« فراسوی مدیریت»
سال سوم _ شماره ۹ _ تابستان ۱۳۸۸
ص ص ۲۱۲- ۱۹۱

پیش بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی

دکتر میر فیض فلاح شمس*[۱]
بیتا دلنواز اصغری[۲]

چکیده

اندازه و روند شاخص‌های قیمت سهام یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر تصمیمات سرمایه گذاران در بازارهای مالی می‌باشد. جهت پیش‌بینی بازار از تکنیکهای مختلفی استفاده شده است که معمول‌ترین آنها روشهای رگرسیون و مدل‌های ARIMA[۳] هستند اما این مدل‌ها در عمل جهت پیش‌بینی بعضی از سریها ناموفق بوده‌اند. در تحقیق حاضر برای پیش‌بینی شاخص کل بورس از مدل شبکه‌های عصبی پیش خور[۴] با قانون یادگیری پس انتشار خطا[۵] در سه ساختار شبکه با الگوهای متفاوت ورودی استفاده گردید و نتایج مدل با نتایج مدل‌های رگرسیون چند متغیره و مدل‌های ARIMA مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج تحقیق نشان داد که روش شبکه‌های عصبی خطای RMSE به میزان قابل توجهی کمتر از RMSE روشهای دیگر است و در بازار بورس اوراق بهادارتهران پیش‌بینی کوتاه‌مدت با فاصله زمانی کمتر، مناسب‌تر از پیش‌بینی بلند مدت با فاصله زمانی طولانی‌تر است

واژه‌های کلیدی: شاخص سهام ، پیش‌بینی ، شبکه‌های عصبی، سری‌های زمانی

۱استادیارگروه مدیریت مالی ، واحد تهران مرکزی، ،دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران
mir.fallahshams@iauctb.ac.ir
۲کارمند دانشگاه آزاد اسلامی واحدتبریز و دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مالی

3. autoregressive integrated moving average
4. Feed Forward Neural network
5. back propagation

مقدمه

پیش بینی آینده در عرصه پویای اقتصاد و بازار سرمایه یکی از مهمترین مسائل مورد بحث درعلوم مالی بوده است. ویژگی مسائل اقتصادی و تجاری این است که بشدت تحت تاثیر مسائل اجتماعی، سیاسی و فرهنگی هستند و بسیاری از پارامترهای آنها ناشناخته است و با روشهای کمی به سختی قابل اندازه گیری می‌باشند.

روشهای کلاسیک مانند رگرسیون گرچه توفیقات نسبی دراین زمینه ها داشته‌اند، اما نتایج آن نتوانسته است پژوهشگران این عرصه را راضی نماید معمولاً به منظور پیش بینی وقایعی که در آینده اتفاق می افتد به اطلاعات به دست آمده از رویدادهای تاریخی اتکا میشود. به این ترتیب که داده‌های گذشته تجزیه و تحلیل می گردد تا از آن الگوئی قابل تعمیم به آینده حاصل گردد، دراغلب روشهای پیش بینی فرض بر این است که روابط بین متغییرها در آینده نیز ادامه خواهد داشت.

این تحقیق برآن است تا شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را باتوجه به سری زمانی آن درگذشته پیش بینی نماید. درتکنیک سری زمانی محققان سعی دارند از نحوه تسلسل شماره ها، فرایند ایجاد آنها را حدس بزنند، چنانچه اعداد سری مربوطه از یک توزیع یکسان پیروی کنند یعنی در طول زمان مستقل از یکدیگر بوده واحتمال وقوع یکسان داشته باشند، هر استراتژی که انتخاب شود خوب است ولی اگرعددی احتمال وقوع بیشتری را نسبت به سایر اعداد داشته باشد استراتژی منتخب عدد مزبور را مد نظر قرار خواهد داد(هندریکسون،۵۸،۱۹۹۲)[1]. بنابراین سری زمانی ارقام،اطلاعاتی را پیرامون نتایج آتی فراهم ساخته و تصمیمات بعدی را تحت تاثیر قرار می دهد.

1- Hendriksen

بورس آئینه تمام نمای وضعیت اقتصادی یک کشور است. بورس اوراق بهادار ازسوئی مرکز جمع آوری پس اندازها و نقدینگی بخش خصوصی ، بمنظور تامین مالی پروژه های سرمایه گذاری بلند مدت و ازسوی دیگر محل رسمی و مطمئنی است که دارندگان پس اندازهای راکد می توانند وجوه مازاد خود را برای سرمایه گذاری درشرکتها به کار اندازند و متناسب با ریسکی که متحمل می شوند بازده خود را کسب کنند.

شوکهای ناگهانی بازار و سقوط قیمتها تعداد زیادی از سرمایه گذاران را از بازار خارج میکند . تخصیص صحیح منابع ،موجب افزایش اطمینان سرمایه گذاران و کارائی بازار خواهد شد. افزایش ابزارهای مرتبط با شاخص مالی، دامنه فرصتهای سرمایه گذاری جهانی را برای سرمایه گذاران گسترش داده است. دودلیل اصلی برای پیشرفت این ابزارها وجود دارد؛ اول اینکه،آنها ابزارهای موثری را برای سرمایه گذاران به منظور محافظت از ریسک های بالقوه بازار فراهم می آورند و دوماً، فرصت های کسب سود جدیدی را برای کسانی که از موقعیت های زمانی و مکانی بازار استفاده میبرند، ایجاد میکنند. بنابراین ارائه مدل مناسب برای پیش بینی شاخص بورس از اهمیت و کاربرد بسیار بالائی برخوردار است.

