

کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی جریان وجوه نقد آتی

علی تقفی^۱، فاطمه صراف^{۲*}، حنا آقابالایی‌بختیار^۳

چکیده

وجوه نقد از منابع مهم حیاتی هر واحد اقتصادی است و ایجاد توازن بین وجوه نقد در دسترس و نیازهای نقدی، مهم‌ترین عامل سلامت اقتصادی آن واحد می‌باشد. از آنجایی که وضعیت نقدینگی مبنای قضاوت بسیاری از اشخاص ذی‌نفع مانند سهامداران و سرمایه‌گذاران درباره موقعیت واحد اقتصادی است. لذا، پیش‌بینی جریان وجه نقد آتی از اهمیت زیادی برخوردار است. افزون بر این، فراهم کردن مدل مناسب برای پیش‌بینی دقیق با حداقل انحراف مورد توجه بسیاری از محققین دانش حسابداری بوده است. هدف این تحقیق، استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و تعیین مدل برتر با استفاده از متغیرهای مدل رگرسیون تعهدی برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد است. برای این منظور، تعداد ۲۸۸ شرکت از میان شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۲، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از برازش‌های مدل‌های مختلف شبکه عصبی، حکایت از آن داشت که دو ساختار با ۸ و ۱۱ نود مخفی، بهترین مدل برای پیش‌بینی جریان وجه نقد است.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی جریان وجه نقد، اقلام تعهدی، شبکه عصبی مصنوعی.

۱. استاد حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

۲. استادیار حسابداری، مؤسسه آموزش عالی رجاء، قزوین

۳. کارشناس ارشد حسابداری، مؤسسه آموزش عالی رجاء، قزوین

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۸/۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۹/۹

*نویسنده مسئول: فاطمه صراف

Aznyobe@yahoo.com

۱. مقدمه

تداوم فعالیت، بقاء و حیات یک واحد اقتصادی تا حد زیادی به جریان وجه نقد آن بستگی دارد. پیش‌بینی جریان نقدی امر مهمی است که در بسیاری از تصمیمات اقتصادی مورد نیاز می‌باشد؛ زیرا، جریان‌های نقدی نقش بسیار مهمی در تصمیم‌گیری گروه‌هایی مانند تحلیل‌گران اوراق بهادار، اعتباردهندگان و مدیران بازی می‌کند. این گروه‌ها علاقه دارند جریان‌های نقدی آتی شرکت را ارزیابی کرده و به واسطه آن به یک شاخص واضح و روشن از جریان‌های نقدی شرکت در آینده دست یابند. به عبارت دیگر، یک هدف کلی از تجزیه و تحلیل‌های بنیادی، پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی شرکت‌ها می‌باشد. زیرا، جریان‌های نقدی مبنای پرداخت سود سهام، بهره و بازپرداخت بدهی‌ها است (کووک، ۲۰۰۲).

در چارچوب نظری حسابداری مالی کشورهای مختلف، توجه خاصی به جریان‌های نقدی و اهمیت پیش‌بینی آن مبذول شده است. این تأکید تا حدی بوده که در اکثر کشورها این مهم به عنوان یکی از اهداف حسابداری و گزارشگری مالی تبدیل شده است. اهمیت برآورد جریان وجه نقد آتی تا حدی است که در هر واحد اقتصادی، بازتاب تصمیم‌گیری مدیریت در برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت و طرح‌های سرمایه‌گذاری و تامین مالی خواهد بود. جوامع حرفه‌ای با تفاوت‌های جزئی بر این نکته تأکید دارند که حسابداری مالی باید اطلاعاتی را در اختیار استفاده‌کنندگان از صورت‌های مالی قرار دهد تا آن‌ها بتوانند مبلغ، زمان‌بندی و قطعیت جریان‌های نقدی آتی را ارزیابی کنند (اعتمادی و تاروی‌وردی، ۱۳۸۵).

پیش‌بینی جریان وجه نقد آتی برای اهداف گوناگونی از جمله، ارزیابی اوراق بهادار، ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌ای، بودجه‌بندی سرمایه‌ای، ارزیابی ریسک و نقدینگی از اهمیت زیادی برخوردار است. در این راستا، پژوهش‌های قبلی نیز اهمیت جریان‌های نقدی را در زمینه‌های مختلف بررسی و تأیید نموده‌اند. برای مثال، در یک پژوهش نشان داده شد که توانایی شرکت در جمع‌آوری وجه نقد، بر ارزش اوراق بهادار آن تأثیرگذار است (بارث و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین، با استفاده از محتوای اطلاعاتی صورت جریان وجه نقد می‌توان تداوم فعالیت شرکت‌ها را ارزیابی نمود (بهرامفر و همکاران، ۱۳۸۴). لذا، نظر به اهمیت پیش‌بینی جریان وجه نقد آتی، امروزه تقاضا برای پیش‌بینی جریان وجه نقد از سوی سرمایه‌گذاران بازار سرمایه افزایش یافته است؛ این موضوع به ویژه در شرکت‌هایی بیش‌تر است که با نوسانات شدید، سرمایه‌گذاری بیش از حد در دارایی ثابت، انتخاب یک روش از بین رویه‌های مختلف حسابداری و اقلام تعهدی بزرگ روبرو هستند (دیفوند و هانگ، ۲۰۰۳).

پیش‌بینی جریان وجوه نقد عملیاتی با استفاده از جریان وجوه نقد عملیاتی تاریخی امکان‌پذیر نیست، ولی با استفاده از سودهای عملیاتی تاریخی می‌توان به این مهم دست یافت. استفاده هم‌زمان از جریان وجوه نقد عملیاتی و سود عملیاتی تاریخی، مدل پیش‌بینی را بهبود می‌بخشد (مدرس و دیانتی، ۱۳۸۲). از این رو، مدل رگرسیون تعهدی بهتر از سایر مدل‌ها می‌تواند جریان وجوه نقد عملیاتی آتی را پیش‌بینی کند (صراف و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به توضیحات فوق، هدف این تحقیق، تحلیل داده‌ها به کمک مدل شبکه عصبی مصنوعی و راهبرد نفوذ متغیرها به منظور انتخاب مؤثرترین متغیر در پیش‌بینی جریان وجوه نقد عملیاتی است.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲.۱. مبانی نظری

موجودی‌های نقدی همواره درصد قابل توجهی از دارایی‌های شرکت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. به طور معمول، مدیران به دنبال سطحی از موجودی‌های نقدی هستند که با توجه به مزایا و معایب نگهداری موجودی‌های نقدی، حالت بهینه داشته باشد. به عبارت دیگر، شرکت‌ها در جستجوی آن سطح بهینه از نقدینگی هستند که به دلیل کمبود نقدینگی، ضررهای عمده به شرکت وارد نیاید و از طرفی، با نگهداری وجوه نقد اضافی، فرصت‌ها از دست نرود (آقایی و همکاران، ۱۳۸۸).

