

## پیش‌بینی ورشکستگی مالی با استفاده از صورت جریان نقد:

### رهیافت شبکه عصبی مصنوعی

سهیلا اسمعیلی<sup>۱\*</sup>، احمد گوگردچیان<sup>۲</sup>

۱. کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، ایران.  
۲. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۴)

#### چکیده

بحران مالی شرکت‌های بزرگ در دهه اخیر سبب گرایش اکثریت گروه‌های ذی‌نفع به مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی شده است. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی محتوای اطلاعاتی نسبت‌های صورت جریان وجه نقد در تشخیص ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی است. جامعه آماری این پژوهش شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی از سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ است. برای این منظور ۸۴ شرکت شامل ۴۲ شرکت ورشکسته و ۴۲ شرکت سالم انتخاب شدند. شبکه عصبی این پژوهش پرسپترون سه لایه است که با روش الگوریتم پس انتشار خطا آموزش دیده است. براساس نتایج پژوهش، مدل شبکه عصبی با نسبت جریان نقدی عملیاتی به بدهی‌های جاری، نسبت پوشش جریان نقدی عملیاتی به بهره، نسبت بازده نقدی دارایی‌ها، نسبت کیفیت سود و نسبت آبی بیشترین قدرت پیش‌بینی را نسبت به ورشکستگی شرکت‌ها در ایران دارد. همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهند که دقت پیش‌بینی مدل برای سال ورشکستگی ۹۹ درصد و در مجموع مراحل ورشکستگی در یک، دو و سه سال قبل از ورشکستگی به ترتیب با دقت ۸۵، ۹۱ و ۷۰ درصد است.

#### کلیدواژگان

شبکه پرسپترون چند لایه، شبکه عصبی مصنوعی، صورت جریان وجه نقد، مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی، ورشکستگی.

## مقدمه

میزان وقوع بحران تجاری در سال‌های اخیر بیش از هر زمان دیگری است. ارقام اقتصادی نشان‌دهنده افزایش بی‌سابقه‌ای از میزان ورشکستگی است (قربانی، ۱۳۸۸: ۱۷). پژوهش حاضر در پی آن است که ورشکستگی و ازدست‌رفتن کنترل شرکت را با توجه به نسبت صورت جریان وجه نقد پیش‌بینی کند. چنانچه اطلاعات صورت جریان وجه نقد توانایی لازم را برای پیش‌بینی موضوع داشته باشد، می‌توان مدلی پیشنهاد کرد که با توجه به آن سهام‌داران و سایر مدعیان را درخصوص ورشکستگی در شرکت آگاه کرد (عبدی‌پور، ۱۳۹۱: ۱۷). شایان یادآوری است در ایران، پژوهش بسیار کمی درخصوص ارزیابی برخی از نسبت‌های صورت جریان وجه نقد در زمینه تشخیص ورشکستگی واحدهای تجاری صورت گرفته است. در اکثر پژوهش‌های گذشته در ایران جریان نقد عملیاتی به‌منزله مهم‌ترین فاکتورهای ادامه فعالیت شرکت نادیده گرفته شده است. بنابراین، در این پژوهش سعی می‌شود کاستی‌های تحقیقات پیشین را برطرف و با توجه به توانایی تکنیک شبکه عصبی از آن برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها استفاده کنیم.

## چارچوب نظری تحقیق

گردون (۱۹۷۱) در یکی از اولین مطالعات آکادمیک روی تئوری ورشکستگی، آن را کاهش قدرت سودآوری شرکت تعریف می‌کند که احتمال عدم بازپرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد (زاعی و فلاح‌پور، ۱۳۸۷: ۱۸). بیور<sup>۱</sup> شکست را ناتوانی شرکت در پرداخت تعهدات مالی بیان می‌کند (Scarlet & Delcea, 2011: 19). همچنین، ویتاکر ورشکستگی مالی را وضعیتی در نظر می‌گیرد که در آن جریان نقدی شرکت از مجموع هزینه‌های بهره، مربوط به بدهی بلندمدت کمتر است (Whitaker, 1999: 124).

در ایران مبنای ورشکستگی ماده ۱۴۱ قانون تجارت مصوب سال ۱۳۴۷ است. طبق این ماده اگر در اثر زیان‌های وارده حداقل نصف سرمایه شرکت از بین برود، هیئت‌مدیره مکلف است

---

1. Beaver.

بلافاصله مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت کند تا موضوع انحلال یا بقای شرکت مورد شور و رأی واقع شود (سعیدی و آقایی، ۱۳۸۸: ۶۱). هرگاه مجمع مزبور رأی به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ این قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد (محمدزاده و جلیلی‌موند، ۱۳۹۱: ۴).

وجوه نقد از منابع مهم و حیاتی هر واحد اقتصادی است. ایجاد توازن بین وجوه نقد موجود و نیازهای نقدی از مهم‌ترین عوامل سلامت اقتصادی واحدهای تجاری و تداوم فعالیت آنهاست (ثقفی و هاشمی، ۱۳۸۳: ۳۰). زمانی که بحث تحلیل نقدینگی مطرح می‌شود، اطلاعات صورت جریان وجوه نقد به مراتب قابل‌اتکاتر از اطلاعات ترازنامه است (بهران‌فر و مهرانی، ۱۳۸۴: ۵). داده‌های ترازنامه ایستاست و وضعیت بنگاه اقتصادی را در یک مقطع زمانی نشان می‌دهد و داده‌های صورت سود و زیان شامل بسیاری از تخصیص‌های غیرنقدی مانند استهلاک و ... است (Ryu & Jang, 2004: 12). حال به این نتیجه می‌رسیم که اطلاعات صورت جریان وجه نقد قابل اطمینان‌تر از اطلاعات ترازنامه در تعیین نقدینگی است و صورت جریان وجوه نقد، تغییرات در سایر صورت‌های مالی را گزارش می‌کند و تخصیص‌های اختیاری را با تأکید بر آنچه سهامداران واقعاً به آنها اهمیت می‌دهند، می‌زداید (Scott Rodgers, 2011: 23). مبلغ جریان‌های نقدی ناشی از فعالیت‌های عملیاتی، یکی از شاخص‌های اصلی ارزیابی این موضوع است که عملیات واحد تجاری تا چه میزان به جریان‌های وجوه نقد کافی برای بازپرداخت وام‌ها، نگهداشت توان عملیاتی واحد تجاری و پرداخت سود سهام منجر شده است (فریدآزاد، ۱۳۸۸: ۲۲). بنابراین، در این پژوهش از جریان وجه نقد برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده شده است.

