فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال ششم، شماره ۲ «پیاپی ۱۸»، تابستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۲۱-۱۰۵)

پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس با استفاده از شبکه عصبی و روش رگرسیونی: مطالعه موردی: قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس*

سید نظام الدین مکیان* فاطمه السادات موسوی**

تاریخ دریافت:۹۰/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش:۹۱/۰۷/۲۶

چکیده

یکی از راه‌های تامین سرمایه برای سرمایه‌گذاری، انتشار اوراق قرضه و سهام از طریق بازار بورس می‌باشد. افراد در این بازار انتظار دستیابی به سود را دارند. اولین و مهم‌ترین عاملی که در اتخاذ سرمایه‌گذاری در بورس فراروی سرمایه‌گذار قرار دارد عامل قیمت سهام است که به تبع آن مقوله ارزیابی و پیش‌بینی قیمت آینده نیز مطرح می‌شود. فعالان در این بازار درصدد دستیابی و به‌کارگیری روش‌هایی هستند تا با پیش‌بینی آتی قیمت سهام، سود سرمایه خود را افزایش دهند.مطالعه حاضر با هدف پیش‌بینی قیمت پایانی سهام- مطالعه موردی شرکت فرآورده‌های نفتی پارس- با به کارگیری داده‌های روزانه در دوره زمانی ۱۳۸۸/۸/۱۳ تا ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ از طریق دو روش شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیونی ARIMA صورت پذیرفته است. نتایج به‌دست آمده به وسیله مدل شبکه عصبی دارای خطای کمتر، قدرت توضیح‌دهندگی بالاتر و در نتیجه پیش‌بینی بهتری را نسبت به روش رگرسیونی نشان می‌دهد.

طبقه بندی JEL: G17, C58, C53

واژگان کلیدی: شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی قیمت سهام، مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA).

---

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد در دانشگاه یزد با موضوع "پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از تکنیک شبکه عصبی و مقایسه آن با روش رگرسیونی (مطالعه موردی: شرکت فرآورده‌های نفتی پارس)" می‌باشد.

* استادیار دانشگاه یزد، گروه اقتصاد، یزد، ایران(نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: nmakiyan@yazduni.ac.ir

** دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه یزد، پست الکترونیکی: mousavi.fatemehsadat@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

در طول چند سال اخیر رشد و توسعه بازار سرمایه کشور و معرفی ابزارها، سازوکار و پدیده‌های نو در آن، اهمیت بازار سرمایه را در اقتصاد کشور ارتقا داده است. پیش‌بینی 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 می‌شود که پیش‌بینی قیمت سهام در بازارهای مالی یکی از متغیرهای مهم در زمینه تصمیم‌های سرمایه‌گذاری، قیمت‌گذاری اوراق بهادار(مشتقه‌ها) و مدیریت ریسک است. از آنجا که سرمایه‌گذاران بازارهای بورس همواره علاقه‌مندند از روند بعدی قیمت‌ها مطلع شوند؛ فعالان این بازار درصدد دستیابی و به‌کارگیری روش‌هایی هستند تا بتوانند با پیش‌بینی آتی قیمت سهام، سود سرمایه خود را افزایش دهند. بنابراین، ضروری به نظر می‌رسد که روش‌های مناسب، صحیح و متکی به اصول علمی در تعیین قیمت آینده سهام فرآروی افراد سرمایه‌گذار قرار گیرد.

اقتصاددانان برای پیش‌بینی در بیشتر موارد از روش‌های اقتصاد سنجی استفاده می‌نمایند. در این بین، فرآیند خطی ARIMA[1] و ARMA[2] از پرکاربردترین روش‌های رگرسیونی در پیش‌بینی محسوب می‌شوند. در سال‌های اخیر به موازات پیشرفت‌های قابل توجه در پردازش سریع اطلاعات به وسیله ماشین‌های الکترونیکی، به کارگیری مدل‌های غیرخطی در میان اقتصاددانان به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است. شبکه‌های عصبی از معروف‌ترین این مدل‌ها در حوزه پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی است که استفاده از آن در دهه نود مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

با توجه به ضرورت مدل‌سازی برای پیش‌بینی تغییرات قیمت سهام، 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 پیش‌بینی قیمت سهام هستند و این که کدام یک از قدرت بیشتری برخوردارند؟ لذا هدف از این پژوهش، مقایسه پیش‌بینی قیمت سهام با

1. Autoregressive Iintegrated Moving Average
2. Autoregressive Moving Average

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از دو روش فوق است. قلمرو مکانی این تحقیق بازار بورس اوراق بهادار تهران و قلمرو موضوعی تحقیق شرکت فرآورده‌های نفتی پارس می‌باشد. در ادامه به مبانی نظری، پیشینه پژوهش، روش شناسی تحقیق، معرفی، برآورد مدل‌ها و تحلیل آنها و در پایان به ارائه جمع‌بندی و نتیجه‌گیری خواهیم پرداخت.

۲. مبانی نظری

در ادبیات مالی- اقتصادی روش‌های گوناگونی برای پیش‌بینی متغیرها آمده است که می‌توان آنها را در چهار گروه طبقه‌بندی نمود:

- نظریه تحلیل‌گران اساسی[1]، رفتار قیمت سهام را دارای حرکت تصادفی دانسته و با توجه به ارزش داخلی یک سهم اقدام به پیش‌بینی می‌نمایند. این گروه قیمت سهام در هردوره را برابر با قیمت سهام در دوره قبل به علاوه بسیاری از عوامل تصادفی دیگر می‌دانند.

