فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج - سال ششم / شماره ۱۵ / بهار ۱۳۹۰

پیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل ترکیبی شبکه های عصبی

حجت میرزازاده

کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران(نویسنده مسئول)، hojat.mirzazadeh@yahoo.com

محمد توکلی محمدی

عضو هیأت علمی دانشکده نفت، تهران

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۱۴ ❋ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

چکیده

پیش بینی عبارت است از فرایند ایجاد تصویر از وضعیت آینده با استفاده از داده های موجود. پیش بینی سری های زمانی به خصوص در مدیریت مالی بیش از یک دهه است که مورد توجه مـی باشـد. شـبکه عصـبی مصـنوعی یـک روش منعطـف یادگیری برای پیش بینی سری های زمانی می باشد. پیش بینی قیمت سهام به کمک کشف الگوهای رفتاری مولـد قیمـت سهام امکان پذیر می باشد. در این تحقیق ، یک مدل ابتکاری بر مبنای شبکه های عصبی مصنوعی، برای پیش بینی رفتار قیمت سهام توسعه داده شده است. این مدل ترکیبی ، بصورت ساختار دو طبقه می باشد: شبکه های عصـبی طبقـه اول یـا پیش بینی کننده های مستقل پایه، مسئول پیش بینی روزانه قیمت سهام ، حجم معاملات و تغییرات قیمت می باشند. در طبقه دوم شبکه دیگر به عنوان ترکیب کننده ، پیش بینی نهایی را با استفاده از خروجی های پـیش بینـی کننـده هـای طبقه اول انجام می دهد. بدین منظور از سه نوع داده بازار بورس تهران که بصورت روزانه گزارش می شود ، اسـتفاده شـده است. یکی از اهداف تحقیق ، استفاده از داده های مختلف بازار بورس برای بدست آوردن نتایج بهتر در پیش بینی می باشد. نتایج تجربی تحقیق نشان می دهد که مدل پیشنهادی دارای دقت بالا بوده و مناسب برای پیش بینـی قیمـت سـهام مـی باشد.

واژه‌های کلیدی:

شبکه های عصبی ترکیبی، پیش بینی قیمت سهام، حجم معاملات، تغییرات قیمت.

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه :

برخی از فلاسفه معتقدند آینده را نمی توان پیش بینی نمود، بلکه باید آن را ساخت. از این رو موفقیت در امر پیش بینی نیازمند مداخله در شکل گیری واقعیت ها به نحو مطلوب است. (Tae hyup,2007) پیش بینی از آنجا که افق آینده را ترسیم می کند، چهارچوبی برای تصمیم گیری در میان ناشناخته ها پدید می آورد. بازار سرمایه نیز یک بازار ناشناخته است.

در مطالعه بازار و به طور کلی بازار های مالی دستیابی به سخت افزار و نرم افزارهای پیشرفته روند فزاینده ای داشته است. همچنین فرایند انتخاب یک سهم برای خرید و یا فروش آن یک فعالیت پیچیده و زمان بر است. متخصصین سرمایه گذاری برای سالیان متمادی بازار را مطالعه نموده و الگوهایی را آموخته و پیش بینی را بر اساس آنها انجام می دهند و در واقع آنها ترکیبی از تشخیص الگو و تجربه (مشاهده روابط علت- معلول) را به کار می گیرند. با این وجود یک قانون کلی وجود ندارد که چه نوع اطلاعاتی مهم هستند. (Debont,2004) یک ابزار کامپیوتری ایده ال که علاوه بر بهره برداری از آمار به جنبه های ذهنی نیز توجه می نماید شبکه عصبی می باشد. شبکه های عصبی ممکن است بهترین روش کامپیوتری برای پیش بینی بازار سهام عصبی باشند، زیرا بر اساس تجربیات می آموزند و به آنها مثال های فراوانی از گذشته داده می شود تا الگوها و روندها را بدون فرمول ها ، قوانین یا برنامه ریزی پیچیده بیابند. این روش از ساختار و عملکرد مغز تقلید نموده و بسیاری از توانایی های فوق العاده مغز نظیر تشخیص الگو ، برقراری رابطه و توانایی تعمیم پذیر بر اساس مشاهدات را شبیه سازی می نماید.

با عنایت به این امر علاقه فزاینده ای در توسعه تئوریک سیستمهای دینامیکی هوشمند مدل آزاد که مبتنی بر داده های تجربی هستند، ایجاد شده است. شبکه های عصبی مصنوعی جزء این دسته از سیستم های دینامیکی قرار دارند که با پردازش روی داده‌های تجربی ، دانش یا قانون نهفته در ورای داده ها را به ساختار شبکه منتقل می کنند.

- **مدلهای هیبریدی[1]:**

این مدل ها اغلب بصورت مرکب از الگوریتم های مختلف دیگر مانند الگوریتم ژنتیک[2] ، فازی ، مدل پنهانی مارکوف[3] (hassaan & nath.2005) و یا شبکه عصبی در داخل یک سیستم می باشد(Rafiul,2007).

- **مدلهای ترکیبی[4]:**

از آغاز دهه ۷۰ میلادی رویکرد جدیدی در پیش بینی ارائه شده که در آن ترکیب روش های پیش بینی مورد توجه قرار گرفته است. یعنی به جای استفاده منحصر از یک روش پیش بینی مجموعه ای از روش های پیش بینی به کار برده شد. تلاش های زیادی برای بدست آوردن یک روش مطلوب برای ترکیب روش های پیش بینی انجام شد و محققان زیادی پیش بینی ترکیبی را به عنوان وسیله ای برای کاهش خطاهای پیش بینی به کار بردند. بیتز و گرانگر (۱۹۹۶) اولین کسانی بودند که در توسعه اساس روش های پیش بینی ترکیبی کار کردند.

ماکرادیکس و وینکلر (۱۹۸۳) در این باره یک بررسی گسترده انجام داده ، دریافتند که یک میانگین از شش روش پیش بینی ، خطای پیش بینی را از هر یک از روش های به کار رفته در ترکیب کمتر می کند و پیش بینی ترکیبی نتایجی دقیقتر از هریک از روش های پیش بینی فردی ارائه می دهد.

این مدل ها اکثرا بصورت پیمانه ای بوده و از سیستم های تابعی تشکیل شده اند که هر یک بصورت مستقل از هم عمل می کنند و کل سیستم عمل پیش بینی را انجام می دهد(hassaan & nath.2005).

در سالهای اخیر، محققان با ارائه مدلهای مختلف با ساختارهای پیچیده و به خدمت گرفتن الگوریتم های گوناگون در یک سیستم ، سعی در پیش بینی دقیق قیمت سهام داشته اند. در اکثر این مدلهای پیش بینی کننده سیستم فقط با استفاده از

[1]- Hybrid or Fusion
[2] -Genetic Algorithm
[3] - Hidden Markov Model
[4]- Combination

Archive of SID

www.SID.ir

اطلاعات یک شاخص (اکثرا قیمت سهام) به پیش بینی قیمت سهام پرداخته و یا از چند شاخص به عنوان ورودی یک شبکه چند ورودی بهره می برد.

