فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهل و چهارم / پائیز ۱۳۹۹

پیش‌بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی(ANN) و مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) : مطالعه موردی دو شرکت دارویی فعال بورس اوراق بهادار

احمد چگنی[۱]
عزیز گرد[۲]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۸/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۱۲/۱۸

چکیده

در این تحقیق به مقایسه کارایی دو روش پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و روش سنتی خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) در پیش‌بینی قیمت سهام در بازار سهام ایران پرداخته شده است. بدین منظور ۲ شرکت دارویی البرزدارو و جام‌دارو انتخاب شده و مدل ARIMA و مدل شبکه عصبی مصنوعی برای هر دو شرکت تخمین زده شد. به منظور تخمین مدل شبکه عصبی مصنوعی، متغیر قیمت سهام به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای حجم معاملات سهام، شاخص صنعت دارو، قیمت نفت اوپک، نرخ ارز و قیمت طلا به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. برای مقایسه دو مدل نیز از معیارهای $MSE,RMSE,MAD,R^2$ و MAPE استفاده شد. به منظور تخمین مدل رگرسیون پیش‌بینی قیمت سهام از فرآیند خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) استفاده و تخمین ضرایب مدل با استفاده از نرم‌افزار آماری EVIEWS انجام شده و مدل شبکه عصبی مصنوعی(ANN) مناسب برای پیش‌بینی قیمت سهام نیز با استفاده از نرم‌افزار MATLAB ساخته شد. نتایج تحقیق نشان داد که فرضیه تحقیق در صورت تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر روی قیمت سهام صحیح بوده و مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیش‌بینی بهتری از قیمت سهام در بازار سهام ایران در مقایسه با روش خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) دارد.

کلمات کلیدی

مدل پیش‌بینی، قیمت سهام، شبکه عصبی مصنوعی، مدل ARIMA

۱- گروه حسابداری، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد تهران-غرب، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. chegenia@gmail.com
۲- گروه حسابداری، دانشکده حسابداری و مدیریت واحد تهران-غرب، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.(نویسنده مسئول)
afmgord@yahoo.com

مقدمه

یکی از مسایل مهم و اساسی فعالان و سرمایه‌گذاران بازار سرمایه پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌ها در آینده می‌باشد. رشد و توسعه اقتصادی، نیازمند بهره‌برداری از بازارهای مالی گسترده و کارا است که امروزه بازار سهام به عنوان نهاد مهم و فعال بازارهای مالی محسوب می‌شود. بازار سهام یک بازار عمومی برای معامله سهام و مشتقات شرکت‌ها در قیمت‌های توافق‌شده است که سرمایه‌گذاران با هم به خرید و فروش سهام در این بازار مشغول هستند. قیمت سهام‌ها بر اساس عرضه و تقاضایشان است. بدین‌صورت که سهامی که تقاضایش بالا می‌رود قیمتش افزایش می‌یابد و همچنین سهامی که عرضه آن زیاد است قیمتش کاهش می‌یابد. با وجود قدمت بسیار طولانی بورس‌های اوراق بهادار در جهان، بورس اوراق بهادار در ایران دارای پیشینه کوتاه‌مدتی است. گرچه آغاز فعالیت رسمی بورس اوراق بهادار در ایران به سال ۱۳۴۶ باز می‌گردد، ولی شروع فعالیت اصلی و اساسی این سازمان در سال ۱۳۶۸ بوده است. بورس مکانی است که در آن سهام شرکت‌های گوناگون تولیدی، خدماتی و سرمایه‌گذاری تحت ضوابط و مقررات خاص، مورد معامله قرار می‌گیرد (بادبروت، ۱۳۹۲). تحقیقات زیادی تا کنون توسط محققین بازار سرمایه در این رابطه انجام شده است که این خود نیاز به چنین تحقیقاتی را نشان می‌دهد. امروزه حجم عظیمی از سرمایه‌ها در بورس رد و بدل می‌شود. بنابراین تأثیر آن بر نظام‌های اقتصادی اجتناب‌ناپذیر است. از طرفی بورس مکانی برای سرمایه‌گذاری‌ها است که هم سرمایه‌گذاران کلان و هم مردم عادی می‌توانند در این بازار فعالیت کنند. در اقتصاد امروز، کشورها با نظام‌های سیاسی متفاوت، ضرورت تقویت و توجه به بورس را از اهداف اصلی خود می‌دانند. زیرا بورس علاوه بر تجهیز و هدایت منابع سرگردان، در تأمین منابع مالی بنگاه‌های اقتصادی بسیار حایز اهمیت است. از طرفی در اکثر کشورها، بیشترین مقدار سرمایه از طریق بورس مبادله می‌شود. اقتصادهای ملی، متأثر از عملکرد بورس‌ها هستند. به‌علاوه بورس یک ابزار سرمایه‌گذاری در دسترس، هم برای سرمایه‌گذاران کلان و هم برای عموم مردم است (خاکیه، ۱۳۹۱).

اما به دلیل نامشخص بودن آینده، فرآیند تصمیم‌گیری برای نگهداری سهام یک شرکت، فروش سهام موجود و یا خرید سهام جدید، در کلیه جوامع با مشکل مواجه است. قبل از آن‌که یک سرمایه‌گذار قصد خرید سهام را داشته باشد، باید بررسی‌های لازم را در مورد شرکت‌های مختلف انجام دهد تا زیانی متوجه سرمایه وی نشود و با پیش‌بینی وضعیت آینده، زمان، میزان و محل سرمایه‌گذاری خود را به گونه‌ای تعیین کند که سرمایه‌گذاری با کمترین خطر و بیشترین بازده را انتخاب کند (خاکیه، ۱۳۹۱). پیش‌بینی تغییرات قیمت سهام شرکت‌ها یکی از مهم‌ترین وظایف در بازارهای مالی بوده که توجه محققان و سیاست‌گذاران را در طی دو دهه اخیر به خود جلب کرده است تا آن‌ها بتوانند از این پیش‌بینی‌ها در

ارزیابی و قیمت‌گذاری دارایی‌ها، تخصیص بهینه منابع مالی و ارزیابی عملکرد مدیریت ریسک استفاده نمایند (مشیری و مروت، ۱۳۸۵).

پیش‌بینی قیمت سهام یکی از کارهای چالش‌برانگیز برای سرمایه‌گذاران مالی در جهان است. این چالش به دلیل عدم اطمینان و نوسانات قیمت سهام در بازار است. با توجه به فن‌آوری و جهانی‌شدن کسب و کار و بازارهای مالی پیش‌بینی های دقیق و سریع قیمت حایز اهمیت است. تغییرات قیمت سهام توسط بسیاری از جنبه‌ها و عوامل مختلف تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. هنگامی که ما قیمت سهام را پیش‌بینی می‌کنیم ساخت یک مدل ریاضی تعیین‌شده بین قیمت سهام و این عوامل پیچیده دشوار است. زیرا از یک‌طرف این رابطه، رابطه‌ای بسیار پیچیده و غیر خطی است و از سوی دیگر چون این عوامل نمی‌توانند به طور کامل درک شوند، هیچ مدلی نمی‌تواند همه این عوامل را شامل شود. مدل‌های سنتی پیش‌بینی قیمت سهام، مانند مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) از روش اندازه‌گیری آماری به عنوان پشتیبان استفاده می‌کنند. اگرچه آن‌ها دارای تاریخ نسبتا" طولانی، بنیاد نظری استوار و ساختار ساده هستند اما دارای معایبی نیز هستند از جمله آن‌که از آن‌جا که عوامل مؤثر بر قیمت سهام بسیار پیچیده هستند و شناخت دقیق آن‌ها کار دشواری است پس نمی‌توان به وسیله رگرسیون یک مدل دقیق ریاضی و خطی برای پیش‌بینی قیمت سهام تبیین نمود. مورد دیگر آن‌که این مدل‌ها به مقدار زیادی داده‌های نمونه و همچنین زمان طولانی نیاز دارند. بسیاری از نظم‌های درازمدت مدل خلاصه خوبی در پیش‌بینی رفتار کوتاه مدت بازار نیستند. با این‌حال چیزی که سرمایه‌گذاران به آن توجه دارند اغلب نوسانات قیمت سهام در کوتاه‌مدت است. اخیراً کاربرد تکنیک‌های داده‌کاوی برای پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی مورد توجه تحقیقات زیادی قرار گرفته است و پیشرفت‌های زیادی در زمینه کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار و مقایسه آن با مدل‌های خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته ARIMAصورت گفته است.

