

Effects of Accounting and Non-Accounting Indices on Financial Distress Prediction: Comparing Parametric and Non-parametric Methods

Sasan Mehrani¹, Yahya Kamyabi², Farzad Ghayour³

Received : 2017/01/15

Approved: 2017/05/06

Abstract

This study aims to investigate the effects of accounting and non-accounting indices on financial distress prediction and also to compare parametric and non-parametric methods. Therefore, the sample consists of 211 distressed firms selected by special distress criteria and 211 healthy firms listed in Tehran Stock Exchange during 2006-2015. This study applies 32 accounting and 20 non-accounting indices and uses 2 parametric methods including Logistic Regression and Multivariate Discriminate Analysis and 7 non-parametric methods including Support Vector Machine, Artificial Neural Network, Decision Tree (with 4 algorithms) and Bayesian Network to predict financial distress. The results show that the models extracted from accounting indices have significantly more predicting accuracy than those from non-accounting indices, and adding non-accounting indices to the models based on accounting indices does not significantly increase their predicting ability. Also, since the average predicting ability of non-parametric methods is more than parametric ones, this difference is not statistically significant.

Keywords: Financial Distress, Accounting Indices, Non-accounting Indices, Parametric Methods, Non-Parametric Methods.

JEL Classification: M41, G17, G33

DOI: 10.22051/jera.2017.13643.1577

¹ Associate Professor of Accounting, Tehran university, Tehran, Iran, (smehrani@ut.ac.ir)

² Associate Professor of Accounting, Mazandaran university, Babolsar, Iran, (y.kamyabi@umz.ac.ir)

³ Phd. student of Accounting, Mazandaran university, Babolsar, Iran, corresponding author, (f.ghayour@urmia.ac.ir)

بررسی توانایی شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری مؤثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی و مقایسه روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک

ساسان مهرانی*، یحیی کامیابی**، فرزاد غیور***

تاریخ دریافت: ۲۶/۱۰/۹۵

تاریخ پذیرش: ۱۶/۰۲/۹۶

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی توانایی شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری مؤثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی و مقایسه روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک است. بدین منظور اطلاعات ۲۱۱ سال-شرکت درمانده منتخب بر اساس معیارهای خاص درماندگی و ۲۱۱ سال-شرکت سالم پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در فاصله بین سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۳ مورد استفاده قرار گرفته است. در این مطالعه از ۳۲ شاخص حسابداری و ۲۰ شاخص غیرحسابداری به همراه دو روش پارامتریک شامل روش‌های رگرسیون لوجستیک و تحلیل ممیزی چندگانه و هفت روش ناپارامتریک شامل ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی مصنوعی، درخت تصمیم (با ۴ الگوریتم) و شبکه بیزین جهت پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده گردیده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد مدل‌های مستخرج از شاخص‌های حسابداری به طور معنی‌داری نسبت به مدل‌های مبتنی بر شاخص‌های غیرحسابداری از دقت پیش‌بینی بالاتری برخوردارند و اضافه نمودن شاخص‌های غیرحسابداری به مدل‌های مبتنی بر شاخص‌های حسابداری، قدرت پیش‌بینی آن‌ها را به طور معنی‌داری افزایش نمی‌دهد. همچنین، علیرغم بالاتر بودن میانگین توانایی پیش‌بینی روش‌های ناپارامتریک نسبت به روش‌های پارامتریک، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست.

واژه‌های کلیدی: درماندگی مالی، شاخص‌های حسابداری، شاخص‌های غیرحسابداری، روش‌های

پارامتریک، روش‌های ناپارامتریک

طبقه‌بندی موضوعی: M41, G17, G33

DOI: 10.22051/jera.2017.13643.1577

* دانشیار گروه حسابداری، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران، (smehrani@ut.ac.ir)

** دانشیار گروه حسابداری، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابل، ایران، (y.kamyabi@umz.ac.ir)

*** دانشجوی دکتری حسابداری، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه مازندران، بابل، ایران، (نویسنده مسئول)،

(f.ghayour@urmia.ac.ir)

مقدمه

بنگاه‌های تجاری در عصر حاضر در محیطی به شدت رقابتی و متغیر فعالیت می‌کنند. در این محیط رقابتی، آن دسته از شرکت‌هایی که نمی‌توانند خود را با فرآیند رشد و توسعه شرکت‌های پیشرو هماهنگ کنند، از گردونه رقابت خارج شده و ورشکسته می‌شوند. با توجه به هزینه‌های ورشکستگی^۱ که به سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، بازار سرمایه و به عبارت دیگر کل اقتصاد تحمیل می‌شود، صاحبان سرمایه به دنبال روش‌هایی هستند تا بتوانند وضعیت مالی شرکت را قبل از اینکه به مرحله ورشکستگی برسد، پیش‌بینی کنند. مرحله قبل از ورشکستگی اصطلاحاً مرحله درماندگی^۲ مالی نامیده می‌شود. درماندگی مالی به شرایطی اطلاق می‌شود که شرکت نتواند به طور کامل به تعهدات خود در قبال تأمین‌کنندگان مالی عمل نموده و در عمل به این تعهدات دچار مشکل باشد. درماندگی مالی لزوماً به ورشکستگی نمی‌انجامد و مجموعه اقدامات مدیریت جهت خروج از شرایط درماندگی می‌تواند شرکت را از خطر ورود به مرحله ورشکستگی نجات دهد. بنابراین، ضرورت آگاهی به موقع مدیران و تأمین‌کنندگان منابع مالی شرکت باعث شده است تا جستجوی روش‌هایی که بتوانند درماندگی مالی را قبل از رسیدن به مرحله ورشکستگی تشخیص دهند از اهمیت بالایی برخوردار گردد.

در سال‌های اخیر، پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از روش‌های مختلف مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است (هو و ساتیه، ۲۰۱۵؛ زوهر و همکاران، ۲۰۱۵ و منصورفر و همکاران، ۱۳۹۴). در حیطه پیش‌بینی درماندگی مالی، دو مجموعه روش‌شناسی تحت عناوین مدل‌های پارامتریک^۳ و ناپارامتریک^۴ مطرح می‌باشد. قبل از توسعه روش‌های هوش مصنوعی^۵، اغلب محققین از روش‌های پارامتریک همچون رگرسیون لجستیک^۶ (LR) و تحلیل ممیزی چندگانه^۷ (MDA) استفاده نمودند. علیرغم سهولت و سادگی مدل‌های پارامتریک به هنگام کاربرد، پیش‌فرض‌های مربوط به تبعیت از یک توزیع آماری خاص (اغلب، پیروی از توزیع نرمال) در این روش‌ها، ممکن است صحت ریاضی چنین روش‌هایی را با ابهام مواجه نماید. چرا که داده‌های مالی در دنیای واقعی، لزوماً از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند. با توسعه هوش مصنوعی، مدل‌های ناپارامتریک همچون شبکه عصبی مصنوعی^۸ (ANN)، ماشین بردار پشتیبان^۹ (SVM)، درخت تصمیم و... به منظور پیش‌بینی درماندگی مالی مورد استفاده قرار گرفتند. این رویکردها، مفروضات محدودکننده‌ای همچون خطی بودن، نرمال بودن و

استقلال متغیرهای ورودی را که اعتبار پیش بینی را محدود می‌کنند ندارند. لذا این روش‌ها ضعف مربوط به ضرورت تبعیت از توزیع آماری خاص موجود در روش‌های پارامتریک را پوشش می‌دهند. بنابراین انتظار می‌رود همانگونه که تحقیقات لی و همکاران (۲۰۱۵)، خی و همکاران (۲۰۱۱)، چن (۲۰۱۱) و مخاطب رفیعی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داده‌اند، مدل‌های ناپارامتریک هوش مصنوعی دقت و قدرت پیش‌بینی بالاتری نسبت به مدل‌های پارامتریک داشته باشند.

