

بررسی عوامل مؤثر بر ورشکستگی با به بهره‌گیری از کارایی به عنوان یک متغیر پیش‌بینی کننده مبتنی بر رهیافت پنل دیتا لاجیت

رضا محسنی* و سمیرا رحیمیان ینگجه**

تاریخ وصول: ۱۳۹۶/۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۱

چکیده

ورشکستگی یکی از موضوعات مهم در ادبیات مالی است. با بررسی عوامل مؤثر بر ورشکستگی، می‌توان اطلاعات مفیدی در اختیار دولت، بانک مرکزی، بانک‌ها، مؤسسات مالی، اعتباردهندگان، سرمایه‌گذاران بازار سرمایه و پیش‌بینی کنندگان ورشکستگی قرار داد. در مقاله‌ی حاضر ابتدا به تفاوت بین دو مفهوم ورشکستگی و درماندگی مالی می‌پردازیم؛ سپس متغیر کارایی از روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شده و به‌عنوان متغیر توضیحی در کنار سایر متغیرهای موجود در مدل، در قالب پنل دیتا لاجیت برای ۳۶ شرکت تولیدی، طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۸ برازش می‌شود. مدل کارایی از روش‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس، بازده متغیر نسبت به مقیاس، الگوی جمعی و از روش اندرسون-پیترسون محاسبه شده است که در بین متغیرهای محاسبه شده، متغیر کارایی با بازده ثابت نسبت به مقیاس معنادار می‌شود. در نهایت مدل رگرسیون لاجیت، یک‌بار بدون تصریح متغیر کارایی و بار دیگر با متغیر کارایی برازش شده و در تمامی الگوهایی که با لحاظ متغیر کارایی برازش می‌شود، دقت مدل به‌طور معناداری افزایش می‌یابد.

طبقه‌بندی JEL: C33، D24، G33

واژه‌های کلیدی: ورشکستگی، درماندگی مالی، کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، رگرسیون لجستیک

* استادیار دانشکده‌ی اقتصاد و علوم سیاسی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. (نویسنده‌ی مسئول).

(re_mohseni@sbu.ac.ir)

** کارشناسی ارشد مهندسی مالی دانشگاه رجا قزوین، ایران.

۱- مقدمه

وقوع ورشکستگی، در شرکت‌ها یکی از موضوعات بسیار مهم در حوزه‌ی ادبیات مالی است؛ زیرا وقوع ورشکستگی در شرکت‌ها علاوه بر اینکه موجب اتلاف منابع و سرمایه‌ی شرکت‌ها می‌شود، به‌عنوان ضعف مدیریتی شرکت‌ها نیز تلقی می‌شود. از طرف دیگر وقوع ورشکستگی ذینفعان، صاحبان سهام شرکت‌ها، بستانکاران، مؤسسات و بانک‌های اعتبار دهنده به شرکت و ... را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ از این‌رو مدیران با شناسایی این عوامل مهم بر ورشکستگی، می‌توانند با اتخاذ تدابیر مناسب از وقوع ورشکستگی جلوگیری کنند.

بازار بورس اوراق بهادار، یکی از بازارهای مهم برای جهت‌دهی سرمایه‌ی فعالان حاضر در این بازار اعم از سفته‌بازان، معامله‌گران، بانک‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذاری و غیره هستند که این گروه نگران اتلاف و هدر رفت سرمایه‌های حقیقی و حقوقی خود هستند. از همین‌رو، بحث شناسایی عوامل مؤثر بر ورشکستگی برای فعالان بازار سرمایه نیز اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. شرکت‌های ورشکسته و مشمول ماده‌ی ۱۴۱ قانون تجارت که در معرض انحلال هستند، تأثیر منفی و به‌سزایی بر اوضاع بازار سرمایه دارند. این موضوع از آن‌جایی اهمیت ویژه پیدا می‌کند که در مرحله‌ی نخست مانع از اتلاف منابع سرمایه‌گذاران از طریق سرمایه‌گذاری در این شرکت‌ها می‌شود؛ زیرا سرمایه‌گذاران باید قادر باشند تا فرصت‌های بهینه و مطلوب را از نامطلوب تشخیص دهند و در فرصت‌های سودآور منابع‌شان را تخصیص دهند. در مرحله‌ی دوم، مدیران این شرکت‌ها را آگاه می‌سازد تا با اتخاذ تدابیر و تصمیمات به موقع مانع از ورشکستگی شوند، تا اقدامات و تصمیمات مقتضی فراهم شود.

در مقاله‌ی حاضر بعد از مقدمه، در بخش دوم ادبیات موضوع ارائه می‌شود. در بخش سوم مقاله، متدولوژی تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم مقاله به تخمین و تجزیه و تحلیل الگو پرداخته می‌شود و در پایان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲- مبانی نظری تحقیق

ورشکستگی، وضعیتی است که بدهی‌های یک شرکت از ارزش بازار دارایی‌های موجود در شرکت تجاوز کند (گیتمن، ۱۹۹۶). هرگاه نرخ بازده تحقق یافته برای

سرمایه به کار رفته در بنگاه به طور مداوم و معنادار کمتر از نرخ بازده درخواست شده باشد، درماندگی مالی روی می دهد (آلتمن، هاتچیکس، ۲۰۰۶). با توجه به تمامی تعاریفی که از دو مفهوم در بالا ذکر شد، واضح است که بین دو مفهوم ورشکستگی و درماندگی، تفاوت وجود دارد. ورشکستگی یک وضعیت قانونی و حقوقی است که برای یک شرکت پیش می آید؛ اما در درماندگی چون شرکت منع قانونی ندارد به فعالیتش ادامه می دهد. درماندگی مالی، یک مرحله قبل تر از ورشکستگی است؛ از این رو، امکان دارد یک بنگاه مدت ها در مرحله ی درماندگی به سر ببرد؛ اما چون منع قانونی ندارد به فعالیتش ادامه می دهد. در رابطه با موضوع مقاله، مطالعات خارجی و داخلی به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

اولین پژوهش در زمینه پیش بینی ورشکستگی، توسط فیتز پاتریک^۱ در سال ۱۹۳۱ انجام شد. وی به این نتیجه رسید که تمامی نسبت های استفاده شده در پیش بینی مؤثر است؛ اما، از میان این نسبت ها، نسبت سود خالص به سود ویژه، سود ویژه به بدهی و سود ویژه به دارایی های ثابت، بهترین نسبت های مالی برای پیش بینی هستند.

