پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی
سال ٦ / شماره ٢٤ / زمستان ١٣٩٣
صفحه ٨٩ تا ١٠١

یکپارچه سازی تکنیک های هوش مصنوعی جهت ارائه مدل پیش بینی قیمت سهام

مهدی مرادزاده فرد [1]
رویا دارابی [2]
رامین شاهعلی زاده [3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۲۴

چکیده

اوراق بهادار روش مطمئنی است برای جلب اعتماد عمومی جهت سرمایه گذاری درانواع اوراق بهادار با خطرهای متفاوت است و با این روش می توان سرمایه های کوچک و پراکنده را که به تنهایی نمی توانند مورد بهره برداری قرار گیرند جمع آوری نمود از آنها سرمایه هنگفتی جهت توسعه و پیشرفت اقتصادی فراهم آورد. در بورس های اوراق بهادار حساسیت های زیادی نسبت به روند قیمت وجود دارد این امر باعث گردیده تا تحولات مرتبط با چنین پدیده ای مورد تحلیل های منظم قرار گیرد . در سال های اخیر مدل های متفاوتی جهت پیش بینی قیمت سهام توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است و از آنجایی که تکنیک های هوش مصنوعی که شامل شبکه های عصبی، الگوریتم ژنتیک و منطق فازی است نتایج موفقیت آمیزی در زمینه حل مسایل پیچیده به دست آورده اند در این راستا بیشتر مورد بهربرداری قرار گرفته اند.
هدف از این تحقیق رسیدن به این پاسخ است که آیا می توان با استفاده از ترکیب روش های هوش مصنوعی مدلی ایجاد نمود که نسبت به سایر روش های خطی و غیر خطی پیش بینی قیمت سهام (بورس اوراق بهادار تهران - شرکت ایران خودرو)را با میزان خطای کمتری انجام دهد. در این تحقیق جهت پیش بینی قیمت سهام از ترکیب روش های هوش مصنوعی شامل شبکه های عصبی – فازی و الگوریتم ژنتیک استفاده شده است و این مدل ترکیبی با روش های شبکه عصبی به عنوان یکی دیگر از مدل های هوش مصنوعی و مدل خطی ARIMA با توجه به معیارهای $MSE,MAPE,MAE, R^2$ مقایسه گردیده اند. نتایج این پژوهش نشان از برتری مدل ترکیبی نسبت به سایر مدل ها مورد بررسی دارد.

واژه‌های کلیدی: قیمت سهام ،پیش بینی ، شبکه های عصبی، شبکه های عصبی – فازی،الگوریتم ژنتیک.

۱- استادیار، گروه آموزشی حسابداری، واحد کرج ، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، نویسنده اصلی و مسئول مکاتبات.
moradzadehfard@yahoo.com
۲- استادیار، گروه آموزشی حسابداری، واحد تهران جنوب ، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- کارشناس ارشد حسابدرای.

۱- مقدمه

اصولاً پیش بینی عنصری کلیدی برای تصمیم گیری های مدیریتی است، در یک تصمیم گیری دنباله ای از تاثیرات این تصمیم و پیشامدهایی که بعد از تصمیم گیری ممکن است رخ دهد، در نظر گرفته می شود. قابلیت برآورد این تاثیرات کنترل ناپذیر موجب بهبود انتخاب و تصمیم گیری خواهد شد. به همین خاطر سیستم های مدیریتی برای طراحی و کنترل عملگرهای تشکیلاتی خود نیاز به پیش بینی دارند. به طور کلی می توان گفت که پیش بینی ، برآورد پیشامدهای آینده است و هدف از پیش بینی کاهش ریسک در یک تصمیم گیری است. پیش بینی ها معمولاً صحیح نبوده و دارای مقداری خطا هستند که این میزان با داشتن اطلاعات بیشتر در مورد سیستم کاهش می یابد (شاهعلی زاده،۱۳۹۰، ۱).

۲- طرح مساله تحقیق

بی ترید امروزه بیشترین مقدار سرمایه از طریق بازارهای بورس در تمام جهان مبادله می شود. اقتصادهای ملی به شدت متاثر از عملکرد بازار بورس است. به علاوه بازار اوراق بهادار به عنوان یک ابزار سرمایه گذاری در دسترس، هم برای سرمایه گذاران و هم برای عموم مردم شده است. بازارهای اوراق بهادار نه تنها از پارامترهای کلان بلکه از هزاران عامل دیگر نیز متاثر می شوند. تعداد زیاد و ناشناخته بودن عوامل موثر بر بورس، موجب عدم اطمینان در زمینه سرمایه گذاری شده است. به همین دلیل سعی در روی آوردن به روش های در پیش بینی دارند که بواسطه آن ها تخمین هایشان به واقعیت نزدیک و خطایشان بسیار کم باشد.. در میان روش های پیش بینی شبکه عصبی ، منطق فازی و الگوریتم ژنتیک در بسیاری از زمینه ها کاربردی استفاده شده اند و هر کدام از آنها دارای محاسن و معایبی هستند. این پژوهش به دنبال ترکیب تئوری استدلال فازی و الگوریتم ژنتیک با روش شبکه های عصبی جهت بهبود دقت و سرعت همگرایی مدل پیش بینی است(شاهعلی زاده،۱۳۹۰، ۱۲) .