- نظریه تحلیل‌گران تکنیکی[2] سعی در پیش‌بینی بازار، به وسیله دنبال کردن الگوهای موجود و استفاده از اطلاعات گذشته مربوط به بازار را دارند. این گروه معتقدند محاسبه ارزش ذاتی سهام باید بر اساس نمودار، جداول، الگوی تاریخی رفتار قیمت سهام و اطلاعات مالی انجام گیرد.

- نظریه گشت تصادفی[3] این است که جریان اطلاعات سریعاً بر قیمت سهام تاثیرگذاشته و تغییرات قیمت فردا تنها منعکس کننده اخبار همان روز است، به‌طوری که این تغییرات از تغییرات امروز سهام مستقل است.

- نظریه‌های پویای غیرخطی[4] در جستجوی روش‌های علمی جدیدتری هستند، تا بدین وسیله فرآیند مولد آنها را تقریب بزنند.

از آنجا که در این پژوهش کارایی مدل غیرخطی شبکه عصبی با مدل خطی ARIMA مقایسه می‌گردد؛ بنابراین، در این مقاله نظریه‌های پویای غیرخطی برای

1. Fundamental Analysis
2. Technical Analysis
3. Random Walk
4. Linear Dynamical Theory

Archive of SID

www.SID.ir

فرآیند شبکه عصبی و نظریه تحلیل‌گران تکنیکی به منظور استفاده از اطلاعات گذشته قیمت سهام برای پیش‌بینی قیمت آینده به عنوان مبانی نظری موضوع پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳. پیشینه پژوهش

کاربرد شبکه‌های عصبی در مباحث اقتصادی از اواخر دهه هشتاد با مطالعه وایت[1] (۱۹۸۸) در بازارهای مالی و پیش‌بینی قیمت سهام شرکت IBM آغاز شد. موفقیت شبکه‌های عصبی در مطالعات مربوط به حوزه‌های مالی، نظر متخصصان اقتصاد کلان و اقتصاد سنجی را به خود جلب کرد و مطالعات متعددی در زمینه استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی متغیرهای مختلف اقتصاد صورت گرفت. به طور کلی، کاربرد شبکه عصبی در مطالعات داخلی، مربوط به پیش‌بینی داده‌های مالی بوده است. بعد از آن مطالعات متعدد خارجی و داخلی در این حوزه انجام گرفته است که برخی از آنها عبارتند از:

قوام‌زاده (۱۳۷٦)، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود به پیش‌بینی قیمت سهام پرداخته است. در این پژوهش انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی قیمت هفتگی سهام شرکت پارس پامچال و شرکت کف به کار گرفته شده است. نتایج برتری شبکه عصبی در مقایسه با مدل ARIMA را نشان داده است.

خالوزاده، خاکی صدیق (۱۳۸۲)، در مطالعه خود بر روی پیش‌بینی قیمت سهام، با ارائه مدل غیرخطی بر اساس شبکه عصبی، استفاده از انواع مختلف روش‌های خطی را ناکارآمد معرفی نموده‌اند.

مشیری و مروت (۱۳۸٤)، به پیش‌بینی شاخص کل بازدهی سهام بازار بورس تهران با استفاده از مدل‌های خطی و غیرخطی پرداختند. در این تحقیق شاخص کل بازدهی سهام تهران[2] با استفاده از داده‌های روزانه و هفتگی در بازه زمانی ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۲ و با کارگیری روش‌های مختلف ARIMA، GARCH، ARFIMA و شبکه عصبی برآورد و

1. White
2. TEPIX

Archive of SID

www.SID.ir

پیش‌بینی شدند. مقایسه انجام شده در مدل‌های فوق، مدل شبکه عصبی را برای پیش‌بینی‌های روزانه و هفتگی مدل برتر و با دقت بالاتر عنوان می‌دارد.

سینایی و همکاران (۱۳۸٤)، شاخص بورس اوراق بهادار تهران را به وسیله روش شبکه عصبی چندلایه و ARIMA پیش‌بینی کردند. آنان وقفه‌های مختلفی از متغیرهای قیمت سهام، قیمت هر بشکه نفت، نرخ‌های دلار و تورم را به عنوان ورودی انتخاب کردند. در نهایت بهترین شبکه طراحی شده دارای ده ورودی شامل دو وقفه از عوامل اقتصادی و دو وقفه از شاخص کل بورس می‌شد. در نهایت، خطای حاصل از دو روش با هم مقایسه گردید که حاکی از توانایی برتر شبکه عصبی برای پیش‌بینی بود.

آذر و افسر(۱۳۸۵) قیمت سهام را در چهار شرکت تولیدی و خدماتی با رویکرد شبکه عصبی فازی پیش‌بینی کرده‌اند. در این تحقیق، مدل شبکه عصبی فازی برای پیش‌بینی قیمت سهام طراحی شده و عملکرد این مدل به وسیله شش معیار با روش ARIMA مقایسه شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که شبکه عصبی بر روش ARIMA برتری دارد.

