دوفصلنامهٔ علمی ـ پژوهشی
جستارهای اقتصادی ایران
س۱۰، ش۲۰، پاییز و زمستان ۱۳۹۲
صفحات ۱۰۹-۱۳۴

Biquarterly Journal
of
Iran's Economic Essays
Vol.10, No.20, Autumn & Winter 2013-2014

مقایسه دقت رویکردهای ماشین بردار پشتیبان و شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سود هر سهم شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

حجت حسینی‌نسب *
سلیم کریمی تکلو**
مرضیه یوسفی‌نژاد***

چکیده

سهامداران جهت گرفتن تصمیم‌های سرمایه‌گذاری مناسب، نیازمند اطلاعاتی هستند که آنها را در گرفتن بهترین تصمیم یاری رساند. در میان اطلاعات موجود، اطلاعات مربوط به سود پیش‌بینی شده هر سهم از نظر استفاده‌کنندگان با اهمیت تلقی می‌شود. از طرفی شرکت‌ها برای جذب سرمایه‌گذاران سعی می‌کنند سود هر سهم را با بیشترین دقت پیش‌بینی کنند. بنابراین، مقاله حاضر به دنبال ارائه مدلی جهت بهبود پیش‌بینی سود هر سهم شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکردهای نوین هوش مصنوعی است. برای این منظور ابتدا عوامل مؤثر بر سود هر سهم سال آتی از پژوهش‌های داخلی و خارجی استخراج شد، سپس با استفاده از اطلاعات مالی شرکت‌های نمونه در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ و به‌کارگیری روش ماشین بردار پشتیبان و شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل‌هایی جهت پیش‌بینی سود هر سهم طراحی گردید. مدل ماشین بردار پشتیبان توانست سود هر سهم سال آتی شرکت‌های نمونه را با میزان خطای مطلوب ۵ درصد پیش‌بینی کند. این مدل سود هر سهم سال جاری را با ضریب تأثیر ۲۵ درصد به‌عنوان مؤثرترین متغیر برای پیش‌بینی سود هر سهم آتی معرفی می‌کند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که مدل ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی عملکرد مشابهی دارد.

واژه‌های کلیدی: سود هر سهم، ماشین بردار پشتیبان، شبکه‌های عصبی مصنوعی، پیش‌بینی، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران.
طبقه‌بندی JEL: H54, L64, C45.

---

* عضو هیئت علمی گروه حسابداری دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان — Email: h.hoseininasab@vru.ac.ir
** عضو هیئت علمی گروه مدیریت دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان — Email: s.karimi@vru.ac.ir
*** کارشناس ارشد حسابداری دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان — Email: yosefinejadm@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۱ تاریخ تأیید: ۱۳۹۳/۸/۱۰

۱. مقدمه

تجربه کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که عامل اصلی رشد و توسعه اقتصادی آنها سرمایه‌گذاری و استفاده از وجوه راکد موجود در جامعه است. سرمایه‌گذاری، سبب استفاده بهتر و مفیدتر از منابع موجود و افزایش بهره‌وری می‌شود که رفاه و آسایش اجتماعی را به‌دنبال خواهد داشت. هرچند سرمایه‌گذاری برای رشد و توسعه تمامی کشورها ضروری می‌باشد؛ امّا اهمیت و ضرورت آن برای کشورهای توسعه‌نیافته و در حال توسعه بیشتر است. بنابراین، می‌توان گفت که سرمایه‌گذاری رکن اصلی و اساسی اقتصاد هر جامعه است و برای بهبود و ارتقای اقتصاد باید وجوه راکد و بدون استفاده به صورت سرمایه به شرکت‌های تولیدی و خدماتی تزریق شود. گفتنی است که سرمایه‌گذاری بدون کسب اطلاعات در خصوص مکان و فضای سرمایه‌گذاری مفید نیست و حتی ممکن است به اقتصاد کشور آسیب وارد کند (ملاحسینی، ۱۳۸۵).

همچنین هدایت نقدینگی و تجهیز پس‌اندازهای هدفمند به حمایت قانونی از صاحبان این‌گونه وجوه وابسته است. توسعه فرهنگ سهامداری در بعضی کشورها مرهون قوانین اطمینان‌بخش است و شرکت‌ها حضور خود را در بورس با شهرت، اعتبار اجتماعی-حرفه‌ای و دسترسی آسان‌تر به منابع مالی و اعتباری قرین می‌دانند. سرمایه‌گذاران و سهامداران نیز در سایه مقررات حمایتی و تحکیم مبانی اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت مانند خرید اوراق بهادار را ترجیح می‌دهند. در سال‌های اخیر حجم معاملات سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران نیز دچار نوسان‌های متعددی شده است که با وجود مشکلات سیاسی و اقتصادی حکایت از نقش سازنده سازمان بورس در جذب پس‌اندازهای کوچک، راکد و بی‌هدف و به‌کارگیری آنها در امور تولیدی را دارد. از طرفی با اجرایی شدن اصل ۴۴ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران مبنی بر واگذاری شرکت‌های دولتی به بخش خصوصی موضوع قیمت‌گذاری سهام شرکت‌های در شرف واگذاری، اعتماد و اطمینان مردم به گزارش‌های مالی جهت تعیین ارزش این‌گونه شرکت‌ها اهمیت بیشتری دارد. لذا پژوهش‌هایی که در رابطه با موضوع بورس انجام می‌شود، می‌تواند نقاط ضعف و قوت را مشخص کند و کمک شایانی به سازمان بورس اوراق بهادار تهران در ایفای نقش خطیری که بر عهده دارد، بنماید (عایشوندی، ۱۳۸۶).

بررسی بازار بورس و تشخیص به‌موقع زمان خرید یا فروش سهام یک شرکت همواره به‌عنوان مشکلی بزرگ برای کسانی که در این بازار مشغول به فعالیتند، مطرح است و البته با توجه به نوظهور بودن بازار سرمایه در ایران به جهت عدم تعمیق علمی آن، گاهی وقت‌ها زمینه‌های بروز بحران‌های مقطعی در بورس ایران را فراهم آورده است که در این کارزار بازندگان اصلی همان سهامداران کوچکی هستند که به جهت عدم توانایی در بررسی علمی بازار فعالیت‌هایی نسنجیده

انجام می‌دهند که نتیجه آن تنها تقویت نا امنی و رشد ریسک در بازار سرمایه ایران بوده است و لذا پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌ها قبل از انجام سرمایه‌گذاری از طریق اطلاعات و صورت‌های مالی از اهمیت زیادی برخوردار است (کمیته تدوین استانداردهای حسابداری، ۱۳۸۸). بنابراین، برای بیشتر مردم به‌خصوص سهامداران شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار این پرسش مطرح است که «چگونه می‌توان ارزش یک شرکت را به‌طور صحیحی اندازه‌گیری کرد؟». در واقعیت سهامداران از اطلاعات و معیارهای نادرستی برای قضاوت در مورد ارزش سهام شرکت‌ها استفاده می‌کنند. استفاده نکردن از معیارهای مناسب برای اندازه‌گیری عملکرد و ارزش سهام یک شرکت باعث می‌شود که قیمت سهام شرکت‌ها به سمت ارزش واقعی آنها سوق پیدا نکند و این پدیده اغلب موجب ضرر و زیان یک گروه از خریداران و سود سرشار گروه دیگر می‌شود (جهان‌خانی و ظریف‌فرد، ۱۳۷۴). بنابراین، سهامداران جهت گرفتن تصمیم‌های صحیح و مناسب در این زمینه نیازمند اطلاعات سودمندی هستند که آنها را در گرفتن بهترین تصمیم یاری رساند. در میان اطلاعات موجود اطلاعات مربوط به سود هر سهم[1] و سود پیش‌بینی‌شده هر سهم[2] از نظر بسیاری از استفاده‌کنندگان با اهمیت و مربوط تلقی می‌شود و افراد به‌وسیله آن معیاری برای ارزیابی عملکرد شرکت در دست خواهند داشت. در حقیقت اطلاعات مربوط به پیش‌بینی سود هر سهم شکل‌دهنده انتظارات بازار است (کرنل و لانسمن،[3] ۱۹۸۹). بررسی‌ها نشان می‌دهد که از دیدگاه بازار دستیابی به سود پیش‌بینی‌شده نشانه‌ای از سودآوری منظم و پایداری سود در آینده است آنها از پیش‌بینی سود هر سهم به‌عنوان یک منبع شناخته‌شده استفاده می‌کنند و با این روش انتظارات خود را در مورد سودهای آتی و آینده شرکت شکل می‌دهند (ایزدی‌نیا و علینقیان، ۱۳۸۹).

با این تفسیرها شاید بتوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر قیمت سهام را در پیش‌بینی سود هر سهم جستجو کرد (خالقی مقدم و آزاد، ۱۳۸۳)، بدین صورت که گزارش‌های مالی و اعلان سود دارای بار اطلاعاتی خاصی برای بازار سهام هستند و سود برآوردی هر سهم چنانچه دارای محتوای اطلاعاتی باشد، می‌تواند بر رفتار استفاده‌کنندگان به‌ویژه سهامداران بالقوه و بالفعل تأثیر گذارد و باعث افزایش و کاهش قیمت و حجم معاملات سهام شود (واتس و زیمرمن،[4] ۱۹۸۶). با توجه به این مطالب شرکت‌ها برای جذب سرمایه‌گذاران بالقوه و اطمینان‌خاطر سرمایه‌گذاران بالفعل سعی می‌کنند سود هر سهم را با دقت بالایی پیش‌بینی کنند؛ زیرا هرچه خطای پیش‌بینی سود پایین‌تر باشد، نوسان‌های قیمت سهام کمتر خواهد بود، در غیر این‌صورت با نوسان‌های عمده قیمت سهام مواجه خواهند شد. از این منظر پیش‌بینی دقیق سود هر سهم را می‌توان به‌عنوان یک عامل مهم و

1. Earnings Per Share (EPS).
2. Predicted Earnings Per Share (PEPS).
3. Cornel and Landsman.
4. Watts and Zimmerman.

مؤثر بر قیمت سهام شرکت‌ها و همچنین عملکرد بازار ثانویه دانست (ژوگ و مک‌کونـومی،[1] ۲۰۰۳). پاین[2] (۲۰۰۸) معتقد است که اگر سود هر سهم واقعی پایین‌تر از میزان پیش‌بینی شده آن باشد، منجـر به کاهش اعتبار شرکت در برآوردن انتظارات می‌شود و ایـن موضـوع از طـرف سـهامداران نشـانه‌ای از ضعف در عملکرد شرکت تلقی می‌شود.