### پیشینه تحقیق

عبدی‌پور (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی قدرت پیش‌بینی‌کنندگی ساختارهای مختلف شبکه عصبی با تأکید بر پیش‌بینی ورشکستگی بورس تهران» از دو نوع شبکه عصبی: شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP) و شبکه تابع پایه شعاعی (RBF) استفاده کرده است. میزان پیش‌بینی صحیح شبکه‌های استفاده‌شده در این تحقیق به ترتیب اعداد ۹۵/۷ و ۹۱/۴ درصد را برای

شبکه‌های MLP و RBF نشان می‌دهد. بنابراین، شبکه MLP درخصوص تشخیص شرکت‌های سالم و ورشکسته عملکرد نسبتاً بالاتری نسبت به شبکه RBF از خود نشان داده است.

بخشایشی (۱۳۹۰) پژوهشی با عنوان «پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی جریانی» انجام داد که نسبت‌های مالی سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، نسبت جاری، نسبت آنی، نسبت بدهی، گردش کل دارایی‌ها، نسبت حاشیه سود خالص و نسبت بازده دارایی‌ها، به‌منزله ورودی شبکه عصبی انتخاب شده‌اند. وضعیت ورشکستگی شرکت‌ها به‌منزله متغیر خروجی در نظر گرفته شد. شبکه عصبی استفاده‌شده در این پژوهش از نوع بازجریانی سه‌لایه است که به روش الگوریتم پس انتشار خطا آموزش دیده است.

نیکبخت و شریفی (۱۳۸۹) در پژوهش خود با عنوان «پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی» دقت پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از روش شبکه عصبی و روش تحلیل ممیزی چندگانه را مقایسه کردند. با توجه به اینکه سطح زیر منحنی ROC مدل شبکه عصبی بیشتر از سطح زیر منحنی ROC در مدل تحلیل تمایزی است، بنابراین مدل شبکه عصبی با دقت ۹۸ درصد بهتر از روش تحلیل ممیزی چندگانه، ورشکستگی را پیش‌بینی کرد.

در ادامه برخی از پژوهش‌های انجام‌شده در دیگر کشورها تشریح می‌شوند:

فلیکس و ایوان (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان «تجسم ورشکستگی و پیش‌بینی آن با استفاده از شبکه عصبی: یک مطالعه موردی از بانک‌های تجاری آمریکا» به توسعه مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی ورشکستگی بانک‌های آمریکا با توجه به بحران مالی اخیر پرداختند و ترکیبی از مدل پرسپترون چندلایه و نقشه‌های خودسازنده را به‌منزله ابزار بررسی ورشکستگی تا سه سال قبل از آن استفاده کردند. براساس داده‌های بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲ می‌توان به این نتیجه رسید که مدل شبکه عصبی با دقت ۹۶/۱۵ درصد توانست بهتر از مدل‌های سنتی ورشکستگی را پیش‌بینی کند.

نیکولو<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های کوچک و متوسط با

1. Niccolo.

روش الگوریتم ژنتیک: شواهد تجربی از ایتالیا» ورشکستگی ۳۱۰۰ شرکت در ایتالیا را پیش‌بینی و از دو روش رگرسیون لجستیک و ماشین بردار پشتیبان (SVM) برای مقایسه با الگوریتم ژنتیک استفاده کرد. نتایج نشان‌دهنده آن بود که روش الگوریتم ژنتیک در پیش‌بینی ورشکستگی تا سه سال قبل از آن دقت بالاتری داشت.

آنگ و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی با عنوان «پیش‌بینی شکست تجاری: یک مطالعه موردی از شرکت‌های مالزی» تداوم فعالیت واحدهای تجاری را به کمک پنج متغیر (گردش دارایی‌های جاری، گردش کل دارایی‌ها، حساب‌های دریافتی در فروش روزانه، جریان وجه نقد به کل بدهی‌ها، کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها) ارزیابی کردند و یافته‌های تحقیق نشان‌دهنده آن بود که روش رگرسیون لجستیک با ۹۱/۵ درصد توانست پیش‌بینی صحیحی در خصوص ورشکستگی ارائه دهد.

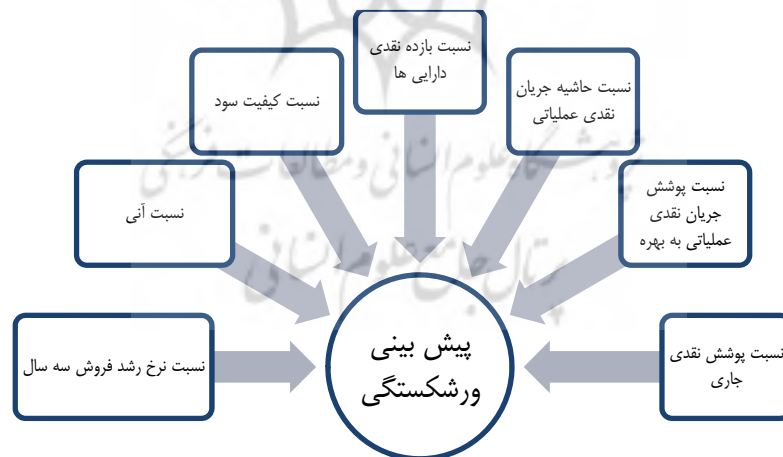
دیکمن و همکارانش (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان «استفاده از روند تحلیل شبکه برای ارزیابی ریسک شکست کسب‌وکار در شرکت‌های ساخت‌وساز» با استفاده از روش دلفی و فرایند تحلیل شبکه به ارزیابی شکست تجاری پرداخته‌اند. از متغیرهایی که بیشترین اهمیت را در ارزیابی شکست این پروژه داشته‌اند می‌توان به عوامل مدیریتی و سازمانی از جمله کارایی زنجیره ارزش در سطح سازمانی، تصمیم‌گیری‌های مناسب سازمانی و در دسترس بودن منابع نامشهود برای بقای شرکت‌های ساخت‌وساز اشاره کرد.

