



Shahid Bahonar  
University of Kerman



Journal of Development and Capital



Iranian  
Electronic Commerce Association

Print ISSN: 2008-2428

Online ISSN: 2645-3606

## Bankruptcy Prediction of listed Companies in Tehran's Stock Exchange by Artificial Neural Network (ANN) and Fulmer Model

*Rahim Dabagh\**  
*Sima Sheikhbeiglou\*\**

### Abstract

**Objective:** Predictive models for diagnosing bankruptcy or financial crisis have been widely discussed in studies and articles in the fields of economics and accounting and have been considered by financial institutions. One of the methods that can be used to help take advantage of investment opportunities and better allocation of resources is to predict financial distress or bankruptcy of companies. So, by providing the necessary warnings, can be alerted companies to the occurrence of financial distress so that according to these warnings they can take appropriate action, Secondly, investors and creditors can identify distinguish investment opportunities from unfavorable opportunities and invest in the right opportunities. Timely foresight can help decision-makers find solutions and prevent bankruptcy. The main aim of the current study is to express, determine and explain the predictive power of bankruptcy and profitability models of Tehran Stock Exchange companies to evaluate their performance and financial status by logistic regression using financial ratios selected by artificial neural network and Fulmer models.

**Method:** The method of the present study is applied in terms of purpose and descriptive in nature. Logistic regression technique was used to test the hypotheses. The results are presented in two parts: descriptive and inferential statistics. Collection of information from the financial statements of 132 companies of Tehran Stock Exchange during the years 2012 to 2018. Firstly, the initial classification and processing of information was performed and then Eviews software was used to fit the Fulmer model and Spss26 software was used for the neural network model. Suitable indicators based on the research background in the models include debt-to-equity ratio of shareholders, profit before interest and taxes, total liabilities to assets, receivable accounts ration to sale, net return on assets, long-term debt to assets, working capital, net profit to to sale.

**Results:** The research results indicates that both artificial neural network and Fulmer models have the ability to detect bankruptcy prediction with different accuracy, but the predictive accuracy of artificial neural network model is higher and has better performance compared to

---

Journal of Development and Capital, Vol. 5, No.2, Ser. 9, 153-168.

\* **Corresponding Author**, Associate Professor, Urmia University of Technology, Urmia, Iran. (Email: r.dabagh@uut.ac.ir).

\*\* Department of Management and Accounting, Elm-o-Fann University College of Science and Technology, Urmia, Iran.

(Email: sima\_sheikhbeiglou@yahoo.com).

Submitted: 11 September 2020

Accepted: 26 December 2020

Faculty of Management & Economics, Shahid Bahonar University of Kerman.

DOI: 10.22103/jdc.2020.16422.1102

©The Authors.

## Abstract

---

Fulmer model. In the artificial neural network model, the variables of working capital, receivable accounts on sales, net profit on assets, net profit on sales and long-term debt to assets are significant at high level in predicting corporate bankruptcy. Also, among the financial ratios used, the ratio of receivable accounts on sales had the most impact and the debt-to-equity ratio had the least impact on determining bankruptcy among the available variables.

**Conclusion:** The best way is to take preventive measures before the occurrence of financial incapability of companies and in this regard, the result of the present study confirms the use of artificial neural network method to predict the bankruptcy of listed companies. And also, the criteria of working capital, net profit on assets, ratio of total debt to total assets and net profit on sales are related to transactions with bankruptcy. That is, the higher the ratio of these ratios, the probability of bankruptcy is lower. Therefore, by issuing the necessary warnings to decision makers and as a result of their actions, companies can be guided in the right direction in order to avoid wasting resources.

**Keywords:** *Bankruptcy, Prediction, Artificial Neural Network (ANN), Fulmer model, Stock Exchange.*

**JEL Classification:** *D22, D21, F10, G17.*

**Paper Type:** *Research Paper.*

**Citation:** Dabbagh, R., Sheikhbeiglou, S. (2020). Bankruptcy prediction of listed companies in tehran's stock exchange by artificial neural network (ANN) and fulmer model. *Journal of Development and Capital*, 5(2), 153-168 [In Persian].



انجمن تجارت الکترونیک ایران



## توسعه و سرمایه

شاپا چاپی: ۲۴۲۸-۲۰۰۸ شاپا الکترونیکی: ۳۶۰۶-۲۶۴۵



دانشگاه شهید باهنر کرمان

### پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل فولمر

رحیم دباغ\*  
سیما شیخ‌بیگللو\*\*

#### چکیده

هدف: درماندگی مالی و ورشکستگی، هزینه‌های زیادی داشته و به اقتصاد کشورها صدمه وارد می‌کند و پیش‌بینی آن جهت جلوگیری از ورشکستگی کمک شایان توجهی می‌کند. هدف پژوهش پیش‌بینی ورشکستگی و سودآوری شرکت‌ها جهت ارزیابی عملکرد و وضعیت مالی با استفاده از رگرسیون لجستیک و نسبت‌های مالی با مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و فولمر براساس دوره زمانی ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۷ برای ۱۳۲ شرکت بورس هست.

روش: برای برازش مدل فولمر از نرم افزار EViews و برای برازش مدل شبکه عصبی از نرم افزار Spss26 استفاده شده است. شاخص‌های استفاده شده در مدل‌ها شامل نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، سود قبل از بهره و مالیات، جمع بدهی‌ها به مجموع دارایی‌ها، حساب‌های دریافتی به فروش، سود خالص بر دارایی، بدهی بلندمدت به دارایی، سرمایه در گردش، سود خالص به فروش هستند.

یافته‌ها: با استفاده از نتایج و مدل‌های ارائه شده در پژوهش می‌توان از مبتلا شدن شرکت‌ها به بحران مالی، ورشکستگی و همچنین پیامدهای آن، به‌طور مناسبی جلوگیری کرد. البته توجه این نکته نیز ضروری است که پس از پیش‌بینی می‌بایستی به ریشه‌یابی مساله و پیگیری علل پرداخته شود.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد میزان قدرت و دقت پیش‌بینی ورشکستگی مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل فولمر از دقت بالاتری برخوردار است و همچنین حساب‌های دریافتی بر فروش بیشترین و نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام کمترین نسبت‌های مالی مؤثر بر ورشکستگی در مدل شبکه عصبی مصنوعی هست.

توسعه و سرمایه، دوره پنجم، شماره ۲، پیاپی ۹، صص. ۱۵۳ تا ۱۶۸

\* نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه، ایران. (رایانامه: r.dabbagh@uut.ac.ir)

\*\* کارشناسی ارشد گروه حسابداری، دانشگاه علم و فن ارومیه، ارومیه، ایران. (رایانامه: sima\_sheikhbeiglou@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۶

دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

واژه‌های کلیدی: ورشکستگی، پیش‌بینی، مدل شبکه عصبی مصنوعی، مدل فولمر، بورس اوراق بهادار.

طبقه‌بندی JEL: D22, D21, F10, G17

نوع مقاله: پژوهشی.

استناد: دباغ، رحیم؛ شیخ‌بیگلو، سیما. (۱۳۹۹). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل فولمر. توسعه و سرمایه، ۵(۲)، ۱۶۸-۱۵۳.