با توجه به آنچه گفته شد، پرداختن بـه موضـوع پیش‌بینـی سـود هـر سـهم و یـافتن روش‌هـا و مدل‌هایی که این پیش‌بینی را با کمترین خطـای ممکـن انجـام دهـد، روشـن بـه‌نظـر می‌رسـد. در خصوص پیش‌بینی‌های مالی و مسائل سرمایه‌گذاری مدل‌ها، روش‌های پیش‌بینـی مختلفـی مـورد استفاده قرار می‌گیرد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به فنون رگرسیون خطی یا چندجمله‌ای، رگرسـیون خودبه‌خود، میانگین متحرک، مدل‌های باکس و جنکینز، مدل‌های ساختاری و سری زمـانی اشـاره کرد؛ اما این مدل‌ها به پژوهشگر اجازه نمی‌دهند تا عوامل پیچیده و غیرخطی مؤثر بـر پیش‌بینـی را در نظر بگیرد (مهدوی و بهمنش، ۱۳۸۴)؛ بنابراین، پیش‌بینی با استفاده از این‌گونه روش‌ها با خطـا همراه خواهد بود. لذا پیش‌بینی داده‌هایی که از این سیستم پیچیده پیروی می‌کنند، نیازمند ابزارهای هوشمند و پیشرفته‌ای است که بتواننـد رابطـه غیرخطـی بـین ورودی‌هـا و خروجی‌هـا را براسـاس مجموعه داده‌ها تشخیص و روابط بنیادین بین آنها را شناسایی کنند.

در دهه‌های اخیر روش‌های جدیدی از پیش‌بینی بـه‌نام روش‌هـای داده‌کـاوی[3] شـامل روش‌هـای درخت تصمیم‌گیری،[4] ماشین بردار پشتیبان،[5] شـبکه‌های بیـزین،[6] شـبکه‌های عصـبی مصـنوعی[7] و خوشه‌بندی[8] و... پا به عرصه وجود گذاشته‌اند. استفاده موفقیـت‌آمیز ایـن روش‌هـا در پیش‌بینی‌هـای اقتصادی، سمت و سویی تازه به پژوهش‌هایی از این نـوع داده اسـت. عـده‌ای عقیـده دارنـد کـه ایـن روش‌ها نتایج بهتری را نسبت به روش‌های ریاضی و آمـاری ماننـد رگرسـیون نشـان می‌دهنـد، چـون براساس داده‌های تاریخی که به آنها داده می‌شود، می‌توانند الگوها و روندها را بـدون فرمـول یـا روش خاصی بیاموزند و روابط غیرخطی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را تشخیص دهند و روابط بنیادین میـان آنها را شناسایی کنند و از این طریق پیش‌بینی دقیق‌تری را ارائه دهند (البرزی و همکاران، ۱۳۸۷).

تاکنون در بیشتر پژوهش‌ها از رگرسیون و تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی بـرای پـیش‌بینـی استفاده شده است؛ لذا برای رسیدن به یـک پـیش‌بینـی دقیـق‌تـر لازم اسـت کـه روش‌هـای دیگـر داده‌کاوی نیز مورد بررسی قرار گیرد. از جمله این روش‌ها ماشین بردار پشتیبان است که با توجه بـه

1. Jog and Mcconomy.
2. Payen.
3. Data mining methods.
4. Decision tree.
5. Support Vector Machines (SVM).
6. Bayesian networks.
7. Artificial Neural Networks.
8. Clustering.

پژوهش‌های انجام شده به‌نظر می‌رسد نسبت به سایر روش‌ها، پیش‌بینی‌های دقیق‌تری انجام دهد (شاین و همکاران،[1] ۲۰۰۵).

از طرفی باید یادآوری کرد که پژوهش‌های اندکی در زمینه پیش‌بینی سود هر سهم انجام شده است و پژوهشگر با توجه به کمبود تحقیقات موجود در این زمینه و همچنین به علت اهمیت دقت پیش‌بینی سود در گرفتن تصمیمات بهینه توسط استفاده‌کنندگان درون‌سازمانی و برون‌سازمانی بدین نتیجه رسیده است که انجام این پژوهش اهمیت و ضرورت اجتناب‌ناپذیری دارد.

بنابراین، هدف این مقاله طراحی مدلی مناسب و توانمند برای پیش‌بینی سود هر سهم با استفاده از ماشین بردار پشتیبان و مقایسه آن با شبکه‌های عصبی مصنوعی است. در این پژوهش در راستای دستیابی به اهداف آن پرسش‌های زیر مطرح است:

آیا روش ماشین بردار پشتیبان، در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران توانمند عمل می‌کند؟

آیا روش ماشین بردار پشتیبان، در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران توانمندتر از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی عمل می‌کند؟

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. پیش‌بینی سود هر سهم

صحیح و مناسب بودن هر تصمیم، به نوع و ماهیت رخدادهایی بستگی دارد که در پی تصمیم گرفته شده به وقوع می‌پیوندند. اگر بتوان جنبه‌های غیرقابل کنترل این حوادث را قبل از تصمیم‌گیری حدس زد، امکان تصمیم‌گیری بهتری به وجود می‌آید؛ بنابراین، چون حوادث آینده در فرایند تصمیم‌گیری نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند، پیش‌بینی این‌گونه حوادث دارای اهمیت است و هر تصمیم آگاهانه نیاز به پیش‌بینی دارد. در یک تعریف کلی گمانه‌زنی در مورد شرایط و حوادث آینده را پیش‌بینی و چگونگی انجام این عمل را پیش‌بینی کردن می‌نامند. اغلب پیش‌بینی به‌صورت استفاده از اطلاعات حال و گذشته در قالب الگوی یک معادله‌ای، الگوی چند معادله‌ای، الگوهای سری زمانی یا دیگر الگوها و به‌کار بردن الگوی مورد نظر برای دوره‌های بعدی است. از این‌رو می‌توان گفت که پیش‌بینی عبارت است از برآورد احتمالی وقایع آینده براساس اطلاعات حال و گذشته (زراء نژاد و حمید، ۱۳۸۸).

پیش‌بینی عاملی کلیدی در تصمیم‌گیری‌های اقتصادی به‌شمار می‌رود؛ چراکه سرمایه‌گذاران،

1. Shin and et al.

اعتباردهندگان، مـدیران و دیگـر اشـخاص در تصـمیم‌گیری‌های اقتصـادی متکـی بـه پیش‌بینـی و انتظارات هستند. در حسابداری، مواردی همانند سود، بازده و قیمت سهام، ورشکستگی و ریسـک را تا حدی می‌توان پیش‌بینی کـرد؛ امـا پیش‌بینـی سـود هـر سـهم بـه‌عنـوان یـک عامـل مـؤثر بـر تصمیم‌گیری‌های اقتصادی از دیرباز مورد علاقه استفاده‌کنندگان بـوده اسـت. ایـن توجـه ناشـی از استفاده سود هر سهم در برآورد ارزش آتی سهام و در نهایت انتخاب سرمایه‌گذاری مناسب اسـت (علوی طبری و جلیلی، ۱۳۸۵). همچنین پیش‌بینی سود هر سهم از ارکان با اهمیت سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود و در بیشتر موارد، جزء اساسی روش‌های انتخاب سهام اسـت (خـالقی مقـدم و بهرامیان، ۱۳۸۴)؛ چراکه شواهد بال و براون[1] در سال ۱۹۶۸ نشان می‌دهد که سود هر سهم و سود پیش‌بینی شده آن دارای آثاری بر قیمت بازار سهام عـادی هسـتند (هندریکسـن و بـرادا،[2] ۱۹۹۲)؛ به‌طوری‌که قیمت اوراق بهادار در مسیری همانند تغییر سود هر سهم تغییر می‌کند و دست‌کم بـازار بدان‌گونه رفتار می‌کند که گویا از جانب سود هر سـهم پیـام خاصـی دریافـت کـرده اسـت و سـود برآوردی هر سهم می‌تواند بر رفتار استفاده‌کنندگان به‌ویژه سهامداران بالقوه و بالفعل تأثیر گـذارد و باعث افزایش و کاهش قیمت و حجم معاملات سـهام شـود (واتـس و زیمـرمن، ۱۹۸۶). بـا ایـن اوصاف شاید بتوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر قیمت سهام را در پیش‌بینی سود هر سهم جسـتجو کـرد (خالقی مقدم و آزاد، ۱۳۸۳). بنابراین، انتظار می‌رود که مدیران شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در پیش‌بینی‌های خود نهایـت دقـت را بـه‌عمل آورنـد؛ چراکـه بررسـی‌ها نشـان می‌دهد از دیدگاه بازار دستیابی به سود پیش‌بینی‌شده نشانه‌ای از سودآوری منظم و پایداری سود در آینده است و سرمایه‌گذاران از پیش‌بینی سود هر سـهم بـه‌عنـوان یـک منبـع شـناخته‌شـده اسـتفاده می‌کنند و از این طریق انتظارات خود را در مـورد سـودهای آتـی و آینـده شـرکت شـکل می‌دهنـد (ایزدی‌نیا و علینقیان، ۱۳۸۹).

