Journal iranian political sociology

Vol. ٥, No.٩, Azar ٢٠٢٢

https://doi.org/١٠,٣٠٥١٠/psi.٢٠٢٢,٢٩٠٩٩٤,١٨٣٢

Investigating the effect of macroeconomic variables on the Tehran Stock Exchange index Comparison of neural network and regression VAR models

Abstract

Many studies in financial science have focused on accurate forecasting with respect to investment risk. The stock market is an institution that collects savings and liquidity from the private sector to finance long-term investment projects. The indicators of this market are influenced by several factors, one of the most important of which is economic variables. Considering the key role of macroeconomic variables and its effect on the stock exchange index, due to the nonlinear and non-parametric behavior of the stock exchange index, investors, financial managers and economic actors will be placed in macro risk conditions. It is one of the most controversial issues in finance, it is very important. The present study compares neural network models and time series on the effect of macro variables on the Tehran Stock Exchange index. Therefore, the multilayer and regression Prostron neural network models of the VAR model have been investigated. Tehran Stock Exchange Index has been selected as a statistical population in the period from the beginning of April ٢٠١٣ to the end of March ٢٠١٧. In order to have a criterion for comparing the four criteria of root error, mean square error, mean absolute value of error percentage, average absolute value of error and coefficient of determination have been used. Examination of the designed neural network performance and regression of prediction error criteria showed that the neural network model is superior to the VAR series model in terms of error criteria.

Keywords: stock market index, artificial neural network, macroeconomic variables, regression, Tehran Stock Exchange.

ماهنامه علمی (مقاله علمی_پژوهشی) جامعه شناسی سیاسی ایران، سال پنجم،شماره نهم، آذر ۱٤۰۱،صص۱٤۸۹-۱٤۷۲

https://doi.org/۱۰,۳۰۵۱۰/psi.۲۰۲۲,۲۹۰۹۹٤,۱۸۳۲

بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص بورس اوراق بهادار تهران : مقایسه مدل‌های شبکه عصبی و رگرسیونی VAR

محمدیاسرکربلایی میرزایی[۱]

سید مجتبی میرلوحی (نویسنده مسئول)[۲]

مریم خادمی[۳]

تاریخ دریافت : ۱٤۰۰/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش:۱٤۰۱/۰۲/۱۳

چکیده

بسیاری از پژوهش ها در علم مالی بر پیش بینی دقیق ها با در نظر داشتن ریسک سرمایه گذاری تمرکز داشته اند. بازار سهام نهاد جمع آوری پس اندازها و نقدینگی بخش خصوصی به منظور تأمین مالی پروژه های سرمایه گذاری بلندمدت است. شاخص های این بازار تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارند که یکی از مهم ترین این عوامل متغیرهای اقتصادی می باشند. با توجه به نقش کلیدی متغیرهای کلان اقتصادی و تأثیر آن بر شاخص بورس اوراق باردار با توجه به رفتار غیرخطی شاخص کل بورس اوراق بهادار، عملاً سرمایه‌گذاران، مدیران مالی و فعالان اقتصادی را در شرایط ریسک کلان قرار خواهد داد، لذا پیش‌بینی حرکت شاخص که یکی از بحث‌برانگیزترین موضوعات در امور مالی است، بسیار حائز اهمیت است. پژوهش حاضر به مقایسه مدل‌های شبکه عصبی و سری زمانی در تأثیر متغیرهای کلان بر شاخص بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازد. بدین جهت مدل شبکه عصبی پروسپترونی چندلایه و رگرسیونی مدل VAR مورد بررسی قرارگرفته‌اند. شاخص بازار بورس تهران در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۲ تا اسفند ۱۳۹۸ به‌عنوان جامعه آماری انتخاب‌شده است. به‌منظور داشتن معیاری برای مقایسه از چهار معیار : خطای ریشه میانگین مربع خطا، میانگین قدر مطلق درصد خطا، میانگین قدر مطلق خطا و ضریب تعیین استفاده‌شده است. بررسی کارایی شبکه طراحی‌شده عصبی و رگرسیون معیارهای خطای پیش‌بینی نشان داد که مدل شبکه عصبی ازلحاظ معیار خطا نسبت به مدل سری VAR برتری دارد.

کلمات کلیدی: شاخص بورس، شبکه عصبی مصنوعی، متغیرهای کلان اقتصادی، رگرسیون، بورس اوراق بهادار تهران.

[۱]دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
m_yaser_mirzaee@yahoo.com

[۲]استادیار، گروه مالی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
mirlohism@shahroodut.ac.ir

[۳]دانشیار، گروه ریاضی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
Khademi@azad.ac.ir

۱-مقدمه

بازار سهام بعنوان یکی از بازارهای کارآمد و پربازده، از مهمترین بازارهای مالی در دنیا محسوب می شود و یکی از مهمترین عوامل که بسترساز رشد و توسعه اقتصادی، بخصوص در کشورهای در حال توسعه مس باشد، بازار سرمایه و سهام است. ارائه سهام شرکتهای بزرگ در بازار سرمایه، باعث به حداقل رسیدن فساد و قیمت گذاری های دستوری می شود و در عوض، کمک می کند خود بازار، قیمت ها را تعیین کند. این روند تعیین قیمت سهام و بالا و پایین شدن آن، عامل اساسی برای خرید آن در نزد سهامداران و سرمایه گذاران است. ازاین‌رو، آگاهی از عوامل موثر بر شاخص بورس با اهمیت است. معمولا، قیمت دارایی‌ها به اخبار اقتصادی واکنش نشان می‌دهند. تجربه نشان داده است که قیمت دارایی‌های سرمایه‌ای تحت تأثیر طیف گسترده‌ای از رویدادهای پیش‌بینی‌نشده قرار می‌گیرد و تأثیر برخی از این رویدادها، نسبت به دیگر رویدادها بیشتر است.

متغیرهای کلان اقتصادی ازجمله تأثیرگذارترین عوامل در روند حرکت شاخص بورس است که در دهه های اخیر، مطالعات بی‌شماری در زمینه ارتباط متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص های مختلف عملکرد در بازار سهام، صورت گرفته است. شاخص های برجسته اقتصادی آن دسته از مجموعه های اقتصادی هستند که تمایل دارند قبل از سایر شاخص ها صعود یا نزول کنند. شاخص های تصادفی و عقب مانده، همانطور که از نام آنها پیداست به ترتیب همزمان یا تا حدودی بعد از اقتصاد گسترده حرکت می کنند. شاخص S&P۵۰۰به عنوان متغیر پیشتاز معرفی شده است. پس از خصوصیات شاخص این است که اولا متغیری کلان است و ثانیا حرکت آن با حرکات سایر متغیرها ارتباط دارد (زوی بوید و همکاران، ۲۰۱۸). در این تحقیق تاثیرمتغیرهای اقتصادی بر شاخص کل با فاصله زمانی با سایر متغیرها حرکت می کند مورد بررسی و مدلسازی قرار گرفته است.

بنابراین رابطه بین بازارهای سهام و شاخص‌های کلان اقتصادی همواره موردبحث و بررسی قرارگرفته است. اگر قیمت سهام دقیقاً وضعیت متغیرهای بنیادی اقتصاد را منعکس سازد، بایستی به‌عنوان شاخص بیانگر وضعیت کلی اقتصاد تلقی شود. بنابراین تبیین رابطه پویای متقابل و دو طرفه میان شاخص های کلان اقتصادی و بازار سرمایه، برای قاعده‌مند کردن سیاست‌های کلان اقتصادی مهم است (چگنی و گرد، ۱۳۹۹). متغیرهای زیادی را می‌توان در حیطه متغیرهای کلان اقتصادی برشمرد از جمله شاخص های اقتصادی کلان و موثر، می توان به موارد زیر می‌توان اشاره نمود: تورم، شاخص نرخ بهره، نرخ ارز، تولید ناخالص ملی (GDP)، قیمت نفت، قیمت طلا، میزان اعتبارات بانکی، صادرات غیرنفتی ، واردات و... . بطور کلی با توجه به اینکه بازار سرمایه، متاثر از عوامل زیاد و کلان اقتصادی است، لذا شاخص بورس بر این اساس پیچیده، غیرخطی و ناپارامتریک بوده و بنابراین نیازمند مطالعات جدی در زمینه پیش بینی نوسانات شاخص بورس در بازار سهام و سرمایه می باشیم. به علاوه، پیش بینی حرکت شاخص یکی از بحث‌برانگیزترین موضوعات در امور مالی است و صحت این پیش‌بینی‌ها جهت بهبود استراتژی‌های معاملاتی و حذف ریسک در بورس بسیار مهم است که بدین منظور از این تحقیق پیش‌بینی میزان تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی در شرایط متفاوت و با توجه به حجم بالای اطلاعات برشاخص بورس جهت اخذ تصمیمات مدیریتی صحیح در این حوزه، سرمایه‌گذاری مناسب و مدیریت سبد دارایی میسر خواهد بود.

