مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره دهم / بهار ۱۳۹۱

پیش بینی بازده شاخص بورس اوراق بهادار با استفاده از مدلهای شبکه ها عصبی مصنوعی شعاع پایه

رضا تهرانی[۱]
سعید مرادپور[۲]

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۸

چکیده

تا کنون برای پیش بینی بازده سهام و بازده شاخص از روش های متعددی استفاده شده است در این میان هوش مصنوعی و شبکه های عصبی مصنوعی یکی از روش های پیش بینی بازده شاخص بوده است. در حال حاضر به دنبال بررسی عملکرد شبکه عصبی شعاع پایه برای پیش‌بینی بازده شاخص هستیم. بدین منظور از شاخص بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است و عملکرد شبکه عصبی شعاع پایه و شبکه عصبی پرسپترون مقایسه شده‌اند. نوع آزمون عملکرد شبکه های عصبی بر اساس حداقل مربعات خطا در دو رویکرد درون نمونه‌ای و برون نمونه ای بکار گرفته شده است. نتایج این پژوهش در رویکرد درون نمونه ای برتری شبکه عصبی شعاع پایه و در رویکرد برون نمونه ای برتری شبکه عصبی پرسپترون را نمایش می دهد.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی شعاع پایه، شبکه عصبی پرسپترون، پیش بینی، شاخص بورس، بورس اوراق بهادار تهران.

۱- مقدمه

بورس اوراق بهادار تهران در سالهای اخیر به خصوص پس از اجرای طرح هدفمند سازی یارانه ها به کانون توجه افراد جامعه برای سرمایه گذاری تبدیل شده است. پیشتر

۱- دانشیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران
۲- کارشناس ارشد مدیریت مالی دانشگاه تهران، ایران

افراد جامعه با رویکردی بانک پایه برای سرمایه گذاری خود به سوی بانک ها گام بر می داشتند و با توجه به تحولات اخیر می توان این امید را داشت که بخشی از سرمایه و نقدینگی جامعه به سوی بازار سرمایه بیایید این امر را می توان در رشد شاخص مشاهده نمود و این فرصتی است مناسب برای آنکه بتوانیم با ارائه مدل های کارا و مطلوب افراد را بیش از پیش به سوی این بخش از اقتصاد سوق دهیم و به گونه ای با توجه به کارکردهای بورس اوراق بهادار (بازار سرمایه) نظام اقتصادی کشور را به سوی بهره وری و کارایی بیشتر جهت دهیم.

فعالیت بورس با برنامه اول توسعه که خصوصی سازی یکی از محورهای آن بود، باعث رونق بورس اوراق بهادار تهران پس از مدت کوتاهی از فعالیت مجدد شد و با گذشت حدود بیست و هشت سال حجم معاملات و تعداد شرکت های پذیرفته شده از افزایش چشم گیری برخوردار شد و سهامداران حقیقی وحقوقی بسیاری در این بورس درگیر شدند و به تدریج جایگاه قابل توجهی در مجموعه اقتصاد کشور پیدا کرد، به طوری که شاخص سهام که در گذشته اهمیت چندانی نداشت امروز وضعیت آن و عوامل تغییر دهنده آن و نتایج تغییرات آن از حساسیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار شده است . علاوه بر مسائل داخلی کشور، فراز و نشیب های سیاسی و اقتصادی دهه آخر قرن بیستم که باعث تحولات فوق العاده اقتصادی در کل جهان شد به طور طبیعی بر اقتصاد ایران نیز بی تاثیر نبوده است . تاثیرپذیری از عوامل مختلف چه به صورت مستقیم چه غیر مستقیم از تحولات اقتصادی و اجتماعی که تعداد آنان در دهه اخیر کم نبوده باعث تحولات و چرخه ها یی در روند قیمت سهام در بورس اوراق بهادار شده است.

از اواسط دهه ۷۰ و به ویژه از سال ۱۹۸۰ تلاش های گسترده ای در زمینه قابلیت پیش بینی قیمت های سهام با استفاده از روش های ریاضی جدید، سری زمانی طولانی و ابزار پیشرفته تری مثل هوش مصنوعی آغاز شد و آزمون های زیادی بر روی اطلاعات قیمت وشاخص سهام در کشورهایی مثل انگلستان، آمریکا، کانادا، آلمان وژاپن صورت گرفت تا وجود یا فقد ان ساختاری معین در اطلاعات قیمت سهام نشان داده شود و از این راه فرضیه گا مهای تصادفی را نقض کنند. (Pinches,1970)