#### مقدمه

امروزه بیکاری معضل اصلی کشور هست (ویکی‌پدیا) در این راستا از دیدگاه نظریه‌های اقتصادی، انباشت سرمایه فیزیکی از شرایط لازم برای توسعه اقتصاد ملی بوده و آدام اسمیت سرمایه را عامل اصلی تعیین‌کننده اشتغال دانسته است. به این معنا که بکارگیری نیروی کار در فرآیند تولید به میزان سرمایه موجود بستگی دارد و انباشت سرمایه در تعیین میزان افزایش محصول و بهره‌وری سرانه نیروی کار نقش اساسی دارد. حال اگر این سرمایه‌گذاری‌ها در فرصت‌ها و مکان‌های نامناسب سرمایه‌گذاری شوند که کارایی لازم را نداشته باشند، عملاً باعث لطمه به اقتصاد ملی خواهند شد. شرکت‌هایی وجود دارند که از مشکلات مالی و عملیاتی رنج برده و از نظر فعالیت‌های عملیاتی و تأمین نقدینگی و سرمایه در گردش دچار بحران هستند. این شرکت‌ها از نقطه نظر تحلیل‌گران مالی و اقتصادی یا از قبل ورشکسته‌اند یا در آینده ورشکسته خواهند شد و طبق قوانین، مراحل قانونی ورشکستگی برای آنها باید اجرا شود ولی علیرغم نظر تحلیل‌کنندگان، این شرکت‌ها همچنان به روند فعالیت خود ادامه می‌دهند. از آنجا که بازار سرمایه در ایران جوان بوده و به عنوان یک بازار کارا مطرح نیست (امینی، ۱۳۸۵)، پژوهش‌های علمی می‌تواند بیانی تئوریک برای آن پایه‌ریزی نماید تا اطلاعات منتشره از سوی بورس در تصمیم‌گیری‌های صاحبان سرمایه و سرمایه‌گذاران بالقوه مفید باشد. لذا باید سعی کرد ابزارهای مفیدی جهت تصمیم‌گیری در اختیار استفاده‌کنندگان از اطلاعات بازار سرمایه، قرار گیرد. یکی از این ابزارها، مدل‌های پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی هست که می‌توانند مفید باشند (شاکری، ۱۳۸۴). در تحلیل‌های مالی فرض بر این است که گذشته، زمینه‌ساز آینده می‌شود و به این ترتیب کوشش‌ها و تجارب گذشته که در صورت‌های مالی شرکت مورد استفاده قرار می‌گیرد، تحلیل نسبت‌های مالی است. در واقع نسبت‌های مالی واقعیت‌های مهمی را در ارتباط با عملیات و وضعیت مالی یک شرکت آشکار می‌سازد. در پژوهش حاضر با بکارگیری نسبت‌های مالی در چارچوب مدل‌های فولمر و شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی درماندگی و ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرند. شبکه عصبی مصنوعی روشی پرکاربرد در مطالعات پیش‌بینی ورشکستگی قلمداد می‌شود و این روش محاسباتی، از مزایای فنی استفاده نموده و نیازی به الزامات خاصی برای متغیرهای پیش‌بینی ندارد. این مزایای مدل پیش‌بینی شبکه‌های عصبی در تفکیک شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته قابل ملاحظه است (چارالامبوس و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین درصد بالای نتیجه پیش‌بینی ورشکستگی در مدل فولمر نسبت به سایر مدل‌های پیش‌بینی (مانند مدل آلتمن، شیراتا، اهلسون و...) از

مزیت‌های این مدل هست (قدرتی، ۱۳۸۹). یکی از ابزارهای قدرتمند برای تصمیم‌گیری مدیران، ارزیابی جامع عملکرد سازمان‌هاست که اطلاعات ضروری و مورد نیاز هرسازمان را در اختیار آن قرار می‌دهد و از مدل‌های ارزیابی، جنبه‌های مختلف شرکت‌ها با استقبال گسترده‌ای مواجه شده، مدل ترکیبی دیمتل - شبکه عصبی کارت امتیازی متوازن است. (دباغ و همکاران، ۱۳۹۹)

### پیشینه و فرضیه‌های پژوهش

ورشکستگی هنگامی رخ می‌دهد که بدهی‌های شرکت از ارزش دارایی‌های موجود آن تجاوز کند (گیتمن، ۱۹۹۶). در بورس اوراق بهادار ملاک ورشکستگی و خروج شرکت‌ها از بورس، مطابق ماده ۱۴۱ قانون تجارت اصلاحی است و مفاد آن «اگر بر اثر زیان‌های وارده، حداقل نصف سرمایه شرکت از میان برود، هیئت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت نماید تا موضوع انحلال یا بقاء شرکت، مورد شور و رأی واقع شود. هرگاه مجمع مزبور رأی به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ این قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد» (منصور، ۱۳۹۷).

مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی، بین ورشکستگی و تعدادی از نسبت‌های مالی ارتباط برقرار می‌کنند و از نشانه‌های مالی ورشکستگی، نامساعد بودن نسبت‌های مالی اساسی است. در واقع هرنسبتی به اندازه‌ای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی دارد، بنابراین ورشکستگی قریب الوقوع، تقریباً هربعدی از وضعیت مالی شرکت را نمایان می‌سازد. با توجه به گستردگی و تنوع نسبت‌های مالی و پیشرفت‌های روز افزونی که در ارائه مدل‌های مالی پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها رخ داده است. این سؤال مطرح است کدام مدل‌ها در پیش‌بینی ورشکستگی و درماندگی شرکت‌ها از دقت و قدرت بالایی برخوردار است؟

**هریاتی و همکاران (۲۰۱۸)**، به بررسی پیش‌بینی ورشکستگی شخصی با مدل درخت تصمیم‌گیری پرداخته‌اند. در مطالعه با مشخصات افراد ورشکسته، مدل اعتبارسنجی شده و متغیرهای معنادار ورشکستگی شخصی ارائه شده است. پیامدهای کاربردی مدل درخت تصمیم‌گیری را جهت استفاده مؤسسات مالی برای پیش‌بینی تمایل وام‌گیرندگان بالقوه نسبت به ورشکستگی آنان را مطرح نموده‌اند. **جاردین و همکاران (۲۰۱۹)**، به بررسی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل‌های مبتنی بر تعهدی پرداخته‌اند. نتایج نشان داده که اطلاعات مالی به طور گسترده‌ای برای طراحی مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی مورد استفاده قرار گرفته است. چون شرکت‌ها ممکن است برخی از حساب‌های مالی خود را تحریف یا تغییر دهند. برای این منظور، در کنار استفاده از نسبت‌های مالی، سایر متغیرهای مالی را در پیش‌بینی‌ها پیشنهاد داده‌اند.

**بت شکن و همکاران (۱۳۹۷)**، در پژوهشی به ارائه یک روش ترکیبی به منظور پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. هدف آنها ارائه رویکردی جدید برای پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از نظر خبرگان و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری است. آن‌ها با ۲۹ نسبت مالی شرکت‌های تولیدی درمانده مالی بر اساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت انتخاب نموده و سپس با استفاده از آزمون آماری و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری دیمتل و تودیم فازی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان، پیش‌بینی درماندگی مالی را انجام داده‌اند. نتایج آزمون‌های مدل پیشنهادی آنها در پیش‌بینی

درماندگی یک، دو و سه سال پیش از وقوع درماندگی مالی، به طور معناداری از عملکرد بهتری نسبت به روش رگرسیون لجستیک و مدل آلتمن را ارائه نموده‌اند.