۳- چارچوب نظری و پیشینه تحقیق

۳-۱- پیش بینی با مدل خطی ARIMA

مدل اتو رگرسیو میانگین با میانگین متحرک ادغام شده یا آریما (ARIMA) به طور وسیعی بوسیله باکس و جنکینز مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است، از این رو نام این دو نفر اغلب برای نام مدل های آریما (ARIMA)مورد استفاده قرار می گیرد. این فرایندها معمولاً برای تجزیه و تحلیل سری های زمانی، پیش بینی و کنترل مورد استفاده قرار می گیرد(آذر،۱۳۸۵، ۴۶).

در صورتی سری زمانی اصلی سری زمانی خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته ARIMA(p.d.q) می باشد که در آن p عبارت از تعداد جملات خود رگرسیون، d نشانگر تعداد دفعات تفاضل گیری برای پایا شدن سری زمانی و q نیز تعداد جملات میانگین متحرک می باشد(آذر،۱۳۸۵، ۴۶).

۳-۲-مبانی نظری شبکه های عصبی

عصب مصنوعی مدلی است که اجزا آن شباهت مستقیمی به اجزا عصب واقعی دارند، این مدل را اولین بار مک کلوچ و پیتز مطرح کردند. هدف هوش مصنوعی توسعه پارادایم ها یا الگوریتم های مورد استفاده انسان جهت کاربرد در ماشین است. شبکه های عصبی مصنوعی به عنوان یکی از مهمترین روش های هوش مصنوعی به دنبال تقلید از عملکرد مغز انسان است. وجود بعضی ازقابلیت های ویژه در مغز انسان از جمله قدرت دریافت اطلاعات و سیگنال ها به طور انبوه ، سنجش موازی ، پردازش، یادگیری، تصمیم گیری، شناخت تطبیق وتعمیم دهی ایده ساخت مدل های مصنوعی را مطرح کرده است(راعی،۱۳۸۰، ۱۲۴و مهدوی،۱۳۸۴، ۲۱۸).

شبکه های عصبی از جنبه های توپولوژی ساختاری و روشهای یادگیری بهانواع مختلفی تقسیم می شوند و هریک درکاربرد های خاصی عملکرد مناسبی از خود نشان می دهند .یک شبکه عصبی مصنوعی از تعداد زیادی گره و پاره خط های جهت دار که گره ها را به هم ارتباط می دهند تشکیل شده است گره هایی که در لایه ورودی هستند گره های حسی[۱] و گره های لایه خروجی گره های پاسخ دهنده[۲] نامیده می شوند بین نرون های ورودی و خروجی نیز نرون های پنهان[۳] قراردارند (سینایی،۱۳۸۴، ۷۰ ومتوسلی،۱۳۸۵، ۶۲).

یکی از مهمترین ویژگی های شبکه های عصبی مصنوعی که عملکرد آن را به انسان نزدیکتر می نماید قدرت یادگیری است. اگر چه ارائه تعریف دقیقی از یادگیری برای فرموله کردن مشکل است اما فرآیند یادگیری در زمینه شبکه های عصبی مصنوعی موضوع بهنگام سازی معماری شبکه و وزن های ارتباطی آن به نحوی است که یک شبکه بتواند یک وظیفه خاص را به صورت کارا انجام می دهد. عمل تغییر و تنظیم وزن های بین عصب های یک شبکه برای دستیابی به یک ساختار مشخص یا خروجی مطلوب یادگیری شبکه عصبی نامیده می شود. مکانیزم تبدیل سیگنالهای ورودی به سیگنالهای خروجی به وسیله تابع تبدیل صورت می گیرد . تابع محرک می تواند خطی یا غیر خطی باشد، دو نوع شناخته شده و عمومی توابع تبدیل که برای پیش بینی مدلهای سری زمانی مورد استفاده قرار می گیرد توابع تبدیل Hyperbolic (Tanh) Tangentو Sigmoid می باشند. (راعی،۱۳۸۰، ۱۳۸ وقاسمی،۱۳۷۹، ۹۴ و منهاج،۱۳۸۸، ۴۳) .

۳-۳- منطق فازی

تئوری مجموعه های فازی در سال ۱۹۶۵ توسط دکتر لطفی عسگری زاده مطرح شد و تا کنون کاربردهای بسیاری در حوزه های علوم مختلف علوم پیدا کرده است. نظریه مجموعه های فازی نظریه ای برای اقدام در شرایط عدم اطمینان است این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم هایی را که نادقیق و مبهم هستند را صورت بندی ریاضی بخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد این نظریه تعمیم یا گسترش نظریه های مجموعه های معمولی است که موافق با زبان و فهم طبیعی انسان ها نیز می باشد(جعفری،۱۳۸۶، ۴۰).

اکنون منطق تعمیم یافته ای را در نظر بگیرید که نه فقط شامل مقادیر قطعی(۰ و ۱) باشد بلکه مقادیر ممکن است بین صفر و یک را نیز شامل شود به علاوه دراین منطق در بازه واقعی درمجموعه (۰ و ۱) برای هر ورودی یک مقداردرجه فازی [۴] تعریف می شود و می توان گفت که مقدار هر ورودی فازی است و به منطقی که از مقادیر ورودی فازی خروجی‌های قطعی را استنتاج نماید منطق فازی[۵] می‌گویند (جورابیان،۱۳۸۷، ۱۷۴).

۳-۴- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک روش جستجوی احتمالاًتی فراگیر است که از فرایند تکامل زیست شناختی طبیعی پیروی می کند. الگوریتم ژنتیک بر جمعیت جوابهای بالقوه عمل می کند و اصول تنازع بقا را در تولید تقریب های بهتر و بهتر جواب مسئله به کار می گیرد(البرزی،۱۳۸۸، ۱۳). انواع عمگرهای الگوریتم ژنتیک به شرح ذیل می باشد :

۳-۴-۱- تابع هدف[۶] و تابع برازش[۷] :تابع هدف، هدف و خواسته ما از طرح مساله است.تابع برازش برای تبدیل مقادیر تابع هدف به مقیاسی برای سازگاری و کارایی نسبی افراد به کار می رود(صالحی،۱۳۸۹، ۶۲).