از سویی دیگر، به منظور تعیین شاخص‌هایی که بتوانند درماندگی مالی را دقیقتر پیش‌بینی نمایند، مطالعات اخیر بیشتر بر بررسی تأثیر مستقیم برخی شاخص‌های حسابداری متمرکز بوده‌اند (مانند تحقیقات راعی و فلاح‌پور، ۱۳۸۷؛ اسماعیل زاده و شاکری، ۱۳۹۴؛ چن، ۲۰۱۱؛ مخاطب رفیعی و همکاران، ۲۰۱۱؛ هو و ساتیه، ۲۰۱۵ و زوهر و همکاران، ۲۰۱۵) و تحقیقات کمی در خصوص شاخص‌های غیرحسابداری موثر بر درماندگی مالی انجام شده‌است. علیرغم غیرقابل انکار بودن نقش مهم و کلیدی شاخص‌های حسابداری، شرایط درماندگی شرکت نمی‌تواند صرفاً متأثر از محدود متغیر حسابداری باشد و این در حالی است که اندک تحقیقات انجام شده در خصوص موثر بودن شاخص‌های غیرحسابداری حاکی از تأثیرگذاری اینگونه شاخص‌ها در پیش‌بینی درماندگی مالی است (مانند تحقیقات خی و همکاران، ۲۰۱۱؛ منصورفر و همکاران، ۱۳۹۴؛ بردارت، ۲۰۱۴؛ لی و همکاران، ۲۰۱۵؛ مرادی و همکاران، ۱۳۹۱ و صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیقات انجام شده در ایران در خصوص پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی، عمدتاً با استفاده از معیار ماده ۱۴۱ قانون تجارت جهت تمایز شرکت‌ها، از محدود متغیرهای مالی مرسوم، به‌ویژه نسبت‌های مالی، و یک یا دو روش آماری محدود جهت پیش‌بینی استفاده شده است. در حالیکه به عنوان نوآوری پژوهش، تحقیق حاضر ضمن متمایز دانستن دو مفهوم "درماندگی مالی" و "ورشکستگی"، با معرفی و استفاده از مجموعه متنوعی از شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری و نیز روش‌های آماری (۵۲ متغیر و ۹ روش آماری) با یک رویکرد مقایسه‌ای اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی می‌کند تا با دستیابی به مدل‌های پیش‌بینی قدرتمندتر، سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، مدیران و... با اطمینان خاطر بالاتری بتوانند درماندگی مالی شرکت را قبل از وقوع ورشکستگی پیش‌بینی نمایند. از اینرو، این

پژوهش در صدد است تا توانایی شاخص‌های حسابداری و غیر حسابداری مؤثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی و مقایسه روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک را مورد بررسی قرار دهد.

مروری بر پیشینه

پژوهش‌های خارجی

لیو و وانگ (۲۰۱۶) با بررسی شرکت‌های چینی مابین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ به روش رگرسیون لجستیک دریافتند که نسبت‌های بدهی (یک فصل قبل از درماندگی) و ارزش افزوده اقتصادی تعدیل نشده (دو، سه و چهار فصل قبل از درماندگی) در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های چینی دارای برتری هستند.

کوبیچکوا و نولیچک (۲۰۱۶) با بررسی مدل‌های قبلی ورشکستگی و درماندگی مالی که از روش تحلیل ممیزی برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند اقدام به جمع بندی متغیرهای مورد استفاده و محاسبه فراوانی استفاده از آن‌ها در مدل‌های مورد نظر نمودند. نتیجه مطالعه آن‌ها معرفی ۳۹ متغیر (نسبت مالی) برای استفاده در تحقیقات آتی است.

هو و ساتیه (۲۰۱۵) با استفاده از رگرسیون لجستیک درماندگی مالی را پیش‌بینی نمودند. متغیرهای مورد استفاده ایشان شامل سه گروه متغیر ویژگی‌های مالی شرکتی، ویژگی‌های غیرمالی شرکتی و اقتصاد کلان می‌باشند. یافته‌های ایشان نشان می‌دهد که مدلی که از هر سه گروه متغیر استفاده می‌کند به مراتب نسبت به مدل‌هایی که صرفاً از گروه اول یا ترکیب گروه‌های دوم و سوم استفاده می‌کند بهتر می‌تواند درماندگی مالی را پیش‌بینی نماید.

زوهرا و همکاران (۲۰۱۵) اقدام به شناسایی شرکت‌های درمانده ۲۸ صنعت در اردن نموده و سه سال زیان متوالی را به عنوان ملاک تفکیک در نظر گرفتند. استفاده از ۲۷ نسبت مالی و روش آماری رگرسیون لجستیک جهت پیش‌بینی درماندگی مالی نشان می‌دهد که مدل نهایی می‌تواند در سال درماندگی تا ۸۹/۳٪ قدرت پیش‌بینی داشته باشد.

لی و همکاران (۲۰۱۵) با اضافه نمودن متغیرهای اقتصاد کلان و حاکمیت شرکتی به مجموعه نسبت‌های مالی به این نتیجه رسیدند که اضافه کردن این متغیرها توانایی مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی را افزایش می‌دهد.

چن (۲۰۱۱) شرکت‌هایی را درمانده مالی نامید که در گزارش حسابرس نسبت به درماندگی مالی و مشکلات تداوم فعالیت آن اشاره شده باشد. وی با استفاده از نسبت‌های مالی منتخب و مقایسه دو روش درخت تصمیم و رگرسیون لوجستیک نشان داد که روش رگرسیون لوجستیک در بلندمدت (بیش از یک سال) و روش درخت تصمیم در کوتاه‌مدت (کمتر از یک سال) توانایی بالاتری در پیش‌بینی درماندگی مالی دارند.

خی و همکاران (۲۰۱۱) با انتخاب مجموعه‌ای از نسبت‌های مالی، متغیرهای حاکمیت شرکتی و متغیرهای اقتصاد کلان اقدام به مقایسه قابلیت پیش‌بینی روش‌های ماشین بردار پشتیبان و تحلیل ممیزی نمودند یافته‌های ایشان بیانگر این است که اولاً اضافه نمودن متغیرهای حاکمیت شرکتی و متغیرهای اقتصاد کلان به مجموعه نسبت‌های مالی، توانایی پیش‌بینی مدل‌ها را افزایش می‌دهد. ثانیاً روش ماشین بردار پشتیبان بهتر از روش تحلیل ممیزی می‌تواند درماندگی مالی را پیش‌بینی نماید.

ژو و وانگ (۲۰۰۹) با وارد ساختن کارایی به عنوان یک متغیر مستقل در کنار نسبت‌های مالی، اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی به وسیله ماشین بردار پشتیبان، رگرسیون لوجستیک و تحلیل ممیزی چندگانه نمودند. نتایج تحقیق مزبور نشان می‌دهد که استفاده از امتیاز کارایی در مدل‌های فوق‌الذکر صحت پیش‌بینی‌ها را در مقایسه با زمانی که از کارایی استفاده نمی‌شود افزایش می‌دهد.

پژوهش‌های داخلی

منصورفر و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از ترکیبات جریان‌ات نقدی و علامت‌های مثبت و منفی این ترکیبات اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی نمودند. استفاده از رگرسیون لوجستیک و ماشین بردار پشتیبان نشان داد که برخی ترکیبات جریان‌ات نقدی می‌توانند در پیش‌بینی درماندگی مالی موثر واقع شوند. همچنین یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که توانایی پیش‌بینی ماشین بردار پشتیبان به مراتب بالاتر از روش رگرسیون لوجستیک است.

اسماعیل‌زاده مقری و شاکری (۱۳۹۴) با استفاده از ۱۲ نسبت مالی، توانایی پیش‌بینی الگوهای شبکه بیزی ساده و تحلیل پوششی داده‌ها را با هم مقایسه نمودند. نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد اگر چه مقایسه دقت کلی دو الگو با یکدیگر در سال‌های مورد بررسی تفاوت

معنی داری را به لحاظ آماری نشان نمی‌دهد اما به طور کلی دقت پیش بینی الگوی شبکه بیزی ساده در تمامی سال‌های مورد بررسی از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها بیشتر است.

خلیفه سلطانی و اسماعیلی (۱۳۹۳)، با بررسی تأثیر چرخه تجاری بر پایداری مدل‌های پیش بینی ورشکستگی دریافتند که چرخه تجاری بر کارایی و پایداری مدل‌های بدست آمده از روش‌های لاجیت و تحلیل تمایزی (حاصل از ۱۱ نسبت مالی) موثر بوده است. همچنین، نتایج تحقیق ایشان حاکی از کارایی بیشتر روش لاجیت در مقایسه با تحلیل تمایزی می‌باشد.

