مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روشهای پیش‌بینی ریاضی

عباس طلوعی اشلقی [*]
شادی حق‌دوست [**]

استفاده از روشهایی برای پیش بینی وضعیت آینده، همواره دغدغه اصلی اندیشمندان علوم مختلف بوده است. در این راه بطور طبیعی، روشهایی، قابلیت ماندگاری و کاربردی مناسب دارند که دارای کمترین خطای ممکن در پیش‌بینی باشند. بر این مبنا در سالهای بسیار، روشهایی ریاضی؛ اعم از میانگین ساده، میانگین موزون، میانگین دوبل، رگرسیون و مانند اینها، تنها الگوهایی بود که قاطعانه مورد تأیید و استفاده قرار می‌گرفت؛ اما در مواقع گوناگون دارای اشکالاتی نیز بود. با ایجاد

[*]. دکتر عباس طلوعی اشلقی؛ عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
E.mail: toloie@sr.iau.ac.ir
[**]. شادی حق‌دوست؛ کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
E. mail: shadihaghdoust@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

روشهای هوش مصنوعی، مانند شبکه‌های عصبی؛ بویژه در مواقعی که رابطه ریاضی مناسبی بین داده‌ها و متغیرهای مستقل و وابسته، قابل شکل‌دهی نبود، امیدواریهای بسیاری بوجود آمد. این امیدواریها تا جایی ادامه یافت که حتی آن را جایگزین روشهای ریاضی نیز دانستند.

در این مقاله با بررسی کارکرد مدل‌های شبکه عصبی و مدل رگرسیون، در حوزه داده‌های مرتبط با پیش‌بینی قیمت سهام، به اندازه‌گیری خطاهای پیش‌بینی این دو روش پرداخته شده است. روش تحقیق بکار گرفته شده در این مقاله شیوهٔ ارزیابی بوده است.

کلید واژه‌ها:

پیش‌بینی، سهام، قیمت سهام، روش شبکه عصبی، مدل رگرسیون

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سرمایه‌گذاری و انباشت سرمایه در تحول اقتصادی کشور نقش بسزایی داشته است. اهمیت این عامل و نقش مؤثر آن را می‌توان به وضوح درسیستم کشورهایی با نظام سرمایه‌داری مشاهده کرد. بدون شک بورس یکی از مناسب ترین جایگاهها جهت جذب سرمایه‌های کوچک و استفاده از آنها جهت رشد یک شرکت، در سطح کلان و نیز رشد شخصی فرد سرمایه‌گذار است. از آنجایی که هدف و تعریف سرمایه‌گذاری، به تعویق انداختن مصرف جهت مصرف بیشتر و بهتر در آینده است؛ افراد با سرمایه گذاری انتظار دستیابی به سود مورد انتظار خود را دارند. بنابراین مهمترین امر در این زمینه، خرید یک سهم به قیمت پایین و فروش آن به قیمت بالاتر است که این موضوع؛ به معنی پیش بینی قیمت سهام است.

از دوران گشایش بازارهای اوراق بهادار همواره این فکر وجود داشته است که به کمک روشی، قیمت سهام را پیش‌بینی کنند و دراین راه سخت افزارها و نرم افزارها، تحلیلهای متفاوت مالی و مانند اینها ابداع شده و مورد استفاده قرارگرفت.

متخصصان بازار سرمایه برای سالیان متمادی بازار را مطالعه نموده‌اند و الگوهایی را فرا گرفته‌اند و پیش‌بینی‌ها را براساس آن انجام می‌دهند. آنها ترکیبی از تشخیص الگو و تجربه مبتنی بر مشاهده روابط علّت و معلول را بکار می‌برند. با این وجود یک قانون کلی در مورد اینکه چه اطلاعاتی مهمتر هستند، وجود ندارد. برنامه‌های نرم افزاری بسیاری نیز وجود دارند که به این تصمیم‌گیری کمک می‌کنند و به عنوان موتور پیش‌بینی، از روشهای ریاضی؛ نظیر رگرسیون خطی و میانگین متحرک و نظایر اینها استفاده می‌کنند. با این وجود در روندهای مالی، اغلب شرایطی بوجود می‌آید که قوانین را به هم می‌ریزد و پیش بینی را توسط روشهای مذکور دشوار می‌سازد.

