



پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام در بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی (مطالعه موردی شرکت پالایش نفت اصفهان)

حسین بدیعی^۱

روح اله رضازاده^۲

هادی محمودی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۰۸

چکیده

شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل‌هایی ریاضی می‌باشند که الهام گرفته از سیستم عصبی و مغز انسان می‌باشند. در این تحقیق هدف محقق بر آن است که به پیش‌بینی قیمت سهام روز بعد در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل پرسپترون چند لایه از شبکه‌های عصبی مصنوعی بپردازد، و با روش‌های مختلف خطای این پیش‌بینی را بهبود بخشد. قیمت‌گذاری بالای سهام می‌تواند با کاهش تقاضا برای سهام در دست واگذاری، فرایند خصوصی‌سازی را با شکست مواجه سازد و قیمت‌گذاری نازل سهام نیز با ایجاد شبهات متعدد در زمینه نحوه واگذاری اموال عمومی، شکست درازمدت سیاست واگذاری را به دنبال دارد. با توجه به اهمیت این مقوله، نوپابودن بازار سرمایه و نیز عدم وجود موسسات تامین سرمایه و بانک‌های سرمایه‌گذاری در ایران، پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام و روند صعودی و یا نزولی بودن آن می‌تواند در تصمیمات و استراتژی‌های مدیران موثر باشد. مطالعه حاضر با هدف پیش‌بینی قیمت پایانی سهام با به کارگیری داده‌های روزانه از طریق شبکه عصبی صورت پذیرفته است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی دارای خطای پایین و قدرت توضیح دهنده‌ی بالا و در نتیجه از قدرت پیش‌بینی خوبی برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی مصنوعی، قیمت سهام، بورس اوراق بهادار، رفتار قیمتی سهام.

۱- دانشجوی دکتری حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران

جنوب، گروه حسابداری، تهران، ایران badiei@iau.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار

امام(ره)، گروه حسابداری، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) Rohollahrezazadeh2016@gmail.com

۳- دانش‌آموخته مدیریت مالی در مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، تهران، ایران

۱- مقدمه

در طول چند سال اخیر رشد و توسعه بازار سرمایه کشور و معرفی ابزارها، سازوکار و پدیده های نو در آن، اهمیت بازار سرمایه را در اقتصاد کشور ارتقاء داده است. پیش بینی قیمت سهام یکی از مسائل مهم در بازارهای مالی است که توجه بسیاری از پژوهشگران دانشگاهی و کارشناسان این حوزه را در چند دهه گذشته به خود جلب نموده است. اهمیت این موضوع از آنجا ناشی می شود که پیش بینی قیمت سهام در بازارهای مالی یکی از متغیرهای مهم در زمینه تصمیم های سرمایه گذاری، قیمت گذاری اوراق بهادار (مشتقه ها) و مدیریت ریسک است. از آنجا که سرمایه گذاران بازارهای بورس همواره علاقه مندند از روند بعدی قیمت ها مطلع شوند؛ فعالان این بازار درصدد دستیابی و به کارگیری روش هایی هستند تا بتوانند با پیش بینی آتی قیمت سهام، سود سرمایه خود را افزایش دهند. بنابراین، ضروری به نظر می رسد که روش های مناسب، صحیح و متکی به اصول علمی در تعیین قیمت آینده سهام فرآروی افراد سرمایه گذار قرار گیرد. اقتصاددانان برای پیش بینی در بیشتر موارد از روش های اقتصادسنجی استفاده می نمایند. در این بین، از پرکاربردترین روش ARMA2 و ARIMA1 فرآیند خطی های رگرسیونی در پیش بینی محسوب می شوند. در سال های اخیر به موازات پیشرفت های قابل توجه در پردازش سریع اطلاعات به وسیله ماشین های الکترونیکی، به کارگیری مدل های غیرخطی در میان اقتصاددانان به طور چشم گیری افزایش یافته است. شبکه های عصبی از معروف ترین این مدل ها در حوزه پیش بینی متغیرهای اقتصادی است که استفاده از آن در دهه نود مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

قلمرو مکانی این تحقیق بازار بورس اوراق بهادار تهران و قلمرو موضوعی تحقیق شرکت پالایش نفت اصفهان می باشد. با توجه به ضرورت مدل سازی برای پیش در این مطالعه درصدد آن، هستیم تا به این سوال پاسخ دهیم که شبکه عصبی مصنوعی و روش رگرسیونی ARIMA تا چه اندازه قادر به پیش بینی قیمت سهام هستند و این که کدام یک از قدرت بیشتری برخوردارند؟ لذا هدف از این پژوهش مقایسه پیش بینی قیمت سهام با استفاده از دو روش فوق است.

سهام اوراق بهاداری است که حقوق سهامداران را به منظور مشارکت در مدیریت و منافع شرکت و نیز دریافت بخشی از ارزش آن، در صورت انحلال در بر می گیرد، لذا سهام ابزاری است که مالکیت را مشخص و معرف ادعا بر سهم نسبی دارایی و منافع شرکت است. در حقیقت سهام اوراق بهادار بدون سررسید با خصیصه عدم اطمینان از سود آتی و قیمت فروش مورد انتظار است (آزاد، ۱۳۸۶).

بورس اوراق بهادار به معنای یک بازار متشکل و رسمی سرمایه است که در آن خرید و فروش سهام شرکت ها یا اوراق قرضه دولتی یا موسسات معتبر خصوصی، تحت ضوابط و قوانینی و مقررات خاصی انجام می شود. مشخصه مهم بورس اوراق بهادار، از سویی مرکز جمع آوری پس اندازها و نقدینگی بخش خصوصی بمنظور تامین مالی پروژه های سرمایه گذاری بلند مدت است و از سوی دیگر مرجع رسمی و مطمئنی است که دارندگان پس اندازها را می تواند محل نسبتا مناسب و ایمن سرمایه گذاری را

جستجو کرده و وجود مزاد خود را برای سرمایه‌گذاری در شرکتها بکار انداخته و یا با خرید اوراق قرضه دولتی و شرکتها معتبر، از سود معین و تضمین شده‌ای بر خوردار شود (خدابخش، ۱۳۸۳). کاهش قیمت سهام عموماً به معنای رکود اقتصادی و افزایش آن به مفهوم رونق اقتصادی است. اولین بار شاخص قیمت سهام در سال ۱۸۸۴ در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت. این شاخص در صنعت راه آهن از میانگین ساده یازده شرکت بدست می‌آمد. در مجموع شاخص قیمت سهام در تمامی بازارهای مالی دنیا، به مثابه یکی از مهمترین معیارها سنجش عملکرد بورس اوراق بهادار، از اهمیت و توجه زیادی برخوردارند (پاکدین امیری و دیگران، ۱۳۸۸).

