

فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۹۱، تابستان ۱۳۹۸، ۲۴۳-۲۱۳

اعتبارسنجی الگوریتم‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن با تأکید بر نقش متغیرهای کلان اقتصادی، مالی، مدیریتی و ریسک

سید حسام وقفی*

رویا دارابی**

پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۴

دریافت: ۹۶/۹/۱۱

درماندگی مالی / الگوریتم هوش مصنوعی / بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران

چکیده

تحلیل درماندگی مالی یک پدیده با اهمیت برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و سایر استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی محسوب می‌شود. تعیین احتمال درمانده شدن یک شرکت قبل از بروز درماندگی یک موضوع بسیار جالب و جذاب محسوب می‌شود و می‌تواند هم برای مدیران و هم برای سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان مفید واقع شود. در این پژوهش با استفاده از اطلاعات ۱۳۵۰ شرکت سال طی دوره ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۵ در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران به بررسی عوامل مؤثر بر درماندگی مالی و پیش‌بینی آن به‌وسیله الگوریتم‌های هوش مصنوعی (روش درخت تصمیم، ماشین‌بردار پشتیبان و طبقه‌بندی بیز) با استفاده از نرم‌افزار متلب ۲۰۱۷ پرداخته است. نتایج تحقیق حاکی از تأثیر مستقیم تورم و

*. دانشجوی دکتری حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران Vaghfi2016@gmail.com

** دانشیار گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران r_darabi@azad.ac.ir

■ رویا دارابی، نویسنده مسئول.

ریسک مالی و تأثیر معکوس نسبت مدیران غیرموظف، بازده سالانه سهام و نسبت وجه نقد عملیاتی بر در ماندگی مالی می باشد. همچنین نتایج نشان می دهد که الگوریتم درخت تصمیم با استفاده از داده های مالی و اقتصادی کارایی بالاتری نسبت به روش طبقه بندی بیز و ماشین بردار پشتیبان در جهت پیش بینی در ماندگی مالی دارد.

طبقه بندی C53 A12, B26, G33, M41:JEL

مقدمه

از دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی با افزایش شرکت‌ها و مؤسسات بازرگانی و ایجاد پیچیدگی در روابط اقتصادی و تجاری، وظایف امور مالی به صورت چشم‌گیری تغییر یافته است. تأکید دولت‌ها بر رشد اقتصاد به افزایش بیش‌ازپیش شرکت‌ها و مؤسسات کمک و این وظایف را پیچیده‌تر نموده است.^۱ از سوی دیگر دستیابی بشر به فناوری‌های جدید ارتباطات و اطلاعات تغییرات محیطی را به همراه داشته که این تغییرات محیطی شتاب فزاینده‌ای را به اقتصاد بخشیده است. سرعت یافتن فعالیت‌ها و رویدادهای اقتصادی پیامدهای مثبت و منفی زیادی را به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای منفی این تغییرات، افزایش رقابت‌ها به منظور کسب منابع مالی و محدود شدن دسترسی به سود توسط واحدهای تجاری و بنگاه‌های اقتصادی است. محدود شدن دسترسی به سود و منابع مالی خود عوارض و پیامدهای بسیاری به جا می‌گذارد که شاید مهم‌ترین آن‌ها افزایش احتمال درماندگی و ورشکستگی بنگاه‌ها و واحدهای تجاری است.^۲ ورشکستگی شرکت‌ها همواره به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و دولت‌ها مطرح بوده است، به نحوی که تشخیص به موقع شرکت‌هایی که در شرف ورشکستگی قرار دارند، می‌تواند تا حد زیادی از زیان‌های احتمالی ذی‌نفعان جلوگیری نماید. توسعه مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی به عنوان یک موضوع مهم، همواره مورد توجه جامعه دانشگاهی و بنگاه‌های اقتصادی بوده است.^۳ یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و هم‌چنین جلوگیری از به هدر رفتن منابع کمک کرد، پیش‌بینی درماندگی مالی یا ورشکستگی است. به این ترتیب که اولاً، با ارائه‌ی هشدارهای لازم می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع درماندگی هوشیار کرد تا آن‌ها با توجه به این هشدارها دست به اقدامات مقتضی بزنند و دوم این که سرمایه‌گذاران فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص داده، منابع‌شان را در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری کنند. پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها، مدت‌هاست که به عنوان یکی از موضوعات مهم در حوزه‌ی مالی و اقتصادی مطرح است. از این رو در این مقاله به تحلیل درماندگی مالی در

۱. کمیجانی و سعادت‌فر، (۱۳۸۵).

2. Altman, (1968).

۳. مشایخی و گنجی، (۱۳۹۳).

بخش صنعت و معدن با تأکید بر نقش متغیرهای کلان اقتصادی، مالی، مدیریتی و ریسک با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی پرداخته شده است.

۱. مبانی نظری

پیش‌بینی تداوم فعالیت واحدهای اقتصادی یکی از عناصر مهم در تصمیم‌گیری جهت سرمایه‌گذاری می‌باشد. در طول سالیان متمادی این موضوع مورد توجه پژوهشگران بسیاری واقع شده از این رو الگوهایی جهت پیش‌بینی ورشکستگی ارائه شده‌اند.^۱ امروزه شرکت‌ها در یک محیط فعال به رقابت می‌پردازند. کمبود منابع از یک سو و از طرف دیگر ضعف مدیریت در به‌کارگیری منابع موجود و همچنین وضعیت نابسامان اقتصادی کشورها از جمله عواملی هستند که باعث می‌شوند برخی از این شرکت‌ها نتوانند به موقع به تعهدات خود عمل نموده و بنابراین در آستانه حذف از این رقابت قرار بگیرند از این رو بسیاری از پژوهشگران از جمله (آلتمن^۲ - شیراتا^۳ - اهلسون^۴ و ...) با توجه به نسبت‌های مالی شرکت‌ها و سایر متغیرهای موجود در صورت‌های مالی الگوهایی را برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها ارائه نموده‌اند تا وضعیت شرکت را در مراحل مختلف درماندگی مالی تشخیص و از اتلاف منابع موجود شرکت جلوگیری کرده و یا به تجدید ساختار در مدیریت خود پردازند تا همچنان بتوانند به رقابت ادامه داده و به تداوم فعالیت پردازند. از سوی دیگر حقوق‌دانان نیز با توجه به اثرات زیان‌بار ورشکستگی شرکت‌ها اقدام به وضع قوانین در این حوزه نموده‌اند. ماده ۱۴۱ قانون تجارت کشور ایران از جمله این قوانین می‌باشد. در حال حاضر، بنگاه‌های اقتصادی در محیطی بسیار متغیر و رقابتی فعالیت می‌کنند. واکنش سریع و درست در مقابل شرایط بسیار متغیر بازار، در موقعیت بنگاه‌ها نقش بسزایی دارد. با توسعه بازارهای پولی و مالی و متعاقب آن، حاکم شدن وضعیت رقابتی، بسیاری از شرکت‌ها ورشکسته از گردونه رقابت خارج می‌شوند.^۵ در ایران نیز، طبق ماده ۱۴۱ قانون تجارت اگر بر اثر زیان‌های وارده حداقل نصف سرمایه شرکت از بین برود، هیأت مدیره مکلف است

۱. قدرتی و معنوی مقدم، (۱۳۸۹).

2. Altman, E.I.

3. Shirata.

4. Ohlsan.

۵. پورحیدری و کوپائی حاجی، (۱۳۸۹).

بلافاصله مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت نماید تا موضوع انحلال یا بقای شرکت مورد شور و رأی واقع شود. در صورتی که شرکت مشمول ماده ۱۴۱ و ورشکسته شناخته شود از این تاریخ به مدت شش ماه به شرکت فرصت داده می‌شود تا مشکل زیان انباشته را مرتفع و مطابق قانون رفتار نماید. پس از گذشت این مدت در صورتی که شرکت همچنان شرکت ورشکسته تشخیص داده شود و زیان مربوط را کاهش نداده باشد، نماد شرکت متوقف می‌گردد و برای ورود مجدد نماد به بورس، شرکت باید تمام مراحل قانونی را دوباره طی کند. در صورتی که پس از مدت معین بازهم شرکت اقدامی در این خصوص نکرده باشد، این بار شرکت به حالت تعلیق در می‌آید و در نهایت از تابلو حذف می‌شود بنابراین برای پذیرش و ورود مجدد به بورس اوراق بهادار تهران شرکت باید تمام مراحل را از ابتدا طی کند.^۱

۲-۱. متغیرهای مالی و تأثیر آن بر درماندگی مالی

سلامت مالی به مفهوم توان سودآوری و تداوم فعالیت واحد اقتصادی برای کلیه سهامداران و ذی‌نفعان از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و اساساً همه ذی‌نفعان در واحدهای اقتصادی به داشتن ابزارهای مناسبی که بتوانند سودآوری و تداوم فعالیت این واحدها را ارزیابی و پیش‌بینی کنند علاقمندند؛ صورت‌های مالی تنها منبع اطلاعاتی مشترک در اختیار کلیه ذی‌نفعان است اما از جمله مسائلی که در این گزارش‌ها به‌طور مشخص منعکس نمی‌شود، سلامت مالی و قدرت نسبی تداوم فعالیت آن در آینده است.^۲ سلامت مالی شرکت‌ها موضوعی است که به بحث تداوم فعالیت، ورشکستگی، درماندگی مالی و ویژگی‌های کیفی اطلاعات حسابداری در ارتباط است. لذا باید در حوزه‌های عملیاتی، بازاریابی و مالی و حسابداری دست به ارزیابی عملکرد شرکت‌ها زد.^۳ نسبت‌های مالی شاخص‌هایی از توان سودآوری و نقدشوندگی محسوب شده و از عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی محسوب می‌شوند. نسبت‌های مالی، گسترده‌ترین ابزارهای مورد استفاده برای اندازه‌گیری عملکرد و سلامت و درماندگی

۱. سعیدی و آقایی، (۱۳۸۸).

