Archive of SID

Financial Research Journal

Print ISSN: 1024-8153
Online ISSN: 2423-5377

Investigating and Comparing the Performance of Conventional and Hybrid Models of Predicting Financial Distress

Mohammad Javad Sadehvand *
*Corresponding Author, Ph.D. Candidate, Department of Financial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: m.j.sadehvand@gmail.com

Hashem Nikoomaram
Prof., Department of Financial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: h-nikoumaram@srbiau.ac.ir

Hasan Ghalibaf Asl
Associate Prof., Department of Financial Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: h.ghalibaf@alzahra.ac.ir

Mir Feiz Fallah Shams
Associate Prof., Department of Financial Management, Faculty of Management, Tehran Central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: mir.falahshams@iauctb.ac.ir

Abstract

Objective: Financial distress, which is defined as the uncertainty about the company's ability to meet its obligations and repay its debts, has been estimated by different models divided into three groups of fundamental models (based on accounting or financial data), structural models (based on the company's capital structure or market information) and hybrid models. Accurately predicting financial distress is still a major point of challenge for financial researchers. Scholars acknowledge that financial distress will be experienced when it happens. Therefore, the best thing to do is to initially estimate the probability of a company's financial distress. In this regard, in the current study, first, a hybrid model was presented to investigate the ability of financial distress prediction models. Next, in order to compare the hybrid model with accounting-based models, the second version of Altman's Z model known as the Z˝ model was used. To compare the hybrid model with market-based models, Merton's model was used in three groups including healthy, distressing, and distressed companies.

Methods: In this research, by reviewing past studies, 47 variables affecting financial distress, such as accounting variables, market variables, and macroeconomic indicators were identified. Afterward, considering the frequency and successful performance of these variables in past studies, 19 variables were selected. In the next step, using the Stepwise regression test, among the 19 variables, 10 variables with probability values smaller than 0.05 were chosen. Also, to determine the dependent variable, the European

www.SID.ir

Archive of SID

option pricing model (Merton's model) was used. Finally, by the use of the Multinomial logit model and identifying the relationship between the dependent and independent variables, the hybrid model for predicting financial distress was designed. In order to compare the produced hybrid model with accounting-based fundamental models, the second version of Altman's Z model known as the Z˝ model was used. To compare the hybrid model with market-based structural models, Merton's model was used. Moreover, in order to test the ability of financial distress prediction models, a sample including 100 companies listed on the Tehran Stock Exchange (TSE) or Iran FaraBourse (IFB) was selected. Then, considering the defined criteria, these companies were divided into three groups consisting of healthy, distressing, and distressed companies. Finally, the ability of the above-mentioned models in predicting financial distress was investigated.

Results: Research findings indicated that in the hybrid model, the ratios of Net Working Capital to Total Assets (WCTA), Operating Cash Flow to Total Assets (OCTA), Sales to Total Assets (STA), Net Income to Total Assets (NITA), Short-term and Long-term Debts to Equity (TLTE), Price to Earnings Per Share (P/E) and Price to Sales (P/S), and the variable of Interest Rate (INT) had significant relations with company's financial distress probability. Also, a comparison of the hybrid model and conventional models revealed that in the group of financially distressed companies, respectively, the Z˝ model with 100% accuracy, Merton's model with 85% accuracy, and the hybrid model with 90% accuracy had correctly predicted the financial situation of the companies. While, in the group of financially distressing companies, the accuracy of the Z˝ model, Merton's model, and the hybrid model in predicting the financial situation of the companies, stood at 50%, 85%, and 85%, respectively. In addition, in the group of healthy companies, these models were able to correctly predict 95%, 85%, and 90% of the companies' financial situation, respectively.

Conclusion: According to achieved results, the Z˝ model has higher predictive power on healthy and distressed companies, compared to the hybrid and Merton models. While, the hybrid and Merton models are better at predicting the financial situation of distressing companies than the Z˝ model. Therefore, considering that the performance of the market-based model of Merton in predicting the financial situation of the companies is weaker than those of the Z˝ and that the hybrid models which are mainly formed by financial or accounting ratios, and also in regard to the findings of past studies which proved the inefficiency of the stock market in Iran, it can be concluded that it is better to use accounting variables in future research in the field of predicting financial distress.

Keywords: Financial distress, Hybrid model, Merton model, Polynomial logit analysis, Z˝Altman model.

Citation: Sadehvand, Mohammad Javad; Nikoomaram, Hashem; Ghalibaf Asl, Hasan & Fallah Shams, Mir Feiz (2022). Investigating and Comparing the Performance of Conventional and Hybrid Models of Predicting Financial Distress. *Financial Research Journal*, 24(2), 214-235. https://doi.org/10.22059/FRJ.2022.330529.1007241 (*in Persian*)

Financial Research Journal, 2022, Vol. 24, No.2, pp. 214-235
Published by University of Tehran, Faculty of Management
https://doi.org/10.22059/FRJ.2022.330529.1007241
Article Type: Research Paper
© Authors
Received: September 13, 2021
Received in revised form: November 30, 2021
Accepted: February 01, 2022
Published online: August 30, 2022

www.SID.ir

Archive of SID

شاپا چاپی: ۱۰۲۴-۸۱۵۳
شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۵۳۷۷
تحقیقات مالی

بررسی و مقایسه عملکرد مدل‌های متعارف و ترکیبی در پیش‌بینی درماندگی مالی

محمدجواد ساده‌وند*

* نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: m.j.sadehvand@gmail.com

هاشم نیکومرام

استاد، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: h-nikoumaram@srbiau.ac.ir

حسن قالیباف اصل

دانشیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران. رایانامه: h.ghalibaf@alzahra.ac.ir

میرفیض فلاح شمس

دانشیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: mir.falahshams@iauctb.ac.ir

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی قدرت مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی، ضمن ارائه یک مدل ترکیبی، به بررسی مدل استخراج شده با مدل‌های Z'' آلتمن و مدل مرتون در پیش‌بینی درماندگی در سه گروه شرکت‌های سالم، در حال درماندگی و درمانده می‌پردازد.

روش: در پژوهش حاضر، پس از بررسی مطالعات گذشته، ۴۷ متغیر تأثیرگذار روی درماندگی مالی، شامل متغیرهای حسابداری، بازاری و شاخص‌های کلان اقتصادی شناسایی شد و با تأکید بر فراوانی و عملکرد موفق این نسبت‌ها در مطالعات گذشته و انجام آزمون‌های آماری، شاخص‌های نهایی انتخاب شدند. برای تعیین متغیر وابسته، از مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله اروپایی (مدل BSM) استفاده شده و در نهایت با استفاده از مدل لاجیت چندجمله‌ای و تعیین ارتباط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته، مدل ترکیبی استخراج شده است.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که دقت پیش‌بینی مدل Z''، مدل مرتون و مدل ترکیبی در گروه شرکت‌های سالم، به‌ترتیب برابر با ۱۰۰، ۸۵ و ۹۰ درصد است. برای گروه شرکت‌های درحال درماندگی دقت پیش‌بینی به‌ترتیب ۵۰، ۸۵ و ۸۵ درصد و در گروه شرکت‌های درمانده، به‌ترتیب برابر با ۹۵، ۸۵ و ۹۰ درصد برای سال مالی ۹۸ به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج پژوهش، مدل Z'' آلتمن در مقایسه با مدل‌های ترکیبی و مرتون، قدرت پیش‌بینی مناسب‌تری برای شرکت‌های سالم و درمانده دارد؛ این در حالی است که برای پیش‌بینی شرکت‌های در حال درماندگی، مدل مرتون و مدل ترکیبی در مقایسه با مدل Z'' آلتمن از عملکرد بهتری برخوردار بودند.

کلیدواژه‌ها: درماندگی مالی، مدل Z'' آلتمن، مدل تحلیل لاجیت چندجمله‌ای، مدل ترکیبی، مدل مرتون.

استناد: ساده‌وند، محمدجواد؛ نیکومرام،هاشم؛ قالیباف اصل، حسن و فلاح شمس، میرفیض (۱۴۰۱). بررسی و مقایسه عملکرد مدل‌های متعارف و ترکیبی در پیش‌بینی درماندگی مالی. *تحقیقات مالی*، ۲۴(۲)، ۲۱۴- ۲۳۵.

تحقیقات مالی، ۱۴۰۱، دوره ۲۴، شماره ۲، صص. ۲۱۴- ۲۳۵
ناشر: دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
نوع مقاله: علمی پژوهشی
© نویسندگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۶/۰۸
doi: https://doi.org/10.22059/FRJ.2022.330529.1007241

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

موفقیت بازار سرمایه در تخصیص کارآمد و بهینه منابع مالی به صنایع و بخش‌های مختلف اقتصادی در گرو این است که تأمین‌کنندگان وجوه قبل از سرمایه‌گذاری در یک بنگاه اقتصادی خاص، نسبت به زیان‌های احتمالی ناشی از درماندگی مالی و ناتوانی بنگاه اقتصادی در بازپرداخت بدهی‌های خود، اطلاعات کافی داشته باشند. هزینه‌ها و مخاطره‌های نهفته در رویداد فوق که می‌توان از آن با عنوان درماندگی مالی یاد کرد، باعث شده است این موضوع از دید ذی‌نفعان مختلف از جمله اعتباردهندگان، بانک‌ها، قانون‌گذاران، مدیران، حسابرسان، سهام‌داران، دولت‌ها و مؤسسه‌های رتبه‌بندی اعتباری مقوله حائز اهمیتی پنداشته شود و طی چهار دهه گذشته، مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی و اندازه‌گیری آن ابداع و ارائه گردد (وانگ[1]، ۲۰۱۱).