در سال‌های اخیر در پی پیشرفت‌هایی که در زمینه رایانه و هوش مصنوعی و هم‌چنین کشف روابط آشوبی در سری‌های زمانی غیر خطی پدید آمد، فعالیت‌هایی در جهت پیش‌بینی قیمت در بورس اوراق بهادار در کشورهای مختلف انجام شد. تکنیک‌های هوش مصنوعی که شامل شبکه‌های عصبی است نتایج موفقیت آمیزی در زمینه حل مسایل پیچیده به دست آورده‌اند. (خالوزاده، حمید ۱۳۷۷).

در طی چند دهه‌ی اخیر شبکه‌های عصبی مصنوعی حضور موفقی در مباحث مدیریت و مالی داشته‌اند و مقالات بسیاری در این زمینه ارائه شده و ایده‌ی آموزش برای حل مسائل شناسایی الگوهای پیچیده با استفاده از دیدگاه عامل‌های داده هوشمند برای محققان دانشگاهی بسیار چالش برانگیز شده است. شبکه‌های عصبی یک ابزار ارزشمند برای دامنه‌ی گسترده‌ای از حوزه‌های مدیریت است که به عنوان یک جزء حیاتی اغلب سیستم‌های داده‌کاوی، باعث تغییر روش نگاه سازمان به ارتباط بین داده‌ها و استراتژی شرکت می‌شود. (لیسو، ۲۰۰۲)

شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، پرکاربردترین شبکه‌های عصبی هستند، که در اغلب تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یک الگوریتم پس انتشارخطا جهت آموزش این شبکه‌های چند لایه پیشخور با توابع محرک مشتق پذیر می‌تواند برای انجام عمل پیش‌بینی، شناسایی و طبقه‌بندی الگو استفاده شود. در تحقیق حاضر نیز پس از بررسی‌های لازم، از شبکه‌ی عصبی چند لایه پرسپترون استفاده می‌شود.

- اگر بتوان شبکه عصبی را به عنوان یک مدل موفق در پیش‌بینی قیمت سهام به حساب آورد، وضعیت پیش‌بینی‌کنندگی آن در چه سطحی است؟
- نوسان نرخ ارز چه تاثیری بر پیش‌بینی قیمت سهام دارد؟
- نوسان قیمت نفت چه تاثیری بر پیش‌بینی قیمت سهام دارد؟
- نسبت P/E چه تاثیری بر پیش‌بینی قیمت سهام دارد؟
- حجم مبادلات سهام شرکت چه تاثیری بر پیش‌بینی قیمت سهام دارد؟

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در این بخش ابتدا مباحث قیمت گذاری و استراتژی های استفاده شده در تحقیقات مبتنی بر ارزشیابی و قیمت گذاری سهام تشریح و سپس مروری بر پژوهش های گذشته صورت می پذیرد.

• دارائی (Assets)

در معنای وسیع، هر مایملکی که ارزش مبادله ای و منفعت آتی دارد، دارائی تعریف می شود که شامل دو نوع مشهود و نامشهود می باشد.

• داراییهای مالی (Financial Assets)

از جمله داراییهای نامشهودند که دارای منفعت یا ارزش معمول نقدینه ای در آینده است. دارایی های مالی در حقیقت اوراق بهادار (Security) هستند که از جمله آنها می توان از اوراق قرضه (Bonds)، سهام ممتاز (Preferred stock) و سهام عادی (Common Stock) یاد نمود. (رهنمای رودپشتی، فرزین، ۱۳۸۹).

• انواع مکاتب ارزشیابی اوراق بهادار

جامعه علمی از ابتدای قرن بیستم سه مکتب اساسی در تئوری های ارزش اوراق بهادار را تجربه کرده است. هر یک از این سه مکتب دارای نظریه پردازان و طرفدارانی است که استدلالهای آنها متفاوت از دیگری می باشد:

(۱) مکتب مدلهای تکنیکی Technical Analysis

(۲) مکتب مدلهای بنیادی Fundamental Analysis

(۳) مکتب بی نظمی و پویایی خطی و غیر خطی

- مکتب مدلهای تکنیکی

از طریق تعقیب قیمت و روند های خاص، الگو های قیمت را به دست آورده و نتایج کارهای خود را بر مبنای تصمیمات سرمایه گذاری قرار می دادند. استفاده از روشهای فنی، تحلیل اوراق بهادار انجام می پذیرد.

- مکتب مدلهای بنیادی

در این گونه مدلهای اساساً به ارزش ذاتی سهم توجه می شود که تحلیل اقتصاد، صنعت، رقبا و شرکت در این مکتب ضروری است.

- ارزشیابی اوراق قرضه

اوراق قرضه عبارت از ورقه قابل معامله که معرف مبلغی وام یا بدهی است با بهره معین که تمامی آن یا اجزای آن در موعد یا مواعید معینی باید مسترد گردد. ارزش ذاتی، معیار تعیین ارزش اوراق قرضه است.

$$P_b = P_a + p_p = \sum_{n=1}^m \frac{I}{(1+r)^n} + \frac{P_n}{(1+r)^n}$$

P_b = ارزش ذاتی اوراق قرضه

P_a = ارزش فعلی بهره های دریافتی

P_p = ارزش فعلی اصل دریافتی

I = مبلغ بهره پرداختی

r = نرخ بازده

P_n = مبلغ اصل اوراق

n = عمر مفید اوراق

از مولفه های موثر بر تعیین ارزش اوراق قرضه، نرخ تنزیل جهت محاسبه ارزش فعلی عایدات آینده است.

• رویکرد های ارزشیابی سهام عادی و تکنیک های خاص

رویکرد ارزشیابی حقوق صاحبان سهام

- روش تنزیلی جریان نقد

✓ ارزش فعلی سود سهام (DDM)

✓ ارزش فعلی جریان نقد عملیاتی

✓ ارزش فعلی جریان نقد آزاد

- روش های ارزشیابی نسبی

✓ نسبت قیمت بر درآمد (P/E)

✓ نسبت قیمت به جریان نقد (P/CE)

✓ نسبت قیمت به ارزش دفتری (P/BV)

✓ نسبت قیمت به فروش (P/S)

• قیمت گذاری دارایی سرمایه ای

از مهمترین مدل‌هایی که برای پیش‌بینی بازدهی استفاده می‌شود، مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای های CAPM و مدل س هعاملی فاما و فرنچ است. در این مدلها، رابطه بین متغیرها خطی تعریف شده است. در مقابل، چند سالی است که به کارگیری روشهای پیشرفته غیرخطی نیز در عرصه پیش‌بینی رفتار آتی قیمت سهام رواج یافته است. مدل شبکه های عصبی، نمونه ای از این روشها است.

در نظریه بازار کاراً فرض بر این است که قیمت سهام از یک گشت تصادفی پیروی می کند و اصولاً این نتیجه گیری را در پی دارد که پیش‌بینی قیمت سهم در آینده با استفاده از اطلاعات موجود امکان پذیر نیست. کارآیی بازارهای نوظهور و در حال توسعه، کمتر از کارآیی بازارهای توسعه یافته است؛ و عدم توزیع متقارن و یکسان اطلاعات، احتمالاً باعث می شود که کیفیت پیش‌بینی حرکت قیمت در این دو گونه بازار متفاوت باشد.