مسائل مالی و اقتصادی عمدتاً با یک سری روابط غیر خطی مخصوصاً در بازار سهام سرو کار دارند لذا پیش بینی وضعیت آینده بازار سهام با استفاده از مدلهای متعارف خطی میسر نخواهد بود.

استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش بینی سریهای غیر خطی علی الخصوص جایی که شرایطی از قبیل ایستائی که امکان استفاده از تکنیک های کلاسیک مقدور نباشد و همچنین درسریهای زمانی پیچیده، بسیار متداول می باشد. این تحقیق به دنبال این است که شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را با توجه به سری زمانی اعداد شاخص در گذشته، پیش بینی نماید. از آنجا که ارقام شاخص در سری زمانی آن، برآیندی از قیمت‌های سهام وحجم معاملات می‌باشدواطلاعات

موثر برآن قیمت ها و معاملات عمدتاً اطلاعات تاریخی هستند لذا این تحقیق را میتوان به نوعی آزمون کارائی بازار سرمایه ایران در سطح ضعیف نیز قلمداد کرد. در این تحقیق با مدلسازی پیش بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های عصبی انتظار میرود که خطای پیش بینی حداقل باشد.

نظریه ها و نوآوری های مالی دریکی دو دهه اخیر بر پایه نقش محوری توجه به حرکتهای عمومی بازار با گرایش روزافزون به محاسبه وبررسی روندهای حرکتی شاخصها همراه بوده است.(سازمان بورس اوراق بهادار تهران، ۱۳۷۶،۲۳)

شاخص از نظر لغوی به معنی وسیله ای جهت تشخیص و یا تمیز بین دو پدیده از یکدیگر می باشد. اما از نظر آماری کمیتی است که جهت مقایسه بزرگی اندازه های مختلف یک یا چند متغیر بکار می رود اگر بخواهیم پدیده‌های مختلف اقتصادی واجتماعی را با هم مقایسه نماییم و تغییرات ایجاد شده را بررسی کنیم از شاخص ها بهره می‌گیریم. بطور خلاصه شاخص های بازار سرمایه برای موارد زیر استفاده می شوند: (بروان و ریلی، ۴۸، ۲۰۰۰)

به عنوان محکی برای ارزیابی عملکرد مدیران حرفه ای سرمایه گذاری، پیش بینی حرکات آتی بازار (توسط تحلیل گران فنی)، و محاسبه ریسک سیستماتیک دارایی ها.

شاخص های قیمت سهام معمولا بر پایه دو ویژگی زیر دسته بندی می شوند. (سازمان بورس اوراق بهادار تهران، ۱۳۷۶).

۱) شیوه وزن دهی

۲) روش میانگین گیری

از دیدگاه شیوه وزن دهی شاخصها را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

الف) شاخص های قیمتی بی وزن

ب) شاخصهای قیمتی با وزن برابر

ج) شاخص های قیمتی با وزنی برابر با ارزش بازار سهام

شاخص کل قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران شاخصی از نوع میانگین حسابی با وزنهایی برابر ارزش بازار سهام شرکت‌هاست و با عنوان بین‌المللی تپیکس[1] شناخته می‌شود،که شامل تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس می‌باشد، این شاخص بطور روزانه محاسبه و اعلام می‌شود.

شاخص قیمت سهام، نشان دهنده وضعیت کلی اقتصاد کشور است. افزایش این شاخص به معنی رونق و بهبودی در اوضاع واحوال اقتصادی و کاهش آن گویای بحران و رکود است. (دوانی، ۱۳۸۲،۵۳). بورس اوراق بهادار به معنی یک بازار متشکل و رسمی سرمایه است که در آن خرید و فروش سهام شرکتها یا اوراق مشارکتی دولتی و موسسات معتبر خصوصی، تحت ضوابط و مقررات خاصی انجام می شود،که سابقه آن در کشور ما به اواخر دهه ۱۳۴۰می رسد.

هدف بازار سرمایه عبارت از انتقال وجوه بین پس انداز کنندگان از یک طرف و تولید کنندگان از طرف دیگر می باشد. این دو گروه در شرایط مطمئنی یکدیگر را پیدا نموده و معامله خود را انجام دهند.این احساس امنیت در بازار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در جذب سرمایه های کوچک و بزرگ نقش ارزنده ای دارد.

کارایی نقش مهمی را در بازارهای سرمایه ایفا می کند. در بازارهای کارا هنگامیکه داراییها مورد معامله قرار می گیرند قیمت‌ها نشانده علائم صحیحی برای تخصیص سرمایه هستند و راهنمایی مفیدی را برای هدایت جریانات سرمایه از طرف پس انداز کنندگان به طرف سرمایه گذاری در پروژه های مولد، ارائه می‌دهند.کارایی بازاردر سه سطح قابل بررسی است:سطح ضعیف، نیمه قوی و قوی کارایی.