۳-۴-۲- عملگر انتخاب :تولید مثل (انتخاب) معمولاً اولین عملی است که بر روی جمعیت اعمال می شود. در این روش یکسری کروموزوم از میان جمعیت به عنوان والد انتخاب شده که در نهایت با عمل ادغام منجر به تولید فرزندان می شوند(علیرضا،۱۳۸۷، ۳۱).

۳-۴-۳- عملگر تقاطع (ادغام):وقتی که دو فرد از افراد یک نسل بر اساس برازندگی خود در مرحله انتخاب، گزینش شوند، اجازه تولید مثل و تولید فرزندان جدید را خواهند داشت. عمل پیوند میان این دو فرد و تولید مثل نسل بعدی به وسیله عملگرد تقاطع یا همان پیوند صورت می گیرد(صالحی،۱۳۸۹، ۶۶).

۳-۴-۴- عملگر جهش: در طبیعت جهش، فرایندی است که در آن یک بخش از یک ژن به صورت تصادفی تغییر می کند. در نمایش دودویی رشته ها، جهش، به معنای تغییر مقدار یکی از خانه های رشته، از صفر به یک و یا از یک به صفر می باشد(صالحی،۱۳۸۹، ۶۹).

از آنجا که الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی تصادفی است، ارائه فرمول خاصی برای پایان آن مشکل است،اما بعضی از شرط های توقف متداول عبارتند از(صالحی،۱۳۸۹، ۷۳ و علیرضا،۱۳۸۷، ۶۱): ۱.رسیدن به جواب ۲. عدم پیشرفت ۳. به روش آماری ۴. تعداد تکرارها۵. بهینه ساز موضعی

۳-۵- شبکه های عصبی - فازی

شبکه های عصبی مصنوعی و منطق فازی به خوبی با هم کار می روند شبکه های عصبی مصنوعی، قوانین فازی را دسته بندی می کنند و یاد می گیرند، منطق فازی قادر است از پارامترهای نامعین شبکه های عصبی استنتاج کند. توانایی یادگیری سریع شبکه های عصبی مصنوعی، آنها را قادر می سازد تا از داده های فازی و یا پارامترهای فازی، پاسخ قطعی و هوشمندانه استخراج کنند و از محاسبات پیچیده و

وقت گیر اجتناب نمایند. ادغام قواعد منطق فازی در یک شبکه عصبی، موجب افزایش انعطاف پذیری کاری آنها و باعث بوجود آمدن شبکه ای بسیار نیرومند خواهد شد. هر کدام از شبکه های عصبی و سیستم های فازی دارای نواقصی مربوط به خود هستند وقتی سیستمی تنها با شبکه های عصبی طراحی می شوند شبکه به صورت جعبه سیاهی است که احتیاج به تعریف شدن دارد این مساله یک فرایند شدیداً محاسباتی و سنگین است بعد ازتجربیات و تمرینات وسیعی درمورد پیچیدگی شبکه مورد نظر و الگوریتم یادگیری که باید استفاده کند و درجه دقتی که دراین کاربرد قابل قبول است طراح می تواند به یک رضایت نسبی دست یابد . ازطرف دیگر در طراحی سیستم های فازی نیاز به فهم عمیقی از متغیرهای فازی ، توابع عضویت و روابط ورودی – خروجی به علاوه تشخیص درست درانتخاب قوانین فازی وجود دارد(جورابیان،۱۳۸۷، ۹ و همان منبع ، ۲۱۷).

۳-۶-سوابق تحقیق

عادل آذر و امیر افسر اقدام به مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با استفاده از رویکرد شبکه های عصبی فازی نموده و مدل طراحی شده را از لحاظ شش معیار عملکرد با روش ARIMA مقایسه شده است، نتایج تحقیق بیانگر این است که شبکه های عصبی فازی در تمام شش معیار ارزیابی عملکرد بر روش ARIMA برتری داشته است (آذر،۱۳۸۵، ۴۸).متوسلی و دیگران کاربرد پذیری پیش بینی قیمت سهام به وسیله شاخص های تحلیل تکنیکی با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه این روش با سایر روش های پیش بینی از جمله شبکه عصبی و مدل های ARIMA را مورد پژوهش قرار دادند که مدل های خطی ARIMA بهتر از مدل های غیر خطی شبکه عصبی توانستند پیچیدگی های سری های زمانی قیمت سهام را تجزیه و تحلیل نمایند(متوسلی،۱۳۸۵، ۵۷).تهرانی و عباسیون قابلیت شبکه های عصبی مصنوعی را در پیش بینی روند کوتاه مدت قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شاخص های تکنیکی مورد بررسی قرارداده اند. نتایج پژوهش نشان می دهد، شبکه عصبی از قابلیت پیش بینی علایم تغییر جهت روند کوتاه مدت قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران چه در بازار صعودی و چه در بازار نزولی برخوردارند(تهرانی،۱۳۸۷، ۱۵۱).

عرب مازار و دیگران از ترکیب شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک برای قیمت گذاری عرضه های عمومی اولیه استفاده نمودند که نتایج این پژوهش نشان می دهد ترکیب شبکه های عصبی با الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب متغیرهای بهینه، قدرت پیش بینی را به طور محسوسی افزایش می دهد(عرب مازار،۱۳۸۸، ۸۷).