بعضی از تحقیقات اخیر نشان میدهد که مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی در بازارهای نوظهور و در حال توسعه عملکرد بهتری دارند. اینکه کدامیک از روشهای پیشبینی قیمت کارآیی بیشتری دارد، اهمیت بسیار زیادی در زمینه سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار دارد.

• مدل قیمت‌گذاری دارائی‌های سرمایه‌ای

این مدل ارتباط بین ریسک- بازده دارائی را در ارتباط با بازده بازار تبیین می‌کند و از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$R_i = R_f + \beta(R_m - R_f) = R_i$$

R_i = نرخ بازده مورد انتظار سهام i

R_f = نرخ بازده بدون ریسک

R_m = نرخ بازده بازار بر پایه شاخص کل بازار

$(R_m - R_f)$ = صرف ریسک

β = شاخص ریسک سیستماتیک یا ضریب حساسیت

جهت محاسبه ضریب حساسیت برای سهم i از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد.

$$\beta_i = \frac{COV(R_i, R_m)}{VAR(R_m)}$$

$COV(R_i, R_m)$ = کوواریانس بین بازده سهام و بازده بازار

$VAR(R_m)$ = واریانس بازده بازار

محاسبه بازده بازار به صورت رابطه ذیل است

$$R_m = \frac{I_m - I_{m-1}}{I_{m-1}} * 100$$

R_m : بازده بازار

I_m : شاخص بورس در انتهای دوره

I_{m-1} : شاخص بورس در ابتدای دوره

جهت محاسبه نرخ بازده مورد نیاز سهام هر یک از شرکت‌ها از نرخ سود اوراق مشارکت به عنوان نرخ بازده بدون ریسک استفاده می‌گردد. (نیکومرام، رهنمای رودپشتی، هییتی، ۱۳۸۵)

کینز نخستین فردی بود که در ۱۹۳۶ از طریق نوسان‌های روزانه سود سرمایه‌گذاری، واکنش بیش از اندازه سرمایه‌گذاران را در بازارهای سهام مشاهده نمود. سپس دی بونت و تالر (۱۹۸۵) این پدیده را مورد بررسی قرار داده و مطرح کردند که اگر قیمت سهام به طور سیستماتیک از حد خارج شود برگشت آتی فقط با استفاده از داده‌های مربوط به بازده سهام در گذشته باید قابل پیش‌گویی باشد. آنها به عنوان طراحان فرضیه واکنش بیش از اندازه مطرح می‌باشند. شواهد بدست آمده از بررسی‌های آنها موید این فرضیه بود. زیرا برای

بیش از نیم قرن، پورتفوی ناموفق دارای عملکرد بهتر از عملکرد بازار بوده است. در حالی که پورتفوی موفق بازدهی کمتر از بازده بازار بدست آورده بود.

مطالعه هیرشلیفر و جیانگ (2008) شواهد تجربی در زمینه ارزشیابی نادرست سهام نشان (UMO) می‌دهد. آنها فاکتور ارزشیابی نادرست را بر پایه فعالیتهای تامین مالی شرکت‌ها تشکیل دادند. نتیجه مطالعات آنها نشان داد که درون سازمانها اطلاعات بیشتری در مورد ارزش واقعی شرکت‌ها داشته و تمایل داشتند که سهام را در زمانی منتشر کنند که احساس می‌کردند بیشتر از ارزش واقعی ارزشیابی شده و آنها را در زمانی باز خرید نمایند که کمتر از ارزش واقعی، ارزشیابی شده بودند.

ریفنز، زاپرانیس و فرانسیس (۱۹۹۴) با مدلسازی رفتار قیمت سهام توسط شبکه‌های عصبی، عملکرد آن را با مدل‌های رگرسیون مقایسه نموده‌اند. در این تحقیق از شبکه‌های عصبی به عنوان یک جایگزین برای تکنیک‌های آماری کلاسیک برای پیش‌بینی سهام شرکت‌های بزرگ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی نسبت به تکنیک‌های آماری عملکرد بهتری دارند و مدل‌های بهتری ارائه می‌دهند.

تان، پروخوف و ونچ (۱۹۹۵) سیستمی را طراحی نموده‌اند که تغییرات قابل ملاحظه‌ی کوتاه مدت قیمت سهام را پیش‌بینی می‌کند. ابتدا پیش‌پردازشی روی داده‌ها صورت گرفته و سپس شبکه‌ی عصبی مدلسازی می‌شود که موقعیت‌های خیلی خوب سوددهی را تخمین می‌زند.

گارلیاسکاس به پیش‌بینی سری زمانی بازار سهام با استفاده از الگوریتم محاسباتی شبکه‌ی عصبی مرتبط با تابع کرنل و روش پیش‌بینی بازگشت خطا اقدام کرد، او نتیجه گرفت که پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی به وسیله شبکه‌های عصبی بهتر از مدل‌های آماری کلاسیک و دیگر مدل‌های انجام می‌شود.

کو، چن و هوانگ (۲۰۰۱) در مقاله‌ای با عنوان "یک سیستم هوشمند پشتیبان تصمیم‌گیری معاملات سهام با به‌کارگیری و اجتماع الگوریتم‌های ژنتیک مبتنی بر شبکه‌ی عصبی فازی و شبکه‌ی عصبی مصنوعی" به ایجاد سیستمی مشاوره‌ای در خصوص حفظ، فروش یا خرید سهام در بازار بورس مبادرت نموده‌اند. ویژگی سیستم ایجاد شده، فراهم نمودن امکان کمی کردن متغیرهای کیفی دخیل در پیش‌بینی قیمت سهام است. این محقق در سال ۱۹۹۸، مقاله‌ای با عنوان مشابه، بدون در نظر گرفتن الگوریتم‌های ژنتیک انجام داده است. در مقاله مذکور، پرسشنامه‌ای با روش فازی دلفی جهت استفاده از نظر خبرگان در پیش‌بینی قیمت سهام مورد استفاده قرار گرفته است.

سوتوماپور (۲۰۰۶) به پیش‌بینی جهت حرکت شاخص قیمت سهام برزیل سوتوماپور با استفاده از منطق فازی پرداخته است که در نهایت، نتیجه‌ی پیش‌بینی انجام شده، مناسب ارزیابی شده است.

ایودل ادبیا (۲۰۱۱) یک روش هیبریداسیون که ترکیبی از متغیرهای از تجزیه و تحلیل فنی و بنیادی شاخص‌های بازار سهام را برای پیش‌بینی قیمت سهام در آینده به منظور بهبود در روش‌های موجود استفاده کرد. تمرکز این مقاله به منظور بهبود دقت پیش‌بینی قیمت سهام استفاده از روش ترکیبی که ترکیبی از متغیرها از تجزیه و تحلیل فنی و بنیادی برای ایجاد مدل شبکه‌ی عصبی برای پیش‌بینی قیمت

سهام بود. متغیرهای تجزیه و تحلیل فنی در بررسی او، هسته اصلی شاخص های بازار سهام (قیمت سهام در حال حاضر، قیمت باز شدن، بسته شدن قیمت، حجم، بالاترین قیمت و پایین ترین قیمت و غیره) در حالی که متغیرهای اساسی تجزیه و تحلیل شاخص های عملکرد شرکت (قیمت در سود سالانه، شایعه / اخبار، ارزش دفتری و وضعیت مالی و غیره)

روش هیبریداسیون با داده های سهام منتشر شده مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج به دست آمده بهبود قابل توجه با استفاده از تنها متغیرهای تجزیه و تحلیل فنی نشان داد. همچنین، پیش بینی با روش هیبریداسیون رضایت بخش کافی، به عنوان یک راهنما برای معامله گران و سرمایه گذاران در تصمیم گیری کیفی بوجود آورد.

