پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی
سال ٦ / شماره ۲۳ / پاییز ۱۳۹۳
صفحه ۱ تا ۱۵

مدل‌سازی پیش‌بینی EPS با استفاده از شبکه‌های عصبی – فازی

علی‌اصغر انواری رستمی[۱]
عادل آذر[۲]
محمد نوروزی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۰۴

چکیده

پیش‌بینی سود هر سهم و تغییرات آن به‌عنوان یک رویداد اقتصادی از دیرباز موردعلاقه سرمایه‌گذاران، مدیران، تحلیل گران مالی و اعتباردهندگان بوده است. این توجه ناشی از استفاده سود در مدل‌های ارزیابی سهام، کمک به کارکرد کارای بازار سرمایه، ارزیابی توان پرداخت و ارزیابی عملکرد واحد اقتصادی می‌باشد. هدف این تحقیق پیش‌بینی سود هر سهم با استفاده از شبکه عصبی – فازی و شبکه عصبی درک چندلایه(MLP) و GMDH و تعیین مدل برتر با استفاده از چهار معیار مربع میانگین خطای استاندارد(MSE) ، میانگین قدر مطلق خطا (MAE)، مربع مجذور میانگین خطا (RMSE) و (R^2) ضریب تعیین می‌باشد. بدین منظور، شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس و اوراق بهادار تهران به‌عنوان جامعه آماری و نمونه انتخابی شامل،۵۰۰ سال/شرکت در قالب ۲۴ صنعت فعال بورس در دوره زمانی ۱۳۹۰- ۱۳۸۶ می‌باشد که به‌صورت تصادفی و روش نمونه‌گیری خوشه‌ای انتخاب‌شده‌اند. نتایج تحقیق بیانگر برتری شبکه عصبی – فازی در تمامی چهار معیار ارزیابی نسبت به شبکه عصبی MLP و GMDH می‌باشد که نشان از توانایی بالای این شبکه در شناخت الگوهای حاکم برداده‌ها و وجود رابطه غیرخطی برخی متغیرهای حسابداری با سود هر سهم دارد. درنتیجه دقت پیش‌بینی شبکه عصبی – فازی بیشتر از شبکه‌ی MLP و GMDH است و برای پیش‌بینی سود هر سهم مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سود هر سهم، شبکه‌های عصبی- فازی، شبکه عصبی MLP، شبکه GMDH.

۱- استاد گروه حسابداری دانشگاه تربیت مدرس، نویسنده اصلی و مسئول مکاتبات. anvary@modares.ac.ir
۲- استاد گروه مدیریت صنعتی دانشگاه تربیت مدرس
۳- کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی (مالی) دانشگاه تربیت مدرس

۱- مقدمه

امروزه با رشد و توسعه‌ی اقتصاد جهانی و رقابتی شدن آن، تصمیم‌گیری در خصوص تخصیص بهینه منابع به‌مراتب بیش‌ازپیش اهمیت پیداکرده است. ازاین‌رو بازار بورس و اوراق بهادار به‌عنوان آینه‌ی تمام نمای وضعیت اقتصادی کشورها و مکانی برای اینکه سرمایه‌گذاران بتوانند منابع و پس‌انداز خود را در آن سرمایه‌گذاری کنند، بیشترین توجه را به خود جلب کرده است. درنتیجه آگاهی از آینده شرکت‌ها کمک شایانی به سرمایه‌گذاران برای اتخاذ تصمیمات مطلوب خواهد کرد.

تصمیمات مربوط به آینده، همواره با ابهام و عدم اطمینان روبروست و کسانی در رقابت پیروز می‌شوند که بتوانند آینده را پیش‌بینی و حداقل اطلاعاتی در خصوص آن داشته باشند و بر اساس آن اقدام به تصمیم‌گیری نمایند. روشن است که خصوصیت عدم اطمینان، امر نامطلوبی است و از طرفی برای سرمایه‌گذارانی که بازار بورس را به‌عنوان مکان سرمایه‌گذاری انتخاب نموده‌اند این خصوصیت اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین به‌طور طبیعی تمام تلاش سرمایه‌گذاران به دنبال کاهش عدم اطمینان است. با توجه به اینکه پیش‌بینی بازار بورس یکی از ابزارهای کاهش عدم اطمینان می‌باشد، سرمایه‌گذاران به دنبال روش‌هایی هستند که آن‌ها را قادر سازد به بهترین نحو سود و قیمت سهام شرکت‌ها را پیش‌بینی نمایند تا بتوانند بالاترین بازده را از سرمایه‌گذاری خود کسب نمایند. یکی از مسائلی که می‌تواند به نحوه تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران کمک کند، وجود ابزارها و مدل‌های مناسب برای ارزیابی شرایط مالی و وضعیت سازمان‌ها یا شرکت‌ها می‌باشد، زیرا تا زمانی که شخص سرمایه‌گذار نتواند ارزیابی دقیقی از سرمایه‌گذاری موردنظر خود داشته باشد، انتخاب وی بهینه نخواهد بود. یکی از ابزارهای مورداستفاده برای تصمیم‌گیری در یک شرکت، مدل‌های پیش‌بینی وضعیت مالی و تداوم فعالیت می‌باشد(رسول زاده، ۶۷:۱۳۸۰).

اگرچه مدل‌های خطی پیشرفته پیش‌بینی‌های مناسبی در دوره‌های زمانی میان‌مدت و کوتاه‌مدت دارند اما بررسی‌ها در بازار سرمایه نشان داده است که رفتار سهام از یک الگوی خطی تبعیت نمی‌کند و الگوهای خطی تنها بخشی از رفتار سهام در بازار را نشان می‌دهد(کلن و همکاران، ۳۶:۱۹۹۶).در این صورت وجود یک سیستم پویای غیرخطی در ارتباط با رفتار بازار مدل‌های موجود را عملاً دچار ابهام خواهد کرد. (میرباقری، ۵۲:۲۰۱۱). در بین روش‌های نوین مدل‌سازی، سامانه‌های فازی از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند. توانایی پیاده‌سازی دانش بشری با استفاده از مفاهیم برچسب‌های زبانی و قواعد فازی، غیرخطی بودن و قابلیت سازش‌پذیری این سیستم‌هاست. نکته مهم منطق فازی امکان برقراری ارتباط بین فضای ورودی به فضای خروجی می‌باشد و سازوکار اولیه برای انجام این کار فهرستی از جملات if-then است، که قانون نامیده می‌شوند. (بیلگن، ۱۳۰:۲۰۱۱) داشتن روشی که با استفاده از آن بتوان اطلاعات موجود برای ساخت این قواعد را استفاده کرد به‌عنوان ابزاری کارآمد بشمار می‌رود. از طرفی، شبکه‌های عصبی مصنوعی به دلیل قابلیت‌های آموزش پذیری با استفاده از الگوهای مختلف آموزشی می‌تواند ارتباط مناسبی بین متغیرهای ورودی و خروجی ایجاد نماید. لذا استفاده ترکیبی از سامانه استنباط فازی و شبکه عصبی مصنوعی به‌عنوان

ابزاری قدرتمند که قابلیت پیش‌بینی نتایج با استفاده از داده‌های عددی موجود رادارند، تحت عنوان سامانه استنتاج تطبیقی عصبی – فازی معرفی می‌شود. (لوبیس، ۱۲۴:۲۰۱۱).