عدّه‌ای بر این عقیده هستند که شبکه عصبی، نتایج بهتری را نسبت به روشهای ریاضی و آماری مانند رگرسیون و آنالیز ممیزی نشان می‌دهد.[1] در دو تحقیق که در مجله چات فیلد در سال ۱۹۹۶-۱۹۹۵ منتشر شده است، از شبکه عصبی به‌عنوان یک معجزه در

[1]. Galler, (1993).

Archive of SID
www.SID.ir

تکنیک‌های پیش بینی یاد شده است و کارایی آن نسبت به مدل‌های استراتژی خرید و فروش[1] یا فرضیه گام تصادفی[2] مشخص گردیده است.

برخی تحقیقات به این نتیجه مشترک رسیده اند که شبکه عصبی دارای عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های سنتی می‌باشد[3] و پیشنهاد می‌کنند که تحقیقات آتی باید در این راستا باشند که یک حد آستانه کارایی را بین عملکرد شبکه‌های عصبی و مدل‌های سنتی مشخص کنند. بدین معنی که گاهی مدل‌سازی و اجرای شبکه عصبی نسبت به مدل‌های رگرسیون بسیار مشکل و وقت گیر می‌باشد ولیکن استفاده از آنها اگر بتواند کارایی خیلی بالاتری ایجاد کند، مفید است.[4]

بیشترین دلیل برای استفاده از شبکه عصبی، وجود مسائل بسیار زیاد حل نشدنی توسط الگوریتم‌های حلّ مدل‌های غیرخطّی است.[5] مزیت استفاده از شبکه عصبی این است که محقق، نیازی به دانستن نوع ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته ندارد.[6] در سال ۱۹۹۴ پیشنهاد می‌شود[7] که می‌توان از شبکه‌های عصبی در پیش بینی داده‌های مالی نیز استفاده کرد. فرد دیگری[8] نیز بر روی اهمیت استفاده از سری‌های زمانی برای بدست آوردن نتایج مناسب از شبکه‌های عصبی تأکید کرده است. او در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که شبکه عصبی توانایی پیش بینی نرخ رشد اقتصادی امریکا را با داده‌های فقط یک سال دارا می‌باشد؛ لیکن در مدت زمان کوتاه تر از این جواب مناسبی دست نمی‌آید. یک دلیل قابل قبول دراین زمینه وجود تعدادی تورش[9] در این مشاهدات است که با استفاده از سری‌های زمانی می‌توان این میزان تورش را کاهش داد. داک[10] دریافت که غیر خطی بودن در پیش بینی نرخ رشد اقتصادی امریکا کمک شایانی می‌کند.

---

1. Sell & Buy Strategy
2. Random Walk
3. Callen, 1996.
4. Barklin & Ord, 2000.
5. Tacz, 2001.
6. Darbellay & Slama, 2000.
7. Hell, 1994.
8. Barklin, 2000.
9. Noise
10. Dauk & Chen, 2000.

Archive of SID
www.SID.ir

در سال ۲۰۰۱ به طبیعت تغییرناپذیر ارتباطات بین متغیرهای مالی اشاره شد[1]. بنابراین زمانی که داده‌های ورودی کاملاً خالص است، شبکه عصبی همانند روشهای سنتی کاربرد دارد و این موضوع به‌وسیله مدل‌سازی با بازخور نشان داده می‌شود. در مطالعاتی که بر روی بازار اوراق بهادار کانادا انجام شد، داده‌های هیجده سال مورد بررسی قرار گرفت. محققان در این بررسی به این نتیجه رسیدند که شبکهٔ عصبی نتایج بهتری را در مقایسه با روشهای رگرسیون بدست می‌آورد.[2]

در سال ۲۰۰۴ تحقیق دیگری[3] بر روی شاخصهای روزانه و چهار بورس معتبر دنیا[4] انجام پذیرفت. در این تحقیق از متغیر قیمت بسته شدن سهم در هر روز استفاده شده است و در پایان به این نتیجه دست یافتند که پیش بینی شاخص توسط شبکه عصبی برای دو بورس، پاسخ مناسب تر و قابل قبول تری نسبت به دو بورس دیگر ارائه می‌کند..

