



<https://amf.ui.ac.ir>

Journal of Asset Management and Financing
E-ISSN: 2383-1189
Vol. 13, Issue 1, No. 48, Spring 2025, p 27-46
Received: 06/03/2024 Accepted: 19/06/2024

Research Paper

Predicting Financial Distress through Ranking Working Capital Management Components Using Random Forest Algorithm

Pouya Sadeghi

M.A. Student in Financial Management, Department of Accounting and Financial Issues, Faculty of Economics, Management, and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran
Pouya.sadeghi1997@gmail.com

Daryush Farid * 

Ph.D., Department of Accounting and Financial Issues, Faculty of Economics, Management, and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran
Fareed@yazd.ac.ir

Hamid Reza Mirzaei

Assistant Professor, Department of Accounting and Financial Issues, Faculty of Economics, Management, and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran
hmirzaei@yazd.ac.ir

Abolfazl Dehghani

Ph.D. Student in Financial Economics, Department of Economics, Faculty of Economics, Management, and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran
abolfazl.dehghanica@gmail.com

Abstract

The primary objective of this research was to analyze the relative importance of working capital management factors in predicting financial distress among companies. The study population consisted of 167 companies listed on the Tehran Stock Exchange (TSE) from 2019 to 2023. 7 key working capital management indicators were selected based on their potential impacts on financial distress. Using Zavgren's (1985) financial distress prediction model, the sample companies were classified into distressed and healthy groups. In the first step, a random forest algorithm was employed to assess the predictive power of the seven working capital management indicators in classifying companies as distressed or healthy. The results indicated that these indicators could successfully identify and predict the financial distress status of the companies with up to 85% accuracy. In the second step, the unique feature of the random forest algorithm was leveraged to rank the importance of each working capital component in achieving this 85% classification accuracy. The findings showed that the Average Collection Period (ACP) was significantly more important than the other working capital components in predicting financial distress.

Keywords: Financial Distress, Working Capital Management, Average Collection Period (ACP), Random Forest Algorithm

JEL Classification: G01, G30, C38

Introduction

In recent years, financial distress and bankruptcy have become increasingly prevalent issues for business enterprises. The financial literature offers various definitions to describe the state of financial distress and bankruptcy. While some researchers equate financial distress with bankruptcy, financial distress is more accurately viewed as a precursor to bankruptcy – a stage of financial decline that may or may not ultimately lead to a company's bankruptcy. Simply put, financial distress reflects a business entity's inability or weakness in fulfilling its obligations to creditors (Gerged et al., 2022). Given the rapid growth of joint-stock companies and the emergence of severe financial crises at both micro- and macro-economic scales, it is crucial to identify the key factors that can predict a company's financial health before it reaches the stage of bankruptcy, i.e., during the financial distress phase (Pourheydari et al., 2010). Evidence suggests that working capital management is a significant factor influencing the financial distress of business enterprises (Geng et al., 2015). Companies experiencing financial distress and bankruptcy often exhibit weaknesses in working capital management, particularly in cash control. Therefore, the aim of this study was to evaluate the predictive power of working capital management components in forecasting financial distress and rank the importance of each component in this prediction process.

Materials & Methods

*Corresponding author

Sadeghi, P., Farid, D., Mirzaei, H. R., & Dehghani, A. (2025). Using the random forest algorithm to rank the components of working capital management effective on the occurrence of financial distress. *Journal of Asset Management and Financing*, 13 (1), 27-46.



2383-1189 © University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC-ND/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



10.22108/amf.2024.140910.1868

The raw financial statement data for this research were extracted from Rahavard Novin Database and the Codal website. These data were then systematically organized in Excel. After applying certain eligibility criteria, a sample of 167 companies was identified as the accessible statistical population. To classify the sample companies into distressed and healthy groups, which served as the target variable (label), Zavgren's (1985) financial distress prediction model was utilized. Subsequently, the predictive power of 7 key working capital management components in forecasting financial distress was tested using Python software and the random forest algorithm.

The random forest method is based on ensemble learning, wherein the data are split into training and testing sets. During the learning phase, the model attempts to identify the inherent pattern or the relationship between the dependent variable (financial distress) and each explanatory variable (working capital management components) with the validity of this learning measured by the testing data. The random forest method employs a bagging approach, creating subsets from the entire dataset and determining the final result based on the average outcomes of these subsets. This approach helps to significantly mitigate the overfitting problem.

One notable feature of the random forest algorithm is its ability to rank the importance of the input features in determining the trend of the target variables. This capability was leveraged in this research to answer the second research question, which focused on the relative importance of each working capital component in predicting financial distress.

Research Findings

The model achieved an accuracy of 85%, indicating that it could correctly predict whether a company was in financial distress or not based on what it learned during the training phase. Additionally, the model's F1-Score metric was 0.89 for identifying healthy companies and 0.76 for predicting distressed companies. These scores, being close to 1, suggested that the model's estimations were performed with a high degree of accuracy.

The analysis of the relative importance of each working capital management component in achieving this 85% accuracy rate revealed some key insights. The Average Collection Period (ACP) was identified as the most important factor in predicting financial distress. Following the ACP, the Current Ratio (CR) ranked second, the Average Payable Period (APP) ranked third, and the Inventory Turnover In Days (ITID) ranked fourth in importance.

These findings suggested that the initial signs of financial trouble for a company often stemmed from its failure to collect receivables in a timely manner, leading to an increased collection period. If the company's management did not effectively address this issue, other problems could likely arise, ultimately pushing the business entity into a state of financial distress.

Discussion of Results & Conclusion

The results of the data analysis using the random forest algorithm indicated that working capital management indicators had an 85% predictive power for identifying financial distress in companies. This finding is consistent with those of the previous studies by Habib and Kayani (2022), Morshed (2020), and Li et al. (2018). Regarding the second research objective, which aimed to rank the importance of each working capital management component in predicting financial distress, the analysis revealed that the Average Collection Period (ACP) was the most significant factor. This suggested that a company's inability to collect receivables in a timely manner was a crucial early indicator of impending financial distress.

An increase in the ACP could lead to a serious risk of bad debts and liquidity problems for the company. As a result, the company's management might need to secure additional working capital to fund operations, which could potentially increase the Weighted Average Cost of Capital (WACC). However, if the company failed to generate adequate returns to cover these elevated financing costs, it might ultimately fall into a state of financial distress (Panigrahi, 2014). Given the notable importance of the ACP compared to other working capital management components, it appeared that many of the underlying issues leading to financial distress stemmed from poor performance in collecting receivables. Therefore, this research underscored the critical need for robust management practices of receivables to maintain liquidity and avoid the escalating costs and risks associated with financial distress.

مقاله پژوهشی


به کارگیری الگوریتم جنگل تصادفی به منظور رتبه‌بندی مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش مؤثر بر وقوع درماندگی مالی

پویا صادقی

دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش حسابداری و مالی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد،

یزد، ایران

pouya.sadeghi1997@gmail.com

دارپوش فرید * 

استاد، بخش حسابداری و مالی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

fareed@yazd.ac.ir

حمیدرضا میرزایی

استادیار، بخش مالی و حسابداری، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

hmirzaei@yazd.ac.ir

ابوالفضل دهقانی

دانشجوی دکتری، بخش اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

abolfazl.dehghaniea@gmail.com

چکیده

هدف: هدف اصلی این پژوهش، رتبه‌بندی میزان اهمیت هریک از مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش در پیش‌بینی وقوع درماندگی مالی شرکت‌ها است.

روش: جامعه آماری متشکل از ۱۶۷ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ است. در راستای دستیابی به هدف پژوهش، ۷ مؤلفه از مهم‌ترین شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش اثرگذار بر درماندگی مالی انتخاب شده است. به‌علاوه، با استفاده از مدل پیش‌بینی درماندگی مالی زاوگین (1985) شرکت‌های نمونه به دو گروه درمانده و سالم طبقه‌بندی شدند؛ سپس در گام اول، با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی توان ۷ شاخص منتخب مدیریت سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها سنجیده شد.

نتایج: نتایج پژوهش حاکی از آن است که شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش تا ۸۵ درصد می‌توانند در شناسایی و پیش‌بینی وضعیت درماندگی مالی شرکت‌ها موفق عمل کنند. در مرحله دوم، رتبه‌بندی میزان اهمیت هریک از مؤلفه‌های سرمایه در گردش برای رسیدن به نمره ۸۵ درصد در تشخیص درست کلاس شرکت‌ها با استفاده از ویژگی منحصر به فرد الگوریتم جنگل تصادفی در این زمینه صورت پذیرفت. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که دوره وصول مطالبات، به طرز چشمگیری اهمیت بیشتری از سایر مؤلفه‌های سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی دارد.

کلید واژه‌ها: درماندگی مالی، مدیریت سرمایه در گردش، دوره وصول مطالبات، الگوریتم جنگل تصادفی

طبقه‌بندی JEL: G01، G30، C38

* نویسنده مسئول

صادقی، پویا، فرید، دارپوش، میرزایی، حمید رضا، دهقانی، ابوالفضل. (۱۴۰۴). به کارگیری الگوریتم جنگل تصادفی به منظور رتبه‌بندی مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش مؤثر بر وقوع درماندگی مالی. مدیریت دارایی و تأمین مالی، ۱۳ (۱)، ۲۷-۴۶.



