



Paper Type: Original Article



Predicting the Delisted Companies of Tehran Stock Exchange Using Machine Learning Based Algorithms

Aminollah Zarghami¹, Meysam Doaei^{1,*} , Abtin Boostani²

¹ Department of Finance, Esfarayen Branch, Islamic Azad University, Esfarayen, Iran; zarghamiamin@gmail.com; mdoaeii@gmail.com.

² Department of Industrial Engineering, Technical and Engineering Higher Education Complex Esfarayen, Esfarayen, Iran; a_boostani@ut.ac.ir.

Citation:



Zarghami, A., Doaei, M., & Boostani, A. (2023). Predicting the delisted companies of Tehran Stock Exchange using machine learning based algorithms. *Journal of decisions and operations research*, 8(3), 671-690.

Received: 02/05/2022

Reviewed: 06/06/2022

Revised: 21/07/2022

Accepted: 01/08/2022

Abstract

Purpose: Delisted companies, despite their importance in the economic and social issues of society, is less considered in the financial literature. This issue is important because for each country, one of the criteria for economic measurement is the size of the capital market. Therefore, the delisted companies not only destroys the company's reputation, its stock price and the market for the sale of its shares, but also affects the growth of the market and the economy of each country. The present study seeks to review the financial statements and audit reports of active companies and compare it with delisted companies to design a model for forecasting delisted companies in the Tehran Stock Exchange with the help of artificial intelligence modeling techniques.

Methodology: In this study, which was conducted on companies of the Tehran Stock Exchange, data related to three years before the delisting of 73 companies removed from the stock exchange from 2003 to 2019 in the first group and data of 148 active companies that are continuously. They were present in the stock market in the second group and were selected by systematic elimination method. Then, with data mining techniques, which are among the most efficient and up-to-date models of artificial intelligence, and with the help of multi-layered perceptron neural network classifiers, decision tree, and Bayesian theory classifiers, stock delisted companies have been predicted.

Findings: The findings show that the Bayesian classifier had the best performance and the multilayer perceptron neural network was in the second place and the decision tree classifier was in the third place.

Originality/Value: Little research has been done in the field of predicting delisted companies from the Iran capital market. This study by filling this gap, suggests to researchers to use other classifiers, combine several classifiers together to better cover the errors of each, combine classifiers with each other and weigh in a way that is more accurate, add other variables influential in the dismissal of companies, including the ownership structure and shareholder composition can have other results.

Keywords: Delisted of stock exchange, Multi-layer perceptron neural network, Decision tree, Bayesian theory, Artificial intelligence.

 Corresponding Author: mdoaeii@gmail.com



Licensee. **Journal of Decisions and Operations Research**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



پیش‌بینی لغوپذیرش شرکت‌ها از بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین

امین اله ضرغامی^۱، میثم دعائی^{۱*}، آبتین بوستانی^۲

^۱گروه مدیریت مالی، واحد اسفراین، دانشگاه آزاد اسلامی، اسفراین، ایران.
^۲گروه مهندسی صنایع، مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی اسفراین، اسفراین، ایران.

چکیده

هدف: اخراج شرکت‌ها با وجود اهمیت در مسایل اقتصادی و اجتماعی جامعه، کم‌تر در ادبیات مالی موردتوجه قرار گرفته است. این موضوع از آن جهت دارای اهمیت است که برای هر کشور، یکی از معیارهای سنجش اقتصادی، حجم بازار سرمایه می‌باشد؛ بنابراین اخراج شرکت‌ها نه تنها باعث از بین رفتن اعتبار شرکت، قیمت سهام و بازار فروش سهام آن شرکت می‌شود بلکه بر رشد بازار و اقتصاد هر کشور نیز موثر است. پژوهش حاضر به دنبال بررسی صورت‌های مالی و گزارش حسابرسی شرکت‌های فعال و مقایسه آن با شرکت‌های لغوپذیرش شده می‌باشد تا به کمک فنون مدل‌سازی هوش مصنوعی، مدلی را برای پیش‌بینی شرکت‌های لغوپذیرش شده در بورس اوراق بهادار تهران طراحی نماید.

روش‌شناسی پژوهش: در این پژوهش که روی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران انجام پذیرفته است، داده‌های مربوط به سه سال قبل از اخراج ۷۳ شرکت حذف‌شده از بورس از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۷ در گروه اول و داده‌های ۱۴۸ شرکت فعال که به‌صورت مستمر در بورس حضور داشتند در گروه دوم و با روش حذفی سیستماتیک انتخاب گردیدند. سپس با تکنیک‌های داده‌کاوی که از کارآمدترین و به‌روزترین مدل‌های هوش مصنوعی هستند و به کمک طبقه‌بندی‌های شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، درخت تصمیم، و طبقه‌بند نظریه بیز به پیش‌بینی شرکت‌های لغوپذیرش شده از بورس پرداخته شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان می‌دهد بهترین عملکرد را طبقه‌بند بیز داشته است و شبکه عصبی پرسپترون چندلایه در جایگاه دوم و طبقه‌بند درخت تصمیم در جایگاه سوم قرار گرفته است.

اصالت/ارزش افزوده علمی: پژوهش‌های کمی در حوزه پیش‌بینی اخراج شرکت‌ها از بازار سرمایه در ایران شده است. این پژوهش با پر کردن این گپ، به پژوهشگران پیشنهاد داده است با استفاده از سایر طبقه‌بندها، ترکیب کردن چندین طبقه‌بند با یکدیگر به‌منظور پوشش بهتر خطاهای هر یک، ترکیب کردن طبقه‌بندها با یکدیگر و وزن‌دهی به روشی که دقت بالاتری داشته باشد، اضافه کردن سایر متغیرهای تاثیرگذار در اخراج شرکت‌ها از جمله ساختار مالکیت و ترکیب سهامداران می‌تواند نتایج دیگری به دست آید.

کلیدواژه‌ها: لغوپذیرش از بورس، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، درخت تصمیم، نظریه بیز، هوش مصنوعی.

۱- مقدمه

به‌طورکلی در توسعه اقتصاد هر کشوری بازار سهام بسیار مهم تلقی می‌شود، به‌طوری‌که پیش‌بینی موفقیت‌آمیز قیمت آتی سهام به‌عنوان راهنمای سرمایه‌گذاران در رابطه با سرمایه‌گذاری‌هایشان عمل می‌کند [7]. در ادبیات اقتصادی، بازارهای مالی به‌عنوان جریان‌های هدایت‌کننده منابع مالی از بخش غیرمولد به بخش تولید و مولد، دارای نقش حیاتی در رشد اقتصادی، اشتغال‌زایی، سرمایه‌گذاری، تثبیت

* نویسنده مسئول

mdoaeii@gmail.com





متغیرهای پولی و مالی و در مجموع بهبود رفاه جامعه است. اهمیت این بازارها به حدی بالا است که از آن‌ها به‌عنوان شریان‌های اصلی اقتصاد یاد می‌شود. در ادبیات اقتصادی به‌ویژه ادبیات اقتصاد مالی، بازار سرمایه نقش اساسی در رشد اقتصادی از طریق؛ تامین مالی بنگاه‌ها، تخصیص بهینه منابع، بهبود نقدشوندگی دارایی‌ها، بهبود راهبری شرکتی و افزایش شفافیت در اقتصاد دارد. ویژگی‌های مذکور در بسیاری از پژوهش‌های دانشگاهی اثبات و نظریه‌های منسجمی در این باره ارائه شده است [20].

یکی از چالش‌های سرمایه‌گذاران تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب بهترین و پربازده‌ترین سهام است. در ادبیات مالی همیشه به سرمایه‌گذاران توصیه می‌شود برای کسب بازده با حداقل ریسک، سبدی از سهام را در اختیار داشته باشند [6]. لذا سرمایه‌گذاران از انتخاب سهام شرکت‌هایی که احتمال لغو پذیرش از بورس را دارند اجتناب می‌کنند. اخراج شرکت‌ها با وجود اهمیت در مسایل اقتصادی و اجتماعی جامعه، کم‌تر در ادبیات مالی مورد توجه قرار گرفته است. این موضوع از آن جهت دارای اهمیت است که برای هر کشوری، یکی از معیارهای سنجش اقتصادی حجم بازار سرمایه می‌باشد؛ بنابراین، اخراج شرکت‌ها از بورس علاوه بر کاهش حجم بازار سرمایه، باعث از بین رفتن اعتبار شرکت، قیمت سهام آن و بازار فروش سهام آن شرکت می‌شود و در نهایت بر رشد بازار و اقتصاد کشور تاثیر مستقیم می‌گذارد [9]. هر چه میزان کارایی بازار سرمایه افزایش پیدا کند، به همان اندازه اطمینان سرمایه‌گذاران نسبت به بورس بیش‌تر شده و رغبت آن‌ها جهت سرمایه‌گذاری افزایش خواهد یافت. به طوری که اگر این اطمینان و اعتماد در سرمایه‌گذاران ایجاد شود، به تناسب آن امکان جذب پس‌اندازها و سرمایه‌های کوچک از طریق بورس و تزریق آن به امر تولید بیش‌تر می‌شود [19].

درویشی نیا و همکاران [5] یک مدل پیش‌بینی برای سرمایه‌گذاری هوشمند در بورس اوراق بهادار تهران ارائه دادند که از مدل نوسانات فصلی استفاده کرده است. آن‌ها روند قبلی سری‌های زمانی مربوط به شرکت‌ها برای یک دوره ۱۱ ساله از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۶ را براساس داده‌های فصلی انجام دادند. سپس قیمت نهایی را براساس روش میانگین متحرک پیش‌بینی کرده و در مرحله بعد نسبت قیمت نهایی واقعی و قیمت نهایی پیش‌بینی شده در هر دوره را محاسبه کردند. سپس میانگین ضریب فصلی برای فصول مشابه محاسبه شد و در مرحله نهایی، ارزش یک پیش‌بینی برای یک دوره معین، زمانی محاسبه گردید که روش میانگین متحرک در میانگین ضریب فصلی ضرب شد؛ در نتیجه ضریب فصلی یک سهم مشخص تعیین گردید.

هم‌چنین پیکانی و همکاران [24] یک مدل جدید بهینه‌سازی پرتفولیو چندهدفه چند دوره‌ای فازی را تحت ابهام داده‌ها و محدودیت‌های عملی ارائه دادند. در مدل پیشنهادی، سه هدف شامل ثروت نهایی، ریسک و نقدینگی به همراه محدودیت‌های عملی در نظر گرفته شد. هم‌چنین از روش برش آلفا برای مقابله با داده‌های فازی استفاده شد. در نهایت، مدل پیشنهادی در مطالعه موردی دنیای واقعی برای بورس اوراق بهادار تهران پیاده‌سازی و نتایج ارائه گردید.

پژوهش حاضر در نظر دارد با بررسی صورت‌های مالی و گزارش حسابرسی شرکت‌های فعال و مقایسه آن با شرکت‌های لغوپذیر شده و به کمک فنون مدل‌سازی هوش مصنوعی، اخراج شرکت‌ها از بورس را پیش‌بینی نماید تا علاوه بر کمک به استفاده‌کنندگان، سرمایه‌گذاران در انتخاب سهام پربازده و مدیریت ریسک و افزایش آگاهی در تصمیم‌گیری‌های خود، به مدیران شرکت‌ها و تصمیم‌گیرندگان نیز در جهت افزایش سطح آگاهی از وضعیت آتی و وضعیت مالی شرکت کمک نماید تا با اتخاذ تدابیر مناسب و اصلاح ساختار مانع از اخراج شرکت‌ها شوند. لذا این پژوهش به دنبال یافتن پاسخ سوالات زیر می‌باشد:

۱. آیا با درخت تصمیم^۱ می‌توان حذف شرکت از بورس را پیش‌بینی کرد؟
۲. آیا نظریه بیز^۲ توان پیش‌بینی حذف شرکت از بورس را دارد؟
۳. آیا می‌توان با شبکه عصبی حذف شرکت از بورس را پیش‌بینی کرد؟
۴. کدامیک از روش‌های بالا در صورت استفاده خطای کم‌تری در بر خواهد داشت؟

سایر بخش‌های این مقاله به‌صورت ذیل می‌باشند؛ در بخش دوم به بررسی پژوهش‌های مرتبط و ارائه شکاف‌های پژوهشی پرداخته شده است. بخش سوم به روش پژوهش اختصاص یافته است که به تشریح جامعه و نمونه آماری، متغیرهای پژوهش و مدل پیشنهادی می‌پردازد.

