



## ارائه مدل ریاضی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

رضا پیرایش<sup>۱</sup>حسن داداشی آرانی<sup>۲</sup>محمد رضا برزگر<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۰۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۱۲

### چکیده

در این مقاله پنج مدل مهم پیش‌بینی ورشکستگی را مطالعه و از میان متغیرهای پنج مدل، مدل بازطراحی شده پیش‌بینی ورشکستگی را ارائه می‌کنیم که دربرگیرنده هشت متغیر می‌باشد. مسأله اصلی در این تحقیق این است که با بررسی و تحلیل صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بتوانیم مدلی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها ارائه نماییم. به منظور طراحی مدل، از اطلاعات دو گروه از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده می‌کنیم، گروه اول شرکت‌های غیر ورشکسته و گروه دوم شرکت‌های ورشکسته می‌باشد. به منظور طراحی مدل از هشت نسبت مالی شامل نسبت‌های: سود قبل از بهره و مالیات بر کل دارایی‌ها، سرمایه در گردش بر کل دارایی‌ها، مجموع بدهی‌ها بر ارزش بازار کل دارایی‌ها، ضریب بتای سهام، لگاریتم قیمت (بسته شده از سال مالی گذشته)، عامل تنوع‌بخشی، بازده سالانه تجمعی و ارزش وزنی شاخص بورس تهران و تغییرات درآمد خالص استفاده شده است. قلمرو زمانی تحقیق را داده‌های صورت‌های مالی شرکت‌های بورسی طی سال‌های ۸۳ تا ۹۳ تشکیل می‌دهد. نتایج آزمون در ارتباط با توانایی پیش‌بینی مدل نشان‌دهنده این واقعیت هست که مدل می‌تواند دو سال قبل از وقوع ورشکستگی در شرکت‌ها، پیش‌بینی صحیحی در خصوص وجود بحران و ورشکستگی ارائه کند. با دوری از زمان وقوع ورشکستگی بدلیل کم‌رنگ شدن شاخص‌های پیش‌بینی کننده ورشکستگی، از توان پیش‌بینی مدل کاسته می‌شود. که نتایج پیش‌بینی برای یک سال قبل از ورشکستگی ۹۱ درصد و برای دو سال قبل از ورشکستگی ۸۳ درصد می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ورشکستگی، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، رگرسیون لجستیک، سوددهی، پیش‌بینی.

۱- استادیار، گروه مدیریت و حسابداری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران r-pirayesh@znu.ac.ir

۲- استادیار، گروه ریاضیات مالی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، زنجان، ایران dadashi@iasbs.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد ریاضیات مالی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، ایران (نویسنده مسئول) hamadbarzegar41@gmail.com

## ۱- مقدمه

امروزه پیشرفت سریع فناوری و تغییرات محیطی وسیع، شتاب فزاینده‌ای به اقتصاد بخشیده است. رقابت روزافزون بنگاه‌های اقتصادی، دستیابی به سود را محدود کرده و احتمال ورشکستگی شرکت‌ها را افزایش داده است. در این میان نقش اطلاعات حسابداری در تمایز بین شرکت‌های دارای بحران مالی (شرکت‌های ورشکسته) و شرکت‌های فاقد بحران مالی (شرکت‌های غیرورشکسته) و پیش‌بینی ورشکستگی یکی از موضوعات بحث برانگیز در دهه‌های اخیر بوده است. یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و هم‌چنین جلوگیری از به هدر رفتن منابع کمک کرد، پیش‌بینی بحران مالی و در نهایت ورشکستگی آن است. به این ترتیب که با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی از یک سو با ارائه هشدارهای لازم، شرکت‌ها را نسبت به بحران مالی آگاه کرد تا آنها با توجه به این نشانه‌ها و آگاهی‌ها به اقدامات مقتضی دست بزنند و از سوی دیگر به سرمایه‌گذاران کمک کند تا فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند، منابع مالی خود را در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری کنند. بازار سرمایه پلی است که پس‌انداز اشخاص و واحدهای اقتصادی دارای منابع مالی مازاد را، به واحدهای سرمایه‌گذاری که بدان نیازمند هستند، انتقال می‌دهد. بازار سرمایه نقش مهمی در اقتصاد کشور دارد و یکی از معیارهایی است که نشان می‌دهد کشور پیشرفت کرده است. اگر بازار سرمایه رونق داشته باشد سرمایه‌گذاران رغبت بیشتری برای سرمایه‌گذاری داشته باشند و جذب می‌شوند و این امر به پیشرفت اقتصادی کشور کمک می‌کند. از طرفی ورشکستگی و زیان‌های وارده به شرکت‌ها در پی بحران مالی می‌تواند سرمایه‌گذاران را از ورود به بازار سرمایه دل‌سرد کند و سرمایه‌گذارانی را هم که در بازار سرمایه هستند از این بازار خارج گردیده و این باعث تنزیل و رکود اقتصادی در کشور می‌شود. عدم آگاهی در خصوص بحرانی شدن وضع شرکت‌ها می‌تواند زیان‌های هنگفت، سنگین و جبران‌ناپذیری را به هریک از ذینفعان از جمله سهامداران و سرمایه‌گذاران وارد سازد. زمانی که شرکت ورشکسته شده و سهامداران متحمل زیان گردند آگاهی از آن بی‌فایده بوده و دیگر نمی‌توان کار مفیدی جهت جلوگیری از ورشکستگی آن شرکت انجام داد. به عنوان مثال اگر ۱۰۰ شرکت در بورس اوراق بهادار تهران زیانده بوده و در وضعیت بحرانی قرار داشته باشد. اگر بتوان در این مرحله، بحران مالی و علل آن را شناسایی کرد می‌توان با راهکار مناسب از ورشکستگی و زیان‌های وارده به سرمایه‌گذاران و بی‌اعتمادی آنها نسبت به بازار سرمایه ممانعت به عمل آورد.