جپ و همکاران^۲ (۲۰۱۰) برای پیش بینی ورشکستگی از الگوی درخت تصمیم استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که این مدل، مدل مناسبی برای پیش بینی ورشکستگی است.

اکسی (۲۰۱۱)^۳ در پژوهشی از ۱۵ متغیر و اطلاعات ۷۳ شرکت طی دوره ی زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ مبتنی بر مدل درخت تصمیم در داده کاوی برای پیش بینی ورشکستگی استفاده کرد. نتایج الگوی درخت تصمیم ۸۷/۹۲ درصد از داده ها را در مرحله تخمین و ۸۸/۵۷ درصد از داده ها هم در مرحله آزمون را به درستی پیش بینی می کند. آنگباو و ادلفیا^۴ (۲۰۱۳) به بررسی مقایسه ای بین دو روش مدل امتیاز Z و جریان وجوه نقد برای پیش بینی ورشکستگی پرداختند. در این تحقیق از گزارش های مالی ۶۲ شرکت بر اساس روش جریان وجوه نقد که علائم ورشکستگی را نشان می داد برای بررسی انتخاب شدند. نتایج حاکی از آن است که

¹ Patrik

² Gepp et al.

³ Eksi

⁴ Unegbau and Aefila

روش جریان وجوه نقدی نسبت به روش مدل امتیاز Z از قابلیت بالاتر و دقیق‌تری برای پیش‌بینی شرکت‌ها برخوردار است.

بائر و اگاروال^۵ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس انگلستان از سال ۱۹۷۹-۲۰۰۹ با استفاده از تکنیک مشخصه عملکرد سیستم^۶ نشان می‌دهند که مدل‌های مخاطره از مزیت بالایی نسبت به سایر دیدگاه‌ها و مدل‌هاست

راما لینگودا^۷ (۲۰۱۴) در مطالعه‌ی خود با این پیش‌فرض که سهامداران دارای اهداف بلندمدت نسبت به سایر سهامداران شرکت اطلاعات بیشتر دارند، نشان می‌دهد که این سهامداران می‌توانند یک فصل زودتر این پدیده را پیش‌بینی کنند و اقدام به فروش بخش اعظمی از سهام خود می‌کنند و این پیش‌بینی آن‌ها در مقایسه با شرکت‌هایی که دچار آشفتگی مالی شده‌اند، بیشتر است؛ در واقع این گونه سهامداران در شرکت‌های در شرف ورشکستگی، پیش‌بینی بهتری نسبت به شرکت‌هایی که دچار آشفتگی مالی‌اند؛ دارند.

نخستین پژوهش در حوزه‌ی پیش‌بینی ورشکستگی در ایران توسط رسول‌زاده (۱۳۸۰) انجام گرفته است. وی در مقاله‌ی خود کاربرد مدل آلتمن در شرکت‌های بورس اوراق بهادار را مورد بررسی قرار داد و پیش‌بینی درست شرکت‌های ورشکسته معادل ۷۵ درصد را طی دوره‌ی ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۸ به اثبات رساند. قدیری مقدم و همکاران (۱۳۸۸) توانایی پیش‌بینی مدل‌های آلتمن و اهلسون را در پیش‌بینی ورشکستگی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج تحقیق حاکی از این امر است که مدل پیش‌بینی اهلسون و مدل استخراج شده، طبق روش رگرسیون لجستیک از دقت پیش‌بینی بالاتری برخوردار است.

انصاری و همکاران (۱۳۹۲) برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از روش‌های اسپرینگ و فالمر مبتنی بر اطلاعات ۹۰ شرکت برای سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ استفاده کردند. نتایج نشان می‌دهد که مدل فالمر از مدل اسپرینگ، محافظه‌کارانه‌تر عمل می‌کند.

علیزاده و همکاران (۱۳۹۴) برای پیش‌بینی ورشکستگی از روش پرسپترون چندلایه با نظارت الگوریتم ژنتیک استفاده کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان

⁵ Bauer and Agarwal

⁶ Receiver Operating Characteristics

⁷ Ramalingegowda

می‌دهد شبکه‌ی عصبی پرسپترون چندلایه با نظارت الگوریتم ژنتیک در پیش‌بینی ریسک ورشکستگی، بهتر از دو مدل کلاسیک است و می‌تواند با دقت ۹۷/۶ درصد پیش‌بینی انجام دهد.

بانی و مهرپویان (۱۳۹۴) در پژوهش خود برای آزمون فرضیات و تعیین وابستگی میان اجزای سرمایه‌ی فکری و ارتباط آن‌ها با ریسک ورشکستگی شرکت از مدل ضریب همبستگی پیرسون و برای آزمون نرمال بودن متغیرها از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف استفاده شده است. نتایج پژوهش حاکی از این است که سرمایه‌ی فکری و اجزای آن با ریسک ورشکستگی شرکت‌ها رابطه‌ی معکوس و معناداری دارد.

۳- روش پژوهش

در پژوهش زیر برای دستیابی به هدف، متغیر کارایی از روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه می‌شود و در کنار سایر متغیرهای توضیحی وارد مدل می‌شود؛ سپس از طریق آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف، آزمون نرمالیتی روی داده‌های تحقیق انجام می‌شود و برای انتخاب متغیرهای نهایی متغیرهایی که توان تفکیک شرکت‌های سالم از ورشکسته را داشته باشند، از طریق آزمون برابری میانگین انتخاب می‌شوند و در نهایت برای بررسی نقش متغیر کارایی در دقت پیش‌بینی مدل، مدل رگرسیون پنل لاجیت یک بار بدون متغیر کارایی و بار دیگر با حضور متغیر کارایی برآزش می‌شود. در این پژوهش، از اطلاعات ۳۶ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران، طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۳ استفاده شده و نمونه‌ی تحقیق شامل اطلاعات شرکت‌های تولیدی فعال در بورس اوراق بهادار تهران است.