¹ Decision tree

² Bayesian classifier

در بخش بعدی، پیاده‌سازی روش‌های پیشنهادی، هم‌چنین دسته‌بندی داده‌ها و تحلیل داده‌ها به کمک شبکه عصبی انجام گردیده است. در بخش پایانی پژوهش، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، محدودیت‌های پژوهش و پیشنهادهایی جهت پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

۲- ساختار مقاله

۲-۱- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

قانون بازار اوراق بهادار مصوب آذر ۱۳۸۴ با هدف ساماندهی به بازار سرمایه با استفاده از قوانین جدید ارائه شده است. با تشکیل سازمان بورس و اوراق بهادار، معیارهای پذیرش شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران بازبینی و اصلاح شدند. هم‌چنین با تأسیس شرکت فرابورس ایران، بسیاری از شرکت‌ها از بورس اوراق بهادار تهران اخراج شدند و به فرابورس ایران منتقل شدند [29].

اخراج در اصطلاح عامیانه به معنی "بیرون کردن" است و در این پژوهش به معنی "لغو عضویت شرکت از بورس اوراق بهادار" می‌باشد. این خروج از معاملات به دو صورت می‌تواند انجام گیرد:

- اراده اکثریت سهام‌داران شرکت برای خروج داوطلبانه از بورس (تبدیل شدن به سهامی خاص).
- تصمیم‌گیری بورس اوراق بهادار به دلیل عدم رعایت الزامات قانونی.

براساس دستورالعمل پذیرش اوراق بهادار در بورس اوراق بهادار تهران مصوب ۱۳۸۶/۱۰/۰۱ هیات‌مدیره سازمان بورس و اوراق بهادار، اگر شرکتی در بازار اول عملکرد خوبی نداشته باشد به بازار دوم منتقل خواهد شد و در مقابل اگر شرکتی در بازار دوم عملکرد خوبی از خود ارائه دهد به بازار اول منتقل خواهد شد. ضمن این‌که اگر شرکتی در بازار دوم چندین رضایت‌بخش عمل نکند از بازار اخراج یا به بازار فرابورس منتقل می‌گردد.

هدف از طبقه‌بندی شرکت‌ها دادن علامت به سرمایه‌گذاران در خصوص ریسک‌های مختلف شرکت‌ها است. در ادامه به بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه ریسک اطلاع‌رسانی، ریسک ورشکستگی و اخراج شرکت‌ها از بورس پرداخته شده است.

۱-۱-۲- مطالعات مرتبط با ریسک اطلاع‌رسانی

مقررات افشای فوری اطلاعات در سال ۱۳۸۰ توسط شورای بورس ابلاغ گردید و بعد از این تاریخ کیفیت افشای اطلاعات شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار بهبود پیدا کرد [12].

پژوهش‌های متعددی به بررسی عوامل تاثیرگذار بر کیفیت افشای اطلاعات پرداختند که از روش‌ها و مدل‌های رگرسیون خطی و چندگانه، رگرسیون لجستیک، تحلیل واریانس و آزمون مقایسه‌ای زوجی استفاده کردند؛ از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره کرد.

خواجه نصیری [16] در پژوهش خود نشان دادند ساختار مالکیت شرکت‌ها بر روی کیفیت افشای اطلاعات تاثیرگذار است. در شرکت‌ها با تمرکز بالای مالکیت، کیفیت افشا کاهش می‌یابد؛ هم‌چنین با افزایش مالکیت دولتی کیفیت افشا کاسته می‌شود.

ستایش و کاظم نژاد [27] دریافتند که کیفیت افشا، رابطه مستقیم و معنی‌داری با سابقه، نقدینگی، سودآوری و اندازه موسسه حسابرسی و هم‌چنین رابطه معکوس و معنی‌داری با اهرم مالی و مالکیت خانوادگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران دارد.

شاه جوقی [28] نشان داد بین ریسک در ماندگی مالی براساس Z آلتمن و کیفیت افشای اطلاعات رابطه معکوس وجود دارد. در حقیقت با افزایش ریسک در ماندگی مالی در شرکت‌ها مدیران تمایل کم‌تری به افشای بهتر اطلاعات نشان می‌دهند. هم‌چنین براساس نتایج مقایسه‌ای میانگین امتیاز افشای اطلاعات شرکت‌ها با ریسک در ماندگی کم‌تر بیش از امتیاز افشای اطلاعات شرکت‌ها با ریسک در ماندگی مالی زیاد است. کیفیت افشا بر بازده جاری و آتی سهام شرکت‌ها نیز تاثیر مثبتی دارد [15]. هم‌چنین ناظمی و همکاران [23] نشان دادند رابطه بازده سهام و کیفیت افشای اطلاعات یک رابطه دوطرفه است.





یکی از متغیرهای دیگری که بر کیفیت افشای اطلاعات تاثیرگذار می‌باشد مدیریت سود است. با افزایش مدیریت سود، کیفیت افشای اطلاعات نیز افزایش می‌یابد. شاید دلیل این امر را بتوان این‌گونه بیان کرد که مدیران در راستای مدیریت سود و برای نشان دادن وضعیت مناسبی از شرکت، کیفیت افشای اطلاعات را افزایش می‌دهند [11].

از جمله متغیرهایی که با فراوانی بالاتری در این تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته‌اند می‌توان به متغیرهای زیر اشاره کرد: اندازه شرکت، اهرم مالی، تمرکز مالکیت، نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار و نسبت عملکرد شرکت (بازده دارایی)، نسبت‌های نقدینگی، ساختار مالکیت، نسبت‌های سودآوری، نسبت ارزش دفتری به قیمت بازار، ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام و ارزش بازار حقوق صاحبان سهام.

۲-۱-۲- مطالعات مرتبط با ریسک ورشکستگی

ورشکستگی شرکت‌ها یکی از عواملی است که ممکن است باعث اخراج شرکت از بورس گردد، به عبارتی براساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت، اگر بر اثر زیان‌های وارده حداقل نصف سرمایه شرکت از بین برود، شرکت ورشکسته بوده و تکالیفی بر عهده هیات‌مدیره خواهد بود.

قدیری مقدم و همکاران [9] با مقایسه دو الگوی پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و اوهلسون متناسب با شرایط محیطی ایران و ارائه مدل آماری به این نتیجه رسیدند که در خصوص شرکت‌های ایرانی، مدل ارائه‌شده توسط اوهلسون و مدل استخراج‌شده طی روش رگرسیون لجستیک، دقت بالاتری در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها را دارا می‌باشند.

زمانیان و همکاران [31] با بررسی آخرین صورت مالی حسابرسی شده ۴۹ شرکت ورشکسته در دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۱ و ۶۴ شرکت پیشرو در بورس در سال ۱۳۹۱ و با کمک مدل اوهلسون با تکنیک لاجیت نشان داد که متغیر نسبت بدهی کل به دارایی کل، تاثیرگذارترین متغیر بر احتمال ورشکستگی در صنایع بورسی است و متغیر نسبت جریان وجوه حاصل از عملیات به بدهی کل در ایران نسبت به استاندارد متعارف جهانی نقش بسیار کم‌رنگ‌تری دارد. نتایج بررسی ۴۰ شرکت اخراج شده از بورس با مدل تخمینی اوهلسون با تکنیک لاجیت نشانگر آن بود که با تداوم فضای کسب‌وکار فعلی، از این شرکت‌ها، ۷ شرکت سالم و مابقی با ورشکستگی روبه‌رو خواهند شد.

حسینی و رشیدی [13] با استفاده از تکنیک‌های درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک به پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نسبت‌های مالی به‌عنوان متغیرهای مستقل و شرکت‌های سالم و ورشکسته به‌عنوان متغیر وابسته پژوهش استفاده گردیدند. آن‌ها از اطلاعات صورت‌های مالی شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹ استفاده نمودند. شرکت‌های گروه ورشکسته بر مبنای ماده ۱۴۱ قانون تجارت و زیان خالص و شرکت‌های گروه سالم (غیر ورشکسته) براساس معیار سوددهی انتخاب شدند. آن‌ها دریافتند که هر دو مدل درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک توانایی پیش‌بینی ورشکستگی را با دقت‌های متفاوت دارا هستند و هم‌چنین مدل رگرسیون لجستیک نسبت به مدل درخت تصمیم از عملکرد بهتری برخوردار است.

مظهری و همکاران [18] در مقاله‌ای ورشکستگی شرکت‌های قابل‌پذیرش در بورس برق و انرژی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها اطلاعات ۱۱۸ شرکت از موسسات حاضر در بورس اوراق بهادار تهران را طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۷ اخذ نموده و اقدام به یافتن یک الگوی نسبتاً جامع برای پیش‌بینی در ماندگی مالی این شرکت‌ها نمودند. به‌منظور بررسی کیفیت مدل پیشنهادی، در ماندگی مالی برای ۴۰ شرکت متفاوت و جدید، پیش‌بینی و تحلیل نتایج ارائه گردیدند.

وکیلی فرد و همکاران [30] در پژوهشی با استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی و سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر، ۴۰ شرکت سالم و ۴۰ شرکت ورشکسته را از در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار دادند. در این مدل نسبت‌های مالی یک سال قبل از ورشکستگی شرکت‌ها به‌عنوان ورودی‌های مدل در نظر گرفته شد. مدل طراحی شده توانست ورشکستگی را با دقت ۸۳/۷۵٪ و یک سال پیش از وقوع آن پیش‌بینی نماید؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این مدل، مناسب برای پیش‌بینی در ماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. آن‌ها از نسبت‌های سودآوری، نسبت‌های نقدینگی، نسبت توانایی پرداخت بدهی، نسبت‌های کارایی استفاده کردند که در مجموع ۲۶ نسبت به‌عنوان ورودی مدل استفاده شدند.



اسداللهی [2] در پژوهشی تلاش کرد تا صحت و اثربخشی گزارش‌های حسابرسی را در شناسایی شرکت‌های ورشکسته، ارزیابی و تشریح و با توان پیش‌بینی ورشکستگی توسط جریانات نقدی مقایسه کند. در پژوهش وی، ملاک تشخیص ورشکستگی شرکت‌ها، مدل Z آلمن بود. عوامل گردش وجوه نقدی که با اظهار نظر حسابرس از نظر توان پیش‌بینی ورشکستگی در دوره مالی آتی مقایسه شده بودند عبارت بودند از: درصد تغییرات جریان نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی، درصد تغییرات جریان نقدی ناشی از فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، درصد تغییرات جریان نقدی ناشی از فعالیت‌های تامین مالی. فرضیه زیربنایی به این شرح بود: اظهار نظر حسابرس مستقل در شرایط ابهام در مورد تداوم فعالیت (گزارش تعدیل شده) می‌تواند ورشکستگی در دوره مالی بعد را بهتر از درصد تغییرات اقلام صورت جریان و وجه نقد پیش‌بینی کند. فرضیه فوق با استفاده از یک نمونه ۱۲۱ تایی شامل شرکت از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از ابتدای سال مالی ۱۳۸۸ لغایت پایان سال مالی ۱۳۹۲ (۵ سال) توسط مدل آماری لجوجیت مورد آزمون قرار گرفت. نتیجه پژوهش حاکی از این بود که اظهار نظر حسابرس مستقل و درصد تغییرات اقلام صورت جریان و وجه نقد ناشی از فعالیت‌های سرمایه‌گذاری هر دو توانایی پیش‌بینی ورشکستگی در دوره مالی آتی را دارند؛ اما اظهار نظر حسابرس مستقل دارای برتری معناداری نسبت به اقلام صورت جریان و وجه نقد بود.

دانشور [4] در پژوهش خود به بررسی نقش گزارش حسابرسی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بین سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ پرداخت و به وسیله مدل رگرسیون خطی دریافت که از میان نسبت‌های مالی نسبت سود خالص به جمع دارایی‌ها، نسبت زیان انباشته به جمع دارایی‌ها، نسبت بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها، نسبت پوشش هزینه بهره و نسبت حقوق صاحبان سهام به بدهی‌ها دارای رابطه معناداری با فرض تداوم فعالیت می‌باشد. هم‌چنین نسبت‌های سود خالص به جمع دارایی‌ها، نسبت زیان انباشته به جمع دارایی‌ها، نسبت بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها، نسبت پوشش هزینه بهره، نسبت بدهی به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام و نسبت حقوق صاحبان سهام به بدهی‌ها دارای رابطه معناداری با ورشکستگی شرکت‌ها است. از میان گزارش‌های حسابرسی هم تنها گزارش حسابرسی مردود و گزارش عدم اظهار نظر دارای رابطه معناداری با ورشکستگی شرکت‌ها می‌باشد.

