



بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌ها به

تفکیک صنایع و مقایسه توانمندی آن با مدل‌های درخت تصمیم و بیز

زهرا عارف منش^۱

وحید زارع مهرجردی^۲

علیرضا محمدی ندوشن^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۰۴/۱۰

چکیده:

هدف اصلی این پژوهش طراحی مدلی جهت پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های صنعت فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی و ماشین‌آلات و تجهیزات با استفاده از مدل **Bagging** می‌باشد. همچنین سعی می‌گردد توانمندی این مدل از لحاظ دقت پیش‌بینی با مدل‌های پیش‌بینی درخت تصمیم و بیز نیز مقایسه گردد. جامعه آماری این پژوهش را کلیه شرکت‌های هر یک از این صنایع تشکیل می‌دهد. معیار بکارگرفته شده برای تعیین مضیقه مالی شرکت‌ها، ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران می‌باشد و قلمرو زمانی پژوهش را سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ تشکیل می‌دهد.

در این پژوهش ابتدا عملکرد هر یک از این دو مدل طراحی شده (**Bagging** و مدل پایه آن) بر حسب هر صنعت مقایسه گردید. نتایج این مقایسه نشان داد که به طور متوسط برای هر یک از این صنایع، مدل **Bagging** دارای دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت به مدل پایه آن یعنی درخت تصمیم و بیز است. علاوه بر این با عنایت به نتایج بدست آمده حاصل از اجرای این مدل‌ها برای هر یک از این صنایع، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که هر یک از مدل‌های **Bagging**، درخت تصمیم و بیز روش مناسبی برای پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های این صنایع می‌باشند.

کلمات کلیدی:

پیش‌بینی مضیقه مالی، مدل **Bagging**، مدل بیز، مدل درخت تصمیم.

^۱ استادیار گروه حسابداری و مالی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران. (نویسنده مسئول)

zohrehrefmanesh@gmail.com

^۲ کارشناس ارشد حسابداری، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

vahid69.zare@gmail.com

^۳ مربی گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.

a.mohammadi@vru.ac.ir

۱- مقدمه :

مضیقه یا تنگنای مالی شرکت‌ها یکی از مباحث بسیار مهم در حوزه مالی است که همواره توجه عده کثیری از افراد و گروه‌های مختلف از جمله مالکان و ذی‌نفعان بنگاه‌ها را به خود معطوف کرده است؛ چرا که این رویداد مالی می‌تواند زیان‌های غیرقابل جبران و غیرمنتظره‌ای را به آن‌ها تحمیل کند و این جنبه غیرمنتظره بودن این وضعیت است که آنرا خطرناک‌تر می‌کند. بنابراین آن‌ها همواره بدنبال ایجاد سپری برای مصون کردن خود در برابر این‌گونه مخاطرات بوده‌اند. این گروه‌ها نه تنها علاقه‌مند هستند بدانند که آیا یک شرکت در وضعیت مضیقه مالی قرار خواهد گرفت یا نه، بلکه می‌خواهند بدانند چه زمانی شرکت به این وضعیت دچار خواهد شد (آرسندین و پرپرتو، ۲۰۰۷). یکی از راه‌های بسیار کارآمد جهت تحقق این امر، استفاده از مدل‌های پیش‌بینی‌کننده برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌هاست. چرا که با آگاهی نسبی از وضعیت آتی یک شرکت از لحاظ مالی، می‌توان اقدامات لازم را جهت پیشگیری از هرگونه ضرر و زیان ناشی از وقوع چنین رخدادی را برای شرکت‌ها انجام داد.