۳-۱- تعریف متغیرها

در این تحقیق از ۲۴ نسبت مالی به عنوان متغیرهای توضیحی استفاده می‌شود که این متغیرها شامل شاخص‌های ثبات، رشد، سودآوری، فعالیت و کارایی هستند. متغیر وابسته برای تفکیک شرکت‌های ورشکسته از شرکت‌های سالم طبق ماده‌ی ۱۴۱ قانون تجارت است. طبق ماده‌ی ۱۴۱ قانون تجارت، اگر بر اثر زیان‌های وارد شده به شرکت، سرمایه‌ی شرکت حداقل به نصف کاهش یابد، هیئت مدیره مکلف است تا مجمع عمومی فوق‌العاده تشکیل دهد و صاحبان سهام را دعوت کند تا

انحلال یا بقای شرکت مورد رأی و بررسی قرار بگیرد. متغیرهای توضیحی در این تحقیق در چهار گروه شاخص ثبات، سودآوری، فعالیت، رشد و کارایی به شرح زیر ارزیابی می‌شود

۳-۱-۱- شاخص‌های ثبات: شامل متغیرهای $X1$ نسبت بدهی، $X2$ نسبت بدهی بلندمدت، $X3$ نسبت آنی، $X4$ نسبت کل حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها، $X5$ نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، $X6$ نسبت موجودی نقد و شبه نقد (سپرده‌های بانکی، اوراق مشارکت و نظایران) تقسیم بر بدهی‌های جاری است.

۳-۱-۲- شاخص سودآوری: شامل متغیرهای $X7$ نسبت درآمد خالص به هزینه‌های مالی، $X8$ نسبت سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی‌ها، $X9$ سود قبل از هزینه مالی و مالیات به خالص فروش، $X10$ هزینه‌ی مالی به کل فروش، $X11$ نسبت افزایش در سود خالص عملیاتی، $X12$ سود خالص قبل از کسر مالیات به سود خالص عملیاتی است.

۳-۱-۳- شاخص رشد: شامل نسبت‌های $X13$ نرخ رشد کل دارایی‌ها، $X14$ نرخ رشد فروش، $X15$ نسبت افزایش در هزینه‌های مالی، $X16$ بازده کل دارایی‌ها است.

۳-۱-۴- شاخص فعالیت: شامل نسبت‌های $X17$ نسبت گردش موجودی کالا، $X18$ نسبت گردش حساب‌های دریافتی، $X19$ نسبت گردش کل دارایی‌ها هستند.

۳-۱-۵- شاخص کارایی: شامل متغیرهای $X20$ بازده متغیر به مقیاس (کارایی متغیر)، $X21$ بازده ثابت به مقیاس (کارایی ثابت)، $X22$ کارایی با الگوی جمعی، $X23$ کارایی با بازده ثابت به مقیاس (اندرسون - پیترسون)، $X24$ کارایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس (اندرسون - پیترسون) است.

۳-۲- معرفی الگو

۳-۲-۱- مدل تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها، ابزاری کارآمد برای ارزیابی کارایی است که برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری با تنظیمات ورودی و خروجی چندگانه استفاده می‌شود. در این روش، سطح کارایی نسبت به یک مرز امکانات اندازه‌گیری

می‌شود. مرز امکانات تشکیل شده به وسیله‌ی ترکیبات خطی سؤال‌ی از واحدهای تصمیم‌گیری و تعیین کردن کوچک‌ترین ورودی مورد استفاده برای رسیدن به یک سطح خروجی معین لازم است (هونو و لیانگ، ۲۰۰۰). در ابتدا فارل با یک ورودی و یک خروجی کارایی را اندازه‌گیری کرد؛ سپس چارنز، کوپر و رودز با توسعه‌ی دیدگاه فارل الگویی ارائه کرد که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. فرض کنید یک سازمان برای تولید S خروجی (y_r) ، m ورودی (x_i) را مصرف می‌کند و هزینه‌ی ورودی \bar{a}_m و قیمت خروجی r ام بر حسب واحد پول به ترتیب برابر v_i و u_r است. در این صورت کارایی اقتصادی این سازمان (کارایی واحد زام) بدن صورت قابل محاسبه است:

$$\frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (1)$$

محاسبه‌ی کارایی از طریق فرمول فوق امکان‌پذیر نیست؛ زیرا قیمت خروجی‌ها و هزینه‌ی ورودی‌ها معمولاً نامعلوم است؛ از این رو برای محاسبه‌ی کارایی از فرمول فوق نمی‌توان استفاده کرد (چارنز و همکاران، ۱۹۷۸). برای رفع مشکل مدل فوق چارنز، کوپر و رودز اولین مدل تحلیل پوششی داده‌ها، یعنی چارنز، کوپر و رودرز را ارائه کردند. در مدل چارنز، کوپر و رودرز ارزیابی یک واحد تصمیم‌گیرنده بدین صورت است:

$$\begin{aligned} & \text{MIN } \theta \\ & \text{subject to } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{j\theta} \geq x_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{j\theta} \leq y_0 \\ & \lambda_j \leq 0, j=1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

در مدل بنکر، چارنز، کوپر ارزیابی یک واحد تصمیم‌گیرنده به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} & \text{MIN } \emptyset \\ & \text{subject to } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{j\emptyset} \geq \emptyset x_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{j\emptyset} \leq y_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \leq 0, j=1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

مدل جمعی، مدلی است که کاهش ورودی‌ها و خروجی‌ها را به‌طور هم‌زمان مورد توجه قرار می‌دهد. این مدل، توسط چارنز، کوپر، گولانی، سیفورد و استوتس ارائه شد. شکل کلی این مدل به صورت زیر است :

$$\min z_0 = - \sum_{r=1}^s s_r^+ - \sum_{i=1}^m s_i^-$$

s.t:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \quad r=1,2,\dots,s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0} \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \theta \quad \text{آزاد در علامت}$$

$$j=1,2,\dots,n \quad (۴)$$

مسأله‌ی اولیه این مدل، فرم پوششی نامیده می‌شود. در این مدل s_r^+ متغیرهای کمکی مربوط به محدودیت r ام خروجی و s_i^- متغیر کمکی مربوط به محدودیت i ام ورودی را بیان می‌کند. واحد تحت بررسی زمانی کارا است که مقدار z_0^+ برابر صفر و یا به عبارت دیگر مقدار تمامی متغیرهای کمکی در جواب بهینه صفر شود. و یک واحد وقتی غیرکارا می‌شود اگر متغیرهای غیرکمکی غیرصفر گردند. متغیرهای کمکی بیانگر منابع یا میزان عدم‌کارایی در ورودی‌ها و خروجی‌های متناظر با محدودیت‌های آن‌ها است. با تکرار این فرآیند حل برای n بار، کارایی n واحد به دست می‌آید.