1- TEPIX

یک بازار را با توجه به سیستم اطلاعاتی آن هنگامی کارا می خوانیم که واکنش قیمتها زمانی صورت بگیرد که همه افراد علائمی را که سیستم اطلاعاتی می دهد رامشاهده نمایند. بعبارت دیگر تغییر قسمت را زمانی خواهیم دید که آگاهی از اطلاعات همه گیر شده باشد. در این حالت می توانیم بگوییم که قیمتها انعکاس دهنده سیستم اطلاعاتی هستند(بی رو، ۱۹۸۱،۳۴)

بدون شک اتخاذ هر تصمیم نیازمند اطلاعات و داده های مرتبط با آن است. بسیاری از این اطلاعات از طریق فرایند پیش بینی تهیه می شوند. لذا پیش بینی، عنصری کلیدی در تصمیم گیریها است زیرا اثر بخشی هر تصمیم به پیامدها و رویدادهای بعد از تصمیم بستگی دارد و توانایی پیش بینی جنبه های غیر قابل کنترل این رویدادها، قبل از اتخاذ تصمیم می تواند به انتخاب بهتری منجر شود، هدف پیش بینی،کاهش ریسک درتصمیم گیری است. با وجود آنکه پیش بینی ها معمولاً دقیق نیست ولی میزان خطای پیش بینی به سیستم مورد استفاده برای پیش بینی بستگی دارد. با صرف منابع بیشتر برای پیش بینی می توان دقت آن را افزایش داد و در نتیجه برخی زیانهای ناشی از عدم اطمینان را حذف کرد و یا کاهش داد.(مونتگومری و سایرین،۱۹۹۰،۴۲[1]). ویژگی مهم یک سیستم تصمیم گیری خوب، توانایی آن در دست یابی به کارایی بهینه در موارد عدم قطعیت است. افزایش دقت در پیش بینی عدم اطمینان را کاهش می دهد. شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل‌های غیرخطی ناپارامتری هستند که با قابلیت یادگیری بالایی که دارند می‌توان آنها رادر اهداف طبقه بندی، پیش‌بینی و کنترل بکار برد. در واقع، قدرت اصلی شبکه‌های عصبی این است که آنها قادرند برای تحولاتی چون سقوط بازار بورس و شوک های نفتی به عنوان انحرافات معنی دار از قبول فرض خطی بودن، مدل های بهتری بسازند .

موفقیت کم نظیر شبکه های عصبی درحوزه اقتصاد مالی، توجه متخصصان اقتصاد کلان واقتصاد سنجی را نیز به خود جلب کرد و پژوهش در زمینه استفاده

ازشبکه‌های عصبی برای پیش بینی و مدل سازی در اقتصاد کلان در دهه ۹۰ آغاز شد. اوج این پژوهش ها را می توان به دوره پس از انتشار مقاله مشهور خوان و وایت[1] (۱۹۹۴) نسبت داد. آنها نشان دادند ۱۴ سری زمانی اقتصاد کلان که نلسون و پلاستر[2] در مقاله خود در سال ۱۹۸۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند، به خوبی با استفاده از شبکه های عصبی قابل مدل سازی هستند. این موضوع با نتایج پرون[3] (۱۹۸۹) که نشان داد یک یا دو تحول ساختاری موجب ایستایی چنین سری هایی میشوند، سازگار است. مشیری و کامرون[4] (۲۰۰۰) عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی با سایر روش‌های اقتصاد سنجی و سری‌های زمانی را برای پیش بینی نرخ تورم کانادا مقایسه کردند. در این مقاله، آنها مدل‌های شبکه عصبی را با مدل‌های ساختاری، VAR، BVAR و ARIMA برای افق‌های زمانی مختلف (یک، سه و دوازده ماه بعد) مقایسه می کنند. معیارهای به کار گرفته شده در این پژوهش، ریشه میانگین مربع خطاها($RMSE$) و میانگین قدر مطلق خطاها(MAE) نشان دادند که شبکه‌های عصبی قادرند به خوبی تمام روش‌های اقتصاد سنجی و سنتی و سری‌های زمانی، ودر بعضی از موارد بهتر از آنها نرخ تورم کانادا را پیش بینی کنند.

در زمینه استفاده از شبکه های عصبی در مسائل بازار سهام و بورس ایران تحقیقاتی انجام شده است. با توجه به اینکه متدولوژی مورد استفاده در این تحقیقات شبیه نمونه های خارجی می باشد و با عنایت به این مطلب که موضوع تحقیقات انجام شده در ایران تا حدی با موضوع تحقیق حاضر متفاوت است، لذا در اینجا فقط به ذکر عنوان تحقیقات اکتفا می گردد. به عنوان نمونه موارد زیر ذکر می گردد:

---

[1]-Kuan & White
[2]-Nelson & Plosser
[3]- perron
[4]- Moshiri&Cameron

۱.آقای حسین تیموری(۱۳۸۲)، دانشگاه تربیت مدرس کاربرد شبکه های عصبی در پیش بینی شاخص صنعت تحت تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی را مورد بررسی قرار داده است.

۲. رساله دوره دکتری رضا راعی،(۱۳۷۷)، دانشگاه تهران تحت عنوان طراحی سرمایه گذاری مناسب با استفاده از هوش مصنوعی

۳. پایان نامه عبدالرضا پی تام،(۱۳۸۰)، دانشگاه شیراز، از شبکه های عصبی به منظور پیش بینی قیمت سهام یک شرکت داروئی استفاده نموده اند.

در تمامی مطالعات مذکور از طریق تحلیل و آزمون ریشه میانگین مربع خطا، ضریب تعیین و سایر آزمونهای مرتبط مشخص گردید مدل های شبکه های عصبی با توجه به خاصیت منعطف آنها از قدرت بالاتری برای پیش بینی عملکرد سهام برخوردار می باشند.

این تحقیق از ابعاد علمی و کاربردی به دنبال تحقق اهداف ذیل است:

هدف علمی آن بررسی وتجزیه وتحلیل امکان استفاده ازشبکه های عصبی در حل مسائل مربوط به حوزه های مالی و بازار سهام و بیان نقاط قوت و ضعف آنها وهدف کاربردی آن امکان پیش بینی شاخص کل بورس تهران با استفاده از شبکه های عصبی

فرضیه اصلی:خطای پیش بینی حاصل از مدل شبکه های عصبی کوچکتر از، یا مساوی خطای پیش بینی حاصل از مدلهای ARIMA و مدلهای رگرسیون چند متغیره است.

