

Presenting a model for predicting financial distress in Iran's business ecosystem using deep learning network

Ardalan Hamidi¹  | Samad Ayazi^{2✉}  | Arash naderian³  | Hossein Abbasian⁴ 

1. Department of Industrial Management (Financial Orientation), Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

E-mail: ardalan.hamidi2020@gmail.com

2. Department of Accounting, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran. (*Corresponding Author*). E-mail: ayazi@aliabadiu.ac.ir

3. Department of Accounting, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran. E-mail: a_naderian@aliabadiu.ac.ir

4. Department of Mathematics, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran. E-mail: abbasian@aliabadiu.ac.ir

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Article

Article history:

Received 10 January 2023

Received in revised form 27
January 2023

Accepted 10 February 2023

Published online 25 March 2023

Keywords:

Financial Distress;

Predict;

Deep learning,

Stock Exchange

Predicting the financial distress of companies is very important; Because the failure of the company brings many direct and indirect costs to the beneficiaries. Therefore, the use of financial data to predict the financial helplessness of companies has always been of interest to creditors, shareholders and financial analysts. Timely and correct assessment and prediction can help decision makers in finding the optimal solution and preventing financial helplessness. Until now, various models have been used to predict financial helplessness. The patterns used in this field are very useful in the decisions of financial market actors. It has always been tried to improve the accuracy of prediction and evaluation of these patterns by using more advanced methods. The statistical population of this research includes all companies admitted to the Tehran Stock Exchange. The statistical sample includes 54 financially helpless companies and 54 healthy companies between the years 1990 and 1400, and in order to categorize the companies into the two mentioned groups, the default of Article 141 of the Commercial Law was used. The results show that the designed model has the ability to predict the occurrence of a financial crisis in companies admitted to the stock exchange up to two years before its occurrence. Also, the obtained results confirm the improvement of the prediction of helpless companies by entering the efficiency score into the models, but this improvement is not very significant.

Cite this article: Hamidi, Ardalan., Ayazi, Samad., Naderian, Arash.,&Abbasian, Hossein. (2023). Identification and ranking of predicting variables of Financial Distress of companies listed in Tehran Stock Exchange using fuzzy approach. *Journal of Innovation Ecosystem*, 3 (2), 1-20.<http://doi.org/10.22111/innoeco.2024.46871.1078>

DOI: <http://doi.org/10.22111/innoeco.2025.50284.1150>



© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

ارائه مدلی برای پیش‌بینی درماندگی مالی در زیست‌بوم کسب و کار ایران با استفاده از شبکه یادگیری عمیق

اردلان حمیدی^۱ | صمد ایازی^۲ | آرش نادریان^۳ | حسین عباسیان^۴

۱. گروه مدیریت صنعتی (گرایش مالی) واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. رایانامه: ardalan.hamidi2020@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه حسابداری، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. رایانامه: ayazi@aliabadiu.ac.ir

۳. گروه حسابداری، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. رایانامه: a_naderian@aliabadiu.ac.ir

۴. گروه ریاضی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. رایانامه: abbasian@aliabadiu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۰</p> <p>تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۵/۲۸</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۱</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۱۱</p> <p>واژه‌های کلیدی: درماندگی مالی؛ پیش‌بینی؛ یادگیری عمیق؛ بورس اوراق بهادار</p>	<p>پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا شکست شرکت هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم بسیاری را برای ذینفعان به همراه دارد. از این رو استفاده از داده‌های مالی برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها همیشه مورد توجه اعتباردهندگان، سهام داران و تحلیلگران مالی بوده است. ارزیابی و پیش‌بینی به موقع و صحیح می‌تواند تصمیم‌گیرندگان را در یافتن راه حل بهینه و پیشگیری از درماندگی مالی باری کند. تاکنون از الگوهای گوناگونی برای پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده شده است. الگوهای به کار گرفته شده در این زمینه کاربرد بسیار زیادی در تصمیم‌های فعالان بازار مالی دارد. همواره سعی شده است تا دقت پیش‌بینی و ارزیابی این الگوها با استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر بهبود پیدا کند. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. نمونه آماری شامل ۵۴ شرکت درمانده مالی و ۵۴ شرکت سالم طی سالهای ۹۰ تا ۱۴۰۰ می‌باشد که به منظور دسته‌بندی شرکتها به دو گروه مذکور، از پیش فرض ماده ۱۴۱ قانون تجارت استفاده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که الگوی طراحی شده مبتنی بر قابلیت پیش‌بینی وقوع بحران مالی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را تا دو سال قبل از وقوع آن دارد. همچنین نتایج به دست آمده بهبود پیش‌بینی شرکت‌های درمانده را با ورود امتیاز کارایی به مدلها تأیید می‌کند، اما این بهبود چندان چشم‌گیری نیست.</p>

استناد: حمیدی، اردلان؛ ایازی، صمد؛ نادریان، آرش و عباسیان، حسین (۱۴۰۲). شناسایی و رتبه‌بندی متغیرهای پیش‌بینی

درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد فازی. زیست‌بوم نوآوری، ۳ (۲)، ۱۸-۱.

<http://doi.org/10.22111/inneco.2024.46871.1078>



© نویسندگان. ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

۱- مقدمه

در ادبیات مالی تعاریف مختلفی از درماندگی مالی ارائه شده است. در یکی از مطالعات آکادمیک روی پریشانی مالی، آن را به عنوان کاهش قدرت سودآوری شرکت تعریف کرده‌اند که احتمال عدم توانایی باز پرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد. ویتاکر (۱۹۹۹) درماندگی مالی را وضعیتی در نظر می‌گیرد که در آن جریانهای نقدی شرکت از مجموع هزینه‌های بهره مربوط به بدهی‌های بلند مدت کمتر است. در حوزه مالی، یک شرکت زمانی درمانده مالی تلقی می‌شود که در ایفای تعهدات به اعتباردهندگان، دچار مشکل شود. بدهی‌های یک شرکت ممکن است برای تأمین مالی عملیات آن استفاده شود، اما با این کار بیشتر در معرض خطر تجربه درماندگی مالی قرار می‌گیرد (کردستانی و همکاران، ۱۳۹۳). در واقع درماندگی مالی وضعیتی است که شرکت‌ها برای برآوردن تعهدهای مالی، جریان نقد کافی در اختیار ندارند (اوتچوا، ۲۰۰۷). ورشکستگی در اصطلاحات تجارت به معنای شرایطی است که بدهی بنگاه بیش از دارایی آن باشد و از پرداخت دیون خود ناتوان شود. قانون‌گذار در ماده ۴۱۲ قانون تجارت در تعریف ورشکستگی می‌گوید که ورشکستگی در نتیجه توقف از تأدیه وجوهی که بر عهده تاجر است، حاصل می‌شود. یعنی به محض اینکه تاجر یا شرکت تجاری قادر به پرداخت دیون خود نبود، ورشکسته می‌شود. البته ممکن است تاجر اموالی بیش از دیون خود داشته باشد ولی فعلاً نتواند دیون خود را بپردازد (قانون تجارت جمهوری اسلامی ایران، ماده ۴۱۲). ممکن است آشفتگی مالی شرکتها موقتی باشد اما در صورتیکه وضعیت مالی شرکت بهبود نیابد ممکن است به ورشکستگی شرکت منجر شود. آشفتگی مالی هم برای اعتباردهندگان و هم برای سهامداران هزینه‌بر است، زیرا زمانی که شرکت دچار آشفتگی مالی شود به صورت بالقوه این ریسک وجود دارد که تمام سرمایه سهامداران از بین برود. با وجود اینکه در زمان ورشکستگی شرکتها، پس از پرداخت بدهیها به اعتباردهندگان، سهامداران می‌توانند سهم خود از شرکت را دریافت کنند (سان و لی، ۲۰۰۹). تداوم فعالیت و درماندگی مالی شرکتها، دو روی یک سکه‌اند و سهامداران، قیمت سهام را تحت تأثیر این دو احتمال برآورد می‌کنند، به طوری که اگر شرکت در معرض ورشکستگی باشد قیمت سهام آن با کاهش مواجه می‌شود و اگر های تداوم فعالیت آن دیده شود، قیمت سهام آن افزایش می‌یابد (مرادزاده فرد و همکاران، ۱۳۹۱). درماندگی مالی شرکتها، منجر به هدر رفتن منابع و عدم بهره‌گیری از فرصت‌های سرمایه‌گذاری می‌شود. زمانی که شرکتی دچار درماندگی مالی می‌شود، انتظار می‌رود با یکی از این دو تضاد احتمالی مواجه شود، کمبود وجه نقد در بخش دارایی‌های ترازنامه و یا تورم بدهی‌ها در سمت چپ ترازنامه. بیشتر شرکت‌های ایرانی به علت موقعیت تورمی که موجود است، ترجیح می‌دهند تا وجه نقد خود را به دارایی‌های دیگر تبدیل کنند هرچند این پدیده، سپر مقاومت در برابر تورم تلقی می‌شود، لیکن اثر ثانویه آن این است که شرکت‌ها در سررسید بدهی‌ها درمانده شده و به اعتبار سازمان لطمه وارد می‌شود، بنابراین وجه نقد از منابع مهم و حیاتی هر واحد اقتصادی است. تجربه نشان داده است که اغلب شرکت‌هایی که با درماندگی مالی و ورشکستگی مواجه شده‌اند همواره از سوء مدیریت سرمایه در گردش و نیز مهمتر از آن ضعف در کنترل وجه نقد رنج می‌برده‌اند (سرکانی و همکاران، ۱۳۹۲). وجه نقد کافی می‌تواند مشکل سرمایه‌گذاری ناکافی را تسکین داده و احتمال تحمل هزینه‌های درماندگی مالی را هنگامی که شرکت‌ها نمی‌توانند وجوه نقد کافی برای ایفای تعهدات بدهی خود فراهم آورند را کاهش دهد (فالکندر و وانگ، ۲۰۰۶). گارسیا و همکارانش (۲۰۰۹) معتقدند با افزایش بدهی‌ها و احتمال رخداد بحران‌های مالی، موجودی نقد نگهداری شده شرکت‌ها افزایش می‌یابد. در همین رابطه باتز،