زارع [32] در مقاله‌ای به ارایه الگوی پیش‌بینی ورشکستگی با رویکرد شبکه‌های عصبی فازی در بورس اوراق بهادار و با کمک هر دو دسته متغیرهای نسبت‌های مالی و حاکمیت شرکتی و مدل شبکه عصبی به روش سوگنو و ممدانی به پیش‌بینی شرکت‌های ورشکسته پرداخت. او دریافت متغیرهای سودآوری به نسبت متغیرهای حاکمیت شرکتی، نقش بیش‌تری در ورشکستگی شرکت‌ها داشته است.

فخر حسینی و آقایی میدی [8] احتمال پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های موجود در بورس تهران را با مدل‌های اسپرینگ، آلمن، فولر، زیمسکی و ژنتیک مک‌کی و با هدف ارایه شرکت‌هایی که احتمال ورشکستگی بالاتری با رویکرد مقایسه‌ای در بین مدل‌ها داشتند، مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور، آن‌ها ۷۵ شرکت را که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت نبودند، انتخاب نمودند. داده‌های مورد نیاز برای دوره ۱۰ ساله (۸۶ تا ۹۵) جمع‌آوری شده بودند. با توجه به نتایج هر یک از مدل‌های فوق تعدادی شرکت به عنوان شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا شناسایی شده و سپس شرکت‌هایی که در اغلب این مدل‌ها به عنوان شرکت با احتمال ورشکسته معرفی شدند، تفکیک گردیدند. هم‌چنین، نتایج نشان داد که به استثناء مدل مک‌کی، در چهار مدل دیگر، سه شرکت با احتمال ورشکستگی بالا قرار گرفتند و از بین این چهار مدل نیز، مدل زیمسکی، ضریب تعیین بالاتری داشته، در نتیجه نسبت به سایر مدل‌ها جهت پیش‌بینی ورشکستگی دقت بیش‌تری داشته است و از بین نسبت‌های مالی؛ نسبت بدهی، گردش دارایی‌ها و بازده دارایی‌ها نقش مهمی در تعیین ورشکستگی شرکت‌ها داشتند.

دباغ و شیخ‌بگلو [3] در مقاله‌ای با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل فولر و با کمک شاخص‌های 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 و سود خالص به فروش، دریافتند که میزان قدرت و دقت پیش‌بینی ورشکستگی مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل فولر بالاتر بوده و هم‌چنین حساب‌های دریافتی بر فروش و نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین نسبت‌های مالی موثر بر ورشکستگی در مدل شبکه عصبی مصنوعی هستند.



مونوز ایزوکیوردو و همکاران [21] در مقاله‌ای به دنبال تشریح علل شکست کسب‌وکار با استفاده از افشای گزارش حسابرسی بوده؛ او از نمونه ۸۰۸ شرکت شکست‌خورده و شکست نخورده استفاده کرد و نتایج نشان داد که افشای گزارش حسابرسی به‌طور قابل‌توجهی علل شکست کسب‌وکار را بیان می‌کند. در این پژوهش این سوال مطرح بود که آیا علل شکست کسب‌وکار در افشای گزارش حسابرسی بیان می‌شود و آیا حسابرسان خارجی می‌توانند دلایل شکست شرکت را بلافاصله قبل از آن‌که روی دهد پیش‌بینی کنند. نتایج نشان داد که حسابرسان می‌توانند سیگنال‌های هشدار اولیه بحران شرکت را شناسایی کرده و کاربران گزارش حسابرسی می‌توانند برای واکنش نشان دادن در مراحل بعدی آماده شوند.

رهبر [25] برای ارزیابی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران از روش ترکیبی الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی فازی تطبیقی استفاده کرد. جامعه آماری تحقیق شامل ۱۳۶ شرکت از میان شرکت‌های تولیدی موفق و ورشکسته بورس اوراق بهادار تهران بودند. در این تحقیق روشی متفاوت برخلاف تحقیقات قبلی وجود داشت و تمامی شرکت‌ها می‌توانستند با پیش‌بینی دقیق از ورشکستگی احتمالی خود جلوگیری کنند. برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی، ابتدا چهار متغیر انتخاب شدند: ۱- آزمون t نمونه مستقل، ۲- ماتریس هم‌بستگی، ۳- تجزیه و تحلیل تشخیصی گام‌به‌گام، و ۴- تجزیه و تحلیل مولفه اصلی. نسبت‌های مالی نهایی از بین ۱۹ نسبت مالی انتخاب شدند که با استفاده از نسبت‌های مالی منتخب و مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی فازی تطبیقی و نتایج مدل پیشنهادی و مقایسه آن با روش گروهی مدیریت داده‌ها، توانایی بالای مدل پیشنهادی در مدل‌سازی پیش‌بینی ورشکستگی و برتری آن نسبت به روش گروهی مدیریت داده نشان داده شد.

۳-۱-۲- اخراج شرکت‌ها از بورس

مشهدی قروه‌قیه [17] در پژوهش خود با موضوع بررسی عوامل تعیین‌کننده اظهار نظر حسابرس نسبت به تداوم فعالیت در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با مطالعه متغیرهای نقدینگی (با شاخص نسبت جاری)، توان ایفای تعهدات شرکت، نسبت جریان‌های نقدی به کل بدهی، سوددهی شرکت، اندازه موسسه حسابرسی، به این نتیجه رسید که تنها توان ایفای تعهدات شرکت مهم‌ترین عاملی است که اظهار نظر حسابرس نسبت به فرض تداوم فعالیت را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بقیه تاثیر قابل‌توجهی ندارند. توان ایفای تعهدات از توانایی زیادی در تفکیک شرکت‌های دارای تداوم فعالیت و شرکت‌های فاقد تداوم فعالیت برخوردار است بدین معنی که شرکت‌هایی که دارای توان ایفای تعهدات بالا هستند از احتمال کم‌تری در طبقه‌بندی گروه شرکت‌های فاقد تداوم فعالیت برخوردار هستند.

نصیرنیا [22] در پژوهش خود توانایی سه مدل استوکاستیک، اوهلسون و آلمن را مقایسه کرد و به این نتیجه رسید که مدل تعدیل‌شده استوکاستیک توانایی طبقه‌بندی شرکت‌ها را به دو گروه موفق و ناموفق دارد و این مدل در مقایسه با مدل‌های دیگر با توجه به شرایط اقتصادی و مالی ایران در پیش‌بینی توقف فعالیت شرکت‌ها با هم تفاوت معنی‌داری ندارند و می‌توان از هر سه مدل مذکور در پیش‌بینی توقف فعالیت شرکت‌ها استفاده کرد.

قدیری مقدم و همکاران [9] در پژوهش خود بر روی ۸۵ شرکت از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ و با کمک تکنیک متن‌کاوی و روش آماری توصیفی دریافتند عمر بیش از ۵۸٪ شرکت‌های اخراجی بین ۳۰ تا ۵۰ سال بوده است؛ ولی ارتباط معنی‌داری بین عمر واحد تجاری اخراج شده و اخراج آن‌ها پیدا نشد. خلاصه نتایج و آزمون فرضیه‌ها نشان دادند که شرکت‌های با عمر متوسط بیش‌تر در معرض بحران، مشکلات اقتصادی و بعضاً مدیریتی خواهند شد. آن‌ها هم‌چنین با بررسی سابقه حضور شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار نتوانست رابطه معناداری بین سابقه حضور و اخراج شرکت‌ها پیدا کند؛ اما به‌طور خاص نتایج پژوهش نشان داد که سابقه حضور در بورس بیش از ۶۸٪ از شرکت‌های اخراجی بین ۱۰ تا ۲۰ سال بوده است.

ویدیعی و همکاران [29] به بررسی صورت‌های مالی سه سال قبل از حذف تعداد ۱۰۰ شرکت حذف‌شده از بورس بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ و تعداد ۱۲۱ شرکت که در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ که در بورس اوراق بهادار حضور داشتند، به کمک برازش مدل رگرسیون لجستیک پرداختند. در پژوهش آن‌ها هرچند بین کیفیت حسابرسی و حذف شرکت‌ها رابطه معناداری مشاهده نگردید؛ اما طبق شواهد حاصل از این پژوهش وجود رابطه مثبت معنادار بین اظهار نظر حسابرس و حذف شدن شرکت‌ها تایید گردید. هم‌چنین نتایج نشان داد که بین تعداد بندهای شرط گزارش (تعداد بندهای تحریف با اهمیت و تعداد بندهای محدودیت در رسیدگی) و حذف شدن شرکت‌ها رابطه مثبت

معناداری وجود دارد. در سال‌های قبل از حذف شرکت‌ها، نوع اظهار نظر حسابرس نسبت به صورت‌های مالی بدتر شده و تعداد بندهای شرط افزایش‌یافته بودند. برای تعیین کیفیت حسابرسی از روش اندازه‌گیری میزان اقلام تعهدی اختیاری به کمک مدل جونز بهره گرفته شده بود.

رسولی قهرود و فخرایی [26] تاثیر ساختار سرمایه و ساختار مالکیت بر بقای شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار را بررسی و برای تحلیل داده‌ها از مدل لجستیک و نرم‌افزار Eviews بهره گرفتند. نتایج پژوهش نشان داد که میان ساختار سرمایه و بقای شرکت‌ها، رابطه معکوس و معنادار وجود دارد. هم‌چنین، مالکیت عمده، تاثیر معکوس بر بقای شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار داشت. نتایج بیانگر تاثیر مثبت و مستقیم مالکیت نهادی بر بقای شرکت‌ها بود؛ بنابراین، یافته‌های پژوهش نشان داد که افزایش بدهی‌های شرکت و مالکیت عمده، موجب افزایش احتمال خروج شرکت از بورس می‌گردد. هم‌چنین، افزایش مالکیت نهادی و قیمت سهام شرکت با کاهش احتمال خروج شرکت از بورس همراه بوده است. هم‌چنین با توجه به این‌که افزایش قیمت سهام با کاهش احتمال خروج شرکت از بورس همراه بوده، آن‌ها به سرمایه‌گذاران در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پیشنهاد دادند که افزایش قیمت سهام شرکت را به‌عنوان علامتی مثبت برای پایداری شرکت در بورس مدنظر قرار دهند.

هم‌چنین شرکت‌های بورسی می‌توانند حذف اختیاری از بازار بورس را داشته باشند. در این خصوص کاشفی پور و لاسفر [14] در پژوهشی به تجزیه و تحلیل انگیزه‌ها و ارزیابی دلایل حذف اختیاری شرکت‌ها از بورس اوراق بهادار لندن پرداختند. آن‌ها نشان دادند شرکت‌هایی که حذف اختیاری داشته‌اند، به بازار بورس آمده بودند تا اهرم مالی خود را جهت تامین مالی از طریق رشد فرصت‌ها متوازن نمایند؛ اما اهرم مالی آن‌ها هم‌چنان بالا ماند و نتوانستند سرمایه‌هایشان را افزایش دهند و سودآوری و رشد فرصت‌ها و حجم مبادلات آن روند نزولی را طی کرد. این نتایج نشان می‌داد آن‌ها از دستیابی به اهدافشان از وارد شدن به بازار سرمایه بازمانده و لذا حذف اختیاری از بازار بورس را به صلاح می‌دیدند.

روند مطالعات و پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که هرچند مدل‌های آماری توانسته‌اند پیش‌بینی‌های خوبی را در مورد در ماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها ارائه نمایند، درعین حال مفروضات محدودکننده برخی از این مدل‌ها مانند خطی بودن، نرمال بودن و مستقل بودن متغیرهای پیش‌بینی از یکدیگر، بر روی اثربخشی آن‌ها موثر بوده است. مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی نسبت به مدل تحلیل ممیز چندگانه از دقت بیشتری برخوردار هستند؛ بنابراین، در این پژوهش با بررسی دستورالعمل بورس اوراق بهادار و بررسی عوامل مستقیم و غیرمستقیم موثر بر اخراج شرکت‌ها از بورس و نیز با بررسی پژوهش‌های گذشته، موثرترین متغیرهای موثر بر هر عامل، شناسایی شده است و سپس با در نظر گرفتن محدودیت‌های پژوهش و به کمک هوش مصنوعی به بررسی این متغیرها، پیشنهاد مدل و در نهایت پیش‌بینی اخراج شرکت‌ها از بورس، پرداخته شده است.

