فصلنامه آینده پژوهی مدیریت

سال سی و پنجم/ شماره ۱۳۷/ تابستان۱۴۰۳

طراحی مدل استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی جهت پیش بینی سری های زمانی غیر خطی (مطالعه موردی : شاخص بورس اوراق بهادار تهران)

بهمن اشرفی جو

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

ناصر فقهی فرهمند

عضو هیئت علمی دانشکده مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

farahmand@iaut.ac.ir

یعقوب علوی متین

عضو هیئت علمی دانشکده مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

کمال الدین رحمانی

عضو هیئت علمی دانشکده مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/ ۲۹

چکیده

پیش‌بینی شاخص کل سهام یک کار چالش برانگیز است، با توجه به پیچیدگی متغیرهای بازار سهام و فقدان مدیریت بروز مشکل در مواقع بحرانی، توسعه یک مدل کارآمد برای پیش‌بینی شاخص کل سهام بسیار دشوار است. یک پیش‌بینی نسبتا دقیق از حرکت شاخص برای سرمایه گذاران بازار سرمایه بسیار مهم و حیاتی است. یکی از ابزارهای مهم مورد استفاده برای تصمیمات سرمایه گذاری، فنون پیش‌بینی است که جزو لاینفک فرآیند تصمیم‌گیری و کنترل به شمار میرود، ازطرف دیگر، دقت پیش‌بینی رابطه مستقیم با ریسک تصمیم‌گیری دارد. بدین معنی که هر چه پیش‌بینی دقیق تر باشد، زیان یا ریسک ناشی از تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان کاهش می‌یابد. یکی از روشهای شناخته شده و جدید برای پیش‌بینی شاخص کل سهام، روش استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی[۱]می‌باشد. هدف اصلی از این پژوهش ارائه مدل بهینه استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی سری‌های زمانی غیرخطی (مطالعه موردی: شاخص بورس اوراق بهادار تهران) بوده و این تحقیق از نظر هدف، کاربردی می باشد. از نظر روش انجام تحقیق، توصیفی مبتنی بر پیمایش و از نظر روش بررسی، تحلیلی–ریاضی می باشد. جامعه‌ی آماری این تحقیق، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران ازسال ۱۳۶۹ تا سال ۱۳۹۹ می‌باشد. در این پژوهش ابزاری که با آن به سنجش و اندازه گیری متغیرهای مورد نظر پرداخته شده است اسناد و آمار بورس اوراق بهادار تهران بوده و برای تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق از روش آمار توصیفی و آمار استنباطی و همچنین از شبکه عصبی مصنوعی چند لایه پرسپترون[۲]استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان دهنده تایید بالا بودن دقت پیش بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران نسبت به سایر روش های تخمین توسط مدل ارائه شده بوده که قدرت پیش بینی شاخص کل تا ۱/۴ درصد خطا را دارد. تائید پیروی شاخص سهام بورس تهران از یک فرآیند غیر خطی از نتایج اصلی و مهم این پژوهش بشمار می‌رود، در پایان پیشنهادات کاربردی برای کاربران و محققین در تحقیقات آتی نیز ارائه می شود.

واژگان کلیدی: شاخص کل سهام، پیش بینی، شبکه عصبی مصنوعی، بورس اوراق بهادار تهران

[۱] Artificial Neural Network

[۲] Perceptron layer

مقدمه

استفاده از روش‌های غیر کلاسیک در شناسایی مدل و پیش بینی رفتار سیستم های پیچیده[۳] مدتهاست در محافل علمی و حتی حرفه‌ای متداول و معمول شده است. در بسیاری از سیستم های پیچیده و خصوصا غیر خطی که مدل سازی و به دنبال آن پیش بینی و کنترل آنها از طریق روش های کلاسیک و تحلیلی امری بسیار دشوار و حتی بعضا غیر ممکن می نماید، از روش های غیر کلاسیک که از ویژگی هایی همچون هوشمندی، مبتنی بر معرفت و خبرگی برخوردار هستند، استفاده می شود. شبکه های عصبی، یکی از این روش های بدیع و در حال تحول است که در موضوعات متنوعی از قبیل الگوسازی، شناخت الگو، خوشه بندی و پیش بینی به کار رفته و نتایج مفیدی داشته است(قلیپور و همکاران، ۱۳۹۸). در این تحقیق، از شبکه های عصبی در پیش بینی سری های زمانی داده های اقتصادی استفاده میکنیم. در این رابطه عوامل مختلف ساختاری، روش های مختلف یادگیری شبکه های عصبی و انتخاب و کاربرد مناسب داده ها در فرایند پیش بینی، مورد ارزیابی و بررسی قرار میگیرند. بیشتر محققین معتقدند که بازارهای مالی از روندی غیر خطی پیروی می‌کنند(Thomaidis،۲۰۱۷). بنابراین ممکن است از طریق پیش‌بینی‌های خطی، نتایج مناسبی برای بررسی مسیر آینده متغیرهای مالی، حاصل نشود. از مهم‌ترین مدل‌های غیرخطی که در سال‌های اخیر در بازارهای مالی بسیار مورد استفاده قرار گرفته و به نتایج مطلوبی نیز دست یافته است، مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد. کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در علم اقتصاد، اغلب در زمینه پیش‌بینی و دسته‌بندی متغیرها در بازارهای پولی و مالی از قبیل قیمت‌های سهام و نرخ ارز بوده است. از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی سری‌های زمانی در شرایط غیرایستایی متغیر ها، عدم توجیه روش های کلاسیک و یا پیچیدگی سری‌های زمانی، بسیار استفاده شده است. دلیل عمده آن، وجود آمار بسیار زیاد در این بازارها و عدم توانایی کافی مدل های موجود در تبیین و پیش‌بینی رفتار متغیرهای پولی است. اولین بار وایت به‌دنبال این پرسش بود که آیا شبکه‌های عصبی قادرند قواعد غیرخطی در سری های زمانی و قواعد ناشناخته در حرکات قیمت دارایی‌ها و تغییرات قیمت سهام را شناسایی کنند؟(Schwartz,۲۰۱۹). هدف اصلی از ارایه این تحقیق نیز، نشان دادن این مطلب است که چگونه یک شبکه عصبی قادر به پیش بینی قواعد غیرخطی در سری‌های زمانی و قواعد ناشناخته در حرکات قیمت دارایی‌ها و تغییرات قیمت سهام میباشد.

مبانی نظری

پیش بینی

یکی از ابزارهای مهم مدیریتی استفاده از روش‌های مختلف پیش‌بینی است. مدیر جهت تصمیم گیری نیاز به برآورد رویدادهای آینده با استفاده از اطلاعات گذشته دارد. آینده نگری به مفهوم مطالعه قبلی، محاسبه و حدس زدن از اوضاع و شرایط آتی است و کسی که با آگاهی از این محاسبات که غالباً متکی بر آمار و اطلاعات کنونی است و به اتکاء بینش شخصی خود در خصوص آینده به قضاوت می نشیند، به پیش بینی می پردازد. پیش‌بینی در مورد اتفاقاتی که ممکن است در آینده بیافتند صحبت می کند. بیشتر پیش‌بینی‌ها بر مبنای تجربیات یا دانسته‌ها هستند. بین پیش‌بینی و پیش گویی تفاوت هایی وجود دارد.