با توجه به اینکه به جز پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳)، در هیچ پژوهش دیگری تنها از نسبت‌های مبتنی بر صورت جریان وجه نقد عملیاتی به منظور پیش‌بینی ورشکستگی استفاده نشده است، در این پژوهش نیز به پیروی از آنها، با استفاده از نسبت‌های مبتنی بر صورت جریان وجه نقد عملیاتی ورشکستگی پیش‌بینی می‌شود.

### فرضیه‌ها و مدل نظری پژوهش

با توجه به مطالب یادشده درباره ورشکستگی و پیش‌بینی آن می‌توان مدل نظری پژوهش را به صورت شکل ۱ ترسیم کرد. براساس این مدل، می‌توان فرضیه‌های پژوهش را به شرح زیر بیان کرد:

۱. نسبت «جریان نقدی عملیاتی به بدهی‌های جاری»، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.
۲. نسبت «پوشش جریان وجه نقد حاصل از عملیات به بهره»، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.
۳. نسبت «حاشیه جریان نقدی عملیاتی»، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.
۴. نسبت «بازده نقدی دارایی‌ها»، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.
۵. «کیفیت سود»، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.
۶. «نسبت آنی»، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.
۷. «رشد فروش سه سال»، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف جزو پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای و از لحاظ ماهیت و روش توصیفی-علی است. جامعه آماری تحت بررسی در این تحقیق، کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. نمونه استفاده‌شده متشکل از ۸۴ شرکت است که به شرح زیر انتخاب شده‌اند:

ابتدا فهرستی از شرکت‌هایی تهیه شد که بین سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۲ دچار ورشکستگی شده‌اند. این شرکت‌ها در حدود ۶۸ عدد بود. از بین این شرکت‌ها ۴۲ شرکت که دسترسی به اطلاعات آن‌ها ممکن بود انتخاب شدند. گفتنی است با توجه به اینکه درخصوص هر شرکت از اطلاعات یک، دو و سه سال قبل از ورشکستگی نیز استفاده شده است، پس در مجموع باید گفت اطلاعات شرکت‌ها مربوط به سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲ است. پس از اینکه ۴۲ شرکت ورشکسته به‌منزله گروه اول به این ترتیب انتخاب شدند، باید ۴۲ شرکت سالم نیز به‌منزله گروه دوم انتخاب می‌شدند. در کل حدود ۱۵۰ شرکت برای انتخاب موجود بودند که انتخاب آن‌ها به چهار شرط مهم محدود بود:

۱. در بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ عضو بورس اوراق بهادار تهران بوده و صورت‌های مالی خود را تحویل داده‌اند.

۲. سال مالی آن‌ها به ۱۲/۲۹ هر سال منتهی باشد.

۳. از نوع شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری مالی و هلدینگ نباشد.

۴. از نظر اندازه طوری باشد که تقریباً در بازه شرکت‌های ورشکسته قرار گیرد.

بدین ترتیب با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی، ۴۲ شرکت گروه دوم انتخاب شدند. امکان تطبیق‌دادن شرکت‌های دو گروه از نظر صنعت وجود نداشت. البته یک حسن متنوع‌بودن صنایع این است که تعمیم‌پذیری مدل افزایش می‌یابد. در انتخاب نمونه‌های گروه دوم سعی شد که شرکت‌های هر دو دسته از نظر اندازه تقریباً تطبیق داده شوند. درخصوص اندازه شرکت دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد که در مطالعه حاضر ملاک اندازه شرکت، به پیروی از پژوهش‌های

حبیب<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳)، مکیان و کریمی (۱۳۸۸) و میرزایی (۱۳۹۲) ارزش کل دارایی‌ها در نظر گرفته شده است.

سال مینا (t) درخصوص شرکت‌های ورشکسته، سالی است که شرکت‌ها مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده‌اند و درخصوص شرکت‌های سالم، سالی است که اطلاعات یک، دو و سه سال قبل نسبت به آن جمع‌آوری شده است.

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات و نسبت‌های مالی مورد آزمون از آرشیو عمومی صورت‌های مالی سازمان بورس اوراق بهادار، نرم‌افزار ره‌آورد نوین نسخه ۳ و وب‌سایت مدیریت پژوهش توسعه و مطالعات اسلامی سازمان بورس و سایت کدال استفاده شده است. نرم‌افزاری که به‌منظور بررسی پیش‌بینی‌پذیری تمام متغیرهای مستقل و انجام عمل پیش‌بینی استفاده شده، نرم‌افزار مطلب<sup>۲</sup> است.

### طراحی شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی، سیستم پردازش اطلاعات است که در آن از سیستم عصبی طبیعی یا زیستی الهام گرفته شده است (Bennet, 2000: 8).

شبکه عصبی مصنوعی از تعداد زیادی گره و پاره‌خط‌های جهت‌دار که گره‌ها را به یکدیگر ارتباط می‌دهند، تشکیل شده است. اطلاعات از طریق گره‌های ورودی به شبکه وارد و از طریق اتصالات به لایه‌های پنهان متصل می‌شوند و در نهایت خروجی شبکه از گره‌های لایه خروجی به دست می‌آید (نیکبخت و شریفی، ۱۳۸۹: ۱۶۹). در این پژوهش تعداد نرون‌های لایه‌های ورودی برابر با تعداد متغیرهای پیش‌بینی‌کننده و تعداد نرون لایه خروجی یک و تعداد نرون‌های لایه پنهان برابر ۳۰ است.

قاعده فراگیری در شبکه عصبی چندلایه پیشخور (شبکه عصبی پرسپترون چندلایه)، «قاعده کلی دلتا» یا «قاعده پس انتشار» است. بنابراین، شبکه عصبی به‌کار گرفته‌شده در این پژوهش از نوع پرسپترون چندلایه<sup>۳</sup> است که به روش الگوریتم پس انتشار خطا آموزش دیده و تابع فعالیت در

1. Habib.

2. Matlab R 2013 B.

3. Multi-layer perceptron (MLP).



لایه‌های میانی و خروجی سیگموئید انتخاب شده است.