معمولا نشانه‌های بحران مالی در شرکت‌ها عبارت‌اند از:

- فزونی کل بدهی‌ها بر دارایی‌ها، یا فزونی بدهی‌های جاری بر دارایی‌های جاری.
- نامساعد بودن نسبت‌های مالی در مقایسه با متوسط صنعت و یا با نسبت‌های مالی در دوره‌های قبل.
- ناتوانی در پرداخت به موقع حساب‌های پرداختی (بالا بودن متوسط دوره پرداخت).
- اتکا بیش از حد بر استقراض از منابع کوتاه مدت برای تامین مالی دارایی‌های بلند مدت که انجام این امر مغایر با اصل تطابق می‌باشد.

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

از زمانی که تئوری بیور (بیور؛ ۱۹۶۶) در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی ظهور کرد، تأثیر بسزایی در دنیای تجاری گذاشت و در توسعه چندین مدل پیش‌بینی همکاری کرده است. خارج از این زمینه، تعدادی از مدل‌های تجربی بودند که در رقابت با متغیرهای توضیحی جایگزین و روش‌های آماری، برای برآورد مدل ورشکستگی به کار رفتند. متغیر وابسته در این مدل معمولاً یک متغیر دوگانه هست (ثبت شرکت برای ورشکستگی) مجموعه ۱ شرکت قادر به بازپرداخت تعهدات و مجموعه ۰ شرکت قادر به بازپرداخت تعهدات نیست، متغیرهای مستقل را اغلب نسبت‌های حسابداری برای صورت‌های مالی در نظر می‌گیرند که شامل نسبت‌های سودآوری، نقدینگی و اهرم می‌باشد و همچنین تعدادی از مطالعات شامل متغیرهای بازار-محور مانند نوسانات از بازده سهام و بازده مازاد گذشته می‌باشد. توسعه مدل‌های اساسی حسابداری توسط آلتمن (آلتمن؛ ۱۹۶۸) و اولسون (اولسون؛ ۱۹۸۰) به عنوان محبوب‌ترین مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی ظهور کرد و اغلب توسط آزمایشات تجربی به عنوان معیار نابسامانی مالی استفاده می‌شود. آلتمن تحلیل جداگانه چندگانه MDA را به کار گرفت او ابتدا یک لیست از نسبت‌های مالی شرکت‌هایی که از نظر آماری با ورشکستگی روبرو هستند شناسایی کرد. اولسون از مدل لاجیت استفاده کرد که برگرفته از مدل MDA با مفروضات محدود کننده کمتر است. زمیجوسکی (زمیجوسکی؛ ۱۹۸۴) مدل پروبیت را انتخاب کرد که بر اساس داده‌های حسابداری است، اما مجموعه‌ای متفاوت از متغیرهای مستقل را بکار برد که همه پیش‌بینی ورشکستگی از آینده بر اساس نسبت‌های مالی حسابداری می‌باشد که از صورت‌های مالی در اختیار عموم مردم هست. شاموی (شاموی؛ ۲۰۰۱) مدل مخاطره گسسته زمان را برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از حسابداری و متغیرهای بازار پیشنهاد کرده است. هیلگسیت و همکاران (هیلگسیت؛ ۲۰۰۴) مدل پیش‌بینی ورشکستگی BSM-Prob را توسعه دادند که مبتنی بر قیمت‌گذاری مدل بلک-شولز-مرتون است که نتیجه مدل BSM-Prob نشان داد که این مدل بهتر از مدل آلتمن و السون جواب می‌دهد. اکسی (اکسی؛ ۲۰۱۱) از درخت تصمیم در داده‌کاوی برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده کرد و ۱۵ متغیر را بکار گرفت در این تحقیق داده‌ها را به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم کرد که گروه آزمایش ۷۰ درصد و مجموعه کنترل ۳۰ درصد مشاهدات است، الگوریتم درخت تصمیم اکسی ۹۲/۸۷ درصد داده‌ها را در گام آزمایش و ۵۷/۸۸ درصد داده‌ها را در گام کنترل بدرستی پیش‌بینی کرد. چنگ (چنگ؛ ۲۰۱۲) یک رویکرد جدید در پیش‌بینی شکست یک شرکت که ترکیبی از مدل‌های ورشکستگی آلتمن با یک مدل ورشکستگی ساخته شده بر اساس ویژگی‌های هیأت مدیره بود را بررسی کرد. بر اساس نتایج چنگ مدل ورشکستگی آلتمن دارای صحت و اعتبار است و بعلاوه مدل ورشکستگی هیأت مدیره، مدلی پیشگویانه است و می‌تواند مدل آلتمن را در پیش‌بینی ورشکستگی تقویت کند. پیرایش و همکاران (پیرایش؛ ۱۳۸۹) با استفاده از نسبت‌های نقدینگی استخراج شده از صورت جریان وجوه نقد به منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پژوهشی را انجام دادند و از ۴۰ شرکت ورشکسته و ۴۰ شرکت غیرورشکسته استفاده کردند و با استفاده از رگرسیون لوجستیک نشان دادند که مدل مورد استفاده آنها