۲-۲. شبکه‌های عصبی مصنوعی

در طی دهه اخیر شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌هـای تولیـدی موفـق عمل کرده‌اند. یک شبکه عصبی مصنوعی، شامل مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل است که به هر مجموعه از این نرون‌ها یک لایه گفته می‌شود. نقش نرون‌هـا در شـبکه‌هـای عصـبی، پـردازش اطلاعات است. این امر در شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌وسیله یک پردازشگر ریاضـی کـه همـان تابع فعال سازی است، انجام می‌شود. یک تابع فعال‌سازی، براساس نیاز خاص مسئله‌ای کـه قـرار است به‌وسیله شبکه‌های عصبی حل شود، از سوی طراح انتخاب می‌شود. ساده‌ترین شکل شـبکه،

1. Ball and Brown.
2. Hendriksen and Berada.

فقط دو لایه دارد: لایه ورودی و لایه خروجی شبکه، شبیه یک سیستم ورودی-خروجی عمل می‌کند و ارزش نرون‌های ورودی را برای محاسبه ارزش نرون خروجی مورد استفاده قرار می‌دهد. شبکه‌های عصبی با لایه‌های پنهان دارای توانایی‌های بیشتری نسبت به شبکه‌های عصبی دو لایه هستند (منهاج، ۱۳۷۷).

با توجه به اهداف تحقیق، انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. شبکه‌های عصبی چند لایه پیشخور[1] یکی از کاربردی‌ترین انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند. می‌توان ثابت کرد که شبکه‌های عصبی پیشخور با یک لایه پنهان، تابع فعال‌سازی لجستیک در لایه پنهان، تابع فعال‌سازی خطی در لایه خروجی و تعداد نرون‌های کافی در لایه پنهان، قادرند هر تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند. بر این اساس، به این نوع شبکه‌های عصبی با ساختار بالا، تقریب زننده جامع می‌گویند (وانگ و همکاران،[2] ۲۰۰۰).

الگوریتم‌های یادگیری در شبکه‌های عصبی مصنوعی، روندهایی هستند که توسط آنها وزن‌های شبکه تنظیم می‌شود. یادگیری شبکه این است که شبکه قانون کار را یاد بگیرد و پس از یادگیری به ازای هر ورودی، خروجی مناسب را ارائه دهد. شیوه‌های مختلفی برای یادگیری شبکه وجود دارد. یادگیری شبکه‌های عصبی چندلایه پیشخور، با استفاده از ناظر است. شبکه‌های عصبی از ورودی‌ها، وزن‌ها، مجموعه‌ای از نرون‌ها و خروجی‌ها تشکیل می‌شود. یک نرون به‌طورکلی از n ورودی xj (j=1, 2, …,n) تشکیل شده است. هر ورودی x_j قبل از اینکه وارد نرون شود وزن‌دار می‌شود (در w_{ij} ضرب می‌شود). به‌طورکلی ورودی‌های نرون j را می‌توان با رابطه $d_{ij} = \sum w_{ij} * x_j$ نشان داد. خروجی نرون j با استفاده از تابع تبدیل f_j محاسبه می‌شود. خروجی نرون jام (a) به‌طورکلی به صورت $a_j = \sum d_{ij}$ است. در الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا با اعمال اولین ورودی X_k خروجی مطلوب متناظر با آن (T_k) حاصل می‌شود. یک ورودی، سبب ایجاد یک خروجی در نرون لایه اول می‌شود و به همین شکل، پاسخی را برای رشته‌های لایه بعد به وجود می‌آورد که این خروجی‌ها، ورودی‌های نرون‌های بعد خواهند شد و خروجی‌های دیگری را در نرون‌های آن لایه به وجود می‌آورند. این روند ادامه می‌یابد تا اینکه یک پاسخ در لایه خروجی ایجاد شود. سپس آن پاسخ با پاسخ مطلوب مقایسه می‌شود (این مقدار برای مسائل پیش‌بینی، مقداری پیوسته است). وزن‌های شبکه سپس برای صحیح شدن یا کاهش خطا اصلاح و الگوی کاربردی نمایان می‌شود. اصلاح وزن‌ها به‌طور پیوسته در این روال ادامه می‌یابد تا زمانی که کل خطاها از سطح از پیش تعیین شده کمتر شود تا بتوان به مدلی مطلوب برای پیش‌بینی با کمترین خطا رسید.

1. Multilayered Feed forward Neural Network (MFNN).
2. Wong and Jiang.

ایده استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی‌های اقتصادی اولین بار در سال ۱۹۸۸ توسط هالبرت وایت[1] مطرح شد. این پژوهشگر سعی در کشف نظم نهفته در قیمت‌های تاریخی دارایی‌های سرمایه‌ای را داشت. سپس هل[2] در سال ۱۹۹۴ پیشنهاد داد که می‌توان از شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی داده‌های مالی نیز استفاده کرد. ریفنز و همکاران[3] در سال ۱۹۹۴ با مدل‌سازی رفتار قیمت سهام توسط شبکه‌های عصبی عملکرد آن را با مدل‌های رگرسیون مقایسه کردند. در این تحقیق از شبکه‌های عصبی به‌عنوان یک جایگزین برای تکنیک‌های آماری کلاسیک برای پیش‌بینی رفتار سهام شرکت‌های بزرگ استفاده شد و نتایج نشان داد که شبکه‌های عصبی نسبت به تکنیک‌های آماری عملکرد بهتری دارند و مدل‌های بهتری ارائه می‌دهند. کالن[4] در سال ۱۹۹۶ و بارکلین و اورد[5] در سال ۲۰۰۰ به این نتیجه مشترک رسیدند که شبکه عصبی عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های سنتی دارد. اولسون و موسمن[6] در سال ۲۰۰۳ در بازار سهام کانادا با استفاده از شبکه‌های عصبی، بازده سهام را با استفاده از نسبت‌های حسابداری ۲۵۳۶ شرکت کانادایی در سال‌های ۱۹۷۶-۱۹۹۷ پیش‌بینی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد استفاده از مدل شبکه‌های عصبی با استفاده از الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا در مقایسه با مدل‌های خطی رگرسیون مزیت بیشتری دارد (طلوعی اشلقی و حق‌دوست، ۱۳۸۶).

در ایران نیز پژوهش‌های گوناگونی در زمینه شبکه‌های عصبی مصنوعی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه قدیمی و مشیری (۱۳۸۱) اشاره کرد که مقایسه‌ای بین کارایی مدل شبکه‌های عصبی با یک مدل رگرسیون خطی به منظور پیش‌بینی رشد اقتصادی در ایران انجام دادند و نتایج نشان داد که شبکه‌های عصبی به‌طور معناداری پیش‌بینی‌های دقیق‌تری در مقایسه با مدل رگرسیون خطی و مدل‌های سری زمانی ارئه می‌دهند. طیبی و همکاران (۱۳۸۷)، به پیش‌بینی نرخ ارز در ایران با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های سری زمانی پرداختند و نتیجه پژوهش آنها نشان داد که در صورت طراحی دقیق مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه پیش‌بینی نرخ ارز -نسبت به رقبای خود- عملکرد بهتری خواهند داشت. اعتمادی و همکاران (۱۳۹۱)، به کمک ۹۰ شرکت از مجموعه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با به‌کارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی سعی در انجام پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌ها با استفاده از ۹ متغیر داشتند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که به‌کارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی و ۹ متغیر انتخابی ۹۹ درصد الگوبرداری صحیح در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها توسط گروه

1. Halbert White.
2. Hell.
3. Rifnez.
4. Callen.
5. Barklin and Ord.
6. Olson and Mossman.

آموزش را حاصل می‌کند و کاربست این الگو در گروه آزمایش ۸۶ درصد صحت پیش‌بینی‌ها در طبقات سودآور و زیان‌آور آینده را رقم می‌زند.

۲-۲-۱. مزایا و معایب شبکه‌های عصبی مصنوعی

برخی از مزایای شبکه‌های عصبی مصنوعی عبارتند از:

– قابلیت یادگیری: استخراج یک نگاشت غیرخطی که با چند مثال مشخص شده است، کار ساده‌ای نیست. پیاده‌سازی این نتایج با یک الگوریتم معمولی و بدون قابلیت یادگیری نیاز به دقت و مراقبت زیادی دارد. در چنین حالتی سیستمی که بتواند خودش این رابطه را استخراج کند، بسیار سودمند به نظر می‌رسد. افزودن مثال‌های احتمالی در آینده به یک سیستم با قابلیت یادگیری به مراتب آسان‌تر از انجام آن بدون چنین قابلیتی است؛ زیرا در سیستم فاقد این قابلیت افزودن یک مثال جدید به منزله تعویض تمامی کارهای انجام شده قبلی است.

– پراکندگی اطلاعات (قابلیت استفاده به‌عنوان حافظه اشتراکی یا انجمنی، حافظه قابل آدرس‌دهی و ذخیره‌کنندگی): آنچه شبکه فرا می‌گیرد (اطلاعات یا دانش) در وزن‌های سیناپسی (واحدهای ساختاری کوچکی که ارتباط بین نرون‌ها را برقرار می‌سازد) مستتر است و این‌طور نیست که رابطه یک به یک بین ورودی‌ها و وزن‌های سیناپتیکی وجود داشته باشد. به عبارتی دیگر، هر وزن سیناپسی مربوط به همه ورودی‌هاست؛ ولی به هیچ یک از آنها به‌طور منفرد و مجزا مربوط نیست. بر این اساس چنانچه بخشی از سلول‌های شبکه حذف شوند و یا عملکرد غلط داشته باشند، باز هم احتمال رسیدن به پاسخ صحیح وجود دارد؛ اگرچه این احتمال برای تمام ورودی‌ها کاهش یافته، ولی برای هیچ‌یک از میان نرفته است.

– قابلیت تعمیم: پس از آنکه مثال‌های اولیه به شبکه آموزش داده شد، شبکه می‌تواند در مقابل یک ورودی آموزش داده نشده قرار گیرد و یک خروجی مناسب ارائه کند. این خروجی براساس مکانیسم تعمیم که همان فرایند درون‌یابی است، به‌دست می‌آید.