مقدمه

ظهور بحران‌های مالی به‌خصوص در سال‌های اخیر، بیش از هر زمان دیگری رخ داده است. آمارهای اقتصادی حاکی از آن است که در دو دهه اخیر، درماندگی مالی و ورشکستگی به طرز بی‌سابقه‌ای گریبان‌گیر بنگاه‌های اقتصادی شده است. تعدد بحران‌های مالی در یک کشور، از جمله شاخص‌های مهم اقتصادی به شمار می‌رود و همواره توجه عموم جامعه را به‌ویژه دربارهٔ درماندگی مالی و ورشکستگی بنگاه‌های بزرگ سهامی عام به خود جلب می‌کند؛ زیرا این دست شرکت‌ها، همواره سهم بیشتری در مشارکت عمومی افراد برای تأمین مالی و سرمایه‌گذاری به خود اختصاص می‌دهند؛ بنابراین، پیش‌بینی وقوع بحران مالی از منظر بخش خصوصی و دولت‌ها بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا بروز این چالش، دست کم از تخصیص نامناسب منابع حکایت دارد. نکتهٔ بنیادین در خصوص درماندگی مالی و ورشکستگی این است که تعداد درخور ملاحظه‌ای از پژوهشگران، درماندگی مالی را معادل با ورشکستگی می‌دانند؛ اما این در حالی است که درماندگی مالی تنها مرحله‌ای از ورشکستگی را نشان می‌دهد. به دیگر سخن، درماندگی مالی بیانگر شکلی از زوال مالی است که قبل از ورشکستگی اتفاق می‌افتد و ممکن است لزوماً به ورشکستگی شرکت منتج نشود. درماندگی مالی خود را به‌سرعت آشکار نمی‌کند، بلکه در میان حجم فراوانی از اطلاعات غیرمالی و مالی، خود را مخفی می‌کند و می‌تواند در زمینه‌های مختلف، به‌ویژه در حوزهٔ مالی پیامدهای ویرانگری را برای اقتصاد و اعتماد عمومی به همراه داشته باشد. درماندگی مالی به بیان ساده، ناتوانی یا ضعف بنگاه اقتصادی را در عمل به تعهدات خود در قبال اعتباردهندگان نشان می‌دهد (Gerged et al., 2022). باتوجه به گسترش روزافزون شرکت‌های سهامی و ظهور بحران‌های مالی شدید در ابعاد خرد و کلان اقتصادی، مالکان و ذی‌نفعان مختلف واحدهای تجاری در پی مصون‌کردن خود در برابر این‌گونه مخاطرات هستند؛ ازاین‌رو، استفاده از مدل‌های پیش‌بینی‌کننده به‌منظور ارزیابی توان مالی شرکت‌ها قبل از رسیدن به مرحلهٔ ورشکستگی، یعنی در مرحلهٔ درماندگی مالی، برای گروه‌های یادشده اهمیت و حساسیت ویژه‌ای به خود گرفته است (Pourheydari et al., 2010)؛ در این راستا، بسیاری از پژوهشگران، از جمله: آلمن^۱، زاوگین^۲ و... با استفاده از نسبت‌های مالی استخراج‌شده از صورت‌های مالی، الگوهایی را برای پیش‌بینی درماندگی واحدهای تجاری ارائه کردند که علاوه بر تشخیص به‌موقع درماندگی، از اتلاف منابع نیز جلوگیری کردند. با در نظر گرفتن اهمیت پیش‌بینی درماندگی مالی، سؤالی که مطرح می‌شود این است که چه عواملی می‌توانند در پیدایش درماندگی مالی واحدهای تجاری مؤثر باشد. در این زمینه شواهد، نشان‌دهندهٔ آن است که مدیریت سرمایه در گردش از عوامل تأثیرگذار در بروز درماندگی مالی بنگاه‌های اقتصادی است (Wallace, 2004; Purvinis et al., 2008; Geng et al., 2015). تجربه نشان می‌دهد که در اغلب اوقات شرکت‌هایی که دچار درماندگی و ورشکستگی مالی شده‌اند، همواره در مدیریت سرمایه در گردش و مهم‌تر از آن در کنترل وجه نقد ضعف داشته‌اند. به گفتهٔ امامی و فرید (Emami & Farid, 2016)، در صورت ضعیف‌شدن سرمایه در گردش، شکوفاماندن و ادامهٔ فعالیت شرکت با مشکل مواجه خواهد شد. در هنگام ورشکستگی، واحدهای اقتصادی با دو مشکل عمده مواجه می‌شوند: کمبود نقدینگی و وجود تعهدات مالی فراوان؛ به بیان دیگر، در وضعیت ورشکستگی جریان‌ات نقدی ورودی حاصل از عملیات، جواب‌گوی ایفای تعهدات مالی شرکت نیست. هر دوی این موارد می‌تواند در نتیجهٔ مدیریت ضعیف سرمایه در گردش رخ دهد. مدیریت سرمایه در گردش در حقیقت عامل اساسی در فعالیت‌های روزانهٔ واحد تجاری محسوب می‌شود (Misbah et al., 2015). اگرچه تلاش پژوهشگران حوزهٔ درماندگی مالی به معرفی مؤلفه‌های مؤثر بسیاری در بروز این چالش، به‌خصوص شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش منتج شده است، تاکنون در پاسخ به این سؤال مطالعات اندکی صورت گرفته است، اینکه کدام‌یک از این مؤلفه‌ها در پیش‌بینی

یادشده از اهمیت بیشتری برخوردار است. رتبه‌بندی مؤلفه‌های یادشده می‌تواند سرعت فرایند تصمیم‌گیری در مقابله با وقوع درماندگی مالی را بهبود بخشد؛ از این رو، در این پژوهش تلاش شده با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی، ضمن پاسخ به این پرسش که آیا شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش توان پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار را داند یا خیر، مهم‌ترین مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش را نیز برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها رتبه‌بندی کند. برای پاسخ به این سؤال که هدف نهایی پژوهش است، روش جنگل تصادفی برخلاف بسیاری از دیگر الگوریتم‌های یادگیری ماشینی^۱ با اعتنا به رویکرد بسته‌بندی^۲، زیرمجموعه‌هایی از مجموعه کل داده‌ها ایجاد می‌کند و نتیجه نهایی براساس میانگین نتایج زیرمجموعه‌ها ارائه می‌شود که این امر، معضل بیش‌برازش را به شکل چشمگیری خنثی می‌کند؛ با توجه به این خصوصیت، می‌توان اهمیت ویژگی‌ها را در تعیین روند متغیر هدف، رتبه‌بندی کرد که در این پژوهش نیز از این قابلیت، استفاده خواهد شد. در ادامه پژوهش، ابتدا مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش ارائه شده است؛ سپس روش‌شناسی و یافته‌های پژوهش تشریح و در پایان نتیجه‌گیری و پیشنهادهای برگرفته از پژوهش بیان شده است.

مبانی نظری

در ادبیات مالی تعاریف متعددی از درماندگی مالی ارائه شده است. گردون (Gordon, 1971) درماندگی مالی را کاهش قدرت سودآوری شرکت تعریف می‌کند که احتمال ناتوانی در بازپرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد. ویتاکر (Whitaker, 1999) درماندگی مالی را وضعیتی در نظر می‌گیرد که در آن جریان‌های نقدی شرکت از مجموع هزینه‌های بهره‌مربوط به بدهی بلندمدت، کمتر است. به تعبیر اقتصادی، درماندگی مالی را می‌توان زیان‌ده بودن شرکت عنوان کرد که در این حالت واحد تجاری در رسیدن به اهداف خود ناکام مانده است. هوآنگ (Huang, 2019) درماندگی مالی را وضعیتی عنوان می‌کند که در آن، شرکت توانایی عمل به تعهدات خود در قبال اعتباردهندگان را ندارد یا در انجام آن دچار مشکل باشد. این وضعیت اغلب زمانی اتفاق می‌افتد که یک شرکت با مشکلات نقدینگی درخور توجهی مواجه است. درماندگی مالی به‌عنوان عاملی هشداردهنده قبل از بدترین پیشامد، یعنی ورشکستگی رخ می‌دهد که می‌تواند عواقب جدی، از جمله: کاهش یا توقف عملیات، کاهش نیروی کار و زیان‌رساندن به سهام‌داران و طلبکاران واحد تجاری را به همراه داشته باشد (Appadurai, 2020). احمد و همکاران نیز درماندگی مالی را حالتی از زوال مالی می‌دانند که پیش از ورشکستگی یک شرکت اتفاق می‌افتد (Ahamed et al., 2023)؛ بنابراین، تشخیص‌ندادن وضعیت درماندگی مالی از سوی مدیریت یا نادیده گرفتن آن می‌تواند انحلال شرکت را به دنبال داشته باشد و در نتیجه آن زیان‌های بسیاری به سرمایه‌گذاران و اشخاص مرتبط با شرکت تحمیل می‌شود (Gerged et al., 2022)؛ از این رو، پیش‌بینی درماندگی مالی، همواره یکی از مباحث مهم از دیدگاه مدیریت، سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و سایر ذی‌نفعان شرکت‌ها است.

با توجه به اهمیت پیش‌بینی یا تشخیص به‌موقع درماندگی مالی، پژوهشگران حوزه مالی همواره تلاش کرده‌اند تا براساس اطلاعات درون‌سازمانی و برون‌سازمانی و شناسایی عوامل مؤثر در بروز وضعیت درماندگی بتوانند به ابزاری برای رسیدن به این هدف دست پیدا کنند؛ از این رو، مدل‌های بسیاری با استفاده از تکنیک‌های آماری و تکنیک‌های یادگیری ماشینی^۳ برای پیش‌بینی درماندگی مالی ایجاد شد. ویلیام بیور (Beaver, 1966) و ادوارد آلتمن (Altman, 1968) پژوهشگران پیشگام در ارائه مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی محسوب می‌شوند. آلتمن (Altman, 1968) از تحلیل تشخیصی چندگانه (MDA)^۴ با

1. Machine Learning

2. bagging

3. Machine Learning

4. Multiple Discriminant Analysis

استفاده از نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی درماندگی مالی برای ۳۳ شرکت ورشکسته و ۳۳ شرکت غیرورشکسته استفاده کرد. نتایج نشان داد که نسبت‌های استفاده‌شده در پیش‌بینی درماندگی مالی بسیار معنادار هستند. براساس نتایج آن مطالعه، آلتمن مدل Z-score را برای پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از نسبت‌هایی مانند سودآوری، نقدینگی، پرداخت بدهی و جریان نقدی پیشنهاد کرد؛ بنابراین، مشخص شد که ترکیب مدل‌های پیش‌بینی و نسبت‌های مالی می‌تواند درماندگی بالقوه شرکت‌ها را قبل از وقوع درماندگی مالی پیش‌بینی کند (Hanafi et al., 2021). در ادامه مطالعات بیور و آلتمن، بسیاری از پژوهشگران مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها را با استفاده از نسبت‌های مالی ارائه کردند که در اغلب این مدل‌ها متغیر وابسته از نوع قطعی (درمانده مالی یا غیردرمانده) است و مسئله پیش‌بینی را به محدودیتی از نوع دسته‌بندی مواجه می‌سازد؛ از این رو، نخستین بار مارتین (Martin, 1977) از تحلیل لاجیت^۱ برای پیش‌بینی ورشکستگی بانک‌ها استفاده کرد و در ادامه توسط اولسون (Ohlson, 1980) برای پیش‌بینی ناتوانی تجاری به کار گرفته شد. مدل لاجیت نوعی تحلیل چندمتغیری است که به تمامی عوامل پیش‌بینی‌کننده موجود در مسئله به صورت هم‌زمان توجه می‌کند. مدل لاجیت با اختصاص وزن‌هایی به متغیر مستقل، رتبه هر یک از شرکت‌های نمونه را پیش‌بینی می‌کند و از این رتبه برای تعیین احتمال عضویت در یک گروه معین (درمانده یا سالم) استفاده می‌کند که همواره عددی بین صفر و یک است. یکی از معروف‌ترین مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از تحلیل آماری لاجیت توسط کریستین زاوگین (Zavgren, 1985) ارائه شد. زاوگین با استفاده از صورت‌های مالی شرکت‌های سالم و درمانده، ضرایب متغیرهای مدل خود را برای ۵ سال متوالی ۱۹۷۵ تا ۱۹۷۹ برآورد کرد؛ سپس براساس ضرایب مربوط احتمال درماندگی یک شرکت درمانده را برای نمونه بررسی کرد. مشاهدات وی حاکی از آن بود که در طی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۱۹۷۹ احتمال درماندگی مالی در شرکت‌های مذکور روند صعودی داشته است.