با توجه به موارد ذکرشده فوق در این تحقیق سعی برآن است که شبکه عصبی مناسب (شبکه عصبی پرسپترون چندلایه) را با مدل اقتصاد سنجی VAR برای مدل بندی پاسخ های آمیخته به ازای متغیرهای موضوع تحقیق مقایسه شود. مسئله تحقیق را این شکل بیان می‌شود که آیا استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می توان با دقت قابل قبولی شاخص کل را پیش بینی کرد یا با مدل های کلاسیک رگرسیون؟

۲-مبانی نظری

روشهای کلاسیک رگرسیون برای مدل بندی روابط بین متغیرها دارای تعدادی مفروضات می‌باشند مانند مشخص کردن توزیع متغیرهای پاسخ، خطی بودن رابطه پیشنهادی در برخی مدل ها، یکسان بودن واریانس خطاها و دیگر محدودیت‌های روشهای کلاسیک که هنگام استفاده عملی از این روشها، اگر داده‌های واقعی شرایط مفروض مدل را نداشته باشند، استفاده از این روش‌ها ممکن است موجب خطا و گمراهی محقق گردد. به‌علاوه اغلب این روش‌ها قابلیت مدل بندی روابط پیچیده غیرخطی و همچنین اثرات متقابل درجه بالا را ندارند. حساس بودن بیشتر این مدل‌ها به مشاهدات گمشده و داده های پرت از دیگر محدودیت های این روش‌ها به شمار می‌آید (فدائی نژاد، ۱۳۷۵).

با توجه به محدودیت‌های ذکرشده برای مدل‌های کلاسیک، نیاز به روش‌هایی که با محدودیت‌های کمتری در این زمینه مواجه باشند، احساس می‌شود. اینجاست که مدل‌های مختلف شبکه عصبی بعنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌ها مطرح می شود. شبکه عصبی مصنوعی، فرض اولیه‌ای برای توزیع داده‌ها تحمیل نمی‌کند، ضمن اینکه محدودیتی نیز برای شکل تابعی رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته اعمال نمی‌کند بلکه شبکه عصبی، خود، این رابطه تابعی را کشف می کند، که لزوماً، یک رابطه خطی نیست. همچنین با توجه به اینکه در سیستمهای شبکه عصبی، اطلاعات به صورت ضمنی پردازش می‌شود، بر این اساس چنانچه بخشی از داده‌های ورودی شبکه دارای موارد گم شده یا داده های پرت باشند، باز هم احتمال رسیدن به پاسخ صحیح وجود دارد، ضمن اینکه تعمیم پذیری شبکه عصبی این امکان را به مدل می‌دهد که مدل در ارتباط با یک مشاهده جدید آموزش داده نشده پاسخ مناسبی ارائه دهد (فدائی نژاد و فراهانی، ۱۳۹٦).

با نگاه دقیق بر شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران، درمی یابیم که این بازار نوسانات زیادی داشته مانند افت شدید شاخص قیمت سهام که میانه دهه های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و اول دهه ۱۳۹۰ اتفاق افتاد. از مهمترین دلایل این اتفاق، می توان به عدم وجود علم تخصصی مالی، روشها و شیوه های تحلیل تکنیکال مالی و ابزاری که خطاهای انسانی را به حداقل اندازه برساند، اشاره نمود. در چنین شرایطی، وجود یک مدل پیش‌بینی مناسب باعث کارایی بازار سرمایه است. اما اینکه کدام مدل جهت پیش‌بینی مناسب است، خود سرفصلی از بحث‌های متنوعی را به همراه دارد.

استفاده از روش‌های هوش مصنوعی و متدهای مدل‌سازی در حوزه‌ی کسب وکار به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است.

۲-۱- پیشینه پژوهش :

رابرت و آیدن (۲۰۲۰)، تحقیقی درباره پیش بینی قیمت اختیار معامله انجام دادند و مدلهای شبکه عصبی را با روشهای سنتی در این حوزه آزمون نمودند و نتیجه گرفتند در شرایط عدم ثبات، مدلهای شبکه عصبی، با دقت بیشتری پیش بینی می کنند و در واقع به این نتیجه مهم و کلی رسیدند که در تحلیلهای تکنیکال، استفاده از روشهای سنتی تحلیل، ریسک و بالتبع، بازده کمتری از تحلیل با تکنیکهای شبکه عصبی، ارمغان می آورند.

چگنی و گرد (۱۳۹۹)، در مقاله ای، توان مدلهای شبکه عصبی و آریما (خود رگرسیون میانگین متحرک مجتمع) را در پیش بینی قیمت سهام، با در نظر گرفتن دو شرکت فعال در صنایع داروئی، اندازه گرفته و مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که توان مدلهای شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی قیمت سهام، بیشتر و خطای کمتری نسبت به روش آریما دارد.

هوانگ و آنگ (۲۰۱۹)، در مقاله ای از مدل ترکیبی شبکه عصبی ساده و آریما (ARIMA) در سریهای زمانی استفاده کرده است و نتیجه گرفته که برای داده های غیر خطی، این مدل ترکیبی، نتایج بهتر و با دقت بالاتری نسبت به داده های خطی دارد.

کائو و همکارانش (۲۰۱۸)، در مقاله ای، توان پیش بینی بازده سهام را در مدلهای ترکیبی خطی و غیر خطی شبکه های عصبی آزمون و مقایسه نمودند و نتیجه گرفتند توان مدلهای شبکه عصبی–خطی فاما و فرنچ و CAPM نسبت به مدلهای غیر خطی شبکه عصبی، بالاتر است.

باباجانی و همکاران (۱۳۹۸)، درصدد طراحی مدلی کارا و ترکیبی شبکه عصبی برگشتی و الگوی فراابتکاری کلونی زنبور عسل جهت پیش بینی قیمت سهام می باشند و به این نتیجه رسیدند که روش ترکیبی ذکر شده، دقت و توان پیش بینی بهتری نسبت به دیگر مدلهای پیش بینی دارند.

پاتل و همکاران (۲۰۱۵)، در مقاله ای، درصدد استفاده از روشهای یادگیری ماشین بمنظور پیش بینی ها در بازار سرمایه در هند می باشند. در این مقاله پارامترهای طراحی SVR در مرحله اول به صورت آزمایشی تعیین می شود ، اما ممکن است ارزش بررسی الگوریتم هایی مانند الگوریتم ژنتیک برای تنظیم پارامترهای طراحی این SVR ها باشد. این ممکن است منجر به پیش بینی دقیق تر پارامترهای آماری توسط این SVR ها شود. جهت دیگر برای کارهای آینده می تواند استفاده از پارامترهای آماری بیشتر به عنوان ورودی برای یافتن همبستگی بسیار بهتر باشد. مشهور است که قیمت سهام به جنبه های مختلفی از جمله سیاست های دولت ، عملکرد شرکت ، علاقه سرمایه گذاران و غیره بستگی دارد. اخبار مربوط به هر یک از این جنبه ها قطعاً بر قیمت سهام تأثیر می گذارد. این اخبار را می توان به عنوان "خوب" ، "بسیار خوب" ، "بد" یا "بدتر" دسته بندی کرد. جهت جالب توجه در آینده این است که اخبار مربوط به این جنبه ها را با توجه به دسته بندی آنها همانطور که در بالا بحث شد ، مرتبط کنید. چنین سیستم نیمه نظارتی باعث می شود که سیستم ها قوی تر و پیش بینی های آنها دقیق تر شود.