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

(x: مجموعه وزنی متغیرهای ورودی از لایه قبلی است)

انجام عمل پیش‌بینی براساس متغیرهای ورودی در دو قسمت زیر انجام می‌شود:

۱. بررسی پیش‌بینی‌پذیری براساس تمام متغیرها.

۲. انجام عمل پیش‌بینی براساس متغیرهای انتخابی.

به منظور بررسی پیش‌بینی‌پذیری هر یک از متغیرها و بررسی فرضیات تحقیق از شاخص H استفاده شد. به منظور کسب اطمینان از تأثیرگذاری هر یک از داده‌ها در روند پیش‌بینی متغیر وابسته از تحلیل R/S و محاسبه شاخص H استفاده می‌کنیم. در تحلیل R/S تغییر مبنای حوزه تغییرات به صورت زیر انجام می‌شود:

$$R_N = \text{Max}[X_{t,N}] - \text{Min}[X_{t,N}]; \quad 1 \leq t \leq N$$

$$X_{t,N} = \sum_t^N (X_t - \bar{X}); \quad t = 1, 2, \dots, N$$

چنانکه پیداست، در تحلیل R/S، R نمایانگر تفاوت بین بیشترین و کمترین انحراف انباشته<sup>۱</sup> از میانگین سری زمان مفروض ( $\bar{X}$ ) و تابعی از تعداد مشاهدات (N) است. S نیز برابر انحراف معیار سری زمانی اصلی است که به صورت زیر به دست می‌آید:

$$S = \left[ \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2 / N \right]^{\frac{1}{2}}; \quad t = 1, \dots, N$$

از سوی دیگر، بر پایه یک قانون تجربی اثبات شده می‌توان نوشت: (خالوزاده، ۱۳۷۵: ۴۲).

$$R/S = N^H$$

در رابطه بالا  $H \in [0, 1]$  و به ازای مقادیر مختلف N این گونه به دست می‌آید:

$$H = \log(R/S) / \log N \quad (نمازی و کیامهر، ۱۳۸۶: ۹).$$

بنابراین، در نرم افزار مطلب با به دست آوردن شاخص H می توان دریافت که کدام یک از متغیرهای مستقل برای پیش بینی متغیر وابسته مناسب است. چنانچه شاخص H صعودی یا ثابت باشد، متغیر مستقل در متغیر وابسته اثر دارد و چنانچه شاخص H نزولی باشد، متغیر مستقل در متغیر وابسته اثری ندارد (کیامهر، ۱۳۸۸: ۵۹).

در قدم دوم عمل پیش بینی براساس متغیرهای انتخابی با استفاده از شبکه عصبی انجام و میزان دقت پیش بینی شبکه به کمک تابع عملکرد «مجموع مجذور خطا» (MSE) برای ۴ سال محاسبه می شود.

### متغیرهای پژوهش و منطق استفاده از آنها

به سبب اهمیت موضوع پیش بینی ورشکستگی واحدهای تجاری، تاکنون روش های متعددی معرفی شده است که هر مدل با توجه به فرضیه ها و متغیرهای مربوط به خود سعی در برآورد احتمال تداوم فعالیت و ورشکستگی واحد تجاری دارد. متغیر وابسته این پژوهش، ورشکستگی و متغیر مستقل همانند متغیرهای مستقل استخراجی از پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳)، عبارت اند از:

۱. جریان نقدی عملیاتی به بدهی های جاری (نسبت پوشش نقدی جاری)<sup>۱</sup>: این نسبت نقدینگی شرکت را در مقایسه با نقدینگی واقعی در کوتاه مدت نشان می دهد ( Mills & Yamamura, 1998: 59). هرچه این نسبت پایین تر باشد احتمال شکست تجاری بیشتر است. از این نسبت برای توانایی شرکت برای پرداخت بدهی های کوتاه مدت استفاده می شود (نصیرزاده و رستمی، ۱۳۹۱: ۳۵).

۲. نسبت پوشش جریان نقدی عملیاتی به بهره (جریان نقدی عملیاتی + بهره پرداختنی + مالیات/بهره)<sup>۲</sup>: این نسبت توانایی شرکت برای پوشش بهره پرداختنی به بدهی ها را اندازه گیری می کند. این نسبت شبیه به نسبت توان پرداخت بهره است که از داده های صورت سود و زیان به دست می آورند. این نسبت برای ارزیابی قدرت مالی شرکت استفاده می شود ( Bhandari & Lyer, 2013: 670).

1. Ocf/CL

2. (OCF+INT+TAX)/INT

۳. حاشیه جریان نقدی عملیاتی (جریان نقدی عملیاتی/فروش)<sup>۱</sup>: این نسبت شبیه به حاشیه سود سنتی و نشان‌دهنده آن است که سهم خالص جریان وجه نقد ناشی از عملیات از میزان فروش شرکت چقدر است (Dennis, 1994: 40).

۴. بازده نقدی دارایی‌ها (جریان نقدی عملیاتی/کل دارایی‌ها)<sup>۲</sup>: این نسبت شبیه به نرخ بازده دارایی‌هاست<sup>۳</sup>. اما به جای درآمد خالص، جریان نقدی عملیاتی در صورت کسر قرار می‌گیرد (Bhandari & Lyer, 2013: 670). این نسبت توانایی تولید پول نقد از تمام دارایی‌ها را اندازه‌گیری می‌کند (Fraser & Ormiston, 2001: 149). جیسوز<sup>۴</sup> و همکارانش (۲۰۱۲) در مقاله خود از این نسبت برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده کردند.

۵. کیفیت سود (سود عملیاتی/جریان نقدی عملیاتی)<sup>۵</sup>: این نسبت جریان نقدی حاصل از عملیات با سود عملیاتی مقایسه می‌شود. کیفیت سود به درجه محافظه‌کاری شرکت در گزارش سود گفته می‌شود. از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت سود، سطح جریان نقدی تولیدشده از سوی شرکت است. به زبان ساده، با اینکه می‌توان سود را دستکاری کرد، اما دستکاری جریان نقدی غیرممکن است. بنابراین، جریان وجه نقد عملیاتی گزارش‌شده در صورت جریان وجه نقد شاخص عالی برای کیفیت سود است (Bhandari & Lyer, 2013: 670).

