

### پیش‌بینی و شناسایی شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا در بورس تهران (تحلیل متفاوتی از مدل‌ها)

سید فخرالدین فخرحسینی<sup>۱</sup>، امید آقایی میبیدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه حسابداری، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

<sup>۲</sup> گروه مدیریت مالی، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، ایران.

#### چکیده

مقاله حاضر احتمال پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با مدل‌های اسپرینگ، آلمن، فولمر، زیمسکی و ژنتیک مک‌کی در بین شرکت‌های موجود در بورس تهران را به شکلی متفاوت نسبت به پژوهش‌های قبلی و باهدف معرفی شرکت‌هایی که احتمال ورشکستگی بالاتری با رویکرد مقایسه‌ای در بین مدل‌ها دارند مورد بررسی قرار داده است. برای دستیابی به این هدف، ۷۵ شرکت که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت نیستند انتخاب گردید. داده‌های موردنیاز برای دوره‌ی ۱۰ ساله (۸۶-۹۵) جمع‌آوری شده است. باتوجه به نتایج هریک از مدل‌های فوق تعدادی شرکت به‌عنوان شرکت‌های بااحتمال ورشکستگی بالا شناسایی شده و سپس شرکت‌هایی که در بیش‌تر این مدل‌ها به‌عنوان شرکت بااحتمال ورشکسته معرفی شدند، تفکیک گردید. هم‌چنین، نتایج نشان می‌دهد که به استثنا مدل مک‌کی، در چهار مدل دیگر، سه شرکت بااحتمال ورشکستگی بالا قرار گرفتند و از بین این چهار مدل نیز، مدل زیمسکی، ضریب تعیین بالاتری داشته، از این‌رو می‌توان گفت نسبت به سایر مدل‌ها جهت پیش‌بینی ورشکستگی دقت بیش‌تری داشته است و از بین نسبت‌های مالی، نسبت بدهی، گردش دارایی‌ها و بازده دارایی‌ها نقش مهمی در تعیین ورشکستگی شرکت‌ها دارند.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی، ورشکستگی، مدل.

پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۸

اصلاح: ۱۳۹۸/۲/۷

دریافت: ۱۳۹۸/۱/۳۰

#### ۱- مقدمه

مطالعات قبلی در زمینه‌ی انتشار اطلاعات، عمدتاً به دو دسته‌ی اصلی دسته‌بندی شده است: مدل‌سازی چگونگی گسترش اطلاعات و شناسایی گسترش نفوذ. با این حال، بیش‌تر مطالعات بر روی تنها یک قطعه از اطلاعات صرف‌نظر از اثرات متقابل میان گسترش همزمان چندین واگیر، تمرکز می‌کنند. پیش‌بینی اثرات متقابل میان گسترش همزمان چندین واگیر در شبکه‌ی اجتماعی و تاثیرات آن در نتایج حاصل از مشاهدات، کمک می‌کنند که آمادگی لازم برای اتفاقات پیش‌رو داشته و اقدامات لازم را انجام دهند. به‌عنوان مثال در گسترش بیماری همه‌گیر با مشاهده نتایج حاصل از الگوریتم می‌توان اقدامات لازم برای سرکوب این بیماری و هم‌چنین افزایش آگاهی جامعه را انجام داد و یا در موضوعی مانند انتخابات، بااطلاع نامزدها از نتایج حاصل می‌توان اقدامات لازم برای سرکوب تبلیغات نامزد حزب دیگر و ترویج تبلیغات خود، باعث پیروزی در این انتخابات شد.

در سطح کشور و از جمله در کل شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس تهران، شرکت‌هایی دیده می‌شوند که نابسامانی مالی دارند. این امر را می‌توان با مشاهده‌ی صورت‌های مالی آن‌ها و گزارش‌های حسابرسان و بازرسان قانونی متوجه شد. به‌عنوان مثال برخی از این شرکت‌ها در بازپرداخت بدهی‌های خود با مشکل مواجه هستند، بازدهی لازم برای پوشش هزینه‌های خود را ندارند و نیز مشمول ماده‌ی ۱۴۱ قانون تجارت هستند. در واقع همه‌ی این مسایل حکایت از درگیر شدن این شرکت‌ها با نابسامانی مالی است که این امر ممکن است در نهایت منجر به ورشکستگی و انحلال آن‌ها شود. بدین ترتیب در این نوع شرکت‌ها، منابعی که می‌توانست در فرصت‌های سودده و ارزش‌آفرین سرمایه‌گذاری شود، به‌هدر رفته و با یک دید کلان، تأثیر منفی بر برخی شاخص‌های کلان اقتصادی خواهد گذاشت و این در حالی است که در کشور شدیداً نیازمند تولید و ایجاد اشتغال هستیم. ورشکستگی شرکت‌ها معمولاً بر نقدینگی بازار سرمایه و توسعه‌ی اقتصاد موثر است. در زمان ورشکستگی، بانک‌ها معمولاً اعتباردهی به شرکت‌های ورشکسته را کاهش داده و در ازای وامی که به شرکت‌ها می‌دهند، بهره‌ی بالاتری را برای جبران ریسک اضافی درخواست می‌کنند. بر همین اساس پی‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها همواره از اهمیت بسزایی برخوردار است. هشدار اولیه از احتمال ورشکستگی، مدیریت و سرمایه‌گذاران را قادر می‌سازد تا دست به اقدام پیشگیرانه بزنند و فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند. در بورس اوراق بهادار تهران، برخی از شرکت‌ها موفق و برخی دیگر ناموفق هستند که موارد ناموفق موجبات نگرانی صاحبان سرمایه را فراهم آورده است و ب‌دنبال ابزار تصمیم‌گیری مناسب می‌باشند (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۸۸). نسبت‌های مالی یکی از ابزارهای تجزیه و تحلیل مسائل مالی هستند که محققان توانستند از طریق ترکیب این نسبت‌ها، مدل‌های چند متغیره برای پیش‌بینی ورشکستگی ارائه دهند. مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی یکی از فنون و ابزارهای پیش‌بینی وضعیت آتی شرکت‌ها هستند که احتمال وقوع ورشکستگی را با ترکیب گروهی از نسبت‌های مالی تخمین می‌زنند. رهنمای رودپشتی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهش خود اشاره کردند که امروزه پیشرفت سریع فناوری و تغییرات محیطی وسیع، شتاب فزاینده‌ای به اقتصاد بخشیده و رقابت روز افزون مؤسسات و دستیابی به سود را محدود و احتمال ورشکستگی را افزایش داده است. مالکین، مدیران، سرمایه‌گذاران، شرکای تجاری و بستانکاران به‌اندازه‌ی موسسه‌های دولتی به ارزیابی موقعیت مالی یک شرکت و گرایش آن به ورشکستگی علاقمند هستند. بدین ترتیب تصمیم‌گیری مالی نسبت به گذشته راهبردی تر شده است. در ماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها منجر به هدر رفتن منابع و عدم بهره‌گیری از فرصت‌های سرمایه‌گذاری می‌شود. پیش‌بینی در ماندگی مالی با آرایه‌ی هشدارهای لازم می‌تواند شرکت‌ها را نسبت به وقوع در ماندگی مالی و با آرایه‌ی هشدارهای لازم می‌تواند شرکت‌ها را نسبت به وقوع نابسامانی مالی و ورشکستگی هوشیار نماید تا آن‌ها با توجه به این هشدارها به اقدام‌های مناسب دست بزنند. توانایی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها هم از نظر سرمایه‌گذاران و هم از نظر اجتماعی به این جهت که نشان آشکار و روشنی از عدم تخصیص درست منابع است، از اهمیت فراوانی برخوردار است. با آگاهی یافتن از احتمال رخداد ورشکستگی شرکت‌ها، سرمایه‌گذاران و واحدهای تجاری می‌توانند دست به اقدامات پیشگیرانه‌ای بزنند. برخی شرکت‌های موفق و برخی دیگر ناموفق هستند. شرکت‌های ناموفق، موجبات نگرانی صاحبان سرمایه را فراهم می‌آورد و سرمایه‌گذاران به‌دنبال ابزار تصمیم‌گیری مناسب می‌باشند (مقدم و تقی ملایی، ۱۳۹۲). بنابراین سوال اصلی تحقیق این است که آیا پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های اسپرینگ، آلتمن، فولمر، زیمسکی و ژنتیک مک‌کی امکان‌پذیر است؟ کدام شرکت‌های با این مدل‌ها احتمال ورشکستگی بالاتری دارند؟ مدل برتر از نظر قدرت پیش‌بینی‌کنندگی کدام است؟