مبانی نظری

به طور کلی مدل‌های پیش‌بینی اقتصادی بر اساس داده‌های سری‌زمانی به دو گروه خطی و غیر خطی تقسیم می‌شوند. مدل‌های پیش‌بینی خطی شامل مدل‌های ذیل می‌شود:

۱- مدل‌های رگرسیونی تک معادله‌ای ۲- مدل‌های رگرسیون معادلات همزمان

۳- مدل‌های ARIMA ۴- مدل‌های VAR

به عنوان مثال، یک مدل رگرسیون تک‌معادله‌ای برای تقاضای خودرو را درنظر بگیرید. بر اساس

تئوری اقتصادی، فرض می‌شود که تقاضا برای خودرو تابعی از قیمت خودرو، مخارج تبلیغاتی (تبلیغ برای خودرو)، نرخ بهره (به عنوان معیار هزینه وام)، و دیگر متغیرهای مربوطه است. با استفاده از داده‌های سری‌زمانی، یک مدل مناسب تقاضا برای خودرو تخمین زده می‌شود، از این مدل تخمینی می‌توان برای پیش‌بینی تقاضای اتوموبیل در آینده استفاده کرد. کتابی که توسط باکس و جنکینز تحت عنوان « تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی پیش‌بینی و کنترل » نوشته شده است، گروه جدیدی از ابزارهای پیش‌بینی را معرفی می‌کند که به متدولوژی باکس – جنکینز معروف می‌باشند، که از نظر تکنیکی به متدولوژی ARIMA شهرت یافته است. تأکید بر این روش جدید پیش‌بینی، بر اساس مدل‌های تک‌معادله‌ای و معادلات همزمان نمی‌باشد که بر تجزیه و تحلیل احتمالی یا استوکاستیک سری‌های زمانی تحت این فلسفه که « اجازه دهید اطلاعات خود را بازگو نمایند »، تأکید دارد. بر خلاف مدل‌های رگرسیونی که در آن‌ها Y_t (متغیر وابسته) با استفاده از X متغیر توضیحی $(X_1, X_2, ..., X_k)$ توضیح داده می‌شود، در مدل‌های سری‌زمانی از نوع BJ متغیر Y_t با استفاده از مقادیر گذشته (باوقفه یا با وقفه گذشته) از متغیر Y و جملات خطای استوکاستیک توضیح داده می‌شود. به همین مدل‌های ARIMA گاهی اوقات مدل‌های غیر تئوریک گفته می‌شوند زیرا آن‌ها را نمی‌توان از هیچ تئوری اقتصادی استنتاج کرد.

یک نوع از مدل‌های پیش‌بینی غیرخطی، مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی (ANN) هستند که می‌توانند هر تابعی را تخمین بزنند و فرآیندهایی با رفتار ناشناخته را مدل نمایند. یک شبکه عصبی مصنوعی ایده‌ای است برای پردازش اطلاعات که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده و مانند مغز به پردازش اطلاعات می‌پردازد. عنصر کلیدی این ایده ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی به‌هم‌پیوسته تشکیل شده که برای حل یک مسأله با هم هماهنگ کار می‌کنند. شبکه‌های عصبی مصنوعی ترکیبی از چندین واحد پردازش‌گر اطلاعاتی می‌باشند که این واحدها را گره عصبی یا همان نرون می‌نامند. هر دسته از این نرون‌ها در لایه‌های مشخصی به صورت سلسله مراتبی سازماندهی شده‌اند. در یک طبقه‌بندی کلی می‌توان لایه‌ها را به سه نوع اصلی لایه ورودی، لایه میانی و لایه خروجی تقسیم کرد. تعداد گره‌های لایه ورودی برابر با تعداد متغیرهای مستقل بوده و تعداد گره‌های لایه خروجی برابر با تعداد متغیر خروجی که ۱ است می‌باشد. اما تنها راه تعیین تعداد لایه‌های میانی و تعداد گره در هر لایه میانی و همچنین نوع تابع تبدیل لایه‌های میانی و خروجی به صورت آزمون و خطا و با استفاده از نرم‌افزارMATLAB انجام خواهد گرفت و بایستی طراحی شبکه عصبی طوری انتخاب شود که حداقل خطای پیش‌بینی را داشته باشد.

پیشینه پژوهش

خاشعی و بیجاری[۱] (۲۰۱۰) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و ARIMA نرخ پوند/دلار را پیش‌بینی نمودند. نتایج دلالت بر این داشت که دقت پیش‌بینی با شبکه‌های عصبی مصنوعی در دوره ۳۵ روزه از ARIMA بیشتر است. در حالی که شبکه عصبی نسبت به ARIMA در دوره زمانی ۶۵ روزه دقت پیش‌بینی پایین‌تری دارد.

وانگ و همکاران[۲] (۲۰۱۲) با استفاده از مدل هموارسازی نمایی، ARIMA، شبکه عصبی و مدل ترکیبی پیشنهادی به پیش‌بینی شاخص بورس شانگهای و شاخص داوجونز پرداختند. مدل پیشنهادی آن‌ها ترکیبی از وزن‌های بهینهٔ مدل هموارسازی نمایی، ARIMA و شبکه عصبی می‌باشد که وزن‌های بهینه از طریق الگوریتم ژنتیک بدست آمده است. ایشان از معیارهای میانگین قدرمطلق خطا(MAE) ، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE) برای ارزیابی عملکرد مدل‌های مذکور استفاده کرده و نشان می‌دهند مدل ترکیبی در مقایسه با مدل هموارسازی نمایی، ARIMA و شبکه عصبی از عملکرد بهتری برخوردار است.

ورکویجن[۳] (۲۰۱۳) دقت مدل‌های مختلف برای پیش‌بینی نرخ مبادله دلار آمریکا به مارک آلمان در افق‌های زمانی ۱ تا ۳۶ ماه بعد را با یکدیگر مقایسه کرد. وی اذعان داشت که در پیش‌بینی، مدل‌های شبکه‌های عصبی از مدل‌های رگرسیون خطی و پیش‌بینی‌های گام تصادفی، به‌ویژه در افق‌های زمانی طولانی‌تر، دقیق‌تر بودند.

هوانگ و آنگ[۴] (۲۰۱۴) یک مدل ساده شبکه عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی ARIMA برای سری های زمانی استفاده کردند. وی و همکارانش بیان می‌دارند هنگامی که از داده‌های پیچیده و غیرخطی استفاده می‌شود، مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی قادر به مدل‌سازی مناسب‌تری برای داده‌ها بوده و این در حالی است که مدل‌های خطی ARIMA چنین قابلیتی برای داده‌های غیرخطی ندارد.

رابرت و آیدن[۵] (۲۰۱۶) به پیش‌بینی قیمت اختیار معامله شاخص نیکی به وسیله شبکه عصبی پس انتشار اقدام کردند. صحت نتایج مختلف بر اساس داده‌های مختلف متفاوت بود. آن‌ها پیشنهاد دادند که در بازارهای بی‌ثبات پیش‌بینی قیمت اختیار معامله به وسیله شبکه‌های عصبی بهتر از روش سنتی عمل می‌کند. آن‌ها نتیجه گرفتند کسی که ریسک و بازده کمتری می‌خواهد باید از روش سنتی و کسی که ریسک و بازده بیشتری می‌خواهد باید بر اساس نتایج شبکه عصبی معامله کند.