محمد رضا اصغری اسکوئی(۱۳۸۱) ، مقاله ای با عنوان کاربرد شبکه های عصبی در پیش بینی سری های زمانی انجام داده است. نتیجه تحقیق به این صورت بود که انتخاب یک شبکه عصبی با الگوریتم آموزشی و ساختار مناسب می تواند ابزار بسیار توانمندی برای پیش بینی یک سری زمانی فراهم کند.

حمید خالوزاده و علی خاک صدیق (۱۳۸۴)، مقاله ای با عنوان مدلسازی و پیش بینی قیمت سهام با استفاده از معادلات دیفرانسیل تصادفی را به چاپ رسانیده اند. نتایج نشان داد که کارایی مدل های خطی برای فرایند پیش بینی دراز مدت کارایی ندارند. در مقابل پیش بینی بر اساس مدل های تصادفی بواسطه استفاده از واریانس و میانگین سری زمانی در فرایند پیش بینی عملکرد بهتری داشته و بر خلاف مدل خطی در پیش بینی دراز مدت به نقاط ثابت و یا خطوطی با شیب ثابت همگرا نمی شوند.

عادل آذر و امیر افسر (۱۳۸۵)، مقاله ای با عنوان مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با رویکرد شبکه های عصبی فازی را به چاپ رسانده اند. در این تحقیق مدل شبکه های عصبی پیش بینی قیمت سهام طراحی شده و از لحاظ شش معیار ارزیابی با روش ARIMA مقایسه شده است ، نتایج تحقیق بیانگر این حقیقت است که شبکه های عصبی فازی در تمامی شش معیار ارزیابی عملکرد بر روش ARIMA برتری داشته است و دارای ویژگی های منحصر بفرد همگرایی سریع ، دقت بالا و توانایی تقریب تابع قوی هستند و برای پیش بینی شاخص قیمت سهام مناسب می باشد.

آرمانو و همکاران (۲۰۰۵) مقاله ای با عنوان معماری مدل هیبریدی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک برای پیش بینی شاخص سهام ارائه نمودند. در این مقاله از الگویتم ژنتیک جهت کنترل عملکرد شبکه عصبی استفاده شد.

رافائل حسن و همکاران (۲۰۰۷) ، مقاله با عنوان پیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل ترکیبی رنجیره ماکوف ، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک در دانشگاه ملبورن به چاپ رسانیدند. در این تحقیق داده های ورودی با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی به داده های ورودی زنجیره مارکوف تبدیل شده و با استفاده از الگوریتم ژنتیک پارامترهای ابتدایی زنجیره مارکوف بهینه می شوند و در نهایت با مقایسه داده های واقعی و پیش بینی شده به ثورت میانگین متحرک عمل پیش بینی انجام می شود.

فیلیپ سانگ و همکارن (۲۰۰۷) تحقیقی با عنوان پیش بینی قیمت سهام بازار هنگ کنگ با استفاده از الگوریتم NN5 انجام دادند. در این تحقیق در الگوریتم شبکه عصبی سیستم هشدار خرید و فروش سهام نیز در نظر گرفته شد.

۲- مواد و روش ها

هدف اصلی این تحقیق بررسی و پیش بینی قیمت سهام می باشد. بدین منظور از یک مدل ترکیبی شبکه های عصبی برای پیش بینی قیمت سهام استفاده شد. همچنین برای ارزیابی کارایی و سنجش دقت مدل ترکیبی ،نتایج کار این مدل با نتایج مدل شبکه عصبی ساده مقایسه خواهد گردید.به هیمن منظور این بخش به دو زیر بخش تقسیم می شود: ابتدا به بررسی و مرور الگوریتم شبکه های عصبی مصنوعی و کاربرد آن در پیش بینی سری های زمانی و قیمت سهام و سپس به معرفی و بیان جزئیات بیشتر در مورد مدل ترکیبی پیشنهادی می پردازیم.

- شبکه های عصبی و پیش بینی سری های زمانی

در طی دهه اخیر شاهد حضور موفق شبکه های عصبی مصنوعی در مباحث مدیریت و مالی بوده ایم و مقالات بسیاری در این زمینه ارائه شده و ایده آموزش برای حل مسائل شناسایی الگوهای پیچیده با استفاده از دیدگاه عامل های داده هوشمند برای محققان دانشگاهی بسیار چالش برانگیز شده است. شبکه های عصبی ابزار ارزشمند برای دامنه گسترده ای از حوزه های مدیریت است که به عنوان یک جزء حیاتی اغلب سیستم های داده کاوی ، باعث تغییر روش نگاه سازمان به ارتباط بین داده ها و استراتژی شرکت می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

- **مدل پیشنهادی با ترکیب شبکه های عصبی**

یک مدل با استفاده از اطلاعات ورودی و خروجی سیستم و تحلیل این اطلاعات توسط روش های ریاضی ساخته می شود. بعد از طراحی مدل برای ارزیابی کارایی مدل ، باید قدرت پیش بینی مدل را بررسی کرد. برای این منظور معمولاً داده ها را به دو مجموعه جدا تقسیم می کنیم. بخش اول به مجموعه آموزش یا تخمین و مجموعه دوم به مجموعه آزمون موسوم است. ابتدا ضرایب مدل با استفاده از داده های مجموعه اول تخمین زده می شود و سپس با استفاده از داده های مجموعه دوم قدرت پیش بینی مدل و یا به عبارت دیگر توان تعمیم مدل به خارج از مجموعه داده های مورد استفاده در تخمین ارزیابی می شود.

روزانه سوالات بسیاری از رفتارهای آتی پدیده های پیرامون ما مطرح می شود، که پاسخ به آنها بستگی به دانایی و آگاهی کافی از سازوکار رویداد آن پدیده ها دارد. پیش بینی وضع هوا، پیش بینی قیمت جهانی نفت و پیش بینی نرخ سهام از جمله سوالات مورد علاقه ما هستند. چنانکه هر یک از این رخدادها به صورت یک دنباله در قالب اعداد و کمیت، مورد بررسی قرار گیرد، می توان راهکاری برای پیش بینی مقادیر آتی آن ارائه کرد. این دنباله ها صرف نظر از اینکه مربوط به چه پدیده و برخاسته از چه سازو کار و متاثر از چه عواملی باشند، به نام "سری زمانی" تحلیل و آنالیز می شوند. در یک سری زمانی متشکل از n نمونه $P[1], P[2], P[3], ..., P[t]$ مقادیر آتی، تابعی از مقادیر قبلی خود هستند:

$$P[t] = f\ (P[t-1], P[t-2], ..., P[t-p])$$

که f را تابع نگاشت[1] می نامیم که از دو نوع متغیر تشکیل شده است: متغیر زمان (t) و بردار پارامترها ((params(t)). اولین پارامتر، t، یک متغیر اسکالر است. از آنجایی که سیستمی که یک سری زمانی را تولید می کند، دائما مورد ارزیابی قرار می گیرد، بنابراین تابع نگاشت سیستم نیز باید با زمان مورد ارزیابی قرار بگیرد تا بتواند به خوبی سیستم را مدل کند. بنابراین، این پارامتر نشان دهنده "تاریخ ساخت تابع نگاشت" می باشد که به ما کمک می کند تا بدانیم که: چرا یک مدل "تاریخ گذشته" ضعیف عمل می کند. به عنوان مثال، اگر ما از مدلی برای داده های امروز استفاده کنیم که مدتها قبل آموزش دیده است (پارامترهای آن با داده های ده سال پیش تنظیم شده است)، به احتمال زیاد سیستم پیش گویی دارای خطای بسیار زیادی خواهد بود. بنابراین، به روز بودن داده های استفاده شده برای تنظیم پارامتر های مدل، یکی از نیازهای اساسی است.