در ایران پژوهش‌های زیادی در این حوزه انجام شده است؛ اما بر اساس بررسی‌های نگارندگان باید گفت برای مدل ترکیبی **Bagging** در ایران پژوهشی در حوزه پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌ها انجام نشده است که می‌توان آنرا مهم‌ترین جنبه نوآوری این پژوهش قلمداد کرد. همچنین در رابطه با مدل درخت تصمیم و بیز نیز تنها یک پژوهش، آن هم برای کلیه صنایع و نه بر حسب یک صنعت خاص یافت شد. همچنین مطالعه‌ای برای مقایسه توانمندی پیش‌بینی این مدل‌ها با استفاده از پیاده‌سازی هر دوی آن‌ها بر حسب یک صنعت خاص، در ایران یافت نشد. اما پژوهش حاضر برآن است تا برای سه صنعت فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی و ماشین‌آلات و تجهیزات این امر محقق گردد. از دلایل انتخاب صنایع مزبور می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

(۱) وجود شرکت‌های زیاد نسبت به سایر صنایع و به تبع آن داده‌های بیشتر. که این باعث می‌شود مدل طراحی شده برای این صنایع پویاتر باشد و نتایج قابل اتکاتری را ارائه دهد. در واقع داده‌های زیاد باعث می‌شود به ویژه در مدل درخت تصمیم، تعداد نمونه‌های هر برگ بیشتر شده که این باعث افزایش دقت در فاز آموزش می‌شود.

(۲) دارا بودن شرکت‌های (داده‌ها) ورشکسته بیشتر نسبت به سایر صنایع. چرا که یکی از شروط لازم برای طراحی یک الگوی ورشکستگی مناسب وجود داده‌های ورشکسته است.

همچنین خاص شدن مطالعه ما روی یک صنعت از آنجایی صورت گرفته است که صنایع مختلف دارای ویژگی‌های خاص خود هستند، زمانی که یک مدل پیش‌بینی مضیقه مالی به صورت واحد برای

تمامی صنایع ارائه می‌گردد، دیگر نمی‌توان گفت ویژگی‌های خاص هر صنعت در آن لحاظ گردیده است. از طرفی سرمایه‌گذاران و کلیه استفاده‌کنندگان از مدل‌های طراحی شده‌ی خاص هر صنعت، با اطمینان بیشتری می‌توانند وضعیت مالی شرکت‌های هر صنعت را از لحاظ اینکه در مضیقه مالی هستند یا خیر، با استفاده از مدل طراحی شده خاص آن صنعت بررسی کنند و تصمیمات مناسب را اتخاذ نمایند. لذا در این پژوهش سعی می‌شود که با استفاده از مدل **Bagging** که یکی از روش‌های تلفیقی است و همچنین مدل‌های درخت تصمیم و بیز، الگوی پیش‌بینی مضیقه مالی مناسب برای هر یک از این صنایع، طراحی و توانمندی آن‌ها از لحاظ دقت پیش‌بینی با یکدیگر مقایسه گردد. همچنین در این پژوهش به این سؤال که "آیا صحت یک روش تلفیقی (در اینجا مدل ترکیبی **Bagging**) بهتر از هر یک از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن است" پاسخ داده می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش :

۲-۱- درماندگی مالی :

به طور کلی از لحاظ تجاری و حقوقی تعاریف زیادی برای مفهوم درماندگی مالی وجود دارد که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