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پیش‌بینی در تصمیم‌گیری‌های اقتصادی نقش مهمی را ایفا می‌کند. در سطح یک بنگاه اقتصادی، سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، مدیریت و سایر استفاده‌کنندگان از صورت‌های مالی به پیش‌بینی‌های خود با دیگران اتکا می‌نمایند. ازآنجاکه بیشتر استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی مستقیم به اطلاعات مالی دسترسی ندارند به‌ناچار به پیش‌بینی‌های ارائه‌شده توسط مدیریت اتکا می‌کنند. در همین راستا سازمان بورس و اوراق بهادار کشور شرکت‌های بورسی را ملزم نمود تا پیش‌بینی آتی سود را به‌صورت پیش‌بینی سود هر سهم ارائه دهند.

اهمیت سود پیش‌بینی‌شده به میزان انحرافی که با مقدار واقعی آن دارد، وابسته است. هرچه میزان این انحراف کمتر باشد، پیش‌بینی از دقت بیشتری از دقت برخوردار است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد، بازار برای برآورده شدن انتظارات سود هر سهم ارزش قابل‌ملاحظه‌ای قائل است و نسبت به برآورده نشدن آن نیز واکنش نشان می‌دهد. زمانی که سود هر سهم فراتر از انتظارات باشد، بازار نسبت به آن دید خوش‌بینانه‌ای دارد و آن را خبر خوب تلقی می‌کند. زمانی که سود هر سهم پایین‌تر از پیش‌بینی آن باشد، اعتبار شرکت در برآوردن انتظارات کاهش می‌یابد.

در دهه ۱۹۶۰ پژوهش‌های حسابداری به سمت نظریه‌های اثباتی سوق داده‌شده‌اند، این نظریه‌ها به‌منظور توضیح و پیش‌بینی به نظریه‌های زیربنایی علوم رفتاری یا اقتصادی نیازمند است. این شاخه از پژوهش مبنای پژوهش‌های حسابداری است که به بررسی رابطه قیمت با اطلاعات حسابداری می‌پردازد. یکی از قدیمی‌ترین مطالعات در مورد پیش‌بینی سود توسط کرگ و مالکیل(۱۹۸۹) انجام پذیرفت. این پژوهشگران، در پژوهش خود دقت پیش‌بینی تحلیلگران را با دقت پیش‌بینی مدل‌های سری زمانی مقایسه نمودند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد دقت پیش‌بینی عملکرد تحلیلگران نسبت به مدل‌های سری زمانی بهتر است(کرگ و مالکیل، ۱۹۸۹) آباربانل و بوشی از رگرسیون خطی چند متغیره برای پیش‌بینی سود آتی استفاده کردند و با توجه به نتایج تحقیق به این نتیجه رسیدند که ممکن است برخی از متغیرهای حسابداری با سود هر سهم و سود آتی رابطه‌ی غیرخطی داشته باشند.(آباربانل و بوشی، ۱۹۹۷) درواقع نتیجه‌ی تحقیق آباربانل و بوشی شروعی بر به‌کارگیری مدل‌های غیرخطی در پیش‌بینی سود و سود هر سهم بود. به دنبال این نتیجه‌گیری ژانگ و همکاران در سال ۲۰۰۴ تحقیقی را که شامل ۲۸۳ شرکت در قالب ۴۱ صنعت بود، انجام دادند و با استفاده از چهار مدل به پیش‌بینی سود هر سهم پرداختند: خطی تک متغیره، خطی چند متغیره، شبکه‌ی عصبی تک متغیره و شبکه‌ی عصبی چندمتغیره.آن‌ها در این تحقیق از هفت متغیر بنیادی حسابداری استفاده کردند: موجودی کالا، دارایی سرمایه‌ای، حساب‌های دریافتنی، حاشیه سود ناخالص، هزینه‌های اداری و فروش، نرخ مالیاتی کارا و بهره‌وری نیروی کار. ایشان به این نتیجه

رسیدند که شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سود هر سهم عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های خطی که تاکنون مورداستفاده قرار می‌گرفت، از خود نشان دادند.(ژانگ و همکاران، ۲۰۰۴)

اگلی و دیگران[۱]، ۲۰۰۳، اقدام به پیش‌بینی شاخص روزانه بازار سهام استانبول کردند ورودی شبکه آن‌ها عبارت بودند از نرخ دلار/لیره در روز قبل، مقدار شاخص در روزهای قبل، نرخ بهره شبانه و پنج متغیر مجازی برای پنج روز هفته. نتیجه تحقیق ایشان این‌گونه بود که شبکه عصبی پیش‌بینی دقیق‌تری از میانگین متحرک ۵ روزه و ۱۰ روزه انجام می‌دهند.

چنگ و همکاران[۲] (۲۰۰۹) با استفاده از مدل آنفیس(ANFIS) به پیش‌بینی سود هر سهم صنعت برق کشور تایوان پرداخته و از متغیرهای متوسط دوره وصول مطالبات، درصد تغییر در دوره وصول مطالبات، حاشیه سود خالص، بازده دارایی‌ها، گردش موجودی و حاشیه سود عملیاتی به‌کل دارایی‌ها استفاده نمودند. به این نتیجه رسیدند که عملکرد مدل آنفیس در پیش‌بینی سود هر سهم در برخی دوره‌ها مناسب و مطلوب و در برخی دیگر ضعیف بوده است. (چنگ و همکاران، ۲۰۰۹).

ژنگ و هو[۳](۲۰۰۹)، لیزی و اسکیاوو[۴](۲۰۰۷)، لی یانگ، چن و داک[۵](۲۰۰۴)، کوای و یانگ وو[۶](۲۰۰۸)، از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های سری زمانی برای پیش‌بینی نرخ ارز استفاده کردند و نتایج مطالعات آن‌ها حاکی از بهتر بودن عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد.