۳-۲-۲- مدل رگرسیون لجستیک

رگرسیون لجستیک، یک مدل آماری برای متغیرهای وابسته‌ی دو بُعدی مانند بیماری یا سلامت، مرگ یا زندگی، ورشکسته شدن یا نشدن و ... است این مدل، یک مدل خطی تعمیم یافته است که از تابع لوجیت به عنوان تابع پیوند استفاده می‌کند و جمله خطای آن از توزیع چند جمله‌ای پیروی می‌کند. در این روش، احتمال وقوع y تابعی خطی از متغیرهای توضیحی نیست؛ بلکه این احتمال تابع

توزیع لجستیک دارد.^۸ برای تخمین این مدل از تخمین زنده‌ی حداکثر راست‌نمایی استفاده می‌شود در این روش برآوردی و از تخمین زنده‌های خطی نمی‌توان استفاده کرد. مدل پانل لاجیت بصورت زیر تصریح می‌شود:

$$p(z) = \frac{1}{1+e^{-z}} = \frac{1}{1+e^{-(a+b_1x_1+\dots+b_nx_n)}} \quad i=1,\dots,n \quad (5)$$

x_{it} متغیرهای مستقل، a, b_i پارامترهای برآوردی مدل، $p(z)$ همواره عددی بین صفر و یک است.

در مقاله‌ی حاضر به دلیل ترکیب داده‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی (به صورت پانل) و وجود متغیر وابسته به صورت گسسته از روش پانل لوجیت استفاده می‌شود. مدل پانل لوجیت به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$y_{it}^* = \xi_i + x_{it-1}\beta + \mu_{it} \quad (6)$$

متغیر پنهان y_{it}^* ، برای توصیف وضعیت شرکت‌ها در زمان t استفاده می‌شود. همه‌ی متغیرها توسط یک i (مقاطع انفرادی $(i=1,\dots,n)$) و یک t (مدت زمان) نشان داده شده‌اند. ξ_i بیانگر اثرات فردی و μ اختلالات تصادفی است. متغیرهای توضیحی مدل‌های پانل دیتا برای متغیرهای وابسته گسسته، تصریحات مدل را از طریق حذف کردن تورش متغیرهای حذف شده کنترل می‌کند؛ در واقع در مدل پانل دیتا به صورت یک بردار چند بعدی ترکیب می‌شوند که در اینجا به صورت یک بردار که همان شاخص‌های انتخاب شده مالی هستند، ترکیب می‌شوند.^۹ زمانی که اثرات معین انفرادی مشاهده نشده با متغیرهای توضیحی همبسته می‌شود این تورش ایجاد می‌شود؛ بنابراین تشخیص بین مدل اثرات ثابت (هیچ رابطه‌ای بین اثرات انفرادی و متغیرهای توضیحی در نظر نمی‌گیرد) و مدل اثرات تصادفی (تابعی از این رابطه بین اثرات انفرادی و متغیرهای توضیحی را مشخص می‌کند) ضروری است. در این مطالعه، مدل اثرات ثابت همگرا نمی‌شود؛ بنابراین مدل اثرات تصادفی انتخاب می‌شود.

⁸ Hil et al.

⁹ Green

۴- تخمین و تجزیه و تحلیل الگو

۴-۱- محاسبه‌ی کارایی

تحلیل پوششی داده‌ها، روشی مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است که روش غیرنرمال نیز نامیده می‌شود. در این روش، منحنی مرز کارا از یک سری نقاط که به وسیله‌ی برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ایجاد می‌گردد. از دو فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس و بازده متغیر نسبت به مقیاس برای تعیین نقاط استفاده می‌شود. روش برنامه‌ریزی خطی بعد از یک سری بهینه‌سازی مشخص می‌کند که آیا واحد تصمیم‌گیرنده مورد نظر روی خط کارایی قرار گرفته است یا خارج از آن قرار دارد؟ و از این طریق واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تشخیص داده می‌شوند. برای تحلیل کارایی شرکت‌ها از متغیرهای ورودی و خروجی استفاده می‌شود. از این‌رو در این پژوهش از متغیرهای دارایی کل، بدهی کل و هزینه‌های فروش به عنوان متغیرهای ورودی و از درآمد حاصل از فروش به عنوان متغیر خروجی استفاده می‌شود. از طریق نرم افزار EMS کارایی شرکت‌ها از طریق مدل‌های چارنز، کوپر و رودرز و بنکر، کوپر و چارنز و الگوی جمعی و اندرسون پیترسون محاسبه شده است. سطح کارایی در بازه صفر و یک است که هرچه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد، شرکت کارا تر است.