یافته‌های صادقی و همکاران (۱۳۹۳) نشان می‌دهد بالا بودن سابقه فعالیت، نسبت اهرمی و تمرکز مالکیت احتمال درماندگی مالی را افزایش و اندازه شرکت، هزینه نمایندگی و نسبت جاری بالا احتمال آن را کاهش می‌دهد. از عوامل کلان اقتصادی نیز درآمد سرانه و رشد اقتصادی بالا در فضای کسب و کار شرکت‌ها، احتمال درماندگی مالی را کاهش و تورم نیز احتمال آن را افزایش می‌دهد.

محسنی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از نمونه‌ای متشکل از ۵۰ شرکت تولیدی درمانده و سالم (تفکیک بر مبنای ماده ۱۴۱ قانون تجارت) و بکارگیری رگرسیون لجستیک به این نتیجه رسیدند که اضافه نمودن متغیر کارایی به مدل پیش‌بینی درماندگی مبتنی بر نسبت‌های مالی، به طور معناداری دقت پیش‌بینی مدل را افزایش می‌دهد.

مخاطب رفیعی و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از معیار ماده ۱۴۱ و نسبت‌های مالی، از ۳ روش تحلیل ممیزی، الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده نمودند. نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد که شبکه عصبی مصنوعی بیشترین قدرت و روش تحلیل ممیزی کمترین قدرت پیش‌بینی درماندگی مالی را دارند.

مرادی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از معیار ماده ۱۴۱ قانون تجارت جهت تفکیک، اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها بوسیله مدل‌های ماشین بردار پشتیبان و تحلیل ممیزی چندگانه نمودند. بدین منظور، مجموعه‌ای از ۲۰ نسبت مالی به همراه امتیاز کارایی به عنوان یک متغیر پیش‌بین غیرمالی وارد مدل‌های پیش‌بینی‌کننده استفاده کردند. نتایج بدست آمده حاکی از عدم تغییر دقت کلی این مدل‌ها به دلیل اضافه نمودن متغیر کارایی است.

اعتمادی و همکاران (۲۰۰۹) با بکارگیری مدل برنامه ریزی ژنتیک و تحلیل ممیزی چندگانه به پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد در حالی که صحت پیش‌بینی مدل تحلیل ممیزی، ۷۷٪ بوده، صحت پیش‌بینی مدل ژنتیک ۹۴٪ می‌باشد.

راعی و فلاح‌پور (۱۳۸۷) به بررسی کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها پرداخته و با بکارگیری معیار ماده ۱۴۱ قانون تجارت جهت تفکیک و استفاده از نسبت‌های مالی، این روش را با رگرسیون لوجستیک مقایسه کردند. نتایج این پژوهش نشان داد مدل ماشین بردار پشتیبان نسبت به مدل لوجستیک به طور معنی‌داری از دقت کلی بیشتری برخوردار است و این مدل توانایی بالاتری نیز در تعمیم‌پذیری دارد.

فرضیه‌های پژوهش

با عنایت به موارد یاد شده، فرضیات پژوهش به شرح زیر مطرح می‌گردند:

۱. توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی مدل‌های مستخرج از شاخص‌های حسابداری بیشتر از مدل‌های مستخرج از شاخص‌های غیرحسابداری است.
۲. افزودن شاخص‌های غیرحسابداری به مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی مستخرج از شاخص‌های حسابداری، توانایی آن‌ها را افزایش می‌دهد.
۳. توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی مدل‌های ناپارامتریک بیشتر از مدل‌های پارامتریک است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر در جامعه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران انجام گردیده است. قلمرو زمانی مورد مطالعه نیز دوره ۱۰ ساله مربوط به بازه زمانی ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۳ می‌باشد در این بازه، معیارهای عمومی انتخاب نمونه عبارتند از:

۱. اطلاعات مورد نیاز جهت محاسبه متغیرهای تحقیق در مورد آن شرکت‌ها، در طول دوره تحقیق در دسترس بوده و جزء شرکت‌های واسطه‌گری نظیر بانک‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها نباشند.

۲. سال مالی شرکت مختوم به ۲۹ اسفند ماه باشد و شرکت در دوره مورد مطالعه سال مالی خود را تغییر نداده باشد.

همچنین بر اساس شرایط خاص درماندگی، شرکت‌هایی به عنوان درمانده انتخاب شده‌اند که حداقل یکی از معیارهای زیر را دارا باشند (منصورفر و همکاران، ۱۳۹۴):

۱. سه سال متوالی زیان داشته باشند،
۲. سود نقدی سالانه هر سهم بیشتر از ۴۰٪ نسبت به سال قبل کاهش داشته باشد،
۳. سود قبل از بهره و مالیات و استهلاک کمتر از ۸۰٪ هزینه بهره برای دو سال متوالی باشد،
۴. بازده منفی سهام به همراه رشد منفی فروش وجود داشته باشد و
۵. سه سال متوالی ارزش دفتری هر سهم از ارزش اسمی آن سهم، کوچکتر باشد.

بر این اساس، در مجموع ۲۱۱ سال-شرکت درمانده و ۲۱۱ سال-شرکت هم‌تا حتی‌الامکان بر اساس صنایع و ارزش‌های بازار نزدیک به شرکت‌های درمانده، به عنوان شرکت‌های غیردرمانده (سالم)، انتخاب گردیده است. مدل‌های پیش‌بینی برای ۳ دوره "سال درماندگی"، "یک سال قبل از درماندگی" و "دو سال قبل از درماندگی" استخراج می‌شوند. داده‌های مورد نیاز برای شرکت‌های انتخابی از طریق پایگاه‌های داده شامل نرم‌افزار ره‌آوردنوبین و سایت کدال استخراج گردیده‌اند. در تحقیق حاضر از ۲ روش آماری پارامتریک شامل رگرسیون لوجستیک و تحلیل ممیزی چندگانه و ۷ روش ناپارامتریک شامل ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی مصنوعی، درخت تصمیم^{۱۱} (DT) شامل ۴ الگوریتم و شبکه بیزین^{۱۱} (BN) استفاده می‌شود که توضیحات مختصر در خصوص آن‌ها در ادامه مطرح می‌گردد.

رگرسیون لوجستیک، شبیه رگرسیون خطی است با این تفاوت که نحوه محاسبه ضرایب در این دو روش یکسان نمی‌باشد. بدین معنی که رگرسیون لوجستیک، به جای حداقل کردن مجذور خطاها (کاری که رگرسیون خطی انجام می‌دهد)، احتمالی را که یک واقعه رخ می‌دهد، حداکثر می‌کند.

تحلیل ممیزی چندگانه به دنبال ترکیبی خطی از دو یا چند متغیر مستقل است به طوری که بهترین جداکننده را میان گروه‌های مشخص شده از قبل که در این تحقیق گروه

شرکت‌های سالم و درمانده هستند، ایجاد می‌کند. این مدل با جدا کردن مجموعه‌های متمایز مشاهده شده و با تخصیص مشاهده جدید به دسته‌های از پیش تعیین شده به محقق امکان بررسی تفاوت‌های میان دو یا چند گروه و با توجه به چندین متغیر در یک زمان را می‌دهد.

ماشین بردار پشتیبان یکی از روش‌های یادگیری ماشینی است که بر مبنای یادگیری آماری ارائه گردیده و در واقع یک طبقه‌بندی کننده دووجهی است که سعی دارد میان دو طبقه، ابر صفحه‌ای ایجاد نماید که فاصله هر طبقه تا ابر صفحه حداکثر باشد. داده‌های نقطه‌ای که به ابر صفحه نزدیک‌ترند، برای اندازه‌گیری این فاصله به کار می‌روند. از این رو، این داده‌های نقطه‌ای، بردارهای پشتیبان نام دارند. در این روش، ساخت مدل شامل دو مرحله آموزش و آزمایش می‌باشد. در انتهای فاز آموزش، قابلیت تعمیم مدل آموزش داده‌شده با استفاده از داده‌های آزمایش ارزیابی می‌شود (علیزاده و ملک‌محمدی، ۱۳۹۰).