۲-۲- روش پژوهش

۱-۲-۲- جامعه و نمونه آماری

در این پژوهش که بر روی کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران انجام شده است، داده‌های مربوط به شرکت‌های فعال در بورس و شرکت‌های لغو پذیرش‌شده از صنایع مختلف در بازه زمانی شانزده‌ساله، از سال ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۷، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مقررات افشای اطلاعات از سال ۱۳۸۰ ابلاغ گردید و به دلیل عدم دسترسی به داده‌های مربوط به کیفیت افشا قبل از سال ۱۳۸۲ و بعد از سال ۱۳۹۷، این محدوده به‌عنوان بازه زمانی پژوهش انتخاب گردید.

انتخاب نمونه‌ها براساس روش حذف سیستماتیک بوده و ابتدا کلیه شرکت‌هایی که سال مالی آن‌ها منتهی به ۲۹ اسفند بوده انتخاب و سپس شرکت‌هایی که جز هلدینگ‌ها، بانک‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها بودند، حذف گردیدند. سپس نمونه‌ها به دو گروه شرکت‌های فعال و شرکت‌های لغو پذیرش‌شده تقسیم‌بندی گردیدند.

داده‌های مورد نیاز نیز از صورت‌های مالی و گزارش‌های حسابرسی این شرکت‌ها استخراج و محاسبه‌های اولیه متغیرها به کمک نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۹ انجام پذیرفت. برای شرکت‌های فعال، داده‌های مورد نیاز برای تمام سال‌های فعالیت و برای شرکت‌های اخراجی (انتقالی





به فرابورس)، تنها داده‌های ۳ سال قبل از سال حذف آن‌ها انتخاب گردید. بدین ترتیب، داده‌ها در دو دسته؛ شامل ۷۳ شرکت حذف‌شده از بورس اوراق بهادار تهران در گروه اول و ۱۴۸ شرکت فعال در گروه دوم قرار داده شدند.

۲-۲-۲- متغیرهای پژوهش

متغیرهای پژوهش براساس دستورالعمل پذیرش اوراق بهادار در بورس اوراق بهادار تهران، مصوب ۱۳۸۶/۱۰/۰۱ هیات‌مدیره سازمان بورس و اوراق بهادار و هم‌چنین پژوهش‌های مرتبط مانند دویی و همکاران [29]، حجازی و همکاران [12]، حسینی و رشیدی [13] و دباغ و شیخ بگلو [3] شده‌اند. هم‌چنین از آن‌جاکه مدل Z آلمن از سایر مدل‌های پیش‌بینی‌کننده شناخته‌شده‌تر بوده و در اغلب پژوهش‌های داخلی و خارجی مرتبط مورد استفاده قرار گرفته و کارایی و اعتبار آن به اثبات رسیده است؛ لذا در این پژوهش نیز انتخاب‌شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

امتیاز افشا: اداره نظارت بر ناشران بورسی در سازمان بورس و اوراق بهادار، طی ارسال اطلاعیه‌ای در سامانه کدال امتیاز افشای اطلاع‌رسانی ناشران براساس وضعیت اطلاع‌رسانی آن‌ها از نظر قابلیت اتکا و به موقع بودن ارسال اطلاعات را اعلام می‌کند. معیار به موقع بودن براساس زمان ارسال اطلاعات توسط شرکت (پیش‌بینی‌های درآمد هر سهم، صورت‌های مالی میان‌دوره‌ای حسابرسی نشده، صورت وضعیت پرتفوی، اظهارنظرهای حسابرس نسبت به پیش‌بینی درآمد هر سهم اولیه و شش‌ماهه و صورت‌های مالی میان‌دوره‌ای شش‌ماهه، صورت‌های مالی حسابرسی نشده و شده پایان دوره مالی و برنامه زمان‌بندی پرداخت سود سهام‌داران) در مقاطع تعیین‌شده در دستورالعمل افشای اطلاعات و با لحاظ کردن میزان تاخیر در ارسال اطلاعات، مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

علاوه بر موارد فوق، میزان نوسانات و تغییرات در پیش‌بینی‌های ارسالی و هم‌چنین تفاوت‌های میان مبالغ پیش‌بینی‌شده و عملکرد واقعی حسابرسی شده معیار قابلیت اتکا در این محاسبات ذکر شده است.

رتبه اخذشده از سازمان بورس در خصوص افشا اطلاعات: رتبه‌بندی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، بر اساس امتیاز کسب‌شده از نظر کیفیت افشا و اطلاع‌رسانی مناسب در سامانه کدال.

نوع اظهارنظر حسابرس: اظهارنظر حسابرس می‌تواند تعدیل‌شده یا تعدیل نشده باشد؛ طبق استانداردهای حسابرسی سه نوع گزارش تعدیل شده با عناوین مشروط، نظر مردود و عدم اظهارنظر وجود دارد.

تعداد بندهای عدم توافق: برابر تعداد بندهای عدم توافق با مدیریت در گزارش حسابرسی است که باعث تعدیل اظهارنظر حسابرس شده است.

تعداد بندهای محدودیت در رسیدگی: برابر تعداد بندهای محدودیت در رسیدگی گزارش حسابرسی است که باعث تعدیل اظهارنظر حسابرس شده است.

تعداد بندهای ابهام در رسیدگی: برابر تعداد بندها با ابهام اساسی در رسیدگی گزارش حسابرسی است که باعث تعدیل اظهارنظر حسابرس شده است.

اندازه شرکت: لگاریتم جمع کل دارایی در پایان دوره مالی معیار متغیر اندازه شرکت است. نظر حسابرس ممکن است تحت تاثیر اندازه مشتری قرار گیرد و دلیل آن وابستگی اقتصادی حسابرس به یک شرکت بزرگ است که امکان دارد احتمال صدور نظر تعدیل‌شده را کاهش دهد. از طرفی حسابرسان در رابطه با مشتریان بزرگ با توجه به خطر دادخواهی و نگرانی حفظ شهرت، محافظه‌کاری بیشتری را اعمال می‌کنند و در این رابطه احتمال صدور گزارش تعدیل‌شده بیش‌تر است.

نسبت بدهی: این نسبت از جمع کل بدهی‌ها به جمع کل دارایی‌ها به دست می‌آید.

نسبت جاری: از تقسیم دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری به دست می‌آید.

Z آلتمن: آلتمن و ساندرز [1]، مدل تجدیدنظر شده چهار متغیری که به $Score Z$ مشهور است را به ترتیب زیر ارایه داده است:

$$Z = 6.56X_1 + 3.26X_2 + 6.72X_3 + 1.05X_4. \quad (1)$$

$X_1 =$ کل دارایی‌ها / سرمایه در گردش.

$X_2 =$ کل دارایی‌ها / سود انباشته.

$X_3 =$ دارایی‌ها / سود قبل از بهره و مالیات.

$X_4 =$ ارزش دفتری کل بدهی / حقوق صاحبان سهام.

$Z =$ شاخص کل.

در این مدل، شرکت‌ها به‌ازای مقادیر Z کوچک‌تر از $1/1$ به‌عنوان ورشکسته و به‌ازای مقادیر Z بزرگ‌تر از $2/6$ به‌عنوان غیر ورشکسته دسته‌بندی می‌شوند. هم‌چنین برای مقادیر بین این دو عدد دسته‌بندی خاصی صورت نمی‌گیرد.

سود و زیان انباشته به جمع دارایی: از حاصل تقسیم سود و زیان انباشته شرکت به مجموع دارایی شرکت به‌دست می‌آید.

سود خالص به جمع دارایی: این نسبت از تقسیم سود خالص به جمع دارایی‌ها به‌دست می‌آید.

حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهی: از تقسیم مجموع حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهی شرکت به‌دست می‌آید.

سرمایه در گردش به مجموع بدهی: از تقسیم سرمایه در گردش، بر مجموع بدهی‌های شرکت تقسیم می‌کنیم.

فروش به جمع دارایی: از تقسیم فروش به دارایی به‌دست می‌آید.

حقوق صاحبان سهام به جمع دارایی: از تقسیم حقوق صاحبان سهام به دارایی به‌دست می‌آید.

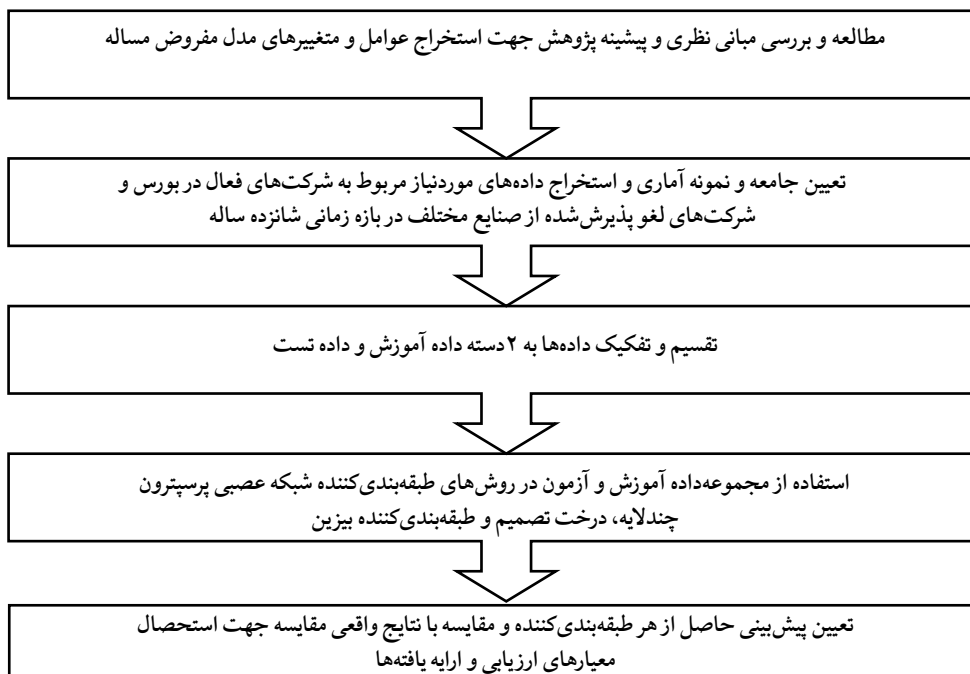
حذف شدن شرکت: متغیری موهومی است که اگر شرکت از بورس حذف شده باشد یا به بازار فرابورس منتقل شده باشد عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر می‌باشد.

نوع اظهار نظر حسابرس: این متغیر یک متغیر ترتیبی و نشان‌دهنده نوع اظهار نظر حسابرس است. براین اساس اظهار نظر مقبول، مشروط، عدم اظهار نظر و نظر مردود به ترتیب با درجات ۱، ۲، ۳ و ۴ مشخص شده‌اند.

۳-۲-۲- جریان کاری روش پیشنهادی

فرآیند و روش پژوهش در فلوچارت زیر به نمایش در آمده است.

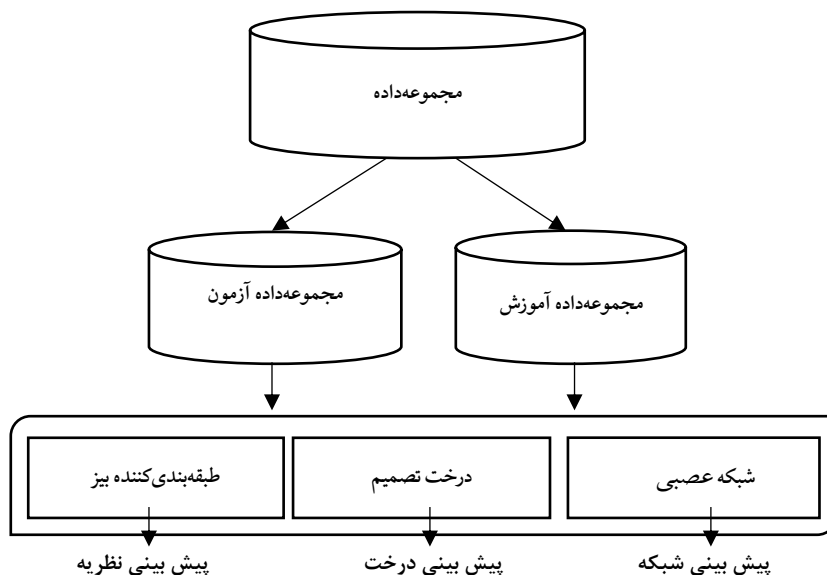




شکل ۱- نمودار فرآیند و مراحل پژوهش.