رضامند و جعفری (۱۳۹۷) در مقاله ای برای مشخص نمودن رابطه تاثیر شهرت بر ارزش بازار سهام شرکتها از روشهای شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی استفاده نموده و توان این دو تکنیک را در این مورد، مقایسه نمودند و نتیجه گیری کردند که شهرت شرکت بر ارزش بازار شرکت تاثیر مثبت و معنی دار با هر دو روش رگرسیون و شبکه عصبی دارد همچنین خطای برآورد مدل با استفاده از شبکه عصبی نسبت به مدل رگرسیون خطی کمتر می باشد.

زارعی و همکاران (۱۳۹۷)، نیز در تحقیقی درصدد بررسی توان و دقت مدلهای شبکه عصبی فازی و شبکه عصبی موجک فازی بمنظور پیش بینی قیمت سهام، می باشند و به این نتیجه رسیده اند که در مورد بانکهای بورسی، قدرت مدل شبکه عصبی موجک فازی بیشتر از روش شبکه عصبی فازی است.

۳- روش تحقیق

این پژوهش در حوزه پژوهش های اثباتی قرار می گیـرد و با توجه به اینکه برای آزمون فرضیات پژوهش از اطلاعات تاریـخی استفاده می شود در گروه تحققیات شبه آزمایشی و پس رویدادی (گذشـته نگر) قرار می گیرد. بر مبنای هدف، پژوهش حاضر از نوع کاربردی و از لحاظ هدف توصیفی و اکتشافی می باشد. در این راستا، در مبانی نظری و پیشینه پژوهش از راه مطالعه کتابخانه ای، سایر سایت ها، مقالات در چارچوب قیاسی و گرداوری اطلاعات برای تأئید یا رد فرضیه ها در قالب استقرایی انجام می پذیرد.

۳-۱- قلمرو و جامعه و متغیرهای تحقیق :

قلمرو زمانی از ابتدای سال ۱۳۹۲ تا پایان سال ۱۳۹۷ است، جامعه‌ی آماری نیز مشتمل بر همه شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. برای داده های متغیرهای تحقیق، از اطلاعات روزانه مربـوط بـه شـاخص کـل بورس تهران، نرخ ارز، نرخ تورم، صادرات، وادرات، قیمت طلا و قیمت نفت در بازه زمانی مذکور می باشد.

۳-۲- روش پیش بینی تاثیر متغیرهای اقتصادی بر شاخص بورس اوراق بهادار

در این مطالعه تعداد داده های ورودی به شبکه ۷۰۰ داده و تعداد داده ها جهت آزمون ۳۱۵ داده در نظر گرفته شد.

با استفاده از الگوریتم آموزش دسته ای کاهش شیب و تغییر تعداد گره های لایه میانی از ٦٠ تا ۱۱۰ گره، با توجه بهترین نتایج به دست آمده، تعداد مناسب گره های لایه میانی مشخص گردید. تعدادگره های لایه میانی از این جهت بسیار مهم است که اگر تعداد آنها کم باشد شبکه برای حل مسائل غیر خطی و پیچیده با کمبود منابع یادگیری مواجه می شود و اگر زیاد باشد باعث ایجاد دو مشکل خواهد شد، اول آنکه زمان آموزش شبکه افزایش می یابد و دوم آنکه ممکن است شبکه خطاهای موجود در داده ها را نیز یاد بگیرد و در پیش بینی ضعیف عمل کند (مومنی و آذر، ۱۳۸٦)

در این مطالعه ابتدا با ورود داده‌ها مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص بورس امکان ومیزان همبستگی بین متغیروابسته ورودی و متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت، آنالیز حساسیت برای هر کدام از متغیرهای ورودی بر اساس مدل آموزش دیده بررسی گردید.

شبکه عصبی پیش‌خور با طرح ۱۱٥٦ ایجاد شد. این شبکه دارای شش لایه ورودی برای ٦ متغیر مستقل و لایه خروجی تک نورونی به ازای شاخص بورس اوراق بهادار تهران است. لایه‌های پنهان نیز دارای ۱۱۰ نورون با توابع تبدیل سیگموئیدی است. سپس ورود متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص بورس طی سال‌های ۱۳۹۳ ۱۳۹۷ پس از تست به مدل شاخص تخمینی توسط شبکه با طرح مدل تعداد لایه‌های پنهان ۲، ۷۰ نورون و ٦ ورودی تخمین زده شده دست می‌یابیم که هدف اصلی تحقیق است. در نهایت صرفا با ورود متغیرهای کلان اقتصادی بدون ورود شاخص بورس طی سال های ۱۳۹۳-۱۳۹۷ مدل شاخص تخمینی توسط شبکه مدل و ارائه گردید. پس از تعیین تعداد گره های مناسب برای لایه میانی، با ثابت نگه داشتن آن از الگوریتم های feed forward net، pattern net، fit net و همچنین از ساختارهای LM[۱]، GD[۲]، GDX[۳]، GDA[٤]، GDM[٥] استفاده گردید که مناسب ترین نتیجه مربوط به الگوریتم Feed for ward با ساختار LM شناسایی گردید.

مقدار MSE در هر مرحله مشخص گردید. در این مرحله معیار MSE برای تعیین اندازه بهینه برای تعداد تکرار و ضریب یادگیری به کار گرفته شد.

۳-۳- روش تحلیل داده ها :

---

۱ Levenberg Marquardet Function Back propagation
۲ Gradient descent backpropagation
۳ Gradient descent with momentum and adaptive learning rate backpropagation
٤ Gradient descent with adaptive learning rate backpropagation
٥ Gradient descent with momentum backpropagation

هدف از انجام این تحقیق، بررسی روابط بلندمدت و پویایی کوتا ه مدت بین متغیرها می باشد. برای بررسی این روابط، ابتدا بایستی ایستایی این متغیرها آزمون شود. برای آن آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (۱۹۷۹ و ۱۹۸۱) استفاده گردید.

۳-٤- مقایسه دو روش شبکه عصبی و رگرسیون مدل VAR

معیار توان و کارایی مدلهای بکار ر فته در این مقاله، آزمون مقایسه زوج هاست که جهت قیاس نمونه ها در دو جامعه آماری غیر مستقل بکار می رود.

اگر اعضای نمونه اول را با x_i و اعضای نمونه دوم را با y_i، و تفاضل آنها را با $d_i = y_i - x_i$ نمایش دهیم، آزمون این فرض که تفاوت میانگین d_i ها با صفر معنادارست یا نه برای بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت معنادار بین x_i ها و y_i ها به کار می‌رود. البته از این آزمون تنها در شرایطی می‌توان استفاده کرد که هر زوج x_i و y_i از هم مستقل باشند و توزیع آماره میانگین تفاوت‌ها نرمال باشد (مومنی آذرعادل، ۱۳۸٦). در این پژوهش نیز در حقیقت دو نمونه از خطاهای پیش‌بینی وجود دارد که یک نمونه حاوی تفاوت مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده توسط رگرسیون و یک نمونه حاوی تفاوت مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده توسط الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی است. مربع اعداد هر دو مجموعه معیار مجذور مربعات خطا را به دست خواهد داد و از تفاضل آن‌ها مجموعه مورد آزمون d_i ها را تشکیل خواهد شد (مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۲).

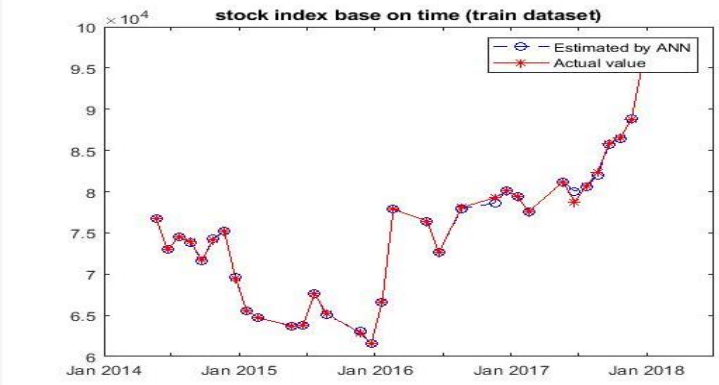
$$d_i = MSE_{ireg} - MSE_{iANN}$$

برنامه های رایانه ای در نرم‌افزارهای SPSS، MatlabR۲۰۱۸a برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و نیز تعیین مدل استفاده شد. همچنین از نرم افزار EXCEL جهت سازماندهی و نرمالیزه کردن داده‌ها استفاده گردید.