دومین پارامتر، params(t)، یک بردار می باشد که یک مجموعه کلی از تمام پارامترهاست که یک شبکه عصبی مصنوعی می تواند داشته باشد.

بنابراین، در روز t، برای پیش بینی قیمت در روز t+1 می توان نوشت:

$$MapFunc_{[t, params]} : \{P[t-(winSize-1)], ..., P[t]\} \rightarrow \{P[t+1]\}$$

که $winSize$ در آن طول پنجره می باشد. به همین ترتیب یرای پیش بینی کننده با الگوریتم شبکه عصبی داریم:

$$ANN_{[t, params(t)]} : \{P[t-(winSize-1)], ..., P[t]\} \rightarrow \{P[t+1]\}$$

که در آن

$$params = [topo\log y, size\ LEARN, size\ ESTOP, LearningRate, momentum, etc.]$$

$$topo\log y = [winSize, nHiddenUnitsLayer1, nHiddenUnitsLayer2, ..., nOutputUnits.]$$

می باشند.

بعد از آموزش یک مدل، و در فاز آزمایش، برای پیش بینی قیمت در روز t+1 می توان نوشت:

$$P_{pred, t+1} = ANN_{[t, params(t)]}(\{P[t-(winSize-1)], ..., P[t]\})$$

سیستم های پیشنهاد شده در مقالات قبلی، اکثرا از یک شاخص برای پیش بینی قیمت سهام بهره می بردند، اما همان طور که در بخش دوم بررسی کردیم، متغیرهای دیگر هم می توانند در پیش بینی بهتر قیمت سهام نقش داشته باشند. به همین دلیل ما در این مقاله، سعی در به خدمت گرفتن این شاخص ها و داده های مهم، در طراحی سیستم پیشنهادی داریم.

[1]- Mapping Function

Archive of SID

www.SID.ir

روش پیشنهادی برای پیش بینی قیمت سهام، شامل یک ساختار دو طبقه از ترکیب شبکه های عصبی می باشد. طبقه اول یا پایه از مجموع چند " شبکه عصبی پرسپترون چند لایه به عنوان پیشگو " تشکیل شده است که هر کدام برای پیش بینی شاخص خاصی از داده های مختلف یک سهم آموزش دیده اند. به عبارت دیگر هر شبکه پیش بینی طبقه پایه، بصورت مستقل از دیگر سیستم ها ، به پیش بینی شاخص معینی می پردازد. در طبقه دوم نیز یک شبکه عصبی پرسپترون چند لایه دیگر به عنوان ترکیب کننده بکار می رود که با استفاده از اطلاعاتی که شبکه های پیش بینی طبقه اول در اختیار آن قرار می دهند، پیش بینی نهایی را انجام داده و جواب نهایی را تولید می کند. اهمیت و ویژگی عمده روش پیشنهادی، در استفاده از ویژگی و داده های مختلف یک سهم، برای پیش بینی نهایی رفتار داده مورد نظر (قیمت سهام) می باشد. در این ساختار نقش ترکیب کننده، تشخیص خطاهای شبکه های پیش بینی کننده قیمت در طبقه پایه و نیز استفاده از اطلاعات و تغییرات داده ها و شاخص های دیگر شبکه های پیش بینی پایه، برای پیش بینی دقیق تر و کارایی بیشتر است.

اگر R, V و P به ترتیب سری های زمانی حجم معاملات، تغییرات قیمت و قیمت سهام یک داده باشند،

$$V[1], V[2], V[3], \ldots, V[t]$$

$$R[1], R[2], R[3], \ldots, R[t]$$

$$P[1], P[2], P[3], \ldots, P[t]$$

برای پیشگو های پایه در طبقه اول داریم:

$$\overline{V}[t+1] = f_1(V[t-1], V[t-2], \ldots, V[t-p])$$

$$\overline{R}[t+1] = f_2(R[t-1], R[t-2], \ldots, R[t-p])$$

$$\overline{P}[t+1] = f_3(P[t-1], P[t-2], \ldots, P[t-p])$$

که در آن توابع f_1, f_2, f_3 به ترتیب، توابع شبکه های عصبی پیش بینی حجم معاملات، تغییرات قیمت و قیمت سهام می باشند.

در طبقه بعدی نیز ، از شبکه دیگری برای ترکیب نتایج این سه طبقه بندی استفاده می کنیم که تابع این شبکه داریم:

$$P[t+1] = f_{Com}(\overline{P}[t+1], \overline{R}[t+1], \overline{V}[t+1])$$

آموزش این ساختار نیز شامل دو مرحله است: آموزش شبکه های عصبی پایه و آموزش شبکه ترکیب کننده. در مرحله اول ، ورودی هر خبره، داده ها و شاخص معینی در زمان t و خروجی آن نیز پیش بینی آن شاخص در زمان t+1 می باشد. به این ترتیب طبقه اول شامل سیستم های خبره ای است که هر کدام به پیش بینی شاخص خاصی می پردازد. خبره ترکیب کننده نیز داده ها و شاخص های پیش بینی شده در طبقه اول را به عنوان ورودی دریافت می کند و پیش بینی نهایی را برای داده مورد نظر انجام می دهد.