۶. نسبت آنی (دارایی جاری-موجودی کالا/بدهی‌های جاری)<sup>۶</sup>: نسبت آنی شرکت باید برابر با ۱ یا بیشتر از آن باشد تا شرکت بتواند از محل دارایی‌های آنی بدهی‌های جاری خود را پردازد. زمانی که نسبت آنی و به تبع آن نقدینگی کاهش یابد احتمال درماندگی شرکت افزایش می‌یابد و شرکت نمی‌تواند بسیاری از پروژه‌های سودآور خود را اجرا کند (امینی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۷).

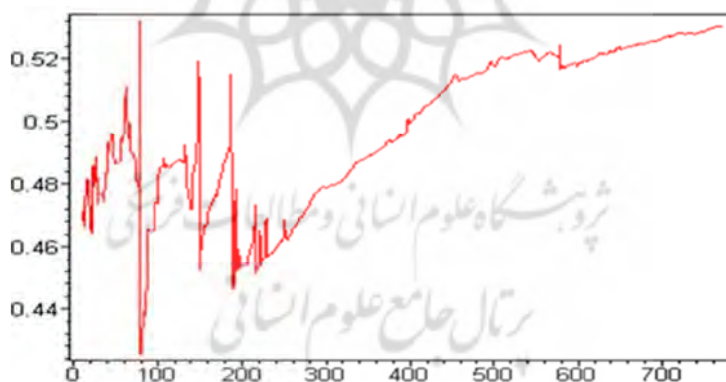
۷. رشد فروش سه سال<sup>۷</sup>: کاهش فروش اغلب منادی درماندگی شرکت و درنهایت سقوط نهایی

1. OCF/Sales.
2. OCF/Asset.
3. Return on Assets(ROA).
4. Jesus.
5. EBIT/OCF.
6. (CA-INT)/CL
7. Sales 3 Yr CAGR.

آن است (Ibid: 671). رشد فروش یکی از شاخص‌های ارزیابی فعالیت شرکت است. رشد مستمر درآمد فروش و سود شرکت منجر به آن می‌شود که بازار ریسک کمتری را برای شرکت در نظر بگیرد (حقیقت و موسوی، ۱۳۸۶: ۶۵). ما فرض می‌کنیم که رشد فروش کم یا منفی با شکست تجاری مرتبط است. این تنها متغیری که از جریان نقدی عملیاتی گرفته نشده است (Ibid).

### نتایج آزمون فرضیه اول

در نمودارهای زیر، محور عمودی شاخص H و محور افقی تعداد داده‌های شبیه‌سازی شده است. با توجه به شکل ۱ و روند صعودی شاخص H، می‌توان به این نتیجه رسید که نسبت جریان نقدی عملیاتی به بدهی جاری، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد بنابراین، فرضیه اول پذیرفته می‌شود. نتایج آزمون این فرضیه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با نتایج پژوهش تالال<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۱۴)، بهنداری و لیر (۲۰۱۳) و وانگ و لی<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) یکسان و مشابه است. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که نسبت جریان نقدی عملیاتی به بدهی جاری، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی را دارد.

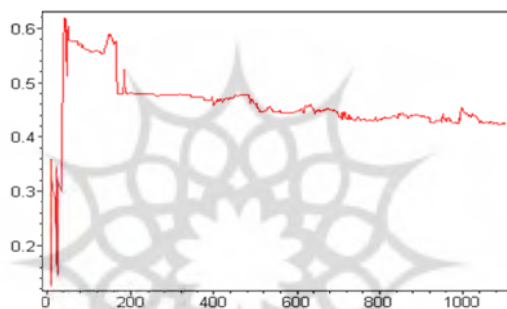


شکل ۱. مقادیر H متناظر N برای سری زمانی فرضیه اول

1. Talal.
2. Wang & Li.

### نتایج آزمون فرضیه دوم

با توجه به شکل ۲ و روند تقریباً ثابت شاخص  $H$ ، می‌توان به این نتیجه رسید که نسبت پوشش جریان نقدی عملیاتی به بهره، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. بنابراین، فرضیه دوم پذیرفته می‌شود. نتایج آزمون این فرضیه با نتایج پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) یکسان و مشابه است. از آنجا که این فرضیه برای اولین بار در این حوزه پژوهشی از سوی پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) تدوین شده است، بنابراین پژوهش دیگری وجود ندارد که این فرضیه را آزمون کرده باشد.

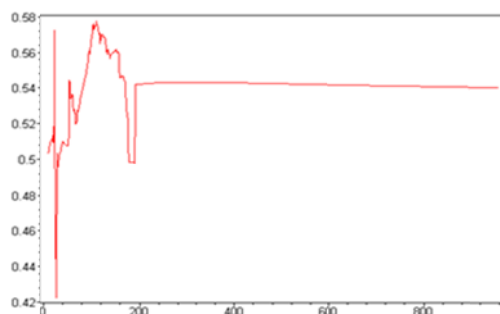


شکل ۲. مقادیر  $H$  متناظر  $N$  برای سری زمانی فرضیه دوم

### نتایج آزمون فرضیه سوم

با توجه به شکل ۳ و روند نزولی شاخص  $H$ ، به طوری که مقادیر  $H$  از (۰/۵۸) به (۰/۴۲) کاهش داشته و پس از آن روند تغییرات ثابت است می‌توان به این نتیجه رسید که حاشیه جریان نقدی عملیاتی، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را ندارد. بنابراین، فرضیه سوم رد می‌شود. نتایج آزمون این فرضیه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با نتایج پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳)، آمندولا و همکارانش (۲۰۱۱) و لیو<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) یکسان و مشابه است. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که حاشیه جریان نقدی عملیاتی در پیش‌بینی ورشکستگی قدرت زیادی ندارد.

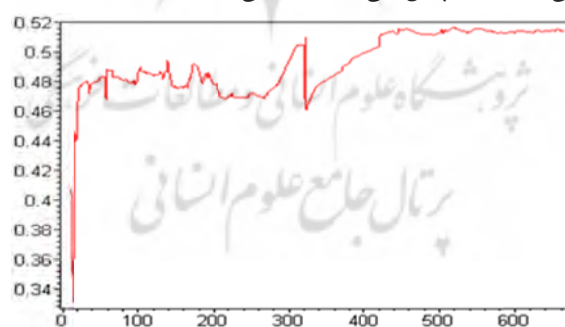
1. Liou.