منظور از خطای پیش بینی در عبارت فوق ، ریشه دوم میانگین مربعات خطا است و برای آزمون فرضیه ،اصلی فرضیات آماری به شرح زیر تدوین گردیده است:

H_0خطای پیش بینی حاصل از مدل شبکه های عصبی کوچکتر از، یا مساوی خطای پیش بینی حاصل از مدل ARIMA است.یا به عبارتی دیگر ریشه دوم

میانگین مربعات خطای حاصل از مدل پیش بینی شبکه های عصبی کوچکتر یا مساوی ریشه دوم میانگین مربعات خطای حاصل زا مدل ARIMA است.

$$H_0 : RMSE_{ANN} <= RMSE_{AR}$$

H_1:خطای پیش بینی حاصل از مدل شبکه های عصبی بزرگتر از خطای پیش بینی حاصل از مدل ARIMAاست.

$$H_1 : RMSE_{ANN} > RMSE_{AR}$$

H_0:خطای پیش بینی حاصل از مدل شبکه های عصبی کوچکتر از ، یا مساوی خطای پیش بینی حاصل از مدل رگرسیون چند متغیره است.

$$H_0 : RMSE_{ANN} <= RMSE_{R}$$

H_1:خطای پیش بینی حاصل از مدل شبکه های عصبی بزرگتر از خطای پیش بینی حاصل از مدل رگرسیون چند متغیره است.

$$H_1 : RMSE_{ANN} > RMSE_{R}$$

این پژوهش از نظر مکانی محدود به سازمان بورس اوراق بهادار تهران و از نظر زمانی در برگیرنده دوره زمانی ۸۴/۰۱/۰۱ الی ۸۶/۰۶/۳۰ می باشد و همچنین قلمرو موضوعی آن، بررسی کارائی اطلاعاتی بازار سرمایه ایران در سطح ضعیف می‌باشد.

این پژوهش در پی آن است که شاخص اوراق بهادار را با استفاده از شبکه‌های عصبی پیش بینی کند از لحاظ روش انجام از نوع تحلیل همبستگی می‌باشد، بدین روش که ابتدا داده‌های مرتبط به موضوع که اعداد شاخص کل بورس (TEPIX) می باشند از سایت شرکت بورس اوراق بهادار تهران از تاریخ ۱۳۸۴/۱/۱ الی ۱۳۸۷/۶/۳۰ تهیه گردید. تعداد کل ارقام شاخص برای این دوره۹۶۶ عدد بوده است. علت استفاده از این دوره زمانی در وهله اول به خاطر در دسترس بودن و

جدید بودن داده‌ها می‌باشد و همچنین مقدار داده‌ها به اندازه کافی زیاد می‌باشد که بتوان با آنها هم شبکه عصبی را آموزش داد و هم آزمایش نمود.

سپس داده های تحقیق در فاصله (۱+و۱–)، نرمالیزه و مقیاس بندی شدند مقیاس بندی داده ها معمولاً به نحوی صورت می گیرد که میانگین سری زمانی صفر و انحراف معیار برابر یک گردد(جانوس کویشیوس[1]، ۲۰۰۳). برای این منظور از فرمول زیر استفاده گردید (کلیماساسکاس[2]، ۱۹۹۴).

$$X_s = Scale_u * X_u + Offset$$

که در آن:

X_s: مقدار داده در مقیاس جدید

X_u: مقدار داده خام

$$Scale = (T_{\max} - T_{\min}) / (R_{\max} - R_{\min})$$

$$Offset = T_{\min} - Scale * R_{\min}$$

$T_{\max}$: ماکزیمم هدف $(T_{\max} = 1)$

$T_{\min}$: مینیمم هدف $(T_{\min} = -1)$

$R_{\max}$: ماکزیمم داده های خام

$R_{\min}$: مینیمم داده های خام

بدین ترتیب داده ها کلاً در دامنه [۱و ۱–] قرار گرفته اند،سپس نقاط اخلال از مجموعه داده ها حذف شدند و الگوسازی هم برای شبکه و هم برای مدل رگرسیون چند متغیره در سه الگو انجام گرفت.در الگوی اول مقدار شاخص در پنجمین روز آینده (t+5) با استفاده از مقدار شاخص در زمانهای t، t-5، t-10 و t-15 پیش بینی می شود. بعبارت دیگر:

1- Januskevicius
2- Klimasauskas

$$y = x_{t+5} = f(t_t, x_{t-5}, x_{t-10}, x_{t-15})$$

در الگوی دوم مقدار شاخص برای روز بعد با استفاده از سری پنج روز قبل آن پیش بینی می گردد:

$$y = x_{t+1} = f(t_t, x_{t\ 1}, x_{t\ 2}, x_{t\ 3}, x_{t\ 4})$$

و در الگوی سوم مقدار شاخص در روز بعد با استفاده از سری ۱۰ روز قبل آن پیش بینی می گردد:

$$y = x_{t+1} = f(t_t, x_{t\ 1}, x_{t\ 2}, \ldots, x_{t\ 9})$$

با توجه به فرضیات تحقیق که فرایند پیش بینی را از سه روش شبکه های عصبی و روش ARIMA و روش رگرسیون چند متغیره انجام می دهد. در روش شبکه های عصبی از نرم افزارMatlab2007 و در سه مدل رگرسیون از نرم افراز spss12 استفاده شد بعد از اینکه هر بارپیش بینی انجام شد علاوه بر اعداد و ارقام پیش بینی شده خطای پیش بینی نیز محاسبه و ارائه گردید. برای آزمون فرضیه تحقیق نیزاز آزمون مقایسه میانگین استفاده شد. متغیر تصادفی، ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) می باشد که از فرمول زیر محاسبه می شود