کاهل و استالز (۲۰۰۹) نیز اذعان داشتند افزایش وجوه نقد نگهداری شده در شرکت‌ها، بیش از هر چیز به با انگیزه‌های احتیاطی مدیران برای مواجهه با رویدادها و وضعیت‌های نامطمئن در آینده ارتباط دارد. همچنین نتایج تحقیقات افلاطونی (۱۳۹۴) نیز نشان داد با افزایش ریسک ورشکستگی، مانده وجه نقد نگهداری شده در شرکت‌ها افزایش می‌یابد (افلاطونی، ۱۳۹۴). هر چقدر اندازه شرکت بزرگ و نقدینگی شرکت زیاد باشد از احتمال درماندگی مالی کاسته می‌شود و برعکس هر چقدر شرکت با کمبود وجه نقد مواجه باشد، احتمال ریسک درماندگی مالی برای آن شرکت بیشتر می‌شود و ممکن است شرکت ورشکسته شود (ملایی و همکاران، ۱۳۹۵). ساختار مالکیت نیز از دیگر عواملی است که تاثیرگذاری معناداری بر درماندگی مالی شرکت‌ها دارد. بطوری که شرکت‌هایی که دارای مالکیت خصوصی و خانوادگی هستند از درماندگی مالی کمتری برخوردارند (تالیو و همکاران، ۲۰۱۵). عدم شناخت بازار از میان عوامل ورشکستگی شرکت‌ها یکی از مهمترین عوامل ورشکستگی است. این موضوع بدین معنی است که برای مقابله با ورشکستگی، شناخت بازار امری بسیار حیاتی است. بالا بودن نسبت کل بدهی به کل دارایی‌ها نیز از عوامل دیگر ورشکستگی شرکت‌ها است. این نسبت بیان‌کننده این مطلب است که مدیران برای هزینه‌های جاری، نباید از حساب بدهی (گرفتن وام، استقراض و فروش اوراق بهادار) استفاده کنند، این امر باعث افزایش نسبت بدهی به کل دارایی‌ها می‌شود و زمانی استقراض، شرکت را با بحران مالی مواجه نمی‌کند که از آن برای دارایی‌ها و هزینه‌های سرمایه‌ای استفاده شود (خواجهی و همکاران، ۱۳۹۲). اهرم مالی به عنوان عامل مشخص‌کننده توانایی مالی شرکت معرفی شده است و اعتقاد بر این است که اهرم مالی، درجه درماندگی مالی و ریسک شرکت را افزایش می‌دهد. پژوهش‌های زیادی نیز اهرم مالی شرکت را به عنوان متغیر نشانگر ریسک شرکت یا هزینه‌های مربوط به ساختار سرمایه، مورد استفاده قرار داده‌اند. مطالعات گوناگون انجام شده، تأثیر اهرم مالی بر عملکرد شرکت را منفی ارزیابی نموده‌اند که نشان می‌دهد اهرم مالی شرکت‌ها، ریسک آنها را افزایش می‌دهد (پارک و لی، ۲۰۰۹). عامل مهم دیگر نیز که بر ورشکستگی شرکت‌ها تاثیرات قابل توجهی دارد، خصوصیات مدیران است. منظور از خصوصیت مدیران، تجربه، تخصص، سن، توانایی و ابتکار است. برای جلوگیری ضعف ناشی از خصوصیت مدیران، آن‌ها می‌توانند به صورت دوره‌ای در کلاسهای آموزشی شرکت کنند و یا اینکه از نظر مشاوران با تجربه در خصوص تصمیم‌گیری‌های حیاتی و مهم استفاده کنند (خواجهی و همکاران، ۱۳۹۲). تعیین دلیل و یا دلایل دقیق ورشکستگی و مشکلات مالی در هر مورد خاص کار آسانی نیست. در اغلب موارد دلایل متعددی با هم منجر به پدیده ورشکستگی می‌شوند. ورشکستگی زمانی رخ می‌دهد که شرکت زیان‌های دائمی و جدی داشته و توانایی بازپرداخت بدهی‌هایی را که فراتر از دارایی‌های آن است، نداشته باشد (عرب مازار و همکاران، ۱۳۸۷). ورشکستگی پدیده‌ای است که هیچ یک از استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی انتظار آن را ندارند، ولی همواره نگران آن هستند. لذا پژوهشگران بسیاری به پیش‌بینی وضعیت مالی و ورشکستگی با استفاده از متغیرهای متعدد و روش‌های گوناگون پرداخته‌اند. با پیش‌بینی بحرانهای مالی، شرکت‌ها می‌توانند برنامه‌ریزی لازم را جهت جلوگیری از ورشکستگی انجام دهند، لذا یافتن روش‌هایی برای پیش‌بینی بحران مالی که قبل از ورشکستگی اتفاق می‌افتد بسیار حائز اهمیت می‌باشد (پورحیدری و همکاران، ۱۳۸۹). یادگیری عمیق یکی از اشکال تخصصی یادگیری ماشین است. در یادگیری ماشین، فرایند گردش کار با ویژگی مربوط به خود، یعنی استخراج از تصاویر به شکل دستی، آغاز می‌شود. سپس از این ویژگی‌ها برای ایجاد مدلی استفاده می‌شود که قادر است اشیا و وسایل موجود در تصاویر را طبقه‌بندی کند. اما در سیستم یادگیری عمیق، با یک گردش کار،

ویژگی‌های مربوط به صورت خودکار از تصاویر استخراج می‌شود. علاوه بر این، در الگوریتم یادگیری عمیق، جایی که به یک شبکه داده‌های خام داده شود، وظیفه طبقه‌بندی داده‌ها را نیز به صورت خودکار یاد می‌گیرد و انجام می‌دهد. تفاوت دیگر، در زمینه مقیاس الگوریتم یادگیری عمیق با داده‌ها است. یادگیری ماشینی همگرا است. این نوع یادگیری به روش‌هایی اشاره می‌کند که هنگام افزودن اطلاعات، سطح معینی از عملکرد را به وجود می‌آورد. یکی از ویژگی‌های مثبت الگوریتم یادگیری عمیق این است که با افزایش اندازه، داده‌ها به پیشرفت خود ادامه می‌دهند. در یادگیری ماشین، شما برای مرتب کردن تصاویر، نوعی طبقه‌بندی را به همراه ویژگی‌های آن به صورت دستی انتخاب می‌کنید. اما در سیستم یادگیری عمیق، مراحل مدل‌سازی و همچنین استخراج ویژگی‌ها به شکل خودکار انجام می‌شود.

۲- مبانی نظری

به موازات کاربرد انواع روش‌های مختلف برای پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی، پژوهش‌گران حوزه یادگیری ماشینی نیز با استفاده از الگوریتم‌های متنوع موجود در این بخش سعی در پیش‌بینی قیمت داشته‌اند. یادگیری ماشینی به مفهوم مطالعه الگوریتم‌های کامپیوتری است که براساس تجربه می‌آموزد و پیشرفت می‌کند (میشل^۱، ۱۹۹۷). این دانش زمینه‌ی پژوهشی به‌نسبت جدیدی از هوش مصنوعی است که در گستره‌ی وسیعی از علوم مختلف اعم از کنترل ربات، تشخیص چهره و گفتار، شناسایی متن، پردازش داده‌های اینترنتی، داده‌کاوی و پیش‌بینی سری‌های زمانی کاربرد فراوان دارد. پژوهش‌گران مالی نیز از روش‌های متعددی در حوزه یادگیری ماشینی نظیر محاسبات تکاملی^۱ (ECs)، الگوسازی عامل بنیان و شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای بررسی داده‌های سری زمانی استفاده کرده‌اند (سزار و همکاران، ۲۰۲۰).

یادگیری عمیق، گونه‌ای از شبکه‌های عصبی مصنوعی است که شامل چندین لایه پردازش اطلاعات است که به الگوریتم توانایی بیشترین همگامی را با داده‌ها می‌دهد. مهم‌ترین مزیت الگوریتم‌های یادگیری عمیق نسبت به روش سنتی شبکه‌ی عصبی، استخراج خودکار ویژگی‌های مناسب از ورودی‌های خام است که از آن برای روند یادگیری الگو استفاده می‌شود. مطالعات انجام‌شده در حوزه یادگیری عمیق نشان می‌دهد که در آنها از الگوریتم‌های یادگیری عمیق استفاده شده است، براساس نوع خروجی موردانتظار اغلب به دو دسته‌ی اصلی تقسیم می‌شود که یکی پژوهش‌هایی است که با هدف پیش‌بینی قیمت سهام (چانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ چن و همکاران، ۲۰۱۵؛ دزسی و نیستور، ۲۰۱۶)^۲ و دیگری با هدف پیش‌بینی روند قیمت (صعودی، نزولی یا خنثی) انجام شده است (داس و همکاران، ۲۰۱۸، ژوو همکاران، ۲۰۱۹)^۳.

در پژوهش‌های مرتبط با هدف پیش‌بینی قیمت سهام، از روش‌های متنوعی در حوزه یادگیری عمیق استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به الگوریتم شبکه‌ی عصبی مکرر یا بازگشتی (لی و یو^۴، ۲۰۲۰)، حافظه‌ی کوتاه‌مدت ماندگار (LSTM) و شبکه‌ی عصبی پیچشی (CNN) اشاره کرد که در این میان پژوهش‌گران به الگوریتم‌های

^۱. Mitchell

^۲. Chong and et al., 2017; Chen and et al., 2015; Dezsi & Nistor, 2016

^۳. Das and et al., 2018; Zhou and et al., 2019

^۴. Lee & Yoo

LSTM و CNN به دلیل دارا بودن برخی ویژگی‌ها بیشتر از بقیه‌ی روش‌ها توجه کرده‌اند؛ برای مثال، گائو و همکاران (۲۰۲۰) مقایسه‌ی قدرت انواع الگوریتم‌های LSTM، MLP و CNN را در خصوص پیش‌بینی شاخص‌های S&P500 و Nikkei225 در افق زمانی یک‌روزه بررسی کرده‌اند؛ آن‌ها از متغیرهای ورودی شاخص‌های تکنیکال، داده‌های قیمتی و شاخص‌های کلان اقتصادی برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند. در نهایت با استفاده از خطای RMSE بهترین عملکرد به ترتیب الگوریتم‌های CNN، LSTM و MLP بوده است. دیپرسیو و هانچر (۲۰۱۶) نیز با استفاده از الگوریتم‌های CNN، LSTM و MLP، داده‌های تاریخی قیمت پایانی شاخص S&P500 را بررسی کرده‌اند که نتایج حکایت از عملکرد بهتر الگوریتم CNN داشته است. در جدول (۱) برخی از پژوهش‌های انجام‌شده با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق آورده شده است.