از آنجایی که وضعیت نقدینگی مبنای قضاوت بسیاری از اشخاص ذی‌نفع و ذی‌حق و ذی‌علاقه مانند سهامداران و سرمایه‌گذاران دربارهٔ موقعیت واحد اقتصادی است، پیش‌بینی جریان وجوه نقد آتی از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. پیش‌بینی جریان وجوه نقد، پایه و اساس مدل‌های ارزش‌گذاری است. تحلیل‌گران مالی و سرمایه‌گذاران اغلب به عنوان بخشی از تصمیم‌گیری‌های اقتصادی از اطلاعات حسابداری در جهت برآورد توانایی شرکت در ایجاد جریان وجوه نقد آتی استفاده می‌کنند. این اطلاعات می‌تواند بر مبنای حسابداری تعهدی یا نقدی فراهم شود. از این رو، مدل‌های پیش‌بینی جریان وجوه نقد مبتنی بر اقلام تعهدی و نقدی خواهد بود. با توجه به تفاوت اطلاعات گزارش شده در هر یک از دو روش که بر ورود و خروج وجوه نقد اثر خواهد داشت، مدل‌های متعددی برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد شکل می‌گیرد. برخی از مدل‌ها بر پایه اطلاعات حسابداری نقدی و تعدادی بر اساس اطلاعات حسابداری تعهدی طراحی شده‌اند.

فراهم کردن مدل مناسب برای پیش‌بینی دقیق جریان وجوه نقد آتی با حداقل انحراف همواره مورد توجه بسیاری از محققین دانش حسابداری بوده است (مهدوی و صابری، ۱۳۸۹). لذا،

تحقیق در خصوص بهترین مدل برای پیش‌بینی جریان وجه نقد حائز اهمیت است؛ چرا که بدون برآورد جریان وجه نقد آتی، قضاوت و تصمیم‌گیری آگاهانه و انتخاب مناسب‌ترین راهکار ممکن نیست.

۲.۲. پیشینه تحقیق

با توجه به رشد فزاینده تحقیقات مربوط به پیش‌بینی جریان وجه نقد، نوآوری جهت طراحی و مدل‌سازی برای پیش‌بینی جریان وجه نقد، ضروری به نظر می‌رسد. تحقیقات انجام شده اساساً در مورد مدل‌های مبتنی بر سود و ارقام تعهدی است؛ این در حالی است که، در این پژوهش سعی بر آن بوده که اقدام به طراحی مدل جدید نموده، به نحوی که قابل آزمون در بخش خصوصی و دولتی باشد. در این بخش به برخی مطالعات انجام شده در رابطه با موضوع پژوهش اشاره می‌شود:

دچو و همکاران (۱۹۹۴)، برای ۶۶۷ شرکت آمریکایی طی دوره زمانی ۱۹۶۳ تا ۱۹۹۲ از مدل‌های رگرسیون چند متغیره، متشکل از سود، جریان وجه نقد عملیاتی و اجزای ارقام تعهدی گذشته، برای سنجش توانایی سود در مقایسه با جریان وجه نقد، به منظور پیش‌بینی جریان وجه نقد عملیاتی استفاده کردند. آن‌ها فرض کردند که سود درصد ثابتی از فروش است که از گام تصادفی تبعیت می‌کند. حساب‌های دریافتی متناسب با تغییرات فروش جاری و حساب‌های پرداختی متناسب با تغییرات خرید جاری تغییر می‌کنند. از طرفی فرض می‌شود که خرید هر دوره متناسب با سطح موجودی همان دوره و به فروش مورد انتظار دوره بعد وابسته است.

دچو و همکاران از مدلی که در آن جریان وجه نقد عملیاتی جاری، تابعی از سود و مطالبات بابت فروش جاری است (حساب‌های دریافتی) و مبالغی بابت خرید که هنوز پرداخت نشده (حساب‌های پرداختی) و سطح موجودی انبار که نسبت ثابتی از فروش جاری و فروش مورد انتظار آتی است، استفاده کردند. نتایج آزمون حکایت از آن داشت که سود جاری نسبت به جریان وجه نقد عملیاتی برای پیش‌بینی جریان وجه نقد عملیاتی آتی برتری دارد. هر چند، دچو و همکاران اثر شوک‌های جاری فروش را نادیده گرفته‌اند، در حالی که این شوک‌ها می‌توانند بر ارقام تعهدی و جریان وجه نقد جاری و آتی مؤثر باشند. این محدودیت در سال ۲۰۰۱ توسط بارث و همکاران بررسی شد.

بارث و همکاران (۲۰۰۱)، به بررسی افزایش توانایی پیش‌بینی ارقام تعهدی، از طریق ترکیب ارقام تعهدی با جریان وجه نقد عملیاتی پرداختی و نتیجه گرفتند که برای پیش‌بینی جریان وجه نقد عملیاتی آتی، مدل ترکیبی نسبت به مدلی که صرفاً مبتنی بر جریان وجه نقد با سود باشد،

برتری دارد. آن‌ها همچنین به تفکیک اقلام تعهدی به ۶ گروه عمده پرداختند (تغییر حساب‌های دریافتی، تغییر حساب‌های پرداختی، موجودی انبار، سایر حساب‌های تعهدی، هزینه استهلاک دارایی مشهود و نامشهود) و توانایی پیش‌بینی آن‌ها را در ترکیب با جریان‌های وجه نقد عملیاتی آزمون کردند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن بود که، تفکیک اقلام تعهدی به اجزای اصلی تشکیل دهنده، توانایی پیش‌بینی مدل را افزایش می‌دهد.

ژانک و اسکولنک (۲۰۰۴)، تحقیقی را که شامل ۲۸۳ شرکت در قالب ۴۱ صنعت بود، انجام دادند و با استفاده از چهار مدل به پیش‌بینی سود هر سهم پرداختند: خطی یک متغیر، خطی چندمتغیره، شبکه عصبی تک‌متغیره و شبکه عصبی چندمتغیره. نتیجه تحقیق آن‌ها نشان داد که شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی سود هر سهم، عملکرد بهتری نسبت به مدل‌هایی که تاکنون مورد استفاده قرار می‌گرفت، از خود نشان دادند.

اباید (۲۰۱۱)، به بررسی مقایسه توانایی اطلاعات حسابداری و جریان وجه نقد عملیاتی جهت پیش‌بینی جریان وجه نقد عملیاتی در کشور مصر که اقتصاد محدود و بازار سرمایه توظهور دارد طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۲، پرداخت. نتایج به دست آمده از ۶۶۶ سال / شرکت حاکی از آن بود که ترکیب جریان وجه نقد عملیاتی با عناصر اصلی اقلام تعهدی برای پیش‌بینی جریان وجه نقد آتی بهتر از مجموع سود و جریان وجه نقد عملیاتی است.