## ۲- پیشینه‌ی پژوهش

اینام<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی برای پایداری سازمانی در پاکستان بدین نتیجه رسیدند که مدل شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی بهتر عمل می‌کند. آن‌ها بیش‌تر نتیجه می‌گیرند که شاخص‌های سودآوری و اهرم، دارای قدرت بیش‌تری در پیش‌بینی ورشکستگی هستند و بهترین متغیرها برای پیش‌بینی نابسامانی مالی نیز یافت شده و نشان داده شده است. تیان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی بیمه‌ی غیر عمر با استفاده از ماشین‌های بردار پشتیبانی سطوح فازی غیر هسته بدین نتیجه رسیدند که به‌طور خاص، در یک زمان محاسباتی معقول، FQSSVM دارای دقت بیش‌تری در نرخ پیش‌بینی و

<sup>۱</sup>Inam

<sup>۲</sup>Tian



حداقل خطای نوع اول و دوم دارد. پاک چیمولوسکا و ماتوسزیک<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان اهمیت نسبت مالی و غیرمالی در پیش‌بینی ورشکستگی در SMEs بدین نتیجه رسیدند که درخت تصمیم‌گیری، شبکه‌ی عصبی و مدل لاجیت برای پیش‌بینی مناسب هستند. پوزرسکا و اسچیرر<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی از شبکه‌های عصبی استفاده نمودند. لو<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان "ارزش‌افزوده‌ی اقتصادی شاخصی برای پیش‌بینی ورشکستگی" بدین نتیجه رسیدند که شرکت‌های غیرورشکسته تمایل دارند که WACC (نسبت به WACC نسبی بسیار کم و منفی شرکت‌های ورشکسته)، NOPAT و ROIC بالاتری داشته باشند. سادارسانام<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان مدل شبکه‌ی عصبی فازی برای پیش‌بینی ورشکستگی بدین نتیجه رسیدند که مدل شبکه‌ی عصبی فازی هیبریدی بهتر از سایر مدل‌ها در پیش‌بینی ورشکستگی عمل می‌کند. غضنفری و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مبتنی بر سیستم‌های هوشمند ترکیبی بدین نتیجه رسیدند که نتایج، نشان‌دهنده‌ی برتری عملکرد ترکیب ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم‌های بهینه‌سازی جستجوی هارمونی و رقابت استعماری در شرایط عدم حذف داده‌های پرت می‌باشد. وظیفه دوست و زنگنه (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان ارائه مدل پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران مبتنی بر مدل ترکیبی شبکه‌ی عصبی گروهی دستکاری داده‌ها و الگوریتم ژنتیک بدین نتیجه رسیدند که روش ماتریس همبستگی در مقایسه با سایر روش‌های انتخاب متغیر، توانایی بیش‌تری در انتخاب متغیرهای موثر بر پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها دارد. بنابراین، مدل CM-GA-GMDH به‌عنوان بهترین مدل پیش‌بینی کننده‌ی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران شناخته می‌شود. پناهی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی پنج‌ساله ورشکستگی مالی برای شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران بدین نتیجه رسیدند که نمونه‌ی انتخابی برای برآورد مدل، شامل ۱۳۴ شرکت از بین شرکت‌های فعال در بورس در سال ۱۳۸۲ است. براساس اطلاعات سال ۱۳۸۲ مدل برآوردشده توانسته است با دقت ۷۸ درصد، وضعیت شرکت‌های یادشده در سال ۱۳۸۷ را درست پیش‌بینی کند. هم‌چنین، نمونه‌ی دیگری برای استحکام نتایج انتخاب شده است که در این نمونه نیز بالاترین دقت مربوط به مدل لوجیت و ۷۵ درصد است. حسینی و رشیدی (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک بدین نتیجه رسیدند که هر دو مدل درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک توانایی پیش‌بینی ورشکستگی را با دقت‌های متفاوت دارا هستند و سطح زیر منحنی ROC در مدل رگرسیون لجستیک بیش‌تر از مدل درخت تصمیم است و از عملکرد بهتری برخوردار است. نوی چاشمی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل لاجیت بدین نتیجه رسیدند که مدل لاجیت با متغیرهای توضیحی سرمایه در گردش بر کل دارایی، دارایی جاری بر بدهی جاری و سود ناویژه بر فروش که به ترتیب نسبت‌های نقدینگی، نقدینگی و سودآوری می‌باشند، بیش‌ترین قدرت پیش‌بینی را نسبت به ورشکستگی شرکت‌ها در ایران دارا می‌باشد.