– پردازش موازی (قابلیت بالا بودن سرعت): هنگامی که شبکه عصبی در قالب سخت‌افزار پیاده می‌شود، سلول‌هایی که در یک تراز قرار می‌گیرند، می‌توانند به‌طور هم‌زمان به ورودی‌های آن تراز پاسخ دهند. این ویژگی باعث افزایش سرعت پردازش می‌شود، در واقع وظیفه کلی پردازش در چنین سیستمی بین پردازنده‌های کوچک‌تر مستقل از هم تقسیم می‌شود.

– مقاوم بودن (قابلیت تحمل آسیب، قابلیت ترمیم، تحمل‌پذیری خطاها): در یک شبکه عصبی هر سلول به‌طور مستقل عمل می‌کند و رفتار کلی شبکه برآیند رفتارهای محلی سلول‌های متعدد است. این ویژگی باعث می‌شود تا خطاهای محلی از چشم خروجی نهایی دور بمانند.

به عبارتی دیگر سلول‌ها در یک روند همکاری خطاهای محلی یکدیگر را تصحیح می‌کنند. این ویژگی باعث افزایش قابلیت مقاوم بودن در سیستم می‌شود (منجمی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین روش‌های هوش مصنوعی و از جمله سیستم‌های شبکه عصبی می‌توانند حتی در مسائلی به کار گرفته شوند که:

– امکان ارائه یک راه‌حل الگوریتمی یا تحلیلی برای مسئله وجود نداشته باشد؛

– تنها بتوان نمونه‌های زیادی از رفتار مورد مدل‌سازی به‌دست آورد؛

– نیاز به استخراج ساختار و دانش از داده‌ها باشد.

با وجود برتری‌های شبکه‌های عصبی نسبت به روش‌های سنتی مرسوم، این روش معایبی نیز دارد که پژوهشگران این رشته تلاش دارند که آنها را به کمترین برسانند، از جمله:

– قواعد یا دستورهای مشخصی برای طراحی شبکه جهت یک کاربرد اختیاری وجود ندارد؛

– در مورد مسائل مدل‌سازی، فقط نمی‌توان با استفاده از شبکه عصبی به فیزیک مسئله پی برد. به عبارت دیگر مرتبط ساختن پارامترها یا ساختار شبکه به پارامترهای فرایند معمولاً غیرممکن است؛

– دقت نتایج بستگی زیادی به اندازه مجموعه آموزش دارد؛

– آموزش شبکه ممکن است مشکل و یا حتی غیرممکن باشد.

۲-۳. ماشین بردار پشتیبان

ماشین بردار پشتیبان یکی از روش‌های یادگیری با نظارت است که هم برای دسته‌بندی و هم رگرسیون قابل استفاده است. ماشین بردار پشتیبان در اصل یک دسته‌بندی‌کننده دو کلاسی است که کلاس‌ها را توسط یک مرز خطی از هم جدا می‌کند. در این روش نزدیک‌ترین نمونه‌ها به مرز تصمیم‌گیری را بردارهای پشتیبان می‌نامند. این بردارها معادله مرز تصمیم‌گیری را مشخص می‌کنند. این روش به دلیل استفاده از اصل کمینه‌سازی ریسک ساختاری که از طریق بیشینه‌کردن فاصله بین دو ابر صفحه گذرا از بردارهای پشتیبان هر دو کلاس، اعمال می‌شود برخلاف حالت کمینه‌سازی ریسک تجربی که سعی در کمینه کردن خطای آموزش را دارد عملکرد بهتری بر روی داده‌هایی که مدل با آنها ساخته نشده است، از خود نشان می‌دهند. به‌منظور سادگی در فهم، برای بیان تئوری ماشین بردار پشتیبان از ساده‌ترین حالت ممکن یعنی دسته‌بندی دو کلاسی در حالت جدایی‌پذیر به‌صورت خطی توضیح داده شده است (هامل،[1] ۲۰۰۹).

1. Hamel

۲-۳-۱. جدایی‌پذیر به‌صورت خطی

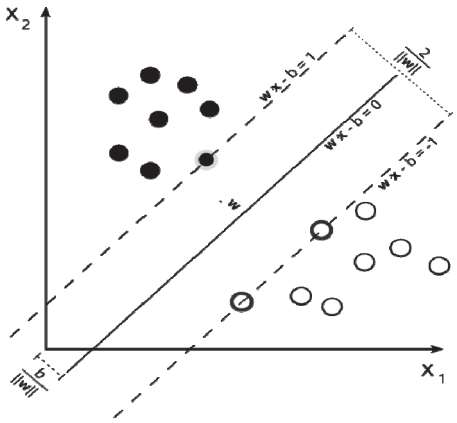
در این روش فرض می‌شود که نمونه‌ها دارای برچسب $y_i = \{-1, +1\}$ باشند. هر نمونه به‌صورت یک بردار نشان داده می‌شود. برای یافتن مرز تصمیم‌گیری بهینه از روش حاشیه بیشینه استفاده می‌شود. بنابراین، مرز تصمیم‌گیری افزون بر اینکه باید تمام نمونه‌های هر دو کلاس را به درستی به دو دسته تقسیم کند، باید مرز تصمیم‌گیری‌ای (ابرصفحه) را پیدا کند که بیشترین فاصله از همه بردارهای پشتیبان را داشته باشد. بیان ریاضی مرز تصمیم‌گیری در فضای برداری می‌تواند به‌صورت

$$f(\bar{x}) = \mathrm{sgn}(\bar{w}.\bar{x} + b) \qquad (۱)$$

باشد. که $\bar{w}$ بردار نرمال ابرصفحه و b عرض از مبدأ آن باشد (منهاج، ۱۳۷۷)؛ همان‌طورکه بیان شد مرز تصمیم‌گیری باید نمونه‌ها را دسته‌بندی کند که بیان ریاضی آن به‌صورت

$$y_i(\bar{w}.\bar{x} + b) \geq 1 \qquad (۲)$$

است. از طرف دیگر مرز تصمیم‌گیری باید بیشترین فاصله را با نمونه‌های هر کلاس داشته باشد که مطابق با شکل (۱) به معنای بیشینه کردن $\frac{2}{w}$ است (هامل، ۲۰۰۹).



شکل ۱: ابر صفحه جدایش و بردارهای پشتیبان

بنابراین، می‌توان یک مسئله بهینه‌سازی به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$\min \frac{1}{2}\|\bar{w}\|^2 \qquad (۳)$$

$$s.t. \quad y_i(\bar{w}.\bar{x}_i + b) \geq 1 \qquad (۴)$$

برای حل این مسئله بهینه‌سازی از روش ضرایب لاگرانژ استفاده می‌شود. بنابراین، مسئله به‌صورت

$$\min_{w,b}\max_{\alpha\geq 0}\{\frac{1}{2}\|w\|^2-\sum_{i=1}^{n}\alpha_i[y_i(\bar{w}.\bar{x}_i+b)-1]\} \quad (۵)$$

$$s.t. \quad \alpha_i\geq 0 \quad (۶)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i y_i=0 \quad (۷)$$

در می‌آید که α_i ضرایب لاگرانژ است. در ادامه این فرم (که فرم اولیه نامیده می‌شود) به فرم همزاد آن (Dual Form) با جایگذاری مشتق‌های لاگرانژین نسبت به متغیرهای اولیه (w,b) در لاگرانژین تبدیل می‌شود. با حل مسئله بهینه‌سازی با فرم همزاد مقادیر ضریب لاگرانژ یافته می‌شود. شرایط کاروش –کوهن– تاکر بیان می‌کند که مقدار بهینه w به‌صورت زیر است (وانگ و جیانگ، ۲۰۰۰):

$$w=\sum_{i=1}^{n}\alpha_i x_i y_i \quad (۸)$$

همچنین به راحتی قابل اثبات است که مقدار b از روش زیر محاسبه می‌شود:

$$b=\frac{1}{N_{sv}}\sum_{i=1}^{n}y_i-\bar{w}.\bar{x}_i \quad (۹)$$

که N_{sv} تعداد بردارهای پشتیبان است. در انتها تابع تصمیم‌گیری به‌صورت زیر بیان می‌شود (وانگ و جیانگ، ۲۰۰۰).

$$f(\bar{x})=\mathrm{sgn}(\bar{w}.\bar{x}+b) \quad (۱۰)$$

۲-۳-۲. حالت جدایی‌پذیر با استثنا

در این حالت با مستثنا در نظر گرفتن برخی از نقاط می‌توان نمونه‌ها را به‌صورت خطی از هم جدا کرد. در این حالت متغیری به نام اسلک (ξ_i) تعریف می‌شود که مقدار آن برابر با فاصله نقطه استثنا از مرز تصمیم‌گیری است. در این حالت تابع هدف به‌صورت

$$\min \frac{1}{2}\|\bar{w}\|^2+C\sum_{i=1}^{n}\xi_i \quad (۱۱)$$

$$s.t. \quad y_i(\bar{w}.\bar{x}_i+b)\geq 1-\xi_i \quad (۱۲)$$

در می‌آید که C پارامتری است که توسط کاربر باید مشخص شود و میزان جریمه اعمالی بر تابع هدف را به ازای هر استثنا کنترل می‌کند (بورگس،[1] ۱۹۹۸).