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)}{n}}$$

در فرمول فوق n تعداد ارقام پیش‌بینی شده ، y_i مقادیر مشاهده شده شاخص و $\hat{y}_i$ عدد پیش‌بینی شده می‌باشد. فرایند پیش بینی از طریق مدل شبکه عصبی برای هر شبکه ۱۰ بار تکرار گردید لذا با یک نمونه ۳۰ عضوی از متغیرهای تصادفی RMSE ، درمقابل یک خطای RMSE حاصل ازهر یک ازمدلهای ARIMA و R2, R1 و R3 مواجه هستیم بنابراین درجه آزادی برابر ۲۹ است برای آزمون فرضیه از توزیع t استیودنت وابسته استفاده شد.

قبل از آموزش شبکه عصبی برای هر یک از ساختارهای فوق، ابتدا داده های نرمالیزه شده تحقیق متناسب با الگوهای ورودی هر ساختار، به صورت آرایه‌های ورودی- خروجی تبدیل شد. این عمل از طریق کد نویسی در Tool Box نرم افزار MAATLAB انجام گردید.

بعد از تبدیل داده‌ها به صورت رکوردهای فوق، کل رکودهای داده به سه قسمت تقسیم می شوند؛ مجموعه آموزش[1] یا یادگیری شبکه شامل ۷۰درصد کل رکوردها، مجموعه ارزیابی[2] شامل ۱۸ درصد کل رکوردها و مجموعه آزمون[3] یاتست شبکه که شامل ۱۲ درصد کل رکوردها می باشند.

درفرایند یادگیری شبکه ابتدا رکوردهای مربوط به یادگیری (به عنوان نمونه در ساختار ANN1، هر رکورد شامل ۴ ورودی و یک خروجی مطلوب می باشد) به شبکه وارد می گردد. وزنهای اولیه اتصالات بین نرونها توسط شبکه تنظیم می گردند. پس از بارگذاری[4] داده‌های مجموعه یادگیری و تنظیم وزنهای شبکه، اولین رکورد داده به عنوان ورودی به شبکه اعمال شده و خروجی شبکه با استفاده از توابع و الگوریتم یادگیری محاسبه شده و با خروجی مطلوب مقایسه می‌گردد. پس ازاعمال هر ورودی وزنهای شبکه به هنگام می گردندو هر بار تکرار فرایند فوق برای کل داده‌های آموزش یک epoch نام دارد. بعد از هر epoch میانگین مربعات خطا (MSE) [5]محاسبه شده و با MSE هدف مقایسه می‌شود. در صورتی که خطا بزرگتر از خطای هدف باشد دوباره یک epoch دیگر شروع می‌گردد.

همانطور که ملاحظه می گردد در اینجا شرط توقف یادگیری، رسیدن به خطای هدف می‌باشد. برای جلوگیری از طولانی‌شدن زمان یادگیری عدد ۱۰۰۰۰

1- Traning Set
2- Evaluation Set
3- Test Set
4- Loading
5 Mean Square Error

به عنوان شرط حداکثر تکرار epoch جهت توقف مرحله یادگیری نیز تعیین گردید.

جهت جلوگیری ازآموزش بیش از حد به شبکه عصبی و داده ها که باعث کاهش خطا در مجموعه آموزش ولی موجب کاهش کارایی شبکه در پیش‌بینی دادههای آزمون خواهد گردید، از مجموعه داده‌های ارزیابی جهت کنترل خطای شبکه استفاده می شود. به این ترتیب بعد ازهر epoch ، کارایی شبکه بر روی مجموعه داده ارزیابی توسط شبکه بررسی می گردد. در صورتی که خطای مجموعه داده‌های ارزیابی نیز رو به کاهش باشد. فرایند یادگیری ادامه می‌یابد. در غیر این صورت یادگیری شبکه متوقف گردیده و مجموعه داده‌های آزمون پیش‌بینی می گردد.

جدول ۱- خلاصه اطلاعات استخراج شده در مورد پیش بینی های شبکه عصبی

ساختار شبکه	ANN1			ANN2			ANN3		
شماره پیش بینی	تعداد epoch	خطای train	خطای test	تعداد epoch	خطای train	خطای test	تعداد epoch	خطای train	خطای test
اول	125	0.000096	0.000059	129	0.000083	0.000077	74	0.000094	0.000072
دوم	96	0.000094	0.000073	105	0.00013	0.000086	57	0.000093	0.000068
سوم	41	0.000114	0.000087	111	0.000089	0.000068	90	0.000084	0.000078
چهارم	200	0.000079	0.000068	49	0.000091	0.000059	81	0.0001	0.000088
پنجم	133	0.00013	0.0001	53	0.00009	0.000046	186	0.0001	0.000057
ششم	170	0.00009	0.000045	118	0.000081	0.000057	49	0.000095	0.00007
هفتم	41	0.000096	0.000073	57	0.00009	0.000063	170	0.000079	0.000051
هشتم	178	0.00013	0.000067	89	0.000086	0.000092	49	0.000094	0.00007
نهم	114	0.00011	0.00011	105	0.000089	0.000048	51	0.000093	0.000079
دهم	237	0.00007	0.000069	27	0.000099	0.000053	36	0.0001	0.000065