توجه داشته باشید که ورودی و خروجی خبره ترکیب کننده، هر دو در زمان t+1 می باشند و این خبره هیچ گونه پیش بینی انجام نمی دهد بلکه فقط به تصحیح خطای داده پیش بینی شده مورد نظر توسط سیستم خبره طبقه اول، با استفاده از شاخص‌های پیش بینی شده دیگر می پردازد. خلاصه الگوریتم اجرای مدل پیشنهادی به شرح زیر است:

Archive of SID

www.SID.ir

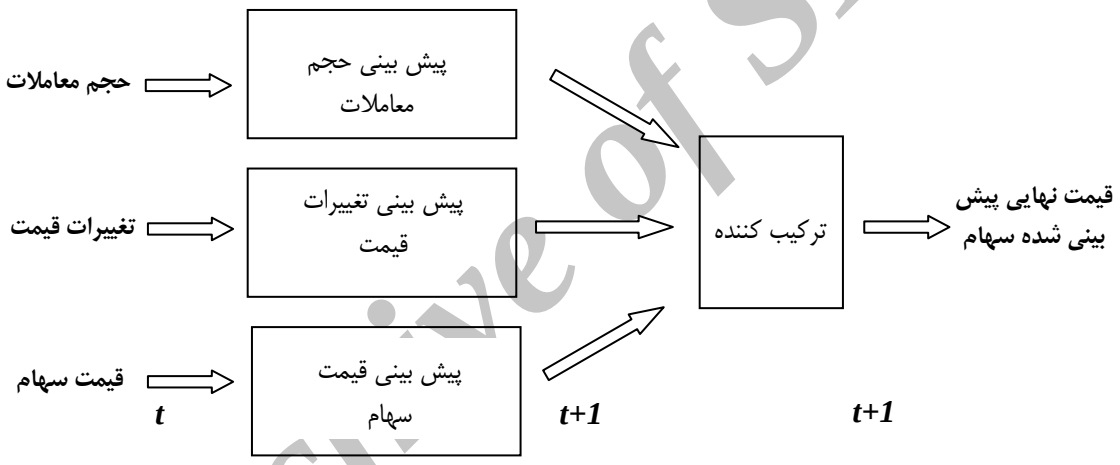
الگوریتم مدل ترکیبی پیشنهادی

فاز آموزش:

- آموزش خبره های پایه با نمونه های آموزشی که شامل داده های مختلف (مانند حجم معاملات، تغییرات قیمت و نرخ قیمت سهام) هستند به صورت مستقل از همدیگر.
- ارائه داده های مختلف واقعی زمان t به عنوان داده های ورودی و داده های واقعی قیمت[1] در همان زمان (زمان t) به عنوان داده های خروجی به شبکه ترکیب کننده و آموزش آن.

فاز آزمایش(تست):

- برای هر نمونه آزمایشی، ارائه پنجره داده ها به خبره های پایه مربوطه، برای پیش بینی اولیه.
- ارائه نتایج پیش بینی های اولیه پیشگو های پایه، به عنوان ورودی به شبکه ترکیب کننده و انجام پیش بینی نهایی



شکل(۱): مدل پیشنهادی ترکیب سیستم های خبره برای پیش بینی قیمت سهام:

در طبقه اول هر شبکه عصبی به عنوان یک سیستم خبره پایه، به پیش بینی شاخص خاصی از داده های سهام بورس می پردازد. در طبقه دوم نیز، از یک شبکه عصبی دیگر به عنوان سیستم خبره برای ترکیب نتایج بدست آمده از پردازش طبقه اول و انجام پیش بینی نهایی قیمت سهام استفاده شده است.

برای آموزش مدل پیشنهادی از داده های خام استفاده گردید. همچنین برای مدل سازی پیش بینی با استفاده از شبکه های عصبی از نرم افزار مناسب و قابل اطمینان استفاده شد. پس از آن با توجه به تنوع مدل های در دسترس و تجربی بودن طراحی مدل و معماری شبکه ، انواع مدل های شبکه عصبی با توجه به معیارهای خطا مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت مدل ترکیبی پیشنهادی انتخاب گردید.

معماری شبکه :

شبکه های عصبی پیش خور تابع سه جزء عمده می باشند:

۱. تعداد لایه ها و تعداد نرون ها در هر لایه
۲. تابع انتقال یا تابع محرکه مورد استفاده
۳. وزن های شبکه عصبی مصنوعی

Archive of SID

www.SID.ir

در پیش بینی سری زمانی تعداد ورودی برابر است با تعداد مشاهدات تاخیری که برای کشف کردن الگوی اساسی در سری زمانی استفاده می شود . ایده ال آن است که تعداد کمی از گره های ورودی بتواند خصوصیات منحصر بفرد موجود در داده ها را به شبکه معرفی نمایند. انتخاب تعداد ورودی ها از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا هر الگوی ورودی اطلاعات مهمی در مورد ساختار خودهمبسته پیچیده داده ها را شامل می شود. اکثر محققان برای بدست آوردن تعداد نرون های ورودی از روش سعی و خطا استفاده نموده اند. در این تحقیق تعداد نرون های ورودی در لایه اول ۱۲ نرون در نظر گرفته شده است. همچنین تعداد یک نرون برای لایه خروجی با توجه به افق های پیش بینی در نظر گرفته شده است.

مدل های مختلفی در تعیین توپولوژی مناسب شبکه های عصبی مورد آزمون قرار گرفته و با تغییر تعداد لایه ها و تعداد نرون‌های لایه پنهان ، مدل اصلی پیش بینی انتخاب گردید. همانطور که اشاره شد ، تعداد لایه های مطلوب در این تحقیق، ۳ لایه (یک لایه ورودی، یک لایه پنهانی و یک لایه خروجی) با تعداد نرون های (۱،۳۲،۱۲) می باشد.

برای بررسی و ارزیابی کارایی مدل پیشنهاد شده ترکیبی بر مبنای شبکه عصبی، به پیش بینی قیمت سهام بازار بورس پرداختیم. قیمت سهام ، حجم معاملات و تغییرات قیمت، داده های مستمری هستند که می توان از بازار بورس بدست آورد. به همین منظور، این سه نوع داده برای کاربرد در سیستم های خبره انتخاب و از بازار بورس اوراق بهادار تهران جمع آوری گردید. در همین راستا از داده های شرکت سیمان شرق، ایران خودرو، گروه بهمن و شرکت توسعه صنایع بهشهر برای پیش بینی استفاده شده است.

۳- نتایج و بحث

با توجه به خصوصیت شبکه های عصبی مبنی بر نیاز به مشاهدات بسیار زیاد جهت شناسایی الگو و یادگیری آنها کلیه اطلاعات مربوط به قیمت روزانه سهام شرکت ها در بورس اوراق بهادار از سال ۱۳۷۴ تا فروردین سال ۱۳۸۶ مورد استفاده قرار گرفت.

برای انجام پیش بینی، ابتدا پیش بینی قیمت روز بعد انجام می شود. به این صورت که پیش بینی روز $t+1$ بر اساس اطلاعات واقعی در زمان های$t, t-1,t-2$ صورت می گیرد. پس از آن افق پیش بینی را به اندازه ۷ روز (یک هفته) و پانزده روزه افزایش می دهیم. در نهایت افق پیش بینی ۳۰ روز (یک ماهه) در نظر گرفته می شود.به منظور پیش بینی با افق بیشتر از یک مرحله یعنی$(t+k)$ لازم است در مدل های مربوطه تنها از اطلاعات برآوردی خروجی استفاده شود.در نهایت بعد از انجام این مرحله، پیش بینی با مقادیر واقعی مقایسه می شوند.با توجه به بررسی های صورت گرفته جامعه آماری این تحقیق شرکت های سهامی عامی خواهند بود که در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند و ویژگی های زیر را نیز دارا باشند:

با توجه به کفایت اطلاعات شرکت مورد نظر باید قبل از سال ۱۳۷۴ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند.