۲- ادبیات تحقیق

بین سال‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ فرضیه بازار کارا (EMH)[۱] توسط فاما[۲] توسعه یافته و مدیریت مالی را تحت تاثیر خود قرار داد. (Shiller 2003) توسعه چند تئوری درمالی مدرن، مانند مدل قیمت گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM)، تئوری سبد سهام و نظریه آربیتراژ مشتق از ایده فرضیه بازار کارا (EMH) است. به طور کلی، درفرضیه بازار کارا (EMH) فرض می شود که تمام اطلاعات عمومی و خصوصی به طور کامل در قیمت های بازار منعکس شده طوری که هیچ سود غیر طبیعی توسط سرمایه گذاران به دست نخواهد آمد. با توجه به کار ناگتون[۳] (۲۰۰۲) ، سه پایه مفروضات نظری در فرضیه بازار کارا (EMH) وجود دارد . (Naughton 2002)

در تحقیق دیگری که توسط بمبنگ و دیگران در بازار سهام اندونزی انجام پیش بینی قیمت سهام دو شرکت سمن گرسیک[۴] و گادنگ گرم[۵] شده، مورد مطالعه قرار گرفت ، و نشان داد که متدولوژی شبکه های عصبی تحت تأثیر ساختار(معماری شبکه)، رو شهای آموزش شبکه،روش های آزمایش و ارزیابی شبکه قرار می گیرد.

گرانجر در سال ۱۹۹۱، فرضیه های گشت تصادفی را از طریق برهان خلف مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و به این نتیجه رسید که اگر تغییرات قیمت سهام در بازار به صورت تصادفی نباشد و در صورتی که این تغییرات قابل پیش بینی باشد، احتمال وجود یک ثروت نامحدود برای سرمایه گذاران وجود خواهد داشت. از نظر وی با توجه به وضعیت حاضر در بورس نیویورک، احتمال پیش بینی قیمت ها کم است و بازار کارا است (Granger,1991)

اولین بار وایت[۶] از شبکه های عصبی برای پیش بینی در بازار بورس استفاده کرد او به دنبال این پرسش بود که آیا شبکه های عصبی قادرند قوائد غیر خطی در سری های زمانی و قوائد ناشناخته در حرکات قیمت دارای ی ها و تغییرات قیمت سهام را شناسایی کنند؟

هدف وایت از ارایه این مقاله نشان دادن این مطلب بود که چگونه یک شبکه عصبی پیشداد قادر به انجام این کار است. او با ارایه یک مثال از قیمت های روزانه شرکت IBM این مطلب را ثابت کرد. (Schwartz and Whitcomb,1997)

بعد از مطالعه اولیه وایت در سال ۱۹۸۸ پای شبکه های عصبی به حوزه مالی باز شد و مطالعات متعددی در این زمینه در جهان انجام شد. در فاصله سال های ۱۹۹۸-۹۵ ، ۲۱۳ فعالیت علمی در زمینه شبکه‌های عصبی در حوزه بازرگانی انجام گرفت که از این تعداد ۵۴

فعالیت در حوزه مالی بوده و دو فعالیت در زمینه پیش بینی و تجزیه و تحلیل سری های زمانی انجام شده است. (Wong et all, 1997)

الیس[۷] و ویلسون[۸] (۲۰۰۵) از شبکه های عصبی برای مدل سازی روشی برای پیش بینی اینکه ارزش سهام عملکرد بالاتری در بازار املاک دارد یا خیر انجام دادند (Ellis 2005). اکینس[۹] و استنسل[۱۰] (۲۰۰۳) نیز از روش شبکه‌های عصبی برای انتخاب سبد سهام بر اساس نسبت‌های مالی استفاده کردند. نتایج نشان داد که بازده سرمایه‌گذاری سبد انتخاب شده نسبت مقدار بازده‌ای که برای DJIA، S&P500 و گروهی از اوراق بهادار را که به طور تصادفی انتخاب شده بود بزرگتر بود. (Eakins 2003)

فرضیه بازار کارا (EMH) بر اساس اعتقاد به بازار در بهره‌وری و سرمایه‌گذاری منطقی بنا نهاده شده است (Fama، ۱۹۷۰) با این حال، تحقیقات بعدی نشان داده است که بازارهای سهام آنچنان کارا و یا سرمایه گذاران آنچنان منطقی نیستند که توسط فاما فرض شده است. (Barber 2001) (Fromlet 2001)

هاگن[۱۱](۱۹۹۱) با اشاره به مطالعات تجربی متعدد نشان می‌دهد که بازارهای مالی هستند، کارایی کمتر نسبت به آنچه سرمایه گذاران می پندارند دارد.(Haugen 1999)