در این مدلها نیز همانند مدل شبکه‌های عصبی از سه الگوی ورودی که پیشتر ذکر گردید؛ برای تخمین پارامترهای مدل استفاده شد. تعداد ورودی‌ها جهت تخمین پارامترهای معادله رگرسیون برابر با ۷۰ درصد کل داده‌ها (برابر با داده‌های

مجموعه یادگیری در مدل شبکه‌های عصبی) تعیین می‌گردد. در این قسمت برای مدل‌سازی و بدست آوردن پارامترهای مدل از نرم‌افزار SPPS12 استفاده نموده‌ایم و برای هر یک از الگوهای ورودی در مدل شبکه‌های عصبی ، مدل رگرسیون هم ایجاد گردید. جدول ۲ خلاصه اطلاعات مربوط به مدل ARIMA را نشان می‌دهد و از آنجا که مقدار سطح معنی‌داری مدل (prob) تقریباً برابر صفر است مدل AR برای پیش بینی شاخص بورس معنی‌دار می باشد. همچنین جداول ۳ و ۴ نیز به ترتیب مشخصات مدلهای رگرسیون R1 ، R2 و R3 را ارائه می دهند. در اینجا نیز مشاهده می شود که مقدار sig تقریبا برابر صفر است و لذا هر سه مدل مذکور معنادار هستند.

جدول ۲- خلاصه اطلاعات ارائه شده مدل AR

Dependent Variable: INDEX1				
Method: Least Squares				
Date: 12/17/04 Time: 05:53				
Sample(adjusted): 1/02/1375 7/16/1380				
Included observations: 1445 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 4 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1364.352	173.1465	7.879756	0
AR(1)	1.002061	0.000316	3175.436	0
R-squared	0.999857	Mean dependent var		2240.011
Adjusted R-squared	0.999857	S.D. dependent var		719.6401
S.E. of regression	8.611217	Akaike info criterion		7.145392
Sum squared resid	107002.9	Schwarz criterion		7.152694
Log likelihood	-5160.545	F-statistic		10083392
Durbin-Watson stat	1.419903	Prob(F-statistic)		0
Inverted AR Roots	1			
Estimated AR process is nonstationary				

جدول ۳- خلاصه اطلاعات ارائه شده مدل R1

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1.000(a)	1	1	8.11964	1	2255723	5	1430	0
a Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00001, VAR00005, VAR00008, VAR00003									

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-1.075	0.722		-1.489	0.137	-2.491	0.341
	VAR00001	-0.044	0.017	-0.043	-2.652	0.008	-0.077	-0.011
	VAR00003	-0.007	0.027	-0.007	-0.265	0.791	-0.06	0.046
	VAR00005	0.049	0.023	0.048	2.07	0.039	0.003	0.095
	VAR00008	-0.178	0.023	-0.177	-7.716	0	-0.224	-0.133
	VAR00010	1.182	0.016	1.179	72.249	0	1.15	1.214
a Dependent Variable: VAR00011								

جدول ٤- خلاصه اطلاعات ارائه شده مدلR2

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1.000(a)	1	1	8.1738	1	3813095	3	1442	0

a Predictors: (Constant), VAR00005, VAR00001, VAR00003

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-1.533	0.71		-2.158	0.031	-2.927	-0.14
	VAR00001	-0.008	0.016	-0.008	-0.512	0.609	-0.041	0.024
	VAR00003	-0.186	0.027	-0.185	-6.961	0	-0.239	-0.13
	VAR00005	1.196	0.016	1.193	72.858	0	1.164	1.228

جدول ٥- خلاصه اطلاعات ارائه شده مدل R3

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1.000(a)	1	1	8.11964	1	2255723	5	1430	0

a Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00001, VAR00005, VAR00008, VAR00003

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-1.075	0.722		-1.489	0.137	-2.491	0.341
	VAR00001	-0.044	0.017	-0.043	-2.652	0.008	-0.077	-0.011
	VAR00003	-0.007	0.027	-0.007	-0.265	0.791	-0.06	0.046
	VAR00005	0.049	0.023	0.048	2.07	0.039	0.003	0.095
	VAR00008	-0.178	0.023	-0.177	-7.716	0	-0.224	-0.133
	VAR00010	1.182	0.016	1.179	72.249	0	1.15	1.214

a Dependent Variable: VAR00011

بعدازاینکه مدل مناسبی برای هر شبکه عصبی انتخاب شد پیش بینی از طریق مدلهای طراحی شده انجام گردید، ریشه دوم میانگین مربعات خطا درسه روش بکار رفته بدست آمد. در جدول ۵ RMSE محاسبه شده هریک از مدلها ارائه شده است.

جدول۵-معیارهای ارزیابی کلیه مدلها

AR	R_3	R_2	R_1	ANN_3	ANN_2	ANN_1	
۲۳	۲۲	۲۲	۶۴	۱۶	۱۴	۲۱	RMSE

جهت آزمون این فرضیه ها، از آماره آزمون t استفاده شد. در این آزمون، میانگین RMSE شبکه های عصبی مصنوعی با میانگین RMSE مدلهای ARIMA و رگرسیون بصورت جداگانه با هم مقایسه شدند خلاصه نتایج آزمون به صورت جدول ۶ ارائه گردید.