می‌تواند تا دو سال قبل از ورشکستگی را بخوبی پیش‌بینی کند و هرچه از سال ورشکستگی دورتر شویم قدرت مدل کاسته می‌شود. همچنین ظهري و همکاران (ظهري؛ ۱۳۹۱) با استفاده از شبکه‌های عصبی مدلی را ارائه نمودند در این تحقیق چون از پیش‌بینی در صدور ورشکستگی شرکت‌های بورسی از مدل شبکه عصبی فازی استفاده کردند به خاطر همین توانایی کار در محیط پویا و غیر قطعی را امکان پذیر می‌سازد، عملکرد شبکه عصبی فازی در محیط مطلب، سیستم استنتاج فازی سوگینو و توابع عضویت جی‌بل مورد ارزیابی قرار گرفته است و نتیجه بدست آمده از این تحقیق یک مدل پیش‌بینی بهینه با کمترین مقدار خطا را ارائه داده است. حسینی و همکاران (حسینی؛ ۱۳۹۲) تحقیقی تحت عنوان پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک انجام داده‌اند. هدف اصلی آنها از انجام این تحقیق پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار با استفاده از درخت تصمیم (CART) و رگرسیون لجستیک بوده و از تکنیک‌های داده‌کاوی بهره نمودند. در این پژوهش نسبت‌های مالی به عنوان متغیرهای مستقل و شرکت‌های سالم و ورشکسته به عنوان متغیرهای وابسته تحقیق انتخاب شده است، یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که هر دو مدل درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک توانایی پیش‌بینی ورشکستگی با دقت‌های متفاوت را دارا هستند و سطح زیر منحنی ROC در مدل رگرسیون لجستیک بیشتر از مدل درخت تصمیم است و از عملکرد بهتری برخوردار است. وکیلی فرد و همکاران (وکیلی فرد؛ ۱۳۹۳) تحقیقی تحت عنوان ارائه مدلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر ANFIS ارائه دادند. هدف آنها از این تحقیق ارائه مدلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر ANFIS است، مدل طراحی شده ورشکستگی را با دقت ۸۳/۷۵ درصد یک سال پیش از وقوع آن را پیش‌بینی می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ANFIS ابزاری مناسب برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است.

#### • مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی

- تعدادی از مدل‌های کلیدی هستند که توسط نویسندگان مختلف توسعه یافته و در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی بیش از سه دهه گذشته ارائه شده‌اند به شرح زیر می‌باشند:
- مدل آلتمن (۱۹۶۸): مدل (MDA) بر اساس متغیرهای حسابداری.
  - مدل السون (۱۹۸۰): مدل لاجیت با نسبت‌های حسابداری.
  - مدل زمیچوسکی (۱۹۸۴): مدل پروبیت با استفاده از داده‌های حسابداری.
  - مدل شاموی (۲۰۰۱): مدل مخاطره با استفاده از داده‌های حسابداری و متغیرهای بازار.
  - مدل هیلگیست و همکاران (۲۰۰۴): مدل (BSM-Prob) با استفاده از متغیرهای حسابداری و بازار.

ما از این مدل‌ها استفاده و مدل جدید که شامل اطلاعات حسابداری و متغیرهای مختلف مشخصات شرکت‌ها از جمله اندازه و تنوع شرکت‌ها می‌باشد را ارائه می‌دهیم. در زیر این مدل‌ها را به اختصار تشریح و سپس مدل اصلی را ارائه می‌کنیم:

$$Z = \beta'X \quad \text{مدل آلتمن (تحلیل جداکننده چندگانه<sup>۱</sup>)}$$

$X_1$  = نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها.

$X_2$  = نسبت سود انباشته به کل دارایی‌ها.

$X_3$  = نسبت سود قبل از مالیات و هزینه بهره به کل دارایی‌ها.

$X_4$  = نسبت ارزش بازار حقوق صاحبان سرمایه به ارزش دفتری کل بدهی‌ها.

$X_5$  = نسبت فروش به کل دارایی‌ها.

آلتمن در مدلی که طراحی کرد ۵ نسبت اصلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی مورد استفاده قرار داد که این

نسبت‌ها را در بالا آوردیم که نقطه برش آن به صورت زیر می‌باشد:

اگر  $Z \geq 2/675$  باشد آنگاه غیر ورشکسته اگر  $Z < 2/675$  باشد آنگاه ورشکسته است.

$$P = (1 + \exp\{-\beta'X\})^{-1} \quad \text{مدل اولسون (لوگیت مدل<sup>۲</sup>)}$$

$X_1$  = سرمایه در گردش تقسیم بر کل دارایی‌ها.

$X_2$  = لگاریتم (کل دارایی بر قیمت شاخص تولید ناخالص ملی).

$X_3$  = بدهی جاری تقسیم بر دارایی‌های جاری.

$X_4$  = اگر جمع بدهی‌ها بیش از کل دارایی‌ها باشد ۱ در غیر اینصورت ۰.

$X_5$  = درآمد خالص تقسیم بر کل دارایی‌ها.

$X_6$  = مجموع بدهی تقسیم بر کل دارایی‌ها.

$X_7$  = درآمد عملیاتی پس از استهلاک تقسیم بر مجموع بدهی‌ها.

$X_8$  = درآمد دوسال گذشته منفی باشد ۱ در غیر اینصورت ۰.

$$X_9 = (NI_{t-1} - NI_{t-2}) / (|NI_{t-1}| + |NI_{t-2}|)$$

$$P = \Phi(\beta'X) \quad \text{مدل زمیجوسکی (پروبیتم مدل<sup>۳</sup>)}$$

$X_1$  = درآمد خالص تقسیم بر مجموع بدهی‌ها.