شبکه عصبی مصنوعی شامل مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل می‌باشد که الهام گرفته از ساختار مغز انسان است. به هر مجموعه از این نرون‌ها یک لایه گفته می‌شود. برای ایجاد این لایه‌ها، نرون‌ها به وسیله توابع فعال‌سازی (محرک) به یکدیگر متصل می‌شوند. در واقع شبکه‌های عصبی مصنوعی همانند نرون‌های طبیعی دارای گره‌های پردازشگری می‌باشند که داده‌های ورودی آن‌ها از گره‌های قبلی وارد و توسط توابع انتقال به سمت گره بعد منتقل می‌شوند. هر تابع در شبکه عصبی مصنوعی در فرآیند آموزش و ساخت مدل با استفاده از لایه‌های ورودی و خروجی تعریف شده، تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نرون‌های تخصیص یافته به هر لایه را به روش آزمون و خطا مشخص می‌کند (علیزاده و ملک‌محمدی، ۱۳۹۰).

درخت‌های تصمیم بر اساس قواعد تصمیم‌گیری جهت پیش‌بینی و دسته‌بندی استفاده می‌شوند. در این رویکرد که به قیاس قواعد شناخته می‌شود بعد از ساخت درخت به راحتی می‌توان علت استنتاج قواعد بدست آمده را مشاهده نمود. به این معنی که درخت تصمیم همانند شبکه عصبی مصنوعی مانند یک جعبه سیاه عمل نمی‌کند و منطقی کاری آن روشن و آشکار است. از دیگر مزایای درخت تصمیم ایجاد امکانی برای شناخت بهتر فیلدهای بااهمیت است، زیرا به طور خودکار فیلدهای بااهمیت بیشتر به گره‌های تصمیم بالایی درخت انتقال می‌یابد. چهار الگوریتم برای آنالیز و دسته‌بندی به روش درخت تصمیم موجود است که علیرغم تشابه

در اساس فرآیند، در تعداد زیر گروه‌ها، زمان ساخت مدل و... با هم متفاوتند. این الگوریتم‌ها شامل *CHAID*، *C5.0*، *C&R*، *QUEST* می‌باشند (علیزاده و ملک‌محمدی، ۱۳۹۰).

شبکه بیزینس محقق را قادر می‌سازد تا یک مدل احتمالی از طریق ترکیب شواهد مشاهده شده از جهان واقعی طراحی نماید تا بوسیله آن احتمال وقوع رخدادها را از مجموعه ویژگی‌های مختلف بدست آورد. یک شبکه بیزینس، مدلی گرافیکی است که متغیرهای موجود در یک مجموعه داده را که گره نامیده می‌شوند همراه با روابط احتمالی و شرطی بین آنها نشان می‌دهند. برای مثال، یک شبکه بیزینس می‌تواند برای محاسبه احتمال اینکه یک شخص بیماری خاصی دارد (شرکتی درمانده است) یا نه به کار رود که در این صورت وجود یا عدم وجود نشانه‌ای خاص برای وجود بیماری را می‌توان به صورت احتمال شرطی بین نشانه و بیماری در شبکه بیزینس در نظر گرفت (علیزاده و ملک‌محمدی، ۱۳۹۰).

به منظور اجرای روش‌های آماری پژوهش، از نرم‌افزارهای *SPSS 22* و *CLEMENTINE 12* استفاده شده است.

متغیرهای پژوهش

درماندگی مالی:

متغیر وابسته تحقیق حاضر (که در مدل‌های هوش مصنوعی اصطلاحاً متغیر خروجی نامیده می‌شود)، درماندگی مالی است. به منظور کمی کردن این متغیر، چنانچه شرکتی یکی از شرایط درماندگی مالی بر اساس شرایط اختصاصی تبیین شده در بخش نمونه‌گیری تحقیق را داشته باشد عدد یک به این متغیر اختصاص یافته و عدد این متغیر در شرکت‌های همتای فاقد شرایط درماندگی مالی که به عنوان شرکت‌های سالم انتخاب شده‌اند صفر می‌باشد.

شاخص‌های حسابداری:

شاخص‌های حسابداری به عنوان پرکاربردترین و مؤثرترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی و درماندگی مالی محسوب می‌شوند. علاوه بر نسبت‌های مالی، خلی و همکاران (۲۰۱۱) بیان می‌کنند شرکت‌های سالم نسبت به شرکت‌های درمانده، توانایی بیشتری در ایجاد و حفظ فروش و سودآوری دارند. به اعتقاد آنان، درماندگی شرکت‌ها با کاهش فروش،

کاهش سودآوری و به تحلیل رفتن سود انباشه و تبدیل آن به زیان انباشته همراه است. در تحقیق حاضر از شاخص‌های حسابداری استفاده شده در تحقیق خی و همکاران (۲۰۱۱) در ۵ گروه (۳۲ متغیر) شامل شاخص‌های سودآوری، ایفای تعهدات، فعالیت، جریانات نقدی و پایداری رشد استفاده می‌گردد.

شاخص‌های غیر حسابداری:

شاخص‌های ترکیبات جریانات نقدی:

جانناتج (۲۰۰۶) و منصورفر و همکاران (۱۳۹۴) استدلال می‌کنند که علامت‌های منفی و مثبت ترکیبات جریانات نقدی حاوی پیام‌هایی در خصوص وضعیت مالی شرکت بوده و ترکیبات مختلف عملیاتی، سرمایه‌گذاری، و تأمین مالی جریانات نقد به پیش بینی قریب‌الوقوع بودن در ماندگی مالی کمک می‌کنند. در پژوهش حاضر، هشت ترکیب جریان نقد عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی به عنوان شاخص‌های غیر حسابداری در نظر گرفته شده که این ترکیبات عبارتند از:

| | |
|---------------|---|
| ترکیب شماره ۱ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی منفی و جریانات نقدی تأمین مالی و سرمایه‌گذاری مثبت داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |
| ترکیب شماره ۲ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی منفی و جریانات نقدی تأمین مالی منفی و سرمایه‌گذاری مثبت داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |
| ترکیب شماره ۳ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و سرمایه‌گذاری منفی و خالص جریان نقد تأمین مالی مثبت داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |
| ترکیب شماره ۴ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و سرمایه‌گذاری مثبت و خالص جریان نقد تأمین مالی منفی داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |
| ترکیب شماره ۵ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و تأمین مالی مثبت و خالص جریان نقد سرمایه‌گذاری منفی داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |
| ترکیب شماره ۶ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی مثبت و جریانات نقدی تأمین مالی و سرمایه‌گذاری منفی داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |
| ترکیب شماره ۷ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و تأمین مالی و سرمایه‌گذاری منفی داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |
| ترکیب شماره ۸ | اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و تأمین مالی و سرمایه‌گذاری مثبت داشته باشد مساوی ۱ و در غیر این صورت صفر است. |

شاخص‌های حاکمیت شرکتی:

بردارت (۲۰۱۴) معتقد است که ساختار مناسب حاکمیت شرکتی و برخورداری از نظام راهبری مناسب احتمال مواجهه با درماندگی مالی را کاهش می‌دهد. نتایج تحقیق وی و لی و همکاران (۲۰۱۵) حاکی از اثرگذاری متغیرهای حاکمیت شرکتی بر پیش‌بینی درماندگی مالی است. در تحقیق حاضر از ۶ متغیر مربوط به حاکمیت شرکتی به عنوان شاخص‌های حاکمیت شرکتی استفاده می‌شود.

شاخص‌های اقتصاد کلان:

صادقی و همکاران (۱۳۹۲) معتقدند که استفاده صرف از نسبت‌های مالی و در نظر نگرفتن شرایط اقتصادی حاکم بر کشور در فرآیند پیش‌بینی درماندگی مالی، منجر به نتیجه‌گیری‌های نادرست خواهد گردید. لی و همکاران (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیدند که در نظر گرفتن متغیرهای اقتصاد کلان در کنار سایر متغیرها، توانایی پیش‌بینی مدل را افزایش خواهد داد. در تحقیق حاضر از ۳ متغیر اقتصادی به عنوان شاخص‌های اقتصاد کلان استفاده می‌شود.