جدول٦- متغیرهای آماری مربوط به آزمون فرضیات تحقیق

مدل	RMSE	مقدار بحرانی	آمار t	نتیجه
AR	23	2.462	-1.329	قبول
R1	64	2.462	-11.144	قبول
R2	22	2.462	-0.863	قبول
R3	22	2.462	-0.908	قبول

با توجه به مقادیر t محاسبه شده و مقدار بحرانی آزمون در سطح اطمینان ٪۹۹ فرضیه تحقیق مورد تایید قرار گرفت. بنابر این می توان استنباط نمودکه مدلهای شبکه ای عصبی مورد استفاده در این تحقیق پیش بینی بهتری را از شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران نسبت به مدلهای خطی ARIMA و رگرسیون را ارائه خواهد داد.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که روش شبکه‌های عصبی در هر سه ساختار شبکه نسبت به روش‌های خطی پیش بینی بهتری را ارائه کرده‌اند و خطای RMSE آن به میزان قابل توجهی کمتر از RMSE روش های خطی مذکور است. با نگاهی دوباره به جدول بالا می بینیم که شبکه عصبی ANN2 ،با دارا بودن RMSE=14 و MAD=10 و مدل رگرسیون R2 با RMSE=22 وMAD=14 عملکرد بهتری نسبت به مدلهای همتراز خود یعنی ANN1،ANN3، R_1،R_3 با RMSE داشته اندوهمانطورکه ذکرگردید دراین دومدل سری زمانی پنج روز قبل به عنوان ورودی اعمال شده است و لذا بر اساس نتایج این تحقیق در بازار بورس اوراق بهادار تهران پیش بینی کوتاه مدت با فاصله زمانی کمتر، مناسب تر از پیش بینی

بلند مدت با فاصله زمانی طولانی تر است.نتایج تحقیق در خصوص پیش بینی جهت تغییرات شاخص نیز حاکی از موفقیت مدلهای شبکه های عصبی نسبت به سایر مدلهای استفاده شده، می باشد.

بنابراین با توجه به نتایج حاصل ازپژوهش به سازمان بورس و شرکتهای سرمایه گذاریو سایر نهادهای مالی بازار سرمایه پیشنهاد می گردد که جهت پیش بینی روند آتی بازار بهتر است که از مدل شبکه های عصبی مصنوعی استفاده نمایند. همچنین تحقیقات زیر را می توان برای تکمیل تحقیق حاضر جهت شناسایی مدل مناسب تر در پیش بینی شاخص بورس پیشنهاد نمود:

- مقایسه کارایی مدل شبکه های عصبی مصنوعی با سایر مدلهای هوش مصنوعی از قبیل شبکه های عصبی مصنوعی فازی و الگوریتم ژنتیک در پیش بینی شاخص بورس تهران.
- استفاده تپولژی های دیگر شبکه های عصبی مصنوعی در پیش بینی شاخص بورس.
- استفاده از مدلهای شبکه های عصبی، برای مدیریت پورتفوی سهام با در نظر گرفتن معیارهای ریسک و بازده و هزینه معاملات.

References

Alborzi, M. (2001). Introduction to Neural Networks. Tehran: Scientific Publication Institute, (In Persian).

Beaver, W. (1981) Financial Reporting; An Accounting Revolution.

Bishop, M. C. (1997). Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford University Press.

Bollereslev, T. (1986). Generalized Autoregressive ConditiQnal Heteroskedasticity. Journal of Ecocnometrics, 31.

Bosarge, W. E. (1993). Adaptive Processes to Explain the Nonlinear Structure of Financial Market. Probus Publishing.

Bot Shekan, M. H. (2003). Recognition of Stock Price Indices in Stock Exchanges and Designing a New Bindex Index in Tehran Stock Exchange. Journal of Accounting Studies, 4, (In Persian).

Box, J., & Jenkins, G. (1970). Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day, San Francisco.

Brown, K. C., & Reiilly, F. K. (2002). Investment Analysis & Portfolio Management. Dryden Publication.

Chen, A., Leung, M. T., & Dauk, H. (2003). Application of Neural Networks to an Emerging Financial Market; Forecast and Trading the Taiwan Stock Index. Computer and Operation Research, 30.

Davani, Gh. (2003). Exchange, Stock and How to Price. Tehran: Nokhostin Publication, (In Persian).

Ekbatani, M. A. (1994). Stock Price Index. Tehran: Tehran Securities and Exchange Organization, (In Persian).

Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of UK. Econometrica, 50.

Fadaei Nejad, M. E. (2003). Investigating Capital Market Performance in Tehran Stock Exchange. Phd Thesis, Tehran: Tehran University, (In Persian).

Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Emiricial. Journal of Finance, 27.

Fama, E. F. (1990). foundation of Finance. New York: Basic Books Publication.

Fedaye Nejad, M. E. (2004). Understanding the Dimensions of the Financial System in the United Kingdom. Tehran: Financial Research Magazine, 13 & 14, (In Persian).

Fu, J. (1998). A Neural Network Forecast of Economic Growth and Recession. The Journal of Economics, 1.

Haefke, C., & Helmenstein, C. (1996). Neural Networks in the Capital Markets: An Application to Index Forecasting. Computational Economics, 9.

Hendriksen, E. F., & Vanbreda, M. F. (1994). Accounting Theory. Irwin:Chicago Publication.

Heydari, Sh. (2002). Prediction of Stock Index in Tehran Stock Exchange based on the Theory of Inaccurate Collections. Master Thesis, Tehran: Tarbiat Modares University, (In Persian).

Hiemstra, Y. (1996). Linear Regression versus Backpropagation Networks to Predict Quarterly Stock Market Excess Returns. Computational Economics, 9.

Hill, T., Marques, L., O'Connor, M., & Remus, W. (1996). Artificial Neural Networks Models for Forecasting and Decision Making. International Journal of Forecasting, 10.

Hooman, A. (1995). Understanding the Scientific Method in Behavioral Sciences (Haley Research), (In Persian).