٤-یافته های پژوهش

پس از وارد نمودن اطلاعات داده های مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی (نرخ‌های ارز، تورم، صادرات، واردات، طلا و نفت و شاخص کل بورس اوراق بهادار) به عنوان متغیرهای ورودی، میزان همبستگی بین متغیروابسته ورودی و متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت. تعداد داده های ورودی به شبکه ۷۰۰ داده و تعداد داده ها جهت آزمون ۳۱۵ داده در نظر گرفته شد. همچنین جهت تست مدل تعداد ۷۷ داده از کل داده های جمع آوری شده مورد استفاده قرار گرفت انتخاب داده ها در محدوده دامنه زمانی مورد مطالعه در تحقیق انتخاب گردید.

شبکه عصبی پیش‌خور با طرح ٦.٤.۲.۱ ایجاد شد. این شبکه دارای شش لایه ورودی برای ٦ متغیر مستقل و لایه خروجی تک نرونی به ازای شاخص بورس اوراق بهادار تهران است. لایه‌های پنهان نیز دارای ۱۱۰ نورون با توابع تبدیل سیگموئیدی[٦] است. خروجی مدل به شرح تابع زیر است:



[٦] Sigmoid Functions

نمودار (۱): تابع خروجی تعلیم داده شده شبکه عصبی

نمودار ۱. خروجی مدل شبکه عصبی پیش بینی شاخص

ضرایب آماری R و R^2 همچنین مشخصات شبکه عصبی پیشخور در جدول زیر شماره (۱) نشان داده شده است:

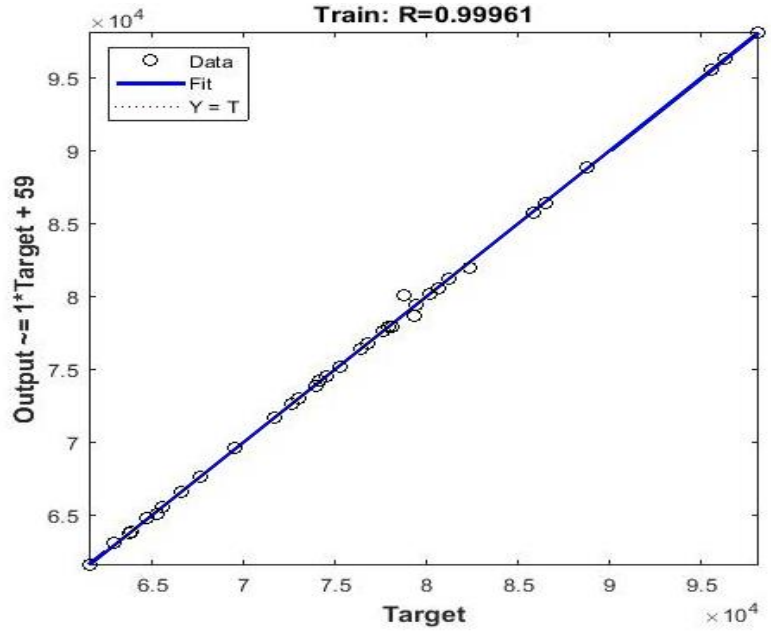
جدول ۱. گزارشات آماری خروجی از شبکه عصبی

Final report : estimate Value by neural networ

Neural network	valume : type
Network type	feedforwardnet_trainlm
hidden Layer Size	5
Max Epochs	110
No. of input	6

Static Info	valume
R : Train	0.99961
R2 : Train	0.99922

تابع رگرسیون مربوط به اطلاعات وارد شده به شبکه به شرح زیر است:

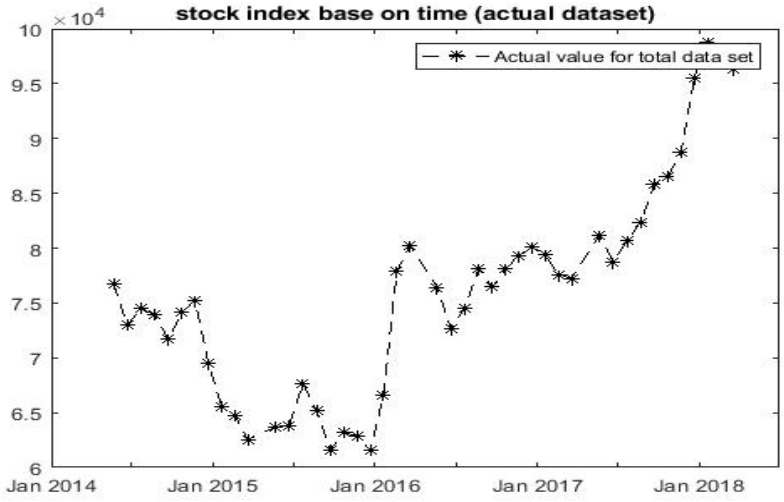


نمودار ۲. تابع رگرسیون تعلیم داده شده شبکه عصبی

لازم به توضیح است که (MSE=۰،۲۳۷۷) نشان‌دهنده میزان کمتر خطا و عملکرد قابل قبول مدل است.

٤-۲- تحلیل تاثیرهریک از متغیرهای کلان اقتصادی

با توجه به تابع حقیقی شاخص بورس اوراق بهادار تهران در دوره مورد مطالعه (شکل زیر) تحلیل های زیر متصور است:



نمودار ۳. نمودار شاخص بورس طی دوره تحقیق

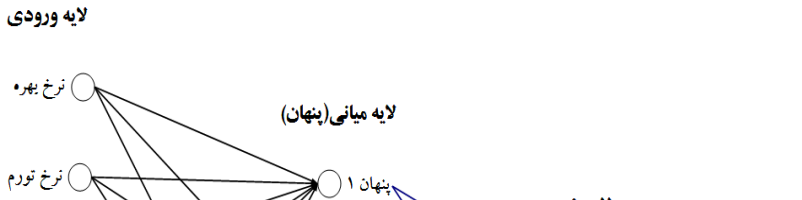
با توجه به تابع فوق و تابع متغیراقتصادی واردات، همبستگی ورابطه مستقیم بین هر دو متغیر وابسته و مستقل قابل استنتاج است.

همچنین در خصوص متغیر اقتصادی قیمت نفت، میزان صادرات و ارز می توان نمودار را به دو برهه زمانی قبل و بعد از ژانویه ۲۰۱٦ تقسیم نمود. همانطور که از توابع مشخص است قبل ازاین تاریخ روابط نسبت عکس و بعد از آن روابط متغیرها مستقیم است.

با توجه به تابع مقادیر واقعی و تابع متغیراقتصادی تورم و طلا، همبستگی ورابطه معکوس به راحتی قابل رویت و استنتاج می باشد. نکته قابل توجه در تاثیر هر یک از متغیرها اینکه، بازه حساسیت‌سنجی هر کدام از متغیر ها را می توان با ثابت نگه داشتن سایر پارامترهای ورودی افزایش و یا کاهش داد، برای مثال می توان در یک مرحله متغیر طلا را به عنوان متغیر ثابت در نظر گرفت و در مراحل بعدی با سایر متغیرها به این گونه رفتار کرد. در این تحقیق جهت بالا بردن و حداکثر کردن بازه حساسیت هر کدام از متغیر ها در هر مرحله به شکل ثابت نسبت به سایر متغیرها در نظر گرفته شد.

٤-۳- پیش بینی شاخص بورس در بورس اوراق بهادار تهران

در پیش بینی شاخص بورس در بازار سرمایه، می توان از اطلاعات عددی سال های قبل شاخص بورس جهت آموزش شبکه بهره برد، سوالی که در این حیطه پیش می آید این است که آیا بدون داشتن اطلاعات مربوط به شاخص در سال های متمادی نیز می توان به پیش بینی شاخص پرداخت یا خیر؟ در ابتدا به پیش بینی شاخص بورس با بهره گیری از شاخص می‌پردازیم.