جدول (۱): پیشینه تجربی تحقیق

محققین	جامعه‌ی آماری	دوره‌ی زمانی مورد بررسی	داده‌های مورد استفاده	قالب زمانی	افق زمانی پیش‌بینی	الگوریتم مورد استفاده
ژو و همکاران (۲۰۱۸)	۴۲ شرکت در SSE	۲۰۱۶	داده‌های قیمتی، شاخص‌های تکنیکال	۲۴۲ دقیقه	یک دقیقه	CNN LSTM,
هیرانشاو همکاران (۲۰۱۸)	۵ شرکت در NSE	۱۹۹۷-۲۰۱۶	داده‌های قیمتی، گردش مالی، تعداد دفعات معاملات	۲۰۰ روز	یک الی ده روز	LSTM, RNN, CNN, MLP
لی و یو (۲۰۲۰)	۱۰ شرکت در S&P500	۱۹۹۷-۲۰۱۶	داده‌های قیمتی	۳۶ دقیقه	یک دقیقه	RNN, LSTM, GRU
حسین زاده و هراتی‌زاده (۲۰۱۹)	۵ شاخص بازار سهام آمریکا	۲۰۱۰-۲۰۱۷	داده‌های قیمتی، شاخص‌های تکنیکال، قیمت طلا و نفت	-	یک روز	CNN
لئو و همکاران (۲۰۱۷)	بازار سهام چین	۲۰۰۷-۲۰۱۷	داده‌های قیمتی	۳۰ روز	یک الی پنج روز	CNN, LSTM
خارو و همکاران (۲۰۱۷)	۱۰ شرکت در NYSE	۲۰۱۷	داده‌های قیمتی، شاخص‌های تکنیکال	بیست دقیقه	یک دقیقه	LSTM, MLP
گوندوز و همکاران (۲۰۱۷)	۱۰۰ شرکت در بازار سهام استانبول	۲۰۱۱-۲۰۱۵	داده‌های قیمتی، شاخص‌های تکنیکال	۱۰ روز	یک روز	CNN

در بخش داخلی، مطالعات انگشت‌شماری در حوزه‌ی کاربرد معماری‌های مختلف یادگیری عمیق در مباحث مالی انجام شده است. از جمله پژوهش شوشتریان و همکاران (۱۳۹۷) که سعی در پیش‌بینی قیمت فلزات گران‌بها با استفاده از دو روش LSTM و RNN داشتند؛ نتایج پژوهش حاکی از برتری روش RNN است. علاوه بر این، دامی و خدابخش (۱۳۹۷) با استفاده از بازنمایی‌های عددی و متنی با روش LSTM اثرات زمانی وقایع گذشته را بر قیمت‌های موجود بررسی کرده‌اند.

روش شبکه‌ی عصبی پیچشی (CNN) یک شبکه‌ی عصبی مصنوعی (ANN) پیش‌خور محسوب می‌شود که ورودی‌های آن به‌صورت ماتریس دوبعدی است و برخلاف یک شبکه‌ی عصبی دارای اتصال کامل مانند MLP، موقعیت داده‌ها در بردار ورودی (یا ماتریس) حائز اهمیت است (سزار و اوزبای اوغلو^۱، ۲۰۱۸). به دلیل ویژگی تحلیل ماتریسی شبکه‌ی کانولوشنی یا پیچشی، این روش کاربرد وسیعی در حوزه‌های گوناگون اعم از تشخیص تصویر، فیلم، پردازش زبان طبیعی و سیستم‌های خبره دارد. یکی از زمینه‌هایی که به‌تازگی مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است، تحلیل سری‌های زمانی مانند قیمت سهام با استفاده از این روش نوین است. در معماری CNN از لایه‌های مختلفی استفاده می‌شود که به‌ترتیب عبارت است از: پیچشی، ادغام، حذف تصادفی و تمام متصل: در رابطه با عملکرد CNN به‌طور خلاصه می‌توان گفت در سطح اول، لایه‌ی پیچشی قرار دارد که ورودی آن یک آرایه از اعداد است؛ در این لایه با استفاده از فیلترهای متنوع ویژگی‌های جدیدی از ماتریس استخراج می‌شود. شایان ذکر است فیلترها نیز خود آرایه‌ای از وزن‌ها هستند که در حین مراحل آموزش به‌روز می‌شوند و به‌دنبال آن عملیات ادغام انجام می‌شود که در آن وظیفه‌ی کاهش ابعاد و تعداد پارامترهای شبکه را انجام می‌شود. (سزار و همکاران، ۲۰۲۰). شبکه‌های عصبی عمیق اغلب در معرض بیش‌برازش هستند؛ چون تعداد لایه‌های اضافه‌شده این امکان را ایجاد می‌کند که وابستگی‌های نایاب در داده‌های آموزشی حساب شود. با استفاده از روش حذف تصادفی می‌توان به از بین بردن بیش‌برازش کمک کرد؛ در این شیوه درصد مشخصی از واحدها به‌صورت تصادفی از لایه‌های مخفی حذف می‌شود. این کار به از بین بردن وابستگی‌های نادر در داده‌های آموزشی کمک می‌کند (پورذاکر اربانی و ابراهیم‌پور، ۲۰۱۹). خروجی این لایه بعد از تبدیل به بردار یک‌بعدی به لایه‌ی شبکه اتصال کامل ارسال و در آن از الگوریتم‌های رایج شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود. عملکرد لایه‌ی پیچشی در فرمول زیر نشان داده شده است.

۳- روش تحقیق

از نظر هدف، این پژوهش از نوع تحقیقات کاربردی است، از آن جهت که نتایج آن توسط حساب‌رسان جهت بررسی تداوم فعالیت، سرمایه‌گذاران جهت تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری، اعتباردهندگان جهت اعطای اعتبار به بنگاه‌های اقتصادی، و سایر افراد قابل استفاده است. از نظر روش و ماهیت نیز از نوع تحقیقات همبستگی می‌باشد. در تحقیق همبستگی هدف اصلی آن است که مشخص شود آیا رابطه‌ای بین دو یا چند متغیر وجود دارد و اگر این رابطه وجود دارد اندازه و حد آن چقدر است؟ هدف از مطالعه همبستگی می‌تواند برقراری یک رابطه یا نبود آن و به کار گیر در انجام پیش‌بینی‌ها باشد. این پژوهش در مرحله اول (دلفی)، دارای دو جامعه آماری است: جامعه اول مرتبط با خبرگان و متخصصین بودند. این جامعه به دو گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول خبرگان دانشگاهی در زمینه بازار سرمایه می‌باشند. منظور از خبرگان دانشگاهی، اساتید دانشگاه و هم‌چنین دانشجویان مقطع دکتری هستند که بر موضوع موردنظر تسلط داشته و از نظر پژوهشی مطالعات مشابه داشته‌اند. گروه دوم خبرگان و فعالان بازار سرمایه بودند. افرادی که دارای سابقه کاری، تحصیلات دانشگاهی و پست مدیریتی در شرکت‌ها و یا سازمان‌های مرتبط با این شرکت‌ها داشتند بودند. برای دستیابی به این امر پرسشنامه دلفی فازی بین این گروه‌ها توزیع شد. برای انتخاب

^۱. Sezer & Ozbayoglu

نمونه از روش نمونه‌گیری قضاوتی هدف‌دار استفاده شد. از این‌رو در گام دلفی فازی ۱۰ خبره دانشگاهی و صنعتی همکاری داشتند. در جدول زیر مشخصات افراد ارائه شده است.

جدول (۲): افراد مورد استفاده در فرآیند تحقیق

ردیف	نام و نام خانوادگی	تحصیلات	سمت	بخش دلفی
۱	دکتر شهاب‌الدین شمس	دکترای مدیریت مالی	مدیر عامل تأمین سرمایه مسکن	بله
۲	دکتر محمود رضایی	دکترای مدیریت بازرگانی	مشاور شرکت‌های بورسی	بله
۳	دکتر علی موحد	دکتری مدیریت بازرگانی	مدیر مالی شرکت بورسی	بله
۴	دکتر حبیب سامانی	دکتری اقتصاد	هیئت علمی دانشگاه مشاور شرکت بورسی	بله
۵	دکتر صادق جوکار	دکترای مدیریت	مدیر فروش در شرکت بورسی	بله
۶	خانم مهسا الوندان	دانشجوی دکترا مدیریت بازرگانی	مدیر مالی شرکت بورسی	بله
۷	آقای علی شاه‌حسینی	دانشجوی دکترا مدیریت	مدیر بازاریابی و فروش بورسی	بله
۸	آقای ابوالفضل برزگر	کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی	مدیر شرکت بورسی	بله
۹	آقای رضا جاودان	کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی	مدیر شرکت بورسی	بله
۱۰	آقای خیرالله کردی	کارشناسی ارشد بازرگانی	مدیر شرکت بورسی	بله

در جدول زیر اطلاعات جمعیت شناختی خبرگان این تحقیق نمایش داده شده است.

جدول (۳): ویژگی‌های جمعیت شناختی

متغیر	صفات	فراوانی
سن	زیر ۳۵	۳
	بین ۳۶ تا ۴۵ سال	۴
	بین ۴۶ تا ۵۵ سال	۲
	۵۶ سال و بالاتر	۱
	کارشناسی ارشد	۳
	دانشجوی دکتری	۳

تحصیلات	دکتری	۴
سابقه حضور در صنعت	۱ تا ۵ سال	۲
	۶ تا ۱۰ سال	۵
	۱۱ تا ۱۵ سال	۳

و در مرحله دوم، یعنی آزمون مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی، جامعه‌ی آماری کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. در این پژوهش برای برازش الگوهای پیش‌بینی درماندگی مالی نیاز به اطلاعات دو گروه شرکت‌های دارای بحران مالی و شرکت‌های فاقد بحران مالی وجود داشت. برای انتخاب نمونه‌ی مورد نظر ابتدا شرایط زیر لحاظ شده است:

۱- شرکت‌ها تولیدی باشند.

۲- قبل از سال ۹۱ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند.

۳- سال مالی آنها به ۱۲/۲۹ ختم شود.

۴- در مورد گروه شرکت‌های ناسالم: حداقل یک بار در دوره‌ی مورد بررسی مشمول ماده ۱۴۱ شده باشند.

۵- اطلاعات آنها در دسترس باشد.