گنگ و همکاران^۱ (۲۰۱۵) درماندگی مالی را وضعیتی می‌دانند که در آن جریان نقد عملیاتی نتواند خالص دارایی‌های منفی را پوشش دهد. در یک تعریف کلی‌تر آن را ضعف اساسی شرکت در سودآوری می‌دانند. از منظر اقتصادی نیز درماندگی مالی را می‌توان به زیان‌ده بودن شرکت تعبیر کرد. در واقع در این حالت نرخ بازدهی شرکت کمتر از نرخ هزینه سرمایه است. همچنین زمانی که شرکت‌ها یک یا تعداد بیشتری از بندهای مربوط به بدهی، مانند نگه‌داشتن نسبت جاری بر اساس قرارداد را رعایت نکنند، حالت درماندگی مالی رخ خواهد داد (رستمی و همکاران، ۱۳۹۰). این وضعیت بد مالی مرحله‌ای دارد که نیوتون^۲ (۱۹۹۸) آن را به دوره نهفتگی، کسری وجه نقد و نبود قدرت پرداخت دیون مالی یا تجاری، نبود قدرت پرداخت دیون کامل و در نهایت ورشکستگی تقسیم می‌کند. درماندگی مالی و نهایتاً ورشکستگی شرکت‌ها، می‌تواند زیان‌های هنگفتی را در سطح خرد و کلان اقتصادی به همراه داشته باشد. کاهش تولید ناخالص داخلی، افزایش بیکاری و اتلاف منابع کشور را از جمله تأثیرات کلان اقتصادی درماندگی مال می‌توان نام برد. در سطح خرد نیز این وضعیت، خسارت قابل توجهی را برای ذی‌نفعان و بنگاه‌های اقتصادی مانند سهامداران، سرمایه‌گذاران بالقوه، اعتباردهندگان و غیره به همراه دارد (اسماعیل زاده مقری و شاکری، ۱۳۹۴). بنابراین می‌طلبند که از قبل وقوع وضعیت حاد درماندگی مالی که همان

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی.../ عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن

ورشکستگی می‌باشد، الگوهایی برای پیش‌بینی آن طراحی شوند تا از بروز چنین زیان‌هایی جلوگیری شود.

۲-۲- مدل درخت تصمیم :

درخت تصمیم یکی از الگوریتم‌های یادگیری بانظارت می‌باشد. این مدل با توجه به ویژگی‌هایی از قبیل امکان نمایش پیش‌بینی به صورت قواعد ساده **if-then-else** یا استفاده از آن زمانی که همه مشخصه‌های نمونه‌ها در دسترس نباشد، کاربردهای زیادی در طبقه‌بندی و پیش‌بینی دارد. مانند هر الگوریتم یادگیر دیگر این الگوریتم هم از دو فاز تشکیل شده است؛ فاز یادگیری و فاز پیش‌بینی.

فاز یادگیری: در این فاز، الگوریتم سعی می‌کند از روی داده‌های یادگیری یک درخت ایجاد کند.

فاز پیش‌بینی (تست): در این فاز بر مبنای مشخصه‌های یک نمونه داده جدید و طی مسیری در درخت، متغیر هدف پیش‌بینی می‌شود. یکی از مشکلات درخت تصمیم اورفیتینگ^۳ است. این مشکل در بدترین حالت، زمانی رخ می‌دهد که درخت تصمیم سعی کند برای هر نمونه ورودی، یک برگ در درخت تشکیل دهد. از آن جا که داده‌های تست از داده‌های یادگیری جدا هستند اورفیتینگ معمولاً درصد خطای پیش‌بینی مدل را بالا می‌برد. این مشکل را می‌توان با انتخاب مقدار مناسب **(msl) Min Samples Leaf** کنترل کرد. **msl** نشان دهنده حداقل تعداد نمونه‌هایی است که باید در هر برگ درخت وجود داشته باشند. یعنی اگر در هر ندی کمتر از این تعداد نمونه وجود داشت، زیر ندهای آن ند در آن تجمیع می‌شوند و آن ند را به یک برگ تبدیل می‌کنند. در این حالت اگر همه نمونه‌های یک برگ، متغیر هدف (در این جا یعنی دچار مضیقه مالی بودن یا نبودن یک شرکت) یکسانی نداشتند برچسب اکثریت نمونه‌هایی که در آن برگ افتاده‌اند، برچسب آن برگ خواهد بود.