[۳] Complex

پیش‌بینی بیان اتفاقاتی است که انتظار می‌رود اتفاق بیافتند، اما پیش گویی محدوده وسیع تری را شامل می‌شود و ممکن است به مواردی اشاره کند که مورد انتظار نیستند. تضمینی برای درست بودن پیش بینی‌ها وجود ندارد اما پیش بینی امری بسیار مهم در برنامه ریزی است. هووارد استیونسون در مورد پیش‌بینی در امر تجارت می نویسد: "... پیش‌بینی حداقل دو ویژگی دارد: مهم و دشوار"

شاخص کل بورس تهران و روش محاسبه‌ی آن

با آغاز فعالیت مجدد بورس تهران در سال ۱۳۶۸ ضرورت محاسبه شاخص قیمت سهام در دستور کار سازمان بورس اوراق بهادار تهران قرار گرفت و شاخص قیمت سهام در بورس از اول سال ۱۳۶۹با نام تپیکس[۴]در سطح بین المللی شناخته شده است. به دنبال این سهام معامله شده در شش ماهه دوم سال ۱۳۶۸ عملاً شروع گردید. از ابتدای سال ۱۳۷۱، تصمیم محاسبه شاخص بورس تهران از آغاز سال ۱۳۶۹بر اساس میانگین قیمت مبنای توزین فرمول، از تعداد سهام معامله شده به تعداد سهام منتشره توسط شرکت ها ی پذیرفته شده در بورس تغییر یافت، فرمول کلی تهیه شاخص به روش میانگین وزنی در بورس تهران، همانند سایر بورسهای جهان، عبارت است از فرمول لاسپیرز که به صورت خلاصه عبارت است از: ارزش جاری سهام منتشره شرکتهای پذیرفته شده تقسیم بر ارزش پایه سهام منتشره شرکتهای پذیرفته شده ضرب در صد، به طور کلی متغیر شاخص کل بورس نشان دهنده وضعیت کلی بازار بورس می باشد که در اقتصادهای پیشرفته افزایش این شاخص به معنی رونق اقتصادی و کاهش آن نشان دهنده رکود میباشد. برای محاسبه شاخص قیمت سهام می بایست آخرین اطلاعات از تغییرات قیمتهای سهام و حجم معاملات آنها را در اختیار داشته باشیم .مبنای محاسبه سال پایه میباشد. این شاخص گویای آن است که ارزش کل بازار نسبت به سال پایه چند برابر شده فرضاً شاخص ۱۲۷۰۰ نشان میدهد که ارزش بازار نسبت به سال x که سال پایه میباشد ۱۲۷ برابر گردیده است، بین افزایش قیمت سهام عادی شرکتها و شاخص عمومی قیمتها، هم بستگی کاملی وجود ندارد. درصد تغییر قیمت سهام عادی معمولاً بیش از درصد تغییر شاخص سطح عمومی قیمتهاست. همراه با تورم و بالا رفتن نرخ بهره، نرخ بازده مورد انتظار سهام داران افزایش یافته و در نتیجه قیمت سهام عادی کاهش مییابد. در ارزیابی محیط سرمایه گذار باید به چند عامل مثل پدیده تورم، نرخ بهره، ریسک بازده و ریسک تجاری توجه کرد. عواملی چون ثبات قیمت های خرده فروشی و عمده فروشی به ثبات نرخ بهره باعث افزایش ارزش سهام در بازار میشود بر عکس، تورم، بی ثباتی سود و افزایش نرخ بهره، عوامل نامطلوب تلقی شده و باعث کاهش قیمت سهام میشود (جهانخانی، ۱۳۹۵)

پیشینه پژوهش های داخلی و خارجی

توکلی محمدی محمد و همکاران (۱۳۹۰) در مقا له ای تحت عنوان "پیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل ترکیبی شبکه های ع صبی"عنوان کرده اند که پیش بینی عبارت است از فرایند ایجاد تصویر از وضعیت آینده با استفاده از داده های موجود. پیش بینی سری های زمانی به خ صوص در مدیریت مالی بیش از یک دهه ا ست که مورد توجه می با شد. شبکه عصبی مصنوعی یک روش منعطف یادگیری برای پیش بینی سری های زمانی می باشد. پیش بینی قیمت سهام به کمک کشف الگوهای رفتاری مولد قیمت سهام امکان پذیر می باشد. در این تحقیق، یک مدل ابتکاری بر مبنای شبکه های عصبی مصنوعی، برای پیش بینی رفتار قیمت سهام تو سعه داده شده ا ست. این مدل ترکیبی، بصورت ساختار دو طبقه می باشد: شبکه های

[۴] TEPIX

عصبی طبقه اول یا پیش بینی بینی کننده های مستقل پایه، مسوول 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 پیش بینی کننده های طبقه اول انجام می دهد. بدین منظور از سه نوع داده بازار بورس تهران که بصورت روزانه گزارش می شود، استفاده شده 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 بینی قیمت سهام می با شد.ژانگ و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی شبکه عصبی مصنوعی را با الگوی جمعی و الگوریتم ژنتیک[۵]ترکیب کردند. برای پیش بینی ورشکستگی این شرکت ها از این الگوریتم ترکیبی و برای تعیین متغیرهای ورودی، از مدل های جمعی استفاده کردند. در این الگو برای پیش بینی ورشکستگی شرکت ها از نسبت بهای تمام شده کالای فروش رفته به فروش، بدهی های جاری به کل دارایی ها، هزینه بهره به فروش، بدهی های جاری به کل دارایی ها استفاده کردند. مقایسه این الگوریتم با درخت تصمیم[۶]، مدل های تصمیم، مدل های جمعی، تجزیه و تحلیل چند متغیره و انواع مدل های خطی، برتری الگوریتم ترکیبی را نشان داد. لوپز و پاستور (۲۰۱۷) پژوهشی در مورد پیش بینی ورشکستگی بانک های ایالات متحده امریکا در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ و با درنظر گرفتن ویژگیهای بحران اخیر بانک های امریکا انجام دادند. آنها در تحقیق خود پرسپترون چند لایه را با نقشه های خودسازمان ترکیب کرده و مدلی برای پیش بینی ورشکستگی در کوتاه، متوسط و بلند مدت ارائه دادند. در این تحقیق از ۳۲ متغیر مالی استفاده کردند که پس از پیش بینی عوامل را در سه گروه خوشه بندی می کنند. گروه اول متغیرهایی که قدرت پیشگویی بالایی دارند، گروه دوم متغیرهایی که قدرت پیشگویی را کاهش می دهند و گروه سوم متغیرهایی که قدرت پیشگویی را افزایش می دهند. در نهایت نتیجه گرفته شد که اصلی ترین دلیل ورشکستگی بانک ها تمرکز آن ها بر وام املاک و مستغلات بوده است.کریسجانپولر و مینوتولو در تحقیق خود در سال ۲۰۱۸ در مورد نوسانات قیمت طلا، شبکه های عصبی را بکار بردند تا بتوانند قیمت آنی و آتی طلا را پیش بینی کنند. در این تحقیق پرسپترون چند لایه را با مدل GARCH ترکیب کردند و توانستند بهبودی برای شرایط نا هم واریانس ایجاد کنند. ریفنز، زاپرانیس و فرانسیس (۲۰۱۶) با مدلسازی رفتار قیمت سهام توسط شبکه های عصبی، عملکرد آن را با مدلهای رگرسیون مقایسه نموده اند. در این تحقیق از شبکه های عصبی به عنوان یک جایگزین برای پیش بینی سهام شرکتهای بزرگ استفاده شده است نتایج نشان داد که عملکرد شبکه های عصبی در پیش بینی بهتر از سایر تکنیک های آماری بوده است. ایودل ادبیا (۲۰۱۴) یک روش هیبریداسیون که ترکیبی از متغیرهای از تجزیه و تحلیل فنی و بنیادی شاخص های بازار سهام را برای پیش بینی قیمت سهام در آینده به منظور بهبود در روش های موجود استفاده کرد. تمرکز این مقاله به منظور بهبود دقت پیش بینی قیمت سهام استفاده از روش ترکیبی که ترکیبی از متغیرها از تجزیه و تحلیل فنی و بنیادی برای ایجاد مدل شبکه عصبی برای پیش بینی قیمت سهام بود. متغیرهای تجزیه و تحلیل فنی در بررسی او، هسته اصلی شاخص های بازار سهام، قیمت باز شدن، بسته شدن قیمت، حجم، بالاترین قیمت و پایین ترین قیمت و غیره بود روش هیبریداسیون با داده های سهام منتشر شده مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج به دست آمده بهبود قابل توجه با