صادقی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر انتظارات قیمتی برای

داده‌های روزانه، به مدل‌سازی و پیش‌بینی روزانه سبد نفت خام اوپک پرداختند و نتایج آن را با مقادیر پیش‌بینی‌شده توسط مدل ARIMA بر اساس معیارهای اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی، مورد مقایسه قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد که شبکه عصبی مورد استفاده، نسبت به مدل ARIMA از قدرت پیش‌بینی بهتری برخوردار است و قیمت نفت خام تابعی از قیمت‌های ۵ روز گذشته خود می‌باشد.

موسوی (۱۳۹۰) در تحقیق خود به مقایسه پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس با استفاده از دو روش شبکه عصبی مصنوعی و روش رگرسیون ARIMA پرداخته است. در مدل شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از مقادیر روزانه متغیرهای قیمت نفت برنت، قیمت آغازین، بیشترین و کمترین قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس، به پیش‌بینی قیمت پایانی سهام این شرکت پرداخته شده است. مقایسه نتایج شبکه عصبی با رگرسیون ARIMA حاکی از عملکرد بهتر شبکه عصبی بوده است.

دکتر عادل‌آذر و همکاران(۱۳۹۱)طی تحقیقی به پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداختند. نمونه مورد استفاده آن‌ها در این تحقیق ۹۰ شرکت از مجموعه مورد اشاره فوق بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶ می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که به‌کارگیری شبکه عصبی و ۹ متغیر انتخاب‌شده، ۹۹ درصد الگوبرداری صحیح در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها توسط گروه آزمایشی را به دست می‌دهد و به کار بستن این الگو در گروه آزمایشی، ۸۶ درصد صحت پیش‌بینی‌ها در طبقات سودآور و زیان‌آور آینده را رقم می‌زند.

خاکیه (۱۳۹۱) به دلیل اهمیت سرمایه‌گذاری و به ویژه سرمایه‌گذاری در بورس به پیش‌بینی بازدهی شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار جهت کاهش ریسک حاصل از تصمیم‌گیری پرداخته است. او در این تحقیق به مقایسه سه مدل ARIMA،FARIMA و شبکه عصبی پرداخت و به این نتیجه رسید که در پیش‌بینی بلندمدت و با تعداد داده‌های بیشتر، مدل شبکه عصبی عملکرد بهتری نسبت به مدل ARIMA داشته است و در پیش‌بینی کوتاه‌مدت و با تعداد داده‌های کمتر، مدل FARIMA نسبت به مدل ARIMA نتایج بهتری را ارایه کرده است.

بادبروت (۱۳۹۲) به مقایسه دقت پیش‌بینی سه مدل شبکه عصبی مصنوعی(ANN)، ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) و فرآیندهای اتورگرسیو میانگین متحرک ARMA برای پیش‌بینی قیمت سهام پرداخت. او در این تحقیق از داده‌های روزانه ۸ شرکت فعال بورس اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۸۸ تا اوایل نیمه دوم سال ۹۲ استفاده کرد و مقادیر معیارهای ارزیابی دقت پیش‌بینی MAPE،RMSE و TIC برای هر سه مدل برآورد شد و این نتیجه به دست آمد که روش SVM کیفیت پیش‌بینی بهتری

از ANN و ARMA در پیش‌بینی قیمت سهام دارد.

کوهساری (۱۳۹۳) به مقایسه مدل آلگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فولاد مبارکه اصفهان پرداخت. در بررسی انجام‌شده، متغیرهای تأثیرگذار بر قیمت سهام فولاد مبارکه اصفهان، قیمت نفت، قیمت شمش فولاد و قیمت دلار در نظر گرفته شد و مدل‌های طراحی‌شده اجرا گردید. نتایج حاکی از کارایی هر دو مدل ارایه‌شده برای پیش‌بینی قیمت سهام فولاد مبارکه می‌باشد. نتایج مقایسه مدل شبکه عصبی مصنوعی پس‌انتشار خطا و مدل شبکه عصبی مصنوعی تلفیقی با آلگوریتم ژنتیک حاکی‌از آن است‌که شبکه عصبی مصنوعی تلفیقی با آلگوریتم‌ژنتیک‌عملکرد بهتری دارد.

زارعی (۱۳۹۴) به پیش‌بینی روند آتی شاخص صنایع برتر بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از بازده قیمت بازارهای ارز، طلا و نفت با استفاده از شبکه‌های عصبی پویا پرداخت. تحقیق او نشان داد که مدل شبکه عصبی پویا در ارتباط با تخمین روند آتی شاخص محصولات شیمیایی، صنعت خودروسازی، کانه فلزی، فلزات اساسی، فرآورده‌های نفتی، بانک‌ها و موسسات تجاری نسبت به مدل شبکه عصبی ایستا قدرت بیشتری دارد.

امینی آرش (۱۳۹۵) به بررسی دقت سه مدل شبکه عصبی مصنوعی، شبکه‌های عصبی فازی و آلگوریتم ژنتیک برای انتخاب بهترین معیار پیش‌بینی بازده شرکت‌ها پرداخت. او در این تحقیق از داده-های بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده کرد. نتایج تحقیق او نشان داد که تلفیقی از دو مدل شبکه عصبی مصنوعی و آلگوریتم ژنتیک بهترین نتیجه را به دست می دهد.

خراشادی‌زاده (۱۳۹۵) به مقایسه کارایی دو مدل ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی قیمت صادراتی سنگ آهن و کرومیت پرداخته است. در این تحقیق به منظور تجزیه و تحلیل از داده‌های مربوط به بازه زمانی فروردین ۱۳۸۸ تا شهریور ۱۳۹۳ به دلیل روند منظم‌تر نسبت به سایر داده‌ها استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل ARIMA از کارایی بیشتری برخوردار بوده است.

سراییان (۱۳۹۶) با استفاده از داده‌های قیمت سهام مانند قیمت آغازین، بیشترین قیمت، کمترین قیمت، قیمت پایانی و حجم معاملات به پیش‌بینی قیمت سهام یک روز بعد پرداخته است. او در این پژوهش از سه مدل ARIMA، شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان استفاده کرده است. نتایج تحقیق ایشان نشان‌دهنده عملکرد بهتر مدل ماشین بردار پشتیبان نسبت به دو روش رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی قیمت سهام روز آتی بوده است.

فرضیه پژوهش

مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) پیش‌بینی بهتری از قیمت سهام در بازار سهام ایران در مقایسه با روش خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) دارد.

روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری تحقیق شرکت‌های دارویی عضو بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد که به منظور تعیین تعداد نمونه از روش کوکران استفاده شده است. با استفاده از این روش و با پذیرش خطای ۱۰ درصد تعداد ۲ شرکت از بین ۸ شرکت دارویی عضو بورس اوراق بهادار تهران که دارای شرایط ذیل بودند، به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. نمونه انتخاب شده دارای شرایط ذیل بوده‌اند:

۱- قبل از سال۹۲در بورس‌اوراق‌بهادارتهران پذیرفته‌شده‌باشندوسال مالی آن‌ها پایان اسفندماه باشد.

۲- در طول سال مالی وقفه معاملاتی بیش از ۳ ماه نداشته باشند.

۳- در طول دوره مورد نظر زیان‌ده نباشند.

۴- کلیه اطلاعات مورد نیاز تحقیق در مورد آن‌ها در دسترس باشد.

دوره زمانی تحقیق از انتهای شهریور سال ۹۵ تا ابتدای تیر ۹۷ در نظر گرفته شده است. اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق از صورت‌های مالی شرکت‌ها گردآوری می‌شود.

تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه گردآوری داده‌ها از نوع تحقیقات توصیفی – پیمایشی می‌باشد. روش‌شناسی از نوع پس‌رویدادی است. بدین معنا که انجام پژوهش بر اساس اطلاعات گذشته انجام می‌شود. داده‌های مورد نیاز برای انجام این تحقیق به روش کتابخانه‌ای به دست آمده است.

مدل‌ها و متغیرهای پژوهش

در این تحقیق از دو روش پیش‌بینی ARIMA و روش شبکه عصبی مصنوعیANN برای پیش‌بینی مقادیر آینده استفاده می‌شود. مدل ARIMA به صورت زیر تعریف می‌شود :

$$Yt = \theta + \alpha 1Yt\text{-}1 + \alpha 2Yt\text{-}2 + \ldots + \alpha nYt\text{-}n + \beta 0Ut + \beta 1Ut\text{-}1 + \ldots + \beta nUt\text{-}n$$

در این مدل Ytکه همان متغیر قیمت سهام در زمان t می‌باشد به مقادیر باوقفه خودش و همچنین Ut (جمله اخلال خالص)و مقادیر باوقفه جمله اخلال ارتباط دارد. در واقع اگر سری زمانی ایستا باشد (سری زمانی ایستا سری زمانی است که مشخصه‌های آماری آن مانند میانگین و واریانس در طول زمان ثابت باشد) مدل بالا را می‌توان به صورت ARMA(p,q) نشان داد که در آنp تعداد جملات باوقفه از

متغیر Y و q تعداد جملات باوقفه از جمله اخلال می‌باشد. ولی اگر سری زمانی ایستا نباشد آن را سری زمانی انباشته گویند و برای آن‌که بتوان سری زمانی انباشته را مدل‌سازی کرد بایستی آن را به یک سری زمانی ایستا تبدیل کرد که این امر با تفاضل‌گیری مرتبه اول از سری زمانی انجام می‌شود و ممکن است با یک بار و یا چندین بار تفاضل‌گیری مرتبه اول سری زمانی به سری ایستا تبدیل شود. بنابراین اگر یک سری زمانی پس از d مرتبه تفاضل‌گیری مرتبه اول ساکن شود و سپس آن را توسط فرآیند ARMA (p,q) مدل‌سازی کنیم، در این‌صورت سری زمانی اصلی، سری زمانی خودرگرسیونی میانگین متحرک انباشته ARIMA (p,d,q) می‌باشد که در آن p تعداد جملات خودرگرسیون و d تعداد دفعات تفاضل‌گیری مرتبه اول برای ساکن شدن سری زمانی و q تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشد. به منظور بررسی ایستایی سری زمانی از آزمون دیکی فولر استفاده خواهد شد. در صورت اطمینان از ایستایی سری زمانی سپس با استفاده از روش پیشنهادی پسران و پسران[۶] (۱۹۹۷) تعداد جملات خود رگرسیو میانگین متحرکی که بتواند بهترین پیش‌بینی از قیمت سهام داشته باشد انتخاب خواهد شد.

در بخش دیگر تحقیق از روش شبکه عصبی مصنوعی ANN برای پیش‌بینی قیمت سهام استفاده خواهد شد. برای پیش‌بینی یک سری زمانی تک‌متغیره مانند قیمت سهام توسط شبکه عصبی، ابتدا باید مجموعه‌ای از داده‌های ورودی (مجموعه آموزش) در اختیار شبکه قرار داده شود تا شبکه مکانیسم نهفته در ورای این سری زمانی را به اصطلاح یاد بگیرد. سپس مجموعه‌ای دیگر از داده‌های ورودی (مجموعه آزمایش) در اختیار شبکه قرار داده می‌شود تا عملکرد و دقت پیش‌بینی شبکه عصبی محاسبه گردد. در شبکه عصبی به‌کار گرفته‌شده در این تحقیق ۸۰ درصد از داده‌ها به داده‌های آموزش و ۱۰ درصد برای ارزیابی و مابقی داده‌ها برای آزمایش اختصاص داده خواهد شد. در این تحقیق با توجه به تحقیقات قبلی انجام‌شده در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام از شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه (MLP) با آلگوریتم یادگیری پس‌انتشار خطا استفاده می‌شود. برای انجام این پژوهش از داده‌های مربوط به P/E و حجم معاملات سهام دو شرکت دارویی، نرخ ارز، نرخ تورم، قیمت نفت خام و قیمت طلا به عنوان متغیرهای مستقل و قیمت سهام شرکت‌های مورد نظر به عنوان متغیر وابسته استفاده می‌شود.

جدول۱ : ورودی و خروجی‌های مدل شبکه عصبی

نوع متغیر	نام متغیر
ورودی	حجم معاملات سهام
ورودی	قیمت طلا
ورودی	قیمت نفت خام
ورودی	نرخ ارز
ورودی	شاخص صنعت دارو
خروجی	قیمت سهام

پس از مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از فرآیند ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی ANN به منظور ارزیابی قدرت پیش‌بینی این دو مدل از شاخص‌های زیر استفاده خواهد شد.

$MAD = 1/n \sum_{t=1}^{n} |X_t - \hat{X}|$ میانگین قدر مطلق انحرافات (۱)

$MSE = {}^{1}/_{n} \sum_{t=1}^{n} (X_t - \hat{X}_t)^2$ میانگین مجذور خطاها (۲)

$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} (X_t - \hat{X}_t)^2}$ جذر میانگین مجذور خطاها (۳)

$MAPE = {}^{1}/_{n} \sum_{t=1}^{n} \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right| (\%100)$ میانگین قدر مطلق درصد خطاها (۴)

یافته‌های پژوهش

پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های منتخب دارویی با استفاده از مدل ARIMA

از آن‌جا که پیش‌بینی مقدار یک متغیر با استفاده از مدل ARIMA فقط برای فرآیند تصادفی ایستا صحیح است، در ابتدا باید ایستایی متغیر قیمت سهام را با استفاده از آزمون ریشه واحد بررسی نمود. به طور کلی یک فرآیند تصادفی هنگامی ساکن یا ایستا نامیده می‌شود که میانگین و واریانس آن در طول زمان ثابت باشد و مقدار کوواریانس بین دو دوره زمانی، تنها به فاصله یا وقفه بین دو دوره بستگی داشته و ارتباطی به زمان واقعی محاسبه کوواریانس نداشته باشد. از آن‌جا که پیش‌بینی بر اساس داده‌های غیرساکن و یا ناایستا معتبر نمی‌باشد، بایستی داده‌ها به روش‌های مختلف ایستا گردند.

بررسی ایستایی و ناایستایی سری از طریق انجام آزمون ریشه واحد

در این روش با انتخاب وقفه مناسب و روش مورد نظر، خروجی خواهیم داشت که در آن نتایج آزمون آورده شده است. در این تحقیق روش دیکی- فولر تعمیم‌یافته مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آزمون دیکی- فولر تعمیم‌یافته برای ریشه واحد، به همراه مقادیر بحرانی مک‌کینون در جدول (۲) برای قیمت

سهام دو شرکت آورده شده است. با توجه به این‌که مقدار محاسباتی دیکی-فولر از مقادیر مک‌کینون در سطوح مختلف برای متغیر قیمت سهام هر دو شرکت بیشتر است، فرض H_0 ما که وجود ریشه واحد (ناایستا بودن) است، رد می‌شود و نتیجه این‌که هر دو سری با یک‌بار تفاضل‌گیری ایستا می‌باشند.

جدول ۲ : بررسی وضعیت ایستایی متغیر قیمت سهام (یافته‌های پژوهش)

نام متغیر	آماره دیکی‌فولر	مقدار بحرانی	مرتبه ایستایی	وضعیت عرض از مبدأ و روند
قیمت سهام شرکت البرزدارو	-۱۰,۷۱***	-۳,۴۳	I(۱)	دارای عرض از مبدأ و روند
قیمت سهام شرکت جام‌دارو	-۱۱,۸۳***	-۳,۴۳	I(۱)	دارای عرض از مبدأ و روند

* و ** و *** به ترتیب بیانگر ۱۰، ۵ و ۱ درصد سطح معنی‌داری می‌باشد.