**اصغری و اصفهانی‌پور (۱۳۹۸)**، در مطالعه‌ای به ارائه مدل پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و ماشین بردار پشتیبان پرداخته‌اند. هدف اصلی آنها ارائه یک مدل پیش‌بینی کننده با عملکرد بالا و مقایسه نتایج آن با سایر مدل‌های رایج است. به همین منظور از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات به عنوان روش انتخاب ویژگی در ترکیب با ماشین بردار پشتیبان به عنوان الگوریتم طبقه‌بندی کننده استفاده شده است. نتایج نشان داد که مدل پیشنهادی پژوهش در پیش‌بینی ورشکستگی نسبت به روش پرسپترون چند لایه از عملکرد بهتری برخوردار است.

**پیرایش و همکاران (۱۳۸۸)**، در پژوهشی به طراحی مدل ریاضی مبتنی بر جریان‌های نقدی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. در این پژوهش نسبت‌های نقدینگی استخراج شده از صورت جریان وجوه نقد به منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج ارزیابی نشان‌دهنده رابطه هم خطی شدید بین نسبت‌های جریان‌های نقدی بر دارایی‌ها و جریان‌های نقدی بر فروش است. از این رو با عنایت به استفاده از رگرسیون لجستیک گام به گام نسبت جریان‌های نقدی بر دارایی‌ها حذف، و مدل نهایی با استفاده از سه متغیر باقی مانده طراحی گردید. نتایج مدل در برخی داده‌های آزمایش استفاده گردید که نشان‌دهنده اعتبار مدل طراحی شده و نسبت‌های انتخاب شده در راستای هدف پژوهش بوده است. همچنین نتایج آزمون در ارتباط با توانایی پیش‌بینی مدل نشان دهنده این واقعیت است 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 به دلیل کم‌رنج شدن شاخص‌های پیش‌بینی کننده ورشکستگی از توان پیش‌بینی مدل کاسته می‌شود.

با توجه به سوابق پیشینه پژوهش برای پژوهش حاضر سؤالات زیر مطرح شده که مطابق جواب احتمالی اینها دو فرضیه برای بررسی مورد توجه قرار گرفته است. کدامیک از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و فولمر در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده اوراق بهادار بورس از دقت و کارایی سنجش بالایی برخوردار هست؟

کدامیک از نسبت‌های مالی اصلی (نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، سود قبل از بهره و مالیات، مجموع بدهی‌ها به مجموع دارایی‌ها، حساب‌های دریافتی به فروش، سود خالص بر دارایی، بدهی بلندمدت به دارایی، سرمایه در گردش، سود خالص بر فروش) در مدل شبکه عصبی مصنوعی و و مدل فولمر تأثیر معنادار و موثرتری بر ورشکستگی شرکت‌ها دارند.

### فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اصلی: مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران نسبت به مدل فولمر از دقت بالایی برخوردار هست.

در راستای فرضیه اصلی فوق، فرضیه‌های فرعی ذیل قابل طرح هستند:

۱- نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، سود قبل از بهره و مالیات، جمع بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها، حساب‌های دریافتی به فروش، سود خالص بر دارایی، بدهی بلندمدت به دارایی، سرمایه در گردش، سود خالص بر فروش در مدل شبکه عصبی مصنوعی، تأثیر معناداری بر ورشکستگی شرکت‌ها دارند.

۲- نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، سود قبل از بهره و مالیات، جمع بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها، حساب‌های دریافتی به فروش، سود خالص بر دارایی، بدهی بلند مدت به دارایی، سرمایه در گردش، سود خالص بر فروش در مدل فولمر، تأثیر معناداری بر ورشکستگی شرکت‌ها دارند.

### روش‌شناسی تحقیق

با توجه به اهداف پژوهش؛ نوع پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش انجام پژوهش، توصیفی - تحلیلی هست. از آنجا که برای متغیرهای مستقل این تحقیق از اطلاعات موجود استفاده شده و قابل دستکاری نیستند، لذا روش انجام تحقیق از نوع علی یا پس رویدادی است. نمونه آماری از بین تمامی شرکت‌های مشمول و غیرمشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت انتخاب شده است. قلمرو زمانی پژوهش در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۱ و قلمرو مکانی در مجموع تعداد ۱۳۲ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران (طی هفت سال و به عبارتی ۹۲۴ سال شرکت) به روش نمونه‌گیری سیستماتیک حذفی که به لحاظ قابلیت مقایسه باید سال‌های مالی شرکت‌های مورد بررسی پایان اسفند ماه هر سال، جز شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری مالی (به دلیل ماهیت خاص فعالیت آنها) نباشند. در ضمن باید اطلاعات مورد نیاز متغیرهای پژوهش (صورت‌های مالی، یادداشت‌های همراه و گزارش هیات مدیره به مجمع) در دسترس باشد. براساس مدل‌های مورد بررسی و سوابق پیشینه پژوهش، متغیرهای زیر انتخاب و مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند.

### تعریف و نمادهای متغیرهای تحقیق

#### متغیرهای مستقل

۱. نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام (DEBT/EQ): از مقیاس‌های اندازه‌گیری اهرم مالی شرکت‌ها بوده که از طریق تقسیم کل بدهی‌های شرکت، به حقوق صاحبان سهام بدست می‌آید، که نشان می‌دهد که شرکت برای تأمین مالی دارایی‌هایش چه درصدی از حقوق صاحبان سهام و بدهی استفاده می‌کند (جهانخانی و پارسائیان، ۱۳۹۷).

۲. سود قبل از بهره و مالیات (EBIT): این نسبت نشان دهنده تأثیر کلیه هزینه‌های سازمان بر فروش هست. نشان می‌دهد چه مقدار از مبلغ فروش برای هزینه‌های تأمین مالی، مالیات و سهم سود سهامداران باقی مانده است (جهانخانی و پارسائیان، ۱۳۹۷).

۳. سرمایه در گردش (WCAP): مجموعه مبالغی که در دارایی‌های جاری یک شرکت سرمایه‌گذاری می‌شود. خالص سرمایه در گردش از کسر بدهی‌های جاری از دارایی‌های جاری یک شرکت تقسیم بر جمع کل دارایی‌ها است. افزایش یا کاهش وجه نقد مورد نیاز در فعالیت‌های جاری واحد تجاری تعیین می‌گردد (اسکندری، ۱۳۹۵).

۴. حساب‌های دریافتی بر فروش (REC/SAL): از تقسیم حساب‌های دریافتی بر فروش به دست می‌آید.