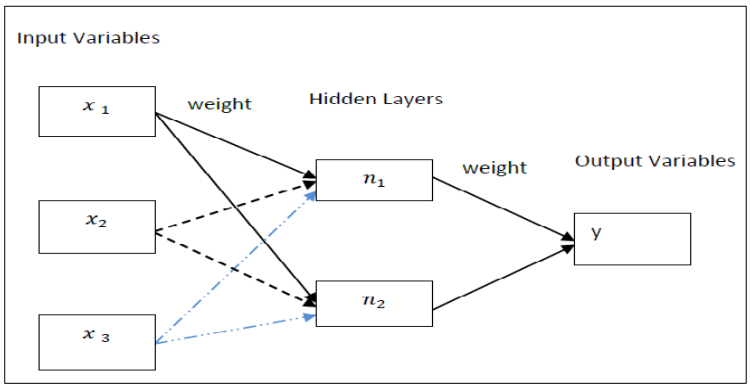
[۵] Genetic

[۶] Decision tree

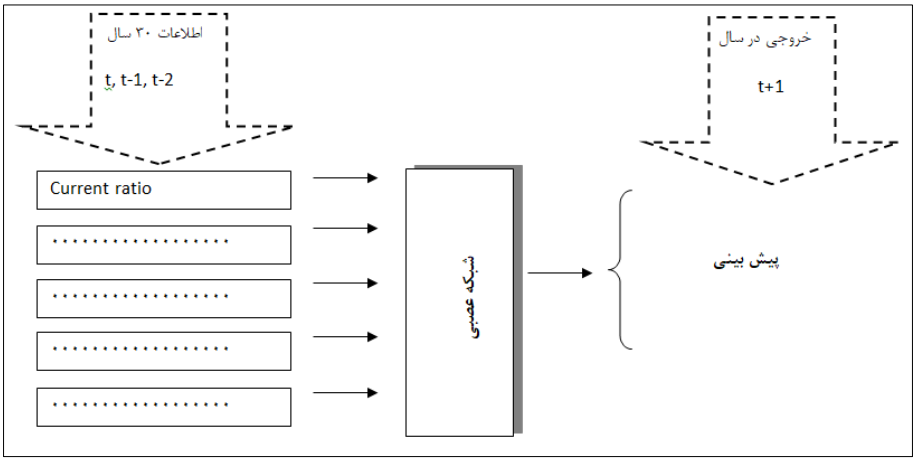
اســـتفاده از تنها متغیرهای تجزیه و تحلیل فنی نشـــان داد.همچنین، پیش بینی با روش هیبریداســـیون رضـــایت بخش کافی، به عنوان یک راهنما برای معامله گران و سرمایه گذاران در تصمیم گیری کیفی بوجود آورد.

مدل مفهومی تحقیق

۱)مدل مفهومی شبکه ی عصبی مصنوعی



شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق برای شبکه عصبی مصنوعی (Kristjanpoller, 2015)



۹۲

شکل ۲- استفاده از اطلاعات ۳۰ سال قبل و وارد کردن آن به شبکه برای پیش بینی

روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف اکتشافی و کاربردی است و با توجه به ماهیت، اهداف، تعداد و نوع متغیرهای مورد نظر تحقیق حاضر روش تحقیق پژوهش حاضر توصیفی مبتنی بر پیمایش می باشد، زیرا که هدف محقق از انجام این پژوهش توصیف کردن پیش بینی شاخص کل سهام بورس اوراق بهادار می باشد و از نظر روش بررسی تحلیلی- ریاضی، از لحاظ آماری، مدل سازی می باشد و از نظر نحوه جمع آوری داده ها از نوع تحقیق تجربی مبتنی بر تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده از جامعه آماری مورد نظر است.

روش و ابزار گردآوری اطلاعات

روش جمع آوری داده در این پژوهش برای پوشش مباحث تئوری تحقیق، کتب تخصصی و عمومی، مقالات و نشریات تخصصی و همچنین به منظور گردآوری داده ها، از اسناد و مدارک ۳۰ سال گذشته (از سال ۱۳۹۹ تا ۱۳۶۹) موجود در مرکز آمار و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران استفاده شده است

جامعه آماری

جامعه آماری و نمونه آماری در این تحقیق داده های آماری (سری های زمانی) مربوط به شاخص سهام بورس تهران، در طول ۳۱ سال گذشته (از سال ۱۳۹۹ تا ۱۳۶۹) موجود در مرکز آمار و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران میباشد .

روش تجزیه و تحلیل داده ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها و اطلاعات موجود در اسناد و مدارک از آمار توصیفی داده ها استفاده میشود. سپس یافته های تحقیق بر اساس تکنیک شبکه های عصبی و هوش مصنوعی طبق مدل مفهومی ارایه شده جهت پیش بینی، آزمون دیکی فولر جهت مقایسه نتایج خطی آن با نتایج غیر خطی شبکه عصبی، آزمون تی- استیودنت و همبستگی جهت آزمون فرض ها استفاده شده و به طور کلی در تجزیه و تحلیل داده های این تحقیق از روش آمار توصیفی و آمار استنباطی و با استفاده از نرم افزارهای MATLAB و SPSS انجام گرفته است.

آمار توصیفی مربوط به شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران

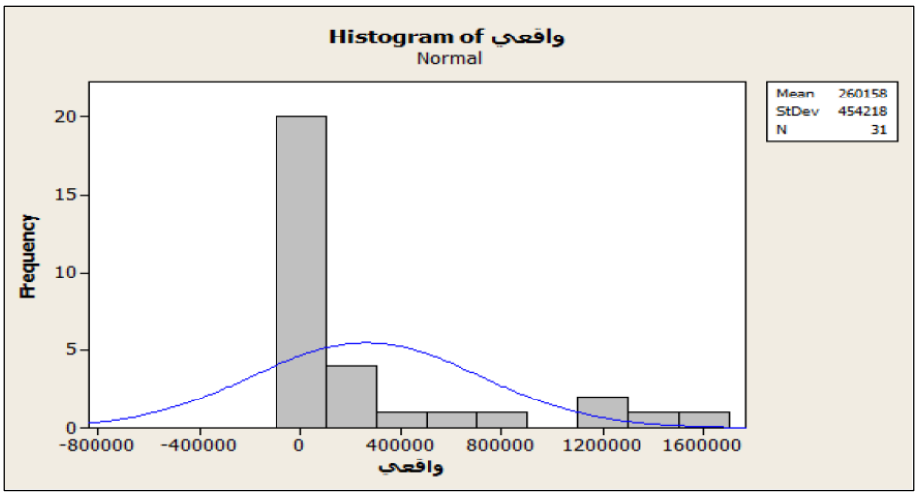
بعد از انقلاب سال پایه برای محاسبه شاخص کل، سال ۶۹ بود که در زمان رجایی سلماسی برقرار شد و تا پایان همان سال بر روی رقم ۱۸۹ واحد بسته شد و بالاخره در دوره دولت دوم آقای روحانی شاخص بورس به ۱۵۰۰۰۰۰ هم رسید و در نهایت با افت شدید در سال ۱۳۹۹، در آذر ماه سال۱۴۰۰ (پایان زمان مطالعات تحقیق) بعداز نوسانات شدید به۱۲۶۵۲۳۴واحد رسیده است

.

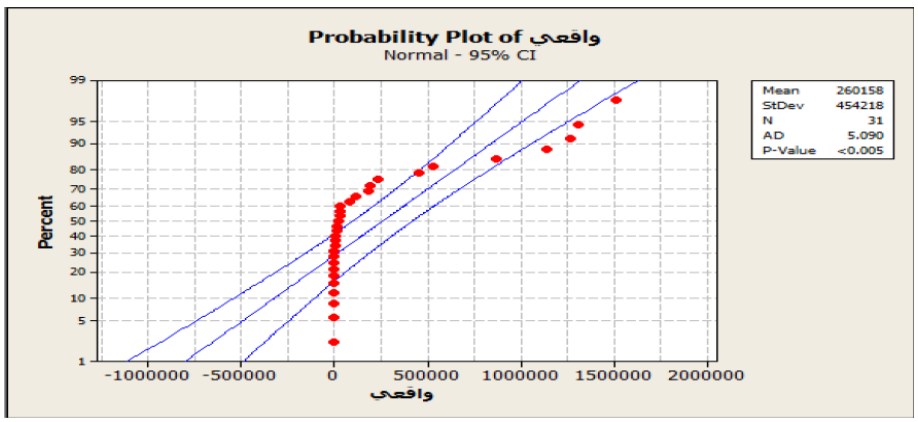
جدول ۱- آمار توصیفی اطلاعات مربوط به شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در ۳۰ سال گذشته

متغیرها	مقدار	واحد اندازه گیری
شاخص کل بورس (آذر ۱۴۰۰)	۱۲۶۵۲۳۴۱	واحد
میانگین (۳۰ سال)	۲۶۰۱۵۸	واحد
میانه	۲۴۸۴۹	واحد
انحراف معیار	۴۵۴۲۱۸	واحد
بیشینه (ماکزیمم)	۱۴۴۷۱۲۰	واحد
کمینه (مینیمم)	۱۸۹	واحد