شاخص توانایی مدیریت:

جستل و همکاران، (۲۰۰۶) معتقدند که مدیریت ضعیف به عنوان یکی از اساسی‌ترین عوامل درماندگی مالی شرکت‌هاست. از این رو محسنی و همکاران (۱۳۹۲) با اضافه نمودن متغیر کارایی مدیریت به مجموعه نسبت‌های مالی دریافتند که وجود متغیر کارایی در مدل پیش‌بینی درماندگی مالی، توانایی آن را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. در تحقیق حاضر از متغیر کارایی شرکت به عنوان شاخص توانایی مدیریت استفاده می‌شود. جهت محاسبه متغیر "کارایی شرکت" از روش تحلیل پوششی داده^{۱۲} (DEA) به کمک نرم‌افزار MAX DEA استفاده می‌شود. بکارگیری DEA به منظور تجزیه و تحلیل کارایی شرکت‌ها، مستلزم شناسایی و انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی مؤثر می‌باشد. در این پژوهش، متغیرهای ورودی شامل کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها و بهای تمام شده کالای فروش‌رفته و متغیر خروجی شامل درآمد فروش می‌باشد.

شاخص حسابرسی:

شلیفر و ویشنی، (۲۰۰۱) معتقدند که اظهار نظر غیرمقبول حسابرسان نشانه‌ای از وجود برخی مشکلات در شرکت بوده و می‌تواند در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها موثر واقع شود. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که احتمال صدور گزارش مقبول در شرکت‌های سالم نسبت به شرکت‌های درمانده به مراتب بیشتر است. در مطالعه حاضر، نوع اظهار نظر حسابرسان به عنوان شاخص حسابرسی موثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده می‌شود.

شاخص رقابت‌پذیری:

مواجهه شرکت با شرایط درماندگی همواره با کاهش سود، کاهش فروش و کاهش جریان‌های نقدی ورودی همراه است. اوپلر و تیمان (۱۹۹۴) بیان می‌کنند که در شرکت‌های درمانده، کاهش توان سودآوری شرکت ناشی از کاهش سهم شرکت از بازار محصولات می‌باشد و اینگونه شرکت‌ها به مرور توان رقابت‌پذیری خود را از دست می‌دهند. بنابراین انتظار می‌رود که هر اندازه سهم از بازار محصول شرکتی کاهش یابد احتمال ابتلا آن شرکت به درماندگی مالی افزایش یابد. در این مطالعه از "رشد نسبت سهم از بازار محصول" به عنوان شاخص رقابت‌پذیری شرکت استفاده می‌شود.

با توجه به موارد فوق، شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق و نحوه محاسبه آن‌ها که شامل ۳۲ شاخص حسابداری و ۲۰ شاخص غیرحسابداری می‌باشند در نگاره شماره ۱ تلخیص می‌گردند.

نگاره (۱): خلاصه شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری و نحوه محاسبه آن‌ها

| گروه | نام متغیر | نحوه اندازه‌گیری |
|--------------|---------------------------------------|---|
| نسبت‌های سود | بازده دارایی‌ها | متوسط کل دارایی‌ها/سود خالص |
| | بازده ناخالص دارایی‌ها | متوسط کل دارایی‌ها/سود قبل از بهره و مالیات |
| | بازده حقوق صاحبان سهام | متوسط حقوق صاحبان سهام/سود خالص |
| | حاشیه سود خالص | کل درآمد عملیاتی/سود خالص |
| | نسبت سود ناخالص | کل درآمد عملیاتی/سود ناخالص |
| | سود عملیاتی به فروش | فروش/سود عملیاتی |
| | سود عملیاتی به متوسط حقوق صاحبان سهام | متوسط حقوق صاحبان سهام/سود عملیاتی |

| گروه | نام متغیر | نحوه اندازه گیری |
|--|--|--|
| شاخص‌های ایفای تعهدات | سود عملیاتی به متوسط دارایی‌ها | متوسط دارایی‌ها/سود عملیاتی |
| | سود هر سهم | میانگین موزون سهام/سود خالص |
| | نسبت جاری | بدهی‌های جاری/دارایی‌های جاری |
| | نسبت آتی | بدهی‌های جاری/دارایی‌های آتی |
| | نسبت سرمایه در گردش به دارایی‌ها | جمع دارایی‌ها/سرمایه در گردش |
| | نسبت سرمایه در گردش به فروش | فروش/سرمایه در گردش |
| | نسبت پوشش بهره | هزینه بهره/سود قبل از بهره و مالیات |
| | نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام | جمع حقوق صاحبان سهام/جمع بدهی‌ها |
| | نسبت بدهی | جمع دارایی‌ها/جمع بدهی‌ها |
| شاخص‌های فعالیت | گردش دارایی‌ها | متوسط دارایی‌ها/فروش |
| | گردش موجودی کالا | متوسط موجودی کالا/بهای تمام شده کالای فروخته |
| | گردش حساب‌های دریافتی | متوسط حساب‌های دریافتی/فروش |
| | گردش دارایی‌های ثابت | متوسط دارایی‌های ثابت/فروش |
| | نسبت هزینه متوسط بدهی | متوسط بدهی‌ها/هزینه مالی |
| شاخص‌های جریانات نقدی | نسبت گردش وجوه نقد عملیاتی | بدهی‌های جاری/وجه نقد حاصل از عملیات |
| | نسبت کیفیت سود | سود عملیاتی/وجه نقد حاصل از عملیات |
| | نسبت بازده نقدی دارایی‌ها | متوسط دارایی‌ها/وجه نقد حاصل از عملیات |
| | جریان نقدی به هزینه بهره | هزینه بهره/جریان وجه نقد |
| | جریان نقد عملیاتی هر سهم | میانگین موزون سهام/جریان نقد عملیاتی |
| | نرخ رشد جریان نقدی هر سهم | جریان نقد عملیاتی هر سهم دوره قبل/جریان نقد عملیاتی هر سهم دوره جاری |
| شاخص‌های پایداری رشد | نرخ رشد سود خالص | سود خالص دوره قبل/سود خالص دوره جاری |
| | نرخ رشد دارایی‌های ثابت | دارایی‌های ثابت دوره قبل/دارایی‌های ثابت دوره جاری |
| | نرخ رشد فروش | فروش دوره قبل/فروش دوره جاری |
| | نسبت بقاء | سود خالص/سود انباشته |
| | سود انباشته به کل دارایی‌ها | کل دارایی‌ها/سود انباشته |
| شاخص‌های ترکیبات جریانات نقدی (شامل ۸ ترکیب ۱ الی ۸) | در صورت وجود هر یک از ترکیب‌ها عدد و در غیراینصورت عدد صفر برای آن ترکیب در نظر گرفته می‌شود | |
| | مالکیت نهادی | تعداد سهام عادی در ابتدای دوره/تعداد سهام سهامداران نهادی |
| شاخص‌های مالکیت شرکتی | تمرکز مالکیت | مجموع درصد تملک سهام‌دارانی که حداقل ۵٪ سهام شرکت را در اختیار دارند |

| گروه | نام متغیر | نحوه اندازه گیری |
|----------------------|---|--|
| | درصد مدیران غیر موظف | تعداد کل اعضای هیأت مدیره/تعداد مدیران غیرموظف |
| | حسابرس داخلی | وجود حسابرس داخلی=صفر، نبود حسابرس داخلی=۱ |
| | جدایی نقش مدیرعامل و رئیس هیأت مدیره | اگر مدیر عامل، رئیس هیأت مدیره هم باشد عدد ۱، در غیر اینصورت عدد صفر خواهد بود |
| | اندازه هیأت مدیره | تعداد نفرات هیأت مدیره |
| اقتصاد کلان تخصصی | تولید ناخالص داخلی | بر اساس مقادیر اعلامی مرکز آمار ایران |
| | نرخ تورم | نرخ تورم سالیانه اعلامی توسط بانک مرکزی |
| | نرخ ارز | متوسط نرخ ارز سالیانه اعلامی توسط بانک مرکزی |
| | شاخص توانایی مدیریت-کارایی | محاسبه توسط DEA |
| | شاخص حسابرسی | اظهار نظر مقبول=صفر، در غیر اینصورت =۱ |
| | شاخص رقابت پذیری- رشد نسبت سهم از بازار محصول | سهم از بازار دوره قبل/سهم از بازار (فروش صنعت/فروش شرکت) دوره جاری |

معنی داری تفاوت شاخص‌های استفاده شده در دو گروه (تشخیص بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها - حساسیت مورد، آزمون t یا من-ویتنی یو، متناسب با مقیاس اندازه گیری متغیرها)، حاکی از مناسب بودن معیارهای خاص درماندگی مالی مورد استفاده در این تحقیق به منظور تفکیک شرکت‌ها به گروه‌های درمانده و سالم است^۱.