حیدری و کردلوئی (۱۳۸۹)، به پیش‌بینی سهام شرکت سرمایه‌گذاری غدیر به عنوان سهامی که قیمتش متاثر از عملکرد چند شرکت می‌باشد پرداختند. آنان متغیرهای شاخص کل بازار بورس تهران، قیمت‌های دلار، یورو، طلا و نفت را به عنوان ورودی درنظر گرفتند. مقایسه نتایج حاصل از شبکه عصبی چند لایه با رگرسیون خطی عملکرد دقیق‌تر شبکه را نسبت به رگرسیون نشان داد.

اگیل[1] (۲۰۰۳)، به همراه همکارانش نیز در تحقیقی به پیش‌بینی قیمت‌ها در بازار سهام استانبول با استفاده از شبکه‌های عصبی پرداختند. در این تحقیق آنها به بررسی قدرت پیش‌بینی انواع مدل‌های شبکه عصبی و روش‌های کلاسیک پرداختند. نتایج حاکی از برتری مدل‌های عصبی نسبت به مدل‌های خطی و مناسب بودن شبکه‌های عصبی پیشخور برای پیش‌بینی‌های یک روز بعد قیمت سهام بود.

ابوحماد[2] و همکاران (۲۰۰۵)، در تحقیقی با استفاده از تکنیک شبکه‌ای عصبی

1. Egeil
2. Abuhammad

Archive of SID

www.SID.ir

مصنوعی به پیش‌بینی قیمت پایانی سهام شرکت‌های اردنی پرداختند. الگوریتم طراحی شده توسط آن‌ها یک شبکه چند لایه پیشخور بود. نمونه مورد بررسی در تحقیق آن‌ها هفت شرکت در بخش تولید و خدمات بود. نتایج حاکی از آن بود که شبکه عصبی مصنوعی دارای دقت بالا و توانایی پیش‌بینی مناسب برای قیمت سهام است.

قیاسی[1] و همکاران (۲۰۰۶)، به ارزیابی مدل‌های شبکه‌های عصبی، ARIMA و مدل‌های پویای شبکه عصبی[2] پرداختند. در تحقیق آنها مدل پویای شبکه عصبی برای نخستین بار مطرح گردید و با استفاده از آن به پیش‌بینی قیمت پایانی سهام پرداخته شد. مدل‌های پویا نتایج بهتری را نسبت به سایر مدل‌ها برای پیش‌بینی ارئه داده است.

حسن[3] و همکاران (۲۰۰۷)، در مطالعه‌ای به پیش‌بینی پنج هفته‌ای سهام شرکت‌های اپل، آی‌بی‌ام و دل با استفاده از داده‌های سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰٤ پرداختند. در این تحقیق یک مدل ترکیبی شامل مارکوف پنهان، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک در مقایسه با روش رگرسیونی برای پیش‌بینی استفاده گردید. نتایج حاکی از برتری این مدل نسبت به ARIMA و مارکوف پنهان بود.

سنول و اوزتوران[4] (۲۰۰۸)، از شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی قیمت سهام در بورس استانبول استفاده نمودند. از میان شبکه‌های عصبی طراحی شده مدلی که دارای ۳ ورودی و ۱۱ نرورن در لایه پنهان بود بهترین مدل جهت بیش بینی بود. نتایج مقایسه مدل‌ها عملکرد مطلوب‌تر شبکه عصبی را نسبت به رگرسیون لجستیک نشان می‌دهد.

خاشعی و بیجاری[5] (۲۰۱۰)، با استفاده از شبکه عصبی و ARIMA نرخ پوند/ دلار را پیش‌بینی نمودند. نتایج دلالت بر این داشت که دقت پیش‌بینی با شبکه عصبی در دوره ۳۵ روزه از ARIMA بیشتر است، در حالی که شبکه عصبی نسبت به ARIMA در دوره زمانی ٦۵ روزه دقت پیش‌بینی پایین تری دارد.

1. Ghiassi
2. Dynamic Architecture for Artificial Neural Network
3. Hassan & et al
4. Senol & Ozturan
5. Khashei & Bijari

Archive of SID

www.SID.ir

مره[1] و همکاران (۲۰۱۱)، به پیش‌بینی قیمت روز بعد سهام با تکنیک‌های ARIMA و شبکه عصبی پرداخته‌اند. نتایج تحقیق بر بالاتر بودن کارایی ARIMA در پیش‌بینی قیمت سهام نسبت به شبکه عصبی دلالت دارد.

در اکثر مطالعات انجام شده برای پیش‌بینی قیمت، برتری شبکه عصبی نسبت به مدل‌های رگرسیونی نشان داده شده است. با توجه به توضیحات ارائه شده در این پژوهش تلاش می‌شود که قدرت پیش‌بینی دو روش یاد شده در شرکت فرآورده‌های نفتی پارس مورد آزمون قرار گیرد.

٤. روش تحقیق

روش‌های پیش‌بینی بر اساس میزان وابستگی به روش‌های ریاضی و آماری به دو گروه اصلی روش‌های کیفی و روش‌های کمی تقسیم‌بندی می‌شوند. در روش‌های کمی که عملیات آن به طور کامل ریاضی است، داده‌های مربوط به گذشته با هدف پیش‌بینی ارزش آتی متغیر مورد نظر، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. به‌طور کلی، می‌توان روش‌های کمی پیش‌بینی را به دو دسته رگرسیونی و غیررگرسیونی تقسیم‌بندی کرد. از روش‌های رگرسیونی می‌توان به فرآیند ARIMA اشاره نمود که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله روش‌های غیررگرسیونی، شبکه عصبی می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از هر دو روش به پیش‌بینی قیمت پایانی سهام و مقایسه عملکرد روش‌ها با یکدیگر می‌پردازیم. بنابراین، روش تحقیق حاضر با توجه به مراحل متفاوت پژوهش، تحلیلی- استنباطی می‌باشد.

