

## The Behavior of Nonlinear Models in Predicting the Financial Strength of Stock Exchange Companies

Seyedeh Fatemeh Shah Bazadeh Zafarani<sup>1</sup> Ebrahim Abbasi<sup>2</sup> Hossein Didekhani<sup>3</sup>

Received: 2019 July 22

Accepted: 2020 May 2

### Abstract

**Objective:** Since surviving on obligations to insurers and maximizing the benefits of the company is one of the most important goals of insurance companies, and on the one hand, the regulatory agencies of each country are trying to enact specific laws and regulations and managers by adopting precautionary measures and modern technical and financial strategies. The purpose of this study was to present an intelligent model for predicting financial empowerment in insurance companies as a decision support system.

**Methodology:** In order to present a model of predicting the financial health of insurance companies by examining the background of 17 variables as predictor variables for predicting the class of financial wealth, extracted from reliable sources of central insurance site of the Islamic Republic of Iran during 2013-2017. In this study, first, the results of applying different prediction models based on artificial intelligence including: decision tree, neural network, nibbles were compared. Then, the ranking of predictive algorithms was evaluated.

**Findings:** The results of this study showed that the decision tree with 99% accuracy has the best performance in predicting financial ability, considering that the decision tree is a nonlinear cognition and mapping models and patterns of turbulence between goal and decision variables.

**Conclusion:** The accuracy of the decision tree model in predicting financial robustness is high and the model extracted using decision tree has high accuracy and capability in estimation.

**Keywords:** Financial Markets, Classification, Data Mining, Finance, Artificial Intelligence.

**JEL-Classification:** G11, G17, M6.

---

1. PhD Student in Financial Management, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University of Aliabad Katoul, Iran. f.shahbazadeh@yahoo.com

2. Associate Professor; Department of Management; Faculty of Social Sciences and Economics; Alzahra University; Tehran, Iran, (**Corresponding Author**)

3. Associate Professor, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University of Aliabad Katoul, Iran h.didekhani@gmail.com

## رفتار مدل‌های غیرخطی در پیش‌بینی توانگری مالی

## شرکت‌های بیمه بورسی

سیده فاطمه شاه بازاده زعفرانی<sup>۱</sup>، ابراهیم عباسی<sup>۲</sup>، حسین دیده‌خانی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۳ تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۳۱

## چکیده

**هدف:** از آنجایی که بقای تعهدات مربوط به بیمه‌گذاران و به حداکثر رساندن منافع شرکت از مهم‌ترین اهداف شرکت‌های بیمه بوده و از سویی سازمان‌های نظارتی هر کشور به تصویب قوانین و مقررات خاص و مدیران با اتخاذ تدابیر احتیاطی و راهکارهای فنی و مالی نوین سعی می‌کنند تا توان مالی شرکت‌های بیمه را در حد قابل قبولی حفظ کنند لذا هدف از این پژوهش، ارائه یک مدل هوشمند، جهت پیش‌بینی توانگری مالی در شرکت‌های بیمه، به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم می‌باشد.

**روش‌شناسی:** به منظور ارائه مدل پیش‌بینی‌کننده توانگری مالی شرکت‌های بیمه با بررسی پیشینه تعداد ۱۷ متغیر به عنوان متغیر پیش‌بین، جهت پیش‌بینی طبقه توانگری مالی از منابع معتبر سایت بیمه مرکزی ج.ا.ا، طی سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ استخراج شده است. در این پژوهش ابتدا نتایج حاصل از به‌کارگیری مدل‌های مختلف پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی شامل: درخت تصمیم، شبکه عصبی، نایویز مورد مقایسه قرار گرفت در مرحله بعد رتبه‌بندی الگوریتم‌های پیش‌بینی شونده مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد درخت تصمیم با دقت ۹۹ درصد بهترین عملکرد را در پیش‌بینی توانگری مالی دارد با توجه به اینکه درخت تصمیم، مدل‌های شناخت و نگاشت غیرخطی و الگوهای آشوب‌گونه بین متغیرهای هدف و تصمیم می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** بالابودن دقت مدل درخت تصمیم در پیش‌بینی توانگری مالی، را اثبات می‌کند و مدل استخراج شده با استفاده از درخت تصمیم دقت و قابلیت بسیار بالایی در تخمین را دارا است.

**کلید واژه‌ها:** بازارهای مالی، طبقه توانگری، داده‌کاوی، توانگری مالی، هوش مصنوعی.

طبقه‌بندی موضوعی: JEL: G11, G17, M6

- دانشجوی دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول f.shahbazadeh@yahoo.com
- دانشیار، عضو هیأت علمی دانشگاه الزهراء تهران (نویسنده مسئول) abbasiebrahim2000@alzahra.ac.ir
- دانشیار، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول h.didekhani@gmail.com

## مقدمه

یکی از مهمترین دستاوردهای علم قابلیت پیش‌بینی، بخشیدن به متغیرها و پدیده‌ها است. پژوهشگران علوم مالی نیز با استفاده از تئوری‌ها و ابزارهای مختلف به دنبال طراحی مدل‌هایی هستند که به وسیله آن متغیرها و حوادث‌های مد نظر در بازارهای مالی را پیش‌بینی کنند. پیش‌بینی سود (جوگ و مک کنومی، ۲۰۰۳). پیش‌بینی ورشکستگی (وندا، ۲۰۰۴) و پیش‌بینی جریان‌ات نقدی (براجت، ۲۰۰۹) از این دست پژوهش‌ها است.

بیمه، نقش مهم در رشد و توسعه اقتصادی خصوصاً در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران دارد بنابراین توجه به بیمه می‌تواند اثر چشمگیری در بخش اقتصادی داشته باشد به طوری که رشد و توسعه صنعت بیمه در کشور به طور طبیعی تابعی از رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور است که هر چه بر میزان توسعه اقتصادی کشور افزوده شود بر گسترش فعالیت‌های بیمه‌ای نیز افزوده می‌شود (کومار و نموژی، ۲۰۰۶).

مهمترین وظیفه موسسه‌های بیمه پذیرش ریسک‌هایی است که در آینده تعهداتی مالی ایجاد می‌نمایند. به منظور تضمین توانایی مالی در ایفای تعهدات آتی، استمرار کسب و کار شرکت‌های بیمه و حفظ منافع بیمه‌گذاران و سهامداران، موسسه‌های بیمه همواره به دنبال استفاده از روش‌ها، ابزارها و استانداردهای مناسب و کاربردی مدیریت ریسک هستند. دستیابی به این مهم تحت عنوان توانگری مالی که یکی از مباحث مهم در مدیریت ریسک موسسه‌های مالی به ویژه شرکت‌های بیمه است، دنبال می‌شود. توانگری مالی، شاخصی است که نشان می‌دهد یک شرکت تا چه میزان با شرایط پریشانی مالی مواجه می‌شود و تا چه اندازه در معرض خطر ورشکستگی قرار می‌گیرد. (رنبائو، ۲۰۰۹). به عبارت دیگر، این اصل که شرکت چقدر از تعهدات خود در قبال طلبکاران و سهامداران را می‌تواند ایفا نماید در پژوهش‌های آلتمن و بی ور<sup>۱</sup> (۱۹۶۸) به عنوان «شاخص ورشکستگی» نام‌گذاری کرده‌اند.

