکه عصبی عملکرد بهتری نسبت به مدل خطی ARIMA برای پیش‌بینی شاخص قیمت دارد. [۸]

عادل آذر و همکاران در سال ۱۳۸۵ در پژوهشی پیش‌بینی شاخص سهام را با سه رویکرد روش‌های کلاسیک، رویکرد هوش مصنوعی و رویکرد ترکیبی انجام دادند. نتایج این تحقیق بیانگر این حقیقت است که شبکه‌های عصبی فازی بر روش ARIMA برتری داشته و دارای ویژگی‌های منحصربه‌فرد همگرایی سریع و دقت بالا هستند و برای پیش‌بینی شاخص قیمت سهام مناسب می‌باشند. [۱]

منجمی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی تحت عنوان «پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه‌ی عصبی -فازی و الگوریتم‌های ژنتیک و مقایسه‌ی آن با شبکه‌ی عصبی مصنوعی» نشان دادند که از نقطه‌نظر معیارهای ارزیابی عملکرد، پیش‌بینی قیمت سهام روز بعد توسط مدل ترکیبی شبکه‌ی عصبی-فازی و الگوریتم ژنتیکی دقیق‌تر از شبکه‌ی عصبی است. به‌عبارتی‌دیگر، پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌ی عصبی – فازی و الگوریتم‌های ژنتیکی، خطای برآورد قیمت سهام را نسبت به تکنیک شبکه‌ی عصبی مصنوعی کاهش می‌دهد. [۱۳]

پورزمانی و همکاران (۱۳۸۹) هدف تحقیق خود را ساخت الگوهای پیش‌بینی کننده بحران مالی (الگوهای مبتنی بر روش‌های سنتی MDA، الگوریتم ژنتیک خطی، الگوریتم ژنتیک غیرخطی و شبکه

عصبی) برای پیش‌بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع قراردادند. در این تحقیق چهار الگوی پیش‌بینی بحران مالی (الگوهای مبتنی بر روش‌های سنتی MDA، الگوریتم ژنتیک خطی، الگوریتم ژنتیک غیرخطی و شبکه عصبی) برای پیش‌بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع آن تدوین شده است. سپس با توجه به نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و مشخص گردید الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای بالاترین توان در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها می‌باشد. [۴]

اعتمادی و همکاران (۱۳۹۱) با موضوع بکارگیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها، در مطالعه خود پس از بررسی در خصوص نسبت‌های مالی برتر پیش‌بین و انتخاب ۹ نسبت از بین ۴۲ نسبت مالی، با کاربست شبکه عصبی توانستند در ۸۶ درصد موارد سودآوری شرکت‌ها را به طور صحیح پیش‌بینی نمایند. [۱]

پورزمانی (۱۳۹۴) هدف تحقیق خود را بررسی قدرت پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌ها با استفاده از مدل‌های الگوریتم ژنتیک خطی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی، جهت بالا بردن توان تصمیم‌گیری استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی در پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌ها در نظر گرفت. سپس با توجه به نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و بهترین الگو استخراج شده است. بر اساس اطلاعات و آمارهای در دسترس شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۷۱، از ۲۳ نسبت مالی برتر، به عنوان متغیر مستقل استفاده شد. نتایج آزمون نشان می‌دهد دقت پیش‌بینی الگوریتم ژنتیک غیرخطی (۹۰،۰۴ درصد) بیشتر از الگوریتم ژنتیک خطی (۸۷،۱۴ درصد) است. [۳]

موفقیت کم نظیر شبکه‌های عصبی به عنوان ابزاری قدرتمند به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در علوم تجربی، موجب شد تا توجه اقتصاددانان نیز به این روش مدل‌سازی جلب شود. ابتدا، با توجه به نیازاین مدل‌ها به داده‌های زیاد، پژوهش و مدل‌سازی در حوزه اقتصاد با استفاده از شبکه‌های عصبی دربازارهای مالی آغاز شد و در اواخر دهه ۸۰ میلادی مدل های مختلفی به منظور پیش بینی نرخ های ارز، قیمت سهام و شاخص های مختلف بورس ساخته شد. از جمله این کارها می‌توان به پژوهش وایت (۱۹۸۸) که یک شبکه عصبی سه لایه را بر روی ۱۰۰۰ داده از قیمت سهام شرکت (IBM) به کارگرفت اشاره کرد. هدف وایت به جای پیش‌بینی، آزمون فرضیه کارایی بازار بود. او نتوانست شواهدی را در مقابل نظریه‌ای که پیشنهاد می‌کند یک گام تصادفی بهترین مدل برای پیش بینی بازارهای مالی است بیابد. اما، شبکه استفاده شده وایت بسیار ساده بود و همین امر باعث شد نویسندگان زیادی نتایج وی را به مجادله بگیرند و با استفاده از شبکه های پیچیده تر نشان دهند که فرایند غیر خطی معنی داری در بسیاری از سری های زمانی مالی وجود دارد. [۲۹]

بر طبق مطالعات وانگ (۱۹۹۶)، بیش از پنجاه درصد مطالعات کاربردی حسابداری و مالی شبکه عصبی گزارش شده، از شبکه های عصبی چند لایه‌ی پیش خور (MFNN ها) با قوانین الگوریتم یادگیری پس انتشار استفاده کرده اند. این نوع شبکه عصبی به دلیل کاربردهای گسترده در بسیاری از ابعاد مسائل مربوط به حسابداری و مالی، مانند پیش‌بینی اصولی، طبقه بندی و مدل‌سازی، بسیار محبوب است. MFNN برای حل مسائلی که شامل یادگیری ارتباط بین مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌های مشخص هستند، مناسب می باشد. که در حقیقت یک تکنیک آموزش با ناظر برای یادگیری ارتباط بین داده‌ها با استفاده از مجموعه داده‌های آموزش است. [۲۸]

ایم در سال ۲۰۰۲ با استفاده از مدل شبکه عصبی، بازدهی شاخص روزانه سهام برزیل را پیش‌بینی نمود. وی در مدل‌سازی خود از داده‌های روزانه شاخص سهام برزیل طی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۸ استفاده نمود و نتایج پیش‌بینی را با استفاده از معیارهای ریشه میانگین مجذور خطا (RMSE) و میانگین قدر مطلق خطا (MAE) با نتایج پیش‌بینی مدل‌های GARCH و ARIMA مقایسه نمود و برتری شبکه عصبی مصنوعی را نشان داد. [۳۰]

ژانگ و همکاران (۲۰۰۶) به پیش‌بینی روند قیمت سهام بورس شانگهای با استفاده از ماشین بردار پشتیبان (SVM) پرداخت. او شاخص روزانه قیمت سهام بازار شانگهای را از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵ استخراج نمود و آن‌ها را به دو دسته آموزش و آزمون تقسیم نمود. همچنین از توصیه‌های تقریباً ۴۰۰ تحلیلگر بازار سرمایه و پیش‌بینی آن‌ها به عنوان متغیر ورودی استفاده نمود. نتیجه مطالعه‌ی او نشان داد ماشین بردار پشتیبان قابلیت پیش‌بینی بالایی دارد و ترکیب ماشین بردار پشتیبان با مدل‌های هوشمند حتی نتیجه بهتری از خود مدل ماشین بردار پشتیبان دارد. [۳۱]

تسانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۷ کاربرد شبکه عصبی را در پیش‌بینی قیمت سهام هنگ‌کنگ بررسی نمودند. این سیستم بر روی داده‌های سهام دو شرکت سهامی بانکداری هنگ‌کنگ و شانگهای آزمون شده است. این سیستم نرخ موفقیت کلی بیش از ۷۰ درصد را نشان می‌دهد. [۲۷]

کلی‌لوگان در سال ۲۰۰۷ به پیش‌بینی میزان حجم پول در اقتصاد آمریکا توسط مدل تخمین گر حداقل درجه و روش‌های بیزی پرداخته است. او از متغیرهای نرخ بهره بلندمدت، نرخ بهره کوتاه‌مدت، نرخ بیکاری، میزان سپرده‌گذاری و هزینه خدمات پولی در بازه زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۹ به صورت ماهیانه استفاده کرده است. نتایج تحقیق نشان از برتری پیش‌بینی مدل تخمین گر حداقل درجه می‌دهد. [۲۱]