۲. تقوی و پورعلی، (۱۳۸۹).

3. Kritsonis A, (2005).

مالی شرکت‌ها هستند. نسبت‌های سودآوری (اندازه‌گیری ظرفیت کسب سود شرکت) وضعیت مالی کامل یک شرکت را اندازه‌گیری می‌کنند. زیمسکی با استفاده از نسبت‌های مالی، نقدینگی، عملکرد توانست الگویی با دقت ۹۲ درصد را برای سلامت مالی شرکت‌ها ارائه کند.^۱ تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان از نسبت‌های مالی، به‌عنوان ابزاری برای تعیین سلامت مالی و درماندگی مالی، استفاده کرد. وینگ یو^۲ و همکاران (۲۰۰۳) و پرور^۳ و همکاران (۲۰۱۲) از نسبت‌های مالی که حاوی اطلاعات سودآوری، عملکرد، نقدینگی هستند، برای تعیین قدرت مالی و سلامت مالی شرکت‌ها استفاده کرده‌اند. با توجه به پژوهش‌های محققینی همچون راعی و فلاح‌پور (۱۳۸۷)؛ سلیمانی (۱۳۹۱)؛ اسماعیل‌زاده و شاکری (۱۳۹۴)؛ پینداد^۴ و همکاران (۲۰۰۸)؛ چن^۵ (۲۰۱۱)؛ سان^۶ و همکاران (۲۰۱۱)؛ مخاطب‌رفیعی^۷ و همکاران (۲۰۱۱)؛ هوساتیه^۸ (۲۰۱۵) و زوهرا^۹ و همکاران (۲۰۱۵) که به بررسی رابطه نسبت‌های مالی و درماندگی مالی شرکت‌ها پرداخته‌اند در این پژوهش جهت بررسی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن ایران نیز از این معیارها به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۱-۲. ریسک شرکت و تأثیر آن بر درماندگی مالی

گسترش دامنه فعالیت واحدهای تجاری نیازهای مالی جدیدی را به وجود می‌آورد که از منابع درونی و بیرونی امکان تأمین دارد، از مسایل مهم و اثرگذار بر ریسک و بازده سهام، تصمیمات مربوط به ساختار سرمایه است. استفاده از اهرم مالی ممکن است باعث کاهش هزینه سرمایه شرکت شود، ولی از طرفی ممکن است که موجب افزایش ریسک مالی و هزینه درماندگی گردد. وجود اهرم مالی در ساختار سرمایه شرکت‌ها ایجادکننده ریسک مالی است زمانی که این ریسک با ریسک درماندگی مالی همراه باشد می‌تواند اثرات

1. Zmijewski M.E, (1984).

2. Wing Yu, i.

3. Brewer, B. E

4. Pindado, J.,

5. Chen, M.Y.

6. Sun, J.,

7. Mokhatab Rafiei, F.,

8. Hu, H., & Sathye, M

9. Zohra, K. F.

مختلفی بر بازده سهام ایجاد نماید.^۱ اهرم مالی به‌عنوان عامل مشخص‌کننده توانایی مالی شرکت، معرفی شده است و اعتقاد بر این است که اهرم مالی، درجه درماندگی مالی را افزایش می‌دهد. مطالعات گوناگون انجام شده، تأثیر اهرم مالی بر عملکرد شرکت را منفی ارزیابی نمودند که نشان می‌دهد اهرم مالی شرکت‌ها، ریسک آن‌ها را افزایش می‌دهد. ریسک سیستماتیک یا بتا سهام یکی از معیارهای سنجش ریسک است. در دهه‌های اخیر نسبت به ثبات و اهمیت بتا به‌منزله‌ی معیار سنجش ریسک، انتقاد شدیدی شده است. این اختلاف نظر بین پژوهشگران درباره‌ی ریسک، در تجزیه و تحلیل ریسک درماندگی مالی نیز انعکاس یافت. درماندگی مالی باید به‌مثابه‌ی فرایند مستمر نامطلوب آزمون شود. در آغاز فرایند نکول شرکت، ریسک درماندگی مالی به‌طور یکنواخت است و در ادامه به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد؛ در نتیجه به کاهش شدید ارزش منجر می‌شود^۲، با توجه به پژوهش‌هایی همچون مکینالی و تاد^۴؛ احمدی (۱۳۹۵)؛ الکوک^۵ و همکاران و سواری^۶ که به بررسی ارتباط معیارهای ریسک شرکت و درماندگی مالی پرداخته‌اند در این پژوهش جهت بررسی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن ایران از این معیارها نیز به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۳-۱. معیارهای نظام راهبری و تأثیر آن بر درماندگی مالی

صورت‌های مالی می‌توانند اطلاعات مفیدی درباره‌ی عملیات شرکت‌ها برای عموم فراهم کنند. سرمایه‌گذاران نیز، دست‌کم تا حدی، بر پایه اطلاعات صورت‌های مالی سرمایه‌گذاری می‌کنند. با وجود این، زمانی که شرکت‌ها مبادرت به دست‌کاری اطلاعات کرده و صادقانه آن‌ها را افشا نمی‌کنند، اطلاعات افشا شده در صورت‌های مالی توأم با جانب‌داری خواهد بود و از حقیقت انحراف خواهد داشت؛ اما تحت ساز و کار نظام راهبری مناسب، هیأت‌مدیره قادر به کنترل شرکت خواهد بود و از تحریف داده‌های مالی

۱. فروغی و مظاهری، (۱۳۹۲)

۲. رحیمیان و توکل‌نیا، (۱۳۹۲)

3. Outecheva, N, (2007).

4. McEnally, R. & Todd, R, (1993).

5. Alcock, (2010).

6. Swary, I, (1980).

توسط مدیریت شرکت جلوگیری خواهد نمود. نظام راهبری مناسب اولاً؛ به سهامداران اقلیت این اطمینان را می‌دهد که اطلاعاتی قابل اتکا در رابطه با ارزش شرکت دریافت کرده‌اند، همچنین از جانب مدیران شرکت و سایر سهامداران بزرگ مورد سوءاستفاده قرار نگرفته‌اند. ثانیاً؛ مدیران را تشویق می‌کند که به جای پرداختن به اهداف شخصی خود، به دنبال حداکثر کردن ارزش و منافع شرکت باشند.^۱ بردارت^۲ معتقد است که ساختار مناسب حاکمیت شرکتی احتمال مواجهه با درماندگی مالی را کاهش می‌دهد. نتایج تحقیق وی و محققینی چون لی و همکاران^۳ حاکی از اثرگذاری متغیرهای حاکمیت شرکتی بر پیش‌بینی درماندگی مالی است. پژوهشگران همچون ستایش و منصوری (۱۳۹۳) و قسیم عثمانی و همکاران (۱۳۹۰) و لی و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی ارتباط معیارهای نظام راهبری شرکت و درماندگی مالی پرداخته‌اند در این پژوهش جهت بررسی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن ایران نیز از این معیارها نیز به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۴-۱. متغیرهای کلان اقتصادی و تأثیر آن بر درماندگی مالی شرکت‌ها

عواملی که منجر به درماندگی و ورشکستگی یک شرکت می‌شوند، یک‌باره خود را آشکار نمی‌سازند. نشانه‌های وجود پریشانی مالی یک شرکت بسیار زودتر از ورشکستگی نهایی نمایان می‌شوند. بنابراین، از این نشانه‌ها می‌توان برای پیش‌بینی درماندگی و ورشکستگی پیش از وقوع آن استفاده کرد. از عوامل کلان اقتصادی درآمد سرانه و رشد اقتصادی بالا در فضای کسب و کار شرکت‌ها، احتمال درماندگی مالی را کاهش و تورم نیز احتمال درماندگی شرکت‌ها را افزایش می‌دهد.^۴ با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی، بازار و حسابداری و تلفیق این سه دسته از متغیرها درماندگی مالی شرکت‌ها را بهتر می‌توان پیش‌بینی کرد.^۵ صادقی و همکاران (۱۳۹۳) معتقدند که صرف استفاده از نسبت‌های مالی و در نظر نگرفتن شرایط اقتصادی حاکم بر جامعه و شرکت‌ها در فرآیند پیش‌بینی درماندگی مالی منجر به نتیجه‌گیری‌های نادرست خواهد شد، این محققین به همراه محققینی همچون

۱. صادقی و همکاران، (۱۳۹۳).

2. Bredart, X, (2014).

3. Li, Z., et al, (2015).

۴. صادقی و همکاران، (۱۳۹۲).