راعی فرآیند سرمایه‌گذاری، یک مساله تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان است. از آنجائی که این تصمیم‌گیری، فردی است، مبنای اولیه آن نیز انسانی است. انسان‌ها برای سرمایه‌گذاری متناسب با روحیات و شرایط خود، معیارهای مختلفی دارند. نوع تصمیمات متخذه توسط سرمایه‌گذاران نیز خطی نمی‌باشند. با توجه به رفتار غیرخطی سرمایه‌گذاران، هدف اصلی این تحقیق عبارت است از: "طراحی یک مدل سرمایه‌گذاری مناسب در سبد سهام، با استفاده از شبکه‌های عصبی" اهداف فرعی مدل سرمایه‌گذاری یاد شده نیز عبارتند از: ۱- تشکیل سبد سهامی که ضمن پیشینه نمودن بازده، ریسک سرمایه‌گذاری را نیز کمینه نماید. ۲- سرمایه‌گذاری در سهام به نحوی که هزینه‌های نقل و انتقال کمینه شود. ۳- پیش‌بینی روند بازده سهام و نوسانات آنها جهت نیل به اهداف سرمایه‌گذار. هدایت سرمایه‌ها با استفاده از این مدل یکی از اهداف دیگر تحقیق است. ممکن است نتایج دیگری نیز از این تحقیق حاصل شود که در اهداف مورد نظر نگنجد، از جمله می‌توان به تخصیص منابع بهتر و کارآتر شدن بازار اشاره نمود.(راعی، ۱۳۷۷، ۱۲)

در تحقیقی که با عنوان پیش بینی قیمت سهام شرکت ایران خودرو با شبکه عصبی در سال ۱۳۸۱، عباس پور انجام می‌دهد ابتدا به وسیله آزمون گردش امکان پیش بینی قیمت سهام شرکت ایران خودرو بررسی گردید. سپس از شبکه های عصبی برای پیش بینی یک دو و هفت روز بعد قیمت سهام استفاده شد. به علت نوسانات شدید موجود در داده های قیمت سهام شرکت ایران خودرو روش خاصی برای انتخاب مجموعه تست و آموزش بکار گرفته شد و در نتیجه قدرت برازش مدل شبکه به مراتب بهبود یافت. همچنین تاثیر انواع توابع تبدیل برای لایه مخفی و خروجی انواع الگوریتم‌های یادگیری انواع ساختار شبکه از لحاظ تعداد گره های ورودی و مخفی و چهار متغیر بنیادی و فنی، نرخ ارز، قمیت نفت ، p/e و حجم مبادلات سهام برعملکرد شبکه مورد بررسی قرارگرفت و آنها که در بهبود مدل شبکه موثر بودند در مدل نهایی لحاظ گردیدند و درنهایت بهترین مدل شبکه برای پیش بینی حالات مختلف ارائه گردید . در خاتمه به مدل سازی خطی قیمت سهام شرکت به وسیله دوروش هموارسازی نمایی و باکس جنکینز پرداخته شد. نتایج بدست آمده نشان داد که پیش بینی به وسیله شبکه عصبی به مراتب بهتر از روش های خطی عمل می نماید. (عباس‌پور، ۱۳۸۱، ۱۷)

خالوزاد در پژوهشی با عنوان مدلسازی غیرخطی و پیش‌بینی رفتار قیمت سهام در بازار بورس تهران رساله حاضر تحت عنوان "مدلسازی غیرخطی و پیش‌بینی رفتار قیمت سهام در بازار بورس تهران" به دو قسمت قابلیت پیش‌بینی (یا پیش‌بینی‌پذیری) و پیش‌بینی تفکیک شده است.

الف: پیش‌بینی‌پذیری (قابلیت پیش‌بینی) سه روش عمده بعنوان روش‌های آزمون پیش‌بینی‌پذیری قیمت‌ها (بازده) معرفی و اعمال شده است .

الف-۱: تحلیل، تغییر مبنای حوزه تغییرات سری زمانی (R/S) بر پایه تحلیل R/S، تشخیص یک سری زمانی تصادفی از یک سری غیرتصادفی، بدون درنظر گرفتن توزیع آن (اعم از گوسی و یا غیرگوسی) امکان‌پذیر می‌گردد. تحلیل R/S یک روش آماری مقاوم است که به کمک آن می‌توان طول متوسط دوره‌های گردش را در سری زمانی مربوطه اندازه‌گیری کرد.

الف-۲: تحلیل، تخمین بعد همبستگی: یکی از مهمترین روشهای آزمون پیش‌بینی‌پذری قیمتها، تحلیل غیرخطی تخمین بعد همبستگی فرآیند مولد آنهاست، روش

تخمین بعد همبستگی معیاری برای آزمون نظریه آشوب در یک فرآیند سری زمانی است . با این روش، بعد همبستگی فرآیند مولد قیمت (بازده) سهام شهد - ایران محاسبه می‌گردد، مقدار بدست آمده پدیده آشوب را در فرآیند مولد قیمت (بازده) نشان می‌دهد و همچنین فرآیند سری زمانی مربوطه را از یک فرآیند تصادفی و اتفاقی متمایز می‌کند.