سهام شرکت های مورد نظر طی سال های ۸۶-۷۴ به صورت روزانه یا هفتگی مورد معامله قرار گرفته باشد

برای بررسی دقت و عملکرد مدل پیشنهادی و محاسبه خطای پیش بینی، از معیارهای(MSE, NMSE, RMSE, ACCU) استفاده شد ، که بصورت زیر تعریف می شوند:

الف) معیار میانگین مربع خطاها (MSE)

$$MSE = \frac{\sum (p_{pred,t} - \hat{p}_{true,t})^2}{T}$$

ب) ریشه میانگین مربع خطاها(RMSE) که مشخص می کند که چقدر قیمت پیش بینی به قیمت واقعی نزدیک است.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (p_{pred,t} - \hat{p}_{true,t})^2}{T}}$$

ج) معیار مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده (NMSE) :

Archive of SID

www.SID.ir

$$NMSE = \frac{\Sigma(P_{pred,t} - \hat{P}_{true,t})^2}{(P_{pred,t} - \hat{P}_{true,t})^2}$$

د) **معیار**ACCU [1]: این معیار مشخص می کند که آیا مسیر قیمت پیش بینی شده اغلب در راستای مسیر واقعی قیمت در طول داده های آزمون حرکت می کند، یا خیر. این مقدار هرچه قدر بزرگتر باشد عملکرد بهتری خواهد داشت.

$$ACCU_{ANN} = \frac{1}{sizeTEST} * \sum_{t=2}^{sizeTEST} SameDirection(\Delta o_{pred,t}, \Delta P_{true,t})$$

$$SameDirection(\Delta o_{pred,t}, \Delta P_{true,t}) =$$

$$1 \quad \text{if } \Delta P_{pred,t} \le 0 \quad \text{and} \quad \Delta P_{true,t} \le 0,$$

$$1 \quad \text{if } \Delta P_{pred,t} \ge 0 \quad \text{and} \quad \Delta P_{true,t} \ge 0,$$

$$0 \quad \text{otherwise}$$

$$\Delta P_{pred,t} = \Delta P_{pred,t} - \Delta P_{pred,t-1}$$

$$\Delta P_{true,t} = \Delta P_{true,t} - \Delta P_{true,t-1}$$

- **شبکه عصبی چند لایه پیش خور[2] (مدل مقایسه ای)**

ساختار مدل اول، از نوع شبکه های عصبی چند لایه پیش خور (MLP) با قانون یادگیری پس انتشار خطا می باشد که برای مقایسه با مدل ترکیبی پیشنهادی طراحی شده و مورد ارزیابی قرار می گیرد. شبکه های عصبی پیش خور گره ها در لایه های متوالی قرار گرفته اند و ارتباط آن ها یک طرفه است و زمانی که یک الگوی ورودی به شبکه اعمال می شود، اولین لایه، مقادیر خروجی اش را محاسبه کرده و در اختیار لایه بعدی قرار می دهد. لایه بعدی این مقادیر را به عنوان ورودی دریافت کرده و مقادیر خروجی اش را به لایه بعدی منتقل می کند. هر گره، به گره های لایه بعدی سیگنال منتقل می کند. الگوریتم BP نیز شامل محاسباتی است که طی آن خطای ناشی از اختلاف بین خروجی شبکه و مقدار واقعی به شبکه برگشت داده می شود و پارامترهای شبکه چنان تنظیم می شود که با الگوهای ورودی مشابه بعدی خروجی صحیح تری ارائه می دهد و مقدار خطا کمتر باشد.

- **پیش بینی با افق زمانی یکروزه**

در این بخش اول پیش بینی بر اساس افق زمانی یکروزه انجام گرفته و نتایج پیش بینی در جدول مقایسه ای شماره ۱-۴- نشان داده شده است. همچنین خطای نسبی متناظر مدل ترکیبی و شبکه عصبی چند لایه پیش خور در نمودارهای زیر نشان داده شده است. نکته قابل توجه آنکه مقادیر خطا بر اساس داده های نرمال شده در فاصله [۱،۱-] می باشد و مقادیر خطای واقعی باید پس از تبدیل این داده ها به داده های واقعی محاسبه گردد.

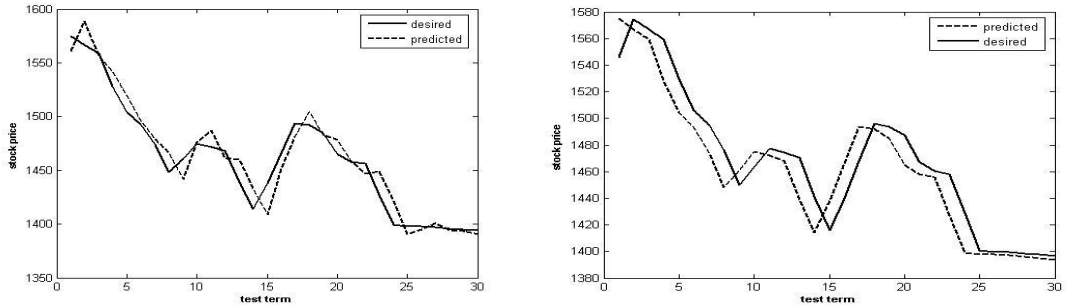
[1] - Accuracy in predicting direction of price
[2]-Multilayered Feed forward Neural Network