چالش پیش‌بینی دقیق درماندگی مالی شرکت، یک مشکل دیرینه در تحقیقات پیش‌بینی درماندگی مالی ایجاد کرده است. پژوهشگران به این واقعیت اذعان دارند که درماندگی مالی زمانی‌که اتفاق می‌افتد تجربه خواهد شد. بنابراین، قبل از درماندگی، بهترین کاری که می‌توان انجام داد تخمین احتمال درماندگی مالی یک شرکت است. طبق ادبیات موجود، این تخمین‌ها از طریق مدل‌های ساختاری و پیش‌بینی مختلف، با استفاده از اطلاعات مبتنی بر نسبت مالی و یا اطلاعات مبتنی بر بازار محاسبه می‌شود. در این تحقیق با بررسی مطالعات گذشته، تمامی متغیرهای تأثیرگذار روی درماندگی مالی، شامل متغیرهای حسابداری، بازاری و شاخص‌های کلان اقتصادی شناسایی می‌شوند. همچنین برای تعیین متغیر وابسته از مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله اروپایی (مدل BSM) استفاده می‌شود و در نهایت با استفاده از مدل لاجیت چندجمله‌ای و تعیین ارتباط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته، مدل ترکیبی استخراج می‌شود. همچنین طبق برآورد حاصل از مدل BSM سه حالت سالم، در حال درماندگی و سالم برای شرکت در نظر گرفته می‌شود. به‌منظور مقایسه مدل ترکیبی استخراج شده با مدل‌های مبتنی بر داده‌های حسابداری از نسخه دوم مدل Z آلتمن موسوم به مدل Z'' و برای مقایسه با مدل مبتنی بر بازار معاملات سهم از مدل مرتون استفاده شده است. برای دستیابی به هدف پژوهش، سؤال‌های زیر مطرح شده است:

۱. مدل ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی درماندگی مالی چگونه است؟
۲. کدام یک از متغیرهای حسابداری (مالی)، بازاری و اقتصاد کلان بر پیش‌بینی درماندگی مالی طبق مدل ترکیبی تأثیرگذار هستند؟
۳. آیا مدل ترکیبی در پیش‌بینی درماندگی مالی نسبت به مدل مرتون برتری دارد؟
۴. آیا مدل ترکیبی در پیش‌بینی درماندگی مالی نسبت به مدل Z'' آلتمن برتری دارد؟

نوآوری پژوهش

اغلب تحقیقات انجام شده، درماندگی مالی را به‌صورت یک متغیر دو حالته در نظر گرفته‌اند و شرکت‌ها را در یکی از دو

1. Wang

www.SID.ir

Archive of SID

طیف سالم و درمانده جای داده‌اند و وضعیت در حال درماندگی را که عامل دخیل و هشداردهندهٔ مهمی در تصمیم‌گیری‌های ذی‌نفعان بنگاه‌های اقتصادی است، نادیده گرفته‌اند. لذا با توجه به این کاستی پژوهش حاضر با استفاده از مدل لاجیت چندجمله‌ای، هر سه حالت سالم، در حال درماندگی و درمانده را بررسی کرده است. شایان ذکر است که تعداد چشمگیری از شرکت‌های پذیرفته شده در بازار سهام می‌توانند در طبقه در حال درماندگی جای داده شوند.

عمده پژوهش‌های گذشته برای پیش‌بینی درماندگی مالی از متغیرهای حسابداری استفاده کرده‌اند و دو دسته دیگر شامل متغیرهای بازاری و کلان اقتصادی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. لذا در تحقیق پیش‌رو هر سه گروه تواماً در مدل وارد شده‌اند تا تأثیر آنها بر روی پیش‌بینی درماندگی مالی مشخص گردد.

پیشینهٔ نظری پژوهش

با توسعه مطالعات در حوزه درماندگی مالی، مفهوم ورشکستگی بسط یافته و جای خود را به درماندگی مالی داده است درماندگی مالی، به وضعیتی گفته می‌شود که در آن، شرکت فاقد جریان نقدی کافی جهت بازپرداخت اصل و بهره بدهی خود است. هنگامی‌که جریان‌های نقدی کاهش می‌یابد یا دچار نوسان‌های شدید می‌شود، احتمال درماندگی مالی شرکت افزایش پیدا می‌کند (ژیا[1]، ۲۰۱۶). ادبیات موضوعی تحقیق پیش‌رو، توسعه زنجیروار مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی از مدل‌های تحلیلی تک متغیره تا آخرین مدل‌های ساختاری را ارائه می‌دهد.

مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی

پژوهش‌های صورت‌گرفته در زمینه پیش‌بینی درماندگی مالی را می‌توان در سه گروه زیر تقسیم‌بندی کرد (مسعودی، ۱۳۹۷):

- گروه اول، پژوهش‌هایی است که بر موضوع نظریه‌پردازی درماندگی مالی تأکید کرده‌اند (مانند ویلکاکس[2]، ۱۹۷۳ و سانتومرو و وینزو[3]، ۱۹۷۷).
- گروه دوم را پژوهش‌هایی مانند منسا[4] (۱۹۸۳) و کیزی و واتسون[5] (۱۹۸۶) تشکیل داده‌اند که تمرکز اصلی آنها بر شناسایی متغیرهای بهینه پیش‌بینی‌کننده درماندگی مالی بوده است.
- گروه سوم نیز دربرگیرنده پژوهش‌هایی است که با موضوع طراحی و ارائه مدل‌ها و روش‌های اثربخش پیش‌بینی درماندگی مالی انجام شده‌اند که از آن جمله می‌توان به بیور[6] (۱۹۶۶)، آلتمن[7] (۱۹۶۸) و اولسون[8] (۱۹۸۰) اشاره کرد.

1. Xia
2. Wilcox
3. Santomero & Vinso
4. Mensah
5. Keasey & Watson
6. Beaver
7. Altman
8. Ohlson

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های شناخته‌شده‌ای نظیر تحلیل ممیزی و رویکرد تحلیلی لاجیت که در چند دهه گذشته، در زمینه پیش‌بینی درماندگی مالی به موفقیت‌های چشمگیری دست یافته‌اند، حاصل مطالعات گروه سوم هستند. در سال‌های اخیر نیز، مدل‌های انتخاب بهبودیافته شامل مدل لاجیت چندجمله‌ای کلاس پنهان[1]، مدل لاجیت جزء خطا[2]، مدل لاجیت آشیانه‌ای یا طبقاتی و مدل لاجیت مرکب، معرفی و در پیش‌بینی درماندگی مالی به‌کارگرفته شده‌اند. جونز و هنشر[3] (۲۰۰۴) اولین پژوهشگرانی بودند که از مدل لاجیت مرکب استفاده کردند. از بین مدل‌های انتخاب بهبودیافته، مدل لاجیت مرکب به‌دلیل برخورداری از ویژگی‌های اقتصادسنجی مطلوب، واقع‌گرایی و قدرت بالای پیش‌بینی، گزینه مناسب‌تری محسوب می‌شود. با این حال، در پژوهش‌های محدودی از آن استفاده شده است.

سیستم‌های خبره هوش مصنوعی در دهه‌های ۱۹۹۰ در مطالعات پیش‌بینی درماندگی مالی معرفی شدند. سطح دقت و عملکرد این روش در مقایسه با تکنیک آماری متداول آن زمان (تحلیل لجستیک) ارزیابی شد و نتایج نشان داد که روش هوش مصنوعی نتایج بهتری نسبت به روش‌های تحلیل لجستیک به دست می‌آورند (آیدین و کاودر[4]، ۲۰۱۵).

مدل امتیاز Z''

آلتمن (۱۹۹۳) با معرفی مدل Z'' به‌عنوان نسخه دوم مدل Z، امکان تحلیل ریسک اعتباری بنگاه‌های غیرتولیدی و شرکت‌های فعال در بازارهای نوظهور را فراهم آورد. مدل امتیاز Z'' به‌شکل زیر است:

$$Z'' = 3.25 + 6.56X_1 + 3.26X_2 + 6.72X_3 + 1.05X_4 \quad \text{رابطه ۱)}$$

جایی که X_1 سرمایه در گردش به مجموع دارایی‌ها؛ X_2 سود انباشته به مجموع دارایی‌ها؛ X_3 سود قبل از بهره و مالیات به مجموع دارایی‌ها و X_4 ارزش دفتری مجموع حقوق صاحبان سهام به ارزش دفتری مجموع بدهی‌هاست.