1. Altman and Beaver

مؤسسات بیمه موظفند نسبت توانگری مالی خود را به صورت سالانه محاسبه و گزارش تفصیلی محاسبات آن را پس از حسابرسی صورت‌های مالی با تایید در هیات مدیره با امضای مدیر عامل موسسه بیمه به همراه اظهار نظر حسابرس موسسه حداکثر تا چهار ماه پس از پایان سال مالی به بیمه مرکزی جهت تایید ارسال نمایند (ماجدی و همکاران، ۱۳۹۱). لذا پرداختن به مباحث توانگری مالی در صنعت بیمه به عنوان یک نیاز امروزه بر عملکرد و بازدهی این صنعت و شرکت‌های آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. بیشتر نظریه‌ها و تحقیقات به صورت تفکیکی و جزیره‌ای به بررسی این موضوع در ادبیات بازار سرمایه پرداخته‌اند و از اتخاذ رویکردی یکپارچه (برنامه‌ریزی با بهره‌گیری مناسب راه کارهای گسترده مدیریت ریسک) دور مانده‌اند (آتا و سیریک، ۲۰۰۹). از طرفی شرکت‌های بیمه از جمله شرکت‌های بازار سرمایه‌ای بوده‌اند که عمدتاً مباحث توانگری مالی در آن‌ها به عنوان یک اصل مهم برای بقا و سودآوری، شناخته شده است (کرام، ۲۰۱۲). همچنین تا به حال توجه به بحث قدرت پیش‌بینی توانگری مالی در شرکت‌ها، بسیار کم بوده و عمدتاً توجه به مدل‌ها و الگوریتم‌های منفرد بوده است. (برودی لم ۲۰۰۶). با توجه به این موضوع و خلاء موجود در این بخش، در این پژوهش سعی بر آن شده است تا با اتخاذ رویکردی یکپارچه، به طراحی مدل برای پیش‌بینی توانگری مالی در شرکت‌های بیمه بوری و فرا بورس با استفاده از مدل‌های غیرخطی بپردازیم. لذا در درجه اول سوال این تحقیق این می‌باشد که آیا توانگری مالی در شرکت‌های بیمه با دقت مناسبی قابل پیش‌بینی است؟ در وهله بعد نیز سوال تحقیق این است که مهم‌ترین عوامل موثر در پیش‌بینی توانگری مالی کدام است؟ در این مقاله پس از بیان چکیده و مقدمه، به بررسی مبانی نظری، و پیشینه پژوهش، سوالات پژوهش که باید آزمون‌هایی جهت پاسخگویی پیرامون آن‌ها انجام گیرد بیان می‌گردند سپس به ذکر روش‌شناسی تحقیق و متغیرهای پژوهش و مدل‌سازی و تحلیل یافته‌ها و نتیجه‌گیری پژوهش ذکر می‌گردد.

## ۱. پیشینه پژوهش

مظلومی و همکاران (۱۳۹۸) با هدف تعیین سطحی از سرمایه که بتواند انتظارات متعارض سهامداران و نهاد ناظر را پاسخ دهد به بررسی پرداختند. در این راستا، با استفاده از داده‌های آماری، ضرایب خسارت دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ چهار شرکت بیمه و براساس دستورالعمل محاسبه سرمایه الزامی، سرمایه الزامی از منظر ناظر، با استفاده از روش ارزش در معرض ریسک (روش پارامتری واریانس-کوارینانس) و به صورت مدل‌سازی داخلی محاسبه شده است. سپس، براساس شیوه هزینه سرمایه و براساس روش کرانه ریسک و هزینه-فایده، سرمایه بهینه هم از دیدگاه بیمه مرکزی و هم از دیدگاه سهامداران، برای شرکت‌های بیمه تعیین شد. نتایج حاکی است که سرمایه موجود بهینه برای چهار شرکت بیمه به ترتیب در حدود ۱۳۰۰۶۹، ۳۵۴۷۸، ۲۰۸۹۷ و ۱۳۱۷۷ میلیارد ریال و نسبت توانگری مالی حداقل و تعادلی به ترتیب در حدود ۱۶۴/۴٪، ۱۶۴/۹٪، ۲۴۱/۲٪، ۱۲۰/۹٪ برآورد شد تا هم انتظارات سهامداران (بازده سرمایه) و خریداران سهام این شرکت‌ها (هزینه تأمین سرمایه الزامی) و هم انتظارات بیمه مرکزی ایران (سرمایه الزامی) به عنوان ناظر بیمه برآورده شود.

راغفر و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از مدل رگرسیونی داده‌های تلفیقی در دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۹۱ دریافتند که تورم، نسبت جاری و نسبت مالکانه بر توانگری مالی تاثیر مثبت و معنادار دارند، در حالی که ضریب خسارت، نسبت ذخایر بر توانگری مالی تاثیر منفی داشته‌اند. براساس نتایج، پیشنهاد کردند که شرکت‌های بیمه، طیف فعالیت‌شان را از شرکت‌های اهرمی به سمت شرکت‌های سرمایه‌ای سوق دهند، ذخایر را در بخش‌های دیگری به جز بدهی‌ها در ترازنامه‌های شرکت‌های بیمه به حساب آورند، بازه‌ای معین را به عنوان بازه مطلوب برای نسبت جاری خود تعیین نمایند و گروهی از حق بیمه‌ها را متناسب با متوسط خسارات عاید شده تعیین نمایند.

مطیعی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی رابطه توانگری با متغیرهای مالی شرکت‌های بیمه در دوره زمانی تحقیق چهار ساله (از سال ۱۳۹۰ لغایت ۱۳۹۳) پرداختند، و جامعه

آماري آن همه شرکت‌های فعال در صنعت بیمه تعیین شده است. نمونه آماری تحقیق نیز که براساس روش غربالگری به دست آمده شامل ۱۷ شرکت و تعداد مشاهدات برابر با ۶۸ شرکت- سال است. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌های تحقیق با استفاده از روش داده‌های پانلی حاکی از این است که به جز نسبت ترکیبی سایر متغیرهای مالی رابطه معنی‌داری با حاشیه توانگری مالی شرکت‌های بیمه دارند. به طوری که نسبت‌های فوق ۸۳/۲۴ درصد از تغییرات حاشیه توانگری مالی شرکت‌های بیمه را تبیین می‌کنند. از این رو با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان گفت بین توانگری مالی شرکت‌های بیمه با ۶ متغیر مالی (عملکرد سرمایه‌گذاری، نسبت نقدینگی، حاشیه عملیاتی، نسبت ترکیبی نسبت خسارت، سود بیمه‌گری، اندازه شرکت) بررسی شده رابطه معنی‌داری وجود دارد.

نوراللهی و همکاران (۱۳۹۴) به پیش‌بینی توانگری مالی شرکت‌های بیمه با متغیرهای عملکردی بازار محور با استفاده از تکنیک‌های درخت تصمیم‌گیری و شبکه عصبی پرداختند. این تحقیق به لحاظ هدف توسعه‌ای-کاربردی و به لحاظ روش پژوهش، توصیفی است. داده‌های از منابع معتبر مانند سایت بیمه مرکزی ج.ا.ا استخراج شده است؛ براساس نتایج تحقیق، علیرغم اینکه اطلاعات توانگری مالی شرکت‌های بیمه ایران صرفاً از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ در دسترس است؛ مدل‌های مستخرج با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی صحت و دقت قابل توجهی را به دست می‌دهد؛ با این حال در صورت انتخاب مجموعه داده‌های متنوع و بزرگتر، به همراه متغیرهای پیش‌بین مختلف، صحت و دقت‌ها قابل ارتقا می‌باشد. وجه تمایز این تحقیق با تحقیق اخیر در این است که در این پژوهش برای پیش‌بینی توانگری مالی از روش‌های مبتنی بر آمار کلاسیک (رگرسیون و سری زمانی و دیتا پنل) استفاده شده ولی در پژوهش حاضر برای اولین بار از هوش مصنوعی جهت پیش‌بینی توانگری مالی استفاده شده است.