در سال‌های اخیر با پیشرفت فناوری، پژوهشگران بسیاری از تکنیک‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده کرده‌اند. در واقع، تکنیک‌های هوش مصنوعی سیستمی است که یاد می‌گیرد و عملکرد حل مسئله خود را با توجه به تجربیات گذشته بهبود می‌بخشد. تمرکز مدل‌های هوش مصنوعی در حوزه پیش‌بینی درماندگی مالی بر نشانه‌های ناتوانی تجاری است و این مدل‌ها اغلب چندمتغیره بوده و متغیرهای استفاده‌شده در آن‌ها از صورت‌های مالی شرکت استخراج می‌شود. از جمله تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌توان به شبکه‌های عصبی^۲، الگوریتم ژنتیک^۳، ماشین بردار پشتیبان^۴، الگوریتم درخت تصمیم^۵ و الگوریتم جنگل تصادفی^۶ اشاره کرد؛ در همین راستا، عزیزی (Azizi, 2021) از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌ها بهره گرفت و نتایج پژوهش، نشان از کارایی تکنیک‌های هوش مصنوعی در این حوزه دارد.

همان‌طور که پیشتر اشاره شد، درماندگی مالی مرحله‌ای از رکود مالی یک شرکت، قبل از ورشکستگی و انحلال است. در وضعیت درماندگی شدید، واحد تجاری ممکن است از طریق مذاکره مجدد با اعتباردهندگان یا بستانکاران برای به تعویق انداختن سررسید دیون، توانایی پرداخت بدهی‌ها را به صورت موقت کسب کند، اما در حالت ورشکستگی، به هیچ عنوان قادر به پرداخت بدهی‌های خود نیست و در واقع، ورشکستگی را می‌توان آخرین مرحله از چرخه حیات شرکت عنوان کرد (Lotfi et al., 2024). از منظر حقوقی، وضعیت ورشکستگی در حقوق تجارت کشورها پیش‌بینی شده است. در ایران نیز بحث ورشکستگی شرکت‌ها در ماده ۱۴۱ قانون تجارت بیان شده است که براساس مفاد آن، اگر زیان‌های انباشته واحد

1. Logit

2. Neural Networks

3. Genetic algorithm

4. Support vector machine

5. Decision tree algorithm

6. Random forest algorithm

تجاری برابر با حداقل نصف سرمایه آن شود، هیئت‌مدیره ملزم به دعوت فوری مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام می‌شود تا درباره موضوع بقا یا منحل‌شدن شرکت شور و رأی‌گیری شود. شواهد موجود حاکی از آن است که در چند سال اخیر، شرکت‌های بسیاری به‌ویژه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران مشمول قانون مذکور شده‌اند. تعداد بسیاری از این شرکت‌ها که از نظر عملیاتی، تأمین نقدینگی و سرمایه در گردش به مرحله درماندگی رسیده‌اند، همچنان در حال فعالیت هستند و منابعی را مصرف می‌کنند که می‌توانست فرصت سرمایه‌گذاری در طرح‌ها و پروژه‌های سودمند و ارزش‌آفرین برای اقتصاد کشور را به همراه داشته باشد.

در هنگام ورشکستگی، واحدهای اقتصادی با دو مشکل عمده مواجه می‌شوند: کمبود نقدینگی و وجود تعهدات مالی فراوان؛ به بیان دیگر، در وضعیت ورشکستگی جریان‌ات نقدی ورودی حاصل از عملیات، جواب‌گوی ایفای تعهدات مالی شرکت نیست. هر دوی این موارد می‌تواند در نتیجه مدیریت ضعیف سرمایه در گردش رخ دهد. سرمایه در گردش یک شرکت در واقع، همان بخش جاری ترازنامه است و مؤلفه‌هایی نظیر وجه نقد، حساب‌های دریافتی، موجودی کالا و حساب‌های پرداختی و حصة جاری بدهی بلندمدت را شامل می‌شود (Aktas et al., 2015). کسیمیلی و گونی، سرمایه در گردش را به دو نوع خالص و ناخالص تقسیم کردند (Kesimili & Gunay, 2011). سرمایه در گردش خالص، تفاوت بین دارایی‌های جاری و بدهی‌های جاری را نشان می‌دهد؛ درحالی‌که سرمایه در گردش ناخالص، مجموعه مبالغی است که در دارایی‌های جاری یا کوتاه‌مدت، از قبیل وجه نقد، اوراق بهادار قابل فروش، حساب‌های دریافتی و موجودی مواد سرمایه‌گذاری می‌شود. براساس مبانی نظری، سرمایه در گردش متشکل از دو جزء نقدی (وجه نقد و معادل آن مانند اوراق بهادار قابل فروش) و غیرنقدی (حساب‌های دریافتی، موجودی مواد و کالا، حساب‌های پرداختی و سایر دارایی‌های جاری و بدهی‌های جاری غیرنقدی) است که به‌صورت توأم، جنبه‌های نقدینگی و عملیاتی شرکت را نشان می‌دهند و ترکیب آن‌ها بیانگر چگونگی عملکرد یک واحد تجاری است (Mun & Jang., 2015)؛ از این‌رو، مدیریت سرمایه در گردش یکی از مؤلفه‌های مهم در تصمیم‌گیری شرکت‌ها عنوان می‌شود. درحقیقت مدیریت سرمایه در گردش را می‌توان این‌گونه تعریف کرد: قرار تعیین حجم و ترکیب منابع و مصارف سرمایه در گردش به‌نحوی که موجب افزایش ثروت سهام‌داران شود. به‌طورکلی، سودآوری و عملکرد شرکت در گرو نظارت و بررسی فرایندهای سرمایه در گردش و نیز ترکیب کارا از سرمایه در گردش برای فعالیت‌های روزمره است؛ در نتیجه، در نظر گرفتن مدیریت سرمایه در گردش در برنامه‌ریزی‌های تأمین مالی شرکت امری ضروری به شمار می‌رود (Sepasi et al., 2017). به عقیده نوین و همکاران (Nguyen et al., 2020) ایجاد تعادل مناسب بین دارایی‌های جاری و بدهی‌های جاری در قالب توانایی عمل به تعهدات مالی به‌ویژه در تاریخ سررسید آن‌ها، هدف اصلی سیاست مدیریت سرمایه در گردش در یک شرکت است؛ بنابراین، مدیریت سرمایه در گردش از آنجایی که به‌طور مستقیم بر روی نقدینگی و سودآوری واحدهای تجاری اثرگذار است، چنانچه به‌صورت کارآمد مدیریت نشود، می‌تواند باعث افزایش احتمال ورشکستگی شرکت‌ها با وجود سودآوری مثبت شود (Kargar & Blumethal., 1994). حبیب و کایانی، مطالعه‌ای را با هدف بررسی تأثیر بالقوه مدیریت سرمایه در گردش بر احتمال درماندگی مالی شرکت‌های اماراتی انجام دادند که نتایج آن، تأثیر منفی و معنی‌دار کارایی مدیریت سرمایه را در گردش بر احتمال درماندگی مالی شرکت‌ها نشان داد (Habib & Kayani, 2022). اپلر و همکاران بیان می‌کنند که مدیریت سرمایه در گردش همواره یکی از عوامل مؤثر در تعادل بین وضعیت درماندگی و سودآوری است و برای مقابله شرکت‌ها با شرایط درماندگی مالی و افزایش ریسک ورشکستگی، مدیریت سرمایه در گردش امری ضروری به شمار می‌رود (Opler et al., 1999)؛ از این‌رو، برای بسیاری از شرکت‌ها مدیریت سرمایه در گردش کارا و شناخت وضعیت شرکت از لحاظ سالم و درمانده‌بودن از موضوعات مهم مدیریتی به شمار می‌رود که مدیران را قادر می‌سازد با نگهداری سطح بهینه‌ای از سرمایه در گردش، موجب تداوم فعالیت و جلوگیری از درماندگی مالی

شده و ارزش شرکت را افزایش دهند. باتوجه به مطالب عنوان شده، سؤال اول پژوهش بدین صورت تدوین می‌شود که آیا مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش توان پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها را دارند.

پژوهش‌های انجام شده در حوزه مدیریت سرمایه در گردش، در برگیرنده سه دیدگاه متفاوت است (Azizi & Jokar, 2022)؛ دیدگاه اول بیان می‌کند که سطح عالی سرمایه در گردش به شرکت امکان می‌دهد فروش محصولات خود را افزایش داده و با پرداخت بدهی‌ها قبل از تاریخ سررسید از تخفیفات نقدی بیشتری برخوردار شوند. بدین ترتیب ارزش شرکت افزایش و احتمال اینکه شرکت دچار درماندگی مالی شود، کاهش می‌یابد؛ از دیدگاه دوم، برای نگهداشت سطح عالی از سرمایه در گردش، واحد تجاری باید تأمین مالی بیشتری نیز انجام دهد؛ از این رو، هزینه‌های مالی شرکت افزایش می‌یابد و احتمال درماندگی مالی و ورشکستگی قوت می‌گیرد. در پژوهشی که پانیراه‌ای (Panigrahi, 2014) رابطه بین سرمایه در گردش، نقدینگی، سودآوری و ریسک ورشکستگی در بورس اوراق بهادار پاکستان را برای دوره سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ بررسی کرد، به این نتیجه رسید که سیاست‌های جسورانه در زمینه سرمایه در گردش که با افزایش نرخ بدهی همراه است، ریسک نکول شرکت و در نتیجه، ریسک ورشکستگی را افزایش می‌دهد؛ به علاوه، نتایج پژوهش کالانترازده (Kalantarzadeh, 2018) نیز نشان می‌دهد نگهداشت نقدینگی زیاد نه تنها باعث سودآوری نمی‌شود، بلکه باتوجه به وجود هزینه فرصت زیاد نگهداشت پول، شاهد کاهش سودآوری خواهیم بود و در نتیجه کاهش سودآوری، ریسک ورشکستگی شرکت افزایش خواهد یافت؛ دیدگاه سوم عقیده دارد در صورت کاهش سطح سرمایه در گردش، شرکت شکوفایی خود را از دست می‌دهد و به سختی می‌تواند فعالیت خود را ادامه دهد. یکی از علل اصلی در بروز درماندگی مالی و ورشکستگی در واحدهای تجاری کوچک در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و پیشرفته، نبود سرمایه در گردش کافی عنوان می‌شود (Caballerol et al., 2013).

سرمایه در گردش توسط معیارهای مختلفی سنجش می‌شود که این معیارها با عنوان شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش بیان می‌شوند. چرخه تبدیل وجه نقد (CCC)^۱ مؤلفه اصلی مدیریت سرمایه در گردش قلمداد می‌شود که به مدت زمان لازم برای فروش موجودی کالا و وصول مطالبات از بدهکاران و تسویه حساب‌های پرداختی اشاره دارد (Nobanee, 2009). طولانی‌تر شدن چرخه تبدیل وجه نقد، واحد تجاری را ملزم می‌کند که سرمایه‌گذاری بیشتری در سرمایه در گردش انجام دهد. در صورتی که هزینه سرمایه‌گذاری در سرمایه در گردش بیشتر از منافع حاصل از سرمایه‌گذاری در موجودی‌ها و اعطای اعتبارات تجاری بیشتر به خریداران محصول باشد، می‌تواند سودآوری و ارزش شرکت را کاهش دهد و در نتیجه، به درماندگی مالی منجر شود (Morshed, 2020).

لی و همکاران (Le et al., 2018) تأثیر مدیریت سرمایه در گردش را با استفاده از متغیر چرخه تبدیل نقد (CCC) بر عملکرد مالی ۶۹ شرکت دولتی در ویتنام طی دوره سه ساله از ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که مدیریت سرمایه در گردش تأثیر مثبتی بر عملکرد مالی شرکت‌های نمونه دارد. چرخه تبدیل وجه نقد، خود در برگیرنده سه مؤلفه دوره وصول حساب‌های دریافتی، دوره گردش موجودی کالا و دوره پرداخت حساب‌های پرداختی است که به صورت مختصر توضیح داده می‌شوند.