مدل امتیاز Z'' اولیه در نمونه‌هایی متشکل از شرکت‌های تولیدی و غیرتولیدی فعال در ایالات متحده آمریکا آزمون و صحت و قابلیت اتکای آن در سطح بالا گزارش شد. همچنین متغیرها و امتیاز حاصله براساس مقادیر معادل رتبه‌های اعتباری شرکت‌های آمریکایی تعدیل گردید که براساس آن دامنه Z'' برای شرکت‌های سالم، در حال درماندگی و درمانده به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱. حدود مقدار Z''

وضعیت شرکت	دامنه Z
سالم	$Z'' \geq$ ۵/۸۵
در حال درماندگی	۴/۱۵ $< Z'' <$ ۵/۸۵
درمانده	$Z'' \leq$ ۴/۱۵

1. Latent Class Multinomial Logit Model
2. Error Component Logit Model
3. Jones & Hensher
4. Aydin & Cavdar

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های مبتنی بر بازار (ساختاری) پیش‌بینی درماندگی مالی

رویکرد مرتون[1] (۱۹۷۴) از منطق روش قیمت‌گذاری اختیار معامله بلک ـ شولز تبعیت می‌کند؛ بدین صورت که حقوق صاحبان سهام شرکت، به‌عنوان یک اختیار خرید اروپایی[2] در نظر گرفته می‌شود که دارایی پایه[3] آن مجموع دارایی‌های شرکت، قیمت توافقی[4] آن برابر با ارزش اسمی مجموع بدهی‌های شرکت و تاریخ اعمال[5] آن زمان سررسید بدهی‌های شرکت (T) است. در زمان T، چنانچه ارزش دارایی‌های شرکت بیشتر از ارزش اسمی بدهی‌های آن باشد، صاحبان سهام، اختیار خرید خود را اعمال و مطالبات بستانکاران شرکت را پرداخت می‌کنند؛ در غیر این صورت، یعنی زمانی‌که ارزش دارایی‌های شرکت کفاف پرداخت بدهی‌های آن را نمی‌دهد، صاحبان سهام، اختیار خرید خود را اعمال نمی‌کنند و درماندگی مالی رخ می‌دهد (هیلگایست، کیتینگ، کرام و لاندس تد[6]، ۲۰۰۴). از رویکرد مرتون به‌عنوان «رویکرد ساختاری» یاد می‌شود؛ زیرا کاملاً به ساختار سرمایه شرکت برای مدل‌سازی ریسک اعتباری متکی است. روش محاسبهٔ درماندگی مالی با استفاده از مدل BSM در رابطهٔ ۲ مشاهده می‌شود.

رابطه ۲) $$V_E = V_A e^{-\delta T} N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) + (1 - e^{-\delta T}) V_A$$

رابطه ۳) $$d_1 = \frac{\ln\left[\frac{V_A}{X}\right] + (r - \delta + \frac{\sigma_A^2}{2})T}{\sigma_A \sqrt{T}}$$

رابطه ۴) $$N\left(-\frac{\ln\left[\frac{V_A}{X}\right] + \left(\mu - \delta - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A \sqrt{T}}\right) = BSM - Prob$$

جایی که V_E ارزش بازار حقوق صاحبان سهام؛ V_A ارزش بازار دارایی‌ها؛ X ارزش اسمی بدهی‌ها (برابر با مجموع بدهی کوتاه‌مدت و ۵۰ درصد بدهی بلندمدت در نظر گرفته می‌شود)؛ r نرخ بهره بدون ریسک (برابر با نرخ سود اوراق مشارکت دولتی در نظر گرفته می‌شود)؛ δ نرخ سود تقسیمی (برابر با نسبت سودهای تقسیمی به ارزش بازار تقریبی دارایی‌ها است. ارزش بازار تقریبی دارایی‌ها نیز برابر با مجموع ارزش بازار حقوق صاحبان سهام و ارزش اسمی بدهی‌ها در نظر گرفته می شود)؛ σ_A نوسان‌پذیری یا انحراف استاندارد بازده دارایی‌ها؛ T دوره سررسید (برابر با یک سال در نظر گرفته می‌شود) و $N(.)$ احتمال تجمعی توزیع نرمال است.

مدل‌های ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی درماندگی مالی

در تلاش برای تقویت قدرت پیش‌بینی درماندگی مالی یک شرکت، مطالعه حاضر یک مدل ترکیبی[7] را ارائه می‌دهد که

1. Merton
2. European Call Option
3. Underlying Asset
4. Strike (Exercise) Price
5. Expiration Date
6. Hillegeist, Keating, Cram & Lundstedt
7. Hybrid model

www.SID.ir

Archive of SID

دو مجموعه از اطلاعات را در هم می‌آمیزد: اطلاعات به‌دست‌آمده از مدل بنیادی[1] و اطلاعات به‌دست‌آمده از مدل مبتنی بر بازار[2]. در مطالعه حاضر، اعتقاد بر این است که ترکیب این دو رویکرد ممکن است قدرت پیش‌بینی مدل ترکیبی را تقویت کند؛ زیرا هر رویکرد حاوی اطلاعات مربوط به ریسک اعتباری مخصوص شرکت است که توسط رویکرد دیگر در نظر گرفته نشده است. لی و میو[3] (۲۰۱۰) تأیید می‌کنند که بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که سرمایه‌گذاران و نهادهای مالی بندرت برای تصمیم‌گیری از یک رویکرد استفاده می‌کنند، بلکه منابع مختلف اطلاعات را برای دستیابی به ارزیابی‌های ریسک اعتباری خود ترکیب می‌کنند.

پیشینه تجربی پژوهش

فلاح‌پور، راعی و نوروزیان لکوان (۱۳۹۷) با بهره‌گیری از روش‌های انتخاب ویژگی پی در پی پیشرو شناور و روش انتخاب ویژگی پیشرو پی‌درپی در ترکیب با ماشین بردار پشتیبان، به‌دنبال ارائه یک مدل ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی درماندگی مالی بودند. این پژوهشگران پس از بررسی نسبت‌های مالی مهم در نهایت ۲۹ نسبت مالی که در تحقیقات گذشته بیشتر استفاده شده بودند، انتخاب کردند و در نهایت نتیجه تحقیق آنها نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی در یک سال، دو سال و سه سال قبل از درماندگی مالی، به‌طور معناداری از عملکرد بهتری در پیش‌بینی درماندگی مالی نسبت به روش انتخاب ویژگی پیشرو پی‌درپی و مدل رگرسیون لجستیک برخوردار است.

بت‌شکن، سلیمی و فلاحتگر متحدجو (۱۳۹۷) در تحقیق خود یک روش ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران ارائه دادند. بدین منظور ۲۹ نسبت مالی برای شرکت‌های تولیدی درمانده مالی براساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت و به همان تعداد شرکت سالم به‌صورت تصادفی از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ با استفاده از صورت‌های مالی حسابرسی شده برای یک، دو و سه سال قبل از درماندگی جمع‌آوری و با استفاده از آزمون آماری و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری دیمتل و تودیم فازی، بهترین نسبت‌های مالی به همراه ضریب اهمیت هر یک انتخاب و با استفاده از ماشین بردار پشتیبان، پیش‌بینی درماندگی مالی صورت گرفت. نتایج تحقیق آنها نشان داد که دقت مدل پیشنهادی در پیش‌بینی درماندگی مالی برای یک، دو و سه سال قبل از درماندگی نسبت به دقت مدل‌های آلتمن و رگرسیون لجستیک برخوردار است.

آشتاب، حقیقت و کردستانی (۱۳۹۷) به بررسی رابطه بحران مالی پیش‌بینی شده و رویکردهای مدیریت سود با استفاده از معادلات ساختاری پرداختند. آنها در تحقیق خود با استفاده از مدل درختی C5 به پیش‌بینی بحران مالی ۳۱۲ شرکت بورسی و فرابورسی طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ پرداختند، سپس با استفاده از مدل رویکرد معادلات ساختاری رابطه بحران مالی پیش‌بینی شده و ابزارهای مدیریت سود را مورد تحلیل قرار دادند. یافته‌های تحقیق آنها نشان داد که بحران مالی پیش‌بینی شده با شاخص اول مدیریت سود فعالیت‌های واقعی، رابطه معکوس و معنادار و با شاخص دوم مدیریت سود فعالیت‌های واقعی و شاخص مدیریت سود اقلام تعهدی رابطه مستقیم و معنادار دارد.

1. Fundamental model
2. Market-based model
3. Li & Miu

www.SID.ir

Archive of SID

قلی‌زاده سالطه، اقبال نیا و آقابابایی (۱۳۹۸) در تحقیق خود به پیش‌بینی ورشکستگی با مدل یادگیری ماشین سریع مبتنی بر کرنل بهینه شده با الگوریتم گرگ خاکستری پرداختند. آنها در این پژوهش از «یادگیری ماشین سریع مبتنی بر کرنل» استفاده کردند که یکی از مدل‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی ورشکستگی است. همچنین از «الگوریتم گرگ خاکستری» به‌منظور بهینه‌سازی یادگیری ماشین بهره بردند. مدل مذکور روی داده‌های ۱۳۶ نمونه از شرکت‌های بورسی در بازه زمانی ۱۳۹۴ تا پایان خرداد ۱۳۹۷، پیاده‌سازی شد و در تمامی معیارهای ارزیابی در مقایسه با الگوریتم ژنتیک کارایی بهتر آن تأیید شد.

سنتیل، رادکریشنا و سریدوی[1] (۲۰۱۹) در پژوهش خود از روش لاجیت برای ایجاد یک مدل درماندگی مالی برای شرکت‌های هندی با استفاده از ۹ متغیر مالی و چهار متغیر غیرمالی استفاده کردند. محققان نمونه‌ای ۹۶ تایی از شرکت‌ها را در طول سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ انتخاب کردند که از بین این تعداد، ۴۸ شرکت درمانده بود. نتایج پژوهش نشان داد که مدل‌هایی با متغیرهای مالی صحت پیش‌بینی ۸۶ درصد داشتند، در حالی‌که مدل‌هایی با متغیرهای ترکیبی صحت پیش‌بینی ۹۱ درصد نشان را دادند.