تخمین معادله پیش‌بینی

پس از اطمینان از ایستا بودن سری، در این مرحله به دنبال وقفه‌های خودرگرسیونی و میانگین متحرکی هستیم که در پیش‌بینی موردنظر نقش دارند و تخمین بر اساس آن‌ها صورت می‌گیرد.

در این تحقیق از روش پیشنهادی پسران و پسران (۱۹۹۷) برای تعیین تعداد جملات خودرگرسیو و میانگین متحرک استفاده شده است. به همین منظور معیار شوارتز-بیزین محاسبه شده و نتایج آن در جداول (۳) و (۴) آورده شده است.

بر اساس نتایج جداول (۳) و (۴)، کمترین قدرمطلق آماره شوارتز–بیزین برای شرکت البرزدارو برابر ۰,۳۱ است که مربوط به فرآیندی به تعداد جملات خودرگرسیو برابر ۱ و میانگین متحرک برابر ۰ می‌باشد. لذا از میان حالت‌های مختلف، فرآیند ARIMA(1,1,0) به عنوان بهترین حالت برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت البرزدارو انتخاب گردیده است. کمترین قدرمطلق آماره شوارتز–بیزین برای شرکت جام‌دارو برابر ۰,۳۶ است که مربوط به فرآیندی به تعداد جملات خودرگرسیو برابر ۱ و میانگین متحرک برابر ۱ می‌باشد. لذا از میان حالت‌های مختلف، فرآیند ARIMA(1,1,1) به عنوان بهترین حالت برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت جام‌دارو انتخاب شده است.

جدول ۳ : مقادیرمعیار شوارتز-بیزین (SBC) برای داده‌های شرکت البرزدارو (یافته‌های پژوهش)

q / p	۰	۱	۲	۳
۰	.....	۱,۶	۰,۸۱	۰,۶۶
۱	۰,۳۱-	۰,۵۷-	۰,۸-	۰,۶-
۲	۰,۴۶-	۰,۴۷-	۰,۳۳-	۰,۵-
۳	۰,۶۸-	۰,۶۲-	۰,۷۸-	۰,۸۲-

جدول ۴ : مقادیرمعیار شوارتز-بیزین (SBC) برای داده‌های شرکت جام‌دارو (یافته‌های پژوهش)

q / p	۰	۱	۲	۳
۰	.....	۱,۳	۰,۶۵	۰,۶۳
۱	۰,۵۴-	۰,۳۶-	۰,۷۲-	۰,۶۱-
۲	۰,۳۹-	۰,۵۱-	۰,۵۹-	۰,۶۳-
۳	۰,۸۲-	۰,۵۷-	۰,۸۱-	۰,۸۱-

پیش‌بینی مدل ARIMA

در این تحقیق از روش ایستا[۷]برای پیش‌بینی استفاده شده است. نتایج حاصل از این پیش‌بینی در جداول (۵) و (۶) و همچنین معیارهای قدرت پیش‌بینی در جداول (۷) و (۸) آورده شده است.

جدول۵ : نتایج حاصل از برآورد فرآیند ARIMA (1,1,0) مربوط به شرکت البرزدارو (یافته‌های پژوهش)

	نام متغیر	ضریب	خطای معیار
C	عرض از مبدأ	۸۸۴,۸۲	۱,۲۸***
AR(1)	تفاضل مرتبه اول قیمت سهام البرزدارو با یک وقفه R2=۰,۷۱	۰,۹۵	۰,۰۴***

* و ** و *** به ترتیب بیانگر ۱۰، ۵ و ۱ درصد سطح معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۶ : نتایج حاصل از برآورد فرآیند ARIMA (1,1,1) مربوط به شرکت جام‌دارو (یافته‌های پژوهش)

	نام متغیر	ضریب	خطای معیار
C	عرض از مبدأ	۱۱۰۸,۴۳	۱,۱۳***
AR(1)	تفاضل مرتبه اول قیمت جام‌دارو با یک وقفه	۰,۹۶	۰,۱۵***
MA(1)	میانگین متحرک با یک وقفه	۰,۶۹	۱,۱۱***
	R2=۰,۷۴		

* و ** و *** به ترتیب بیانگر ۱۰، ۵ و ۱ درصد سطح معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۷ : معیارهای قدرت پیش‌بینی در مدل ARIMA مربوط به شرکت البرزدارو (یافته‌های پژوهش)

فرآیند	R2	MSE	RMSE	MAD	MAPE
ARIMA(1,1,۰)	۰,۷۱	۹۷۶۶۵۲	۹۸۸,۲۶	۱۹۳۳	٪۲۵,۳

جدول۸ : معیارهای قدرت پیش‌بینی در مدل ARIMA مربوط به شرکت جام‌دارو (یافته‌های پژوهش)

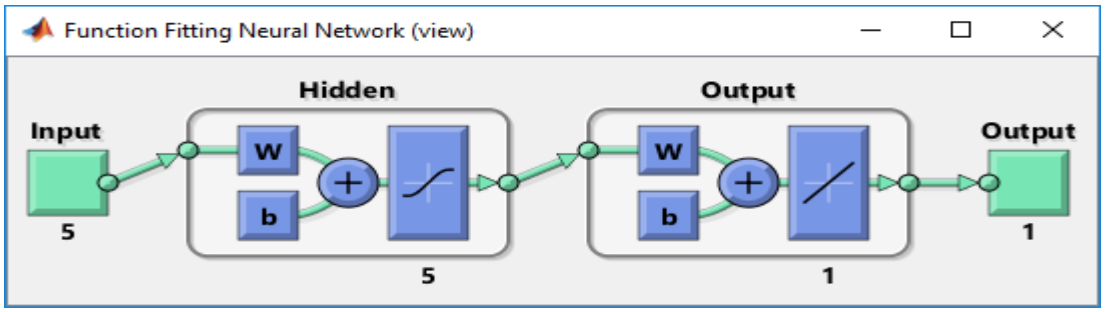
فرآیند	R2	MSE	RMSE	MAD	MAPE
ARIMA(1,1,۰)	۰,۷۴	۳۱۴۵۷۴۰	۱۷۷۳,۶۲	۵۷۴۰	٪۳۸,۲

این نتایج در ادامه تحقیق با نتایج به دست آمده از روش شبکه عصبی مصنوعی مقایسه شده و بهترین مدل پیش‌بینی مشخص خواهد شد.

پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌ها با استفاده از شبکه عصبی

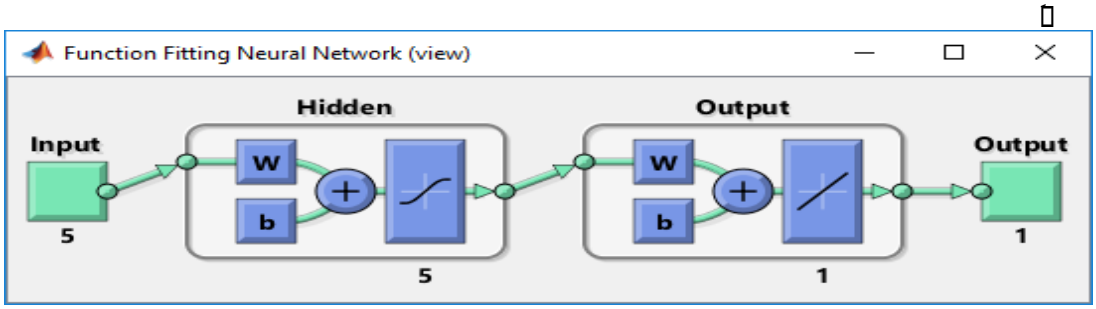
در این تحقیق از یک شبکه عصبی پیش‌خور چندلایه (MLP) برای هر دو شرکت استفاده شده است. در شبکه عصبی طراحی‌شده برای شرکت البرزدارو تعداد نورون‌های لایه ورودی برابر ۵ است که برابر با تعداد متغیرمستقل مدل می‌باشد.