۳- روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از بعد هدف کاربردی و از نظر نوع روش در زمره تحقیقات پیمایشی می باشد. و از این جهت که گردآوری داده ها از طریق نمونه گیری از جامعه، تحقیق میدانی و تجزیه و تحلیل پاسخ های جامعه به سولات پرسشنامه صورت می گیرد، از نوع پیمایشی یا زمینه یابی است. در این تحقیق با استفاده از روش شبکه عصبی به آنالیز داده ها خواهیم پرداخت و خروجی مربوط به این روش را در برنامه MATLAB مستخرج می نماییم.

۴- فرضیه های پژوهش

- فرضیه اول:** شبکه عصبی به عنوان یک مدل موفق در پیش بینی قیمت سهام است
- فرضیه دوم:** نوسان نرخ ارز بر پیش بینی قیمت سهام تاثیر دارد.
- فرضیه سوم:** نوسان قیمت نفت بر پیش بینی قیمت سهام تاثیر دارد.
- فرضیه چهارم:** نسبت P/E بر پیش بینی قیمت سهام تاثیر دارد.
- فرضیه پنجم:** حجم مبادلات سهام شرکت بر پیش بینی قیمت سهام تاثیر دارد.

۵- مدل پژوهش و متغیرهای آن

برای انجام این پژوهش، داده های مربوط به P/E شرکت پالایش نفت، حجم معاملات سهام شرکت پالایش نفت، نرخ ارز، قیمت نفت خام، قیمت طلا و قیمت سهام شرکت پالایش نفت اصفهان به عنوان متغیر وابسته به صورت روزانه مورد استفاده قرار گرفته شده است.

- داده های حجم معاملات سهام شرکت پالایش نفت اصفهان: سیستم معاملات بورس تحت نظر سازمان بورس اوراق بهادار؛
- داده های نسبت P/E شرکت پالایش نفت اصفهان: سیستم معاملات بورس تحت نظر سازمان بورس اوراق بهادار؛

- داده های قیمت طلا: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سایت های معتبر دیگر؛
- داده های قیمت نفت خام: پایگاه اطلاع رسانی وزارت نفت؛
- داده های نرخ ارز در بازار آزاد: بانک مرکزی جمهوری اسلامی و سایت های معتبر دیگر؛
- قیمت سهام شرکت پالایش نفت اصفهان: سیستم معاملات بورس تحت نظر سازمان بورس و اوراق بهادار.

جدول شماره ۱- معرفی متغیرهای موجود

نام متغیر	توضیحات	واحد
X1	حجم معاملات سهام	نفر
X2	نسبت P/E	-
X3	۱ گرم قیمت طلای ۱۸ عیار	تومان
X4	نرخ ارز	تومان
X5	قیمت هر بشکه نفت خام	دلار
Y	قیمت سهام	ریال

ورودی های مدل (حجم معاملات سهام، نسبت P/E، قیمت طلا، قیمت نفت خام، نرخ ارز، قیمت سهام) و همچنین خروجی مورد نظر نیز که همان پیش بینی قیمت سهام است در جدول ۲-۴ نشان داده شده است.

جدول شماره ۲- ورودی ها و خروجی های مدل

نام متغیر	نوع متغیر
حجم معاملات سهام شرکت نفت اصفهان	ورودی
نسبت P/E	ورودی
قیمت طلا	ورودی
قیمت نفت خام	ورودی
نرخ ارز	ورودی
قیمت سهام	خروجی

۵-۱- شبکه عصبی

نرم افزار مورد استفاده جهت ساخت مدل شبکه های عصبی مصنوعی، Matlab می باشد. این نرم افزار یک زبان فنی با عملکردی قوی در محاسبات است که طی سالیان متمادی و با توجه به نیاز استفاده کنندگان دچار تغییرات و اصلاحات زیادی گردیده که از جمله این تغییرات اضافه نمودن جعبه ابزار شبکه عصبی به آن است.

شبکه های عصبی دارای مؤلفه های بسیار زیاد و معماری های متفاوتی می باشند که استفاده از تمامی این مؤلفه ها و معماری ها از حوصله این پژوهش خارج است .

ما در این پژوهش با توجه به تحقیقات قبلی انجام شده. در زمینه پیش بینی قیمت سهام از شبکه های عصبی پرسپترون چند لایه با الگوریتم یادگیری پس از انتشار خطا استفاده نمودیم .

تعداد بردار ورودی و نرون در لایه خروجی به وسیله نگاشتی که بر شبکه ارایه می شود قابل تعیین است ، اما متأسفانه تعداد لایه میانی (پنهان) و تعداد نرون در هر لایه پنهان مسأله ایست که کار با شبکه های عصبی را دشوار و وقت گیر می نماید. اگر تعداد لایه های پنهان و تعداد نرون های هر لایه کافی نباشد ، شبکه نمی تواند به طور مناسب به یک جواب بهینه همگرا شود و اگر تعداد آن ها بیش از حد لازم باشد ، شبکه دچار بی ثباتی می شود. (جعفرپور، ۱۳۷۹) ، بنابراین تعداد لایه های پنهان هر شبکه و تعداد نرون در هر لایه مهم است . از سوی دیگر برای اینکه آموزش شبکه با سرعت بیشتری انجام شود و ورودی ها سریعتر به یک جواب بهینه همگرا شوند مرتب نمودن داده ها تأثیرگذار می باشد.

یکی از مشکلات کار با شبکه های عصبی نا مشخص بودن مقدار بهینه تکرار در مرحله آموزش به شبکه است . نحوه ارایه مثال ها به شبکه برای آموزش می تواند دسته ای و سیکلی باشد . حال اگر تعداد دفعات ارایه مجدد داده ها به شبکه از حد نیاز بیشتر باشد شبکه شروع به یادگیری خطاها می نماید. برای اجتناب از این موضوع روش های متعددی وجود دارد که دو نوع از آن را اجمالاً توضیح می دهیم :

۱) قانونمندی سازی خودکار

۲) توقف زود رس

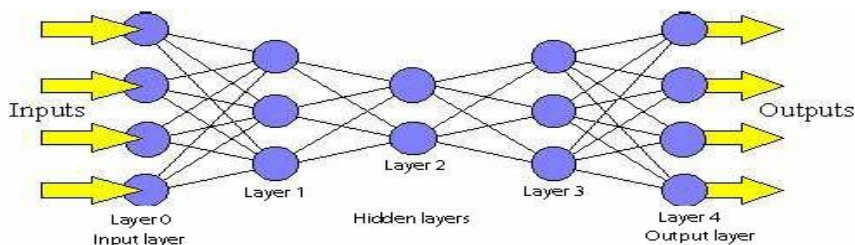
ما در این تحقیق از روش دوم استفاده می کنیم . در این روش لازم است تعدادی از داده های مجموعه آموزش (مثلاً یک چهارم) را به عنوان مجموعه ارزیابی جدا کنیم .