Jahangir Ordi, V. (2004). Investigating the Capital Market Performance in Iran. Master Thesis, Tehran: Shahid Beheshti University, (In Persian).

Januskevicius, M. (2003). Testing Stock Market Efficiency Using Neural Networks: Case of Lithuania. Master Thesis, Riga: Stockholm School of Economics.

Jenson, M. C. (1998). Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency. Journal of Financial Economics, 6.

Johari, H. (2005). Efficiency Evaluation of Tehran Stock Exchange Index. Master's Thesis, Mashhad: University of Mashhad, (In Persian).

Kohzadi, N., Boyd, M. S., Kaastra, I., Kermanshahi, B. S., & Scuse D. (1995). Neural Networks for Forecasting: An Introduction. Canadian Journal of Agricultural Economics, 43.

Kuan, C. M., & White, H. (1994). Artificial Neural Networks: An Economics Perspective. Econometrics Reviews, 13.

Kutsurelis, I. E. (1998). Forecasting Financial Markets Using Neural Networks: An Analysis of Methods and Accuracy. Master Thesis.

Lin, C. S., Alikhan, H., & Huang, C. (2002). Can the Neuro Fuzzy Model Predict Stock Indexes better than its Rivals. University of Denver, Denver.

Modares, A. (2006). Investigating the Application of Multivariate Time Modeling in Forecasting Operating Cash Fows. Phd Thesis, Tehran: Allameh Tabataba'i University, (In Persian).

Momenagh, M. B. (2000). Fundamentals of Neural Networks (Computational Intelligence). Tehran: Amir Kabir University of Technology, (In Persian).

Montgomery, C. D., Lynwood, A. I., & Gardiner, J. S., (1990). Forecasting Time Series Analysis. Mc Grow-Hill.

Moody, I., Levin, U., & Rehfoss, S. (1993). Predicting of U.S. Index of Industrial Production. Neural Network World, 3.

Moshiri, S., & Cameron, N. (2000). Neural Networks versus Econometric Models in Forecasting Inflation. Journal of Forecasting, 19.

Moshiri, S., Cameron, N., & Scuse, D. (1999). Static, Dynamic and Hybrid Neural Networks in Forecasting Inflation. Computational Economics, 14.

Nelson, C., & Plosser, C. (1982). Trends and Random Walks in Macroeconomics Time Series: Some Evidence and Implications. Journal of Monetary Economics, 10.

Parker, B. B. (1985). Learning Logic: Casting the Cortex of Human Braining in Silicon.

Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock and the Unit Root Hypothesis. Econometrica, 57.

Pitam, A. R. (2001). Prediction of Stock Prices Using Fuzzy Neural Systems. Master Thesis, Shiraz: Shiraz University, (In Persian).

Refenes, A. N., Zapranis, A., & Gavin, F. (1995). Modelling Stock Returns in the Framework of APT: Comparative Study with Regression Models. Neural Networks in the Capital Markets.

Rosenblat, F. (1962). Principles of Neuro Dynamics. Washington DC: Sputan Press.

Rosenblatt, F. (1958). The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain. Pshchological Review, 65.

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & William, R. J. (1988). Learning Representation by Back-Propagation Error. Nature, 323.

Stevenson, W. I., & Hojati, M. (2003). Production and Operation Management.

Tehran Stock Exchange. (1997). Display in Tehran Stock Exchange, Concepts and Methods, (In Persian).

Tehran Stock Exchange. (1998). A Framework for Measuring 50 more Active Companies in the Tehran Stock Exchange. Journal of Tehran Stock Exchange, 10, (In Persian).

Trippi, R. R., & Turban, E. (1998). Auto Learning Approaches for Building Expert System, Copmuter and Operations Research17.

Trippi, R. R., & Turban, E. (1996). Neural Networks in Finance and Investing.

Tsibouris, G., & Zeidenberg, M. (1995). Testing the Efficient Markets Hypothesis with Gradient Descent Algoritms. Neural Networks in the Capital Markets.

Verkooijen, W. (1996). A Neural Network Approach to Long-Run Exchange Rate Prediction. Computational Economics, 9.

Werbos, P. J. (1974). Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Science. Phd Thesis, Cambridge: Harvard University.

White, H. (1989). Economic Prediction Using Neural Networks: The Case of IBM Daily Stock Returns. Proceeding of IEEE International Conference on Neural NetworksIl.

Widrow, B., & Hoff, M. E. (1960). Adaptive Switching Circuits.

William, F., Gorden, A. J., & Jeffry, B. (1999). Investments. Sharpe Prentice Hall.

Wong, F. S. (1990). Time Series Forecasting Using Backpropagation Neural Networks. Neurocomputing, 2.

Predicting Tehran Securities Stock Index By Using Neural Networks

*Mir Feiz Fallahshams (Ph.D.)**
Bita Delnavaz Asghari (M.A.)

Abstract

The size and process of the stock price indices are among the most important factors affecting the decisions of the investors in the financial markets. In order to predict the market, different techniques have been used, the most common of which are regression methods and ARIMA models. However, these models have been unsuccessful in the practical prediction of some series.

In the present research, in order to predict the total index of the stock, the Feed Forward Neural Network model with the law of back propagation was used in three networks with different input models, and the results of the model were compared to the result of multi – variable regression models and ARIMA models.

The results indicated that the neural network method showed considerably fewer RMSE errors than RMSE errors in other methods, and that in Tehran stock market short – term prediction within a shorter interval is more suitable than long – term prediction within a longer interval.

Key Words:
Stock Index, Prediction, Neural Network, Time Series