دوره دریافت حساب‌های دریافتی (ACP)^۲ که به دوره وصول مطالبات نیز معروف است، بیانگر تعداد روزهایی است که شرکت مطالبات خود را از مشتریانش جمع‌آوری می‌کند. لانگ و همکاران (Long et al., 1993) عقیده دارند فروش محصولات به صورت نسیه و معاملات اعتباری، ابزاری برای جذب مشتریان جدید است و از آنجایی که این امکان را به مشتریان می‌دهد که کیفیت محصول را قبل از پرداخت وجه ارزیابی نمایند، می‌تواند باعث تحریک فروش شود. از طرفی

1. Cash Conversion Cycle

2. Average Collection Period

اعطای اعتبارات بیش از حد ممکن است افزایش مطالبات سوخت‌شده را در پی داشته باشد و احتمال درماندگی مالی را افزایش دهد؛ بنابراین، مدیریت حساب‌های دریافتی و اعطای اعتبارات می‌تواند تأثیرات مهمی بر روی سودآوری واحد تجاری و در نتیجه ارزش آن داشته باشد.

دوره گردش موجودی کالا (ITID)^۱ به فاصله زمانی بین دریافت مواد اولیه، تبدیل آن به کالا و فروش محصول به مشتری گفته می‌شود. به عبارت دیگر، دوره گردش موجودی کالا تعداد روزهایی را نشان می‌دهد که شرکت موجودی مواد و کالا را نگهداری می‌کند. گردش کم موجودی کالا می‌تواند ناشی از کارایی نداشتن در فروش محصولات یا انباشته شدن کالای غیرقابل فروش در انبار باشد. از آنجایی که سطح بهینه‌ای از گردش موجودی کالا باعث آزاد شدن منابع سرمایه در گردش در چرخه کسب و کار تجاری می‌شود، تأثیر مستقیمی را بر سودآوری شرکت می‌گذارد (Lazaridis & Tryfonidis., 2006).

دوره پرداخت حساب‌های پرداختی (APP)^۲، میانگین مدت زمانی است که واحد تجاری بدهی‌های خود را به طلبکاران می‌پردازد که همان تأمین‌کنندگان هستند. تأخیر در بازپرداخت بدهی‌ها، به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که از وجوه نقد بهره کافی را برده و بتوانند بهترین استفاده را از سرمایه در گردش خود برای فعالیت و خلق سود بیشتر به کار گیرند (Khan et al., 2021)؛ باین حال، قصور و تأخیر بیش از حد در پرداخت دیون می‌تواند بر رتبه اعتباری شرکت اثر منفی داشته باشد (Onchangwa, 2019). نجارپور و خانلاری نشان دادند که افزایش در وصول حساب‌های دریافتی و نیز کاهش در موجودی کالا که در نتیجه فروش بیشتر شرکت است، احتمال درماندگی مالی را کاهش می‌دهد (Najarpour & Khanlari, 2020)؛ به علاوه، افزایش در حساب‌های پرداختی که نشان از افزایش تعهدات مالی شرکت دارد، باعث افزایش احتمال درماندگی مالی شرکت می‌شود. یافته‌های پژوهش کردستانی و همکاران (Kordestani et al., 2012) نیز نشان می‌دهد، شرکت‌هایی که بدهی کوتاه‌مدت بیشتر و نقدینگی کمتری از سایر شرکت‌ها دارند و از سودآوری کمتری نیز برخوردار هستند، خطر بروز درماندگی مالی در آن‌ها به مراتب بیشتر از دیگر شرکت‌هاست.

نسبت گردش سرمایه جاری (WCT)^۳ از دیگر شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش محسوب می‌شود که از تقسیم فروش خالص به سرمایه در گردش خالص به دست می‌آید. این نسبت، چگونگی به کارگیری سرمایه در گردش در مسیر فروش را نشان می‌دهد (Dar & Dar, 2017) و بیان می‌کند که آیا مقدار سرمایه در گردش کافی و متناسب با حجم فروش و فعالیت شرکت هست یا خیر. اگر افزایش فروش سبب بالارفتن این نسبت نباشد، بی‌شک در نتیجه اتکای بیش از حد شرکت به اعتبارات کوتاه‌مدت است که می‌تواند مشکلات مالی را برای واحد تجاری ایجاد کند. امامی و فرید (Emami & Farid, 2016) در بررسی ارتباط بین سرمایه در گردش و عملکرد مالی شرکت‌ها و میزان سطح بهینه سرمایه در گردش به این نتیجه رسیدند که هرچه میزان سرمایه در گردش کمتر باشد، مدیران در صدد برمی‌آیند میزان سرمایه‌گذاری در سرمایه در گردش را افزایش دهند و از این طریق، باعث افزایش فروش شرکت شوند. با این تفاسیر نقطه عطفی در سرمایه در گردش وجود دارد که از آن نقطه به بعد هرچه سرمایه‌گذاری در سرمایه در گردش بیشتر شود، به دلیل افزایش هزینه بهره و بالارفتن ریسک اعتباری و ورشکستگی شرکت، ارزش شرکت کمتر خواهد شد. نسبت‌های مذکور اغلب جنبه عملیاتی شرکت را نشان می‌دهند، در صورتی که برای مدیریت سرمایه در گردش باید جنبه‌های مالی آن را نیز مد نظر قرار داد. به صورت کلی مدیریت سرمایه در گردش بر وضعیت نقدینگی شرکت اثر می‌گذارد؛ بنابراین، مطالعه تغییرات در مصارف و منابع سرمایه در گردش برای ارزیابی کارایی سرمایه در گردش در یک کسب و کار ضروری است.

نسبت جاری (CR)^۴ که به نسبت سرمایه در گردش نیز معروف است از تقسیم دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری

¹ Inventory Turnover in Days

² Average Payment Period

³ Working Capital Turnover

⁴ Current Ratio

حاصل می‌شود. این نسبت علاوه بر ارزیابی یا شناسایی مشکلات نقدینگی شرکت، می‌تواند نحوه استفاده از سرمایه در گردش را نیز ارزیابی کند (Christianty & Latuconsina., 2023). افزایش نسبت جاری تأثیر مثبتی بر درماندگی مالی دارد، به نحوی که می‌تواند بر توانایی پرداخت کلیه بدهی‌های مالی کوتاه‌مدت در تاریخ سررسید اثرگذار باشد (Yuliana et al., 2020). نسبت جاری، نسبت خالص سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها (WCTA)^۱ نیز یکی دیگر از شاخص‌هایی است که مدیریت سرمایه در گردش را به لحاظ نقدینگی می‌سنجد. پژوهش‌های انجام‌شده نشان‌دهنده تأثیر منفی درخور توجه این نسبت بر بروز درماندگی مالی است، به طوری که بالا بودن این نسبت باعث می‌شود که شرکت‌ها کمتر در معرض درماندگی مالی قرار بگیرند (Lakshan & Wijekoon., 2012; Alifiah et al., 2018). به‌علاوه، نتایج پژوهش آدیتیا و همکاران (Aditya et al., 2022) با هدف تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های خرده‌فروشی فهرست‌شده در بورس اوراق بهادار اندونزی بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰، نشان می‌دهد که نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها تأثیر مثبت و معناداری بر درماندگی مالی دارد. آن‌ها مشاهده کردند شرکت‌هایی که در طبقه شرکت‌های درمانده قرار گرفته‌اند، بدهی‌های جاری بیشتری نسبت به دارایی‌های جاری خود دارند. دلیل این امر می‌تواند بیانگر تأمین مالی بیش از حد دارایی‌های جاری از طریق بدهی‌های جاری باشد. مویگای و ناسیکو (Muigai & Nasieku, 2021) پژوهشی را برای بررسی چگونگی تأثیر مدیریت وجوه نقد، مدیریت موجودی کالا و مدیریت حساب‌های دریافتی به‌عنوان شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش بر درماندگی مالی شرکت‌های غیرمالی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار نایروبی (NSE)^۲ انجام دادند. این پژوهش نشان داد که مدیریت نقدینگی تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص درماندگی مالی شرکت‌ها دارد؛ علاوه بر این، این مطالعه نشان داد که دوره نگهداری موجودی به طور منفی و معنی‌داری با شاخص درماندگی مالی شرکت‌ها مرتبط است؛ به‌علاوه، این مطالعه نشان داد که دوره پرداخت دیون بر شاخص درماندگی مالی تأثیر مثبت و معناداری دارد. این مطالعه توصیه می‌کند که مدیریت شرکت‌های غیرمالی در بورس باید از مدیریت مناسب اجزای سرمایه در گردش اطمینان حاصل کند تا از مصادیق مشکلات مالی شرکت محافظت کند. با توجه به متعدّد بودن مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش، سؤال دوم پژوهش بدین صورت مطرح می‌شود که کدامیک از مؤلفه‌های سرمایه در گردش اهمیت بیشتری در شناسایی و پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها دارد.

روش پژوهش

هدف اول پژوهش حاضر پاسخ به این سؤال است که آیا با استفاده از معیارهای سرمایه در گردش می‌توان به نحو مطلوبی درماندگی مالی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را پیش‌بینی کرد. پژوهش حاضر از بُعد هدف کاربردی و از منظر ماهیت و روش پژوهش توصیفی - همبستگی با استفاده از داده‌های کمی به شمار می‌رود. داده‌های استفاده‌شده در پژوهش به روش کتابخانه‌ای با استفاده از پایگاه داده نرم‌افزار ره‌آورد نوین و وب‌سایت کدال گردآوری شده و حجم نمونه آماری با استفاده از روش حذف نظام‌مند (سیستماتیک) برای انجام فرایند پژوهش آماده‌سازی شده است. بر همین اساس، نمونه آماری این پژوهش، شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران هستند که در درجه اول، تا پایان اسفند ماه سال ۱۴۰۱ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشد و به‌منظور افزایش قابلیت قیاس‌پذیری و برای پیش‌گیری از ناهمگونی، سال مالی آن‌ها منتهی به بیست‌ونهم اسفندماه باشد؛ به‌علاوه، به سبب متفاوت بودن ماهیت فعالیت شرکت‌های خدماتی نظیر سرمایه‌گذاری‌ها و چندرشته‌ای‌ها، بانک‌ها، لیزینگ، بیمه و خدمات رایانه‌ای و نیز شرکت‌های فعال در حوزه عرضه انرژی (برق و گاز) نمونه انتخابی، این گونه شرکت‌ها را شامل نمی‌شود؛ زیرا این گونه شرکت‌ها فاقد موجودی کالا

1. Working Capital to Total Asset

2. Nairobi Securities exchange

به‌عنوان یکی از اقلام اساسی دارایی‌های جاری و به‌تبع آن سرمایه در گردش، هستند؛ درنهایت، برای انجام فرایند پژوهش ضروری است که اطلاعات مالی لازم شرکت‌ها طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ در دسترس باشد.