نمودار ۱- هیستوگرام شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹

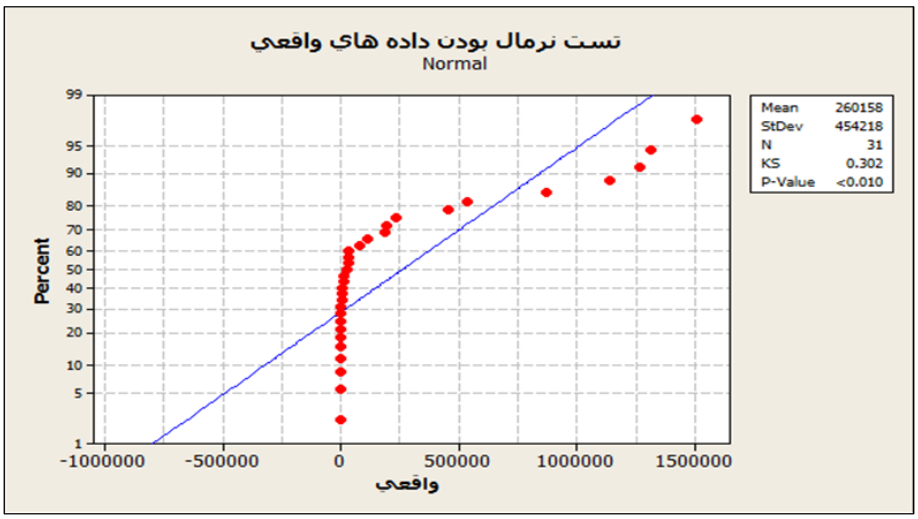


نمودار ۲- پراکندگی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹



آمار توصیفی شاخص کل ازسال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹ و نمودارهای پراکندگی و هیستوگرام نشان میدهند شاخص کل در طول این دروه دارای نواسانات بسیار شدید بوده است زیرا انحراف معیار شاخص کل ۴۵۴۲۱۸ واحد بوده به طوریکه میانگین شاخص در این مدت برابر ۲۶۰۱۵۸ واحد بوده است همچنین فاصله بسیار زیاد حد پایین میانگین و حد بالای میانگین در ۹۵درصد تایید کننده این قضیه میباشد و همچنین نمودار پراکندگی نشان از معنی دار بودن تغییرات (سطح معنی داری برابر ۰/۰۰۵ و کمتر از ۵ صدم میباشد) زیاد در طول سری زمانی است و در نهایت تغییرات مذکور نشانگر تلاطم های زیاد در اقتصاد کلان کشوری در طول سی سال گذشته میباشد. در این تحقیق در دو بخش جدا گانه که یکی مربوط به جامعه مورد نظر پیش بینی کننده شاخص کل می باشد و دیگری مربوط به تعیین الگوی پیش بینی شاخص کل در بورس اوراق بهادار تهران می باشد. بررسی تست کولموگروف ایسمرنوف روی داده های شاخص کل واقعی ازسال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹نشان میدهد توزیع داده ها دارای توزیع نرمال نمیباشد زیرا سطح معنی داری برابر ۰/۰۱ بوده و از ۰/۰۵ کمتر میباشد به عبارت دیگر داده ها با ترکیب توزیع نرمال اختلاف معنی داری دارند و این مسئله وجود پراکندگی بیش از حد شاخص کل در طول سری زمانی را مورد تایید مجدد قرار میدهد.

نمودار ۳- تست نرمال بودن شاخص کل واقعی بورس اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹



سوال پژوهش

پیش بینی شاخص سهام بورس اوراق بهادار تهران با به کارگیری شبکه های عصبی در چه سطحی میباشد؟

نتایج کمی مدلسازی شبکه عصبی مصنوعی پس انتشارخطا در این پژوهش با استفاده از نرم افزار MATLAB برای ایجاد شبکه عصبی پس انتشار خطا و مدل سازی تغییرات شاخص کل استفاده شده است. نظر به زیاد بودن تعداد داده ها (۱۱۱۶۰ شاخص روزانه برای سی ویک سال) پیش بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده ۶۰۰۰ داده که ۸۰ ٪ برای آموزش، ۱۵٪ برای ارزیابی و ۵٪ داده ها برای آزمایش مدل استفاده شده است. ملاک مورد استفاده برای تایید مدل ریشه میانگین مجذور خطا (RMSE[۲۵]) مربوط به داده های آزمایش است. برای بدست آوردن بهترین مقادیر پارامترهای مدل، گام های زیر اجرا شده است، ابتدا نرخ یادگیری و تعداد دوره های آموزش به ترتیب ۰/۳ و ۸۰۰۰ تعیین شد. سپس تاثیر مقادیر مختلف عناصر پردازشی در لایه پنهان تحلیل شده است .

بر اساس مقادیر عناصر پردازش مناسب که از گام یک بدست آمده است، تأثیر نرخ یادگیری های متفاوت بر نتایج مدل در گام دوم بررسی شده است. در گام سوم، دو آزمایش برای ۱ و ۲ لایه پنهان انجام شده است تا در مورد بهترین تعدادلایه پنهان نتیجه گیری شود. درپایان، مدل انتخابی در گام های بالا طی ۸۰۰۰ دوره آموزشی، آموزش داده میشود تا احتمال قرار گرفتن در نقاط حداقل محلی کاهش یابد.

ابتدا مدل شبکه های عصبی با نرخ یادگیری ۰/۳، و تعداد دوره های آموزشی ۸۰۰۰ و شش مقدار متفاوت عناصر پردازشی ایجاد شده است نتایج واصله در جدول ۲ آمده است. با واردکردن داده های متغیر اول، شبکه این داده ها را به طور تصادفی به سه گروه تقسیم می کند. گروه اول که برای آموزش استفاده می شوند، گروه آموزشی می باشد. شبکه با استفاده از اطلاعات این گروه آموزش می بیند و با سعی و خطا خود را بهبود می بخشد، یعنی در صورت بروز خطا به عقب برگشته (الگوریتم پس انتشار خطا) و سپس رو به جلو حرکت می کند (شبکه پیش خور) و این بار سعی می کند که دوباره آن خطا را انجام ندهد. گروه دوم، گروه اعتبارسنجی می باشد، که در این مرحله اطلاعات چند شرکت را بطور تصادفی به شبکه وارد می کنیم تا عملکرد شبکه طراحی شده ارزیابی گردد. گروه سوم، گروه آزمایش نام دارد و برای تست کردن نتیجه شبکه استفاده می گردد.

جدول ۲- نمایش تعداد آزمایش ها، عناصر پردازشی و تعداد لایه پنهان

تعداد دوره های آموزشی: ۸۰۰۰ و تعداد لایه پنهان: ۱

آزمایش	عناصر پردازشی	مجموعه داده	MSE	RMSE	R^2
۱	۱	آموزش	132733441	11521	%79.2
		آزمایش	211469764	14542	%81.1
۲	۲	آموزش	427716	654	%97.7
		آزمایش	467856	684	%84.6
۳	۳	آموزش	292681	541	%85.2
		آزمایش	96721	311	%99.8
۴	۴	آموزش	71520849	8457	%79.9
		آزمایش	43414921	6589	%88.8

همان طوری که ملاحظه میشود کمترین RMSE برابر است با ۳۱۱ که با تعداد عناصر پردازشی سه اتفاق افتاده است. بنابراین در آزمایش سایر پارامترها از سه عنصر پردازشی استفاده شود .درگام دوم شش آزمایش با نرخ های یادگیری مختلف با سه عنصر ازمایشی ، دقت مدل مورد بررسی قرار میگیرد.

جدول ۳- نمایش گام دوم تعداد آزمایش ها، عناصر پردازشی و تعداد لایه پنهان

تعداد دوره های آموزشی: ۸۰۰۰ و تعداد لایه پنهان: ۱ و تعداد عناصر پردازشی: ۳					
آزمایش	نرخ یادگیری	مجموعه داده	MSE	RMSE	R^2
۱	۰,۰۱	آموزش	132733441	1205	%99.1
		آزمایش	211469764	1008	%82.4
۲	۰,۰۵	آموزش	427716	477	%99.8
		آزمایش	467856	۴۰۸	%97.1
۳	۰,۱	آموزش	292681	892	%92.4
		آزمایش	96721	1327	%88.3
۴	۰,۳	آموزش	71520849	645	%79.7
		آزمایش	43414921	652	%81.3

همان طوریکه جدول ۳ نشان می دهد کمترین RMSE که برابر۴۰۸ در نرخ یادگیری ۰/۰۵ دست آمده است. بنابراین در گام بعد سه عنصر پردازشی، نرخ یادگیری ۰/۰۵ و تعداد یک و دو لایه پنهان استفاده میشود. در این مرحله، ابتدا مدل با سه عنصر پردازشی، نرخ یادگیری ۰/۰۵، دورهای آموزشی ۸۰۰۰ تنظیم شده است.