۶- جزو شرکت‌های سرمایه‌گذاری (هلدینگ) نباشد.

با رعایت شرایط فوق، نمونه‌گیری به صورت هدفمند و سیستماتیک شامل ۵۴ شرکت دارای بحران مالی و ۵۴ شرکت دارای عدم درماندگی مالی (در مجموع ۱۰۸ شرکت) گردیده است.

به منظور دسته‌بندی شرکت‌ها به دو گروه درمانده مالی و عدم درماندگی مالی از پیش‌فرض ماده ۱۴۱ قانون تجارت به عنوان ملاک طبقه‌بندی استفاده گردیده است. اگرچه در تحقیقات مرتبط قبلی در ایران مشمول ماده ۱۴۱ بودن به عنوان معیار ورشکستگی در نظر گرفته شده بود، اما با توجه به اینکه شرکت‌های مشمول این ماده لزوماً اعلام انحلال و ورشکستگی نمی‌کنند، در این تحقیق به چنین شرکت‌های درمانده مالی اطلاق می‌شود. مراحل اصلی اجرای این تحقیق به شرح زیر است.

برای انتخاب شرکت‌های درمانده، از بین شرکت‌های تولیدی، کلیه شرکت‌هایی که در فاصله‌ی زمانی سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ حداقل برای یک بار مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده‌اند (ملاک وقوع درماندگی مالی در این تحقیق) انتخاب گردیدند که تعداد آنها ۵۲ شرکت بود. سال وقوع درماندگی به عنوان سال مینا (t) در نظر گرفته شده. پس از تعیین ۵۲ شرکت درمانده، برای هر یک از این شرکت‌ها، یک شرکت به عنوان زوج سالم انتخاب شد. برای انتخاب زوج سالم هر شرکت درمانده سه شرط در نظر گرفته شد: اول اینکه تولیدی باشد. دوم اینکه اطلاعات مالی آن در دوره مورد بررسی نمونه درمانده مربوط موجود باشد و سوم اینکه از نظر اندازه با نمونه درمانده مربوط (در سال وقوع درماندگی مالی) تطابق داشته باشد. ملاک و معیار نشان دهنده اندازه شرکت‌ها نیز جمع کل دارایی‌ها در نظر گرفته شد. با توجه به مقدور نبودن انتخاب شرکت‌های سالم و درمانده با جمع کل دارایی‌های تقریباً برابر از صنایع مشابه، تطابق شرکت‌های درمانده و سالم از نظر نوع صنعت صورت نگرفته است. به این ترتیب ۵۲ زوج سالم انتخاب گردید.

۴- تجزیه و تحلیل نتایج مقایسه مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی

تحقیق را می‌توان تجزیه و تحلیل مشاهدات ثبت شده از یک، فرآیند سیستماتیک و کنترل شده که به پرورداندن قوانین کلی، اصول، نظریه‌ها و همچنین به پیش‌بینی یا احتمالاً کنترل نهایی رویدادها منتج شود تعبیر کرد (جان بست). تعیین تکنیک آماری مورد استفاده تا حد زیادی به اهداف تحقیق، مقیاس و سطوح سنجش مشاهدات، طبیعت داده‌ها و حجم نمونه مرتبط دانست. تحلیل آماری فرضیات پژوهشی هدف تهیه و تنظیم این قسمت می‌باشد. مطالب ارائه شده در این قسمت به تفکیک فرضیات پژوهشی ارائه می‌گردد و در هر یک استفاده از تکنیک رگرسیون لجستیک در دستور کار قرار می‌گیرد.

در این تحقیق از مدل رگرسیون لجستیک برای برازش مدل‌های مورد بررسی اهلسون، زیمسکی، آلمن و... بهره خواهیم برد در این بررسی متغیر پاسخ وضعیت شرکت (درمانده مالی، غیر درمانده مالی) یک متغیر دو حالتی می‌باشد به همین دلیل مدل رگرسیون لجستیک مبنای عمل قرار داده شده است. برای ورود متغیرها به مدل از شیوه ورود ENTER بهره برده شده است. در این تحقیق مسئله مورد بحث، مقایسه موفقیت مدل‌های (۱) تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، (۲) اسپرین گیت، (۳) آلمن، (۴) اهلسون، (۵) زیمسکی (۶) شیراتا، (۷) اسپرین گیت با امتیاز کارایی، (۸) آلمن با امتیاز کارایی، (۹) اهلسون با امتیاز کارایی، (۱۰) زیمسکی با امتیاز کارایی و (۱۱) شیراتا با امتیاز کارایی

از نظر دقت برازش می‌باشد، با توجه به اینکه هر یک از مدل‌های مذکور در قالب یک مدل رگرسیون طرح شده‌اند لذا از نقطه نظر عملیاتی (آماری) این بررسی بدین گونه صورت می‌پذیرد که کدام مدل رگرسیون برازش داده شده توانا تر می‌باشد (مدل رگرسیون توانا تر دارای قابلیت تخمین، پیش‌بینی و برآورد دقیق‌تر می‌باشد) تشخیص مدل رگرسیون توانا بر اساس معیارهای نیکویی برازش "2 Log likelihood" (لگاریتم درست‌نمایی) و "درصد پیش‌بینی صحیح مدل رگرسیون لجستیک در خصوص ورشکستگی در شرکت‌های مورد بررسی" صورت می‌پذیرد اساساً یک مدل رگرسیون که آماره $-2 \text{ Log likelihood}$ کوچک‌تر باشد در تخمین موفق‌تر عمل می‌نماید برای درک روشن از دومین معیار تشخیص مدل رگرسیون توانا تر به ارائه اندکی توضیح در ذیل می‌پردازیم:

بدیهی است که مدل رگرسیون لجستیک نهایتاً منجر به ارائه دو پیش‌بینی می‌گردد ۱- درماندگی مالی ۲- عدم درماندگی مالی وضعیتی را فرض نمائید که ما مفروضات مدل‌های اهلسون یا زیمسکی و اسپرینگت (مقادیر متغیرهای مورد نیاز هر یک از این مدل‌ها را در خصوص هر شرکت) را در هر یک از مدل‌های رگرسیون محاسبه شده قرار دهیم به خاطر داشته باشید که با وضعیت شرکت‌های مورد بحث (ورشکستگی یا عدم ورشکستگی) اطلاع داریم بنا براین ما دارای یک برآورد مدل از وضعیت شرکت هستیم در حالیکه از وضعیت حقیقی آن شرکت اطلاع داریم بنابراین مجموعه حالات مورد انتظار عبارتند از:

الف - بررسی مقایسه‌ای میانگین شاخص کارایی در میان شرکتهای درمانده مالی و عدم درماندگی مالی در جدول زیر آماره‌های توصیفی در خصوص متغیر کارایی به تفکیک شرکتهای درمانده مالی و عدم درماندگی مالی ارائه شده است:

جدول شماره (۶): آماره‌های توصیفی در خصوص متغیر کارایی

Std. Error Mean	Std. Deviation	Mean	N		
.02863	.29196	.4658	104	عدم درماندگی مالی	X5
.02992	.30509	.2826	104	درمانده مالی	

در جدول Independent Samples Test آماره آزمون t برای مقایسه امتیازات هر یک از مؤلفه‌های مورد بررسی در میان دو گروه مورد بررسی، ارائه شده است همچنین فرض همسانی واریانسها (پراکنش مشاهدات حول معیار گرایش به مرکز) مورد بحث قرار گرفته است.

جدول شماره (۷): بررسی مقایسه‌ای میانگین شاخص کارایی در دو گروه شرکتهای سالم و درمانده

t-test for Equality of Means						Levene's Test for Equality of Variances				
95% Confidence Interval of the Difference		Std. Error Difference	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Df	T	Sig.	F		
Upper	Lower									
.26483	.10156	.04141	.18320	.000	206	4.424	.922	.010	Equal variances assumed	X5
.26483	.10156	.04141	.18320	.000	205.603	4.424			Equal variances not assumed	

فرض آماری آزمون عبارت است از:

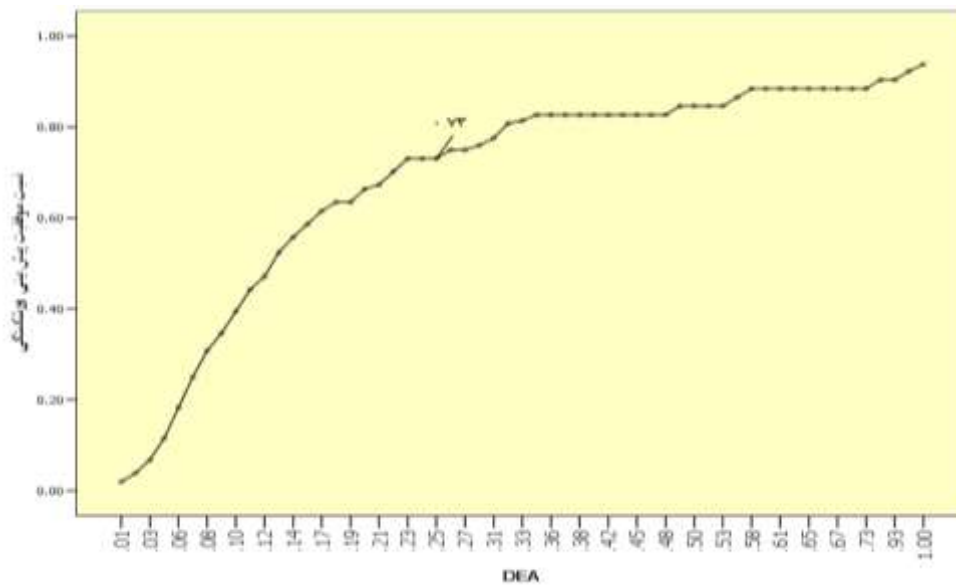
$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

- رد فرض H_0 در سطح معنادار 05. ($\text{sig} < 0.05$) نشانگر آنست که میان میانگین امتیازات محاسبه شده در خصوص شاخص کارایی در شرکتهای عدم درماندگی مالی به طور معنادار بزرگ‌تر می‌باشد.