5. Hernandez, M.T, Wilson, N, (2013).

آلفینا^۱ و لی^۲ و همکاران به این نتیجه رسیده‌اند که متغیرهای کلان اقتصادی در کنار سایر متغیرها، توان پیش‌بینی مدل را افزایش خواهد داد. متغیرهای کلان اقتصادی کسب و کار شرکت‌ها را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و غافل شدن از عوامل تعیین‌کننده‌ی این فضا چه‌بسا منجر به تصمیمات اشتباه گردد؛ و این تصمیمات نادرست و اشتباه منجر درماندگی مالی شرکت‌ها خواهد شد و در نتیجه باعث ورشکستگی شرکت‌ها شود.^۳ با توجه به پژوهش‌های صادقی و همکاران (۱۳۹۳)؛ پیام (۱۳۹۱)؛ طارمی (۱۳۹۳) و طالب‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) و لی و همکاران (۲۰۱۵) که به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر درماندگی مالی پرداخته‌اند. در این پژوهش جهت بررسی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن ایران نیز از این معیارها نیز به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۲. پیشینه پژوهش

۲-۱. پیشینه داخلی

پیرایش و همکاران (۱۳۹۶) به ارائه مدل ریاضی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت پرداخته‌اند. به‌منظور طراحی مدل، از اطلاعات دو گروه از شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است، گروه اول شرکت‌های غیر ورشکسته و گروه دوم شرکت‌های ورشکسته می‌باشد. به‌منظور طراحی مدل از هشت نسبت مالی شامل نسبت‌های: سود قبل از بهره و مالیات بر کل دارایی‌ها، سرمایه در گردش بر کل دارایی‌ها، مجموع بدهی‌ها بر ارزش بازار کل دارایی‌ها، ضریب بتای سهام، لگاریتم قیمت (بسته شده از سال مالی گذشته)، عامل تنوع‌بخشی، بازده سالانه تجمعی و ارزش وزنی شاخص بورس تهران و تغییرات درآمد خالص استفاده شده است. قلمرو زمانی تحقیق فاصله سال‌های ۸۳ تا ۹۳ است. نتایج آزمون در ارتباط با توانایی پیش‌بینی مدل نشان‌دهنده این واقعیت هست که مدل می‌تواند دو سال قبل از وقوع ورشکستگی در شرکت‌ها، پیش‌بینی صحیحی در خصوص وجود بحران و ورشکستگی ارائه کند. با دوری از زمان وقوع ورشکستگی به دلیل کم‌رنج شدن شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی، از توان پیش‌بینی مدل کاسته می‌شود؛

1. Mohd Norfian Alifiah, (2013).

2. Li, Z, (2015).

۳. صادقی و همکاران، (۱۳۹۲)

که نتایج پیش‌بینی برای یک سال قبل از ورشکستگی ۹۱ درصد و برای دو سال قبل از ورشکستگی ۸۳ درصد می‌باشد.

راموز و محمودی (۱۳۹۶) پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی با استفاده از مدل ترکیبی در بورس اوراق بهادار تهران را مورد ارزیابی و بررسی قرار داده‌اند. پیش‌بینی با استفاده از مدل ترکیبی (استفاده از متغیرهای حسابداری و بازاری) و تکنیک شبکه‌های عصبی از نوع مدل پرسپترون چندلایه (MLP) صورت پذیرفته است. نمونه پژوهش شامل ۹۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران (۳۱ شرکت ورشکسته طبق ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران و ۵۹ شرکت غیر ورشکسته) طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۳ می‌باشد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدل ترکیبی (ترکیب متغیرهای حسابداری و بازاری) با استفاده از تکنیک شبکه عصبی، نسبت به هر کدام از دو مدل حسابداری و بازاری از دقت بالاتری در پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی برخوردار است. همچنین، مدل بازاری نیز دقت بیشتری نسبت به مدل حسابداری دارد.

احمدی (۱۳۹۵) بررسی رابطه بین حاکمیت شرکتی و ریسک سیستماتیک با درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ را انجام داده است. طبق نتایج پژوهش، تمرکز مالکیت و مالکیت نهادی تأثیری منفی و معنی‌داری بر درماندگی مالی دارد. همچنین متغیر ترکیبی تمرکز مالکیت و ریسک سیستماتیک بر درماندگی مالی تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد. در نهایت متغیر ترکیبی مالکیت نهادی و ریسک سیستماتیک تأثیر منفی و معنی‌داری بر درماندگی مالی دارد. همچنین اندازه شرکت، سودآوری، نقدشوندگی و حجم معاملات شرکت تأثیر منفی و معنی‌داری بر درماندگی دارد. نتایج حاصله با کنترل متغیرهای اندازه شرکت و اهرم مالی کماکان به قوت خود باقی ماند.

فدایی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی معمای رابطه ریسک درماندگی مالی با بازده سهام در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ پرداخته‌اند. در این پژوهش از دو معیار Z آلتمن و امتیاز O اولسون، استفاده شده است. همچنین به بررسی این موضوع پرداخته‌شده است که هر یک از متغیرهای B/M و اندازه با توجه به شدت ریسک درماندگی مالی، چه نقشی در توضیح بازده سهام دارند. به این منظور از روش تشکیل سبد سرمایه‌گذاری (چندک بندی) استفاده می‌شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بازده سهام دارای رابطه معناداری و منفی با

ریسک درماندگی مالی است. همچنین این پژوهش نشان داد که شرکت‌های کوچک بیشتر در معرض ریسک درماندگی مالی قرار دارند.

فروغی و مظاهری (۱۳۹۲) در پژوهشی به بررسی تأثیر اهرم مالی و ریسک درماندگی مالی بر بازده واقعی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازند. در این پژوهش، تعداد ۷۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ بررسی شده است. جهت آزمون فرضیه‌ها از مدل رگرسیون چند متغیره استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد بین بازده واقعی سهام و ریسک درماندگی مالی نیز رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. پس در حالت کلی می‌توان ادعا نمود که بین اهرم مالی و ریسک درماندگی مالی رابطه معناداری وجود دارد.

طالب‌نیا و همکاران (۱۳۸۹) به پیش‌بینی بحران مالی مبتنی بر ارائه الگویی مشتمل بر متغیرهای کلان اقتصادی و متغیرهای مالی پرداخته‌اند. هدف از پژوهش تعیین این مطلب است که الگویی مشتمل بر متغیرهای کلان اقتصادی و متغیرهای مالی (نسبت‌های صورت جریان وجوه نقد و نسبت‌های مالی صورت حساب سود و زیان و ترازنامه) قدرت پیش‌بینی بحران مالی را دارد. در این تحقیق چهار الگوی پیش‌بینی بحران مالی (اسپرینگیت، SAF شیراتا، والاس و تایدا) با نسبت‌های جریان وجوه نقد و متغیرهای کلان اقتصادی با وقفه زمانی یک سال و دو سال بسط داده شده است، برای آزمون توانایی پیش‌بینی بحران مالی الگوها، روش آماری رگرسیون لجستیک به کار گرفته شده است. پس از آن برای تعیین بهترین الگوهای پیش‌بینی کننده با آزمون مناسب (خوبی برازش) با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که الگوهای اسپرین گیت و والاس توسعه یافته با نسبت‌های جریان وجوه نقد و متغیرهای کلان اقتصادی دارای متغیرهای مؤثر برای پیش‌بینی می‌باشند.

۲-۲. پیشینه خارجی

شان^۱ و کریستوفر^۲ (۲۰۱۷) به مطالعه‌ای تحت عنوان «ارتباط جهانی بین درماندگی مالی و بازده سهام» پرداخته‌اند. نتایج تحقیق تحلیل رگرسیون لجستیک حاکی از یک رابطه قوی منفی بین بازده سهام و میزان درماندگی مالی شرکت‌ها می‌باشد.

1. Parsons Jianfeng Shen

2. ReturnsPengjie Gao Christopher A.

گارسیا^۱ (۲۰۱۷) به بررسی رابطه بین میزان سرمایه‌گذاری‌های شرکت و درماندگی مالی پرداخته است، نتایج حاصل از روش آماری رگرسیون و تحلیل لجستیک نشان می‌دهد که به‌طور متوسط، شرکت‌هایی که درگیر آشفتگی مالی هستند، نسبت به رقبای که دچار ورشکستگی مالی نیستند، هزینه‌های غیرمستقیم بیشتری را متحمل می‌شوند و تلاش برای باقی ماندن در بازار رقابتی را با افزایش هزینه‌های اعتباری در صنعت انجام می‌دهند.

سیاری و موگان^۲ (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با استفاده از اطلاعات ۱۵۰۰ شرکت آمریکایی در بازه زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۰، با استفاده از تحلیل رگرسیون لجستیک نقش نسبت‌های مالی را به‌عنوان بیشترین محتوای اطلاعاتی در تعیین مجموعه‌ای از ویژگی‌های صنعت موردبررسی قرار داده‌اند. سپس، به بررسی این مسئله پرداخته‌اند که آیا استفاده از نسبت‌های مالی منجر به توسعه مدل‌های ورشکستگی مالی خاص هر صنعت می‌شود؟ این محققین با استفاده از تکنیک رگرسیون لجستیک به این نتیجه رسیده‌اند که نسبت‌های مالی در واقع انعکاس ویژگی‌های صنعت هستند و محتوای اطلاعات نسبت‌های خاص در میان صنایع مختلف متفاوت است. همچنین یافته‌ها بیانگر تأثیر واگرایی ویژگی‌های صنعت بر شرکت‌ها است و در نتیجه، ضرورت ساخت مدل‌های ورشکستگی مالی خاص صنعت وجود دارد.