۲-۳-۳. حالت جدایی‌پذیر غیرخطی

در این حالت که نزدیک‌ترین حالت به موارد واقعی است، نمونه‌ها به‌صورت غیرخطی از هم جدا می‌شوند. بردارهای ورودی به فضایی با ابعادی بیشتر (فضای ویژگی) از ابعاد فضای نمونه‌های ورودی نگاشته می‌شود. با بیشتر شدن ابعاد به‌طورکلی امکان جدایش خطی نمونه‌ها نیز

1. Burges

بیشتر می‌شود. ماشین بردارپشتیبان مرز بهینه تصمیم‌گیری را در فضای ویژگی پیدا می‌کند و با نگاشت ابرصفحه به فضای ورودی معادله مرز تصمیم‌گیری مشخص می‌شود. به‌منظور کم‌کردن حجم محاسبه‌ها به دلیل زیاد شدن ابعاد، از ترفند کرنل استفاده می‌شود. به کمک کرنل معادل ضرب داخلی دو بردار نگاشت شده به فضای ویژگی بدون نیاز به نگاشت تک‌تک آن دو، محاسبه می‌شود. در این حالت فرم همزاد به‌صورت

$$\max L_d(\alpha) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i - \frac{1}{2}\sum_{i,j=1}^{n} \alpha_i \alpha_j K(\bar{x_i}, \bar{x_j}) \quad (۱۳)$$

$$s.t. \quad c \geq \alpha i \geq 0 \quad (۱۴)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \, y_i = 0 \quad (۱۵)$$

و تابع تصمیم‌گیری به‌صورت

$$D(x) = \text{sgn}(\sum_{i=1}^{n} y_i \alpha_i K(\bar{x}, \bar{x_i}) + b) \quad (۱۶)$$

است (بورگس، ۱۹۹۸).

چندی است که استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان در پژوهش‌های مالی و اقتصادی مورد توجه پژوهشگران داخلی قرار گرفته است که در این خصوص می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: راعی و فلاح‌پور (۱۳۸۷)، در پژوهش خود کارایی ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها را با مدل آماری رگرسیون لجستیک مقایسه کردند. نتایج نشان داد که در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها، مدل ماشین بردار پشتیبان نسبت به مدل رگرسیون لجستیک به‌طور معناداری، از دقت کلی و تعمیم‌پذیری بیشتری برخوردار است. فلاح شمس و همکاران (۱۳۹۱)، در پژوهشی مدل ماشین بردار پشتیبان را برای پیش‌بینی دستکاری قیمت‌ها استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان داد که این مدل ۸۱ درصد از دستکاری‌ها را به‌درستی پیش‌بینی می‌کند. فلاح‌پور و همکاران (۱۳۹۲)، در تحقیق خود سعی کردند روند حرکتی قیمت سهام شرکت‌ها را براساس یک مدل ترکیبی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک پیش‌بینی کنند. نتایج نشان داد مدل ترکیبی ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک در پیش‌بینی روند حرکتی قیمت سهام بسیار بهتر عمل می‌کند و در مقایسه با روش ماشین بردار پشتیبان ساده، از دقت بیشتری برخوردار است.

۲-۳-۴. مزایا و معایب ماشین بردار پشتیبان

از مزایای روش ماشین بردار پشتیبان این است که آموزش آن به نسبت ساده است و برخلاف شبکه‌های عصبی در ماکزیمم‌های محلی گیر نمی‌افتد. همچنین توانایی حل مسائل طبقه‌بندی

پیچیده با لایه‌های زیاد و نمونه‌های آموزشی کم را دارد. در خصوص معایب این روش نیز می‌توان به این موضوع اشاره کرد که به یک تابع کرنل خوب و انتخاب پارامتر C نیاز دارد (بورگس، ۱۹۹۸).

۲-۴. پیشینه پژوهش

با وجود اینکه پیش‌بینی سود برای دوره آتی یک شرکت، از جمله اطلاعاتی است که به‌طور جدی مورد توجه تحلیل‌گران و استفاده‌کنندگان از صورت‌های مالی قرار دارد؛ ولی تحقیقاتی که در این رابطه انجام شده، نسبت به اهمیت موضوع بسیار اندک است. این پژوهش‌ها را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: اول آن دسته از پژوهش‌هایی که سعی می‌کنند از روند سودهای گذشته و جاری برای پیش‌بینی سود آتی استفاده کنند و دسته دوم تحقیقاتی هستند که به شناسایی عوامل مؤثر بر سود آتی می‌پردازند تا از این طریق اطلاعات مفیدی را در اختیار سرمایه‌گذاران جهت پیش‌بینی دقیق‌تر سود قرار دهند. برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های انجام شده در این رابطه بدین شرح است:

گراهام[1] و همکاران در سال ۱۹۶۲ در پژوهش خود جهت پیش‌بینی سود آتی، از مطالعه و بررسی متوسط سودهای گذشته در طول زمان استفاده کردند و اعتقاد داشتند که تنها راه پیش‌بینی سود، استفاده از متوسط سودهای گذشته است و این نظر توسط پژوهشگران دیگر نیز مورد توجه قرار گرفت و الگوهای قابل قبولی نیز در این زمینه ارائه شد. لیو[2] (۱۹۹۳) در بررسی‌های خود دریافت که غیر از سری‌های زمانی سودهای گذشته، اطلاعات دیگری نیز می‌تواند در پیش‌بینی سودهای آتی مؤثر باشد؛ ولی در صورت عدم دسترسی به سایر اطلاعات، سودهای گذشته بهترین پارامتر در پیش‌بینی سود آتی واحد تجاری است (ستایش، ۱۳۸۲). فینگر[3] (۱۹۹۴)، به بررسی سود در پیش‌بینی سودها و جریان‌های نقدی آتی پرداخت. در این تحقیق که دوره زمانی سال‌های ۱۹۳۵-۱۹۸۷ را پوشش می‌داد و نمونه‌ای متشکل از ۵۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس نیویورک را در برمی‌گرفت، این نتیجه حاصل شد که برای ۸۸ درصد شرکت‌های نمونه، سودهای گذشته را می‌توان به‌عنوان یک پیش‌بینی‌کننده خوب برای سودهای آتی دانست. اسلوان[4] (۱۹۹۶)، به‌صورت مستقیم به تجزیه و تحلیل آثار پایداری نسبی جریان‌های نقدی و اجزای تعهدی سودهای فعلی بر روی پیش‌بینی سودهای آتی پرداخت. نتایج پژوهش وی نشان داد که چون اقلام تعهدی نسبت به جریان‌های نقدی به میزان زیادی دارای ذهنی‌گرایی هستند و احتمال بیشتری وجود دارد که تحت تأثیر اهداف اختیاری مدیر قرار گیرند، در مقایسه با جریان‌های نقدی به میزان زیادی

1. Graham et al.
2. Lev.
3. Finger.
4. Sloan.

پیش‌بینی‌کنندگی کمتری دارند. در تحقیقی دیگر ماچوگا و همکاران[1] (۲۰۰۲)، توانایی ارزش افزوده اقتصادی، سود عملیاتی دوره جاری، جریان‌های نقدی، اقلام تعهدی و بازده سهام برای پیش‌بینی سود هر سهم را برای نمونه‌ای شامل ۴۳۸۲ شرکت آمریکایی برای سال‌های ۱۹۶۶-۱۹۸۱ بررسی کردند. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از روش رگرسیون نشان داد که ارزش افزوده اقتصادی نسبت به سایر متغیرها در پیش‌بینی سود دارای محتوای فزاینده اطلاعاتی برای پیش‌بینی سود سال آتی است. اسکینر[2] (۲۰۰۳)، اعتبار فرضیه محتوای اطلاعاتی سود سهام نقدی و فرضیه اطلاع‌رسانی را بررسی کرد و به این نتیجه رسید که سود سهام نقدی فراهم‌کننده اطلاعاتی درباره سودهای آتی است. کاسکی و هانلن[3] (۲۰۰۵) با بررسی رابطه بازده سال جاری سهام و سود آتی برای واحدهای تجاری که در سال جاری سود پرداخت می‌کنند، در مقایسه با واحدهای تجاری که سود پرداخت نمی‌کنند، به این نتیجه رسیدند که رابطه میان سود سال آتی و بازده سال جاری در شرکت‌های توزیع‌کننده سود رابطه مستقیم و معناداری است. دیچو و تانگ[4] (۲۰۰۹)، با تفکیک سودهای عملیاتی بر مبنای نوسان‌های سود، ضمن تأیید معناداری رابطه معکوس میان نوسانات سود و امکان پیش‌بینی آن، نشان دادند که سودهای تاریخی در پیش‌بینی سودهای آینده نقش مهمی دارند. چوی و همکاران[5] (۲۰۱۰)، در پژوهشی با موضوع نقش پیش‌بینی‌های فصلی و کوتاه‌مدت در مقایسه با پیش‌بینی‌های سالانه به این نتیجه رسیدند که پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و فصلی ارتباط بین بازده سهام دوره جاری و سودهای آتی را افزایش می‌دهد. آرتور و همکاران[6] (۲۰۱۰)، در پژوهش خود مدل جریان نقدی تجزیه شده و مدل جریان نقدی انباشته برای پیش‌بینی سود آتی مقایسه کردند. نتایج نشان داد مدل نقدی تجزیه شده نسبت به مدل جریان نقدی انباشته از قدرت توضیح‌دهندگی و توانایی پیش‌بینی بالاتری برخوردار است.