الف-۳: تحلیل، تخمین بزرگترین نمای لیاپانوف: در این روش، سعی بر بازسازی ساختار دینامیکی فرآیند مولد سری زمانی با استفاده از داده‌های تاخیر یافته می‌گردد. سپس میزان انقباض و یا انبساط جهات مختلف در فضای بازسازی شده اندازه‌گیری می‌گردد. نمای مثبت نشانگر آن است که مسیرهای حالت نزدیک بهم با گذشت زمان از یکدیگر واگرا و دور می‌شوند و تفاوت کوچکی در شرایط اولیه، اختلاف زیادی را در طول زمان بوجود می‌آورد، بنابراین وجود شرایط نادقیق اولیه، پیش‌بینی‌های بلند مدت نادرستی را به همراه خواهد داشت.

ب: پیش‌بینی: روشهای پیش‌بینی مورد استفاده در رساله به سه دسته زیر تقسیم شده‌اند:

ب-۱: روش‌های پیش‌بینی براساس مدلهای خطی: از ساختار(ARIMA p, d, q) برای مدلسازی خطی استفاده شده است ، و پیش‌بینی قیمت و بازده سهم صورت گرفته است . علیرغم عملکرد خوب مدلهای خطی بدست آمده در پیش‌بینی قیمت (بازده) روز بعد و خطای کوچک این مدلها، حساسیت مدلها نسبت به حالتهای اولیه بسیار بالا بوده، و این امر موجب عملکرد ضعیف و عدم کارایی مدلهای خطی ARIMA در فرآیند پیش‌بینی دراز مدت است .

ب-۲: روشهای پیش‌بینی براساس مدلهای غیرخطی (شبکه‌های عصبی غیرخطی): استفاده از شبکه‌های عصبی برای انجام نگاشت و تقریب توابع و نهایتا مدلسازی فرآیندهای دینامیکی در واقع تعمیمی بر تحلیل رگرسیون و آمار کلاسیک است . از تکنیکهای مدلسازی براساس شبکه‌های عصبی برای مدلسازی رفتار قیمت سهام به صورتهای مختلف استفاده شده است . در نهایت ساختاری برای پیش‌بینی دراز مدت ارائه گردیده است .

ب-۳: روشهای پیش‌بینی براساس مدل معادلات دیفرانسیل تصادفی: مدل تصادفی مورد استفاده برای بیان فرآیند قیمت ، دارای دو جمله می‌باشد، جمله‌ای دال بر متوسط تغییرات بازده در هر لحظه و جمله دیگر مبین نوسانات لحظه‌ای فرآیند مولد قیمت ، با استفاده از ریاضیات مخصوص به حل معادلات دیفرانسیل اتفاقی (انتگرال Ito)، قیمت سهم

پیش‌بینی می‌شود. هدف از این قسمت معرفی روشهای معادلات دیفرانسیل و کابرد آن در مقوله پیش‌بینی سریهای زمانی قیمت است .(خالوزاد ، ۱۳۷۷، ۱۴)

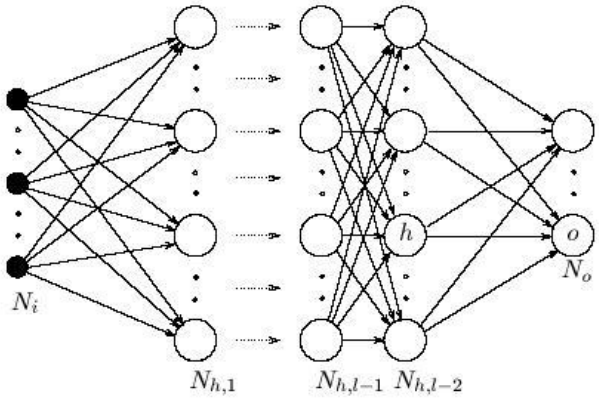
۱-۲- شبکه‌های عصبی

شبکه‌های عصبی که برای اولین بار توسط روزنبلات[۱۲] (۱۹۵۹) و ویدرو و هاف[۱۳] (1960) مورد بررسی قرار گرفت، ساختار های محاسباتی هستند که دارای قابلیت های تعمیم پذیری و یادگیری می باشند. از نظر مفهوم، این تکنولوژی ها یک تکنیک توزیعی را به کار می گیرند تا دانش اکتسابی توسط یادگیری با نمونه های شناخته شده را ذخیره و برای طبقه بندی الگو، پیش بینی و تجزیه و تحلیل، کنترل و بهینه سازی مورد استفاده قرار دهد. از لحاظ عملیاتی، این تکنولوژی ها برنامه های نرم افزاری هستند که ساختار زیست شناختی مغز انسان و ساختار پیچیده عصبی آنرا الگو قرار می دهند. (Shapiro 2003)