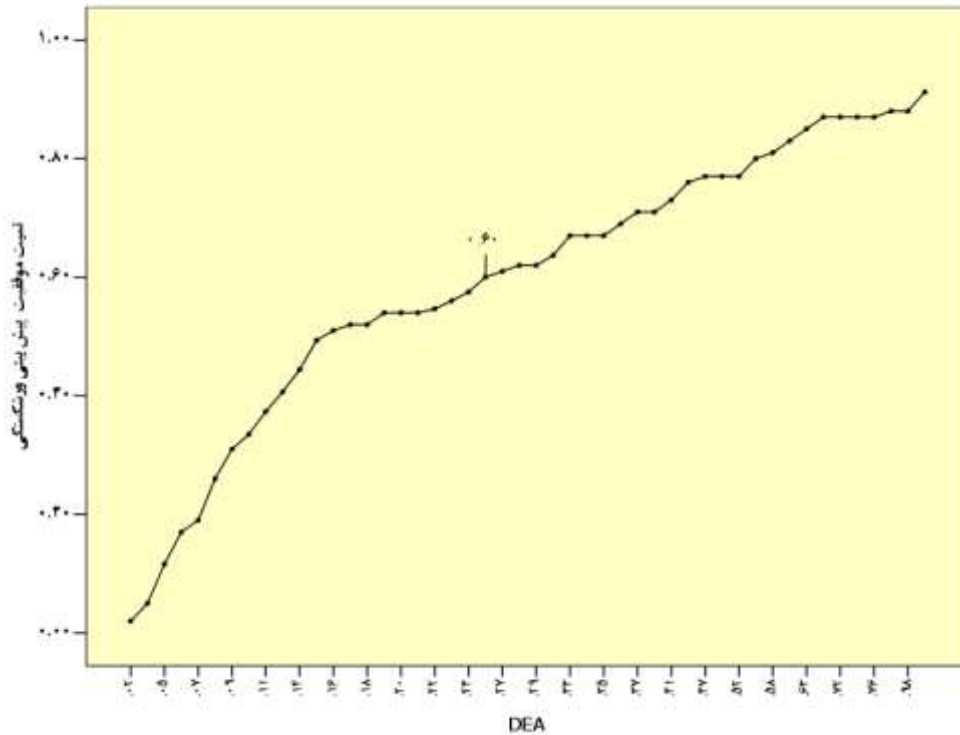
ب - معرفی نقطه انقطاع متغیر کارایی:

- طبق بررسی‌های تجربی انجام شده در خصوص ۱۰۴ شرکت مورد بررسی طی دو سال، (بررسی ۲۰۸ حالت متغیر کارایی و وضعیت شرکت) نقطه انقطاع زیر جهت این بررسی مناسب ارزیابی گردید:
- نقطه انقطاع ۰.۲۵. به عنوان نقطه انقطاع شاخص کارایی مشخص گردید بر این مبنا:
- "احتمال ورشکستگی شرکتی که دارای شاخص کارایی زیر ۰.۲۵ می‌باشد بالاست"

نمودار (۱): نسبت موفقیت پیش‌بینی ورشکستگی در سال $t-1$



نمودار (۲): نسبت موفقیت پیش بینی ورشکستگی در سال t-۲



۱- ۲-۱-۴- پیش‌بینی درماندگی مالی با مدل آسپرین گیت

الف- به تفکیک سالهای مورد بررسی

طی جدول شماره (۴-۵) و (۴-۶) آماره‌های نیکویی مدل مورد نقد و بررسی قرار گرفته است در جدول زیر رد فرض H_0 در خصوص آزمون خی دو (Chi-Square) در سطح معنادار ۰.۰۵ (Sig<.05) نشانگر آنست که در هر دو محدوده زمانی (t-1, t-2):

"متغیرهای مستقل در تبیین تغییرات متغیر وابسته موفق عمل نموده‌اند و به عبارت ساده‌تر فرض صحیح بودن مدل پذیرفته می‌شود"

جدول شماره (۸): آزمون معنی دار بودن مدل‌های رگرسیونی مدل آسپرین گیت

Sig.	df	Chi-square			
.000	4	93.743	Step	Step 1	t-1
.000	4	93.743	Block		

.000	4	93.743	Model		
.000	4	50.287	Step	Step 1	t-2
.000	4	50.287	Block		
.000	4	50.287	Model		

در جدول زیر برخی آماره‌های بررسی درستی مدل ارائه شده است به آماره $-2 \text{ Log likelihood}$ ، لگاریتم نسبت درستیابی اطلاق می‌گردد که اندازه‌ای از نیکویی مدل را برآورد می‌کند بدین ترتیب که مقادیر کوچک آن دلالت بر موفق بودن مدل و مقادیر بزرگ آن دلالت بر ناموفق بودن مدل دارند. با توجه به مقدار کم این متغیر نیکویی مدل نتیجه می‌شود در بخش‌های آتی این مقدار را با سایر مدل‌های موجود مورد بررسی قرار می‌دهیم در جدول زیر آماره $\text{Cox \& Snell R Square}$ ارائه شده است این آماره در مدل رگرسیون لجستیک، اندازه‌ای از درصد تغییرات شناسایی شده بوسیله مدل را تبیین می‌نماید به عبارت دیگر معین می‌نماید متغیرهای مستقل در تبیین چند درصد از تغییرات متغیر وابسته توانا عمل نموده‌اند:

در سال $t-1$:

میزان ضریب مذکور برابر با 59.4% می‌باشد به عبارت ساده‌تر یعنی مدل در تبیین 59.4% از موارد در پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم ورشکستگی (توانا می‌باشد).

در سال $t-2$:

میزان ضریب مذکور برابر با 38.3% می‌باشد به عبارت ساده‌تر یعنی مدل در تبیین 38.3% از موارد در پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم ورشکستگی (توانا می‌باشد).

جدول (۹): نتایج آماره‌های نیکویی برازش مدل آسپیرین گیت

Nagelkerke R Square	Cox & Snell R Square	-2 Log likelihood	TStep	
.792	.594	50.431(a)	1	t-1
.511	.383	93.888(b)	1	t-2

در جدول زیر میزان تطابق مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش‌بینی شده (درصد پیش‌بینی صحیح مدل) برای واحدهای مورد مطالعه ارائه شده است:

جدول (۱۰): درصد تطابق مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده مدل آسپیرین گیت

Predicted				
		Y		
درصد پیش‌بینی صحیح				
	عدم درماندگی مالی	درمانده مالی		

100.0	2	50	درمانده مالی	Y	Step 1	t-1
73.1	35	17	عدم درماندگی مالی			
۸۱.۷			درصد کل پیش بینی صحیح			
98.1	2	50	درمانده مالی	Y	Step 1	t-2
40.4	15	37	عدم درماندگی مالی			
۶۲.۵			درصد کل پیش بینی صحیح			

نتایج حاصله به شرح زیر است:

درسال t-1:

مقادیر پیش بینی شده توسط مدل در ۸۱.۷٪ با وضعیت واقعی شرکت تطابق دارند به عبارت ساده‌تر مدل رگرسیون لجستیک پیشنهادی در برآورد وضعیت ۸۱.۷٪ از شرکتهای مورد بررسی (از نظر درماندگی مالی و فعالیت) مناسب عمل نموده است.

درسال t-2:

مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل در ۶۲.۵٪ با وضعیت واقعی شرکت تطابق دارند به عبارت ساده‌تر مدل رگرسیون لجستیک پیشنهادی در برآورد وضعیت شرکتهای مورد بررسی (از نظر ورشکستگی و فعالیت) به طور ۶۲.۵٪ مناسب عمل نموده است

در جدول زیر مدل رگرسیون برازش داده شده مورد نقد و بررسی قرار گرفته است در ستون B ضرایب رگرسیون و در ستون SE خطای معیار پارامتر برآورد ارائه شده است مدل رگرسیون پیشنهادی عبارت است از:

در حالت t-1:

$$Z = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 = 9.44x_1 + 7.53x_2 + 15.64x_3 + .64x_4$$

در حالت t-2:

$$Z = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 = 2.44x_1 + 11.052x_2 + 2.23x_3 + 1.35x_4$$

جدول (۱۱): نتایج بررسی ضرایب رگرسیونی مدل آسپرن گیت

Exp(B)	Sig.	df	Wald	S.E.	B			
12661.291	.000	1	12.236	2.701	9.446	X1	Step 1(a)	t-1

.001	.484	1	.490	10.760	-7.532	X2		
6240862.708	.061	1	3.503	8.360	15.647	X3		
1.898	.488	1	.482	.923	.641	X4		
.260	.186	1	1.750	1.019	-1.347	Constant		
11.524	.075	1	3.167	1.374	2.444	X1	Step 1(a)	t-2
63535.069	.028	1	4.819	5.038	11.059	X2		
.107	.417	1	.658	2.755	-2.235	X3		
3.724	.076	1	3.153	.740	1.315	X4		
.335	.083	1	3.013	.629	-1.092	Constant		

در جدول فوق با استفاده از آماره آزمون والد، فرض معنادار بودن تأثیر متغیرهای مورد بررسی، مورد مطالعه قرار گرفته است فرض مورد بررسی در این آزمون عبارت است از:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \beta_i = 0 \\ H_1: \beta_i \neq 0 \quad i=1,2,3 \end{array} \right.$$

بر اساس مقادیر مندرج در ستون sig:

در سال t-1:

۱- تأثیر معنادار متغیر X1 بر متغیر وضعیت شرکت (درمانده مالی - عدم درماندگی مالی) در سطح معنادار ۰.۵ تأیید می‌گردد. (sig > .05)

۲- تأثیر معنادار متغیرهای X2، بر متغیر وضعیت شرکت (درمانده مالی - عدم درماندگی مالی) در سطح معنادار ۰.۵ تأیید می‌گردد. (sig > .05)

بررسی تأثیر شدت تأثیر متغیرهای مستقل در سال t-1:

در سال t-1 متغیر X1 (متغیر نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی) تنها متغیر با تأثیر معنادار در مدل رگرسیون لجستیک می‌باشد که دارای شدت تأثیر قابل ملاحظه (با ضریب رگرسیون برابر با ۹.۴ می‌باشد) در قیاس با سایر متغیرهای مورد بررسی می‌باشد (در مدل رگرسیون بزرگ‌تر بودن نسبی ضرایب متغیر مستقل به عنوان بزرگ‌تر بودن شدت تأثیر ارزیابی می‌گردد). متغیر مذکور دارای رابطه معکوس با متغیر وضعیت شرکت (ورشکستگی) می‌باشد.