برزگر (۱۳۷۸)، در تحقیق خود به این نتیجه رسید که جزء نقدی و تعهدی سود عملیاتی هر یک به تنهایی برای پیش‌بینی سودهای عملیاتی آتی مفید نیست؛ اما اجزای یاد شده با هم برای پیش‌بینی سودهای عملیاتی آتی مفید هستند و اثر یکسانی دارند. جنت‌رستمی (۱۳۷۸)، نقش سود در پیش‌بینی جریان‌های نقدی و سودهای آتی را بررسی کرد. نمونه این تحقیق ۵۱ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و روش‌شناسی آن برگرفته از روش تحقیق فینگر در سال ۱۹۹۴ بود و نتایج نشان داد که برای ۹۲/۱۶ درصد شرکت‌های نمونه، سودهای تاریخی را می‌توان به‌عنوان یک پیش‌بینی‌کننده خوب برای سودهای آتی دانست. مهدوی و رستگاری (۱۳۸۶)، در

1. Machuga et al.
2. Skinner.
3. Caskey and Hanlon.
4. Dichev and Tang.
5. Choi et al.
6. Arthure et al.

پژوهشی دریافتند که سود عملیاتی دوره جاری، جریان وجه نقد عملیاتی، ارزش افـزوده اقتصـادی توانایی پیش‌بینی سود عملیاتی دوره بعد را دارند؛ اما توانایی پیش‌بینی سود عملیاتی از بقیـه بیشـتر است. مدرس و عبـاس‌زاده (۱۳۸۷)، در پژوهشـی بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه سـودهای گذشـته می‌توانند سود آتی را با کمترین خطای ممکن پیش‌بینی کنند و همچنین ورود یکی از اجـزای سـود (نقدی و تعهدی) به مدل‌ها، پیش‌بینی را بهبود می‌بخشد و در ضمن مشخص شد تأثیر جزء نقدی در مدل‌های پیش‌بینی از اقلام تعهدی بیشتر است. نتایج تحقیق برزیده و برهانی (۱۳۸۷)، حـاکی از آن بود که رابطه سود سال آتی و بازده سهام سال جاری در شرکت‌هایی که سود پرداخت می‌کننـد و شرکت‌هایی که سود پرداخت نمی‌کنند، مستقیم و در سطح ۹۰ درصـد معنـادار اسـت. بـر ایـن اساس در شرکت‌های پرداخت کننده سود، بین سود سـال آتـی و بـازده سـهام سـال جـاری رابطـه مستقیم بزرگ‌تری در مقایسه با شرکت‌هایی که سود پرداخت نمی‌کنند وجود دارد. وکیلیان آغویی و همکاران (۱۳۸۸)، به بررسی رابطه هر یک از متغیرهای مسـتقل شـامل ارزش افـزوده اقتصـادی و سود باقی‌مانده به‌عنوان نماینده‌های مدل‌های اقتصادی ارزیابی با سود آتی هـر سـهم در سـال‌های ۱۳۷۸ لغایت ۱۳۸۳ بر روی ۶۲ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بـه‌عنـوان نمونـه پرداختند. با توجه به نتایج با ۹۵ درصد سطح اطمینان می‌توان بیان کـرد کـه متغیـر ارزش افـزوده اقتصادی دارای قدرت پیش‌بینی نیست؛ ولی در عوض متغیر سود باقی‌مانده دارای قدرت پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی است. سعیدا اردکانی و محمودیـان (۱۳۸۹)، رابطـه بـین انـدازه سـودهای تقسیمی و میزان اطلاع‌رسانی در مورد سودهای آتـی را بـرای یـک دوره ۷ سـاله از سـال ۱۳۷۹ تـا ۱۳۸۵ بر روی ۲۰۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به‌عنوان نمونه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که میزان پرداخت سود تقسیمی بـر سـودهای آتـی تـأثیری نـدارد. رضـازاده و گروسی (۱۳۹۰)، در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که جزء تعهدی و نقدی سود با سـود آتـی همبستگی یکسانی دارد.

۳. روش پژوهش

این مقاله درصدد ارائه مدلی جهت پیش‌بینی سود هر سهم آتی شرکت‌های پذیرفته شده در بـورس اوراق بهادار تهران به کمک روش‌های رایج هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی مصـنوعی و ماشـین بردار پشتیبان) و مقایسه میزان دقت آنهاست. بنابراین، مقاله حاضر از لحاظ آماری مدل‌سازی و از نظر روش یک پژوهش توصیفی (نیمه تجربی) از نوع همبستگی محسوب می‌شود کـه در آن رابطـه میان متغیرها براساس هدف پژوهش تحلیل می‌شود.

۳-۱. جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این مقاله تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ است. برای انتخاب نمونه آماری مناسب که یک نماینده مطلوبی برای جامعه آماری باشد، از روش حذفی استفاده شده است. در این راستا شرایط خاصی مورد نظر نگارنده بوده که احراز این شرایط توسط شرکت‌ها جهت انجام بررسی‌های آماری ضروری است و در صورتی‌که یک شرکت تمامی معیارها را احراز کرده باشد، به‌عنوان یکی از شرکت‌های نمونه انتخاب می‌شود، شرایط یاد شده به شرح زیر است:

– شرکت‌ها باید قبل از سال ۱۳۸۴ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند؛

– شرکت‌ها از نوع تولیدی باشند؛

– معاملات شرکت‌ها نباید در طول دوره پژوهش یعنی فاصله سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ در بورس اوراق بهادار دچار وقفه بیش از شش ماه شده باشد؛

– پایان سال مالی شرکت‌ها باید پایان اسفند ماه هر سال باشد و شرکت‌ها نباید در فاصله سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ تغییر سال مالی داده باشند؛

– تمامی اطلاعات مالی شرکت‌ها که مورد نیاز پژوهش است، باید در طی قلمرو زمانی یاد شده در دسترس باشند.

بعد از مد نظر قرار دادن تمامی معیارهای بالا مشاهده‌های ما به ۱۲۵ شرکت یا ۱۰۰۰ سال–شرکت رسید که این مشاهده‌ها در قالب ۲۰ صنعت تفکیکی مختلف ظاهر شدند. از ۱۲۵ شرکت موجود ۳۱ شرکت برای آزمایش مدل‌ها و ۹۴ شرکت برای آموزش مدل‌ها استفاده شده است. همچنین داده‌های مورد نیاز در این پژوهش با مراجعه به آرشیو نرم‌افزاری سازمان بورس و اوراق بهادار تهران، پایگاه اطلاع‌رسانی مدیریت پژوهش توسعه و مطالعات اسلامی سازمان بورس و اوراق بهادار و در صورت کامل نبودن اطلاعات به ناچار در مورد شرکت‌های اندکی، اطلاعات مربوط به سالی که در بایگانی و یا پایگاه اطلاع‌رسانی یاد شده موجود نبوده از اطلاعات مندرج در پایگاه اطلاع‌رسانی کدال استفاده شده است.

۳-۲. متغیرهای پژوهش

تعیین اقلام و متغیرهای مالی که ارتباط معناداری با سود حسابداری دارند و براساس آنها بتوان در صورت امکان سود شرکت‌ها را پیش‌بینی کرد، اهمیت زیادی دارد. نتایج حاصل از بررسی پیشینه پژوهش، به شناسایی هشت متغیر مؤثر بر سود هر سهم سال آتی منجر شد (در بخش یافته‌ها، در نمودارهای (۱) و (۲) قابل ملاحظه است) که در دو گروه کلی زیر دسته‌بندی می‌شوند:

گروه اول، متغیرهای حسابداری شامل جریان وجـوه نقـد عملیـاتی، اقـلام تعهـدی عملیـاتی، سود تقسیمی، سود هر سهم، متوسط سود هر سهم دوره‌های گذشته و بازده سهام.

گروه دوم، متغیرهای اقتصادی شامل ارزش افزوده اقتصادی و سود باقی‌مانده.

خلاصه این بررسی‌ها در جدول شماره (۱) ارائه شده است:

جدول ۱: متغیرهای پژوهش

متغیرها	تعریف عملیاتی	بر گرفته از تحقیقات
جریان وجه نقد عملیاتی CFO	افزایش یا کاهش در مبلغ وجه نقد ناشی از فعالیت‌های اصلی و مستمر مولد درآمد عملیاتی واحد تجاری	اسلوان (۱۹۹۶)، ماچوگا و همکاران (۲۰۰۲)، آرتور و همکاران (۲۰۱۰)، برزگر (۱۳۷۸)، مهدوی و رستگاری (۱۳۸۶)، مدرس و عباس‌زاده (۱۳۸۷) و رضازاده و گروسی (۱۳۹۰)
اقلام تعهدی عملیاتی ACC	تفاوت موجود بین سودهای عملیاتی و وجوه نقد حاصل از عملیات در دوره جاری	اسلوان (۱۹۹۶)، ماچوگا و همکاران (۲۰۰۲)، برزگر (۱۳۷۸)، مهدوی و رستگاری (۱۳۸۶)، مدرس و عباس‌زاده (۱۳۸۷) و رضازاده و گروسی (۱۳۹۰)
سود تقسیمی هر سهم DPS	بخشی از سود پس از کسر مالیات به ازای هر سهم که بین سهامداران تقسیم می‌شود	اسکینر (۲۰۰۳) و سعیدا اردکانی و محمودیان (۱۳۸۹)
سود هر سهم جاری EPS	میزان سود متعلق به سهامداران عادی به ازای هر سهم	فینگر (۱۹۹۴)، جنت‌رستمی (۱۳۷۸)، مهدوی و رستگاری (۱۳۸۶)
متوسط سود هر سهم AEPS	میانگین سود هر سهم سه دوره قبل	گراهام و همکاران (۱۹۶۲)، لیو (۱۹۹۳)، فینگر (۱۹۹۴)، دیچو و تانگ (۲۰۰۹) و جنت‌رستمی (۱۳۷۸)
بازده سهام RET	سود ناشی از افزایش ارزش سهام	کاسکی و هانلن (۲۰۰۵)، چوی و همکاران (۲۰۱۰) و برزیده و برهانی (۱۳۸۷)
ارزش افزوده اقتصادی EVA	اختلاف بین بازده سرمایه و هزینه سرمایه با احتساب تعدیل‌های حسابداری	ماچوگا و همکاران (۲۰۰۲)، مهدوی و رستگاری (۱۳۸۶) و وکیلیان آغوبی و همکاران (۱۳۸۸)
سود باقی‌مانده RI	سود خالص عملیاتی پس از کسر مالیات منهای هزینه سرمایه بدون احتساب تعدیل‌های حسابداری	وکیلیان آغوبی و همکاران (۱۳۸۸)

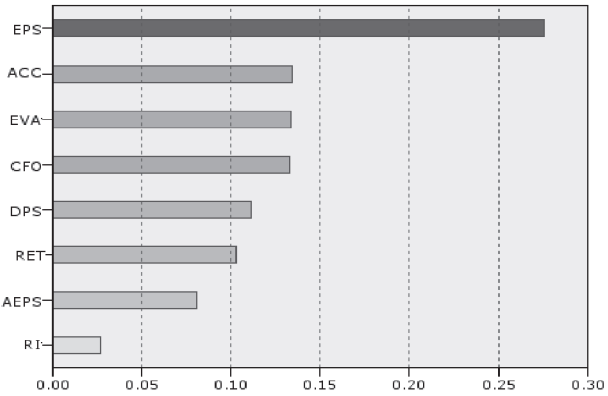
۴. یافته‌های تحقیق

جـدول شـماره (۲) نتـایج مـدل ماشـین بـردار پشـتیبان را بـرای نمونـه‌هـای آمـوزش و آزمـایش نشان می‌دهد. مدل ماشین بردار پشتیبان، سود هر سهم را برای نمونه‌های آزمایش و آموزش تقریبـاً با ۷۵ درصد دقت پیش‌بینی کرده است. خطای مطلق این مدل تقریباً ۵ درصـد اسـت کـه بیـانگر توانمندی مدل ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است.