نمودار (٤): مدل تحقیق

نمودار ٤. نمودار شماتیک مدل شبکه عصبی پیش بینی شاخص بورس

با ورود متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص بورس طی سال‌های ۱۳۹۳ ۱۳۹۷ پس از تست به مدل شاخص تخمینی توسط شبکه با طرح مدل تعداد لایه‌های پنهان ۲، ۷۰ نورون و ٦ ورودی تخمین زده شده دست می‌یابیم. ضرایب آماری R و R^2 همچنین مشخصات شبکه عصبی پیش خور در جدول زیر شماره ۲ نشان داده شده است :

جدول ۲. خروجی مدل شبکه عصبی

Final report : estimate Value by neural networ

Neural network	valume : type
Network type	feedforwardnet_trainlm
hidden Layer Size	5 3
Max Epochs	70
No. of input	6
No. of train	35 : 79.5455 %

Static Info	valume
R : Train	0.99937
R2 : Train	0.99874
R : Test	0.97559
R2 : Test	0.94348

بر اساس نتایج خروجی در این مرحله که نشان دهنده درستی مدل پیش‌بینی می باشد، تابع تبدیل لایه خروجی وخروجی مدل با استفاده از اطلاعات مربوط به شاخص به شرح نمودار (٥) است:

نمودار ۵. تابع مقایسه ای شاخص واقعی و شاخص تخمینی

نکته قابل توجه این است که در این حالت ابتدا کلیه داده ها به شبکه داده شده، سپس شبکه تعدادی از این داده ها را به عنوان آموزش و بخشی دیگر را به عنوان تست استفاده می کند پس از آن شبکه شروع به آموزش خود نموده و بعد از اتمام فرایند آموزش، خود را با درصدی از داده‌های جداشده تست می‌نماید. جداسازی داده‌ها به‌صورت تصادفی از داده‌ها انجام می‌شود تا تمام بخش‌ها در بخش تست شرکت داده شوند و تست کردن شبکه تنها محدود به یک بخش خاص نشود. در انتها دقت مدل را در مرحله آموزش و تست می‌توان توسط پارامترهای آماری، نمودار رگرسیون و نمودار مقایسه مقدار واقعی و تخمین زده‌شده توسط مدل، ارزیابی نمود. همچنین می‌توان تعداد سطرها و ستون‌ها را به تعداد مورد نیاز افزایش و یا کاهش داد.

لازم به توضیح است که اجرای متعدد مدل با توجه به میزان داده‌های در نظر گرفته شده جهت آموزش و یادگیری مدل در افزایش دقت خروجی مدل بسیار حائز اهمیت است. هرچه تعداد داده ها به شبکه بیشتر باشد دقت شبکه نیز بالاتر خواهد بود.

٤-٤- پیش بینی شاخص بورس با توجه به عدم حضور متغیر هدف (متغیر وابسته) با شبکه عصبی مصنوعی چندلایه پرسپترون

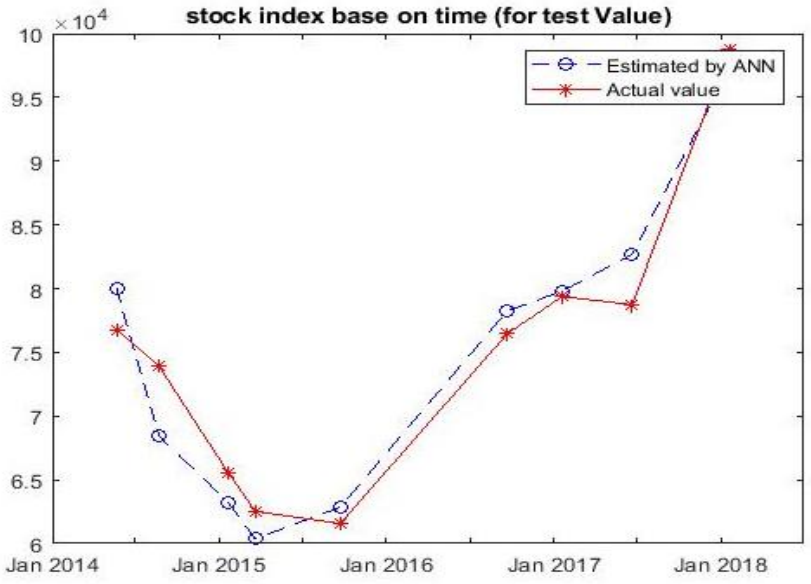
در این مدل جهت تسهیل و کاهش زمان همچنین کاهش تعداد پارامترها صرفا از داده های ورودی جهت تست مدل استفاده گردید، در مدل قبلی مقدار شاخص بورس در داده های تست موجود بود، اما در این بخش داده های تست را در اختیار نداریم و تنها می خواهیم توسط ورودی‌هایی که به شبکه می‌دهیم مقدار شاخص بورس تخمینی را به دست آوریم.

مجدداً با ورود متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص بورس طی سال‌های ۱۳۹۳ ۱۳۹۷ پس از تست به مدل شاخص تخمینی توسط شبکه با طرح مدل تعداد لایه‌های پنهان ۲، ٤۰ نورون و ٦ ورودی تخمین زده‌شده دست می‌یابیم. ضرایب آماری R و R^2 همچنین مشخصات شبکه عصبی پیش‌خور در جدول (۳) نشان داده شده است:

جدول ۳. گزارشات خروجی آماری

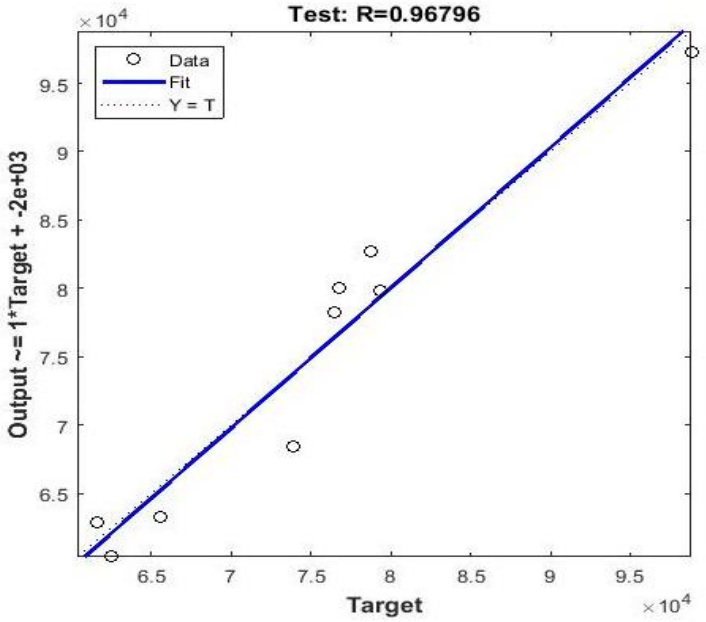
```
Final report : estimate Value by neural netwo
=============================================
|-----------------------------------------|
| Neural network    | valume  :  type     |
|-----------------------------------------|
| Network type      | feedforwardnet_trainlm
| hidden Layer Size |              5  4   |
| Max Epochs        |                40   |
| No. of input      |                 6   |
| No. of train      |   35 : 79.5455 %    |
|_____________________________________|___|
=============================================
|---------------------------------|
| Static Info     |    valume     |
|---------------------------------|
| R     : Train   |            1  |
| R2    : Train   |            1  |
| MSE   : Train   |   3.7814e-23  |
| RMSE  : Train   |   6.1493e-12  |
|_____________________________|___|
| R     : Test    |      0.96796  |
| R2    : Test    |      0.92855  |
```

با توجه به نتایج خروجی در این مرحله که نشان دهنده درستی مدل پیش‌بینی می باشد، تابع تبدیل لایه خروجی وخروجی مدل با استفاده از اطلاعات مربوط به شاخص به شرح شکل ذیل است :



نمودار ٦. تابع مقایسه ای شاخص واقعی و شاخص تخمینی

تابع رگرسیون مربوط به تست داده ها نیز بدون در نظر گرفتن تابع وابسته (تابع هدف) به شکل زیر می باشد :



نمودار ۷. تابع رگرسیون مربوط به تست داده ها

دقت قابل توجه تابع تست (R=۰،۹۶۷۹۶) بیانگر تصدیق مدل ارزیابی است.