فرانسیس وایسون (۲۰۱۲)، به مطالعه ارتباط بین اقلام تعهدی و پیش‌بینی جریان وجه نقد عملیاتی پرداخت. برای این منظور دو مدل مورد مقایسه قرار گرفت. مدل اول، مدل گام تصادفی جریان وجه نقد و مدل دوم مبتنی بر حسابداری تعهدی، مدل معکوس (ساده) بود که در آن جریان وجه نقد جاری همراه با تغییر در حساب‌های دریافتی، حساب‌های پرداختی و موجودی کالا می‌باشد. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که پیش‌بینی جریان وجه نقد همراه با اقلام تعهدی دقیق‌تر از پیش‌بینی ساده مبتنی بر مدل گام تصادفی وجه نقد است.

جانجانی (۲۰۱۵)، در تحقیق خود به این نتیجه رسید که، جریان‌های نقدی عملیاتی بر مبنای اصول پذیرفته شده حسابداری ایران، هیچ تأثیری در پیش‌بینی جریان وجه نقد آتی در مقایسه با اصول پذیرفته شده حسابداری آمریکا ندارد.

ثقفی و هاشمی (۱۳۸۳)، به بررسی تحلیلی «رابطه بین جریان نقد عملیاتی و اقلام تعهدی» طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۴، پرداخته‌اند. هدف این پژوهش کمک به بنگاه‌های اقتصادی از طریق پیش‌بینی جریان وجه نقد بود. نتایج نشان داد که بین اجزای اقلام تعهدی سود عملیاتی و جریان‌های نقدی عملیاتی رابطه معنی‌داری وجود دارد.

ثقفی و فدایی (۱۳۸۶)، در پژوهش خود دریافتند که مدل‌های مبتنی بر ارقام تعهدی نسبت به مدل‌هایی که تنها از جریان‌های نقدی استفاده می‌کنند، توانایی پیش‌بینی بیش‌تری دارند.

آقایی و همکاران (۱۳۸۸)، به بررسی عوامل مؤثر بر نگهداری موجودی‌های نقد در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نمونه انتخابی آن‌ها شامل ۲۸۳ شرکت و دوره زمانی پژوهش آن‌ها سال‌های مالی ۸۴-۷۹ است نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که حساب‌های دریافتی، خالص سرمایه در گردش، موجودی کالا و بدهی کوتاه مدت، به ترتیب از مهم‌ترین عواملی هستند که بر نگهداری موجودی نقدی، تأثیر منفی دارند. از طرف دیگر، فرصت‌های رشد شرکت، سود تقسیمی، نوسان جریان‌های نقدی و سود خالص، به ترتیب از مهم‌ترین عواملی هستند که بر نگهداری موجودی‌های نقدی تأثیر منفی دارند.

خدادادی و همکاران (۱۳۸۸)، توانایی اطلاعات حسابداری نقدی و ارقام تعهدی سود را در پیش‌بینی جریان‌های نقد آتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار بررسی نمودند. یافته‌های آنان نشان داد که متغیرهای جریان‌های نقدی گذشته و مؤلفه‌های تعهدی سودهای گذشته، توانایی پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی را دارند و با افزایش مؤلفه‌های تعهدی سود به مدل‌های جریان‌های نقدی، قدرت پیش‌بینی افزایش می‌یابد.

مهدوی و صابری (۱۳۸۹)، طی پژوهشی بیان کردند که تفکیک سود به اجزای نقدی و تعهدی، توانایی پیش‌بینی جریان‌های نقدی را افزایش می‌دهد. همچنین، مدل پیش‌بینی جریان‌های نقدی مبتنی بر سود تفکیک شده بهتر از مدل‌های دیگر مورد آزمون، می‌تواند جریان‌های نقدی عملیاتی آتی را پیش‌بینی کند.

صراف و همکاران (۱۳۹۲)، به تأثیر ارقام تعهدی و نقدی بر پیش‌بینی جریان وجه نقد عملیاتی را مورد مطالعه قرار دادند و از روش‌های آماری ضریب همبستگی و رگرسیون خطی و غیرخطی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده نمودند. یافته‌های تحقیق بیانگر آن بود که، مدل رگرسیون تعهدی پیش‌بینی جریان وجه نقد، بهتر از سایر مدل‌های مورد آزمون می‌تواند جریان وجه نقد عملیاتی آتی را پیش‌بینی کند.

براساس یافته‌های پژوهش ثقفی و همکاران (۱۳۹۳)، مدل گام تصادفی در مقایسه با مدل تعهدی معکوس، بهتر می‌تواند جریان وجه نقد عملیاتی را پیش‌بینی کند. این در حالی است که نتایج به دست آمده در شرکت‌هایی که دولت در آن‌ها نفوذ داشت نشان داد که مدل تعهدی برای برآورد جریان وجه نقد آتی مناسب‌تر است.

گرکز و همکاران (۱۳۹۴)، در تحقیق خود رابطه سود خالص، جریان وجه نقد عملیاتی و دو معیار سنتی جریان وجه نقد یعنی سود خالص به اضافه هزینه استهلاک و سرمایه در گردش

عملیاتی را با جریان‌های نقدی آتی، بررسی نمودند. نتایج نشان داد، در واحدهای تجاری کوچک و همچنین، در سطح کل واحدهای تجاری، سود خالص نسبت به جریان وجوه نقد عملیاتی و شاخص‌های سنتی آن، توانایی بیش‌تری برای پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی دارد؛ در حالی که در واحدهای تجاری بزرگ، جریان وجه نقد عملیاتی نسبت به سایر معیارها پیش‌بینی‌کننده بهتری است.

با توجه به تحقیقات فوق که به طور اختصار بیان شد، مسئله پیش‌بینی جریان وجوه نقد هنوز حل نشده و نیازمند تحقیقات بیش‌تری است. بنابراین، با نظر به اهمیت پیش‌بینی جریان وجه نقد آتی در تصمیم‌گیری و نقش مدل‌های مختلف تعهدی و نقدی در انجام این برآورد؛ در این پژوهش در نظر است که با توجه به شرایط خاص ایران مدل جدیدی را برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد طراحی نموده که از بین مدل‌های پیش‌بینی جریان وجه نقد، توانایی برآورد جریان وجه نقد آتی را افزایش دهد، به طوری که قابل آزمون در بخش خصوصی و دولتی نیز باشد.