راینسون^۳ و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی رابطه بین ترکیب هیأت‌مدیره و عوامل درماندگی مالی شرکت‌ها به روش رگرسیون به این نتیجه رسیده‌اند که رابطه بین ورشکستگی و مدیران بیرون سازمانی به مقدار مالکیت مدیران بیرون سازمانی در شرکت بستگی دارد. به‌طوری که این رابطه زمانی که مقدار مالکیت آن‌ها زیاد باشد، منفی و زمانی که کم باشد، مثبت است.

چانگ^۴ (۲۰۰۹) با بررسی رابطه بین ویژگی‌های حاکمیت شرکتی در شرکت‌های درمانده‌ی مالی در کشور تایوان و با استفاده از روش رگرسیون چندگانه به این نتیجه می‌رسد که شرکت‌های دارای استقلال هیأت‌مدیره (شرکت‌هایی که درصد بالای اعضای غیر مؤظف هیأت‌مدیره دارند) نسبت به شرکت‌هایی دارای درصد پایین اعضای غیرموظف هیأت‌مدیره، کمتر دچار بحران و درماندگی مالی می‌شوند.

1. Emilia Garcia.

2. Sayari, N., & Muga, C. S.

3. Robinson, D.

4. Chang, C.

فیچ و سلزک^۱ (۲۰۰۸) به بررسی توانایی سازوکارهای حاکمیت شرکتی در جلوگیری از درماندگی مالی شرکت‌ها پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهنده آن است که هیأت مدیره‌ی مستقل با درصد بیشتری از اعضای غیر مؤلف، همچنین در اختیار قرار دادن بخش بزرگی از سهام شرکت در اختیار مدیران داخلی، بیشترین تأثیر را در جلوگیری از درماندگی مالی دارد.

با توجه به اینکه این پژوهش از دیدگاه متغیرهای کلان اقتصادی، مالی، مدیریتی و ریسک به تحلیل درماندگی مالی و همچنین به اعتبارسنجی سه نوع الگوریتم هوش مصنوعی شامل الگوریتم قانون‌گرا درخت تصمیم کارت، الگوریتم غیرخطی ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم دسته‌بندی بیز در جهت پیش‌بینی درماندگی مالی پرداخته است، نسبت به پژوهش‌های اخیر متفاوت و دارای نوآوری می‌باشد.

۳. فرضیه تحقیق

با توجه به مبانی نظری بیان شده و هدف پژوهش، فرضیه‌های زیر تدوین شده است:

فرضیه اول

قدرت پیش‌بینی درماندگی مالی توسط الگوریتم قانون‌گرا درخت تصمیم کارت در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران نسبت به الگوریتم غیرخطی ماشین بردار پشتیبان بیشتر است.

فرضیه دوم

قدرت پیش‌بینی درماندگی مالی توسط الگوریتم قانون‌گرا درخت تصمیم کارت در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران نسبت به الگوریتم دسته‌بندی بیز بیشتر است.

۴. متغیرهای پژوهش

۴-۱. متغیر وابسته

درماندگی مالی

درماندگی مالی در واقع به معنی ناتوانی مالی شرکت در ایفای تعهداتش است. در این بررسی از ماده (۱۴۱) قانون تجارت به عنوان معیار تشخیص درماندگی مالی استفاده شده است. شرکت‌هایی که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت باشند به عنوان شرکت‌های درمانده مالی شناسایی شده‌اند.

۴-۲. متغیرهای مستقل

متغیرهای مستقل اولیه در چهار گروه شامل نظام راهبری شرکت، ریسک شرکت، نسبت‌های مالی و متغیرهای کلان اقتصادی تقسیم‌بندی و با توجه به مبانی نظری ارائه شده و همچنین بررسی پژوهش‌های گذشته، متغیرهای مرتبط در جدول (۱) انتخاب شده است.

جدول ۱- متغیرهای مستقل اولیه پژوهش

نام متغیر	تعریف عملیاتی
نسبت‌های مالی	
نسبت حاشیه سود عملیاتی	از تقسیم سود عملیاتی بر فروش خالص به دست می‌آید.
نسبت وجه نقد عملیاتی	از تقسیم وجه نقد عملیاتی بر مجموع دارایی‌ها به دست می‌آید.
نسبت بازده دارایی	از تقسیم سود خالص بر مجموع دارایی‌ها به دست می‌آید.
نسبت بازده حقوق صاحبان سهام	از تقسیم سود خالص بر مجموع حقوق صاحبان سهام به دست می‌آید.
نسبت ارزش افزوده اقتصادی	$EVA = NOPAT \times t - (WACC \times Capital \times t - 1)$ در این مدل EVA ارزش افزوده اقتصادی، NOPAT سود خالص عملیاتی پس از کسر مالیات، سرمایه بکار گرفته شده در شرکت و WACC نرخ متوسط هزینه سرمایه است
نسبت کیو توبین	از تقسیم ارزش بازار خالص دارایی‌ها بر ارزش دفتری خالص دارایی‌ها به دست می‌آید.
بازده سهام	از اطلاعات بازده سالانه سهام شرکت منتشر شده توسط سایت کدال استفاده شده است.
معیارهای ریسک شرکت	
ریسک سیستماتیک (ریسک بازار)	ریسک سیستماتیک درجه تغییرات بازده یک سرمایه‌گذاری خاص نسبت به تغییرات بازده مجموعه سرمایه‌گذاری بازار است و با شاخص β اندازه‌گیری می‌شود
	$\beta = \frac{Cov(R_m, R_i)}{\delta^2 R_m}$

نام متغیر	تعریف عملیاتی
ریسک مالی	از تقسیم مجموع بدهی‌ها بر مجموع دارایی‌ها به دست می‌آید.
معیارهای حاکمیت شرکتی	
نسبت مدیران غیرموظف	از تقسیم تعداد اعضای هیأت‌مدیره غیرموظف بر تعداد کل اعضای هیأت‌مدیره به دست می‌آید.
درصد مالکان نهادی	مجموع سهام متعلق به سهامداران بیش از ۵٪ را به عنوان درصد مالکان نهادی در نظر گرفته شده است.
اندازه هیأت‌مدیره	تعداد اعضای هیأت‌مدیره به عنوان اندازه هیأت‌مدیره مد نظر قرار گرفته است.
معیارهای کلان اقتصادی	
تورم	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
تولید ناخالص داخلی	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
قیمت نفت	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

۵. روش پژوهش

با توجه به مبانی نظری از یک سو و با در نظر گرفتن گروه متغیرهای مربوط به نظام راهبری، ریسک شرکت، معیارهای مالی و متغیرهای کلان اقتصادی و استفاده از یک تکنیک دو مرحله‌ای اقدام به آزمون فرضیه‌های پژوهش شده است.

– **مرحله ۱:** انتخاب متغیرهای مناسب با استفاده از روش رگرسیون لجستیک و نرم‌افزار spss نسخه ۲۴.

– **مرحله دو:** استفاده از الگوریتم‌های درخت تصمیم، دسته‌بندی بیز و ماشین بردار پشتیبان و نرم‌افزار متلب ۲۰۱۷ جهت اعتبارسنجی قدرت پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران.

جامعه‌ی آماری این تحقیق شامل تمامی شرکت‌های بخش صنعت و معدن پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۵ هستند که داده‌های مورد نظر آن‌ها در دسترس باشد. بر این اساس اطلاعات تعداد ۱۳۵۰ شرکت – سال با استفاده از نرم‌افزار ره‌آورد نوین به عنوان نمونه آماری انتخاب شده است.

جدول ۲- نمونه آماری شرکت‌ها

نام صنعت	درمانده مالی	سال شرکت	درصد
صنایع استخراجی	۹	۷۵	۱۲
صنعت حمل و نقل	۱۰	۴۵	۲۲,۲۲
صنعت خودرو و قطعات	۴۵	۱۲۸	۳۵,۱۵
صنعت داروسازی	۲	۹۷	۲,۰۶
صنعت زراعت و مواد غذایی	۳۳	۱۶۸	۱۹,۶۴
صنعت سیمان آهک گچ و کاشی و سرامیک	۱۷	۱۸۳	۹,۲۸
صنعت شیمیایی و فرآورده‌های نفتی	۲۹	۱۷۹	۱۶,۲۰
صنعت فلزات اساسی	۲۵	۱۱۷	۲۱,۳۶
صنعت کانی غیر فلزی	۳۷	۱۰۴	۲۴,۸۱
صنعت لاستیک و پلاستیک	۲۲	۶۷	۳۵,۵۷
صنعت ماشین آلات و تجهیزات	۲۵	۸۴	۳۲,۸۳
صنعت محصولات چوبی، فلزی و کاغذی	۳۲	۸۳	۲۶,۵۹
	۲۸۶	۱۳۵۰	۲۱,۱۸

منبع: اطلاعات سازمان بورس در سایت کدال و نرم افزار ره آورد نوین

۶. تجزیه و تحلیل داده‌ها

۶-۱. آمار توصیفی

به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل اولیه داده‌ها، ابتدا اطلاعات مربوط به آماره‌های توصیفی متغیرهای وابسته و توضیحی مورد مطالعه در این پژوهش در جدول (۳) ارائه شده است تا نگاه کلی از داده‌هایی که در این پژوهش مورد تحلیل واقع شده‌اند، به دست آید.