لی (۲۰۰۹) به پیش‌بینی شاخص سهام با یک مدل ترکیبی تخمین گر بردار پشتیبان (SVR) و مقایسه آن با شبکه‌های عصبی پرداخته است. در این پژوهش مدل تخمین گر بردار پشتیبان با تابع

FSSFS ترکیب و توسط ۲۹ شاخص فنی به عنوان مجموعه‌ای از ویژگی‌های کامل در جهت تغییر شاخص استفاده گردیده است. داده‌های تحقیق از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ بوده که ۸۰٪ داده‌ها جهت آموزش مدل و ۲۰٪ داده‌ها برای آزمون استفاده گردیده است. نتایج تحقیق نشان از برتری مدل ترکیبی تخمین گر بردار پشتیبان نسبت به شبکه عصبی می‌باشد. [۲۳]

معرفی مجموعه داده‌ها

مجموعه داده این پژوهش مربوط به شرکت بورس اوراق بهادار تهران است. بورس اوراق بهادار تهران در بهمن‌ماه سال ۱۳۴۶ بر پایه قانون مصوب اردیبهشت ماه ۱۳۴۵ تأسیس شد. دوران فعالیت بورس اوراق بهادار را می‌توان به چهار دوره تقسیم کرد: دوره نخست (۱۳۵۷-۱۳۴۶)، دوره دوم (۱۳۶۷-۱۳۵۸)، دوره سوم (۱۳۸۳-۱۳۶۸) و دوره چهارم (از ۱۳۸۴ تاکنون).

«بورس اوراق بهادار» به معنی یک بازار متشکل و رسمی سرمایه است که در آن خریدوفروش سهام شرکت‌ها یا اوراق قرضه دولتی یا مؤسسات معتبر خصوصی، تحت ضوابط و قوانین و مقررات خاصی انجام می‌شود. مشخصه مهم بورس اوراق بهادار، حمایت قانون از صاحبان پس‌اندازها و سرمایه‌های راکد و الزامات قانونی برای متقاضیان سرمایه است.

بورس اوراق بهادار به عنوان یک بازار منسجم و سازمان‌یافته، مهم‌ترین متولی جذب و سامان دادن صحیح منابع مالی سرگردان است و با جمع‌آوری نقدینگی جامعه و فروش سهام شرکت‌ها، ضمن به حرکت در آوردن چرخ‌های اقتصاد جامعه از طریق تأمین سرمایه‌های مورد نیاز پروژه‌ها، کاهش دخالت دولت در اقتصاد و نیز افزایش درآمدهای مالیاتی، منافع اقتصادی چشمگیری به ارمغان می‌آورد و در کنار آن، اثرات تورمی ناشی از وجود نقدینگی در جامعه را نیز از بین می‌برد.

از نظر اقتصاد خرد، بورس یک نمونه بسیار نزدیک به بازار رقابت کامل است. کالاها در بورس همگن‌اند و به دلیل وجود مقدار زیادی خریدار و فروشنده در آن و همچنین آزادی ورود و خروج نیروها، قیمت‌های تعیین شده بسیار نزدیک به قیمت‌های تعادلی هستند. بورس اوراق بهادار با ایجاد فضای رقابتی به عنوان ابزاری اقتصادی، باعث می‌شود که شرکت‌های سود ده، بتوانند از طریق فروش سهام به تأمین مالی بپردازند و برعکس شرکت‌های زیان‌ده به طور خودکار از گردونه خارج شوند. بدین‌ترتیب با چنین تفکیکی، بازار می‌تواند به تخصیص مطلوب منابع بپردازد.

در ادامه به بررسی سه داده‌ی مهم شرکت بورس اوراق بهادار تهران که به عنوان داده‌های اساسی مورد نیاز برای پیش‌بینی نهایی شاخص قیمت بورس تهران استفاده شده، پرداخته شده است.

شاخص قیمت بورس تهران

بورس اوراق بهادار تهران از فروردین ماه ۱۳۶۹ اقدام به محاسبه و انتشار شاخص قیمت خود با نام تپیکس نمود. این شاخص، نماگر تغییرات قیمت کل بازار است.

شاخص قیمت بورس تهران، سهام تمام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس را در برمی‌گیرد و درصورتی‌که نماد شرکتی بسته باشد یا برای مدتی معامله نشود، قیمت آخرین معامله آن در شاخص لحاظ می‌گردد. تعداد سهام منتشره‌ی شرکت‌ها، معیار وزن‌دهی در شاخص مزبور است. شاخص قیمت بورس، شاخصی است که بیان‌کننده‌ی سطح عمومی قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس است. در بازار دارایی‌های مالی قابل‌مبادله، محور تصمیم‌گیری عاملان بازار قیمت سهام است. سرمایه‌گذاران در این بازار به اخبار آخرین وضعیت قیمت‌ها و تحلیل‌های پیش‌بینی نوسانات آتی قیمت چشم دوخته‌اند زیرا تحلیل قیمت‌ها برای همگان با سهولت بیشتری انجام می‌پذیرد ولی عوامل مؤثر دیگری نیز در آن تأثیر دارد مانند عامل حجم معاملات و نرخ بازده سود.

حجم معاملات

حجم معاملات عبارت است از تعداد معاملات خریدوفروش که در یک بازه زمانی، مثلاً یک روزکاری، انجام می‌شود. به دلیل این که حتی الگوهای معتبر و قابل‌اطمینان ممکن است گاهی درست از آب درنیایند، حجم معاملات می‌تواند به عنوان ابزار دیگری برای تشخیص آنچه در بازار اتفاق می‌افتد و به‌ویژه آنچه در الگوها اتفاق می‌افتد، به کار رود. [۱۸] یکی از معیارهای اصلی در سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت، قابلیت نقد شوندگی سرمایه‌گذاری است. سهامی که در بازار خریداران زیادی دارند و پر معامله هستند، از قابلیت نقدینگی بیشتری برخوردارند. بی‌تردید تعداد دفعات معامله‌ی هر سهم و تعداد سهام معامله شده‌ی یک شرکت، می‌تواند نشانی از قابلیت نقدینگی سهام باشد.

تغییر سهام در بورس تهران با دادوستد انجام می‌شود، اگر حجم معاملات به نحو جهت‌داری، قیمت سهام یک شرکت را به سمت افزایش یا کاهش هدایت کند، قیمت سهام شرکت تغییر خواهد کرد.

آنچه برای سازمان بورس اوراق بهادار تهران، کارگزاران و مقام‌های مالیاتی اهمیت دارد، حجم مبادلات است؛ زیرا کارمزد و منافع همه‌ی سازمان‌های مذکور بر اساس تعرفه‌هایی از حجم مبادلات تعیین می‌شود و درواقع تمام آن‌ها بیش از آنچه از افزایش یا کاهش قیمت سهام سود ببرند، از حجم مبادلات سود می‌برند. خریداران و فروشندگان نیز می‌توانند از حجم مبادلات نتایج مؤثری کسب کنند. آنان می‌توانند از طریق حجم مبادلات وضعیت عرضه و تقاضای هر سهم را بررسی کنند و در تصمیمات خود از این ابزار

استفاده کنند. بنابراین، حجم معاملات نیز می‌تواند به عنوان یکی از عوامل مؤثر در پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرد. مک میلان نقش حجم معامله با عنوان پیش‌بینی بازه سهام نشان می‌دهد که حجم معاملات نیز مانند قیمت می‌تواند حاوی اطلاعات خوبی باشد و همچنین آنان چگونگی ارتباط قیمت و حجم را نشان دادند. [۱۸]

نرخ بازده

نرخ بازده (سود) عبارت است از سود یا درآمد دریافت شده از سرمایه‌گذاری که به صورت درصد بیان می‌شود. نرخ بازده یکی از ابزارهای مؤثر در ارزیابی تغییرات قیمت سهام است.