پس از اعمال محدودیت‌های فوق تعداد ۱۶۷ شرکت برای نمونه در دسترس قرار گرفت که با لحاظ سری زمانی ۵ ساله (دامنه زمانی بین سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱) مد نظر پژوهش، در کل تعداد ۸۳۵ داده به دست آمد. به‌منظور انجام پژوهش داده‌های استخراج‌شده که به شکل داده‌های خام صورت‌های مالی هستند، پس از گردآوری ابتدا در نرم‌افزار Excel به‌صورت منظم و ساختاریافته مرتب می‌شوند؛ سپس با استفاده از همان نرم‌افزار، به شکل اطلاعات قابل استفاده، یعنی نسبت‌های مالی مورد نظر برای انجام پژوهش در می‌آیند.

در ابتدا برای تعیین وضعیت درموندگی مالی شرکت‌های نمونه به‌عنوان متغیر هدف (Lable) از مدل زاوگین (۱۹۸۵) استفاده شده است که به‌صورت رابطه (۱) ارائه می‌شود.

$$y = 0.23883 - 0.108X_1 - 1.583X_2 - 1.078X_3 + 3.074X_4 + 0.486X_5 - 4.35X_6 + 0.11X_7 \quad (1)$$

جدول (۱): متغیرهای استفاده شده در مدل درماندگی مالی زاوگین (۱۹۸۵)

Table (1) The variables of the financial distress of Zawgin (1985)

متغیر	توضیح
X ₁	متوسط موجودی کالا به فروش
X ₂	متوسط حساب‌های دریافتی به متوسط موجودی کالا
X ₃	موجودی نقد به علاوه سرمایه‌گذاری‌های کوتاه مدت به کل دارایی‌ها
X ₄	دارایی‌های آنی به بدهی‌های جاری
X ₅	سود عملیاتی به کل دارایی‌ها منهای بدهی‌های جاری
X ₆	بدهی بلندمدت به کل دارایی‌ها منهای بدهی‌های جاری
X ₇	فروش به خالص سرمایه در گردش به علاوه دارایی‌های ثابت

این فرایند در نرم‌افزار Excel انجام می‌گیرد؛ بدین ترتیب که در ابتدا نسبت‌های لازم که در جدول (۱) به آن‌ها اشاره شده است، برای محاسبه Y با استفاده از داده‌های خام صورت‌های مالی ساخته می‌شوند؛ سپس با جایگذاری آن نسبت‌ها در مدل زاوگین، Y به دست می‌آید. پس از محاسبه Y، با استفاده از فرمول زیر احتمال درماندگی مالی شرکت‌ها (P_i) برآورد می‌شود:

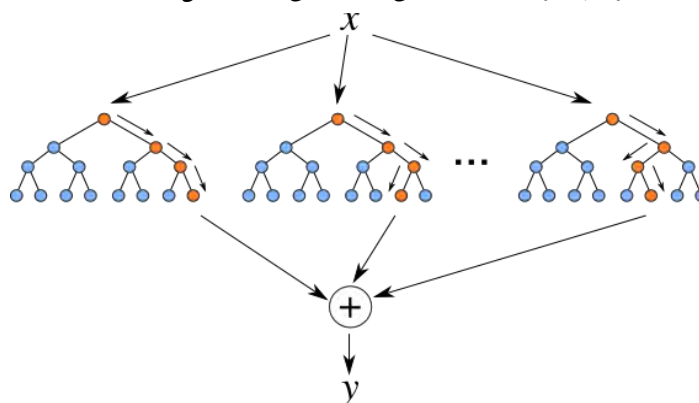
$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-y}} \quad (2)$$

مقدار (e) برابر با ۲/۷۱۸۲۸ در نظر گرفته شده است. خروجی مدل عددی در دامنه بین صفر و یک است و احتمال درماندگی مالی را نشان می‌دهد. از آنجایی که در مدل فوق افزایش متغیرهای با ضرایب مثبت e^{-y} را به سمت صفر کاهش می‌دهد، باعث نزدیک شدن تابع احتمال درماندگی به سمت ۱ یا ۱۰۰ درصد شده و در نتیجه احتمال درماندگی مالی را افزایش می‌دهد؛ به همین ترتیب، افزایش متغیرهای با ضرایب منفی منجر به کاهش احتمال درماندگی مالی می‌شود. با توجه به اینکه خروجی مدل فوق عددی بین صفر و یک ارائه می‌دهد، اگر احتمال محاسبه‌شده بیشتر از ۰/۵ باشد، مطالعه حاضر این مشاهدات را درمانده مالی تلقی کرده و اگر احتمال محاسبه‌شده کمتر از ۰/۵ باشد، مشاهده شرکت غیردرمانده یا سالم طبقه‌بندی می‌شود (Waqas & Md- 2018, Rus). پس از تعیین وضعیت و طبقه‌بندی شرکت‌ها به دو گروه درمانده و سالم، توان پیش‌بینی درماندگی مالی براساس معیارهای مدیریت سرمایه در گردش با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی سنجیده می‌شود.

در این پژوهش از ۷ مؤلفه به‌عنوان مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش و متغیر مستقل (Feature) استفاده می‌شود که به

ترتیب عبارت‌اند از: دوره وصول مطالبات (ACP) که از تقسیم متوسط حساب‌های دریافتی به فروش ضربدر ۳۶۵ حاصل می‌شود؛ دوره گردش موجودی کالا (ITID) که از تقسیم متوسط موجودی کالا بر بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته ضربدر ۳۶۵ حاصل می‌شود؛ دوره پرداخت حساب‌های پرداختی (APP) که از تقسیم متوسط حساب‌های پرداختی بر بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته ضربدر ۳۶۵ به دست می‌آید؛ چرخه تبدیل وجه نقد (CCC) که از طریق کسرکردن دوره پرداخت حساب‌های پرداختی از مجموع دوره وصول مطالبات و دوره گردش موجودی کالا محاسبه می‌شود؛ نسبت گردش سرمایه جاری (WCT) که برابر است با فروش تقسیم بر خالص سرمایه در گردش؛ نسبت جاری (CR) که برابر است با تقسیم دارایی‌های جاری بر بدهی‌های جاری و درنهایت، نسبت خالص سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها (WCTA) که از تقسیم خالص سرمایه در گردش بر کل دارایی‌ها به دست می‌آید.

رگرسیون جنگل تصادفی ابتدا توسط هو (Ho, 1998) معرفی شد؛ سپس توسط بریمن (Breiman, 2001) و نیز کاتلر و ژائو (Cutler & Zhao, 2001) در پژوهش‌های جداگانه‌ای توسعه یافت. این روش مبتنی بر یادگیری جمعی^۱ است که برای مسائل طبقه‌بندی^۲ و رگرسیونی کاربرد دارد و جزء الگوریتم‌های یادگیری نظارت‌شده^۳ قرار می‌گیرد. در روش‌های نظارت‌شده عموماً داده‌ها به دو گروه داده‌های تمرین^۴ و داده‌های آزمون^۵ تقسیم می‌شوند. در مرحله یادگیری، مدل تلاش می‌کند الگوی تبعی موجود یا به بیانی نحوه ارتباط متغیر وابسته را با هریک از متغیرهای توضیحی شناسایی کند که میزان اعتبار این یادگیری به وسیله داده‌های آزمون سنجیده می‌شود. در فرایند یادگیری الگوریتم جنگل تصادفی، درختان به صورت مستقل و موازی آموزش می‌بینند؛ به این معنی که هنگام ساخت درختان، هیچ تعاملی بین آن‌ها وجود ندارد. روش جنگل تصادفی با ساخت تعداد زیادی از درختان تصمیم در زمان آموزش، نتایج پیش‌بینی هر درخت را ترکیب کرده و نتیجه نهایی را ارائه می‌دهد. (شکل ۱)



شکل (۱): عملکرد روش جنگل تصادفی

جنگل تصادفی را می‌توان حالت گسترش‌یافته روش درخت تصمیم^۶ دانست. یک درخت تصمیم مشتمل بر سه نوع گره، شامل گره اصلی^۷، گره تصمیم^۸ و گره برگ^۹ است. گره اصلی گره‌ای است که تقسیم‌بندی از آن شروع می‌شود. گره‌هایی که پس از تقسیم گره اصلی ایجاد می‌شوند، گره‌های تصمیم و گره‌هایی که در آن‌ها تقسیم بیشتر امکان‌پذیر نیست، گره برگ نامیده می‌شوند. درخت تصمیم از روندنگار^{۱۰} درختی برای ارائه یک پیش‌بینی مبتنی بر ویژگی‌ها استفاده می‌کند که از گره

1. Ensemble learning method

2. Classification

3. Supervised learning algorithms

4. Training data

5. Test data

6. decision tree

7. Root node

8. Decision node

9. Leaf node

10. Flowchart

اولیه شروع و به برگ‌های نهایی حاصل از هر تقسیم‌بندی اطلاعاتی ختم می‌شود.

به طور معمول، درخت تصمیم دارای مشکل بیش‌برازش است؛ درحالی‌که روش جنگل تصادفی با اعتنا به رویکرد بسته‌بندی^۱، زیرمجموعه‌هایی از مجموعه کل داده‌ها ایجاد می‌کند و نتیجه نهایی براساس میانگین نتایج زیرمجموعه‌ها ارائه می‌شود که این امر، معضل بیش‌برازش را به شکل چشمگیری خنثی می‌کند. یکی از ویژگی‌های درخور توجه این است که می‌توان اهمیت ویژگی‌ها را در تعیین روند متغیر هدف رتبه‌بندی کرد که در این پژوهش نیز از این قابلیت برای پاسخ به سؤال دوم پژوهش استفاده خواهد شد.

یافته‌ها

برای برآورد مقادیر پیش‌بینی درماندگی مالی به کمک نرم‌افزار پایتون^۲، به صورت تصادفی ۸۰ درصد داده‌ها، داده‌های تمرین و ۲۰ درصد از داده‌ها، داده‌های آزمون منظور شد. در میان تعداد ۱۶۷ شرکت داده‌های آزمون، باتوجه به تعیین نقطه برش ۰/۵ برای تعیین درماندگی مالی، تعداد ۱۱۶ شرکت واقعاً سالم و تعداد ۵۱ شرکت از ۱۶۷ شرکت واقعاً درمانده مالی هستند. معیار دقت^۳، یکی از معیارهای استفاده‌شده در ارزیابی مدل است که نسبت تشخیص‌های درست مدل به کل تشخیص‌ها را نشان می‌دهد و از طریق رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (3)$$

دقت به دست‌آمده از تخمین، عدد ۸۵ درصد را نشان می‌دهد؛ به این معنا که باتوجه به آنچه مدل با استفاده از داده‌های تمرین در مرحله یادگیری آموخته است، توانسته به طور متوسط ۸۵ درصد درماندگی یا عدم درماندگی مالی شرکت‌ها را به درستی از میان داده‌های آزمون پیش‌بینی کند. (جدول ۲)

جدول (۲): گزارش معیارهای ارزیابی طبقه‌بندی به روش جنگل تصادفی

Table (2) The report of the criteria for classification evaluation using random forest

	precision	recall	F1-score
شرکت سالم (0)	۰/۸۸	۰/۹	۰/۸۹
شرکت درمانده مالی (1)	۰/۷۸	۰/۷۴	۰/۷۶
صحت پیش‌بینی			۰/۸۵