از زمان کارهای ابتدای که توسط رامل هارت[۱۴] ، مک کللند[۱۵] و گروه تحقیقی (PDP) (۱۹۸۶)، بر روی شبکه های عصبی مصنوعی[۱۶] را آغاز کردند، کاربردهای موفقیت آمیز این متد در تشخیص الگوها (Fukumi, Omatu, & Nishikawa,1997)، پردازش تصویر (Duranton, 1996)، تجزیه و تحلیل اسناد (Marinai, Gori, & Soda, 2005)، وظایف مهندسی (Abu-Mostafa, 2001)، تولید (Kong & Nahavandi, 2002)، بهداشت زیستی (Nazeran & Behbehani, 2000)، بهینه سازی(Cho, Shin, & Yoo, 2005)، و غیره توجه دانشمندان زیادی را به این متد جلب کرد. در سال های اخیر، شبکه های عصبی مصنوعی مقبولیت فراوانی برای حل مسائل مالی و تولید یافته اند. در حوزه مالی، قلمرو کاربردهای قابل ذکر این موارد هستند: ۱- تجارت و پیش بینی شامل قیمت گذاری و پوشش ریسک اوراق بهادار و مشتقات (Steiner &Wittkemper, 1997)، ۲- تخمین قیمت آتی (Torsun, 1996)، ۳- انتخاب و عملکرد سهام (Kim & Chun, 1998)، ۴- پیش بینی نرخ ارز (Kamruzzaman &Sarker, 2003)، ۵- پیش بینی ورشکستگی شرکت ها (Atiya, 2001)، ۶- تشخیص تقلب (Smith & Gupta, 2000)، و غیره. همچنین بسیاری از نرم افزار های تجاری برای حل حوزه وسیعی از مسائل مالی امروزی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی تدوین شده اند. (Kamruzzaman, Begg and Sarker 2006)

۲-۲- پرسپترون چندلایه

شبکه‌های عصبی پرسپترون، به ویژه پرسپترون چندلایه، در زمره کاربردی‌ترین شبکه‌های عصبی می‌باشند. این شبکه‌ها قادرند با انتخاب مناسب تعداد لایه‌ها و سلول‌های عصبی، که اغلب زیاد هم نیستند، یک نگاشت غیرخطی را با دقت دلخواه انجام دهند. شبکه MLP معمولاً از یک لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی تشکیل شده است (شکل ۱). جهت بیان ساختار یک شبکه چندلایه، از نمایش عبارتی کوتاه $\left(R-S^1-S^2-S^3\right)$ استفاده می‌شود. که در آن R تعداد ورودی‌ها و S^i تعداد نرون‌ها در لایه i ام می‌باشد.



شکل۱: ساختار پرسپترون چندلایه (MLP)

۲-۲-۱- شبکه RBF

یکی از انواع شبکه‌های عصبی قدرتمند شبکه عصبی RBF است که متفاوت از پرسپترون چند لایه است هم در تابع فعال سازی و هم در نحوه استفاده (Broomhead DS 1988) (Loukas 2000). به طور کلی یک شبکه RBF را می توان به عنوان یک شبکه پیش خور که مرکب از سه لایه از نرون‌ها با نقش‌های متفاوت است. لایه اول، لایه ورودی است و در این لایه داده‌های ورودی برای هر نرون از لایه پنهان را آماده می نماید. نرونهای لایه

دوم جایست که کاملاً متفاوت از دیگر شبکه‌های عصبی است که در اینجا هر نرون دارای یک تابع گوسین است که به عنوان عنصر غیر خطی شبکه است. لایه سوم یا همان لایه آخر ماهیاتاً خطی است و پاسخ شبکه را با استفاده از ترکیبی خطی از خروجی‌های لایه پنهان فراهم می کند.

مزایای RBF نسبت به پرسپترون چند لایه :

۱) یک شبکه RBF در مینیمم موضعی نمی ماند

۲) یک شبکه RBF دارای معماریی ساده شامل دو لایه از اوزان است، لایه ابتدایی شامل پارامترهای از توابع پایه است و لایه دوم ترکیب خطی است از تابع فعال‌سازی که خروجی را تشکیل می دهد.

۳) زمان یادگیری شبکه RBF خیلی کوتاه تر است.

۴) نیازی به ضریب گشتاور ندارد.

۵) داده‌هایی که از مرزهای تصمیم دور هستند تاثیر کمی بر شبکه RBF دارند در حالی که در شبکه پرسپترون چند لایه آموزش را تحت تاثیر قرار می دهد.

٦) شبکه RBF در طول آموزش اشباع نمی شود. (Wedding II DK 1996)

۳- روش‌شناسی پژوهش

روش مطالعه در این پژوهش، کاربردی و تجربی است، که به شرح زیر انجام گرفته است:

- کتابخانه ای؛
- مطالعه تجربی شرکت های بورس اوراق بهادار ایران؛
- استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به عنوان ابزاری برای پیش بینی.