[۲۵]

تعریف استاندارد از نرخ بازده عبارت است از: نسبت درصد تغییرات آخر روز [t+1] به‌روز [t].

$$rate\ return_{\ t+1} = \frac{price_{t+1} - price_t}{price_{\ t}} = \frac{price_{t+1}}{price_{\ t}} - 1$$

در تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی بورس اوراق بهادار تهران، بیشتر رابطه‌ی اطلاعات داخلی شرکت‌ها و وضعیت مالی آن‌ها با قیمت سهام شرکت بررسی‌شده و کمتر به خود بازار شاخص‌های درونی آن به عنوان یک عامل تأثیرگذار بر قیمت سهام شرکت‌ها توجه شده است.

همچنین در غالب تحقیقات، تأثیرات انتشار اطلاعات شرکت‌ها بررسی‌شده، حال‌آنکه در این تحقیق انتشار اطلاعات بازار و استفاده‌ی معامله گران از بازار موضوع تحقیق است. ازاین‌رو، اساسی‌ترین اطلاعات که از سوی سازمان بورس از وضعیت معاملات منتشر می‌شود، مورد نظر قرار گرفته است.

فرآیند ارزیابی مدل‌ها

برای سنجش انطباق یک پیش‌بینی با یک الگوی داده سری زمانی، از معیارهای سنجش خطای پیش‌بینی استفاده خواهد شد، اگر y و$\hat{y}$ نشانگر مقدار واقعی و پیش‌بینی‌شده متغیر در زمان t باشد خطای پیش‌بینی عبارت است از $e=y-\hat{y}$ بنابراین برای یک دوره زمانی و برای n مقدار پیش‌بینی‌شده، معیارهای سنجش پیش‌بینی عبارت‌اند از:

MSE (میانگین مجذور خطای پیش بینی) $$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(e_i)^2}{n}$$

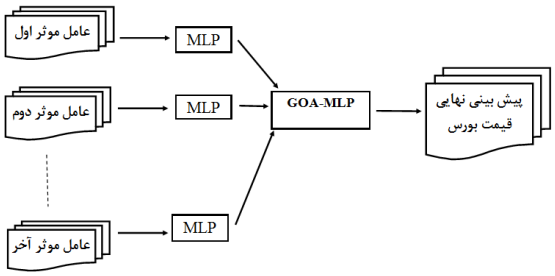
که در آن y مقدار واقعی، مقدار پیش‌بینی‌شده توسط مدل است. درواقع هرچه تخمین یک مدل به واقعیت نزدیک‌تر باشد دارای خطای کمتری در پیش‌بینی است ازاین‌رو از معیار میانگین مجذور خطا (MSE) استفاده می‌گردد که از نظر محققین معیار قابل قبولی می‌باشد.

نتایج بدست آمده در این پژوهش از سه مدل مختلف پیش‌بینی با شبکه عصبی پرسپترون چندلایه است، مدل اول پیش‌بینی مستقیم شاخص قیمت بدون نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار در آن، مدل دوم پیش‌بینی شاخص قیمت به شکل دو سطحی بودن نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار در آن و مدل سوم پیش‌بینی شاخص قیمت به شکل دو سطحی با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار در آن و نتایج بدست آمده با یکدیگر مقایسه شده است.

روش پیشنهادی

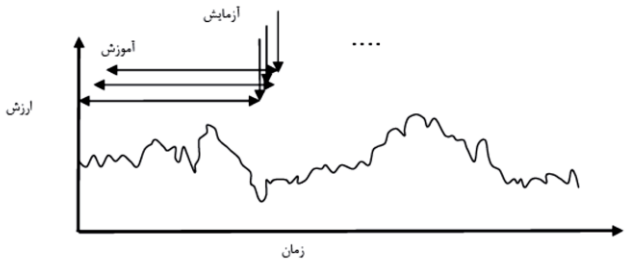
سیستم‌های پیشنهادشده در مقالات، اکثراً از یک شاخص برای پیش‌بینی قیمت سهام بهره می‌برند؛ اما شاخص‌های دیگر هم در پیش‌بینی بهتر شاخص‌های مالی نقش دارند. مدل پیشنهادی شامل یک ساختار دوطبقه که طبقه‌ی اول از شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه به عنوان پیش‌گو تشکیل شده که هرکدام برای پیش‌بینی شاخص خاصی از داده‌های مختلف آموزش می‌بینند. به‌عبارت‌دیگر هر شبکه پیش‌بینی طبقه‌ی پایه، به صورت مستقل از دیگر سیستم‌ها، به پیش‌بینی شاخص معینی می‌پردازد. در طبقه‌ی دوم نیز یک شبکه‌ی عصبی پرسپترون چندلایه ترکیب‌کننده قرار دارد که با استفاده از مکانیزم انتخاب بهترین نمونه‌ها آموزش می‌بیند و درنهایت خروجی نهایی مدل را فراهم می‌سازد.

اهمیت و ویژگی عمده‌ی این مدل، در استفاده از ویژگی و داده‌های مختلف، برای پیش‌بینی نهایی رفتار داده موردنظر است. در این ساختار نقش لایه ترکیب‌کننده، پیش‌بینی نهایی با استفاده از اطلاعات و تغییرات داده‌ها و شاخص‌های دیگر شبکه‌های پیش‌بینی پایه، برای پیش‌بینی دقیق‌تر و کارآیی بیشتر است. مدل به شکل زیر است:



شکل ۱- ساختار کلی روش پیشنهادی

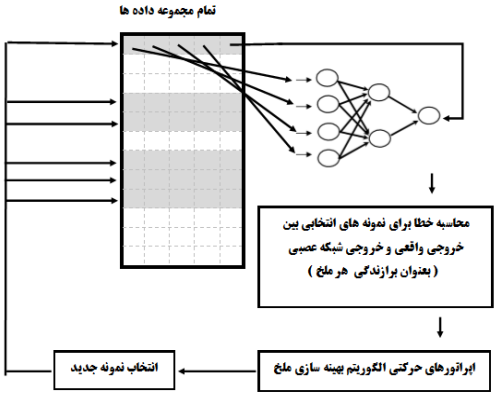
در مدل پیشنهادی در لایه‌ی اول، پنجره‌ای از داده‌ها به عنوان ورودی و داده بعد از پنجره به عنوان خروجی به هر شبکه داده می‌شود و هرکدام از شبکه‌های پایه به‌صورت جداگانه آموزش می‌بینند.



شکل ۲- نمونه از پنجره پنجره کردن داده‌ها برای آموزش شبکه عصبی

به عبارتی در آموزش مرحله اول، ورودی هر شبکه عصبی، داده‌ها و شاخص معینی در پنجره‌ای از زمان t به قبل آن و خروجی آن نیز پیش‌بینی آن شاخص در زمان t+1 است. به‌این‌ترتیب طبقه‌ی اول شامل سیستم‌های شبکه‌های عصبی است که هرکدام به پیش‌بینی شاخص خاصی می‌پردازد.

در لایه دوم، شبکه عصبی با استفاده از بهترین نمونه‌ها که با استفاده از روش بهینه‌سازی ملخ انتخاب می‌شود آموزش می‌بیند و در مرحله استفاده از آن داده‌هایی که در لایه اول پیش‌بینی‌شده‌اند به مرحله دوم جهت پیش‌بینی نهایی شاخص مالی ارسال می‌گردد. در لایه دوم داریم:



شکل ۳- فرآیند انتخاب نمونه در مدل پیشنهادی

شبکه عصبی لایه دوم با بهترین نمونه‌ها آموزش می‌بینند، روش بهینه‌سازی ملخ با استفاده از برازندگی‌ای که از شبکه‌ی عصبی بدست می‌آید به انتخاب نمونه‌ها می‌پردازد و این نمونه‌های انتخاب‌شده برای آموزش به شبکه عصبی منتقل شده و شبکه عصبی خروجی خود را تولید می‌کند و اختلاف خروجی شبکه عصبی و خروجی واقعی، تحت تابع برازندگی، میزان برازندگی نمونه‌های انتخابی را مشخص می‌کند.