فلاریوو و آورهن لوو[۷](۲۰۰۹) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که در پیش‌بینی قیمت‌های سهام، عملکرد مدل شبکه‌های عصبی نسبت به روش سری‌های زمانی ARIMA بهتر است(فلاریوو و آورهن لوو، ۲۰۰۹)

کائو و گان[۸] (۲۰۱۰) برای پیش‌بینی سود هر سهم متغیرهای مورداستفاده در تحقیق ژانگ موردبررسی قراردادند. آن‌ها برای پیش‌بینی از شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل شبکه‌ی عصبی با وزن‌های تخمین زده‌شده توسط الگوریتم ژنتیک عملکرد مناسب‌تری نسبت به مدل شبکه‌ی عصبی با وزن‌های تخمین زده‌شده توسط الگوریتم پس انتشار در پیش‌بینی سود هر سهم دارد.(کائو و گان، ۲۰۱۰)

ویرلی و فریسلبن[۹](۲۰۰۹)، تأثیر ناپایایی بر پیش‌بینی تقاضای وام مسکن را در هلند با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان‌دهنده‌ی عملکرد بهتر شبکه‌ی عصبی پیش‌خور نسبت به مدل‌های ARIMA می‌باشد(ویرلی و فریسلبن، ۲۰۰۹).

حمیدی(۱۳۸۴) درآمدهای مالیات بر مشاغل را با استفاده از روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی پیش‌خور و مدل رگرسیون خطی و ARIMA برای سال‌های (۱۳۸۱-۱۳۷۵) پیش‌بینی کرده است و فرجام نیا و همکاران(۱۳۸۶) نتایج پیش‌بینی قیمت نفت از آوریل ۱۹۸۳ تا ژوئن ۲۰۰۵ با استفاده از روش ARIMA و شبکه‌ی عصبی مصنوعی، مقایسه کرده است. در مطالعه‌ی حمیدی(۱۳۸۴) از روش‌های خطی و غیرخطی(شبکه عصبی پیش‌خور) برای پیش‌بینی درآمدهای مالیات بر مشاغل استفاده‌شده است، ساختار مدل غیرخطی مورداستفاده به شکلی است که قابلیت پیش‌بینی برای یک یا دو دوره بعد را دارد.حمیدی و

خالوزاده (۱۳۸۹)، پیش‌بینی با ساختار موازی برای سال‌های ۸۸-۱۳۸۷ را انجام داده‌اند. عرب مازار و همکاران(۱۳۹۰)، ظرفیت بالفعل مالیاتی را با استفاده از شبکه‌های عصبی با ساختار موازی و مدل‌های سری زمانی ARIMA برآورد و درنهایت عملکرد دو روش با یکدیگر را مقایسه کردند. نتایج این تحقیقات حاکی از عملکرد بهتر روش شبکه‌ی عصبی می‌باشد.

راعی و چاووشی(۱۳۸۲)، در مطالعه‌ی خود رفتار بازده‌ی سهام در بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از اطلاعات قیمت روزانه سهام شرکت توسعه‌ی صنایع بهشهر به‌عنوان نمونه و به‌کارگیری مدل خطی عاملی و شبکه‌های عصبی مصنوعی پیش‌بینی کردند. نتایج حاکی از برتری شبکه‌های عصبی می‌باشد (راعی و چاووشی، ۱۳۸۲).

راعی، و فلاح پور، به مقایسه قدرت پیش‌بینی کنندگی شبکه‌های عصبی در مقایسه با روش تفکیک‌کننده خطی چند متغیره پرداخته‌اند .آن‌ها شرکت‌هایی که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت بوده‌اند، را از سالی که مشمول این ماده شده‌اند به‌عنوان شرکت‌های درمانده مالی تعریف کردند و با استفاده از اطلاعات مالی سنوات قبل، این‌گونه شرکت‌ها را پیش‌بینی کرده‌اند .پنج متغیر موردبررسی در این تحقیق عبارت‌اند از، نسبت جاری، نسبت سود قبل از بهره و مالیات به دارایی‌ها، حقوق صاحبان سهام به بدهی‌ها، سرمایه در گردش به‌کل دارایی‌ها و نسبت سود قبل از بهره و مالیات به فروش . آن‌ها درمجموع ۴۰ شرکت درمانده مالی در سنوات ۷۳ تا ۸۰ را که مشمول شرایط تعیین‌شده بوده‌اند، در نمونه قرار داده و ۴۰ شرکت نیز از میان سایر شرکت‌ها به‌صورت تصادفی و به‌عنوان شرکت‌های سالم انتخاب کرده‌اند .درنهایت چنین نتیجه‌گیری کرده‌اند که مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی درماندگی مالی، به‌طور معنی‌داری نسبت به مدل تفکیک‌کننده چند متغیره MDA از دقت پیش‌بینی بیشتری برخوردار است(راعی و فلاح پور، ۱۳۸۹)

زارع و کردلویی(۱۳۸۸) به بررسی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پرداختند. نتایج تحقیق نشان‌دهنده پیش‌بینی بسیار مناسب‌تری ارائه می‌کند و اگر به شبکه داده‌های جدید افزوده و دوباره آن را آموزش دهیم، جواب شبکه بهتر از گذشته خواهد بود(زارع و کردلویی، ۱۳۸۸)

مشیری و فروتن (۱۳۸۳) به مقایسه‌ی نتایج پیش‌بینی قیمت‌های آتی نفت با مدل خطی ARIMA و غیرخطی GARCH و شبکه‌های عصبی پرداختند و نتایج نشان از برتری مدل‌های غیرخطی نسبت به مدل‌های خطی دارد(مشیری و فروتن ۱۳۸۳).