Figure 1- Diagram of the research process and steps.

در شکل ۱ جریان کاری روش پیشنهادی استفاده شده در این پژوهش مشاهده می‌شود. در ابتدا مجموعه داده‌ها، به ۲ مجموعه داده آموزش (۷۰٪) و مجموعه داده آزمون (۳۰٪) تقسیم شده است. سپس مجموعه داده آموزش و آزمون به ۳ طبقه‌بند^۱ مختلف وارد شده‌اند. این ۳ طبقه‌بند شامل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه^۲، درخت تصمیم و طبقه‌بند نظریه بیز می‌باشند. در انتها نیز پیش‌بینی حاصل از هر طبقه‌بند با نتایج واقعی مقایسه شده است و در نتیجه معیارهای ارزیابی به دست آمده‌اند.



شکل ۲- جریان کاری روش پیشنهادی.

Figure 2- The workflow of the proposed method.

¹ Classifier² Multilayer perceptron neural network

در این بخش، یافته‌های پژوهش شامل آمار توصیفی شرکت‌های حذف‌نشده، حذف‌شده و هم‌چنین آمار توصیفی متغیر اظهارنظر حسابرس و تعداد بندهای گزارش حسابرسی، به ترتیب در جدول ۱ تا جدول ۳ آرایه شده‌اند. سپس، در ادامه به تحلیل و تفسیر یافته‌ها پرداخته شده است.

جدول ۱- آمار توصیفی شرکت‌های حذف‌نشده.

Table 1- Descriptive statistics of listed companies.

ردیف	نام متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
1	امتیاز افشا اطلاعات	70.107	72.05	-1.67	252	21.221
2	رتبه افشا اطلاعات	142.575	142	1	317	85.476
3	اندازه شرکت	12.097	12	10.357	14.414	0.722
4	جمع بدهی به دارایی‌ها	0.58	0.59	0.013	2.078	0.210
5	نسبت جاری	1.595	1.29	0.023	43.812	1.919
6	Z آلتمن	2.958	2.7	-8.538	37.653	3.050
7	سود و زیان انباشته به جمع دارایی	0.144	0.14	-1.404	0.771	0.202
8	سود خالص به جمع دارایی	0.136	0.12	-0.327	0.671	0.131
9	حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهی	1.264	0.7	-0.519	77.535	3.384
10	سرمایه در گردش به مجموع بدهی	0.52	0.26	-0.713	41.775	1.788
11	فروش به جمع دارایی	0.832	0.75	0	6.053	0.56
12	حقوق صاحبان سهام به جمع دارایی	0.42	0.41	-1.078	0.978	0.21

جدول ۲- آمار توصیفی شرکت‌های حذف‌شده.

Table 2- Descriptive statistics of delisted companies.

ردیف	نام متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
1	امتیاز افشا اطلاعات	39.845	39.53	-28	274	31.218
2	رتبه افشا اطلاعات	212.478	242	-17	330	92.534
3	اندازه شرکت	11.66	11.61	10.1595	13.37	0.652
4	هاجمع بدهی به دارایی	1.138	0.93	0.37	6.07	0.724
5	نسبت جاری	0.919	0.83	0.14	3.51	0.549
6	Z آلتمن	-3.118	-0.86	-56.2337	5.96	8.009
7	سود و زیان انباشته به جمع دارایی	-0.355	-0.15	-5.9762	0.58	0.809
8	سود خالص به جمع دارایی	-0.023	0.01	-0.781	0.36	0.162
9	حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهی	-0.088	0.07	-0.8352	1.73	0.43
10	سرمایه در گردش به مجموع بدهی	-0.111	-0.14	0.8626	1.21	0.383
11	فروش به جمع دارایی	0.635	0.56	0	1.96	0.414
12	حقوق صاحبان سهام به جمع دارایی	-0.128	0.07	-5.0682	0.63	0.726



جدول ۳- آمار توصیفی متغیر اظهارنظر حسابرس و تعداد بندهای گزارش حسابرسی.

Table 3- Descriptive statistics of the variable of the auditor's opinion and the number of paragraphs of the audit.

متغیرها	نوع اظهار نظر		اظهار نظر مقبول		اظهار نظر مشروط		عدم اظهار نظر		اظهار نظر مردود	
	حذف نشده	حذف شده	حذف نشده	حذف شده	حذف نشده	حذف شده	حذف نشده	حذف شده	حذف نشده	حذف شده
نوع اظهار نظر	مشاهدات	21	681	174	785	10	2	4	0	0
	درصد فراوانی	10	46.4	83.3	53.5	4.8	0.1	1.9	0	0
بند عدم توافق	مشاهدات	21	681	174	785	10	2	4	0	0
	مجموع بند	0	0	473	1321	22	3	4	-	-
درصد فراوانی	0	0	94.8	99.7	4.4	0.3	0.8	-	-	-
بند محدودیت در رسیدگی	مشاهدات	21	681	174	785	10	2	4	0	0
	مجموع بند	0	0	381	752	39	2	7	-	-
درصد فراوانی	0	0	89.3	99.88	9.1	0.22	1.6	-	-	-
بند ابهام	مشاهدات	21	681	174	785	10	2	4	0	0
	مجموع بند	0	0	4	0	3	2	14	-	-
درصد فراوانی	0	0	1.9	0	1.4	100	96.7	-	-	-
مجموع بندها	مشاهدات	21	681	174	785	10	2	4	0	0
	مجموع بند	0	0	858	2073	64	7	25	-	-
میانگین	0	0	4.93	2.64	6.4	3.5	6.25	-	-	-
درصد فراوانی	0	0	90.7	99.7	6.7	0.3	2.6	-	-	-



با توجه به یافته‌های فوق، میانگین امتیاز شرکت‌های حذف‌شده از بورس ۳۹/۸۴۵ و میانگین امتیاز شرکت‌های فعال در بورس ۷۰/۱۰۷ بوده و هم‌چنین میانگین رتبه افشای اطلاعات در شرکت‌های لغوپذیر شده از بورس ۲۱۲/۴۷۸ در مقابل ۱۴۲/۵۷۵ برای شرکت‌های فعالی می‌باشد که نشان‌دهنده امتیاز افشای اطلاعات و رتبه نامناسب‌تر شرکت‌های لغوپذیر شده نسبت به شرکت‌های فعال در بورس می‌باشد. به عبارتی منابع اطلاعاتی شامل اطلاعات مالی سالانه، اطلاعات مالی فصلی و پیش‌بینی‌های مدیریت در خصوص سود، در شرکت‌های حذف‌شده به موقع افشا نشده و از قابلیت اتکای پایین‌تری نیز برخوردار بوده است. مدیران در این شرکت‌ها تمایل کم‌تری به افشای بهتر و بیش‌تر اطلاعات نشان می‌دهند. شاه جوقی [28] در پژوهش خود نیز به این نتیجه رسیده است که میانگین امتیاز افشای اطلاعات شرکت‌های با ریسک در ماندگی مالی کم‌تر، بیش از امتیاز افشای اطلاعات شرکت‌هایی با ریسک در ماندگی مالی زیاد است.

هم‌چنین به‌طور میانگین تعداد بندهای اعلامی در گزارش حسابرسی شرکت‌های حذف‌شده از بورس نسبت به تعداد بندهای شرکت‌های فعال بیش‌تر است. ودیعی و همکاران [29] در پژوهش خود نشان دادند که بین تعداد بندهای شرط گزارش (تعداد بندهای تحریف با اهمیت و تعداد بندهای محدودیت در رسیدگی) و حذف شدن شرکت‌ها رابطه مثبت معناداری وجود دارد.

نتایج آمار توصیفی جدول ۳، نشان می‌دهد که فراوانی اظهار نظر مقبول در شرکت‌های حذف‌شده کم‌تر از شرکت‌های فعال بورس است؛ علاوه بر این درصد فراوانی اظهار نظر تعدیل‌شده (مشروط، عدم اظهار نظر و اظهار نظر مردود) در شرکت‌های حذف‌شده بیش از فراوانی اظهار نظر تعدیل‌شده در شرکت‌های حذف‌شده است. همان‌طور که در جدول نیز مشاهده می‌شود، از مجموع ۱۴۶۸ گزارش حسابرس شرکت‌های حذف‌شده تنها ۲ گزارش با نظر عدم اظهار نظر حسابرس مشاهده گردید و هیچ گزارشی دال بر اعلام نظر مردود در شرکت‌های حذف‌شده یافت نشد. این در حالی است که از مجموع ۲۰۹ گزارش حسابرس شرکت‌های حذف‌شده ۴ گزارش دارای نظر مردود و ۱۰ مورد عدم اظهار نظر مشاهده شد که در مجموع شامل ۱۲/۵٪ مشاهدات مربوط به شرکت‌های حذف‌شده است. هم‌چنین آمار توصیفی نشان می‌دهد که گزارش حسابرس شرکت‌های حذف‌شده چه به‌صورت کلی و چه به تفکیک نوع بند دارای میانگین تعداد بند بیش‌تری نسبت به بندهای گزارش حسابرس شرکت‌های حذف‌شده است. لازم به ذکر است که در ۱۶۷۷ گزارش مورد بررسی تعداد کل بندهای شرط مشاهده‌شده تعداد ۳۰۲۷ بند است که ۶۰/۲٪ این تعداد مربوط به بند عدم توافق با مدیریت، ۳۹/۱٪ آن مربوط به بندهای محدودیت در رسیدگی و تنها ۰/۷۱٪ این مشاهدات مربوط به بند ابهام بوده است؛ از این‌رو متغیر مربوط به تعداد بندهای ابهام در آمار استنباطی مورد بررسی قرار نگرفت.

میانگین اندازه شرکت های لغوپذیرش شده ۱۱/۶۶۰ و میانگین اندازه شرکت های فعال ۱۲/۰۹۷ می باشد، فاصله اندازه شرکت از میانگین در شرکت های لغوپذیرش شده ۰/۶۵ و فاصله اندازه شرکت از میانگین در شرکت های فعال ۰/۷۲ می باشد و بنابراین می توان نتیجه گرفت که اغلب شرکت های لغوپذیرش شده جز شرکت های کوچک بوده اند.

نسبت بدهی شرکت های لغوپذیرش شده ۱/۱۳۸ و حداقل ۰/۳ می باشد، درحالی که در شرکت های فعال این نسبت ۰/۵۸۰ و حداقل ۰/۰۱۳ می باشد. انحراف این نسبت از میانگین در شرکت های لغوپذیرش شده ۰/۷۲۴ و در شرکت های فعال ۰/۲۱۰ می باشد، بنابراین شرکت های حذف شده از بورس به طور میانگین، بیش تر از دارایی خود، بدهی دارند؛ به عبارتی نسبت بدهی آن ها بالاتر از عدد ۱ بوده و این یعنی در شرکت های حذف شده از بورس، درصد کل منابعی که از طریق قرض گرفتن از طلبکاران تامین می شود بیش تر از شرکت های فعال در بورس می باشد. شایان ذکر است طلبکاران ترجیح می دهند که این نسبت کوچک تر باشد چون در صورت ورشکستگی شرکت ریسک کمتری را برای از دست دادن طلب خود تحمل خواهند کرد.

نسبت جاری در شرکت های لغوپذیرش شده ۰/۹۲ و در شرکت های فعال ۱/۶ می باشد؛ به عبارتی، توانایی بازپرداخت بدهی های جاری از محل دارایی های جاری در شرکت های فعال در بورس تقریباً ۵۰٪ بیش تر از شرکت های حذف شده یا لغوپذیرش شده از بورس می باشد.