سناریو کار مدل پیشنهادی

۱. آماده‌سازی مجموعه داده از نظر ویژگی‌های مختلف (مؤلفه‌های مالی اثرگذار) مؤثر در پیش‌بینی شاخص مالی نهایی و جدا کردن هر ویژگی به‌صورت جداگانه برای طراحی شبکه عصبی مناسب جهت یادگیری الگوی آن

۲. پنجره پنجره کردن هر ویژگی (بجز مؤلفه شاخص مالی نهایی) و انتخاب معماری شبکه عصبی برای یادگیری هر ویژگی

۳. آموزش شبکه عصبی برای هر ویژگی (مؤلفه‌های مالی اثرگذار) به‌صورت جداگانه

۴. بدست آوردن میزان خطای آموزش و تست برای هر شبکه و بررسی آن:

۴-۱. درصورتی‌که خطا نامناسب است رفتن به مرحله ۲ (بازنگری در سایز پنجره و معماری شبکه عصبی از نظر تعداد نرون‌های لایه پنهان)

۴-۲. در صورت مناسب بودن خطا، ذخیره شبکه عصبی مورد نظر به‌عنوان یک شبکه عصبی آموزش‌دیده شده کاندید (سطح اول) برای هر مؤلفه مالی اثرگذار و ذخیره آن شبکه در حافظه

۵. انتخاب بهترین شبکه‌های عصبی آموزش‌دیده شده کاندید (شبکه عصبی با کمترین میزان خطا برای داده‌های آموزش و تست) برای هر مؤلفه مالی اثرگذار و تعیین آن‌ها به‌صورت مجزا به‌عنوان بهترین شبکه‌های عصبی آموزش‌دیده سطح اول

۶. آماده‌سازی مجموعه داده از نظر ویژگی‌ها (مؤلفه‌های مالی اثرگذار) مختلف مؤثر در پیش‌بینی شاخص مالی نهایی به‌صورت جدولی شامل مؤلفه‌های مؤثر و شاخص مالی نهایی

۷. انتخاب یک معماری شبکه عصبی دلخواه

۸. انتخاب چندین ردیف (نمونه‌ها) به‌صورت تصادفی از جدول مرحله ۶

۹. آموزش شبکه عصبی با معماری انتخابی مرحله ۷ برای داده‌های مشخص شده مرحله ۸، به این صورت که مؤلفه‌های تأثیرگذار در ورودی شبکه قرار دارد و خروجی شبکه شاخص مالی نهایی است. (با جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه)

۱۰. برآورد میزان خطا بین خروجی شبکه و خروجی واقعی و همچنین تست شبکه عصبی ساخته شده مرحله ۹ با استفاده از مربع مجذور خطا

۱۱. نسبت دادن خطای بدست آمده در مرحله ۱۰ به نمونه‌های انتخابی مرحله ۸

۱۲. بررسی نمونه‌های انتخابی برای آموزش شبکه عصبی:

۱-۱۲. اگر خطای آموزش و تست شبکه میزان مناسبی را نشان نمی‌دهد رفتن به مرحله ۱۳ (تغییر نمونه‌ها برای آموزش مجدد شبکه)

۲-۱۲. اگر خطای آموزش و تست شبکه میزان مناسبی را نشان می‌دهد، ذخیره شبکه عصبی به‌عنوان یک شبکه عصبی آموزش‌دیده شده کاندید (سطح دوم) برای نمونه‌های انتخابی مرحله ۸ در حافظه و همچنین ذخیره نمونه‌ها در حافظه و رفتن به مرحله ۱۴

۱۳. تغییر نمونه‌های انتخابی با استفاده از اپراتورهای الگوریتم ملخ و رفتن به مرحله ۹

۱۴. تغییر معماری شبکه عصبی ذخیره شده در حافظه برای آموزش نمونه‌های انتخابی در حافظه که در مرحله ۱۲-۲ ذخیره شده است جهت بدست آوردن بهترین معماری شبکه عصبی

۱۵. آموزش شبکه عصبی مرحله ۱۴ با در نظر گرفتن جلوگیری از آموزش بیش از حد آن

۱۶. برآورد میزان خطا بین خروجی شبکه و خروجی واقعی و همچنین تست شبکه ساخته شده مرحله ۱۵ با استفاده از مربع مجذور خطا

۱۷. بدست آوردن میزان خطای آموزش و تست برای شبکه ساخته شده مرحله ۱۵ و بررسی آن:

۱-۱۷. درصورتی‌که خطا نامناسب است رفتن به مرحله ۱۴(بازنگری در معماری شبکه عصبی از نظر تعداد نرون‌های لایه پنهان)

۲-۱۷. در صورت مناسب بودن خطا، ذخیره شبکه عصبی مورد نظر به‌عنوان یک شبکه عصبی آموزش‌دیده شده کاندید (سطح دوم) در حافظه

۱۸. انتخاب بهترین شبکه عصبی آموزش‌دیده شده کاندید (سطح دوم) (شبکه عصبی با کمترین میزان خطا برای داده‌های آموزش و تست) و تعیین آن به‌عنوان بهترین شبکه عصبی آموزش‌دیده سطح دوم شبکه عصبی

۱۹. تولید داده جدید با استفاده از شبکه‌های عصبی مرحله ۵

۲۰. ایجاد جدولی شامل داده‌های جدید تولید شده از مرحله ۱۹

۲۱. استفاده از جدول ایجاد شده مرحله ۲۰ به‌عنوان ورودی شبکه و تولید داده جدید با استفاده از شبکه عصبی مرحله ۱۸

۲۲. اعلام داده جدید تولید شده مرحله ۲۱ به‌عنوان شاخص مالی پیش‌بینی‌شده در زمان آینده

در مرحله ۱۳ روش پیشنهادی، الگوریتم ملخ طبق مراحل زیر اجرا می‌گردد و تابع ارزیابی آن اختلاف مقدار خروجی شبکه و خروجی واقعی به ازاء نمونه‌های تست است:

$$\textbf{MIN Fitness} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_{net} - Y_{act})^2 \qquad (۱-۳)$$

۱. تولید تصادفی جمعیت ملخ‌ها در فضای جستجو (هر ملخ نشان‌دهنده تمام نمونه‌ها به‌صورت صفر و یک است [کد باینری])

۲. تعیین مقدار پارامترهای مسئله از جمله حد پایین (Cmin) و حد بالا (Cmax) ناحیه آسایش و حداکثر تعداد دور تکامل (maximum number of iteration)

۳. محاسبه برازندگی هر ملخ با استفاده تابع بهینه‌سازی

۴. مشخص کردن بهترین ملخ (ملخ با برازندگی بهتر) در متغیر T

۵. تا وقتی‌که به شرط خاتمه نرسیده است (I<maximum number of iteration)

۵-۱. به‌روزرسانی ناحیه آسایش با استفاده از رابطه زیر:

$$C = Cmax - i\frac{Cmax - Cmin}{l}$$

۵-۲. برای هر ملخ انجام شود:

۵-۲-۱.کد باینری هر ملخ به صورت عدد حقیقی تبدیل شود.

۵-۲-۲. نرمال‌سازی فاصله ملخ‌ها در بازه [۱،۴]

۵-۲-۳. به‌روزرسانی مکان هر ملخ با استفاده از رابطه زیر:

$$x_i^d = c\left(\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{N} c\frac{Ub_d - lb_d}{2}s\left(\left|x_j^d - x_i^d\right|\right)\frac{x_j - x_i}{d_{ij}}\right) + \widehat{T_d}$$

۵-۲-۴. درصورتی‌که ملخی از فضای جستجو خارج شده است به فضای جستجو برگردانده شود.

۵-۲-۵. عدد حقیقی هر ملخ به صورت کد باینری تبدیل شود.

۵-۳. بروز رسانی T درصورتی‌که ملخی با برازندگی بهتر پیدا شود.