۲-۳- مدل بیزی :

دسته‌بند ساده بیزی (**NBC**)^۴ یکی از الگوریتم‌های دسته‌بندی می‌باشد که با توجه به ویژگی‌هایی از قبیل سادگی محاسباتی، نیاز به تنها یک بار اسکن داده‌های یادگیری و امکان استفاده از آن زمانی که تمامی ویژگی‌های نمونه‌ها در دسترس نباشد (فرید و همکاران، ۲۰۱۴)، به یکی از روش‌های پرکاربرد در دسته‌بندی و پیش‌بینی تبدیل شده است. این روش مبتنی بر محاسبه احتمال‌های شرطی مبتنی بر قانون بیز با وجود فرض استقلال بین ویژگی‌های نمونه‌ها است. علی‌رغم این که این فرض یک فرض ساده‌کننده است و در عمل ممکن است فراهم نباشد ولی نتایج عملی نشان می‌دهد که این دسته‌بندی کننده می‌تواند در بسیاری از مسایل از بقیه الگوریتم‌های دسته‌بندی کننده بهتر عمل کند (ریش، ۲۰۰۱).

در صورتی که در مساله‌ای، وابستگی بین ویژگی‌ها، کارایی روش بیزی ساده را پایین بیاورد می‌توان از روش شبکه‌های بیز استفاده کرد که احتمالات شرطی بین وابستگی‌ها را مشخص می‌کند (مانند مطالعه انجام شده توسط سعیدی و آقایی که در قسمت پیشینه پژوهش آمده است). این الگوریتم نیز مانند سایر الگوریتم‌های دسته‌بندی کننده از دو فاز تشکیل شده است؛ فاز یادگیری و فاز پیش‌بینی.

۲-۴- مدل Bagging :

برای بهبود دقت روش‌های پایه ای مثل درخت تصمیم و بیز استفاده از روش‌های تلفیقی پیشنهاد شده است. اثبات شده است که اغلب صحت یک روش تلفیقی بهتر از هر یک مولفه‌های تشکیل دهنده است (آپیتز و ملکین، ۱۹۹۹). یکی از روش‌های تلفیقی پیشنهاد شده در حوزه داده کاوی روش **Bagging** است (پریمن، ۱۹۹۶). در این روش چندین دسته بند (به عنوان مثال چندین درخت تصمیم) از داده‌ها ساخته می‌شود و همه آن‌ها رای خود (برشکسته یا سالم بودن شرکت) را اعلام می‌کنند. تشخیص نهایی بر مبنای رای اکثریت انتخاب می‌شود. هستند.

به عبارت دقیق‌تر اگر مجموعه داده‌های **D** که اطلاعات شرکت‌ها را در خود دارد، در نظر بگیریم، روش **Bagging** این گونه عمل می‌کند که به تعداد **N** دسته بند پایه می‌سازد که هر یک را با **C_i** نشان می‌دهیم ($1 \leq i \leq N$). در تکرار **i** ام الگوریتم، مجموعه آموزشی **D_i** را با کمک نمونه‌گیری با جایگزینی از مجموعه **D** انتخاب می‌کند. مسلم است که از آن جا که روش نمونه‌گیری با جایگزینی است برخی از شرکت‌ها در نمونه **D_i** چندین بار تکرار می‌شوند در حالی که برخی ممکن است در این نمونه وجود نداشته باشند. سپس **D_i** به عنوان مجموعه آموزش برای **C_i** استفاده شده مدل **i** ام تولید می‌شود و رای خود را برای داده تست صادر می‌کند. این کار برای همه **i** ها انجام می‌شود. سپس بر مبنای حداکثر تعداد رای‌های صادر شده (برشکسته یا سالم بودن شرکت) کلاس داده تست مشخص می‌شود. مسلم است که این کار برای هر یک از داده‌های تست یک بار انجام می‌پذیرد تا در مورد همه آن‌ها کلاس هدف مشخص شود.

در مورد **D_i** ها دو مساله وجود دارد. یکی حداکثر تعداد سطرها (تعداد شرکت‌ها) در هر یک از **D_i** ها است که آن را با **max_samples** نشان می‌دهیم. مساله دیگر حداکثر تعداد ستون‌هایی (متغیرهای مستقل یا **feature**ها) (از میان ۱۴ ستون) است که هر دسته بند پایه می‌تواند از آن‌ها استفاده کند. این عدد را هم با **max_features** نمایش می‌دهیم و همان طور که در بخش روش‌شناسی پژوهش خواهیم گفت این عدد را به عنوان یک پارامتر مدل در نظر گرفته ایم.