شکل ۳. مقادیر H متناظر N برای سری زمانی فرضیه سوم

### نتایج آزمون فرضیه چهارم

با توجه به شکل ۴ و روند صعودی شاخص H (که از ۰/۳۴ شروع و تا مرز ۰/۵۲ پیش می‌رود) می‌توان به این نتیجه رسید که نسبت بازده نقدی دارایی‌ها، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. بنابراین، فرضیه چهارم پذیرفته می‌شود. نتایج آزمون این فرضیه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با نتایج پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) و فوستر و زورادا<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) یکسان و مشابه و با پژوهش آنگ و همکارانش (۲۰۱۱) و اسمیت و لیو (۲۰۰۷) در تضاد است. با توجه به پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) و فوستر و زورادا (۲۰۱۲) نسبت بازده نقدی دارایی‌ها، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی را دارد.

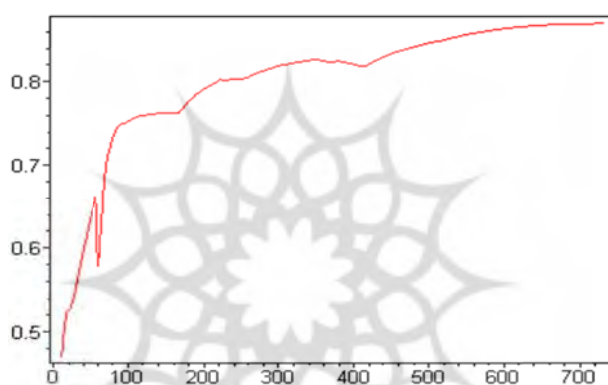


شکل ۴. مقادیر H متناظر N برای سری زمانی فرضیه چهارم

1. Foster & zurada.

### نتایج آزمون فرضیه پنجم

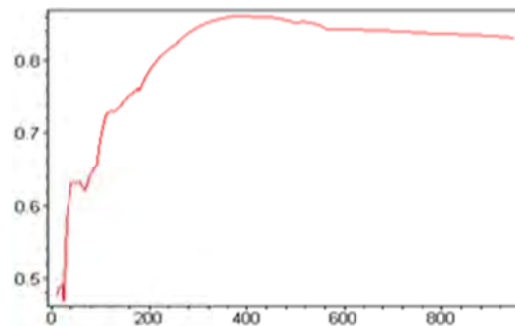
با توجه به شکل ۵ و روند صعودی شاخص  $H$ ، می‌توان به این نتیجه رسید که نسبت کیفیت سود، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. نتایج آزمون این فرضیه با نتایج پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) یکسان و مشابه است. از آنجا که این فرضیه برای اولین بار در این حوزه پژوهشی از سوی پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) تدوین شده است، بنابراین پژوهش دیگری وجود ندارد که این فرضیه را آزمون کرده باشد.



شکل ۵. مقادیر  $H$  متناظر  $N$  برای سری زمانی فرضیه پنجم

### نتایج آزمون فرضیه ششم

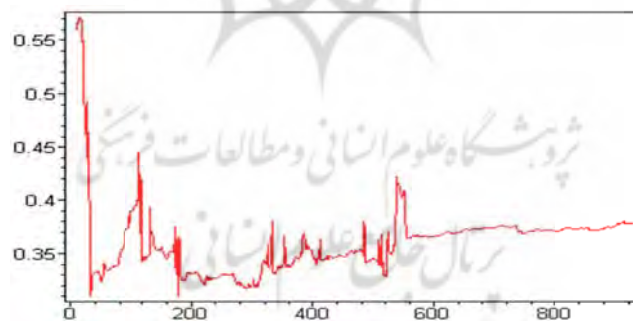
با توجه به شکل ۶ و روند صعودی شاخص  $H$ ، می‌توان به این نتیجه رسید که نسبت آنی، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. نتایج آزمون این فرضیه در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با نتایج پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳)، جیسوز و همکارانش (۲۰۱۳)، اسکارلت و دلیسا (۲۰۱۱) و اسمیت و لیو (۲۰۰۷) یکسان و مشابه است. نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که نسبت آنی، برای پیش‌بینی ورشکستگی مؤثر است.



شکل ۶. مقادیر  $H$  متناظر  $N$  برای سری زمانی فرضیه ششم

### نتایج آزمون فرضیه هفتم

با توجه به شکل ۷ و روند شدیداً نزولی شاخص  $H$ ، می‌توان به این نتیجه رسید که نسبت رشد فروش سه سال، قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را ندارد. نتایج آزمون این فرضیه با نتایج پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) یکسان و مشابه است. از آنجا که این فرضیه برای اولین بار در این حوزه پژوهشی از سوی پژوهش بهنداری و لیر (۲۰۱۳) تدوین شده است، بنابراین پژوهش دیگری وجود ندارد که این فرضیه را آزمون کرده باشد.



شکل ۷. مقادیر  $H$  متناظر  $N$  برای سری زمانی فرضیه هفتم

### نتیجه‌گیری کلی از دقت پیش‌بینی با شبکه عصبی

عمل پیش‌بینی با استفاده از شبکه عصبی نشان‌دهنده قابلیت پیش‌بینی متغیر وابسته با استفاده از



متغیرهای اول، دوم، چهارم، پنجم و ششم است. قدرت پیش‌بینی با توجه میانگین مجذور خطاها (MSE) برای چهار سال به دست آمد. با توجه به نتایج مشخص شد که ارزیابی مجموع دقت پیش‌بینی ورشکستگی براساس میانگین مجذور خطاها (MSE) برای سال (T-3) ۷۰ درصد، برای سال (T-2) ۸۵ درصد، برای سال (T-1) ۹۱ درصد و در نهایت برای سال T، ۹۹ درصد است که از این نتایج مشخص می‌شود که کلیه مقادیر پیش‌بینی بالاتر از ۵۰ درصد است. بنابراین، اطلاعات مندرج در صورت جریان نقد قابلیت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. در جدول زیر به طور خلاصه نتایج مربوط به میانگین مجذور خطاهای (MSE) سال‌های T-3 تا T ارائه شده است:

جدول ۱. خلاصه نتایج مربوط به میانگین مجذور خطاهای (MSE) سال‌های T تا T-3

نتایج عملکرد شبکه عصبی MSE			
T-3	T-2	T-1	T
۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۶۸/۸۱	۳۶/۹۵	۰۶۵/۹۹	۶۴۱/۹۹
۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
۷۸۷/۷۹	۶۷/۹۲	۱۰۵/۹۹	۱۰۰
۶۶	۶۶	۶۶	۶۶
۶۶۱/۷۵	۱۵۲/۸۹	۶۲۱/۹۸	۷/۹۹
۹	۹	۹	۹
۷۵۵/۸۴	۹۱۵/۹۵	۷۵۵/۹۹	۱۰۰

ورشکسته

آموزشی سالم

آزمایشی ورشکسته

نتایج عملکرد شبکه عصبی MSE				
T-3	T-2	T-1	T	
۹	۹	۹	۹	
۷۵۳/۸۵	۸۶۷/۹۵	۱۰۰	۱۰۰	سالم
۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	
۵۶۲/۸۲	۵۹۸/۹۲	۵۶۲/۹۹	۱۰۰	مجموع
۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	
۲۱۵/۷۳	۷۴۱/۹۲	۲۱۵/۹۵	۶۱۴/۹۹	ورشکسته
۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	
۷۹۶/۶۹	۷۷۳/۸۹	۶۹۲/۹۳	۷۴۴/۹۹	سالم
۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	ارزیابی مجموع
۸۶۵/۷۰	۷۱۱/۸۵	۵۴۱/۹۱	۰۰۴/۹۹	مجموع

### نتیجه گیری

به صورت خلاصه نتایج تحقیق را به شرح زیر می توان بیان کرد:

- اطلاعات مندرج در صورت جریان وجوه نقد دارای ارزش اطلاعاتی به منظور پیش بینی شرکت هاست.
- نسبت پوشش نقدی جاری، نسبت پوشش جریان نقد عملیاتی به بهره، نسبت بازده نقدی دارایی ها، کیفیت سود و نسبت آنی به منظور پیش بینی ورشکستگی مؤثر است.

۳. رفتار سری زمانی ورشکستگی شرکت‌ها فرایند تصادفی نیست، بلکه فرایندی غیرتصادفی است، به طوری که نتایج تحلیل  $R/S$  نشان‌دهنده وجود حافظه در این سری‌های زمانی است.

### پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی

با توجه به گستره وسیع شبکه‌های عصبی مصنوعی و مسائل پیچیده بازارهای مالی مباحث بسیاری وجود دارد که در این پژوهش به آن پرداخته نشده است و می‌تواند موضوعاتی برای پژوهش‌های آتی باشد، از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. در این مطالعه، ورشکستگی شرکت‌ها از دید عوامل داخلی بررسی شده است. از جمله عوامل بیرونی که می‌تواند در شکست و موفقیت شرکت اثرگذار باشد، عوامل سیاسی، اقتصادی و فرهنگی و ... است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود ترکیبی از عوامل درونی و بیرونی برای بررسی ورشکستگی شرکت‌ها استفاده شود.

۲. استفاده از سایر انواع شبکه‌های عصبی با سرپرست نظیر شبکه‌های رقابتی، شبکه‌های تأخیری و شبکه‌های عصبی بدون سرپرست مانند شبکه کوهنن و مقایسه نتایج عملکرد آن‌ها با شبکه عصبی پرسپترون.

۳. داده‌های این تحقیق به شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس محدود است. پیشنهاد می‌شود در تحقیقی جداگانه تمایز بین شرکت‌های ورشکسته و موفق در محدوده خارج از بورس نیز بررسی شود.

## منابع و مأخذ

۱. امینی، پیمان؛ محمدی، کامران و عباسی، شعیب (۱۳۹۰). «بررسی عوامل مؤثر بر صدور گزارش مشروط حسابرسی: کاربرد روش شبکه عصبی»، فصلنامه علمی-پژوهشی *حسابداری مدیریت*، دوره ۴، شماره ۴ (پیاپی ۱۱)، ۳۹-۲۵.
۲. بخشایشی، مروه (۱۳۹۱). «پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی بازجریانی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهدی ابزری و سید امیرحسن منجمی، دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت.
۳. بهران‌فر، نقی و مهران‌ی، ساسان (۱۳۸۴). «بررسی رابطه بین نسبت‌های نقدینگی سنتی و نسبت‌های حاصل از صورت جریان وجوه نقد جهت تداوم فعالیت شرکت‌ها»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۴۰، ۳-۱۸.
۴. ثقفی، علی و هاشمی، سیدعباس (۱۳۸۳). «بررسی تحلیلی رابطه بین جریان‌های نقدی عملیاتی و اقلام تعهدی صورت‌های مالی ارائه مدل برای پیش‌بینی جریان‌های نقدی عملیاتی»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۳۸، ۲۹-۵۲.
۵. حقیقت، حمید و موسوی، سیداحمد (۱۳۸۶). «بررسی نقش عوامل رشد فروش و شاخص بحران مالی در پیش‌بینی بازده سهام»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۴۷، ۶۳-۸۲.
۶. خالوزاده، حمید و خاکی‌صدیق، علی (۱۳۷۵). «آیا قیمت سهام در بازار بورس تهران قابل پیش‌بینی است؟»، *تحقیقات مالی*، شماره ۱۲، ۳۷-۴۶.
۷. راعی، رضا و فلاح‌پور، سعید (۱۳۸۷). «کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، دوره ۱۵، شماره ۳، ۱۷-۳۴.
۸. سعیدی، علی و آقایی، آرزو (۱۳۸۸). «پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۵۶، ۷۸-۵۹.
۹. عبدی‌پور، سجاد (۱۳۹۱). «ارزیابی قدرت پیش‌بینی‌کنندگی ساختارهای مختلف شبکه‌های عصبی