این شبکه دارای یک لایه مخفی است. تعداد نورون‌های این لایه برابر ۵ و تابع محرکه لایه میانی تابع تانژانت هایپربولیک در نظر گرفته شده است. تعداد نورون در نظر گرفته‌شده برای لایه خروجی یک است و تابع تبدیل این لایه یک تابع خطی است. تعیین معماری مدل شبکه عصبی (نوع شبکه، تعداد لایه‌های مخفی، تعداد نورون‌های لایه ورودی و لایه مخفی و تابع تبدیل لایه‌های مخفی و خروجی) به صورت آزمون و خطا انجام گرفته است. شکل (۱) نوع معماری مدل شبکه عصبی را برای شرکت البرزدارو نشان می‌دهد.



شکل ۱ : نوع معماری مدل شبکه عصبی مربوط به شرکت البرزدارو (یافته‌های پژوهش)

در شبکه عصبی طراحی‌شده برای شرکت جام‌دارو تعداد نورون‌های لایه ورودی برابر ۵ است. این شبکه دارای یک لایه مخفی است. تعداد نورون‌های این لایه برابر ۵ و تابع محرکه لایه میانی تابع تانژانت هایپربولیک در نظر گرفته شده است. تعداد نورون در نظر گرفته‌شده برای لایه خروجی یک است و تابع تبدیل این لایه یک تابع خطی است. تعیین معماری مدل شبکه عصبی (نوع شبکه، تعداد لایه‌های مخفی، تعداد نورون‌های لایه ورودی و لایه مخفی و تابع تبدیل لایه‌های مخفی و خروجی) به صورت آزمون و خطا انجام گرفته است. شکل (۲) نوع معماری مدل شبکه عصبی را برای شرکت جام‌دارو نشان می‌دهد.



شکل ۲ : نوع معماری مدل شبکه عصبی مربوط به شرکت جام‌دارو (یافته‌های پژوهش)

تعیین تعداد نمونه‌های آموزش و آزمایش

برای پیش‌بینی یک سری زمانی توسط شبکه عصبی، ابتدا باید مجموعه‌ای از داده‌های ورودی (مجموعه آموزش) در اختیار شبکه قرار داده شود تا شبکه، مکانیسم نهفته در ورای این سری زمانی را به اصطلاح «یاد بگیرد». سپس مجموعه‌ای دیگر از داده‌های ورودی (مجموعه آزمایش) در اختیار شبکه قرار داده می‌شود تا عملکرد و دقت پیش‌بینی شبکه محاسبه گردد. در شبکه عصبی به کار گرفته‌شده

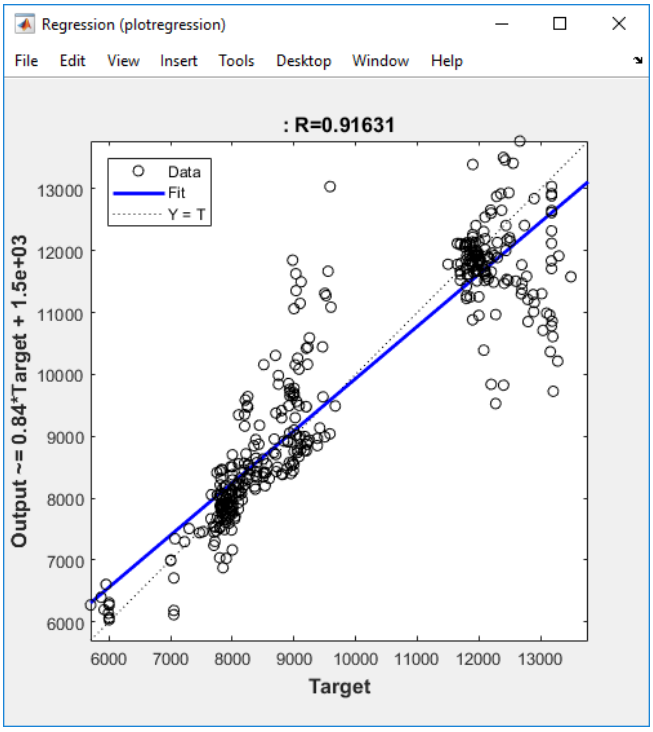
برای هر دو شرکت در این تحقیق، ۸۰ درصد از داده‌ها به داده‌های آموزش و ۱۰ درصد برای ارزیابی و مابقی داده‌ها برای آزمایش اختصاص داده شده است.

آلگوریتم یادگیری مورد استفاده

آلگوریتم یادگیری استفاده‌شده در این تحقیق از انواع آلگوریتم‌های لونبرگ-مارکوآت[۸] که تحت عنوان آلگوریتم پس‌انتشار به عقب (FFBP) شناخته شده است. در واقع از شبکه‌های پرسپترون چند لایه استفاده شده است.

پیش‌بینی

شبکه عصبی مورد استفاده برای تخمین قیمت سهام شرکت البرزدارو در ۳۷ تکرار همگرا می‌شود. نتایج تحلیل رگرسیونی نشان می‌دهد که شبکه عصبی مصنوعی در تخمین قیمت سهام شرکت البرزدارو کارا بوده و به راحتی نتیجه را برای روز مورد نظر پیش‌بینی می کند. شکل (۳) و جدول (۹) نتایج مدل شبکه عصبی تخمین‌زده‌شده برای شرکت البرزدارو را نشان می‌دهد.



شکل ۳ : نتایج مدل شبکه عصبی تخمین‌زده‌شده برای شرکت البرزدارو (یافته‌های پژوهش)

جدول۹ : معیارهای قدرت پیش‌بینی در مدل شبکه عصبی در مراحل مختلف برای شرکت البرزدارو (یافته‌های پژوهش)

معیار	آموزش	ارزیابی	تست	کل داده ها
R2	۰,۹۱	۰,۷۹	۰,۸۴	۰,۸۴
MSE	۵۶۲۷۵۰	۱۲۳۲۱۰۰	۷۹۱۵۸۰	۶۸۴۱۵۰
RMSE	۷۵۰,۱۷	۱۱۱۰	۸۸۹,۷	۸۲۷,۱۳
MAD	۹۸۲,۲	۱۲۳۳,۴۵	۱۶۴۱,۴	۱۷۴۵,۲۸
MAPE	٪۱۳,۷	٪۱۸,۲	٪۱۹,۷	٪۲۳,۲