جدول ۲: نتایج مدل ماشین بردار پشتیبان

Partition	1_Training	2_Testing
Minimum Error	-0/657	-0/41
Maximum Error	0/583	0/356
Mean Error	-0/001	-0/01
Mean Absolute Error	0/049	0/044
Standard Deviation	0/092	0/08
Linear Correlation	0/758	0/753
Occurrences	752	248

همان‌طورکه در نمودار (۱) مشخص است، در مدل ماشین بردار پشتیبان، هر هشت متغیر در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی شرکت‌ها مؤثر است. مؤثرترین متغیر در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی، متغیر سود هر سهم سال جاری با ضریب تأثیر ۲۵ درصد است و متغیر سود باقیمانده کمترین تأثیر را در پیش‌بینی دارد.



نمودار ۱: اهمیت متغیرها با توجه به نتایج مدل ماشین بردار پشتیبان

در طراحی یک مدل شبکه‌های عصبی، در واقع باید تعداد لایه‌های پنهان شبکه، تعداد نرون‌های هر لایه، الگوریتم‌های یادگیری، تابع تبدیل، تابع عملکرد، نرخ یادگیری، تعداد تکرارها، نرمال کردن داده‌ها، اندازه مجموعه یادگیری و آزمایشی مشخص شود. در تعیین این موارد روش‌های سیستماتیکی وجود ندارد. بنابراین، بهترین طراحی شبکه با استفاده از تجربه، آزمایش و خطا به‌دست می‌آید. به عبارت دیگر، کار طراحی شبکه‌های عصبی بیشتر از آنکه علم باشد، هنر است. در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار کلمنتاین[1] توپولوژی مناسب شبکهٔ عصبی انتخاب شد.

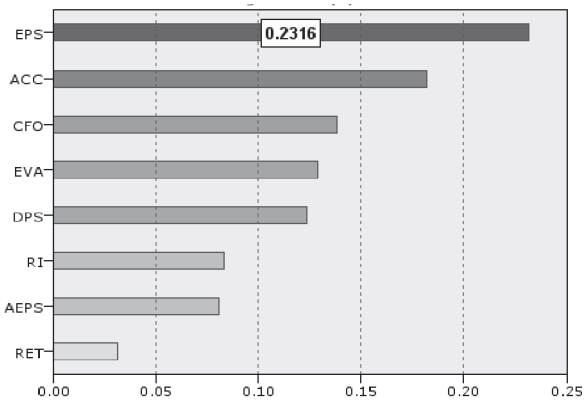
1.Clementine

شبکه طراحی شده شامل چهار لایه، شامل لایه ورودی، دو لایه پنهان و لایه خروجی (تعداد نرون‌های آن ۱ ۱۲ ۱۰ ۸) است. در این مقاله، از تابع تبدیل لوگ سیگموئد استفاده شده است. در مجموع ۷۵۲ مشاهده برای آموزش مدل و ۲۴۸ مشاهده برای آزمایش مدل استفاده شد که نتایج در جدول (۳) و نمودار (۲) آورده شده است. مدل استخراج شده، تقریباً مشابه با مدل ماشین بردار پشتیبان، سود هر سهم را برای نمونه‌های آموزشی حدوداً با ۷۵ درصد دقت و برای نمونه‌های آزمایش با ۷۸ درصد دقت پیش‌بینی کرده است. خطای مطلق این مدل تقریبا ۴ درصد است که بیانگر توانمندی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است.

جدول ۳: نتایج مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی

Partition	1_Training	2_Testing
Minimum Error	-0/568	-0/402
Maximum Error	0/586	0/297
Mean Error	-0/004	0/004
Mean Absolute Error	0/049	0/039
Standard Deviation	0/088	0/066
Linear Correlation	0/745	0/784
Occurrences	752	248

همان‌طورکه در نمودار (۲) مشخص است، طبق مدل استخراج شده، هر هشت متغیر در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی شرکت‌ها مؤثر است. متغیر سود هر سهم سال جاری با ضریب تأثیر ۲۳ درصد مؤثرترین متغیر و متغیر بازده، با ضریب تأثیر ۳ درصد کم‌اثرترین متغیر برای پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی است.



نمودار ۲: اهمیت متغیرها با توجه به نتایج مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی

برای مقایسه نتایج دو مدل از آزمون مقایسه‌های زوجی استفاده شده که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف جزئی بین نتایج دو روش وجود دارد که این اختلاف نیز با توجه به توزیع t معنادار نیست. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که مدل ماشین بردار پشتیبان و مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی توانایی یکسانی در پیش‌بینی سود هر سهم دارند.

جدول ۴: نتایج آزمون مقایسه‌های زوجی

	ANN	SVM
توانایی پیش‌بینی مدل	۰/۷۵	۰/۷۴
آماره t	۴/۰۱۱	
p-value	۰/۱۲۵	

۵. نتیجه‌گیری

پیش‌بینی سود هر سهم به‌عنوان یک عامل مؤثر بر ارزش آتی سهام از دیرباز مورد علاقه استفاده‌کنندگان بوده است؛ چراکه سود برآوردی هر سهم می‌تواند بر رفتار استفاده‌کنندگان به‌ویژه سهامداران بالقوه و بالفعل تأثیر گذارد و باعث تغییر در قیمت و حجم معاملات سهام و در نتیجه توزیع منابع شود. در واقع این مطلب بیانگر اهمیت مسئله یاد شده در بازار سهام و توسعه اقتصادی کشور است. از طرفی با توجه به پژوهش‌های انجام شده و پیشینه تحقیق در مورد دو مدل شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان و و همچنین به‌علت ویژگی‌های غیرخطی و ناپارامتریک که این دو مدل دارند، ابزار قدرتمندی برای پیش‌بینی و دسته‌بندی الگو می‌باشند. بنابراین، مقاله حاضر با به‌کارگیری روش ماشین بردار پشتیبان و شبکه‌های عصبی مصنوعی سعی داشت به یک مدل مناسب برای پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران دست یابد. برای رسیدن به این هدف ابتدا متغیرهای مؤثر بر سود هر سهم سال آتی به کمک پژوهش‌های داخلی و خارجی شناسایی و سپس دو مدل ماشین بردار پشتیبان و شبکه‌های عصبی براساس بهترین ساختار شبکه‌ای طراحی و اجرا شد. در گام بعدی مقایسه این دو مدل در امر پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی بررسی شد که نتایج گویای شباهت دو مدل برای برآورد مقدار سود هر سهم سال آتی است.

نتایج این مقاله برای سه گروه قابل استفاده است: گروه اول، سهامداران هستند. آنها می‌توانند با استفاده از این نتایج، پیش‌بینی مناسب‌تری از سود هر سهم سال آتی شرکت‌ها داشته باشند و از این طریق تصمیمات سرمایه‌گذاری مناسب‌تری انجام دهند؛ گروه دوم، مدیران شرکت‌ها هستند که می‌توانند با استفاده از نتایج این مقاله، پیش‌بینی مناسبی از سود هر سهم سال آتی خود ارائه دهند

که نتیجه آن کسب اعتبار نزد سرمایه‌گذاران در جهت دستیابی به سود پیش‌بینی‌شده، افزایش ارزش شرکت و جلوگیری از نوسانات قیمت سهام در اثر خطای پیش‌بینی سود هر سهم است؛ گروه سوم پژوهشگران هستند که می‌توانند موارد زیر را مورد پژوهش قرار دهند:

الف. شناسایی سایر متغیرهای مؤثر بر سود هر سهم سال آتی شرکت‌ها به خصوص متغیرهای اقتصادی، به‌منظور ارائه مدل دقیق‌تری برای پیش‌بینی؛

ب. استفاده از دیگر روش‌های داده‌کاوی و مقایسه نتایج آنها با نتایج این مقاله جهت شناسایی مناسب‌ترین روش جهت پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی؛

ج. با توجه به متفاوت بودن شرایط حاکم بر صنایع مختلف، به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود که طراحی مدل را به تفکیک صنایع نیز انجام دهند و نتایج حاصل را با نتایج این مقاله مقایسه کنند.

۶. محدودیت‌های پژوهش

به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات مالی تمام شرکت‌ها و همچنین سادگی دسترسی به اطلاعات شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران جامعه آماری این پژوهش، شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران در نظر گرفته شده است. بنابراین، در تعمیم نتایج به شرکت‌های غیربورسی باید احتیاط لازم صورت گیرد.

باتوجه به محدود بودن قلمرو زمانی بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ در تعمیم نتایج به بازه زمانی قبل و بعد از دوره یاد شده باید احتیاط لازم به عمل آید.

با انجام تغییراتی در شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مثال تغییر در معماری شبکه، نوع آموزش و الگوریتم یادگیری، تغییر در تعداد لایه‌ها و نرون‌ها و... نتیجه ارزیابی مدل طراحی شده تغییر خواهد کرد که این خود یک نوع محدودیت استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی است.

منابع

۱. اعتمادی، حسین و عادل آذر و وحید بقائی (۱۳۹۱)، «به‌کارگیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها (شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران)»، مجله دانش حسابداری، ش۱۰، ص۵۱-۷۰.