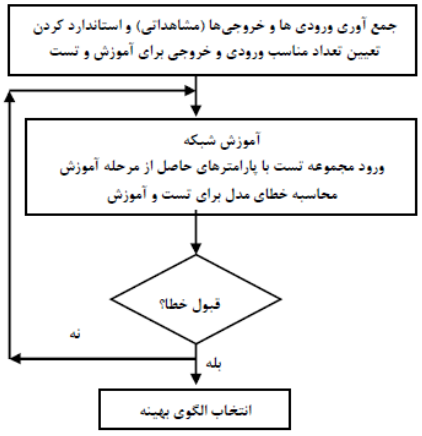
۵-۴. اضافه نمودن شماره تکرار داخلی الگوریتم (I=I+1)

۶. برگرداندن بهترین ملخ به‌عنوان جواب نهایی.

یافته های پژوهش

مدل اول: پیش‌بینی مستقیم شاخص قیمت بورس بدون در نظرگرفتن عوامل تأثیرگذار در آن

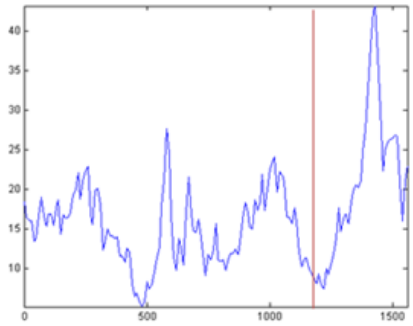
در این قسمت با استفاده از بهترین معماری شبکه عصبی پرسپترون چندلایه به پیش‌بینی شاخص قیمت بورس تهران پرداخته می‌شود. در شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه که به آن‌ها شبکه‌های عصبی با نظارت گفته می‌شود باید ورودی‌های شبکه و خروجی شبکه تعیین گردد و به شبکه داده شود برای پیش‌بینی سری زمانی با این شبکه باید یک سری از دادهای سری زمانی به عنوان ورودی و یک سری داده و یا یک داده به عنوان خروجی به شبکه داده شود برای این منظور پنجره‌هایی از داده‌ها را به عنوان ورودی (این پنجره بنا به طول سری زمانی می‌تواند متفاوت در نظر گرفته شود) و یک داده بعد از پنجره‌ای که برای ورودی در نظر گرفتیم به عنوان خروجی می‌توان در نظر گرفت و این روند را آن‌قدر تکرار کرد تا شبکه با مجموعه داده‌ای آموزش، آموزش ببیند تا بعد بتواند داده‌های مجموعه آزمایش را یک‌به‌یک پیش‌بینی کند. پس از اینکه شبکه آموزش دید و مجموعه آزمایش نیز، آزمایش شد می‌توان با محاسبه خطا و بررسی آن انتخاب الگوی بهینه برای شبکه را در نظر گرفت.



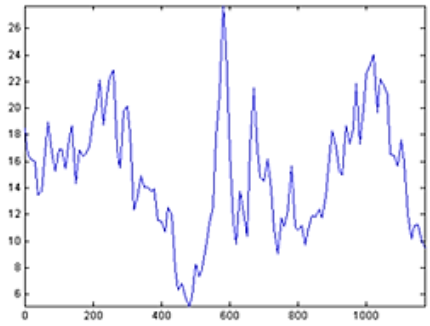
شکل ۴- پیش‌بینی شاخص مالی در مدل اول با استفاده از شبکه عصبی

نتایج بدست آمده از مدل اول

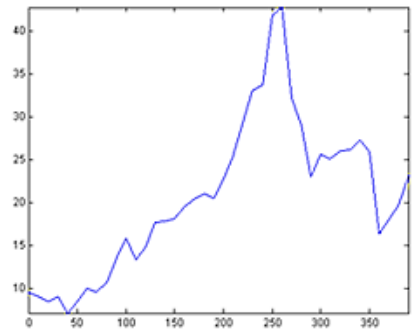
داده‌های شاخص قیمت بورس شرکت بورس اوراق بهادار تهران از تاریخ ۱۳۹۱/۰۱/۰۵ تا سال ۱۳۹۵/۰۳/۳۰ به تعداد ۱۵۶۵ داده برای این منظور در نظر گرفته شده است که از این مقدار تعداد ۱۱۷۳ عدد آن برای آموزش شبکه و تعداد ۳۹۲ عدد آن برای آزمایش شبکه در نظر گرفته شده است. مقدار عددی نمودار عمودی در مقیاس ۱۰۰۰ و نشان‌دهنده عدد شاخص قیمت و نمودار افقی بر اساس روز است.



شکل ۵- نمایش سری زمانی شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران با تعداد ۱۵۶۵ نمونه

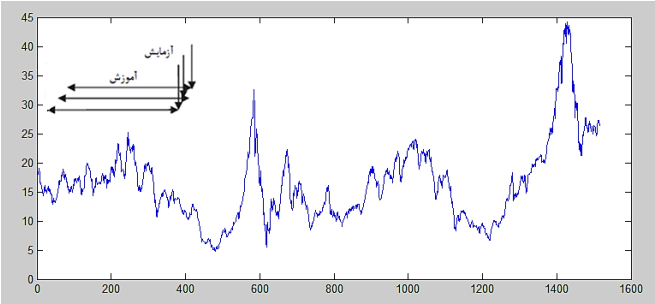


شکل ۶- نمایش سری زمانی جدا شده برای آموزش شبکه عصبی با تعداد ۱۱۷۳ نمونه



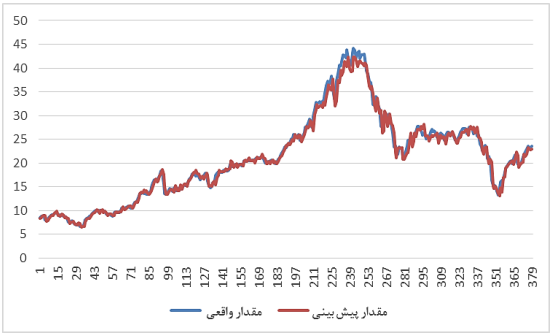
شکل ۷- نمایش سری زمانی جدا شده برای آزمایش شبکه عصبی با تعداد ۳۹۲ نمونه

برای پیش‌بینی این مجموعه با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون، پنجره‌هایی با طول ۵۰ داده را برای ورودی شبکه و داده بعدی را برای خروجی شبکه تنظیم کرده‌ایم که این پنجره برای تمام داده‌های آموزش به اندازه یک داده به جلو حرکت می‌کند تا شبکه عصبی آموزش ببیند و در ادامه داده‌های آزمایش برای پیش‌بینی به همان طریق (پنجره با طول ۵۰ برای ورودی) به شبکه داده می‌شود.

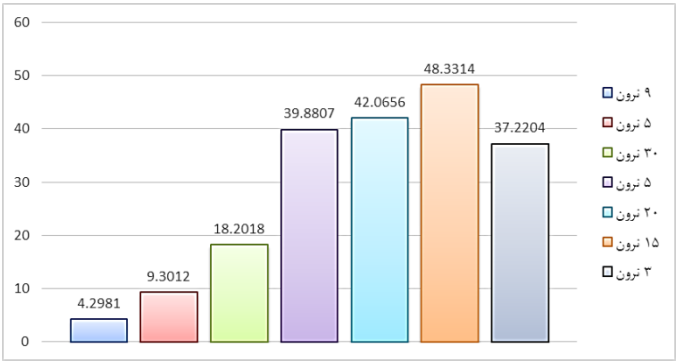


شکل ۸ – نمایش فرآیند پنجره پنجره کردن سری زمانی شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران

انتخاب بهترین معماری شبکه عصبی با روش سعی و خطا و تنظیم نرون‌های لایه پنهان شبکه عصبی انجام می‌شود و برای آموزش شبکه‌ها و جلوگیری از آموزش بیش از اندازه شبکه از آزمایش شبکه در حین آموزش و نظارت بر خطای بدست آمده برای داده آزمایش و داده آموزش استفاده می‌شود. بهترین نتیجه عددی از مقایسه خطاهای بدست آمده از معماری‌های مختلف شبکه‌های عصبی به شرح جدول زیر است:



شکل ۹- مقایسه نموداری سری زمانی پیش‌بینی‌شده با شبکه عصبی و مقدار واقعی آن با تعداد ۹ نرون در یک لایه پنهان



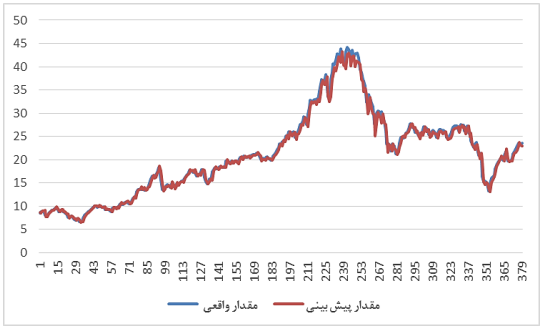
شکل۱۰- مقایسه نتایج پیش‌بینی بدست آمده در مدل اول به ازای تعداد نرون مختلف

جدول۱. نتایج پیش‌بینی بدست آمده در مدل اول برای بهترین مدل

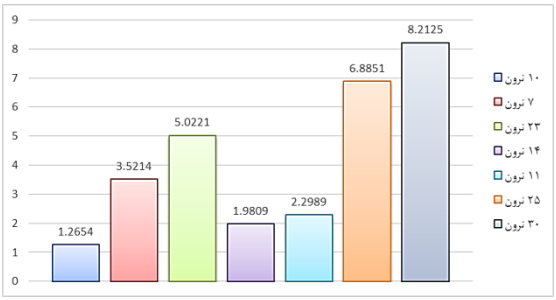
مدل اول	MSE
بهترین معماری شبکه با تعداد ۹ نرون در یک لایه پنهان	۴/۲۹۸۱

مدل دوم: پیش‌بینی شاخص قیمت به شکل دوسطحی با در نظرگرفتن عوامل تأثیرگذار و بدون انتخاب نمونه

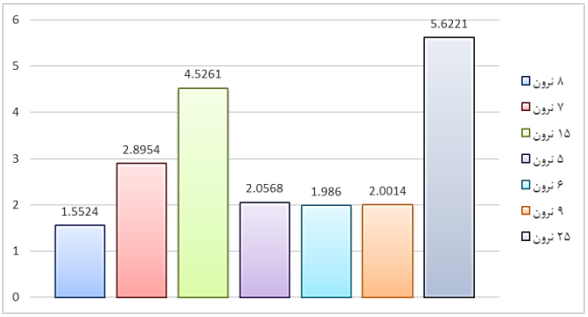
در این مدل پیش‌بینی شاخص قیمت با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار، حجم معاملات و نرخ بازده انجام می‌شود، به‌طوری‌که آموزش شبکه عصبی در سطح اول برای سری زمانی حجم معاملات و نرخ بازده طراحی می‌شود و برای سطح دوم کلیه نمونه‌ها برای آموزش شبکه عصبی جهت پیش‌بینی شاخص قیمت در نظر گرفته می‌شود. انتخاب بهترین معماری شبکه عصبی با روش سعی و خطا و تنظیم نرون‌های لایه پنهان شبکه عصبی انجام می‌شود و برای آموزش شبکه‌ها و جلوگیری از آموزش بیش از اندازه شبکه از آزمایش شبکه در حین آموزش و نظارت بر خطای بدست آمده برای داده آزمایش و داده آموزش استفاده می‌شود. بهترین نتیجه عددی از مقایسه خطاهای بدست آمده از معماری‌های مختلف شبکه‌های عصبی به شرح جدول زیر است:



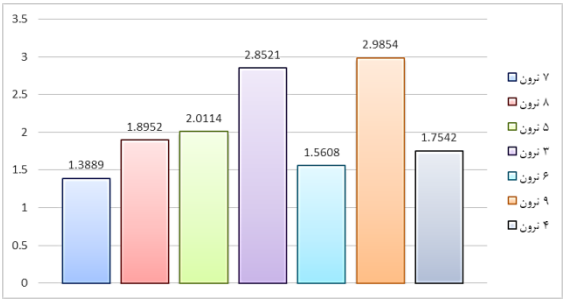
شکل ۱۱- مقایسه نموداری سری زمانی پیش‌بینی‌شده با شبکه عصبی و مقدار واقعی آن



شکل ۱۲- مقایسه نتایج پیش‌بینی بدست آمده عامل حجم معاملات در مدل دوم به ازای تعداد نرون مختلف



شکل ۱۳- مقایسه نتایج پیش‌بینی بدست آمده عامل نرخ بازده در مدل دوم به ازای تعداد نرون مختلف



شکل۱۴- مقایسه نتایج پیش‌بینی بدست آمده عامل شاخص قیمت در مدل دوم به ازای تعداد نرون مختلف

جدول ۲. نتایج پیش‌بینی بدست آمده در مدل دوم

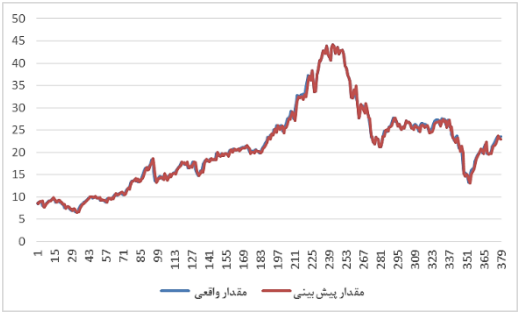
مدل دوم	MSE
بهترین معماری شبکه با تعداد ۱۰ نرون در یک لایه پنهان برای عامل حجم معاملات(سطح اول)	۱/۲۶۵۴
بهترین معماری شبکه با تعداد ۸ نرون در یک لایه پنهان برای عامل نرخ بازده(سطح اول)	۱/۵۵۲۴
بهترین معماری شبکه با تعداد ۷ نرون در یک لایه پنهان برای عامل شاخص قیمت (سطح دوم)	۱/۳۸۸۹

مدل سوم: پیش‌بینی شاخص قیمت به شکل دوسطحی با در نظرگرفتن عوامل تأثیرگذار و با انتخاب نمونه

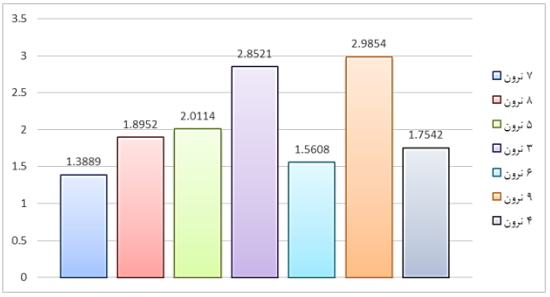
در این مدل پیش‌بینی شاخص قیمت با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار حجم معاملات و نرخ بازده انجام می‌شود، به‌طوری‌که آموزش شبکه عصبی در سطح اول برای سری زمانی حجم معاملات و نرخ بازده طراحی شد و برای سطح دوم نمونه‌های انتخابی با الگوریتم بهینه‌سازی ملخ برای آموزش شبکه عصبی جهت پیش‌بینی شاخص قیمت در نظر گرفته شد.