بررسی تأثیر شدت تأثیر متغیرهای مستقل در سال t-2:

همانگونه که ذکر گردید متغیر X2 (سود ویژه قبل از بهره و مالیات به کل دارایی) تنها متغیر با تأثیر معنادار (در سطح معنادار ۰.۰5) در مدل رگرسیون لجستیک با ضریب رگرسیونی برابر با ۱۱.۰۵ می‌باشد. (در مدل رگرسیون

بزرگ‌تر بودن نسبی ضرایب متغیر مستقل به عنوان بزرگ‌تر بودن شدت تأثیر ارزیابی می‌گردد. متغیر مذکور دارای رابطه معکوس با متغیر وضعیت شرکت (ورشکستگی) می‌باشد.

جدول (۱۲): درصد تطابق مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده مدل آسپربین گیت طی دو سال مورد بررسی

Predicted				
درصد پیش‌بینی صحیح	Y		عدم درماندگی مالی	Y
	درمانده مالی	عدم درماندگی مالی		
97.1	3	101	عدم درماندگی مالی	
47.1	49	55	درمانده مالی	
۷۲.۱			درصد کل پیش‌بینی صحیح	

۲- ۳-۱-۴- پیش‌بینی درماندگی مالی با مدل آلتمن

الف - مدل آلتمن به تفکیک سالهای مورد بررسی

طی دو جدول زیر آماره‌های نیکویی مدل مورد نقد و بررسی قرار گرفته است در جدول زیر رد فرض H_0 در خصوص آزمون خی دو (Chi-Square) در سطح معنادار ۰.۰۵ ($Sig < .05$) نشانگر آنست که در هر دو محدوده زمانی ($t-1, t-2$):

"متغیرهای مستقل در تبیین تغییرات متغیر وابسته موفق عمل نموده‌اند و به عبارت ساده‌تر فرض صحیح بودن مدل پذیرفته می‌شود"

جدول شماره (۱۲): آزمون معنی دار بودن مدل‌های رگرسیونی مدل آلتمن

Sig.	df	Chi-square		
.000	6	117.043	Step 1	t-1
.000	6	117.043	Block	
.000	6	117.043	Model	
.000	6	75.333	Step 1	t-2

.000	6	75.333	Block
.000	6	75.333	Model

در جدول زیر برخی آماره‌های بررسی درست‌نمایی مدل ارائه شده است به آماره $-2 \text{ Log likelihood}$ ، لگاریتم نسبت درست‌نمایی اطلاق می‌گردد که اندازه‌ای از نیکویی مدل را برآورد می‌کند بدین ترتیب که مقادیر کوچک آن دلالت بر موفق بودن مدل و مقادیر بزرگ آن دلالت بر ناموفق بودن مدل دارند. با توجه به مقدار کم این متغیر نیکویی مدل نتیجه می‌شود در بخش‌های آتی این مقدار را با سایر مدل‌های موجود مورد بررسی قرار می‌دهیم در جدول زیر آماره $\text{Cox \& Snell R Square}$ ارائه شده است این آماره در مدل رگرسیون لجستیک، اندازه‌ای از درصد تغییرات شناسایی شده بوسیله مدل را تبیین می‌نماید به عبارت دیگر معین می‌نماید متغیرهای مستقل در تبیین چند درصد از تغییرات متغیر وابسته توانا عمل نموده‌اند:

در سال t-1:

میزان ضریب مذکور برابر با ۶۷٪ می‌باشد به عبارت ساده‌تر یعنی مدل در تبیین ۶۷٪ از موارد در پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم ورشکستگی (توانا می‌باشد).

در سال t-2:

میزان ضریب مذکور برابر با ۵۱٪ می‌باشد به عبارت ساده‌تر یعنی مدل در تبیین ۵۱٪ از موارد در پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم ورشکستگی (توانا می‌باشد).

جدول (۱۳): نتایج آماره‌های نیکویی برازش مدل آلتمن 2-1-

Nagelkerke R Square	Cox & Snell R Square	-2 Log likelihood	Step
.901	.675	27.131(a)	1 t-1
.687	.515	68.842(b)	1 t-2

در جدول زیر میزان تطابق مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش‌بینی شده (درصد پیش‌بینی صحیح مدل) برای واحدهای مورد مطالعه ارائه شده است:

Predicted					
درصد پیش بینی صحیح	Y				
	درمانده مالی	عدم درماندگی مالی			
96.2	2	50	عدم درماندگی مالی	Y	Step 1 t-1
86.5	45	7	درمانده مالی		
91.4			درصد کل پیش بینی صحیح		
98.1	1	51	عدم درماندگی مالی	Y	Step 1 t-2
61.5	32	20	درمانده مالی		
79.8	51		درصد کل پیش بینی صحیح		

نتایج حاصله به شرح زیر است:

درسال t-1:

مقادیر پیش بینی شده توسط مدل در ۹۱.۴٪ با وضعیت واقعی شرکت تطابق دارند به عبارت ساده‌تر مدل رگرسیون لجستیک پیشنهادی در برآورد وضعیت ۹۱.۴٪ از شرکتها ی مورد بررسی (از نظر ورشکستگی و فعالیت) مناسب عمل نموده است

درسال t-2:

مقادیر پیش بینی شده توسط مدل در ۷۹.۸٪ با وضعیت واقعی شرکت تطابق دارند به عبارت ساده‌تر مدل رگرسیون لجستیک پیشنهادی در برآورد وضعیت شرکتها ی مورد بررسی (از نظر ورشکستگی و فعالیت) به طور ۷۹.۸٪ مناسب عمل نموده است

در جدول زیر مدل رگرسیون برازش داده شده مورد نقد و بررسی قرار گرفته است در ستون B ضرایب رگرسیون و در ستون SE خطای معیار پارامتر برآورد ارائه شده است مدل رگرسیون پیشنهادی عبارت است از:

در حالت t-1:

$$Z = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_6 + \beta_3 x_2 + \beta_4 x_7 + \beta_5 x_4 + \beta_6 x_{14} = .338x_1 + 20.569x_6 + 29.50x_2 + 5.735x_7 - .5x_4 - .972x_{14}$$

t-2 در حالت:

$$Z = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_6 + \beta_3 x_2 + \beta_4 x_7 + \beta_5 x_4 + \beta_6 x_{14} = 1.692x_1 + 17.26x_6 + 7.48x_2 + .897x_7 - .667x_4 + 3.01x_{14}$$

جدول (۱۵): نتایج بررسی ضرایب رگرسیونی مدل آلتمن

Exp(B)	Sig.	df	Wald	S.E.	B			
1.402	.934	1	.007	4.107	.338	X1	Step 1(a)	t-1
856667017.952	.024	1	5.111	9.098	20.569	X6		
6516569390099.030	.006	1	7.565	10.727	29.505	X2		
310.501	.124	1	2.363	3.733	5.738	X7		
.607	.727	1	.122	1.432	-.500	X4		
.378	.843	1	.039	4.907	-.972	X14		
.286	.454	1	.561	1.671	-1.251	Constant		
.184	.408	1	.685	2.044	-1.692	X1	Step 1(a)	t-2
31610210.419	.006	1	7.458	6.323	17.269	X6		
1771.536	.007	1	7.351	2.759	7.480	X2		
2.452	.449	1	.573	1.185	.897	X7		
1.948	.429	1	.626	.843	.667	X4		
20.299	.163	1	1.948	2.157	3.011	X14		
.220	.097	1	2.753	.912	-1.514	Constant		

در جدول فوق با استفاده از آماره آزمون والدفرض معنادار بودن تأثیر متغیرهای مورد بررسی مورد مطالعه قرار گرفته است فرض مورد بررسی در این آزمون عبارت است از:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \beta_i = 0 \\ H_1: \beta_i \neq 0 \quad i=1,2,3 \end{array} \right.$$

بر اساس مقادیر مندرج در ستون sig، (در هر دو سال مورد بحث):

۱- تأثیر معنادار متغیر X_6 و X_2 بر متغیر وضعیت شرکت (درمانده مالی - عدم درماندگی مالی) در سطح معنادار ۰.۰۵ تأیید می‌گردد. ($\text{sig} > .05$)

(در مدل رگرسیون بزرگ‌تر بودن نسبی ضرایب متغیر مستقل به عنوان بزرگ‌تر بودن شدت تأثیر ارزیابی می‌گردد. علامت منفی ضریب رگرسیون نشان دهنده تأثیر مستقیم بر ورشکستگی و علامت مثبت نشان دهنده تأثیر معکوس بر ورشکستگی می‌باشد)

جدول (۱۶): درصد تطابق مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده مدل آلتمن طی دو سال مورد بحث

Predicted					
درصد پیش‌بینی صحیح	Y				
	درمانده مالی	عدم درماندگی مالی			
92.3	8	96	عدم درماندگی مالی	Y	Step 1
85.6	89	15	درمانده مالی		
88.9			درصد کل پیش‌بینی صحیح		

۳- ۴-۱-۴ پیش‌بینی درماندگی مالی با مدل اهلسون

طی دو جدول زیر آماره‌های نیکویی مدل مورد نقد و بررسی قرار گرفته است در جدول زیر رد فرض H_0 در خصوص آزمون خی دو (Chi-Square) در سطح معنادار ۰.۰۵ ($\text{Sig} < .05$) نشانگر آنست که در هر دو محدوده زمانی ($t-1, t-2$):

"متغیرهای مستقل در تبیین تغییرات متغیر وابسته موفق عمل نموده‌اند و به عبارت ساده‌تر فرض صحیح بودن مدل پذیرفته می‌شود"

جدول شماره (۱۷): آزمون معنی دار بودن مدل‌های رگرسیونی مدل اهلسون

Sig.	df	Chi-square			
.000	5	90.893	Step	Step 1	t-1
.000	5	90.893	Block		
.000	5	90.893	Model		
.000	5	60.688	Step	Step 1	t-2
.000	5	60.688	Block		
.000	5	60.688	Model		

در جدول زیر برخی آماره‌های بررسی درست‌نمایی مدل ارائه شده است به آماره $2 \times \text{Log likelihood}$ لگاریتم نسبت درست‌نمایی اطلاق می‌گردد که اندازه‌ای از نیکویی مدل را برآورد می‌کند بدین ترتیب که مقادیر کوچک آن دلالت بر موفق بودن مدل و مقادیر بزرگ آن دلالت بر ناموفق بودن مدل دارند. با توجه به مقدار کم این متغیر نیکویی مدل نتیجه می‌شود در بخشهای آتی این مقدار را با سایر مدل‌های موجود مورد بررسی قرار می‌دهیم در جدول زیر آماره $\text{Cox \& Snell R Square}$ ارائه شده است این آماره در مدل رگرسیون لجستیک، اندازه‌ای از درصد تغییرات شناسایی شده بوسیله مدل را تبیین می‌نماید به عبارت دیگر معین می‌نماید متغیرهای مستقل در تبیین چند درصد از تغییرات متغیر وابسته توانا عمل نموده‌اند:

در سال $t-1$:

میزان ضریب مذکور برابر با 58.3% می‌باشد به عبارت ساده‌تر یعنی مدل در تبیین 58.3% از موارد در پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم ورشکستگی (توانا می‌باشد).