ایزکوردو، ارکی و پاسکال[2] (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی «اثر ترکیب داده‌های حسابداری و حسابرسی در پیش‌بینی درماندگی مالی» پرداختند. آنها در این پژوهش به دنبال یافتن پاسخ برای این پرسش بودند که آیا با اطلاعات به دست آمده از گزارش حسابرسی و با استفاده از مدل آلتمن می‌توان درماندگی مالی را پیش‌بینی کرد. از بین ۱۸۲۱ شرکت اسپانیایی، نمونهٔ ۴۰۴ تایی متشکل از شرکت‌های درمانده و غیردرمانده انتخاب و در دوره زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد، در حالی‌که صحت پیش‌بینی مدل با استفاده از اطلاعات حسابداری ۷۷درصد است، ترکیب داده‌های حسابداری و گزارش حسابرسی به‌طور شایان توجهی صحت پیش‌بینی را ارتقا می‌دهد و به ۸۷ درصد می‌رساند.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر دسته‌بندی بر مبنای هدف، توسعه‌ای- کاربردی است، زیرا با بررسی عواملی در سطح کلان اقتصادی، بازار و شرکت، سعی در ارائه الگوهایی جهت پیش‌بینی دارد و نتایج آن می‌تواند مورد استفاده اعتباردهندگان، بانک‌ها، قانون‌گذاران، مدیران، حسابرسان، سهامداران، دولت‌ها و مؤسسه‌های رتبه‌بندی اعتباری قرار گیرد.

به‌لحاظ نحوه گردآوری داده‌ها نیز یک پژوهش توصیفی (غیرآزمایشی) و در واقع آمیخته‌ای است از: پژوهش پس‌رویدادی که با استفاده از مطالعه اسنادی، به‌دنبال کشف عوامل بروز پدیده مدنظر (درماندگی مالی) است و پژوهش هم‌بستگی از نوع تجزیه و تحلیل لاجیت چندجمله‌ای که در پی شناسایی و تحلیل رابطه میان درماندگی مالی و متغیرهای تأثیرگذار بر آن است.

1. Senthil, Radhakrishna & Sridevi
2. Isquierdo, Erkki & Pascual

www.SID.ir

Archive of SID

جامعه آماری تحقیق، شامل کلیه شرکت‌های فهرست‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است که قبل از سال ۱۳۸۶ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند (بدون در نظر گرفتن واسطه‌گری‌های مالی). از بین این شرکت‌ها به‌صورت تصادفی ۱۰۰ شرکت که دارای شرایط زیر بود انتخاب شدند:

۱. قبل از سال ۱۳۸۶ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند؛
۲. سال مالی آنها منتهی به پایان اسفند باشد؛
۳. در بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶، تغییر سال مالی نداشته باشند؛
۴. سهام آنها در بازه زمانی ۱۳۸۶–۱۳۹۶ و در هر فصل حداقل به مدت یک هفته کاری معامله شده باشد.

قلمرو مکانی تحقیق، بورس اوراق بهادار تهران و بازار پایه فرابورس، و قلمرو زمانی آن، ابتدای سال ۱۳۸۷ تا انتهای سال ۱۳۹۸ است.

فرایند پژوهش

مرحله اول: مطالعه اسنادی برای استخراج متغیرهای درماندگی مالی شناسایی‌شده در پنجاه سال گذشته. این متغیرها در سه طبقه قرار می‌گیرند: ۱. نسبت‌های حسابداری؛ ۲. متغیرهای بازاری؛ ۳. متغیرهای کلان اقتصادی.

مرحله دوم: اندازه‌گیری احتمال درماندگی مالی با استفاده از مدل مرتون.

مرحله سوم: استفاده از روش رگرسیون گام‌به‌گام جهت شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر درماندگی مالی.

مرحله چهارم: استفاده از تحلیل لاجیت چندجمله‌ای جهت ارائه مدل ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی درماندگی مالی در بورس اوراق بهادار تهران.

مرحله پنجم: اندازه‌گیری درماندگی مالی با استفاده از مدل Z'' آلتمن.

مرحله ششم: آزمون صحت و دقت مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی ترکیبی، مرتون و Z'' آلتمن برای هر یک از شرکت‌های منتخب پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران.

متغیرهای مستقل و وابسته مدل ترکیبی

متغیرهای مستقل موجود در مدل ترکیبی، در سه گروه متغیرهای بنیادی یا مالی، متغیرهای بازاری و متغیرهای کلان اقتصادی طبقه‌بندی می‌شوند. مرتنز، پودیگ و فیبرگ[1] (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که نسبت‌های دارایی‌های جاری به مجموع دارایی‌ها، سود انباشته به مجموع دارایی‌ها، سود قبل از بهره، مالیات و استهلاک به مجموع دارایی‌ها و ارزش بازار سهام شرکت به مجموع بدهی‌ها رابطه معناداری با احتمال درماندگی مالی شرکت دارند. صادقی، رحیمی و سلمانی (۱۳۹۳) اعتقاد دارند که صرف استفاده از نسبت‌های مالی و در نظر نگرفتن شرایط اقتصادی حاکم بر جامعه و شرکت‌ها در فرایند پیش‌بینی درماندگی مالی، به نتیجه‌گیری‌های نادرست منجر خواهد شد. در پژوهش حاضر پس از شناسایی ۴۷

1. Mertens, Poddig & Fieberg

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر درماندگی مالی شرکتی با استفاده از مطالعه اسنادی، ۱۹ متغیر طبق جدول ۲ که بیشترین کاربرد موفقیت‌آمیـز را در مطالعات قبلی داشته است، انتخاب می‌شوند.

جدول۲. متغیرهای تأثیرگذار بر درماندگی مالی

شماره	متغیرهای مستقل	شاخص
۱	متغیرهای مالی	نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری (CACL)
۲		نسبت سرمایه در گردش خالص به مجموع دارایی‌ها (WCTA)
۳		نسبت فروش به مجموع دارایی‌ها (STA)
۴		نسبت خالص جریان نقدی عملیاتی به مجموع دارایی‌ها (OCTA)
۵		نسبت سود انباشته به مجموع دارایی‌ها (RETA)
۶		نسبت سود خالص به مجموع دارایی‌ها (NITA)
۷		نسبت سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها (EBITTA)
۸		نسبت مجموع بدهی‌ها به مجموع دارایی‌ها (TDTA)
۹		نسبت سود قبل از بهره و مالیات به هزینه‌های مالی (EBITIN)
۱۰		نسبت مجموع وام‌های کوتاه مدت و بلند مدت به مجموع حقوق صاحبان سهام (TLTE)
۱۱	متغیرهای بازاری	نسبت ارزش بازار سهام شرکت به مجموع بدهی‌ها (METL)
۱۲		لگاریتم ارزش بازار شرکت (LGMV)
۱۳		نسبت قیمت بازار هر سهم به سود هر سهم (P/E)
۱۴		نسبت قیمت بازار هر سهم به فروش هر سهم (P/S)
۱۵		نسبت قیمت بازار هر سهم به ارزش دفتری هر سهم (P/B)
۱۶	متغیرهای کلان اقتصادی	نرخ تورم (INF)
۱۷		نرخ رشد تولید ناخالص داخلی (GDP)
۱۸		نرخ بهره بانکی (INT)
۱۹		متوسط نرخ سود سپرده سرمایه گذاری بلندمدت (IDI)

متغیر وابسته مدل نیز طبق رابطه ۲ از طریق مدل مرتون استخراج می‌شود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمون نرمال بودن متغیرها

به‌منظور بررسی نرمال بودن متغیرها از آزمون « جارک ـ برا» استفاده شده است. برای توزیع نرمال مقدار آماره جـارک ـ برا صفراست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳. آزمون بررسی نرمال بودن متغیرهای مستقل در مدل ترکیبی

متغیرهای مستقل	شاخص	چولگی	کشیدگی	آماره جارک-برآ	مقدار احتمال
FINR	CACL	۲/۴۷۰۵	۱۵/۴۲۰۷	۶۹۷۶/۳۶	۰/۰۰۰۰
	WCTA	-۰/۱۴۳۴	۴/۰۹۳۶	۴۹/۹۱۰	۰/۰۰۰۰
	STA	۱/۲۵۳۹	۵/۶۳۴۸	۵۱۶/۶۲۰	۰/۰۰۰۰
	OCTA	۰/۳۴۰۷	۵/۸۷۱۸	۳۴۰/۱۱۶	۰/۰۰۰۰
	RETA	-۱/۳۱۰۱	۱۰/۴۸۷۷	۲۴۵۶/۹۴۷	۰/۰۰۰۰
	NITA	۰/۳۹۳۸	۵/۲۱۸۷	۲۱۶/۴۱۸	۰/۰۰۰۰
	EBITTA	۰/۷۳۱۸	۴/۱۸۵۰	۱۳۸/۴۵۸	۰/۰۰۰۰
	TDTA	۰/۷۸۰۵	۷/۵۷۵۲	۹۱۲/۳۸۰	۰/۰۰۰۰
	EBITIN	۳۰/۲۲۴۶	۹۲۰/۷۱۶	۳۳۰۲۳۶	۰/۰۰۰۰
	TLTE	۳۰/۵۵۹۴	۹۳۴/۹۱۷	۳۴۰۵۲۳	۰/۰۰۰۰
MARK	METL	۴/۱۶۵۵	۳۲/۴۸۰	۳۶۶۴۰/۹۷	۰/۰۰۰۰
	LGMV	۰/۳۶۲۹	۳/۳۸۹۷	۲۶/۵۰۰	۰/۰۰۰۲
	P/E	۶/۶۲۳۸	۱۰۶/۹۳	۴۲/۸۵۵	۰/۰۰۰۰
	P/S	۱۳/۷۰۹۶	۲۳۲/۶۳۰	۲۰۸۸۰	۰/۰۰۰۰
	P/B	۱۱/۰۴۹۵	۱۹۹/۳۵۸	۱۵۲۴۳۸	۰/۰۰۰۰
MACRO	INF	۰/۶۷۱۴	۱/۹۶۸۷	۱۱۱/۹۲۳	۰/۰۰۰۰
	GDP	۰/۲۶۴۹۷	۳/۴۵۷۹	۱۹/۱۵۳۰	۰/۰۰۰۶
	INT	۰/۴۴۳۹	۲/۰۳۲۰	۶۷/۳۵۱۷	۰/۰۰۰۰
	IDI	۰/۸۸۸۱	۲/۴۴۶۳	۱۳۵/۱۴۴	۰/۰۰۰۰

با توجه به اینکه مقدار احتمال کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، فرض صفر رد شده، لذا توزیع متغیر نرمال نیست و به همین دلیل در پژوهش حاضر از مدل extreme value استفاده شده است.