نیکبخت و شریفی(۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان «پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی» به این نتیجه رسیدند که مدل شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی دقت بالایی دارد. به‌علاوه توان پیش‌بینی مدل شبکه در تفکیک درست شرکت‌های ورشکسته بالاتر از شرکت‌های غیر ورشکسته بود(نیکبخت و شریفی، ۱۳۸۸)

۳- جامعه، نمونه و روش آماری تحقیق

جامعه آماری این تحقیق کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند که از ابتدای سال ۱۳۸۶ لغایت پایان سال ۱۳۹۰ در بورس فعال بودند. نمونه‌های انتخابی ما در این تحقیق،۵۰۰ سال/شرکت در قالب ۲۴ صنعت فعال بورس در دوره زمانی مربوطه به‌صورت تصادفی و روش نمونه‌گیری خوشه‌ای انتخاب شدند. پس از انتخاب نمونه، به‌منظور انجام عمل یادگیری در مدل‌های غیرخطی، آن‌ها را به دودسته نمونه‌های آموزشی و نمونه‌های آزمایشی تقسیم‌بندی کردیم. به‌این‌ترتیب که ابتدا بر روی نمونه‌های آموزشی که متشکل از ۴۰۰ سال/شرکت از سال ۱۳۸۹-۱۳۸۶ است، یادگیری انجام‌شده و سپس به‌منظور تعیین دقت پیش‌بینی، با استفاده از اطلاعات نمونه‌های آزمایشی که همانا ۱۰۰ شرکت انتخاب‌شده در سال ۱۳۹۰ است،آن‌ها را به بوته‌ی آزمایش نهادیم و به پیش‌بینی سود هر سهم آن‌ها پرداختیم. توزیع نمونه انتخابی در بین صنایع فعال بورس در جدول(۱) نشان داده‌شده است.

جدول ۱- تفکیک نمونه‌ها بر اساس صنعت

ردیف	صنعت	تعداد نمونه	درصد نمونه	ردیف	صنعت	تعداد نمونه	درصد نمونه
۱	خودرو	۴۰	%۸	۱۴	ماشین‌آلات دستگاه‌های برقی	۱۲	%۲
۲	قند و شکر	۱۸	%۴	۱۵	لاستیک	۱۵	%۳
۳	انتشار و چاپ	۱۲	%۲	۱۶	فنی مهندسی	۱۱	%۲
۴	کانه فلزی	۳۳	%۷	۱۷	فلزات اساسی	۳۶	%۷
۵	کانه غیرفلزی	۱۵	%۳	۱۸	غذایی به‌جز قند و شکر	۱۶	%۳
۶	استخراج نفت	۲۵	%۵	۱۹	فرآورده‌های نفتی	۲۹	%۶
۷	ابزار پزشکی	۱۸	%۴	۲۰	محصولات فلزی	۲۵	%۵
۸	رادیویی	۱۶	%۳	۲۱	سیمان	۳۳	%۷
۹	شیمیایی	۳۸	%۸	۲۲	محصولات کاغذ	۱۰	%۲
۱۰	زغال‌سنگ	۱۷	%۳	۲۳	رایانه و وسایل ارتباطی	۱۵	%۳
۱۱	کاشی و سرامیک	۲۱	%۴	۲۴	محصولات چوب	۱۱	%۲
۱۲	انبوه‌سازی	۱۹	%۴	**جمع**		**۵۰۰**	**۱۰۰٪**
۱۳	منسوجات	۱۵	%۳				

منبع: یافته‌های پژوهشگر

ازآنجایی‌که عمل پیش‌بینی در شبکه‌های عصبی و عصبی - فازی از طریق یادگیری بر روی متغیرهای ورودی انجام می‌شود، ازاین‌رو متغیرهای ورودی یکی از موارد مهم در مدل‌سازی شبکه‌های مذکورمی باشد. بدین منظور با جمع‌آوری منابع داخلی و خارجی با استفاده از روش کتابخانه‌ای و مطالعه ادبیات تحقیق،

شش متغیر متوسط دوره وصول مطالبات، درصد تغییر در دوره وصول مطالبات، حاشیه سود خالص، بازده دارایی‌ها، گردش موجودی و حاشیه سود عملیاتی به‌کل دارایی‌ها به‌عنوان متغیرهای ورودی(مستقل) مدل در نظر گرفته شدند و سود هر سهم به‌عنوان تنها متغیر وابسته در نظر گرفته‌شده است.

۴- روش‌های تحقیق

۴-۱- شبکه عصبی – فازی

این سیستم از الگوریتم‌های شبکه عصبی و منطق فازی به‌منظور طراحی نگاشت غیرخطی بین فضای ورودی و خروجی استفاده می‌کند. سامانه استنتاج تطبیقی عصبی – فازی شبکه‌ای ۵ لایه‌ای، متشکل از گره‌ها و کمان‌های اتصال‌دهنده گره‌ها می‌باشد. ساختار مناسب سامانه عصبی – فازی متناسب با داده‌های ورودی، درجه عضویت، قوانین و توابع درجه عضویت خروجی انتخاب می‌شود.

معماری شبکه عصبی – فازی بدین‌صورت می‌باشد که در لایه اول میزان تعلق هر ورودی به بازه‌های مختلف فازی توسط کاربر مشخص می‌شود. با ضرب مقادیر ورودی به هر گره در یکدیگر، وزن قانون‌ها در لایه دوم به دست می‌آید. در لایه سوم عمل محاسبه وزن نسبی قوانین انجام می‌گیرد. لایه چهارم لایه قوانین است که از انجام عملیات بر روی پیام‌های ورودی به این لایه حاصل می‌شود. لایه آخر خروجی شبکه می‌باشد که هدف آن حداقل نمودن اختلاف خروجی به‌دست‌آمده از شبکه و خروجی واقعی است.

در مرحله آموزش، با اصلاح پارامترهای درجه عضویت بر اساس میزان خطای قابل‌قبول، مقادیر واقعی نزدیک‌تر می‌شوند. روش آموزش اصلی در این سامانه، روش پس انتشار خطا است. در این روش با استفاده از الگوریتم شیب نزولی خطا، مقدار خطابه سمت ورودی‌ها پخش می‌گردد و پارامترها تصحیح می‌شوند. در محیط Anfis Edit نرم‌افزار MATLAB ۲۰۱۰ جهت استفاده از شبکه عصبی – فازی دو روش منقطع سازی شبکه‌ای و خوشه‌بندی جزئی وجود دارد که تفاوت عمده آن‌ها در انتخاب تابع عضویت ورودی می‌باشد. در این مطالعه، از روش منقطع سازی شبکه‌ای که نوع تابع عضویت توسط کاربر تعیین می‌شود، استفاده شد.

در این مدل برای هر ورودی ۲ تابع عضویت در نظر می‌گیریم که به‌این‌ترتیب ۱۲۸ قانون اگر – آنگاه فازی داشته و از تابع عضویت زنگوله‌ای تعمیم‌یافته با سه پارامتر که اسم تابع آن Gbellmf می‌باشد استفاده گردیده است. تابع عضویت زنگوله‌ای یک پارامتر از تابع عضویت گوسی بیشتر دارد. لذا درصورتی‌که پارامتر آزاد برای تابع در نظر بگیریم، می‌تواند خود را با مجموعه‌های غیر فازی همساز کند. به علت همواری و پیچیدگی کم، توابع زنگوله‌ای جزء روش‌های محبوب برای مشخص کردن مجموعه‌های فازی هستند. از مزیت‌های این تابع این است که هموار می‌باشد و همچنین در هیچ نقطه‌ای صفر نمی‌شود.