شبکه‌های عصبی ممکن است بهترین روش برای پیش بینی بازار سهام باشند؛ زیرا براساس تجربیات یاد می‌گیرد. شبکه عصبی یکی از ابزارهای ایده‌آل است که علاوه بر بهره‌برداری از آمار، به جنبه‌های ذهنی نیز توجه می‌نماید. شبکه‌های عصبی براساس داده‌های تاریخی که به آنها داده می‌شود، می‌توانند الگوها و روندها را بدون فرمول یا روش خاصی بیاموزند. این روش از ساختار و عملکرد مغز تقلید می کند و بسیاری از تواناییهای فوق‌العاده مغز؛ نظیر تشخیص الگو، برقراری رابطه و توانایی تعمیم‌پذیری براساس مشاهدات را شبیه‌سازی می‌نماید.

این مقاله با هدف شناسایی رفتار غیر خطّی سهام، در واکنش به متغیرهای مختلف شکل گرفته است تا با طراحی مدل‌های مناسب، توانایی و قدرت پیش بینی مدل افزایش یابد. پیش فرض اساسی این مقاله این است که قدرت پیش بینی قیمت سهام توسط مدل‌های شبکه عصبی بیش از قدرت پیش بینی توسط روشهای مبتنی بر مدل سازی ریاضی است.

---

1. Brooks, (2001).
2. Olson & Mossman, (2003).
3. Jastic & Wood, (2004).
4. Dax, Topix, FTSE, p. 500.

Archive of SID
www.SID.ir

در واقع هدف این مقاله ارائه یک مدل هوشمند، جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار اوارق بهادار تهران و مقایسه آن با روشهای مبتنی بر مدل سازی ریاضی می‌باشد.در این مقاله ابتدا به چگونگی جمع آوری داده‌ها و انتخاب متغیر اشاره می‌شود و سپس طراحی شبکه نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در پایان نتایج حاصله از مدل‌سازی، بر اساس شبکه عصبی و رگرسیون، مورد بررسی قرار گرفته و مقایسه می شوند.

جمع‌آوری داده‌ها

بطور کلی دستورمشخصی برای تعیین تعداد داده‌های مورد نیاز برای استفاده در مدل‌های شبکه عصبی وجود ندارد. یک کار تحقیقی [1] تعداد ۴۵۵ داده را برای آموزش و ۴۱ داده را برای آزمون پیشنهاد می‌دهد. در سال ۱۹۹۳[2] برای پیش بینی بازده روزانه سهام شرکت IBM از هزار داده برای آموزش و پانصد داده برای آزمون استفاده شد. در سال ۱۹۹۰[3] برای پیش بینی قیمت سهام توکیو از داده‌های روزانه و رد طول مدت ۳۳ ماه استفاده شد. در سال ۲۰۰۳[4] متغیرهای ماهانه را برای هیجده سال را مورد بررسی قرار داده‌اند و داده‌های شش سال به‌عنوان آموزش مورد بررسی قرارگرفته است. در سال ۲۰۰۵[5] تعداد ۳۶۵۲ داده مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به نظر خبرگانی که در عرصه‌های گوناگون مدل سازی شبکه عصبی دارای تجربیات مناسبی بودند و با توجه به ویژگیهای بازار بورس تهران، تعداد داده‌های آموزشی و داده‌های آزمون به شرح زیر انتخاب گردید:

1. JSE
2. White, (1993).
3. Kimoto, (1990).
4. Mossman & Olson, (2003).
5. Razi & Athappily, (2005).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول شماره ۱. ساختار داده‌های مورد استفاده

واحد اندازه گیری	داده‌های آموزشی	داده‌های آزمون	تعداد کل داده‌ها
روز در سال	سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲	سال ۱۳۸۳	۹۰۷

یک نمونه تصادفی از داده‌های تاریخی جهت آموزش شبکه و نمونهٔ تصادفی دیگر برای آزمون شبکه بایستی انتخاب شود و هر دو نمونه نیز باید نماینده مناسبی برای انواع مختلف شرایط باشند.[1]

مراحل جمع آوری داده‌ها در دو بخش عمده انجام شد؛ در مرحله اول با توجه به مطالعات انجام شده توسط محققان دیگر در ایران و سایر کشورهای جهان، روشهای مختلف تحقیق و محدوده زمانی مورد استفاده آنها و نیز نوع متغیرهای استفاده شده، جمع آوری گردید. با توجه به در دسترس بودن اطلاعات مورد نیاز شرکتها، در بورس اوراق بهادار تهران، از داده‌های شرکتهای پذیرفته شده در بورس تهران استفاده گردید. سپس صنایع مطرح بورس که دارای حجم معاملات بالاتری بودند، به‌صورت تصادفی انتخاب و داده‌های مربوط به آنان از نرم افزار صحرا و نیز سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران استخراج گردید.