صفری و همکاران (۱۳۹۴) رابطه بین شاخص توانگری مالی و نسبت‌های مالی در موسسات بیمه ایران را مورد بررسی قرار دادند هدف اصلی در این تحقیق بررسی ارتباط بین

سیستم توانگری مالی و نسبت‌های مالی که معرف ریسک‌های مختلف در موسسات بیمه هستند، بوده و سعی شده به این پرسش پاسخ داده شود، که آیا مدل توانگری مالی طبق آیین‌نامه شماره ۶۹ مصوب شورای عالی بیمه نسبت به ریسک‌های موسسه بیمه حساس است یا خیر. در صورت نداشتن رابطه، نقص جدی بر مدل توانگری مالی وارد، و از اعتبار آن کاسته می‌شود. دوره زمانی مورد بررسی سال‌های ۸۹ تا ۹۱ و نمونه انتخابی شامل ۲۲ شرکت بیمه می‌باشد. پژوهش با استفاده از روش رگرسیون انجام شده است. نتایج حاصل، حاکی از آن است که بین نسبت توانگری مالی و نسبت‌های مالی انتخاب شده شامل؛ نسبت جاری، نسبت مالکانه، نسبت ذخایر و نسبت خسارت، ارتباط معناداری وجود دارد و در این میان نسبت مالکانه بیشترین رابطه را با شاخص توانگری مالی دارد.

آسانگا و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررسی توانگری مالی شرکت‌های منتخب بیمه‌ای اروپا با رویکرد ترکیب بهینه پرتفوی پرداخته‌اند. در این مطالعه، ترکیب بهینه پرتفوی به روش برنامه‌ریزی خطی با قید حداقل کردن ریسک محاسبه شده است.

موسوی شیری<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیقی با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی شرکت با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی (مورد مطالعه ایران)، از نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار استفاده نمود. در این پژوهش از داده‌کاوی برای طبقه‌بندی شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته استفاده شد. نمونه مورد مطالعه در تحقیق، شامل شرکت‌های پذیرفته شده در اوراق بهادار و دوره زمانی نمونه‌گیری از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ بود. در این تحقیق برای طبقه‌بندی شرکت‌ها از انواع مختلف الگوریتم‌های داده‌کاوی از قبیل شبکه‌های عصبی، رگرسیون لجستیک، شبکه بیز، کویت، چاید و کارت استفاده شد. نتایج بیانگر این است که الگوریتم کارت کارایی بیشتری در پیش‌بینی شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته در ایران با درجه صحت ۹۳/۹۴ درصد دارد.

دی ویت و کاستلین (۲۰۱۲)، پژوهشی تحت عنوان «حاشیه توانگری مالی در شرکت‌های بیمه غیرزندگی» انجام دادند. آن‌ها در این پژوهش با استفاده از اطلاعات ۷۱ شرکت بیمه غیرزندگی هلندی طی سال‌های ۱۹۷۶-۱۹۷۸ حاشیه توانگری مالی بیمه‌های غیر زندگی هلندی را محاسبه کردند. نتایج تحقیق اینگونه بود که میانگین نرخ خسارت به طور قابل توجهی بالاتر از آن بود که در گزارش سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)<sup>۱</sup> برای دوره زمانی ۱۹۵۷-۱۹۵۲ مشاهده شده بود. همچنین انحراف‌های استاندارد، یک افزایش قابل توجهی را نشان می‌داد. ارقام به دست آمده برای سال‌های جداگانه نشان‌دهنده یک کاهش جزئی است. که این کاهش می‌تواند نتیجه یک تجربه مطلوب‌تر از مبلغ خسارت یا میزان حق بیمه منصفانه‌تر باشد. همچنین این دو پژوهشگر ضمن تبعیت از رویکرد اولیه استفاده شده برای محاسبه این شاخص توسط پروفیسور کمپین، نتایج تحقیقات قبلی را به روز نمودند.

سندستروم (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای به بررسی توانگری مالی، مدل‌ها، ارزیابی و مقررات و عوامل مؤثر بر آن پرداخت. در این مطالعه که بر روی شرکت‌های بیمه سوئدی برای سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۰ صورت پذیرفت، اطلاعات ۱۱۶ شرکت خصوصی و ۱۷ شرکت دولتی بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد، محاسبات برای شرکت‌هایی که از ثبات مالی مناسب‌تری برخوردارند حاشیه مورد نیاز کمتری را نشان می‌دهد، چرا که احتمال ورشکستگی و بحران این شرکت‌ها کمتر است. از دیگر سو، عواملی همچون سرمایه انسانی، نسبت کل بدهی‌ها به دارایی‌ها و نسبت کل سرمایه‌گذاری‌ها به کل دارایی‌ها و... نقش به‌سزایی در تنزل و یا ارتقای نسبت توانگری مالی شرکت‌های منتخب دارند.

جونیتا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۵) در مقاله‌ای رده‌بنده‌های ترتیبی<sup>۳</sup> را به منظور طبقه‌بندی شرکت‌های بیمه تایلند براساس توانگری و کفایت مالی به کار گرفت. ایشان در پژوهشی دیگر از یادگیرنده (الگوریتم) درخت تصمیم‌گیری، به عنوان سیستم هشداردهنده برای طبقه‌بندی شرکت‌های بیمه غیرزندگی براساس متغیر کفایت مالی در سه سطح قوی، متوسط

1 Organisation for Economic Co-operation and Development

2. Jhonpita

3. Ordinal classifier



و ضعیف استفاده کرد. در این تحقیق از چندین تست تجربی از قبیل اعتبار سنجی متقاطع ده لایه‌ای، مجموعه داده یادگیری و آزمایش برای نشان دادن توان الگوریتم درخت تصمیم‌گیری برای به دست آوردن نتایج خوب استفاده شده است. نتایج تحقیق بیانگر این موضوع است که این روش در پیش‌بینی کفایت مالی شرکت‌های بیمه اثربخش است و به درستی می‌تواند شرکت‌های بیمه به لحاظ توانگری جایگاه‌یابی نماید. در این تحقیق، اعتبار سنجی متقاطع ده لایه‌ای، صحت ۴/۹۷ درصد و اعتبار سنجی براساس مجموعه داده آزمایش صحت پیش‌بینی معادل ۹۰/۸ درصد را نشان می‌دهد. در مقیاس ارزیابی عملکرد و صحت طبقه‌بندی عددی، روش نمونه‌گیری مجدد، عملکرد بهتری در مقایسه با روش خرد (افراز) کردن نشان می‌دهد. در مدل نمونه‌گیری مجدد نرخ صحت رده‌بندی با روش اعتبار سنجی ۱۰ لایه، ۴/۹۷ درصد و ۹۰/۸ درصد با روش دوم روی مجموعه داده‌های سال ۲۰۰۹ گزارش شد.

تانگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۴)، یک مدل هیبریدی که در واقع منسجم شده شبکه عصبی و سیستم‌های فازی است را به کار گرفت. این مدل که موسوم به شبکه عصبی فازی خود سازمانده پویا می‌باشد، سیستمی قانون پایه شامل دستورات فازی اگر-آنگاه است که با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری شبکه‌های عصبی خود را تعدیل و اصلاح می‌کند. مهم‌ترین مزیت روش شبکه عصبی فازی، توانایی آن در مدل‌سازی مساله با استفاده از مدل سطح بالای زبانی قابل درک در مقایسه با عبارات پیچیده ریاضی است. متغیرهای ورودی شامل ۹ متغیر مالی است که در مطالعات پیشین مهم تشخیص شده بود. نمونه مورد استفاده در تحقیق شامل ۲۵۵۵ بانک با سلامت مالی و ۵۴۸ بانک ورشکسته یا در شرایط بحران بود. ۲۰ درصد از داده‌ها به عنوان مجموعه آموزش و ۸۰ درصد آن به مثابه مجموعه آزمایش (تست) مورد استفاده قرار گرفت. برای کاهش خطای نوع اول، نمونه مورد بررسی به جهت تعداد مساوی بانک‌های موفق و ورشکسته متوازن گردید. محقق در این پژوهش، عملکرد ۹۳٪ با استفاده از داده‌های صورت‌های مالی در دسترس آخرین سال مالی، ۸۵٪ با استفاده از داده‌های یک سال قبل و ۷۵٪ با استفاده از داده‌های دو سال قبل را گزارش نمود. مدل، مجموعه‌ای، در حدود

1. Tung et al

۵۰ قانون اگر-آنگاه را برای توصیف میان‌کنش‌های بین ۹ متغیر ورودی و تاثیر آن‌ها بر سلامت مالی بانک‌های مشاهده شده ارائه داد.

## ۲. سؤالات پژوهش

۱- آیا توانگری مالی قابل پیش‌بینی است؟

۲- کدام مدل از عملکرد بهتری جهت پیش‌بینی توانگری مالی برخوردار است؟

در این تحقیق از مفروضات آماری استفاده نمی‌شود یعنی به عبارتی محقق از قبل اطلاعات کامل ندارد که بین متغیرها ارتباطی وجود دارد یا خیر. بنابراین با استفاده از روش تحقیق پژوهش به تمامی سؤالات پاسخ داده می‌شود.

## ۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از حیث هدف کاربردی و از نوع پژوهش‌های میدانی است. یعنی بر مبنای اطلاعات جمع‌آوری شده از شرکت‌های بیمه بورس و فرا بورس، از الگوریتم‌های متفاوت جهت پیش‌بینی استفاده شده، به عبارتی در این پژوهش از داده‌های سالانه شرکت‌ها که از صورت مالی استخراج شده و از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی جهت پیش‌بینی توانگری مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قلمرو زمانی تحقیق سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۲ بوده و جهت استخراج داده‌ها از پایگاه بیمه مرکزی ج.ا.ا. استفاده گردید. با توجه به این که در مدل‌های پیش‌بینی‌کننده حجم اطلاعات بر قابلیت اثنا نتایج تاثیر مستقیم دارد و یعنی هرچه میزان اطلاعات ورودی بیشتر باشد نتایج حاصله از به‌کارگیری مدل‌های مختلف از قابلیت اتکای بالاتری برخوردار خواهد بود، در این پژوهش کلیه شرکت‌های بیمه، دارای مجوز از سازمان بیمه مرکزی مورد مطالعه قرار گرفته است و از روش نمونه‌گیری استفاده نشده و کلیه شرکت‌های بیمه که اطلاعات آن‌ها در سیستم کدال موجود بوده مورد بررسی قرار گرفته است. به عبارت دیگر کل جامعه بررسی و تجزیه و تحلیل شد. نسبت حاشیه توانگری مالی تعیین می‌کند که آیا یک شرکت بیمه به حداقل الزامات کفایت سرمایه توانگری مالی از تقسیم حاشیه توانگری مالی

موجود به حاشیه توانگری مالی الزامی به دست می‌آید. حاشیه توانگری مالی موجود عبارت است از دارایی‌های یک شرکت منهای بدهی‌های آن با اعمال محدودیت‌هایی مرتبط با دارایی‌ها.

نتایج بررسی مشخص خواهد کرد که مدل توانگری مورد استفاده در ایران (آیین‌نامه ۶۹) تا چه اندازه قابل اتکا و معتبر بوده و به چه میزانی بیانگر وضعیت واقعی شرکت‌های بیمه است.

$$(1) \quad SMR = \frac{\text{مبلغ سرمایه موجود}}{\text{مبلغ سرمایه الزامی}} \times 100$$

با توجه به پیشینه پژوهش‌های قبلی که از نسبت‌های مالی جهت محاسبه توانگری مالی استفاده می‌شود و همچنین بیمه مرکزی نیز جهت محاسبه توانگری مالی از این نسبت‌های مالی استفاده می‌کند در این پژوهش نیز مدل‌سازی به وسیله ۱۷ متغیر ورودی انجام گرفت. که متغیر پیش‌بینی شونده این تحقیق شامل چهار طبقه A شامل ۶۳ مورد طبقه B شامل ۱۶ مورد طبقه C شامل ۶ مورد و طبقه D شامل ۵ مورد می‌باشد.

جامعه آماری این پژوهش، شرکت‌های بیمه بورس و فرابورس هستند.

به طور کلی چهار گام زیر جهت انجام پژوهش انجام شده است:

**گام اول:** شناسایی و جمع‌آوری متغیرهای مسئله. اطلاعات مربوط به متغیرهای این پژوهش از طریق سایت بیمه مرکزی استخراج گردید. در این پژوهش از ۱۷ متغیر پیش‌بین جهت پیش‌بینی طبقه توانگری مالی شرکت‌های بیمه استفاده گردید که مهمترین متغیرها نیز از نظر تاثیرگذاری مورد بررسی قرار گرفت در جدول شماره ۲ تعریف خلاصه‌ای از همه متغیرهای پژوهش ارائه شده است.

**گام دوم:** استفاده از مدل‌های منفرد: در این گام پس از استفاده از الگوریتم‌های منفرد و استخراج و مقایسه نتایج، تعیین گردید که الگوریتم درخت تصمیم بیشترین تاثیر را داراست.

**گام سوم:** پیش‌بینی و ارزیابی اولیه. در این گام داده‌ها به دو دسته آموزش و آزمایش به نسبت ۷۰٪ به ۳۰٪ تقسیم‌بندی شدند. دانشی که در مرحله یادگیری مدل یادگیری مدل تولید

می‌شود، می‌بایست در مرحله ارزیابی مورد تحلیل قرار گیرد تا بتوان ارزش آن را تعیین نمود و در پی آن کارایی الگوریتم یادگیرنده مدل را نیز مشخص کرد. سنجش اولیه هر مدل به وسیله ماتریس اختلال انجام پذیرفته است. در این ماتریس از دو معیار، طبقه دقت و طبقه اطمینان استفاده شده است.

**گام چهارم:** ارزیابی و مقایسه نهایی مدل‌ها. در مرحله آخر مدل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته و بهترین مدل از نظر کمترین درصد خطا و قدرت پیش‌بینی بالا انتخاب می‌شود.

### ۱-۳. متغیرهای پژوهش

در این پژوهش از ۱۷ متغیر پیشین بین (بیمه مرکزی جهت محاسبه توانگری مالی از متغیرهای مالی استفاده می‌کند) که در جدول (۱) آمده استفاده شده و اثر آن‌ها بر روی متغیر هدف (طبقه توانگری) مورد بررسی قرار می‌دهیم.