٤-٥- تخمین تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی روی شاخص بورس با استفاده با استفاده از روش رگرسیون

برای تحلیل، از آمارهای سری زمانی که از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سازمان بورس اوراق بهادار تهران در سال‌های ۱۳۹۳-۹۷ به صورت سه ماهه منتشر شده است، استفاده کرده‌ایم. متغیرهای مدل عبارتند از :

- LnBI لگاریتم شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران
- LnER لگاریتم نرخ ارز
- LnEX لگاریتم تراز تجاری ایران (صادرات و واردات)
- LnOil لگاریتم قیمت طلا
- LnG لگاریتم قیمت نفت
- LnP لگاریتم نرخ تورم

قبل از برآورد مدل بایستی ابتدا نسبت به ایستایی و ناایستایی سری زمانی در مدل اطمینان حاصل شود. یکی از روش‌هایی که برای شناسایی متغیرهای پایا مورداستفاده قرار می‌گیرد، روش آزمون دیکی –فولرتعیم یافته است.

نتایج آزمون مانایی که در جدول (٤) آورده‌ایم، نشان از نامانابودن متغیرهای دستگاه دارند، به‌طوری که تمام متغیرها در یک وقفه مانا بوده و حاوی یک ریشه واحد یا روند تصادفی هستند :

جدول ٤. نتایج آزمون ایستایی آزمون دیکی فولر تعمیم یافته

متغیر	سطح احتمال	آماره دیکی فولر	بررسی آزمون
D (LnBI)	-٤/٦٨	-٤/٦٤	با یک وقفه مانایی

D (LnER)	-٤/٦٩	-٥/٣٤	با یک وقفه مانایی
D (LnEX)	-٤/٦٩	-٦/٠٦	با یک وقفه مانایی
D (LnOil)	-٤/٦٤	-٤/٤٨	با یک وقفه مانایی
D (LnG)	-٤/٦٩	-٤/٩١	با یک وقفه مانایی
D (LnP)	-٤/٣١	-٨/٨٧	در سطح مانایی

*ماخذ: یافته های تحقیق

نتایج آزمون مانایی که در جدول (٤) آورده‌ایم، نشان از نامانابودن متغیرهای دستگاه دارند، به‌طوری که تمام متغیرها در یک وقفه مانا بوده و حاوی یک ریشه واحد یا روند تصادفی هستند. با توجه به اینکه روش تجزیه و تحلیل در این مقاله، روش خود رگرسیون برداری یا همان روش (VAR) است، بنابراین در این مدل، استفاده مختلط از متغیرهایی که در سطح و با یک وقفه مانایی می‌باشند مشکلی ندارد. بنابراین، متغیرهای مورد نظر در مدل شرایط لازم برای استفاده را دارد.

در مرحله بعد برای تعیین بردار هم انباشتگی بلندمدت از روش جوهانسن- جوسلسیوس استفاده شده است که اساس آن را یک مدل VAR[۷] تشکیل می دهد. یکی از مراحل اصلی در تخمین مدل VAR، انتخاب درجه بهینه مدل است. در انتخاب درجه بهینه ی مدل، بسیار مهم است که درجه بالایی برای آزمون انتخاب شود. بیشترین مقدار آماره های شواتز-بیزین[۸] و آکائیک [۹]درجه بهینه ی مدل VAR را بدست می دهند. نتایج این بررسی در جدول (٥) ارائه شده است :

جدول ٥. بررسی وقفه بهینه الگو

رتبه	LL	AIC	SBC	LR TEST	Ajasted LR test
۰	-۲۳۷/٤۲	-۲۳۷/٤۲	-۲۳۷/٤۲	CHSQ=(۷۲)۷۷۳/۹٥	٤۷٤/۳٦
۱	۱۱۲/۲۷	۷۷/٥٥	٥۰/٤٦	CHSQ(۳٦)=۷٤/٥٦	٤٥/۷۰
۲	۱٤۹/٥٥	۷٦/۲۷	۲٥/۹۳	-	-

*مأخذ: یافته های تحقیق

بیشترین مقدار آماره های شواتز-بیزین و آکائیک درجه بهینه ی مدل VAR را بدست می دهند. آماره ی LL برای آزمون فرضیه برابر P بودن درجه VAR، در مقابل فرضیه رقیب کوچکتر و یا مساوی ۱ بودن P، درجه VAR، به کار می رود. درجه بهینه در این تحقیق برابر یک می باشد.

پس از تعیین درجه بهینه ی VAR و نیز اطمینان از معنی دار بودن اثر متغیرهای از پیش تعیین شده بر مدل، برای تعیین رتبه ماتریس و مشخص شدن تعداد بردارهای همگرا از آزمون حداکثر مقدار ویژه (λtrace) استفاده می شود.

نتایج خروجی این آزمون در جدول زیر شماره ٦ آمده است. مدل دوم، رابطه های کوتاه مدت بدون عرض از مبدا و روند هستند ولی روابط بلندمدت با عرض از مبدا ولی بدون روند هستند. مدل سوم نیز رابطه های کوتاه مدت بدون روند زمانی و با عرض از مبدا می باشند اما رابطه های درازمدت با روند زمانی و بدون عرض از مبدا هستند. مدل چهارم نیز رابطه های کوتاه مدت بدون روند زمانی اما با عرض از مبدا، حال آن که رابطه های بلندمدت با روند زمانی و عرض از مبدا می باشند.

[۷] Vector Auto Regressive
[۸] -Schwarz - Bayesian
[۹] Akaike

جدول ٦. بردار هم انباشتگی

آزمون λtrace		فرضیه‌ها	آزمون حداکثر مقدار ویژه		فرضیه‌ها	
مقدار بحرانی در سطح ۹۵ درصد	آماره آزمون	فرضیه مخالف H۱	مقدار بحرانی در سطح ۹۵ درصد	آماره آزمون	فرضیه مخالف H۱	فرضیه صفر H۰
٤۰/٥۳	۹٥/٤۱	r>=۱	٤۳/٦۱	٤۹/۲۷	r=۱	r=۰
۳٤/٤۰	۳٥/٤٤	r>=۲	۳۷/۸٦	۱۷/۲۳	r=۲	r≤۱
۲۸/۲۷	۱۰/٦۹	r>=۳	۳۱/۷۹	۱٥/۷۰	r=۳	r≤۲
۲۲/۰٤	۹/۱٦	r>=٤	۲٥/٤۲	۹/۱٤	r=٤	r≤۳

*مأخذ: یافته‌های تحقیق

هر دو آزمون رابطه بلند مدت تعادلی در سطح ۹۵ درصد نشان می دهد لذا رابطه های تخمین شده زیر پذیرفته می شود:

$$LnBI = ۱۰/۰٦LnER\ (۳/۰٦) + ۰/۰٤۱LnEX\ (۰/۰۰۸) + ۸/٥۲LnOil\ (۲/٦۰) - ۰/۳۲LnG\ (-۰/۰۷) - ۳/۳٦LnP\ (-۰/۸۹٤)$$

جدول ۷. نتایج بردارهای بلندمدت مدل

نام متغیر	ضرائب	انحراف معیار	آماره t
لگاریتم نرخ ارز(LnER) D	۱۰/۰٦***	۳۰/۷۸	۳/۰٦
لگاریتم تراز تجاری ایران (صادرات و واردات) D (LnEX)	۰/۰٤۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۸
لگاریتم قیمت نفت(LnOil) D	۸/٥۲**	۲۲/۱٥	۲/٦۰
لگاریتم قیمت طلا(LnG) D	-۰/۳۲	۰/۰۲۲	-۰/۰۷
لگاریتم نرخ تورم(LnP) D	-۳/۳٦	۳/۰۰۳	۰/۸۹٤
آماره ها	$R^۲ = ۰/۸٤$ F=۲۸٤/٤ D.W=۱/٥۳		

*ماخذ: یافته های تحقیق

همان‌طور که انتظار می‌رفت، تورم (به دلیل افزایش انتظارات سرمایه‌گذاران و کاهش ارزش ذاتی سهام)، قیمت طلا (به دلیل رقابت بازار بورس و بازار طلا) رابطه منفی با شاخص کل بورس دارند. نرخ ارز (به‌دلیل تأثیر بر متغیرهای مربوط به نقدشوندگی

سهام)، قیمت نفت و تراز تجاری آثار مثبتی بر شاخص کل بازار بورس خواهند داشت. کشش نرخ ارز ۱۰/۰٦ و مثبت بوده که نشان دهنده تأثیر بالای نرخ ارز بر شاخص بورس اوراق بهادار تهران در بلندمدت است. کشش تراز تجاری نیز ۰/۰٤۱ و مثبت بوده که این متغیر نیز در بلندمدت یک اثر مثبت اما بسیار ضعیف را نشان می‌دهد و در مقابل، قیمت نفت دارای کشش مثبت ۸/۵۲ بوده که نشان‌دهنده اثر بسیار قوی و مثبت این متغیر بر بازار بورس است و کشش قیمت طلا نیز ۰/۳۲ بوده و همان‌طور که انتظار می‌رفت اثر منفی داشته و نرخ بهره نیز ۳/۳٦ به دست آمده و اثر منفی دارد که این مسأله نشان‌دهنده حساسیت بازار بورس تهران به نرخ بهره موجود در بازار در بلندمدت است.