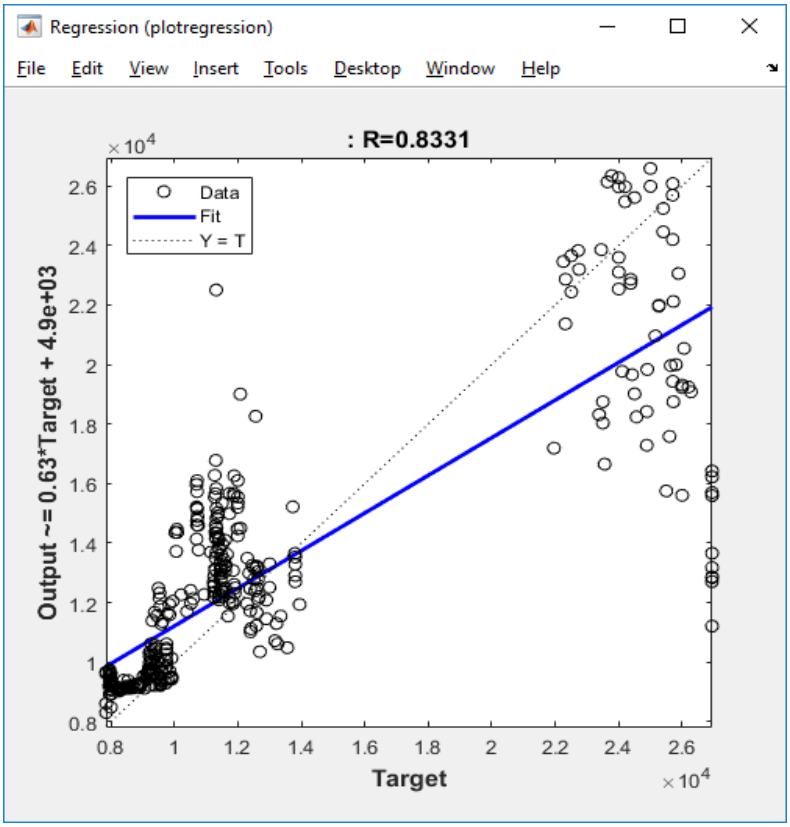
به منظور مقایسه مدل پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی با مدل ARIMA از معیارهای قدرت پیش‌بینی برای کل داده‌ها استفاده می‌شود. نتایج این مقایسه در جدول (۱۰) آورده شده است.

جدول۱۰ : مقایسه مدل پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی با مدل ARIMA برای شرکت البرزدارو (یافته‌های پژوهش)

معیار	مدل ARIMA	مدل شبکه عصبی مصنوعی
R2	۰,۷۱	۰,۸۴
MSE	۹۷۶۶۵۲	۶۸۴۱۵۰
RMSE	۹۸۸,۲۶	۸۲۷,۱۳
MAE	۱۹۳۳	۱۷۴۵,۲۸
MAPE	٪۲۵,۳	٪۲۳,۲

همان‌طور که جدول (۱۰) نشان می‌دهد، همه معیارها در مدل شبکه عصبی نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل ARIMA پیش‌بینی‌های بهتری خواهد داشت و بهتر است پیش‌بینی‌های مربوط به قیمت سهام شرکت البرزدارو با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی انجام شود.

شبکه عصبی مورد استفاده برای تخمین قیمت سهام شرکت جام‌دارو در ۱۳ تکرار همگرا می‌شود. نتایج تحلیل رگرسیونی نشان می‌دهد که شبکه عصبی مصنوعی در تخمین قیمت سهام شرکت جام‌دارو در مقایسه با شرکت دیگر کارایی کمتری داشته است. شکل (۴) و جدول (۱۱) نتایج مدل شبکه عصبی تخمین‌زده‌شده برای شرکت جام‌دارو را نشان می‌دهد.



شکل ۴ : نتایج مدل شبکه عصبی تخمین زده شده برای شرکت جام‌دارو (یافته‌های پژوهش)

جدول۱۱- معیارهای قدرت پیش‌بینی در مدل شبکه عصبی در مراحل مختلف برای شرکت جام‌دارو (یافته‌های پژوهش)

معیار	آموزش	ارزیابی	تست	کل داده‌ها
R2	۰,۷۱	۰,۶۲	۰,۷۴	۰,۶۹
MSE	۸۴۵۱۳۰۰	۲۴۸۸۵۰۰۰	۶۴۷۸۷۰۰	۱۰۳۶۲۰۰۰
RMSE	۲۹۰۷,۱۱	۴۹۸۸,۴۹	۲۵۴۵,۳۳	۳۲۱۹
MAD	۱۶۵۴۰	۲۵۴۳۰	۱۸۶۵۰	۲۰۲۵۰
MAPE	٪۴۶	٪۵۶	٪۵۱	٪۶۵

به منظور مقایسه مدل پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی با مدل ARIMA از معیارهای قدرت پیش‌بینی برای کل داده‌ها استفاده می‌شود. نتایج این مقایسه در جدول (۱۲) آورده شده است.

جدول ۱۲-مقایسه مدل پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی با مدل ARIMA برای شرکت جام‌دارو (یافته‌های پژوهش)

معیار	مدل ARIMA	مدل شبکه عصبی مصنوعی
R2	۰,۷۴	۰,۶۹
MSE	۳۱۴۵۷۴۰	۱۰۳۶۲۰۰۰
RMSE	۱۷۷۳,۶۲	۳۲۱۹
MAD	۵۷۴۰	۲۰۲۵۰
MAPE	٪۳۸,۲	٪۶۵

همان‌طور که جدول (۱۲) نشان می‌دهد، همه معیارها در مدل ARIMA وضعیت بهتری در مقایسه با مدل شبکه عصبی مصنوعی دارد و این به این ۰+معنا است که برای شرکت جام‌دارو استفاده از مدل ARIMA برای پیش‌بینی قیمت سهام، نتایج دقیق‌تری را نسبت به مدل شبکه عصبی خواهد داشت و این امر بیانگر این است که قیمت سهام شرکت جام‌دارو کمتر تحت تأثیر عوامل کلان اقتصادی بوده و بیشتر تحت تأثیر قیمت‌های گذشته سهام می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش برای شرکت البرزدارو نشان داد که همه معیارهای مقایسه دو مدل در مدل شبکه عصبی مصنوعی وضعیت بهتری نسبت به مدل ARIMA داشتند و مدل شبکه عصبی پیش‌بینی‌های دقیق‌تری را ارایه می‌دهد. در حالی که نتایج تحقیق در رابطه با شرکت جام‌دارو نشان داد که مدل ARIMA در مقایسه با مدل شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی‌های بهتر و دقیق‌تری را ارایه خواهد داد زیرا که همه معیارهای مقایسه دو مدل در مدل ARIMA وضعیت بهتری در مقایسه با مدل شبکه عصبی مصنوعی داشتند. این امر بیانگر این است که قیمت سهام شرکت جام‌دارو کمتر تحت تأثیر عوامل کلان اقتصادی بوده و بیشتر تحت تأثیر قیمت‌های گذشته سهام می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که فرضیه پژوهش در صورت تأثیرپذیری قیمت سهام از عوامل کلان اقتصادی صحیح بوده و مدل‌های پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی های بهتر و دقیق‌تری از مدل ARIMA خواهند داشت. در واقع می‌توان این‌گونه توضیح داد که در صورتی که قیمت سهام کمتر تحت تأثیر عوامل کلان اقتصادی بوده و بیشتر تحت تأثیر قیمت‌های گذشته سهام باشد مدل پیش‌بینی ARIMA پیش‌بینی‌های دقیق‌تری را نسبت به مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) ارایه خواهد داد و در صورتی که قیمت سهام بیشتر تحت تأثیر عوامل کلان اقتصادی بوده و کمتر تحت تأثیر قیمت‌های گذشته سهام باشد آن‌گاه

مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) نسبت به مدل ARIMA برتری خواهد داشت. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که هنگامی که حجم داده‌ها محدود باشد نتایج مدل شبکه عصبی چندان دقیق نخواهد بود و در این حالت بهتر است مدل ARIMA برای پیش‌بینی قیمت‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد و این به این معنا است که برای تخمین مدل شبکه عصبی مصنوعی تعداد قابل قبولی از داده‌ها مورد نیاز است. مدل شبکه عصبی را می‌توان همانند مدل ARIMA بدون نیاز به متغیرهای کلان اقتصادی و فقط با مقادیر با وقفه آن تخمین زد. در این‌صورت مقایسه دقیق‌تری بین دو مدل شبکه عصبی مصنوعی و ARIMA می‌تواند صورت گیرد.

به مسئولین، سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی، مدیران مؤسسات و شرکت‌ها و سایر فعالین بازارهای مالی پیشنهاد می‌شود که علاوه بر مدل‌های رایج در زمینه پیش‌بینی، شبکه‌های عصبی مصنوعی را نیز به عنوان یک ابزار قدرتمند برای پیش‌بینی‌ها مورد توجه قرار دهند.