٤-١. جامعه آماری و نمونه آماری

در این تحقیق جامعه آماری کل شرکت‌های پذیرفته شده در بازار بورس اوراق بهادار می‌باشد. نمونه مورد بررسی در این پژوهش شرکت فرآورده‌های نفتی پارس می‌باشد. نظر به این که، نوسانات شدید قیمت سهام پیش‌بینی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، نمونه آماری مورد استفاده در این تحقیق قیمت‌های روزانه در بازه زمانی ۱۳۸۸/۸/۱۳ تا

1. Merh

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۸۹/۱۱/۱۱ را در بر می‌گیرد.

٤-۲. روش جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات

متغیرهای مورد استفاده در این پـژوهش شـامل قیمـت نفـت برنـت، بیشـترین قیمـت، کمترین قیمت، قیمت آغازین و قیمت پایانی (متغیر هدف یا قیمـت پـیش‌بینـی) سـهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس می‌باشد. قیمت نفت برنت از پایگاه اینترنتـی اداره کـل اطلاعات انرژی ایالات متحده[1] و بیشـترین قیمـت، کمتـرین قیمـت، قیمـت آغـازین و قیمت پایانی سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس از نرم‌افزار ره‌آورد نوین استخراج شده است. سپس برآورد برای شبکه عصبی با نرم‌افزارMATLAB و روش رگرسیونی ARIMA با نرم‌افزار EVIEWS6 انجام شده است.

۵. معرفی، برآورد مدل و تحلیل داده‌ها

۵-۱. معرفی مدل برای پیش‌بینی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

به طور کلی، برای پیش‌بینی یک سری زمانی با استفاده از یک شبکه عصبی می‌توان نوشت:

$$P_t = f\left(P_{max,t-1}, P_{min,t-1}, P_{open,t-1}, P_{oil,t-1}\right) + \varepsilon_t \qquad (۱)$$

در این پژوهش:

P_t: قیمت پایانی(متغیر هدف یا متغیر مورد برآورد) سهام شرکت فرآورده‌های نفتـی در زمان t

$P_{max,t-1}$: بیشترین قیمت سهام شرکت در زمان t-1

$P_{min,t-1}$: کمترین قیمت سهام شرکت در زمان t-1

$P_{open,t-1}$: قیمت آغازین سهام شرکت در زمان t-1

$P_{oil,t-1}$: قیمت نفت برنت در زمان t-1

ε_t: مقدار خطا در زمان t

1. Energy Information Administration

Archive of SID

www.SID.ir

همان طور که در رابطه ۱ مشاهده می‌شود، متغیر قیمت پایانی به عنوان خروجی مدل و چهار متغیر بیشترین قیمت، کمترین قیمت، قیمت آغازین و قیمت نفت برنت به عنوان ورودی‌های مدل شبکه عصبی در نظر گرفته شده است.

۵-۲. مدل شبکه عصبی

در سال‌های اخیر پیش‌بینی و مدل‌سازی به وسیله شبکه‌های عصبی رشد یافته است. یک شبکه عصبی مصنوعی، مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل در لایه‌های مختلف (چند لایه، MLP[1]) است که اطلاعاتی را برای یکدیگر ارسال می‌کنند. ساده‌ترین شکل شبکه فقط دو لایه دارد، لایه ورودی[2] و لایه خروجی[3]. ارتباط میان یک ورودی x_i و خروجی به وسیله یک وزن a که بیانگر اهمیت نسبی ورودی یادشده در محاسبه ارزش خروجی است، مشخص می‌شود. به این ترتیب، ارزش نرون خروجی Net از ورودی مشاهده tام به وسیله رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Net_t = a_0x_{0t} + a_1x_{1t} + a_2x_{2t} = \sum_{i=0}^{2} a_ix_{it} \qquad (۲)$$

سپس نرون خروجی، ارزش به دست آمده را با استفاده از یک تابع تبدیل یا فعال سازی (محرک)[4]- که با f نشان داده می‌شود- پردازش می‌کند (جورابیان،۱۳۸۲). در ساده‌ترین شکل شبکه عصبی، تابع فعال سازی خطی است. ارزش به دست آمده از رابطه (۲) با یک تابع فعال سازی خطی، خروجی نهایی شبکه برای مشاهده t را به صورت زیر می‌سازد.

$$y_t = f(Net_t = a_0x_{0t} + a_1x_{1t} + a_2x_{2t}) = a_0x_{0t} + a_1x_{1t} + a_2x_{2t} \qquad (۳)$$

تقریباً، تمام شبکه‌های عصبی در بخش‌هایی از شبکه از توابع فعال سازی غیرخطی استفاده می‌کنند. این مسئله اجازه می‌دهد که شبکه الگوهای غیرخطی مناسبی از مجموعه داده‌های پیچیده تولید کند (البرزی،۱۳۸۰). رایج‌ترین تابع فعال‌سازی مورد

1. Multi Layer Perceptron
2. Input Layer
3. Output Layer
4. Transfer or Activation Function

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده در ادبیات شبکه‌های عصبی تابع سیگموئیدی[1] است:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \qquad (٤)$$

در این پژوهش، برای پیش‌بینی از طریق شبکه عصبی، تابع فعال‌سازی لایه میانی و لایه خروجی به ترتیب سیگموئید و خطی در نظر گرفته شده است.