راعی و چاوشی در تحقیقی به پیش بینی پذیری رفتار بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران بوسیله مدل خطی عاملی و شبکه های عصبی مصنوعی اقدام نمودند. نتایج حاصله حاکی از موفقیت این دو مدل در پیش بینی رفتار بازده سهام مورد نظر و همچنین برتری عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی بر مدل چند عاملی می باشد(راعی،۱۳۸۲، ۹۷).

هداوندی و دیگران با ترکیب سیستم های فازی – ژنتیکی و شبکه های عصبی فازی یک سیستم خبره جهت پیش بینی قیمت سهام ارائه نمودند. بر اساس یافته های آنها مدل ارائه شده نسبت به مدل های قبلی عملکرد بهتری برای پیش بینی قیمت سهام دارد(Hadavandi،۲۰۱۰، ۸۰۰). پای و لین از مدل ترکیبی ماشین های بردار پشتیبان (SVM) و ARIMA جهت پیش بینی قیمت سهام پرداخته اند نتایج نشان از برتری مدل ترکیبی نسبت به سایر مدل ها داشت(Pai،۴۹۷،۲۰۰۳)کیم و هان از الگوریتم ژنتیک برای آموزش شبکه های عصبی استفاده نمودند، نتایج نشان از بهبود پیش بینی توسط مدل ترکیبی می باشد[Kyoung-jae Kim ،۱۲۵، ۲۰۰۰].کلاپی و آرمسترونگ امکان استفاده از روش های پیش بینی قانونمند ترکیبی را که مبتنی بر پیش بینی نظرهای متخصصان است ارائه کرده اند(Collopy،۱۹۹۲، ۱۳۹۴). ربر و همکاران در سال ۲۰۰۵ طی مطالعه ای به مقایسه قدرت رگرسیون حداقل مربعات معمولی و شبکه های عصبی در پیش بینی بازده روز اول عرضه های اولیه پرداختند. آن ها سه مدل ، با استفاده از رگرسیون چندگانه،شبکه عصبی و ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک ایجاد کردند(Reber،۲۰۰۵، ۴۱). هسو و دیگران با طراحی یک ساختار دو مرحله ای با شبکه های عصبی خود سازمانده کوهنن و رگرسیون پشتیبان بردار اقدام به پیش بینی شاخص هفت بازار بزرگ در دنیا نموده اند(Sheng-Hsun Hsu ،۲۰۰۹، ۷۹۴۷) . در تحقیقی دیگر چنگ و دیگران در سال ۲۰۱۰ پیش بینی شاخص قیمت سهام تایوان برای ۶ سال مورد بررسی قرار داده اند آن ها مدل ترکیبی جدیدی با استفاده از ماتریس همبستگی، رویکرد توزیع احتمال انباشته، تئوری مجموعه های خشن و الگوریتم ژنتیک ایجاد نمودند(hing-Hsue [Cheng،۱۶۱۰،۲۰۱۰). بیاچگلو و دیگران با استفاده از مدل شبکه های عصبی – فازی پیش بینی شاخص بازده در بورساوراق بهادار استانبول را انجام داده اند (MelekAcarBoyacioglu،۷۹۰۸،۲۰۱۰). در تحقیق دیگر کوانگ و هارنگ با بکارگیری شبکه های عصبی و سری های زمانی فازی مدلی ارائه نمودند که دقت پیش بینی را افزایش دهند. آن ها با توجه به مدل ارائه شده اقدام به پیش بینی شاخص قیمت سهام در بورس تایوان نمودند [Tiffany Hui-Kuang Yu ،۳۳۶۶،۲۰۱۰]. سایرتحقیقات مربوط به لیونگ (Leung،۹۰۱،۲۰۰۱)، لازو (Lazo،۲۰۰۰)، پاچکو (Pacheco ،۲۰۰۰) و اندرو (Andreou،۲۰۰۲، ۱۹۱) می باشد که در تحقیقات خود به کاربرد ابزار هوش مصنوعی در حوزه مالی پرداخته اند.

۴- روش شناسی تحقیق

۴-۱- روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف ، تحقیق کاربردی و از جنبه استدلال ، استدلال استقرایی استفاده شده است و همچنین تحقیق حاضر به عنوان یک تحقیق علی (پس رویدادی) شناخته می شود. .در این پژوهش اطلاعات گردآوری شده با استفاده از برنامه های رایانه ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

۴-۲- فرضیه های تحقیق

فرضیه ۱ : در بین روش های هوش مصنوعی، روش ترکیب شبکه های عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک مدلی بهینه برای پیش بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران می باشد.

فرضیه ۲ : پیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل ترکیب شبکه های عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک می تواند خطای برآورد قیمت سهام را نسبت به مدل های خطی کاهش دهد.

۴-۳- جامعه و نمونه آماری

در این پژوهش جامعه آماری شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می باشند که با توجه به معیارهایی و خصوصیات مدل های مبتنی بر هوش مصنوعی مبنی بر نیاز به مشاهدات بسیار زیاد جهت شناسایی الگو،اطلاعات روزانه سهام شرکت ایران خودرو به عنوان نمونه از سال ۱۳۸۵ تا پایان ۱۳۸۸ مورد استفاده قرار گرفته است.