$X_2$  = مجموع بدهی تقسیم بر کل دارایی‌ها.

$X_3$  = دارایی‌های جاری تقسیم بر بدهی‌های جاری.

که در آن P احتمال ورشکستگی است و X نشان دهنده متغیرهای ذکر شده است و  $\Phi(0)$  نشان

دهنده تابع توزیع نرمال تجمعی است. تابع پروبیتم ارزشی از  $\beta'X$  است که احتمال آن بین ۰ و ۱ است.

مدل شاموی (مدل مخاطره)<sup>۴</sup>  $P_{it} = (1 + \exp\{-y_{it}\})^{-1}$

$$y_{it} = \alpha + \beta' X_{it-1} = \beta' \begin{bmatrix} X_{1,t-1} & \cdots & X_{1,t-j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n,t-1} & \cdots & X_{n,t-j} \end{bmatrix}$$

$X_1$  = درآمد خالص تقسیم بر مجموع بدهی‌ها.

$X_2$  = مجموع بدهی‌ها تقسیم بر کل دارایی‌ها.

$X_3$  = انحراف استاندارد از باقی مانده بدست آمده از رگرسیون بازده سهام ماهانه در بازده بازار در سال  $t-1$ .

$X_4$  = لگاریتم (تعداد سهام منتشره  $X$  قیمت سهم پایان دوره تقسیم بر ارزش کل بازار).

$X_5$  = بازگشت سالانه تجمعی در سال  $t-1$  منهای ارزش وزنی شاخص TSE در سال  $t-1$ .

که در آن  $P$  احتمال ورشکستگی است و  $X$  نشان دهنده متغیرهای آزاد است.

$z$ : نشان دهنده تعداد دوره‌های زمانی قبل از زمان  $t$  که این داده‌ها در دسترس هستند  $n$ : نشان دهنده تعداد متغیرهای مستقل.

مدل هیلگیست و همکاران (مدل قیمت‌گذاری بلک-شولز)<sup>۵</sup>

$$P = N\left(-\frac{\ln\left(\frac{V_A}{X}\right) + (\mu - \delta - 0.5\sigma_A T)}{\sigma_A \sqrt{T}}\right)$$

$V_A$  = ارزش بازار فعلی از دارایی.  $X$  = سررسید ارزش اسمی بدهی در زمان  $T$ .

$\delta$  = نرخ سود مداوم بیان شده از نظر ارزش بازار فعلی از دارایی.

$V_E$  = ارزش بازار فعلی از حقوق صاحبان سهام.  $T$  = سررسید بدهی.

$\mu$  = بازده مورد انتظار مرکب دارایی به طور مداوم.  $\sigma_A = \sigma_E V_E \backslash (V_E + X)$ .

مدل چندگانه ترکیبی  $P_{it} = (1 + \exp\{-y_{it}\})^{-1}$

$$y_{it} = \alpha + \beta' X_{it-1} = \beta' \begin{bmatrix} X_{1,t-1} & \cdots & X_{1,t-j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n,t-1} & \cdots & X_{n,t-j} \end{bmatrix}$$

$P$  احتمال ورشکستگی است و  $X$  نشان دهنده متغیرهای ذکر شده است.

$z$ : نشان دهنده تعداد دوره‌های زمانی قبل از زمان  $t$  که این داده‌ها در دسترس هستند  $n$ : نشان دهنده تعداد متغیرهای مستقل.

$X_1$  = سود قبل از بهره و مالیات تقسیم بر کل دارایی‌ها.

$X_2$  = سرمایه در گردش تقسیم بر کل دارایی‌ها.

$X_3$  = مجموع بدهی‌ها تقسیم بر ارزش بازار کل دارایی‌ها.

$X_4$  = ضریب بتا سهام در سال  $t-1$ .

$X_5$  = لگاریتم قیمت (بسته شده از سال مالی گذشته).

$X_6 =$  تنوع بخشی توسط نماینده تعدادی از بخش‌های مختلف کسب و کار.

$X_7 =$  بازگشت سالانه تجمعی در سال  $t-1$  منهای ارزش وزنی شاخص TSE در سال  $t-1$ .

$$X_8 = (NI_t - NI_{t-1}) / (|NI_t| + |NI_{t-1}|)$$

داده‌های کلیه شرکت‌های مورد تحقیق در این مقاله از نرم افزار رهاورد نوین ۳ و سایت (www.codal.ir) بدست آمده است.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری تحقیق شامل کل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در فاصله زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ است. در این مقاله ما با بهره‌گیری از سوابق و مدارک و اطلاعات تاریخی مستند به صورت‌های مالی بررسی و حسابرسی شده شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده گردیده و از میان شرکت‌های پذیرفته شده، ما به عنوان نمونه تعدادی شرکت ورشکسته و تعدادی شرکت غیر ورشکسته را انتخاب نمودیم. این شرکت‌ها را به دو گروه ورشکسته و غیر ورشکسته تقسیم می‌کنیم. گروه اول شامل شرکت‌های ورشکسته می‌باشد. تعیین دلایل دقیق ورشکستگی و مشکلات مالی در هر مورد خاص کار آسانی نیست و در اغلب موارد دلایل متعددی دست به دست هم می‌دهند و موجب ورشکستگی شرکت‌ها می‌شوند.