از مزیت‌های شبکه عصبی می‌توان به قابلیت آن در حل مسائل غیرخطی اشاره کرد. هم چنین شبکه‌های عصبی ابزار مناسبی برای مواردی است که در آنها جواب‌ها مهم‌تر از درک روابط علت و معلولی است. اما، شبکه عصبی قادر به ارائه معادله‌ای با ضرایب معین نمی‌باشد ولی رگرسیون از جهت برآورد ضرائب متغیرهای تاثیرگذار بر هدف ما برتری بهتری دارد.

مهم‌ترین محک برای انتخاب یک روش پیش‌بینی، دقت یا به عبارتی نزدیکی مقدار پیش‌بینی به مقدار واقعی است. متداول‌ترین معیار در زمینه پیش‌بینی RMSE[2] (جذر میانگین مجذور خطا) می‌باشد در این پژوهش به منظور گزینش بهترین ساختار شبکه عصبی از معیار RMSE و هم چنین برای ارزیابی و مقایسه نتایج شبکه عصبی و ARIMA از معیارهای MAD[3] (میانگین قدرمطلق انحراف) وMAPE[4] (میانگین قدر مطلق درصد خطا) در کنار RMSE استفاده شده است.

۵-۳. تعیین خصوصیات شبکه عصبی

نخستین مرحله طراحی شبکه عصبی تعیین مجموعه داده‌های آموزش و آزمایش می‌باشد. یادگیری در شبکه با استفاده از مجموعه آموزش صورت می‌پذیرد، سپس نتایج آموزش با استفاده از مجموعه آزمایش سنجیده می‌شود تا نحوه عملکرد شبکه ارزیابی گردد. قواعد یا دستورات مشخصی برای اندازه مجموعه آموزش و آزمایش شبکه وجود ندارد. هم چنین دقت نتایج بستگی زیادی به اندازه مجموعه آموزش دارد. در این مقاله، بنا به روش مورد اتفاق ۷۰درصد از داده‌ها به عنوان مجموعه آموزش و

1. Sigmoid
2. Root Mean Square Error
3. Mean Absolute Deviation
4. Mean Absolute Percentage Error

Archive of SID

www.SID.ir

۳۰درصد داده‌ها برای مجموعه آزمایش در نظر گرفته شده‌اند.

به منظور پیش‌بینی قیمت پایانی سهام شرکت مورد مطالعه از شبکه MLP با تابع سیگموئید به عنوان تابع تبدیل استفاده شده است. برای گزینش بهترین شکل شبکه عصبی به تعداد نرون لایه میانی و نوع تابع آموزش نیازمندیم. براین اساس، برای تمامی ۹ تابع آموزش، شبکه‌ای با یک تا بیست نرون در لایه میانی اجرا گردید. در مجموع ۱۸۰ شبکه اجرا و سپس RMSEهای تمامی آزمایش انجام شده مورد بررسی قرار گرفت که روند آن در جدول شماره ۱ نمایش داده شده است. همان طور که در این نمودار مشاهده می‌شود، شبکه با چهارده نرون در لایه میانی با تابع آموزش trainlm کمترین میزان RMSE را در میان تمامی آزمایش‌ها داشته است. در نهایت، شبکه MLP با ساختار ۱-۱٤-٤ (این اعداد به ترتیب از چپ به راست نشان‌دهنده تعداد نرون‌های لایه ورودی، میانی و خروجی می‌باشد) و تابع آموزش trainlm برای پیش‌بینی قیمت سهام طراحی گردید.

جدول ۱. خطای شبکه بر حسب تعداد نرون لایه میانی و توابع تبدیل (RMSE)

تعداد نرون	trainbfg	trainlm	trainrp	trainscg	traincgb	traincgf	traincgp	trainoss	traingdx	RMSE
۱	۲۰٦	۱٤۹	۱۸٤	۱۷۲	۱۷٤	۱۹۳	۱٦۹	۱۹۹	۳۱۷	۱٤۹
۲	۱٦۸	۵۰	۱۹۲	۱۵۵	۲۰۸	۲۵۵	۱۹۸	۱۹۳	۳۳۲	۵۰
۳	۱۳۵	۵۲	۱٤۹	۱۵۹	۲۰۸	۱۸۷	۱٤٤	۱۸۳	۲٤۱	۵۲
٤	۱٤۲	۲۳۱	۱٤۷	۱۳٦	۱۳۸	۱۳٤	۱٦۸	۱٦۳	۲٤۳	۱۳٤
۵	۱٦۲	٤٦	۱۳۷	۱٦۸	۱۲٦	۱۵۲	۱٤۸	۱۵۵	۲۰٦	٤٦
٦	۱٤۳	۸۹	۱٤٦	۱٦۸	۱٤۰	۱٦۹	۱۳۷	۱٦۱	۱۱۷۹	۸۹
۷	۱٤۷	٤۹۳	۱۱۲	۱٦٤	۱۱۵	۱۳۹	۱۷۹	۱۳۱	۲۰۲	۱۱۲
۸	۱٤۰	٤۱	۱۵۳	۱٦۱	۱۳۵	۱۲۱	۱٤٦	۱٦۸	۲۳۳	٤۱
۹	۱۳۵	٤۰	۱۲۸	۱٤۳	۱۲۵	۱۱۱	۱۳٤	۱٤۱	۲٦۹	٤۰