۴-۲- آزمون نرمالیتی

آزمون کولموگوروف- اسمیرنوف یکی از معیارهای اصلی برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب از بین آزمون‌های پارامتریک و ناپارامتریک است. اگر داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار باشند از آزمون پارامتریک و در غیر این صورت از آزمون ناپارامتریک استفاده می‌شود. آزمون مذکور در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام می‌شود. اگر مقدار حد نهایی احتمال بزرگتر از ۵ درصد باشد، توزیع داده‌ها نرمال است و از آزمون پارامتریک استفاده می‌شود. در نهایت با مقایسه‌ی مقدار حد نهایی احتمال با سطح معنی‌داری ۵ درصد نتایج حاکی از آن است که به جز متغیر سود قبل از هزینه‌ی مالی و مالیات به خالص فروش (X9) سایر متغیرها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. نتایج در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون نرمالیتی برای متغیرهای الگو

متغیرها	شرح	آزمون نرمالیتی
X_1	نسبت بدهی	۵/۱۱۶(۰/۱۰۰)
X_2	نسبت بدهی بلندمدت	۳/۶۹۳(۰/۱۰۰)
X_3	نسبت آنی	۶/۴۵۶(۰/۱۰۰)
X_4	کل حقوق صاحبان سهام به کل بدهی ها	۱/۹۲۵(۰/۱۰۰)
X_5	سرمایه در گردش به کل دارایی ها	۲/۱۷۷(۰/۱۰۰)
X_6	نسبت موجودی نقد و شبه نقد تقسیم بر بدهی‌های جاری	۳/۰۴۲(۰/۱۰۰)
X_7	درآمد خالص تقسیم بر هزینه‌های مالی	۲/۱۸۱۴(۰/۱۰۰)
X_8	سود قبل از هزینه‌ی مالی و مالیات به کل دارایی‌ها	۲/۲۱۸(۰/۱۰۰)
X_9	سود قبل از هزینه‌ی مالی و مالیات به خالص فروش	۰/۹۷۸(۰/۲۹۴)
X_{10}	هزینه‌های مالی به کل فروش	۳/۵۰۳(۰/۱۰۰)
X_{11}	نسبت افزایش در سود خالص عملیاتی	۶/۱۴۸(۰/۱۰۰)
X_{12}	سود خالص قبل از کسر مالیات به سود خالص عملیاتی	۵/۵۳۳(۰/۱۰۰)
X_{13}	نرخ رشد کل دارایی‌ها	۵/۲۱۳(۰/۱۰۰)
X_{14}	نرخ رشد فروش	۵/۷۶۶(۰/۱۰۰)
X_{15}	نسبت افزایش در هزینه‌های مالی	۵/۹۶۱(۰/۱۰۰)
X_{16}	نسبت سود خالص قبل از کسر مالیات به کل دارایی‌ها	۱/۵۶۳(۰/۱۰۱۵)
X_{17}	نسبت گردش موجودی کالا	۴/۸۲۰(۰/۱۰۰)
X_{18}	نسبت گردش حساب‌های دریافتی	۴/۱۸۸۰(۰/۱۰۰)
X_{19}	نسبت گردش کل دارایی‌ها	۴/۱۹۰(۰/۱۰۰)
X_{20}	بازده متغیر به مقیاس (کارایی متغیر)	۷/۵۰۳(۰/۱۰۰)
X_{21}	بازده ثابت به مقیاس (کارایی ثابت)	۲/۱۰۴(۰/۱۰۰)
X_{22}	کارایی با الگوی جمعی	۴/۸۲۹(۰/۱۰۰)
X_{23}	کارایی با بازده ثابت به مقیاس (اندرسون-پیترسون)	۲/۳۵۲(۰/۱۰۰)
X_{24}	کارایی با بازده متغیر به مقیاس (اندرسون-پیترسون)	۲/۳۸۵(۰/۱۰۰)

مأخذ: محاسبات پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS

■ نرمال

□ غیر نرمال

۴-۳- آزمون برابری میانگین‌های متغیرها

برای مقایسه برابری میانگین‌های دو جامعه (شرکت‌های ورشکسته و شرکت‌های سالم) باید دو جامعه مورد آزمون قرار بگیرند تا متغیرهایی انتخاب شوند که بین شرکت‌های ورشکسته و سالم در آن‌ها تفاوت معناداری وجود داشته باشد؛ و توان تفکیک شرکت‌های ورشکسته و سالم را داشته باشند. با توجه به نتایج جدول (۱)، از آزمون t برای متغیرهای دارای توزیع نرمال و از آزمون من-ویتنی برای متغیرهای غیرنرمال در سطح معنی داری ۵ درصد برای مقایسه میانگین‌ها

استفاده می‌شود. با توجه به مقادیر حد نهایی احتمال برای متغیرهای مورد آزمون و مقایسه‌ی آن‌ها با سطح معناداری ۵ درصد، متغیرهایی که در هر سال میانگین شرکت‌های ورشکسته و سالم در آن‌ها اختلاف معناداری ندارند، مشخص می‌شود. نتایج در جدول (۲) ارائه شده است و حاکی از آن است که متغیرهای X_2 ، X_3 ، X_4 ، X_5 ، X_6 ، X_7 ، X_8 ، X_{12} ، X_{13} ، X_{14} ، X_{16} ، X_{21} و X_{23} مورد تأیید است.

جدول ۲: نتایج آزمون برابری میانگین برای متغیرهای الگو

متغیرها	شرح	مقادیر آزمون t / من ویتنی
X_1	نسبت بدهی	-۰/۱۷۹ (۰/۸۵۸)
X_2	نسبت بدهی بلندمدت	-۵/۴۷۰ (۰/۰۰۰)
X_3	نسبت آنی	-۵/۵۸۰ (۰/۰۰۰)
X_4	کل حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها	-۷/۱۲۴ (۰/۰۰۰)
X_5	سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها	-۶/۶۳۷ (۰/۰۰۰)
X_6	نسبت موجودی نقد و شبه نقد تقسیم بر بدهی‌های جاری	-۳/۰۹۲ (۰/۰۰۲)
X_7	درآمد خالص تقسیم بر هزینه‌های مالی	-۶/۴۲۹ (۰/۰۰۰)
X_8	سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی‌ها	-۵/۸۲۷ (۰/۰۰۰)
X_9	سود قبل از هزینه مالی و مالیات به خالص فروش	-۵/۸۹۰ (۰/۰۰۰)
X_{10}	هزینه‌های مالی به کل فروش	-۱/۳۵۷ (۰/۱۷۵)
X_{11}	نسبت افزایش در سود خالص عملیاتی	-۰/۵۹۸ (۰/۵۵۰)
X_{12}	سود خالص قبل از کسر مالیات به سود خالص عملیاتی	-۲/۰۴۲ (۰/۰۴۱)
X_{13}	نرخ رشد کل دارایی‌ها	-۲/۲۸۵ (۰/۰۲۲)
X_{14}	نرخ رشد فروش	-۱/۹۵۹ (۰/۰۵۰)
X_{15}	نسبت افزایش در هزینه‌های مالی	-۰/۶۷۶ (۰/۴۹۹)
X_{16}	نسبت سود خالص قبل از کسر مالیات به کل دارایی‌ها	-۶/۷۵۲ (۰/۰۰۰)
X_{17}	نسبت گردش موجودی کالا	-۰/۰۷۲ (۰/۹۴۳)
X_{18}	نسبت گردش حساب‌های دریافتی	-۰/۳۵۹ (۰/۷۲۰)
X_{19}	نسبت گردش کل دارایی‌ها	-۱/۲۷۴ (۰/۲۰۳)
X_{20}	بازده متغیر به مقیاس (کارایی متغیر)	-۱/۷۵۳ (۰/۰۸۰)