جدول ۳- آمار توصیفی پژوهش

چولگی	کشدگی	کمترین	بیشترین	انحراف معیار	میانه	میانگین	
۰/۹۴	-۰/۱۸	-۰/۲۱	۰/۳۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۱	حاشیه سود عملیاتی
۰/۱۸	۰/۵۳	-۰/۲۶	۰/۵۱	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۱	بازده دارایی
۰/۷۶	-۰/۶۹	-۰/۸۶	۰/۹۴	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۲۳	بازده حقوق صاحبان سهام

چولگی	کشیدگی	کمترین	بیشترین	انحراف معیار	میانه	میانگین	
-۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۲۳	۱/۱۱	۰/۲۲	۰/۶۳	۰/۶۳	ریسک مالی
۲/۹۸	۱/۷۶	۰/۳۰	۶/۴۲	۱/۳۵	۱/۴۱	۱/۷۸	کیو توبین
۷۵/۸۷	-۸/۳۰	-۲۷/۳۰	۲/۵۷	۲/۹۵	۰/۱۹	-۰/۱۳	ریسک سیستماتیک
۲/۶۴	۰/۴۵	-۵۷/۴۳	۴۹/۰۹	۱۵/۷۴	-۴/۷۵	-۵/۷۱	بازده سهام
۰/۵۷	۰/۹۰	-۰/۱۷	۰/۶۱	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۵	نسبت وجه نقد عملیاتی به دارایی‌ها
۰/۳۱	۰/۵۹	-۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۱۱	ارزش افزوده اقتصادی
-۱/۴۱	-۰/۴۱	۰/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۹	۰/۷۱	۰/۵۶	نسبت مدیران غیرموظف
۰/۰۰	-۰/۶۹	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۳۳/۵۷	۷۲/۰۳	۷۰/۸۸	مالکان نهادی
۷/۴	۰/۸۹	۵	۷	۰/۵۷	۵	۵/۸۳	اندازه هیأت‌مدیره
-۱/۳۲	-۰/۳۵	۴۹۶۶۹۰۹	۱۱۱۵۸۷۲۳	۲۱۸۱۶۰۶	۸۹۴۸۲۱۶	۸۳۹۸۱۸	تولید (درآمد) ناخالص ملی
-۱/۴۳	-۰/۶۸	۳۹/۲۰	۱۰۹/۱۰	۲۸/۷۴	۱۰۰/۹۰	۸۴/۲۲	قیمت نفت سنگین ایران (دلار)
-۱/۴۴	۰/۳۱	۹/۰۰	۳۴/۷۰	۹/۴۲	۱۸/۵۵	۲۰/۵۳	تورم

منبع: یافته‌های پژوهش‌گر

۷-۲. آمار تحلیلی لجستیک و الگوریتم‌ها

۷-۲-۱. پاک‌سازی داده‌ها

در این مرحله داده‌هایی که متغیرهای مستقل آن‌ها به دلیل ناقص بودن اطلاعات وجود ندارد و یا قابل محاسبه نبودند، حذف می‌گردند. در این پژوهش از تحلیل رگرسیون خطی لجستیک دودویی به روش ورودی و در سطح خطای پنج درصد جهت شناسایی عوامل مؤثر بر در ماندگی مالی در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه استفاده و نتایج این تحلیل به‌عنوان متغیرهای ورودی جهت پیش‌بینی در ماندگی مالی به‌وسیله الگوریتم‌های هوش مصنوعی استفاده شده است.

جدول ۴- برآورد درست‌نمایی ماکزیمم ضرایب الگوی رگرسیون لجستیک

نام متغیر مستقل	برآورد	برآورد استاندارد شده	خطای معیار	کی‌دو والد	درجه آزادی	مقدار احتمال
نسبت مدیران غیرموظف	-۱/۰۵۸۶	-۴/۴۳۶۰	۰/۰۷۷۶	۱۸۵/۹۶۷۷	۱	<۰/۰۰۱
نسبت وجه نقد عملیاتی	-۵/۵۸۳۵	-۰/۹۲۰۷	۰/۳۲۱۳	۳۰۲/۰۸۳۲	۱	<۰/۰۰۱
ریسک مالی (اهرم مالی)	۰/۰۳۰۹	۰/۲۱۳۳	۰/۰۰۶۹۶	۱۹/۶۷۴۳	۱	<۰/۰۰۱
بازده سالانه سهام	-۶/۸۲۲۸	-۰/۴۲۴۷	۰/۶۶۸۱	۱۰۴/۲۹۷۳	۱	<۰/۰۰۱
تورم	۰/۵۷۳۱	۰/۳۳۶۷	۰/۰۷۴۴	۵۹/۳۲۴۴	۱	<۰/۰۰۱

منبع: نتیجه آزمون گام‌به‌گام

۷-۲-۲. تقسیم داده‌ها با استفاده از روش اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی (تکه‌ای)^۱

داده‌ها به دو دسته آموزش و ارزیابی تقسیم می‌شوند از داده‌های آموزش برای یادگیری مدل و از داده‌های ارزیابی به منظور محاسبه نرخ خطای الگوریتم‌ها روی داده‌هایی که تاکنون مشاهده نکرده است، استفاده شده است. البته برای اینکه ارزیابی مناسب باشد تعداد یک اجرا الگوریتم کفایت نمی‌کند. بنابراین زمانی که یک مجموعه داده در اختیار است، باید بخشی از آن را برای ارزیابی نهایی کنار گذاشت و از بقیه برای یادگیری استفاده کرد و مجدداً دو مجموعه را تغییر داد و دوباره مدل را ارزیابی کرد. یکی از روش‌های معمول برای این منظور روش اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی نام دارد. در این روش مجموعه داده‌ها به K قسمت مساوی، به صورت تصادفی تقسیم می‌گردد. K زوج مجموعه $\{X_i, Y_i\}_{i=1}^K$ به صورت تصادفی استخراج می‌شود که در آن X_i «بردار متغیرهای مستقل» و Y_i متغیر وابسته نمونه i ام است. در اجرای اول قسمت اول از K قسمت به منظور ارزیابی، $K-1$ قسمت باقیمانده برای یادگیری استفاده می‌شود. در اجرای دوم قسمت دوم از K قسمت به منظور ارزیابی، $K-1$ قسمت باقیمانده برای یادگیری استفاده می‌شود. K مرتبه الگوریتم به همین روال اجرا می‌گردد. مجموعه داده‌های یادگیری و ارزیابی باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا خطای تخمین به مقدار واقعی نزدیک‌تر باشد. در عین حال داده‌های یادگیری و ارزیابی با داده‌های یادگیری و ارزیابی سایر تکرارها، باید کمترین همپوشانی را داشته باشند تا به این وسیله تمام داده‌ها در فرآیند یادگیری و ارزیابی دخالت داده شوند. در این روش دو نکته

1. Fold Cross-Validation.

دیده می‌شود. نکته اول اینکه نسبت مجموعه ارزیابی به یادگیری کوچک است. همچنین هرچقدر مقدار N (تعداد کل نمونه‌های مجموعه داده‌ها) افزایش یابد می‌توان مقدار پارامتر K را کاهش داد و اگر مقدار N کوچک باشد، باید مقدار K را آنقدر بزرگ در نظر گرفت که تعداد نمونه‌های لازم برای عمل یادگیری فراهم باشد. در هر بار تکرار یک نرخ خطا برای داده‌های یادگیری و ارزیابی محاسبه می‌گردد و در نهایت میانگین نرخ‌های خطای به‌دست آمده به‌عنوان نرخ خطای داده‌های یادگیری و داده‌های ارزیابی نسبت داده می‌شود. برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از معیارهای ارزیابی با نام معیار میانگین درصد خطا (MPE) و نرخ شناسایی استفاده می‌شود. معیار میانگین درصد خطا از طریق میانگین درصدهای خطای بین مقدار پیش‌بینی شده و مقدار واقعی قابل‌محاسبه است. مدل معیار میانگین درصد خطا به‌صورت زیر است:

$$MPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \frac{f_t - a_t}{a_t}$$

در مدل فوق:

معیار میانگین درصد خطا	=	MPE
مقدار پیش‌بینی شده	=	f_t
مقدار خطا	=	a_t
تعداد داده‌های مجموعه موردبررسی	=	N

۷-۲-۳. فرآیند آموزش و ارزیابی مدل‌ها

الگوریتم دسته‌بندی کننده بیز ساده (NBC)

در این روش فرض بر این است که دسته‌ها مستقل از یکدیگر بوده و احتمال برچسب زدن داده‌ی x با s_j با $P(s_j)$ مشخص می‌شود که $s_j \in \Omega = \{\omega_1 = correct, \omega_2 = bankrupt\}$. احتمال اینکه داده‌ی x با s برچسب زده شود اگر داده‌های دسته ω_k به‌عنوان ورودی داده شود در صورت مستقل بودن طبقه‌بندی‌ها با رابطه‌ی (۱) مشخص می‌شود.

$$P(S | \omega_k) = P(s_1, s_2 | \omega_k) = \prod_{i=1}^2 P(s_i | \omega_k) \quad (1)$$

در این صورت احتمال پسین برای برچسب زدن به x با رابطه (۲) (قانون بیز) محاسبه می‌گردد:

$$P(\omega_k | S) = \frac{P(\omega_k)P(S | \omega_k)}{P(S)} = \frac{P(\omega_k) \prod_{i=1}^2 P(s_i | \omega_k)}{P(S)}, k = 1, 2 \quad (2)$$

مخرج کسر فوق به ω_k بستگی ندارد و قابل صرف نظر کردن است. در نتیجه میزان تعلق x به ω_k از رابطه (۳) به دست می‌آید:

$$\mu_k(x) \propto P(\omega_k) \prod_{i=1}^2 P(s_i | \omega_k) \quad (3)$$

و در جدول (۵) میانگین دقت پیش‌بینی (نرخ شناسایی) پس از اجرای روش اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی برای سال t برای نمونه‌های ارزیابی مشاهده می‌گردد.