آزمون رگرسیون گام‌به‌گام

در رگرسیون گام‌به‌گام[1] تمامی متغیرهای مستقل وارد مدل می‌شوند و آن متغیر مستقلی که تاثیر چندانی بر متغیر وابسته نداشته باشد از مدل حذف می‌شود. با استفاده از روش رگرسیون گام‌به‌گام از بین ۱۹ متغیر پرکاربرد و تأثیرگذار در تحقیقات پیشین ۱۰ متغیر طبق جدول ۴ انتخاب شده است.

1. Stepwise

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤. رگرسیون گام‌به‌گام جهت انتخاب متغیرهای مستقل مدل ترکیبی

متغیرهای مستقل	ضریب	آماره t	مقادیر احتمال
WCTA	−۱/۶۳۳	−۱۲/۰۵۲	۰/۰۰۰۰
OCTA	−۱/۱۵۳	−۶/۱۹۴	۰/۰۰۰۰
TLTE	۰/۰۲۱	۲/۶۹۰	۰/۰۰۷۳
STA	۰/۰۱۲۶	۳/۲۹۲	۰/۰۰۱۰
NITA	−۲/۲۸۶	−۹/۱۲۷	۰/۰۰۰۰
METL	۰/۰۲۳۶	۲/۴۳۲	۰/۰۱۵۲
P/E	−۰/۰۰۵۴	−۲/۳۰۵	۰/۰۲۱۴
P/S	−۰/۰۱۵	−۳/۳۳۲	۰/۰۰۰۹
LGMV	−۰/۰۱۳۲	−۲/۷۸۰	۰/۰۰۵۵
INT	۰/۰۷۷۵	۸/۱۲۹	۰/۰۰۰۰

بررسی هم‌خطی بین متغیرها

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، مقادیر عامل تورم واریانس همگی کمتر از ۵ و مقادیر ضریب تحمل همگی بیشتر از ۰/۲ هستند و این نشان‌دهنده عدم وجود مشکل هم‌خطی بین متغیرهای مستقل منتخب است.

جدول۵. بررسی هم‌خطی بین متغیرها

متغیر مستقل	عامل تورم واریانس (VIF)	ضریب تحمل
WCTA	۱/۶۶۹	۰/۵۹۸
OCTA	۱/۷۰۳	۰/۵۸۶
TLTE	۱/۰۰۱	۰/۹۹۷
STA	۱/۱۶۱	۰/۸۶۰
NITA	۲/۹۴۱	۰/۳۳۹
METL	۱/۶۹۵	۰/۸۳۶
P/E	۱/۰۲۲	۰/۹۷۷
P/S	۱/۱۹۲	۰/۵۸۸
LGMV	۱/۵۸۰	۰/۶۳۲
INT	۱/۳۲۹	۰/۷۵۱

آزمون واریانس ناهم‌سانی

در این پژوهش به‌منظور بررسی واریانس ناهم‌سانی از آزمون بروش ـ پاگان استفاده شده است. در این آزمون فرض اولیه نبود واریانس ناهم‌سانی است؛ لذا از آنجا که مقدار احتمال بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است این فرض پذیرفته می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦. آزمون واریانس ناهم‌سانی بروش ـ پاگان

آماره آزمون	مقدار احتمال (Prob)
۲/۸۸۵	۰/۷۷۵۲

آمار استنباطی

با استفاده از روش لاجیت چندجمله‌ای ضریب، آماره t و مقادیر احتمال برای ۱۰ متغیر طبق جدول ۷ محاسبه گردید.

جدول۷. آمار استنباطی مربوط به متغیرهای مستقل

متغیرهای مستقل	ضریب	آماره t	مقادیر احتمال
WCTA	−۱/۰۴۶	−۳/۷۶۲	۰/۰۰۰۲
STA	۰/۳۱	۳/۰۸۴	۰/۰۰۲
OCTA	−۱/۲۲۳	−۲/۴۰۸	۰/۰۱۶
NITA	−۱/۹۶	−۲/۷۴۴	۰/۰۱۰۳
TLTE	۰/۲۷۹	۲/۲۵۸	۰/۰۰۰۸
METL	−۰/۰۵۹	−۱/۵۴۲	۰/۱۲۳۱
LGMV	−۰/۰۳۳۵	−۰/۰۹۰۹	۰/۳۶۳۵
P/E	−۰/۰۰۱۳	−۲/۷۱۲	۰/۰۰۶۷
P/S	−۰/۰۲۳۵	−۲/۵۰۵	۰/۰۱۲۲
INT	−۰/۰۹۱۲	−۵/۱۲۹	۰/۰۰۰۰

در پاسخ به سؤال دوم و با توجه به جدول ۷ در گروه نسبت‌های مالی (FINR)، نسبت‌های سرمایه در گردش خالص به مجموع دارایی‌ها (WCTA)، خالص جریان نقدی عملیاتی به مجموع دارایی‌ها (OCTA)، فروش به مجموع دارایی‌ها (STA)، سود خالص به مجموع دارایی‌ها (NITA)، مجموع وام‌های کوتاه مدت و بلندمدت به حقوق صاحبان سهام (TLTE)، در گروه متغیرهای بازاری (MARK) نسبت‌های قیمت به سود هر سهم (P/E)، قیمت به فروش هر سهم (P/S) و در گروه متغیرهای کلان اقتصادی متغیر نرخ بهره (INT) رابطه معناداری با احتمال درماندگی مالی (PD) دارند و دو متغیر ارزش بازار شرکت به مجموع بدهی‌ها (METL) و همچنین لگاریتم ارزش بازار شرکت (LGMV) از آنجاکه قدر مطلق آماره‌های t کوچک‌تر از ۱/۹۶ و مقادیر احتمال بزرگ‌تر از مقدار خطا ۰/۰۵ هستند، رابطه معنادار آنها با احتمال درماندگی مالی تأیید نشد.

ارزیابی میزان دقت مدل در پیش‌بینی درماندگی مالی

از تعداد کل مشاهدات به ازای مقادیر مختلف متغیرهای مستقل، پیش‌بینی در مورد درماندگی مالی انجام شد که در مجموع ۹۹۵ مشاهده، پیش‌بینی‌های مدل در ۷۱۵ مشاهده (معادل ۷۱/۸ درصد) صحیح بوده و در ۲۸۰ مشاهده (معادل ۲۸/۱۴ درصد) نادرست بوده است؛ لذا می‌توان نتیجه گرفت که قدرت پیش‌بینی مدل مطلوب است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۸. آزمون قدرت پیش‌بینی مدل

متغیر وابسته	تعداد مشاهدات	تعداد پیش‌بینی درست	تعداد پیش‌بینی نادرست	درصد پیش‌بینی درست	درصد پیش‌بینی نادرست
۰	۵۱۵	۴۷۹	۳۶	۹۳/۰۱۰	۶/۹۹۰
۱	۲۴۵	۶۸	۱۷۷	۲۷/۷۵۵	۷۲/۲۴۵
۲	۲۳۵	۱۶۸	۶۷	۷۱/۴۸۹	۲۸/۵۱۱
کل	۹۹۵	۷۱۵	۲۸۰	۷۱/۸۵۹	۲۸/۱۴۱

آزمون برازش مدل در پیش‌بینی درماندگی مالی

یکی از آزمون‌هایی که برای خوبی برازش مدل‌های لاجیت استفاده می‌شود، آزمون هاسمر ـ لم شو است. در این آزمون معناداری کلی ضرایب رگرسیون از طریق مقایسه مقدار پیش‌بینی شده و واقعی متغیر وابسته در گروه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگر اختلاف بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده متغیر وابسته زیاد باشد نشانگر برازش ضعیف مدل است.

آزمون هاسمر ـ لم شو
H_0 = مدل از برازش خوبی برخوردار نیست
H_1 = مدل دارای برازش خوبی است

جدول ۹. آزمون هاسمر- لم شو

آماره آزمون	مقدار احتمال (Prob)
۲۳/۸۳	۰/۰۰۲۴

از آنجا که مقدار احتمال در این آزمون کوچک‌تر از ۰/۰۵ هستند، فرض اولیه رد شده است؛ از این رو مدل از برازش خوبی برخوردار است.

مدل ترکیبی پیش‌بینی درماندگی مالی

در پاسخ به سؤال اول تحقیق، رابطه ۵ مدل ترکیبی استخراج شده برای پیش‌بینی درماندگی مالی برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس تهران را نشان می‌دهد.