### ۳- روش پژوهش

تحقیق پژوهش از نظر روش، توصیفی همبستگی و از نظر هدف، یک تحقیق کاربردی می‌باشد. هم‌چنین جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر، شامل شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. روش گردآوری داده‌های تحقیق حاضر از نوع میدانی و ابزار گردآوری داده‌های تحقیق، بانک‌های اطلاعاتی بورس اوراق بهادار و شرکت‌های مربوطه است. به‌منظور جمع‌آوری داده‌های موردنیاز برای محاسبه‌ی متغیرهای پژوهش، ۷۵ شرکت انتخاب گردید. برای نیل به این منظور، نسبت‌های مالی مورد استفاده در پنج مدل به‌عنوان متغیر مستقل انتخاب گردید. آن‌گاه براساس نتایج این مدل‌ها، شرکت‌هایی که احتمال ورشکستگی در آن‌ها بالا می‌باشد به تفکیک مدل موردنظر تعیین گردید و سپس برای شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا، عدد یک و شرکت‌های غیرورشکسته، صفر لحاظ گردیده است و سپس قدرت هر یک از مدل‌ها در پیش‌بینی مدل دقیق‌تر در تعیین ورشکستگی مورد برازش قرار گرفته است. در این راستا، نوع مدل مناسب برازش رگرسیون لجستیک تعیین شده، بررسی شده است.

<sup>۱</sup> Ptak-Chmielewska & Matuszyk

<sup>۲</sup> Pozorska & Scherer

<sup>۳</sup> Lu

<sup>۴</sup> Sudarsanam

## ۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

### ۴-۱- آمار توصیفی



در روش‌های توصیفی، تلاش بر آن است تا با ارائه‌ی جدول و استفاده از ابزارهای آمار توصیفی نظیر شاخص‌های مرکزی و پراکندگی، به توصیف داده‌های تحقیق پرداخته شود، تا این امر به شفافیت موضوع کمک کند. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق برای ۷۵ مشاهده-شرکت در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- آمار توصیفی متغیرهای پژوهش.

مدل	متغیر	میانگین	میانه	بیش‌ترین مقدار	کم‌ترین	انحراف معیار
	Z	۰/۱۳	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۳۴
آلتمن	X1	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۳۳	-۰/۱۶۵	۰/۰۷
	X2	۰/۴۳	۰/۰۳	۳۸/۶۰	-۴۷/۸۹	۳/۹۷
	X3	۲/۸۹	۰/۸۲	۴۸/۸۹	۰/۰۰۰۴	۵/۳۴
	X4	۲/۰۹	۱/۹۶	۳۶/۲۴	-۱۶/۳۴	۸/۹۹
	X5	۰/۸۴	-۰/۷۶	۳/۳۶	-۰/۰۶	۰/۴۸
اسپرینگیت	Z	۰/۴	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۴۹
	X2	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۶۷	-۰/۱۶۵	۰/۱۴
	X3	۱/۳۲	۰/۱۲	۴۵/۲۷	-۴۳/۷۹	۴/۹۹
	X4	۰/۸۴	۰/۷۶	۳/۳۶	-۰/۰۶	۰/۴۸
زیبسکی	Z	۰/۱۴	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۳۵
	X1	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۶۲	-۰/۱۷۹	۰/۱۴
	X2	۰/۶۵	۰/۶۴	۲/۷۶	-۰/۰۸	۰/۲۴
فولمر	X3	۱/۳۱	۱/۲۱	۷/۰۷	-۰/۲۲	۰/۷۳
	Z	۰/۷۶	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۴۲
	X1	-۰/۴۷	۰/۰۳	۳۸/۶۰	-۲۶/۲۳	۱۵/۲۶
	X3	-۳/۸۴	۰/۱۵	۱۴/۹۱	-۳۶/۷۳	-۱۶/۷۱
	X4	۰/۲۶	۰/۱۷	۳/۱۰	-۰/۴۳	۰/۳۸
	X6	۰/۵۵	۰/۵۵	۲/۳۸	-۰/۰۸	۰/۲۲
	X7	۳/۵۳	۳/۴۹	۵/۶۲	۱/۷۴	۰/۸۳
	X9	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۴
	Z	۰/۰۹	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۲۹
ژنتیک مک کی	X1	۳/۰۵	۲/۹۸	۵/۱۳	۱/۲۵	۰/۶۳
	X3	۰/۳۱	۰/۲۰	۳/۶۶	-۰/۵۰	۰/۴۵

### ۴-۲- آمار استنباطی و تحلیل نتایج

پس از محاسبه‌ی داده‌های مربوطه هر مدل، مدل‌های پژوهش با رگرسیون لجستیک مورد آزمون قرار گرفتند که در تمامی مدل‌ها، متغیر وابسته، ورشکستگی بوده و همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند R<sup>2</sup> مک فادن<sup>۱</sup>، آماره LR یا کای دو و ProBLR بیانگر معنادار بودن و مناسب بودن کلیه‌ی ضرایب رگرسیون می‌باشند. با توجه به سطح معناداری ۰/۰۵ درصد، فرضیه‌ی H<sub>۰</sub> صفر رد نمی‌شود، یعنی تمامی مدل‌ها، مدل خوبی بوده و تفاوتی بین مقادیر واقعی و تخمین وجود ندارد.