یافته‌های پژوهش

دقت پیش‌بینی و شاخص‌های مؤثر

روش‌های آماری یاد شده برای دو سال قبل از درماندگی، یک سال قبل از درماندگی و سال درماندگی، به صورت جداگانه و با استفاده از شاخص‌های حسابداری، شاخص‌های غیر حسابداری و ترکیبی از شاخص‌های حسابداری و غیر حسابداری انجام و نتایج آن به شرح نگاره (۲) ارائه شده است. همچنین در نگاره (۳)، سه شاخص برتری که در استخراج هر یک از مدل‌های بدست آمده از شاخص‌های حسابداری و غیر حسابداری در سال درماندگی دارای بیشترین تأثیر بوده‌اند منعکس گردیده است.

۱ - جزئیات نتایج و جداول این بخش در اختیار محققان است و در صورت تمایل در اختیار خوانندگان قرار می‌گیرد.

نگاره (۲): درصد پیش‌بینی صحیح مدل‌های پژوهش

| دو سال قبل از درماندگی | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|
| شاخص‌های حسابداری و غیر حسابداری | فقط شاخص‌های غیر حسابداری | فقط شاخص‌های حسابداری | روش آماری |
| ۹۰/۶۵ | ۶۷/۷۴ | ۸۶/۴۵ | رگرسیون لجستیک |
| ۸۶/۱۳ | ۶۷/۴۲ | ۸۶/۴۵ | تحلیل ممیزی چندگانه |
| ۹۹/۶۸ | ۷۸/۳۹ | ۹۲/۹۰ | ماشین بردار پشتیبان |
| ۸۷/۱۰ | ۶۴/۱۹ | ۸۵/۴۸ | شبکه عصبی مصنوعی |
| ۹۶/۷۷ | ۸۲/۲۶ | ۹۷/۴۲ | درخت تصمیم - C5.0 |
| ۹۳/۲۳ | ۸۰/۳۲ | ۹۲/۲۶ | درخت تصمیم - C & R |
| ۹۲/۲۶ | ۷۳/۵۵ | ۹۱/۲۹ | درخت تصمیم - CHAID |
| ۸۶/۴۵ | ۶۶/۴۵ | ۸۶/۴۵ | درخت تصمیم - QUEST |
| ۹۱/۹۴ | ۷۰/۳۲ | ۹۰/۶۵ | شبکه بیزین |
| شاخص‌های حسابداری و غیر حسابداری | فقط شاخص‌های غیر حسابداری | فقط شاخص‌های حسابداری | روش آماری |
| یک سال قبل از درماندگی | | | |
| ۹۹/۴۶ | ۷۲/۴۳ | ۹۶/۲۲ | رگرسیون لجستیک |
| ۹۰/۲۷ | ۷۰/۵۴ | ۹۱/۳۵ | تحلیل ممیزی چندگانه |
| ۹۸/۹۲ | ۸۳/۷۸ | ۹۷/۳۰ | ماشین بردار پشتیبان |
| ۹۳/۵۱ | ۷۲/۱۶ | ۹۶/۷۶ | شبکه عصبی مصنوعی |
| ۹۷/۰۳ | ۸۵/۹۵ | ۹۸/۸۴ | درخت تصمیم - C5.0 |
| ۹۸/۱۱ | ۷۸/۶۵ | ۹۸/۱۱ | درخت تصمیم - C & R |
| ۹۶/۷۶ | ۷۵/۹۵ | ۹۶/۷۶ | درخت تصمیم - CHAID |
| ۹۳/۷۸ | ۷۱/۰۸ | ۹۳/۷۸ | درخت تصمیم - QUEST |
| ۹۲/۱۷ | ۷۵/۴۱ | ۹۱/۳۵ | شبکه بیزین |
| سال درماندگی | | | |
| ۹۸/۴۲ | ۷۳/۲۲ | ۹۷/۲۸ | رگرسیون لجستیک |
| ۸۷/۴۴ | ۷۰/۸۵ | ۸۷/۶۸ | تحلیل ممیزی چندگانه |
| ۹۷/۸۷ | ۸۶/۲۶ | ۹۸/۱۰ | ماشین بردار پشتیبان |
| ۹۶/۲۱ | ۷۴/۴۱ | ۹۶/۹۲ | شبکه عصبی مصنوعی |
| ۹۹/۰۵ | ۸۶/۹۷ | ۹۹/۵۳ | درخت تصمیم - C5.0 |
| ۹۷/۸۷ | ۷۳/۹۳ | ۹۷/۸۷ | درخت تصمیم - C & R |
| ۹۷/۸۷ | ۷۶/۵۴ | ۹۷/۸۷ | درخت تصمیم - CHAID |
| ۹۴/۷۹ | ۷۰/۶۲ | ۹۴/۷۹ | درخت تصمیم - QUEST |
| ۹۴/۴۰ | ۷۵/۵۹ | ۹۳/۶۳ | شبکه بیزین |

بررسی مدل‌های مستخرج از شاخص‌های حسابداری نشان می‌دهد که شاخص‌های سودآوری، ایفای تعهدات، جریان‌ات نقدی و پایداری رشد دارای بیشترین اثرگذاری در فرآیند پیش‌بینی درماندگی مالی بوده‌اند و شاخص‌های فعالیت در این فرآیند ناتوان هستند. از منظر شاخص‌های غیرحسابداری نیز، شاخص‌های حسابرسی، رقابت‌پذیری، کارایی، ترکیبات جریان‌ات نقدی و حاکمیت شرکتی دارای بیشترین تأثیر بوده‌اند به طوری‌که متغیر اظهارنظر حسابرس، در کلیه روش‌ها بجز ماشین بردار پشتیبان دارای بالاترین اثرگذاری است که این موضوع حاکی از اهمیت غیرقابل‌انکار گزارشات حسابرسی در بررسی درماندگی مالی است. شاخص‌های اقتصاد کلان نیز فاقد تأثیر در این فرآیند پیش‌بینی می‌باشند.

نگاره (۳): شاخص‌های دارای بیشترین تأثیر در پیش‌بینی درماندگی

| شاخص‌های حسابداری | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| رگرسیون لوجستیک | بدهی به حقوق ص. س | نسبت پوشش بهره | سرمایه در گردش به فروش |
| تحلیل ممیزی چندگانه | نسبت بازده دارایی‌ها | سود هر سهم | نسبت سود ناخالص |
| ماشین بردار پشتیبان | حاشیه سود خالص | بازده حقوق ص. س | سرمایه در گردش به دارایی‌ها |
| شبکه عصبی مصنوعی | سود هر سهم | نرخ رشد سود ناخالص | حاشیه سود خالص |
| درخت تصمیم - C5.0 | سود انباشته به کل دارایی‌ها | نسبت پوشش بهره | بازده نقدی دارایی‌ها |
| درخت تصمیم - C & R | سود انباشته به کل دارایی‌ها | نسبت بازده دارایی‌ها | حاشیه سود خالص |
| درخت تصمیم - CHAID | سود انباشته به کل دارایی‌ها | نسبت بازده دارایی‌ها | - |
| درخت تصمیم - QUEST | نسبت بازده دارایی‌ها | نسبت بقاء | سود انباشته به کل دارایی‌ها |
| شبکه بیزین | بازده ناخالص دارایی‌ها | گردش وجوه نقد عملیاتی | نسبت پوشش بهره |
| شاخص‌های غیرحسابداری | | | |
| رگرسیون لوجستیک | اظهارنظر حسابرس | ترکیب جریان‌ات نقدی ۱ | تمرکز مالکیت |
| تحلیل ممیزی چندگانه | اظهارنظر حسابرس | ترکیب جریان‌ات نقدی ۱ | ترکیب جریان‌ات نقدی ۶ |
| ماشین بردار پشتیبان | ترکیب جریان‌ات نقدی ۳ | تمرکز مالکیت | کارآیی |
| شبکه عصبی مصنوعی | اظهارنظر حسابرس | کارآیی | ترکیب جریان‌ات نقدی ۱ |
| درخت تصمیم - C5.0 | اظهارنظر حسابرس | کارآیی | درصد مدیران غیرموظف |
| درخت تصمیم - C & R | اظهارنظر حسابرس | رشد سهم از بازار | تمرکز مالکیت |
| درخت تصمیم - CHAID | اظهارنظر حسابرس | رشد سهم از بازار | کارآیی |
| درخت تصمیم - QUEST | اظهارنظر حسابرس | تمرکز مالکیت | ترکیب جریان‌ات نقدی ۶ |
| شبکه بیزین | اظهارنظر حسابرس | رشد سهم از بازار | ترکیب جریان‌ات نقدی ۱ |