۴-۴- متغیرهای تحقیق

متغیرهای مستقل این پژوهش شامل متغیری هایی می باشند که در تعیین آخرین قیمت روز سهام نقش داشته اند، که این متغیرها عبارتند از : نرخ ارز ، قیمت نفت ، پایین ترین قیمت سهام ، بالاترین قیمت سهام ، میانگین قیمت سهام ، آخرین قیمت سهام، P/E ، P/DPS ،حجم مبادلات سهام ، ارزش بازار ، ضریب ارزش دفتری بر ارزش بازار یا قیمت و متغیر وابسته قیمت سهام می باشد.نرم افزار اصلی این تحقیق MATLAB است که جهت مدل های هوش مصنوعی به کار گرفته شده این نرم افزار دامنه کاربردی وسیعی دارد و جهت مدل ARIMA نرم افزار EVIEWS مورد استفاده قرار گرفته است.

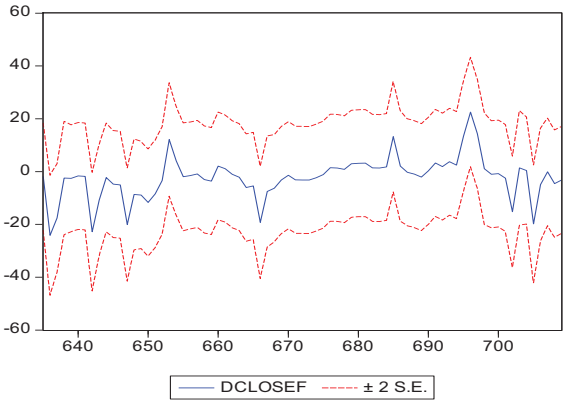
۵- مدل سازی و تحلیل یافته های تحقیق

۵-۱- مدل سازی و پیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل خطی ARIMA

قدم اول در طراحی مدل ARIMA بررسی ایستایی داده ها می باشد. چراکه عدم ایستایی متغیر به معنای آن است که متغیر تحت مدل مورد نظر قابل پیش بینی نخواهد بود و رگرسیون های حاصل از آن نتایج کاذبی را به بار می آوردند. آزمون ریشه واحد دیکی فولر(ADF) برای تشخیص ایستایی فرآیندهای سری زمانی استفاده شده است.در این پژوهشبا یکبار تفاضل گیری داده ها ایستا گردید.

مرحله بعدی صحت سنجی مهمترین آزمون های صحت سنجی در مورد باقیمانده ها آزمون عدم خود همبستگی جملات باقیمانده و آزمون عدم ناهمسانی واریانس است.به عبارت دیگر، این آزمون با بررسی اینکه آیا واریانس های جملات باقی مانده در طول زمان وابسته به مقدار جملهٔ باقیمانده از آن دوره است، همسانی واریانس ها را در طول دوره مورد بررسی آزمون می کند. با توجه به موارد فوق مدل ARIMA(1,1,1) جهت پیش بینی تعیین گردید.

پس از اطمینان از نتایج حاصل از مدل ARIMA فوق ، می توان روند تغییر قیمت را برای هر دورهٔ دلخواه مورد بررسی در مدل پیش بینی کرد. نتایج حاصل از رگرسیون فوق از ابتدای دوره یعنی ۱۳۸۵/۰۱/۰۵ تا تاریخ ۱۳۸۸/۰۳/۲۳ برآورد شده و دورهٔ پیش بینی از ادامهٔ این دوره تا انتهای دوره یعنی ۱۳۸۸/۱۲/۲۶ در نظر گرفته شده است. نتیجهٔ حاصل از این پیش بینی به شکل شماره ۱بدست آمد:



Forecast: DCLOSEF
Actual: DCLOSE
Forecast sample: 1388/03/23
Adjusted sample: 1388/12/26
Included observations: 74

Root Mean Squared Error	15.49201
Mean Absolute Error	9.686611
Mean Abs. Percent Error	138.0220
Theil Inequality Coefficient	0.644747
Bias Proportion	0.007222
Variance Proportion	0.234533
Covariance Proportion	0.758245

شکل-۱مقایسه قیمت سهام واقعی و پیش بینی با مدل خطی ARIMA . منبع :یافته های پژوهشگر

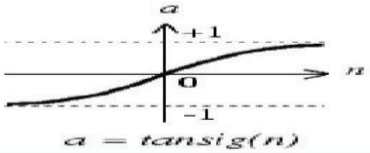
۵-۲- مدل پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی

در این پژوهش یکی از ساده ترین و در عین حال کارآمد ترین چیدمان های پیشنهادی برای استفاده در مدلسازی عصبهای واقعی ، مدل شبکه های عصبی پرسپترون چند لایه (Multi layer perceptron) یا به اختصار MLP جهت مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است.

در لایه ورودی باید به تعداد ابعاد هر الگوی ورودی ، نرون قرار دهیم. برای ایستا سازی داده ها نیز ابتدا از داده ها تفاضل گیری شد و سپس وارد الگوریتم اصلی شدند. به این منظور داده های هر هفته که هر هفته ۵ روز درنظر گرفته شده است با تفاضل گیری به ۴ روز رسیده و از آنجا که ۱۱ متغیر در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته در مجموع ۴۴ داده برای هر هفته خواهیم داشت که به عنوان ورودی مدل شبکه عصبی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.در پردازش به وسیلهٔ یک شبکهٔ عصبی کلیهٔ داده ها را وارد مدل نمی‌کنیم. بلکه آنها را به سه دسته دادهٔ آموزشی، آزمون و اعتبارسنجی تقسیم نمودیم.