در سال $t-2$:

میزان ضریب مذکور برابر با 44.2% می‌باشد به عبارت ساده‌تر یعنی مدل در تبیین 44.2% از موارد در پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم ورشکستگی (توانا می‌باشد).

جدول (۱۸): نتایج آماره‌های نیکویی برازش مدل اهلسون

Nagelkerke R Square	Cox & Snell R Square	-2 Log likelihood	Step
---------------------	----------------------	-------------------	------

.777	.583	53.281(a)	1	t-1
.589	.442	83.487(b)	1	t-2

در جدول زیر میزان تطابق مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش بینی شده (درصد پیش بینی صحیح مدل) برای واحدهای مورد مطالعه ارائه شده است:

جدول (۱۹): درصد تطابق مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده مدل اهلسون

Predicted			Observed		T	
درصد پیش بینی صحیح	Y		Y			
	درمانده مالی	عدم درماندگی مالی	عدم درماندگی مالی	درمانده مالی		
92.3	4	48	عدم درماندگی مالی	Y	Step 1	t-1
88.5	46	6	درمانده مالی			
90.4			درصد کل پیش بینی صحیح			
84.6	8	44	عدم درماندگی مالی	Y	Step 1	t-2
86.5	45	7	درمانده مالی			
85.6			درصد کل پیش بینی صحیح			

نتایج حاصله به شرح زیر است:

درسال 1-t:

مقادیر پیش بینی شده توسط مدل در ۹۰.۴٪ با وضعیت واقعی شرکت تطابق دارند به عبارت ساده‌تر مدل رگرسیون لجستیک پیشنهادی در برآورد وضعیت ۹۰.۴٪ از شرکتها ی مورد بررسی (از نظر ورشکستگی و فعالیت) مناسب عمل نموده است

درسال 2-t:

مقادیر پیش بینی شده توسط مدل در ۸۵.۶٪ با وضعیت واقعی شرکت تطابق دارند به عبارت ساده‌تر مدل رگرسیون لجستیک پیشنهادی در برآورد وضعیت شرکتها ی مورد بررسی (از نظر ورشکستگی و فعالیت) به طور ۸۵.۶٪ مناسب عمل نموده است

جدول (۲۰): نتایج بررسی ضرایب رگرسیونی مدل اهلسون

Exp(B)	Sig.	df	Wald	S.E.	B
--------	------	----	------	------	---

1.000	.909	1	.013	.000	.0000001788	x_n	Step 1(a)	t-1
.312	.026	1	4.961	.522	-1.163	X15_2		
3474237.876	.000	1	15.025	3.886	15.061	X13		
1629.832	.002	1	9.495	2.400	7.396	X14		
1.707	.120	1	2.414	.344	.535	X15		
1.555	.484	1	.490	.631	.442	Constant		
1.000	.801	1	.063	.000	.000000282	x_n	Step 1(a)	t-2
.828	.095	1	2.791	.113	-.188	X15_2		
141015.778	.000	1	15.163	3.045	11.857	X13		
39.095	.103	1	2.658	2.249	3.666	X14		
1.095	.339	1	.915	.095	.091	X15		
.436	.024	1	5.121	.366	-.829	Constant		

در جدول زیر مدل رگرسیون برازش داده شده مورد نقد و بررسی قرار گرفته است در ستون B ضرایب رگرسیون و در ستون SE خطای معیار پارامتر برآورد ارائه شده است مدل رگرسیون پیشنهادی عبارت است از:

در حالت t-1:

$$Z = \ln\left(\frac{p_i}{1 - p_i}\right) = \beta_1 x_{13} + \beta_2 x_{14} + \beta_3 x_{15} + \beta_4 x_{15_2} + \beta_5 x_n = 15.06x_{13} + 7.39x_{14} + .535x_{15} - 1.163x_{15_2} + .00000017x_n$$

در حالت t-2:

$$Z = \ln\left(\frac{p_i}{1 - p_i}\right) = \beta_1 x_{13} + \beta_2 x_{14} + \beta_3 x_{15} + \beta_4 x_{15_2} + \beta_5 x_n = 11.85x_{13} + 3.66x_{14} + .091x_{15} - .188x_{15_2} + .000000282x_n$$

در جدول فوق با استفاده از آماره آزمون والد فرض معنادار بودن تأثیر متغیرهای مورد بررسی مورد مطالعه قرار گرفته است فرض مورد بررسی در این آزمون عبارت است از:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \beta_i = 0 \end{array} \right.$$

$$H_1: \beta_i \neq 0 \quad i=1, 2, 3$$

بر اساس مقادیر مندرج در ستون sig، (در هر دو سال مورد بحث):

۱- تأثیر معنادار متغیر X_{13} و X_{14} بر متغیر وضعیت شرکت (درمانده مالی - عدم درماندگی مالی) در سطح معنادار ۰.۰۵ تأیید می‌گردد. ($sig > .05$)

(در مدل رگرسیون بزرگ‌تر بودن نسبی ضرایب متغیر مستقل به عنوان بزرگ‌تر بودن شدت تأثیر ارزیابی می‌گردد. علامت منفی ضریب رگرسیون نشان دهنده تأثیر مستقیم بر ورشکستگی و علامت مثبت نشان دهنده تأثیر معکوس بر ورشکستگی می‌باشد)

جدول (۲۱): درصد تطابق مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده مدل اهلسون طی دو سال مورد بحث

Classification Table(a)					
Predicted			Observed		
درصد پیش بینی صحیح	Y				
	درمانده مالی	عدم درماندگی مالی	عدم درماندگی مالی	درمانده مالی	
89.4	11	93	عدم درماندگی مالی	Y	Step 1
83.7	87	17	درمانده مالی		
86.5			درصد کل پیش بینی صحیح		

۵- بحث و نتیجه‌گیری

مسئله درماندگی مالی و شکست شرکت‌ها همواره مشکلی بگرنج و درخور تأمل بوده است. به دلیل اهمیت این موضوع اندیشمندان حسابداری و مالی در سراسر دنیا به فکر یافتن روش‌هایی برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها هستند؛ همچنین وضع نامطلوب مالی شرکت باعث زیان اقشار مختلف جامعه و به خصوص سرمایه‌گذاران می‌شود. استفاده از مدل‌های جدید به همراه متغیرهای تأثیرگذار با توجه به فضای اقتصادی کشور می‌تواند به برآورد بهتری نسبت به درماندگی مالی شرکت‌ها منجر شود. استفاده از شاخص‌های دانش محور علاوه بر شاخص‌های عملکردی همواره مورد توجه تحلیلگران و کارشناسان بوده است؛ از سوی دیگر توجه به معیارهای عملکردی و سود اقتصادی علاوه بر سود حسابداری به تخمین بهتر مدلی منجر خواهد شد تا بتواند درماندگی مالی را پیش‌بینی کند. ارائه تعریفی دقیق از گروه‌های درگیر درماندگی مالی بسیار مشکل است؛ اما می‌توان مدعی شد که مدیریت شرکت، سرمایه‌گذاران، بستانکاران و نهادهای قانونی بیش از سایرین تحت تأثیر پدیده درماندگی مالی قرار می‌گیرند؛ از اینرو امروزه پیش‌بینی درماندگی مالی از اهمیتی بسیار زیاد برخوردار است. سرمایه‌گذاران با پیش‌بینی درماندگی مالی نه

تنها مانع از بین رفتن سرمایه خود می‌شوند، بلکه از آن به عنوان ابزاری برای کاهش خطر سبد سرمایه گذاری خود استفاده می‌کنند. مدیران واحدهای تجاری نیز در صورت اطلاع به موقع از خطر درماندگی مالی می‌توانند اقدامات پیشگیرانه‌ای برای جلوگیری از ورشکستگی اتخاذ کنند. از آنجاکه درماندگی مالی هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی سنگینی را بر جامعه تحمیل می‌کند، از دیدگاه کلان نیز مورد توجه و اهمیت قرار می‌گیرد؛ زیرا منابع اتلاف‌شده در یک واحد اقتصادی بحران زده می‌توانست به فرصت‌های سودآور دیگری اختصاص یابد؛ از این رو پژوهشگران به فکر پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها افتادند. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. نمونه آماری شامل ۵۴ شرکت درمانده مالی و ۵۴ شرکت سالم طی سالهای ۹۰ تا ۱۴۰۰ می‌باشد که به منظور دسته بندی شرکتها به دو گروه مذکور، از پیش فرض ماده ۱۴۱ قانون تجارت استفاده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که الگوی طراحی شده مبتنی قابلیت پیش بینی وقوع بحران مالی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را تا دو سال قبل از وقوع آن دارد. همچنین نتایج به دست آمده بهبود پیش بینی شرکت‌های درمانده را با ورود امتیاز کارایی به مدلها تأیید می‌کند، اما این بهبود چندان چشم گیری نیست.