جدول ۴- نمایش گام سوم تعداد آزمایش ها، عناصر پردازشی و تعداد لایه پنهان

تعداد دوره های آموزشی: ۸۰۰۰ و تعداد لایه پنهان: ۱ و ۲ ، تعداد عناصر پردازشی: ۳					
آزمایش	نرخ یادگیری	مجموعه داده	MSE	RMSE	R^2
۱	۱	آموزش	427716	477	%99.8
		آزمایش	467856	۴۰۸	%97.1
۲	۲	آموزش	427716	635	%99.6
		آزمایش	467856	563	%93.3

همان طوریکه جدول۴ نشان میدهد کمترین RMSE که برابر ۴۰۸ است، در مدل با یک لایه پنهان رخ میدهد. نتایج حاصل از بررسی مدل شبکه عصبی با پارامترهای زیر بوده است.

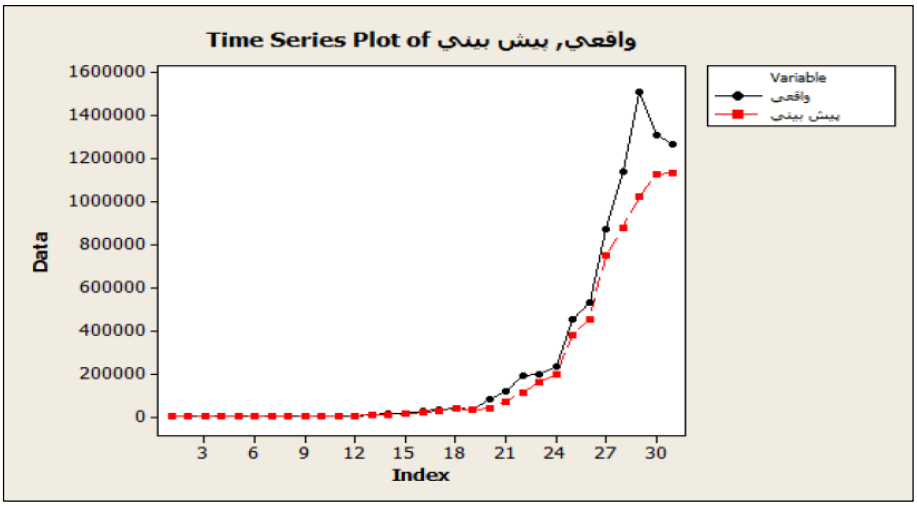
جدول ۵- پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده

تعداد داده ها	۶۰۰۰ داده
داده های آموزشی	۴۸۰۰ داده
داده های ارزیابی	۹۰۰ داده
تابع انتقال	سیگموئید
تعداد عناصر پردازشی	۳
نرخ یادگیری	۰,۰۵

تعداد لایه پنهان	۱ لایه
دوره های آموزشی	۸۰۰۰ دوره

نمودار شماره ۴ و جدول ۶ نتایج مدل شبکه عصبی پس انتشار خطا دارای بهترین عملکرد را که با پارامترهای فوق الذکر بدست آمده را نشان میدهد .

نمودار ۴- پلات مقایسه شاخص کل واقعی و پیش بینی ازسال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹



جدول ۶- مقایسه شاخص کل واقعی و پیش بینی ازسال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹

تعداد عناصر پردازشی: ۳، نرخ یادگیری: ۰,۰۵ و تعداد لایه پنهان: ۱			
ردیف	پیش بینی شده برای دوره های بعدی (ماه)	RMSE	R^2
۱	۱۲۷۵۶۸۵	۴۸۹	۰/۹۸۱
۲	۱۲۸۵۶۱۳	۵۵۲	۰/۹۳۴
۳	۱۲۹۰۰۸۰	۵۰۹	۰/۹۴۴
۴	۱۳۲۳۶۸۷	۶۸۸	۰/۹۲۹
۵	۱۳۲۵۰۰۱	۵۷۱	۰/۹۴۲
۶	۱۳۲۹۹۶۴	۶۰۹	۰/۹۳۷

تفاوت داده های واقعی و داده های پیش بینی شده توسط مدل طراحی شده

جهت نشان تفاوت بین داده های واقعی با داده های پیش بینی از آزمونهای تی زوجی و همبستگی استفاده میشود.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	forcast	2.09E5	31	365774.534	65695.046
	real	2.60E5	31	454217.934	81579.949

```
Paired T for پیش بینی - واقعی

                N     Mean   StDev  SE Mean
واقعی          31   260158   454218    81540
پیش بینی       31   208556   365775    65695
Difference     31    51601   102047    18328

95% CI for mean difference: (14170, 89032)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 2.82  P-Value = 0.109
```

Paired Samples Test

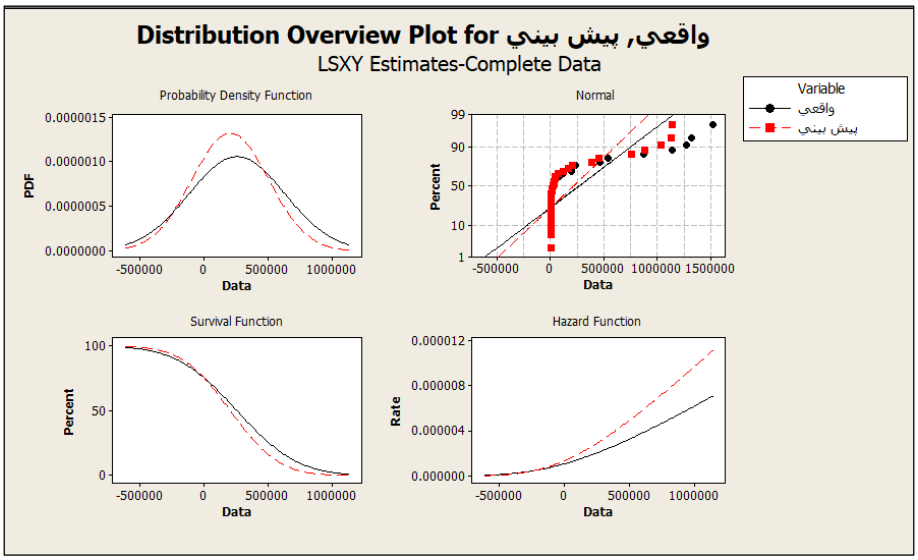
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	forcast - real	-5.160E4	102046.827	18328.151	-89032.240	-14170.083	-2.815	30	.109

با توجه به اینکه سطح معنی داری بیشتر از ۰/۰۵ میباشد (۰/۱۰۹) لذا فرض H0 پذیرفته میشود بدین معنی که بین مقادیر پیش بینی و مقادیر واقعی اختلاف و تفاوت معنی داری وجود ندارد به عبارت دیگر مقادیر پیش بینی در راستای مقادیر واقعی میباشند که دقت آن نیز در سوال شماره یک مورد تایید واقع گردیده است. همچنین طبق نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین داده های واقعی و داده های پیش بینی همبستگی بالای وجود دارد (۰/۹۹۲) و سطح معنی داری (۰/۰۰۰) نیز نشان میدهد بین داده های واقعی و داده های پیش بینی همبستگی معنی داری وجود دارد .

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	forcast & real	31	.992	.000

نمودار ۵– تفاوت داده های واقعی و پیش بینی شده توسط مدل ارائه شده



پیروی شاخص بورش اوراق بهادار تهران از یک فرآیند غیر خطی

از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌توان به عنوان یک آزمون برای یافتن فرآیند غیرخطی پویا، از جمله فرآیند آشوبناک، در داده‌ها استفاده کرد. مدل های شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل های غیرخطی انعطاف‌پذیری هستند که قادرند برآورد و پیش‌بینی سری‌های زمانی غیرخطی پیچیده را با دقت قابل قبولی انجام دهند. مدل های شبکه عصبی اغلب شامل سه لایه ورودی، میانی و خروجی هستند. داده‌های ورودی به دو صورت مستقیم و یا غیرمستقیم از طریق توابع انتقالی در بخش میانی به لایه خروجی مرتبط می‌شوند. ارتباط مستقیم بخش خطی و ارتباط از طریق لایه میانی، بخش غیرخطی مدل را مشخص می‌کنند. آزمون‌هایی در ادبیات بررسی پیش‌بینی پذیری و غیرخطی بودن سری‌های زمانی مطرح شده‌اند که عبارت‌اند از: آزمون کینن، تسای و بازچینی رمزی، آزمون دو طیفی های نیچ، آزمون دیکی فولر که در اینجا به جهت بالا بودن دقت آزمون دیکی فولر، از آن برای نشان دادن خطی بودن و غیر خطی بودن داده ها استفاده شده است. آزمون دیکی فولر یکی از پرکاربردترین آزمون ها برای بررسی مانایی است در کارهای تجربی بر این فرض استوار است که متغیرهای سری زمانی مورد استفاده مانا هستند اولین قدم در راستای تعیین مانایی یک متغیر، مشاهده نمودار سری زمانی آن متغیر است تشخیص وجود روند تصادفی در یک سری زمانی به سادگی از طریق آزمون ریشه واحد امکانپذیر است.