شایان ذکر است که ما در این پژوهش دو روش **Bagging** زیر را پیاده کردیم:

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی.../ عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن

DT-Bagging : در این روش دسته بند های پایه درخت تصمیم انتخاب شدند

Bayes-Bagging : در این روش دسته بند های پایه Bayes انتخاب شدند.

۲-۵- پیشینه تجربی پژوهش :

ناظمی اردکانی و زارع مهرجردی (۱۳۹۶)، در پژوهشی درصدد برآمدند تا با استفاده از مدل تحلیل تمایزی چندگانه، مدل پیش‌بینی ورشکستگی مناسبی را برحسب ویژگی‌های صنعت برای صنایع محصولات غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر، محصولات شیمیایی و خودرو و ساخت قطعات طراحی نمایند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که مدل طراحی شده برای سه صنعت مزبور به ترتیب ۹۰/۹، ۹۷/۲ و ۹۰/۵ درصد می باشد که این اعداد دقت بالای مدل طراحی شده برای این سه صنعت را نشان می‌دهند. اسماعیل‌زاده‌مقری و شاکری (۱۳۹۴) تلاش نمودند با استفاده از دو الگوی مختلف پیش‌بینی، الگوی شبکه بیزی ساده از سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی و الگوی تحلیل پوششی داده‌ها از فنون پژوهش در عملیات، درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران که در بازه زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ فعال بوده‌اند را پیش‌بینی نمایند. نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها نشان داد که می‌توان از الگوی شبکه بیزی ساده با اطمینان بیشتری نسبت به روش تحلیل پوششی داده‌ها، استفاده کرد.

حسینی و رشیدی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد هر دو مدل از دقت پیش‌بینی بالایی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها برخوردارند ولی در مجموع دقت پیش‌بینی مدل رگرسیون لجستیک نسبت به مدل درخت تصمیم CART بیشتر است و در نهایت مشخص گردید که مدل رگرسیون لجستیک نسبت به مدل درخت تصمیم CART ابزار مناسب‌تری برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها می‌باشد و محافظه‌کارتر عمل می‌کند.

رهنمای رودپشتی و همکاران (۱۳۸۸)، کاربرد مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و فالمر^۵ در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را مورد بررسی قرار دادند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، روش‌های آماری باینومینال و ناپارامتریک مورد استفاده قرار گرفت. یافته‌های تحقیق نشان داد که در پیش‌بینی ورشکستگی یک شرکت، تفاوت معنی‌داری بین نتایج دو مدل وجود دارد. همچنین مشخص شد که مدل آلتمن در پیش‌بینی ورشکستگی، محافظه‌کارانه‌تر از مدل فالمر عمل می‌کند.

زلنکو و همکاران^۶ (۲۰۱۷) در پژوهشی درصدد برآمدند تا با استفاده از روش طبقه‌بندی دوگانه برمبنای الگوریتم ژنتیک، ورشکستگی شرکت‌های روسی را پیش‌بینی نمایند. آن‌ها ۵۵ متغیر شامل

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

نسبت‌های مالی و عوامل محیطی تجاری را به عنوان متغیرهای پیش‌بین برگزیدند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که مدل مزبور قادر است با دقتی معادل ۹۳/۴ درصد ورشکستگی شرکت‌ها را پیش‌بینی نماید. همچنین آن‌ها در آزمایش بعدی آن دسته از متغیرهایی که سطح معنی‌داری آن در مدل تحقیق کمتر از ۵۰ درصد بود را حذف و مدل را اجرا کردند که نتایج حاصل، بهبود عملکرد مدل (۹۵/۱ درصد) را نشان داد.