Archive of SID

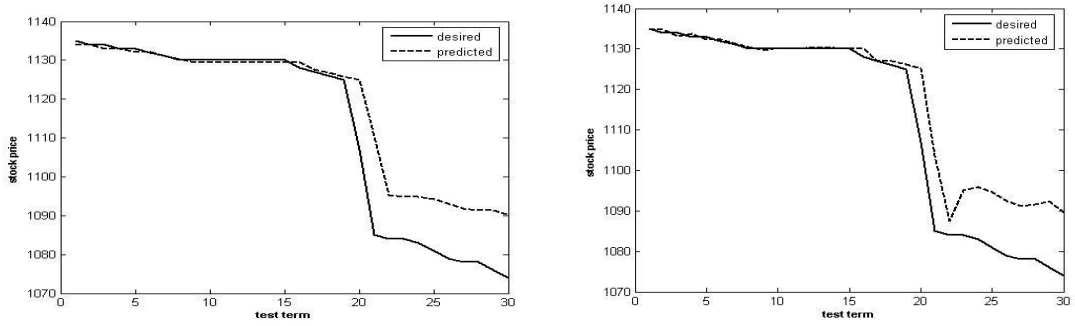
www.SID.ir

مدل	نام شرکت	MSE	RMSE	NMSE	ACCU
مدل مقایسه ای	پیام	۳۵۸.۵۲	۱۸.۹۳۵	۰/۰۰۰۲۱۱	۰/۸
	صنایع بهشهر	۸۶.۳۶۵	۹.۲۹۳۳	۰/۰۰۰۰۵۱	۰/۸
	سیمان شرق	۶۷۹.۴۷	۲۶.۰۶۷	۰/۰۰۰۴۰۱	۰/۷۶۶۷
	ایران خودرو	۵۷۰۵.۶	۷۵.۵۳۶	۰/۰۰۳۳۷۲	۰/۶۶۶۵
مدل ترکیبی پیشنهادی	پیام	۱۸۹.۶۸	۱۳.۷۷۳	۰/۰۰۰۱۱۲	۰/۸
	صنایع بهشهر	۷۴.۶۰۲	۸.۶۳۷۲	۰/۰۰۰۰۴۴	۰/۹
	سیمان شرق	۵۹۱.۵۴	۲۴.۳۲۲	۰/۰۰۰۳۵	۰/۹
	ایران خودرو	۲۲۸۵.۷۹۶	۴۷.۸۱	۰/۰۰۱۳۴۹	۰/۶۶۶۵

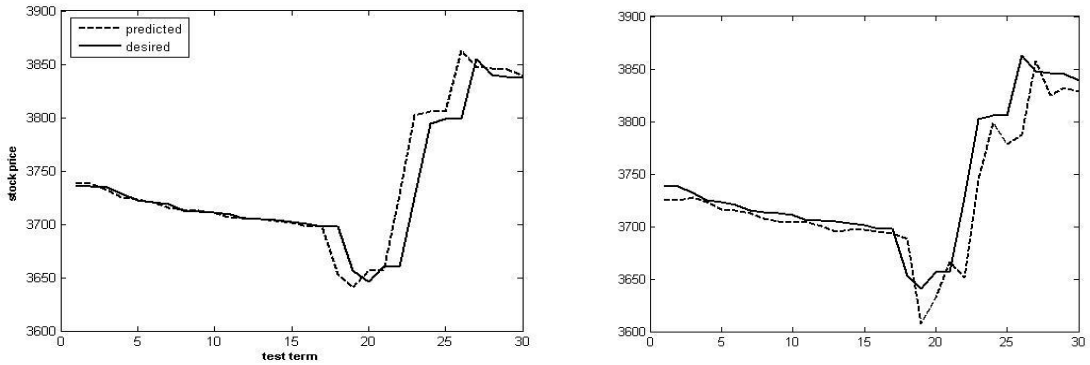
جدول(۱): مقادیر معیار های خطای مدل ترکیبی و مقایسه ای



شکل (۲): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از یک شبکه عصبی MLP ساده شرکت و یک مدل ترکیبی شرکت پیام

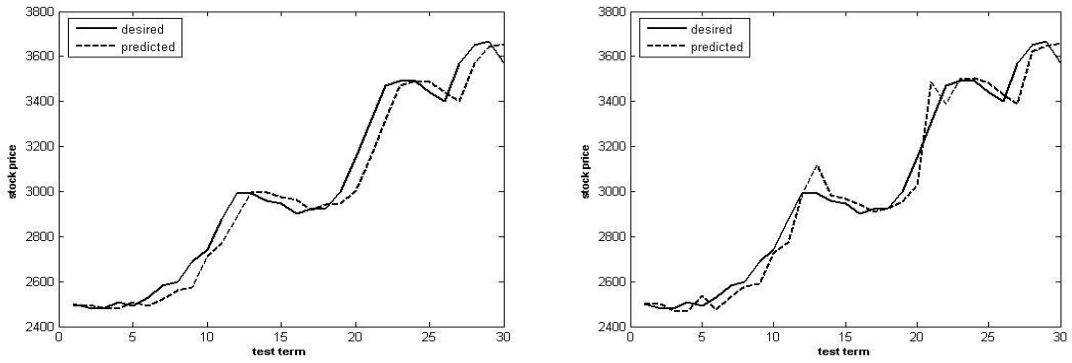


شکل(۳): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از یک شبکه عصبی MLP ساده و مدل ترکیبی شرکت صنایع بهشهر



شکل (۴): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از یک شبکه عصبی MLP ساده و مدل ترکیبی شرکت سیمان شرق

www.SID.ir



شکل(۵): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از یک شبکه عصبی MLP ساده و مدل ترکیبی شرکت ایران خودرو

در مجموع نتایج بیانگر کارایی و عملکرد مناسب مدل پیشنهادی در مقایسه با شبکه های عصبی پیش بینی ساده می باشد. نتایج حاکی از برتری عملکرد بهتر مدل ترکیبی شبکه های عصبی نسبت به روش مدل شبکه عصبیMLP تایید می گردد.

علاوه بر نتایج آماری فوق نتایج دیگر تحقیق عبارتند از :

در بین روش های مختلف یادگیری شبکه های عصبی مصنوعی که مورد بررسی و آزمون قرار گرفت ، روش یادگیری پس انتشار خطا نسبت به سایر روشها برتری نشان داد. این موضوع در متون علمی تحقیق نیز مورد توجه قرار گرفته و در این تحقیق نیز تایید شده است.

استفاده از توانایی های مختلف و چشمگیر شبکه های عصبی باعث بهبود نتایج مساله شده است. در این مساله استفاده از دو توانایی پیش بینی کردن و ترکیب کنندگی نتایج مستقل ، میزان خطا را به مقدار قابل توجهی کاهش داده است.

جهت انجام پیش بینی ابتدا داده ها در دامنه [۱،۱-] نرمال سازی شده که این مسأله در بهبود نتایج تأثیر بسزایی داشته است. پس از ورود داده ها به شبکه و دریافت خروجی ، خروجی داده ها را از حالت نرمال خارج و جهت مقایسه به دامنه ابتدایی برگردانده شد.

با مطالعه نتایج بعضی از تحقیقات انجام گرفته در بورس اوراق بهادار تهران و مقایسه نتایج به عمل آمده، مدل پیشنهادی میزان خطای پیش بینی را به میزان قابل توجهی کاهش داده است.

