

## توانایی ماشین بردار پشتیبان در پیش بینی درماندگی مالی

غلامرضا منصورفر\*، فرزاد غیور\*\*، بهناز لطفی\*\*\*

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۱۶

### چکیده

درماندگی مالی پیش از ورشکستگی مالی رخ می‌دهد و پیش بینی موثر آن یک مسئله‌ی مهم و چالش برانگیز برای شرکت‌ها می‌باشد. تحقیق حاضر به پیش بینی درماندگی مالی در قالب مدل ماشین بردار پشتیبان و با استفاده از ترکیبات جریان نقد می‌پردازد. اهمیت ابزارهای داده کاوی، و توانایی این ابزارها در پیش بینی و طبقه بندی متغیرها، استفاده از آن‌ها را در مباحث مختلف مالی از جمله پیش بینی ورشکستگی، پیش بینی درماندگی مالی، کشف تقلب مدیریت، برآورد ریسک اعتباری و پیش بینی عملکرد شرکت، گسترش داده است. در این مطالعه، ترکیبات جریان نقد شرکت‌های انتخاب شده بر مبنای معیارهای اختصاصی درماندگی به عنوان متغیرهای ورودی مدل به کار گرفته شده است. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که میان توابع کرنلی، تابع چند جمله‌ای در سال درماندگی، یک و دو سال قبل از آن دارای بالاترین قدرت پیش بینی است.

**واژه‌های کلیدی:** ماشین بردار پشتیبان، درماندگی مالی، ترکیبات جریان نقد، بورس اوراق بهادار تهران.

طبقه بندی موضوعی: C18, C53, M4

\* استادیار علوم مالی دانشگاه ارومیه، نویسنده مسئول، (g. mansourfar@urmia. ac. ir)

\*\* مربی حسابداری دانشگاه ارومیه، دانشجوی دکتری دانشگاه مازندران، (farzadghayour@yahoo. com)

\*\*\* کارشناسی ارشد حسابداری دانشگاه ارومیه، (behnazlotfi2003@gmail. com)

#### مقدمه

شرایط اقتصادی بازارهای جهانی، رقابت شدید و نااطمینانی محیط تجاری در مواقعی درماندگی‌های مالی شرکت‌ها را نتیجه می‌دهند. درماندگی مالی که گاهی به ورشکستگی نیز می‌انجامد، به شرایطی اطلاق می‌شود که شرکت نتواند به تعهدات خود در قبال اعتباردهندگان عمل کند؛ یا در عمل به این تعهدات دچار مشکل باشد. بنابراین، پیش بینی درماندگی نقش مهم و فزاینده‌ای در اقتصاد دارد؛ زیرا هزینه‌های زیادی را بر شرکت، سهامداران، اعتبار دهندگان و در سطحی کلان بر کل اقتصاد تحمیل می‌کند. از جمله هزینه‌های درماندگی مالی، هزینه‌ی فرصت‌های از دست رفته‌ی شرکت در مواردی چون فروش‌های ازدست‌رفته، کاهش سودآوری و زیان از دست دادن موقعیت بازار است که منجر به بدتر شدن توانایی شرکت در پرداخت بدهی‌ها را موجب می‌شود (چن و مرویل ۱۹۹۹؛ فیشر و مارتل ۲۰۰۵). از دیگر هزینه‌های درماندگی نیز می‌توان به هزینه‌های بالای تأمین مالی اشاره کرد. در شرایط درماندگی، جذب سرمایه از طریق وام‌های کوتاه مدت، اگر غیرممکن نباشد، گران و دشوار خواهد بود. از این رو، انجام اقدامات به موقع مدیران برای شناسایی وضعیت مالی شرکت و جلوگیری از بدتر شدن ساختار مالی و کاهش ریسک عدم قدرت پرداخت دیون در مراحل اولیه ناتوانی، به منظور بهبود کارایی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. با بررسی و پیش بینی روند درماندگی شرکت‌ها می‌توان برنامه ریزی لازم را به منظور جلوگیری از ورشکستگی آن‌ها انجام داده و از تحمیل هزینه‌های ورشکستگی به جامعه پیشگیری کرد.

با عنایت به موارد فوق پیش بینی مؤثر در ماندگی مالی مسئله‌ای چالش برانگیز برای شرکت‌ها است. بعلاوه، گسترده‌ی مدل‌های پیش بینی درماندگی مالی متغیرهای مالی، غیر مالی و اقتصادی متعدد تاثیرگذار بر وضعیت مالی شرکت‌ها، پیش بینی درماندگی مالی بیش از پیش مشکل کرده است. طبق مطالعه گیرکس و ویگینز (۱۹۸۴) چندین رویداد شکست قبل از ورشکستگی رخ می‌دهد ولی معرفی الگوهایی از این رویدادها که به ترتیب و با ماهیت تکراری مرتب شده باشند، مشکل است.

با توجه به اهمیت پیش بینی درماندگی مالی و نقش جریان‌ات نقدی در آن، این تحقیق در صدد است تأثیر ترکیبات مثبت و منفی جریان‌ات نقد عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی را بر پیش بینی درماندگی مالی ارزیابی نماید.

ویژگی‌هایی که این تحقیق را از سایر تحقیقات مرتبط با موضوع متمایز می‌کند، استفاده از معیارهای مختص درماندگی (نه معیارهای ورشکستگی) جهت تفکیک شرکت‌های درمانده از سالم، استفاده از علائم ترکیبات جریان نقدی و نیز استفاده از SVM به عنوان یکی از ابزارهای مهم و پیشرفته داده کاوی است. این در حالی است که تحقیقات گذشته، دو مفهوم کاملاً متمایز درماندگی و ورشکستگی را به صورت مترادف و با مفهوم یکسان در نظر گرفته اند؛ بطوریکه، برای شناسایی شرکت‌های "درمانده"<sup>۲</sup> و "ورشکسته"<sup>۳</sup> به صورت یکسان از ماده ۱۴۱ قانون تجارت استفاده شده است (موسوی شیرازی و طبرستانی، ۱۳۸۸؛ کردستانی و همکاران، ۲۰۱۱).