آکل و همکاران (۲۰۱۵) تلاش نمودند تا شکست مالی شرکت‌ها را با استفاده از الگوریتم‌های درخت تصمیم CHAID و C5.0 پیش‌بینی نمایند. آن‌ها در این پژوهش ۳۵ نسبت مالی را به عنوان متغیرهای پیش‌بین، بکار بردند. یافته‌های حاصل از تحقیق نشان داد که الگوریتم CHAID در مجموع دقت پیش‌بینی بیشتری نسبت به الگوریتم C5.0 دارد.

آریشانتی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی مقایسه‌ای مدل‌های پیش‌بینی ماشین بردار پشتیبان و Bagging - نزدیک‌ترین همسایه ماشین بردار پشتیبان پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل ماشین بردار پشتیبان قادر است با دقتی معادل ۷۰/۴۲ درصد، ورشکستگی شرکت‌ها را بدرستی پیش‌بینی نماید. همچنین مشخص گردید مدل Bagging - نزدیک‌ترین همسایه ماشین بردار پشتیبان قادر است با دقتی معادل ۷۱/۵۸ درصد ورشکسته بودن شرکت‌ها را بدرستی پیش‌بینی نماید. آن‌ها با توجه به نتایج حاصل شده از پژوهش خود، نشان دادند که مدل تلفیقی Bagging - نزدیک‌ترین همسایه ماشین بردار پشتیبان نسبت به مدل پایه یعنی ماشین بردار پشتیبان از دقت بالاتری برخوردار است که چنین نتیجه‌ای در راستای مبانی نظری تحقیق آن‌ها می‌باشد.

کیم و کانگ (۲۰۱۰) در پژوهشی درصد برآمدند تا با استفاده از مدل‌های ترکیبی، دقت مدل‌های پایه مربوطه را بهبود بخشند. برای این منظور آن‌ها مدل شبکه‌های عصبی را به عنوان مدل پایه انتخاب نمودند و سعی نمودند تا مدل ترکیبی Bagging - شبکه‌های عصبی را نیز طراحی و نتایج حاصل از پیش‌بینی این دو مدل را با یکدیگر مقایسه نمایند. نتایج حاصل از این پژوهش نیز نشان داد که مدل ترکیبی Bagging - شبکه‌های عصبی نسبت به مدل پایه یعنی مدل شبکه‌های عصبی، از دقت بالاتری در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها برخوردار بوده و عملکرد بهتری در این زمینه دارد.

۳- فرضیات پژوهش :

۱. مدل DT-bagging^۷ نسبت به مدل درخت تصمیم، از توانایی بالاتری در پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های صنعت فلزات اساسی برخوردار است.

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی.../ عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن

۲. مدل **DT-bagging** نسبت به مدل درخت تصمیم، از توانایی بالاتری در پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های صنعت کانی‌های غیرفلزی برخوردار است.

۳. مدل **DT-bagging** نسبت به مدل درخت تصمیم، از توانایی بالاتری در پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات برخوردار است.

۴. مدل **Bayes-bagging** نسبت به مدل بیز، از توانایی بالاتری در پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های صنعت فلزات اساسی برخوردار است.

۵. مدل **Bayes-bagging** نسبت به مدل بیز، از توانایی بالاتری در پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های صنعت کانی‌های غیرفلزی برخوردار است.

۶. مدل **Bayes-bagging** نسبت به مدل بیز، از توانایی بالاتری در پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های صنعت ماشین‌آلات برخوردار است.