عدد زد آگمن، مقیاسی برای تخمین و احتمال ورشکستگی شرکت یا نهاد کسب و کار است. این عدد که توسط داده های صورت های مالی محاسبه می شود قدرت مالی و اعتباری یا استحکام مالی شرکت ها را نشان می دهد. طبق بررسی های منابع معتبر خارجی تا ۸۵٪ دقت پیش بینی دارد. اگر این عدد بین ۱/۱ تا ۲/۶ باشد احتمال ورشکستگی وجود دارد و اگر مقدار آن از ۲/۶ بیش تر باشد؛ یعنی شرکت در وضعیت مطلوب قرار دارد که آمار توصیفی فوق این موضوع را به خوبی نشان می دهد. شایان ذکر است منفی شدن عدد Z در شرکت های حذف شده به دلیل وجود زیان انباشته می باشد.

نسبت بازده دارایی ها، نشان دهنده آن است که شرکت چگونه از منابع و دارایی تحت اختیار خود برای کسب سود بهره برده و برای سرمایه گذاران و اعتبار دهندگان خود بازدهی ایجاد کرده است. نسبت بازده دارایی ها می تواند شاخص نهایی برای ارزیابی کفایت و کارایی مدیریت شرکت باشد، نرخ بازده دارایی در شرکت های لغوپذیرش شده ۲٪ می باشد، درحالی که در شرکت های فعال این نسبت به ۱۳/۶٪ می رسد، به عبارتی شرکت های لغوپذیرش شده توانسته اند تنها ۲٪ وجوه سرمایه گذاری شده را به سود تبدیل کنند؛ ولی در شرکت های فعال این نسبت تا ۱۴٪ افزایش پیدا کرده است. بهترین عملکرد در شرکت های فعال ۶۷٪ بوده و بهترین شرکت در دسته شرکت های اخراجی توانسته است یک سوم وجوه سرمایه گذاری شده را به سود تبدیل کند. میانگین بازده دارایی در شرکت های اخراجی به دلیل زیان ده بودن اکثر شرکت ها منفی می باشد. در نتیجه کفایت و کارایی مدیریت شرکت در شرکت های فعال بالاتر از شرکت های حذفی می باشد.

نسبت گردش دارایی ها (فروش به جمع دارایی) کارایی مدیریت را در اداره دارایی ها، جهت ایجاد فروش نشان می دهد؛ بالا بودن نسبت گردش دارایی ها بیانگر کارایی بیش تر مدیریت در به کارگیری دارایی ها است و پایین بودن آن نشان دهنده سرمایه گذاری زیاد در دارایی ها یا پایین بودن فروش و یا هر دو مورد می باشد. این نسبت در شرکت های اخراجی ۶۳٪ بوده و بهترین عملکرد در این دسته ۱۹۰٪ بوده و میانه داده ها عدد ۵۶٪ را به ثبت رسانده است و در شرکت های فعال میانگین این نسبت ۸۳٪ و میانه ۷۵٪ بوده و بهترین عملکرد را شرکت یا شرکت هایی داشتند که ۶ برابر دارایی خود فروش داشتند. با توجه به این که فروش صنایع مختلف متفاوت می باشد، به نظر می رسد که این نسبت می بایست بین شرکت های یک صنعت مقایسه شود.

میانگین حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهی در شرکت های فعال ۱/۲۶۴ برابر و میانه ۰/۷ و در شرکت های لغوپذیرش شده این نسبت کم تر از ۰/۰۹ می باشد و میانه نیز ده برابر کم تر از شرکت های فعال می باشد. البته انحراف از میانگین شرکت های فعال ۳/۳۸۴ و شرکت های لغوپذیرش شده ۰/۴۳ می باشد.

نسبت مالکانه یا حقوق صاحبان سهام به مجموع دارایی در شرکت های فعال نزدیک به ۵۰٪ و با انحراف از میانگین ۰/۲۱۰ می باشد، درحالی که این نسبت در شرکت های اخراجی ۰/۱۲۸- و با انحراف از معیار ۰/۷۲۶ می باشد.





یکی از مهم‌ترین جنبه‌های طراحی یک ساختار شبکه عصبی، مجموعه داده و آماده‌سازی آن است. نرمال‌سازی به این معناست که با اعمال یک نگرش، محدوده تغییرات مقادیر داده‌ها بین صفر تا ۱+ و یا ۱- تا ۱+ آورده شود، با این کار داده‌ها بی‌بعد می‌شوند. نرمال‌سازی داده‌ها باعث بالا رفتن کارایی شبکه می‌شود. نرمال‌سازی داده‌ها کمک می‌کند که اهمیت آن‌ها به واحد اندازه‌گیری شدن بستگی نداشته باشد. به‌طور کلی ۲ روش اصلی برای نرمال‌سازی داده‌ها وجود دارد [10].

وقتی داده‌ها بدون پیش‌پردازش به‌عنوان ورودی به شبکه عصبی داده شوند، الگوریتم شبکه عصبی با توجه به پراکندگی داده‌ها و تفاوت مقیاس داده‌ها دچار حساسیت شده و باعث بالا رفتن مقادیر وزن‌های شبکه عصبی می‌گردد که در نهایت باعث تولید نتیجه نامناسب می‌شود. نرمال‌سازی خطی و نرمال‌سازی تصادفی به‌صورت زیر می‌باشد؛

نرمال‌سازی خطی

نرمال‌سازی خطی در بازه $[a, b]$ توسط رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

$$x_{norm} = b - a) \left(\frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right) + a. \quad (2)$$

نرمال‌سازی تصادفی

نرمال‌سازی تصادفی توسط رابطه (۳) محاسبه می‌شود. μ میانگین داده‌ها و σ انحراف معیار داده‌ها می‌باشد.

$$x_{norm} = b - a) \left(\frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right) + a. \quad (3)$$

در این پژوهش از نرمال‌سازی خطی استفاده شده است. در این پژوهش تمامی داده‌ها در بازه $[-1, +1]$ با توجه به کم‌ترین و بیش‌ترین مقادیر داده‌ها مقایسه بندی شده‌اند.

$$norm = 2 \times \left(\left(\frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right) \right) - 1. \quad (4)$$

عبارت x متغیر می‌باشد و x_{max} بیش‌ترین و x_{min} کم‌ترین مقادیر می‌باشد.

به‌منظور تحلیل داده‌ها از طریق شبکه عصبی، ابتدا بایستی متناسب با شرایط مدل داده‌ها را دسته‌بندی نمود؛ نمونه آماری مورد بررسی شامل ۲۲۱ شرکت در دو گروه شرکت‌های فعال به تعداد ۱۴۸ شرکت و ۷۳ شرکت لغو پذیرش شده تقسیم‌بندی و اطلاعات مورد نیاز از صورت‌های مالی و گزارش‌های حسابرسی شرکت‌ها از سایت کدال به تعداد ۱۶۷۷ رکورد استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت. به‌منظور استفاده داده‌ها در شبکه عصبی، کل نمونه به دو دسته آموزش و آزمون تقسیم گردید. به‌طور کلی هرچه تعداد نمونه‌های آموزشی بیش‌تر باشد، فرآیند آموزش شبکه بهتر انجام می‌گیرد. به‌این منظور از کل نمونه مورد بررسی، تعداد ۱۱۷۵ مورد به‌عنوان دسته آموزش (۷۰٪) و ۵۰۳ مورد (۳۰٪) به‌عنوان دسته آزمون انتخاب گردید. لازم به توضیح است که تفکیک انجام شده به‌صورت سیستماتیک بوده است. بعد از اجرای مدل، تعداد شرکت‌های لغو پذیرش شده و شرکت‌های فعال در هر دسته کنترل و بعد از ۵ بار اجرا میانگین مشاهدات برداشت گردید که مطابق جدول ۴ می‌باشد.

جدول ۴- تعداد نمونه در دسته آموزش و آزمون به روش سیستماتیک.

Table 4- Number of samples in the category of training and testing in a systematic way.

دسته بندی		جمع مشاهدات		دسته آموزش		دسته تست	
شرکت‌های لغو پذیرش شده	12.5%	209	12.3%	144	12.9%	65	12.9%
شرکت‌های فعال	87.5%	1468	87.7%	1030	87.1%	438	87.1%
	100	1677	100	1174	100	503	100



در بحث «دسته‌بندی» یک «مجموعه‌داده» با استفاده از روش‌های دسته‌بندی، هدف دستیابی به بالاترین دقت و صحت ممکن در دسته‌بندی و تشخیص دسته‌ها است. در برخی از مسایل، تشخیص صحیح نمونه‌های مربوط به یکی از دسته‌ها برای ما اهمیت بیش‌تری دارد. به‌عنوان مثال، پژوهشی را در نظر بگیرید که در آن، هدف شناسایی افراد مبتلا به یک نوع خاص از یک بیماری خطرناک است. فرض کنید برای افرادی که مبتلا به این بیماری هستند، خطر مرگ وجود دارد و جهت رفع این خطر، نیاز به دریافت نوعی داروی خاص دارند. در این شرایط، تشخیص درست بیماران دارای اهمیت بسیار زیادی است. به این معنا که خطا در تشخیص افراد سالم قابل چشم‌پوشی است؛ اما برای شناسایی افراد بیمار نمی‌توان این احتمال را به جان خرید. به عبارت دیگر، انتظار ما تشخیص تمام افراد بیمار است، بدون جا انداختن، حتی اگر فرد سالمی به اشتباه جز افراد بیمار دسته‌بندی شود. در چنین مواقعی که دقت و صحت تشخیص یک دسته در مقایسه با دقت و صحت تشخیص کلی، اهمیت بیش‌تری دارد، مفهوم «ماتریس درهم‌ریختگی^۱» به کمک ما می‌آید.

بر اساس مثالی که پیش‌تر بیان شد، فرض کنید تعلق به دسته افراد بیمار را مثبت بودن^۲ و عدم تعلق به این دسته را منفی بودن^۳ در نظر بگیریم. هر نمونه یا فردی در واقعیت، متعلق به یکی از کلاس‌های مثبت یا منفی است و از سوی دیگر، از هر الگوریتمی که برای دسته‌بندی داده‌ها استفاده شود، در نهایت هر نمونه عضو یکی از این دو «دسته^۴» دسته‌بندی خواهد شد؛ بنابراین برای هر نمونه داده، یکی از چهار حالتی که در ادامه بیان شده، ممکن است اتفاق بیفتد؛

۱. نمونه عضو دسته مثبت باشد و عضو همین کلاس تشخیص داده شود (مثبت صحیح^۵).
۲. نمونه عضو کلاس مثبت باشد و عضو کلاس منفی تشخیص داده شود (منفی کاذب^۶).
۳. نمونه عضو کلاس منفی باشد و عضو همین کلاس تشخیص داده شود (منفی صحیح^۷).
۴. نمونه عضو کلاس منفی باشد و عضو کلاس مثبت تشخیص داده شود (مثبت کاذب^۸).

در پژوهش حاضر:

۱. مثبت صحیح: نمونه لغو‌پذیرش شده است و در دسته درست شناسایی گردیده است (درست پیش‌بینی شده).
۲. مثبت غلط: نمونه لغو‌پذیرش نشده است، ولی پیش‌بینی شده شرکت اخراج می‌شود (خطای نوع اول در انجام آزمون).
۳. منفی صحیح: شرکت اخراج نشده است و پیش‌بینی هم همین بوده است.
۴. منفی غلط: شرکت اخراج شده است، ولی پیش‌بینی آن را جز شرکت‌های فعال دسته‌بندی کرده است (خطای نوع دوم در انجام آزمون).

پس از اجرای الگوریتم دسته‌بندی، با توجه به توضیحات و تعاریف ذکر شده، می‌توان عملکرد یک طبقه‌بندی را به کمک جدولی مانند **جدول ۵**، بررسی کرد.

جدول ۵- ماتریس درهم‌ریختگی.

Table 5- Clutter matrix.