داده‌ها ازسال ۱۳۸۰ تا پایان سال ۱۳۸۳ محدود گردید. متغیرهای مورد نظر با صلاحدید خبرگان و بر اساس وزن تأثیر آنها انتخاب و مدل سازی اصلی با رگرسیون و شبکه عصبی مورد بررسی قرار گرفت.

با بررسی‌هایی که دربارهٔ صنایع و شرکتهای مختلف پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران انجام گرفت، تصمیم گرفته شد تنها اطلاعات و نتایج حاصله از بررسی شر کت ایران خودرو در این مقاله آورده شود، هر چند که شرکتهای بسیاری تحت بررسی قرار گرفت.

با توجه به خصوصیات شبکه عصبی، مبنی بر نیاز به مشاهدات بسیار زیاد جهت شناسایی الگو و یادگیری آنها، کلیه اطلاعات مربوط به قیمت سهام، پایین‌ترین قیمت سهم، بالاترین قیمت سهم، میانگین قیمت سهم، آخرین قیمت سهم، تعداد افرادی که سهم را در یک روز خریداری کرده‌اند، تعداد دفعات خرید و فروش یک سهم، قیمت قبلی سهم و بالاخره

[1]. Fenster Stock, (2003).

Archive of SID
www.SID.ir

ارزش بازار به میلیارد ریال و جمع معاملات به میلیون ریال از سال ۱۳۸۳-۱۳۸۰ در هر روز به عنوان نمونه مورد استفاده قرار گرفته است. با استفاده از این اطلاعات می‌توان بطور نسبی ساختار کلی رفتار بازار را در اختیار شبکه قرار دهند.

انتخاب و تدوین مدل

الف) مدل شبکه عصبی

برای طراحی مدل، از داده‌های خام برای آموزش استفاده شده است؛ زیرا نرمال‌سازی آنها موجب طولانی‌تر شدن فرایند آموزش در توابع سیگموئید می‌شود.[1]

از آنجایی که خریداران از زمان پر کردن درخواست خرید تا سه روز پس از آن قادر به خریداری سهام نیستند، لذا طراحی مدل برای پیش بینی قیمت در سه روز بعد انجام شده است.

برای مدل سازی پیش بینی با استفاده از شبکه‌های عصبی، از نرم افزار مناسب و قابل اطمینانی استفاده شده است.[2] پس از آن با توجه به تنوع مدل‌های در دسترس و تجربی بودن طراحی معماری شبکه، انواع مختلف شبکه با تعداد ورودیهای متفاوت و معماریهای مختلف شبکه؛ تعداد عناصر متفاوت در لایه‌های پنهان شبکه‌ها، تعریف شده و با توجه به میانگین مجذور خطا با هم مقایسه شده اند.

برای آماده سازی داده‌ها و مدل‌سازی شبکه، راههای گوناگونی توسط نویسندگان مختلف ارائه گردیده است.[3]

با انتخاب و ترکیب چند نظر و با عنایت به ویژگیهای جامعه مورد مطالعه و در دسترس بودن اطلاعات، مدل سازی شبکه انجام شد.برای آموزش شبکه، از شبکه عصبی پیش خورعمومیت یافته[4] با سه لایه پنهان و تعداد شش عنصر در لایه پنهان اول و چهار عنصر در لایه پنهان دوم و چهار عنصر در لایه سوم، استفاده گردیده است. برای انتخاب تعداد

---

1. Klimasauskas, (1993).
2. Neuro Solution, V.5
3. Feng Pal, Shenglin, (2004); Jastic. Wood, Razi, Athappilly, (2005).
4. Generalized Feed Forward Network

Archive of SID
www.SID.ir

لایه پنهان طبق قضیه کولموگروف، تعداد سه لایهٔ پنهان برای بدست آوردن حداقل خطا کافی است. برای تعیین تعداد عناصر لایهٔ پنهان- همان طور که در قضیه کولموگروف آمده است- تعداد حداکثر 2N+1 عنصر پنهان برای آموزش کافی شبکه لازم است. بنابراین تعداد عناصر لایه پنهان اول شش گره و لایه دوم چهار گره ولایه سوم چهار گره، در نظر گرفته شده است.