هنگام آموزش شبکه ، باقیمانده داده های مجموعه آموزش به شبکه ارایه شده و به صورت همزمان میانگین مجذور خطا محاسبه می شود . به طور همزمان تنها ورودی مجموعه ارزیابی نیز به شبکه ارایه شده و خروجی شبکه محاسبه شده و با خروجی مجموعه ارزیابی مقایسه می شود و همزمان میانگین مجذور خطای آن محاسبه می شود . حال اگر با افزایش سیکل تکرار که همان Epochs ها هستند معیار خطای هر دو مجموعه کاهش یابد شبکه به تکرار ادامه می دهد . (بهرامی ، ۱۳۹۲)

۵-۲- مدل سازی با استفاده از شبکه عصبی

برای مدل سازی سیستمها بر اساس داده های ورودی و خروجی راهکارهای متفاوتی وجود دارد که یکی از این راهکارها استفاده از شبکه های عصبی برای مدل سازی می باشد. یک شبکه عصبی با توجه به ساختار شبکه از چندین لایه میانی و یک لایه خروجی تشکیل شده است که تعداد لایه های میانی به پیچیدگی رفتار سیستم مورد بررسی بستگی دارد که معمولاً با استفاده از یک لایه میانی و یک لایه خروجی می توان مدل مناسبی برای بسیاری از توابع به دست آورد. نحوه کارکرد شبکه های عصبی بدین گونه می باشد که

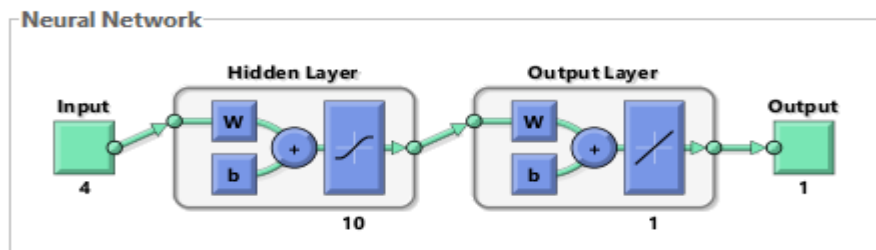
ورودی‌ها پیش از وارد شدن به لایه میانی در یک وزن مشخص ضرب می‌شوند و سپس یک تابع فعال‌سازی در نرون‌های لایه میانی بر روی آن‌ها اثر نموده و خروجی هر نرون به وجود می‌آید که این خروجی با ضرب شدن در وزن مربوطه وارد لایه بعدی می‌شود. عملکرد یک شبکه عصبی به گونه‌ای است که با داشتن ورودی‌ها و خروجی‌های مربوط وزن‌های شبکه تنظیم می‌شوند به گونه‌ای که خطای شبکه که اختلاف بین خروجی مطلوب و خروجی شبکه می‌باشد کمینه گردد که این کمینه سازی با روش‌های متفاوتی صورت می‌پذیرد که معمول‌ترین روش مورد استفاده، روش پس انتشار خطا با روش گرادیان نزولی می‌باشد. شکل زیر ساختار یک شبکه عصبی را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱- ساختار شبکه عصبی

۵-۳- طراحی شبکه عصبی

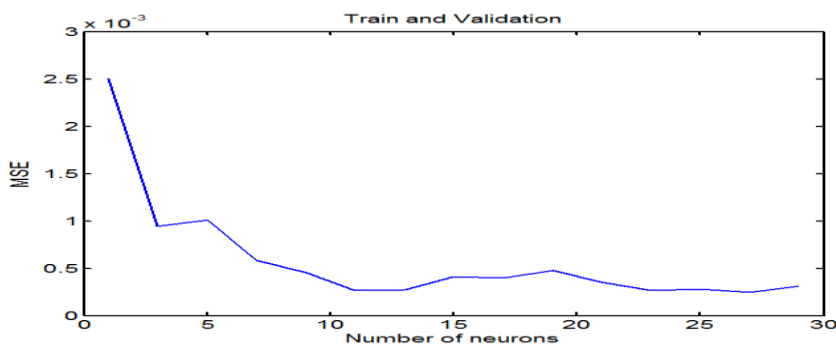
شبکه عصبی که برای مدل سازی در نظر گرفته‌ایم یک شبکه با ساختار پیشرو می باشد که دارای یک لایه میانی و یک لایه خروجی می باشد که تابع فعال‌سازی لایه میانی سیگموئید دو قطبی و تابع فعال ساز لایه خروجی یک تابع خطی است. در شکل زیر ساختار شبکه طراحی شده را مشاهده می نمایید.



شکل شماره ۲- ساختار شبکه طراحی شده

برای مدل سازی با استفاده از شبکه عصبی از جعبه ابزار شبکه عصبی نرم افزار MATLAB استفاده شده است که از ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش شبکه استفاده شده و سهم داده‌های تست و ارزیابی شبکه هر یک ۱۵ درصد می باشد. که برای حالت مورد بررسی تعداد داده‌های آموزش و اعتبارسنجی ۷۲۹ و

تعداد داده های تست ۲۱۹ می اشد. داده های تست به صورت تصادفی از بین کل داده ها انتخاب شده اند. تعداد نورونهای لایه مخفی با سعی و خطا برابر ۱۰ در نظر گرفته شد. برای این کار شبکه را با تعداد نورونهای مختلف آموزش دادیم و خطای داده های آموزش را برای هر بار اجرا محاسبه کردیم. البته با توجه به تصادفی بودن انتخاب وزنه های ابتدایی در هر اجرا، برای هر تعداد نورون ۱۰ بار برنامه اجرا شد و خطای متوسط گیری شده روی ۱۰ اجرا ثبت شد. شکل زیر نمودار خطا را بر حسب تعداد نورونها نشان میدهد. همانطور که دیده میشود شبکه با حدود ۱۰ نورون کمترین خطا را دارد.