دسته تست			
مثبت	منفی	مثبت	برچسب شناخته‌شده
FN	TP	مثبت	برچسب
TN	FP	منفی	شناخته‌شده

این جدول را اصطلاحاً ماتریس درهم‌ریختگی می‌گویند. جدول یا ماتریس درهم‌ریختگی، نتایج حاصل از طبقه‌بندی را براساس اطلاعات واقعی موجود، نمایش می‌دهد. حال براساس این مقادیر می‌توان معیارهای مختلف ارزیابی دسته‌بندی و اندازه‌گیری دقت را

¹ Confusion matrix

² Positive

³ Negative

⁴ Class

⁵ True Positive (TP)

⁶ False Negative (FN)

⁷ True Negative (TN)

⁸ False Positive (FP)



تعریف کرد. پارامتر صحت^۱، متداول‌ترین، اساسی‌ترین و ساده‌ترین معیار اندازه‌گیری کیفیت یک دسته‌بندی است و عبارت است از میزان تشخیص صحیح دسته‌بندی در مجموع دو دسته. این پارامتر در واقع نشانگر میزان الگوهایی است که درست تشخیص داده شده‌اند و بر اساس ماتریس ارایه شده در بالا، به شکل زیر فرموله و تعریف می‌شود:

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + FN + FP + TN)} \times 100\%. \quad (5)$$

معیار دقت^۲ نیز یکی از معیارهای ارزیابی می‌باشد که توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$precision = \frac{(TP)}{(TP + FP)} \times 100\%. \quad (6)$$

پارامترهای دیگری نیز علاوه بر معیار صحت و دقت وجود دارند که می‌توان به سادگی از این ماتریس استخراج کرد. یکی از متداول‌ترین آن‌ها، معیار حساسیت^۳ است که آن را «نرخ پاسخ‌های مثبت درست»^۴ نیز می‌گویند. حساسیت به معنی نسبتی از موارد مثبت است که آزمایش آن‌ها را به درستی به عنوان نمونه مثبت تشخیص داده است (نسبت پیش‌بینی صحیح). این پارامتر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Sensitivity \ TPR = \frac{(TP)}{(TP + FN)} \times 100\%. \quad (7)$$

TPR از تقسیم تعداد پیش‌بینی صحیح تقسیم بر تعداد نتایج مثبت واقعی به دست می‌آید.

درواقع، «حساسیت» همان معیار بحث شده در مورد مثال بالا است. معیاری که مشخص می‌کند دسته‌بندی تا چه اندازه در تشخیص تمام افراد مبتلا به بیماری موفق بوده است. همان گونه که از رابطه فوق مشخص است، تعداد افراد سالمی که توسط دسته‌بندی به اشتباه به عنوان فرد بیمار تشخیص داده شده‌اند، هیچ تاثیری در محاسبه این پارامتر ندارد و در واقع زمانی که پژوهشگر از این پارامتر به عنوان پارامتر ارزیابی برای دسته‌بندی خود استفاده می‌کند، هدفش دستیابی به نهایت صحت در تشخیص نمونه‌های کلاس مثبت است.

در نقطه مقابل این پارامتر، ممکن است در مواقعی صحت تشخیص کلاس منفی حائز اهمیت باشد. از متداول‌ترین پارامترها که معمولاً در کنار حساسیت بررسی می‌شود، پارامتر خاصیت^۵، است که به آن «نرخ پاسخ‌های منفی درست»^۶ نیز می‌گویند. خاصیت به معنی نسبتی از موارد منفی است که آزمایش آن‌ها را به درستی به عنوان نمونه منفی تشخیص داده است. این پارامتر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Specificity \ TNR = \frac{(TN)}{(TN + FP)} \times 100\%. \quad (8)$$

این دو پارامتر (حساسیت و خاصیت) نیز مشابه معیار صحت، معمولاً به صورت درصد بیان می‌شوند. واضح است که پیش‌بینی عالی، پیش‌بینی است که مقادیر حساسیت و خاصیت مربوط به آن، هر دو %۱۰۰ باشند؛ اما احتمال وقوع این اتفاق در واقعیت بسیار کم است و همیشه یک حداقل خطایی وجود دارد. پارامترهای حساسیت و خاصیت، بنابر ماهیتی که دارند همواره در رقابت با یکدیگر هستند؛ یعنی افزایش یکی با کاهش دیگری همراه است و برعکس.

با توجه به این که فرآیند آزمون و آموزش و انتخاب داده‌های هر دسته به صورت سیستماتیک می‌باشد، در هر نوبت اجرا مقادیر متفاوتی برای پارامترهای مدل پیشنهادی به دست می‌آید؛ بنابراین مدل پژوهش، ۵ مرتبه اجرا شده و در نهایت نتایج حاصله از مدل، در جدول ۷ نشان داده شده است. به منظور انتخاب طبقه‌بندی که بهترین عملکرد را داشته است، برای هر معیار ارزیابی، رتبه حاصل محاسبه گردیده است.

¹ Accuracy

² precision

³ Sensitivity

⁴ True positive rate

⁵ Specificity

⁶ True negative rate

جدول ۶- پارامتر حساسیت و خاصیت.

Table 6- Sensitivity and properties parameter.



۶۸۷

		Predicted class		
		Positive	Negative	
Actual class	Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN) Type II error	Sensitivity TP (TP + FN)
	Negative	False Positive (FP) Type I error	True Negative (TN)	Specificity TN (TN + FP)
		Precision TP (TP + FP)	Negative predictive value TN (TN + FN)	Accuracy TP + TN (TP + TN + FP + FN)

جدول ۷- رتبه طبقه‌بندها در پیش‌بینی شرکت‌های حذف‌شده از بورس.

Table 7- Rank of classifiers in the forecast of delisted companies from the stock exchange.

رتبه	Specificity		Sensitivity		Precision		Accuracy		نوع داده	طبقه‌بند
	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه		
3	97.8	7	67.15	3	81.25	3	93.99	آموزشی	ANN	
5	97.36	5	67.28	5	78.05	5	93.72	آزمون		
4	97.67	4	67.46	4	80.55	4	93.91	کل	Binary Decision Tree	
1	99.09	1	90.71	1	93.36	1	98.04	آموزشی		
6	95.28	9	64.82	6	65.79	6	91.75	آزمون	Naïve Bayes	
2	97.94	2	83.16	2	85.19	2	96.1	کل		
9	94.01	8	66.25	9	61.04	9	90.56	مشاهدات	مجموع بند	
7	94.67	3	69.52	7	65.26	7	91.53	درصد فراوانی		
8	94.21	6	67.27	8	62.35	8	90.85			

صحت پیش‌بینی برای شبکه عصبی پرسپترون برای داده‌های آموزشی، داده‌های آزمون و کل داده‌ها به ترتیب: ۹۳/۷۲٪، ۹۳/۹۹٪، ۹۳/۹۱٪ می‌باشد. صحت پیش‌بینی طبقه‌بند درخت تصمیم برای داده‌های آموزشی، داده‌های آزمون و کل داده‌ها به ترتیب: ۹۸/۰۴٪، ۹۱/۵۷٪ و ۹۶/۱۰٪ می‌باشد. هم‌چنین صحت پیش‌بینی شبکه بیز برای داده‌های آموزشی، داده‌های آزمون و کل داده‌ها به ترتیب: ۹۰/۵۶٪، ۹۱/۵۳٪ و ۹۰/۸۵٪ می‌باشد.

خطای نوع یک، یعنی درصد داده‌هایی که لغو پذیرش نشده است؛ ولی پیش‌بینی شده که شرکت اخراج می‌شود، در شبکه عصبی پرسپترون ۲/۳۳٪، در درخت تصمیم ۲/۰۶٪ و در شبکه بیز ۵/۷۹٪ می‌باشد.

در جدول ۸، رتبه آموزش، رتبه آزمون و رتبه کل نیز برحسب میانگین رتبه‌های معیارها به‌دست آمده و ارایه شده است. به‌عنوان مثال در طبقه‌بند شبکه عصبی، رتبه‌های آموزش در معیارها به‌صورت (۳، ۳، ۷، ۳) می‌باشد که میانگین آن‌ها معادل ۴ به‌دست آمده است. هم‌چنین امتیاز و رتبه نهایی نیز محاسبه شده است. براساس رتبه نهایی، بهترین عملکرد را طبقه‌بند بیز داشته است. طبقه‌بند شبکه عصبی پرسپترون چندلایه در جایگاه دوم و درخت تصمیم در جایگاه سوم قرار گرفته است.

از طرفی، خلاصه نتایج آزمون شامل میانگین نرخ و خطاهای نوع ۱ و ۲، برای طبقه‌بندهای مختلف در جدول ۹ ارایه گردیده است.

جدول ۸- مقایسه طبقه‌بندها در پیش‌بینی شرکت‌های حذف‌شده از بورس.

Table 8- Comparison of classifiers in forecasting companies listed on the stock exchange.

طبقه‌بند	رتبه آموزش	رتبه آزمون	رتبه کل	امتیاز نهایی	رتبه نهایی
ANN	4	5	4	4.333	2
Binary decision tree	1	6.75	2	3.25	3
Naïve bayes	8.75	6	7.5	7.41	1

Table 9- Summary of results.

طبقه بند	میانگین نرخ شناسایی	خطای نوع یک	خطای نوع دو
ANN	93.91	33.2	32.54
Binary decision tree	96.1	2.06	16.84
Naïve bayes	90.85	5.79	32.73



۳- بحث و نتیجه گیری

با توجه به سوالات مطرح شده در پژوهش و داده‌ها، آموزش و آزمون داده‌ها به کمک شبکه عصبی مصنوعی و سه روش درخت تصمیم، شبکه بیز و شبکه پرسپکترون انجام پذیرفت که به منظور ارتقای دقت مدل پیشنهادی، میانگین پنج نوبت اجرای مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در نتیجه با در نظر گرفتن محدودیت‌های پژوهش، نتایج و یافته‌های پژوهش به شرح زیر می‌باشد.

۱. نتایج برای پاسخ به سوال اول پژوهش: با توجه به میانگین نرخ شناسایی درخت تصمیم دودویی، قدرت پیش‌بینی شرکت‌های لغوپذیرش شده از بورس اوراق بهادار تهران %۹۶/۱۰ بوده و بنابراین به کمک درخت تصمیم می‌توان حذف شرکت از بورس را پیش‌بینی کرد.
۲. نتایج برای پاسخ به سوال دوم پژوهش: با توجه به میانگین نرخ شناسایی شبکه بیز، قدرت پیش‌بینی شرکت‌های لغوپذیرش شده از بورس اوراق بهادار تهران %۹۰/۸۵ بوده است؛ بنابراین به کمک شبکه بیز می‌توان حذف شرکت از بورس را پیش‌بینی کرد.
۳. نتایج برای پاسخ به سوال سوم پژوهش: با توجه به میانگین نرخ شناسایی شبکه عصبی پرسپکترون، قدرت پیش‌بینی شرکت‌های لغوپذیرش شده از بورس اوراق بهادار تهران %۹۳/۹۱ بوده است که بنابراین به شبکه عصبی پرسپکترون نیز می‌توان حذف شرکت از بورس را پیش‌بینی کرد.
۴. نتایج برای پاسخ به سوال چهارم پژوهش: با توجه به میانگین رتبه‌های معیارهای به دست آمده برای هر طبقه‌بندی و براساس رتبه نهایی، بهترین عملکرد را طبقه‌بند شبکه عصبی پرسپکترون چندلایه داشته است. درخت تصمیم در جایگاه دوم و طبقه‌بند بیز در جایگاه سوم قرار گرفته است.

با بررسی ادبیات موضوع، می‌توان نتیجه گرفت که در زمینه اخراج شرکت‌ها از بورس اوراق بهادار پژوهش‌های جامعی صورت نگرفته است. در ادامه به بررسی و جمع‌بندی نتایج برخی پژوهش‌های مرتبط قبلی پرداخته شده است. قدیری مقدم و همکاران [9] رابطه معنی‌داری بین عمر واحد تجاری و هم‌چنین سابقه حضور شرکت‌ها در بورس و اخراج آن‌ها پیدا نکردند ولی دریافتند که رابطه معنی‌داری بین سهام‌داران نهادی با اخراج شرکت‌ها وجود دارد. ودیعی و همکاران [29] دریافتند که بین اظهار نظر حسابرس و تعداد بندهای گزارش و اخراج شرکت‌ها رابطه معنی‌داری وجود دارد. نتایج آمار توصیفی نیز نشان می‌داد که به طور میانگین تعداد بندهای اعلامی در گزارش حسابرسی شرکت‌های حذف شده از بورس نسبت به تعداد بندهای شرکت‌های فعال بیشتر بوده و فراوانی اظهار نظر مقبول در شرکت‌های حذف شده کم‌تر از شرکت‌های فعال بورس بوده است؛ علاوه بر این درصد فراوانی اظهار نظر تعدیل شده (مشروط، عدم اظهار نظر و اظهار نظر مردود) در شرکت‌های حذف شده بیش از فراوانی اظهار نظر تعدیل شده در شرکت‌های حذف نشده بود.