شاخص های مورد استفاده برای پیش بینی بازده بازار عوامل نرخ بازده مبادلات دلار، نرخ بازده مبادلات یورو، نقدینگی، تولید ناخالص داخلی، نرخ تورم، نسبت سود هر سهم به قیمت سهام، نسبت سود تقسیمی به قیمت سهام، نرخ تغییرات قیمت نفت و ارزش دفتری به ارزش بازار سهام به عنوان پیش بینی کننده بازده بازار سهام مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین نرخ بازده ها در این پژوهش ماهانه در نظر گرفته شده اند. دوره مورد بررسی در این پژوهش از ابتدای سال ۱۳۷۹ تا پایان سال ۱۳۸۸ است. در اینجا با استفاده

از شبکه عصبی پرسپترون و سپس پیش‌بینی با استفاده از شبکه عصبی رادیال صورت می-پذیرد و نتایج این دو نوع شبکه با یکدیگر مقایسه خواهند شد.

۴- فرضیات پژوهش

۱) عملکرد شبکه رادیال در پیش بینی درون نمونه ای بهتر از شبکه پرسپترون است.

۲) عملکرد شبکه پرسپترون در پیش بینی برون نمونه ای بهتر از شبکه رادیال است.

۵- مدل‌های پژوهش

۵-۱- شبکه عصبی پرسپترون چند لایه:

بدین منظور یک شبکه پرسپترون با سه لایه طراحی شده است با ۱۰ نرون در لایه میانی و یک لایه ورودی و یک لایه خروجی است.

نرخ بازده مبادلات دلار، نرخ بازده مبادلات یورو، نقدینگی، تولید ناخالص داخلی، نرخ تورم، نسبت سود هر سهم به قیمت سهام ، نسبت سود تقسیمی به قیمت سهام، نرخ تغییرات قیمت نفت و ارزش دفتری به ارزش بازار سهام را به عنوان ورودی های شبکه و بازده شاخص را به عنوان هدف (خروجی) شبکه تعریف می شود.

در اینجا از میانگین مربعات خطا[۱۷] به عنوان شاخص ارزیابی شبکه و همچنین از روش یادگیری لونبرگ-مارکوات[۱۸] برای یادگیری شبکه استفاده شده است. شبکه پس از یادگیری به اوزان بهینه خود دست می یابد. از این اوزان در شبیه سازی آینده استفاده شده است.

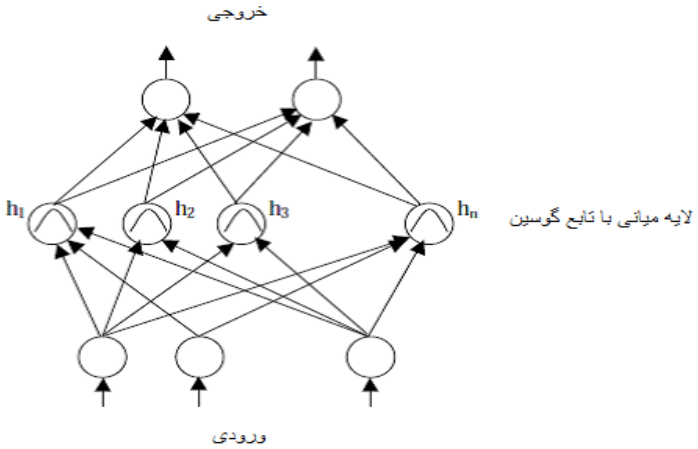
۵-۲- شبکه عصبی رادیال (شعاعی) چند لایه:

این نوع شبکه به علت ماهیت خود در یادگیری و طرح همانند یک شبکه پرسپترون است با نرون هایی که تابع انتقال آنها تابع گوسینی است.

شکل شماره (شکل ۲)یک شبکه عصبی RBF را نشان می دهد.یک شبکه RBF دارای یک لایه پنهان با واحدهای رادیال است و یک لایه خروجی با خطی است. در شبکه های عصبی

RBF یک واحد رادیال بر اساس مرکز و شعاع آن تعریف می شود. آستانه ای که برای تابع در نظر گرفته می شود بر اساس تابع زیر است.

$$h_i = R_i(X)R_i(\frac{\|X-u_i\|}{\sigma_i})$$



در این تابع $\mathbf{x}$ بردار ورودی است، u_i برداریست با ابعاد بردار x که مرکز را نشان می دهد، σ_i نیز عرض تابع را نشان می دهد. تابع فعالسازی در این نوع شبکه عصبی عموماً یک تابع گوسینی است و به شکل زیر تعریف می شود:

$$R_i(X) = exp\left(\frac{\|X-u_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \qquad (2\text{-}1)$$

یا از یک تابع لوجستیک به شکل زیر استفاده می شود:

$$R_i(X) = \frac{1}{1+exp\left(\frac{\|X-u_i\|^2}{\sigma_i^2}\right)} \qquad (2\text{-}2)$$