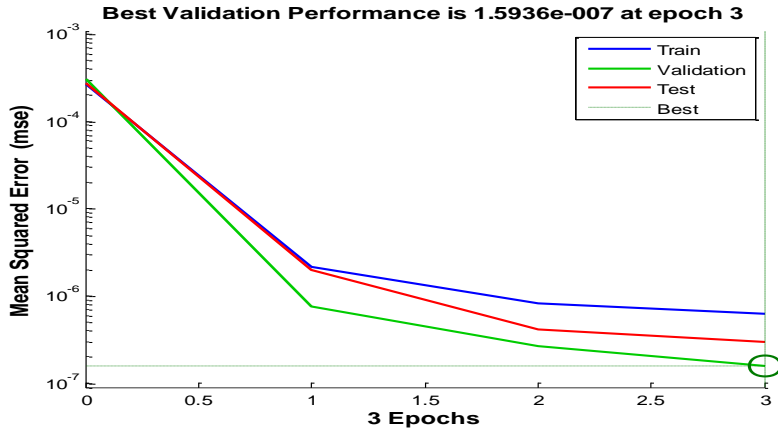
شکل شماره ۳- نمودار خطا بر حسب تعداد نورونها

جدول شماره ۳- تفکیک داده ها به نمونه های یادگیری، آزمون، اعتبارسنجی

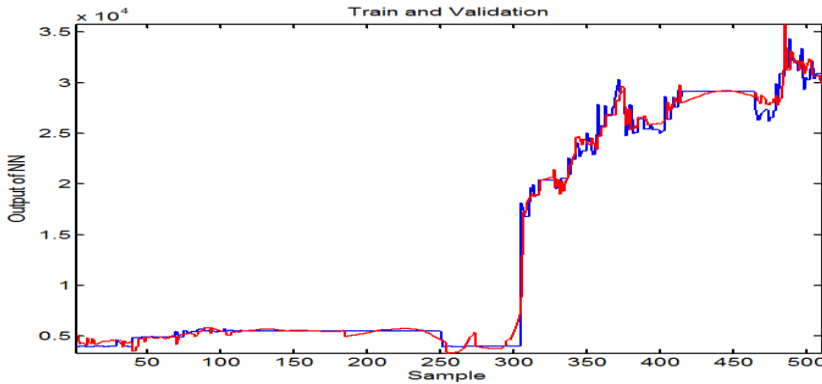
1 hidden layer with 10 neuron	Samples	MSE	R
Training	610	1.32 e-6	9.68 e-1
Validation	219	8.3 e-7	9.54 e-1
Testing	219	6.82 e-7	9.87 e-1

۶- نتایج پژوهش

برای بررسی عملکرد شبکه عصبی نیاز است که عملکرد شبکه را برای داده های تست بررسی نماییم که نمودار زیر خطای شبکه را برای هر سه داده آموزش، تست و ارزیابی نشان می دهد که همانگونه که از نمودار نیز مشخص می باشد پس از سه مرحله آموزش به خطای مناسبی دست یافته ایم که همانگونه که مشخص است خطای شبکه برای داده های ارزیابی در این مرحله در مرتبه 10^{-7} است که خطای بسیار مناسبی است. برای بررسی عملکرد شبکه عصبی نیاز است که عملکرد شبکه را برای داده ها تست و بررسی نماییم. ما در این تحقیق داده ها را به صورت شبکه عصبی مصنوعی MLP مورد مطالعه قرار میدهم که در این روش، ۷۰ درصد داده ها برای آموزش در نظر گرفته شده که نتایج حاصل بصورت زیر نشان داده شده است.

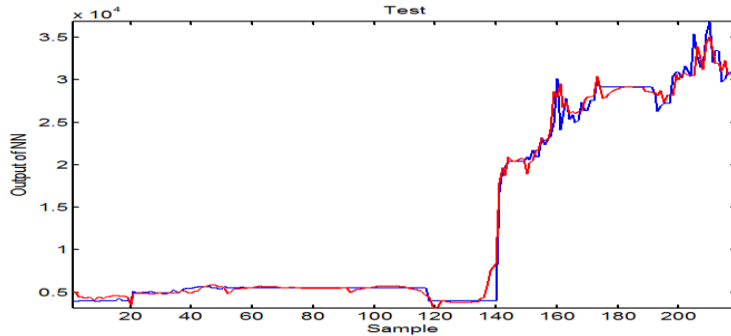


شکل شماره ۴- خطای شبکه برای هر سه داده آموزش، تست و ارزیابی



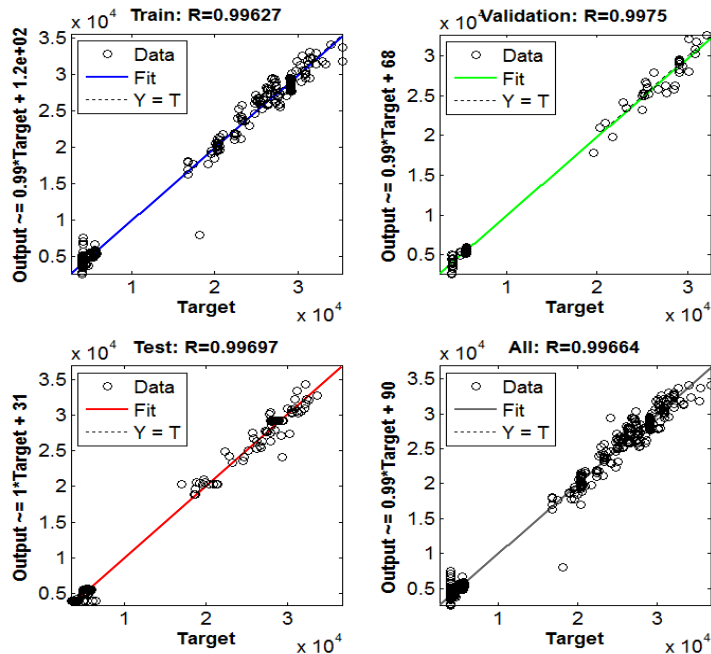
شکل شماره ۵- پیش‌بینی $CP(k+1)$ توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی، بر روی داده‌های آموزش

خروجی شبکه عصبی MLP با داده آزمایش و ارزیابی را برای مدل پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و همچنین ۱۵ درصد دیگر داده‌ها برای یادگیری شبکه استفاده شده است که در شکل صفحه بعد قابل مشاهده می‌باشد.



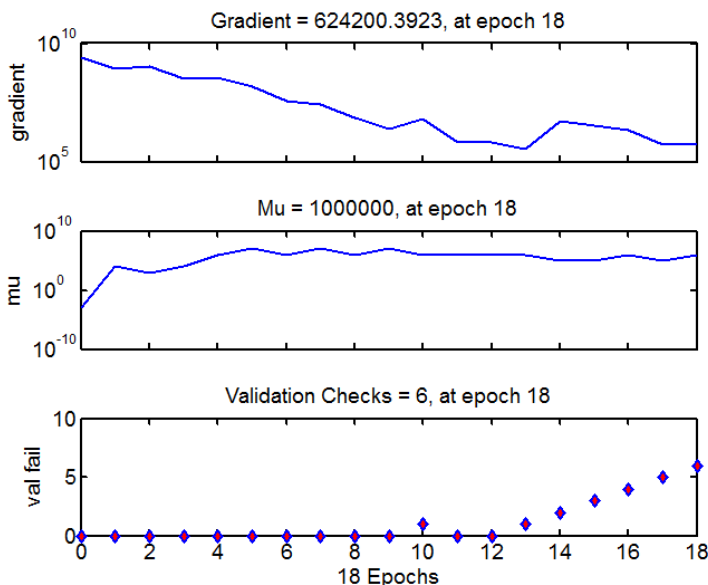
شکل شماره ۶- پیش بینی $CP(k+1)$ توسط شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، بدون انتخاب ویژگی، بر روی داده های آموزش

در نمودارهای زیر نیز میزان اختلاف خروجی شبکه با مقدار واقعی نشان داده شده است که همانگونه که مشاهده می شود با تقریب بسیار خوبی خروجی شبکه به خروجی مطلوب نزدیک است. این مساله می تواند بیانگر اعتبار فرضیه اول که مدل شبکه عصبی را یک مدل موفق در پیش بینی قیمت سهام می داند باشد.