جدول ۵- نرخ شناسایی برای داده‌های ارزیابی سال t الگوریتم NBC.

خطای نوع اول	خطای نوع دوم	نرخ شناسایی	Fold
.	.	۱۰۰,۰۰	۱
۵,۳۵۷۱۴۳	۷,۶۹۲۳۰۸	۹۴,۲۰	۲
۶,۴۵۱۶۱۳	.	۹۴,۲۹	۳
۴,۹۱۸۰۳۳	.	۹۵,۷۱	۴
۱,۶۳۹۳۴۴	.	۹۸,۵۵	۵
۴,۷۶۱۹۰۵	.	۹۵,۶۵	۶
۵,۱۷۲۴۱۴	.	۹۵,۶۵	۷
۹,۸۳۶۰۶۶	.	۹۱,۳۰	۸
۱۴,۲۸۵۷۱	۷,۶۹۲۳۰۸	۸۶,۹۶	۹
.	.	۱۰۰,۰۰	۱۰
۵,۲۴۲۲۲۳	۱,۵۳۸۴۶۲	۹۵,۲۳	میانگین

منبع: نتیجه آزمون اعتبارسنجی الگوریتم‌ها

الگوریتم درخت تصمیم (کارت) (CART)

داده‌های آموزشی به الگوریتم درخت تصمیم (کارت) اعمال می‌گردد و درخت تصمیم

(کارت) با استفاده از این داده‌ها یک درخت تصمیم تخمین‌گر می‌سازد، در مرحله یادگیری ابتدا به درخت اجازه داده می‌شود که به صورت کامل رشد کند و سپس برای برخورد با پدیده یادگیری بیش‌ازحد، شروع به هرس درخت با استفاده از داده‌های اعتبارسنجی می‌شود. بعد از آموزش درخت تصمیم (کارت) ساختار درخت، در حافظه کامپیوتر ذخیره می‌شود. حال برای ارزیابی آن داده‌های ارزیابی که تا به حال توسط درخت مشاهده نشده‌اند به آن اعمال و خطای ارزیابی محاسبه می‌گردد.

جدول ۶- نرخ شناسایی برای داده‌های ارزیابی سال t الگوریتم CART.

Fold	نرخ شناسایی	خطای نوع دوم	خطای نوع اول
۱	۱۰۰/۰۰	.	.
۲	۹۸/۵۵	۷/۶۹۲۳۰۸	.
۳	۱۰۰/۰۰	.	.
۴	۱۰۰/۰۰	.	.
۵	۹۸/۵۵	.	۱/۶۳۹۳۴۴
۶	۱۰۰/۰۰	.	.
۷	۱۰۰/۰۰	.	.
۸	۹۵/۶۵	.	۴/۹۱۸۰۳۳
۹	۹۷/۱۰	.	۳/۵۷۱۴۲۹
۱۰	۱۰۰/۰۰	.	.
میانگین	۹۸/۹۹	۰/۷۶۹۲۳۱	۱/۰۱۲۸۸۱

منبع: نتیجه آزمون اعتبارسنجی الگوریتم‌ها

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان^۱ (SVM)

پس از تقسیم داده‌ها با روش اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی، داده‌ها به ۱۰ بخش که هر کدام شامل دو مجموعه، داده‌های آموزشی و ارزیابی تقسیم می‌شوند. با اعمال داده‌های آموزشی به الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، این الگوریتم این داده‌ها را یاد می‌گیرد و سپس داده‌هایی که تاکنون الگوریتم آن‌ها را ندیده است (داده‌های ارزیابی) به الگوریتم داده می‌شود

تا برچسب آن‌ها را پیش‌بینی کند. داده‌های آموزشی به الگوریتم دوگان SVM اعمال می‌گردد و SVM با استفاده از داده‌های آموزشی ضرایب لاگرانژ λ_i ها (۴) و سپس تابع تصمیم (۵) را به دست می‌آورد. حال برای ارزیابی آن داده‌های ارزیابی که تابع‌حال توسط SVM مشاهده نشده‌اند به آن اعمال می‌گردد و خطای ارزیابی محاسبه می‌گردد.

$$\text{Maximize } \sum_{i=1}^n \lambda_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j y_i y_j K(x_i^T, x_j)$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i = 0 \quad (4)$$

$$0 \leq \lambda_i \leq C, \quad i=1, \dots, n \quad (5)$$

$$D(x) = \text{sign}(w^T \phi(x_i) + b) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i y_i \phi(x_i)^T \phi(x_i) + b\right) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i y_i K(x_i^T, x_j) + b\right) \quad (6)$$

که در آن $K(x_i^T, x_j) = \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{2 \times \sigma^2}\right)$ تابع کرنل گوسین (RBF) گویند. نقش تابع کرنل انتقال داده‌ها از فضای ورودی به فضای ویژگی که دارای ابعاد بیشتر بوده با استفاده از توابع هسته^۱ داده می‌شود و در فضای جدید می‌توان نمونه‌ها را با یک ابر صفحه جداکننده خطی جدا نمود. در جدول (۷) میانگین دقت پیش‌بینی (نرخ شناسایی) پس از اجرای روش اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی برای سال t برای نمونه‌های ارزیابی مشاهده می‌گردد.

جدول ۷- نرخ شناسایی برای داده‌های ارزیابی سال t الگوریتم SVM.

Fold	نرخ شناسایی	خطای نوع دوم	خطای نوع اول
۱	۹۸/۵۵۰۷۲	۸/۳۳۳۳۳	۰
۲	۹۵/۶۵۲۱۷	۱۵/۳۸۴۶۲	۱/۷۵۸۷۱۴
۳	۱۰۰	۰	۰
۴	۹۸/۵۷۱۴۳	۱۱/۱۱۱۱۱	۰
۵	۱۰۰	۰	۰

خطای نوع اول	خطای نوع دوم	نرخ شناسایی	Fold
۰	۱۶/۶۶۶۶۷	۹۸/۵۵۰۷۲	۶
۰	۰	۱۰۰	۷
۱/۶۳۹۳۴۴	۲۵	۹۵/۶۵۲۱۷	۸
۱/۷۸۵۷۱۴	۷/۶۹۲۳۰۸	۹۷/۱۰۱۴۵	۹
۰	۲۷/۲۷۲۷۳	۹۵/۷۱۴۲۹	۱۰
۰/۵۲۱۰۷۷	۱۱/۱۴۶۰۸	۹۷/۹۷۹۳	میانگین

منبع: نتیجه آزمون اعتبارسنجی الگوریتم‌ها

۷-۲-۴- روش ارزیابی

برای ارزیابی الگوریتم‌ها از دو روش استفاده شده است:

۱. برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از معیار ارزیابی با نام‌های نرخ شناسایی استفاده شده است که با استفاده از رابطه (۷) محاسبه می‌گردند.

$$Correct\ Rate = \frac{Number\ of\ True\ Prediction}{Total\ Number\ of\ Samples} \quad (7)$$

هرچقدر مقدار Correct Rate به نزدیک‌تر ۱۰۰ باشد پیش‌بینی الگوریتم‌ها به واقعیت نزدیک‌تر است.

۲. نحوه محاسبه خطاهای نوع اول و دوم به این صورت است:

TP: تعداد شرکت‌های سالم که درست سالم پیش‌بینی شده‌اند.

FP: تعداد شرکت‌های درمانده مالی که اشتباه سالم پیش‌بینی شده‌اند.

TN: تعداد شرکت‌های درمانده مالی که درست پیش‌بینی شده‌اند.

FN: تعداد شرکت‌های سالم که اشتباه درمانده مالی پیش‌بینی شده‌اند.

		واقعی		سالم	درمانده مالی						
		درمانده مالی	سالم								
دقت پیش‌بینی سلامت مالی $\frac{TP}{TP + FP}$	FP	TP			دقت پیش‌بینی درمانده‌گی مالی $\frac{TN}{TN + FN}$						
	TN	FN									
	Specificity $\frac{TN}{FP + TN}$	Sensitivity $\frac{TP}{TP + FN}$									
<table border="1"> <tr> <td>1- Specificity</td> <td>خطای نوع اول</td> </tr> <tr> <td>1- Sensitivity</td> <td>خطای نوع دوم</td> </tr> <tr> <td>$\frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$</td> <td>نرخ شناسایی</td> </tr> </table>						1- Specificity	خطای نوع اول	1- Sensitivity	خطای نوع دوم	$\frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$	نرخ شناسایی
1- Specificity	خطای نوع اول										
1- Sensitivity	خطای نوع دوم										
$\frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$	نرخ شناسایی										

همان‌طور که از جداول (۵)، (۶) و (۷) که نتایج میزان خطای پیش‌بینی الگوریتم و خطای نوع یک و نوع دو را نشان می‌دهد می‌توان بیان کرد که الگوریتم درخت تصمیم، دسته‌بندی بیز و ماشین بردار روش‌های مناسب جهت پیش‌بینی درمانده‌گی مالی بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران با قدرت بالای ۹۵ درصد می‌باشند و در بین این روش‌ها الگوریتم درخت تصمیم بالاترین قدرت را دارا است (جدول ۸).

جدول ۸- خلاصه نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش

ردیف	نام الگوریتم	میانگین نرخ شناسایی	خطای نوع اول	خطای نوع دوم
۱	الگوریتم NBC	۹۵/۲۳	۵/۲۴۲۲۲۳	۱/۵۲۸۴۶۲
۲	الگوریتم CART	۹۸/۹۹	۱/۰۱۲۸۸۱	۰/۷۶۹۲۳۱
۳	الگوریتم SVM	۹۷/۹۷	۰/۵۲۱۰۷۷	۱۱/۱۴۶۰۸

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۹- رتبه‌بندی الگوریتم‌ها

ردیف	نام الگوریتم	میانگین نرخ شناسایی	خطای نوع اول	خطای نوع دوم
۱	الگوریتم NBC	رتبه سوم	رتبه سوم	رتبه دوم
۲	الگوریتم CART	رتبه اول	رتبه دوم	رتبه اول
۳	الگوریتم SVM	رتبه دوم	رتبه اول	رتبه سوم

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۱۰- نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش

ردیف	فرضیه	SVM	CART	NBC	نتیجه
۱	قدرت پیش‌بینی درماندگی مالی توسط الگوریتم قانون‌گرا درخت تصمیم (کارت) در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران نسبت به الگوریتم غیرخطی ماشین بردار پشتیبان بیشتر است.	۹۷/۹۷	۹۸/۹۹		تأیید فرضیه
۲	قدرت پیش‌بینی درماندگی مالی توسط الگوریتم قانون‌گرا درخت تصمیم (کارت) در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران نسبت به الگوریتم دسته‌بندی بیز بیشتر است.		۹۸/۹۹	۹۵/۲۳	تأیید فرضیه

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جمع‌بندی و ملاحظات

یکی از مسائلی که می‌تواند به نحوه تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران کمک نماید، وجود ابزارها و مدل‌های مناسب برای ارزیابی شرایط مالی و وضعیت شرکت‌ها است. یکی از ابزارهای مورد استفاده برای تصمیم به سرمایه‌گذاری، مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی است. سرعت یافتن فعالیت‌ها و رویدادهای اقتصادی پیامدهای مثبت و منفی زیادی را به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای منفی این تغییرات، افزایش رقابت‌ها به منظور کسب منابع مالی و محدود شدن دسترسی به سود توسط واحدهای تجاری و بنگاه‌های اقتصادی است. از دید ماین و جانگ^۱ یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و همچنین جلوگیری از به هدر رفتن منابع کمک کرد، پیش‌بینی درماندگی مالی یا ورشکستگی است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که نسبت مدیران غیرموظف رابطه معنادار و معکوس (مطابق با پژوهش ستایش و منصوری ۱۳۹۳،

1. Jhung, (2008).

چانگ^۱ ۲۰۰۹، مشکی میاوقی و هاشمی سعادت ۱۳۹۴، فیچ و سلزک^۲ ۲۰۰۸، نسبت وجه نقد عملیاتی رابطه معنادار و معکوس (مطابق با پژوهش ملایی و خزدوزی، ۱۳۹۴؛ ازکان و ازکان^۳، ۲۰۰۴؛ کیم و همکاران^۴، ۱۹۹۸)، تورم رابطه معنادار و مستقیم (مطابق با پژوهش صادقی و همکاران، ۱۳۹۳)، بازده سهام رابطه معنادار و معکوس (مطابق با پژوهش فدایی و همکاران، ۱۳۹۴ شان و کریستوفر ۲۰۱۷) و اهرم مالی به عنوان معیار ریسک رابطه معنادار و مستقیم (مطابق با پژوهش رحیمیان و توکل نیا، ۱۳۹۲ احمدی ۱۳۹۵) با درماندگی مالی شرکت‌ها دارد. نتایج تحقیق حاکی از قدرت بالای بیش از ۹۵ درصد الگوریتم‌های درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان و بیز جهت پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن می‌باشد و همچنین نتایج نشان داد که الگوریتم درخت تصمیم توانایی بالاتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها جهت پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران دارد. این نتایج با پژوهش‌های آدام و شارار^۵ (۱۹۹۰) سعیدی و آقایی، ۱۳۸۸؛ راعی و فلاح‌پور، ۱۳۸۷ و آهنگری ۱۳۹۰ مرتبط می‌باشد. با توجه به نتایج اولیه پژوهش که نشان داد متغیرهای نسبت مدیران غیرموظف، اهرم مالی (ریسک مالی)، بازده سالانه سهام، تورم و نسبت وجه نقد عملیاتی دارای بیشترین اهمیت در پیش‌بینی درماندگی مالی می‌باشند لذا به مدیران بخش صنعت و معدن بازار سرمایه توصیه می‌شود متغیرهای ذکر شده را جهت تصمیم‌گیری در زمینه تداوم فعالیت شرکت‌ها مد نظر قرار دهند

با توجه به نتایج ثانویه پژوهش که نشان می‌دهد الگوریتم‌های درخت تصمیم، ماشین بردار و دسته‌بندی بیز دارای قدرت بالایی در پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن می‌باشد لذا به صاحبان سرمایه و تصمیم‌گیری شرکت توصیه می‌شود در تصمیم‌گیری‌های خود پیرامون سرمایه‌گذاری در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه از قدرت پیش‌بینی الگوریتم‌های هوش مصنوعی به‌ویژه روش درخت تصمیم استفاده کنند.

همچنین نتایج این تحقیق می‌تواند به صورت کاربردی مورد توجه مدیران بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران قرار گیرد به طوری که با پیش‌بینی درماندگی مالی در شرکت‌ها

1. Chang, C.
2. Fich, E. & Slezak, S.
3. Ozkan, A, and Ozkan, N
4. Kim, C.S al et
5. Odom, M. R, Shara

و کار کردن بر روی عوامل مؤثر بر آن، نسبت به مدیریت کردن جذب سرمایه سهامداران، کاهش ریسک بحران‌های مالی و کمک به سرمایه‌گذاران جهت اجتناب از زیان‌های بزرگ در بازار سهام، اقدام نمایند.

منابع

- احمدی، سید شریف (۱۳۹۵). «بررسی رابطه بین حاکمیت شرکتی و ریسک سیستماتیک با درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- آهنگری، مهناز (۱۳۹۰). «به کارگیری الگوریتم درخت تصمیم جهت پیش‌بینی شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». اولین کنفرانس ملی دانش پژوهان کامپیوتر و فناوری اطلاعات، تبریز، دانشگاه تبریز.
- پورحیدری، امید و کوپائی حاجی، مهدی (۱۳۸۹). «پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از مدل مبتنی بر تابع تفکیکی خطی». پژوهش‌های حسابداری مالی، شماره ۱، پیاپی (۳)، صص ۳۳-۴۶.
- پیام، محمدامین (۱۳۹۱). «بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز - دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی.
- پیرایش، رضا؛ داداشی آرانی، حسن و برزگر، محمدرضا (۱۳۹۶). «ارائه مدل ریاضی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». تحقیقات حسابداری و حسابرسی، دوره ۸، شماره ۳۱، تابستان ۱۳۹۶، صص ۱۸۷-۲۰۰.
- تقوی، مهدی و پورعلی، محمدرضا (۱۳۸۹). «بررسی و تحلیل نسبت‌های مالی در تشخیص سطوح مختلف سلامت مالی واحدهای تولیدی ایران». مطالعات مالی، شماره ۸، صص ۲۳-۵۹.
- راعی، رضا و فلاح‌پور، سعید (۱۳۸۷). «کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی». بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۵، شماره ۵۳، صص ۱۷-۳۴.
- راموز، نجمه و محمودی، مریم (۱۳۹۶). «پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی با استفاده از مدل ترکیبی در بورس اوراق بهادار تهران». راهبرد مدیریت مالی، سال پنجم، ش. ۱۶، بهار ۱۳۹۶، صص ۵۱-۷۵.
- رحیمیان، نظام‌الدین و توکل‌نیا، اسماعیل (۱۳۹۲). «اهرم مالی و ارتباط آن با درماندگی مالی و فرصت‌های رشد در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران (روابط خطی و انحنایی)». فصلنامه حسابداری مالی، شماره ۵، پیاپی ۲۰، صص ۱۰۸-۱۲۹.
- ستایش، محمدحسین و منصور، شعله (۱۳۹۳). «بررسی مقایسه‌ای سازوکارهای حاکمیت شرکتی در شرکت‌های درمانده و غیر درمانده مالی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». تحقیقات مالی حسابداری، مقاله ۶، دوره ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صص ۹۹-۱۱۲.
- سعیدی، علی و آقایی، آرزو (۱۳۸۸). «مروری بر روش‌ها و مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی». دانش و پژوهش حسابداری، بهار ۱۳۸۸، دوره ۱۶، شماره ۳، صص ۵۹-۷۸.

سلیمانی، اعظم و معماریان، شجاع (۱۳۹۱). «رابطه سود اقتصادی و سود حسابداری با حقوق صاحبان سهام در شرکت‌های برتر پذیرفته‌شده در بازار سرمایه تهران». مجله اقتصادی - دومهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۷ و ۸، مهر و آبان، ۱۳۹۱، صص ۹۲-۷۵.

صادقی، حسین؛ رحیمی، پریسا و سلمانی، یونس (۱۳۹۲). «تأثیر عوامل کلان اقتصادی و نظام راهبری درماندگی مالی شرکت تولیدی‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». دو فصلنامه اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه سابق)، دوره جدید، سال بیست و یکم، شماره ۸، پاییز و زمستان، ۱۳۹۲، صص ۱۲۷-۱۰۷.

طارمی، کامران (۱۳۹۳). «بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر درماندگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران». مورد مطالعه شرکت‌های صنایع دارویی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.

طالب‌نیا، قدرت‌اله و شجاع، اسماعیل (۱۳۹۰). «رابطه بین نسبت ارزش افزوده بازار (MVA) به سود حسابداری و نسبت ارزش افزوده اقتصادی (EVA) به سود حسابداری در شرکت‌های پذیرفته‌شده». فصلنامه حسابداری مدیریت، دوره ۴، شماره ۸، صص ۶۰-۴۷.

طالب‌نیا، قدرت‌اله؛ جهانشاد، آزیتا و پورزمانی، زهرا (۱۳۸۸). «ارزیابی کارایی متغیرهای مالی و متغیرهای اقتصادی در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها مورد مطالعه شرکت‌های پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران». بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۶، شماره ۵۵، صص ۸۴-۶۷.

فدایی‌نژاد، محمداسماعیل؛ شهریاری، سارا و سلیم، فرشاد (۱۳۹۴). «تجزیه و تحلیل رابطه ریسک درماندگی مالی و بازده سهام». بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۲۲، شماره ۲، صص ۲۶۲-۲۴۳.

فدایی‌نژاد، محمداسماعیل؛ شهریاری، سارا و سلیم، فرشاد (۱۳۹۴). «معمای رابطه ریسک درماندگی مالی با بازده سهام - در بورس اوراق بهادار تهران». مطالعه تجربی، فصلنامه علمی - پژوهشی مالی مدیریت دارایی و تأمین مالی، سال سوم دوم، شماره ۹، تابستان ۱۳۹۴، صص ۵۴-۳۳.

فروغی، داریوش و مظاهری، مرضیه (۱۳۹۲). «بررسی تأثیر اهرم و ریسک درماندگی مالی بر بازده واقعی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». فصلنامه حسابداری مالی، ۱۳۹۲، ۵ (۱۸) صص ۶۱-۴۶.

قدرتی، حسن و معنوی‌مقدم، امیرهادی (۱۳۸۹). «بررسی دقت مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی (آلتمن، شیراتا، اهلسون، زمیسکی، اسپرینگیت، سی‌ای اسکور، فولمر، ژنتیک فرج زاده و ژنتیک مک کی) در بورس اوراق بهادار تهران». تحقیقات حسابداری، دوره ۲، شماره ۷، صص ۱۴۴-۱۲۸.

قسیم‌عثمانی، محمد؛ جاوید، داریوش و رحیمی، سعید (۱۳۹۰). «بررسی تأثیر بازدارندگی مکانیزم‌های حاکمیت شرکتی از درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». تحقیقات حسابداری و حسابرسی، شماره ۱۲، صص ۱۹-۱.

کمیجانی، اکبر و سعادت‌فر، جواد (۱۳۸۵). «کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس». جستارهای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۶، صص ۴۴-۱۱.

مشایخی، بیتا و گنجی، حمیدرضا (۱۳۹۳). «تأثیر کیفیت سود بر پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از شبکه

عصبی مصنوعی». تحقیقات حسابداری مالی و حسابرسی، دوره ۶، شماره ۲۲، تابستان ۱۳۹۳، صص ۱۴۷-۱۷۳.

مشکی میاوقی، مهدی و هاشمی سعادت، مریم (۱۳۹۴). «بررسی رابطه حاکمیت شرکتی با احتمال وقوع ورشکستگی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». پژوهش‌های حسابداری، دوره ۵، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۴، صص ۳۷-۵۸.

ملایی، عزت ا... و خزدوزی، بیژن (۱۳۹۴). «تأثیر سطح نقدینگی بر ریسک درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، سال دهم زمستان ۱۳۹۴، شماره ۳۴، صص ۸۱-۸۸.

Alcock, Jamie and Frank Finn and Kelvin Jui Keng(2010); "The Determinants of Debt Maturity in Australian Firms". available at:<http://ssrn.com/abstract=1728565>View issue TOC Volume 52, Issue 2June 2012 Pages. 313-341.

Altman,E.I(1968);"Financial ratios, discriminant analysis and prediction of corporate bankruptcy". Journal of Finance, Vol 23, pp.589-609.

Bredart, X (2014); "Financial Distress and Corporate Governance around Lehman Brothers Bankruptcy". International Business Research, Vol 7,No (5),pp.1-8.

Brewer, B. E. and Wilson, C.A., Featherstone, A. M., Harris, J.M., Erickson, K. and Hallahan, (2012); "Measuring the Financial Health of U.S". Production Agriculture.

Campbell, J., Hilscher, J. & Szilagyi, J. (2008); "In Search of Distress Risk". Journal of Finance, 63 (6),pp. 2899-2939.

Chang, C. (2009); "The Corporate Governance Characteristics of Financially Distressed Firms: Evidence from Taiwan". The Journal of American Academy of Business, 15 (1),pp.125-132.

Chen, M.Y. (2011); "Predicting corporate financial distress based on integration of decision tree classification and logistic regression". Expert Systems with Applications, 38 (9): pp.11261-11272.

Emilia Garcia-Appendini (2017); "Financial distress and corporate investment", Review of Economics and Statistics, 78 (1), pp.1-15.

Fich, E and Slezak, S. (2008); "Can Corporate Governance Save Distressed Firms from Bankruptcy?", An Empirical Analysis, Review of Quantitative Finance and Accounting, 30 (2),pp. 225-251.

Hu, H., and Sathye, M (2015); "Predicting Financial Distress in the Hong Kong Growth Enterprises Market from the Perspective of Financial Sustainability",Sustainability, 7, pp.1186-1200.

Hernandez, M.T, and Wilson, N (2013); "Financial Distress and BankruptcyPrediction among Listed Companies Using Accounting, Market and Macroeconomic Variables",

- International Review of Financial Analysis, in Press, Available online 26 February Volume 30, December 2013, Pages. 394-419.
- Kritsonis, Alicia. (2005); "Assessing a firms future financial health". International Journal of Management, Business, and Administration, volume8, number1, pp.256-280
- Kim, C.S, Mauer, D.C, and Sherman, A.E. (1998); "The determinants of corporate liquidity". Theory and evidence. Journal of Financial and Quantitative Analysis. 33, pp.305 -334
- Li, Zhiyong ., Jonathan N. Crook., & Andreeva, G. (2015); "Corporate Governance and Financial Distress, a Discrete Time Hazard Prediction Model". Retrieved from <http://ssrn.com/abstract=2635763>, pp.1-25
- McEnally, R. and Todd, R. (1993); "Systematic Risk Behavior of Financially Distressed Firms", Quarterly Journal of Business and Economics, 32 (3),pp. 3-19.
- 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),pp. 10210–10217
- Outecheva, N. (2007); "Corporate Financial Distress: An Empirical Analysis of Distress Risk." University of St, Gallen, Switzerland.
- Odom, M. R, Shara. (1990); "Neural Network for Bankruptcy Prediction", Probs Publishing Company, pp.177-185
- Ozkan, A, and Ozkan, N. (2004); "Corporate cash holdings: an empirical investigation of 11- UK companies", Journal of Banking and Finance. 28, pp.2103- 2134.
- Pindado, J., and Rodrigues, L., and de la Torre, C. (2008); "Estimating financial distress likelihood", Journal of Business Research, 61,pp.995-1003.
- ReturnsPengjie Gao Christopher A. Parsons Jianfeng Shen (2017);"Global Relation between Financial Distress and Equity The Review of Financial Studies". hhx060, <https://doi.org/10.1093/rfs/hhx060> Published: 14 June 2017Volume 31 Issue 1 Pages. 239–277.
- Robinson, D, and Robinson, M, Sisneros, C. (201 ; "Bankruptcy outcomes:Does the board matter?". Journal of Advances in Accounting, in Press,Available online 31 July 2012.
- Sayari, N., and Mugan, C. S. (2016); "Industry specific financial distress modeling". Business Research Quarterly, Vol. 20, No. 1, pp. 45-62.
- Shimizu, K. (2012); "Bankruptcies of Small Firms and Lending Relationship". Journal of Banking & Finance, Vol. 36 (3), Pp. 857-870.
- Swary, I. (1980); "An Analysis of Risk and Return Characteristics of Corporate Bankruptcy Using Capital Market Data". Journal of Finance, 35 (4), 1001-1016.
- Sun, J., and Jia, M-Y., and Li, H. (2011); "AdaBoost ensemble for financial distress prediction: An empirical comparison with data from Chinese listed companies". Expert Systems with Applications, 38 (8),pp. 9305-9312.

wing Yu, i., and Ho, F., and Law, E. and Fung, L. (2003); “An Analysis of the Financial Health of Hong Kong Corporations”, feature article Thong Kong Monetary Authority Quarterly Bulletin, pp.1-16.

Zmijewski Mark E. (1984); “Method logical Issues Relate to the Estimation of Financial Distress prediction Models”, Journal of Accounting Research Vol 22 supplement. pp. 59-82.

Zohra, K. F., and Mohamed, B., and Elhamoud, T., and Garaibeh, M., and Ilhem, A., and 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),pp. 137-142.