۵. سود خالص بر دارایی (NP/TA): شاخص میزان بازده دارایی‌ها، چگونگی سودآوری شرکت (کارآمدی مدیریت و نحوه استفاده از دارایی‌ها، در جهت ایجاد سود) را ارائه می‌دهد (جهانخانی و پارسائیان، ۱۳۹۷).
۶. نسبت کل بدهی به کل دارایی‌ها (TD/TA): نشان می‌دهد که چند درصد از دارایی‌های واحد تجاری از طریق بدهی‌ها تأمین مالی گردیده و هرچه کوچک‌تر باشد یعنی صاحبان سرمایه مشارکت بیشتری در تأمین مالی واحد تجاری داشته‌اند و برای بستانکاران (اعتبار دهندگان) مطلوب‌تر هست، چون در این شرایط در پرداخت بدهی‌های خود خصوصاً بدهی‌های جاری با مشکل اساسی مواجه نخواهد گردید (دباغ و احمدی، ۱۳۸۹).
۷. بدهی بلندمدت به دارایی‌ها (LTD/TA): نسبت بدهی نشانگر آن است که چه نسبتی از کل بدهی‌ها مربوط به دارایی‌های شرکت هست. نسبت بدهی در ترکیب با سایر روش‌ها، سلامت مالی شرکت را محاسبه نموده و به سرمایه‌گذار در تعیین درجه ریسک شرکت‌های مختلف کمک می‌نماید (جهانخانی و پارسائیان، ۱۳۹۷).
۸. سود خالص بر فروش (NP/SAL): نسبت سود خالص که بازده فروش نیز نامیده می‌شود، از تقسیم سود خالص بر فروش خالص به دست می‌آید و نشان می‌دهد که از هر یک ریال میزان فروش چند درصد سود خالص تحصیل گردیده است (اسکندری، ۱۳۹۵).

#### متغیر وابسته

متغیر وابسته ورشکستگی مالی شرکت‌ها بر اساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت اصلاحی هست و از مدل رگرسیون لجستیک استفاده شده و در مدل‌ها متغیر وابسته (ورشکستگی و غیرورشکستگی)؛ خود بیانگر دو گروه ورشکستگی (بیشتر بودن میزان بدهی‌ها از دارایی‌ها) و غیر ورشکستگی که بترتیب مقادیر ۰ (صفر) و ۱ (یک) را انتخاب می‌کنند. برای توضیح پدیده‌ای که متغیر وابسته آن متغیر موهومی است، مدل زیر است. معادله فوق به تابع توزیع تجمعی لجستیک معروف هست.

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}}$$

#### داده‌ها و جامعه آماری تحقیق

در بورس اوراق بهادار برخی از شرکت‌ها موفق و برخی ناموفق هستند، که موارد ناموفق موجبات نگرانی صاحبان سرمایه را فراهم آورده است. بدین ترتیب که اولاً، با ارائه هشدارهای لازم می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع درماندگی مالی هوشیار کرده تا آنها دست به اقدام‌های مقتضی بزنند و دوم اینکه، سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند. ارائه هشدارها نیازمند پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها است و تحلیل پیش‌بینی عنصر کلیدی در تصمیم‌گیری مدیریت است.

وضعیت توصیفی شرکت‌های سهامی بورس اوراق بهادار تهران از نظر شاخص‌های آمار توصیفی در جدول ۱ برای مجموعه نسبت‌های مالی هفت ساله ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۷ ملاحظه می‌شوند. شاخص پراکندگی (انحراف معیار) میزان پراکندگی متغیرها نسبت به میانگین را نشان می‌دهند. میانگین نشانگر مرکزیت داده‌ها است و برای مثال، میانگین نسبت سود خالص بر فروش برابر با ۱۱/۷ درصد هست و به عبارتی متوسط سود خالص فعالیت شرکت‌های بورس در بازه هفت ساله را مشخص



می‌کند. میانه نیز از شاخص‌های مرکزی نشان می‌دهد که بازده دارایی‌ها (سود خالص بر دارایی) برابر با ۸/۹ درصد بوده که نشان می‌دهد بازده نیمی از شرکت‌ها کمتر از این مقدار و نیمی دیگر بیشتر از آن بازده داشته‌اند.

جدول ۱. آمار توصیفی داده‌های پژوهش

NP/ SAL	LTD/TA	TD/ TA	NP/ TA	REC/ SAL	WACP	EBIT	DEBIT/EQ	
سودخالص بر	بدهی بلندمدت	کل بدهی به	سودخالص بر	حساب دریافتی بر	سرمایه در	سود ناخالص	بدهی بر حقوق	شاخص
فروش	به دارایی	دارایی	دارایی	فروش	گردش	بر دارایی	صاحبان سهام	
۰/۱۱۷	۰/۰۷۸	۰/۵۸۶	۰/۰۹۳	۰/۴۵۹	۰/۱۱۵	-۰/۱۵۹	۰/۶۲۱	میانگین
۰/۱۰۶	۰/۰۴۵	۰/۵۹۲	۰/۰۸۹	۰/۳۲۱	۰/۱۳۶	۰/۰۵۲	۰/۶۲۱	میانه
۶/۸۵۳	۰/۹۹۸	۰/۹۹۴	۰/۶۳۱	۱۲/۱۷۱	۰/۷۰۸	۹۵/۳۶	۰/۹۹۵	بیشینه
-۳/۴۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۴۷	-۱/۱۹۱	۰/۰۰۰	-۳/۱۱۱	-۷۱۷/۹۳	۰/۰۴۹	کمینه
۰/۳۸۹	۰/۰۹۶	۰/۱۸۳	۰/۱۵۹	۰/۵۸۳	۰/۲۹۲	۲۵/۶۵	۰/۱۳۹	انحراف معیار
۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴	حجم نمونه

### آمار استنباطی

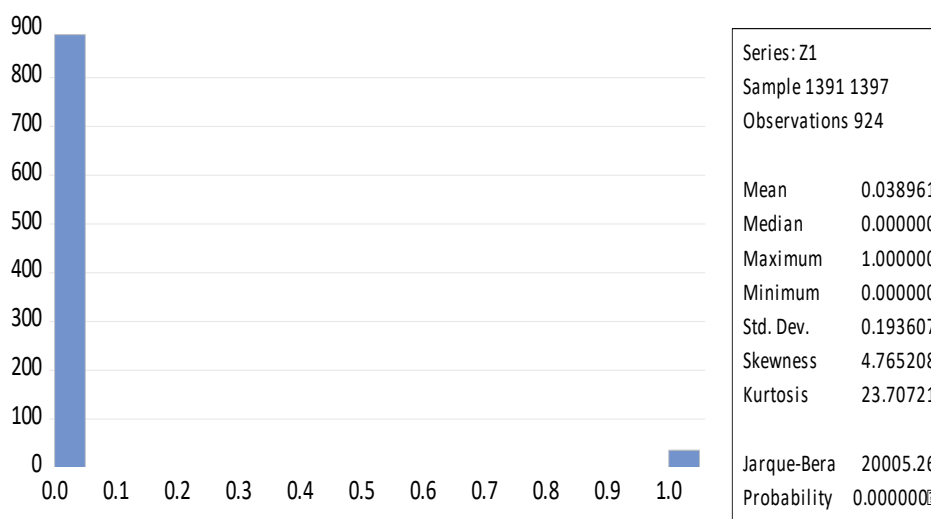
آزمون‌های وضعیت توزیع نرمال متغیرهای مورد بررسی در رگرسیون لجستیک به صورت زیر هست.