این توابع فعالسازی برای هر یک از واحدهای شبکه هنگامی ماکسیمم می شود که xدر مرکز یا همان u_i باشد باشد. شبکه همچنین برای رسیدن به جواب لایه خروجی y را بر اساس مجموع موزون خروجی های واحدهای رادیال بدست می آورد که به شکل زیر محاسبه می شود.

$$y_i = \sum_i \omega_i R_i(X) \qquad (2\text{-}3)$$

در این رابطه w_i ها رابطه میان خروجی های تابع y_i و خروجی واحدهای رادیال است. برای حل و یافتن w کافیست معادله را بر اساس آن مرتب کنیم، که داریم:

$$W^t = R^t y \qquad (2\text{-}4)$$

پارامترهای تعدیل پذیر شبکه شامل مرکز، شکل واحدهای رادیال $(u_i, \sigma_i, \omega_i)$ است که به وسیله الگوریتم یادگیری مورد استفاده قرار بگیرند. لوه[۱۹] روشی را را برای تعیین مرکز بر اساس انحراف معیار داده‌های که در یادگیری مورد استفاده قرار میگیرند ارائه کرد. مودی[۲۰] و دارکن[۲۱] با استفاده از تکنیک‌های کلاسترینگ مانند $k-$ mean clustering و σ_i به تعیین مرکز می پردازند و با استفاده ازفاصله نزذیکترین همسایه های u_i ها به تخمین مرکز می پردازند.

۶- نتایج پژوهش

پیش بینی شبکه ها و ارزیابی عملکرد آنها

در این بخش ابتدا پیش بینی را به دو نوع درون نمونه ای[۲۲] و برون نمونه ای[۲۳] تقسیم می کنیم. برای آزمون فرضیه ها از میانگین مربعات خطا پیش بینی ها استفاده خواهد شد. بهتر بودن عملکرد شبکه ها در پایین تر بودن میزان این شاخص است.

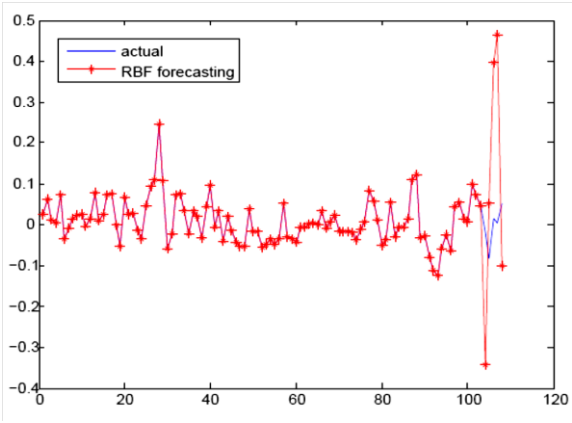
$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y-\bar{y})}{n} \qquad (2\text{-}5)$$

پیش بینی ها با دستور شبیه سازی در متلب انجام شده و نتایج را برای پنج ماه مورد بررسی قرار می دهیم. پس از شبیه سازی نتایج حاصل برای میانگین مربعات خطا در پیش بینی درون نمونه ای و برون نمونه ای در جداول زیر آمده است.

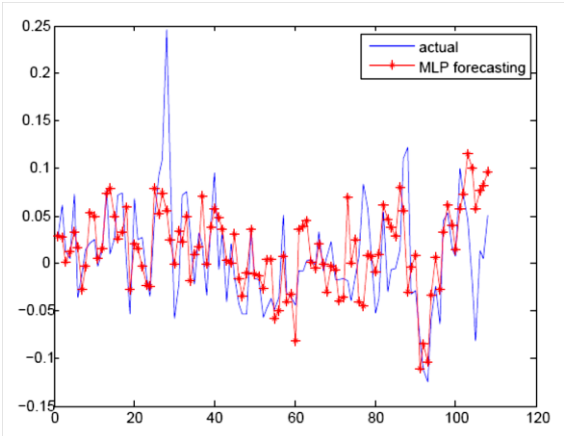
پیش بینی درون نمونه ای		
نوع شبکه		
رادیال	پرسپترون	
2.01E-17	0.002019909	میانگین مربعات خطا
پیش بینی برون نمونه ای		
نوع شبکه		

	پرسپترون	رادیال
میانگین مربعات خطا	0.009143329	0.100381879

نمودار ۱ مربوط به نتایج شبکه عصبی رادیال در زیر آمده است. همچنین نمودار ۲، نمودار پیش بینی شبکه عصبی پرسپترون است.



نمودار ۱



نمودار۲

۷- نتیجه گیری و بحث

شبکه های عصبی مصنوعی در اقتصاد کاربرد های خود را تا کنون در بخش های مختلف نشان داده است. یکی از این کاربردها پیش بینی است. در این پژوهش دو نوع از شبکه های عصبی مصنوعی را برای پیش بینی بازده بورس اوراق بهادار تهران به کار گرفته شد و یافته های تحقیق نشان داد که انواع شبکه ها را می توان در پیش بینی مورد استفاده قرار داد.