X_{21}	بازده ثابت به مقیاس (کارایی ثابت)	(۰/۰۲۸) (۲/۱۹۰-)
X_{22}	کارایی با الگوی جمعی	(۰/۰۳۲) (۰/۹۷۵-)
X_{23}	کارایی با بازده ثابت به مقیاس (اندرسون-پیترسون)	(۰/۰۲۱) (۲/۳۰۷-)
X_{24}	کارایی با بازده متغیر به مقیاس (اندرسون-پیترسون)	(۰/۰۰۹) (۲/۵۹۴-)

مأخذ : محاسبات پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS

۴-۴- روش پنل دیتا لاجیت در ارزیابی ورشکستگی شرکت‌ها

با توجه به اینکه هدف اصلی مقاله‌ی حاضر، تعیین نقش کارایی در بررسی عوامل مؤثر بر ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار است، جهت تعیین مدل و بررسی آن از اطلاعات جدول (۲) استفاده می‌شود. جدول فوق بیانگر این است که در داده‌های پنل متغیر کارایی توان تفکیک شرکت‌های سالم و ورشکسته را دارد. برای این که بتوان نقش کارایی را در الگو نشان داد، مدل لاجیت، یک‌بار بدون به کار بردن متغیر کارایی و بار دیگر با استفاده از متغیر کارایی برآورد می‌شود. قبل از ورود به بحث تخمین و تجزیه و تحلیل مدل، لازم است در ابتدا این مسأله که چرا مطالعه‌ی حاضر به صورت پانل مورد مطالعه قرار می‌گیرد؛ به عبارت دیگر، آیا شرکت‌های مورد بررسی همگن هستند یا خیر؟ در صورتی که همگن باشند به سادگی می‌توان از روش حداقل مربعات معمولی استفاده کرده در غیر این صورت ضرورت استفاده روش پانل (اثرات ثابت) ایجاب می‌شود. با انجام آزمون چاو مقدار آماره آزمون برابر با ۹۴/۰۶ شده و احتمال آن برابر با صفر برآورد می‌شود، که نشان از این است که فرض صفر مبنی بر تلفیقی بودن داده‌ها رد می‌شود و فرض مقابل اثرات ثابت به ناچار پذیرفته می‌شود. از طرف دیگر آماره آزمون بروس پاگان برابر ۲۵/۱۸ و مقدار حد نهایی احتمال آن برابر با صفر است که بیانگر این موضوع است که با اطمینان بالایی می‌توان فرضیه‌ی صفر را رد کرد؛ بنابراین به ناچار فرضیه‌ی مقابل مبنی بر اثرات تصادفی مورد پذیرش قرار می‌گیرد و در نهایت برای انتخاب روش تخمین بین الگو اثرات ثابت و اثر تصادفی از آزمون هاسمن استفاده می‌شود که آماره آزمون برابر ۲۸/۹۵ و احتمال آن برابر با ۰/۰۱ برآورد می‌شود. در نتیجه فرضیه‌ی صفر مبنی بر اثرات تصادفی رد شده و از روش اثرات ثابت مورد تأیید قرار می‌گیرد. نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳: پیش‌آزمون برای الگوی پانل

P-Value	آماره	آزمون
۰/۰۰۰	۹۴/۰۶	چاو
۰/۰۰۰	۲۵/۱۸	بروش پاکان
۰/۰۱۰	۲۸/۹۵	هاسمن

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم افزار Eviews

۴-۴-۱- تجزیه و تحلیل الگوی پنل لاجیت با اثرات ثابت

براساس نتایج جدول (۲) متغیرهای توضیحی موجود در الگو قابلیت تفکیک شرکت‌ها به دو گروه ورشکسته و سالم را دارند. از آن جایی که هدف اصلی این پژوهش اثبات نقش کارایی و تأثیر حضور آن در مدل است، از این‌رو مدل یک‌بار با حضور متغیر کارایی و بار دیگر بدون حضور این متغیر اجرا می‌شود تا نقش متغیر کارایی در مدل بررسی شود. در بررسی و اجرای مدل باید به این نکته توجه شود که تغییرهای توضیحی که در مدل حضور پیدا می‌کنند باید هر کدام از دسته‌های متفاوتی باشند به این معنی که در دسته‌بندی متغیرهای توضیحی، متغیرها به چهار دسته‌ی ثبات، سودآوری، رشد و فعالیت تقسیم می‌شدند و متغیرهایی که در مدل حضور پیدا می‌کنند، باید هر کدام از دسته‌های متفاوتی باشند تا از هم خطی بین آن‌ها جلوگیری شود.^{۱۰} بنابراین تجزیه و تحلیل الگوی پنل لاجیت در قالب سناریوهای زیر معرفی می‌شود.

۴-۴-۱-۱- الگوی اول بدون حضور متغیر کارایی

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_2 + \beta_2 x_8 + \beta_3 x_{13} + \varepsilon \quad (7)$$

با استفاده از روش پنل دیتا لاجیت نتایج الگو بدین شرح در جداول (۴) ارائه شده است.

^{۱۰} نتایج آزمون VIF برای هم‌خطی جهت تلخیص در مطلب ارائه نشده است.