۳. فرضیه‌های پژوهش

هدف اصلی این تحقیق، ارائه مدلی برای پیش‌بینی جریان وجه نقد با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. بنابراین، فرضیه‌های تحقیق را می‌توان بدین صورت مطرح نمود:

فرضیه اصلی اول: شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، مدل مناسبی برای پیش‌بینی جریان وجه نقد شرکت‌ها است.

فرضیه اصلی دوم: دولتی بودن شرکت، در آرایش متغیرهای مدل رگرسیون تعهدی پیش‌بینی جریان وجه نقد مبتنی بر مدل شبکه عصبی مصنوعی تأثیر دارد.

۴. جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش در برگیرنده شرکت‌های پذیرفته شده در بازار اوراق بهادار تهران است که شرایط زیر را داشته باشد:

- اطلاعات مورد نیاز در رابطه با شرکت‌ها در دسترس باشند و دست‌کم از سال ۱۳۸۲ در بورس پذیرفته شده و تا پایان دوره پژوهش در بورس فعال باشند.
- به منظور یکنواختی، سال مالی تمام شرکت‌ها باید منتهی به پایان اسفند ماه هر سال باشد.
- شرکت‌های سرمایه‌گذاری و مالی از نمونه حذف خواهند شد؛ زیرا مرزبندی مشخصی بین فعالیت‌های عملیاتی و تأمین مالی آن‌ها وجود ندارد.

- جهت یکسان‌سازی و تعمیم‌پذیری شرکت‌ها نباید توقف فعالیت داشته باشند و یا دوره مالی خود را طی این مدت تغییر داده باشند.

مبتنی بر ملاک فوق تعداد ۲۸۷ شرکت به عنوان نمونه انتخاب و داده‌های مربوط به ۱۶۶۳ سال / شرکت مورد استفاده قرار گرفت که از این تعداد ۷۰ سال / شرکت مربوط به شرکت‌هایی بود که دولت در آن‌ها نفوذ داشت و برای این منظور، داده‌های نمونه از وب‌گاه بازار اوراق بهادار تهران و نرم‌افزار ره‌آورد نوین و تدبیرپرداز جمع‌آوری شده است.

۵. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نوع تحقیقات شبه‌تجربی است. در این تحقیق برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه استفاده شد تا بتوان بهترین ساختار شبکه برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد را انتخاب نمود. از آنجائی که عمل پیش‌بینی در شبکه‌های عصبی از طریق یادگیری بر روی متغیرهای ورودی انجام می‌گیرد، متغیرهای ورودی یکی از موارد مهم در مدل سازمانی با استفاده از شبکه‌های عصبی است. بدین منظور با جمع‌آوری منابع داخلی و خارجی (صراف، ثقفی و همکاران؛ ۱۳۹۲)، ثقفی، هاشمی (۱۳۸۳)، (بارث، ۲۰۰۱)، همانطور که در جدول ۱ آورده شده است؛ با استفاده از روش کتابخانه‌ای و مطالعه ادبیات تحقیق، ۹ متغیر به عنوان متغیرهای ورودی مدل در نظر گرفته شد.

جدول ۱: متغیرهای ورودی مورد استفاده در تحقیق

ردیف	علائم اختصاری	تعریف
۱	S	فروش سالانه (خالص)
۲	CFO	جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی
۳	ΔINV	تغییر در موجودی کالا
۴	ΔAP	تغییر در حساب‌های پرداختی
۵	ΔAR	تغییر در حساب‌های دریافتی
۶	ΔS	تغییر فروش از سالی به سال دیگر
۷	$\Delta ACCIT$	تغییر در مالیات بر درآمد پرداختی
۸	inv	موجودی کالای پایان دوره
ردیف	علائم اختصاری	تعریف
۹	Gover	شرکت‌هایی که دولت در آن‌ها نفوذ دارد (مطابق با تعریف دیوان محاسبات کشور)

۵.۱. شیوه تحلیل به کمک شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی از لایه‌هایی شامل اجزای ساده پردازشگری به نام نورون تشکیل شده است که به صورت موازی با هم عمل می‌کنند. لایه اول، لایه ورودی است که می‌تواند پارامترهای آماری یا مؤلفه‌های حاصل از تبدیلات ریاضی روی توابع باشند. لایه دوم، لایه یا لایه‌های میانی (پنهان) هستند که اساس ساختار یک شبکه را تشکیل می‌دهند. کار اصلی این لایه، استخراج اطلاعات دسته‌بندی از داده‌های موجود است. لایه آخر یا لایه خروجی، بر اساس انتظارات کاربر تعیین می‌شود. این لایه می‌تواند توسط یک یا چند عنصر پردازشگر که خروجی آن نشان‌دهنده دسته‌بندی نهایی است، شناخته شود. هر لایه ورودی به یک یا تعداد بیش‌تری لایه میانی مرتبط است و لایه‌های میانی نیز به لایه خروجی مرتبط می‌شوند، جایی که جواب شبکه نقش خروجی را ایفا می‌کند. علاوه بر این، هر لایه دارای وزنی است که بیانگر میزان تأثیر دو نورون بر یکدیگر است. تخمین پارامترها (وزن‌ها) توسط قوانین یادگیری صورت می‌پذیرد. قانون یادگیری توسط روابط بازگشتی، عموماً به صورت معادلات تفاضلی بیان می‌شود و روندی است که توسط آن ماتریس وزن‌ها، وزن‌های اتصال واحدهای ورودی به واحدهای مخفی و وزن‌های اتصال واحدهای مخفی به واحدهای خروجی، و بردار بایاس شبکه عصبی تنظیم می‌گردد؛ به طوری که شاخص خطای موجود حداقل شود. در این حالت پس از یادگیری شبکه و یافتن ارتباط تابعی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها، شبکه می‌تواند به عنوان یک مدل یا پیش‌بینی یک پاسخ مطابق با یک الگوی ورودی جدید، استفاده شود. یکی از الگوریتم‌های یادگیری، الگوریتم پس‌انتشار خطا است (اسمیت، ۱۹۹۳). این الگوریتم به این صورت عمل می‌کند که در خلال مرحله آموزش، الگوهای ورودی به‌ترتیبی به شبکه ارائه می‌شوند که هر الگوی ورودی لایه به لایه به سمت جلو حرکت می‌کند تا یک الگوی خروجی محاسبه شود. این الگوی خروجی، محاسبه و سپس با الگویی مطلوب یا دلخواه مقایسه می‌شود و در ادامه مقدار خطا تعیین می‌گردد. خطا به روشی خاص لایه به لایه به سمت عقب برگردانده می‌شود و در هر لایه اصلاحات لازم روی وزن‌ها انجام می‌گیرد (که این تغییر وزن‌ها، همان یادگیری شبکه است). این فرایند به دفعات زیاد تکرار می‌شود تا خطای خروجی کل به سمت میزان کمینه‌ای همگرا شود. در عملکرد شبکه، دو مرحله یادگیری و به یاد آوردن، وجود دارد که انواع مختلف شبکه‌های عصبی مصنوعی به دلایل زیر در این دو مرحله با یکدیگر متفاوت هستند:

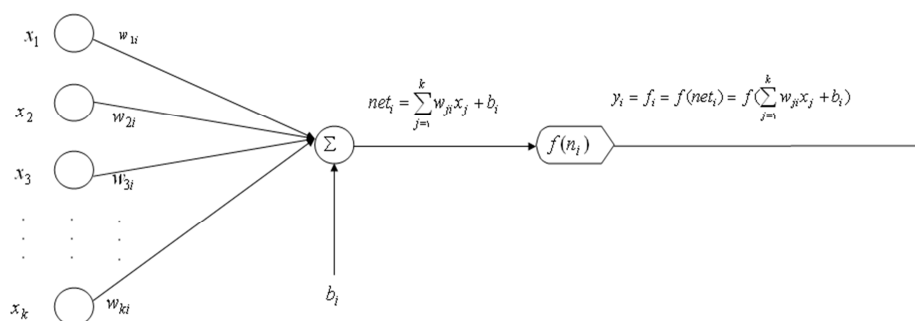
- مدل نورون به کار گرفته شده؛
- توپولوژی شبکه؛
- قاعده (قانون یادگیری) شبکه.

۵.۲. مدل نورون چند ورودی

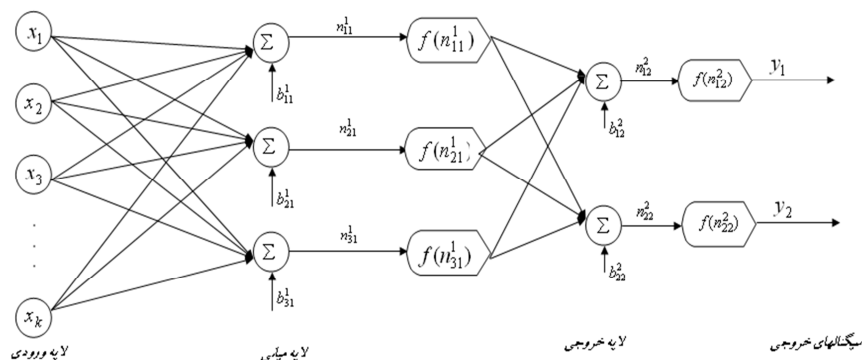
شکل ۱-۱، ساختار یک نورون با یک بردار ورودی را نشان می‌دهد. X بردار ورودی و y خروجی مدل است. میزان تأثیر X روی y با مقدار اسکالر (W) تعیین می‌شود. ورودی دیگری که به شبکه اعمال می‌شود ثابت ۱ است که در جمله بایاس b (و آن از جهت تأثیراتی است که از خارج به شبکه اعمال می‌شود) ضرب شده و در ادامه با WP جمع می‌شود. این حاصل جمع، ورودی خالص شبکه است که در اختیار تابع فعالیت قرار می‌گیرد. در نهایت، خروجی نورون به صورت $y = f(WP + b)$ در اختیار خواهد بود. تابع محرک f نیز توسط کاربر و با توجه به نوع متغیر پاسخ (خروجی شبکه) انتخاب می‌شود. با توجه به انتخاب f و نوع الگوریتم یادگیری، پارامترهای شبکه (b و W) قابل تنظیم هستند.

۵.۳. مدل نورون چند ورودی با لایه میانی (پرسپترون چند لایه)

اتصال نودهای متعدد به صورت سری و موازی، یک شبکه بزرگ‌تر و کامل‌تر پرسپترون یک لایه را شکل می‌دهد که یک نمونه آن در شکل ۱، آمده است. در این حالت، هر نود از بردار ورودی به تک تک نودهای لایه میانی مرتبط است و از این طریق با متغیر پاسخ در ارتباط است. یک شبکه پرسپترون یک لایه شامل یک لایه ورودی و یک لایه خروجی است. نود i که یک نورون نیز نامیده می‌شود به شکل زیر قابل نمایش است. این شکل شامل یک جمع‌کننده و یک تابع محرک غیر خطی f می‌باشد. ورودی‌های x_k ($k=1, \dots, K$) به نورون با وزن‌های w_{ki} با اندازه‌های ثابت b_i در جمع‌کننده، جمع می‌شوند. در نتیجه $net_i = net_i$ ورودی خالص تابع f است. در نهایت y_i خروجی نود i خواهد شد. در عین حال، تابع فعالیت متناسب با خروجی (که در این جا کمی است) همان $(f(u) = u)$ در نظر گرفته می‌شود (یوسفی‌رامندی، ۱۳۸۸).



شکل ۱: پرسپترون یک لایه با چندین نود



شکل ۲: شبکه پرسپترون چند لایه با یک لایه مخفی

شکل ۲، یک شبکه پرسپترون چند لایه شامل یک لایه ورودی، یک یا چند لایه مخفی و یک لایه خروجی است. در این نوع از شبکه، یک جمع‌کننده و یک تابع محرک غیر خطیبه نام f در اختیار است. ورودی‌های x_k ($k = 1, \dots, K$) به نورون با وزن‌های w_{ki} با اندازه‌های ثابت b_i در جمع‌کننده، جمع می‌شوند. در نتیجه n_i ورودی خالص شبکه، در اختیار تابع f خواهد بود. در نهایت y_i خروجی شبکه، به صورت زیر قابل دستیابی است:

$$y_i = f_i = f(\text{net}_i) = f\left(\sum_{j=1}^3 w_{ji}^2 f(\text{net}_{j1}^1) + b_{j2}^2\right) = f\left(\sum_{i=1}^3 w_{ji}^2 f\left(\sum_{k=1}^k w_{kj}^1 x_k + b_{j1}^1\right) + b_{j2}^2\right)$$

لازم به ذکر است که تابع محرک، تابع همانی است: $f(u) = (u)$ و وجود نورون‌های لایه میانی زمانی مفید است که توابع محرک آن‌ها غیرخطی باشند. عملکرد نورون‌های میانی به صورت رابط بین بردار ورودی و خروجی است و در عمل، ورودی‌های نورون‌های لایه خروجی نشان‌دهنده اثر بردار ورودی هستند. هر چه تعداد لایه‌های میانی بیشتر باشد، قابلیت بیشتری از داده‌ها توسط شبکه، استخراج خواهد شد. بنابراین با افزایش لایه‌های میانی، شبکه عصبی قادر خواهد بود که تصویر بهتری از فضای پارامترهای موجود در اختیار گذارد (یوسفی‌رامندی، ۱۳۸۸). آنچه در شبکه عصبی مهم است، انتخاب مناسب وزن‌ها و در صورت لزوم اندازه‌های بایاس شبکه است. شیوه انتخاب وزن‌ها به الگوریتم‌های یادگیری مشهور است و بخش قابل توجهی از اختلاف شبکه‌ها با هم در روش‌های تنظیم پارامترهای آن است. روش تنظیم پارامترها همان یادگیری شبکه است. رفتار سیستم‌های یادگیری، توسط الگوریتم‌های بازگشتی بیان می‌شود. به

همین دلیل به این الگوریتم‌ها، قوانین یادگیری می‌گویند و توسط معادلات تفاضلی بیان می‌شوند. این الگوریتم‌ها بر روی اطلاعات موجود طوری پردازش می‌کنند که شاخص اجرایی مشخص شده، که معمولاً تقریبی است، با توجه به پاسخ شبکه که مقصود فرایند یادگیری است بهینه گردد.