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که در سطح معنی‌داری ۱درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد در سطح آماره دیکی فولر برای رشد شاخص قیمت سهام بورس تهران به صورت قدر مطلق بزرگ‌تر از مقادیر بحرانی بوده و مانا می‌باشد، بنابراین فرضیه H0 مبنی بر وجود ریشه واحد رد می‌شود. نتایج آزمون‌ها حاکی از آن بود که فرآیند شاخص قیمت سهام در بازار بورس تهران در بازه زمانی ۱۳۶۹تا ۱۳۹۹ محصول یک فرآیند غیرخطی پویای معین است و قابلیت پیش‌بینی را در کوتاه مدت دارد. بعد از انجام آزمون‌ها و تأیید مبنی بر اینکه شاخص قیمت سهام غیرتصادفی بوده و دارای ساختار غیرخطی است و وجود آشوب در این سری مورد تأیید قرار گرفت زیرا قدر مطلق آماره آزمون بزرگتر از مقادیر بحرانی است و به منظور پیش‌بینی شاخص قیمت سهام در دوره‌های آتی، از مدل شبکه های عصبی استفاده گردید.

جدول ۷- نتایج آزمون ریشه واحد جهت نشان دادن غیر خطی بودن سری زمانی شاخص بورس

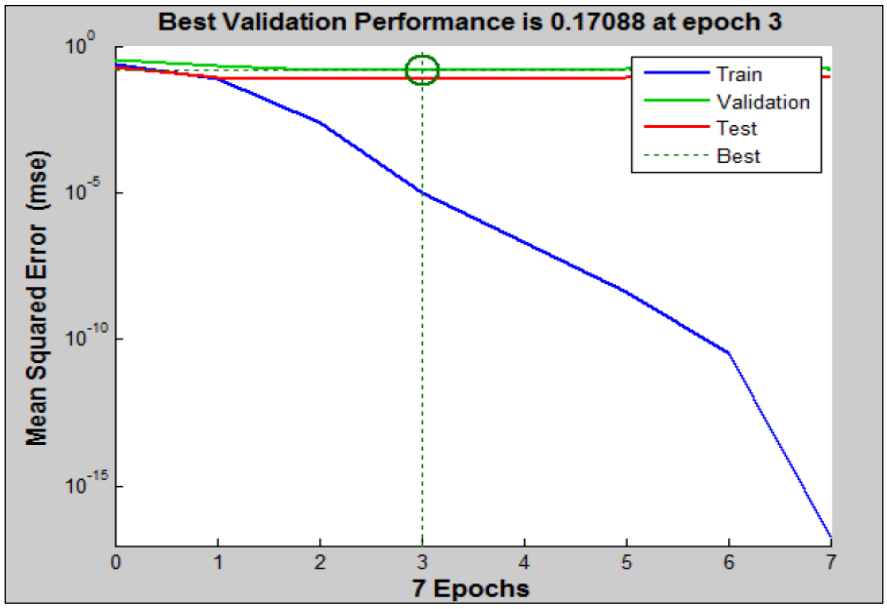
متغیر مورد بررسی	آماره آزمون DFT	مقادیر بحرانی مک کنیون	سطح معنی دار بودن
شاخص قیمت سهام	- ۱۶,۳۵	- ۳,۲۴ - ۲,۶۹ - ۲,۵۱	۱٪ ۵٪ ۱۰٪

ارزیابی مدل پیشنهادی

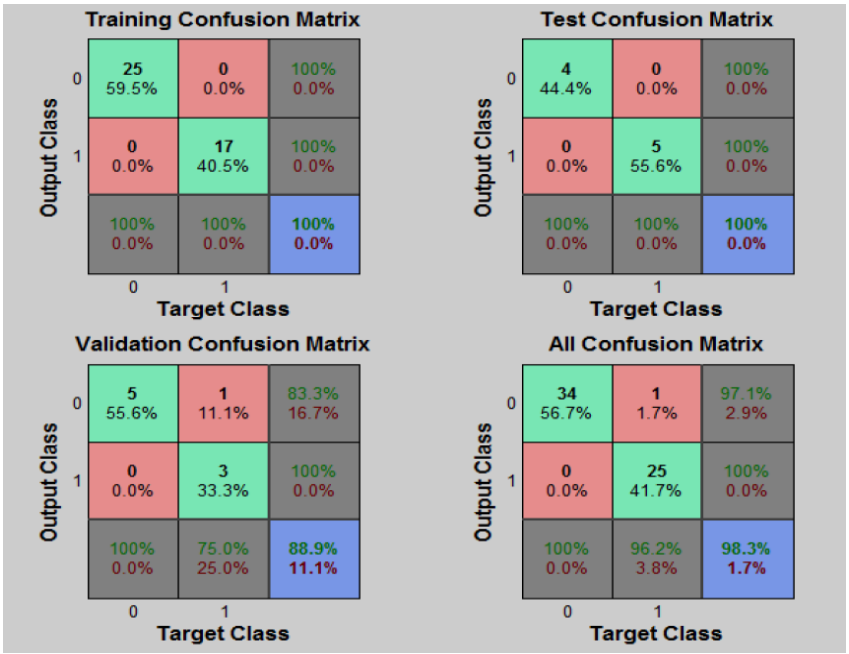
همانطور که در شکل ۳ خروجی نرم افزار مشاهده می شود بعد از ورود آخرین متغیر به شبکه، نمونه آزمایشی با۱۰۰ درصد پیش بینی درست و صفر درصد خطا در پیش بینی شاخص کل سهام، نمونه آموزشی با ۱۰۰درصد پیش بینی درست و ۰ درصد خطا دارد. نمونه اعتبارسنجی با ۸۸/۹ درصد پیش بینی درست و ۱۱/۱ درصد خطا دارد. نتیجه کلی بعد از ورود اولین متغیر گویای این است که با ۰/۹۸۱درصد

پیش بینی درست و ۱/۴ درصد خطا و با RMSE برابر ۴۸۹ در پیش بینی شاخص کل سهام بورس تهران را دارا می باشد. با توجه به نتایج خروجی های شبکه عصبی چندلایه پرسپترون در هر مرحله، می توان نتیجه گیری کرد که شبکه قدرت پیش بینی شاخص کل سهام بورس تهران را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی را تا ۱/۴ درصد خطا دارد که نشان دهنده ی قدرت پیش بینی فوق العاده بالایی است. بنابراین قدرت مدل ارائه شده به اثبات می رسد.

نمودار ۶- تابع خطا



شکل ۳- خروجی نرم افزاری مدل طراحی شده و عملکرد پیش بینی



همچنین نحوه قضاوت در مورد صحت پیش بینی به شرح جدول زیر خواهد بود .

جدول ۸- قضاوت در مورد عملکرد پیش بینی

MAPE	قضاوت در مورد عملکرد پیش بینی
کمتر از ۱ درصد	دقت زیاد
بین ۱/۱ تا ۲ درصد	پیش بینی خوب
بین ۲/۱ تا ۵ درصد	پیش بینی قابل دفاع
بیشتر از ۵ درصد	پیش بینی غیر دقیق

تفاوت نتایج پیش بینی ها با داده های واقعی نشان داد که مدل ارائه شده قادر است شاخص کل سهام را با ۱/۹۸ درصد پیش بینی نماید و در پایان با محاسبات آماری غیرخطی بودن شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران مورد تایید واقع شد و همچنین ارزیابی مدل با استفاده از توابع خطا بصورت شماتیک نیز ارائه گردید.