جدول ۴: الگوی اول پنل لاجیت بدون متغیر کارایی

متغیر	ضریب	S.E	آماره Z	P-Value
X2 نسبت بدهی بلندمدت	-۲/۸۸	۱/۹۵	-۱/۴۸	۰/۱۴۰
X8 سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی ها	۵/۲	۲/۴۲	۲/۱۷	۰/۰۳۰
X13 نرخ رشد کل دارایی ها	-۰/۱۸	۰/۱۹۱	-۰/۹۶	۰/۳۳۸
۰/۰۸۰۲ = حد نهایی احتمال				۶/۷۵ = آماره کای دو

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم افزار stata

با توجه به جدول ۴ ضریب X8 در سطح ۰/۰۵ معنادار است.؛ هم‌چنین متغیرهای X2 و X13 نیز حضورشان در الگو برای شناسایی عوامل مهم بر ورشکستگی مؤثر است. در رگرسیون لجستیک مانند رگرسیون معمولی، معنادار بودن ضریب یک متغیر مستقل را می‌توان آزمون کرد؛ بدین منظور از آماره آزمون والد استفاده می‌شود. این آماره، دارای توزیع کای دو با درجه آزادی یک است. بر این اساس تأثیر ورود متغیرهای مستقل در بهبود مدل ارزیابی می‌شود. رد فرض H_0 مبنی بر بی‌اثر بودن متغیرهای مستقل منجر به معناداری مدل برازش شده، خواهد شد. از این‌رو تأثیر ورود متغیر کارایی به عنوان متغیر مستقل در بهبود مدل سنجیده می‌شود (شیرین بخش، ۱۳۹۰).

۴-۱-۲- الگوی اول با متغیر کارایی (Logit - E)

الگوی لاجیت در این قسمت به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \beta_2 X_8 + \beta_3 X_{13} + \beta_4 X_{21} + \varepsilon \quad (۸)$$

با استفاده از روش پنل دیتا لاجیت نتایج الگو بدین شرح در جداول (۵) ارائه شده است:

جدول ۵: الگوی اول پنل لاجیت با متغیر کارایی

متغیر	ضریب	S.E	آماره Z	P-Value
X2 نسبت بدهی بلندمدت	-۳/۷۰	۲/۲۱	-۱/۶۷	۰/۰۹۵
X8 سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی‌ها	۶/۶۳	۲/۶۴	۲/۵۱	۰/۰۱۲
X13 نرخ رشد کل دارایی ها	-۰/۰۹	۰/۱۲۴	-۰/۷۳	۰/۴۶۴
بازده ثابت به مقیاس (کارایی ثابت)	-۱۱/۱۴	۳/۴۸	-۳/۲۰	۰/۰۰۱
۰/۰۰۱=حد نهایی احتمال				۲۳/۸=آماره کای دو

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم افزار stata

با توجه به جدول فوق متغیرهای x8 و x21 در سطح ۰/۰۵ معنادار هستند. X21 متغیر کارایی با بازده ثابت نسبت به مقیاس است و در کنار سایر متغیرهای توضیحی در قالب مدل پنل دیتا لاجیت معنادار شد. آماره برازندگی مدل با ورود متغیر کارایی معنادار شد و مدل برازش شده بهبود یافت. نتایج حاصل با مطالعات اکسو و وانگ (۲۰۰۹) و همچنین در مطالعات داخلی با مطالعه قربانی (۱۳۹۰) همسو است.

۵- نتیجه‌گیری

درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها، باعث هدر رفتن منابع و عدم بهره‌گیری از فرصت‌های سرمایه‌گذاری می‌شود. پژوهشگران با بررسی عوامل مؤثر بر ورشکستگی، می‌توانند شرکت‌ها را نسبت به وقوع ورشکستگی آگاه کنند تا با توجه به این هشدارها، سیاست مناسبی را اتخاذ نمایند. از سوی دیگر فعالان بازار سرمایه و بازار پول، نیازمند آگاهی و دانش نسبت به وضعیت مالی شرکت‌های موجود هستند؛ بنابراین در مقاله‌ی حاضر ابتدا با استفاده از داده‌های ۳۶ شرکت تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، طی دوره‌ی ۱۳۹۳-۱۳۸۸ به استخراج نسبت‌های مالی پرداخته می‌شود و با استفاده از آزمون‌های آماری، متغیرهایی که قدرت بیشتری در تفکیک شرکت‌های در مانده از شرکت‌های سالم

را دارند انتخاب می‌شوند؛ سپس ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از رگرسیون پنل لاجیت، بررسی شده است. در روند تحقیق از ۲۴ متغیر، به عنوان متغیرهای توضیحی استفاده شده است. بعد از برازش مدل و بررسی معناداری هر یک از متغیرها به این نتیجه رسیدیم که متغیرهای نسبت‌های مالی، نسبت آنی، نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، نسبت سود قبل از هزینه‌ی مالی و مالیات به کل دارایی‌ها و نسبت بازده کل دارایی‌ها در مقایسه با سایر متغیرهای توضیحی تأثیر بیشتری در معناداری مدل دارد و از بین متغیرهای کارایی متغیر کارایی با بازده ثابت نسبت به مقیاس در مدل معنادار شد. در تمامی حالات قابل بررسی متغیر کارایی در مدل معنادار شد و علاوه بر این کل مدل را نیز از لحاظ برازش مدل معنادار شد.