در اینجا باید ذکر شود که همانگونه که در فرضیات آمده بود و در بخش پیش بینی نمایش داده شده است شبکه پرسپترون چند لایه در پیش بینی برون نمونه ای عملکرد بهتری داشته است.

نمودار ۱ نشان می دهد که شبکه عصبی رادیال در پیش بینی درون نمونه ای بسیار دقیق عمل کرده است و میانگین مربعات خطای این شبکه نزدیک به صفر است. با این وجود به علت یادگیری بیش از حد شبکه، این نوع شبکه در پیش بینی برون نمونه ای مناسب عمل نکرده و میانگین مربعات خطای آن در مقایسه با شبکه عصبی پرسپترون بالاتر است.

شبکه پرسپترون چند لایه در پیش بینی برون نمونه ای خود عملکرد بهتری داشته و میزان خطای پیش بینی این شبکه در این نوع پیش بینی پایین تر از شبکه رادیال است این امر در نمودار ۲ مشهود است.

فهرست منابع

۱) خالوزاده، حمید(۱۳۷۷) مدلسازی غیرخطی و پیش‌بینی رفتار قیمکت سهام در بازار بورس تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

۲) راعی، رضا(۱۳۷۷) طراحی مدل سرمایه‌گذاری مناسب در سبد سهام با استفاده از هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۳) عباس پور، محمدرضا (۱۳۸۱) پیش بینی قیمت سهام شرکت ایران خودرو با شبکه عصبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

4) Barber, B. M., Odean, T. "Boys will be boys: Gender, overconfidence, and common stock investment." Quarterly Journal of Economics, 2001: 261-292.
5) Broomhead DS, Lowe D. "Multivariable functional interpolation and adaptive networks." Complex Systems, 1988: 21–55.
6) Eakins, S. G., Stansell, S. R. "Can value-based stock selection criteria yield superior risk-adjusted returns: An application of neural networks?" International Review of Financial Analysis, 2003: 83-97.
7) Ellis, C. Wilson, P. J. "Can a neural network property portfolio selection process." Journal of Real Estate Portfolio Management, 2005: 105-121.
8) Fama, E. " Portfolio analysis in a stable paretian market." Management Science, 1965: 404-419.
9) Fromlet, H. "Behavioral finance - theory and practical application." Business Economics, 2001: 63-69.
10) Granger, C.W. J. (1991). "Forecasting Stock market prices, Lessons for casters", Working paper, university of, San Diego, Department of Economics, P. 179.
11) Haugen, R. A. The new finance: The case against efficient markets. Prentice Hall, 1999.
12) Kamruzzaman, Joarder, Rezaul Begg, and Ruhul Sarker. "Artificial Neural networks:Applications in Finance and manufacturing." IDEA GROUP PUBLISHING, 2006.
13) Loukas. "Radial basis function networks in host-guest interactions: instant and accurate formation constant calculations." Analytica Chimica Acta, 2000: 221-238.
14) Naughton, T. "The winner is ... behavioral finance?" Journal of Financial Services Marketing, 2002: 110-112.
15) Pinches, G. E. (1970). "The Random Walk. Hypothesis and Technical Analysis", Financial Analysis Journal. (March- April 1970). PP. 104R. A. Schwartz and D. K. Whitcomb (June 1977). "Evidence on the Presence and Causes of Serial Correlation in Market Model Residuals", Journal of Financial and Quantitative Analysis, PP. 291-313
16) Shapiro, Arnold f. "Capital market applications of neural networks, fuzzy logic and genetic algorithms." Penn state university, 2003.
17) Shiller, R. J. "From efficient markets theory to behavioral finance." Journal of Economic Perspectives, 2003: 83-104.
18) Wong, Bok., Bodnovich, Thomas A., Selvi, Yakup (1977). "Neural Network Applications in Business: A review and analysis of the literature (1988-1995). Decision support systems. PP. 320-230

19) Wedding II DK, Cios KJ. "Time series forecasting by combining RBF networks, certainty factors, and the Box-Jenkins model." Neurocomputing, 1996: 49-68

یادداشت‌ها

1 Efficient market hypothesis
2 Fama
3 Naughton
[4] SMGR
[5] GGRM
[6] White
7 Ellis
8 Wilson
9 Eakins
10 Estansell
[11] Haugen
[12]. Rosenblatt
[13] . Widrow and Hoff
[14] Rumelhart
[15] McClelland
[16] ANNs
[17] MSE
[18] Levenberg-Marqudet
[19] Lowe
[20] Moody
[21] Darken
[22] In sample forecasting
[23] Out sample forecasting