رابطه ۵)

$$PD_{i,t} = -1.046\ WCTA_{i,t-1} - 1.23\ OCTA_{i,t-1} + .0279\ TLTE_{i,t-1} + 0.31\ STA_{i,t-1} - 0.0013\ PE_{i,t-1} - 1.963\ NITA_{i,t-1} - 0.024\ PS_{i,t-1} - 0.0912\ INT_{i,t-1}$$

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین وضعیت مالی شرکت‌های منتخب و آزمون اعتبار مدل‌های درماندگی مالی

در مرحله اول، نمونه‌ای از شرکت‌های درمانده، در حال درماندگی و سالم از نظر وضعیت مالی انتخاب می‌شوند. در این پژوهش، شرکتی درمانده تلقی می‌شود که به‌علت زیان‌دهی و عملکرد نامطلوب مالی در چند سال متوالی، پذیرش آن در بورس اوراق بهادار تهران لغو و به بازار پایه فرابورس منتقل شده است یا اینکه در حال حاضر در بورس اوراق بهادار تهران یا فرابورس ایران پذیرفته شده است؛ اما دارای حداقل سه معیار اختصاصی زیر است:

۱. حداقل سه سال مالی متوالی، سود خالص یا سود عملیاتی قبل از مالیات آن منفی باشد (منصورفر، غیور و لطفی، ۱۳۹۴).
۲. حداقل سه سال مالی متوالی، زیان انباشته و عملکرد ضعیف داشته باشد (منصورفر و همکاران، ۱۳۹۴).
۳. سه سال مالی متوالی، ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام کمتر از سرمایه اسمی آن باشد (منصورفر و همکاران، ۱۳۹۴).
۴. دو سال مالی متوالی، سود قبل از بهره، مالیات و استهلاک کمتر از هزینه‌های مالی آن باشد (پیندادُو، رودریگز و دلاتوره[1]، ۲۰۰۸).

در شناسایی شرکت‌های در حال درماندگی سه پارامتر در نظر گرفته شده است:

۱. در دو سال مالی متوالی حاشیه سود خالص یا ناخاص آن روند کاهشی داشته باشد (هَمیلتُن[2]، ۲۰۱۴).
۲. در دو سال مالی متوالی سرمایه در گردش خالص آن روند کاهشی داشته باشد (هَمیلتُن، ۲۰۱۴).
۳. دو سال مالی متوالی، خالص جریان نقدی عملیاتی آن منفی باشد (هَمیلتُن، ۲۰۱۴).

چنانچه شرکتی دارای حداقل دو پارامتر از پارامترهای فوق باشد، در گروه شرکت‌های در حال درماندگی طبقه‌بندی می‌شود و در غیر این صورت در گروه شرکت‌های سالم طبقه‌بندی خواهد شد.

در مرحله دوم، با استفاده از مدل Z'' آلتمن، مدل مرتون و مدل ترکیبی، احتمال درماندگی نمونه متشکل از شرکت‌های درمانده، در حال درماندگی و شرکت‌های سالم از نظر وضعیت مالی که جزء شرکت‌های فهرست‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و فرابورس ایران در سال مالی ۱۳۹۸ می‌باشند، اندازه‌گیری می‌شود. در پایان، احتمال درماندگی محاسبه‌شده در مرحله دوم با محدوده تعریف‌شده برای احتمال درماندگی (مدل مرتون و مدل ترکیبی) شرکت‌های سالم ($BSM < ۰/۳۳$)، در حال درماندگی($۰/۳۳ \leq BSM \leq ۰/۶۶$) و شرکت‌های درمانده ($BSM > ۰/۶۶$) (فدائی‌نژاد شهریاری و سلیم، ۱۳۹۴). و محدوده تعریف شده برای مدل Z'' آلتمن، شرکت‌های سالم ($Z'' \geq ۵/۸۵$)، در حال درماندگی ($۴/۱۵ < Z'' < ۵/۸۵$) و شرکت‌های درمانده ($Z'' < ۴/۱۵$) مقایسه می‌گردد.

1. Pindado, Rodrigues, De la Torre
2. Hamilton

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۰. آزمون اعتبار مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی در گروه شرکت‌های درمانده (سال مالی ۱۳۹۸)

شرکت	وضعیت مالی کنونی	احتمال درماندگی مالی (طبق معیار Z″ آلتمن)	احتمال درماندگی مالی (طبق معیار BSM)	احتمال درماندگی مالی (طبق مدل ترکیبی)
ایران خودرو دیزل	درماندگی مالی	-۳/۲۴	۰/۹۳	۰/۹۳
پتروشیمی فارابی	درماندگی مالی	-۳/۶۴	۰/۷۵	۰/۷۰
هپکو	درماندگی مالی	۳/۱۷	۰/۸۲	۰/۷۱
سایپا دیزل	درماندگی مالی	-۱۴/۱۱	۱	۱
قند تربت جام	درماندگی مالی	-۰/۸۹	۰/۳۴	۰/۵۷
شیشه قزوین	درماندگی مالی	-۱/۶۸	۰/۶۸	۱
ایتالران	درماندگی مالی	-۳۸/۲۹	۰/۶۷	۰/۹۸
فارسیت درود	درماندگی مالی	-۶۷/۸۸	۰/۶۹	۰/۹۷
صنایع مخابراتی ایران	درماندگی مالی	-۳/۰۵	۰/۲۶	۰/۷۶
کف	درماندگی مالی	-۲۱/۱۱	۰/۸۹	۰/۹۹
صنعتی آزمایش	درماندگی مالی	-۱۷/۳۴	۰/۷۷	۰/۷۲
پلی اکریل ایران	درماندگی مالی	-۱۲/۹۴	۰/۷۰	۰/۹۲
تولید سموم علف کش	درماندگی مالی	-۱۹/۸۸	۰/۱۲	۰/۹۵
لوله و تجهیزات سدید	درماندگی مالی	-۱۰/۱۸	۰/۹۵	۰/۹۳
تولیدی پلاستیران	درماندگی مالی	-۱۴/۹۷	۰/۷۲	۱
کیوان	درماندگی مالی	-۲/۷۴	۰/۶۷	۰/۷۵
صنعتی دریایی ایران	درماندگی مالی	۱/۹	۰/۶۷	۰/۷۲
گسترش صنایع پیام	درماندگی مالی	۳/۶۸	۰/۶۸	۰/۵۰
زامیاد	درماندگی مالی	۴/۰۶	۰/۶۸	۰/۷۴
صنایع ریخته‌گری ایران	درماندگی مالی	۲/۷۲	۰/۶۷	۰/۷۲
درصد پیش‌بینی صحیح مدل Z″ آلتمن، BSM و مدل ترکیبی		۱۰۰	۸۵	۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۱. آزمون اعتبار مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی در گروه شرکت‌های در حال درماندگی (سال مالی ۱۳۹۸)

شرکت	وضعیت مالی کنونی	احتمال درماندگی مالی (طبق معیار Z″ آلتمن)	احتمال درماندگی مالی (طبق معیار BSM)	احتمال درماندگی مالی (طبق مدل ترکیبی)
الکتریک خودرو شرق	در حال درماندگی	۵/۴۱	۰/۳۴	۰/۵۸
ایران دارو	در حال درماندگی	۹/۱	۰/۳۵	۰/۳۹
ایران مرینوس	در حال درماندگی	۵/۵۶	۰/۲۴	۰/۳۹
ایرکا پارت صنعت	در حال درماندگی	۱۰/۸۴	۰/۳۷	۰/۳۸
آهنگری تراکتور	در حال درماندگی	۷/۰۴	۰/۱۲	۰/۳۷
پارس خزر	در حال درماندگی	۵/۷۴	۰/۳۷	۰/۴۰
سیمان مجد خواف	در حال درماندگی	۳/۴۲	۰/۳۵	۰/۴۵
کمک فنر ایندامین	در حال درماندگی	۴/۲۳	۰/۳۷	۰/۴۲
آلومتک	در حال درماندگی	۵/۲۱	۰/۳۸	۰/۶۷
سایپا آذین	در حال درماندگی	۴/۷۱	۰/۳۴	۰/۵۷
قند نقش جهان	در حال درماندگی	۴/۶۷	۰/۳۹	۰/۹۹
شهد ایران	در حال درماندگی	۳۶/۳۲	۰/۲۱	۰/۲۱
مهرکام پارس	در حال درماندگی	−۱/۴۱	۰/۶۳	۰/۳۵
پارس خودرو	در حال درماندگی	۱/۲۹	۰/۵۹	۰/۴۶
نیرومحرکه	در حال درماندگی	۰/۵۳	۰/۴۴	۰/۴۲
پتروشیمی اصفهان	در حال درماندگی	۴/۱۸	۰/۵۹	۰/۶۳
کابل سازی ایران	در حال درماندگی	۱۶/۱۲	۰/۳۹	۰/۶۲
صنعتی بوتان	در حال درماندگی	۴/۸۷	۰/۴۱	۰/۶۱
صنعتی سپاهان	در حال درماندگی	۱۰/۱	۰/۳۸	۰/۴۵
لامپ پارس شهاب	در حال درماندگی	۵/۵۵	۰/۴۱	۰/۵۲
درصد پیش‌بینی صحیح مدل Z″ آلتمن، BSM و مدل ترکیبی		۵۰	۸۵	۸۵

در پاسخ به سؤال سوم و چهارم و با توجه به جداول فوق مشاهده می شود که در گروه شرکت‌های درمانده، به ترتیب مدل Z'' با دقت ۱۰۰ درصد، مدل BSM با دقت ۸۵ درصد و مدل ترکیبی با دقت ۹۰ درصد، وضعیت شرکت‌ها را پیش‌بینی کرده‌اند. در گروه شرکت‌های در حال درماندگی، به ترتیب مدل Z'' با دقت ۵۰ درصد، مدل BSM با دقت ۸۵ درصد و مدل ترکیبی با دقت ۸۵ درصد، وضعیت شرکت‌ها را پیش‌بینی کرده‌اند. در گروه شرکت‌های سالم، به ترتیب مدل Z'' با دقت ۹۵ درصد، مدل BSM با دقت ۸۵ درصد و مدل ترکیبی با دقت ۹۰ درصد، وضعیت شرکت‌ها را پیش‌بینی کرده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۲. آزمون اعتبار مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی در گروه شرکت‌های سالم (سال مالی ۱۳۹۸)