در تحلیل‌های هم‌انباشتگی بر خلاف رویکرد سنتی اقتصادسنجی، ساختارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت به طور صریح از یکدیگر تفکیک می شوند. الگوی کوتاه‌مدت تصحیح خطا یک سازوکار بازخور تلقی‌شده که براساس آن، متغیر وابسته نسبت به بی تعادلی دستگاه تعدیل می‌شود. در واقع، این سازوکار بازخور رسیدن به رابطه تعادلی بلندمدت میان مجموعه‌ای از متغیرها، مستلزم یک الگوی تصحیح خطای کوتاه مدت می باشد. معادله تصحیح خطای کوتاه مدت شاخص کل بازار سرمایه در دخالت عمومی به صورت زیر جدول زیر می‌باشد :

جدول ۸. نتایج بردارهای کوتاه‌مدت و الگوی تصحیح خطا

نام متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t
لگاریتم نرخ ارز D (LnER)	-۰/۱٦*	۰/۲۱	-۱/۳٤
لگاریتم تراز تجاری ایران (صادرات و واردات) D (LnEX)	-۰/۰۲۲**	۰/۰٤	-۲/۱۱
لگاریتم قیمت نفت D (LnOil)	۱/۱۸*	۱/۹۵	۱/٦٦
لگاریتم قیمت طلا D (LnG)	-۰/۰۹	۰/۰۲۱	-۰/۲٤
لگاریتم نرخ تورم D (LnP)	-۰/۰۸	۰/۰۲۸	-۰/۳٦
ECM(-۱)	-۰/۱٤*	۰/۱۸	-۱/۳۵
آماره ها	R^2 = ۰/۸۳ F=۲۸٤/٤ D.W=۱/۵۳		

*ماخذ: یافته های تحقیق

اگر الگوی تصحیح خطای بردار همگرایی برآورد شود، می‌توان نتایج حاصل از این برآورد را که در جدول فوق ارائه شده است، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. براساس نتایج حاصله می‌توان بیان کرد که اولا ضرایب نرخ ارز، تراز تجاری، قیمت نفت در این حالت معنی‌دار هستند و ضریب R برابر ۰/۸۳ است که نشان دهندهٔ قدرت توضیح دهندگی بالای الگوست. ثانیاً ضریب جملهٔ تصحیح خطا (ECM) برابر ۰/۱٤- است که نشان می‌دهد در هر سال ۱٤ درصد از عدم تعادل متغیر وابسته در دورهٔ بعد تعدیل می شود و بنابراین تعدیل به سمت تعادل، نسبتاً به خوبی صورت می‌گیرد، به عبارتی چنانچه شاخص بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی تحت تأثیر تغییرات مربوط به متغیرهای کلان، دچار نوسان شود در هر سال حدود ۱٤ درصد نوسان مورد نظر به سمت مقادیر تعادلی قبلی بازخواهد گشت.

٤-٦- مقایسه دقت و کارایی مدل طراحی شده عصبی و سری زمانی VAR در پیش بینی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر قیمت سهام :

به منظور بررسی کارایی شبکه طراحی شده عصبی و رگرسیون معیارهای خطای پیش بینی RMSE[۱۰]، MAPE[۱۱] و R^2[۱۲] مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه از شبکه MLP و مدل VAR استفاده شد که جدول زیر نتایج ارزیابی کارایی این تحقیق را نشان می دهد.

جدول ۹. نتایج حاصل از اندازه گیری چهار شاخص خطا

روش	RMSE	MAPE	MAE	R^2
مدل سری زمانی VAR	٤٧/٤٠١	۰/۳۱۲	۳۳/۸۵۵	۰/۸٤
مدل شبکه عصبی MLP	٤٤/۳۲	۰/۲٦۷	۳۲/۰۱	۰/۹٦

*ماخذ: یافته های تحقیق

روش های شبکه عصبی از لحاظ شاخص‌های خطای ریشه میانگین مربع خطا، میانگین قدرمطلق درصد خطا، میانگین قدرمطلق خطا و ضریب تعیین در تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص بورس اوراق بهادار تهران از مدل VAR برتر است.

۵-جمع بندی و نتیجه گیری

رشد بازار سهام و بورس در هر کشور، یکی از عوامل بنیادین در رشد و توسعه اقتصادی است و رشد بازار سرمایه نیز در گرو، موفقیت سهامداران و سرمایه گذاران بورسی است. یکی از مهمترین پارامترهای موفقیت سهامدارن و سرمایه گذاران در بازار سرمایه، پیش بینی موفق و دقیق روند رشد و قیمت سهام است. لذا اینجاست که اهمیت پیش بینی دقیقتر پارامترهای بورسی از جمله قیمت سهام و شاخص کل بورس که موضوع این تحقیق نیز می باشد، بیش از پیش توجیه می شود.

در پیش بینی شاخص های بورسی، عوامل و پارامترهای بسیار زیادی تاثیرگذار هستند که برخی کمی و برخی هم کیفی و غیر قابل اندازه گیری و پیش بینی نیز می باشند.

تا چند سال قبل، روش عمده برای پیش بینی شاخص ها در آینده، روش رگرسیون بود و هرچند با دقت قابل قبولی پیش بینی مورد نظر را ارائه می نمود اما نیاز به مدلهای دقیقتر پیش بینی با توجه به رقابتی تر شدن بازارها، احساس شد. اینجا بود که پای روش های مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین پیدا شد. روشهایی که با رصد دقیق الگوریتمها و تحرکات و نوسانات سری زمانی گذشته متغیرها، پیش بینی دقیقتری از آینده آنها ارائه می کنند. برای دست یابی به مدلهای بسیار دقیقتر، محققان حتی از الگوریتمهای ترکیبی شبکه عصبی با متدهای فازی و الگوریتم های فراابتکاری، استفاده نمودند و هر روز، این روند در حال ادامه و تکمیل است.

این تحقیق برآن است تا تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی را بر شاخص بورس اوراق بهادار تهران را با توجه به سری زمانی آن در گذشته با مقایسه دو روش شبکه عصبی و رگرسیون بررسی نماید.

نتایج تحقیق و مقایسه مدلها نشان داد که مدل شبکه عصبی MLP توانایی بالایی در پیش بینی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی برروی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران دارد.

[۱۰].Root Mean Square Error
[۱۱].Mean Absolute Percentage Error
[۱۲].R Squared

نتایج آماری **بررسی همبستگی یا عدم همبستگی با استفاده از شبکه عصبی چند لایه پرسپترون چند لایه** بدست آمده (ضرایب آماری R=۰,۹۹۹۶۱ و R^2= ۹۹۹۲۲۰. همچنین مشخصات شبکه عصبی پیشخور) نزدیک بودن ضریب تعیین به عدد یک نشان‌دهندهٔ ارتباط و همبستگی قوی بین متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۳ است. همچنین نزدیک بودن MSE به عدد صفر نشان دهنده میزان کمتر خطا است.