آماده‌سازی داده‌ها یکی از مراحل پیچیده‌ی کاربرد شبکه‌های عصبی– فازی و عصبی است. چراکه بهترین وضعیت برای شبکه‌های عصبی– فازی و عصبی هنگامی است که تمام ورودی‌ها و خروجی‌ها بین صفر و یک باشند. یکی از دلایل تأکید برقرار داشتن ورودی‌ها در دامنه‌ی صفر و یک، این است که توابع

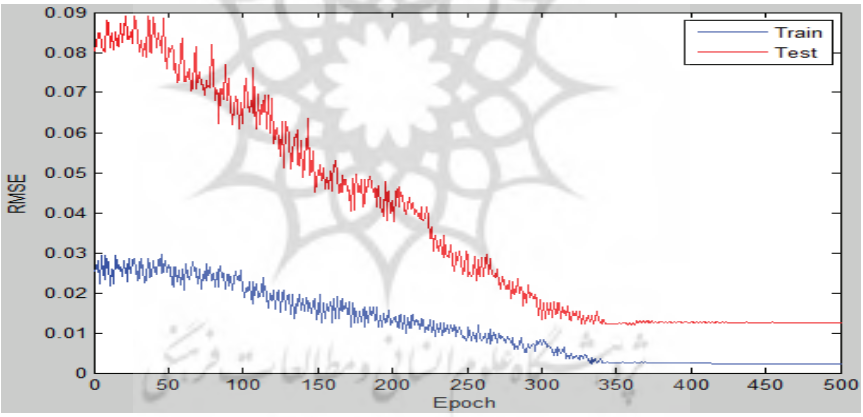
انتقال نمی‌توانند بین مقادیر خیلی بزرگ فرق بگذارند. بنابراین با استفاده از رابطه(۱) زیر کلیه‌ی داده‌ها نرمال شدند:

$$X_n = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \qquad (۱)$$

در معادله فوق:

x_n مقدار نرمال شده، x: مقادیر واقعی، x_{min} وx_{mxa}: حداقل و حداکثر مقادیر واقعی می‌باشد.

در هر دور آموزش هنگام حرکت روبه‌جلو خروجی‌های گره‌ها به‌صورت عادی تا لایه آخر محاسبه می‌شوند و سپس پارامترهای نتیجه توسط روش جذر میانگین خطاها محاسبه می‌شوند. در شکل(۱) میزان بهبود مقدار RMSE در تکرارهای مختلف آموزش و آزمایش شبکه‌های عصبی - فازی برای پیش‌بینی شرکت‌های موردبررسی نشان داده‌شده است. همان‌طور که در شکل(۱) مشاهده‌شده می‌شود، با افزایش تعداد تکرارها، میزان بهبود در مقدار RMSEکاهش‌یافته و تقریباً در تکرارهای پایانی هیچ‌گونه بهبودی حاصل نمی‌گردد.



شکل ۱- مقدار RMSE در تکرارهای آموزش و آزمایش شبکه‌های عصبی - فازی

منبع: یافته‌های پژوهشگر

۴-۲- شبکه عصبی MLP[۱۰]

در شبکه‌های عصبی مصنوعی سعی بر آن است تا ساختاری مشابه مغز انسان ساخته شود که قدرت دریافت اطلاعات و سیگنال‌ها، پردازش، یادگیری را داشته باشد(پترسون، ۱۹۹۸: ۸۹)[۱۱] یک شبکه عصبی مصنوعی از عناصر پردازشگری در یک شبکه به‌هم‌پیوسته تشکیل‌شده است. هر یک از این عناصر پردازشگر، دروندادها را می‌پذیرد، آن‌ها را پردازش می‌کند و سپس به‌صورت یک برونداد درمی‌آورد و برای

استفاده در اختیار سایر عناصر پردازشگر قرار می‌دهد. نرون‌ها به‌صورت طبیعی به روش خاصی به هم اتصال می‌یابند تا یک شبکه عصبی را تشکیل دهند. (مالینوسکی، ۶۷:۲۰۰۶)[۱۲]. به‌طورکلی نقش نرون‌ها در شبکه‌های عصبی، پردازش اطلاعات است و این امر در شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌وسیله یک پردازشگر ریاضی که همان تابع فعال‌سازی است، انجام می‌شود(سوماتی، ۱۱۲:۲۰۰۹)[۱۳]. شبکه‌ای که در این تحقیق برای پیش‌بینی سود هر سهم استفاده‌شده است شبکه‌های پیش‌خور می‌باشد که در آن‌ها هیچ برگشتی از یک نرون وجود ندارد و هر نرون بعد از دریافت بردار مشاهدات، یک خروجی مشخص را ارائه می‌دهد (خاشی، ۱۳۴:۲۰۱۰)[۱۴]. به‌عبارت‌دیگر، در شبکه‌های پیش‌خور مسیر پاسخ همواره روبه‌جلو پردازش می‌شود و به نرون‌های لایه یا لایه‌های قبل بازنمی‌گردد.

یکی از مسائل مهمی که در شبکه‌های عصبی مصنوعی مطرح می‌باشد طراحی ساختار شبکه است. در این طراحی بایستی تعداد لایه‌ها و نیز ساختار نرونی، از قبیل تعداد وزن‌ها و مقادیر اولیه آن‌ها و همچنین تابع تحریک هر نرون به‌صورت مناسب انتخاب گردند، تا یک نگاشت مناسب و ایده آل میان داده‌های ورودی و خروجی برقرار شود(منتاس[۱۵]، ۱۴۲:۲۰۰۶).تعیین تعداد نرون‌های لایه‌های میانی (پنهان) با استفاده از سعی و خطا صورت می‌گیرد، در این تحقیق، شبکه با سه لایه و ۲۰ نرون در لایه‌ی پنهان به سطح خطای کمینه دست پیدا کرد(ژانگ، ۱۱۶:۲۰۰۳)[۱۶] و با ۱۷۰۰ دور تکرار، شبکه سطح خطای قابل قبولی را نتیجه داده است.