در تجزیه و تحلیل‌های مالی، با بهره‌گیری از نسبت‌های مالی، چنانچه فشارهای تورمی وجود داشته باشد، ممکن است نتیجه‌های ناخواسته حاصل گردد. بخشی از اقدامات مالی شرکت‌ها، پیامد تصمیم‌های مدیر یا گروه مدیران تصمیم‌گیرنده است، اما بخشی نیز ریشه در عوامل بیرونی دارد که خارج از دسترس یا اختیار مدیران است. یکی از عوامل بیرونی، تورم است که در این پژوهش، از آثار تورم بر نسبت‌های مالی صرف نظر شده است. امتیاز افشا برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۹۷ در زمان نگارش این تحقیق در سایت کدال بارگذاری نشده بود؛ بنابراین، به عنوان یکی دیگر از محدودیت‌های مقاله حاضر، داده‌ها تا قبل از سال ۱۳۹۷ استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. برخی از سایر محدودیت‌های این تحقیق نیز عبارت‌اند از: عدم وجود برخی اطلاعات مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مخصوصاً اطلاعات مالی شرکت‌ها در سال حذف که منجر به حذف تعداد زیادی از نمونه‌ها گردید. هم‌چنین مالکیت نهادی و ساختار مالکیت و ترکیب سهام‌داران عمده و متغیر صنعت نیز از عوامل تاثیرگذار بر اظهار نظر حسابرس و کیفیت افشا و نسبت‌های سودآوری می‌باشد که به دلیل عدم وجود اطلاعات برای شرکت‌های حذف شده، از آن‌ها نیز صرف نظر گردیده است.

در انتها، پیشنهادهایی جهت تحقیقات و توسعه بیش‌تر مقاله حاضر ارائه شده است که می‌توان به کمک آن‌ها بر برخی از محدودیت‌های ذکر شده در تحقیق حاضر غلبه نموده و هم‌چنین به تحلیل و مقایسه بهتر نتایج حاصل پرداخت. از جمله این پیشنهادها عبارت‌اند از: استفاده

از سایر طبقه‌بندها و مدل‌های دسته‌بندی هم‌چون یادگیری عمیق، ترکیب کردن چندین طبقه‌بند با یکدیگر به منظور پوشش بهتر خطاهای هر یک، ترکیب کردن طبقه‌بندها با یکدیگر و وزن‌دهی به روشی که دقت بالاتری داشته باشد، استفاده از روش‌های دیگری هم‌چون *svm* و یا رگرسیون لجستیک و مقایسه با روش‌های دیگر، اضافه کردن سایر متغیرهای تاثیرگذار در اخراج شرکت‌ها براساس دستورالعمل پذیرش اوراق بهادار در بورس اوراق بهادار تهران از جمله ساختار مالکیت و ترکیب سهام‌داران.

منابع

- [1] Altman, E. I., & Saunders, A. (1997). Credit risk measurement: developments over the last 20 years. *Journal of banking & finance*, 21(11-12), 1721-1742.
- [2] Asdolahi, M. (2014). *The ability of independent auditor's opinion type and cash flow report in bankruptcy forecasting* (Master Thesis, Islamic Azad University of Shahrood). **(In Persian)**. https://www.jamv.ir/article_152806.html
- [3] Dabagh, R., & Sheikhbeiglou, S. (2021). 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)**. https://jdc.uk.ac.ir/article_2841_fbcef964f0016ae661f54e4b384a57f5.pdf?lang=en
- [4] Daneshvar, L. (2016). *Investigating the effect of financial ratios and auditor's report on predicting the bankruptcy of companies listed on the Tehran Stock Exchange* (Master Thesis, Islamic Azad University of Zanjan). **(In Persian)**. <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/14b42b3d16509fad1d47e1a430506655>
- [5] Darvishinia, R., Ebrahimzadeh Shermeh, H., & Barzkar, S. (2019). Development of a forecasting model for investment in Tehran Stock Exchange based on seasonal coefficient. *Journal of applied research on industrial engineering*, 6(4), 333-366. **(In Persian)**. <https://doi.org/10.22105/jarie.2019.196392.1103>
- [6] Doaei, M., & Saberfard, M. (2021). A chance constrained recourse approach for the portfolio selection problem in Iran capital market. *Financial engineering and portfolio management*, 12(46), 667-690. **(In Persian)**. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519165.1400.12.46.29.5>
- [7] Doaei, M., Mirzaei, S. A., & Rafiqh, M. (2021). Hybrid multilayer perceptron neural network with grey wolf optimization for predicting stock market index. *Advances in mathematical finance and applications*, 6(4), 883-894.
- [8] Fakhrehosseini, S. F., & Aghaei Meybodi, O. (2019). Prediction and identification of companies with high bankruptcy probability in Tehran Stock Exchange (different analysis of models). *Journal of decisions and operations research*, 4(2), 100-111. **(In Persian)**. <https://doi.org/10.22105/dmor.2019.179504.1111>
- [9] Ghadiri Moghadam, A., Gholampour Fard, M. M., & Nasir Zadeh, F. (2010). Investigating the ability of Altman and Ehlson's bankruptcy prediction models in predicting the bankruptcy of companies admitted to the stock exchange. *Monetary & financial economics*, 16(28), 193-220. **(In Persian)**. <https://doi.org/10.22067/pm.v16i28.2739>
- [10] Ghasemiyeh, R., Moghdani, R., & Sana, S. S. (2017). A hybrid artificial neural network with metaheuristic algorithms for predicting stock price. *Cybernetics and systems*, 48(4), 365-392.
- [11] Ghorbani, B., Hoseini Ghoncheh, S. J., & Mohammadiler, Z. (2017). The effect of disclosure of strategic, non-financial and financial information on earnings management. *Financial accounting and auditing research*, 9(35), 23-40. **(In Persian)**. <https://www.sid.ir/fileservers/jf/6003913963502.pdf>
- [12] Hijazi, R., Rahmani, A., & Mozafari, Z. (2010). Investigating the effect of disclosure regulations on the quality of published information by Tehran Stock Exchange (TSE). *Journal of securities exchange*, 3(10), 23-36. **(In Persian)**. <https://www.magiran.com/paper/920216>
- [13] Hosseini, S. M., & Rashidi, Z. (2013). Bankruptcy prediction of companies listed corporations in Tehran Stock Exchange by using decision tree and logistic regression. *Financial accounting research*, 5(3), 105-128. **(In Persian)**. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23223405.1392.5.3.9.6>
- [14] Pour, E. K., & Lasfer, M. (2013). Why do companies delist voluntarily from the stock market? *Journal of banking & finance*, 37(12), 4850-4860.
- [15] Khajavi, S., & Momtazian, A. (2014). Investigation the quality of financial information disclosure effect on current and future stock return of listed companies of Tehran Stock Exchange. *Financial accounting knowledge*, 1(1), 9-27. **(In Persian)**. https://jfak.journals.ikiu.ac.ir/article_1219_859caad6915bd9bfd4cc0a362778252d.pdf
- [16] Khaje Nasiri, E. (2013). *Effect of ownership structure, concentration and composition on the quality of disclosure* (Master Thesis, University of Sistan and Baluchistan). **(In Persian)**. <https://www.virascience.com/thesis/658134/>
- [17] Mashhadi Ghareh Ghieih, H. (2011). *Investigating the determinants of the auditor's opinion regarding the continuity of activity in companies listed on the Tehran Stock Exchange* (Master Thesis, Islamic Azad University of Tehran). <https://www.virascience.com/thesis/531514/>
- [18] Mazhari, S. M., Fereidunian, A. R., & Lesani, H. (2013). Bankruptcy prediction of the electrical firms within Iranian electricity exchange: empirical evidence from Tehran Stock Exchange. *Computational intelligence in electrical engineering*, 4(1), 9-24. **(In Persian)**. https://isee.ui.ac.ir/article_15355_875855393faf8f09db1dfda50ebe332f.pdf





- [19] Mirali, M. (2017). *The role of stock market efficiency in the quality of companies' profits* (Doctoral Dissertation, Islamic Azad University of Shahryar). **(In Persian)**.
https://jik.srbiau.ac.ir/article_20376_43733113a9dcdace68461ddcf3f4bf67.pdf?lang=en
- [20] Mostafaei Darmian, S., & Doaei, M. (2022). Optimization of stock portfolio selection in Iran capital market using meta-heuristic algorithms. *Quarterly journal of applied theories of economics*, 8(4), 253-284.
- [21] Muñoz-Izquierdo, N., Segovia-Vargas, M. J., & Pascual-Ezama, D. (2019). Explaining the causes of business failure using audit report disclosures. *Journal of business research*, 98, 403-414.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.07.024>
- [22] Nasirnia, M. (2013). *Comparison of the ability of stochastic model with Ohlson and Altman models in predicting the suspension of activities of companies listed on the Tehran Stock Exchange* (Master Thesis, Islamic Azad University of Tehran). **(In Persian)**. <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/bf9d462398a256761c4a5eb77691e1b4>
- [23] Nazemi, A., Momtazian, A., & Behpur, S. (2016). Investigating the relationship between disclosure quality and stock return of the companies listed in Tehran Stock Exchange: using a simultaneous equations system. *Journal of accounting advances*, 7(2), 219-244. **(In Persian)**.
https://ijfma.srbiau.ac.ir/article_17023_9fc20fe72ef4c8628db07d4f6c1d416c.pdf
- [24] Peykani, P., Nouri, M., Eshghi, F., Khamechian, M., & Farrokhi-Asl, H. (2021). A novel mathematical approach for fuzzy multi-period multi-objective portfolio optimization problem under uncertain environment and practical constraints. *Journal of fuzzy extension and applications*, 2(3), 191-203. **(In Persian)**.
<https://doi.org/10.22105/jfea.2021.287429.1150>
- [25] Rahbar, M. A. (2022). Evaluation of the hybrid method of genetic algorithm and adaptive neural-fuzzy network (ANFIS) model in predicting the bankruptcy of companies listed on the Tehran Stock Exchange. *Journal of applied research on industrial engineering*, 9(3), 274-290.
- [26] Rasouli Ghahroudi, M., & Fakhraei, E. (2017). The impact of capital structure and ownership structure on the survival of companies in Tehran Stock Exchange market. *Planning and budgeting*, 22(1), 73-101. **(In Persian)**.
http://jpbud.ir/files/site1/user_files_e54c2e/rasouli-A-10-1158-2-9149ac0.pdf
- [27] Setayesh, M. H., & Kazemnejad, M. (2012). Effective factors on disclosure quality of the firms listed in Tehran Stock Exchange. *Journal of accounting advances*, 4(1), 49-79. **(In Persian)**.
https://jaa.shirazu.ac.ir/article_514_dac76f2e26d27df3817a4ed14d8a9a32.pdf
- [28] Shah Jooghi, J. (2014). *Investigating the relationship between information disclosure rating and financial distress in Tehran Stock Exchange companies* (Master Thesis, Islamic Azad University of Shahrood). **(In Persian)**.
<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/1f5f9f099c8e6d6c5b039fdde6c9848f>
- [29] Vadiiei, M. H., Samaei Rahni, S., & Choupani, M. R. (2017). Evaluation and comparison of the auditor's report of active and canceled companies admitted to the Tehran Stock Exchange. *Audit science*, 17(66), 131-150. **(In Persian)**. <https://danesh.dmk.ir/article-1-1495-fa.pdf>
- [30] Vakilifard, H, Pilehvari, N., & Zeidi, S. S. (2014). Presenting a model for predicting the bankruptcy of companies listed on the Tehran Stock Exchange using the adaptive neural fuzzy inference system (ANFIS). *Financial engineering and securities management*, 5(18), 17-30. **(In Persian)**.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519165.1393.5.18.2.3>
- [31] Zamanian, G., Sheyhaki Tash, M., & Niknejad, M. (2014). Measuring likelihood coefficient of bankruptcy for companies listed in Tehran Stock Exchange (application of ohlson model). *Public management researches*, 6(22), 71-85. **(In Persian)**.
https://jmr.usb.ac.ir/article_1589_416806077f161d680a2e247832f2c7e6.pdf
- [32] Zare, S. (2017). *Presenting bankruptcy prediction model with fuzzy neural network approach in stock exchange* (Master Thesis, Yazd University). <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/26ccbbef955fdf927f0eb10c6f0dfe56>