### مروری بر پیشینه

درماندگی و ورشکستگی از نظر مالی دو مفهوم متفاوتند که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

در حالت درماندگی ناتوانی شرکت‌ها در پرداخت دیون مالی، موقت و در حالت ورشکستگی دائمی است. در حالت ورشکستگی فعالیت شرکت متوقف شده و شرکت به اهداف از پیش تعیین شده خود نمی‌رسد یعنی دچار حالت مرگ می‌شود و هیچ اقدامی را جهت بهبود شرکت نمی‌توان انجام داد. در واقع ورشکستگی آخرین مرحله از چرخه‌ی حیات شرکت است. ولی در حالت درماندگی شرکت نشانه‌هایی از بیماری مالی را نشان می‌دهد و هنوز دچار مرگ نشده و می‌توان از طریق تجدید ساختار، اقداماتی را جهت بهبود شرکت انجام داد. درماندگی مرحله‌ی قبل از ورشکستگی بوده و شرکت‌هایی که درمانده می‌شوند لزوماً ورشکسته نمی‌شوند. برخلاف ورشکستگی، درماندگی مالی به روال قانونی یک کشور واحد بستگی ندارد. درماندگی مالی جزء مراحل اولیه‌ی ورشکستگی شرکت است و به شرکت، بدون تحمل هزینه‌های مستقیم و اداری ورشکستگی، اجازه‌ی واکنش و بهبود را می‌دهد.

تکنیک‌های طبقه بندی بسیاری برای پیش بینی درماندگی مالی پیشنهاد شده است. مطالعات اولیه، بر روی رویکردهای خطی، همچون رویکرد تحلیل ممیزی چندگانه<sup>۴</sup> (آلمن ۱۹۶۸)، رگرسیون لجستیک<sup>۵</sup> (اهلسون ۱۹۸۰) و رگرسیون پرابیت<sup>۶</sup> (زمیچوسکی ۱۹۸۴) متمرکز شده

است. در سال‌های اخیر نیز، از رویکردهای هوش مصنوعی و تکنیک‌های داده کاوی، همچون شبکه عصبی<sup>۷</sup> (لچیر ۱۹۹۵)، الگوریتم ژنتیک<sup>۸</sup> (شین و لی ۲۰۰۲) و سیستم‌های خبره<sup>۹</sup> (لئونارد ۱۹۹۳) و SVM (اکسای ۲۰۱۱) برای این منظور استفاده شده است. روش‌های اخیر، مفروضات محدودکننده‌ای همچون خطی بودن، نرمال بودن و استقلال متغیرهای ورودی را ندارند. در SVM از اصول کمینه سازی ریسک ساختاری<sup>۱۰</sup> که عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهند استفاده می‌گردد؛ در حالی که، سایر روش‌ها از اصول کمینه سازی ریسک تجربی<sup>۱۱</sup> بهره می‌برند. مین و لی (۲۰۰۵) برای ارزیابی دقت پیش بینی SVM، عملکرد آنرا با تجزیه و تحلیل ممیزی چندگانه، تجزیه و تحلیل رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی پس انتشار<sup>۱۲</sup> مقایسه کرد و نشان داد SVM عملکرد بهتری از سایر مدل‌ها دارد. هوی و سان (۲۰۰۶) با مقایسه نتایج تجربی SVM با تجزیه و تحلیل ممیزی فیشر، رگرسیون لجستیک و BPNN<sup>۱۳</sup>، نتیجه‌گیری کرد مدل هشدار اولیه‌ی درماندگی مالی بر مبنای SVM نسبت به سایر مدل‌ها تعادل بهتری را میان توانایی مناسب بودن و توانایی تعمیم و ثبات مدل بدست می‌آورد. لی و تو (۲۰۱۰) دریافتند SVM با دقت بالاتر و نرخ خطای پایین تری در ماندگی شرکت‌ها را پیش بینی می‌کند. اکسای و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار چین به این نتیجه رسیدند توانایی پیش بینی مدل‌های SVM بهتر از مدل‌های تجزیه و تحلیل ممیزی چندگانه است. جا (۲۰۱۲) به این نتیجه رسید ماشین بردار پشتیبان بر مبنای تابع محوری (RSVM) عملکرد بهتری از سایر تکنیک‌های هوش مصنوعی همچون پرسپترون چند لایه، الگوریتم‌های درخت طبقه بندی، لوجیت و تجزیه و تحلیل ممیزی چندگانه در پیش بینی عملکرد شرکت‌های درمانده مالی دارد. مرادی و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند حضور و یا عدم حضور متغیر کارایی در دقت مدل پیش بینی ورشکستگی SVM و MDA تأثیری ندارد.

در خصوص قابلیت پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از ترکیبات جریان نقدی، جانتادج (۲۰۰۶) با استفاده از ترکیبات اجزای جریان نقدی به این نتیجه رسیده است ترکیبات عملیاتی، سرمایه گذاری، و تأمین مالی جریان نقدی به پیش بینی قریب الوقوع بودن درماندگی مالی کمک می‌کنند. کردستانی و همکاران (۲۰۱۱) نیز از مبنای تعیین "ورشکستگی" (ماده‌ی ۱۴۱ قانون تجارت) جهت پیش بینی "درماندگی مالی" استفاده نموده

و با استفاده از آزمون کای اسکور نشان دادند تفاوت معنی داری در میزان وقوع درماندگی مالی میان شرکت‌هایی با ترکیبات متفاوت جریان نقد در یک، دو و سه سال قبل از درماندگی وجود دارد. از سوی دیگر، هرچند راعی و فلاح پور (۱۳۸۷) دو مفهوم متفاوت درماندگی و ورشکستگی را یکسان در نظر گرفته اند؛ با این حال، یافته‌های تحقیق ایشان حاکی از آن است که در پیش بینی درماندگی مالی شرکت‌ها، مدل SVM به طور معناداری نسبت به مدل رگرسیون خطی از دقت بیشتر و توانایی بالاتری در تعمیم پذیری برخوردار است.

### روش پژوهش

این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از بعد روش تحقیقی تجربی می‌باشد.

اطلاعات مورد نیاز جهت تحلیل رابطه بین داده‌ها عمدتاً از نرم افزار اطلاعاتی ره آورد نوین، بدست آمده و نواقص اطلاعاتی از صورت‌های مالی موجود در سایت بورس اوراق بهادار تهران استخراج شده است.

جهت تحلیل آماری و به منظور بکارگیری ماشین بردار پشتیبان از نرم افزار داده کاوی SPSS 21 و Clementine 12 استفاده شده است.

### جامعه آماری، دوره زمانی مورد آزمون و روش نمونه گیری

جامعه آماری مورد بررسی در این پژوهش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و قلمرو زمانی تحقیق از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۸۹ می‌باشد. "معیارهای عمومی" انتخاب نمونه نیز عبارتند از:

۱. اطلاعات مورد نیاز از شرکت‌ها جهت محاسبه‌ی متغیرهای تحقیق، در طول دوره تحقیق در دسترس باشد.
۲. سال مالی شرکت منتهی به ۲۹ اسفند ماه باشد و شرکت در دوره مورد مطالعه سال مالی خود را تغییر نداده باشد.
۳. شرکت‌های واسطه‌گری مالی نظیر سرمایه‌گذاری‌ها و بانک‌ها به دلیل ماهیت خاصشان حذف شده‌اند.

با توجه به تفاوت‌های بیان شده میان مفهوم درماندگی مالی و ورشکستگی، تحقیق حاضر از "معیارهای اختصاصی" درماندگی به شرح ذیل استفاده کرده است:

۱) سه سال متوالی زیان داشته باشند. زیان‌های عمده عملیاتی جزء نشانه‌های مالی تردید دربارۀ فرض تداوم فعالیت می‌باشد (دنيس و دنيس، ۱۹۹۵). گیلبرت و همکاران (۱۹۹۰) استدلال کرده‌اند استفاده از معیار زیان برای بیش از ۳ سال متوالی، به مستثنی کردن شرکت‌هایی که فقط یک سال عملکرد مالی ضعیف داشتند کمک کرده و باعث به حساب آوردن شرکت‌هایی می‌شود که با تهدید ورشکستگی مواجهند.

۲) سود نقدی سالانه برای سه سال متوالی کاهش بیشتر از ۴۰٪ داشته باشد. نپرداختن سود سهام یا تعویق (طولانی) در پرداخت آن جزء نشانه‌های مالی تردید دربارۀ فرض تداوم فعالیت می‌باشد. کاهش سودآوری و به دنبال آن کاهش سود تقسیمی در شرکت‌های در مانده‌ی مالی را می‌توان به دو طریق توجیه کرد: الف) وجود مشکلات در تأمین مالی خارجی شرکت‌های در مانده (ب) هزینه‌های فرصت از دست رفته‌ی شرکت. دنجل و دنجل (۱۹۹۰) دریافتند شرکت‌هایی که به طور مستمر عملکرد مالی ضعیف دارند، نسبت پرداخت سود سهامشان را کاهش می‌دهند، در مقابل شرکت‌هایی که یکبار زیان را تجربه می‌کنند، پرداخت‌های سود تقسیمی شان را کاهش نمی‌دهند. همچنین، شرکت‌هایی که عملکرد خیلی خوبی دارند به احتمال کم سود تقسیمی شان را کاهش می‌دهند زیرا کاهش سود تقسیمی این پیام را مخابره می‌کند که چشم انداز آتی شرکت موفق نیست. لا (۱۹۸۷) و وارد و فاستر (۱۹۹۶، ۱۹۹۷) کاهش سود تقسیمی بیشتر از ۴۰٪ را به عنوان مقیاس درماندگی مالی پیشنهاد کردند چون چنین کاهش‌ی به اندازه‌ی کافی بزرگ است که بر روی صاحبان سهام شرکت‌ها اثر معکوس بگذارد.

۳) در دو سال متوالی سود قبل از بهره، مالیات و استهلاک کمتر از ۸۰٪ هزینه بهره باشد. آسکوئیس و همکاران (۱۹۹۴) شرکتی را به عنوان در مانده مالی طبقه بندی می‌کنند که در یکی از دو سال متوالی سود قبل از بهره و مالیات و استهلاک دارایی‌های مشهود و نامشهود آن کمتر از ۸۰٪ هزینه بهره‌ی شرکت شود.

۴) بازده منفی سهام (با کاهش بیش از ۳۰٪) به همراه رشد منفی فروش وجود داشته باشد. از دست دادن بازار عمده فروش محصولات جزء نشانه‌های عملیاتی تردید درباره فرض تداوم فعالیت است و اگر با بازده منفی سهام همراه باشد جزء ویژگی‌های مرحله‌ی بدتر شدن عملکرد چرخه در ماندگی است. بازده منفی سهام (کاهش بیش از ۳۰٪) نشان از وجود یک رقم پیش بینی نشده‌ی منفی در شرکت است. رشد منفی در فروش همراه با بازده منفی سهام هشدار برای وجود مشکلات عملیاتی پنهان در کسب و کار روزانه می‌باشند (اپلر و تایتمن، ۱۹۹۴).

۵) سه سال متوالی ارزش دفتری هر سهم از ارزش اسمی آن سهم، کوچکتر باشد. کوچکتر بودن ارزش دفتری هر سهم از ارزش اسمی آن سهم به معنای وجود زیان انباشته در شرکت است. هنگامی که سودهای فعلی محک خوبی از سودهای آتی شرکت فراهم نمی‌کند و شرکت با احتمال زیاد با توقف فعالیت یا تصفیه مواجه است، ارزش دفتری از اهمیت فزاینده‌ای در تعیین ارزش شرکت برخوردار است. گیلبرت و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند در ماندگی مالی ویژگی‌های متفاوتی از ورشکستگی دارد. در ماندگی مالی توسط سود انباشته‌ی منفی برای بیش از دو سال متوالی، زیان‌ها و عملکرد ضعیف مشخص شده است.

در این تحقیق، شرکتی به عنوان درمانده شناسایی می‌شود که حداقل یکی از معیارهای اختصاصی بالا را داشته است. بنابراین، ۵۹ شرکت درمانده و همچنین ۵۹ شرکت غیردرمانده بر اساس معیارهای فعالیت در صنعت مشترک و نزدیک بودن ارزش بازار، به عنوان نمونه هم‌تا برگزیده شده‌اند.

هشت ترکیب جریان نقد عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی متغیرهای مستقل تحقیق حاضر می‌باشند. این ترکیبات به همراه درصد فراوانی شرکت‌های مربوط به هر ترکیب در نگاره (۱) تشریح شده‌اند.

## نگاره (۱): معرفی متغیرهای مستقل تحقیق

ترکیبات	سال			توضیح
	سال درماندگی	سال قبل از درماندگی	دو سال قبل از درماندگی	
ترکیب ۱ CFC۱	۵/۰۸٪	۴/۲۴٪	۵/۰۸٪	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی منفی و جریانات نقدی تأمین مالی و سرمایه گذاری مثبت داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.
ترکیب ۲ CFC۲	۴/۲۴٪	۴/۲۴٪	٪۰	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی منفی و جریانات نقدی تأمین مالی و سرمایه گذاری مثبت داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.
ترکیب ۳ CFC۳	۱۵/۲۵٪	۲۲/۰۳٪	۲۰/۳۴٪	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و سرمایه گذاری منفی و خالص جریان نقد تأمین مالی مثبت داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.
ترکیب ۴ CFC۴	۱۰/۱۷٪	۵/۰۸٪	۵/۰۸٪	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و سرمایه گذاری مثبت و خالص جریان نقد تأمین مالی منفی داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.
ترکیب ۵ CFC۵	۲۰/۳۴٪	۱۷/۸۰٪	۱۹/۴۹٪	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و تأمین مالی مثبت و خالص جریان نقد سرمایه گذاری منفی داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.
ترکیب ۶ CFC۶	۴۲/۳۷٪	۴۴/۹۲٪	۴۴/۹۲٪	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی مثبت و جریانات نقدی تأمین مالی و سرمایه گذاری منفی داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.
ترکیب ۷ CFC۷	۲/۵۴٪	۰/۸۵٪	۲/۵۴٪	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و تأمین مالی و سرمایه گذاری منفی داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.
ترکیب ۸ CFC۸	٪۰	۰/۸۵٪	٪۰	اگر شرکت خالص جریان نقد عملیاتی و تأمین مالی و سرمایه گذاری مثبت داشته باشد مساوی یک و در غیر این صورت صفر است.



بر اساس ترکیب ۱، شرکت وجه نقد کافی برای تأمین نیازهای عملیاتی خود را ندارد. بنابراین، از یک طرف دارایی، اموال و یا سایر سرمایه‌گذاری‌ها را می‌فروشد و از طرف دیگر وجوه نقد مورد نیاز خود را از طریق استقراض و یا انتشار سهام تأمین می‌نماید. ترکیب ۲، نشان‌های از کمبود نقدینگی شرکت برای انجام عملیات جاری است. در نتیجه، برای برآورده کردن نیازهای تأمین مالی و عملیاتی خود اقدام به فروش دارایی، اموال، تجهیزات و یا سایر سرمایه‌گذاری‌ها می‌کند. ترکیب ۳، دلالت بر وجود موقت مشکل کمبود جریان نقد عملیاتی دارد به طوری که، با انتظار ایجاد جریان‌ات نقد، از محل استقراض، همچنان به سرمایه‌گذاری ادامه می‌دهند. بر اساس ترکیب ۴، اگرچه جریان نقد عملیاتی شرکت مثبت است ولی برای پوشش نیازهای تأمین مالی کافی نیست. در نتیجه، شرکت اقدام به فروش دارایی، اموال، تجهیزات و یا سایر سرمایه‌گذاری‌ها می‌کند که این اقدامات دلالت بر در ماندگی مالی شرکت دارند. ترکیب ۵، اشاره به عملکرد خوب شرکت و رشد آن دارد. در این وضعیت، شرکت موقعیت‌های سرمایه‌گذاری فراوانی دارد؛ اما، وجوه نقد عملیاتی شرکت برای حمایت از سرمایه‌گذاری‌ها کافی نمی‌باشد. بنابراین، از محل استقراض و یا فروش سهام جدید برای استفاده‌ی بهینه از فرصت‌های سرمایه‌گذاری موجود تأمین مالی می‌کند. ترکیب ۶ نیز دلالت بر عملکرد موفق یک شرکت دارد. در این وضعیت، شرکت دارای خالص جریان نقد عملیاتی مثبت بوده و از مازاد نقد برای سرمایه‌گذاری استفاده می‌کند. ترکیب ۷ نشان می‌دهد شرکت در حال روبرو شدن با مشکل مالی شدید است. در این حالت، شرکت با وجود اینکه جریان نقد عملیاتی کافی تولید نمی‌کند همچنان، به سرمایه‌گذاری در دارایی و اموال و تجهیزات و یا سایر سرمایه‌گذاری‌ها ادامه می‌دهد. ترکیب ۸ نیز یک وضعیت غیر معمول را منعکس می‌کند؛ بطوریکه، شرکت وجوه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی را جهت استفاده آتی از این منابع انباشته می‌کند.

در ماندگی مالی نیز به عنوان متغیر وابسته مورد بررسی قرار می‌گیرد که به صورت یک متغیر دو وجهی (۰ و ۱) ارزشگذاری می‌گردد.

در این تحقیق، از مقیاس‌های عملکرد مالی یعنی نسبت سود خالص به کل داراییها، نسبت خالص جریان نقد عملیاتی به کل بدهی‌ها، نسبت خالص جریان نقد سرمایه‌گذاری به کل بدهی‌ها، نسبت خالص جریان نقد تأمین مالی به کل بدهی‌ها و یک مقیاس نقدینگی یعنی

نسبت جاری و یک مقیاس اهرم مالی یعنی نسبت کل بدهی‌ها به کل داراییها و نیز اندازه‌ی شرکت که لگاریتم طبیعی جمع داراییهای شرکت می‌باشد به عنوان متغیرهای کنترلی استفاده شده است.

شایان ذکر است، با توجه به اینکه ترکیبات حاصل از صورت جریان وجوه نقد بر مبنای استانداردهای حسابداری بین‌المللی تعریف شده‌اند به منظور قابلیت مقایسه، ابتدا صورت جریان وجوه نقد بر اساس استاندارد حسابداری بین‌المللی به شکل سه قسمتی تبدیل و سپس ترکیبات مثبت یا منفی ناشی از فعالیت‌های عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در مدل پیش‌بینی درماندگی مالی جایگذاری می‌شوند.

## مدل تحقیق

### ماشین بردار پشتیبان (SVM):

ماشین بردار پشتیبان یکی از روش‌های یادگیری ماشینی است که بر مبنای یادگیری آماری در دهه ۹۰ میلادی توسط وینیک و همکارانش ارائه گردید. ماشین بردار پشتیبان یا SVM در واقع یک طبقه بندی کننده دووجهی است. روش SVM سعی دارد تا در مورد دو طبقه، ابرصفحه‌ای ایجاد نماید که فاصله هر طبقه تا ابرصفحه حداکثر باشد. داده‌های نقطه‌ای که به ابرصفحه نزدیکترند، برای اندازه‌گیری این فاصله بکار می‌روند. از این رو، این داده‌های نقطه‌ای، بردارهای پشتیبان نام دارند (وینیک ۱۹۹۵). در این روش، ساخت مدل شامل دو مرحله آموزش و آزمایش می‌باشد. در انتهای فاز آموزش، قابلیت تعمیم مدل آموزش داده شده با استفاده از داده‌های آزمایش ارزیابی می‌شود.

ماشین‌های بردار پشتیبان دارای خواص زیر هستند:

۱. طراحی طبقه بندی کننده‌ای با حداکثر تعمیم. رسیدن به نقطه بهینه کلی تابع ۳. تعیین خودکار ساختار و توپولوژی بهینه برای طبقه بندی کننده. مدل کردن توابع تمایز غیر خطی با استفاده از هسته‌های غیرخطی و مفهوم حاصل ضرب داخلی در فضاها هیلبرت.

توضیح الگوریتمی مدل SVM به شرح زیر می‌باشد:

اگر  $D = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^l$  یک مجموعه داده شامل  $l$  نمونه  $x_i$  با برچسب‌های  $y_i \in \{-1, 1\}$  از دو طبقه (درمانده و غیر درمانده) باشد و بخواهیم این دو طبقه را به طور خطی از هم جدا کنیم. در نگاه اول میتوان تعداد زیادی ابر صفحه برای جدا کردن این دو مجموعه در نظر گرفت، حال این سوال پیش می‌آید که کدام یک از صفحات فوق جداکننده بهینه می‌باشد و کمترین خطا را برای تقسیم بندی داراست. مناسب ترین انتخاب، صفحه‌ای است که بیشترین حاشیه را بین دو طبقه ایجاد کند. بنا به تعریف، حاشیه، مجموع فاصله نزدیکترین نقطه از هر دو طبقه تا صفحه جداکننده می‌باشد. تعادل بین حاشیه و خطای نمونه‌های غلط طبقه بندی شده را می‌توان توسط مقدار مثبت  $C$  که از قبل تعیین می‌شود کنترل کرد. در این حالت می‌توان نشان داد که تابع تصمیم‌گیری  $f(x)$  به فرم زیر بیان می‌شود:

$$f(x) = \text{sign} \left[ \sum_{i=1}^l \lambda_i y_i x^T x_i + b \right]$$

$\lambda_i$  ضرایب لاگرانژ می‌باشد. به داده‌هایی که ضریب لاگرانژ متناظر با آن‌ها غیر صفر می‌باشد، بردار پشتیبان می‌گویند که این بردارهای پشتیبان روی مرز بین دو طبقه قرار می‌گیرند. در عمل استفاده از طبقه بندی کننده خطی جهت جدا کردن داده‌های غیر خطی، سبب کاهش چشمگیر کارایی می‌شود. لذا بهتر است از طبقه بندی کننده غیر خطی استفاده شود، این کار به راحتی با تصویر کردن داده‌ها به یک فضای ویژگی با ابعاد بالاتر امکان پذیر می‌باشد به طوریکه:

$$x \in R^d \Rightarrow z(x) \equiv (\phi_1(x), \dots, \phi_n(x)) \in R^n$$

حال می‌توان روابط مربوط به طبقه بندی کننده خطی را در این فضای جدید نوشت. در نتیجه، تابع تصمیم‌گیری مربوط به این حالت به فرم زیر تبدیل می‌شود:

$$f(x) = \text{sing} \left[ \sum_{i=1}^l \lambda_i y_i z^T(x) z(x_i) + b \right]$$

یک نکته کلیدی درباره ماشین بردار پشتیبان این است که برای محاسبه توابع تصمیم‌گیری تنها مقداری که باید محاسبه شود حاصل ضرب نقطه‌ای  $z^T(x) z(x_i)$  می‌باشد. برای راحتی کار، تابع کرنل  $K$  معرفی می‌شود:

$$z^T(x)z(y) = \sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i \varphi_i(x)\varphi_i(y) = K(X, Y)$$

که  $\{\alpha_i\}_{i=1}^{\infty}$  و  $\{\varphi_i\}_{i=1}^{\infty}$  ها به ترتیب یک سری اعداد و توابع حقیقی می باشند. به این ترتیب، تابع تصمیم گیری به فرم زیر تبدیل می شود:

$$f(x) = \text{sign} \left[ \sum_{i=1}^l \lambda_i y_i k(x, x_i) + b \right]$$

$\lambda_i$  از حل معادله ای مشابه با معادله (۲) بدست می آیند با این تفاوت که

$$D_{ij} = y_i y_j k(x_i, x_j) \text{ در نظر گرفته می شود (اسونا و همکاران، ۱۹۹۷؛ کریستینی، ۲۰۰۰).}$$

نگاره (۲) توابع کرنلی معروف که معمولاً در آموزش ماشین بردار پشتیبان از آنها استفاده می شود، را نشان می دهد.

نگاره (۲): توابع کرنلی آموزش ماشین بردار پشتیبان

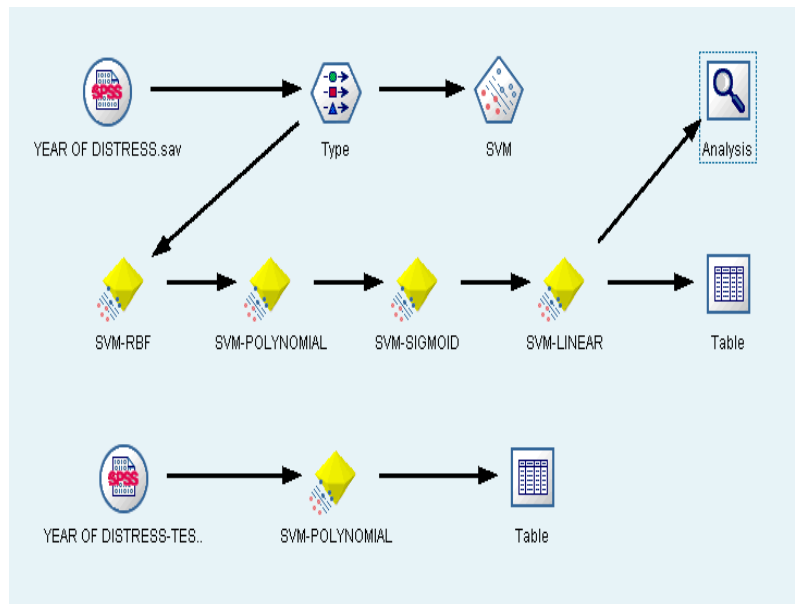
تابع کرنل	الگوریتم
تابع خطی	$k(x_i, x_j) = x_i^T \cdot x_j$
تابع چند جمله ای	$k(x_i, x_j) = (\gamma x_i^T \cdot x_j + r)^d$
تابع آر بی اف	$k(x_i, x_j) = \exp\left(-\frac{\ x - x_i\ ^2}{2\sigma^2}\right) = \exp(-\gamma \ x - x_i\ ^2), \gamma = \frac{1}{2\sigma^2}$
تابع حلقوی	$k(x_i, x_j) = \tanh(\gamma x_i^T \cdot x_j + r)$ $\tanh(x) = \frac{e^x}{e^x + 1}$

### یافته های پژوهش

ابتدا با استفاده از آزمون ویلکاکسون صحت تفکیک شرکت ها به دو گروه درمانده و غیر درمانده بررسی شد. نتایج آزمون معنی دار بودن تفاوت میانگین ترکیبات ۱، ۲ و ۶ درسال درماندگی، ترکیبات ۱ و ۶ درسال قبل از درماندگی و ترکیب ۶ در دوسال قبل درماندگی را نشان می دهد. این امر بیانگر صحت معیارهای اختصاصی به کار گرفته شده جهت تفکیک شرکت ها به درمانده و غیردرمانده می باشد.

به منظور کنترل بیشتر صحت تفکیک شرکت‌ها به دو گروه درمانده و غیردرمانده، اقدام به تعیین شرکت‌های ورشکسته طبق ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده است. از ۵۹ شرکت درمانده ۲۸ شرکت طبق ماده ۱۴۱ ورشکسته شده و ۳۱ شرکت باقی مانده شرکت‌هایی هستند که درمانده شده‌اند ولی در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۰-۱۳۸۹ ورشکسته نمی‌شوند. طبق ماده ۱۴۱، سال ورشکستگی، سالی است که در اثر زیان‌های وارده، زیان انباشته بیش از نصف سرمایه شرکت گردد. پس از تعیین سال ورشکستگی و مقایسه آن با سال درماندگی و یک و دو سال قبل از درماندگی می‌توان پی برد که ۲۸ شرکت درمانده به صورت میانگین بعد از دو سال درماندگی، ورشکسته می‌شوند. نتایج حاضر باعث برآوردن انتظارات تئوریک مبنی بر متمایز بودن درماندگی از ورشکستگی می‌باشد. لذا درماندگی مرحله‌ی قبل از ورشکستگی بوده و شرکت‌هایی که درمانده می‌شوند لزوماً ورشکسته نمی‌شوند.

همانگونه که قبلاً اشاره گردید ماشین بردار پشتیبان برای انجام عمل پردازش از توابع کرنل استفاده می‌کند که این توابع شامل ۴ تابع آر بی اف، چند جمله‌ای، حلقوی و خطی می‌باشند. برای انتخاب اینکه کدام تابع با یک مجموعه داده بهترین عملکرد را خواهد داشت، باید توابع مختلف را به نوبت انتخاب و نتایج را با هم مقایسه کرد. در شکل (۱)، مدل تحقیق که در محیط نرم افزار Clementine 12 اجرا شده است نشان داده می‌شود (علیزاده و محمدی، ۱۳۹۰؛ مینایی و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل (۱): مدل اجرا شده در نرم افزار

نتایج پردازش مدل با استفاده از چهار تابع مذکور برای دو سال قبل از درماندگی، یک سال قبل از درماندگی و سال درماندگی اجرا می‌شود. نتایج این پردازش در نگاره (۳) منعکس گردیده است.

نگاره (۳): درصد پیش بینی درماندگی ماشین بردار پشتیبان

شرح	نوع تابع	دو سال قبل از درماندگی	یک سال قبل از درماندگی	سال درماندگی
درصد پیش بینی	آر بی اف	۶۲/۷۴	۶۴/۲۹	۶۹/۳۹
	چند جمله ای	۶۵/۳۸	۶۷/۳۵	۷۱/۴۳
	S-حلقوی	۵۵/۱	۵۸/۱۶	۶۰/۲
	خطی	۵۶/۳۸	۵۸/۱۶	۶۵/۳۱

با بررسی نتایج پردازش ماشین بردار پشتیبان می‌توان دریافت در صد پیش بینی درماندگی مالی در سال درماندگی، با استفاده از توابع یاد شده به ترتیب  $۶۹/۳۹\%$ ،  $۷۱/۴۳\%$ ،  $۶۰/۲\%$  و  $۶۵/۳۱\%$  می‌باشد. تحلیل بیشتر نتایج، نشان می‌دهد که با حرکت از دو سال قبل از درماندگی به

طرف سال درماندگی، بر درصد پیش بینی مدل افزوده می‌شود که این امر نیز منطبق بر دیدگاه تئوریک می‌باشد. در تمامی دوره‌های مورد مطالعه، تابع چند جمله‌ای دارای بالاترین قدرت پیش بینی است. این موضوع، بدین مفهوم نمی‌باشد که این تابع همواره دارای بالاترین قدرت پیش بینی است. چرا که، تعداد و نوع داده‌های مورد مطالعه در هر تحقیق، تعیین می‌کند کدام تابع دارای بالاترین قدرت پیش بینی خواهد بود.

از ۵۹ شرکت درمانده و ۵۹ شرکت سالم، به صورت تصادفی و سیستماتیک ۱۰ شرکت درمانده و ۱۰ شرکت سالم انتخاب و کنار گذاشته شده‌اند تا اعتبار و قدرت پیش بینی مدل بدست آمده، از طریق نتایج واقعی این ۲۰ شرکت مورد آزمون قرار گیرند. از آنجایی که در این مطالعه، تابع چند جمله‌ای دارای بالاترین قدرت پیش بینی بوده برای پیش بینی درماندگی ۲۰ شرکت مورد مطالعه از این تابع استفاده شده است. نتایج بدست آمده از اجرای مدل باید با نتایج واقعی مقایسه شود تا مشخص گردد که آیا نتایج واقعی با پیش بینی‌های انجام شده تفاوت معنی داری دارند یا خیر؟ بدین منظور از آزمون یوی من-ویتنی استفاده شده است. فرضهای  $H_0$  و  $H_1$  این آزمون به شرح زیر می‌باشند:

$H_0$ : بین نتایج واقعی و نتایج پیش بینی شده تفاوت معنی داری وجود ندارد.

$H_1$ : بین نتایج واقعی و نتایج پیش بینی شده تفاوت معنی داری وجود دارد.

نتایج اجرای آزمون یوی من-ویتنی در سطح اطمینان ۹۵٪ در نگاره (۴) منعکس گردیده است.

نگاره (۴): نتایج آزمون تفاوت معنی داری نتایج واقعی با نتایج پیش بینی

شرح	Mann-Whitney U	آماره Z	احتمال آماره
دو سال قبل از درماندگی	۱۷۰	-۰/۹۴۷	۰/۳۴۳
یک سال قبل از درماندگی	۱۸۰	-۰/۶۲۸	۰/۵۳۰
سال درماندگی	۱۶۰	-۱/۲۷۵	۰/۲۰۲

با توجه به اینکه در نتایج این آزمون، مقدار احتمال آماره در هر سه دوره مورد مطالعه همواره بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشند لذا نمی‌توان  $H_0$  را رد کرد. بنابراین، بین نتایج واقعی و نتایج پیش بینی شده توسط ابزار SVM تفاوت معنی داری وجود ندارد.

### نتیجه گیری

پیش بینی درماندگی مالی یکی از تحقیقات با اهمیت در حوزه مالی است چرا که با درک صحیح از احتمال وقوع درماندگی مالی و انجام اقدامات به موقع، می توان از هزینه های سنگین ورشکستگی کاسته و یا از آن اجتناب کرد.

در این پژوهش، از ترکیبات مختلف جریانات نقدی شرکت ها به عنوان عامل پیش بینی کننده درماندگی مالی استفاده گردید. این فرآیند با استفاده از ماشین بردار پشتیبان که یکی از ابزارهای مهم و قوی داده کاوی به شمار می رود انجام شد. یافته های تحقیق نشان داد از میان چهار تابع کرنلی، تابع چند جمله ای دارای بالاترین قدرت پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از ترکیبات جریانات نقدی در دو و یک سال قبل از درماندگی و نیز در سال درماندگی می باشد.

در مجموع می توان گفت ترکیبات جریانات نقدی می توانند درماندگی مالی را پیش بینی نمایند، ولی از آنجاییکه درماندگی مالی متأثر از عوامل متعددی غیر از جریانات نقدی نیز می باشند می توان با افزودن دیگر عوامل، درصد و قدرت پیش بینی مدل را افزایش داد.

نتایج این تحقیق، مؤید تحقیقات هوی و سان (۲۰۰۶)، لی و تو (۲۰۱۰)، اکسای و همکاران (۲۰۱۱)، جا (۲۰۱۲) و راعی و فلاح پور (۱۳۸۷) در زمینه توانایی SVM در پیش بینی ورشکستگی و درماندگی است. همچنین، بر اساس یافته های این تحقیق، همچون تحقیقات جانتادج (۲۰۰۶) و کردستانی و همکاران (۲۰۱۱)، قابلیت پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از ترکیبات جریانات نقدی وجود دارد. بدین منظور و با توجه به برتری روش SVM نسبت به سایر روش های پیش بینی و توانایی ترکیبات جریانات نقدی در پیش بینی درماندگی مالی، پیشنهاد می شود سیاستگذاران، تحلیلگران و سایر ذینفعان بازار سرمایه در ارزیابی و تصمیم گیری های خود از این ترکیبات و روش مذکور نیز استفاده نمایند. همچنین به محققین پیشنهاد می گردد ضمن در نظر گرفتن تفاوت ملموس و غیر قابل انکار بین دو مفهوم درماندگی و ورشکستگی در تحقیقات آتی، ترکیبات جریانات نقدی را نیز به عنوان مجموعه ای از متغیرهای پیش بین در ادبیات ورشکستگی و درماندگی مالی در نظر داشته باشند.



## پی‌نوشت‌ها

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ۱ Support Vector Machine            | ۲ Distress                           |
| ۳ Bankruptcy                        | ۴ Multivariate Discriminant Analysis |
| ۵ Logistic Regression               | ۶ Probit Regression                  |
| ۷ Neural Network                    | ۸ Genetic Algorithm                  |
| ۹ Expert Systems                    | ۱۰ Structural Risk Minimum           |
| ۱۱ Empirical Risk Minimum           | ۱۲ back-propagation neural networks  |
| ۱۳ back-propagation neural networks |                                      |

## منابع

- راعی، ر؛ فلاح پور، س. (۱۳۸۷). "کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی". بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۵، شماره ۵۳، ۱۷-۳۴.
- علیزاده، سمیه، ملک محمدی، سمیرا. (۱۳۹۰). داده کاوی و کشف دانش گام به گام با نرم افزار *clementine*. انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- موسوی شیری، م؛ طبرستانی، م. (۱۳۸۸). "پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها". تحقیقات حسابداری، شماره دوم، ۱۸۷-۱۵۸.
- مینایی، بهروز، نصیری، مهدی، حسنی، دانیال، شناسا، ابراهیم. (۱۳۹۰). آموزش گام به گام داده کاوی با *clementine*. انتشارات گروه مهندسی - پژوهشی ساحر.
- Altman, E. I. (1968). "Financial Ratios, Disarmament Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy". *The Journal of Finance, Vol 23*, 589-609.
- Asquith, p., Gertner, R., Sharfstein, D.) 1994. "Anatomy of Financial Distress: An Explanation of Junk Bond Issuers", *The Quarterly Journal of Economics, 109*, 625-658.
- Chen, G., Merville, L.) 1999. "An Analysis of the Underreported Magnitude of the Total Indirect Costs of Financial Distress". *Review of the Quantitative Finance and Accounting, 13*, 277-293.
- Cristianini, N, and J. Shawe-Taylor (2000). "An introduction to support vector Machines", Cambridge University Press.
- DeAngelo, H. and L. DeAngelo. 1990. Dividend Policy and Financial Distress: An Empirical Investigation of Troubled NYSE Firms. *The Journal of Finance*. Volume 45, Number 5, 1415-1431.

- Denis, D. and Denis, D (.1995 .) “Causes of Financial Distress Following Leveraged Recapitalizations”. *Journal of Financial Economics*, 37, 129-157 .
- Fisher, T. , Martel, J (.2005 .) “The Irrelevance of Direct Bankruptcy Costs to the Firm’s Financial Reorganization Decision”. *Journal of Empirical Legal Studies*, 2 (1) , 151-169 .
- Gilbert, L. R. , K. Menon, and K. B. Schwartz (.1990 .) “Predicting Bankruptcy for Firms in Financial Distress”. *Journal of Business Finance and Accounting*. Volume 17, Number 1: 161-171 .
- Giroux, G. A. and C. E. Wiggins. 1984. An Event Approach to Corporate Bankruptcy. *Journal of Bank Research*. Autumn, (pp. 179-181 .)
- Hui, X. -F. , Sun, J. (2006). “An application of support vector machine to companies’ financial distress prediction”. *Lect. Notes Artif. Intell.* 5, 274–282 .
- Jae, KB (2012). “Predicting financial distress of the South Korean manufacturing industries”. *Expert Systems with Applications*, 39, 9159–9165 .
- Jantadej P. (2006). “USING THE COMBINATIONS OF CASH FLOW COMPONENTS TO PREDICT FINANCIAL DISTRESS”. Degree of Doctor of Philosophy, University of Nebraska .
- Kordestani, Gh, Biglari, V, Bakhtiari, M (.2011). “Ability of combinations of cash flow components to predict financial distress”. *teorija ir praktika*, 12 (3) , 277–285 .
- Lacher, RC, KC Pamela, SC Sharma and LF Fant (1995). “A neural network for classifying the financial health of a firm. European”. *Journal of operational Research* , 85, 53-63 .
- Lau, A. H.) 1987 .) “A Five-Stage Financial Distress Prediction Model”. *Journal of Accounting Research*. Volume 25, Number 1, 127-138 .
- Lee, M and To, CH. (2010). “Comparison of Support Vector Machine and Back Propagation Neural Network in Evaluating the Enterprise Financial Distress”. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAA)* , Vol. 1, No. 3.
- Leonard, KJ (1993). “Detecting credit card fraud using expert systems”. *Computers and industrial Engineering*, 25 , 103-106 .

- Min H. Jae, & Lee C. Young (2005). "Bankruptcy prediction using support vector machine with optimal choice of kernel function parameters". *Expert Systems with Applications*, 28, 603-614 .
- Moradi, M, *Shafiee Sardasht*, M, *Ebrahimpour* (2012). " An Application of Support Vector Machines inBankruptcy Prediction; Evidence from Iran". *World Applied Sciences Journal* ,17 (6) , 710-717 .
- Ohlson, J. A.) 1980 .) "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy". *Journal of Accounting Research*. Volume 18, Number 1, 109-131 .
- Opler, T. , Titman, S. (1994). "Financial Distress and Corporate Performance". *The Journal of Finance*, 49 (3) , 1015-1040 .
- Osuna. E, R. Freund, and F. Girosi.) 1997 .) "Support vector machines: Training and applications", A. I. Memo 1602, MIT A. I. Lab .
- Shin,KS and YJ Lee (2002). "A genetic algorithm application in bankruptcy prediction modeling". *Expert Systems with applications* ,23 (3),321-328 .
- Vapnik, V. N. (1995). *The Nature of Statistical Learning Theory* (New York: Springer Verlag .)
- Ward, T. J. and B. P. Foster.) 1996 .) "An Empirical Analysis of Thomas's Financial Accounting Allocation Fallacy Theory in a Financial Distress Context". *Accounting and Business Research*. Volume 26, Number 2, 137-152 .
- Ward, T. J. and B. P. Foster.) 1997 .) "A Note on Selecting a Response Measure for Financial Distress". *Journal of Business Finance and Accounting*. Volume 24, Number 6, 869-879 .
- Xie, ch, Luo, ch and Yu, x. (2011). " Financial distress prediction based on SVM and MDA methods: the case of Chinese listed companies". *Qual Quant*, 45: 671–686 .
- zmijewski,ME (1984). "Methodological issues related to the estimated of financial distress prediction models". *Journal of Accounting Research*,22 (1) ,59-82 .