جدول ۱. فهرست متغیرهای پیش بین

ردیف	نام متغیر	تعریف	نام در مدل
۱	نسبت نقدینگی	توانایی شرکت در جوابگویی به تعهدات کوتاه مدت (تقوی و پورعلی، ۱۳۸۹)	LIQUIDITY RATIO
۲	نسبت جاری	پوشش دارایی‌های جاری بوسیله بدهی‌های جاری (باشمن، ۲۰۰۹)	CURRENT RATIO
۳	بازده سرمایه در گردش	سود خالص / سرمایه در گردش (استیون براگ، ۲۰۱۴)	WORKING CAPITAL INFLOW
۴	سنجش سودمندی وام	بازده سرمایه / بازده دارایی (کریستونیس، ۲۰۰۵)	MEASURING THE UTILITY OF THE LOAN
۵	نسبت بازدهی سرمایه	سود خالص تقسیم بر حقوق صاحبان سهام (باشمن، ۲۰۰۹)	ROE
۶	نسبت آنی	مجموع دارایی‌های جاری منهای موجودی کالا و پیش‌پرداخت‌ها (باشمن، ۲۰۰۹)	INSTANTANEOUS RATIO
۷	بازده دارایی‌ها	سود خالص قبل از کسر مالیات بر متوسط دارایی‌ها تقسیم نماییم (باشمن، ۲۰۰۹)	ROA

ردیف	نام متغیر	تعریف	نام در مدل
۸	نسبت دارایی‌های جاری	تقسیم دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها (تقوی و پورعلی، ۱۳۸۹)	CURRENT ASSEST RATIO
۹	نسبت کفایت نقد	تقسیم وجوه نقد حاصل از عملیات بر حاصل جمع سود نقدی تقسیم شده (نایت و برتونچ، ۲۰۰۱)	RATIO OF CASH ADEQUACY
۱۰	نسبت گردش نقد	گردش نقدی حاصل از عملیات بر بدهی‌های جاری (نایت و برتونچ، ۲۰۰۱)	CASH FLOW RATIO
۱۱	سرمایه در گردش خالص	تفاضل بدهی‌های جاری از دارایی‌های جاری آن است. (تقوی و پورعلی، ۱۳۸۹)	NET OPERATING EXPENSES
۱۲	نسبت بدهی	تقسیم جمع بدهی‌های جاری به جمع داراییها (نایت و برتونچ)	DABT RATIO
۱۳	نسبت کل بدهی به ارزش ویژه	کل بدهی اعم از جاری و بلندمدت بر ارزش ویژه (کریستونیس، ۲۰۰۵)	DEBT EQUITY VALUE RATIO
۱۴	نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه	بدهی جاری / ارزش ویژه (باشمن، ۲۰۰۹)	CURRENT DEBT RATIO TO SPECIAL VALUE
۱۵	نسبت مالکانه	تقسیم حقوق صاحبان سهام به جمع دارایی‌ها (کریستونیس، ۲۰۰۵)	OWNERSHIP RATIO
۱۶	نسبت بدهی بلندمدت به ارزش ویژه	بدهی بلند مدت / ارزش ویژه (کریستونیس، ۲۰۰۵)	Long-term debt ratio to a special value
۱۷	توانگری مالی	سرمایه موجود / سرمایه الزامی (رنباتو، ۲۰۰۹)	Financial solvency

(مأخذ: یافته‌های محقق)

## ۴. مدل‌سازی و تحلیل یافته‌های پژوهش

### ۴-۱. مدل‌سازی

در این قسمت از داده‌های تحقیق جهت مدل‌سازی استفاده می‌شود. از سه الگوریتم درخت تصمیم‌گیری، شبکه عصبی، نایبویز و جهت مدل‌سازی در این تحقیق استفاده شده است.

## ۲-۴. نتایج مدل درخت تصمیم

در مدل درخت تصمیم ماتریس اختلال مقایسه‌ای دارد با نتایج پیش‌بینی مدل و واقعیت. قطر اصلی ماتریس اختلال که در شکل زیر با رنگ آبی مشخص شده است بیانگر پیش‌بینی‌های صحیح مدل می‌باشد. و سایر درایه‌های ماتریس بیانگر پیش‌بینی اشتباه مدل می‌باشد. بر این اساس درخت تصمیم در ۱۹ مورد طبقه A را صحیح پیش‌بینی کرده و در ۷ مورد طبقه B را صحیح پیش‌بینی کرده است. همچنین مدل در یک مورد طبقه D را اشتباه پیش‌بینی کرده است. از طرفی طبق دقت مدل که بیانگر میانگین موزون پیش‌بینی‌های صحیح هر طبقه می‌باشد برابر با ۷۵٪ می‌باشد و طبقه اطمینان که بیانگر میزان صحت عملکرد مدل در هر طبقه می‌باشد برابر با ۵۰٪ می‌باشد. لازم به ذکر است که به علت تعداد کم طبقه C در مجموعه دیتا درخت تصمیم در قسمت داده‌های آزمایش، طبقه C را مورد پیش‌بینی قرار نداده است.

جدول ۲. ماتریس اختلال درخت تصمیم

واقعیت / پیش‌بینی	طبقه C	طبقه A	طبقه B	طبقه D	طبقه دقت (%)
طبقه C	۰	۰	۰	۰	۰
طبقه A	۰	۱۹	۰	۰	۱۰۰
طبقه B	۰	۰	۷	۱	۱۰۰
طبقه D	۰	۰	۰	۱	۱۰۰
طبقه اطمینان (%)	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۷۵ / ۵۰

(مأخذ: یافته‌های محقق)

از طرفی دیگر می‌توان مدل را به وسیله شاخص‌های دیگری نیز مورد ارزیابی قرار داد. در جدول زیر میزان دقت و خطای مدل مشخص شده است. میزان همبستگی متغیرهای تصمیم و متغیر هدف نیز با چهار عامل کاپا، اسپیرمن رو، کندل تو و ضریب همبستگی سنجدیده شده است. با توجه به اینکه ارزش عددی هر شاخص مذکور برابر با ۱ است نشان می‌دهد که متغیرهای تصمیم به درستی متغیر هدف را توضیح می‌دهند.

### جدول ۳. نتایج درخت تصمیم

مدل	دقت (%)	خطا (%)	کاپا	اسپرمین رو	کندل تو	همبستگی
درخت تصمیم	۹۹	۱	۱	۱	۱	۱

(مأخذ: یافته‌های محقق)

### ۳-۴. نتایج مدل شبکه عصبی

مدل شبکه عصبی ۱۸ مورد از طبقه A را به درستی پیش‌بینی کرده است. و در مورد سایر طبقات، پیش‌بینی صحیحی نداشته است. در ۹ مورد شبکه عصبی پیش‌بینی اشتباه داشته است که بیشترین خطا در مورد طبقه B با ۶ مورد خطا اتفاق افتاده است. طبقه اطمینان در مدل شبکه عصبی برابر با ۶۸/۲۳٪ و طبقه دقت برابر با ۷۵/۱۸٪ می‌باشد.

### جدول ۴. ماتریس اختلال مدل شبکه عصبی

واقعیت / پیش‌بینی	طبقه C	طبقه A	طبقه B	طبقه D	طبقه دقت (%)
طبقه C	۰	۰	۰	۱	۰
طبقه A	۰	۱۸	۶	۰	۷۵
طبقه B	۰	۱	۰	۰	۰
طبقه D	۰	۰	۱	۰	۰
طبقه اطمینان (%)	۰	۹۴/۷۴	۰	۰	۱۸/۷۵ / ۲۳/۶۸

(مأخذ: یافته‌های محقق)

ارزیابی نهایی نشان می‌دهد دقت مدل برابر با ۶۷/۶۶٪ و خطای مدل برابر با ۳۳/۳۳٪ می‌باشد. معیارهای سنجش همبستگی متغیر هدف با متغیرهای تصمیم نیز از ۰/۱۲۸- تا ۰/۰۸۳٪ در نوسان است.