بنابراین مدل مورد استفاده شبکه پیش خور عمومیت یافته با تعداد سه لایه پنهان با عناصر لایه پنهان ۴-۴-۶ و تابع غیر خطی سیگموئید، با تعداد تکرار آموزش ۲۰۰۰۰ استفاده گردید. شبکه به صورت اتفاقی[1] و غیرقابل برگشت به داخل شبکه [2]آموزش داده شده است.

ب) مدل رگرسیون

ابتد ا فرضیات رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت و سپس با استفاده از روش رو به عقب[3]، متغیرهای مناسب مستقل- که بیشترین تأثیر را در مدل پیش‌بینی دارا هستند- انتخاب گردید. همانطور که در جدول (۲) ملاحظه می‌شود، تمامی متغیرهای ورودی، ارزشمند بوده و در معادله رگرسیون برای پیش بینی،بایستی مورد استفاده قرار گیرند.

1. Randomize
2. Batch
3. Backward

Archive of SID
www.SID.ir

جدول شماره ۲. متغیرهای مستقل ورودی و خروجی به مدل رگرسیون

مدل	متغیرهای ورودی	متغیرهای خروجی	روش
۱	*TOTAL TRANSACTION MILLION RIAL* *PRE-PRICE* *NUMBER OF PERSON TRANSACT* *NUMBER OF SELL AND BUY* *NUMBER OF STOCK TRANSACTION* *HIGH* *LOW* *END PRICE* *AVERAGE(a)*		Enter

الف) هیچ متغیر خروجی مشاهده نشد.

ب) متغیر وابسته : میانگین روز بعد

سپس با وارد کردن متغیرهای مورد نظر در نرم افزار مناسب[1] ضرایب متغیرهای وارد شده در مدل بدست می‌آیند. بنابراین با در نظر گرفتن معنی دار بودن مدل و پایایی آن، ضرایب معادله رگرسیون به صورت زیر برآورد گردید :

NEXTDAYAVERAGE = -781.7760624 - 0.1194992723 PREPRICE + 0.1394797984 ENDPRICE - 0.2184806585 LOW - 0.4374134363 HIGH + 1.22845492 AVERAGE - 0.007439684111 TOTALTRANSACTION - 0.08146230485 NUMPERSON + 0.1542092438 NUMSELL + 3.906952826e - 05 NUMSTOCK

و نیز داریم :

R^2=0.992622 F=0

SIG.=0.05 DW=2.009926

[1]. Eviews

Archive of SID
www.SID.ir

همانطور که مشاهده می‌شود ضرایب قیمت بسته شدن سهم، میانگین قیمت، تعداد خرید و فروش و نیز تعداد سهام معامله شده مثبت است به معنی تأثیر مثبت این متغیرها بر قیمت روز بعد در سهام شرکت ایران خودرو است.

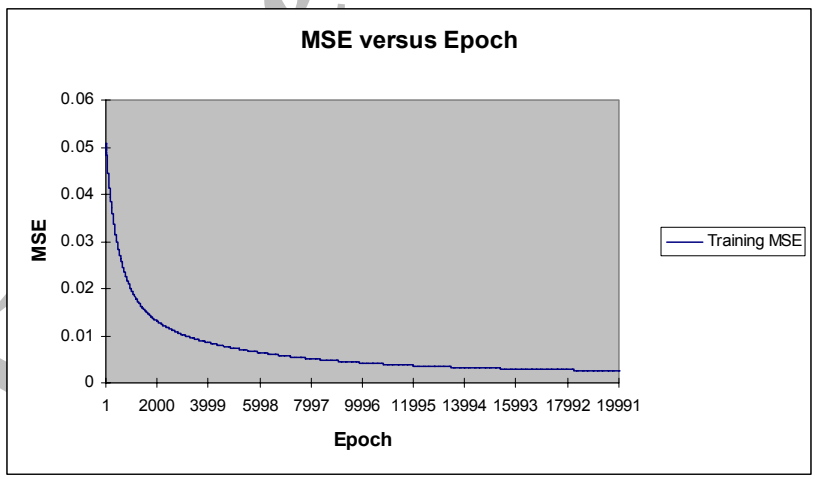
سایر متغیرها دارای ضریب منفی است. که به معنی تأثیر منفی بر روی قیمت روز بعد سهام می‌باشد.