به علاوه معیار F1-Score بیانگر مقدار برازندگی مربوط به تخمین مدل است که مطابق با رابطه (۴) به دست می‌آید:

$$F1\text{-score} = 2 \times \frac{\text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (4)$$

در رابطه (۴) مقدار F1-Score از ترکیب صحت^۴ و پوشش^۵ حاصل می‌شود که به ترتیب در رابطه ۵ و ۶ به آن‌ها اشاره شده است:

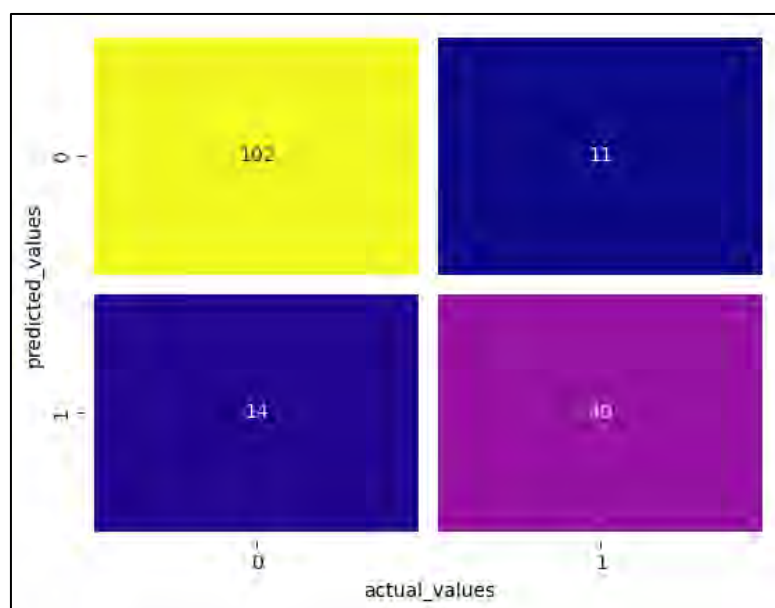
$$\text{precision} = \frac{\text{True Positive (TP)}}{\text{True Positive (TP)} + \text{False Positive (FP)}} \quad (5)$$

$$\text{recall} = \frac{\text{True Positive (TP)}}{\text{True Positive (TP)} + \text{False Negative (FN)}} \quad (6)$$

1. bagging
2. Python
3. Accuracy
4. precision
5. recall

به‌طورکلی، رابطه (۵) بیانگر این است که وقتی مدل، نتیجه را مثبت پیش‌بینی می‌کند، این نتیجه تا چه اندازه درست است؛ به‌علاوه، رابطه (۶) توانایی مدل طبقه‌بندی‌کننده در یافتن تمام نمونه‌های مثبت را نشان می‌دهد؛ بنابراین، FI-Score را می‌توان میانگین هارمونیک وزنی صحت و پوشش تفسیر کرد که در بهترین حالت، یک و در بدترین حالت به صفر می‌رسد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که معیار FI-Score به‌دست‌آمده در تخمین مدل، برای شناسایی شرکت‌های سالم ۰/۸۹ و برای پیش‌بینی شرکت‌های درمانده ۰/۷۶ است که با توجه به نزدیک بودن به عدد ۱ می‌توان گفت با توجه به این معیار نیز تخمین مدل با دقت خوبی انجام شده است.

شکل (۲) که به‌عنوان confusion_matrix شناخته می‌شود، چگونگی طبقه‌بندی داده‌ها توسط الگوریتم جنگل تصادفی با استفاده از داده‌های آزمون را نشان می‌دهد.



شکل (۲): confusion_matrix مربوط به مدل جنگل تصادفی در نمونه آزمایشی

Figure (2) Confusion matrix related to random forest model in the experimental sample

شکل (۲) بیان می‌کند که الگوریتم جنگل تصادفی، تعداد ۱۰۲ شرکت غیردرمانده مالی یا سالم را که با عدد صفر نشان داده شده است، به‌درستی در طبقه شرکت‌های سالم جای داده است (TN)^۱؛ به‌علاوه، تعداد ۴۰ شرکت دچار درماندگی مالی را که با عدد ۱ نشان داده شده است، به‌درستی درمانده مالی پیش‌بینی کرده است (TP)^۲. این مدل تعداد ۱۴ شرکت سالم را به غلط درمانده مالی (FN)^۳ و تعداد ۱۱ شرکت دچار درماندگی مالی را سالم پیش‌بینی کرده است (FN)^۴. برای درک بهتر مطالب عنوان‌شده جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳): نتایج حاصل از برآورد به روش جنگل تصادفی در نمونه آزمایشی

Table (3) The results of the estimation using the random forest model in the experimental sample

گروه پیش‌بینی شده توسط الگوریتم جنگل تصادفی	confusion_matrix
---	------------------

1. True Negative (TN)

2. True Positive (TP)

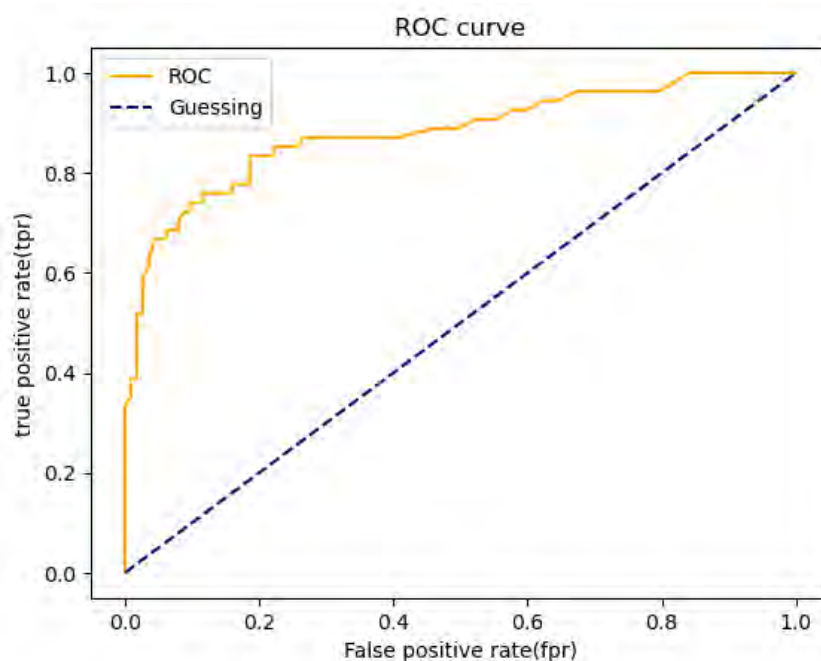
3. False Negative (FN)

4. False Positive (FP)

گروه واقعی شرکت‌ها	درمانده	سالم	درصد تشخیص درست گروه واقعی
کل شرکت‌های درمانده (۵۱ عدد)	۴۰	۱۱	٪ ۸۵
کل شرکت‌های سالم (۱۱۶ عدد)	۱۴	۱۰۲	

جدول (۳)، نشان می‌دهد که از میان ۱۶۷ شرکت نمونه مدل پژوهش توانسته است تعداد ۱۴۲ (۴۰+۱۰۲) شرکت را به صورت درست طبقه‌بندی کند؛ به این ترتیب، الگوریتم جنگل تصادفی به طور متوسط تا ۸۵ درصد در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها موفق بوده است.

برای سنجش نتایج حاصل از مدل‌های طبقه‌بندی‌کننده، نظیر الگوریتم جنگل تصادفی به منظور ارزیابی میزان قابلیت مدل در شناسایی طبقه مورد نظر استفاده از نمودار ROC^۱ است (نمودار ۱). این نمودار که به منحنی مشخصه عملکرد معروف است، ارتباط بین میزان موارد درست طبقه‌بندی‌شده و نادرست طبقه‌بندی‌شده را نشان می‌دهد. هرچه میزان انحراف از خط مبنا برای یک طبقه خاص در منحنی ROC بیشتر باشد، کارایی الگوریتم جنگل تصادفی در آن طبقه بیشتر است؛ بدین ترتیب، بررسی نمودار ROC مربوط به الگوریتم جنگل تصادفی در این پژوهش که در ذیل آورده شده است، نشان از حساسیت و دقت زیاد مدل در تشخیص درست طبقه‌ها دارد. نتیجه حاکی از آن است که مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش عملکرد مطلوبی در شناسایی شرکت‌های درمانده و سالم دارد.

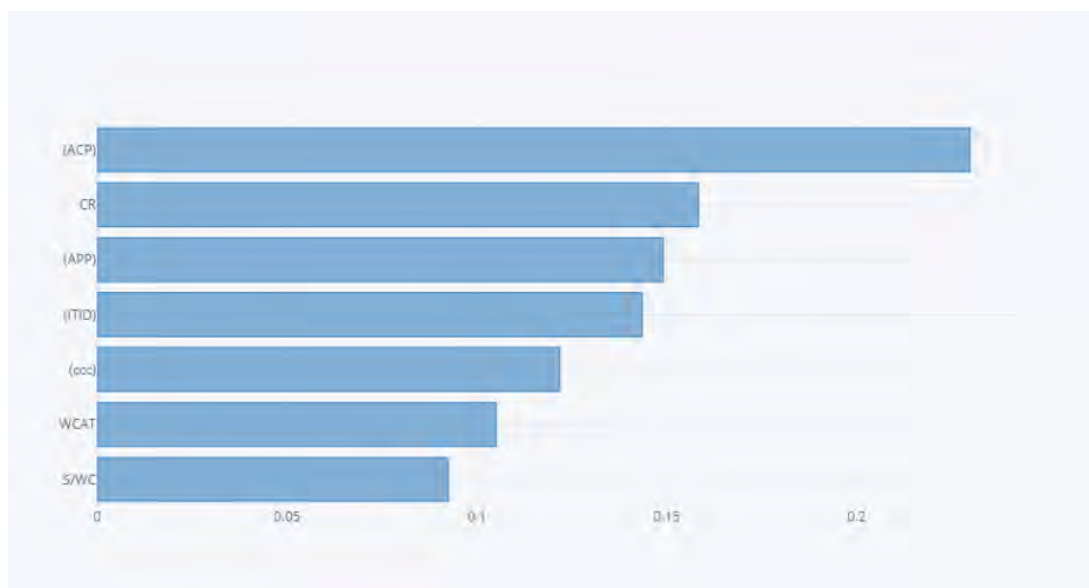


نمودار (۱): ROC مربوط به مدل الگوریتم جنگل تصادفی در نمونه آزمایشی

Diagram (1) The ROC related to random forest algorithm in the experimental sample

برای پاسخ به سؤال دوم پژوهش، یکی از خصوصیات مهم الگوریتم جنگل تصادفی، رتبه‌بندی میزان اهمیت هریک از مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش برای رسیدن به نمره ۸۵ درصد در تشخیص درست شرکت‌های درمانده و سالم است. نمودار (۲) میزان اهمیت هریک از مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش را پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها نشان می‌دهد.