<sup>۱</sup>McFadden R-squared

مدل آلتمن در سال ۱۹۶۸ از بین ۲۲ نسبت مالی با ۵ نسبت ارائه گردید و به شرح زیر است:

$$Z = 1/2 X_1 + 1/4 X_2 + 3/3 X_3 + 0/6 X_4 + 0/99 X_5$$

کل دارایی‌ها/سود انباشته =  $X_2$       کل دارایی‌ها/سرمایه در گردش =  $X_1$

ارزش دفتری بدهی‌ها/ارزش بازار حقوق صاحبان سهام =  $X_4$       کل دارایی‌ها/درآمد قبل از بهره و مالیات =  $X_3$

کل دارایی‌ها/کل فروش =  $X_5$

با توجه به مدل فوق در صورتی که  $Z$  محاسبه شده برای هر شرکت  $1/8 < Z \leq 2/99$  یا  $Z \leq 1/8$  باشد که به ترتیب بیانگر احتمال ضعیف و خیلی زیاد ورشکستگی است، عدد ۱ قرار داده می‌شود و در غیر این صورت،  $(Z > 2/99)$ ، صفر قرار داده می‌شود. با توجه به آزمون مدل فوق برای شرکت‌های نمونه، نتایج زیر به دست آمده است:

جدول ۲- نتایج حاصل از برازش مدل آلتمن.

نام متغیر	مقدار ضریب	آماره Z	سطح معناداری
C	-۰/۰۹	-۰/۳۱	۰/۷۵۲
X1	-۱/۰۹	-۰/۷۳	۰/۴۶۲
X2	-۰/۲۵	-۳/۰۲	۰/۰۰۲۵
X3	-۰/۳۱	-۳/۵۳	۰/۰۰۰۴
X4	-۰/۲۶	-۳/۷۳	۰/۰۰۰۲
X5	-۱/۰۱	-۲/۷۶	۰/۰۰۵۷
McFadden Rsquared=۰/۱۸      LR آماره=۹۵/۵۴			
Prob. Chi-Sq(8) ۰/۵۴      HL آماره=۴/۱۲			
Prob. Chi-Sq(10) ۰/۴۳      آزمون اندروز			

طبق مدل آلتمن ۱۰ شرکت از ۷۵ شرکت (۱۳/۳۳٪ شرکت‌ها) به عنوان شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا معرفی شدند که اسامی آن‌ها به شرح زیر است<sup>۲</sup>:

جدول ۳- اسامی شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا طبق مدل آلتمن.

شماره	نام شرکت	شماره	نام شرکت
۱	شرکت A	۶	شرکت F
۲	شرکت B	۷	شرکت G
۳	شرکت C	۸	شرکت H
۴	شرکت D	۹	شرکت I
۵	شرکت E	۱۰	شرکت J

با لحاظ کردن ضرایب موجود از هر یک از مدل‌ها می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که در مدل آلتمن با توجه به این که ضریب نسبت گردش دارایی‌ها (۱/۰۱-) هم از سایر متغیرها بیش تر بوده و معنادار هم هست، لذا در کاهش ورشکستگی شرکت‌ها می‌تواند نقش زیادی داشته باشد و نسبت بازده عملیاتی، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری و در انتها نسبت سود انباشته به ترتیب نقش کم‌تری در کاهش ورشکستگی داشته است.

<sup>۱</sup> Altman

<sup>۲</sup> در این مقاله برای محفوظ ماندن اسامی شرکتها، از حروف انگلیسی استفاده شده است.



این مدل در سال ۱۹۷۸ ارائه شده و مدلی است که با سه نسبت مالی از بین ۱۹ نسبت مالی با الگویی که ارائه داد، ۹۲/۵ درصد موفقیت ارائه کرد. مدلی ساده که اصل آن عدم استفاده از متغیرهای مستقل زیاد است.

$$Z = 1/0.3 X_1 + 3/0.7 X_2 + 0/66 X_3 + 0/4 X_4$$

کل دارایی ها/سود قبل از کسر بهره و مالیات =  $X_2$

کل دارایی ها/فروش =  $X_4$

کل دارایی ها/سرمایه در گردش =  $X_1$

بدهی جاری/سود قبل از کسر مالیات =  $X_3$

با توجه به مدل فوق در صورتی که  $Z$  محاسبه شده برای هر شرکت ( $Z \leq 0/862$ ) باشد که بیانگر ورشکستگی است، عدد ۱ قرار داده می شود و در غیر این صورت، ( $Z > 0/862$ )، صفر قرار داده می شود. با توجه به آزمون مدل فوق برای شرکت های نمونه، نتایج زیر به دست آمده است:

جدول ۴- نتایج حاصل از برازش مدل اسپرینگیت.

نام متغیر	مقدار ضریب	آماره Z	سطح معناداری
C	۲/۲۷	۸/۶۲	۰/۰۰۰
X1	-۰/۶۶	-۰/۵۰	۰/۶۱۴
X2	-۱۰/۰۴	-۹/۰۷	۰/۰۰۰
X3	-۰/۱۵	-۴/۱۹	۰/۰۰۰
X4	-۱/۵۳	-۵/۸۷	۰/۰۰۰
McFadden Rsquared=۰/۲۶ LR statistic=۲۴۰/۶۵ Prob(LRstatistic)=۰/۰۰۰			
H-L Statistic ۷/۷۶ Prob. Chi-Sq(8) ۰/۴۵			
Andrews Statistic ۱۳/۱۷ Prob. Chi-Sq(10) ۰/۲۱			

براساس مدل اسپرینگیت، از ۷۵ شرکت، ۳۰ شرکت (۴۰٪ شرکت ها) به عنوان شرکت های ورشکسته معرفی شدند که به شرح زیر است:

جدول ۵- اسامی شرکت های با احتمال ورشکستگی بالا طبق مدل اسپرینگیت.