۶-پیشنهادهات

الف) پیشنهادات کاربردی

در این بخش بر اساس نتایج و یافته‌های پژوهش دو دسته پیشنهاد مطرح می‌شود:

نخست، پیشنهادهای حاصل از پژوهش که امید می‌رود استفاده کنندگان از اطلاعات حسابداری و مالی، به ویژه سرمایه گذاران را در امر تصمیم گیری یاری کند و دوم، پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی که می‌تواند راهنمایی برای پژوهش‌های بعدی درباره موضوع پژوهش باشد. با توجه به نتایج آزمون فرضیه‌های اول، دوم و سوم می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:

الف) برای اطمینان نسبی از وضعیت مناسب مالی آتی «سازمان بورس و اوراق بهادار تهران» شرکت‌های می‌تواند از مدل‌های این پژوهش در پذیرش شرکت جدید استفاده کند؛

ب) طبق استانداردهای حسابرسی، حسابرس موظف است تداوم فعالیت واحد مورد رسیدگی را ارزیابی کرده و در صورت ابهام، آن را گزارش کند؛ بنابراین استفاده از مدل مربوطه، می‌تواند حسابرس را در رسیدگی به صورت‌های مالی مؤسسه مورد رسیدگی یاری کند؛

ج) بانک‌ها و مؤسسه‌های مالی اعتباری از مدل‌های این پژوهش در اعطای وام‌هایی با مبالغ -بالا به متقاضیان صنایع استفاده کنند؛

د) کارگزاران بورس، تحلیلگران و مشاوران مالی که وظیفه آن‌ها تجزیه و تحلیل وضعیت مالی شرکت‌های داخل بورس و تشریح وضعیت مالی آینده شرکت‌ها برای متقاضیان خرید سهام و همچنین تأمین کنندگان مالی شرکت‌ها است، می‌توانند از نتایج فرضیه‌های پژوهش برای تحلیل مناسب‌تر استفاده کنند

ب) پیشنهادات برای پژوهش‌های آتی

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی. برخی از موضوعها و مواردی که پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های مرتبط آتی مدنظر قرار گیرد به شرح زیر است:

- الف) در این پژوهش، آزمون فرضیه‌ها بدون توجه به صنعتی که شرکت‌ها در آن فعالیت می‌کنند، انجام شد. توصیه می‌شود پژوهشگران آتی فرضیه‌ها را در سطح هر صنعت نیز آزمون کنند؛
- ب) در این پژوهش از مدل‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده شد؛ بنابراین به پژوهشگران آتی توصیه می‌شود که از مدل‌هایی همچون مدل‌های داده‌کاوی و غیره استفاده کنند؛
- ج) پژوهش‌های پیرامون انجام مدل‌های پژوهش برای شرکت‌های خارج از بورس تهران، مفید به نظر می‌رسد؛
- د) پیشنهاد می‌گردد از روش‌های آینده‌پژوهی همچون روش سناریونویسی و تحلیل ساختاری هم برای پیش‌بینی وقوع بحران‌های مالی در بازار سرمایه استفاده گردد.
- د) می‌توان برای افزایش قابلیت اطمینان نتایج، پژوهش را در دوره‌های زمانی طولانی‌تر انجام داد؛

۷- محدودیت‌های تحقیق

- بسیاری از پژوهش‌های دانشجویی با محدودیت‌هایی مواجه‌اند، این پژوهش نیز از این امر مستثنی نبوده است و با محدودیت‌های زیر مواجه گردیده است:
- ۱- عدم امکان تطابق شرکت‌های نمونه سالم و شرکت‌های نمونه درمانده از نظر نوع صنعت به دلیل مقدور نبودن انتخاب شرکت‌های سالم و درمانده با جمع‌داری‌های تقریباً برابر از صنایع مشابه.
 - ۲- کارا نبودن بازار سرمایه ایران، به عنوان یک عامل مداخله‌گر می‌تواند نتایج پژوهش را تحت تأثیر قرار دهد که کنترل آن توسط محقق امکان‌پذیر نمی‌باشد. این موضوع یکی از تنگناهای موجود در اجرای تحقیقات متکی به بازار سرمایه از جمله تحقیق حاضر است.
 - ۳- مشکلات مربوط به جمع‌آوری اطلاعات بخصوص مشکلات دسترسی به صورت‌های مالی و یادداشتهای پیوست شرکت‌های جامعه آماری و در نهایت عدم پشتیبانی مراکز پژوهشی و علمی از تحقیقات انجام شده.

۸- منابع

- پورذاکر عربانی، سودابه، و ابراهیم پور کومله، حسین. (۱۳۹۸). بهینه‌سازی پیش‌بینی تقاضای وجه نقد دستگاه‌های خودپرداز شبکه بانکی کشور با استفاده از شبکه‌ی عصبی بازگشتی عمیق LSTM. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۶(۳): ۸۸-۶۹.
- دامی، سینا، و خدابخش جوینانی، فاطمه. (۱۳۹۶). پیش‌بینی بازار سهام با استفاده از یادگیری عمیق بازنمایی‌های عددی و متنی. کنفرانس ملی دانش و فناوری نوین در علوم مهندسی در عصر تکنولوژی، تهران.
- راعی، رضا، و چاوشی، کاظم. (۱۳۸۲). پیش‌بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران: مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی و مدل چندعاملی. تحقیقات مالی، ۵(۱۵): ۹۷-۱۲۰.
- شوشتریان، بیژن، زاهدی، اسماعیل، یزدی نژاد، محسن، و هرمزان، ساره. (۱۳۹۷). پیش‌بینی قیمت فلزات گران‌بها با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق. کنفرانس بین‌المللی نوآوری و تحقیق در علوم مهندسی، گرجستان - سفلیس.

کیانی مأوی، رضا. و صیادی نیک، کامران (۱۳۹۳). کاربرد الگوریتم‌های مختلف یادگیری در پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌ی عصبی. مدیریت توسعه و تحول، ۱۳۹۳، ۸۱-۷۵.

- Cao, J., Li, Z., & Li, J. (2019). Financial time series forecasting model based on CEEMDAN and LSTM. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 519, 127-139. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.11.061>
- Chen, K., Zhou, Y., & Dai, F. (2015). A LSTM-based method for stock returns prediction: A case study of china stock market. In *2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2823-2824. <https://doi.org/10.1109/BigData.2015.7364089>
- Chong, E., Han, C., & Park, F. C. (2017). Deep learning networks for stock market analysis and prediction: Methodology, data representations, and case studies. *Expert Systems with Applications*, 83, 187-205. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.04.030>
- Dami, S., & Khodabaksh, J. F. (2017). Predicting the price of stock market using deep learning. *National Conference on Modern Knowledge and Technology in Engineering in the Technology Era*. Tehran. (In Persian)
- Das, S. R., Mokashi, K., & Culkin, R. (2018). Are markets truly efficient? Experiments using deep learning algorithms for market movement prediction. *Algorithms*, 11(9), 138-157. <https://doi.org/10.3390/a11090138>
- Deng, L., & Yu, D. (2014). Deep learning: Methods and applications. *Foundations and Trends in Signal Processing*, 7(3-4), 197-387. <http://dx.doi.org/10.1561/20000000039>
- Dezsi, E., & Nistor, I. A. (2016). Can deep machine learning outsmart the market? A comparison between econometric modelling and long- short term memory. *Romanian Economic Business Review*, 11(4.1), 54-73.
- Gao, P., Zhang, R., & Yang, X. (2020). The application of stock index price prediction with neural network. *Mathematical and Computational Applications*, 25(3), 53-69. <https://doi.org/10.3390/mca25030053>
- Gordon, J. A., & Francis, J. C. (1986). *Portfolio Analysis, (3th. Ed.)*. California: Prentice-Hall.
- Gudelek, M. U., Boluk, S. A., & Ozbayoglu, A. M. (2017). A deep learning based stock trading model with 2-D CNN trend detection. In *2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, 1-8.
- Gunduz, H., Yaslan, Y., & Cataltepe, Z. (2017). Intraday prediction of Borsa Istanbul using convolutional neural networks and feature correlations. *Knowledge-Based Systems*, 137, 138-148. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.09.023>
- Hiransha, M., Gopalakrishnan, E. A., Menon, V. K., & Soman, K. P. (2018). Nse stock market prediction using deep-learning models. *Procedia Computer Science*, 132, 1351-1362. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.050>
- Hoseinzade, E., & Haratizadeh, S. (2019). CNNpred: CNN-based stock market prediction using a diverse set of variables. *Expert Systems with Applications*, 129, 273-285. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.03.029>

- Ji, L., Zou, Y., He, K., & Zhu, B. (2019). Carbon futures price forecasting based with ARIMA-CNN-LSTM model. *Procedia Computer Science*, 162, 33-38. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.254>
- Kara, Y., Boyacioglu, M. A., & Baykan, Ö. K. (2011). Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange. *Expert systems with Application*, 38 (5), 5311-5319. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.10.027>
- Khare, K., Darekar, O., Gupta, P., & Attar, V. Z. (2017). Short term stock price prediction using deep learning. In *2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)*, 482-486. <https://www.doi.org/10.1109/RTEICT.2017.8256643>
- Kiyani Mavi, R., & Sayadi Nik, K. (2015). Using different learning algorithms in the stock price prediction by using neural networks. *Journal of Development and Evolution Management*, 1393, 75-81. (In Persian)
- Lee, S. I., & Yoo, S. J. (2020). Threshold-based portfolio: The role of the threshold and its applications. *The Journal of Supercomputing*, 76(10), 8040-8057. <https://doi.org/10.1007/s11227-018-2577-1>
- Li, Y., & Dai, W. (2020). Bitcoin price forecasting method based on CNN-LSTM hybrid neural network model. *The Journal of Engineering*, 2020(13), 344-347. <https://doi.org/10.1049/joe.2019.1203>
- Liu, S., Zhang, C., & Ma, J. (2017). CNN-LSTM neural network model for quantitative strategy analysis in stock markets. *International Conference on Neural Information Processing*, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70096-0_21
- Livieris, I. E., Kiriakidou, N., Stavroyiannis, S., & Pintelas, P. (2021). An advanced CNN-LSTM model for cryptocurrency forecasting. *Electronics*, 10(3), 287. <https://doi.org/10.3390/electronics10030287>
- Livieris, I. E., Pintelas, E., & Pintelas, P. (2020). A CNN-LSTM model for gold price time-series forecasting. *Neural Computing & Applications*, 32(23), 17351-17360. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-04867-x>
- Mitchell, T. (1997). *Machine Learning*. New York: McGraw Hill.
- Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2015). Predicting stock market index using fusion of machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 2162-2172. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.10.031>
- Persio, L. D., & Honchar, O. (2016). Artificial neural networks architectures for stock price prediction: Comparisons and applications. *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 10, 403-413. <https://doi.org/10.1007/s40745-020-00305-w>
- Poorzaker Arabani, S., & Ebrahimpour Komleh, H. (2019). The optimization of forecasting ATMs cash demand of Iran banking network using LSTM deep recursive neural network. *Journal of Operational Research and Its Applications*, 16(3), 69-88. (In Persian)
- Raei, R., & Chavoshi, K. (2003). Predicting the stock price: Artificial neural network and multi-factor model. *Financial Research Journal*, 15(5), 97-120. (In Persia)