طبق نگاره (۲) نیز، در مدل‌های مستخرج از شاخص‌های حسابداری، درخت تصمیم با الگوریتم C5.0 در دو و یک سال قبل از درماندگی و نیز سال درماندگی به ترتیب با ۹۷/۴۲٪،

۹۸/۸۴ و ۹۹/۵۳ دقت پیش‌بینی توان‌ترین مدل می‌باشد. این برتری در بین مدل‌های مستخرج از شاخص‌های غیر حسابداری نیز به ترتیب با ۸۲/۲۶، ۸۵/۹۵ و ۸۶/۹۷ دقت برای مدل مذکور حفظ شده است. لیکن در مدل‌های ترکیبی شاخص‌های حسابداری و غیر حسابداری، این مدل فقط در سال درماندگی با ۹۹/۰۵ دقت مدل برتر است و در دو سال قبل از درماندگی، ماشین بردار پشتیبان با ۹۹/۶۸ و در یک سال قبل از درماندگی، رگرسیون لوجستیک با ۹۹/۴۶ دقت بالاتر از سایر مدل‌ها قرار گرفته‌اند. همچنین، بررسی روند دقت پیش‌بینی نشان می‌دهد در اکثر روش‌ها و مدل‌ها، با نزدیک شدن به سال درماندگی دقت پیش‌بینی مدل‌ها افزایش می‌یابد.

آزمون فرضیه

جهت آزمون فرضیات پژوهش از آزمون مقایسه میانگین دقت‌های پیش‌بینی گروه‌های مختلف استفاده شده است. نتایج این مقایسه در نگاره (۴) منعکس گردیده است.

نگاره (۴): نتایج آزمون مقایسه میانگین درصد صحت پیش‌بینی روش‌ها و شاخص‌ها

| روش‌های ناپارامتریک | روش‌های پارامتریک | مدل مبتنی بر شاخص‌های حسابداری و غیر حسابداری | مدل مبتنی بر شاخص‌های حسابداری | مدل مبتنی بر شاخص‌های غیر حسابداری | |
|---------------------|-------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|--------------|
| ۶۳ | ۱۸ | ۲۷ | ۲۷ | ۲۷ | تعداد مشاهده |
| ۸۸/۵۲ | ۸۴/۲۲ | ۹۴/۳۸ | ۹۳/۶۸ | ۷۴/۶۳ | میانگین |
| ۱۰/۱۱ | ۱۱/۰۹ | ۴/۲۳ | ۴/۷۰ | ۵/۷۶ | انحراف معیار |
| -۱/۵۶ | | | | ۱۳/۳۱۷ | آماره t |
| ۰/۱۲۴ | | | | ۰/۰۰۰ | احتمال آماره |
| | | | -۰/۵۶۷ | | آماره t |
| | | | ۰/۵۷۳ | | احتمال آماره |

آزمون فرضیه ۱

طبق نگاره (۴)، میانگین دقت پیش‌بینی مدل‌های مبتنی بر شاخص‌های حسابداری (۹۳/۶۸) بیشتر از مدل‌های مستخرج از شاخص‌های غیر حسابداری (۷۴/۶۳) بوده و پایدارتر نیز می‌باشند چرا که انحراف معیار کمتری دارند. با توجه به احتمال آماره که برابر ۰/۰۰۰ است فرضیه اول پژوهش که بیان می‌کند "توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی مدل‌های مستخرج از

شاخص‌های حسابداری بیشتر از مدل‌های مستخرج از شاخص‌های غیرحسابداری است" نمی‌تواند رد شود.

آزمون فرضیه ۲

براساس نگاره فوق، علیرغم اینکه میانگین دقت پیش‌بینی مدل‌های مستخرج از مجموع شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری (۹۴/۳۸٪) بیشتر از مدل‌های شاخص‌های حسابداری (۹۳/۶۸) است لیکن با توجه به مقدار احتمال آماره که برابر ۰/۵۷۳ می‌باشد این برتری به لحاظ آماری معنی‌دار نیست. لذا فرضیه دوم پژوهش که بیان می‌کند "افزودن شاخص‌های غیرحسابداری به مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی مستخرج از شاخص‌های حسابداری، توانایی آن‌ها را افزایش می‌دهد" رد می‌گردد.

آزمون فرضیه ۳

طبق نگاره (۴)، میانگین دقت پیش‌بینی روش‌های ناپارامتریک (۸۸/۵۲) بیشتر از روش‌های پارامتریک (۸۴/۲۲) است لیکن با توجه به مقدار احتمال آماره که برابر ۰/۱۲۴ می‌باشد این برتری به لحاظ آماری معنی‌دار نیست. لذا فرضیه سوم پژوهش که بیان می‌کند "توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی مدل‌های هوش مصنوعی (ناپارامتریک) بیشتر از مدل‌های پارامتریک است" رد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر این است که توانایی شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری مؤثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی و مقایسه روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک را مورد بررسی قرار دهد. برای تحقق این هدف، سه فرضیه تدوین و آزمون شده است. نتایج حاکی از آن است که شاخص‌های سودآوری، ایفای تعهدات، جریانات نقدی و پایداری رشد از گروه شاخص‌های حسابداری و شاخص‌های حسابرسی، رقابت‌پذیری، کارایی، ترکیبات جریانات نقدی و حاکمیت شرکتی از گروه شاخص‌های غیرحسابداری دارای بیشترین تأثیر در پیش‌بینی درماندگی مالی بوده و شاخص‌های فعالیت و اقتصاد کلان نیز فاقد تأثیر در این فرآیند پیش‌بینی می‌باشند. علاوه بر این، نتایج تحقیق نشان می‌دهد در اغلب موارد، روش درخت

تصمیم با الگوریتم C5.0 از مجموعه روش‌های ناپارامتریک، دارای بالاترین قدرت پیش‌بینی است. لیکن برتری دقت پیش‌بینی روش‌های ناپارامتریک نسبت به روش‌های پارامتریک از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. این یافته با یافته‌های تحقیقاتی چون چن (۲۰۱۱) و اسماعیل زاده مقری و شاکری (۱۳۹۴) مطابقت داشته لیکن در تضاد با یافته‌های خی و همکاران (۲۰۱۱)، مخاطب رفیعی و همکاران (۲۰۱۱) و راعی و فلاح‌پور (۱۳۸۷) می‌باشد. همچنین مشخص گردید توانایی پیش‌بینی مدل‌های مبتنی بر شاخص‌های حسابداری برتری معنی‌داری نسبت به شاخص‌های غیر حسابداری دارد که این موضوع اهمیت شاخص‌های حسابداری را مورد تأکید مجدد قرار می‌دهد. مضافاً، با افزودن شاخص‌های غیر حسابداری به مدل مستخرج از شاخص‌های حسابداری، توانایی مدل افزایش یافت که از این منظر، یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات محققینی چون ژو و وانگ (۲۰۰۹)، هو و ساتیه (۲۰۱۵)، لی و همکاران (۲۰۱۵)، خی و همکاران (۲۰۱۱)، صادقی و همکاران (۱۳۹۳) و محسنی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد. لیکن این افزایش به لحاظ آماری معنی‌دار نگردید. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت استفاده از مجموعه نسبتاً کاملی از متغیرهای حسابداری معرفی شده در این مطالعه می‌تواند پاسخگوی نیاز تصمیم‌گیرندگان و تحلیلگران مالی در زمینه پیش‌بینی درماندگی مالی بوده و ضرورت قابل توجهی به اضافه کردن شاخص‌های غیر حسابداری احساس نمی‌شود. همچنین چنانچه از مجموعه نسبتاً کاملی از شاخص‌ها استفاده گردد، روش‌های پارامتریک نیز از چنان توانایی قابل قبولی برخوردار هستند که عدم آشنایی و استفاده از روش‌های پیچیده و دشوار ناپارامتریک را توجیه نماید.