۴-۳- شبکه عصبی GMDH[۱۷]

روش دسته‌بندی گروهی داده‌های عددی، یک فن‌آوری آموزش آماری برای غلبه بر ضعف‌های آماری و شبکه‌های عصبی است. آنچه الگوریتم GMDH را به‌عنوان یک روش هیوریستیک[۱۸] معرفی می‌کند، ساختن مدل‌هایی برای سیستم‌های پیچیده از نوع رگرسیون با درجات بالا می‌باشد که دارای مزایایی نسبت به مدل‌سازی کلاسیک است. اولین بار الگوریتم GMDH توسط یک دانشمند اوکراینی به نام ایواخننکو معرفی شد. شبکه عصبی GMDH، شبکه‌ای خودسازمان‌ده و یک‌سویه می‌باشد که از چندین لایه و هر لایه نیز از چندین نرون تشکیل یافته است(مادالا، ۱۲۴:۱۹۹۴)[۱۹] . تمامی نرون‌ها از ساختار مشابهی برخوردار می‌باشند به‌طوری‌که دارای دو ورودی و یک خروجی هستند . هر نرون با $\underline{5}$ وزن و یک بایاس عمل پردازش را میان داده‌های ورودی و خروجی برقرار می‌کند. وزن‌ها بر اساس روش‌های تجزیه‌ی مقادیر منفرد(SVD)[۲۰] و حل معادلات متعامد(SNE)[۲۱] به‌عنوان مقادیر مشخص و ثابت در داخل هر نرون جای گذاری می‌شود. ویژگی بارز این نوع شبکه آن است که نرون‌های مرحله قبلی و یا لایه قبلی، عامل و مولد تولید نرون‌های جدید به تعداد $C_m^2 = \frac{m(m-1)}{2}$ می‌باشند و از میان نرون‌های تولیدشده، لزوماً تعدادی از آن‌ها حذف گشته تا بدین‌وسیله از واگرایی شبکه جلوگیری شود.

نرون‌هایی که برای ادامه و گسترش شبکه باقی می‌مانند، امکان دارد برای ایجاد فرم همگرایی شبکه و عدم ارتباط آن‌ها با نرون لایه آخر حذف گردند. به این لایه‌ها اصطلاحاً نرون غیرفعال می‌گویند. نگاشتی که

بین متغیرهای ورودی و خروجی توسط این نوع از شبکه‌های عصبی برقرار می‌شود به‌صورت تابع غیرخطی ولترا می‌باشد(ایواخننکو، ۱۹۹۵:۸۳)[۲۲]

مسئله طراحی شبکه‌های عصبی GMDH با شبکه‌های عصبی متمایز می‌باشد. در این نوع از طراحی، هدف جلوگیری از رشد واگرایی شبکه و نیز مرتبط کردن شکل و ساختار شبکه به یک یا چند پارامتر عددی می‌باشد، به‌گونه‌ای که با تغییر این پارامترها، ساختار شبکه‌ها نیز تغییر کند. در شبکه موردنظر با ۳ لایه، ۲۰ نرون در لایه پنهان موفق به طراحی مدلی شدیم که کمترین میانگین مجذور خطا را داشته باشد ضمناً از تابع انتقال ولترا در لایه خروجی و لایه پنهان استفاده‌شده است.

۵- معیارهای ارزیابی عملکرد

به‌طور متداول از برخی معیارهای ارزیابی عملکرد برای نشان دادن چگونگی یادگیری ارتباط‌های داده‌ها در شبکه‌های عصبی و عصبی - فازی استفاده‌شده است. برای مسائل پیش‌بینی، این معیارها به‌طور عمده مربوط به خطای بین خروجی پیش‌بینی‌شده و خروجی مطلوب واقعی است. در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی عملکرد مدل‌های فوق،از چهار معیار رایج ارزیابی عملکرد مربع میانگین خطای استاندارد(MSE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAE)، مربع مجذور میانگین خطا (RMSE) و (R^2) ضریب تعیین استفاده‌شده است.

$$\text{Mean Squared Error (MSE)} = \frac{\sum_{k=1}^{n}\left(Y_k - \hat{Y}_k\right)^2}{n} \qquad (۲)$$

$$\text{Root Mean Squared Error (RMSE)} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n}\left(Y_k - \hat{Y}_k\right)^2}{n}} \qquad (۳)$$

$$\textit{Mean}\ \text{Absolute Error} = \frac{\sum_{k=1}^{n}\left|Y_k - Y_k\right|}{n} \qquad (۴)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{k=1}^{n}\left(Y_k - \hat{Y}_k\right)^2}{\sum_{k=1}^{n}\left(Y_k - \overline{Y}_k\right)^2} \qquad (۵)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

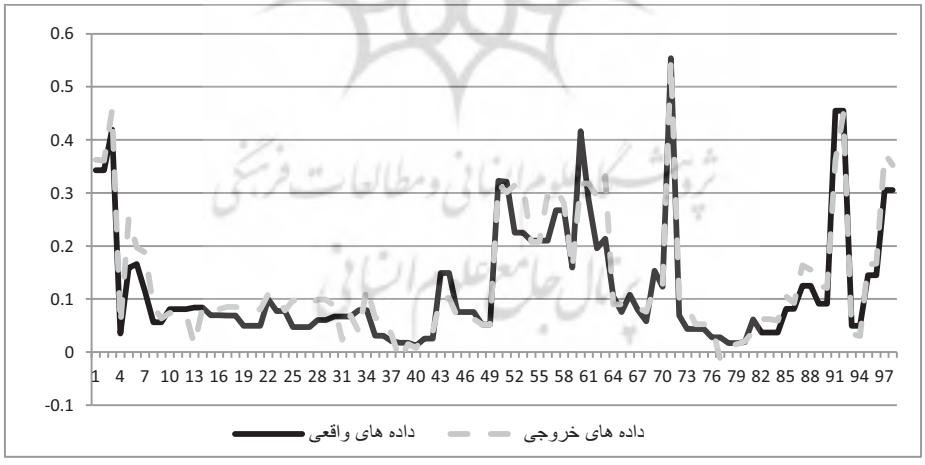
در مدل‌های فوق Y_k ارزش مشاهدات، $\hat{Y}_k$ ارزش‌های پیش‌بینی‌شده، $\overline{Y}_k$ میانگین مجموع مشاهدات وnتعداد مشاهدات می‌باشد. بین چهار معیار ارزیابی عملکرد فوق دو معیار MSE و RMSE و MAE مربوط به میانگین خطای استاندارد است و هر چه مقدار آن‌ها کمتر باشد به این معنا است که شبکه، پیش‌بینی را با خطای کمتری انجام داده است درنتیجه کارائی مدل بیشتر خواهد بود (خاتبی، ۱۰۹:۲۰۱۱). معیار ضریب تعیین (R^2) همبستگی بین داده‌های واقعی و پیش‌بینی‌شده را بررسی می‌کند. مقدار R^2 بین صفر و یک است و مقدار یک بیان‌کننده تطابق کامل داده‌هاست، درنتیجه هر چه مقدار R^2 به یک نزدیک‌تر باشد، مطلوب‌تر خواهد بود.