در حالت کلی دو نوع یادگیری وجود دارد، یادگیری با ناظر و یادگیری بدون ناظر. در یادگیری با ناظر فرض بر این است که در هر مرحله تکرار الگوریتم یادگیری، جواب مطلوب و واقعی سیستم یادگیرنده از قبل در اختیار است. ولی در یادگیری بدون ناظر، جواب مطلوب و واقعی سیستم یادگیرنده در اختیار نیست.

الگوریتم‌های مختلفی برای یادگیری وجود دارد. یکی از این الگوریتم‌ها، الگوریتم پس‌انتشار خطا است. در واقع، الگوریتم یادگیری پس‌انتشار خطا از نوع یادگیری با ناظر است. بدین معنی که، هنگامی که ورودی به شبکه اعمال می‌شود؛ جواب شبکه با جواب هدفی که برای شبکه تعیین شده است مقایسه می‌شود و سپس خطای یادگیری محاسبه شده و از آن برای تنظیم پارامترهای شبکه استفاده می‌شود؛ به طوری که اگر برای دفعات بعدی به شبکه همان ورودی اعمال شود، خروجی شبکه به جواب هدف نزدیک‌تر گردد. این الگوریتم بر پایه قانون دلتا و با استفاده از مجموع مجزورات خطا برای نوروهای خروجی طراحی شده است. دو روش برای اجرای این الگوریتم وجود دارد که عبارتند از روش دسته‌ای و روش نمونه‌ای (یوسفی‌رامندی، ۱۳۸۸).

در روش دسته‌ای، همه ورودی‌ها قبل از تنظیم وزن‌ها به شبکه اعمال می‌شوند و در روش نمونه‌ای، گرادیان و وزن‌ها هر بار بعد از هر ورودی که به شبکه اعمال می‌شود محاسبه و تنظیم می‌شوند.

لازم به ذکر است که در تنظیم پارامترهای لایه میانی و خروجی از توابع فعالیت مختلفی می‌توان استفاده نمود. با توجه به نوع متغیر پاسخ این پژوهش که کمی است، از تابع فعالیت همانی در لایه خروجی و تانژانت هایپربولیک در لایه میانی برای تنظیم پارامترها استفاده شده است.

۶. یافته‌های تحقیق

برای انجام پیش‌بینی با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی از یک شبکه عصبی پرسپترون سه لایه با مشخصات زیر استفاده شد:

- لایه ورودی با ۹ نورون، لایه میانی با ۶ الی ۲۰ نورون و لایه خروجی با یک نورون
- تابع فعالیت به کار گرفته شده در لایه میانی: تانژانت هایپربولیک

- تابع فعالیت به کار گرفته شده در لایه خروجی: تابع همانی
- نرخ یادگیری ۰/۴۰، ۰/۳۵، ۰/۳۰، ۰/۲۵، ۰/۲۰، ۰/۱۵، ۰/۱۰، ۰/۰۵ و اندازه حرکت ۰/۹۰، ۰/۸۵ و ۰/۸۰ در نظر گرفته شد.
- مجموعه آموزشی / یادگیری: انتخاب تصادفی قریب به ۷۰ درصد از داده‌ها
- مجموعه آزمایشی: سایر داده‌های باقی‌مانده
- ملاک تصمیم‌گیری برای یادگیری: مجموع مربعات خطای پیش‌بینی
- ملاک تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین ساختار شبکه: مجموع مربعات خطای پیش‌بینی

پیش‌بینی

- انتخاب مؤثرترین متغیرها در پیش‌بینی: راهبرد ضریب نفوذ متغیرها
- نتیجه حاصل از برازش مدل‌های مختلف شبکه عصبی، مبتنی بر مشخصات فوق ۳۶۰ مدل در قالب ۱۵ ساختار (۲۴ مدل برای هر ساختار) برازش داده شد که بهترین مدل در هر ساختار در جدول ۲، گزارش شد. از بین این ۱۵ ساختار بهترین مدل پیش‌بینی ساختارهای با ۸ و ۱۱ نود مخفی نتیجه شدند.

جدول ۲: انتخاب بهترین ساختار شبکه برای پیش‌بینی

تعداد نودهای مخفی	مجموعه آموزشی		مجموعه آزمایشی	
	مجموع مربعات خطا	خطای نسبی	مجموع مربعات خطا	خطای نسبی
۶	۱۵۷/۲۳	۰/۵۷۴	۹۱/۵۴	۰/۸۳۳
۷	۱۴۳/۶۰	۰/۵۴۵	۲۵/۲۲	۰/۶۸۷
۸	۱۱۳/۲۶	۰/۴۰۷	۱۷/۵۶	۰/۳۴۲
۹	۱۷۵/۴۵	۰/۶۶۷	۳۱/۱۰	۰/۵۵۰
۱۰	۱۶۶/۷۶	۰/۶۲۶	۲۲/۸۰	۰/۷۴۴
۱۱	۱۲۰/۴۲	۰/۴۴۵	۹۶/۳۶	۰/۴۴۷
۱۲	۱۶۵/۱۱	۰/۶۲۷	۱۵/۲۵	۰/۵۰۵
۱۳	۱۵۰/۹۵	۰/۵۷۶	۱۳۷/۴۱	۰/۶۱۹
۱۴	۱۷۳/۲۸	۰/۶۶۴	۱۸۹/۹۳	۰/۶۲۱
۱۵	۱۵۳/۸۱	۰/۵۶۸	۴۵/۸۱	۰/۶۳۸
۱۶	۱۸۳/۴۲	۰/۶۸۳	۵۵/۴۰	۰/۴۷۷
۱۷	۱۷۹/۵۲	۰/۶۵۲	۱۰۹/۵۲	۰/۸۳۳
۱۸	۱۶۴/۷۷	۰/۶۱۰	۲۱/۳۲	۰/۶۳۹
۱۹	۲۲۷/۳۲	۰/۸۱۶	۸۶/۳۳	۰/۹۲۹
۲۰	۱۸۷/۴۷	۰/۶۹۳	۲۶/۹۱	۰/۹۲۸

همانگونه که در جدول ۲ آمده، با توجه به نتایج حاصل در مرحله آموزش، شبکه‌ای با ۸ و ۱۱ نود مخفی بهترین پیش‌بینی را ارائه دادند که نتیجه پیش‌بینی‌ها در مرحله آزمایشی نیز گزارش شد. برای این دو شبکه آرایش تأثیر متغیرها به صورت زیر به دست آمد.