متأسفانه در ایران معیار دقیق و خاصی برای ورشکستگی وجود ندارد که هم مورد توافق گروه‌های مختلف و هم جنبه قانونی داشته باشد. به موجب مقررات در دادگاه نیز اعلام ورشکستگی بر اساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت به سادگی امکان پذیر نیست. ما در این تحقیق با توجه به پیشینه تحقیق و نظرات صاحب نظران، شرکت‌هایی که در بورس اوراق بهادار تهران وجود داشته باشند و صورت‌های مالی آنها در فاصله سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ بر اثر زیان انباشته منطبق بر ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران می‌باشد، به عنوان شرکت ورشکسته انتخاب کردیم.

گروه دوم شرکت‌های غیرورشکسته یا سالم می‌باشد. معیار فعال بودن این دسته از شرکت‌ها سوددهی آنها در ده سال متوالی از سال ۱۳۸۴ تا سال ۱۳۹۳ و معامله مستمر سهام آنها می‌باشد و به‌علاوه این شرکت‌ها باید دارای شرایط زیر نیز باشند.

- پایان سال مالی آنها اسفند ماه باشد.
- برای شرکت‌های فعال حداکثر دوره توقف سه ماه می‌باشد.
- جزء شرکت‌های سرمایه‌گذاری نباشد.
- اطلاعات شرکت‌ها در سوابق بورس موجود باشد.

نسبت‌های مورد نظر از دو گروه در سال ورشکستگی با استفاده از رگرسیون لوجستیک تجزیه و تحلیل و مدلی را که با استفاده از اطلاعات این سال تهیه شده است با استفاده از اطلاعات یک و دو سال قبل ورشکستگی برای بررسی قدرت پیش‌بینی مدل استفاده گردید.

یکی از مهم‌ترین مدل‌های کلاسیک، که اغلب برای پیش بینی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل رگرسیونی است، در صورتی که متغیرهای وابسته به شکل ۰ یا ۱ باشد، می‌باید از رگرسیون لوجستیک استفاده شود. شکل کلی رگرسیون لوجستیک به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_8 x_8}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_8 x_8}}$$

Y = متغیر وابسته (ورشکستگی).

$\beta$  = عدد ثابت.  $x_i$  = متغیر مستقل (۱ و ۲ و ... و ۸).

$e = 2.7182$  عدد نپر

زمانی که متغیر وابسته برابر یک باشد، انتظار داریم Y به یک نزدیک شود و بالعکس. در این مقاله با توجه به اینکه ورشکستگی شرکت‌ها به‌عنوان یک متغیر صفر و یک تعریف شده از مدل رگرسیون لوجستیک استفاده شده است (یک برای شرکت‌های غیرورشکسته و صفر برای ورشکسته). در این قسمت به منظور بررسی صحت تفکیک دو گروه نمونه به ورشکسته و غیر ورشکسته به استناد ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران از آزمون F برای مقایسه‌ی میانگین‌های متغیرهای مستقل دو نمونه استفاده شد. یکی از پیش فرض‌های این آزمون، عادی بودن داده‌های تحقیق است، اما آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نشان داد که داده‌های تحقیق عادی نیست از این رو از آزمون یومان-ویتنی، که معادل ناپارامتریک آزمون F است برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. متغیرهای مدل به شرح زیر می‌باشد:

$X_1$  = سود قبل از بهره و مالیات بر کل دارایی‌ها.

$X_2$  = سرمایه در گردش بر کل دارایی‌ها.

$X_3$  = مجموع بدهی‌ها بر ارزش بازار کل دارایی‌ها.

$X_4$  = ضریب بتا سهام در سال  $t-1$ .

$X_5$  = لگاریتم (قیمت بسته شده از سال مالی گذشته).

$X_6$  = تنوع بخشی توسط نماینده‌ی تعدادی از بخش‌های مختلف کسب و کار.

$X_7$  = بازگشت سالانه تجمعی در سال  $t-1$  منهای ارزش وزنی شاخص TSE در سال  $t-1$ .

$$X_8 = (NI_t - NI_{t-1}) / (|NI_t| + |NI_{t-1}|).$$

برای نرمال بودن می‌بایست  $P\text{-Value} > 0.05$  باشد که از جدول بالا مشخص می‌گردد که در همه موارد  $P\text{-Value} < 0.05$  می‌باشد در نتیجه داده‌های هشت متغیر مستقل ما نرمال نیستند، بنابراین از آزمون یومان-ویتنی که معادل ناپارامتریک T-test هست استفاده می‌کنیم.



## جدول ۱- نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف

متغیر	Kolmogorov - Smirnov	Wilcoxon W	Std: Deviation	P-Value
$x_1$	۱/۸۰۴	۳۸۷۰۹/۵۰۰	۰/۱۶۲۵	۰/۰۰۳
$x_2$	۵/۰۰۰	۵۵۰۴۴/۵۰۰	۰/۴۸۱۶	۰/۰۰۰
$x_3$	۹/۶۵۰	۱۱۲۰۸۷/۵۰۰	۸/۸۲۸۴	۰/۰۰۰
$x_4$	۸/۷۹۴	۵۹۳۳۴/۵۰۰	۵/۳۴۳۲	۰/۰۰۴
$x_5$	۱/۵۵۴	۴۲۶۲۲/۰۰۰	۰/۴۱۲۴	۰/۰۱۶
$x_6$	۹/۴۲۹	۵۸۶۴۵/۵۰۰	۳/۱۷۸	۰/۰۰۰
$x_7$	۳/۰۵۴	۶۳۰۲۸/۵۰۰	۰/۹۰۰۶	۰/۰۰۰
$x_8$	۴/۱۲۵	۵۴۱۱۸/۰۰۰	۰/۴۴۰۰	۰/۰۰۰