^۱. receiver operating characteristic curve



نمودار (۲): میزان اهمیت مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی

Diagram (2) The importance of the working capital variables in financial distress prediction

مبنای محاسبه اهمیت ویژگی‌ها در الگوریتم جنگل تصادفی، اطلاعاتی است که هر ویژگی برای دسته‌بندی صحیح متغیر هدف ارائه می‌دهد. نحوه عملکرد رتبه‌بندی ویژگی‌ها بدین صورت است که با حذف هر ویژگی، عملکرد مدل براساس معیارهای خوبی برازش تا چه اندازه تضعیف می‌شود؛ در نتیجه، با بهره‌گیری از این خصوصیت می‌توان ویژگی‌ها را براساس ارائه اطلاعات مفید برای دسته‌بندی صحیح متغیر هدف، رتبه‌بندی کرد. نمودار (۲) نشان می‌دهد که دوره وصول مطالبات (ACP) به شکل چشمگیری اهمیت بیشتری از سایر شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها دارد. پس از دوره وصول مطالبات، نسبت جاری (CR) در جایگاه دوم مهم‌ترین مؤلفه سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی قرار دارد. دوره پرداخت حساب‌های پرداختی (APP) و دوره گردش کالا و مواد (ITID) نیز دارای رتبه‌های سوم و چهارم درجه اهمیت در شناسایی و پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها هستند. بر همین اساس، می‌توان عنوان کرد نقطه شروع مشکلات مالی شرکت، وصول نشدن مطالبات شرکت در موعد مقرر است که افزایش در دوره وصول مطالبات را در پی دارد و اگر مدیریت شرکت برای حل این مشکل راه حل مناسبی نداشته باشد، مشکلات دیگر نیز بروز خواهند کرد که در نهایت، واحد تجاری را به درماندگی مالی دچار می‌کند.

نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه بررسی توان شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی است؛ به علاوه، پژوهش حاضر در تلاش است به این پرسش پاسخ دهد که کدام یک از مؤلفه‌های سرمایه در گردش اهمیت بیشتری در پیش‌بینی مد نظر دارند. بدین منظور، از اطلاعات مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ استفاده شد که پس از اعمال محدودیت‌های سیستماتیک تعداد ۱۶۷ شرکت و برای ۵ سال در مجموع ۸۳۵ شرکت برای نمونه نهایی استخراج شد. پس از آن برای انجام مدل ۸۰ درصد داده‌ها برای داده‌های تمرین و ۲۰ درصد داده‌ها برای داده‌های آزمون منظور شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی به کمک نرم‌افزار پایتون بررسی شد و نتایج به دست آمده حاکی از آن است که شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش تا ۸۵ درصد توان پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها را دارد. این نتیجه همسو با مطالعاتی همچون حبیب و کایانی (Habib & Kayani, 2022)، مرشد (Morshed, 2020)، لی و همکاران (Le et al., 2018) است؛ بنابراین، هرچه شرکتی از نظر مدیریت سرمایه در گردش کارآمدتر عمل کند،

احتمال بروز درماندگی مالی و در نتیجه، احتمال ورشکستگی کمتر خواهد بود. این نتیجه، تصمیم‌گیرندگان را ایجاب می‌کند که برای جلوگیری از بروز وضعیت درماندگی و کاهش ریسک ورشکستگی در شرکت توجه ویژه‌ای به شاخص‌های مدیریت سرمایه در گردش داشته باشند. در راستای هدف دوم پژوهش، به منظور رتبه‌بندی اهمیت هر کدام از مؤلفه‌های مدیریت سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که دوره وصول مطالبات (ACP) به شکل چشمگیری بیشتر از سایر مؤلفه‌ها در پیش‌بینی درماندگی مالی مؤثر است. از آنجایی که بسیاری از پژوهشگران نظیر نوبانی (Nobanee, 2009) و مرشد (Morshed, 2020) دوره گردش وجه نقد را مؤلفه اصلی مدیریت سرمایه در گردش می‌دانند، این یافته نشان می‌دهد که دوره وصول مطالبات به‌عنوان یکی از اجزای تشکیل‌دهنده دوره گردش وجه نقد، از اهمیت بیشتری از خود گردش وجه نقد در تحلیل پیش‌بینی درماندگی مالی برخوردار است؛ بنابراین، می‌توان عنوان کرد نقطه شروع مشکلات مالی شرکت، وصول نشدن مطالبات شرکت در موعد مقرر است که افزایش در دوره وصول مطالبات را منتج می‌شود. این یافته می‌تواند به مدیریت شرکت کمک کند که به منظور مقابله آنی و به‌موقع با وقوع درماندگی مالی، دوره وصول مطالبات را به‌صورت مستمر و ویژه بررسی و تحلیل کند. با افزایش دوره وصول مطالبات، خطر سوخت‌شدن مطالبات نیز جدی می‌شود و شرکت با مشکلات جدی در نقدینگی مواجه خواهد شد؛ از این رو، تلاش مدیریت شرکت در راستای تأمین سرمایه در گردش لازم برای انجام عملیات خود، ممکن است نرخ هزینه سرمایه را بالا ببرد و از طرف دیگر شرکت نتواند بازدهی مناسب برای پوشش هزینه‌های تأمین مالی سرمایه در گردش را به دست آورد و در نهایت، به درماندگی مالی دچار شود. این یافته پژوهش، همسو با دیدگاه دوم سیاست مدیریت سرمایه در گردش، همچون پانیگراهی (Panigrahi, 2014) است که بیان می‌کند سیاست‌های جسورانه در زمینه سرمایه در گردش که با افزایش نرخ میانگین موزون هزینه سرمایه^۱ همراه است، ریسک نکول شرکت و در نتیجه، ریسک وقوع درماندگی مالی را افزایش می‌دهد. پس از دوره وصول مطالبات، نسبت جاری (CR) در جایگاه دوم مهم‌ترین شاخص سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی قرار دارد. در راستای افزایش دوره وصول مطالبات و مواجه شدن شرکت با مشکلات نقدینگی، مدیریت شرکت برای حل این مشکل، ممکن است به دریافت وام‌های کوتاه‌مدت روی آورد. در زمان بازپرداخت این وام‌ها هنگامی که حساب‌های دریافتی هنوز وصول نشده‌اند، واحد تجاری را در عمل به تعهدات مالی خود دچار بحران می‌کند. این نتیجه، همسو با پژوهش یولیانا و همکاران (Yuliana et al., 2020) است که بیان می‌کند کاهش نسبت جاری می‌تواند بر توانایی پرداخت بدهی‌های مالی کوتاه‌مدت در تاریخ سررسید اثر منفی داشته باشد و شرکت را دچار درماندگی مالی کند. دوره پرداخت حساب‌های پرداختی (APP) که در جایگاه سوم میزان اهمیت قرار دارد، نشان می‌دهد که مادامی که شرکت با کمبود وجه نقد در نتیجه وصول نشدن مطالبات مواجه است، به احتمال قوی در عمل به انجام تعهدات خود در مقابل تأمین‌کنندگان مواد اولیه دچار ضعف خواهد شد. همین امر می‌تواند علاوه بر بی‌اعتبار شدن شرکت در مقابل تأمین‌کنندگان و ضعف در تهیه مواد اولیه، عملیات اصلی شرکت که همان تولید محصول و فروش آن است را دچار مشکل کند؛ بدین ترتیب، روشن است دوره گردش موجودی کالا (IDIT) نیز در نتیجه ضعیف شدن سه مؤلفه قبلی با بحران مواجه می‌شود؛ بنابراین، این مؤلفه در جایگاه چهارم قرار گرفته است. با در نظر گرفتن اهمیت دوره وصول مطالبات در وقوع درماندگی مالی شرکت‌ها، ضروری است که شرکت در تعیین سیاست‌های فروش اعتباری و میزان حجم حساب‌های دریافتی، سود حاصل از فروش نسبه را متناسب با نرخ بازده مورد انتظار شرکت قرار دهد؛ به‌علاوه، مدیران شرکت‌ها باید به سیاست‌های اعطای اعتبارات تجاری به مشتریان توجه ویژه داشته باشند و در این خصوص، اقدام به رتبه‌بندی مشتریان کنند و اعطای اعتبار تجاری، براساس رتبه تعلق گرفته به هر کدام از آن‌ها انجام گیرد؛ علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود در صورت افزایش حجم حساب‌های دریافتی، با واگذاری حساب‌های دریافتی به بانک و گرفتن تسهیلات خرید

¹. Weighted average cost of capital

دین، به افزایش نقدینگی و نیز کاهش سوخت مطالبات واحد تجاری خود کمک کنند. به سرمایه‌گذاران نیز توصیه می‌شود در راستای ارزیابی وضعیت مالی شرکت‌ها و تشخیص فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری برای اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری در شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران، توجه ویژه‌ای به مدیریت سرمایه در گردش شرکت، بالاخص دوره وصول مطالبات شرکت، ولو با سودآوری عالی شرکت داشته باشند؛ درنهایت، به مؤسسات مالی فعال در بازار پول و سرمایه پیشنهاد می‌شود برای اعطای تسهیلات و سرمایه‌گذاری در شرکت‌ها، بیش‌ازپیش مدیریت سرمایه در گردش شرکت‌ها را مد نظر قرار دهند.

منابع

- امامی، مریم، و فرید، داریوش (۱۳۹۶). سرمایه در گردش، عملکرد شرکت و محدودیت‌های مالی: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران. *پژوهش‌های حسابداری مالی*، ۸(۴)، ۱-۱۶. <https://doi.org/10.22108/far.2016.21424>
- پورحیدری، امید، و کوپائی حاجی، مهدی (۱۳۹۸). پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها با استفاده از مدل مبتنی بر تابع تفکیکی خطی. *پژوهش‌های حسابداری مالی*، ۲(۱)، ۳۳-۴۶.
- سپاسی، سحر، حسنی، حسن، و سلمانیان، لیدا (۱۳۹۶). مدیریت سرمایه در گردش، عملکرد مالی و محدودیت‌های تأمین مالی: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران. *مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۵(۴)، ۹۹-۱۱۶.
- عزیزی، صدیقه (۱۴۰۰). مدل‌بندی و تعیین توان مدیریت سرمایه در گردش در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی. *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)*، ۱۴(۱۵)، ۱۷۱-۱۷۹. <https://doi.org/10.30495/jfksa.2021.19258>
- عزیزی، صدیقه، و جوکار، حسین (۱۴۰۱). تأثیر اطلاعات سرمایه در گردش در پیش‌بینی درماندگی مالی بر مبنای ترکیب شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تجمعی ذرات. *چشم‌انداز مدیریت مالی*، ۱۲(۳۸)، ۷۵-۱۰۱. <https://doi.org/10.52547/JFMP.12.38.75>
- کردستانی، غلامرضا، غیور، فرزاد، و آشتاب، علی (۱۳۹۰). مقایسه کارایی نسبت‌های مالی مبتنی بر روش نقدی و تعهدی در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۴(۱۵)، ۱۹۱-۲۰۵.
- کلانترزاده، خلیل (۱۳۹۷). بررسی روابط بین سرمایه در گردش، سودآوری و ریسک ورشکستگی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *آفاق علوم انسانی*، ۲(۱۴)، ۴۵-۷۶.
- لطفی، بهناز، بحری‌ثالث، جمال، و حیدری، مهدی (۱۴۰۰). پیش‌بینی درماندگی مالی با مدل ترکیبی (مطالعه موردی: شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران). *فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری*، ۱۳(۲)، ۳۴۹-۳۷۰.
- نجارپور، مهسا، و خانلاری، مرتضی (۱۳۹۹). پیش‌بینی درماندگی مالی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با تأکید بر اقلام تعهدی و جریانات نقدی. *چشم‌انداز حسابداری و مدیریت*، ۳(۲۴)، ۹۴-۱۰۷.