$$f(x)=\frac{۲}{۱+\exp(-۲x)}-۱$$

فرمول ۱- فرمول تابع تبدیل تانژانت سیگموئید



شکل ۲- تابع تبدیل تانژانت

در مورد تعداد نرون های لایه میانی ، مبنای خاصی وجود ندارد و معمولاً با تصحیح و خطا به نحوی انتخاب می گردد که شبکه جواب معقولی در اختیار بگذارد. در این پژوهش با آزمون و خطا نمودن ۲ تا ۱۰ نرون در لایه میانی با توجه به خطای MSE در هر یک آزمون ها شبکه با دو نرون در لایه میانی انتخاب گردید . در این پژوهش از تابعتانژانت سیگموئید جهت لایه میانی استفاده نموده ایم این تابع یک تابع هموار است که خروجی بین ۱- و ۱ تولید می کند. فرم تابعی، تابع مذکور به صورت فرمول شماره ۱ است:

به منظورآموزش شبکه و اصلاح وزن ها تا رسیدن به یک خطای معنادار ،روشهای بسیار زیادی وجود دارد. یکی از مشهورترین این روش‌ها، الگوریتم پس انتشار خطا (Error back propagation algorithm) است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.حال بایستی به بررسی ارتباط خطا با ورودیها، وزنها و خروجیها بپردازیم . برای این کار روش های متفاوتی وجود داردکه در این پژوهش تابع آموزش شبکه تابع لونبرگ – مارکواردت است. این تابع آموزش قادر است وزن ها و بایاس ها را مطابق با سیستم بهینه یابی لونبرگ – مارکواردت را در هر مرحله تغییر داده و میزان خطا را کاهش دهد.این الگوریتم با تابع آموزش trainlm درنرم افزار مطلب شناخته می شود. قدم بعدی در شبیه سازی، انتخاب نوع تابع خروجی نرون است که در شبکه هایMLP که با الگوریتم پس انتشار خطا کار می کنند، تابع انتقال خطی خالص (Purelin) در نظر گرفته شده است.

۵-۳- مدل پیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل ترکیبی

در این پژوهش جهت پش بینی قیمت سهام در مدل پیشنهادی اقدام به ترکیب شبکه های عصبی- فازی و الگوریتم ژنتیک نموده ایم. از الگوریتم ژنتیک جهت انتخاب ۴۴ ورودی در مدل شبکه عصبی - فازی نیاز داشتیم بدین ترتیب از داده های مربوط به ۳ هفته ۵ روز که با توجه به اینکه ۱۱ متغیر مورد استفاده قرار گرفته، تعداد ۱۳۲ متغیر ورودی به مدل استفاده گردیده است. می دانیم که کروموزم ها مجموعه ژن هایی هستند که از داده های صفر و یک تشکیل شده اند. در این بررسی داده مورد مطلوب را با یک و داده های بی مصرف را با صفر نشان می دهیم.

بعد از اعمال عملگرهای ژنتیک به کروموزوم ها، جواب های جدیدی به دست می آید که ممکن است در قیدهای مساله صادق نباشند ما در این پژوهش از روش ترمیم استفاده کرده ایم. با توجه به اینکه کروموزم های جواب (یک) را برای ورودی شبکه عصبی فازی در نظر گرفته ایم، در صورت اعمال عملگرهای ژنتیک(شامل تقاطع و جهش) ممکن است تعداد ورودی کمتر ۴۴ شود که در این صورت الگوریتم ژنتیک طراحی شده یکی از کروموزوم های صفر را به یک تبدیل می نماید.

پس از مرحله انتخاب هر یک از کروموزم ها با یکدیگر عمل تقاطعی انجام می دهند یا به اصطلاح مزدوج می شوند که پیامد آن یک یا چند کروموزم جدید به نام فرزند می باشد در این پژوهش ما از روش تقاطع چند نقطه ای بهره جسته ایم. نرخ جهش ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. به کمک این عملگر می‌توان امید داشت که کروموزوم های خوبی که در مراحل انتخاب و یا تکثیر حذف شده اند، دوباره احیا شوند.

در مرحله آخر فرزندان طبق تابع ارزش،ارزیابی شده و بر اساس ارزش آنها و ارزش والدین یعنی نسل اولیه که این فرزندان را تولید کرده اند نسل جدید تولید خواهد شد . این مراحل تا جایی تکرار می شود که نسل حاضر به جواب بهینه یا یکی از زیر جواب های بهینه همگرا گردد . برای ارزیابی جواب های خوب و انتخاب طبیعی، نیاز به یک شاخص برای تشخیص جواب های بهینه است. این شاخص یک تابع هدف است که می تواند بر پایه یک مدل ریاضی و یا یک شبیه سازی کامپیوتری و یا بر اساس معیارهایی کیفی انتخاب شود که افراد بتوانند جواب بهتر را بر اساس آن ها تشخیص دهند. در اصل شاخص برازندگی به هر یک از جواب های موجود در جمعیت مقداری ار اختصاص می دهد که از این طریق بتوان جواب های خوب را تشخیص داد و احتمال انتخاب آن ها را برای تولید جمعیت بعدی، مقادیر بالاتری قرار داد. بر این اساس در مسئله مورد بررسی، مقدار تابع برازندگی برابر با میزان میانگین مربعات خطا (MSE) در نظر گرفته شده است. با این توضیح که هر چه میزان MSE برای یک کروموزم با جواب کمتر باشد، جواب مورد نظر برازنده تر است. پس از آماده سازی داده های ورودی توسط الگوریتم ژنتیک ، داده ها جهت استفاده در شبکه های عصبی- فازی که از ابزار نرم افزار MATLAB بوده ،مورد بهره بردای قرار گرفته است.

۵-۴- مقایسه روش های پیش بینی

جهت مقایسه مدل ها پیش بینی بایستی شاخصی وجود داشته باشد که در جدول شماره ۱نتایج پیش بینی هر یک از مدل های بررسی شده در این پژوهش با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده ذکر گردیده است.