شماره	نام شرکت	شماره	نام شرکت	شماره	نام شرکت
۱	شرکت K	۱۱	شرکت C	۲۱	شرکت G
۲	شرکت L	۱۲	شرکت T	۲۲	شرکت I
۳	شرکت M	۱۳	شرکت U	۲۳	شرکت X
۴	شرکت B	۱۴	شرکت V	۲۴	شرکت Y
۵	شرکت N	۱۵	شرکت W	۲۵	شرکت Z
۶	شرکت O	۱۶	شرکت E	۲۶	شرکت AA
۷	شرکت P	۱۷	شرکت AD	۲۷	شرکت AB
۸	شرکت Q	۱۸	شرکت AE	۲۸	شرکت AC
۹	شرکت R	۱۹	شرکت AF	۲۹	شرکت J
۱۰	شرکت S	۲۰	شرکت AG	۳۰	شرکت AH

با لحاظ کردن ضرایب موجود در مدل اسپرینگیت، با توجه به این که ضریب بازده دارایی ها (۰/۴-۱) هم از سایر متغیرها بیش تر بوده و معنادار هم هست، لذا کاهش ورشکستگی شرکت ها می تواند نقش زیادی داشته باشد و نسبت گردش دارایی ها و نسبت سود قبل مالیات به بدهی جاری به ترتیب نقش کم تری در کاهش ورشکستگی داشته است.

<sup>۱</sup>Gordon L. V. Springate



این مدل در سال ۱۹۸۴ ارائه شد و مدلی است که از نسبت‌های مالی مانند نقدینگی، عملکرد، اهرمی استفاده کرد، از این‌رو از ۴۰ شرکت ورشکسته و ۸۰۰ شرکت غیر ورشکسته‌ی تولیدی استفاده کرد. دقت مدل ۹۲٪ در پیش‌بینی بوده است.

$$Z = -4/5 X_1 + 5/7 X_2 + 0/004 X_3 - 4/3$$

$X_1$  = کل دارایی ها/سود خالص

$X_2$  = کل دارایی ها/کل بدهی ها

$X_3$  = بدهی جاری/دارایی جاری

باتوجه به مدل فوق، در صورتی که  $Z$  محاسبه شده برای هر شرکت ( $Z \leq 0/5$ ) باشد، بیانگر ورشکستگی است و عدد ۱ قرار داده می‌شود و در غیر این صورت، ( $Z > 0/5$ )، صفر قرار داده می‌شود. باتوجه به آزمون مدل فوق برای شرکت‌های نمونه، نتایج زیر به دست آمده است:

جدول ۶- نتایج حاصل از برازش مدل زیمسکی.

نام متغیر	مقدار ضریب	آماره Z	سطح معناداری
C	-۱۱/۴۸	-۷/۱۸	۰/۰۰۰
X1	-۰/۳۰	-۰/۱۵	۰/۸۷۴
X2	۱۲/۴۶	۷/۵۰	۰/۰۰۰
X3	۰/۳۵	۰/۷۷	۰/۴۳۵
McFadden Rsquared= ۰/۴۲			
LR statistic= ۲۳۸/۹۵			
Prob(LR statistic)= ۰/۰۰۰			
H-L Statistic ۹/۱۰			
Prob. Chi-Sq(8) ۰/۳۳			
Andrews Statistic ۶/۹۳			
Prob. Chi-Sq(10) ۰/۳۵			

طبق مدل زیمسکی ۱۱ شرکت (۱۴/۶۶٪ شرکت‌ها) به‌عنوان شرکت‌های ورشکسته معرفی شدند که به شرح زیر است:

جدول ۷- اسامی شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا طبق مدل زیمسکی.

شماره	نام شرکت	شماره	نام شرکت
۱	شرکت K	۷	شرکت U
۲	شرکت M	۸	شرکت D
۳	شرکت B	۹	شرکت E
۴	شرکت N	۱۰	شرکت F
۵	شرکت P	۱۱	شرکت G
۶	شرکت T		

با لحاظ کردن ضرایب موجود در مدل زیمسکی، ضریب نسبت بدهی (۱۲/۴۶) فقط معنادار بوده و لذا می‌توان نتیجه گرفت که مهم‌ترین عامل در ورشکستگی شرکت‌ها بدهی بوده که نقش مثبتی در افزایش ورشکستگی داشته است.



این مدل توسط فالمر و همکاران (۱۹۸۴) ارائه شد که از بین ۴۰ نسبت مالی، ۹ نسبت مالی را انتخاب کرد. این مدل تا ۹۸٪ موفقیت برای یکسال قبل از ورشکستگی و تا ۸۸ درصد موفقیت تا دو سال قبل از ورشکستگی را پیش بینی کرده است.



$$Z = 0.05 X_1 + 0.212 X_2 + 0.073 X_3 + 1.27 X_4 - 0.12 X_5 + 2.335 X_6 + 0.0575 X_7 + 1.082 X_8 + 0.1894 X_9 - 6.075$$

- کل دارایی ها/سود انباشته =  $X_1$
- کل دارایی ها/فروش =  $X_2$
- حقوق صاحبان سهام/سود قبل از کسر مالیات =  $X_3$
- کل بدهی ها/جریان نقدی =  $X_4$
- کل دارایی ها/بدهی ها =  $X_5$
- کل دارایی ها/بدهی جاری =  $X_6$
- کل دارایی های مشهود LOG =  $X_7$
- کل بدهی ها/سرمایه در گردش =  $X_8$
- بهره/لگاریتم نسبت سود قبل از بهره و مالیات =  $X_9$

باتوجه به مدل فوق در صورتی که F محاسبه شده برای هر شرکت، ( $F < 0$ )، که بیانگر ورشکستگی است، عدد ۱ قرار داده می شود و در غیر این صورت، ( $F \geq 0.5$ )، صفر قرار داده می شود. باتوجه به آزمون مدل فوق برای شرکت های نمونه، نتایج زیر به دست آمده است:

جدول ۸- نتایج حاصل از برازش مدل فالمر.