نتایج آماری به‌دست آمده از تحلیل امکان یا عدم امکان پیش بینی شاخص بورس با وجود متغیرهدف (متغیر وابسته) **در شبکه** در تست مدل با استفاده از تابع هدف (ضرایب آماری R=۰,۹۷۵۵۹ و R^2=۰,۹٤۳٤۸ همچنین مشخصات شبکه عصبی پیشخور)، نزدیک بودن ضریب تعیین به عدد یک نشان‌دهنده تایید مدل پیش بینی روند متغیرها و شاخص ها با استفاده از متد شبکه عصبی مصنوعی چندلایه پرسپترون می باشد.

با توجه به نتایج آماری به‌دست آمده از تحلیل امکان یا عدم امکان پیش بینی شاخص بورس با توجه به عدم حضور متغیر هدف (متغیر وابسته) در شبکه در تست مدل با استفاده از تابع هدف (ضرایب آماری R=۰,۹٦۷۹٦ و R^2=۰,۹۲۸۵۵ همچنین مشخصات شبکه عصبی پیشخور، نزدیک بودن ضریب تعیین به عدد یک نشان‌دهنده تائید مدل پیش بینی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی چند لایه پرسپترون است.

مقایسه مدل پیش بینی با تابع هدف و بدون آن نشان داد که داده های آماری R، R^2، و نیز MSE و مقایسه آنها، اگر چه میزان اختلاف آنها در دو مدل بسیار اندک است ولی نشان دهنده برتری مدل پیش بینی با تابع هدف است، می توان این گونه با توجه به حضور داده های مربوط به تابع هدف علاوه بر سایر متغیرها شبکه به شکل بهینه تری آموزش دیده و خروجی با دقیق تری را مشاهده نموده ایم. به هر حال این مورد به معنای نفی مدل شبکه بدون در نظر گرفتن تابع هدف نبوده و نتایج آن قابل ملاحظه است.

پیشنهاد می گردد سهامداران، سرمایه گذاران و متولیان نهادهای مالی و بازار سرمایه، در تحلیل طرح های سرمایه گذاری در دارایی های مالی و اوراق بهادار به روش شبکه های عصبی که در این تحقیق بدان اشاره شد، توجه ویژه مبذول داشته؛ زیرا استفاده از این روش منجر به نتایج دقیق تری می گردد و بالتبع، سرمایه گذاری را با ریسک کمتر و بازده بیشتر، به همراه خواهد داشت.

با توجه به نتیجه این پژوهش که حاکی از برتری مدل شبکه های عصبی مصنوعی بر رگرسیون در پیش بینی است؛ به سرمایه گذاران توصیه می شود حداقل در کنار استفاده از مدل های رگرسیونی، استفاده از مدل شبکه های عصبی مصنوعی را در نظر داشته باشند.

با توجه به آثار بلندمدت متغیرها واین موضوع که در بلندمدت تورم اثری منفی بر قیمت سهام داشته و از آنجایی که در اقتصاد ایران تورم ریشه پولی دارد تورم موجود به واسطه افزایش حجم پول ایجاد شده است، بنابراین پیشنهاد می گردد در مورد سیاست های پولی انبساطی و تزریق پول به اقتصاد توجهات کافی و مدبرانه مبذول گردد.

با توجه به اثر منفی نرخ ارز بر قیمت سهام و همچنین با توجه به نوسان های و تغییرات نرخ ارز در سال های اخیر توجه بیشتر به بازار ارز و اعمال سیاست های لازم در یک نظام ارزی شناور مدیریت شده ضروری به نظر می رسد.

در خصوص یافته‌های تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت قیمت جهانی نفت بر شاخص قیمت بازار سهام می‌توان گفت نوسان قیمت نفت در اقتصاد کشورهایی نظیر ایران که به قیمت نفت متکی هستند و بودجه آنها بر اساس میزان و قیمت فروش نفت تعیین می‌شود، می‌تواند کاملاً تأثیرگذار باشد و در شرایط کاهش قیمت نفت پیش بینی می‌شود اقتصاد تحت تأثیر جدی قرار می‌گیرد. با افزایش قیمت نفت در صورت عدم رعایت انضباط مالی، عرضه پول افزایش و پیش بینی می‌شود این افزایش به سمت بازار

پول، سرمایه، ارز، طلا و مسکن سرازیر شود. حال اگر بازارهای طلا، ارز و مسکن در دوره رکود یا ثبات خود باشند، پیشبینی می‌شود نقدینگی به سمت بازار بورس هدایت شود و اثر مثبت خود را بر شاخص بازار سهام بگذارد.

منابع

- باباجانی، جعفر.، تقوا، محمدرضا.، بولو، قاسم. و عبدالهی، محسن. (۱۳۹۸)، به‌کارگیری شبکه عصبی بازگشتی مبتنی بر الگوریتم کلونی زنبورعسل مصنوعی (ABC-RNN)، درصدد ارائه مدلی بهینه برای پیش‌بینی قیمت سهام در بورس تهران ، فصلنامه علمی راهبرد مدیریت مالی، ۷(۲): ۱۹۵-۲۲۵.
- چگنی، احمد. و گرد، عزیز. (۱۳۹۹)، پیش بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA)، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ٤٤: ۳۵۰-۳۷۱.
- رضامند، معصومه. و جعفری، حمیدرضا. (۱۳۹۷)، مقایسه خطای استفاده از شبکه عصبی و رگرسیون خطی در تعیین تاثیر شهرت شرکت بر ارزش بازار سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، **دومین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم مدیریت و حسابداری ایران**، تهران.
- زارعی، قاسم.، محمدیان، رعنا.، حاضری نیری، هاتف. و باشکوه اجیرلو، محمد. (۱۳۹۷)، مقایسه روش‌های شبکه عصبی فازی با شبکه عصبی موجک فازی در پیش بینی قیمت سهام بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، راهبرد مدیریت مالی، ٦(۳): ۱۰۹-۱۳۸.
- فدایی نژاد، اسماعیل. (۱۳۷۵)" آزمون شکل ضعیف کارایی بازار سرمایه و بورس اوراق بهادار تهران"، تهران: فصلنامه تحقیقات مالی، سال دوم، شماره ۵ و ٦.
- فدایی نژاد، محمداسماعیل و رضا فراهانی (۱۳۹٦): اثرات متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه اقتصادی مالی، سال یازدهم، شماره ۳۹، تابستان ۱۳۹٦، صفحات ۱-۲۵.
- مؤمنی، منصور. و آذر، عادل. (۱۳۸٦)، آمار و کاربرد آن در مدیریت. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی.
- نمازی، محمد. و شوشتریان، زکیه. (۱۳۷۵)، بررسی کارایی بازار بورس اوراق بهادار ایران، تحقیقات مالی، ۸ و ۷.
- Cao, Q., Leggio.B.K. and Schniederjans. J.M. (۲۰۱۸). A comparison between Fama and French's model and artificial neural network in predicting the Chinese stock marke. Computers & Operational Research. Vol. ۳۲, pp. ۱۳۲-۱۵۷.
- Granger C and Morgenstern O. (۲۰۱۱). "Predictability of stock market prices". Health, Lexington, MA, ۲۰۱۱.
- Humpe A. Macmillan P. (۲۰۱٦). Can macroeconomic variables explain longiiterm stock market movements? A comparison of the US and Japan, boom Empirical appropriate cointegrating.vector; Working.Paper, http://ideas.repec.org/p/san/crieff /۰۵۱۱ .html.
- Hwang, H. and Ang, H. (۲۰۱٤). A Simple Neural Network for ARIMA Time Series. Omega, ۲۹, □□. ۳۱۹-۳۳۳.
- Ioanidis ch. Kontonikas A. (۲۰۱۷). The Impact of monetary policy on stock prices. journal of policy modeling. ٦,۱۵.
- Ptel, J., Shah, S. and Thakar, P. (۲۰۱۵).Predicting stock market index using fusion of machine learning techniques. Expert Systems with Applications. Volume 42, Issue 4, March ۲۰۱۵, Pages ۲۱٦۲-۲۱۷۲
- Robert J. and Van Eyden. (۲۰۱٦). The Application of Neural Networks inthe Forecasting of Share Prices. Finance and Technology Publishing, pp. ٤۷-۷۲.
- Zvi Bodie – Alex Kone – Alanj . Marcus .(۲۰۱۸). " Investments" – McGraw- Hill Education. PP.۲٤٦-۲٤۹.