- **سایر نتایج**

نتایج معیار های ارزیابی عملکرد در افق پیش بینی یک هفته

جدول(۲): پیش بینی با افق هفت روزه (یک هفته)

مدل	نام شرکت	MSE	RMSE	NMSE	ACCU
مدل مقایسه ای	پیام	۳۳۰۹.۹	۵۷.۵۳۱	۰/۰۰۱۹۵	۰/۴۲۸۵۷
	صنایع بهشهر	۲۶۴۷۲	۱۶۲.۷	۰/۰۱۵۶۴	۰/۵۷۱۰۳
	سیمان شرق	۱۵۵۲.۳	۳۹.۳۹۹	۰/۰۰۰۹۱	۰/۴۲۸۵۷
	ایران خودرو	۲۸۶۵.۷	۵۳.۵۳۳	۰/۰۰۱۷	۰/۱۴۲۸۶
مدل ترکیبی پیشنهادی	پیام	۸۹۳.۳۵	۲۹.۸۹۲	۰/۰۰۰۵۲	۰/۸
	صنایع بهشهر	۳۷۴۸.۹	۶۱.۲۲۸	۰/۰۰۲۲	۰/۵۷۱۴۳
	سیمان شرق	۴۱۸.۹۸	۲۰.۴۶۹	۰/۰۰۰۲۵	۰/۸۵۷۱۴
	ایران خودرو	۸۷۶.۵۴	۲۹.۶۰۶	۰/۰۰۰۵۲	۰/۴۲۸۵۷

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج معیار های ارزیابی عملکرد در افق پیش بینی پانزده روزه

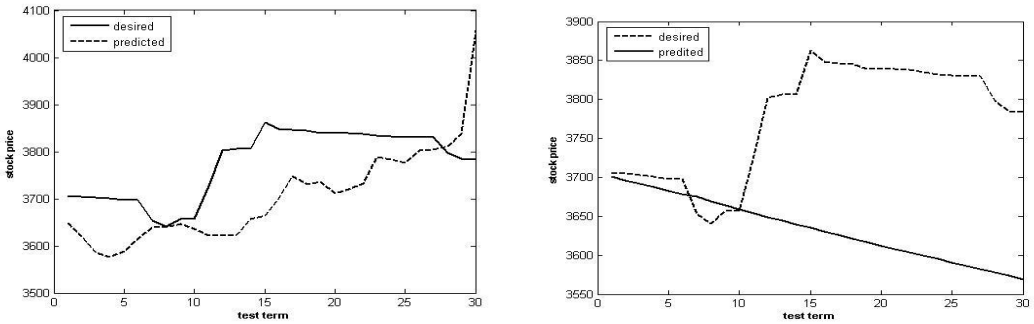
جدول(۳): پیش بینی با افق زمانی پانزده روزه

مدل	نام شرکت	MSE	RMSE	NMSE	ACCU
مدل مقایسه ای	پیام	۳۸۷۷.۵	۶۲.۲۷۱	۰/۰۰۲۳	۰/۵۳۳۳
	صنایع بهشهر	۸۵۰۲۰	۲۹۱.۵۸	۰/۰۵۰۲	۰/۶۶۶۶
	سیمان شرق	۳۰۷۰۵	۱۷۵.۲۳	۰/۰۱۸	۰/۵
	ایران خودرو	۱۹۴۹۶	۱۳۹.۶۳	۰/۰۱۱۵	۰/۵۳۳۳
مدل ترکیبی پیشنهادی	پیام	۱۰۴۸.۹	۳۲.۳۸۷	۰/۰۰۰۶۲	۰/۵۷۱۴۳
	صنایع بهشهر	۲۶۷۹۸	۱۶۳.۷	۰/۰۱۵۸	۰/۷۳۳
	سیمان شرق	۱۵۵۷.۹	۳۹.۴۷۱	۰/۰۰۰۹۲	۰/۷۳۳۳
	ایران خودرو	۷۵۲۱.۷	۸۶.۷۲۸	۰/۰۰۴۴	۰/۹۳۳۳

نتایج معیار های ارزیابی عملکرد در افق پیش بینی سی روزه

جدول(۴): پیش بینی با افق زمانی سی روزه (یک ماهه)

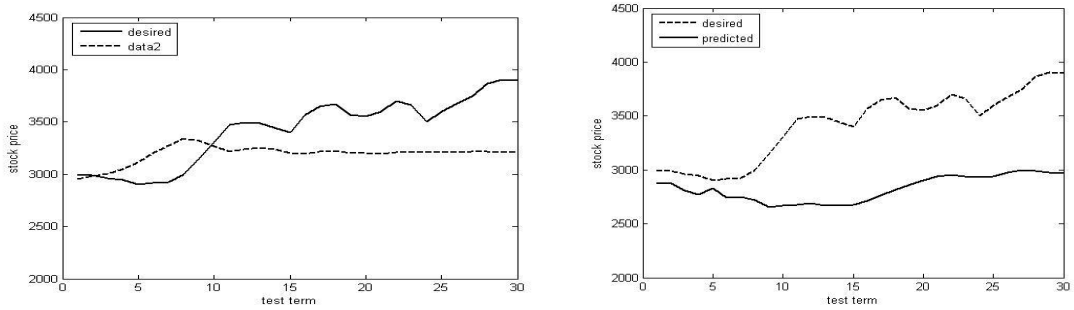
مدل	نام شرکت	MSE	MSE	NMSE	ACCU
مدل مقایسه ای	پیام	۱۰۷۰۱۰۰	۱۰۳۴.۴	۰/۶۳۲۴	۰/۴۶۶۶
	صنایع بهشهر	۳۲۴۹۵۰	۵۷۰.۰۴	۰/۱۹۲	۰/۳۶۶۶۷
	سیمان شرق	۴۱۴۲۷	۲۰۳.۵۴	۰/۰۲۴۵	۰/۶
	ایران خودرو	۲۰۱۱۴۰	۴۴۸.۴۹	۰/۱۱۹	۰/۱۳۳۳
مدل ترکیبی پیشنهادی	پیام	۷۶۶۳۳۰	۸۷۵.۴	۰/۴۵۳	۰/۷۳۳۳
	صنایع بهشهر	۱۱۳۰۷	۱۰۶.۳۳	۰/۰۰۶۷	۰/۵
	سیمان شرق	۱۲۷۰۳	۱۱۲.۷۱	۰/۰۰۷۵	۰/۸
	ایران خودرو	۱۷۳۲۰۰	۴۱۶.۱۷	۰/۱۰۲	۰/۳۶۶۶۷



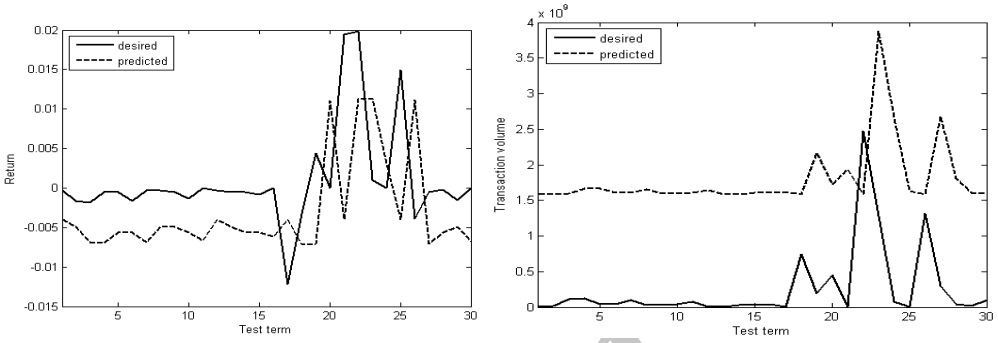
شکل(۶): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی MLP و مدل ترکیبی شرکت پیام