#### الف) آزمون جاک برا

آزمون جاک برا برای بررسی نرمال بودن یا نبودن توزیع داده‌ها عمومیت دارد و مشخص شد از جمله عدم نرمال بودن توزیع متغیر وابسته (عدم تقارن اطلاعاتی) است ولی طبق قضیه حد مرکزی، داده‌ها با تعداد مشاهدات بالا، نرمال محسوب می‌شوند و تا مادامی که اندازه نمونه به اندازه کافی بزرگ باشد، نقض فرض نرمال بودن، مشکلی در نتایج برآزش ایجاد نمی‌کند.

جدول ۲. آزمون جاک برا

متغیر	Z
تعداد مشاهدات	۹۲۴
میانگین	۰/۰۳۸
<b>Normal Parameters</b>	
میانه	۰/۰۰
انحراف معیار	۰/۱۹۳
آماره جاک برا	۲۰۰۰۵/۲۶
<b>P-value(sig)</b>	۰/۰۰۰



شکل ۱. عدم نرمال بودن متغیر وابسته ورشکستگی

از آنجایی که متغیر وابسته این پژوهش کیفی دو حالتی هست، بنابراین برای برازش مدل‌ها از روش رگرسیون لجستیک استفاده شده است.

### برازش مدل فولمر

#### نتایج حاصل از برازش مدل‌های رگرسیونی پژوهش

مدل رگرسیون برای آزمون فرضیه به شرح الگوی زیر استفاده شده است.

$$Z = \alpha_0 + \alpha_1 \text{DEBT/EQ} + \alpha_2 \text{EBIT} + \alpha_3 \text{WCAP} + \alpha_4 \text{REC/SAL} + \alpha_5 \text{NP/TA} + \alpha_6 \text{TD/TA} + \alpha_7 \text{LTD/TA} + \alpha_8 \text{NP/SAL} + e$$

نمادهای لاتین متغیرهای مدل در جدول ۱ مشخص شده و نتایج تخمین مدل با استفاده از رگرسیون لجستیک نشان می‌دهد که مقدار آماره کای دو (۲۳۱/۱) مدل در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار و مقدار ضریب تعیین ( $R^2$ ) نشان می‌دهد که ۷۶ درصد تغییرات متغیر وابسته همانا ریسک ورشکستگی شرکت‌های مورد بررسی توسط متغیرهای توضیحی مزبور تبیین می‌شوند. در این جدول ضریب مثبت / منفی آن رابطه مستقیم / غیرمستقیم هر یک از متغیرها بر ریسک ورشکستگی شرکت‌های سهامی بورس اوراق بهادار تهران است.

جدول ۳. نتایج حاصل از برازش معادله رگرسیون

$$Z = \alpha_0 + \alpha_1 \text{DEBT/EQ} + \alpha_2 \text{EBIT} + \alpha_3 \text{WCAP} + \alpha_4 \text{REC/SAL} + \alpha_5 \text{NP/TA} + \alpha_6 \text{TD/TA} + \alpha_7 \text{LTD/TA} + \alpha_8 \text{NP/SAL} + e$$

نام متغیر	نتیجه فرضیه	مقدار ضریب	آماره والد	سطح معناداری
سرمایه در گردش	تأثیر دارد	-۳/۴۹۰۳۳	-۴/۶۱۳۵۷۱	۰/۰۰۰۰
نسبت کل بدهی و کل دارایی	تأثیر دارد	-۴/۶۳۴۲۰۱	-۴/۱۶۴۵۶۳	۰/۰۰۰۰
حساب‌های دریافتی بر فروش	تأثیر ندارد	۰/۲۵۹۲۸	۱/۱۸۰۵۴۴	۰/۲۳۷۸
سود خالص بر دارایی	تأثیر دارد	-۴/۹۲۱۲۳۳	-۳/۱۱۷۵۷۳	۰/۰۰۱۸
سود خالص بر فروش	تأثیر ندارد	-۰/۴۳۷۷۶۳	-۰/۹۵۶۸۲۱	۰/۳۳۸۷
بدهی بلند مدت به دارایی	تأثیر دارد	۴/۹۳۵۰۳۷	۴/۰۵۳۵۵۴	۰/۰۰۰۱

نام متغیر	نتیجه فرضیه	مقدار ضریب	آماره والد	سطح معناداری
سود قبل از بهره و مالیات	تأثیر ندارد	۰/۰۱۵۷۶۱	۱/۲۱۱۰۴۴	۰/۲۲۵۹
نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	تأثیر ندارد	۰/۱۴۷۶۱۸	۰/۱۲۲۹۹۵	۰/۹۰۲۱
عرض از مبداء (C)	B <sub>0</sub>	۰/۵۱۴۷۲۴	۰/۶۰۶۷۱۵	۰/۵۴۴۰
ضریب تعیین	٪۷۶	دقت مدل		٪۹۶
آماره کای دو	۲۳۱/۰۸	معناداری (P-Value) = ۰/۰۰۰/۰		

مقدار آماره والد (همانند آزمون t) سطح معناداری متغیرهای مدل بدست آمده در جدول ۳ مشخص می شود، که نتایج آزمون فرضیات پژوهش بصورت زیر هستند.

۱. «متغیر سرمایه در گردش (WCAP)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر دارد. به دلیل اینکه سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۰۰۰ بوده که از ۰/۰۵ کوچک تر است، و قدرمطلق آماره والد که برابر ۴/۶۱ هست که از ۱/۹۶ بزرگ تر است.

۲. «متغیر نسبت کل بدهی و کل دارایی (TD/TA)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر دارد. به دلیل اینکه سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۰۰۰ بوده که از ۰/۰۵ کوچک تر است، و قدرمطلق آماره والد که برابر ۴/۱۶ هست که از ۱/۹۶ بزرگ تر است.

۳. «متغیر حساب های دریافتی بر فروش (REC/SAL)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر ندارد. چون سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۲۳۷ بوده که از ۰/۰۵ بزرگ تر است و قدرمطلق آماره والد که برابر ۱/۱۸ هست از ۱/۹۶ کوچک تر است.

۴. «متغیر سود خالص بر دارایی (NP/TA)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر دارد. چون سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۰۰۱ بوده که از ۰/۰۵ کوچک تر است، و قدرمطلق آماره والد که برابر ۳/۱۱ (بزرگ تر از ۱/۹۶) هست.

۵. «متغیر بدهی بلندمدت به دارایی (LTD/TA)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر دارد. چون سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۰۰۰ بوده که از ۰/۰۵ کوچک تر است و قدرمطلق آماره والد که برابر ۴/۰۴ (بزرگ تر از ۱/۹۶) هست.