نام متغیر	مقدار ضریب	آماره Z	سطح معناداری
C	۲/۶۱	۳/۴۵	۰/۰۰۰
X1	-۰/۹۸	-۵/۴۲	۰/۰۰۰
X2	-۱/۱۶	-۵/۰۳	۰/۰۰۰
X3	-۰/۰۱	-۱/۵۱	۰/۱۲۸
X4	۱/۴۴	۳/۱۶	۰/۰۰۱
X5	۳/۹۰	۲/۷۱	۰/۰۰۶
X6	-۰/۷۲	-۰/۵۴	۰/۵۸۶
X7	-۰/۶۲	-۴/۳۲	۰/۰۰۰
X8	۱/۵۵	۱/۰۲	۰/۳۴۰
X9	۶۹/۲۰	-۳/۳۷	۰/۰۰۰
McFadden Rsquared=۰/۳۰      LR statistic=۲۲۷/۷۹      Prob(LR statistic)=۰/۰۰۰			
Hاسمرآزمون      H-L Statistic ۶/۹۹      Prob. Chi-Sq(8) ۰/۵۴			
آزمون اندروز      Andrews Statistic ۴/۹۲      Prob. Chi-Sq(10) ۰/۶۵			

طبق مدل فولمر، ۵۷ شرکت (۷۶٪ شرکت ها) به عنوان شرکت های ورشکسته معرفی شدند که به شرح زیر است:

<sup>۱</sup>Fulmer



جدول ۹- اسامی شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا طبق مدل فولمر.

شماره	نام شرکت	شماره	نام شرکت	شماره	نام شرکت
۱	شرکت AI	۲۱	شرکت AR	۴۱	شرکت AF
۲	شرکت A	۲۲	شرکت C	۴۲	شرکت AG
۳	شرکت K	۲۳	شرکت T	۴۳	شرکت G
۴	شرکت L	۲۴	شرکت AG	۴۴	شرکت BB
۵	شرکت M	۲۵	شرکت U	۴۵	شرکت BC
۶	شرکت B	۲۶	شرکت V	۴۶	شرکت BD
۷	شرکت N	۲۷	شرکت W	۴۷	شرکت I
۸	شرکت O	۲۸	شرکت D	۴۸	شرکت X
۹	شرکت P	۲۹	شرکت E	۴۹	شرکت BE
۱۰	شرکت AJ	۳۰	شرکت AS	۵۰	شرکت Z
۱۱	شرکت AK	۳۱	شرکت AT	۵۱	شرکت AA
۱۲	شرکت AL	۳۲	شرکت AU	۵۲	شرکت BF
۱۳	شرکت Q	۳۳	شرکت AV	۵۳	شرکت AB
۱۴	شرکت R	۳۴	شرکت AW	۵۴	شرکت BG
۱۵	شرکت AM	۳۵	شرکت AX	۵۵	شرکت AC
۱۶	شرکت AN	۳۶	شرکت AH	۵۶	شرکت J
۱۷	شرکت AO	۳۷	شرکت AY	۵۷	شرکت F
۱۸	شرکت S	۳۸	شرکت AZ		
۱۹	شرکت AP	۳۹	شرکت AE		
۲۰	شرکت AQ	۴۰	شرکت BA		

با لحاظ کردن ضرایب موجود در مدل فولمر، در این مدل نیز مانند مدل زیمسکی ضریب نسبت بدهی (۳/۹۰) بوده و لذا می‌توان نتیجه گرفت که یکی از مهم‌ترین عامل ورشکستگی شرکت‌ها بدهی بالا بوده که نقش مثبتی در افزایش ورشکستگی داشته و هم‌چنین نسبت گردش دارایی‌ها مانند مدل اول و دوم نقش مهمی در کاهش ورشکستگی از بین سایر متغیرهای که ضریب منفی و معنادار (نسبت کل دارایی‌ها/سود انباشته در رتبه دوم) داشتند را دارد.

#### ۴-۲-۴- مدل ژنتیک مک کی<sup>۱</sup>

مک کی و لنز برگ (۲۰۰۲) مدل زیر را جهت پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم ورشکستگی ارائه کرده‌اند. در این مدل که با استفاده از سه نسبت مالی انجام شده است، جواب معادله اگر بیش‌تر یا برابر با ۰/۵ باشد این شرکت در گروه شرکت‌های ورشکسته است، و شرکت‌هایی که مقدار محاسبه شده کم‌تر از ۰/۵ باشد جزو شرکت‌های غیر ورشکسته است.

$$B = [1 + V_3], [[V_1 + 0/85] V_2] - 0/85$$

نسبت لگاریتم یک هزارم دارایی‌ها  $V_1 =$

سود خالص/کل دارایی‌ها  $V_2 =$

وجه نقد/بدهی‌های جاری  $V_3 =$

باتوجه به مدل فوق در صورتی که F محاسبه شده برای هر شرکت،  $(V \geq 0/5)$ ، که بیانگر ورشکستگی است، عدد ۱ قرار داده می‌شود و در غیر این صورت  $(V < 0/5)$  صفر قرار داده می‌شود. باتوجه به آزمون مدل فوق برای شرکت‌های نمونه، نتایج زیر به دست آمده است:





جدول ۱۰- نتایج حاصل از برازش مدل مک کی.

نام متغیر	مقدار ضریب	Z آماره	سطح معناداری
C	-۴/۶۴	-۳/۲۵	۰/۰۰۱
X1	-۰/۷۶	-۱/۶۹	۰/۰۹۰
X2	۱۷/۲۷	۶/۵۸	۰/۰۰۰
X3	۱/۸۵	۳/۰۳	۰/۰۰۲
McFadden Rsquared=۰/۶۰ LR statistic=۲۵۴/۷۳ Prob(LR statistic)=۰/۰۰۰			
ها سمر آزمون		H-L Statistic ۵/۳۴	Prob. Chi-Sq(8) ۰/۷۲
آزمون اندروز		Andrews Statistic ۳/۶۴	Prob. Chi-Sq(10) ۰/۸۶

طبق مدل مک کی ۷ شرکت (۴۰٪ از شرکت‌ها) به عنوان شرکت‌های ورشکسته معرفی شدند که به شرح زیر است:

جدول ۱۱- اسامی شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا طبق مدل ژنتیک مک کی.