#### ۴-۴. ارزیابی نهایی مدل شبکه عصبی

جدول ۵. ارزیابی مدل شبکه عصبی

مدل	دقت (%)	خطا (%)	کاپا	اسپیرمن رو	کندل تو	همبستگی
شبکه عصبی	۶۷/۶۶	۳۳/۳۳	۰/۰۸۳	-۰/۱۲۸	-۰/۱۱۹	۰

(مأخذ: یافته‌های محقق)

#### ۴-۵. نتایج مدل نایبویز

مدل نایبویز در ۱۲ مورد، طبقه A را و در ۳ مورد طبقه B را صحیح پیش‌بینی نموده است. (قطر اصلی ماتریس اختلال). در واقع در ۱۵ مورد مدل پیش‌بینی صحیح داشته است و در ۱۲ مورد پیش‌بینی اشتباه داشته است. طبقه دقت مدل برابر با ۷۵/۳۰٪ و طبقه اطمینان مدل برابر ۵/۲۶٪ می‌باشد. بیشترین خطای مدل در پیش‌بینی نقطه B اتفاق افتاده است.

جدول ۶. ماتریس اختلال مدل نایبویز

واقعیت / پیش‌بینی	طبقه C	طبقه A	طبقه B	طبقه D	طبقه دقت (%)
طبقه C	۰	۰	۳	۱	۰
طبقه A	۰	۱۲	۱	۰	۹۲/۳۱
طبقه B	۰	۷	۳	۰	۳۰
طبقه D	۰	۰	۰	۰	۰
طبقه اطمینان (%)	۰	۶۳/۱۶	۴۲/۸۶	۰	۳۰/۵۷
					۲۶/۵

(مأخذ: یافته‌های محقق)



### ۶-۴. ارزیابی نهایی مدل نایبویز

در نهایت مدل نایبویز از دقتی برابر با ۵۶/۵۵٪ و خطایی برابر با ۴۴/۴۴٪ برخوردار است و شاخص‌های مبین میزان ارتباط متغیر هدف با متغیر تصمیم از ۰/۲۹۵- تا ۰/۲۱۴ در نوسان است.

### جدول ۷. ارزیابی نهایی مدل نایبویز

مدل	دقت (%)	خطا (%)	کاپا	اسپیرمن رو	کندل تو	همبستگی
نایبویز	۵۶/۵۵	۴۴/۴۴	۰/۲۱۴	-۰/۲۹۵	-۰/۲۷۱	۰

(مأخذ: یافته‌های محقق)

### جدول ۸. معیار ارزیابی مدل

معیار	فرمول	شرح
ضریب کاپا <sup>۱</sup>	$\frac{(P_0 - P_e)}{(1 - P_e)}$	یک معیار برای طبقه‌بندی محسوب می‌شود که بسیار قوی‌تر از محاسبه ساده درصد پیش‌بینی‌های صحیح است چون که محاسبه آن بر مبنای احتمال تصادفی می‌باشد (سمیتون، ۱۹۸۵).
اسپیرمن رو <sup>۲</sup>	$r_s = \rho_{r_{\alpha x}, r_{\sigma y}} = \frac{Cov(r_{\alpha x}, r_{\sigma y})}{\sigma_{r_{\alpha x}} \sigma_{r_{\sigma y}}}$	رابطه خطی بین متغیر تصمیم و متغیر هدف را بر حسب رتبه می‌سنجد (جوهره و اراند، ۲۰۰۳)
کندل تو <sup>۳</sup>	$\frac{(\text{number of concordant pairs}) - (\text{number of discordant pairs})}{n(n-1)/2}$	این شاخص قدرت رابطه بین متغیر هدف و متغیرهای تصمیم را پیش‌بینی می‌کند. و نشان می‌دهد که متغیرهای تصمیم تا چه

1. kappa
2. Spearman-rho
3. Kendall-tau

معیار	فرمول	شرح
		میزان قدرت پیش‌بینی‌کنندگی متغیر هدف را دارا هستند (نلسن، ۲۰۰۱).
ضریب همبستگی <sup>۱</sup>	$\rho_{X,Y} = \text{Corr}(X,Y) = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$ $= \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y}$	ضریب همبستگی بین متغیر هدف و متغیرهای تصمیم را نشان می‌دهد. ضریب همبستگی اندازه رابطه خطی بین متغیرها را نشان می‌دهد (کریج، ۱۹۷۵).

(مأخذ: یافته‌های محقق)

#### ۴-۷. بررسی نتایج

در قسمت بررسی نتایج، میزان نقاط قوت و ضعف مدل‌ها و همچنین رتبه‌بندی آن‌ها در پیش‌بینی طبقه توانگری مالی مقایسه گردید.

#### ۴-۸. رتبه‌بندی الگوریتم‌های پیش‌بینی کننده

از میان ۳ مدلی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، درخت تصمیم از بالاترین دقت و کمترین مقدار خطا برخوردار است و همچنین متغیرهای تصمیم به خوبی متغیر هدف را تعریف می‌کنند. بدترین عملکرد نیز مربوط به مدل نایبویز می‌باشد. در جدول زیر می‌توان عملکرد مدل‌ها را به صورت مقایسه‌ای مشاهده کرد.

### جدول ۹. رتبه بندی مدل‌ها

مدل	دقت (%)	رتبه عملکرد	کاپا	اسپیرمن رو	کندل تو	همبستگی
درخت تصمیم	۹۹	۱	۱	۱	۱	۱
شبکه عصبی	۶۷/۶۶	۳	۰/۰۸۳	-۰/۱۲۸	-۰/۱۱۹	۰
نابیویز	۵۶/۵۵	۴	۰/۲۱۴	-۰/۲۹۵	-۰/۲۷۱	۰

(مأخذ: یافته‌های محقق)

### ۹-۴. بررسی عملکرد الگوریتم‌ها در طبقات مختلف

هر مدل می‌بایست چهار طبقه A, B, C, D را پیش‌بینی کند با توجه به یکسان بودن اطلاعات ورودی مدل‌ها، تفاوت توانایی مدل‌ها در طبقات مذکور قابل بررسی است. از ۴ مدل مورد استفاده در این پژوهش طبقه A بهتر و راحت‌تر از بقیه مورد پیش‌بینی واقع شده است. و نقاط B, D به سختی توسط مدل‌ها مورد پیش‌بینی واقع شده است.

### جدول ۱۰. مقایسه عملکرد مدل‌ها در پیش‌بینی طبقات

الگوریتم	بهترین عملکرد	بدترین عملکرد
درخت تصمیم	A, B	D
شبکه عصبی	A	B
نابیویز	A	D

(مأخذ: یافته‌های محقق)

### ۱۰-۴. بررسی و مقایسه طبقه دقت

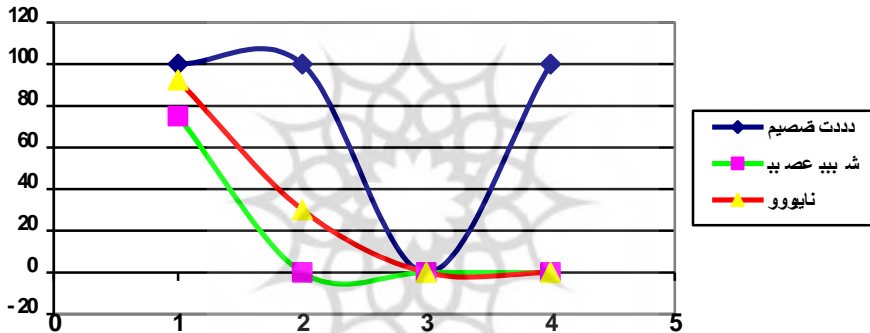
مدل‌ها را از این منظر که چقدر از پیش‌بینی‌هایی که به عنوان یک نقطه مشخص انجام شده صحیح بوده، نیز می‌توان طبقه‌بندی و مقایسه کرد. (طبقه دقت) به عنوان مثال بهترین عملکرد در میزان طبقه دقت مربوط به مدل درخت تصمیم می‌باشد و بدترین عملکرد مربوط به شبکه عصبی است.