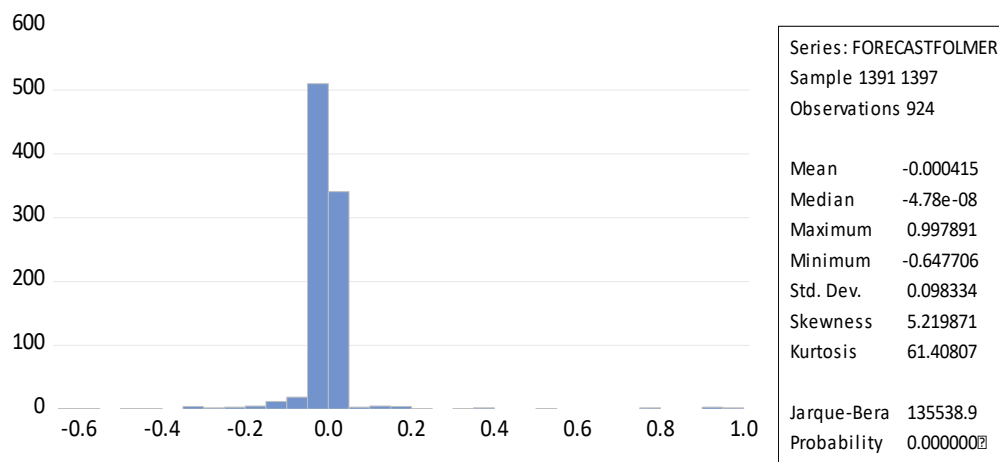
۶. «متغیر سود قبل از بهره و مالیات (EBIT)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر ندارد. چون سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۲۲۵ بوده که از ۰/۰۵ بزرگ تر است و قدرمطلق آماره والد که برابر ۱/۲۱۱ (کوچک تر از ۱/۹۶) هست.

۷. «متغیر نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام (DEBT/EQ)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر ندارد. چون سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۹۰۲ بوده که از ۰/۰۵ بزرگ تر است و قدرمطلق آماره والد که برابر ۰/۱۲۲ (کوچک تر از ۱/۹۶) هست.

۸. «متغیر سود خالص بر فروش (NP/SAL)» در ورشکستگی شرکت ها تأثیر ندارد. چون سطح معناداری به دست آمده از این متغیر برابر ۰/۳۳۸ بوده که از ۰/۰۵ بزرگ تر بوده و نیز قدرمطلق آماره والد که برابر ۰/۹۶ (کوچک تر از ۱/۹۶) هست.

### پیش‌بینی ورشکستگی به روش فولمر

با توجه به برازش مدل رگرسیون لجستیک، دقت پیش‌بینی ورشکستگی به روش مدل فولمر برابر با ۹۶٪ هست که نتیجه پیش‌بینی به صورت نمودار زیر هست.



شکل ۲. پیش‌بینی ورشکستگی به روش مدل فولمر

### برازش مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی ورشکستگی

معماری شبکه عصبی حاصل شامل ۸ لایه ورودی، ۱ لایه میانی با ۱ واحد و ۲ لایه خروجی است. تابع عملکرد مورد استفاده در لایه میانی تابع هیپربولیک تانژانت و تابع خطای مورد استفاده آنروپی هست. لازم به ذکر است که ۷۰/۷٪ داده‌ها معادل ۶۵۳ داده به عنوان نمونه آموزشی و ۲۹/۳٪ داده‌ها معادل ۲۷۱ داده به عنوان نمونه آزمایشی استفاده شده است. توابع مورد استفاده در لایه میانی عبارتند از: تابع خطی، تابع نمایی و هیپربولیک تانژانت. در این پژوهش به صورت اتومات نرم افزار تابع هایپربولیک تانژانت را برای برازش مدل در لایه نهایی انتخاب کرده است چون کمترین خطا را داده است.

جدول ۴. تخصیص تعداد اعضای نمونه

درصد	تعداد		
۷۰/۷٪	۶۵۳	آموزشی	نمونه
۲۹/۳٪	۲۷۱	آزمایشی	
۱۰۰٪	۹۲۴	مجموع	

جدول ۵. خلاصه نتایج مدل شبکه عصبی

نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	۱		
سود قبل از بهره و مالیات	۲		
بدهی بلند مدت به دارایی	۳		
پیش‌بینی	۴	متغیرهای مستقل	لایه ورودی
سود خالص بر فروش	۵		
سود خالص بر دارایی	۶		

حساب‌های دریافتی بر فروش	۷	
نسبت کل بدهی و کل دارایی	۸	
سرمایه در گردش	۹	
۸	تعداد لایه ورودی	
استاندارد سازی	روش مقیاس سازی	
۱	تعداد لایه میانی	
۱	تعداد واحدها در لایه میانی	لایه میانی
هیپر بولیک تانژانت	تابع مورد استفاده	
Z1	متغیر وابسته	۱
۲	تعداد لایه میانی	
استاندارد سازی	روش مقیاس سازی	لایه خروجی
سافت مکس	تابع مورد استفاده	
خطای آنتروپی	تابع خطا	

مقدار خطای به دست آمده از برازش مدل برابر ۰/۰۷ در نمونه آموزشی<sup>۱</sup> و در نمونه آزمایشی<sup>۲</sup> برابر ۰/۰۲ هست. از آنجایی که مقدار خطای به دست آمده در نمونه آزمایشی کمتر از نمونه آموزشی است، بنابراین برازش مدل قابل قبول هست.

جدول ۶. مقایسه خطای برازش مدل در نمونه آموزشی و آموزشی

آموزشی	خطا	۰/۰۷٪
آموزشی	خطا	۰/۰۲٪

به ترتیب اهمیت متغیرهای مستقل در مدل ساختار شبکه عصبی بر اساس سوابق پژوهشی بصورت جدول ۷ ملاحظه می‌شوند.

جدول ۷. نحوه ورود متغیرها به مدل شبکه عصبی

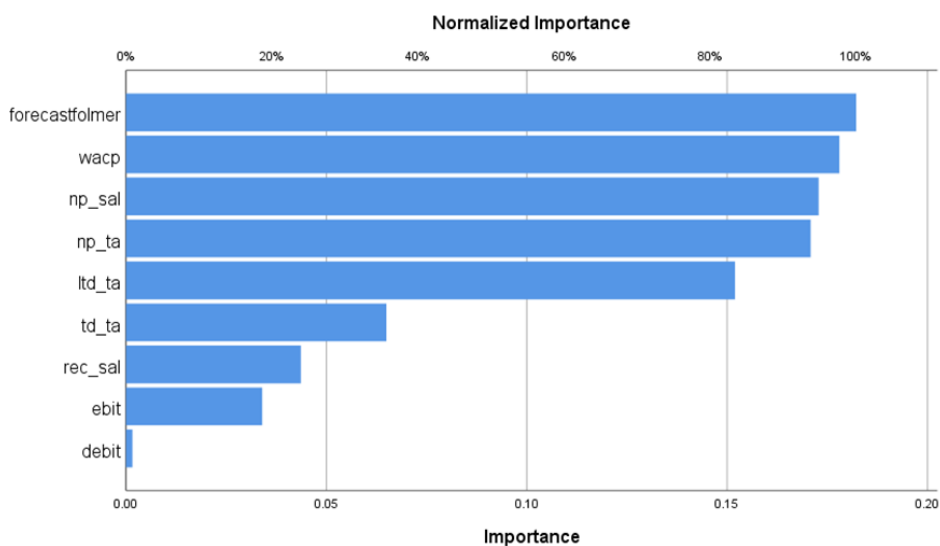
اولویت	درجه اهمیت	متغیرهای مستقل
اول	۰/۱۷۸	سرمایه در گردش
دوم	۰/۱۷۳	سود خالص بر فروش
سوم	۰/۱۷۱	سود خالص بر دارایی
چهارم	۰/۱۵۲	بدهی بلند مدت به دارایی
پنجم	۰/۰۶۵	نسبت کل بدهی و کل دارایی
ششم	۰/۰۴۴	حساب‌های دریافتی بر فروش
هفتم	۰/۰۳۴	سود قبل از بهره و مالیات
هشتم	۰/۰۰۲	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام

پس از برآزش مدل به شیوه شبکه عصبی سطح معناداری حاصل از پیش‌بینی مدل برای متغیرهای مستقل با وابسته به صورت جدول ۸ هست.