## جدول ۲- نتایج آزمون یومان-وینتی

متغیر	U Mann -Whitney	Wilcoxon W	Z	P-Value
$x_1$	۱۳۵۰۹/۰۰۰	۳۸۷۰۹/۵۰۰	-۱۵/۱۱۲	۰/۰۰۰
$x_2$	۲۹۸۴۴/۵۰۰	۵۵۰۴۴/۵۰۰	-۷/۹۸۸	۰/۰۰۰
$x_3$	۱۹۴۲۲/۵۰۰	۱۱۲۰۸۷/۵۰۰	-۱۱/۴۶۸	۰/۰۰۰
$x_4$	۳۸۰۱۲/۵۰۰	۵۹۳۳۴/۵۰۰	-۲/۸۵۳	۰/۰۰۴
$x_5$	۲۱۳۰۱/۰۰۰	۴۲۶۲۲/۰۰۰	-۱۰/۶۰۲	۰/۰۰۰
$x_6$	۳۷۳۲۴/۰۰۰	۵۸۶۴۵/۵۰۰	-۳/۹۸۸	۰/۰۰۰
$x_7$	۴۱۹۱۳/۵۰۰	۶۳۰۲۸/۵۰۰	-۱/۰۰۰	۰/۳۱۷
$x_8$	۲۹۱۴۲/۰۰۰	۵۴۱۱۸/۰۰۰	-۸/۲۲۸	۰/۰۰۰

با توجه به اینکه در آزمون یومان-وینتی، مقدار P-Value متناظر با هفت متغیر از  $0/05$  کوچکتر است، می‌توان گفت که هفت نسبت برای دو گروه شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر هستند. بنابراین می‌توانند به‌عنوان متغیرهای مستقل در برآورد ورشکستگی شرکت‌ها استفاده شوند، به بیان دیگر هفت متغیر مستقل مورد مطالعه در تحقیق برای تفکیک دو گروه شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته مناسب تشخیص داده شده‌اند. لذا می‌توان به آزمون فرضیه‌های اصلی پرداخت.

## ۴- آزمون فرضیه‌های تحقیق

به منظور آزمون فرضیه‌ها با استفاده از رگرسیون لجستیک ابتدا هر کدام از متغیرها به صورت متغیر مستقل برای برآورد ورشکستگی شرکت‌ها معرفی، و سپس از آماره  $\chi^2$  در جهت بررسی ارتباط معنی‌داری

بین متغیر مورد نظر و وضعیت شرکت استفاده شد، بدین معنی که ابتدا وضعیت شرکت‌ها ورشکسته (۰) یا غیر ورشکسته (۱) به‌عنوان متغیر وابسته تعیین، سپس هریک از متغیرها به‌عنوان متغیر مستقل تعریف گردید و پس از آن مقدار  $\chi^2$  مأخوذ از آزمون رگرسیون لوجستیک به‌عنوان ملاک آزمون مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس این آزمون هرگاه آماره آزمون از  $\chi^2$  جدول بزرگتر باشد در این صورت مقدار P-Value از ۰/۰۵ کوچک‌تر خواهد شد، این امر نشان دهنده این است که آن متغیر مستقل برآوردکننده مناسبی برای متغیر مستقل است.

فرض H: بین نسبت مورد بررسی و ورشکستگی شرکت‌ها رابطه وجود ندارد.

فرض H<sub>1</sub>: بین نسبت مورد بررسی و ورشکستگی شرکت‌ها رابطه وجود دارد.

همچنین مقدار  $R^2$  و  $R^2$  تعدیل شده میزان همبستگی رگرسیون لوجستیک با نسبت‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد. با توجه به اندازه‌ی P-Value موجود در جدول ۳ در می‌یابیم که از بین هشت متغیر مستقل هفت متغیر برآوردگر مناسبی به منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها است، زیرا مقدار P-Value از ۰/۰۵ کوچک‌تر است، به بیان دیگر هفت فرضیه‌ی فرعی تأیید شده‌اند، بدین ترتیب فرضیه اصلی تحقیق نیز تأیید می‌شود، با توجه به اینکه در اینجا هفت فرضیه‌ی فرعی مورد تأیید است، می‌توان نتیجه گرفت که در سطح ۹۵ درصد اطلاعات مورد استفاده حاوی ارزش اطلاعاتی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها است و به تبع آن فرضیه‌ی اصلی تحقیق تأیید می‌شود.

جدول ۳- همبستگی بین متغیرها

متغیر	آماره $\chi^2$	P-Value	$R^2$	$R^2$ تعدیل شده	نتیجه آزمون فرض
$x_1$	۲۴۵/۷۷۷	۰/۰۰۰	۰/۳۲۱	۰/۴۴۸	رد فرض H.
$x_2$	۵۶/۷۸۹	۰/۰۰۰	۰/۰۸۵	۰/۱۱۹	رد فرض H.
$x_3$	۱۳۷/۰۸۴	۰/۰۰۰	۰/۱۹۴	۰/۲۷۱	رد فرض H.
$x_4$	۱/۶۸۴	۰/۱۹۴	۰/۰۳	۰/۰۴	رد فرض H <sub>1</sub>
$x_5$	۱۲۲/۰۹۱	۰/۰۰۰	۰/۱۷۵	۰/۲۲۴	رد فرض H.
$x_6$	۱۸/۰۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۳۹	رد فرض H.
$x_7$	۷/۳۲۹	۰/۰۰۷	۰/۰۱۱	۰/۰۱۶	رد فرض H.
$x_8$	۸۷/۵۴۰	۰/۰۰۰	۰/۱۲۹	۰/۱۸۰	رد فرض H.