جدول ۳: آرایش تأثیر متغیرها بر پیش‌بینی مبتنی بر مدل با ۸ نود مخفی

متغیر	ضریب نفوذ	ضریب نفوذ استاندارد شده
S	۰/۲۲۷	۱/۰۰
CFO	۰/۲۱۰	۰/۹۳
delta_INV	۰/۱۳۴	۰/۵۹
delta_AP	۰/۱۲۵	۰/۵۵
delta_AR	۰/۹۶	۰/۴۲
delta_Sales	۰/۹۴	۰/۴۱
delta_ACCIT	۰/۷۶	۰/۳۳
Inv	۰/۲۵	۰/۱۱
Gover	۰/۱۴	۰/۰۶

همانطور که در جدول ۳ و ۴ آمده، با توجه به این که ضریب نفوذ S ، CFO ، ΔINV ، ΔAP ، بیش‌تر از ۱ می‌باشد بیش‌ترین تأثیر را دارند و اما ΔR و $\Delta Sales$ ، نیز به دلیل نزدیک بودن به ۱ بر پیش‌بینی مبتنی بر مدل با ۸ نود مخفی خواهند داشت.

جدول ۴: آرایش تأثیر متغیرها بر پیش‌بینی مبتنی بر مدل با ۱۱ نود مخفی

متغیر	ضریب نفوذ	ضریب نفوذ استاندارد شده
CFO	۰/۳۲۷	۱/۰۰
S	۰/۱۵۳	۰/۴۷
delta_AP	۰/۱۴۳	۰/۴۴
delta_ACCIT	۰/۱۰۱	۰/۳۱
delta_AR	۰/۰۹۱	۰/۲۸
delta_Sales	۰/۰۷۴	۰/۲۳
Inv	۰/۰۵۴	۰/۱۷
delta_INV	۰/۰۴۶	۰/۱۴
Gover	۰/۰۱۰	۰/۰۳

همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، در پیش‌بینی مبتنی بر مدل با ۱۱ نود مخفی، CFO با ضریب نفوذ ۰/۳۲۷، بیش‌ترین اثر را داشته و اما متغیرهای ΔAP ، $\Delta ACCIT$ و ΔAR ، به ترتیب در مقام مقایسه با متغیرهای دیگر از نفوذ بیش‌تری برخوردار هستند.

۷. نتیجه‌گیری

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که تاکنون پژوهش‌های متعددی در زمینه پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی انجام شده که نتایج حاصل نیز متفاوت بوده است. در پژوهش‌های یاد شده، برای پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی از اقلام نقدی و تعهدی استفاده شده است و البته اقلام تعهدی نیز به صورت‌های مختلفی در مدل‌ها به کار رفته است (اقلام تعهدی کل یا تفکیک شده؛ تفکیک نیز به اجزای مختلف و متفاوتی انجام شده است). برای مثال، می‌توان به پژوهش‌های (بوئن و همکاران، ۱۹۸۶؛ فینگر، ۱۹۹۴؛ بارث و همکاران، ۲۰۰۱ و لورک و ویلینگر، ۲۰۰۹) اشاره کرد. اکثر مدل‌هایی که در پژوهش‌های خارجی، مطرح شده‌اند، در سال‌های قبل در پژوهش‌های داخلی نیز مورد آزمون قرار گرفته‌اند. در هر یک از پژوهش‌های داخلی فقط دو یا سه مدل آزمون شده است. برخی از پژوهش‌های داخلی نیز مدل‌ها را در سطح تک تک شرکت‌ها به صورت یکجا آزمون کرده‌اند. همچنین، برخی از این مطالعات از جمله (فرانسیس و ایسون، ۲۰۱۲؛ ثقفی و فدایی، ۱۳۸۶؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۸۸ و صراف و همکاران، ۱۳۹۲)، بیان نموده‌اند که مدل رگرسیون تعهدی پیش‌بینی جریان وجوه نقد، بهتر از سایر مدل‌ها می‌تواند جریان وجوه نقد آتی را پیش‌بینی کند. وجه تمایز پژوهش حاضر، استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و تعیین مدل برتر با استفاده از متغیرهای مدل رگرسیون تعهدی برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد آتی است.

با نظر به این موضوع که هنوز مشخص نشده است که کدام مدل در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بهتر عمل می‌کند؛ نتیجه تحقیق حاضر در رابطه با آزمون فرضیه اول مبنی بر این که شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، مدل مناسبی برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد شرکت‌ها است، حکایت از آن داشت که دو ساختار با ۸ و ۱۱ نود مخفی بهترین مدل پیش‌بینی هستند و آرایش متغیرها برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد در ساختار مختلف، نیازمند طراحی نرم‌افزار مناسب می‌باشد که در پیشنهادات تحقیق طرح گردیده است. افزون بر این، در رابطه با فرضیه دوم، نتایج بیانگر آن بود که دولتی بودن شرکت‌ها با ضریب نفوذ به ترتیب ۶ درصد و ۳ درصد، تأثیر بالاهمیتی بر پیش‌بینی جریان وجوه نقد نداشته است. از این رو، می‌توان بیان نمود که فرضیه دوم تحقیق، رد می‌شود.

۸. پیشنهادها

نتایج تحقیق نشان داد که دو ساختار با ۸ و ۱۱ نود مخفی می‌تواند بهترین مدل برای پیش‌بینی جریان وجه نقد باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای پیش‌بینی جریان‌های نقدی عملیاتی از آن استفاده شود؛ زیرا برای تحلیلگران مالی و سایر استفاده‌کنندگان بسیار مفید است و می‌تواند از یافته‌های این تحقیق برای تصمیم‌گیری استفاده کنند. افزون بر این، با توجه به مؤثر بودن ارقام تعهدی در پیش‌بینی جریان نقد عملیاتی به شرکت‌ها پیشنهاد می‌شود از این ارقام در جهت پیش‌بینی استفاده کنند.