جدول ۸. سطح معناداری متغیرها در مدل شبکه عصبی مصنوعی

نام متغیر	ضریب همبستگی اسپیرمن		
	ضریب همبستگی	سطح معناداری	حجم نمونه
DEBT/EQ	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	-۰/۰۰۳	۹۲۴
EBIT	سود قبل از بهره و مالیات	۰/۰۰۰	۹۲۴
LTD/TA	بدهی بلند مدت به دارایی	۰/۱۲۱**	۹۲۴
NP/SAL	سود خالص بر فروش	-۰/۲۹۱**	۹۲۴
NP/TA	سود خالص بر دارایی	-۰/۲۹۱**	۹۲۴
REC/SAL	حساب‌های دریافتی بر فروش	۰/۱۳۴**	۹۲۴
TD/TA	نسبت کل بدهی به کل دارایی	-۰/۰۲۱	۹۲۴
WCAP	سرمایه در گردش	-۰/۲۵۲**	۹۲۴
Predicted Value for $Z_1$		۱/۰۰۰	۹۲۴

\*\* Correlation is significant at the 0/01 level (2-tailed).



شکل ۳. اولویت‌بندی متغیرها برای ورود در مدل شبکه عصبی

دقت مدل و برآورد ضرایب متغیرها در روش شبکه عصبی مصنوعی

**جدول ۹. دقت مدل و برآورد ضرایب متغیرها در روش شبکه عصبی مصنوعی**

نمونه	مشاهده شده	پیش بینی شده	درصد درستی
آموزشی (Training)	۰	۰	۱۰۰٪/۰
	۱	۲۹	۱۰۰٪/۰
	درصد کلی	۹۵٪/۶	۴٪/۴
آزمایشی (Testing)	۰	۰	۱۰۰٪/۰
	۱	۷	۱۰۰٪/۰
	درصد کلی	۹۷٪/۴	۲٪/۶

برآزش مدل به صورت جدول زیر هست:

**جدول ۱۰. برآزش مدل شبکه عصبی مصنوعی**

Predicted		متغیرها	لایه میانی	لایه خروجی
[z1=1]	[z1=0]			
		(Bias)	H(1:1)	
		تورش	-۲/۳۰۵	
		نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	DEBT/EQ	۰/۰۴۲
		سود قبل از بهره و مالیات	EBIT	۰/۴۰۰
		پیش بینی فولمر	folmer Forecast	۱/۱۲۱
		بدهی بلند مدت به دارایی	LTD/TA	۰/۴۰۶
		سود خالص بر فروش	NP/SAL	-۰/۵۱۹
		سود خالص بر دارایی	NP/TA	-۰/۵۶۷
		حساب های دریافتی بر فروش	REC/SAL	۰/۰۸۸
		نسبت کل بدهی به کل دارایی	TD/TA	-۰/۶۴۵
		سرمایه در گردش	WCAP	-۰/۹۷۹
		تورش	(Bias)	۰/۹۰۶
		ضریب متغیرهای مستقل	H(1:1)	۴/۱۰۲
				-۱/۲۱۴

لایه ورودی  
Hidden Layer 1

در جدول بالا منظور از لایه ورودی متغیرهای مستقل و منظور از لایه خروجی متغیر وابسته هست. ستون لایه میانی (۱:۱) برآورد ضریب متغیرهای مستقل با روش شبکه عصبی هست.

### مقایسه روش برازش مدل فولمر با روش شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی

دقت مدل در برازش مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی ورشکستگی برابر ۹۷,۴ درصد است که در مقایسه با مدل برازش مدل فولمر برابر ۹۶ درصد از دقت بهتری برخوردار است.

### تحلیل نتایج آزمون فرضیه‌های تحقیق

#### نتایج آزمون فرضیه اول

«متغیرهای؛ نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، سود قبل از بهره و مالیات، جمع بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها، حساب‌های دریافتی به فروش، سود خالص بر دارایی، بدهی بلندمدت به دارایی، سرمایه در گردش، سود خالص بر فروش در مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شدند»: در نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی متغیرهای سرمایه در گردش، حساب‌های دریافتی بر فروش، سود خالص بر دارایی، سود خالص بر فروش و بدهی بلندمدت به دارایی‌ها معنادار (کمتر از ۰/۰۵) هستند و همچنین دقت مدل برای پیش‌بینی ورشکستگی برابر ۹۷/۴ درصد است. همچنین متغیرهای نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، سرمایه در گردش، سود خالص بر دارایی، نسبت کل بدهی به کل دارایی و سود خالص بر فروش رابطه معکوس با ورشکستگی دارند. یعنی هرچه رقم این نسبت‌ها بیشتر باشد احتمال ورشکستگی کمتر می‌شود.

#### نتایج آزمون فرضیه دوم

«معیارهای نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، سود قبل از بهره و مالیات، جمع بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها، حساب‌های دریافتی به فروش، سود خالص بر دارایی، بدهی بلندمدت به دارایی، سرمایه در گردش، سود خالص بر فروش در مدل فولمر استفاده شدند». با برازش مدل فولمر مشخص شد معیارهای سرمایه در گردش، سود خالص بر دارایی، نسبت کل بدهی به کل دارایی و بدهی بلندمدت به دارایی‌ها تأثیر معناداری (کمتر از ۰/۰۵) بر ورشکستگی دارند و دقت مدل برای پیش‌بینی ورشکستگی برابر ۹۶ درصد است. همچنین معیارهای سرمایه در گردش، سود خالص بر دارایی، نسبت کل بدهی به کل دارایی و سود خالص بر فروش رابطه معکوس با ورشکستگی دارند. یعنی هرچه رقم این نسبت‌ها بیشتر باشد احتمال ورشکستگی کمتر می‌شود. در مجموع با توجه نتایج برازش مدل‌ها، از مقایسه میزان دقت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس مشخص شد که روش شبکه عصبی مصنوعی از دقت بالاتری برخوردار است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توسعه و پیشرفت علم در خصوص توانایی هوش مصنوعی محققین توانستند از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده کنند. لذا هدف پژوهش حاضر پیش‌بینی و انتخاب مدل مناسب و اماندگی و ورشکستگی شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران (مطابق تعریف ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران) با روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل فولمر است. با توجه به نتایج این مطالعه مشخص شد، دقت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های حاضر با مدل شبکه عصبی مصنوعی از دقت بالایی برخوردار است و در این روش تأثیر مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای ورودی را روی خروجی شبکه در نظر گرفته می‌شود. همانطوری که در پژوهش چارالامبوس و همکاران مطرح شده است که شبکه عصبی مصنوعی روشی



محبوب در مطالعات پیش‌بینی ورشکستگی قلمداد می‌شود. این روش محاسباتی، از مزایای تکنولوژیکی استفاده کرده و نیازی به الزامات خاص برای متغیرهای پیش‌بینی ندارد. این مزایای مدل پیش‌بینی شبکه‌های عصبی در تفکیک شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته قابل ملاحظه است. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان دریافت، علاوه بر پیش‌بینی ورشکستگی، کدام یک از پارامترها می‌تواند بیشترین تأثیر را بر ورشکستگی داشته باشد که از میان متغیرهای مورد استفاده، نسبت سود خالص به فروش و نسبت سود خالص به دارایی بیشترین تأثیر و نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام کمترین اثر را در تعیین ورشکستگی در بین معیارهای موجود داشته‌اند.