نتیجه گیری

نتایج به د ست آمده از آزمون کلموگروف ا سمیرنوف بیانگر این ا ست که داده های شاخص کل واقعی از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹ دارای توزیع نرمال نمیباشد زیرا سطح معنی داری برابر ۰/۰۱ بوده و از ۰/۰۵ کمتر میباشد به عبارت دیگر داده ها با ترکیب توزیع نرمال اختلاف معنی داری دارند و این مسئله وجود پراکندگی بیش از حد شاخص کل در طول سری زمانی را مورد تایید مجدد قرار میدهد. در گام بعدی با استفاده از۴۸۰۰ داده آموزشی و ۹۰۰ داده ارزیابی و با استفاده از تابع سیگموید و تعداد سه عنصر پردازشی و با نرخ یادگیری ۰/۰۵و یک لایه پنهان با ۸۰۰۰ دوره آموزشی نتایج مدل شبکه عصبی پس انتشار خطا دارای بهترین عملکرد را که با پارامترهای فوق الذکر با کمترین RMSE که برابر ۴۰۸ بوده است محاسبات پیش بینی اجرا گرد ید. این ن تایج با ن تایج تحقیق، پروخوف و ونچ (۲۰۰۰) که سیستمی را طراحی نموده اند که تغییرات قابل ملاحظه ی کوتاه مدت قیمت سهام را پیش بینی کند تا موقعیت های خیلی خوب سوددهی را تخمین بزند همخوانی دارد. همچنین با نتایج تحقیق ایودل ادبیا (۲۰۱۴) که یک روش هیبریداسیون با ترکیبی از متغیرهای از تجزیه و تحلیل فنی و بنیادی شاخص های بازار سهام را برای پیش بینی قیمت سهام در آینده به منظور بهبود در روش های موجود استفاده کرد همخوانی دارد. در گام بعدی تحقیقت با استفاده از آزمون تی ایستودنت و آزمون همبستگی نشان داده شد که بین مقادیر پیش بینی و مقادیر واقعی اختلاف و تفاوت معنی داری وجود ندارد به عبارت دیگر مقادیر پیش بینی در راستای مقادیر واقعی میباشند که دقت آن نیز در بخش اول مورد تایید واقع گردیده است. همچنین با استفاده از آزمون دیکی فولر نتایج آزمون‌ها حاکی از آن بود که فرآیند شاخص قیمت سهام در بازار بورس تهران در بازه زمانی ۱۳۶۹تا ۱۳۹۹ محصول یک فرآیند غیرخطی پویای معین است و قابلیت پیش‌بینی را در کوتاه مدت دارد. بعد از انجام آزمون‌ها و تأیید مبنی بر اینکه شاخص قیمت سهام غیرتصادفی بوده و دارای ساختار غیرخطی ا ست و وجود آ شوب در این سری مورد تأیید قرار گر فت زیرا قدر مطلق آ ماره آزمون بزرگتر از مقادیر بحرانی است به منظور پیش‌بینی شاخص قیمت سهام در دوره‌های آتی، از مدل شبکه های عصبی استفاده گردید .جهت ارزیابی مدل پیش بینی با استفاده از نمودار های تابع خطا مورد ارزیابی قرارگرفت که بر اساس نتایج توابع خطا ، نتیجه کلی بعد از ورود اولین متغیر گویای این ا ست که ۹۸/۱ درصد پیش بینی درست و ۱/۴ درصد خطا

در پیش بینی شـاخص کل سـهام بورس تهران را دارا می باشد. با توجه به نتایج خروجی های شبکه عصبی چندلایه پرسـپترون در هر مرحله، می توان نتیجه گیری کرد که دارد،که نشان دهنده ی قدرت پیش بینی فوق العاده بالایی است.

پیشنهادات کاربردی

به پژوهشگران آتی توصیه می شود این تحقیق را در محیط فازی ادامه داده و نتایج شبکه های عصبی مصنوعی فازی را با غیر فازی مقایسه نمایند. همچنین برای بررسی درستی بیشتر نتایج این پژوهش می توان یک تحقیق مقایسه ای در مورد استفاده از الگوریتم ژنتیک در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی انجام داد تا قضاوت دقیق تری در مورد بهترین روش پیش بینی شاخص کل سهام اظهار نظر کرد، با توجه به بالا بودن واریانس و انحراف معیار داده ها در طول سی و یک سال گذشته در شاخص کل بازار سرمایه و طبق نظریه آشوب، چنانچه داده ها از یک سیستم دینامیک غیرخطی آشوبناک بدست آمده باشند، امکان مدلسازی و پیش بینی دقیق اما کوتاه مدت از رفتار آتی سیستم وجود خواهد داشت چرا که در واقع رفتار بی قاعده یک سیستم آشوبناک، از ویژگی غیرخطی بودن آن نتیجه می شود. در صورت اثبات آشوبناک بودن سیستم مولد دادهها، شاید استفاده از مدلهای دینامیک غیرخطی بتوانند برای پیش بینی با دقت بالا مورد استفاده قرار گیرند انجام این تحقیق و مقایسه نتایج آن از توصیه های محقق به سایر همکاران میباشد.

شبکه قدرت پیش بینی شاخص کل سهام بورس تهران را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی را تا ۱/۴ درصد خطا

منابع

1- حسن قلی پور، طهمورث، میری، سید مهدی (۱۳۹۸) کاربردهای شبکه های عصبی مصنوعی در مدیریت و بازاریابی (مطالعه موردی: گروه بندی مشتریان بانک کشاورزی)، دوماهنامه علمی پژوهشی دانشور رفتار، دانشگاه شاهد، سال هفدهم، شماره ۴۱

2- سلمانپور، علی، شکرزاده، مرتضی (۱۳۹۸). "پیش بینی قیمت نفت با استفاده از شبکه عصبی فازی، طرح پژوهشی"، دانشگاه آزاد مرند.

3- سلیمانی امیری، غلامرضا، (۱۳۹۲). ارزیابی کارایی الگوهای پیش بینی مالی برای شرکت های ایرانی، دانش حسابداری. دوره ۱، شماره ۲، ص ص ۱۳۹-۱۵۸.

4- صیادی، امید، (۱۳۹۷). " آشنایی مقدماتی با شبکه های عصبی مصنوعی"، دانشگاه صنعتی شریف.

5- مکیان، سید نظام الدین، کریمی تکلو، سلیم (۱۳۸۸). پیش بینی ورشکستگی شرکت های تولیدی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، فصلنامه اقتصادی مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)، بهار ۸۸ ، دوره ۶ ، شماره ۱ ، ص ص ۱۲۹-۱۴۴

6- کمیجانی، اکبر، سعادت فر، جواد (۱۳۸۵). "کاربرد مدلهای شبکه عصبی در پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکتهای بازار بورس" نشریه جستارهای اقتصادی، شماره ۶.

7- اصغری اسکوئی، محمدرضا(۱۳۹۱). "شبکه های عصبی و کاربرد آنها، گروه آمار، ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شریف

8- خاکی صدیق، علی،کارلوکس و حمید خالوزاد، (۱۳۹۲). "آیا قیمت سهام در بازار بورس سهام قابل پیش بینی است؟" نگرش جدید به رفتار قیمت سهام و قابلیت پیش بینی در بازار بورس تهران، مجله تحقیقات اقتصادی شماره ۵۳ ،دانشکده اقتصاد، دانشکده تهران

9- قدیمی، محمدرضا و سعید مشیری، (۱۳۸۱). مدلسازی و پیش بینی رشداقتصادی در ایران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، مجموعه مقاله های اولین همایش معرفی و کاربرد مدلهای ناخطی، دانشکده اقتصاد، دانشکده تهران

10- خواجوی، شکراله، امیری، فاطمه السادات (۱۳۹۲). شناسایی مهمترین عوامل موثر در ورشکستگی شرکت ها با استفاده از تکنیک **TOPSIS-AHP** ، فصلنامه مطالعات تجربی حسابداری مالی، سال یازدهم، شماره ۳۸، ص ص ۶۹-۹۰.

11- شیری دایلاق، بهزاد، (۱۳۹۴). پیش بینی ریسک تقلب در صورتهای مالی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات آذربایجانغربی

12- ظهری، مریم، محمدعلی، افشار کاظمی (۱۳۹۱). طراحی مدل پیش بینی ورشکستگی شرکت ها به وسیله شبکه های عصبی فازی (مطالعه موردی شرکت های بورس اوراق بهادار تهران). مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. شماره سیزدهم، زمستان ۱۳۹۱

13- عرب مازار، محمد، اکبری شهمیرزادی، مهدیه(۱۳۹۷). پیش بینی ورشکستگی شرکتها با اااستفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، فصلنامه سیستم های اطلاعاتی و فناوری.

14- کاظمی راد، زهرا، پاپ زن، عبدالحمید (۱۳۹۲). "پیش بینی میزان موفقیت کارآفرینان روستایی شهرستان کرمانشاه با استفاده از تحلیل شبکه عصبی مصنوعی**(ANN)** " نشریه برنامه ریزی منطقه ای، شماره۱.