فهرست منابع

- ابطحی، سید حسین و بابک کاظمی. (۱۳۷۴). بهره‌وری. چاپ دوم، تهران: مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۹.
- امامی میبدی، علی. (۱۳۸۴). اصول و اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری. چاپ دوم، تهران: مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
- انصاری، عبدالمهدی، مهدی علی نژاد ساروکلائی و اکبر رحیمی پور. (۱۳۹۲). بررسی کاربرد مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی فالمر و اسپرینگیت در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. دوره ۲، شماره ۲ - شماره پیاپی ۳، زمستان ۱۳۹۲، صص ۸۱-۱۰۰.
- بانی، محمود و هما مهرپویان. (۱۳۹۴). بررسی ارتباط سرمایه فکری و اجزای آن با ریسک ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طبق مدل آلتمن. کنفرانس بین‌المللی اقتصاد مدیریت و علوم اجتماعی. اسپانیا.
- بروکز، کریس. (۱۳۸۹). مقدمه‌ای بر اقتصاد سنجی مالی. دکتر احمد بدری و عبدالمجید عبدالباقی. تهران: نص، صص ۳۱۶.
- پورزمانی، زهرا و آریتا جهانشاد. (۱۳۸۸). «پیش‌بینی وضعیت مالی و اقتصادی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی مبتنی بر سودآوری، جریان‌های نقدی و رشد». پژوهش‌نامه حسابداری مالی و حسابرسی، صص ۲۰-۸.
- پیمان، سید حسین. (۱۳۷۴). بهره‌وری و مصداق‌ها. چاپ اول، تهران: سازمان اقتصادی کوثر، ۳۱.
- رایبیز، استیفن. (۱۳۸۴). تئوری سازمان. سید مهدی الوانی و حسن دانایی فرد، چاپ دهم، تهران: صفار، ۴۹.
- رحمدل، منصور. (۱۳۸۶). «ورشکستگی به تقصیر». فصل‌نامه‌ی حقوق: ۱، ۲۶-۴۵.
- رسول‌زاده، مهدی. (۱۳۸۰). «کاربرد مدل آلتمن در وضعیت ورشکستگی شرکت‌ها». ماهنامه تدبیر، چاپ سیزدهم، ۱۲۰: صص ۲۷-۱۸.
- شاکری، عبدالرضا. (۱۳۸۲). بررسی کاربرد مدل اسپرینگ برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه معارف اسلامی و مدیریت دانشگاه امام صادق (ع).

- شیخی، خالد و رسول یاری. (۱۳۹۲). «بررسی قابلیت نسبت‌های مالی در پیش بینی توقف فعالیت شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (۱۳۸۷-۱۳۷۷) بر اساس مدل زواگین». فصلنامه‌ی پژوهشنامه اقتصادی، سال سیزدهم، ۵۰: صص ۱۶۹-۱۹۰.
- شیرین‌بخش، شمس اله و ندا یوسفی. (۱۳۹۰). «عوامل مؤثر بر احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات اعتباری بانک‌ها». فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۱۲: ۱۴.
- طاهری، شهنام. (۱۳۷۸). بهره‌وری و تجزیه آن در سازمان‌ها (مدیریت و بهره‌وری فراگیر). تهران: هستان.
- علیزاده، وحید، احمدرضا قاسمی و روح الله رهنما فلاورجانی. (۱۳۹۴). ارائه مدلی برای پیش‌بینی ریسک ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با نظارت الگوریتم ژنتیک. کنفرانس ملی رویکردهای نوین در علوم مدیریت، اقتصاد و حسابداری. موسسه علمی تحقیقاتی کومه علم آوران دانش. مازندران.
- فراهانی قائم مقام. (۱۳۶۸). حقوق و تجارت، ورشکستگی و تصفیه. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- قدیری مقدم ابوالفضل، محمد مسعود غلام پور فرد، و فرزانه نصیرزاده. (۱۳۸۸). بررسی توانایی مدل‌های پیش بینی ورشکستگی آلتمن و اهلسون در پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار. دانش و توسعه، دوره ۱۶، شماره ۱۹۳: ۲۸-۲۲۰.
- محمد قربانی، وحید. (۱۳۹۰). پیش‌بینی درماندگی مالی با به کار بردن کارایی به‌عنوان یک متغیر پیش بینی‌کننده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سمنان، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری.
- Bauer, J. & V. Agarwal. (2014). Are Hazard Models Superior to Traditional Bankruptcy Prediction Approaches? A Comprehensive Test. *Journal of Banking & Finance*, 40: 432-442.
- Chatterjee, S. & B. Price. (1991). *Regression Diagnostics*. New York: John Wiley.
- Eksi, I. (2011). Classification of firm failure with classification and regression trees. *Journal of Finance and Economics*, 76: 113-120.
- Farrel, M.J. (1957). The Measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, 81-253.
- Gordon, M.J. (1971). Towards a Theory of Financial Distress. *The Journal of Finance*, 26: 347-356.

- Gepp, A. et al. (2010). Business failure prediction using decision trees. *Journal of Forecasting*, Volume29, Issue6, September 2010, 536-555
- Heshmati, A. & S.C. Kumb Kar. (1997). Estimation of Technical Efficiency in Swedish Crop Farms: A Panel Data Approach. *Journal of Agricultural Economics*, 48: 22-37.
- Hosmer, D.W. & S. Lemeshow. (2000). *Applied Logistic Regression* New York: John Wiley & Sons.
- Johnson, C.G. (1970). Ratio Analysis and Prediction of Firm Failure. *Journal of Finance*.
- Lin, T.H. (2009). A Cross Model Study of Corporate Financial Distress Prediction in Taiwan: Multiple Discriminant Analysis, Logit, Probit and Neural Networks Models. *Neuro Computing*72: 3507-3516.
- Laitinen, T. & M. Kankaapaa. (1999). Comparative Analysis of Failure Prediction Methods: The Finish Case. *The European Accounting Review*, 8(1):67-92.
- Merwin, C.L. (1942). *Financin Smal Corporations in Five Manufacturing Industries*. NewYork: National Bureau of Economic Research.
- Mosavi Shiri, M & M. Salehi. (2012). Prediction of Financial Distress in Tehran StockExchange Using DEA Approach. *Indian Journal of Science and Technology*. 5.
- Ohlson, J. (1980). Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*. 18(1): 31-109.
- Ramalingegowda, S. (2014). Evidence from Impending Bankrupt Firms that Long Horizon Institutional Investors are Informed About Future Firm Value. *Review of Accounting Studies*, Vol. 19, No. 2:1- 42.
- Shumway, T. (1999). *Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model*. Working Paper. University of Michigan Business School. USA: 1-3.
- Unegbu, A, O & J. J. Adefila. (2013). Efficacy Assessments of Z-Score and Operating Cash-Flow Insolvency Predictive Models. *Open Journal of Accounting*