##### ۵- مدل پژوهش

پس از تأیید فرضیه‌های اصلی اکنون می‌توانیم متغیرهای مستقل تأیید شده را در مدلی به منظور پیش‌بینی ورشکستگی به کار ببریم. برای این منظور از رگرسیون لوجستیک با هفت متغیر همزمان استفاده می‌کنیم که ضریب ثابت و ضرایب مستقل متغیرها در زیر آورده شده است.

$X_1 =$  سود قبل از بهره و مالیات تقسیم بر کل دارایی‌ها.

ارائه مدل ریاضی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در ... / رضا پیرایش، حسن داداشی آرائی و محمدرضا پرزگر

$$\begin{aligned}
 X_2 &= \text{سرمایه در گردش تقسیم بر کل دارایی‌ها.} \\
 X_3 &= \text{مجموع بدهی‌ها تقسیم بر ارزش بازار کل دارایی‌ها.} \\
 X_4 &= \text{لگاریتم قیمت (بسته شده از سال مالی گذشته).} \\
 X_5 &= \text{تنوع‌بخشی توسط نماینده تعدادی از بخش‌های مختلف کسب و کار.} \\
 X_6 &= \text{بازگشت سالانه تجمعی در سال t-1 منهای ارزش وزنی شاخص TSE در سال t-1.} \\
 X_7 &= (N_{it}-N_{i,t-1})/(|N_{it}|+|N_{i,t-1}|).
 \end{aligned}$$

با داشتن ضرایب متغیرهای مستقل و وابسته، مدل رگرسیون لوجستیک را می‌توان به شرح زیر نمایش داد.

$$Y = \frac{e^{1/047 - 11/821 x_1 - 0/030 x_2 + 0/327 x_3 - 0/290 x_4 - 0/650 x_5 + 0/375 x_6 + 0/321 x_7}}{1 + e^{1/047 - 11/821 x_1 - 0/030 x_2 + 0/327 x_3 - 0/290 x_4 - 0/650 x_5 + 0/375 x_6 + 0/321 x_7}}$$

$Y$  = متغیر وابسته (ورشکستگی)

$\beta$  = عدد ثابت

$x_i$  = متغیر مستقل ( $i=1,2,\dots,7$ ) و  $e = 2/7182$  عدد نپر

### آزمون توانایی پیش‌بینی مدل

به منظور آزمون توانایی پیش‌بینی مدل از اطلاعات صورت‌های مالی، صورت سود و زیان و دیگر اطلاعات مورد استفاده مربوط به دو سال قبل شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته استفاده شده است. با توجه به نتایج واقعی به وقوع پیوسته می‌توان نتیجه واقعی را با پیش‌بینی مدل مقایسه، و با کمک آن توانایی پیش‌بینی مدل را آزمون کرد. از این رو نسبت‌های مورد نظر در ۸۶ شرکت موجود در گروه نمونه قرار داده، و نتایج بررسی می‌شود. نتایج پیش‌بینی مدل و اطلاعات واقعی مربوط به ورشکستگی و غیر ورشکستگی برای سه سال ورشکستگی در جدول‌های زیر نشان داده شده است:

جدول ۵- سال ورشکستگی شرکت های نمونه

غیر ورشکسته	ورشکسته	گروه پیش فرض
۱۰۰	۹۷/۵	درصد درست پیش‌بینی توسط مدل
۰	۲/۵	درصد نادرست پیش‌بینی توسط مدل
%۹۸/۸		درصد دقت کلی الگو در نمونه اصلی

جدول ۶- یک سال قبل از ورشکستگی شرکت های نمونه

غیر ورشکسته	ورشکسته	گروه پیش فرض
۹۰/۷	۹۰/۹	درصد درست پیش‌بینی توسط مدل
۱۰/۳	۱۰/۱	درصد نادرست پیش‌بینی توسط مدل
%۹۰/۸		درصد دقت کلی الگو در نمونه اصلی

جدول ۷- دو سال قبل از ورشکستگی شرکت های نمونه

غیر ورشکسته	ورشکسته	گروه پیش فرض
۸۶/۰۰	۸۰/۰۰	درصد درست پیش‌بینی توسط مدل
۱۴/۰۰	۲۰/۰۰	درصد نادرست پیش‌بینی توسط مدل
%۸۳/۰۰		درصد دقت کلی الگو در نمونه اصلی

## ۶- نتیجه‌گیری و مقایسه پژوهش

در این پژوهش به بررسی ده ساله پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس تهران پرداخته شده است، همان گونه که بحث گردید در این پژوهش از مدل چندگانه ترکیبی برای ورشکستگی استفاده شده است. مقایسه و نتیجه بعمل آمده که در جدول زیر ملاحظه می‌کنید، حاکی از قدرت بالای پیش‌بینی این پژوهش نسبت به پژوهش‌های قبلی را نشان می‌دهد.