شرکت	وضعیت مالی کنونی	احتمال درماندگی مالی (طبق معیار ″Z آلتمن)	احتمال درماندگی مالی (طبق معیار BSM)	احتمال درماندگی مالی (طبق مدل ترکیبی)
البرز دارو	سالم	۹/۳۵	۰/۳۰	۰/۳۱
ایران تایر	سالم	۷/۶۵	۰/۲۸	۰/۳۷
ایران ترانسفو	سالم	۷/۴۱	۰/۲۷	۰/۳
معادن بافق	سالم	۱۷/۹۷	۰/۳۴	۰/۰۴
باما	سالم	۲۶/۷۵	۰/۱۸	۰/۰۵
پتروشیمی خارک	سالم	۱۵/۳۴	۰/۰۴	۰/۰۲
پارس سوئیچ	سالم	۱۲/۴۹	۰/۳۴	۰/۲۲
پتروشیمی شازند	سالم	۸/۵۵	۰/۱۷	۰/۰۹
معدنی و صنعتی چادرملو	سالم	۱۶/۳۲	۰/۰۸	۰/۲۱
معدنی و صنعتی گل گهر	سالم	۸/۴۳	۰/۰۶	۰/۲۵
تأمین ماسه	سالم	۱۰/۷۳	۰/۳۲	۰/۲۳
خدمات افورماتیک	سالم	۱۷/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۳
داروسازی اکسیر	سالم	۱۱/۴۵	۰/۳۵	۰/۲۵
سیمان خاش	سالم	۹/۸۹	۰/۲۲	۰/۲۷
سیمان بجنورد	سالم	۸/۹۶	۰/۲۴	۰/۳۱
شیمیایی فارس	سالم	۵/۶۹	۰/۲۴	۰/۵۵
قند اصفهان	سالم	۸/۱۱	۰/۲۶	۰/۳۱
معدنی املاح ایران	سالم	۱۳/۶۶	۰/۲۵	۰/۰۳
معدنی دماوند	سالم	۵/۸۷	۰/۱۹	۰/۲۷
نفت بهران	سالم	۸/۶۸	۰/۱۰	۰/۲۳
درصد پیش‌بینی صحیح مدل ″Z آلتمن، BSM و مدل ترکیبی		۹۵	۸۵	۹۰

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اهمیت پیش‌بینی درماندگی مالی، در پژوهش حاضر ضمن ارائه یک مدل ترکیبی، به‌منظور مقایسه مدل مزبور با مدل‌های مبتنی بر داده‌های حسابداری از نسخه دوم مدل Z آلتمن موسوم به مدل Z'' و برای مقایسه با مدل مبتنی بر بازار از مدل مرتون استفاده شده است. در این تحقیق شرکت‌ها به سه حالت سالم، در حال درماندگی و درمانده تقسیم‌بندی و دقت مدل‌های مذکور در این سه طبقه مورد آزمون قرار گرفت. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که دقت پیش‌بینی مدل Z''، مدل مرتون و مدل ترکیبی در گروه شرکت‌های سالم به ترتیب برابر با ۱۰۰، ۸۵ و ۹۰ درصد، در گروه شرکت‌های درحال درماندگی به ترتیب برابر با ۵۰، ۸۵ و ۸۵ درصد و در گروه شرکت‌های درمانده به ترتیب برابر با ۹۵، ۸۵ و ۹۰ درصد برای سال مالی ۹۸ بوده است. در جدول ۱۳ خلاصه‌ای از تحقیقات انجام‌شده در حوزه درماندگی مالی اشاره شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۳. مقایسه نتایج پژوهش با پژوهش‌های پیشین

پژوهشگر (پژوهشگران) و سال انتشار	مدل مورداستفاده	دقت پیش‌بینی مدل (درصد)
آلتمن، ۱۹۶۸	تحلیل ممیزی چندگانه	۹۵
اسپرینگیت[1]، ۱۹۷۸	تحلیل ممیزی چندگانه	۹۲/۵۰
اولسون، ۱۹۸۰	لوجیت	۸۵
اِزمِجوسکی[2]، ۱۹۸۴	پروبیت	۷۸
فالمر[3]، ۱۹۸۴	تحلیل ممیزی چندگانه	۹۸
وستبِرگ، سینگ، هاکنر و هونیانگ[4]، ۱۹۹۷	شبکه‌های عصبی	۸۳/۸۰
بیری‌دارت[5]، ۲۰۱۴	شبکه‌های عصبی	۸۰
لوپز ایتُریاگا و سانز[6]، ۲۰۱۵	لوجیت	۹۶/۱۵
اوکال، ارکان و کادی اغلو[7]، ۲۰۱۵	درخت تصمیم	۸۷/۳۷
سابلا[8]، ۲۰۱۶	لوجیت چندجمله‌ای	۹۸
سنتیل و همکاران، ۲۰۱۹	لوجیت	۹۱
فرناندز، آنتونیو، کامپوس و المینوس[9]، ۲۰۲۰	رگرسیون چند سطحی	۸۸/۵
نبوی چاشمی، احمدی، مهدوی فرح‌آبادی، ۱۳۸۹	لوجیت	۷۲/۵۰
رستمی، فلاح شمس و اسکندری، ۱۳۹۰	لوجیت	۹۲
محمدزاده و جلیلی مرند، ۱۳۹۱	لوجیت مرکب	۹۰
احمدپور و میرزایی اسرمی، ۱۳۹۲	شبکه‌های عصبی	۹۰/۷۰
صحت، ۱۳۹۳	تحلیل پوششی داده‌ها	۹۲
زبردست و همکاران، ۲۰۱۴	شبکه‌های عصبی	۹۱/۲۰
باطنی و اصغری، ۲۰۱۶	الگوریتم ژنتیک	۹۳/۵۰

همان طور که در پژوهش حاضر مشاهده گردید، عملکرد مدل Z'' در پیش‌بینی درماندگی در گروه شرکت‌های سالم و درمانده تا حدودی بهتر از مدل ترکیبی بوده است اما در گروه شرکت‌های در حال درماندگی عملکرد به مراتب ضعیف‌تری داشته است لذا پیشنهاد می‌شود که در پیش‌بینی درماندگی مالی تلفیقی از دو مدل مزبور استفاده گردد.

با توجه به اینکه در مجموع عملکرد مدل مرتون که مبتنی بر متغیرهای بازاری می‌باشد نسبت به دو مدل دیگر که عمدتاً از نسبت‌های مالی یا حسابداری تشکیل شده‌اند، ضعیف‌تر است و همچنین نظر به نتایج تحقیقات گذشته در

1. Springate
2. Zmijewski
3. Fulmer
4. Westerberg, Singh, Hackner & Hoonyoung
5. Brédart
6. López Iturriaga & Sanz
7. Öcal, Ercan & Kadıoğlu
8. Sabela
9. Fernandez, Antonio, Campos & Alaminos

www.SID.ir

Archive of SID

خصوص اثبات ناکارایی بازار سهام در ایران، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی در زمینه پیش‌بینی درماندگی مالی بیشتر از متغیرهای حسابداری استفاده شود.

منابع

آشتاب، علی؛ حقیقت، حمید؛ کردستانی، غلامرضا (۱۳۹۷). بررسی رابطه بحران مالی پیش‌بینی شده و رویکردهای مدیریت سود با استفاده از معادلات ساختاری. *تحقیقات مالی*، ۲۰ (۴)، ۴۶۷- ۴۸۸.

احمدپور، احمد؛ میرزایی اسرمی، حبیبه (۱۳۹۲). مقایسه مدل تحلیل تمایزی چندگانه با مدل شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات حسابداری و حسابرسی*، ۱۹ (۴)، ۴-۲۱.

بت شکن، محمدهاشم؛ سلیمی، محمدجواد؛ فلاحتگر متحدجو، سعید (۱۳۹۷). ارائه یک روش ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات مالی*، ۲۰ (۲)، ۱۷۳- ۱۹۲.

رستمی، محمدرضا؛ فلاح شمس، میرفیض؛ اسکندری، فرزانه (۱۳۹۰). ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران: مطالعه مقایسه‌ای بین تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک. *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۱۵(۳)، ۱۲۹- ۱۴۷.

صادقی، حسین؛ رحیمی، پریسا؛ سلمانی، یونس (۱۳۹۳). تأثیر عوامل کلان اقتصادی و نظام راهبری بر درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *مجله اقتصاد پولی مالی*، ۲۱ (۸)، ۱۰۷- ۱۲۷.

صحت، سعید (۱۳۹۳). تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای ورشکستگی شرکت‌های مواد غذایی بر مبنای دو مدل افزایشی تحلیل پوششی داده‌ها و تشخیصی تحلیل پوششی داده‌ها. *مطالعات تجربی حسابداری مالی*، ۴۳ (۱۱)، ۱۵۳-۱۸۴.

فدائی‌نژاد، محمد اسماعیل؛ شهریاری، سارا؛ سلیم، فرشاد (۱۳۹۴). تجزیه و تحلیل رابطه ریسک درماندگی مالی و بازده سهام. *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۲۲ (۲)، ۲۴۳-۲۶۲.

فلاح‌پور، سعید؛ راعی، رضا؛ نوروزی‌یان لکوان، عیسی (۱۳۹۷). استفاده از روش ترکیبی انتخاب ویژگی پی‌درپی پیشرو شناور و ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات مالی*، ۲۰ (۳)، ۲۸۹- ۳۰۴.