داده‌های این تحقیق از داده‌های حسابداری و مالی شرکت‌های دارویی عضو بورس اوراق بهادار تهران گردآوری شده است و تسری نتایج این تحقیق به سایر صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران بایستی با احتیاط صورت گیرد.

در جهت توسعه پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود موارد ذیل مورد توجه قرار گیرد.

۱- با توجه به این که مدل‌های محاسباتی انعطاف‌پذیر مانند شبکه عصبی و یا مدل‌های حافظه بلندمدت نیاز به آمار بسیار زیاد دارند، شاید استفاده از بازه آماری وسیع‌تر در تفاوت معنی‌دار پیش‌بینی‌ها تأثیر داشته باشد و به عنوان یک موضوع تحقیق به محققان پیشنهاد می‌شود که در بازه‌های آماری مختلف مدل‌ها را برآورد و نتایج آن را با یکدیگر مقایسه کنند.

۲- مدل شبکه عصبی مصنوعی در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار MATLAB تخمین زده شده است. به عنوان یک موضوع برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود که مدل شبکه عصبی مصنوعی با سایر نرم‌افزارهایی که قادر به تخمین مدل شبکه عصبی هستند برآورد شده و تفاوت در مدل‌های ایجادشده ناشی از تغییر نرم‌افزار مورد استفاده، مورد بررسی قرار گیرد.

۳- به منظور کامل نمودن تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود که علاوه بر متغیرهای اقتصادی کلان که به عنوان متغیر مستقل در مدل شبکه عصبی آورده شده‌اند، مقادیر با وقفه متغیر وابسته نیز به عنوان متغیر مستقل به مدل اضافه شوند تا برآورد دقیق‌تری از مدل‌های مربوطه صورت گیرد.

منابع

۱) آذر، عادل. اعتمادی، حسین و بقایی، وحید. (۱۳۹۱). به کارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها (شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه تربیت مدرس.

۲) اشلقی طلوعی، عباس و حق‌دوست، شادی. (۱۳۸۸). مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی. پژوهش‌نامه اقتصادی.

۳) امینی آرش، زهرا. (۱۳۹۵) . پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی فازی و آلگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشکده حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی(واحد شهر قدس).

۴) بادبروت، عزالدین. (۱۳۹۲). مقایسه کارایی مدل‌های هوش مصنوعی و مدل ARMA برای پیش‌بینی قیمت سهام: مطالعه موردی هشت شرکت فعال بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد – گرایش نظری، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۵) خاکیه، سیما. (۱۳۹۱). مقایسه قدرت پیش‌بینی روش‌های ARIMA, FARIMA و شبکه عصبی در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام (مطالعه موردی بورس اوراق بهادار تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد–گرایش توسعه و برنامه‌ریزی اقتصادی، دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران مرکزی).

۶) خالوزاده، حمید و خاکی‌صدیق، علی. ارزیابی روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام و ارایه مدلی غیرخطی بر اساس شبکه‌های عصبی. مجله تحقیقات اقتصادی، سال چهارم، شماره ۶۳، صفحات ۴۳-۸۵

۷) خراشادی‌زاده، محمد. (۱۳۹۵). کاربرد مدل‌های عصبی مصنوعی و خودرگرسیونی در پیش‌بینی قیمت صادرات مواد معدنی ایران: مطالعه موردی سنگ آهن و کرومیت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام‌نور مشهد.

۸) زارعی، لیلا. (۱۳۹۴). پیش‌بینی روند بازار سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی پویا و بر اساس شاخص قیمت دلار، نفت و طلا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی.

۹) سراییان، آناهیتا. (۱۳۹۶). مقایسه روش‌های رگرسیون خطی، ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فولاد مبارکه اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه شیخ بهایی.

۱۰) صدیقی، اچ.آر. (۱۳۸۶). اقتصادسنجی رهیافت کاربردی. ترجمه شمس‌اله شیرین‌بخش [تهران]: انتشارات آوای نور.

۱۱) کوهساری، بابک. (۱۳۹۳). بررسی مقایسه‌ای آلگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی در ارایه مدل‌های پیش‌بینی قیمت سهام، مطالعه موردی فولاد مبارکه اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان.

۱۲) موسوی، فاطمه‌السادات. (۱۳۹۰). پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس با استفاده از شبکه‌عصبی و روش‌رگرسیونی. پایان‌نامه‌کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد.

۱۳) هاشمی اولادی، عبدالکریم. (۱۳۹۳). بررسی نتایج بکارگیری مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و گارچ در پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد (M.A) ، دانشکده مدیریت ، دانشگاه ازاد اسلامی (واحد تهران مرکز).

۱۴) صادقی، حسین. ذوالفقاری، مهدی و الهامی‌نژاد، مجتبی. (۱۳۹۰). مقایسه عملکرد شبکه‌های عصبی و مدل ARIMA در مدل‌سازی و پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت سبد نفت خام اوپک (با تأکید بر انتظارات تطبیقی). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شمارع ۲۸.

15) .Granger, C. W. J. (1991). Forecasting Stock market prices, Lessons for Department of Economics, p. 179.

16) Haoffi, Z., Gouping, X., Fagting, Y., Han, Y. (2007). A Neural Network Model Based on the Multi – Stage Optimization Approach for Short Term Food Price Forecasting in China. Expert System with Application, vol. 33, pp. 347-356.

17) Hwang, H., Ang, H. (2014). A Simple Neural Network for ARIMA Time Series. Omega, 29, pp. 319-333

18) Khashei, M., Bijari, M. (2010). An artificial neural network model for time series forecasting. Expert Systems with Appliations, 37(1), pp. 479-489

19) Hassan, R., Nath, B. (2007). A fusion model of hmm, ANN and GA for stock

20) market forecasting.Journal of Expert Systems with Applications,33(1), pp.171-180.

21) Mirmirani, S., Li, H.C. (2004). A comparison of VAR and neural networks withgenetic algorithm in forecasting price of oil. Advances in Econometrics, vol. 19, pp. 203-223.

22) Robert J. & Van Eyden. (2016). The Application of Neural Networks inthe Forecasting of Share Prices. Finance and Technology Publishing, pp. 47-72.

23) Serletin. A., Shintani, M. (2003). No evidence of chaos but some evidence of dependence in US stock market. Chaos, solitonis and

24) Fractals, 17, 449-459.

25) Shahwan, T., Odening, M. (2007). Forecasting Agricultural Commodity Prices using Hybrid Neural Networks. Computational Intelligence in Economics and Finance.
26) Tan, H., Prokhorov, K., Wunsch, K. (1995). Conservative Thiry Calendar Stock Prediction Using a Probabilistic Neural Networks: Proceedings of Computational Intelligence for Financial Engineering Conference, Piscataway, NJ, USA, pp. 113-117.
27) Wang, Y. J., Lee, H.S., Zmijewski, M. (2012). A clustering method to identify representative financial ratios. Information Science, vol. 178. pp. 1087-1097
28) Werkooijen, H. (2013). Neural Networks as Economic Tool. Economic Institute Report, vol. 5
29) White, H. (1988). Economic Prediction Using Neural Networks: The Case Of IBM Daily Stock Returns. Proceeding of the IEEE International Conference on Neural Network, 451-458.
30) Zou, H.F., Xia, G.P., Yang, F.T., Wang, H.Y. (2007). An investigation and comparison of artificial neural network and time series models for Chinese
31) food grain price forecasting. Nurocomputing, vol. 70, pp. 2913-2923

یادداشت‌ها :

1 - Khashei and Bijari
2- Wang et all
3- Werkooijen
4 - Hwang and Ang
5-Robert and Eyden
6- Pesaran &pesaran
7- Static
8-Levenberg-Marquardt