انتخاب بهترین معماری شبکه عصبی با روش سعی و خطا و تنظیم نرون‌های لایه پنهان شبکه عصبی انجام می‌شود و برای آموزش شبکه‌ها و جلوگیری از آموزش بیش از اندازه شبکه از آزمایش شبکه در حین آموزش و نظارت بر خطای بدست آمده برای داده آزمایش و داده آموزش استفاده می‌شود. بهترین

نتیجه عددی از مقایسه خطاهای بدست آمده از معماری‌های مختلف شبکه‌های عصبی به شرح جدول زیر است:



شکل ۱۵- مقایسه نموداری سری زمانی پیش‌بینی‌شده با شبکه عصبی و مقدار واقعی آن



شکل ۱۶- مقایسه نتایج پیش‌بینی بدست آمده عامل شاخص قیمت در مدل سوم به ازای تعداد نرون مختلف

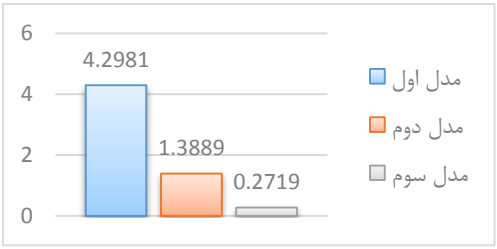
جدول ۳- نتایج پیش‌بینی بدست آمده در مدل سوم

MSE	مدل سوم
۱/۲۶۵۴	بهترین معماری شبکه با تعداد ۱۰ نرون در یک لایه پنهان برای عامل حجم معاملات(سطح اول)
۱/۵۵۲۴	بهترین معماری شبکه با تعداد ۸ نرون در یک لایه پنهان برای عامل نرخ بازده(سطح اول)
۰/۲۷۱۹	بهترین معماری شبکه با تعداد ۷ نرون در یک لایه پنهان برای عامل شاخص قیمت (سطح دوم)

از نتایج بدست آمده از سه مدل شبیه‌سازی‌شده جهت پیش‌بینی شاخص قیمت بورس شرکت بورس اوراق بهادار تهران نشان‌دهنده آن است که استفاده از مدل پیشنهادی (مدل سوم) توانسته با خطای پایین‌تری نسبت به دیگر مدل‌ها این پیش‌بینی را انجام دهد.

جدول ۴- مقایسه نتایج پیش‌بینی بدست آمده در سه مدل به‌کاررفته

مدل ها	MSE
مدل اول	۴/۲۹۸۱
مدل اول	۴/۲۹۸۱
مدل دوم	۱/۳۸۸۹



شکل ۱۷- نمودار مقایسه نتایج پیش‌بینی بدست آمده در سه مدل به‌کاررفته

شکل ۱۷ نشان‌دهنده میزان خطا به ازای سه مدل به‌کاررفته در این پژوهش است. همان طورکه مشاهده می‌شود نتایج در روش پیشنهادی نسبت به دو مدل دیگر دارای بهبود بوده است. در ادامه نتایج بدست آمده از مدل پیشنهادی با نتایج حاصله از کارهای قبلی بررسی‌شده است؛ از جمله این کارها پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با ترکیب روش‌های آنالیز مؤلفه‌های اصلی، رگرسیون بردار پشتیبان و حرکت تجمعی ذرات [۶] است که داده‌های استفاده شده در آن مشابه بازه انتخاب شده برای مدل پیشنهادی (سال ۹۱ الی ۹۵) می‌باشد. در جدول (۵) نتیجه مدل پیشنهادی در مقایسه با مدل پژوهش راعی و همکاران (۱۳۹۵) به‌صورت میانگین در ۱۰ بار پیش‌بینی آمده است.

جدول ۵- مقایسه نتایج پیش‌بینی به‌دست‌آمده از مدل پیشنهادی وکارهای انجام گرفته

روش‌ها	MSE
مدل اول : رگرسیون بردار پشتیبان و حرکت تجمعی ذرات	۰/۷۵۳
مدل دوم: روش آنالیز مولفه‌های اصلی، رگرسیون بردار پشتیبان و حرکت تجمعی ذرات	۰/۴۸۶
مدل سوم (روش پیشنهادی)	۰/۳۳۴

جدول (۵) نشان‌دهنده میزان خطا بدست آمده از پژوهش راعی و همکاران (۱۳۹۵) و روش پیشنهادی است. همان‌طور مشاهده می‌شود نتایج درروش پیشنهادی نسبت روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی، رگرسیون بردار پشتیبان و حرکت تجمعی ذرات دارای بهبود بوده است و این بهبود در حدود ۴۵٪ بوده است.

نتیجه‌گیری و بحث

دستیابی به رشد بلند مدت و مداوم اقتصادی نیازمند تجهیز و تخصیص بهینه ی منابع در سطح اقتصاد ملی است و این مهم بدون کمک بازارهای مالی، به ویژه بازار سرمایه ی گسترده و کارآمد به سهولت امکانپذیر نیست. سرمایه گذاری در سهام عرضه شده در بورس اوراق بهادار، یکی از گزینه های پرسود در بازار سرمایه است. هر چند ارزیابی و پیش بینی سهام و یا هر اوراق بهادار دیگر، روندی تاریخی و تخصص ویژه ای را می طلبد از این رو نظریه های متفاوتی در خصوص ارزیابی و پیش بینی بورس در بازارهای سازمان یافته مطرح شده است. ناشناخته بودن عوامل تاثیر گذار بر تغییرات قیمت سهام همواره دلیلی برای روی آوردن به پیش‌بینی قیمت سهام شرکت ها است .امروزه مدیران مالی ترجیح می دهند مکانیزمی در اختیار داشته باشند که بتواند آن ها را در امور تصمیم گیریشان یاری نماید به همین دلیل توجه به روش های پیش‌بینی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تاثیر بازار اوراق بهادار در توسعه اقتصادی یک کشور غیر قابل انکار است و وظیفه اصلی این بازار، به حرکت انداختن موثر سرمایه ها و تخصیص بهینه منابع می باشد [۱]

مدل های داده کاوی و تکنیک‌های هوش مصنوعی یک حوزه جدید میان رشته ای و در حال رشد است که قادر به پیش بینی می باشد. [۲۶] کاربرد شبکه های عصبی در پیش بینی جهت حرکت شاخص بازار بورس تایوان [۱۶] ، همچنین پیش بینی شاخص با استفاده از شبکه های عصبی [۲۴]، مؤید برتری قدرت پیش بینی کنندگی تکنیک های هوش مصنوعی بر روشهای کلاسیک می باشد.

در این مقاله با توجه به پیچیدگی بازار بورس و حجم بالای اطلاعات مورد پردازش یک سیستم دو سطحی از شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه پیشنهاد شد که در آن برای آموزش بهتر شبکه عصبی و در نتیجه بهبود نتایج بدست آمده آن، از الگوریتم ملخ برای انتخاب بهترین نمونه‌ها برای آموزش شبکه عصبی استفاده شده است. مجموعه داده مورد بررسی در این مقاله شاخص قیمت بورس و حجم معاملات و نرخ بازده شرکت بورس اوراق بهادار تهران است که از تاریخ ۱۳۹۱/۰۱/۰۵ تا ۱۳۹۵/۰۳/۳۰ جمع‌آوری

شد. در مدل پیشنهادی در سطح اول به پیش‌بینی سری زمانی حجم معاملات و نرخ بازده پرداخته شده و در سطح دوم به پیش‌بینی شاخص قیمت بورس با استفاده از بهترین نمونه‌ها پرداخته شد.

برای مقایسه نتایج از شبیه‌سازی سه مدل شامل مدل اول پیش‌بینی مستقیم شاخص قیمت بورس بدون نظرگرفتن عوامل تأثیرگذار در آن و مدل دوم پیش‌بینی شاخص قیمت به شکل دوسطحی با در نظرگرفتن کلیه نمونه‌های عوامل تأثیرگذار در آن و مدل سوم پیش‌بینی شاخص قیمت به شکل دوسطحی با درنظرگرفتن بهترین نمونه‌ها از عوامل تأثیرگذار در آن، استفاده شده است. در مدل اول انتخاب بهترین معماری شبکه عصبی با روش سعی و خطا و تنظیم نرون‌های لایه پنهان شبکه عصبی انجام شد و برای آموزش شبکه‌ها و جلوگیری از آموزش بیش از اندازه شبکه از آزمایش شبکه در حین آموزش و نظارت بر خطای بدست آمده برای داده آزمایش و داده آموزش استفاده شد، در مدل دوم پیش‌بینی شاخص قیمت با درنظرگرفتن عوامل تأثیرگذار حجم معاملات و نرخ بازده انجام شد به‌طوری‌که آموزش شبکه عصبی در سطح اول برای سری زمانی حجم معاملات و نرخ بازده طراحی شد و برای سطح دوم کلیه نمونه‌ها برای آموزش شبکه عصبی جهت پیش‌بینی شاخص قیمت درنظرگرفته شد. در مدل سوم پیش‌بینی شاخص قیمت با در نظرگرفتن عوامل تأثیرگذار حجم معاملات و نرخ بازده انجام شد به‌طوری‌که آموزش شبکه عصبی در سطح اول برای سری زمانی حجم معاملات و نرخ بازده طراحی شد و برای سطح دوم نمونه‌های انتخابی با الگوریتم ملخ برای آموزش شبکه عصبی جهت پیش‌بینی شاخص قیمت درنظرگرفته شد.