جدول ۱- مقایسه روش های پیش بینی قیمت سهام

معیار دقت برازش	مدل خطی ARIMA	شبکه عصبی مصنوعی	مدل ترکیبی
MSE	۲۴۰	۵۵.۳	۳۳.۵
MAE	۹.۶۹	۰.۸۴	۰.۴۲
MAPE	۱۳۸.۰۲	۲۰.۸۹	۶.۳۴
R2	۲۶.۷۳	۳۳.۹۱	۴۷.۳۹

منبع : یافته های پژوهشگر

۶- بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش به مطالعه پیش بینی هفتگی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از داده های مربوط به سهام و دو متغیر اقتصاد کلان شامل قیمت نفت و نرخ ارز جهت افزایش صحت پیش بینی به وسیله مدل ترکیبی شبکه های عصبی – فازی و الگوریتم ژنتیک ،شبکه های عصبی مصنوعی و مدل خطی ARIMA پرداختیم .با توجه به معیارهای میانگین قدر مطلق خطا (MAE)، میانگین مجموع مربعات خطا

(MSE)، میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) و ضریب تعیین(R^2) مدل های مورد بررسی در این پژوهش با یکدیگر مقایسه گردیدند که به شرح ذیل می باشد:

۱) معیار مجذور خطاها (MSE) نشان می دهد که مدل ترکیبی پیشنهادی کمترین میزان خطا نسبت به مدل شبکه عصبی مصنوعی و مدل ARIMA دارد. قابل ذکر است میزان خطا در شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل ARIMA کمتر می باشد که بدین ترتیب با توجه به این معیار می توان گفت فرضیه اول و دوم مبنی بر برتری مدل ترکیبی نسبت به مدل شبکه های عصبی و مدل خطی ARIMA تایید می گردد.

۲) معیار میانگین قدر مطلق خطا (MAE) نیز مانند معیار مجذور خطاها نشان می دهد که مدل ترکیبی نسبت به دو مدل دیگر دارای خطای کمتری می باشد بر اساس این معیار خطا نیز شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل ARIMA کمتر می باشد در این معیار هم فرضیه اول و دوم نیز تایید می گردد.

۳) با توجه به معیار میانگین قدر مطلق خطا (MAPE) مدل ترکیبی کمترین میزان خطا را نسبت به مدل شبکه عصبی و مدل ARIMA دارا می باشد. یافته های این معیار با توجه به دو معیار دیگر انطباق داشته است. با بررسی این معیار می توان گفت مدل ترکیبی مبنی بر هوش مصنوعی بر مدل هوش مصنوعی شبکه عصبی و مدل خطی ARIMA برتری دارد.

۴) ۴-معیار ضریب تعیین (R^2) نیز نشان دهنده برتری مدل ترکیبی نسبت به دو مدل دیگر است و همچنین بر اساس این معیار، دیگر مدل هوش مصنوعی نسبت به مدل خطی ARIMAبهبود دارد که این موضوع فرضیه اول و فرضیه دوم را تایید می نماید.

این تحقیق در خصوص برتری مدل های غیر خطی مبتنی بر هوش مصنوعی بر مدل های خطی با نتایج تحقیقات آذر(۱۳۸۵)، سینایی(۱۳۸۴)،راعی(۱۳۸۲)،هداوندی(۲۰۱۰) و کیم (۲۰۰۰) همخوانی و با تحقیقات متوسلی (۱۳۸۵) و طلوعی(۱۳۸۶) در تعارض می باشدو همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش های هداوندی (۲۰۱۰)، عرب مازار (۱۳۸۸)، فقیه (۱۳۸۸) ، کیم (۲۰۰۰)، ربر (۲۰۰۵) و بیاچگلو (۲۰۱۰) مبنی بر موفقیت مدل های ترکیبی مبتنی بر هوش مصنوعی مطابقت دارد.

فهرست منابع

۱) البرزی، محمود، ۱۳۸۸، "الگوریتم ژنتیک"،انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

۲) آذر،عادل و امیر افسر،(۱۳۸۵)،" مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با رویکرد شبکه های عصبی فازی" ، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی،ص.۵۲-۳۳.

۳) تهرانی،رضا و عباسیون،وحید،(۱۳۸۷)،"کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در زمان بندی معاملات سهام با رویکرد تحلیل تکنیکی"،فصلنامه پروژه های اقتصادی،سال هشتم،شماره ۱،ص ۱۷۷-۱۵۱.