جدول ۱۱. مقایسه طبقه دقت

مدل	طبقه A	طبقه B	طبقه C	طبقه D	میانگین
درخت تصمیم	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۷۵
شبکه عصبی	۷۵	۰	۰	۰	۱۸/۷۵
نایویز	۹۲/۳۱	۳۰	۰	۰	۳۰/۵۷

(مأخذ: یافته‌های محقق)

اطلاعات جدول فوق را می‌توان به صورت نموداری نیز به تصویر کشید. نمودار (۱) بیانگر تفاوت عملکرد مدل‌ها در طبقه دقت می‌باشد.



نمودار ۱. تفاوت عملکرد مدل‌ها در دقت

(مأخذ: یافته‌های محقق)

همانطور که در نمودار (۱) مشاهده می‌شود استفاده از درخت تصمیم علاوه بر داشتن بالاترین میانگین در دقت پیش‌بینی، در مقایسه‌های نقطه به نقطه نیز بهترین حالت در سه روش مورد استفاده را دارا می‌باشد.

### ۱۱-۴. بررسی و مقایسه طبقه اطمینان

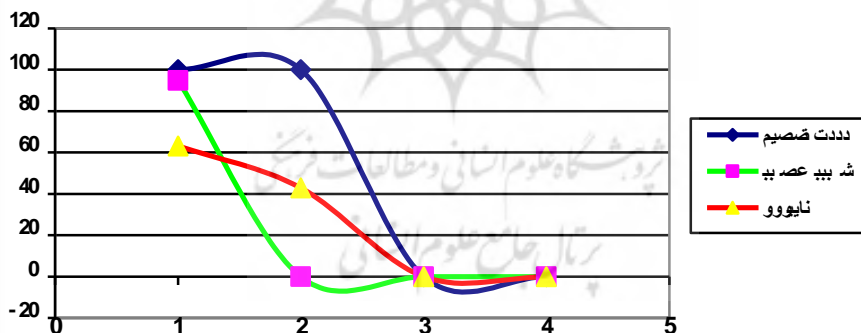
مدل‌ها را از این لحاظ که چه مقدار (درصد) از یک نقطه مشخص صحیح بوده نیز می‌توان مقایسه و طبقه‌بندی کرد (طبقه اطمینان). بهترین طبقه اطمینان برای مدل درخت تصمیم می‌باشد و بدترین طبقه اطمینان مربوط به مدل شبکه عصبی است.

جدول ۱۲. مقایسه طبقه اطمینان

مدل	طبقه A	طبقه B	طبقه C	طبقه D	میانگین
درخت تصمیم	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۵۰
شبکه عصبی	۹۴/۷۴	۰	۰	۰	۲۳/۶۸
نایبویز	۶۳/۱۶	۴۲/۸۶	۰	۰	۲۶/۵

(مأخذ: یافته‌های محقق)

اطلاعات مربوط به طبقه اطمینان را می‌توان به صورت مقایسه‌ای به وسیله نمودار نشان داد. که در نمودار (۲) مشخص شده است.



نمودار ۲. طبقه بندی از نظر اطمینان

(مأخذ: یافته‌های محقق)

همانطور که در نمودار (۲) مشاهده می‌شود در طبقه‌بندی C و D نتایج روش‌های مورد استفاده یکسان بوده و در کل استفاده از درخت تصمیم علاوه بر داشتن بالاترین میانگین در اطمینان از پیش‌بینی، در مقایسه‌های نقطه به نقطه نیز بهترین حالت در سه روش مورد استفاده را دارا می‌باشد.

## ۵. جمع‌بندی و پیشنهادها

۱. توانگری مالی با دقت قابل قبولی قابل پیش‌بینی هستند. درخت تصمیم‌گیری و شبکه عصبی این مهم را بهتر از سایر مدل‌های منفرد انجام می‌دهد. مدل مبتنی بر الگوریتم درخت تصمیم با دقت ۷۵٪ و الگوریتم شبکه عصبی با دقت ۶۷٪ توانگری مالی شرکت‌های بیمه را پیش‌بینی کند که این موضوع نتایج تحقیقات سند ستروم (۲۰۱۰) را تایید می‌کند و حتی در این الگوریتم‌ها برخی عوامل تاثیرگذار بر توانگری مالی نیز از شدت و درجه بسیار بالایی برخوردار هستند که توانگری مالی و نسبت گردش نقد و نسبت نقدینگی و بازده سرمایه نسبت به سایر عوامل تاثیر بسیار زیادی در تعیین این امر مهم دارد که این موضوع نتایج تحقیق رنباثو (۲۰۰۴) را تایید می‌کند.

۲. نکته قابل توجه دیگر که از تحلیل ماتریس اختلال قابل فهم است عملکرد صحیح مدل‌ها در پیش‌بینی طبقه توانگری مالی می‌باشد. به نظر می‌رسد که دقت بهتر مدل‌ها به ترتیب درخت تصمیم از بالاترین دقت و کمترین مقدار خطا برخوردار است همچنین متغیرهای تصمیم به خوبی متغیر هدف را تعریف می‌کنند و سپس با توجه به یکسان بودن اطلاعات شبکه عصبی دارای بیشترین دقت در پیش‌بینی می‌باشد. بدترین عملکرد نیز مربوط به مدل نایبویز می‌باشد.

۳. با توجه به این‌که مدل درخت تصمیم‌گیری از بالاترین دقت در میان مدل‌های بکاررفته در این پژوهش می‌باشد می‌توان این‌گونه اظهار نظر کرد که توانگری مالی در شرکت‌های بیمه از یک رفتار خطی مبتنی بر رفتار رده‌بندی برخوردار است. همچنین کلیه مدل‌ها از میان طبقه‌های چهارگانه توانگری مالی (A.B.C.D) طبقه A را بهتر از سایر طبقات پیش‌بینی کرده‌اند این موضوع بیانگر این می‌باشد که شناسایی طبقه A و

رفتار طبقه A برای مدل‌ها راحت‌تر از سایر طبقات (B.C.D) می‌باشد. به بیان دیگر طبقه A رفتار قابل پیش‌بینی‌تری نسبت به سایر طبقات دارد.

## ۶. پیشنهادهای کاربردی

۱) شرکت‌های بیمه‌ای در راستای تدوین اسناد بلند مدت خود و تبیین استراتژی‌های کوتاه مدت و بلند مدت از طبقه‌بندی چهارگانه ارائه شده در پژوهش حاضر استفاده نمایند ضمناً در بررسی توانگری مالی خود می‌توانند با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم که بهترین مدل برای پیش‌بینی توانگری را ارائه می‌دهد به بررسی توانگری مالی خود در تصمیمات آینده خود پردازند.

۲) شرکت‌های بیمه برای افزایش توانگری مالی خود باید برای افزایش نسبت جاری اقدام کنند اما افزایش بیش از حد این نسبت می‌تواند مبین این باشد که دارایی‌های جاری به خوبی استفاده نمی‌شوند و یا از منابع اعتباری کوتاه مدت کم استفاده می‌شود بنابراین به شرکت‌های بیمه توصیه می‌شود تا با کارشناسی‌های دقیق بازه‌ای معین را به عنوان بازه مطلوب برای نسبت جاری خود تعیین نمایند.