بطور خلاصه می‌توان بیان کرد که:

- اطلاعات مندرج در صورت‌های مالی، صورت سود و زیان، روند معاملاتی و قیمت دارای ارزش اطلاعاتی به منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها است.
- نتایج این تحقیق با یافته‌های محققان غربی نظیر بیور، آلتمن، اولسون، زمیجوسکی، شاموی و... سازگار است و فرضیه‌های مطرح شده در پژوهش را مورد تأیید قرار می‌دهد.
- نتایج حاکی از آن است که با دور شدن از زمان وقوع بحران مالی و ورشکستگی توانایی پیش‌بینی مدل کاهش می‌یابد که این امر ناشی از کاهش وضوح و روشنی شاخص‌های پیش‌بینی کننده ورشکستگی بوده است.
- امید است با بهره‌گیری از مدل تدوین شده، بتوان از زبان‌های وارد شده به اقتصاد کشور و ذی‌نفعان شرکت‌ها جلوگیری به عمل آورد.

جدول ۸- مقایسه پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی

مدل	پژوهشگر	سال پژوهش	t	t-1	t-2
چندگانه ترکیبی	پژوهش حاضر	۹۴	%۹۸/۸	%۹۰/۸	%۸۳
لاجیت	علی نوایی	۸۹	%۸۷/۵	%۷۲/۵	%۵۲/۵
جریان‌های نقدی	رضا پیرایش	۸۹	%۹۳/۷۵	%۷۸/۷۵	%۸۰
z - آلتمن	محمود فیروزیان	۹۰	%۷۷/۷۶	%۸۳/۳۲	%۸۲/۳۲
ژنتیک	محمود فیروزیان	۹۰	%۹۵/۵	۹۰%	%۹۵/۵
فازی	حمیدرضا وکیلی فرد	۹۲	-	%۸۳/۷۵	-

#### فهرست منابع

- \* اکبری فضل‌الله. تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی. چاپ هفدهم. تهران: مرکز تحقیقات تخصصی حسابداری و حسابرسی سازمان حسابرسی؛ ۱۳۹۲.
- \* انورخطیبی سعید و محمدی رامین. بررسی تأثیر ارزش افزوده اقتصادی، کیفیت سود و نسبت‌های اهرمی بر ورشکستگی. دهمین همایش ملی حسابداری ایران. ۱۳۹۱.
- \* پیرایش رضا، منصوری علی و امجدیان صابر. طراحی مدل‌های ریاضی مبتنی بر جریان‌های نقدی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. مجله توسعه و سرمایه. ۱۳۸۹.
- \* حسینی سیدمحسن و رشیدی زینب. پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک. مجله پژوهش‌های حسابداری مالی. ۱۳۹۲.
- \* خاکی غلامرضا. روش تحقیق با رویکرد پایان‌نامه نویسی. چاپ اول. تهران: مرکز تحقیقات علمی کشور با همکاری کنون فرهنگی انتشاراتی درایت؛ ۱۳۷۸.
- \* سلیمانی امیری غلامرضا. نسبت‌های مالی و پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران. نشریه علمی-پژوهشی تحقیقات مالی. ۱۳۸۴.
- \* فتحعلی علیرضا و علامه حائری فریدالدین. بررسی شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته (از نظر عملکرد مالی) و ارائه‌ی مدلی برای پیش‌بینی موفقیت شرکت‌های در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه بورس اوراق بهادار. ۱۳۹۳.
- \* مهران متین‌فرد. ارائه الگویی جهت تفکیک شرکت‌های موفق از ناموفق با بکارگیری متغیرهای مالی و غیرمالی در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری. ۱۳۹۲.

- \* وکیلی فرد حمیدرضا، پیلهوری نازنین و زیدی سیده سمانه. ارائه مدلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق-پذیر ANFIS. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. ۱۳۹۳.
- \* Altman, Edward I. (1968), Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. The journal of finance, 23(4):589–609
- \* Altman, Edward I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. The journal of finance, 23(4):589–609.
- \* Beaver, William H, McNichols, Maureen F, and Rhie, Jung-Wu. (2005). Have financial statements become less informative evidence from the ability of financial ratios to predict bankruptcy. Review of Accounting studies, 10(1):93–122.
- \* Cheng, Lee and Rivera-Solis, Luis Eduardo. (2012). The use of financial ratios to predict bankruptcy: A study of the board of directors on corporate performance. READINGS BOOK, p. 86.
- \* Ekşi, İbrahim Halil. (2011). Classification of firm failure with classification and regression trees. International Research Journal of Finance and Economics, 76:113–120.
- \* Hillegeist, Stephen A, Keating, Elizabeth K, Cram, Donald P, and Lundstedt,
- \* Kyle G. (2004). Assessing the probability of bankruptcy. Review of accounting studies, 9(1):5–34.
- \* Kordlar, Ali Ebrahimi and Nikbakht, Nader. (2011). Comparing bankruptcy prediction models in iran. Volume 4-Number 2-July 2011-Semiannual Publication, 4(2):335.
- \* Ohlson, James A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. Journal of accounting research, pp. 109–131.
- \* Purvinis, O, Virbickaite, R, and Sukys, P. (2008). Interpretable nonlinear model for enterprise bankruptcy prediction. Nonlinear Analysis: Modelling and Control, 13(1):61–70.
- \* Shumway, Tyler. (2001). Forecasting bankruptcy more accurately: A simple hazard model. The Journal of Business, 74(1):101–124.
- \* Wu, Yanhui, Gaunt, Clive, and Gray, Stephen. (2010). A comparison of alternative bankruptcy prediction models. Journal of Contemporary Accounting & Economics, 6(1):34–45.
- \* Zmijewski, Mark E. (1984). Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models. Journal of Accounting research, pp. 59–82.

#### یادداشت‌ها

1. Multiple-Discriminant Analysis
2. Logit model
3. Probit model
4. Hazard model
5. Black-Scholes option pricing model