

کاربرد الگوریتم هوش مصنوعی در پیش‌بینی ورشکستگی مالی با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی و حسابداری در شرکت‌های پذیرفته‌شده بورس اوراق بهادار تهران

سید حسام وقفی*

گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

تحلیل ورشکستگی مالی یک پدیده با اهمیت برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و سایر استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی محسوب می‌شود. تعیین احتمال در مانده شدن یک شرکت قبل از بروز در ماندگی 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 ۱۴۸۸ سال - شرکت طی دوره ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۵ اقدام به بومی سازی روشی جهت شناسایی شرکت های در مانده مالی در سه سطح شده است و در نهایت با استفاده از الگوریتم هوش مصنوعی ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی و الگوریتم قانون گرا چاید ورشکستگی مالی در سال آتی و دو سال آینده با استفاده از متغیر های کلان اقتصادی و حسابداری در بازار سرمایه ایران به کمک نرم افزار متلب ۲۰۱۷ پیش بینی شده است. از جنبه های نوآوری این پژوهش بومی سازی مدل ورشکستگی مالی در ایران با بکار گیری همزمان مدل های جهانی و ایرانی، استفاده از متغیر های کلان اقتصادی و حسابداری و همچنین استفاده از روش های هوش مصنوعی سه سطحی می باشد. نتایج تحقیق حاکی از تأثیر مستقیم تورم و ریسک مالی و تأثیر معکوس نسبت مدیران غیرموظف، بازده سالانه سهام و نسبت وجه نقد عملیاتی بر ورشکستگی مالی می باشد. همچنین نتایج نشان می دهد که الگوریتم غیر خطی ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی نسبت به الگوریتم قانون گرا چاید توانایی بالاتری در پیش بینی ورشکستگی آتی شرکت ها دارد.

واژه‌های کلیدی: مدل سازی ورشکستگی مالی، الگوریتم هوش مصنوعی، متغیرهای کلان اقتصادی و حسابداری.

پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۸

اصلاح: ۱۳۹۸/۲/۶

دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹

۱- 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 بیش از پیش شرکت‌ها و مؤسسات کمک و این وظایف را پیچیده‌تر نموده است (کميجانی و سعادت‌فر، ۱۳۸۵). 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 در ماندگی و ورشکستگی بنگاه‌ها و واحدهای تجاری است



(آلتمن^۱، ۱۹۶۸). ورشکستگی شرکت‌ها همواره به‌عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و دولت‌ها مطرح بوده است، به‌نحوی که تشخیص به‌موقع شرکت‌هایی که در شرف ورشکستگی قرار دارند، می‌تواند تا حد زیادی از زیان‌های احتمالی ذی‌نفعان جلوگیری نماید. توسعه مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی به‌عنوان یک موضوع مهم، همواره مورد توجه جامعه دانشگاهی و بنگاه‌های اقتصادی بوده است (مشایخی و گنجی، ۱۳۹۳). 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 ورشکستگی مالی یا ورشکستگی است. به این ترتیب که اولاً، با ارائه هشدارهای لازم می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع در ماندگی هوشیار کرد تا آن‌ها با توجه به این هشدارها دست به اقدامات مقتضی بزنند و دوم این‌که سرمایه‌گذاران فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص داده، منابع‌شان را در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری کنند. پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌ها، مدت‌هاست که به‌عنوان یکی از موضوعات مهم در حوزه مالی و اقتصادی مطرح است. از این‌رو در این مقاله اقدام به بومی‌سازی روشی جهت شناسایی شرکت‌های درمانده مالی در سه سطح شده است و در نهایت با استفاده از الگوریتم هوش مصنوعی ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی و الگوریتم قانون گرا چاید ورشکستگی مالی در سال آتی و دوسال آینده با استفاده از متغیرهای اقتصادی و مالی در بازار سرمایه ایران پیش‌بینی شده است. از جنبه‌های نوآوری مقاله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بومی‌سازی مدل ورشکستگی مالی در ایران با بکارگیری همزمان مدل‌های جهانی و ایرانی.
- استفاده از متغیرهای اقتصادی و مالی.
- استفاده از روش‌های هوش مصنوعی سه سطحی (ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی و الگوریتم قانون گرا چاید سه سطحی).

ساختار مقاله حاضر دارای هشت قسمت است. بخش بعدی به ادبیات نظری اختصاص یافته است. در بخش سوم، پیشینه پژوهش بیان شده است. بخش چهارم به بعد به بیان روش پژوهش و جامعه مورد بررسی و تحلیل آماری و در نهایت به نتایج برآورد مدل‌های تحقیق اختصاص یافته است و در بخش آخر نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲- 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 این‌رو الگوهایی جهت پیش‌بینی ورشکستگی ارائه شده‌اند (قدرتی و معنوی مقدم، ۱۳۸۹). 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 این‌رو 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 ورشکستگی مالی شرکت‌ها ارائه نموده‌اند تا وضعیت شرکت را در مراحل مختلف ورشکستگی مالی تشخیص و از اتلاف منابع موجود شرکت جلوگیری کرده و یا به تجدید ساختار در مدیریت خود بپردازند تا همچنان بتوانند به رقابت ادامه داده و به تداوم فعالیت بپردازند. 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 (پورحیدری و کوپائی حاجی، ۱۳۸۹). در ایران نیز، طبق ماده ۱۴۱ قانون تجارت اگر بر اثر زیان‌های وارده حداقل نصف سرمایه شرکت از بین برود، هیئت مدیره مکلف است 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

¹Altman
²Altman
³Shirata
⁴Ohlsan



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 (سعیدی و آقایی، ۱۳۸۸).

۱-۲- متغیرهای حسابداری و ورشکستگی مالی

۱-۱-۲- متغیرهای مالی و تأثیر آن بر ورشکستگی 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؛ آنجائی که 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 (تقوی و پورعلی، ۱۳۸۹). سلامت مالی شرکت‌ها موضوعی است که به بحث تداوم فعالیت، ورشکستگی، حسابداری 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 (کریستونیس^۱، ۲۰۰۵). نسبت‌های مالی که شاخص‌هایی از توان سودآوری و نقدشوندگی محسوب شده و از عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر پیش‌بینی ورشکستگی مالی محسوب می‌شوند. نسبت‌های مالی، گسترده‌ترین ابزارهای مورد استفاده برای اندازه‌گیری عملکرد و سلامت و ورشکستگی مالی شرکت‌ها هستند. نسبت‌های سودآوری (اندازه‌گیری ظرفیت کسب سود شرکت) وضعیت مالی کامل یک شرکت را اندازه‌گیری می‌کنند. زیمسکی^۲ با استفاده از نسبت‌های مالی، نقدینگی، عملکرد توانست الگویی با دقت ۹۲ درصد را برای سلامت مالی شرکت‌ها ارائه کند (زیمسکی، ۱۹۸۴). تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان از نسبت‌های مالی، به‌عنوان ابزاری برای تعیین سلامت مالی و ورشکستگی مالی، استفاده کرد. وینگ^۳ و همکاران (۲۰۰۳) و برور^۴ 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^۵ و همکاران (۲۰۰۸)؛ چن^۶ (۲۰۱۱)؛ سان^۷ و همکاران (۲۰۱۱)؛ مخاطب‌رفیعی^۸ و همکاران (۲۰۱۱)؛ هوساتی^۹ (۲۰۱۵) و زوهر^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۵) که به بررسی رابطه نسبت‌های مالی و ورشکستگی مالی شرکت‌ها پرداخته‌اند در این پژوهش جهت بررسی ورشکستگی مالی بازار سرمایه از این معیارها به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۲-۲- ریسک شرکت و تأثیر آن بر ورشکستگی 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 ورشکستگی مالی همراه باشد می‌تواند اثرات مختلفی بر بازده سهام ایجاد نماید (فروغی و مظاهری، ۱۳۹۲). اهرم مالی به‌عنوان عامل مشخص‌کننده توانایی مالی شرکت،

^۱Kritsonis

^۲Zmijewski

^۳wing

^۴Brewer

^۵Pindado

^۶Chen

^۷Sun

^۸Mokhatab Rafiei

^۹Hu & Sathye

^{۱۰}Zohra



معرفی شده است و اعتقاد بر این است که اهرم مالی، درجه ورشکستگی 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 (رحیمیان و توکل‌نیا، ۱۳۹۲). ریسک سیستماتیک یا بتا سهام یکی از معیارهای سنجش ریسک است. در دهه‌های اخیر نسبت به ثبات و اهمیت بتا به منزله‌ی معیار سنجش ریسک، انتقاد شدیدی شده است. این اختلاف نظر بین پژوهشگران درباره‌ی ریسک، در تجزیه و تحلیل ریسک ورشکستگی مالی نیز انعکاس یافت. ورشکستگی مالی باید به‌مثابه‌ی فرایند مستمر نامطلوب آزمون شود. در آغاز فرایند نکول شرکت، ریسک ورشکستگی مالی به‌طور یکنواخت است و در ادامه به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد؛ در نتیجه به کاهش شدید ارزش منجر می‌شود (اوتچوا^۱، ۲۰۰۷). با توجه به پژوهش‌هایی همچون مکینالی و تاد^۲ (۱۹۹۳)؛ احمدی (۱۳۹۵)؛ الکوک^۳ و همکاران (۲۰۱۲) و سواری^۴ (۱۹۸۰) که به بررسی ارتباط معیارهای ریسک شرکت و ورشکستگی مالی پرداخته‌اند در این پژوهش جهت بررسی ورشکستگی مالی بازار سرمایه ایران از این معیارها نیز به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۲-۳- معیارهای مدیریتی و تأثیر آن بر ورشکستگی 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 افشاء نمی‌کنند، اطلاعات افشاء شده در صورت‌های مالی توأم با جانب‌داری خواهد بود و از حقیقت انحراف خواهد داشت؛ اما تحت سازوکار نظام راهبری مناسب، هیئت‌مدیره قادر به کنترل شرکت خواهد بود و از تحریف داده‌های مالی توسط مدیریت شرکت جلوگیری خواهد نمود. نظام راهبری مناسب اولاً؛ به سهامداران اقلیت این اطمینان را می‌دهد که اطلاعاتی قابل اتکاء در رابطه با ارزش شرکت دریافت کرده‌اند، همچنین از جانب مدیران شرکت و سایر سهامداران بزرگ مورد سوءاستفاده قرا نگرفته‌اند. ثانیاً؛ مدیران را تشویق می‌کند که به جای پرداختن به اهداف شخصی خود، به دنبال حداکثر کردن ارزش و منافع شرکت باشند (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳). بردارت^۵ (۲۰۱۴) معتقد است که ساختار مناسب حاکمیت شرکتی احتمال مواجهه با ورشکستگی مالی را کاهش می‌دهد. نتایج تحقیق وی و محققینی چون لی و همکاران^۶ (۲۰۱۵) حاکی از اثرگذاری متغیرهای حاکمیت شرکتی بر پیش‌بینی ورشکستگی مالی است. پژوهشگران همچون ستایش و منصوری (۱۳۹۳) و قسیم عثمانی و همکاران (۱۳۹۰) و لی و همکاران^۷ (۲۰۱۵) به بررسی ارتباط معیارهای نظام راهبری شرکت (معیارهای مدیریتی) و ورشکستگی مالی پرداخته‌اند در این پژوهش جهت بررسی ورشکستگی مالی بازار سرمایه ایران نیز از این معیارها نیز به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۲-۴- متغیرهای کلان اقتصادی و تأثیر آن بر ورشکستگی 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 کسب‌وکار شرکت‌ها، احتمال ورشکستگی مالی را کاهش و تورم نیز احتمال درماندگی شرکت‌ها را افزایش می‌دهد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی، بازار و حسابداری و تلفیق این سه دسته از متغیرها ورشکستگی مالی شرکت‌ها را بهتر می‌توان پیش‌بینی کرد (هرناندز و ویلسون^۸، ۲۰۱۳). صادقی و همکاران (۱۳۹۳) معتقدند که صرف استفاده از نسبت‌های مالی و در نظر نگرفتن شرایط اقتصادی حاکم بر جامعه و شرکت‌ها در فرایند پیش‌بینی ورشکستگی مالی منجر به نتیجه‌گیری‌های نادرست خواهد شد، این محققین به همراه محققینی همچون آلفینا^۹ (۲۰۱۳) و لی^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیده‌اند که متغیرهای کلان اقتصادی در کنار سایر متغیرها، توان پیش‌بینی مدل را افزایش خواهد داد. متغیرهای کلان اقتصادی کسب‌وکار شرکت‌ها را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد

^۱Outecheva

^۲McEnally & Todd

^۳Alcock

^۴Swary

^۵Bredart

^۶Li

^۷Li

^۸Hernandez & Wilson

^۹Mohd Norfian Alifiah

^{۱۰}Li

و غافل شدن از عوامل تعیین‌کننده‌ی این فضا چه‌بسا منجر به تصمیمات اشتباه گردد؛ و این تصمیمات نادرست و اشتباه منجر ورشکستگی مالی شرکت‌ها خواهد شد و در نتیجه باعث ورشکستگی شرکت‌ها شود (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به پژوهش‌های صادقی و همکاران (۱۳۹۳)؛ پیام (۱۳۹۱)؛ ظارمی (۱۳۹۳) و طالب‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) و لی و همکاران (۲۰۱۵) که به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ورشکستگی مالی پرداخته‌اند. در این پژوهش جهت بررسی ورشکستگی مالی بازار سرمایه ایران نیز از این معیارها نیز به‌عنوان متغیر ورودی اولیه استفاده شده است.

۳- پیشینه پژوهش

۳-۱- پیشینه داخلی

محسنی و رحیمیان (۱۳۹۷) به بررسی عوامل مؤثر بر ورشکستگی با بهره‌گیری از کارایی به‌عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده مبتنی بر رهیافت پنل دیتا لاجیت پرداختند. در قالب پنل دیتا لاجیت برای ۳۶ شرکت تولیدی، طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۸ برازش می‌شود. مدل کارایی از روش‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس، بازده متغیر نسبت به مقیاس، الگوی جمعی و از روش اندرسون-پیترسون محاسبه شده است که در بین متغیرهای محاسبه شده، متغیر کارایی با بازده ثابت نسبت به مقیاس معنادار می‌شود. در نهایت مدل رگرسیون لاجیت، یک بار بدون تصریح متغیر کارایی و بار دیگر با متغیر کارایی برازش شده و در تمامی الگوهایی که با لحاظ متغیر کارایی برازش می‌شود، دقت مدل به‌طور معناداری افزایش می‌یابد. در نهایت نتایج نشان می‌دهند که متغیرهای نسبت مالی، نسبت آنی، نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی، نسبت بازده کل دارایی‌ها و نسبت سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی‌ها در مقایسه با سایر متغیرهای توضیحی تأثیر بیشتری در معناداری مدل دارند و متغیر کارایی در مدل معنادار شده و علاوه بر این کل مدل از لحاظ برازش مدل معنادار شد. بت شکن و همکاران (۱۳۹۷) به ارائه یک روش ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی در ماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. بدین منظور ۲۹ نسبت مالی برای شرکت‌های تولیدی درمانده مالی بر اساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت و به همان تعداد شرکت سالم به‌صورت تصادفی از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ با استفاده از صورت‌های مالی حسابرسی شده برای یک، دو و سه سال قبل از درماندگی جمع‌آوری شده است. سپس با استفاده از آزمون آماری و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری دیمتل و تودیم فازی، بهترین نسبت‌های مالی به همراه ضریب اهمیت هر یک انتخاب و با استفاده از ماشین بردار پشتیبان، پیش‌بینی در ماندگی مالی انجام شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که آزمون مقایسات زوجی نشان داد که اختلاف دقت مدل پیشنهادی در پیش‌بینی در ماندگی مالی برای هر سه سال $t-1$ ، $t-2$ و $t-3$ نسبت به دقت مدل‌های آلتمن و رگرسیون لجستیک در سطح خطای ۵ درصد معنادار بوده است. پیرایش و همکاران (۱۳۹۶) به ارائه مدل ریاضی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت پرداخته‌اند. به‌منظور طراحی مدل، از اطلاعات دو گروه از شرکت‌های پذیرفته شده 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 تنوع بخشی، 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 بدلیل کم‌رنگ شدن شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی، از توان پیش‌بینی مدل کاسته می‌شود 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 پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (۳۱ شرکت ورشکسته طبق ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران و ۵۹ شرکت غیر ورشکسته) طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۶ 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 بر در ماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده 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 در ماندگی 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 حاصل با کنترل متغیرهای اندازه شرکت و اهرم مالی کماکان به قوت خود باقی ماند. فدایی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی معماری رابطه ریسک درماندگی مالی با بازده سهام در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ پرداخته‌اند. در این پژوهش از دو معیار Z آلتمن و امتیاز اولسون، استفاده شده است. همچنین به بررسی این موضوع پرداخته شده است که هر یک از متغیرهای بتا، B/M و اندازه با توجه به شدت ریسک درماندگی مالی، چه نقشی در توضیح بازده سهام دارند. بدین 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 ۱۳۸۴-۱۳۸۸ 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 ۴ 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 توسعه‌یافته با نسبت‌های جریان وجوه نقد و متغیرهای کلان اقتصادی دارای متغیرهای مؤثر برای پیش‌بینی می‌باشند.

۲-۳- پیشینه‌ی خارجی

دوجاردین^۱ (۲۰۱۸) در مقاله خود با عنوان "گروه‌های مبتنی بر الگوریتم‌های اعمال‌شده جهت پیش‌بینی ورشکستگی" به تحلیل و پیش‌بینی درماندگی مالی پرداختند. در این پژوهش از روش‌های درخت تصمیم و ماشین بردار پشتیبان جهت پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که الگوریتم قانون‌گرا از روش‌های مبتنی بر شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان قدرت بالاتری جهت پیش‌بینی درماندگی مالی دارد. گارد و آندون^۲ (۲۰۱۸) در مقاله خود تحت عنوان درماندگی مالی، تغییرات ریسک و استفاده از استراتژی‌ها، نشان می‌دهند که شرکت‌ها سهام‌های مشتق شده خود را به طرز مختلفی پشتیبانی می‌کنند که از فرضیه تغییر ریسک حمایت می‌کنند. آن‌ها از داده‌های جمع‌آوری شده از صنعت نفت و گاز، استفاده می‌کنند و نشان می‌دهند که شرکت‌هایی که از لحاظ مالی دچار درماندگی شده‌اند بیشتر در استراتژی فروش گزینه‌های قرار داده‌شده (فروش بیمه) مشارکت می‌کنند و استفاده از این استراتژی پس از افزایش بی‌رویه احتمال پیش‌بینی افزایش می‌یابد. این استراتژی برای تولید جریان نقدی در ابتدای راه است که باعث حفظ صعودی سهام برای سهامداران می‌شود، اما خطر ریسک برای طلبکاران را افزایش می‌دهد. درحالی‌که بانک‌ها به‌طور مؤثر ریسک جایگزینی دارایی را به‌طور مؤثر بررسی می‌کنند. شان^۳ و کریستوفر^۴ (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. گارسیا^۵ (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 آشفستگی مالی

¹Philippe du Jardin
²Hakan Jankensgård·Niclas André
³Parsons Jianfeng Shen
⁴ReturnsPengjie Gao Christopher
⁵Emilia Garcia



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^۱ (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 مورد بررسی 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 انعکاس‌دهنده ویژگی‌های صنعت هستند و محتوای اطلاعات نسبت‌های خاص در میان صنایع مختلف متفاوت است. همچنین یافته‌ها بیانگر تأثیر واگرایی ویژگی‌های صنعت بر شرکت‌هاست و در نتیجه، ضرورت ساخت مدل‌های ورشکستگی مالی خاص صنعت وجود دارد. رابینسون^۲ و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی رابطه بین ترکیب هیئت‌مدیره و عوامل در ماندگی 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. به طوری که این رابطه زمانی که مقدار مالکیت آن‌ها زیاد باشد، منفی و زمانی که کم باشد، مثبت است. چانگ^۳ (۲۰۰۹) با بررسی رابطه‌ی بین ویژگی‌های حاکمیت شرکتی در شرکت‌های در مانده‌ی مالی در کشور تایوان و با استفاده از روش رگرسیون چندگانه به این نتیجه می‌رسد که شرکت‌های دارای استقلال هیئت‌مدیره (شرکت‌هایی که درصد بالای اعضای غیر مؤلف هیئت‌مدیره دارند) نسبت به شرکت‌هایی دارای درصد پایین اعضای غیر مؤلف هیئت‌مدیره، کمتر دچار بحران و در ماندگی مالی می‌شوند. فیچ و سلزک^۴ (۲۰۰۸) به بررسی توانایی سازوکارهای حاکمیت شرکتی در جلوگیری از در ماندگی مالی شرکت‌ها پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهنده‌ی آن است که هیئت‌مدیره‌ی 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 در ماندگی مالی دارد.

۴- فرضیه‌ی تحقیق

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

فرضیه اول: قدرت پیش‌بینی ورشکستگی مالی سال آتی توسط الگوریتم هوش مصنوعی ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی نسبت به الگوریتم قانون گرا چاید در بازار سرمایه ایران بیشتر است.

فرضیه دوم: قدرت پیش‌بینی ورشکستگی مالی دو سال آینده توسط الگوریتم هوش مصنوعی ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی نسبت به الگوریتم قانون گرا چاید در بازار سرمایه ایران بیشتر است.

۵- متغیرهای پژوهش

۵-۱- متغیر وابسته

ورشکستگی مالی در واقع به معنی ناتوانی مالی شرکت در ایفای تعهداتش است. در این پژوهش با توجه به جدول ۱ و ۲ از رویکرد جدیدی جهت شناسایی شرکت‌های در مانده مالی در سه سطح به شرح زیر استفاده شده است.

— ابتدا با توجه به جدول ۱ هر یک از روش‌های جهانی و ایرانی ورشکستگی مالی که در ایران به کار گرفته شده است، شامل روش‌های (آلتمن (۱۹۶۸)، اسپرینگیت (۱۹۷۸)، اهلسون (۱۹۸۰)، زیمسکی (۱۹۸۴)، شیراتا (۱۹۹۸)، فولمر (۱۹۸۴)، زاوگین (۱۹۸۵)، آلتمن تعدیل شده (۲۰۰۰) و ماده ۱۴۱ قانون تجارت) به عنوان معیار ورشکستگی مالی در نظر گرفته شد.

^۱Sayari & Mugan

^۲Robinson

^۳Chang

^۴Fich & Slezak

جدول ۱- روش های به کار گرفته شده در ۱۰۰ پژوهش اخیر حوزه ورشکستگی مالی.

مدل درماندگی	تعداد
التمن	۲۲
مدل تعدیل شده التمن	۴
اوهلسون	۷
ماده ۱۴۱	۴۹
فالمر	۲
زیمسکی	۴
اسپرینگیت	۴
شیراتا	۲
زاوگین	۳
سایر مدل ها	۳

باتوجه به جدول شماره ۲ و تحلیل شرکت ها در سه سطح سالم مالی (شرکت هایی که در همه مدل ها سالم شناخته شده اند)، درمانده مالی (شرکت هایی که در ۱ الی ۴ مدل سلامت مالی آن ها تایید نشده است.) و ورشکسته مالی (شرکت هایی که در ۵ الی ۹ مدل سلامت مالی آن ها تایید نشده است.) طبقه بندی شدند.

جدول ۲- تعداد شرکت ها به تفکیک تعداد مدل نشان دهنده در ماندگی مالی.

تعداد مدل نشان دهنده ورشکستگی مالی	تعداد سال - شرکت	نوع شرکت در این پژوهش
۰	۱۳۴	سالم مالی
۱	۴۰۶	درمانده مالی
۲	۴۰۳	درمانده مالی
۳	۲۵۴	درمانده مالی
۴	۱۵۰	درمانده مالی
۵	۶۹	ورشکسته مالی
۶	۴۴	ورشکسته مالی
۷	۲۶	ورشکسته مالی
۸	۲	ورشکسته مالی
۹	۰	ورشکسته مالی

۲-۵- متغیرهای مستقل

متغیرهای مستقل اولیه شامل متغیرهای کلان اقتصادی و حسابداری تقسیم بندی و با توجه به مبانی نظری ارائه شده و همچنین بررسی پژوهش های گذشته، متغیرهای مرتبط در جدول ۳ انتخاب شده است.

جدول ۳- متغیرهای مستقل اولیه پژوهش.

نام متغیر	تعریف عملیاتی
معیارهای حسابداری	
الف) معیارهای مالی	
نسبت حاشیه سود عملیاتی	از تقسیم سود عملیاتی بر فروش خالص بدست می آید.
نسبت وجه نقد عملیاتی	از تقسیم وجه نقد عملیاتی بر مجموع دارایی ها بدست می آید.
نسبت بازده دارایی	از تقسیم سود خالص بر مجموع دارایی ها بدست می آید.
نسبت بازده حقوق صاحبان سهام	از تقسیم سود خالص بر مجموع حقوق صاحبان سهام بدست می آید.
نسبت ارزش افزوده اقتصادی	$EVA = NOPAT - (WACC \times Capital)$ سود خالص عملیاتی پس از کسر مالیات، NOPAT ارزش افزوده اقتصادی، EVA در این مدل نرخ متوسط هزینه سرمایه است WACC سرمایه بکار گرفته شده در شرکت و Capital
نسبت کیو توبین	از تقسیم ارزش بازار خالص دارایی ها بر ارزش دفتری خالص دارایی ها بدست می آید.





بازده سهام	از اطلاعات بازده سالانه سهام شرکت منتشر شده توسط سایت کدال استفاده شده است.
نام متغیر	تعریف عملیاتی
(ب) معیارهای ریسک شرکت	ریسک سیستماتیک درجه تغییرات بازده یک سرمایه‌گذاری خاص نسبت به تغییرات بازده اندازه‌گیری می‌شود β مجموعه سرمایه‌گذاری بازار است و با شاخص
ریسک سیستماتیک (ریسک بازار)	$\beta = \frac{Cov(R_m, R_i)}{\delta^2 R_m}$
ریسک مالی	از تقسیم مجموع بدهی‌ها بر مجموع دارایی‌ها بدست می‌آید.
ج) معیارهای نظام راهبری (مدیریتی)	از تقسیم تعداد اعضای هیئت‌مدیره غیرموظف بر تعداد کل اعضای هیئت‌مدیره به دست می‌آید.
نسبت مدیران غیرموظف	مجموع سهام متعلق به سهامداران بیش از ۵٪ را به عنوان درصد مالکان نهادی در نظر گرفته شده است.
درصد مالکان نهادی	تعداد اعضای هیئت‌مدیره به عنوان اندازه هیئت‌مدیره مد نظر قرار گرفته است.
اندازه هیئت‌مدیره	
معیارهای کلان اقتصادی	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
تورم	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
تولید ناخالص داخلی	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
قیمت نفت	
متغیر وابسته	جدول ۱ و ۲ پژوهش
ورشکستگی مالی سه سطحی	الگوریتم هوش مصنوعی (ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی و الگوریتم قانون گرا چاید سه سطحی)
روش پژوهش	
دوره پژوهش	۱۳۹۰-۱۳۹۵ (یک دوره ۶ ساله)

۶- روش پژوهش

با توجه به مبانی نظری از یک سو و با در نظر گرفتن گروه متغیرهای حسابداری 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 ۲. استفاده از الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی و الگوریتم قانون گرا چاید سه سطحی و نرم‌افزار متلب ۲۰۱۷ جهت اعتبار سنجی قدرت پیش‌بینی ورشکستگی مالی در بازار سرمایه ایران.

جامعه آماری پژوهش حاضر، شامل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است که برای یک دوره ۶ سال مورد بررسی قرار خواهد گرفت و چارچوب نمونه‌گیری شامل شرکت‌هایی است که دارای شرایط زیر باشند:

- در دوره‌ی مورد بررسی تغییر دوره‌ی مالی نداشته باشند.
- شرکت‌های سرمایه‌گذاری، واسطه‌گری‌های مالی، بانک و لیزینگ نباشند.
- داده‌های مورد نظر آن‌ها در دسترس باشد.
- شرکت‌هایی که در دوره تحقیق فعال بوده اند.

در نهایت با توجه به محدودیت‌های ذکر شده تعداد ۱۴۸۸ سال - شرکت طی سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۵ جهت آزمون فرضیه‌های پژوهش مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.



جدول ۴- تعداد شرکت‌ها به تفکیک تعداد مدل نشان‌دهنده در ماندگی مالی.

تعداد مدل نشان‌دهنده ورشکستگی مالی	نتیجه	تعداد سال - شرکت
۰ مدل	سلامت مالی	۱۳۴
بین ۱ تا ۴ مدل	درمانده مالی	۱۲۱۳
بین ۵ تا ۹ مدل	ورشکسته مالی	۱۴۱

منبع: یافته‌های پژوهش‌گر.

۷- تجزیه و تحلیل داده‌ها

۷-۱- آمار توصیفی پژوهش

جدول ۵ اطلاعات مربوط به آمار توصیفی متغیرهای پژوهش که شامل شاخص‌های مرکزی (میانگین و میانه) و شاخص پراکندگی (انحراف معیار) می‌باشد را نشان می‌دهد.

جدول ۵- آمار توصیفی پژوهش.

نام متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
بازده سهام	۵۲/۲۰	۱۳/۹۱۵	-۷۱/۵۸	۸۵۹/۵	۱۴۵/۰۷
بازده دارایی	۰/۱۲	۰/۰۹	-۰/۳۳	۰/۷۴	۰/۱۴
بازده حقوق صاحبان سهام	۰/۲۹	۰/۲۷	-۳/۶۷	۵/۹۱	۸/۱۲
نسبت وجه نقد عملیاتی	۰/۱۹	۰/۰۹	-۰/۴۸	۰/۶۸	۲/۱۵
ارزش افزوده اقتصادی	۰/۱۲	۰/۱۰	-۱/۳۳	۰/۸۵۵	۰/۱۵
نسبت کیوتوبین	۱/۱۶	۰/۸۸	۰/۰۳	۷/۲۳	۱/۰۲
ریسک سیستماتیک	۰/۶۲	۰/۵۳	-۲۷/۳۰	۱۱/۶۰	۲۲/۳۳
اهرم مالی	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۰۶۸	۳/۰۶	۰/۲۵۵
مالکان نهادی	۷۳/۷	۸۰/۲۰	۰/۰۰۰	۱۰۰/۰	۲۸/۶۶
نسبت مدیران غیرموظف	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۱
تمرکز مالکیت	۷۷/۵۳	۸۳/۲۷	۰/۰۰۰	۱۰۰	۲۰/۷۹
رشد تولید ناخالص داخلی	۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۰۰۰	۳۴/۷	۰/۰۹
نرخ تورم	۲۱/۲۵	۲۱/۵۰	۲۰	۲۲	۹/۴۲
قیمت نفت سنگین ایران (دلار)	۸۴/۲۲	۱۰۰/۹۰	۲۸/۷۴	۱۰۹/۱۰	۳۹/۲۰

میانگین شاخص مناسبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌هاست. پارامترهای پراکندگی که از مهم‌ترین آن‌ها انحراف معیار می‌باشد، جهت تبیین میزان پراکندگی داده‌ها با یکدیگر یا میزان پراکندگی آن‌ها نسبت به میانگین استفاده شده است.

۷-۲- آمار تحلیلی لجستیک و الگوریتم‌ها

۷-۲-۱- پاک‌سازی داده‌ها

در این مرحله داده‌هایی که متغیرهای مستقل آن‌ها بدلیل 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 ۵ درصد جهت شناسایی عوامل مؤثر بر ورشکستگی مالی بازار سرمایه استفاده و نتایج این تحلیل به‌عنوان متغیرهای ورودی جهت پیش‌بینی ورشکستگی مالی به‌وسیله الگوریتم‌های هوش مصنوعی استفاده شده است.

جدول ۶- برآورد درست‌نمایی ماکزیمم ضرایب الگوی رگرسیون لجستیک.

نام متغیر مستقل	برآورد	برآورد استاندارد شده	خطای معیار	کی دو والد	درجه آزادی	مقدار احتمال
نسبت مدیران غیرموظف	-۱۰۰۵۸۶	-۴۰۴۳۶۰	۰۰۰۷۷۶	۱۸۵۰۹۶۷۷	۱	<۰۰۰۰۱
نسبت وجه نقد عملیاتی	-۵۰۵۸۳۵	-۰۰۹۲۰۷	۰۰۳۲۱۳	۳۰۲۰۸۳۲	۱	<۰۰۰۰۱
ریسک مالی (اهرم مالی)	۰۰۳۰۹	۰۰۲۱۳۳	۰۰۰۶۹۶	۱۹۰۶۷۴۳	۱	<۰۰۰۰۱
بازده سالانه سهام	-۶۰۸۲۲۸	-۰۰۴۲۴۷	۰۰۶۶۸۱	۱۰۴۰۲۹۷۳	۱	<۰۰۰۰۱
تورم	۰۰۵۷۳۱	۰۰۳۳۶۷	۰۰۷۴۴	۵۹۰۳۲۴۴	۱	<۰۰۰۰۱

منبع: نتیجه آزمون گام به گام.

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

داده‌ها به دودسته 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 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 بدست آمده به عنوان نرخ خطا داده‌های یادگیری و داده‌های ارزیابی نسبت داده می‌شود. پس از تقسیم شرکت-سال‌ها به دو دسته داده‌های یادگیری و تست با استفاده از روش 10-Fold Cross-Validation برای ارزیابی مدل‌ها با توجه به اینکه متغیر وابسته دارای سه حالت بود، از نرخ شناسایی استفاده شده است. نرخ شناسایی به معنای درصد طبقه‌بندی درست متغیر وابسته به کل شرکت-سال‌ها در هر مجموعه داده است و نرخ شناسایی از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$(1) \quad \text{نرخ شناسایی} = \frac{\text{تعداد پیش بینی صحیح}}{\text{تعداد شرکت سال‌ها}}$$

۲-۲-۷- الگوریتم‌های هوش مصنوعی

الگوریتم قانون گرا چاید.

این درخت تصمیم^۲ CHAID با عنوان آشکارساز تعامل خودکار کای اسکوتر از معیار ارزیابی شباهت بین ویژگی‌ها به عنوان معیار جداساز استفاده می‌کند. این درخت تصمیم از معیار کی دو (χ^2) برای انتخاب بهترین ویژگی در هر گره تصمیم استفاده می‌کند. معیار

^۱Fold Cross-Validation

^۲Chi-squared Automatic Interaction Detector



$$\begin{aligned}
 L &= \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i x_i^T \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j x_j + \sum_{i=1}^n \lambda_i \left(1 - y_i \left(\sum_{j=1}^n \lambda_j y_j x_j^T x_i + b \right) \right) \\
 &= \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j y_i y_j x_i^T x_j + \sum_{i=1}^n \lambda_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j y_i y_j x_i^T x_j - b \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i \\
 &= \sum_{i=1}^n \lambda_i - \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j y_i y_j x_i^T x_j.
 \end{aligned}$$

رابطه بین متغیرها و برجسبها را بررسی می‌کند و به صورت زیر تعریف می‌گردد.

$$X^2 = \sum_j \frac{(x_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}, \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

که در آن x_{ij} و E_{ij} به ترتیب مشاهده و مقدار مورد انتظار کلاس j ام هستند و n تعداد ویژگی‌ها است. ویژگی که بیشترین مقدار x^2 را داشته باشد به عنوان ویژگی جداساز انتخاب می‌گردد.

ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی.

این الگوریتم در حالت مدل غیرخطی روی شرکت-سال‌ها با استفاده از روش 10-Fold Cross-Validation اجرا و ارزیابی شد. در حالت مدل غیرخطی ماشین بردار پشتیبان از کرنل گوسی زیر برای غیرخطی سازی استفاده شده است.

$$K(x_i, x_j) = \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{2 \times \sigma^2}\right). \quad (3)$$

که مقدار $\sigma = 1$ است و x_i نشان‌دهنده متغیرهای مستقل انتخابی است. عملکرد این تابع به صورت است که به جای انتقال داده‌ها از فضای ورودی به فضای ویژگی و سپس برگشت از فضای ویژگی به فضای ورودی، می‌توان مستقیماً با تصویر ضرب داخلی این فضا کار کرد به منظور انجام یک مقایسه عادلانه، پارامترهای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای همه حالات یکسان در نظر گرفته شد. بعلاوه، بدون از دست دادن عمومیت، Fold های تقسیم‌بندی شده شرکت-سال‌ها در روش 10-Fold Cross-Validation برای همه مدل‌ها یکسان در نظر گرفته شده است.

۴-۲-۷- نتایج تحلیل الگوریتم‌های پژوهش

$$\text{نرخ شناسایی} = \frac{\text{تعداد پیش بینی صحیح}}{\text{تعداد شرکت سال‌ها}}. \quad (4)$$

داده‌های آموزشی و تست تقسیم‌بندی شده توسط روش 10-Fold Cross-Validation به الگوریتم SVM و CHAID داده شد. پس از اجرای فرآیند یادگیری این الگوریتم‌ها، به منظور اینکه بررسی شود چقدر مدل یادگرفته شده غیرخطی SVM و قانون‌گرا CHAID، فرآیند یادگیری را با موفقیت سپری کرده است، ابتدا همان داده‌های یادگیری را که قبلاً به الگوریتم‌ها داده شده است تا پارامترهای مدل خود را یاد بگیرد، مجدداً به مدل با پارامترهای یادگرفته شده داده می‌شود، با این تفاوت که این بار مدل‌ها مقدار متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کنند، سپس میانگین ۱۰ نرخ شناسایی روش 10-Fold Cross-Validation محاسبه شده و در زیر گزارش شده است. الگوریتم CHAID در سال t نرخ شناسایی تقریباً برابری (کمی بهتر) نسبت به الگوریتم SVM دارد، ولی در سال $t+1$ و $t+2$ الگوریتم SVM نسبت به الگوریتم CHAID بهتر عمل می‌کند و نرخ شناسایی بالاتری نسبت به الگوریتم CHAID دارد. در نتیجه می‌توان گفت الگوریتم غیرخطی SVM نسبت به درخت تصمیم CHAID به منظور پیش‌بینی تداوم فعالیت شرکت‌ها بهتر عمل می‌کند. قابلیت پیش‌بینی هر دو الگوریتم در سال‌های $t+1$ و $t+2$ کاهش می‌یابد.

جدول ۷- میانگین نرخ شناسایی پیش‌بینی ورشکستگی سه سطحی شرکت‌ها برای داده‌های آموزش.

سال جاری		سال آتی		سال آتی-آتی	
CHAID	SVM	CHAID	SVM	CHAID	SVM
۹۱٫۷۷	۹۲٫۱۷	۷۸٫۴۸	۸۳٫۸۰	۸۰٫۳۹	۷۷٫۴۳
%	%	%	%	%	%

نرخ شناسایی

منبع: یافته‌های پژوهش‌گر.

جدول ۸- میانگین نرخ شناسایی پیش‌بینی ورشکستگی سه سطحی شرکت‌ها برای داده‌های تست.

سال جاری		سال آتی		سال آتی-آتی	
CHAID	SVM	CHAID	SVM	CHAID	SVM
۹۱٫۳۱	۹۲٫۱۳	۸۲٫۸۹	۸۲٫۱۰	۷۴٫۷۷	۷۴٫۷۷
%	%	%	%	%	%

نرخ شناسایی

اما چیزی که باید نگران آن باشیم، اتفاق افتادن پدیده‌ای به نام بیش‌برازش^۱ است. به همین علت برای بررسی عمومیت^۲ مدل ارائه شده، نرخ شناسایی را برای شرکت-سال‌های تست (شرکت-سال‌هایی که توسط روش 10-Fold Cross-Validation در هر تکرار کنار گذاشته شده‌اند و مدل‌ها آن‌ها را تاکنون ندیده‌اند) را به مدل‌ها داده می‌شود. ۱۰ نرخ شناسایی توسط روش 10-Fold Cross-Validation گزارش می‌شود. میانگین این نرخ‌ها در جدول زیر نشان داده شده است. مشابه قبل نتیجه گرفته می‌شود که مدل‌های SVM دارای عملکرد بهتری از مدل CHAID است، یعنی برای شرکت-سال‌هایی که تا به حال ندیده است، هم خوب عمل می‌کند. همچنین، مشکل بیش‌برازش هم اتفاق نیفتاده است، از آنجاکه اختلاف نرخ شناسایی داده‌های آموزش و تست ناچیز است.

۸- نتیجه‌گیری

تحلیل ورشکستگی در شرکت‌های پذیرفته‌شده بورس اوراق بهادار یکی از مباحث بااهمیت در حوزه مالی است. فعالان بازار سرمایه از این مدل‌ها برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی، سرمایه‌گذاری و اعتبار دهی بهره می‌برند و با تحلیل درماندگی مالی و پس‌از آن ریشه‌یابی مسئله و حل آن قطعاً به نتایج مفید و عملکرد بهتری دست خواهند یافت (رستمی و همکاران، ۱۳۹۰). انجام پژوهش‌هایی در زمینه درماندگی مالی و ایجاد مدل‌هایی که برگرفته از فرهنگ و بازار اقتصادی در ایران باشد، به طور حتم مفید واقع می‌شوند. درنهایت با توجه به نتایج پژوهش که نشان داد معیارهای مالی و حاکمیت شرکتی بیشترین اهمیت در تحلیل ورشکستگی مالی نسبت به معیارهای اقتصادی دارد. 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 ورشکستگی 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^۳ (۲۰۰۸) 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 ورشکستگی مالی یا ورشکستگی است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که نسبت مدیران غیرموظف رابطه معنادار و معکوس (مطابق با پژوهش ستایش و منصوری، ۱۳۹۳، چانگ^۴، ۲۰۰۹، مشکی میاوقی و هاشمی سعادت، ۱۳۹۴، فیچ و سلزک^۵، ۲۰۰۸)، نسبت وجه نقد عملیاتی رابطه معنادار و معکوس (مطابق با پژوهش ملایی و خردوزی، ۱۳۹۴؛ ازکان وازکان^۶، ۲۰۰۴؛ کیم^۷ و همکاران، 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)

^۱Overfitting

^۲Generality

^۳Jhung

^۴Chang

^۵Fich & Slezak

^۶Ozkan and Ozkan

^۷Kim



و اهرم مالی به‌عنوان معیار ریسک رابطه معنادار و مستقیم (مطابق با پژوهش رحیمیان و توکل نیا، ۱۳۹۲؛ احمدی، ۱۳۹۵) با ورشکستگی مالی شرکت‌ها دارد. نتایج تحقیق حاکی از قدرت بالاتر الگوریتم ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی نسبت به الگوریتم قانون گرا چاید جهت پیش‌بینی ورشکستگی مالی در بازار سرمایه ایران می‌باشد. با توجه به نتایج اولیه پژوهش که نشان داد متغیرهای نسبت مدیران غیر موظف، اهرم مالی (ریسک مالی)، بازده سالانه سهام، تورم و نسبت وجه نقد عملیاتی دارای بیشترین اهمیت در پیش‌بینی ورشکستگی مالی می‌باشند لذا به مدیران 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 قانون گرا و ماشین بردار دارای قدرت بالایی در پیش‌بینی ورشکستگی مالی می‌باشد لذا به صاحبان سرمایه و تصمیم‌گیری شرکت توصیه می‌شود در تصمیم‌گیری‌های خود پیرامون سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه از قدرت پیش‌بینی الگوریتم‌های هوش مصنوعی به‌ویژه روش ماشین بردار استفاده کنند. همچنین نتایج این تحقیق می‌تواند به‌صورت کاربردی مورد توجه مدیران بازار سرمایه ایران قرار گیرد به طوری که با پیش‌بینی ورشکستگی مالی در شرکت‌ها 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، س. ش. (۱۳۹۵). بررسی رابطه بین حاکمیت شرکتی و ریسک سیستماتیک با درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران (پایان‌نامه کارشناسی ارشد).
- آهنگری، م. (۱۳۹۰). به‌کارگیری 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، ا؛ کوپائی حاجی، م. (۱۳۸۹). پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از مدل مبتنی بر تابع تفکیکی خطی. پژوهش حسابداری مالی، ۳(۳)، ۳۳-۴۶.
- پیام، م. ا. (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، ر؛ داداشی آرنی، ح؛ بزرگ، م. ر. (۱۳۹۶). ارائه مدل ریاضی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات حسابداری و حسابرسی، ۸(۳۱)، ۱۸۷-۲۰۰.
- تقوی، م؛ پورعلی، م. ر. (۱۳۸۹). بررسی و تحلیل نسبت‌های مالی در تشخیص سطوح مختلف سلامت مالی واحدهای تولیدی ایران. مطالعات مالی، ۸، ۲۳-۵۹.
- راعی، ر؛ فلاح‌پور، س. (۱۳۸۷). کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۵(۵۳)، ۱۷-۳۴.
- راموز، ن؛ محمودی، م. (۱۳۹۶). پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی با استفاده از مدل ترکیبی در بورس اوراق بهادار تهران. راهبرد مدیریت مالی، ۱۶(۱)، ۵۱-۷۵.
- رحیمیان، ن؛ توکل‌نیا، ا. (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، ۵(۲۰)، ۱۰۸-۱۲۹.
- ستایش، م. ح؛ منصور، ش. (۱۳۹۳). بررسی مقایسه‌ای سازوکارهای حاکمیت شرکتی در شرکت‌های درمانده و غیر درمانده مالی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی حسابداری، ۱۶(۱)، ۹۹-۱۱۲.
- سعیدی، ع؛ آقایی، آ. (۱۳۸۸). مروری بر روش‌ها و مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی. دانش و پژوهش حسابداری، ۱۶(۳)، ۵۹-۷۸.
- سلیمانی، ا؛ معماریان، ش. (۱۳۹۱). رابطه سود اقتصادی و سود حسابداری با حقوق صاحبان سهام در شرکت‌های برتر پذیرفته‌شده در بازار سرمایه تهران. مجله اقتصادی - دوماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، ۷(۸)، ۷۵-۹۲.
- صادقی، ح؛ رحیمی، پ؛ سلمانی، ی. (۱۳۹۲). تأثیر عوامل کلان اقتصادی و نظام راهبردی درماندگی بر مالی شرکت تولیدی‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. دو فصلنامه اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه سابق)، ۲۱(۸)، ۱۰۷-۱۲۷.
- طارمی، ک. (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، ق؛ شجاع، ا. (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، ۴(۸)، ۴۷-۶۰.
- طالب‌نیا، ق؛ جهان‌شاد، آ؛ پورزمانی، ز. (۱۳۸۸). ارزیابی کارایی متغیرهای مالی و متغیرهای اقتصادی در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها مورد مطالعه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۶(۵۵)، ۶۷-۸۴.
- فدایی‌نژاد، م. ا؛ شهریاری، س؛ سلیم، ف. (۱۳۹۴). تجزیه و تحلیل رابطه ریسک درماندگی مالی و بازده سهام. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۲۲(۲)، ۲۴۳-۲۶۲.
- فدایی‌نژاد، م. ا؛ شهریاری، س؛ سلیم، ف. (۱۳۹۴). معمای رابطه ریسک درماندگی مالی با بازده سهام - بهادار تهران. فصلنامه علمی - پژوهشی مالی مدیریت دارایی و تأمین مالی، ۳(۲)، ۳۳-۵۴.

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

قدرتی، ح؛ معنوی‌مقدم، ا. (۱۳۸۹). بررسی دقت مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی (آلتمن، شیراتا، اهلسون، زمیسکی، اسپرینگیت، سی‌ای اسکور، فولمر، ژنتیک فرج زاده و ژنتیک مک‌کی) در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات حسابداری، ۷(۲)، ۱۲۸-۱۴۴.

قسیم عثمانی، م؛ جاوید، د؛ رحیمی، س. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر بازدارندگی مکانیزم‌های حاکمیت شرکتی از درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات حسابداری و حسابرسی، ۱۲، ۱-۱۹.

کمیحانی، ا؛ و سعادت‌فر، ج. (۱۳۸۵). کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس. جستارهای اقتصادی، ۳(۶)، ۴۴-۱۱.

مشایخی، ب؛ گنجی، ح. ر. (۱۳۹۳). تأثیر کیفیت سود بر پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. تحقیقات حسابداری مالی و حسابرسی، ۶(۶)، ۱۴۷-۱۷۳.

مشکی میاوقی، م؛ هاشمی سعادت، م. (۱۳۹۴). بررسی رابطه حاکمیت شرکتی با احتمال وقوع ورشکستگی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. پژوهش‌های حسابداری، ۱۵(۱)، ۳۷-۵۸.

ملایی، ع؛ خزدوزی، ب. (۱۳۹۴). تأثیر سطح نقدینگی بر ریسک درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنجان، ۱۰(۳۴)، ۸۱-۸۸.

- Alcock, J., Finn, F., & Tan, K. J. K. (2012). The determinants of debt maturity in Australian firms. *Accounting & finance*, 52(2), 313-341.
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance*, 23(4), 589-609.
- Bredart, X. (2014). Financial distress and corporate governance around Lehman brothers Bankruptcy. *International business research*, 7(5), 1-8.
- Brewer, B. E., Wilson, C. A., Featherstone, A. M., Harris, J. M., Erickson, K., & Hallahan, C. (2012). Measuring the financial health of US production agriculture. *Journal of ASFMRA*, 178-193.
- Campbell, J. Y., Hilscher, J., & Szilagyi, J. (2008). In search of distress risk. *The journal of finance*, 63(6), 2899-2939.
- Chang, C. (2009). The corporate governance characteristics of financially distressed firms: Evidence from Taiwan. *Journal of American academy of business*, 15(1), 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), 11261-11272.
- Garcia-Appendini, E. (2017). Financial distress and corporate investment. *Review of economics and statistics*, 78(1), 1-15.
- Fich, E. M., & Slezak, S. L. (2008). Can corporate governance save distressed firms from bankruptcy? An empirical analysis. *Review of quantitative finance and accounting*, 30(2), 225-251.
- Hu, H., & Sathye, M. (2015). Predicting financial distress in the Hong Kong growth enterprises market from the perspective of financial sustainability. *Sustainability*, 7(2), 1186-1200.
- Tinoco, M. H., & Wilson, N. (2013). Financial distress and bankruptcy prediction among listed companies using accounting, market and macroeconomic variables. *International review of financial analysis*, 30, 394-419.
- Kritsonis, A. (2005). Assessing a firm's future financial health. *International journal of scholarly academic interlectual diversity*, 9(1), 2004-2005.
- Kim, C. S., Mauer, D. C., & Sherman, A. E. (1998). The determinants of corporate liquidity: Theory and evidence. *Journal of financial and quantitative analysis*, 33(3), 335-359.
- Li, Z., Crook, J. N., & Andreeva, G. (2015). Corporate governance and financial distress: a discrete time hazard prediction model. Retrieved August 01, 2019 from <http://ssrn.com/abstract=2635763>
- McEnally, R. W., & Todd, R. B. (1993). Systematic risk behavior of financially distressed firms. *Quarterly journal of business and economics*, 3-19.
- Rafiei, F. M., Manzari, S. M., & Bostanian, S. (2011). Financial health prediction models using artificial neural networks, genetic algorithm and multivariate discriminant analysis: Iranian evidence. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10210-10217.
- Outecheva, N. (2007). *Corporate financial distress: An empirical analysis of distress risk* (Doctoral dissertation, Verlag nicht ermittelbar).
- Odom, M. D., & Sharda, R. (1990, June). A neural network model for bankruptcy prediction. In *1990 IJCNN international joint conference on neural networks* (pp. 163-168). IEEE.
- Ozkan, A., & Ozkan, N. (2004). Corporate cash holdings: an empirical investigation of UK companies. *Journal of banking & finance*, 28(9), 2103-2134.
- Pindado, J., Rodrigues, L., & de la Torre, C. (2008). Estimating financial distress likelihood. *Journal of business research*, 61(9), 995-1003.
- Gao, P., Parsons, C. A., & Shen, J. (2017). Global relation between financial distress and equity returns. *The review of financial studies*, 31(1), 239-277.
- Robinson, D., Robinson, M., & Sisneros, C. (2012). Bankruptcy outcomes: Does the board matter?. *Advances in accounting*, 28(2), 270-278.
- Sayari, N., & Mugan, C. S. (2017). Industry specific financial distress modeling. *BRQ business research quarterly*, 20(1), 45-62.
- Shimizu, K. (2012). Bankruptcies of small firms and lending relationship. *Journal of banking & finance*, 36(3), 857-870.
- Aharony, J., Jones, C. P., & Swary, I. (1980). An analysis of risk and return characteristics of corporate bankruptcy using capital market data. *The journal of finance*, 35(4), 1001-1016.
- Sun, J., Jia, M. Y., & Li, H. (2011). AdaBoost ensemble for financial distress prediction: An empirical comparison with data from Chinese listed companies. *Expert systems with applications*, 38(8), 9305-9312.

Wing, Y., Fanny, H., Law, E., & Fung, L. (2003). *An Analysis of the financial health of Hong Kong corporations*. Retrieved August 01, 2019 from <https://www.hkma.gov.hk/media/eng/publication-and-research/quarterly-bulletin/qb200312/fa1.pdf>

Zmijewski, M. E. (1984). Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models. *Journal of accounting research*, 59-82.

Zohra, K. F., Mohamed, B., Elhamoud, T., Garaibeh, M., Ilhem, A., & Naimi, H. (2015). Using financial ratios to predict financial distress of Jordanian industrial firms"empirical study using logistic regression". *Academic journal of interdisciplinary studies*, 4(2), 137.