۲. البرزی، محمود و احمد یعقوب‌نژاد و حسین مقصود (۱۳۸۷)، «کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی شاخص بازده نقدی و قیمت سهام»، فصلنامه مطالعات حسابداری، ش۲۲، ص۱۱۹-۱۳۷.

۳. ایزدی‌نیا، ناصر و نسرین علینقیان (۱۳۸۹)، «بررسی رابطه خطای پیش‌بینی سود و ریسک مالی و تجاری در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران»، فصلنامه تحقیقات حسابداری و حسابرسی، ش۷، ص۷۲-۸۵.

۴. برزگر، قدرت‌الله (۱۳۷۸)، بررسی تحلیلی اجزای نقدی و تعهدی سود عملیاتی در پیش‌بینی سودهای آتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۵. برزیده، فرخ و سید محمد برهانی (۱۳۸۷)، «سودمندی اطلاعات سودهای تقسیمی درباره سودهای آتی»، فصلنامه مطالعات حسابداری، ش۲۳، ص۶۷-۸۸.

۶. جنت‌رستمی، محمدتقی (۱۳۷۸)، بررسی نقش و قابلیت سود در پیش‌بینی سود و جریان‌های نقدی آتی سرمایه‌گذاری در سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

۷. جهان‌خانی، علی و احمد ظریف‌فرد (۱۳۷۴)، «آیا مدیران و سهامداران از معیار مناسبی برای اندازه‌گیری ارزش شرکت استفاده می‌کنند؟»، فصلنامه تحقیقات مالی، ش۷، ص۴۱-۶۶.

۸. خالقی مقدم، حمید و محمود بهرامیان (۱۳۸۴)، «میزان عدم صحت پیش‌بینی سود شرکت‌ها در عرضه اولیه»، فصلنامه مطالعات تجربی حسابداری مالی، ش۱۱، ص۳-۱۲.

۹. خالقی‌مقدم، حمید و محمد آزاد (۱۳۸۳)، «محتوای اطلاعاتی پیش‌بینی سود شرکت‌ها»، فصلنامه مطالعات حسابداری، ش۷، ص۳۳-۵۳.

۱۰. راعی، رضا و سعید فلاح پور (۱۳۸۷)، «کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی»، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۵، ش۵۳، ص۱۷-۳۴.

۱۱. رضازاده، جواد و حبیب الله گروسی (۱۳۹۰)، «پایداری تفاضلی اجزای تعهدی و نقدی سود و پیش‌بینی سودآوری»، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ش۶۳، ص۸۱-۹۴.
۱۲. زراء نژاد، منصور و شهرام حمید (۱۳۸۸)، «پیش‌بینی نرخ تورم در اقتصاد ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی پویا (دیدگاه سری زمانی)»، فصلنامه اقتصاد مقداری، ش۶، ص۱۴۵-۱۶۷.
۱۳. ستایش، محمد حسین (۱۳۸۲)، «مقایسه قدرت پیش‌بینی سود خالص و سود عملیاتی»، مجله علوم اجتماعی و انسانی، ش۳۸، ص۱۱۳-۱۲۴.
۱۴. سعیدا اردکانی، سعید و سودابه محمودیان (۱۳۸۹)، «بررسی ارتباط سود تقسیمی با پیش‌بینی سودهای آتی با استفاده از مدل تعدیل شده CKSS»، فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مالی، ش۷، ص۴۹-۷۲.
۱۵. طلوعی‌اشلقی، عباس و شادی حق‌دوست (۱۳۸۶)، «مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی»، پژوهشنامه اقتصادی ایران، ش۲۵، ص۲۳۷-۲۵۰.
۱۶. طیبی، کمیل و ناصر موحدنیا و معصومه کاظمینی (۱۳۸۷)، «به‌کارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی و مقایسه آن با روش‌های اقتصادسنجی: پیش‌بینی روند نرخ ارز در ایران»، مجله علمی و پژوهشی شریف، ش۴۳، ص۹۹-۱۰۴.
۱۷. عایشوندی، غلام‌عباس (۱۳۸۶)، بررسی تأثیر هموارسازی سود بر ارزش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
۱۸. علوی‌طبری، حسین و آرزو جلیلی (۱۳۸۵)، «سودمندی متغیرهای بنیادی در پیش‌بینی رشد سود»، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ش۴۳، ص۱۱۹-۱۴۳.
۱۹. فلاح‌پور، سعید و غلامحسین گل‌ارضی و ناصر فتوره‌چیان (۱۳۹۲)، «پیش‌بینی روند حرکتی قیمت سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان برپایه الگوریتم ژنتیک در بورس اوراق بهادار تهران»، تحقیقات مالی، دوره ۱۵، ش۲، ص۲۶۹-۲۸۸.
۲۰. فلاح‌شمس، میرفیض و حمیدرضا کردلوئی و مهدی شنو (۱۳۹۱)، «بررسی دستکاری قیمت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبان»، تحقیقات مالی، دوره ۱۴، ش۱، ص۶۹-۸۴.
۲۱. قدیمی، محمدرضا و سعید مشیری (۱۳۸۱)، «مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی»، پژوهش‌های اقتصادی ایران، ش۱۲، ص۹۷-۱۲۵.

۲۲. کمیته تدوین استانداردهای حسابداری (۱۳۸۸)، استانداردهای حسابداری، انتشارات سازمان حسابرسی، تهران.
۲۳. مدرس، احمد و محمدرضا عباس‌زاده (۱۳۸۷)، «بررسی تحلیلی تأثیر توانایی پیش‌بینی اجزای جریان‌های نقدی بر کیفیت سود پیش‌بینی شده»، مجله دانش و توسعه، ش۲۴، ص۲۱۲-۲۴۹.
۲۴. ملاحسینی، علی (۱۳۸۵)، «تحلیل ارزش افزوده اقتصادی در شرکت ملی صنایع مس ایران طی سال‌های ۸۱ و ۸۲»، مجله نامه مفید، ش۵۴، ص۱۲۳-۱۳۶.
۲۵. منجمی، امیرحسین و مهدی ابزری و علیرضا رعیتی‌شوازی (۱۳۸۸)، «پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک و مقایسه آن با شبکه عصبی مصنوعی»، فصلنامه اقتصاد مقداری، دوره ۶، ش۳، ص۱-۲۶.
۲۶. منهاج، محمد باقر (۱۳۷۷)، هوش محاسباتی مبانی شبکه‌های عصبی، تهران: مرکز نشر پرفسور حسابی.
۲۷. مهدوی، غلامحسین و محمدرضا بهمنش (۱۳۸۴)، «طراحی مدل پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی»، پژوهشنامه اقتصادی، ش۱۹، ص۲۱۱-۲۲۳.
۲۸. مهدوی، غلامحسین و نجمه رستگاری (۱۳۸۶)، «محتوای اطلاعاتی ارزش افزوده برای پیش‌بینی سود»، علوم اجتماعی و انسانی، ش۵۰، ص۱۳۷-۱۵۷.
۲۹. وکیلیان‌آغویی، مهدی و محمدحسین ودیعی و محمدرضا حسینی‌معصوم (۱۳۸۸)، «بررسی رابطه بین ارزش افزوده اقتصادی و سود باقی‌مانده، در پیش‌بینی سود هر سهم سال آتی»، تحقیقات مالی، ش۲۷، ص۱۱۱-۱۲۲.
30. Arthur, N., Cheng, M. and Czernkowski, R. (2010), "Cash flow disaggregation and the prediction of future earnings", *Accounting and Finance*, 50: 1-30.
31. Burges, C.J.C. (1998), "A tutorial on support vector machines for pattern recognition", *International Conference on Data Mining and Knowledge Discovery*, pp. 121-167.
32. Caskey, J. and Hanlon, M. (2005), "Do Dividends Indicate Honesty? The Relation Between Dividends and Quality of Earnings", *Working Paper*, the University of Michigan.
33. Choi, J. H., Myers, L. A., Zang, Y. and Zibart, D. A. (2010), "Do management EPS Forecasts allow returns to reflect future earnings? Implications for the continuation of management's quarterly earnings guidance", *Journal of Accounting and Economics*, 14: 2-22.

34. Cornell, B. and Landesman, W. (1989), "Security price response to quarterly earnings announcements and analysts forecast revisions", *The Accounting Review*, 64: 289-324.
35. Dichev, I.d., Tang, v. w. (2009), "Earnings volatility and earnings predictability", *Journal of Accounting and Economics*, 47: 160–181.
36. Finger, C. (1994), "The ability of earnings to predict future earnings and cash flows", *Journal of Accounting Research*, 32: 210-223.
37. Hamel, L. (2009), *Knowledge Discovery with Support Vector Machines*, Hoboken, N.J. John Wiley.
38. Hendriksen, E. and Berada, V. (1992), *Accounting Theory*, New York, IRWIIN.
39. Jog, v. and Mcconomy, B. (2003), "Voluntary disclosures of management earnings forecasts", *Journal of Business, Financial and Accounting*, 30: 125-167.
40. Machuga, S. M., Pfeifer, R. J. and Verma, J. R. (2002), "Economic value added, Future accounting earning and financial analysts earnings per share forecasts", *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 18: 59-73.
41. Payen, J. L. (2008), "The influence of audit firm specialization on analysis forecast errors", *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 27(2):109-136.
42. Shin, k. s., Lee, T. S., Kim, H. J. (2005), "An application of support vector machines in bankruptcy prediction model", *Expert systems with applications*, 28: 127-135.
43. Skinner, J. D. (2003), "What Do Dividend Tell Us About Earnings Quality?", *Working Paper*, University of Chicago.
44. Sloan, R. (1996), "Do stock prices reflect information in accruals and cash flows about future earnings?", *The Accounting Review*, 71: 289.315.
45. Watts, R. and Zimmerman, J. L. (1986*), Positive Accounting Theory*, (First Edition), New Jersey.
46. Wong, B. K., Jiang, L. and Lam, J, (2000), *A Bibliography of Neural Network, Prentice Hall*.