با توجه به یافته‌های حاصله از این پژوهش پیشنهادهایی جهت تحقیقات آتی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- بررسی نفوذ و تأثیر مشخصه‌های شرکت مانند پایداری نسبت موجودی کالا به فروش آتی و در آرایش متغیرهای مؤثر بر پیش‌بینی جریان وجه نقد.
- بررسی و برآورد مدل کلی پیش‌بینی جریان وجه نقد با استفاده از تحلیل پانلی که در این پژوهش به علت کمبود اطلاعات به کار گرفته نشده است.
- تفکیک شرکت‌های نمونه بر حسب نوع صنعت و مطالعه مدل مناسب برای هر یک از آن‌ها که در این تحقیق به دلیل کمبود اطلاعات و کم بودن تعداد شرکت‌ها امکان‌پذیر نبوده است.
- با توجه به رشد روزافزون بازار پول و نقش به‌سزای آن در اقتصاد کشور، پیشنهاد می‌شود که تحقیقاتی مشابه برای پیش‌بینی جریان وجه نقد در بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری انجام شود.
- پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی از شبکه‌های عصبی احتمالی که ساختار آن در حالت کلی شامل یک لایه ورودی و سه لایه پردازش اطلاعات (لایه الگو، لایه کلاس‌بندی و لایه خروجی) است، استفاده و با نتایج این پژوهش مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع

آقایی، م.، و نظافت، ا.، ناظمی‌اردکانی، م. و جوان، ع. (۱۳۸۸). ”بررسی عوامل مؤثر بر نگهداری موجودی‌های نقدی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران“. *مجله پژوهش‌های حسابداری مالی*، ۱ (۲-۱)، ۵۳-۷۰.

- اعتمادی، ح. و تاروی وردی، ی. (۱۳۸۵). "تأثیر نحوه ارائه صورت جریان وجوه نقد بر قضاوت‌های سرمایه‌گذاران حرفه‌ای". *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۳ (۴۵): ۶۹-۸۸.
- بهرامفر، ن.، مهرانی، س. و غیور، ف. (۱۳۸۴). "بررسی رابطه بین نسبت‌های نقدینگی سنتی و نسبت‌های حاصل از صورت جریان وجوه نقد جهت ارزیابی تداوم فعالیت شرکت‌ها". *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۲ (۴۰): ۳-۱۸.
- ثقفی، ع. و هاشمی، ع. (۱۳۸۳). "بررسی تحلیلی رابطه بین جریان‌های نقدی عملیاتی و اقلام تعهدی، ارائه مدل برای پیش‌بینی جریان‌های نقدی عملیاتی". *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۱ (۳۸)، زمستان، ۲۹-۵۲.
- ثقفی، ع. و فدایی، ح.ر. (۱۳۸۶). "گزینش مدلی کارآمد برای پیش‌بینی جریان‌های نقدی بر اساس مقایسه مدل‌های مربوط در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران". *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۴ (۵۰): ۳-۲۴.
- ثقفی، ع. و صراف، ف. (۱۳۹۳). "مدلی برای پیش‌بینی جریان وجوه نقد در شرکت‌های ایرانی". *تحقیقات حسابداری و حسابرسی*، ۶ (۲۱): ۱-۲۶.
- خدادادی، و.، دستگیر، م. و جلیلی، ا. (۱۳۸۸). "بررسی توانایی پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی با استفاده از جریان‌های نقدی و مؤلفه‌های تعهدی سودهای گذشته". *تحقیقات حسابداری*، ۱ (۴): ۲۶-۵۴.
- صراف، ف.، ثقفی، ع. و امیری، م. (۱۳۹۲). "مدل‌های رگرسیونی خطی و غیرخطی جهت برآورد جریان وجوه نقد". *دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت*، ۲ (۸): ۱۴۱-۱۵۵.
- گرکز، م.، قربانی، ع. و رضائی‌پیتنه‌نوئی، ی. (۱۳۹۴). "رابطه سود خالص و معیارهای سنجش وجه نقد در پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی". *مجله پژوهش‌های تجربی حسابداری*، ۴ (۱۶): ۱۶۱-۱۷۶.
- مدرس، ا. و دیبانتی‌دیلمی، ز. (۱۳۸۲). "بررسی کاربرد مدل سری زمانی چندمتغیری در پیش‌بینی جریان‌های نقدی عملیاتی". *فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۰ (۳۴): ۷۷-۱۱۰.
- مهدوی، غ. و صابری، م. (۱۳۸۹). "تعیین مدل بهینه پیش‌بینی جریان‌های نقدی عملیاتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران". *مجله پیشرفت‌های حسابداری دانشگاه شیراز*، ۲ (۱) پیاپی (۵۸/۳): ۱۹۹-۲۲۵.
- یوسفی‌رامندی، ه. (۱۳۸۸). شبکه‌های عصبی مصنوعی، دانشکده فنی و مهندسی قزوین.

Barth, M.E., Cram, D.P. and Nelson, K.K. (2001). "Accruals and the Prediction of Future Cash Flows". *The Accounting Review*, 76 (1): 27-58.

- Bowen, R., Burgstahler, D. and Daley, L. (1986). "Evidence on the Relationships between Earnings and Various Measures of Cash Flow". *The Accounting Review*, 61 (2): 713-725.
- Dechow, P.M. (1994). "Accounting Earning and Cash Flows as Measures of Firm Performance: the Role of Accounting Accruals". *Journal of Accounting and Economics*, 18 (1): 3-42.
- DeFond, M. and Hung, M. (2003). "An Empirical Analysis of Analysts Cash Flow Forecasts". *Journal of Accounting and Economics*, 35 (1): 73-100.
- Ebaid, E. (2011). "Accruals and the Prediction of Future Cash Flows: Empirical Evidence from an Emerging Market". *Management Research Review*, 34 (7): 1-32.
- Finger, C. (1994). "The Ability of Earnings to Predict Future Earnings and Cash Flow". *Journal of Accounting Research*, 32 (2): 210-223.
- Francis, R.N. and Eason, P. (2012). "Accruals and the Naïve out-of-sample Prediction of Operating Cash Flow". *Advances in Accounting, Incorporating Advances in International Accounting*, 28 (2): 226-234.
- Janjani, R. (2015). "Comparing US-GAAP and Iran-GAAP Operating Cash Flows to Predict Future Cash Flows". *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 13 (1), <http://dx.doi.org/10.1108/JFRA-06-2013-0047>.
- Kwok, H. (2002). "The Effect of Cash Flow Statement Format on Lenders Decisions". *The International Journal of Accounting*, 37 (3): 347-362.
- Lorek, K.S. and Willinger, G.L. (2009). "New Evidence Pertaining to the Prediction of Operating Cash-flows". *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 32 (1): 1-15.
- Smith, M. (1993). *Neural Networks for Statistical Modeling*, New York: John Wiley & Sons, Inc., ISBN:0442013108.
- Zhang, Y. and Skolnick, J. (2004). "Automated Structure Prediction of Weakly Homologous Proteins on a Genomic Scale". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (20): 7594-7599.