سپس عملیات پیش بینی قیمت روز بعد، با مدل در نظر گرفته شده انجام شد. که میزان مجذور خطا[1] برابر با ۱۶۲/۵۳۳۵ و میزان مطلق خطا[2] برابر ۷۳/۰۴۶۶۵بدست آمد.

پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی

نمودار (۱) پیش بینی قیمت روز بعد سهام شرکت ایران خودرو را نشان می‌دهد.خطای نسبی متناظر نیز در نمودار (۲) نشان داده شده است..

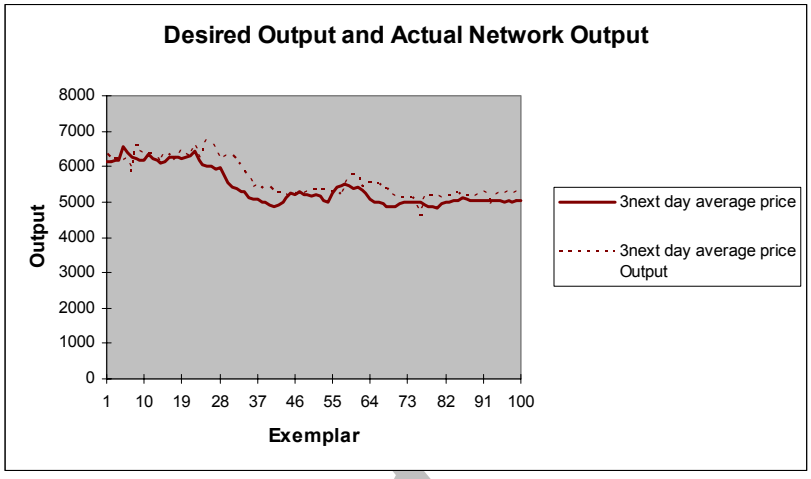
نمودار شماره (۱)



[1]. Mean Squared Error
[2]. Mean Absolute Error

Archive of SID
www.SID.ir

نمودار شماره (۲)



همانطور که مشاهده می‌شود آموزش بخوبی انجام پذیرفته است و میزان میانگین مجذور خطا تا ۲۵۵ ۰۰ /۰ کاهش یافته است و در نمودار آزمون، میزان انحراف معیار برابر ۰/۸۹ می‌باشد.

جدول شماره ۳. نتایج حاصل از آموزش شبکه

Best Network	Training
Epoch #	20000
Minimum MSE	0.002556729
Final MSE	0.002556729

جدول شماره ۴. نتایج مرتبط با مقادیر مختلف خطاها

Performance	3Next Day Average Price
RMSE	326.134238772
NMSE	0.388927755
MAE	261.9877564
Min Abs Error	14.08909297
Max Abs Error	901.1077683
R	0.891930551

Archive of SID
www.SID.ir

همانطور که مشاهده می‌شود که میزان RMSE= ۳۲۶/۱۳۴ و MAE= ۲۶۱/۹۸۸ و نیز R = ۰/۸۹۱ است.

بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که شبکه عصبی حدّ قابل قبولی را برای پیش بینی ارائه می‌نماید.

نتیجه‌گیری

در این مقاله میزان صحت پیش‌بینی شبکه عصبی در مقابل روش رگرسیون خطی مورد بررسی قرار گرفت.داده‌های آزمون- که برابر پنج داده است- با هر دو روش مورد آزمون قرار گرفت که نتایج به شرح زیر می‌باشد:

شرکت ایران خودرو	MSE	MAE
روش رگرسیون	١٦٢/٥٣٣٥	٧٣/٠٤٦٦٥
روش شبکه عصبی	٣٢٦/١٣٤٢	٢٦١/٩٨٧٧٥

همانطور که مشاهده می‌شود میانگین مجذور خطای شبکه عصبی نسبت به مدل رگرسیون بیشتربوده است. این امر با مشاهدات مرتبط با مطالعات قبلی و نیز پیش فرض اساسی این مقاله در تعارض است، بنابراین می‌توان به این نتیجه دست یافت که در شرکت ایران خودرو پیش بینی با رگرسیون جواب مناسب تر و قابل قبول تری نسبت به مدل طراحی شده شبکه عصبی ارائه می‌دهد. بنابراین شبکه عصبی همواره راه حل مناسبی برای بکارگیری در تمامی شرایط ممکن نیست.