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد نرون	trainbfg	trainlm	trainrp	trainscg	traincgb	traincgf	traincgp	trainoss	traingdx	RMSE
۱۰	۱۲۲	۷۹	۱۳۳	۱٤۷	۱۱۷	۱۲٦	۱۳۷	۱۷٦	۲۱٦	۷۹
۱۱	۱٦٥	٥۰	۱۳۰	۹٤	۱۲۲	۱۲۷	۱۰٤	۱۲۹	۲۰٦	٥۰
۱۲	۱۲۳	٥۰	۱۳۰	۱۲٦	۱۱٤	۱۱۸	۱۱۷	۲٥۷٥	۲٤۷	٥۰
۱۳	۱٥٥	٤٤	۱۲۹	۱۱۰	۱۳۸	۱۱۱	۹۸	۱٥۷	۲٥۹	٤٤
۱٤	۱٦۷	۳٥	۱۲۲	۱۲٦	۱٤۰	۱٦۹	۱۱۷	۱۳۲	۲۲۱	۳٥
۱٥	۱٤۹	۳۷	۱۱۱	۱۲۲	۱۰۸	۱٤۰	۱٤٥	۱۱۸	۲۷٤	۳۷
۱٦	۱٤۰	٦۲۰	۱۱۱	۱۱۷	۹۷	۱۲۲	۱۳۰	۱۲۰	۲۹٤	۹۷
۱۷	۱۰۲	۳۸	۱۷۳	۱۱۷	۱۲۱	۱۲۷	۱۳۹	۱٤٦	۲۸٥	۳۸
۱۸	۱٤۰	۱۰۸	۱۳۲	۱۱۷	۱۲٦	۱۱۷	۱٥۷	۱٤۲	۲٤۲	۱۰۸
۱۹	۲۹۲	٤٦	۱۰۱	۱۲٤	۱۰۲	۱۱۳	۱۱۹	۱٥۲	۳۲۱	٤٦
۲۰	۲۰۹۷	۱۱۹	۱۳۷	۱٥۲	۹۹	۱۲۲	۱۳۷	۱۳۳	۳۱۳	۹۹

بعد از انجام مراحل فوق که تعیین خصوصیات شبکه است به پیش‌بینی قیمت پایانی سهام برای روز بعد پرداختیم. بر اساس نتایج پیش‌بینی، مقدار جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) برابر ٥۳/۰٤٦، میانگین انحرافات مطلق (MAD) ۳۰/۹۹۳ و میزان میانگین مطلق درصد خطا (MAPE) ۰/۰۰۷ به دست آمده است که در ادامه این مقادیر با مقادیر به دست آمده به وسیله روش رگرسیونی ARIMA مقایسه خواهد شد.

٥-٤. مدل ARIMA

فرآیند ARIMA (p,d,q) برای متغیر P (قیمت) را می‌توان به صورت رابطه زیر نشان داد:

$$P_t = f(P) = \sum_{i=1}^{p} \alpha_i P_{t-1} + \sum_{i=1}^{q} \beta_i \epsilon_{t-1} + \varepsilon_i \qquad (٥)$$

در فرآیند ARIMA (p,d,q)، عبارات p,d,q به ترتیب بیانگر تعداد جملات

Archive of SID

www.SID.ir

خودرگرسیو، مرتبه تفاضل‌گیری و تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشند. درصورتی که d برابر صفر شود، فرآیند ARIMA به فرآیند ARMA تبدیل می‌شود. همان طور که در رابطه ۵ مشاهده می‌شود مزیت مدل ARIMA در این است که متغیر به مقادیر گذشته خود و جملات میانگین متحرک وابسته است. بنابراین زمانی که همبستگی بین متغیرهای مستقل وجود داشته باشد، هم‌خطی نمی‌تواند در مدل اشکالی ایجاد کند.

برای پیش‌بینی به وسیله ARIMA ابتدا مانایی متغیر قیمت پایانی سهام که یک سری زمانی است را بررسی کرده تا مرتبه d تعیین شود. نتایج آزمون ریشه واحد بر روی متغیر فوق در جدول شماره ۲ آورده شده است. نتیجه حاکی از آن است که متغیر انباشته از درجه یک d(1) است و با یک بار تفاضل‌گیری مانا می‌گردد.

جدول۲. نتایج آزمون ریشه واحد بر روی متغیر قیمت پایانی سهام

سطح مانایی	آمارهADF	مقدار بحرانی
مانایی در سطح	-۰.۷۹	-۳.٤۳
مانایی در مرتبه اول	-۸.۵۲	-۳.٤۳

به منظور انتخاب مرتبه مدل ARIMA معیار شوارتز- بیزین لحاظ گردیده است. بر این اساس، مدلی که کمترین مقدار این معیار را دارا باشد مناسب‌تر می‌باشد. در این مطالعه، مدل مناسب ARIMA(1,1,1) انتخاب و بر اساس متدولوژی باکس- جنکینز پیش‌بینی انجام شده است. مقادیر معیارهایی که قدرت پیش‌بینی برآورد را نشان می‌دهد، عبارتند از: جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) مقدار ۲٤۲/۵٤، میانگین انحرافات مطلق (MAD) برابر ۲۳۸/٤۱ و میزان میانگین مطلق درصد خطا (MAPE) به مقدار ۰/۰۵۵.