Archive of SID

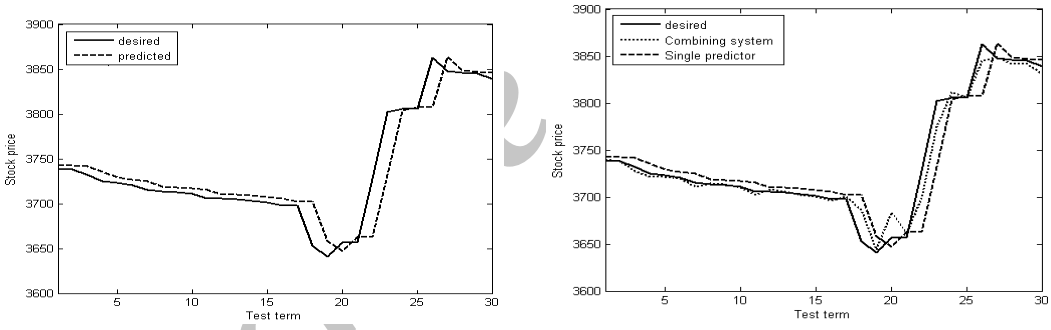
www.SID.ir



شکل(۷): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی MLP و مدل ترکیبی شرکت صنایع بهشهر



شکل(۸): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی MLP و مدل ترکیبی شرکت سیمان شرق



شکل(۸): پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی MLP و مدل ترکیبی شرکت ایران خودرو

در نهایت برای ارزیابی کارایی و سنجش دقت مدل ترکیبی ، نتایج کار این مدل با استفاده از آزمون های آماری (آزمون مقایسه زوجی) با نتایج مدل شبکه عصبی ساده مقایسه گردید. در مجموع نتایج آزمون های آماری بیانگر کارایی و عملکرد مناسب مدل پیشنهادی در مقایسه با شبکه های عصبی پیش بینی ساده بر مبنای چهار معیار ارزیابی می باشد.

جدول(۵): خروجی نتایج آزمون آماری در افق زمانی پیش بینی یکروزه

		Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ACCUMOQA ACCUTARK	-.1201	.12100	.03826	-.2067	-.0335	-3.139	9	.012
Pair 1	MSEMOQAS MSETARKI	1721.3096	2027.71916	641.22110	-270.7667	-3171.8525	2.684	9	.025
Pair 1	NMSEMOQA NMSETARK	1.070E-03	1.1697E-03	3.675E-04	2.3877E-04	1.90101E-03	2.912	9	.017
Pair 1	RMSEMOQ RMSETAR	17.0654	20.26672	6.40890	2.5675	31.5633	2.663	9	.026

www.SID.ir

- **نتیجه گیری**

در این مقاله، به معرفی یک مدل ترکیبی با اجزای ساده از شبکه های عصبی MLP، برای پیش بینی قیمت سهام پرداختیم. به همین منظور از داده های بازار بورس که به صورت روزانه گزارش می شوند، استفاده شده است. ابتدا سه شبکه های عصبی پیش مستقل، برای پیش بینی قیمت سهام ،حجم معاملات و تغییرات قیمت طراحی و در مرحله دوم از یک شبکه های عصبی دیگر به عنوان ترکیب کننده، برای پیش بینی نهایی قیمت سهام استفاده شد. برای ارزیابی کارایی، این روش با نتایج پیش بینی شبکه عصبی ساده مقایسه گردید. با توجه به نتایج دو مدل بالا ، مقدار چهار معیار ارزیابی خطا در مدل ترکیبی کمتر از مدل ساده رایج می باشد، که منجر به پیش بینی دقیق تر قیمت سهام در مدت آزمایش می شود. در واقع می توان گفت که کاربرد اطلاعات و شاخص های بیشتر و خصوصیات مختلف و مستقل، می تواند باعث کاهش مقدارخطا و افزایش دقت پیش بینی گردید.

منابع :

1- Abraham, A., Nath, B., & Mohanthi, P. K. (2001). Hybrid Intelligent Systems for Stock Market Analysis. In Vessel N. Alexandra et al. (Eds.) Computational science. Germany, San Francisco, USA: Springer- Verlag, pp. 337–345.
2- Bao Rong Chang a, Hsiu Fen Tsai, (2006). Forecast Approach Using Neural Network Adaptation to Support Vector Regression Grey Model and Generalized Auto-Regressive Conditional Heteroscedasticity. Article in press. Expert Systems with Applications (2006).
3- Bina R. Setyawati. (2005). Multi -Layer Feed Forward Neural Networks for Foreign Exchange Time Series Forecasting. Dissertation Submitted to the College of Engineering and Mineral Resources at West Virginia University.(2005)
4- Debont.W ,(2004) , "Introduction to the Special Issues on Behavioral Finance , Journal of Empirical Finance, vol.11 , pp.423-427
5- Gil-Lafuente, A.M (2005) Fuzzy logic Financial Analysis, Springer.
6- Hamidreza Atrinejad, Ashcan Rahimikian, Caro Lucas, Using Garch Models To Forecast Stock Market Prices, Applied Economics.
7- Hassan, M. R., & Nath, B. (2005). Stock Market Forecasting Using Hidden Markov Model: A New Approach. In Proceedings of 5th international conference on intelligent system design and application (pp. 192–196). Poland.
8- G. Armano, M. Marchesi, A. Murru. (2005), A Hybrid Genetic-Neural Architecture for Stock Indexes Forecasting, Information Sciences170, pp 3–33.
9- Li Sheng, (2005). A fuzzy Neural Network Model for forecasting stock. Institute of Intelligent Information Engineering .Zhejiang University. China
10- J.Murphy John (1999). Technical Analysis of the Financial Markets: AComprehensive Guide to Trading Methods and Applications. New York Institute of Finance. Hardcover - Jan 4, 1999
11- Neeraj Mohan, Pankaj Jha, Arnab Kumar Laha, Goutam Dutta, (2006). Artificial Neural Network Model for Forecasting Stock Price Index in Bomboy Stock Exchange , Indian Institute of Management.
12- Philip M. T, sang, Paul Kwok, S.O. Choya, Reggie Kwan, S.C. Nga, Jacky Maka, Jonathan Tsang, Kai Koong, Tak-Lam Wong, (2007). Design and Implementation of NN5 for Hong Kong Stock Price Forecasting. Engineering Applications of Artificial Intelligence 20 (2007) 453–461.
13- Sriram Lakshminarayanan, (2005). An Integrated Stock Market Forecasting Model Using Neural Networks, Thesis, College Of Engineering and Technology of Ohio University.
14- Tae Hyup Roh,(2007). Forecasting the volatility of stock price index. Department of Business Administration, Seoul Women's University, 126 Gongreung-Dong, Nowon-Gu, Seoul, Republic of Korea.

Archive of SID

www.SID.ir

15- Zhuowen Wang, (2004). Prediction of Stock Market Price Using Neural Network Techniques, Thesis, University of Ottawa.

Archive of SID

www.SID.ir