۴- روش‌شناسی پژوهش :

این پژوهش بر اساس هدف، کاربردی، از لحاظ آماری، مدل‌سازی با استفاده از مدل‌های **Bagging**، درخت تصمیم و بیز و از نظر روش، یک پژوهش توصیفی (نیمه‌تجربی) از نوع همبستگی محسوب می‌شود که در آن رابطه میان متغیرها بر اساس هدف پژوهش، تحلیل می‌شود. در این پژوهش، متغیرهای مستقل بر اساس بهترین نسبت‌ها در نتایج پژوهش‌های قبلی (اسمیت و همکاران^۸، ۲۰۱۱؛ محمدسوری و حسب‌الله^۹، ۲۰۰۹؛ آکل و همکاران؛ پورحیدری و کوپائی حاجی، ۱۳۸۹؛ اسماعیل زاده مقری و شاکری ۱۳۹۴؛ حسینی و رشیدی، ۱۳۹۲)، انتخاب گردید که در جدول «۱» آورده شده است.

جدول ۱. متغیرهای پژوهش

X1	نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه	X5	بازدهی سرمایه	X9	گردش موجودی کالا	X13	نسبت بدهی
X2	نسبت سود خالص به فروش	X6	نسبت جاری	X10	دوره وصول مطالبات	X14	نسبت بدهی به ارزش ویژه
X3	نسبت سود ناخالص به فروش	X7	نسبت آنی	X11	گردش دارایی‌های ثابت		
X4	بازده دارایی‌ها	X8	نسبت دارایی‌های جاری	X12	گردش مجموع دارایی‌ها		

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

جامعه آماری این پژوهش را کلیه شرکت‌های سه صنعت فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی و ماشین‌آلات و تجهیزات بر حسب شرکت-سال بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ تشکیل می‌دهد. تعداد جامعه آماری پژوهش ۹۴۶ شرکت-سال می‌باشد. برای انتخاب نمونه از روش حذف سیستماتیک استفاده گردید. بدین صورت که برای طراحی الگوی پیش‌بینی مضیقه مالی خاص هر یک از این صنایع با استفاده از سه مدل مزبور، از اطلاعات تمامی شرکت‌های هر یک از آن‌ها به عنوان نمونه (با در نظر گرفتن محدودیت‌های زیر) استفاده گردید. بدین ترتیب همانگونه که در جدول «۲» نیز مشاهده می‌شود تعداد نمونه برای هر یک از صنایع فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی و ماشین‌آلات و تجهیزات به ترتیب ۲۶۰ و ۲۳۸ شرکت-سال انتخاب گردید.

۱. از سال ۱۳۸۰ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند.

۲. انتهای سال مالی آن‌ها پایان اسفند هر سال باشد.

۳. طی سال‌های مالی یاد شده تغییر فعالیت یا تغییر سال مالی نداشته باشند.

۴. کلیه اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه متغیرهای پژوهش در سال مورد بررسی موجود باشد.

کلیه داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از طریق نرم‌افزار ره‌آورد نوین استخراج شد.

معیارهای مختلفی می‌تواند در فاز پیش‌بینی برای بررسی کارایی مدل‌های پیش‌بینی استفاده شود. در این پژوهش معیار «دقت پیش‌بینی» که آن را EP^۱ می‌نامیم مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه این درصد ما داده‌های شرکت‌های نمونه در دسترس برای هر صنعت را به دو دسته آزمایشی و تست تقسیم‌بندی کردیم. مطابق با جدول «۲» داده‌های آزمایشی ۷۵ درصد داده‌ها و داده‌های تست ۲۵ درصد داده‌ها را تشکیل می‌دهند.

جدول ۲: تعداد نمونه‌های پژوهش به تفکیک صنایع

کل	تست		آموزش			داده‌ها
	دچار مضیقه مالی	سالم	دچار مضیقه مالی	سالم		
۲۸۲	دچار مضیقه مالی	۱۰	دچار مضیقه مالی	۳۱	صنعت فلزات اساسی	
	سالم	۶۱	سالم	۱۸۰		
	کل	۷۱	کل	۲۱۱		
۲۶۰	دچار مضیقه مالی	۹	دچار مضیقه مالی	۲۸	صنعت کانی‌های غیر فلزی	
	سالم	۵۶	سالم	۱۶۷		
	کل	۶۵	کل	۱۹۵		
۲۳۸	دچار مضیقه مالی	۱۷	دچار مضیقه مالی	۴۴	صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات	
	سالم	۴۳	سالم	۱۳۴		
	کل	۶۰	کل	۱۷۸		