شکل شماره ۷- میزان اختلاف خروجی شبکه با مقدار واقعی

نمودار زیر تغییرات گام آموزش را در طول تکرارها نمایش می‌دهد:



شکل شماره ۸ - تغییرات گام آموزش را در طول تکرارها

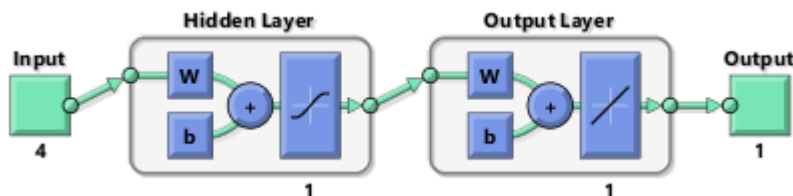
داده‌های استفاده شده در این مطالعه از سایت‌های مرکز آمار ایران و بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی ایران می‌باشند، در این بخش می‌خواهیم با استفاده از متغیرهایی که مرتبط با پیش‌بینی قیمت سهام هستند قیمت سهام شرکت پالایش نفت اصفهان را پیش‌بینی کنیم.

این متغیرهای تأثیرگذار به عنوان لایه ورودی در شبکه عصبی شناخته می‌شوند و قیمت سهام شرکت نفت اصفهان به عنوان لایه خروجی یا همان متغیر وابسته شناخته می‌شود. همانطور که در مطالعات پیشین مطرح شد باید بررسی کرد بین متغیرهای مستقل (توضیحی) و متغیر وابسته چه رابطه‌ای وجود دارد.

برای بررسی میزان تأثیر هر یک از ورودی‌ها بر روی خروجی شبکه عصبی با توجه به اینکه استفاده از چند نرون در لایه میانی موجب به وجود آمدن اثرات غیرخطی بر خروجی می‌شود برای اینکه بتوانیم معیار مناسبی برای میزان تأثیر هر یک از ورودی‌ها بر روی خروجی بیابیم یک شبکه عصبی دولایه با یک نرون در لایه میانی در نظر می‌گیریم که بتوان با استفاده از وزن‌های ورودی میزان تأثیر هر یک از ورودی‌ها را برآورد کرد. ساختار شبکه طراحی شده برای این کار به صورت شکل ... می‌باشد.

البته باید دقت نماییم که چون تابع سیگموئید که تابع فعالساز لایه اول است در ناحیه بین یک و منفی یک تابعی خطی می‌باشد برای قضاوت صحیح در مورد میزان تأثیر ورودی‌ها، باید ورودی‌ها در این

ناحیه قرار بگیرند که با کم کردن هر یک از ورودی‌ها از مقدار ماکزیمم و تقسیسیم آن‌ها بر اختلاف بین ماکزیمم و مینیمم نرمال سازی ورودی‌ها صورت می‌پذیرد.



شکل شماره ۹- لایه های ورودی و خروجی برای نرمال سازی

که وزن‌ها شبکه به صورت زیر می‌باشد:

متغیرهای ورودی	قیمت اونس طلا \$	قیمت نفت سبد OPEC	P/E	حجم فروش
میزان اهمیت	1.3	1.7	2.12	0.7
درصد	22	30	36	12

همانطور که دیدیم متغیرهای مهمی که در پیش بینی قیمت سهام از اهمیت بالایی برخوردار است نسبت P/E با تاثیر ۳۶ درصد و قیمت سبد نفت با میزان تأثیر ۳۰ درصدی باشد. و هرکدام از متغیرهای قیمت طلا و حجم فروش به ترتیب برابر ۲۲ درصد و ۱۲ درصد می باشند که فرضیات مطرح شده در تحقیق را تحت پوشش قرار داده و با فرضیات ذکر شده ارتباط مثبت و معنی داری دارد.

۷- نتیجه گیری و بحث

هدف اصلی این پژوهش پیش بینی قیمت سهام شرکت فرآورده های نفتی پارس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می باشد. برای ارائه ی یک مدل شبکه عصبی برای قیمت سهام ،ابتدا ضرورت شناسایی و استفاده از داده های تاثیر گذار بر قیمت سهام برای بهبود عملکرد مدل مورد بررسی قرار گرفت متغیرهای نرخ ارز ،قیمت نفت ،قیمت طلا به عنوان شاخص های اقتصادی و متغیرهای نسبت P/E و حجم معاملات سهام شرکت نفت اصفهان در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند، داده های تحقیق با استفاده از نرم افزار MATLAB متناسب با الگو های ورودی ساختار به صورت آرایه های ورودی -خروجی تبدیل و نرم سازی شد. سپس از میان شبکه عصبی MLP الگوریتم های مختلف آموزشی، الگوریتم پس انتشار خطا انتخاب شد.در بررسی توابع انتقال، با مطالعه تحقیقات گذشته تاثیر توابع مختلف بر روی عملکرد شبکه بررسی گردید که بهترین نتایج مربوط به تابع انتقال سیگموئیدی و خطی می باشد. در بررسی تاثیر معماری شبکه

بر عملکرد شبکه در مجموعه‌ی آموزش، مشخص شد که با افزایش پیش‌بینی بیشتر می‌شود. در ادامه شبکه عصبی MLP با سه لایه (لایه ورودی ۵ گره - لایه پنهان ۱۵ گره - لایه خروجی ۱ گره) و الگوریتم یادگیری تابع سیگموئیدی در لایه میانی و تابع خطی در لایه خروجی مورد استفاده قرار گرفت مدل طراحی شده جهت پیش‌بینی قیمت سهام شرکت نفت اصفهان مورد استفاده قرار گرفت در ادامه خطای پیش‌بینی بدست آمد.

تحقیق حاضر به بررسی پیش‌بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی (مطالعه موردی شرکت پالایش نفت اصفهان) پرداخته است، که براساس نتایج به دست آمده از آزمون‌های تحقیق، نتایج زیر حاصل شده است :

(۱) قیمت سهام در بورس اوراق بهادار قابل پیش‌بینی و متأثر از متغیرهای کلان اقتصادی است، به طوری که می‌توان علت نوسانات قیمت سهام را در این متغیرها جستجو کرد. البته هر شرکت نیز برای خود متغیرهای خاصی دارد که تأثیر آن در مدل به صورت خطا آشکار می‌شود. که در مقایسه با نتایج پیشینه پژوهش‌های دیگر می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای مهمی که در پیش‌بینی قیمت سهام از اهمیت بالایی برخوردار است نسبت P/E با تأثیر ۳۶ درصد و قیمت سبد نفت با میزان تأثیر ۳۰ درصدی باشد که بطور اجماع این مساله پذیرفته شده است.