قلی‌زاده سالطه، توحید؛ اقبال‌نیا، محمد؛ آقابابایی، محمد ابراهیم (۱۳۹۸). پیش‌بینی ورشکستگی با مدل یادگیری ماشین سریع مبتنی بر کرنل بهینه شده با الگوریتم گرگ خاکستری. *تحقیقات مالی*، ۲۱ (۲)، ۱۸۷-۲۱۲.

محمدزاده، پرویز ؛ جلیلی مرند، علیرضا (۱۳۹۱). پیش‌بینی ورشکستگی مالی با استفاده از مدل لوجیت مرکب، *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۲ (۸)، ۱-۲۱.

مسعودی، فاطمه (۱۳۹۶). *تأثیر سازوکارهای حاکمیت شرکتی بر کیفیت حسابرسی در شرکت‌های سالم، خاکستری و درمانده مالی*. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. قزوین.

منصورفر، غلامرضا؛ غیور، فرزاد؛ لطفی، بهناز (۱۳۹۴). توانایی ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی. *پژوهش‌های تجربی حسابداری*، ۵ (۱۷)، ۱۷۷-۱۹۵.

www.SID.ir

Archive of SID

نبوی چاشمی، سیدعلی؛ احمدی، موسی؛ مهدوی فرح‌آبادی، صادق (۱۳۸۹). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل لاجیت. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۵ (۱)، ۵۵-۷۹.

References

Ahmadpour, A., Mirzaie Asrami, H. (2013). Compared with Multiple Discriminate Analysis Model and neural network Models in Predicting Bankruptcy of the listed Companies in Tehran Stock Exchange. *Accounting and Auditing Research,* 5(19), 4-21. (*in Persian*)

Altman, E. I. & Saunders, A. (1993). Credit risk measurement: Developments over the last 20 years. *Journal of Banking & Finance,* 21(11), 1721-1742.

Altman, E.I. (1968). Financial ratios, discriminate analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23(4), 589-609.

Ashtab, A., Haghighat, H., Kordestani, GH. (2018). Investigating the Relationship between Predicted Financial Distress and Earnings management Approaches Based on Structural Equations. *Financial Research Journal*, 20(4), 467-488. (*in Persian*)

Aydin, A.D. & Cavdar, S.C. (2015). Two different points of view through artificial intelligence and vector autoregressive models for ex post and ex ante forecasting. *Journal of Computational Intelligence and Neuroscience*, 20(3), 1-11.

Bateni, L. & Asghari, F. (2016). *Bankruptcy prediction using logit and genetic algorithm models: A Comparative analysis*. Retrieved from: https://link.springer.com/article/10.1007

Beaver, W. (1966). Financial Ratios as Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research,* 4, 71-111.

Botshekan, M.H, Salimi, M.J, Falahatgar Mottahedjoo, S. (2018). Developing a hybrid approach for financial distress prediction of listed companies in Tehran stock exchange. *Financial Research Journal*, 20(2), 173-192. (*in Persian*)

Brédart, X. (2014). Bankruptcy prediction model using neural networks. *Accounting and Finance Research*, 3(2), 124-148.

Fadaei Nejad, M.E., Shahriyari, S., Salim, F. (2015). An analysis of the relationship between financial distress risk and equity returns. *Accounting and Auditing Review*, 22(2), 243-262. (*in Persian*)

Fallahpour, S., Raei, R., Norouzian Lakvan, E. (2018). Applying Combined Approach of Sequential Floating Forward Selection and Support Vector Machine to Predict Financial Distress of Listed Companies in Tehran Stock Exchange Market. *Financial Research Journal*, 20(3), 283-304. (*in Persian*)

Fernandez, A., Antonio, J., Campos, S. & Alaminos, D. (2020). European Country Heterogenity in Financial Distress Prediction. *Economic Modelling,* 3(88), 398 -407.

Fulmer, J.(1984). A Bankruptcy classification Model For Small Firms, *Journal of Commercial bank Lending*, 44(9),130-148.

www.SID.ir

Archive of SID

Gholizadeh Salteh, T., Eghbalnia, M., Aghababaei, M.E. (2019). Grey Wolf Optimization Evolving Kernel Extreme Learning Machine: Application to Bankruptcy Prediction. *Financial Research Journal*, 21(2), 187-212. (*in Persian*)

Hamilton, B. (2014). *The 9 biggest financial warning signs.* Retrieved from: https://www.entrepreneur.com/article/239730.

Hillegeist, S., Keating, E., Cram, D. & Lundstedt, K. (2004). Assessing the probability of bankruptcy. *Review of Accounting Studies*, 35(9), 5-34.

Isquierdo, N., Erkki, K.L., Pascual, D. (2020). Does Audit Report Information Improve Financial Distress Prediction over Altman Traditional Z -score Model? *Journal of International Financial, Management & Accounting*, 1(31), 65 -97.

Jones, S. & Hensher, D. A. (2004). Predicting firm financial distress: A mixed Logit model, *The Accounting Review*, 79(4), 1011-1038.

Keasey, K. and Watson, R. (1986). The prediction of small company failure: some behavioural evidence for the UK. *Accounting and Business Research*, 56 (4), 49–57.

Li, M.L. & Miu, P. (2010). A hybrid bankruptcy prediction model with dynamic loadings on accounting-ratio-based and market-based information: a binary quantile regression approach. *Journal of Empirical Finance*, 17(4), 818-833.

López Iturriaga, F.J. & Sanz, I.P. (2015). Bankruptcy visualization and prediction using neural networks: A study of US commercial banks. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 2857-2869.

Mansourfar, Gh., Ghayour, F., Lotfi, B. (2015). The Ability of Support Vector Machine (SVM) in Financial Distress Prediction. *Journal of Empirical Research In Accounting*, 5(17), 177-195. (*in Persian*)

Masoudi, F. (2018). *The effect of corporate governance mechanisms on audit quality in healthy, gray and financial distress.* M.S. Thesis. Islamic Azad University. Qazvin. (*in Persian*)

Mensah, Y. (1983). The differential bankruptcy predictive ability of specific price level adjustments: some empirical evidence. *Accounting Review,* 58(2), 228–246.

Mertens, R. L., Poddig, T. & Fieberg, C. (2016). Forecasting corporate defaults in the German stock market. *Working Paper*, Retrieved from: http://ssrn.com/abstract=2833454.

Merton, R.C. (1974). On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates. *Journal of Finance*, 45(29), 449-470.

Mohammadzadeh, P., Jalili Marand, A. (2012). Prediction Of Bankruptcy Using Mixed Logit Model . *Journal of Economic Modeling Research*, 2(8), 1-21. (*in Persian*)

Nabavi Chashmi, A., Ahmadi, M., Mahdavi Farahabadi, S.(2011). Investing In A Prediction Of Firm Bankruptcy With Logic Model. *Financial Engineering and Securities Management* 5(1), 1-21. (*in Persian*)

Öcal, N., Ercan, M. K. & Kadıoğlu, E. (2015). Predicting financial failure using decision tree algorithms: An empirical test on the manufacturing industry at Borsa Istanbul. *International Journal of Economics and Finance*, 7(7), 189-206.

www.SID.ir

Archive of SID

Ohlson, J.A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(2), 109-131.

Pindado, J., Rodrigues, L. F. & De la Torre, C. (2008). Estimating financial distress likelihood. *Journal of Business Research*, 61, (125), 995-1003.

Rostami, M.R., Fallahshams, M.F., Eskandari, F. (2011). The Assessment Of Financial Distress In Tehran Stock Exchange: A Comparative Study Between Data Envelopment Analysis (Dea) And Logistic Regression (Lr). *Management Research in Iran*, 3(15), 129-147. (*in Persian*)

Sabela, W.S. (2016). *A Three-Tier Approach To Determine Financial Distress Of Companies Listed on the Johannesburg Stock Exchange*. Ph.D Thesis. University of Pretoria.

Sadeghi, H., Rahimi, P., Salmani, Y. (2014). The Effect of Macroeconomic and Governance Factors on Financial Distress in Manufacture Firms Listed in Tehran Stock Exchange. *Monetary & Financial Economics*, 21(8), 107-127. (*in Persian*)

Santomero, A. and Vinso, J. (1977). Estimating the probability of failure for firms in the banking system. *Journal of Banking and Finance,* 21(2), 185–205.

Sehhat,S. (2014). The comparative analysis of food Companies Bankruptcy by DEA-Additive and DEA-DA. Empirical studies in Financial accounting, 43(11), 153-184. (*in Persian*)

Senthil, A., Radhakrishna, G.S., Sridevi, P. (2019). Modeling Corporate Financial Distress Using Financial and Non Financial Variables. *International Journal of Law and Management* 61(3), 457 -484.

Springate, G.L.V. (1978).*Predicting the possibility of failure in a Canadian firm* (Unpublished master's thesis). Simon Fraser University, Canada.

Wang, Y. (2011). *Corporate default prediction: models, drivers and measurements*. Ph.D. Thesis. The University of Exeter.

Westerberg, M., Singh, J., Hackner, E. & Hoonyoung, L. (1997). Bankruptcy prediction using case-based reasoning, neural networks, and discriminate analysis. *Expert Systems with Applications*, 13(2), 97-108.

Wilcox, J. (1973). A prediction of business failure using accounting data. Empirical research in accounting: selected studies. *Journal of Accounting* Research, 11(4), 163–179.

Xia, Y. (2016). The real effects of stock market liquidity. Ph.D. Thesis, The University of Hong Kong.

Zebardast, M., Javid, D. & Taherinia, M. (2014). The use of artificial neural network in predicting bankruptcy and its comparison with genetic algorithm in firms accepted in Tehran stock exchange. *Journal of Novel Applied Sciences*, 3(2), 151-160.

Zmijewski, M. (1984). Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models. *Journal of accounting research*, 22(3),59-82.

www.SID.ir