بر این اساس، به تحلیلگران و استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی پیشنهاد می‌شود در ارزیابی‌های خود به منظور پیش‌بینی درماندگی مالی، اولویت بیشتری به استفاده از شاخص‌های حسابداری بویژه شاخص‌های سودآوری و ایفای تعهدات، جریانات نقدی و پایداری رشد نسبت به شاخص‌های غیر حسابداری دهند. نظر به اهمیت شاخص حسابرسی نیز به سازمان حسابرسی و موسسات حسابرسی عضو جامعه حسابداران رسمی ایران پیشنهاد می‌گردد در صدور گزارشات حسابرسی، الزامات برقراری فرض تداوم فعالیت را بیش از پیش مورد توجه و بررسی قرار دهند. همچنین، با توجه به نتایج تحقیق، در فرآیند پیش‌بینی درماندگی مالی، موضوع انتخاب متغیرها و شاخص‌های مناسب به مراتب بااهمیت‌تر از موضوع انتخاب روش آماری است. اگر شاخص‌ها به درستی و با دقت انتخاب شوند روش‌های آماری پیشرفته‌تر و پیچیده‌تر منجر به افزایش معنی

دار در توانایی پیش‌بینی نخواهد شد. بنابراین، استفاده از روش‌های آماری پیچیده‌تر دلیلی بر قدرتمندتر بودن مدل پیش‌بینی نخواهد بود. بر این اساس به تحلیل‌گران و استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی پیشنهاد می‌شود در ارزیابی‌های خود اولویت اول را به شاخص‌های مناسب‌تر داده و روش آماری را در اولویت بعدی قرار دهند.

با توجه به عدم استفاده از شاخص‌های بازار در این مطالعه، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی اثر این شاخص‌ها نیز بررسی و با نتایج این مطالعه مقایسه گردد. از طرف دیگر، به دلیل وجود ارزش‌های پنهان در شرکت‌ها، پیشنهاد می‌گردد تا شاخص‌های سرمایه‌فکری نیز به عنوان یکی از شاخص‌های غیرحسابداری در تحقیقات آتی مد نظر قرار گیرند. همچنین از روش‌های آماری دیگری همچون الگوریتم ژنتیک و آدابوست نیز استفاده و با سایر روش‌ها مقایسه شوند.

پی‌نوشت

| | | | |
|----|------------------------------------|----|---------------------------|
| ۱ | Bankruptcy | ۲ | Distress |
| ۳ | Parametric Models | ۴ | Non-parametric Models |
| ۵ | Artificial intelligence | ۶ | Logistic Regression |
| ۷ | Multivariate Discriminate Analysis | ۸ | Artificial Neural Network |
| ۹ | Support Vector Machine | ۱۰ | Decision Tree |
| ۱۱ | Bayesian Network | ۱۲ | Data Envelopment Analysis |

منابع

- Alizadeh, S. & Malek Mohamadi, S. (2012). *Data mining & knowledge discovery*. Tehran. Khajeh nasir toosi university of technology. (in Persian)
- Bredart, X. (2014). Financial Distress and Corporate Governance around Lehman Brothers Bankruptcy. *International Business Research*, 7 (5): 1-8
- Chen, M. Y. (2011). Predicting corporate financial distress based on integration of decision tree classification and logistic regression. *Expert Systems with Applications*, 38 (9): 11261-11272 .
- Chi, X. , Lou, C. , & Yu, X. (2011). Financial distress prediction based on SVM and MDA methods: the case of Chinese listed companies. *Quality and Quantity*, 45 (3): 671-686
- Esmailzadeh Mogheri, A. & Shakeri, H. (2015). Financial distress prediction of companies accepted in Tehran stock exchange with using of naiva bayesian network and its comparison with data envelopment analysis. *Financial Engineering and Securities Management*. 6 (22): 1–27. (in Persian)
- Etemadi, H. , Anvari Rostamy, A. A. , & Dehkordi, H. F. (2009). A genetic programming model for bankruptcy prediction: empirical evidence from Iran. *Expert Systems with Applications*, 36 (2) , 3199–3207 .
- Gestel, T. V. , Baesens, B. , Suykens, J. , Poel, D. V. , Baestaens, D. E. , & Willekens, M. (2006). Bayesian Kernel Based Classification For Financial Distress Detection. *European Journal Of Operational Research*, 172, 979 – 1003 .
- Hu, H. , & Sathye, M. (2015). Predicting Financial Distress in the Hong Kong Growth Enterprises Market from the Perspective of Financial Sustainability. *Sustainability*, 7, 1186-1200 .
- Jantadej, P. (2006). *Using the combinations of cash flow components to predict financial distress*. (Unpublished doctoral dissertation). The graduate college at the university of Nebraska , USA .
- Khalifeh soltani, S. A. & Esmaili, F. (2014). Business Cycle and Stability of Bankruptcy Prediction Models. *Journal of Empirical Research in Accounting*, 4 (13): 1–22. (in Persian)
- Kubíčková, D. & Nulíček, V. (2016). Predictors of Financial Distress and Bankruptcy Model Construction. *International Journal of Management Science and Business Administration*, 2 (6): 34-42 .

- Lee, M. (2015). Comparison of Wavelet Network and Logistics Regression in Predicting Enterprise Financial Distress. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)* , 7 (3): 83-96 .
- Liu, Z. J. & Wang, Y. S. (2016). Corporate failure prediction models for advanced research in china: identifying the optimal cut off point. *Asian Economic and Financial Review*, 6 (1): 54-65 .
- Mansourfar, Gh. Ghayour, F. & Lotfi, B. (2015). The Ability of Support Vector Machine (SVM) in Financial Distress Prediction. *Journal of Empirical Research in Accounting*, 5 (1):177-195. (in Persian)
- Mohseni, R. Agha babee, R. & Mohammad Ghorbani, V. (2013). Financial Distress Prediction with the Use of the Efficiency as a Predictor Variable. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 21 (65):123-146. (in Persian)
- Mokhatab Rafiei, F. , Manzari, S. M. , & Bostanian, S. (2011). Financial health prediction models using artificial neural networks, genetic algorithm and multivariate discriminant analysis: Iranian evidence. *Expert Systems with Applications*, 38 (8): 10210–10217 .
- Moradi, M. Shafiee Sardasht, M. & Ebrahimipour, M. (2012). Bankruptcy prediction by support vector machines and multiple discriminate analysis models. *Quarterly Journal of Securities Exchange*. 5 (18) : 113-136. (in Persian)
- Opler, T. , & Titman, S. (1994). Financial Distress and Corporate Performance. *The Journal of Finance*, 49 (3): 1015-1040
- Raie, R. & Fallahpour, S. (2009). Support vector machines application in financial distress prediction of companies using financial Ratios. *The Iranian Accounting and Auditing Review*, 15 (4):17-34. (in Persian)
- Sadeghi, H. Rahimi, P. & Salmani, Y. (2014). The effect of macroeconomic and governance factors on financial distress in manufacture firms listed in Tehran stock exchange. *Financial Monetary Economics*. 21 (8):107-127. (in Persian)
- Shleifer, A. , & Vishny, R. W. (1997). A survey of corporate governance. *Journal of Finance*, 52 (2): 737–783
- Xu, X. , & Wang, Y. (2009). Financial Failure Prediction Using Efficiency as a Predictor. *Expert Systems With Applications*, 36,366-373 .
- Zohra, K. F. , Mohamed, B. , Elhamoud, T. , Garaibeh, M. , Ilhem, A. , & Naimi, H. (2015). Using Financial Ratios to Predict Financial Distress of Jordanian Industrial Firms,"Empirical Study Using Logistic Regression". *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 4 (2): 137-142 .