٦. مقایسه نتایج مدل شبکه عصبی و روش رگرسیونی ARIMA

با توجه به پیش‌بینی‌های صورت گرفته توسط مدل ARIMA و شبکه عصبی می‌توان به مقایسه بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی حاصل از مدل‌های شبکه عصبی و مدل ARIMA

Archive of SID

www.SID.ir

پرداخت. در جدول ۳ مقادیر واقعی و پیش‌بینی حاصل از مدل‌های شبکه عصبی و مدل ARIMA برای ده روز به نمایش درآمده است و در جدول ٤ معیارهای ارزیابی عملکرد محاسبه شده برای هر دو مدل آورده شده است و می‌توان با مقایسه خطاهای پیش‌بینی، مدل برتر را انتخاب نمود و ارزیابی دقیق‌تری از مدل برتر داشت.

جدول ۳. مقادیر واقعی و پیش‌بینی حاصل از مدل‌های شبکه عصبی و مدل ARIMA

تاریخ / داده‌ها	۱۳۸۹/۱۰/۱۵	۱۳۸۹/۱۰/۲۰	۱۳۸۹/۱۰/۲۱	۱۳۸۹/۱۰/۲۲	۱۳۸۹/۱۰/۲۸	۱۳۸۹/۱۰/۲۹	۱۳۸۹/۱۱/۰٤	۱۳۸۹/۱۱/۰٦	۱۳۸۹/۱۱/۱۱	۱۳۸۹/۱۱/۱۲
واقعی	٤۱۷۳	٤۱۹۹	٤۱۹٦	٤۱۷۹	٤۱٥٦	٤۱٥۲	٤۱٤٦	٤۱۱۲	٤۰۷۳	٤۱۰۳
ARIMA	٤۷۲۷	٤۷۳٤	٤۷۳٦	٤۷۳۹	٤۷٤۹	٤۷٥۱	٤۷٥۹	٤۷٦۱	٤۷٦٦	٤۷٦۹
شبکه‌های عصبی	٤۱٥۱	٤۱٤۹	٤۱۷۱	٤۱۳۳	٤۲٦۱	٤۱۷٤	٤۱۳۲	٤۰۷۹	٤۰۸۹	٤۰۷۱

جدول ٤. نتایج حاصل از مقایسه شبکه عصبی و مدل ARIMA

مدل ارزیابی	RMSE	MAD	MAPE	R^2
ARIMA	۲٤۲/٥٤	۲۳۸/٤۱	۰/۰٥٥	۰/۳٦٥
شبکه‌های عصبی	۳٥/۰٤٦	۳۰/۹۹۳	۰/۰۰۷	۰/۹۹۷

نتایج جدول ٤ حاکی از آن است که شبکه عصبی از مدل ARIMA بهتر عمل کرده است. نتایج به‌دست آمده بوسیله مدل شبکه عصبی طبق معیارهای RMSE، MAD و MAPE دارای خطای کمتر، همچنین با دقت توضیح‌دهندگی بالا (R^2) و در نتیجه از دقت بالاتری در پیش‌بینی برخوردار است. نتایج مطالعه حاضر با مطالعات قوام‌زاده (۱۳۷٦)، خالوزاده و خاکی صدیق (۱۳۸۲)، مشیری و مروت (۱۳۸٤)، سینایی و همکاران (۱۳۸٤) و حیدری و کردلوئی (۱۳۸۹) مطابقت دارد. در میان پژوهش‌های خارجی، اگیل (۲۰۰۳)، قیاسی و همکاران (۲۰۰٦) و سنول و اوزتوران (۲۰۰۸)

www.SID.ir

یافته‌های این پژوهش را تائید می‌کند. برتری مدل شبکه عصبی بستگی به قلمرو زمانی و مکانی و نوع سهام انتخاب شده دارد و تغییر هر یک از این عوامل می‌تواند نتیجه متفاوتی را نشان دهد. همانطور که نتایج مطالعه مره و همکاران (۲۰۱۱) نتیجه‌ای متفاوت از این پژوهش دارد.

۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه این تکنیک با روش رگرسیونی ARIMA بود. ابتدا به تعیین بهترین ساختار شبکه برای پیش‌بینی قیمت پایانی سهام شرکت مورد مطالعه و سپس مقایسه عملکرد دو روش شبکه عصبی و ARIMA پرداخته شد. بر اساس نتایج حاصله بهترین شبکه عصبی طراحی شده برای پیش‌بینی قیمت سهام، دارای لایه میانی با چهارده نرون و تابع سیگموئید می‌باشد و در لایه سوم با تابع خطی است. از میان توابع آموزش تابع trainlm با کمترین خطا در میان سایر توابع آموزش به عنوان تابع یادگیری در این پژوهش مد نظر قرار گرفت. هم چنین، مدل ARIMA(1,1,1) به منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی این روش با شبکه عصبی اجرا شد. بر اساس نتایج حاصله و معیارهای عملکرد دو روش، شبکه عصبی در پیش‌بینی قیمت سهام عملکرد بهتری در مقایسه با رگرسیون ARIMA از خود نشان داد. بر این اساس به مسئولین و سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی پیشنهاد می‌شود علاوه بر مدل‌های رایج در زمینه پیش‌بینی، شبکه‌های عصبی مصنوعی را نیز به عنوان یک ابزار قدرتمند برای پیش‌بینی‌ها مورد توجه قرار دهند.