۳) از آنجا که افزایش نسبت مالکانه می‌تواند بر توانگری مالی شرکت‌های بیمه تاثیر مثبت داشته باشد به شرکت‌های بیمه توصیه می‌شود تا طیف فعالیت‌شان را از شرکت‌های اهرمی به سمت شرکت‌های سرمایه‌ای سوق دهند.

۴) با توجه به نتایج این مطالعه که حاکی از پیش‌بینی توانگری مالی شرکت‌های بیمه بر اساس متغیرهای مالی آن‌هاست به بیمه‌گذاران توصیه می‌شود به سطح توانگری مالی شرکت‌های بیمه که توسط بیمه مرکزی تأیید و اطلاع‌رسانی شده است به عنوان معیار اصلی انتخاب بیمه‌گر خود توجه کرده و در عین حال از توجه به سابقه فعالیت و گستره خدمات هر شرکت بیمه و نحوه رسیدگی و پرداخت خسارت در شرکت‌های بیمه غفلت نکنند.

نتایج این تحقیق برای کلیه سرمایه‌گذاران، تحلیل‌گران، مدیران شرکت‌های بیمه و سایر شرکت‌ها و همچنین پژوهشگران و مشتریان آگاه و علاقمند به اطلاعات بیمه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع

- ابراهیمی، عباس؛ ابوئی مهریزی، امیر، (۱۳۹۰)، کاربرد شبکه عصبی فازی انطباقی در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت ایران خودرو. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار ۷(۲)، صص ۱۸۷-۲۱۴.
- بختیارنصرآبادی، حسینعلی؛ نوراللهی، نیما، (۱۳۹۴)، اثربخشی تکنیک‌های داده‌کاوی در پیش‌بینی توانگری مالی شرکت‌های بیمه «حقیقت یا مجاز». دومین کنفرانس بین‌المللی ابزار و تکنیک‌های مدیریت، تهران، موسسه اطلاع‌رسانی نارکیش. صص ۲۵-۴۵.
- دقیقی اصلی، علیرضا؛ پرزادی، عیسی؛ طیار، شاهین، (۱۳۹۲)، اولویت‌بندی سیستم‌های مختلف نظارت بر توانگری شرکت‌های بیمه با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). پژوهشنامه بیمه، ۱۰۹(۱)، صص ۱-۳۱.
- راغفر، حسین؛ صفرزاده، اسمعیل؛ غفور بروجردی، مریم، (۱۳۹۷)، تأثیر تورم بر توانگری مالی شرکت‌های بیمه در ایران، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی. ۴۲(۲)، صص ۲۳-۴۷.
- سهرابی، بابک؛ ایرج، حمیده، (۱۳۹۴)، کتاب مدیریت کلان داده‌ها در بخش‌های خصوصی و عمومی. تهران: انتشارات سمت. صص ۸۷-۸۹.
- صفری، امیر؛ سرلک، نرگس؛ ربابه نصیری، (۱۳۹۴)، رابطه بین شاخص توانگری مالی و نسبت‌های مالی در موسسات بیمه ایران. کنفرانس بین‌المللی مدیریت، فرهنگ و توسعه اقتصادی، مشهد، موسسه تحقیقاتی رایمند پژوه. صص ۱۵-۳۶.
- عجم، سمیه، (۱۳۹۴)، بررسی توانگری مالی شرکت‌های بیمه تا رویکرد پذیرش ریسک‌های بزرگ، مطالعه موردی بیمه‌های پاسارگارد شهرستان شاهرود. اولین



- کنفرانس بین‌المللی مدیریت، اقتصاد، حسابداری و علوم تربیتی، ساری، شرکت علمی پژوهشی و مشاوره‌ای آینده ساز، دانشگاه پیام نور نکا، صص ۱۴-۳۱.
- قره‌خانی، محسن؛ ماجدی، زهرا، (۱۳۹۲)، محاسبه ضرایب ریسک دارایی در توانگری مالی موسسات بیمه با استفاده از ارزش در معرض خطر. فصلنامه پژوهشنامه بیمه، ۱۱۲(۴)، صص ۱۲۷-۱۵۴.
- ماجدی، زهرا؛ عزیزنصیری، سمیرا؛ نصیری، فاطمه، (۱۳۹۱)، معرفی مدل توانگری مالی ۲: استاندارد مدیریت در صنعت بیمه. همایش مدیریت ریسک در صنعت بیمه اسفند ماه. صص ۴-۱۴.
- مظلومی، نادر؛ باباجانی، جعفر؛ جعفری، رضا، (۱۳۹۸)، «تعیین سرمایه بهینه در شرکت‌های بیمه براساس مدل‌سازی داخلی نسبت توانگری مالی و روش هزینه‌فایده»، فصلنامه پژوهشنامه بیمه، ۱۳۳(۱)، صص ۱-۲۲.
- مطیعی، علی؛ اسماعیل‌زاده، علی؛ جهانشاد، آزیتا، (۱۳۹۶)، رابطه توانگری با متغیرهای مالی شرکت‌های بیمه. فصلنامه پژوهشنامه بیمه، بهار ۹۶، دوره ۳۲، شماره ۱ صص ۲۳-۴۲.
- نورالله، نیما؛ نصرآبادی، حسینعلی؛ بختیار، آسیه، (۱۳۹۴)، بررسی اثربخشی و کارایی متغیرهای سه‌گان پرتفوی بیمه شخص ثالث اجباری درمان و ضریب کل خسارت در پیش‌بینی توانگری مالی شرکت‌های بیمه. سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت و حسابداری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی. صص ۴۲-۶۶.
- نوراللهی، نیما؛ بختیار نصرآبادی، حسینعلی، (۱۳۹۴)، پیش‌بینی توانگری مالی شرکت‌های بیمه با متغیرهای عملکردی بازار محور با استفاده از تکنیک‌های درخت تصمیم‌گیری و شبکه عصبی، دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، تهران، انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه خوارزمی. صص ۱-۱۱.

- AbhijitSharma, Diara MdJadi, DamianWard, (2018), " Evaluating financial performance of insurance companies using rating transition matrices", *The Journal of Economic Asymmetries*, 18(e00102).
- Kramer Bert. (1997), "N.E.W.S.: A model for the evaluation of non-life insurance companies", *European Journal of OP Research*, 98(132),419-430.
- Kumar, M., & Thenmozhi, M. (2006), "Forecasting Stock index movement: A comparison of support vector machines and random forest", SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY: Social Science Research Network, January 24, 200-220
- Mousavi Shiri, M., Vaghfi, H., Ahangary, M., Kholousi, A, (2012), " Corporate Bankruptcy Prediction Using Data Mining Techniques: Evidence from Iran", *African Journal of Scientific Research*. 8(1).  
Available through: [http://www.journalsbank.com/ajsr\\_8\\_3.pdf](http://www.journalsbank.com/ajsr_8_3.pdf).  
[Accessed 25 October 2015].
- Tung, W.L., Quek, C., Cheng, P., (2004), "GenSo-EWS: A novel neural-fuzzy based early Warning system for predicting bank failures", *Neural Networks* 17, 567-587.
- Asanga, S., Asimit, A., Badescu, A. and Haberman, S., 2014. Portfolio De Wit, GW & Kastelijn, WM 1980, 'The solvency margin in non-life insurance companies', *Astin Bulletin*, no, 136-44.
- Sandström, A. (2006), "Solvency: Models, Assessment and Regulation", London, Chapman &Hall/CRC, 7-20.

## ملاحظات اخلاقی

### حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت کرده‌اند.

### تعارض منافع

بنابه اظهار نویسندگان، در این مقاله هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

### تعهد کپی‌رایت

طبق تعهد نویسندگان، حق کپی‌رایت (CC) رعایت شده است.