شماره	نام شرکت	شماره	نام شرکت
۱	شرکت AI	۴	شرکت AT
۲	شرکت AJ	۵	شرکت AY
۳	شرکت AQ	۶	شرکت AA
		۷	شرکت BG

با لحاظ کردن ضرایب موجود در مدل ژنتیک مک کی، جالب است که نسبت بازده خالص به دارایی‌ها اثر مثبت بر ورشکستگی داشته است و این نتایج فقط در ۷ شرکت نشان داده شده است. در حالی که سودآوری بالا نباید منجر به ورشکستگی گردد و می‌توان ادعا کرد که بالا بودن سود که بالا بودن بازدهی شرکت‌ها را نشان می‌دهد همیشه نمی‌تواند بر موفقیت شرکت صحه گذارد و تضمینی بر عدم ورشکسته بودن شرکت‌ها نمی‌تواند باشد، زیرا اگر سهم بیش‌تری از سود به صورت تعهد شده باشد، لذا شرکت‌ها را باریسک نقدینگی و ریسک عدم پرداخت تعهدات مالی مواجه می‌سازد. نهایتاً با توجه به شرکت‌هایی که با پنج مدل به عنوان شرکت‌های با ورشکستگی بالا معرفی شدند، جدول زیر ضمن مقایسه‌ی هریک از مدل‌های ورشکستگی، شرکت‌های مشترک شناسایی شده در هر مدل را نشان می‌دهد:

جدول ۱۱- فراوانی هر شرکت از نظر هر مدل.

شماره	نام شرکت	آلتمن	اسپرینگیت	زیمسکی	فولمر	مک کی	تعداد مدل بیش بینی
۱	شرکت AI			-	*	*	۲
۲	شرکت AJ				*	*	۲
۳	شرکت AQ				*	*	۲
۴	شرکت AT				*	*	۲
۵	شرکت AY				*	*	۲
۶	شرکت AA		*		*	*	۳
۷	شرکت BG				*	*	۲
۸	شرکت A	*			*		۲
۹	شرکت B	*	*	*	*		۴
۱۰	شرکت C	*	*		*		۳
۱۱	شرکت D	*	*	*	*		۳
۱۲	شرکت E	*	*	*	*		۴
۱۳	شرکت F	*	*	*	*		۳
۱۴	شرکت G	*	*	*	*		۴
۱۵	شرکت H	*					۱
۱۶	شرکت I	*	*		*		۳
۱۷	شرکت J	*	*		*		۳
۱۸	شرکت K	*	*	*	*		۳
۱۹	شرکت M	*	*	*	*		۳
۲۰	شرکت N	*	*	*	*		۳
۲۱	شرکت P	*	*	*	*		۳
۲۲	شرکت T	*	*	*	*		۳



۳	*	*	*	شرکت U	۲۳
۲	*		*	شرکت L	۲۴
۲	*		*	شرکت O	۲۵
۲	*		*	شرکت Q	۲۶
۲	*		*	شرکت R	۲۷
۲	*		*	شرکت S	۲۸
۲	*		*	شرکت V	۲۹
۲	*		*	شرکت W	۳۰
۱			*	شرکت AD	۳۱
۲	*		*	شرکت AE	۳۲
۲	*		*	شرکت AF	۳۳
۲	*		*	شرکت AG	۳۴
۲	*		*	شرکت X	۳۵
۱			*	شرکت Y	۳۶
۲	*		*	شرکت Z	۳۷
۲	*		*	شرکت AB	۳۸
۲	*		*	شرکت AC	۳۹
۲	*		*	شرکت AH	۴۰
۱	*			شرکت AK	۴۱
۱	*			شرکت AL	۴۲
۱	*			شرکت AM	۴۳
۱	*			شرکت AN	۴۴
۱	*			شرکت AO	۴۵
۱	*			شرکت AP	۴۶
۱	*			شرکت AR	۴۷
۱	*			شرکت AG	۴۸
۱	*			شرکت AS	۴۹
۱	*			شرکت AU	۵۰
۱	*			شرکت AV	۵۱
۱	*			شرکت AW	۵۲
۱	*			شرکت AX	۵۳
۱	*			شرکت AZ	۵۴
۱	*			شرکت BB	۵۵
۱	*			شرکت BC	۵۶
۱	*			شرکت BD	۵۷
۱	*			شرکت BE	۵۸
۱	*			شرکت BF	۵۹

همان طوری که از نتایج جدول فوق برمی‌آید شرکت‌های شرکت B، شرکت E، و شرکت G براساس چهار مدل آلتمن، اسپرینگیت، زیمسکی و فولمر به‌عنوان شرکت‌هایی هستند که احتمال ورشکستگی آن‌ها نسبت به سایر شرکت‌های انتخاب‌شده بیش‌تر می‌باشد و هم‌چنین شرکت‌هایی مانند شرکت AA، شرکت C، شرکت D، شرکت F، شرکت I، شرکت J، شرکت K، شرکت M، شرکت N، شرکت P، شرکت T، و شرکت U براساس سه مدل، احتمال ورشکستگی آن‌ها تایید شده است.

## ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پژوهش حاضر به پیش‌بینی ورشکستگی ۷۵ شرکت بازار سرمایه براساس پنج مدل پرداخت که نتایج نشان داد که با توجه به ضریب تعیین هر یک از مدل‌ها، ضریب تعیین مدل آلتمن ۰/۱۸ بوده که این مدل، ۱۰ شرکت را به‌عنوان شرکت‌های با ورشکستگی بالاتر نشان داده که از این ۱۰ شرکت به استثنای دو شرکت، سایر شرکت‌ها با دو یا سه مدل دیگر احتمال ورشکستگی آن‌ها مورد تایید قرار گرفته است. هم‌چنین ضریب تعیین مدل اسپرینگیت ۰/۲۶ بوده که این مدل ۳۰ شرکت را به‌عنوان شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا نشان داده که از این ۳۰ شرکت، ۹ شرکت با دو مدل و سه شرکت با سه مدل دیگر از نظر نشان‌دادن احتمال ورشکستگی مشترک بوده