### پیشنهادات کاربردی پژوهش

بر اساس نتایج و مدل‌های ارائه شده این پژوهش، می‌توان از مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار استفاده گردد و از مبتلا شدن شرکت‌ها به بحران مالی و ورشکستگی و همچنین پیامدهای آن، (با توجه بیشتر بر معیارهای معنادار سرمایه در گردش، حساب‌های دریافتی بر فروش، سود خالص بر دارایی‌ها، سود خالص بر فروش و بدهی بلندمدت به دارایی‌ها) به‌طور مناسبی جلوگیری کرد. نتایج این پژوهش می‌تواند به‌طور موردی برای هر کدام از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به کار گرفته شود.

### یادداشت‌ها

#### 1. Training

#### 2. Testing

### منابع

- اسکندری، جمشید. (۱۳۹۵). اصول حسابداری ۳، انتشارات کتاب فرشید.
- اصغری، زهرا؛ اصفهانی پور، اکبر، (۱۳۹۸)، ارائه مدل پیش‌بینی ورشکستگی شرکتها با ترکیب الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات و ماشین بردار پشتیبان، چهارمین کنفرانس ملی در مدیریت، حسابداری و اقتصاد با تاکید بر بازاریابی منطقه ای و جهانی، تهران.
- امینی، پیمان. (۱۳۸۵) بررسی امکان سنجی استفاده از مدل فولمر برای تخمین ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته حسابداری دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- پیرایش، رضا، منصوری، علی، امجدیان، صابر. (۱۳۸۸). طراحی مدل ریاضی مبتنی بر جریانهای نقدی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. توسعه و سرمایه، (۲)، ۶۴-۷۳.
- جهانخانی، علی؛ پارسائیان، علی، مترجم. (۱۳۹۷). مدیریت مالی (جلد اول). ریموند پی. نوو. تهران: انتشارات سازمان سمت.
- دباغ، رحیم، احمدی، ساناز. (۱۳۹۸). ارزیابی عملکرد شرکت‌های آب و فاضلاب با مدل کارت امتیاز متوازن مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان غربی. مجله آب و فاضلاب، ۳۰(۱)، ۶۳-۵۰.
- دباغ، رحیم؛ رئیسی، دیبا؛ خانلوی صانع، علی. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر گذاری و تاثیر پذیری عوامل موثر بر بهره‌وری منابع انسانی با روشهای تصمیم گیری چند معیاره (مورد مطالعه شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی). نشریه کیفیت و بهره‌وری صنعت برق ایران، ۹(۴)، ۹۹-۸۳.
- شاکری، عباس. (۱۳۸۴). مروری تاریخی بر روند شکل گیری نظریه های اقتصاد کلان. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۷(۲۳)، ۹۳-۶۹.

ویکی‌پدیا، واژه «بیکاری در ایران»، <https://fa.wikipedia.org>.

- بت شکن، محمد‌هاشم، سلیمی، محمد جواد، فلاحتگر متحدجو، سعید. (۱۳۹۷). ارائه یک روش ترکیبی به منظور پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات مالی*، (۲)، ۲۰-۱۹۲-۱۷۳.
- قدرتی، حسن، معنوی مقدم، امیرهادی. (۱۳۸۹). بررسی دقت مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی (مدل‌های آلتمن، شیراتا، اهلسون، زمیسکی، اسپرینگیت، سی‌ای اسکور، فولمر، ژنتیک فرج زاده و ژنتیک مک کی) در بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات حسابداری و حسابرسی*، (۷)، ۱۲۸-۱۴۰.
- منصور، جهانگیر. (۱۳۹۷). *قانون تجارت*، جلد اول، تهران، انتشارات نشر دیدار.

## References

- Amini, P. (2006). The feasibility analysis of fulmer model in bankruptcy prediction of the firms accepted in Tehran Stock Exchange (TSE). *Master Thesis*, Accounting, Tarbiat Modares University [In Persian].
- Asghari, Z., Isfahanpour, A. (2019). Provide a corporate bankruptcy prediction model by combining particle swarm optimization algorithm and support vector machine. *Accounting and Economics with Emphasis on Regional and Global Marketing*. Shahid Beheshti University [In Persian].
- Botshekan, M., Salimi, M., 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].
- Charalambous, C., Charitou, A., Kaourou, F. (2000). Comparative analysis of artificial neural network models: Application in bankruptcy.
- Dabbagh, R., Ahmdi, S. (2019). Evaluation of water and wastewater company performance by using balanced scorecard model (Case study: west Azarbaijan water and wastewater company). *Journal of Water and Wastewater*; Ab va Fazilab, 30(1), 50-63 [In Persian].
- Dabbagh R, Raeisi D, alikhanlo S. (2020). Investigating the effectiveness and influence of factors affecting human resources productivity by multi criteria decision making methods (Case study of East Azarbaijan electric power distribution company). *Iejjqp*, 9(4), 83-99 [In Persian].
- Eskandari., J. (2016). *Principles of accounting 3*. Farshid Book Publishing [In Persian].
- Falahtgar, S., Botshekan, M., Salimi, M. (2018). Provide a combined method to predict the financial distress of companies listed on the Tehran Stock Exchange. *Financial Research*, 20(2), [In Persian].
- Ghodrati, H. (2010). Investigating the accuracy of bankruptcy prediction models in the Tehran Stock Exchange. *Accounting and auditing research*. [In Persian]
- Gitman, LJ. (1996). *Principle of managerial finance (7 RD ED)*. New-York: Harper.
- Heryati, Sh., Ismail, Sh., Wah Yap, B. (2018). Personal bankruptcy prediction using decision tree model. *Journal of Economics Finance and Administrative Science*, ISSN 2218-0648.
- Jahankhani, A., Parsaeian, A. (2018). *Financial management*. Tehran: Samat Organization Publications [In Persian].
- Jardin, Ph., Veganzones, D., Séverin, E. (2019). Forecasting corporate bankruptcy using accrual-based models. ISSN: 0927-7099.
- Mansour, J. (1998). *Commercial Law. Volume One*, Tehran, Didar Publishing.
- Pirayesh, R., Mansory, A., Amjadeian, S. (2009). Designing a mathematical model based on cash flows for predicting bankruptcy of accepted companies in Tehran Stok Exchange (TSE). *Journal of Development and Capital*, 2(2), 73-94 [In Persian].
- Shakeri, A. (2005). Historical review of macroeconomic theories. *Iranian Journal of Economic Research*, 7(23), 69-93 [In Persian].