References

- Aditya, I., Mugayat, A., & Yulianty, P. (2022). Analisis pengaruh rasio keuangan terhadap financial distress. *Jurnal Proaksi*, 9(3), 292-307. <https://doi.org/10.32534/jpk.v9i3.3085>
- Ahamed, F. T., Houqe, M. N., & Zijl, T. V. (2023). Meta-analysis of the impact of financial constraints on firm performance. *Accounting & Finance*, 63, 1671-1707. <https://doi.org/10.1111/acfi.12923>
- Aktas, N., Croci, E., & Petmezas, D. (2015). Is working capital management value-enhancing? Evidence from firm performance and investments. *Journal of Corporate Finance*, 30, 98-113. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2014.12.008>
- Alifiah, M., & Tahir, M. (2018). Predicting financial distress companies in the manufacturing and non-manufacturing sectors in Malaysia using macroeconomic variables. *Management Science Letters*, 8(6), 593-604. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.652>
- Altman, E. (1968). Financial ratio discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal*

- of Finance, 23(4), 589-609. <https://doi.org/10.2307/2978933>
- Appadurai, A. (2020). *Banking on Words: The Failure of Language in the Age of Derivative Finance*. University of Chicago Press.
- Azizi, S., & Jokar, H. (2022). The effect of working capital information in predicting financial distress based on combination of artificial neural network and particle swarm optimization algorithm. *Financial Management Perspective*, 12(38), 75-101. <https://doi.org/10.52547/JFMP.12.38.75> [In Persian].
- Azizi, S. (2021). Modeling and determining the power of working capital management in predicting corporate financial bankruptcy using artificial intelligence algorithm. *Financial Knowledge of Security Analysis (Financial Studies)*, 14(51), 171-190. <https://doi.org/10.30495/jfksa.2021.19258> [In Persian].
- Beaver, W. H. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research*, 4, 71-111. <https://doi.org/10.2307/2490171>
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5-32.
- Caballero, S., Garcia, P., & Martinez, P. (2013). Working capital management corporate performance and financial constraints, *Journal of Business Research*, 67(3), 332-338. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.01.016>
- Christianty, R., & Latuconsina, Z. (2023). The effect of current ratio, debt to equity ratio and total assets turnover on profit growth in property and Real Estate companies listed on the Indonesia Stock Exchange for the 2019 – 2021 period. *The International Journal of Business Management and Technology*, 7(1), 12 -24.
- Cutler, A., & Zhao, G. (2001). Pert-perfect random tree ensembles. *Computing Science and Statistics*, 33(4), 90-104.
- Dar, S. Q., & Dar, A. A. (2017). The working capital and its ratios: A qualitative study. *International Journal of Statistics and Actuarial Science*, 1(1), 24-30. <https://doi.org/10.11648/j.ijzas.20170101.15>
- Emami, M. A., & Farid, D. (2016). Working capital, corporate performance and financial constraints: Evidence from listed firms in tehran stock exchange. *Financial Accounting Research*, 8(4), 1-16. <https://doi.org/10.22108/far.2016.21424> [In Persian].
- Geng, R., Bose, I., & chen, X. (2015). Prediction of financial distress: An empirical study of listed Chinese companies using data mining. *European Journal of Operational Research*, 241(1), 236-247. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.08.016>
- Gerged, A. M., Marie, M., & Elbendary, I. (2022). Estimating the risk of financial distress using a multi-layered governance criterion: insights from middle eastern and North African banks. *Journal of Risk and Financial Management*, 15.1-22. <https://doi.org/10.3390/jrfm15120588>
- Gordon, M. J. (1971). Towards a theory of financial distress. *The Journal of Finance*, 26(2), 347-356. <https://doi.org/10.2307/2326050>
- Habib, A. M., & Kayani, U. N. (2022). oo hh ffinnnnn of oo rknrg aap nnggmnnn ffcc frm's finnn distress? Evidence from UAE. *Corporate Governance: The International Journal of Business in Society*, 22(7), 1567-1586. <https://doi.org/10.1108/CG-12-2021-0440>
- Hanafi, A. H. A., Md-Rus, R., & Mohd, K. N. T. (2021). Predicting financial distress in the Malaysian market: Hazard model versus the logit model. *Advanced International Journal of Banking, Accounting and Finance*, 3(7), 1-19. <https://doi.org/10.35631/AIJBAF.37001>
- Ho, T. K. (1998). The random subspace method for constructing decision forests. *IEEE Transactions on Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 20(8), 832-844.
- Huang, W. (2019). *Built on value: The Huawei philosophy of finance management* (p. 456). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-7507-1>
- Kalantarzaded, K. (2018). Investigating the relationships between working capital, profitability and bankruptcy risk in companies listed on the Tehran Stock Exchange. *Journal of Humanities Horizons*, 2(14), 45-76. [In Persian].
- Kargar, J., & Blumenthal, R. A. (1994). Leverage impact of working capital in small businesses. *TMA Journal*, 14(6), 46-53.
- Kesimili, I. G., & Gunay, S. G. (2011). The impact of global economic crisis on working capital of real sector in Turkey. *Business and Economic Horizon*, (1), 52-69. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.204185>
- Khan, M. A. I., Alam, M. S., & Syed, A. J. (2021). Correlation between the profitability and working capital practices: A case study in the Gulf Cooperation Council. *The Journal of Asian Finance Economic. and Business*, 8(3), 229-235. <https://doi.org/10.13106/>
- Kordestani, G., Ghayour, F., & Ashtab, A. (2012). Comparing the efficiency of financial ratios based on cash and accruals in financial distress forecasting in tehran stock exchange listed companies. *Journal of Securities Exchange*, 4(15), 191-205. [In Persian].
- Lakshan, A. M. I., & Wijekoon, W. M. H. N. (2012). Predicting corporate failure of listed companies in Sri Lanka. *GSTF Business Review*, 2(1), 180-185. https://doi.org/10.5176/2010-4804_2.1.174
- Lazaridis, I. & Tryfonidis, D. (2006). Relationship between working capital management and profitability of listed companies in the Athens Stock Exchange. *Journal of Financial Management and Analysis*, 19(1), 26-

- 35.
- Le, H. L., Vu, K. T., Le, T. B. N., Du, N. K., & Tran, M. D. (2018). Impact of working capital management on financial performance: The case of Vietnam. *International Journal of Applied Economics Finance and Accounting*, 3(1), 15–20. <https://doi.org/10.33094/8.2017.2018.31.15.20>
- Long, M. S., Malitz, I. B., & Ravid, S. A. (1993). Trade credit quality guarantees and product marketability. *Financial Management*, 22(4), 117-127. <https://doi.org/10.2307/3665582>
- Lotfi, B., Bahrisesales, J., Jabbarzadeh, S., & heidari, M. (2024). Predicting financial distress with a combined model case study: Companies listed on the Tehran Stock Exchange. *Journal of Investment Knowledge*, 13(50), 349-370. [In Persian].
- Martin, D. (1977). Early warning of bank failure: A logit regression approach. *Journal of Banking Finance*, 1(3), 249-276. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(77\)90022-X](https://doi.org/10.1016/0378-4266(77)90022-X)
- Misbah, S., Anjum, M. J., Aqdas, M. I., Khan, N., Abdur, M., & Khan, R. (2015). The relationship between working capital management and profitability: Evidence from listed companies in Kuala Lumpur Stock Exchange (KSE) Malaysia. *International Journal of Information Processing and Management*, 6(1), 104-113.
- Morshed, A. (2020). Role of working capital management in profitability considering the connection between accounting and finance. *Asian Journal of Accounting Research*, 5(2), 257-267. <https://doi.org/10.1108/AJAR-04-2020-0023>
- Muigai, R. G., & Nasieku, T. (2021). Working capital management and financial distress of non financial companies listed at the Nairobi Securities Exchange. *European Journal of Economic and Financial Research*, 5(1), 79-92. <http://dx.doi.org/10.46827/ejefr.v5i1.1073>
- Mun, S. G., & Jang, S. S. (2015). Working capital, cash holding, and profitability of restaurant firms. *International Journal of Hospitality Management*, 48, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2015.04.003>
- Najarpoor, M., & khalari, M. (2020). Predicting financial helplessness in companies listed on the Tehran Stock Exchange with emphasis on accruals and cash flows. *Journal of Accounting and Management Vision*, 3(24), 94-107. [In Persian].
- Nguyen, A. H., Pham, H. T., & Nguyen, H. T. (2020). Impact of working capital management on firm's profitability. *The Journal of Asian Finance Economics and Business*, 7(3), 115–125. <https://doi.org/10.13106/JAFEB.2020.VOL7.NO3.115>
- Nobanee, H. (2009). *Working capital management and firm's profitability: An optimal cash conversion cycle*. *Dohvačeno Iz SSRN*, 123-147. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1471230>
- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109–131. <https://doi.org/10.2307/2490395>
- Onchangwa, G. A. (2019). *Effects of Working Capital Management on Financial Distress of Non-Financial Firms Listed at the Nairobi Securities Exchange Market*, Ph.D. Dissertation, University of Agriculture and Technology.
- Opler, T., Pinkowitz, L., Stulz, R., & Williamson, R. (1999). The determinants and implications of corporate cash holdings. *Journal Finance Economic*, 52(1), 3–46. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(99\)00003-3](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(99)00003-3)
- Panigrahi, A. K. (2014). Relationship of working capital with liquidity, profitability and solvency: A case study of ACC limited. *Asian Journal of Management Research*, 4(2), 308- 322.
- Pourheydari, O., & Koopaehaji, M. (2010). Effect of working capital management on firm's profitability: A case study of the model. *Financial Accounting Research*, 2(1), 33-46. [In Persian].
- Purvinis, O., Virbickaite, R., & Sukys, P. (2008). Interpretable nonlinear model for enterprise bankruptcy prediction. *Nonlinear Analysis: Modeling and Control*, 13(1), 61-70.
- Sepasi, S., Hassani, H., & Salmanian, L. (2017). Working capital management, corporate performance and financial constraints: Evidence from Tehran Stock Exchange. *Journal of Asset Management and Financing*, 5(4), 99-116. [In Persian].
- Wallace, W. A. (2004). Risk assessment by internal auditors using past research on bankruptcy. The IIA Research Foundation.
- Waqas, H., & Md-Rus, R. (2018). Predicting financial distress: Importance of accounting and firm-specific market variables for manufacturing firms. *Cogent Economics & Finance*, 6(1), 1545739. <https://doi.org/10.1080/23322039.2018.1545739>
- Whitaker, R. (1999). The early stages of financial distress. *Journal of Economics and Finance*, 32(2), 123-133.
- Yulian, Y., Fahmi, I., & Novianti, T. (2020). Financial distress analysis of indonesia retail companies. *Journal of Management and Business Review*, 17(2), 215–228. <https://doi.org/10.34149/jmbr.v17i2.201>
- Zavgren, C. V. (1985). Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms: a logistic analysis. *Journal of Business Finance & Accounting*, 12(1), 19-45. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-5957.1985.tb00077.x>