به‌منظور بررسی دقت پیش‌بینی شبکه، شاخص‌های پراکندگی ($MAE,MSE,RMSE,R^2$) مدل‌های ANFIS، MLP ، GMDH طبق جدول(۲)، نمودار مقادیر برآورد ($\hat{y}$) و مقادیر واقعی متغیر وابسته مدل‌ها در نمودار(۱ تا۳) به تفکیک بر اساس داده‌های آزمایش در زیر آمده است:

جدول ۲- شاخص‌های پراکندگی داده‌های آزمایش بر اساس مدل عصبی - فازی

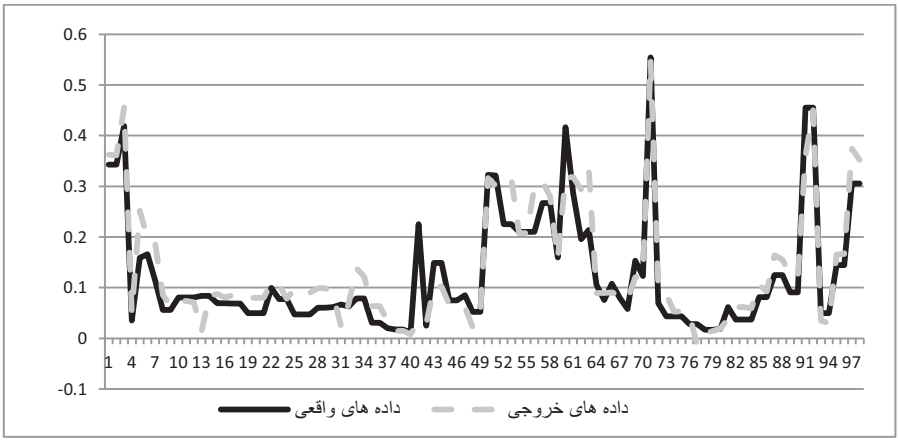
DATA TEST	ANFIS	MAE	۰/۰۰۷۸۴	RMSE	۰/۰۱۳	MSE	۰/۰۰۰۲۱۷	R^2	۰/۹۸
DATA TEST	GMDH	MAE	۰/۰۲۸	RMSE	۰/۰۳۸	MSE	۰/۰۰۱۵	R^2	۰/۸۹
DATA TEST	NEURAL	MAE	۰/۰۳۵	RMSE	۰/۰۸۲	MSE	۰/۰۰۶۷	R^2	۰/۸۵

منبع: یافته های پژوهشگر



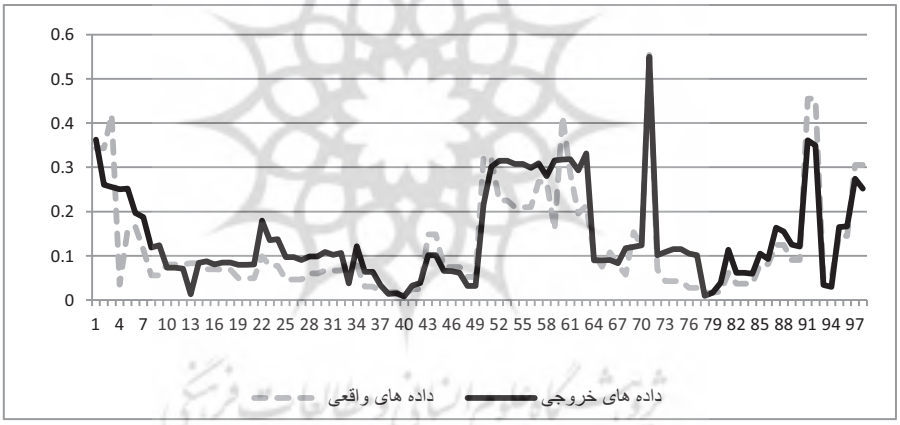
نمودار۱- داده‌های واقعی و خروجی مدل عصبی - فازی

منبع: یافته‌های پژوهشگر



نمودار۲-داده‌های واقعی و خروجی مدل GMDH

منبع: یافته‌های پژوهشگر



نمودار۳- نمودار داده‌های واقعی و خروجی مدل عصبی

منبع: یافته‌های پژوهشگر

۶- نتیجه‌گیری از پژوهش

به‌طور طبیعی تمام تلاش سرمایه‌گذاران به دنبال کاهش عدم اطمینان است. با توجه به اینکه پیش‌بینی بازار بورس یکی از ابزارهای کاهش عدم اطمینان می‌باشد، سرمایه‌گذاران به دنبال روش‌هایی هستند که آن‌ها را قادر سازد به بهترین نحو سود شرکت‌ها را پیش‌بینی نمایند تا بتوانند بالاترین بازده را از سرمایه‌گذاری خود کسب نمایند. یکی از مسائلی که می‌تواند به نحوه تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران کمک کند، وجود ابزارها و مدل‌های مناسب برای ارزیابی شرایط مالی و وضعیت سازمان‌ها یا شرکت‌ها می‌باشد.

یک نتیجه‌ی مهم و کلی که در این تحقیق به‌دست‌آمده این است که متغیرهای حسابداری مؤثر در پیش‌بینی سود هر سهم دارای رابطه‌ی غیرخطی با سود هر سهم می‌باشند و مدل‌های غیرخطی در پیش‌بینی آن عملکرد مطلوبی داشته‌اند. این یافته، نتیجه‌ی تحقیق بسیار مهم آباربانل و بوشی(۱۹۹۷) و تمام تحقیقات بعدازآن را تائید می‌کند.

نتایج قابل‌قبول و خوب معیارهای ارزیابی عملکرد، حاصل از روش شبکه‌های عصبی - فازی بیانگر توانایی بالای این شبکه در شناخت الگوهای حاکم برداده‌ها و ویژگی‌های منحصربه‌فرد همگرایی سریع، دقت بالا، و توانایی تقریب تابع قوی، این شبکه دارد که نشان از مناسب بودن این مدل در پیش‌بینی سود هر سهم می‌باشد و مطالعات چنگ و همکارانش را تأیید می‌کند. مدل شبکه عصبی - فازی در تمام چهار معیار ارزیابی عملکرد، نسبت به شبکه MLP و GMDH برتری دارد که نشان از برتری شبکه عصبی – فازی بر شبکه عصبی می‌باشد.