جهت بررسی کارکرد الگوریتم ملخ در مدل پیشنهادی، این الگوریتم از نظر بررسی همگرایی، تأثیر پارامترها بر جواب بهینه و بررسی پایداری ارزیابی شد که در قسمت بررسی همگرایی به مسئله پیشرفت مراحل الگوریتم و طی شدن مراحل تکامل همگرایی آن به یک مقدار بهینه پرداخته شد و در قسمت تأثیر پارامترها بر جواب بهینه، تعداد ملخ‌ها به‌عنوان یکی از پارامترهای تأثیرگذار در نتایج الگوریتم، بررسی شد و همچنین در قسمت بررسی پایداری که یکی از مسائل مهم در ارزیابی الگوریتم‌هاست به بررسی نتایج الگوریتم در اجراهای مختلف آن و این موضوع که آیا الگوریتم پیشنهادی وابسته به شرایط خاصی است و نتایج آن به صورت اتفاقی به دست آمده است، پرداخته شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی توانسته با خطای پیش‌بینی پایین‌تری نسبت به دیگر مدل‌ها عمل کند.

نتایج این تحقیق از نظر کارایی الگوریتم در پیش بینی با نتایج تحقیق فرج زاده دهکردی (۱۳۸۴) ، عرب مازار و قاسمی (۱۳۸۸) ، راعی و فلاح پور (۱۳۹۰)، عبدی پور (۲۰۱۳) ، رضایی پندری و همکاران (۱۳۹۰) ، پورزمانی (۱۳۹۴) و کشاورز و پروین نیا (۱۳۹۷) همسو می باشد.

فهرست منابع

۱) اعتمادی حسین، آذر عادل و بقائی وحید. بکارگیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها (شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۹۱.

۲) الهیاری ابراهیم. بررسی شکل ضعیف کارایی بازار سرمایه در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه بورس اوراق بهادار. ۱۳۸۷. شماره ۴.

۳) پورزمانی زهرا. کاربرد الگوریتم ژنتیک خطی و غیرخطی در بهبود قدرت پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها. فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.۱۳۹۴. شماره ۲۲.

٤) پورزمانی زهرا. کی‌پور رضا و نورالدین مصطفی. بررسی توانمندی الگوهای پیش‌بینی‌کننده بحران مالی (الگوهای مورد مطالعه: الگوهای مبتنی بر روش‌های سنتی. الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی). فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی. ۱۳۸۹. شماره ۴.

٥) راعی رضا و فلاح پور سعید. کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی. بررسی حسابداری و حسابرسی. دوره ۱۵. ۱۳۸۷. شماره ۵۳.

٦) راعی رضا، نیک‌عهد قصیرائی علی و حبیبی مصطفی. پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با ترکیب روش‌های آنالیز مؤلفه‌های اصلی، رگرسیون بردار پشتیبان و حرکت تجمعی ذرات. راهبرد مدیریت مالی. ۱۳۹۵. شماره ۱۵.

۷) رجب زاده علی. ارزیابی روش‌های پیش‌بینی ترکیبی کلاسیک در حوزه اقتصاد. تحقیقات اقتصادی. ۱۳۷۶. شماره ۶۳: ۸۷-۱۱۴.

۸) سینایی حسنعلی، مرتضوی سعیدا... و تیموری اصل یاسر. پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. بررسی‌های حسابداری‌وحسابرسی.۱۳۸۴. شماره ۴۱: ۵۹-۸۳.

۹) عادل آذر، افسر امیر و احمدی پرویز. مقایسه روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی. فصلنامه مدرس علوم انسانی. ۱۳۸۵. شماره ۴.

۱۰) عباسپور محمدرضا. پیش‌بینی قیمت سهام شرکت ایران‌خودرو با شبکه عصبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۸۱.

۱۱) فدائی نژاد محمداسماعیل. بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران. رساله دکترا. دانشکده مدیریت. دانشگاه تهران. ۱۳۷۴.

۱۲) کوره‌پزان امین. اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر. ۱۳۸۴.

۱۳) منجمی سیدامیرحسین، ابزری مهدی و رعیتی شوازی علیرضا. پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه‌ی عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک و مقایسه‌ی آن با شبکه‌ی عصبی مصنوعی. فصلنامه اقتصاد مقداری. ۱۳۸۸. دوره ۶. شماره ۳.

۱٤) منهاج محمدباقر. مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. ۱۳۷۹.

۱۵) نصراللهی زهرا. تجزیه و تحلیل عملکرد بورس اوراق بهادار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۷۱.

16) Chan, M-C. Wong, C-C. (2000). "Financial time series forecasting by Neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm and Multiple Linear Regression", Weight Initialization, Department of computing, the Hong Kong Ploy Technque eniversity,Kowloon, Hong Kong.

17) Cheng, C.H.; Chen, T.L. & Haung, C.C. (2009). "Fuzzy dual-factor time series for stock index forecasting", Expert Systems with Applications, 36, 65-171.

18) Grinblatta, M & Moskowitz, T.J. (2004). "Predicting stock price movements from past returns: the role of consistency and tax-loss selling", Journal of Financial Economics, 71, 541-579.

19) http://new.tse.ir/

20) Huang, W.; Nakamori, Y. & Wang, S.Y. (2005), "Forecasting stock marketmovement direction with support vector machines", Computer & Operation Research, 32, 2513-2522.

21) Kara, Y.; Boyacioglu, M.A.; Baykan, O.K. (2011). "Predicting direction of stock price index movement using artificial neuralnetworks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange", Expert Systems with Applications, 38, 5311–5319.

22) Kelly, Logan. (2007). "Measuring the Economic Stock of Money", MPRA Paper. Bryant University.

23) Lee, M.C. (2009). "Using support vector machine with a hybrid feature selection method to thestock trend prediction", Expert Systems with Applications, 36, 10896-10904.

24) Lendasse, A. et al. (2000). "Non-Linear financial time series forecasting application to Bell 20 stock market Index European Journal of Economic and social system, 14, 81-91.

25) McMillan, D.G. (2007). "Non-linear forecasting of stock returns: Does volume help?", International Journal of Forecasting, 23, 115-126.
26) Tsai, C.F., (2009). "Feature Selection in Bankruptcy Prediction", Knowledge-Based Systems, 22, 120–127.
27) Tsang, P. M.; Kwok, P.; Choy, S.O.; Kwan, R.; Ng, S.C.; Mak, J.; Tsang, J.; Koong, K. & Wong, T.L. (2007). "Design and implementation of NN5 forHong Kong stock price forecasting", Engineering Applications ofArtificial Intelligence 20:453-461.
28) Wang, J. H. (1996). "stock market trendprediction using ARIMA-based neural network", proceeding of the IEEE internasional conference neural networks II, 36, 25-35.
29) White, H. (1998). "Economic predictin using neural network: The case of IBM daily stock returns", proceeding of the IEEE internasional conference neural networks II, 451-458.
30) Yim, J. (2002). "A comparison of neural networks with time seriesmodels for forecasting returns on a stock market index", Developments in Applied Artificial Intelligence, 25-35.
31) Zhang, Z.Y., et al. (2006). "Stock time series forecasting using support vector machines employeing analyst recommendations", Advances in Neural Networks, 452-457.

یادداشت ها:

1 Support Vector Machine