Archive of SID
www.SID.ir

پی‌نوشتها:

۱. پناهیان، حسین. « استفاده از شبکه‌های عصبی برای پیش بینی روند شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران». *پایان نامه دکتری*، دانشگاه آزاد اسلامی، (۱۳۷۹) .

۲. جهانخانی، علی و پارسائیان، علی. *بورس اوراق بهادار*. تهران: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.

۳. خالوزاده، حمید. «آیا قیمت سهام در بورس تهران قابل بررسی است یا نه؟». *تحقیقات مالی*، شماره ۱۱ و ۱۲ ، (۱۳۷۵).

۴. خالوزاده، حمید. « مدل سازی غیرخطی پیش بینی قیمت سهام در بورس تهران». *پایان نامه دکتری الکترونیک*، دانشگاه تربیت مدرس، (۱۳۷۷).

۵. راعی، رضا. «طراحی مدل سرمایه‌گذاری مناسب در سبد سهام با استفاده از شبکه های عصبی». *پایان نامه دکتری*، مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.

۶. منهاج، محمدباقر. *مبانی شبکه عصبی*، تهران: نشر دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۷۹.

۷. بت شکن، محمود. «پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی- فازی و مقایسه آن با الگوهای خطی پیش‌بینی». *پایان نامه دکتری*، مدیریت دانشگاه تهران، (۱۳۸۰).

۸. خاکی، غلامرضا و دیگران. *مدلسازی پیش بینی قیمت سهام*. تهران: انتشارات پژوهشکده پولی و بانکی، ۱۳۸۰.

9. N. Baba & M. Kozaki. "An Efficient Forecasting Systems of Stock Price Using Neural Networks"., ***IEEE int.con, on .Neural networks***, Vol. 14, (1997), pp. 311-377.

10. Haykin,Simon. ***Neural Networks, a Comprehensive Foundation***. Prentice-Hall, 1994.

11. K. Schierbolt & C. Dagli. "Stock Market Prediction Different Neural Network Classification Architecture"., ***IEEE int.conf,on N.N***, Vol. 11. (1995), pp.72-78.

12. V. VEMURI & Rogers, ***Artificial Neural Network, Forecasting Time Series***. IEEE Computer Society Press, 1994.

13. Hirotaka Mizura & Others. ***Application of Neural Network to Technical Analysis of Stock Market Prediction***. Prentice-Hall, 1998.

14. Bo K wong & Others. ***A Bibiography of Neural Network Business Application Research***. Jon pub, 2000.

15. Roaman Lawrence, "Using Neural Networks to Predict Stock Market Prices"., ***IEEE int.con, on .Neural Networks***, Vol. 14, (1997), pp. 205-217.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Donaldson, R.G, Kamstra, M. "Forecast Combining with Neural Networks"., ***Journal of Forecasting***, Vol. 15, (1996), pp. 49-61.

17. Fama, E, French, K. R. "The Cross-Section of Expected Stock Returns"., ***Journal of Finance***, Vol. XLVII, No. 2, (June 1992), pp. 427-465.

18. Fang, H. "Foreign Exchange Risk and Common Stock Returns"., A Note on International Evidence, ***Journal of Business Finance & Accounting***, Vol. 23, No.3, (April 1996).

19. Gaynor, P. E, Kirkpatrick, R. C. ***Time-series Modelling and Forecasting in Business and Economics***. Mc Graw Hill., 1994.

20. Grudnitzky, G, Osburn, L. "Forecasting S&P and Gold Futures Prices: An Application of Neural Networks"., ***Journal of Future Markets***, Vol. 13, No. 6, (September 1993), pp.631-643.184.

Archive of SID

www.SID.ir