است. ضریب تعیین مدل زیمسکی ۰/۴۲ بوده که این مدل، ۱۱ شرکت را به‌عنوان شرکت‌های با ورشکستگی بالاتر نشان داده که از این شرکت، ۹ شرکت با دو مدل و سه شرکت با سه مدل از نظر نشان‌دادن احتمال ورشکستگی مشترک بوده است؛ ضریب تعیین مدل مدل فولمر ۰/۳۰ بوده است که از ۵۷ شرکتی که به‌عنوان شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا معرفی کرده، ۱۲ شرکت معرفی شده با دو مدل و ۳ شرکت با سه مدل از نظر احتمال ورشکستگی مورد تایید قرار گرفته است. نهایتاً مدل مک کی که علیرغم بالاترین ضریب تعیین یعنی ۶۰ درصد را داشته است از ۷ شرکتی که به‌عنوان شرکت‌های با ورشکستگی بالا معرفی کرده، به‌جز در یک شرکت که توسط دو مدل دیگر تایید شد، در ۶ شرکت فقط با مدل فولمر، دارای شرکت‌های مشترکی بودند. از این‌رو، برای پاسخ به سوال تحقیق، از آنجایی که به استثنای مدل مک‌کی، در چهار مدل دیگر فقط سه شرکت از نظر احتمال ورشکستگی در بین آن‌ها به‌طور مشترک بوده و چون از بین این چهار مدل، مدل زیمسکی ضریب تعیین بالاتری داشته، از این‌رو می‌توان ادعا کرد این مدل از بین چهار مدل دیگر جهت پیش‌بینی ورشکستگی دارای دقت بیش‌تری است. لذا با توجه به نتایج حاصل از تحقیق پیشنهاد می‌گردد که مدیران به هیچ‌یک از مدل‌های پیش‌بینی به‌عنوان مدل کارآمد و بهتر نسبت به سایر مدل‌ها اکتفا نکنند و دقت این مدل‌ها را با لحاظ کردن نتایج آن‌ها در مورد شرکت‌های ورشکسته، طبق ماده‌ی ۱۴۱ قانون تجارت مورد بررسی قرار دهند. هم‌چنین به مدیران شرکت‌ها پیشنهاد می‌گردد که به‌نسبت گردش دارایی‌ها به‌عنوان یک نسبت مهم که محتوای اطلاعاتی فراوانی در مورد احتمال ورشکستگی شرکت‌ها دارد توجه نمایند؛ به‌عبارتی دیگر مدیران با کارایی عملیاتی بیش‌تر می‌توانند به کاهش ورشکستگی شرکت و در نتیجه تداوم فعالیت آن در بلندمدت دست یابند و نهایتاً این‌که در ساختار بدهی یا تصمیمات ساختار سرمایه‌ی خود تجدیدنظر کنند زیرا نسبت بدهی نیز نقش مهمی در ورشکستگی شرکت‌ها به‌جهت کاهش توان پرداخت بدهی، می‌تواند داشته باشد.

## منابع

- پناهی، ح؛ اسدزاده، ا؛ جلیلی مرند، ع. (۱۳۹۳). پیش‌بینی پنج‌ساله ورشکستگی مالی برای شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی، ۱۱(۱)، ۵۷-۷۶.
- حسینی، س، م؛ رشیدی، ز. (۱۳۹۲). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک. مجله پژوهش‌های حسابداری مالی، ۵(۳)، ۱۰۵-۱۲۸.
- رهنمای رودپشتی، ف؛ علی‌خانی، ر؛ مران‌جویری، م. (۱۳۸۸). بررسی کاربرد مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و فالمر در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۶(۵۵)، ۳۴-۱۹.
- غضنفری، م؛ رحیمی کیا، ا؛ عسکری، ع. (۱۳۹۷). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مبتنی بر سیستم‌های هوشمند ترکیبی. فصلنامه پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی، ۱۰(۳۷)، ۱۵۹-۱۹۴.
- مقدم، ع؛ تقی‌ملایی، م. (۱۳۹۲). بررسی مدل‌های مالی فالمر و زیمسکی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها. فصلنامه پژوهش‌های نوین در حسابداری، ۱۱(۱)، ۱۱-۲۵.
- نبوی چاشمی، س، ع؛ احمدی، م؛ مهدوی فرح‌آبادی، ص. (۱۳۸۹). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل لاجیت. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)، ۱(۵)، ۵۵-۸۱.
- وظیفه دوست، ح؛ زنگنه، ط. (۱۳۹۴). ارائه مدل پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران مبتنی بر مدل ترکیبی شبکه عصبی گروهی دستکاری داده‌ها و الگوریتم ژنتیک. فصلنامه پژوهش‌های مدیریت راهبردی، ۲۱(۵۷)، ۸۳-۱۰۰.

- Fulmer, J. G., Moon, J. E., Gavin, T. A., & Erwin, M. (1984). A bankruptcy classification model for small firms. *Journal of commercial bank lending*, 66(11), 25-37.
- Inam, F., Inam, A., Mian, M. A., Sheikh, A. A., & Awan, H. M. (2018). Forecasting Bankruptcy for organizational sustainability in Pakistan: Using artificial neural networks, logit regression, and discriminant analysis. *Journal of economic and administrative sciences*.
- Lu, A. J. (2017). *EVA: An indicator of corporate bankruptcy?* (Doctoral thesis, Honors College, Pace University).
- Pozorska, J., & Scherer, M. (2018). Company bankruptcy prediction with neural networks. *International conference on artificial intelligence and soft computing* (pp. 183-189). Cham: Springer.
- Ptak-Chmielewska, A., & Matuszyk, A. (2018). The importance of financial and non-financial ratios in SMEs bankruptcy prediction. *Bank i kredyt*, 49, 45-62.
- Sudarsanam, S. K. (2016). A fuzzy neural network model for bankruptcy prediction. *Journal of engineering computers & applied sciences (JECAS)*, 5(6).
- Tian, Y., Yang, W., Lai, G., & Zhao, M. (2019). Predicting non-life insurer's insolvency using non-kernel fuzzy quadratic surface support vector machines. *Journal of industrial & management optimization*, 15(2), 985-999.