درنهایت به پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد:

۱) تحقیق حاضر در مورد هر صنعت به‌طور جداگانه موردبررسی قرار گیرد و به مقایسه نتایج به‌دست‌آمده در صنایع مختلف پرداخته شود.

۲) با استفاده از الگوریتم GMDH، به الگوسازی و پیش‌بینی قیمت طلا پرداخته شود.

۳) با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان به الگوسازی و پیش‌بینی EPS شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته و نتایج آن با شبکه عصبی GMDH و شبکه عصبی – فازی مقایسه گردد.

فهرست منابع

۱) انواری رستمی، علی‌اصغر. (۱۳۷۸)، "مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری"، تهران: انتشارات طراحان نشر.

۲) خدادادی، ولی و رضا جان‌جانی، (۱۳۹۰)،" بررسی رابطه مدیریت سود و سودآوری شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران"،مجله پژوهش‌های حسابداری مالی،ش۱، صص۷۷-۹۶.

۳) مهام، کیهان، (۱۳۷۹)،" اثر گزارش اجزای سود حسابداری برافزایش توان پیش‌بینی سود"، پایان‌نامه دکترای رشته حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی.

4) Abarbanell, J.S., & Bushee, B.J.(1997). Fundamental Analysis, Future Earnings, and Stock Prices. Journal of Accounting Research, 35(1),PP. 1-24 .

5) Atashkari, K., Nariman-Zadeh, N., Gölcü, M., Khalkhali, A., & Jamali, A. (2007). Modelling and Multi-Objectiveoptimization of a Variable Valve-Timing Spark-ignition Engine Using Polynomial Neural Networks and Evolutionary Algorithms. Energy Conversion and Management, 48(3),PP. 1029-1041 .

6) Atsalakis, G.S., Dimitrakakis, E.M., & Zopounidis, C.D. (2011). Elliott Wave Theory and Neuro-Fuzzy Systems, in Stock Market Prediction: The WASP system. Expert Systems With Applications, 38(8), PP.9196-9206 .

7) Callen, J.L., Kwan, C.C.Y., Yip, P.C.Y., & Yuan, Y. (1996). Neural Network Forecasting of Quarterly Accounting Earnings. International Journal of Forecasting, 12(4),PP. 475-482 .

8) Cao, Q., & Gan, Q. (2009). Forecasting EPS of Chinese Listed Companies Using Neural Network with Genetic Algorithm .
9) Cheng, C.H., Hsu, J.W., & Huang, S.F. (2009). Forecasting Electronic Industry EPS Usingan Integrated ANFIS Model. Paper Presented at the Systems, Man and Cybernetics, 2009. SMC 2009. IEEE International Conference on.
10) Graham, B. (1934). Security Analysis. School of Business, Columbia University .
11) Ivakhnenko, AG, & Müller, J.A. (1995). Present State and new Problems of Further GMDH Development. Systems Analysis Modelling Simulation, 20(1-2),PP. 3-16 .
12) Khashei, Mehdi, & Bijari, Mehdi. (2010). A Novel Hybridization of Artificial Neural Networks and ARIMA Models for Time Series Forecasting. Applied Soft Computing .
13) Khatibi, R., Ghorbani, M.A., Kashani, M.H., & Kisi, O. (2011). Comparison of Three Artificial Intelligence Techniques for Discharge Routing. Journal of Hydrology, 403(3),PP. 201-212 .
14) Lev, B., & Thiagarajan, S.R. (1993). Fundamental Information Analysis. Journal of Accounting Research,PP. 190-215 .
15) Lubis, H.Y., & Director-Donnell, M. (2000). Initial Public Offering Prediction using Neural Network: The George Washington University.
16) Madala, H.R., & Ivakhnenko, A.G. (1994). Inductive Learning Algorithms for Complex Systems Modeling: CRC Press Boca Raton, FL.
17) Malinowski, P., & Ziembicki, P. (2006). Analysis of District Heating Network Monitoring by Neural Networks Classification. Journal of Civil Engineering and Management, 12(1),PP. 21-28 .
18) Mantas ,CJ, Puche, JM, & Mantas, JM. (2006). Extraction of Similarity basedFuzzy rules from Artificial Neural Networks. International Journal of Approximate Reasoning, 43(2),PP. 202-221 .
19) McCleary, R., & Hay, R.A. (1980). Applied Time Series Analysis for The Social Sciences: Sage Publications Beverly Hills, CA.
20) Noori, R., Hoshyaripour, G., Ashrafi, K., & Araabi, B.N. (2010). Uncertainty Analysis of Developed ANN and ANFIS models in Prediction of Carbon Monoxide Daily Concentration. Atmospheric Environment, 44,PP.476-482
21) Patterson, Dan W. (1998). Artificial Neural Networks: Theory and Applications: Prentice Hall PTR.
22) Sumathi, Sai. (2009). Computational Intelligence Paradigms: Theory & Applications Using MATLAB: CRC.
23) Thomas, J. K. and Zhang, H. (2002). "Inventory Changes and Future Returns" Review of Accounting Studies. No. 7, PP.163-187
24) Takagi, T., & Sugeno, M. (1985). Fuzzy Identification of Systems and its Applications to Modeling and Control. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on(1),PP.116-132 .
25) Zhang, G.P. (2003). Time Series Forecasting using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model. Neurocomputing, 50,PP.159-175.

یادداشت‌ها

[1]. Egeli et al
[2] . Cheng et al
[3] .Zhang, G.and Michael ,Y,HU
[4] . Lisa, F. and Rosa A,Schiavo
[5] . Leung,M. and An – Sing Chen and Hazem Daouk

[6]. Qi, M. and Yangru , Wu
[7]. G.F, Fllareiov & E.O. Averehenkow
[8]. Cao & Gan
[9]. Virli & Firisilin
[10]. Multi Layer Perceptron
[11]. Paterson et al
[12]. Malinowski et al
[13]. Sumathi
[14]. Khashei
[15]. Mantas et al
[16]. Zhang
[17]. Group Method of Data Handling
[18] الگوریتم هیوریستیک، عبارت است از معیار، روش و یا اصولی برای تصمیم گیری بین چندین خط مشی، به طوری که اثربخش ترین آنان برای دست یابی به اهداف مورد نظر، انتخاب شود
[19]. Madala
[20].Singular Value Decomposition
[21]. Solving Normal Equation
[22]. Ivakhnenko & Müller

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی