

## طراحی مدل پیش‌بینی ریسک تجاری با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین

سمیرا الفتی

گروه حسابداری، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج  
Samira.olfati63@gmail.com

فریدون اوحدی

استادیار و عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی کرج، کرج، ایران  
Fohadi31@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۰۴

### چکیده

یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تخصیص بهتر منابع کمک کرد، پیش‌بینی ریسک تجاری است. پیش‌بینی برآورد احتمال وقوع وقایع در آینده است که بر اساس اطلاعات حال و گذشته انجام می‌شود، به این ترتیب که اولاً با ارائه هشدارهای لازم می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع شکست تجاری هوشیار کرد تا آن‌ها با توجه به این موضوع دست به اقدام‌های مقتضی بزنند و دوم این‌که سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند و منابعشان را در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری کنند؛ بنابراین پیش‌بینی ریسک تجاری شرکت‌ها همواره یکی از موضوعات مورد توجه سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و دولت بوده است. هدف از انجام این تحقیق طراحی مدل پیش‌بینی ریسک تجاری با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاضر شرکت‌های منتخب پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در طی یک دوره نه ساله بین سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۷ می‌باشد. نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان می‌دهند که اندازه شرکت، نقدینگی شرکت، سودآوری شرکت، فرصت رشد شرکت، اندازه صنعت، تعداد شرکت در صنعت بر ریسک تجاری تأثیر منفی دارند در حالی که، نسبت بدهی شرکت بر ریسک تجاری تأثیر مثبت و معناداری دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که از لحاظ آماری، عمر شرکت، غیرمتمرکز بودن صنعت بر ریسک تجاری تأثیری ندارد. نتایج حاصل از طراحی مدل و تکنیک‌های یادگیری ماشین نشان‌دهنده کارا بودن تکنیک NB و بعداز آن تکنیک SVM نسبت به سایر تکنیک‌های یادگیری ماشین می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ریسک تجاری، ویژگی‌های خاص شرکت، ویژگی‌های صنعت، حاکمیت شرکتی، ساختار مالکیت، متغیرهای کلان اقتصادی.

## ۱- مقدمه

یکی از اطلاعات مورد نیاز سرمایه‌گذاران اطلاع از ریسک سرمایه‌گذاری است. ریسک را می‌توان احتمال تفاوت بین بازده واقعی و بازده مورد انتظار تعریف کرد (نوروش و وفادار، ۱۳۷۸). با در نظر گرفتن تئوری پرتولیو و تئوری قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای می‌توان ریسک کل را به دو بخش ریسک غیر سیستماتیک و ریسک سیستماتیک تقسیم‌بندی کرد. دسته اول ریسک‌هایی است که به عوامل داخلی شرکت مربوط می‌شود. در هر شرکتی این نوع ریسک‌ها به شرایط خاص همان شرکت بستگی دارد و ربطی به ریسک سایر شرکت‌ها ندارد. در نتیجه این نوع ریسک می‌تواند خاص یک صنعت معین باشد. این نوع ریسک را ریسک غیر سیستماتیک گویند (نوسانات خاص شرکت). دسته دوم ریسک‌هایی است که خاص یک یا چند شرکت نبوده و به کل بازار مربوط می‌شود. این نوع ریسک‌ها در اثر عواملی که بازده کل بازار را تحت تأثیر قرار می‌دهند به وجود می‌آید و به ریسک سیستماتیک (نوسانات سیستماتیک) می‌گویند (نوروش و وفادار، ۱۳۷۸). ریسک تجاری تا حد زیادی به هزینه عملیاتی شرکت نیز وابسته است بطوریکه اگر هزینه‌های ثابت بالا باشد، حتی کاهش اندکی در فروش می‌تواند بازده سهام را به میزان زیادی کاهش دهد. بنابراین اگر سایر عوامل ثابت باشند هر اندازه که هزینه‌های ثابت زیاد باشند ریسک تجاری شرکت بیشتر می‌شود. از طرفی اگر شرکت هیچ‌گونه وامی دریافت نکند عدم اطمینان یا ریسک بازده سهام آینده، ریسک تجاری تلقی می‌شود بنابراین می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که ریسک تجاری نه تنها در صنایع مختلف بلکه در شرکت‌های فعال در یک صنعت فرق می‌کند (یزدانی و جهانخانی، ۱۳۷۴). پژوهش حاضر این پرسش را بررسی می‌کند که آیا تکنیک‌های یادگیری ماشین از توانایی مناسبی در پیش‌بینی ریسک تجاری شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران برخوردار هستند؟ با توجه به مطالب بیان‌شده، هدف این پژوهش، طراحی مدل پیش‌بینی ریسک تجاری با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

## مبانی نظری و پیشینه تحقیق

**ریسک تجاری:** ریسک تجاری یا میزان نوسان پذیری در عایدات شرکت نیز بر ساختار مالی شرکت تأثیر دارد. هرچه ریسک تجاری بیشتر باشد، نه شرکت قادر خواهد بود که از بدهی و وام بیشتری استفاده نماید، و نه مؤسسات و افراد مایل‌اند بدهی و وام بیشتری را در اختیار آن‌ها قرار دهند. برعکس هر اندازه ریسک تجاری شرکت کمتر باشد، یعنی نوسان پذیری عایدات آن کمتر باشد، شرکت قادر خواهد بود که از وام و بدهی بیشتری

در ساختار سرمایه استفاده نماید و هم مؤسسات و افراد مایل‌اند بدهی و وام بیشتری با بهره کمتر در اختیار آن‌ها قرار دهند (یزدانی و جهانخانی، ۱۳۷۴). ریسک تجاری احتمال زیان‌های حاصل از عملیات ضروری مانند تکمیل محصولات است. سه معیار اندازه‌گیری ریسک تجاری شامل نوسان‌های درآمد فروش، اهرم عملیاتی و نسبت سود تقسیمی است (هومس و همکاران، ۲۰۱۲). ریسک تجاری را می‌توان در ناتوانی شرکت در پایداری در صحنه رقابت، یا در حفظ نرخ رشد و یا ثبات میزان سوددهی در کوتاه‌مدت و یا درازمدت، تعریف کرد. که متأثر از ریسک اقتصادی و ریسک عملیاتی است. در چنین حالتی سود تقسیمی شرکت کاهش می‌یابد و این کار بر بازدهی و نوسان پذیری بازدهی سالانه، تأثیر نامطلوبی می‌گذارد. به نظر راسل ریسک تجاری مربوط به یک صنعت خاص است. بنابراین، یک سازمان ممکن است نتواند روند توسعه و اجرای راهبردهای مرتبط با دستیابی به هدف‌های تجاری و ارزش‌های موجود را درک کند و آن را به‌خوبی مدیریت کند. این ریسک شامل ارزیابی عوامل ریسک درونی و بیرونی و در ارتباط با تأثیرهای منفی یا مثبت در بحث‌های تجاری و راهبردی در شرکت با استفاده از روش‌های ریاضی است (رهنمای رودپشتی و موسوی ثابت، ۲۰۰۸). درجه اهرم عملیاتی بالا منجر به ایجاد ریسک تجاری می‌شود. به عبارت دیگر، ریسک تجاری از طریق درجه اهرم عملیاتی بیان می‌شود. اهرم عملیاتی تأثیر تغییرات فروش را بر سود عملیاتی بیان می‌کند. اگر شرکتی دارای درجه اهرم عملیاتی بالا باشد تغییرات جزئی در فروش تأثیر زیادی در سود عملیاتی خواهد داشت. اگر تغییرات در جهت افزایش فروش باشد این امر موجب افزایش سود به نحو قابل ملاحظه‌ای می‌شود. ولی اگر تغییرات در جهت کاهش فروش باشد سود عملیاتی ممکن است به کلی حذف و منجر به زیان شود. هرچه قدر اهرم عملیاتی بیش‌تر شود حاشیه فروش بیش‌تر می‌شود. نوسانات قیمت سهام شرکت‌ها به‌عنوان عاملی اساسی و بااهمیت در معاملات بازار سهام محسوب می‌شود. هنگامی که قیمت سهام شرکت‌ها تغییر پیدا می‌کند بازده مورد انتظار سهام را نیز تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و در نهایت منجر به افزایش یا کاهش ریسک شرکت‌ها می‌شود (کوسنیدیس، ۲۰۰۵). سطح مناسب نقدینگی و دارایی‌های نقد شونده، که موازنه‌ای از ریسک و سودآوری است، می‌تواند تحت تأثیر عوامل درون‌سازمانی و برون‌سازمانی قرار گیرد (رمب و وچنریدر، ۲۰۰۵). از زمان مطرح‌شدن تئوری‌های مختلف، در خصوص ریسک و بخصوص ریسک تجاری و عوامل مؤثر بر آن پژوهشگران این حوزه پژوهش‌های بسیاری را با موضوعات مختلف و عوامل تأثیرگذار بر آن انجام داده‌اند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

پژوهش توصیفی با تأکید بر روابط همبستگی است، زیرا از یک‌طرف وضع موجود را بررسی می‌کند

### روش‌های گردآوری اطلاعات

در این پژوهش اطلاعات مورد نیاز به روش‌های زیر جمع‌آوری شده است:

روش کتابخانه‌ای: از این روش برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه ادبیات و پیشینه پژوهش استفاده خواهد شد. لذا با مطالعه کتب و مقالات و جستجو در سایت‌های اینترنتی، اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شده است.

روش اسنادی: جهت انجام پژوهش و جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای آزمون فرضیه‌ها از این روش استفاده خواهد شد. جمع‌آوری اطلاعات از نرم‌افزارهای "تدبیر پرداز" و "ره‌آورد نوین" و سایت اینترنتی "مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی سازمان بورس اوراق بهادار" و گزارش حسابرسی گردآوری شده است

### روش‌های مورد نظر برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و آزمون فرضیه‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی انجام می‌شود در بخش آمار توصیفی از شاخص‌های مرکزی میانگین و میانه و شاخص پراکندگی انحراف معیار استفاده خواهد شد. و در بخش آمار استنباطی به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش از رگرسیون لجیت چند متغیره با استفاده از داده‌های ترکیبی استفاده می‌شود. برای تعیین معنادار بودن مدل رگرسیون و پارامترهای حاصل از تخمین مدل رگرسیون، به ترتیب از آماره‌های LR و z استفاده می‌شود. در این پژوهش به منظور پیش‌بینی ریسک تجاری از تکنیک‌های یادگیری ماشین زیر استفاده شده است:

- رگرسیون لجیت (LR) - درست تصمیم و رگرسیون (CART) - درخت تصمیم (DT) - شبکه عصبی (NN) - ماشین بردار پشتیبان (SVM) - شبکه بیزین (BN)

همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و استخراج نتایج پژوهش، از نرم‌افزار Excel، نرم‌افزار اقتصادسنجی Eviews#12 و نرم‌افزار متلب استفاده شده است.

### تعاریف عملیاتی متغیرها

#### متغیر وابسته

ریسک تجاری (BR): احتمال زیان‌های حاصل از عملیات ضروری مانند تکمیل محصولات است. سه معیار اندازه‌گیری ریسک تجاری شامل نوسان‌های درآمد فروش، اهرم عملیاتی و نسبت سود تقسیمی است (هومس و همکاران، ۲۰۱۲). درجه اهرم

ناجی اصفهانی و رستگار (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «برآورد ریسک اعتباری مشتریان با استفاده از تحلیل چندبعدی ترجیحات (مطالعه موردی: یک بانک تجاری در ایران)» با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی بین مقطعی، ۷۵ درصد درون نمونه‌ای و ۲۵ درصد برون نمونه‌ای و مدل تحلیل چندبعدی ترجیحات وضعیت نسبت‌های مالی و عملکرد آن‌ها نزد بانک طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از کارایی روش استفاده شده جهت پیش‌بینی رفتار اعتباری مشتریان بانک می‌باشد. با توجه به مزیت‌های روش استفاده شده که شامل عدم وابستگی به سابقه عملکرد مالی شرکت‌ها و دقت پیش‌بینی این روش نسبت به روش‌های متداول می‌باشد، پیشنهاد می‌شود از این روش به عنوان ورودی تحقیقات مدیریت پرتفوی اعتباری بانک‌ها استفاده گردد. همت فر و ثقفی (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر ریسک تجاری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران» از طریق تحلیل اطلاعات ۱۰۲ شرکت در طی دوره زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ به این نتیجه رسیدند که بین رشد بازار سهام، نسبت سودآوری و نوسانات مالیات بر درآمد با ریسک تجاری شرکت‌ها، رابطه معنادار و مستقیمی وجود دارد. همچنین بین رشد شرکت و ساختار سرمایه با ریسک تجاری شرکت‌ها، رابطه معنادار و معکوسی وجود دارد. میرزایی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «بررسی رابطه بین ریسک تجاری و ریسک مالی با عملکرد شرکت‌های دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران» از طریق بررسی ۲۰ شرکت در طی دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ به این نتیجه رسیدند که ریسک تجاری تأثیری بر عملکرد مالی شرکت‌های دارویی نداشته در حالی که ریسک مالی تأثیر معکوسی بر عملکرد شرکت‌های دارویی دارد و با افزایش بدهی شرکت‌های دارویی، عملکرد آن‌ها کاهش می‌یابد. کیم و یاشودا (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «افشای ریسک تجاری و ریسک شرکت: شواهدی از ژاپن» به این نتیجه رسیدند که افشای اجباری ریسک تجاری تأثیر منفی بر ریسک کل شرکت دارد. این نشان‌دهنده این است که افزایش در افشای ریسک تجاری به کاهش هزینه سرمایه شرکت کمک می‌کند. داف (۲۰۰۸) در پژوهشی با تعریف و اندازه‌گیری ریسک تجاری بر اساس ساختار اقتصادی به دنبال پاسخگویی به این پرسش بود که آیا می‌توان ریسک تجاری را با استفاده از سرمایه‌های اقتصادی کاهش داد. نتایج نشان داد که سرمایه‌های اقتصادی می‌تواند موجب کاهش خطر تجاری شرکت‌ها گردد.

### ۲- روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت، یک

هیرشمن از حاصل جمع توان دوم سهم بازار تمامی بنگاه‌های فعال در صنعت به صورت فرمول زیر به دست می‌آید (چن و همکاران، ۲۰۱۲):

$$HHI = \sum_{i=1}^k S_i^2 \quad (3-2)$$

که در آن HHI شاخص هر فیندال-هیرشمن، k تعداد بنگاه‌های فعال در بازار و  $S_i$  سهم بازار شرکت i ام است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S_i = X_j / \sum_{l=1}^n X_j \quad (3-3)$$

که در آن  $X_j$  نشان‌دهنده فروش شرکت زام و l نشان‌دهنده نوع صنعت است.

متغیرهای مستقل مربوط به فرضیه ۳:

اندازه هیئت‌مدیره (BS): برابر است با تعداد اعضای هیئت‌مدیره شرکت (الکدای و هنیفا، ۲۰۱۲).

استقلال هیئت‌مدیره (BI): برابر است با نسبت تعداد اعضای غیرموظف در هیئت‌مدیره شرکت بر تعداد اعضای هیئت‌مدیره شرکت (الکدای و هنیفا، ۲۰۱۲).

دوگانگی وظیفه مدیرعامل (DUAL): یک متغیر ساختگی است در صورتی که مدیرعامل و رئیس هیئت‌مدیره یک نفر باشد عدد یک و در غیر این صورت صفر اختیار می‌کند (جمال‌الدین و همکاران، ۲۰۰۹).

تخصص مالی هیئت‌مدیره (FSPEC): یک متغیر ساختگی است در صورتی که حداقل یکی از هیئت‌مدیره دارای مدرک تحصیلی حسابداری، حسابرسی، مدیریت مالی و اقتصاد باشد عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر تعلق می‌گیرد (الکدای و هنیفا، ۲۰۱۲).

وجود کمیته حسابرسی (AC): یک متغیر ساختگی است در صورتی که شرکت دارای کمیته حسابرسی باشد عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر تعلق می‌گیرد.

اندازه کمیته حسابرسی (ACSIZE): نشان‌دهنده تعداد اعضای کمیته حسابرسی می‌باشد.

استقلال کمیته حسابرسی (ACIND): از طریق تقسیم اعضای مستقل کمیته حسابرسی بر کل تعداد اعضای کمیته حسابرسی به دست می‌آید.

تخصص مالی کمیته حسابرسی (ACSEP): از طریق تقسیم اعضای کمیته حسابرسی دارای تخصص مالی (دارای مدرک تحصیلی حسابداری، حسابرسی، مدیریت و اقتصاد) بر کل تعداد اعضای کمیته حسابرسی به دست می‌آید.

عملیاتی بالا منجر به ایجاد ریسک تجاری می‌شود. به عبارت دیگر، ریسک تجاری از طریق درجه اهرم عملیاتی بیان می‌شود. در این پژوهش از رابطه زیر برای محاسبه درجه اهرم عملیاتی استفاده می‌شود.

رابطه (۳-۱)

$$OL = \frac{EBIT + F}{EBIT}$$

OL: درجه اهرم عملیاتی، EBIT: سود قبل از بهره و مالیات، F: هزینه‌های ثابت عملیاتی شامل هزینه‌های فروش و هزینه‌های عمومی است.

در این پژوهش ریسک تجاری به صورت یک متغیر ساختگی تعریف می‌شود در صورتی که درجه اهرم عملیاتی بیشتر از میانه نمونه آماری باشد عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر تعلق می‌گیرد.

### متغیرهای مستقل

متغیرهای مستقل مربوط به فرضیه ۱:

اندازه شرکت (SIZE): برابر است با لگاریتم طبیعی کل دارایی‌های شرکت.

نقدینگی شرکت (LIQID): برابر است با نسبت دارایی‌های جاری بر بدهی‌های جاری

نسبت بدهی شرکت (DEBT): برابر است با نسبت کل بدهی‌های شرکت بر کل دارایی‌های شرکت.

سودآوری شرکت (PROF): برابر است با تقسیم سود عملیاتی بر کل دارایی‌های شرکت

عمر شرکت (AGE): برابر است با لگاریتم طبیعی تعداد سال‌های تأسیس شرکت تا سال جاری

فرصت رشد شرکت (GROWTH): برابر است با نسبت ارزش بازار حقوق صاحبان سهام بر ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام. متغیرهای مستقل مربوط به فرضیه ۲:

اندازه صنعت (INDSIZE): برابر است با لگاریتم طبیعی کل دارایی‌های صنعتی که شرکت متعلق به آن است (کیم و همکاران، ۲۰۱۶).

تعداد شرکت در صنعت (INDNUM): برابر است با تعداد شرکت متعلق به یک صنعت (کیم و همکاران، ۲۰۱۶).

غیرمتمرکز بودن صنعت (رقابت بازار محصول) (PMC): در این پژوهش به منظور اندازه‌گیری رقابت بازار محصول از شاخص هر فیندال-هیرشمن استفاده می‌شود. شاخص هر فیندال-

۲) شرکت طی دوره موردبررسی تغییر سال مالی نداده باشند.

۳) شرکت‌های تحت بررسی جزء شرکت‌های سرمایه‌گذاری، هلدینگ و واسطه‌گری مالی نباشند.

۴) اطلاعات و داده‌های آن‌ها در دسترس باشد.

۵) با توجه به شرایط و محدودیت‌های فوق در مجموع ۱۴۶ شرکت به‌عنوان نمونه آماری پژوهش انتخاب گردید.

### ۳- فرضیه‌های پژوهش

**فرضیه ۱:** ویژگی‌های خاص شرکت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۱-۱: اندازه شرکت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۱-۲: نقدینگی شرکت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۱-۳: نسبت بدهی شرکت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۱-۴: سودآوری شرکت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۱-۵: عمر شرکت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۱-۶: فرصت رشد شرکت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

**فرضیه ۲:** ویژگی‌های صنعت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۲-۱: اندازه صنعت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۲-۲: تعداد شرکت در صنعت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۲-۳: غیرمتمرکز بودن صنعت (رقابت بازار محصول) بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

**فرضیه ۳:** حاکمیت شرکتی بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۳-۱: اندازه هیئت‌مدیره بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۳-۲: استقلال هیئت‌مدیره بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

فرضیه ۳-۳: دوگانگی وظیفه مدیرعامل بر ریسک تجاری

متغیرهای مستقل مربوط به فرضیه ۴:

نوع مالکیت (دولتی یا خصوصی) (TypeOWN): یک متغیر ساختگی است اگر بیش از پنجاه درصد سهام شرکت تحت تملک بخش خصوصی باشد عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر می‌گیرد (کیم و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵).

مالکیت سهامداران نهادی (INSOWN): از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک سهامداران نهادی بر کل تعداد سهام منتشره شرکت به دست می‌آید.

مالکیت سهامدار عمده (BOWN): از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک بزرگ‌ترین سهامدار شرکت بر کل تعداد سهام منتشره شرکت به دست می‌آید.

مالکیت دولتی (GOWN): از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک سهامداران دولتی بر کل تعداد سهام منتشره شرکت به دست می‌آید.

مالکیت مدیریتی (MOWN): از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک مدیران شرکت بر کل تعداد سهام منتشره شرکت به دست می‌آید.

متغیرهای مستقل مربوط به فرضیه ۵:

نرخ تورم (INF): برابر است با تغییرات نرخ تورم (شاخص قیمت مصرف‌کننده) (انتیم و همکاران، ۲۰۱۵).

نرم ارز (CURR): برابر است با تغییرات نرخ ارز (انتیم و همکاران، ۲۰۱۵).

نرخ بهره (INT): برابر است با تغییرات نرخ بهره (انتیم و همکاران، ۲۰۱۵).

رشد قیمت نفت (OIL): نرخ رشد سالانه قیمت نفت به‌عنوان تغییرات قیمت نفتی در نظر گرفته می‌شود (انتیم و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵).

### جامعه و نمونه آماری پژوهش

جامعه آماری پژوهش حاضر، شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. قلمرو زمانی پژوهش نیز یک دوره زمانی ۱۲ ساله از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷ می‌باشد.

در پژوهش حاضر برای تعیین نمونه آماری، از روش حذف سیستماتیک استفاده خواهد شد. بدین منظور آن دسته از شرکت‌های جامعه آماری که شرایط زیر را دارا باشند به‌عنوان نمونه آماری انتخاب و مابقی حذف می‌شوند.

۱) سال مالی شرکت منتهی به تاریخ پایان اسفندماه هر سال باشد.

<sup>2</sup>.Ntim et al

<sup>1</sup>.Kim et al

تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۳-۴: تخصص مالی هیئت‌مدیره بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۵-۳: وجود کمیته حسابرسی بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۶-۳: اندازه کمیته حسابرسی بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۷-۳: استقلال کمیته حسابرسی بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۸-۳: تخصص مالی کمیته حسابرسی بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۱-۵: نرخ تورم بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۲-۵: نرخ ارز بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۳-۵: نرخ بهره بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۴-۵: رشد قیمت نفت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

#### ۴- یافته‌های پژوهش

##### آمار توصیفی

آمار توصیفی شامل مجموعه روش‌هایی است که برای جمع‌آوری، خلاصه کردن، طبقه‌بندی و توصیف حقایق عددی به کار می‌رود. در واقع این آمار، داده‌ها و اطلاعات پژوهش را توصیف می‌کند و طرح یا الگوی کلی از داده‌ها برای استفاده سریع و بهتر از آن‌ها به دست می‌دهد.

فرضیه ۴: ساختار مالکیت بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۱-۴: نوع مالکیت (دولتی یا خصوصی) بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۲-۴: مالکیت سهامداران نهادی بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۳-۴: مالکیت سهامدار عمده بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد. فرضیه ۴-۴: مالکیت دولتی بر ریسک تجاری تأثیر معناداری دارد.

جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

| پنل الف: متغیرهای پیوسته |        |        |        |         |               |   |
|--------------------------|--------|--------|--------|---------|---------------|---|
| انحراف معیار             | حداقل  | حداکثر | میان   | میانگین | تعداد مشاهدات | نام متغیرها                             |
| 1.502                    | 9.881  | 19.774 | 13.747 | 13.944  | 1752          | اندازه شرکت                             |
| 0.624                    | 0.604  | 3.129  | 1.285  | 1.420   | 1752          | نقدینگی شرکت                            |
| 0.185                    | 0.233  | 0.902  | 0.609  | 0.590   | 1752          | نسبت بدهی شرکت                          |
| 0.129                    | -0.327 | 0.676  | 0.120  | 0.139   | 1752          | سودآوری شرکت                            |
| 0.381                    | 2.197  | 4.205  | 3.738  | 3.607   | 1752          | عمر شرکت                                |
| 2.289                    | 0.582  | 9.414  | 2.318  | 2.992   | 1752          | فرصت رشد شرکت                           |
| 1.543                    | 13.156 | 18.762 | 16.216 | 16.398  | 1752          | اندازه صنعت                             |
| 8.502                    | 2      | 26     | 13     | 13.760  | 1752          | تعداد شرکت در صنعت                      |
| 0.020                    | 0.002  | 0.076  | 0.018  | 0.024   | 1752          | غیرمتمرکز بودن صنعت (رقابت بازار محصول) |
| 0.236                    | 4      | 7      | 5      | 5.019   | 1752          | اندازه هیئت‌مدیره                       |
| 0.121                    | 0      | 1      | 0.60   | 0.629   | 1752          | استقلال هیئت‌مدیره                      |
| 1.462                    | 0      | 3      | 3      | 1.836   | 1752          | اندازه کمیته حسابرسی                    |
| 0.299                    | 0      | 0.667  | 0.333  | 0.269   | 1752          | استقلال کمیته حسابرسی                   |
| 0.298                    | 0      | 0.667  | 0.333  | 0.343   | 1752          | تخصص مالی کمیته حسابرسی                 |
| 0.138                    | 0.214  | 0.888  | 0.574  | 0.571   | 1752          | مالکیت سهامداران نهادی                  |
| 0.220                    | 0.040  | 0.990  | 0.510  | 0.511   | 1752          | مالکیت سهامدار عمده                     |
| 0.139                    | 0.064  | 0.738  | 0.425  | 0.420   | 1752          | مالکیت دولتی                            |
| 0.063                    | 0.003  | 0.279  | 0.184  | 0.176   | 1752          | مالکیت مدیریتی                          |

| پنل الف: متغیرهای پیوسته   |  |   |              |        |        |              |
|--|--|---|--------------|--------|--------|--------------|
| نام متغیرها  | تعداد مشاهدات                            | میانگین                                   | میان         | حداکثر | حداقل  | انحراف معیار |
| نرخ تورم   | 1752                                     | 18.183                                    | 17           | 34.7   | 9      | 8.064        |
| نرخ ارز  | 1752                                     | 9.625                                     | 9.414        | 10.537 | 8.343  | 0.649        |
| نرخ بهره   | 1752                                     | 15.520                                    | 15           | 22     | 12.5   | 2.841        |
| رشد قیمت نفت   | 1752                                     | 0.030                                     | 0.023        | 0.407  | -0.493 | 0.280        |
| پنل ب: آزمون t در شرکت‌های با ریسک تجاری بالا و پایین  |  |   |              |        |        |              |
| نام متغیرها  | ریسک تجاری بالا<br>(تعداد مشاهدات = ۸۷۶) | ریسک تجاری پایین<br>(تعداد مشاهدات = ۸۷۶) | آماره t      |        |        |              |
| اندازه شرکت  | 13.712                                   | 14.175                                    | 0.000***     |        |        |              |
| نقدینگی شرکت   | 1.284                                    | 1.556                                     | 0.000***     |        |        |              |
| نسبت بدهی شرکت   | 0.649                                    | 0.532                                     | 0.000***     |        |        |              |
| سودآوری شرکت   | 0.091                                    | 0.188                                     | 0.000***     |        |        |              |
| عمر شرکت   | 3.622                                    | 3.592                                     | 0.103        |        |        |              |
| فرصت رشد شرکت  | 2.746                                    | 3.237                                     | 0.000***     |        |        |              |
| اندازه صنعت  | 16.462                                   | 16.334                                    | 0.081*       |        |        |              |
| تعداد شرکت در صنعت   | 13.426                                   | 14.095                                    | 0.100*       |        |        |              |
| غیرمتمرکز بودن صنعت (رقابت بازار محصول)  | 0.023                                    | 0.024                                     | 0.477        |        |        |              |
| اندازه هیئت‌مدیره  | 5.006                                    | 5.033                                     | 0.015**      |        |        |              |
| استقلال هیئت‌مدیره   | 0.635                                    | 0.624                                     | 0.042**      |        |        |              |
| اندازه کمیته حسابرسی   | 1.832                                    | 1.839                                     | 0.922        |        |        |              |
| استقلال کمیته حسابرسی  | 0.264                                    | 0.269                                     | 0.625        |        |        |              |
| تخصیص مالی کمیته حسابرسی   | 0.341                                    | 0.344                                     | 0.852        |        |        |              |
| مالکیت سهامداران نهادی   | 0.569                                    | 0.573                                     | 0.465        |        |        |              |
| مالکیت سهامدار عمده  | 0.516                                    | 0.506                                     | 0.296        |        |        |              |
| مالکیت دولتی   | 0.419                                    | 0.22                                      | 0.596        |        |        |              |
| مالکیت مدیریتی   | 0.171                                    | 0.180                                     | 0.003**      |        |        |              |
| نرخ تورم   | 17.713                                   | 18.654                                    | 0.015**      |        |        |              |
| نرخ ارز  | 9.649                                    | 9.601                                     | 0.122        |        |        |              |
| نرخ بهره   | 15.593                                   | 15.448                                    | 0.286        |        |        |              |
| رشد قیمت نفت   | 0.028                                    | 0.032                                     | 0.738        |        |        |              |
| پنل پ: آزمون کای دو در شرکت‌های با ریسک تجاری بالا و پایین                                       |  |   |              |        |        |              |
| نام متغیرها  | ریسک تجاری بالا<br>(تعداد مشاهدات = ۸۷۶) | ریسک تجاری پایین<br>(تعداد مشاهدات = ۸۷۶) | آماره کای دو |        |        |              |
| دوگانگی وظیفه مدیرعامل   | 458                                      | 435                                       | 0.293        |        |        |              |
| تخصیص مالی هیئت‌مدیره  | 433                                      | 461                                       | 0.197        |        |        |              |
| وجود کمیته حسابرسی   | 535                                      | 537                                       | 0.961        |        |        |              |
| نوع مالکیت (دولتی یا خصوصی)  | 607                                      | 614                                       | 0.755        |        |        |              |
| * معناداری در سطح اطمینان ۹۰٪، ** معناداری در سطح اطمینان ۹۵٪ و *** معناداری در سطح اطمینان ۹۹٪. |  |   |              |        |        |              |

### تخمین مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

رگرسیون لجوجیت بهره گرفته می‌شود. برای اینکه در مدل رگرسیون خطی، تخمین زن‌های ضرایب رگرسیون، بهترین تخمین زن‌های بدون تورش خطی باشند، لازم است تا واریانس

با توجه به باینری (صفر و یک) بودن متغیر وابسته پژوهش در مدل‌های پژوهش، به‌منظور تخمین این مدل‌ها از تکنیک

جزء خطای مدل ثابت باشد و بین متغیرهای توضیحی هم خطی وجود نداشته باشد. لذا در ادامه، این مسئله بررسی شده و سپس نتایج حاصل از برآوردهای انجام شده تشریح می‌گردد. در همین راستا از نرم‌افزار Eviews#12 برای تشخیص رابطه موجود بین متغیرها استفاده شده است.

جدول ۲) نتایج حاصل از تخمین مدل پژوهش

| متغیر وابسته: ریسک تجاری               |           |                |           |              |
|--|-----------|----------------|-----------|--------------|
| روش تخمین: رگرسیون لوجیت               |           |                |           |              |
| متغیر                                  | ضریب      | خطای استاندارد | آماره z   | سطح معناداری |
| مقدار ثابت                             | 2.813815  | 2.286119       | 1.230826  | 0.2184       |
| اندازه شرکت                            | -0.331399 | 0.048538       | -6.827621 | 0.0000       |
| نقدینگی شرکت                           | -0.398540 | 0.140818       | -2.830179 | 0.0047       |
| نسبت بدهی شرکت                         | 5.032933  | 0.552855       | 9.103528  | 0.0000       |
| سودآوری شرکت                           | -3.729122 | 0.697749       | -5.344505 | 0.0000       |
| عمر شرکت                               | -0.056813 | 0.145699       | -0.389935 | 0.6966       |
| فرصت رشد شرکت                          | -0.192397 | 0.038361       | -5.015432 | 0.0000       |
| اندازه صنعت                            | -0.346470 | 0.058156       | -5.957588 | 0.0000       |
| تعداد شرکت در صنعت                     | -0.068508 | 0.009907       | -6.914839 | 0.0000       |
| غیرمتمرکز بودن صنعت(رقابت بازار محصول) | 1.916244  | 2.693282       | 0.711490  | 0.4768       |
| اندازه هیئت‌مدیره                      | -0.373643 | 0.271502       | -1.376207 | 0.1688       |
| استقلال هیئت‌مدیره                     | -1.367935 | 0.443410       | -3.085036 | 0.0020       |
| دوگانگی وظیفه مدیرعامل                 | 0.106908  | 0.109410       | 0.977133  | 0.3285       |
| تخصص مالی هیئت‌مدیره                   | -0.169798 | 0.110123       | -1.541897 | 0.1231       |
| وجود کمیته حسابرسی                     | -1.211503 | 0.343020       | -3.531871 | 0.0004       |
| اندازه کمیته حسابرسی                   | -0.848064 | 0.607687       | -1.395561 | 0.1628       |
| استقلال کمیته حسابرسی                  | 0.242798  | 0.532976       | 0.455551  | 0.6487       |
| تخصص مالی کمیته حسابرسی                | -0.735194 | 0.512168       | -1.435454 | 0.1512       |
| نوع مالکیت(دولتی یا خصوصی)             | -0.162171 | 0.183719       | -0.882712 | 0.3774       |
| مالکیت سهامداران نهادی                 | 0.018964  | 0.398470       | 0.047592  | 0.9620       |
| مالکیت سهامدار عمده                    | -0.178738 | 0.250484       | -0.713570 | 0.4755       |
| مالکیت دولتی                           | -0.644127 | 0.603934       | -1.066552 | 0.2862       |
| مالکیت مدیریتی                         | -2.851664 | 0.884106       | -3.225480 | 0.0013       |
| نرخ تورم                               | -0.027636 | 0.008348       | -3.310251 | 0.0009       |
| نرخ ارز                                | 0.325195  | 0.133904       | 2.428572  | 0.0152       |
| نرخ بهره                               | 0.010653  | 0.021306       | 0.499988  | 0.6171       |
| رشد قیمت نفت                           | -0.246973 | 0.251332       | -0.982659 | 0.3258       |
| ضریب تعیین مک فادن                     | 0.194     |                |           |              |
| آماره LR                               | 470.012   |                |           |              |
| سطح معناداری (آماره LR)                | 0.0000    |                |           |              |

مدل‌های آلتمن و اولسون و با استفاده از متغیرهای انتخاب شده بر اساس آزمون مقایسه میانگین دو نمونه، روش انتخاب گام‌به‌گام پیش رو را ایجاد و به مقایسه نتایج ایجاد شده خواهیم پرداخت.

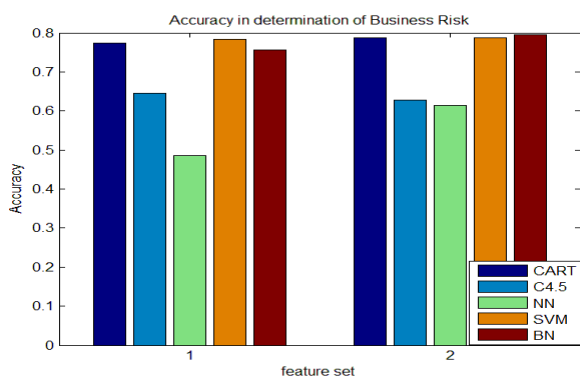
#### فرآیند ایجاد مدل‌های پژوهش

به‌منظور پاسخگویی به سؤالات و همچنین دستیابی به اهداف پژوهش ابتدا مدل‌های موردنظر در تحقیق حاضر را شامل مدل‌های ایجاد با تکنیک‌های شبکه عصبی، درخت تصمیم و



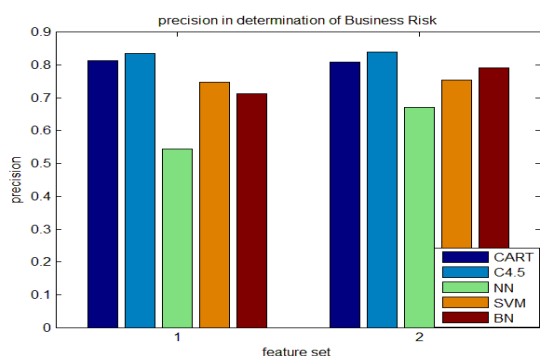
به پیش‌بینی وضعیت ریسک تجاری بر مبنای آموزش داده‌شده به مدل پرداخته است.

با توجه به شکل ۱، بر اساس پارامتر صحت تشخیص در دسته‌بندی اول الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و در دسته‌بندی دوم الگوریتم شبکه بیزین (BN) از عملکرد بهتری برخوردار است ولی اگر دسته‌بندی را در نظر بگیریم الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) و الگوریتم درخت رگرسیون و تصمیم (CART) در مجموع نسبت به سایر الگوریتم‌ها عملکرد نسبتاً بهتری داشته باشد.



شکل ۱: صحت تشخیص ریسک تجاری

با توجه به شکل ۲، بر اساس پارامتر دقت تشخیص در دسته‌بندی اول و دوم الگوریتم درخت تصمیم (DT) از عملکرد بهتری برخوردار است. در حالت کلی بر اساس پارامتر دقت تشخیص الگوریتم درخت تصمیم (DT) و بعد از آن الگوریتم درخت رگرسیون و تصمیم (CART) در مجموع نسبت به سایر الگوریتم‌ها عملکرد نسبتاً بهتری داشته‌اند.



شکل ۲: دقت تشخیص ریسک تجاری

با توجه به شکل ۲، بر اساس پارامتر شاخص شمول در دسته‌بندی اول الگوریتم شبکه بیزین (BN) و در دسته‌بندی دوم الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) از عملکرد بهتری برخوردار است. ولی اگر دو دسته‌بندی را در نظر بگیریم الگوریتم

## انتخاب گام به گام پیش رو

در روش انتخاب گام به گام پیش رو به دنبال برآورد یک رگرسیون لاجیت بر اساس متغیرهای اولیه تحقیق هستیم به صورتی که مقدار ضریب تعیین رگرسیون بیشینه باشد، به این منظور فرآیند با یک مجموعه تهی از ویژگی‌ها آغاز می‌شود و در هر گام تکرار، بهترین ویژگی انتخاب شده و به مجموعه قبلی اضافه می‌شود و هدف آن انتخاب متغیرهایی است که ضریب تعیین مدل را بیشینه نمایند، این فرآیند تا جایی ادامه پیدا می‌کند که با ورود هر کدام از متغیرهای باقی‌مانده به مدل تغییری در جهت بهبود ضریب تعیین رگرسیون ایجاد نکرده.

با استفاده از روش فوق و پس از طی ۱۲ گام نسبت‌های زیر به عنوان متغیرهای نهایی انتخاب شدند:

۱- اندازه شرکت ۲- نقدینگی شرکت ۳- نسبت بدهی شرکت ۴- سودآوری شرکت ۵- فرصت رشد شرکت

۶- اندازه صنعت ۷- تعداد شرکت در صنعت ۸- استقلال هیئت‌مدیره ۹- اندازه کمیته حسابرسی ۱۰- مالکیت مدیریتی ۱۱- نرخ تورم ۱۲- نرخ بهره

## اجرای مدل‌ها

به منظور پیاده‌سازی و ارزیابی تکنیک‌های باید داده‌های تحقیق را به دودسته داده‌های آموزش و داده‌های آزمایش تقسیم نماییم. از مجموعه داده‌های آموزش برای ساخت و از داده‌های آزمایش نیز برای ارزیابی مدل ایجاد شده در مرحله آموزش بهره خواهیم برد. تکنیک‌های دسته‌بندی را می‌توان بر اساس معیارهایی مانند صحت، سرعت و پایداری باهم مقایسه نمود. به منظور ارزیابی صحت و پایداری مدل‌ها، داده‌های تحقیق را ۵۰ مرتبه به صورت تصادفی به دودسته‌ی داده‌های آموزش و آزمایش تقسیم نموده و به ایجاد مدل و ارزیابی نتایج حاصل از آن‌ها پرداخته‌ایم.

جدول (۳) پارامترهای شبیه‌سازی

| مقدار                                      | پارامتر شبیه‌سازی |
|--|-------------------|
| تعداد نمونه‌ها کل دیتاست                   | ۱۷۵۲ نمونه        |
| تعداد ویژگی هر نمونه (T-test)-مجموعه اول   | ۹ ویژگی           |
| تعداد ویژگی هر نمونه (Stepwise)-مجموعه دوم | ۱۲ ویژگی          |
| تعداد نمونه‌های آموزش مدل                  | ۱۳۱۴ (۷۵٪)        |
| تعداد نمونه‌های تست مدل                    | ۴۳۸ (۲۵٪)         |

## نتایج شبیه‌سازی

در شکل‌های ۱ تا ۴ پارامترهای چهارگانه دقت تشخیص ریسک تجاری نشان داده شده است و مدل ارائه شده با تکنیک‌های دسته‌بندی مختلف در دو بار اجرا (با دو مجموعه ویژگی مختلف)

شکل ۴: شاخص F-Measure در تشخیص ریسک تجاری

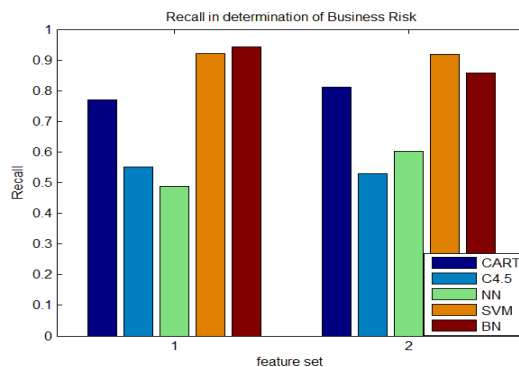
در ادامه در شکل‌های ۵ تا ۹ ماتریس اغتشاش هر روش دسته‌بندی در پیش‌بینی ریسک تجاری (با دو مجموعه ویژگی مختلف) نشان داده شده است.

در حالت کلی نتایج حاصل از تکنیک درخت تصمیم و رگرسیون (CART) نشان می‌دهد که میزان دقت این مدل در تشخیص و پیش‌بینی ریسک تجاری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تقریباً ۷۸.۸٪ است، این موضوع نشان‌دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب شده به روش Stepwise و تکنیک درخت تصمیم و رگرسیون (CART)، می‌توان با احتمال ۷۸.۸٪ شرکت‌های با ریسک تجاری بالا را شناسایی کرد.

در حالت کلی نتایج حاصل از تکنیک درخت تصمیم (DT) نشان می‌دهد که میزان دقت این مدل در تشخیص و پیش‌بینی ریسک تجاری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تقریباً ۷۷.۶٪ است، این موضوع نشان‌دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب شده به روش Stepwise و تکنیک درخت تصمیم (C4.9)، می‌توان با احتمال ۷۷.۶٪ شرکت‌های با ریسک تجاری بالا را شناسایی کرد.

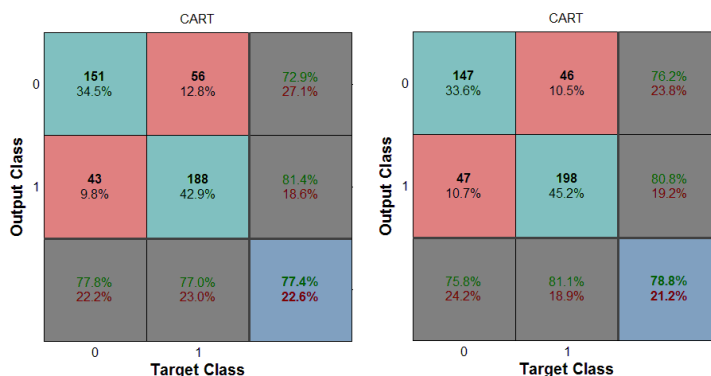
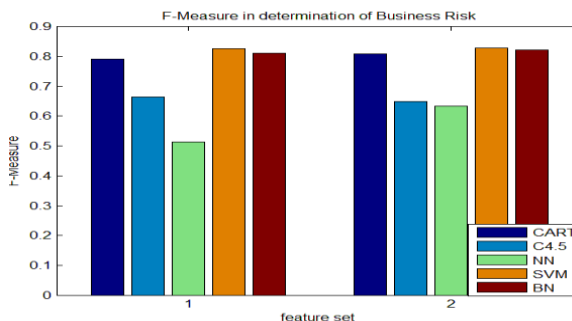
در حالت کلی نتایج حاصل از تکنیک شبکه عصبی (NN) نشان می‌دهد که میزان دقت این مدل در تشخیص و پیش‌بینی ریسک تجاری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تقریباً ۶۱.۴٪ است، این موضوع نشان‌دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب شده به روش Stepwise و تکنیک شبکه عصبی (NN)، می‌توان با احتمال ۶۱.۴٪ شرکت‌های با ریسک تجاری بالا را شناسایی کرد.

ماشین بردار پشتیبان (SVM) و الگوریتم شبکه بیزین (BN) در مجموع نسبت به سایر الگوریتم‌ها عملکرد نسبتاً بهتری داشته‌اند.

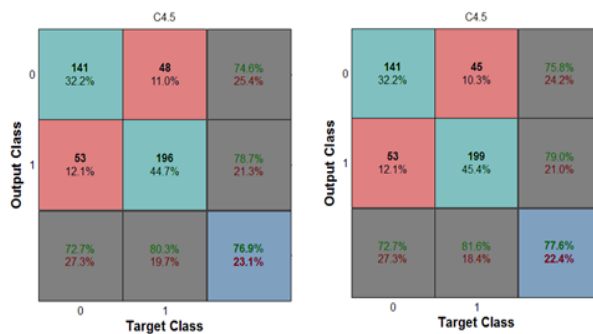


شکل ۳: شاخص شمول در تشخیص ریسک تجاری

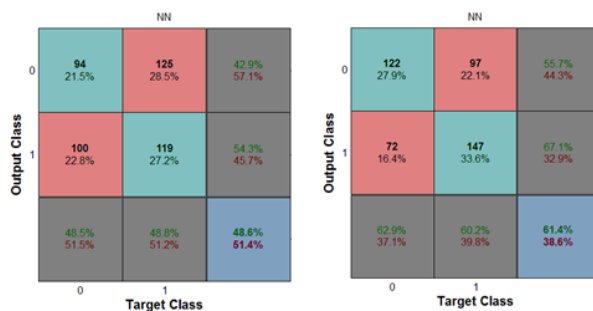
با توجه به شکل ۳، بر اساس شاخص F-Measure در دسته‌بندی اول و دوم الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) از عملکرد بهتری برخوردار است. ولی اگر دو دسته‌بندی را در نظر بگیریم الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) و الگوریتم شبکه بیزین (BN) در مجموع نسبت به سایر الگوریتم‌ها عملکرد نسبتاً بهتری داشته‌اند.



شکل ۵: ماتریس اغتشاش در تشخیص ریسک تجاری (روش CART)



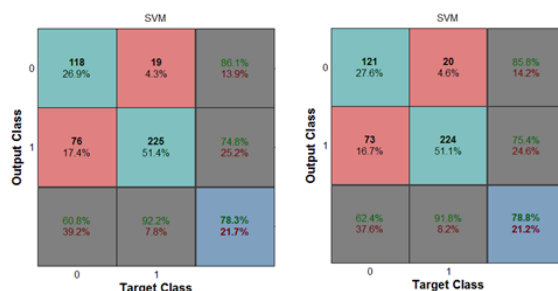
شکل ۶: ماتریس اغتشاش در تشخیص ریسک تجاری (روش DT)



شکل ۷: ماتریس اغتشاش در تشخیص ریسک تجاری (روش NN)

ریسک تجاری بالا را شناسایی کرد. به‌طور خلاصه نتایج حاصل از تکنیک‌های یادگیری ماشین نشان می‌دهد که صحت کلی تکنیک‌های CART، DT، NN، SVM و NB به ترتیب  $78.8\%$ ،  $77.6\%$ ،  $61.4\%$ ،  $79.8\%$  و  $79.5\%$  می‌باشد که نشان‌دهنده کارا بودن تکنیک NB نسبت به سایر تکنیک‌های یادگیری ماشین می‌باشد. در ضمن نتایج حاصل از روش انتخاب متغیرها نشان‌دهنده کارا بودن روش گام‌به‌گام (Stepwise) در هر پنج تکنیک یادگیری ماشین می‌باشد. بنابراین در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران روش گام‌به‌گام و تکنیک شبکه بیزین کاراترین مدل را برای پیش‌بینی ریسک تجاری فراهم می‌کند.

در حالت کلی نتایج حاصل از تکنیک ماشین بردار پشتیبان (SVM) نشان می‌دهد که میزان دقت این مدل در تشخیص و پیش‌بینی ریسک تجاری شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران تقریباً  $78.8\%$  است، این موضوع نشان‌دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب‌شده به روش Stepwise و تکنیک ماشین بردار پشتیبان (SVM)، می‌توان با احتمال  $78.8\%$  شرکت‌های با ریسک تجاری بالا را شناسایی کرد. در حالت کلی نتایج حاصل از تکنیک شبکه بیزین (NB) نشان می‌دهد که میزان دقت این مدل در تشخیص و پیش‌بینی ریسک تجاری شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران تقریباً  $79.5\%$  است، این موضوع نشان‌دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب‌شده به روش Stepwise و تکنیک شبکه بیزین (NB)، می‌توان با احتمال  $79.5\%$  شرکت‌های با



شکل ۸: ماتریس اغتشاش در تشخیص ریسک تجاری (روش SVM)

|              |   | NB           |              |                | NB             |                |                |
|--------------|---|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Output Class | 0 | 101<br>23.1% | 14<br>3.2%   | 87.8%<br>12.2% | 139<br>31.7%   | 35<br>8.0%     | 79.9%<br>20.1% |
|              | 1 | 93<br>21.2%  | 230<br>52.5% | 71.2%<br>28.8% | 65<br>12.6%    | 209<br>47.7%   | 79.2%<br>20.8% |
|              |   | Target Class |              |                | Target Class   |                |                |
|              |   | 0            | 1            |                | 0              | 1              |                |
|              |   |              |              | 52.1%<br>47.9% | 94.3%<br>5.7%  | 75.6%<br>24.4% |                |
|              |   |              |              | 71.6%<br>28.4% | 85.7%<br>14.3% | 79.5%<br>20.5% |                |

شکل ۹: ماتریس اغتشاش در تشخیص ریسک تجاری (روش NB)

## ۵- نتیجه‌گیری و بحث

نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان می‌دهند که اندازه شرکت بر ریسک تجاری تأثیر منفی دارد. نقدینگی شرکت بر ریسک تجاری تأثیر منفی دارد. سودآوری شرکت بر ریسک تجاری تأثیر منفی دارد. فرصت رشد شرکت بر ریسک تجاری تأثیر منفی دارد. اندازه صنعت بر ریسک تجاری تأثیر منفی دارد. تعداد شرکت در صنعت بر ریسک تجاری تأثیر منفی دارند در حالی که، نسبت بدهی شرکت بر ریسک تجاری تأثیر مثبت و معناداری دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که از لحاظ آماری، عمر شرکت، غیرمتمرکز بودن صنعت بر ریسک تجاری تأثیری ندارد. نتایج حاصل از طراحی مدل و تکنیک‌های یادگیری ماشین نشان‌دهنده کارا بودن تکنیک NB و بعد از آن تکنیک SVM نسبت به سایر تکنیک‌های یادگیری ماشین می‌باشد. در ضمن نتایج حاصل از روش انتخاب متغیرها نشان‌دهنده کارا بودن روش گام‌به‌گام در هر پنج تکنیک یادگیری ماشین می‌باشد. بنابراین در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران روش گام‌به‌گام و تکنیک شبکه بیزین کاراترین مدل را برای پیش‌بینی ریسک تجاری فراهم می‌کند. علیرغم اینکه در تحقیقات مالی زیادی از تکنیک‌های یادگیری ماشین جهت پیش‌بینی استفاده کرده‌اند (به‌عنوان مثال، صفری و صفری، ۱۳۹۶؛ راموز و محمودی، ۱۳۹۶؛ الهی و همکاران، ۱۳۹۳)، ولی تاکنون در هیچ پژوهشی در ایران از تکنیک‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی ریسک تجاری استفاده نشده است. بنابراین به‌منظور انجام پژوهش‌های آتی در ارتباط با این پژوهش، موضوعات زیر پیشنهاد می‌شود:

(۱) با توجه به اینکه ارزیابی ریسک به‌ویژه ریسک تجاری یکی مسائل مهم در تصمیم‌گیری محسوب می‌شود پیشنهاد می‌شود که تأثیر سایر متغیرهای حسابداری (پایداری سود، قابلیت پیش‌بینی سود، نوع اظهارنظر حسابرس و ...) بر ریسک تجاری مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

(۲) با توجه به اینکه در زمان انجام این تحقیق، شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در اکثر سال‌ها در شرایط رکود تورمی و تحریم قرار داشته‌اند پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی اثر این متغیرهای کلان اقتصادی نیز در پیش‌بینی‌ها مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

(۳) در پژوهش حاضر از پنج تکنیک یادگیری ماشین جهت طراحی مدل پیش‌بینی ریسک تجاری بهره گرفته می‌شود پیشنهاد می‌شود از سایر سیستم‌های خیره به‌طور جداگانه و همچنین از تکنیک‌های ترکیبی به‌منظور طراحی مدل ریسک تجاری بهره گرفته شود.

## فهرست منابع

- \* رهنمای رودپشتی، فریدون، موسوی ثابت، فرناز (۱۳۸۷). بررسی میزان ارتباط تداوم فعالیت باقیمت سهام، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)، شماره ۱، صص ۱۰۵-۷۹
- \* میرزائی، حسن؛ ختائی، محمدرضا؛ قنبری، یوسف (۱۳۸۳). بررسی رابطه بین ریسک تجاری و ریسک مالی با عملکرد شرکت‌های دارویی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه حسابداری سلامت، شماره دوم، صص ۹۱-۷۷.
- \* ناجی اصفهانی، سید علی، رستگار، محمدعلی. (۱۳۹۷). برآورد ریسک اعتباری مشتریان با استفاده از تحلیل چندبعدی ترجیحات (مطالعه موردی: یک بانک تجاری در ایران). فصلنامه علمی - پژوهشی مدل‌سازی اقتصادی، نورو، ایرج؛ وفادار، عباس (۱۳۷۸) بررسی سودمندی اطلاعات حسابداری در ارزیابی ریسک بازار شرکت‌ها در ایران، مجله حسابداری، شماره ۱۳۵، صص ۲۸-۱۶.
- \* همت فر، ثقفی، مهدی (۱۳۹۶). بررسی عوامل مؤثر بر ریسک تجاری در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار

تهران. مجله بررسی‌های حسابداری، شماره ۱۵، صص ۱۳۸-۱۱۵.

\* یزدانی، ناصر، جهان‌خانی، علی. (۱۳۷۴). بررسی تأثیر نوع صنعت، اندازه، ریسک تجاری و درجه اهرم عملیاتی شرکت‌ها بر میزان به‌کارگیری اهرم مالی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. مطالعات مدیریت بهبود و تحول. شماره ۵، صص ۱۶۹-۱۸۶.

- \* Alkdai, H. K. H., & M. M. Hanefah. (2012). Board of Director's Characteristics and Value Relevance of Accounting Information in Malaysian Shariah-Compliant Companies: A Panel Data Analysis. *Economics and Finance Review*, Vol. 2, No. 6, PP. 31-44.
- \* Doff, R. (2008) "Defining and Measuring Business Risk in an Economic- Capital Framework". *The Journal of Risk Finance*, 9 (4): 317-333.
- \* Houmes, R.E., MacArthur, J.B. and Stranahan, H. (2012). "The Operating Leverage Impact on Systematic Risk within a Context of Choice: an Analysis of the US Trucking Industry". *Managerial Finance*, 38 (12): 1184-1202.
- \* Kim, M., Kim, M., & McNiel, R. D. (2008). Predicting survival prospect of corporate restructuring in Korea. *Applied Economics Letters*, 15(15), 1187-1190.
- \* Kousenidis, D. (2005). "Earnings-Returns Relation in Greece: some Evidence on the Size Effect and on the Life-Cycle Hypothesis". *Managerial Finance*, 31 (2): 24-54.
- \* Ramb, F. and Weichenrieder, A. (2005). "Taxes and the Financial Structure of German Inward FDI". *Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv)*, Springer; Institut für Weltwirtschaft (Kiel Institute for the World Economy), 141 (4): 670-692.



Accounting Knowledge & Management Auditing  
Vol. 11/ No. 42/ Summer 2022

## Designing a business risk forecasting model using machine learning techniques

**Samira olfati**

Department of Accounting karaj Branch, Islamic Azad University ,Karaj,Iran

**Fereydon Ohadi**

Assistant Professor and Faculty Member of Islamic Azad University of Karaj, Karaj ,Iran (corresponding Author)

### Abstract

One way to help you capitalize on investment opportunities and better allocate resources is to anticipate business risk. Predicting the probability of future events based on present and past information. In this way, first of all, by providing the necessary warnings, companies can be alerted to the occurrence of business failure so that they can take appropriate action accordingly. And second, investors and lenders distinguish favorable investment opportunities from unfavorable ones. And invest their resources in the right opportunities; Therefore, predicting the business risk of companies has always been one of the topics of concern for investors, creditors and the government. The purpose of this study is to design a business risk forecasting model using machine learning techniques. The statistical population of the present study is the selected companies listed on the Tehran Stock Exchange during a period of nine years between 1390-1398. Hypothesis test results show that firm size, firm liquidity, firm profitability, firm growth opportunity, industry size, number of firms in industry have a negative effect on business risk. Meanwhile, the company's debt ratio has a positive and significant effect on business risk. The results also show that statistically, the life of the company, the decentralization of the industry has no effect on business risk. The results of model design and machine learning techniques show the efficiency of NB technique and then SVM technique compared to other machine learning techniques.

**Keywords:** Business risk, Company specific features, Industry Features, Corporate governance, Ownership structure, Macroeconomic variables.