منابع

– افسر، امیروآذر، عادل (۱۳۸۵). مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با رویکرد شبکه‌های عصبی فازی. *پژوهشنامه بازرگانی*، شماره ۴۰، (پیاپی ۱۰): ۵۲–۳۳.

– اکبری مقدم و بیت اله، رضایی و فرزین نوروزی، علی (۱۳۸۸). مقایسه قدرت پیش بینی برای مدل‌های فاما و فرنچ و ارزش بتا و بازده مورد انتظار سهام. *مدلسازی اقتصادی*، شماره ۱، (پیاپی ۷): ۷۵–۵۵.

– بیل، آر و جکسون، تی (۱۳۸۰). آشنایی با شبکه‌های عصبی. دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه

Archive of SID

www.SID.ir

انتشارات علمی، تهران.

– پناهیان، حسین (۱۳۷۹). استفاده از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی روند شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران. دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، تهران.

– خالوزاده، حمید و خاکی صدیق، علی (۱۳۸۲). ارزیابی روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام و ارائه مدلی غیرخطی بر اساس شبکه‌های عصبی. *تحقیقات اقتصادی*، سال چهارم، شماره ٦۳: ۸۵–٤۳.

– کردلوئی، حمیدرضا و حیدری زارع، بهزاد (۱۳۸۹). پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی. *فصلنامه مدیریت، سال* هفتم، شماره۱۷ :٥٦–٤۹.

– سینایی، حسنعلی و مرتضوی، سعید و تیموری اصل، یاسر (۱۳۸٤). پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادر تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، سال دوازدهم، شماره ٤۱: ۸۳–٥۹.

– قوام‌زاده، محمد (۱۳۷٦). پیش‌بینی در بازارهای سازمان یافته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده برق، دانشگاه تهران.

– کارتالوپوس، اس وی. (۱۳۸۲). منطق فازی و شبکه‌های عصبی. انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز.

– کمیجانی، اکبر و سعادت‌فر، جواد (۱۳۸٥). کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس. *جستارهای اقتصادی*، سال دهم، شماره ٦: ٤٤–۱۱.

– قدیمی، محمدرضا و مشیری، سعید (۱۳۸۱). مدل‌سازی و پیش‌بینی اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (ANN). *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۱۲: ۱۲٥–۹۷.

– مشیری، سعید و مروت، حبیب (۱۳۸٤). پیش‌بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران با استفاده از مدل‌های خطی و غیر خطی. پژوهشنامه بازرگانی، شماره ٤۱: ۲۷٥–۲٤٥.

– مکیان، سید نظام الدین والمدرسی، سید محمدتقی و کریمی تکلو، سلیم (۱۳۸۹). مقایسه مدل شبکه‌های عصبی با روش‌های رگرسیون لجستیک و تحلیلی ممیزی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها، پژوهش‌های اقتصادی، سال ششم، شماره ۱: ۱٦۱–۱٤۱.

– مکیان، سید نظام الدین و کریمی تکلو، سلیم (۱۳۸۸). پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: شرکت‌های تولیدی استان کرمان)، *فصلنامه اقتصاد مقداری*، شماره ۱، (پیاپی ۲۰):۱٤٤–۱۲۹.

— Abuhammad, A. A., & Alhajali, S. M. (2005). Forecasting the jordanian stock prices using artificial neural networ. Available at www.SSRN.com.

— Chaigusin, S., & C. Chirathamjaree, et al. (2009). The use of neural networks in the prediction of the stock exchange of thailand (set) index. *Journal of Computational Intelligence for Modeling Control & Automation*, Vienna: 670 – 673.

— Cheng, J.-H., & H.-P. Chen, et al. (2010). A hybrid forecast marketing timing

Archive of SID

www.SID.ir

model based on probabilistic neural network. *Journal of Expert Systems with Applications*, 37(3): 1814-1820.

- Egil, B., & Ozturan, M., & Badur, B. (2003). Stock market prediction; using artificial neural networks. Available at www.SSRN.com.
- Ghiassi, M., & Zimbra, D. K. (2006). Medium term system load forecasting with a dynamic artificial neural network model. *Journal of Electric Power Systems Research*, 76(5): 302-316.
- Gooijer, J. G. D., & R. J. Hyndman. (2006). 25 years of IIF time series forecasting. *International Journal of Forecasting*, 22(3): 443-473.
- Hassan, R., & Nath, B. (2007). A fusion model of hmm, ANN and GA for stock market forecasting. *Journal of Expert Systems with Applications*, 33(1): 171-180.
- Khashei, M., & Bijari, M. (2010). An artificial neural network & (p, d, q) model for time series forecasting. *Journal of Expert Systems with Applications*, 37(1): 479-489.
- Liao, Z & J. Wang (2010). Forecasting model of global stock index bystochastic time effective neural network. *Journal of Expert Systems with Applications*, 37(1): 834-841.
- Merh, N., & Saxena, V., & Pardasani, K. (2011). Next day stock market forecasting: An application of ANN and ARIMA. Available at www.SSRN.com.
- Senol, D., & Ozturan M. (2009). Stock price direction prediction using artificial neural network approach: The case of turkey. *Journal of Artificial Intelligence*, 1(2): 70-77.
- White, H. (1988). Economic prediction using neural networks: The case of ibm daily stock returns. *IEEE International conference on Neural Networks*. San Diego, CA, USA, 2: 451-458.

Archive of SID

www.SID.ir