(۲) گرچه مدل چند شاخصی قادر به پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی می‌باشد اما شبکه‌های عصبی مصنوعی در این امر موفق‌ترند و می‌توانند خطای پیش‌بینی را به طور معنی‌داری کاهش دهند که در مقایسه با نتایج تحقیقات دیگر اذعان داشته‌اند که شبکه عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک نسبت به استفاده شبکه عصبی به صورت منفرد می‌تواند دقیق‌تر باشد. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که پیش‌بینی‌های مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی نسبت به مدل رگرسیونی بهتر است. به عبارتی دیگر، می‌توان گفت که مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی به دلیل انعطاف‌پذیری در مدل‌بندی اثرات اصلی و متقابل متغیرهای همراه، پیش‌بینی‌های بهتری نسبت به مدل رگرسیونی فراهم کرده است.

(۳) ارتباط بین قیمت سهام و متغیرهای کلان اقتصادی همواره ثابت نیست و به علل مختلف، این همبستگی دچار تغییر می‌شود. بنابراین برای برآزش مدل‌هایی که هدف آن پیش‌بینی افق‌های کوتاه مدت است بهتر است از سری‌های زمانی نزدیک‌تر استفاده نشود که در مقایسه با تحقیقات پیشین که بخش‌های مختلف اقتصاد، همه به یک میزان تحت تأثیر این تغییرات قرار نمی‌گیرند و این خود بستگی به بزرگی آن بخش از اقتصاد دارد. شاید به دلیل آنکه بورس سهام ایران در مقایسه با حجم اقتصاد کشور بسیار کوچک است، نمی‌تواند تغییرات واقعی در اقتصاد را به خوبی نشان دهد. از سوی دیگر از آنجا که اقتصاد ایران یک اقتصاد دولتی است، به دلیل وجود فضای بوروکراتیک و کندی مراحل تصمیم‌گیری تا اجرا، واکنش صورت گرفته در متغیرهای اقتصادی با تأخیر زمانی صورت می‌گیرد. در کلامی ساده‌تر، تغییر در برخی متغیرها از قبیل تورم و رشد اشتغال بلافاصله بر هزینه‌ها و درآمدهای شرکت اثر نمی‌گذارد و تأثیرات آن در طول زمان ظاهر می‌شود و عکس‌العمل بازار نیز با تأخیر رویت می‌شود.

فهرست منابع

- * بهرامی، علی، (۱۳۹۲) "رابطه بین ساختار مالکیت و بازدهی سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی فیروزکوه.
- * پیرائی، خسرو و محمدرضا شهسوار (۱۳۸۷)، تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر بازار بورس ایران، رهنمای رودپشتی، فریدون صالحی، اله کرم، (۱۳۸۹)، "مکاتب و تئوری های مالی و حسابداری مشتمل بر نظریات، مدل ها، تکنیک ها و ابزار ها" انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران.
- * نیکومرام، هاشم، رهنمای رودپشتی، فریدون هیبیتی، فرشاد، (۱۳۸۵)، "فرهنگ اصطلاحات تخصصی مالی" انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران.
- * هیبیتی، فرشاد، رهنمای رودپشتی، فریدون سلیمانی، سوده، (۱۳۸۹) "ارتباط بین دو رویکرد قیمت گذاری سهام در بورس اوراق بهادار تهران". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- * یحیی زاده فر، محمود. شمس، شهاب الدین. لاریمی، سیدجعفر (۱۳۸۹)، بررسی رابطه نقد شوندگی با بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی، دوره ۱۲، شماره ۲۹. صص ۱۱۱ - ۱۲۸.
- * Chan, Kalok and Yue-Cheong Chan and Wai-Ming Fong, Free Float and Market Liquidity: Evidence from Hong Kong Governments Intervention., Hong Kong University of Science and Technology, (2002)
- * Chant, P.D. (1980). on the predictability of corporate earnings per share behavior. journal of finance. 13-21
- * Chauvet, Marcelle and Potter, Simon; "Coincident and leading indicators of stock market," Journal of Empirical Finance; Vol. 7; (2000), pp. 87-111
- * Hong, Harrison; Torous, Walter; Valkanov, Rossen; "Do Industries Lead Stock Markets?"; accessed on June 23, (2006)
- * Hussain, Simon. (1998). Lead indicator models and UK analysts earnings forecast accounting and Business Research. vol. 28. no. 4. pp. 271-280.
- * Ideo, Shingo, Considering the Free Float - Adjustment of Topix : the need for new index and possible effects of implementation. (2001)
- * Karpoff, J.M. (1987) The Relation Between Price Changes and Trading Volume; Journal of Financial and Quantitative Analysis, March, Vol. 22, pp. 109-126.
- * Rajgopal, Shivaram; Shevlin, Terry; Venkatachalam, Mohan; "Does the Stock Market Fully Appreciate the Implications of Leading Indicators for Future Earnings? Evidence from Order Backlog"; Review of Accounting Studies, Vol. 8; (2003); pp. 461-492
- * Wang, Fenghua and Xu, Yexiao, (2004), "What Determines Chinese Stock Return?", CFA Institute, Financial Analysts Journal, Volume 60, Number 6.
- * Chambers, L. The Practical Handbook of Genetic Algorithm. London, Champan & Hall. (2000). pp. 113- 119.
- * Refenes, A., A. Zapranis & G. Frandis Stock Performance Modeling Usin Neural Networks (A Comparative Study With Regression Models), Neural Networks . (1994). 7(2): pp. 374-388.

- * Wong, Bok., Bodnovich, Thomas A., Selvi, Yakup (1977). "Neural Network Applications in Business: A review and analysis of the literature. Decision support systems. (1988-1995) PP. 320-230
- * Tan, H., K. Prokhorov & K. Wunsch Conservative Thiry Calendar Stock Prediction Using a Probabilistic Neural Networks Proceedings of Computational Intelligence for Financial Engineering Conference, Piscataway, NJ, USA. (1995)., 113-117.
- * Kuo, R. J., C.H. Chen & Y.C. Hwang. An Intelligent Stock Trading Decision Support System Through Integration of Genetic Algorithm Based Fuzzy Neural Network and Artificial Neural Network. Fuzzy sets and systems, (2001). 118(1).pp. 21-45.
- * Souto-Maior, C Forecasting IBOVESPA Index With Fuzzy
- * Logic. MSc Thesis, University Pompeu Fabra, Brazil . (2006). Pp.185- 92.
- * Adebisi, Ayodele .Stock Price Prediction using Neural Network with Hybridized Market Indicators. Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences.(2011). VOL. 3, NO. 1,pp.1-9