۴) جعفری،وحید و دیگران،(۱۳۸۶)،"مقدمه ای بر منطق فازی و کاربردهای آن"،ماهنامه روش،شماره ۱۰۸،ص. ۴۵-۴۰.
۵) راعی، رضا ،(۱۳۸۰)،" شبکه های عصبی رویکردی نوین در تصمیم گیری های مدیریت"،مدرس،شماره ۲،ص. ۱۵۴-۱۲۲ .
۶) راعی،رضا و کاظم چاوشی،(۱۳۸۲)،" پیش بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران: مدل شبکه های عصبی مصنوعی و مدل چند عاملی"،تحقیقات مالی،شماره ۱۵،ص. ۱۱۲-۹۷.
۷) سینایی، حسنعلی و دیگران ،(۱۳۸۴)،"پیش بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی"، بررسی های حسابداری و حسابرسی،ص.۸۳-۵۹.
۸) صالحی،منوچهر،امید باوی،(۱۳۸۹)،"الگوریتم های ژنتیک و بهینه سازی سازه های مرکب"،انتشارات عابد
۹) طلوعی اشلقی، عباس و دیگران،(۱۳۸۶)، مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش های پیش بینی ریاضی،فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی،شماره ۲۵،ص. ۲۵۱-۲۳۷.
۱۰) قاسمی،عبدالرسول و دیگران ،(۱۳۷۹)،"کاربرد شبکه عصبی در پیش بینی سری زمانی و مقایسه آن با مدل ARIMA"،پژوهشنامه بازرگانی،شماره ۱۴،ص. ۱۱۹-۸۷.
۱۱) کارتالوپولوس،(۱۳۸۷)،"منطق فازی وشبکه های عصبی"،مترجمان محمود جورابیان و هوشمند،انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز
۱۲) متوسلی،محمود و بیژن طالب کاشفی،(۱۳۸۵)،"بررسی مقایسه توان شبکه عصبی با ورودی شاخص های تحلیل تکنیکی برای پیش بینی قیمت سهام"،نامه اقتصادی،شماره ۱،ص.۸۲-۵۷.
۱۳) منهاج،محمد باقر،(۱۳۸۸)،"مبانی شبکه های عصبی"،انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر
۱۴) مرادزاده فرد،مهدی ، رویا دارابی و رامین شاهعلی زاده، (۱۳۹۰) ،"ترکیب شبکه های عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک برای پیش بینی قیمت سهام شرکت های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران" ،پایان نامه، آذر ماه .
۱۵) مهدوی، غلامحسین و محمدرضا بهمنش،(۱۳۸۴)، "طراحی مدل پیش بینی قیمت سهام شرکت های سرمایه گذاری با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی "،فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی،شماره ۱۹،ص. ۲۳۳-۲۱۱.
۱۶) عرب مازار یزدی،محمد و مهسا قاسمی(۱۳۸۸)،" قیمت گذاری عرضه های عمومی اولیه : ترکیب شبکه های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک" ، بررسی های حسابداری و حسابرسی،دوره ۱۶،ص. ۱۰۲-۸۷.
۱۷) علیرضا،مهدی،(۱۳۸۷)،"مقدمه ای بر الگوریتم های ژنتیک و کاربردهای آن"،انتشارات ناقوس اندیشه
18) Andreou, A. S., Georgopoulos, E. F., and S. D. Likothanassis , (2002) , "Exchange-Rates Forecasting: A Hybrid Algorithm Based on Genetically Optimized Adaptive Neural Networks", Computational Economics. 20, PP. 191-210.

19) Ching-Hsue Cheng, Tai-Liang Chen, Liang-Ying Wei, (2010), "A Hybrid Model Based on Rough Sets Theory and Genetic Algorithms for Stock Price Forecasting", Information Sciences 180,PP. 1610-1629.
20) Collopy, F. and D.G Armstrong, (1992) ,"RullBased Forecasting: Development and Validation of an Expert Systems Approach to Combining Time Series Entrapolations" , ManagmantScience,NO.10,PP.1394-1414.
21) Hadavandi,Esmaeil, (2010) , "Integration of Genetic Fuzzy Systems and Artificial Neural networks for stock price forecasting", Knowledge-Based Systems.PP. 800-808.
22) Kyoung-jae Kim, Ingoo Han,(2000),"Genetic Algorithms Approach to Feature Discretization in Artificial Neural Networks for The Prediction of Stock Price Index", Expert Systems with Applications 19,PP. 125-132.
23) Lazo, J. G., Maria, M., Vellasco, R., Auelio, M. and C. Pacheco,(2000), "A Hybrid Genetic – Neural System for Portfolio Selection and Management", Proceeding Sixth Int, Conf. on Engineering Applications of Neural Networks, EANN ,(2000), Kingston upon Thames.
24) Leung, Mark, An-Sing Chen and HazemDaouk , (2001) , "Application of Neural Networks to an Emerging Financial Market: Forecasting and Trading The Taiwan Stock Index",Computers& Operations Research,Volume: 30, PP. 901-923.
25) MelekAcarBoyacioglu, DeryaAvci, (2010) ,"An Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS) for the prediction of stock market return: The case of the Istanbul Stock Exchange", Expert Systems with Applications,PP. 7908-7912.
26) Pacheco, M. A., Vellasco, M., Noronha, M. and C. Lopes,(2000),"Cash Flow Planning and Optimization Through Genetic Algorithm",Provided by Society for Computational Economics in the series Computing in Economics and Finance, No. 333
27) Ping-FengPai, Chih-Sheng Lin, (2005), "AHybridARIMAand Support Vector Machines Model in Stock Price Forecasting" , Omega 33,PP.497-505.
28) Reber,B.,Berry,B.,& Toms, T, (2005) ,"Predicting Mispricing of Initial Public Offerings", Intel. Sys.Acc.Fin. Mgmt,PP. 41-59.
29) Sheng-Hsun Hsu, JJ Po-An Hsieh,Ting-ChihChih, Kuei-Chu Hsu, (2009) , "A Two-Stage Architecture for Stock Price Forecasting by Integrating Self-Organizing Map and Support Vector Regression",Expert Systems with Applications , Expert Systems with Applications 36,PP. 7947-7951.
30) Tiffany Hui-Kuang Yu, Kun-Huang Huarng, (2010) , "A Neural Network-Based Fuzzy Time Series Model to Improve Forecasting", Expert Systems with Applications 37,PP. 3366-3372

یادداشت‌ها

1. Sensory
2. Responding
3. Hidden
4. Fuzziness
5. Fuzzy Logic
6. Objective function
7. Fitness function