- با تأکید بر پیش‌بینی ورشکستگی در بورس تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، احمد ناصری و مسعود برکاتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه حسابداری.
۱۰. فریدآزاد، بابک (۱۳۸۸). «ارزیابی محتوای اطلاعاتی نسبت‌های صورت جریان وجوه نقد و نسبت‌های حسابداری تعهدی در تشخیص درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، اصغر سلطانی و مهدی عرب‌صالحی، دانشگاه اصفهان، گروه حسابداری.
۱۱. قربانی، مریم (۱۳۸۸). «پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران براساس متغیرهای مدل آلتن»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، سید محمود موسوی شیری و سید حسن صالح‌نژاد، دانشگاه پیام نور بهشهر، گروه حسابداری.
۱۲. کیامهر، مهدی (۱۳۸۸). «پیش‌بینی بازده روزانه سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، گروه حسابداری.
۱۳. محمدزاده، پرویز و جلیلی‌موند، علی‌رضا (۱۳۹۱). «پیش‌بینی ورشکستگی مالی با استفاده از مدل لوجیت مرکب»، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۸، ۱-۲۲.
۱۴. مکیان، سید نظام‌الدین و کریمی‌تکلو، سلیم (۱۳۸۸). «پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: شرکت‌های تولیدی استان کرمان)»، اقتصاد مقداری، دوره ۶، شماره ۱، ۱۲۹-۱۴۴.
۱۵. مهدوی، غلامحسین و براتی‌مهر، سارا (۱۳۸۹). «کاربرد نسبت‌های صورت جریان وجوه نقد در ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران»، ماهنامه علمی-پژوهشی دانش‌ور رفتار، شماره ۴۴، ۱۶۷-۱۷۸.
۱۶. نصیرزاده، فرزانه و رستمی، امین (۱۳۹۱). «بررسی رابطه بین شاخص‌های نقدینگی نوین و مبتنی بر صورت جریان وجه نقد با سودآوری شرکت‌ها (معیارهای مالی و مبتنی بر بازار)»، دو فصل‌نامه اقتصاد پولی-مالی، شماره ۳، ۲۸-۵۳.
۱۷. نمازی، محمد و کیامهر، محمد مهدی (۱۳۸۶). «پیش‌بینی بازده روزانه سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی»، تحقیقات

مالی، دوره ۹، شماره ۲۴، ۱۱۵-۱۳۴.

۱۸. نیکبخت، محمدرضا و شریفی، مریم (۱۳۸۹). «پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی»، مدیریت صنعتی، دوره ۲، شماره ۴، ۱۶۳-۱۸۰.

19. Amendola, A; Bisogno, M; Restaino, M & Sensini, L (2011). "Forecasting corporate bankruptcy: empirical evidence on Italian data", *Euro Med Journal of Business*, 6(3), 294-312.
20. Bennett, S; John, R & Nasir, M (2000). "Predicting corporate bankruptcy using artificial neural networks", *Journal of applied accounting*, 5(3), 29-51.
21. Bhandari, B & Lyer, R (2013). Predicting business failure using cash flow statement based measures, *Journal of managerial finance*, 39(7), 667-676.
22. Dennis, C (1994). "Understanding cash flow statements", *Journal of business credit*, 40-42.
23. Dikmen, I; Birgonul, T; Ozorhon, B & Sapci, N (2010). "Using analytic network process to assess business failure risks of construction firms", *Journal of engineering, construction and architectural management*, 17(4), 369-386.
24. Felix, j & Ivan, p (2015). "Bankruptcy visualization and prediction using neural networks: A study of U.S commercial banks", *Expert systems with applications*, 42(6), 2857-2869.
25. Foster, B & Zurada, J (2013). "Loan defaults and hazard models for bankruptcy prediction", *Managerial Auditing Journal*, 28(6), 516-541.
26. Fraser, L, M & Ormiston, A (2001). *Understanding financial statements*, 6<sup>th</sup> ed, prentice-hull, upper saddle river, NJ, 148-153.
27. Habib, A; Bhuiyan, B U & Islam, A (2013). "Financial distress, earnings management and market pricing of accruals during the global financial crisis", *Journal of managerial finance*, 39(2), 155-180.
28. Jesus, M; Quintana, M & Gallego, A (2012). "On the non-financial information's significance in the business failure models (A Spanish case study)", *international journal of organizational analysis*, 20(4), 423-434.
29. Liou, F (2008). "Fraudulent financial reporting detection and business

- failure prediction models: a comparison", *managerial Auditing Journal*, 23(7), 650-662.
30. Mills, R & Yamamura, H (1998). "The power of cash flow ratios", *Journal of Accountancy*, 186(4), 53-61.
  31. Niccolo, G (2014). "A genetic algorithm approach for SMEs bankruptcy prediction: Empirical evidence from Italy", *expert systems with applications*, 41(14), 6433-6445.
  32. Ong, SH; Yap, V & Khong, R (2011). "Corporate failure prediction: A study of public listed companies in Malaysia", *Journal of managerial finance*, 37(6), 553-564.
  33. Ryu, k & Jang, S (2004). "Performance measurement through cash flow ratios and traditional ratios: a comparison of commercial and casino hotel companies", *Journal of hospitality financial management*, 12(1), 11-17.
  34. Scarlat, E & Delcea, C (2011). "Complete analysis of bankruptcy syndrome using grey systems theory", *Grey systems: theory and application*, 1(1), 19-32.
  35. Scott Rodgers, c (2011). *Predicting corporate bankruptcy using multivariant discriminate analysis (MDA)*, Logistic regression and Operating cash flow (OCF) ratio analysis: A cash flow-based approach, golden Gate University, 1-97.
  36. Smith, M & Liou, D (2007). "Industrial sector and financial distress", *Managerial Auditing Journal*, 22(4), 376-391.
  37. Talal, A; Kassar, A & Jared, S (2014). "Financial performance evaluation and bankruptcy prediction (Failure)", *Arab economic & business journal*, 9(2), 147-155.
  38. Wang, Z & Li, H (2007). "Financial distress prediction of Chinese listed companies: a rough set methodology", *Journal of Chinese management studies*, 1(2), 93-110.
  39. Whitaker, R (1999). "The early stage of financial distress", *Journal of economics and finance*, 23(2), 123-133.
  40. Zong, T & Lin, H (2009). "A cross model study of corporate financial distress prediction in Taiwan", *Neurocomputing*, 72(16), 3507-3516.