15- وکیلی فرد، حمیدرضا، پیله وری، نازنین، زیدی، سیده سمانه (۱۳۹۳). ارئه مدلی جهت پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر (**ANFIS**) . مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار ، شماره هجدهم، بهار ۱۳۹۳.

16- آذر، عادل و رجب زاده، علی (۱۳۹۴). ارزیابی روش های پیش بینی ترکیبی، با رویکردهای شبکه های عصبی، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۳، ص ۱۱۴

17- مونتگمری، دوگلاس سی و لینوود آ جانسون و جان اس. گ.اردینر (۲۰۱۰). تجزیه و تحلیل سریهای زمانی. ترجمه محمد تقی فاطمی قمی. تهران موسسه انتشارات امیر کبیر

18- عرب مازار، عباس، حمیدی، سعیده و میررستم اسدلله زاده بالی و الهام غلامی و آیت زایر(۱۳۹۴). برآورد ظرفیت مالیاتی، دفتر مطالعات و تحقیقات مالیاتی، سازمان امور مالیاتی کشور

19- راعی، رضا و کاظم چاوشی، پیش بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران(۱۳۸۳). مدل شبکه های عصبی مصنوعی و مدل چندعاملی، مجله تحقیقات مالی دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، سال پنجم، شماره ۱۵،بهار و تابستان

20- پورطاهری، مهدی، بخشی، محمدرضا، رکن الدین افتخاری، عبدالرضا، رحیمی سوره، صمد (۱۳۹۱). "ارائه الگوی تعیین موفقیت طرح های سرمایه گذاری کشاورزی، کاربرد شبکه عصبی چندلایه پرسپترون" نشریه پژوهش های روستایی، شماره۳.

21- Lee, C.J. & T.K. Hsiuung, 2019, Sensivity Analysis on Multilayer Perceptron Model For Recognizing Liquefaction Cases, computers and Geotechnics, No. 36, PP. 1157-1163.

22- Tang, T. C., Chi, 2015, Neural Networks analysis in Business Failure Prediction of Chinese Importers: A Between-Countries Approach, Expert systems with Applications, No. 29.PP.244-255.

23- Beale, M.H., M.T Hagan, H.B Demuth,2020, Neural Network Toolbox 7 user's Guide, Revised for Version 7.0 (Release 2020b)

24- Anandarajan, M., P. Lee, Anandarajan, 2019, Bankruptcy Predction of Financially Stressed Firms: An Examination Of predictive Accuracy Of Artificial Neural Networks, International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, No 10.69-81.

25- Jiang, G., Lee, C.M.C., Yue, H, (2012), "Tunneling Through Intercorporate Loans: The China Experience". Journal of Financial Economics, 98(3), PP. 1-20

26- Chang, C., H. Hwang, H. Liaw, M. Hung, S. Chen, D. Yen, 2011, A Neural Network Evaluation Model for ERP Performance from SCM Perspective to

Enhance Enterprise Competitve Advantage, Expert Systems with Applications, No. 35, PP. 1809-1816.

27- Schwrtz, S., 2019. Investment Criteria of Venture Capital Componies and the Role of Governments.

28- Lawrenc, A., M.B. Kasiri, 2019, Review Modeling of Biological Water and Wastewater Treatment Processes Using Artificial Neural, Clean-Soil, Air, Water, 39 (8), PP. 742- 749.

29- Anderson, An-S. and Mark T.Leung (2014), "Regression Neural Network for error Correction in Foreign Exchange Forecasting and Trading", Elsevier, pp.1049-1068

30- Boyacioglu, M., Y Kara, O.Baykaan, 2019, Predicting Bank Financial Failures Using Neural Networks, Support Vector Machines and Multivariate Statistical Methods: A Comparative Analysis in the Sample of Saving Deposit Insurance Fund (sdif) Transferred Banks in turkey, Expert systems with Applications, No. 44,PP.262-273.

31- Brouthers, L., S. Mukhopadhyay, T. Wlkinson, K. Brouthers, 2009, International Market Selection and Subsidiary Performance: A neural Network Appeoach, Journal of World Business, No. 44, PP.262-273.

32- Flix J , L. & Ivan , P.(2018) , Bankruptcy visulation and prediction using Neural Networks : a study of U.S commercial banks , International journals of Expert Systems with application , pp 11-25.

33- Guo, D. & Jiang, K., 2013. Venture capital investment and the performance of entrepreneurial firms: Evidence from China. Journal of Corporate Finance, Volume 22, p. 375–395.

34- IBM, 2011, Training (Multilayer Perceptron), available: http://publib. Boulder. ibm.com.

35- Keyvanpour, M., M. Javideh, M. Ebrahimi, 2016, Detecting and Investigating Crime Matching Framework, Procedia Computer science, No.3, PP. 872-880.

36- Khataee, A., M.B. Kasiri, 2018, Review Modeling of Biological Water and Wastewater Treatment Processes Using Artificial Neural, Clean-Soil, Air, Water, 39 (8), PP. 742- 749.

37- Anderson, D.& T. Martinez, 2018, The General Inefficiency of Batch Training for Gradient Descent Learning, Neureal Networks, No.16,PP.1429 – 1451.

38- Fischer, M., and P.staufer (1999), Optimization in an Error Backpropagation Neural Network Environment with a Performance Test on a Spectral Pattern Classijcation Problem, Geographical Analysis, vol.31, no.2, PP. 89-108.

39- Kayvanpour, E; Mahmoodi, A, 2017. Investigating the Effect of Special Free Zones on Reducing Smuggling Goods in Customs of Western Azerbaijan Province. International Journal of Applied Business and Economic Research, Volume 15, No 4 – 2017.

40- Youn, H., Z. Gu, 2010, Precting Korean Lodging Firm Failures: An Artificial Neural Network Model Along with a Logistic Regression Model, International Journal of Hospitality Managrement, No, 29,PP. 120-127.

41- Hunter, A., L. Kennedy, J.Henry, I. Ferguson, 2019, Application of neural Networks and Sensitivity Analysis to Improved Prediction of Trauma Survival, Computer Methods and Programs in Biomedicine, No 62, PP. 11-19.

42- Keyvanpour, M., M. Javideh, M. Ebrahimi, 2016, Detecting and Investigating Crime Matching Framework, Procedia Computer science, No.3, PP. 872-880.

43- Artificial Neural, Clean-Soil, Air, Water, 39 (8), PP. 742- 749.

44- Boyacioglu, M., Y Kara, O.Baykaan, 2019, Predicting Bank Financial Failures Using Neural Networks, Support Vector Machines and Multivariate Statistical Methods: A Comparative Analysis in the Sample of Saving Deposit Insurance Fund (sdif) Transferred Banks in turkey, Expert systems with Applications, No. 44,PP.262-273.

45- Nakama. C., Chi, 2019, Neural Networks analysis in Business Failure Prediction of Chinese Importers: A Between-Countries Approach, Expert systems with Applications, No. 29.PP.244-255.

Designing a Model for Using Artificial Neural Networks to Predict Nonlinear time Series (Case study: Tehran Stock Exchange Index)

Abstract

Introduction: Forecasting the total stock index is a challenging task, due to the complexity of stock market variables and the lack of problem management in critical times, it is very difficult to develop an efficient model for forecasting the total stock index. Relatively accurate prediction of index movement is very important and vital for capital market investors. One of the important tools used for investment decisions is forecasting techniques, which are an integral part of the decision-making and control process. On the other hand, forecast accuracy has a direct relationship with decision risk. This means that the more accurate the forecast, the lower the loss or risk from decision-making under uncertainty. One of the well-known and new methods for predicting the total stock index is the method of using artificial neural networks. Purpose: The main purpose of this research is to present the optimal model of using artificial neural networks to predict non-linear time series (case study: Tehran Stock Exchange Index) and this research is practical in terms of purpose. Research method: In terms of research method, it is descriptive based on survey and in terms of review method, analytical-mathematical. The statistical population of this research is the index of the entire Tehran Stock Exchange from 1369 to 1399, and in this research, the measurement tools and variables are the documents and statistics of the Tehran Stock Exchange, and the data analysis in this research is based on statistical methods. Descriptive and inferential statistics as well as artificial neural networks have been used. Perceptron layer is used. Findings: The results of this research confirm the high accuracy of predicting the total index of Tehran Stock Exchange compared to other estimation methods using the presented model, which has the ability to predict the total index with an error of 1.4%. Conclusion: Confirming that the Tehran Stock Exchange index follows a non-linear process is considered one of the main and important results of this research, and at the end, practical suggestions for users and researchers in future researches are presented.

Keywords: Total Stock Index, Prediction, Artificial Neural Network, Tehran Stock Exchange