بعد از انجام فاز یادگیری روی داده‌های آزمایشی و انجام مرحله پیش‌بینی روی داده‌های تست، ما درصد تعداد پیش‌بینی درست به کل داده‌های تست را اندازه گرفتیم. این عدد همان **EP** است. مسلم است که دو فاکتور زیر بر روی **EP** تأثیرگذار است:

EPO: درصدی از شرکت‌های سالم که توسط مدل به درستی سالم پیش‌بینی شده‌اند.

EP1: درصدی از شرکت‌های دچار مضیقه مالی که توسط مدل به درستی دچار مضیقه مالی

پیش‌بینی شده‌اند.

در این پژوهش برای هر یک از صنایع چهار آزمایش (که هر یک مربوط به یک مدل بود) طراحی شد و برای هر یک از آن‌ها **EP** مدل مربوطه اندازه‌گیری شد. در ادامه به بررسی جزئیات پیاده‌سازی این آزمایش‌ها می‌پردازیم. مدل‌های پایه پیاده‌سازی شده در این مقاله، مدل‌های درخت تصمیم و بیز ساده

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

بودند که پیش از این نیز در مدل‌سازی مضیقه مالی شرکت‌ها استفاده شده بودند. همان‌طور که پیش از این ذکر شد در این پژوهش در نظر داریم تأثیر استفاده از یکی از مهم‌ترین روش‌های تلفیقی یعنی **Bagging** را بر روی دقت پیش‌بینی مدل‌های پایه درخت تصمیم و بیز ساده بررسی کنیم. این دو روش تلفیقی را به ترتیب **DT-Bagging** و **Bayes-Bagging** نامیدیم. برای حفظ یکپارچگی بین نتایج و فراهم کردن امکان مقایسه آن‌ها به دنبال کتابخانه‌ای واحد برای پیاده‌سازی همه مدل‌ها بوده که شرایط ذیل را دارا باشد:

پیاده‌سازی تمامی مدل‌های مزبور را پشتیبانی کند (هر ۴ مدل).

از طرفی کدهای مرجع پیاده‌سازی‌های آن در دسترس و در نتیجه هماهنگی آن با مدل‌های مرجع قابل بررسی باشد.

به عنوان یک کتابخانه یا نرم‌افزار قابل اطمینان توسط جامعه علمی پذیرفته شده باشد و جامعه کاربری بالایی داشته باشد.

دسترسی به آن ساده باشد.

هم چنین به عنوان یک شرط نه الزاما لازم به دنبال ابزاری بودیم که سرعت مناسبی برای اجرای الگوریتم‌ها فراهم کند.^{۱۱} از بین نرم‌افزارهایی از جمله متلب، **Weka** و **Rapidminer** و کتابخانه‌هایی که در زبان‌های برنامه‌نویسی مثل جاوا یا پایتون یا سی موجود هستند ما کتابخانه **scikit-learn** (به اختصار **scikit**) را از زبان پایتون انتخاب کردیم. این کتابخانه اولین بار توسط (پدرگوسا و همکاران، ۲۰۱۱) معرفی شد و بر طبق آمار گوگل اسکولار تاکنون (خرداد ماه ۱۳۹۷) حدود ۹۹۸۵ مقاله لاتین به آن رجوع داشته‌اند. از طرفی این کتابخانه تمامی مدل‌های مورد نیاز پژوهش حاضر را پیاده‌سازی کرده است. از منظر کارایی نیز از آن‌جا که این کتابخانه از پیاده‌سازی‌های زبان سی کامپایل شده، در لایه‌های زیرین خود بهره می‌برد، سرعت مناسبی را در اجرای الگوریتم‌ها فراهم می‌کند.

بعد از انتخاب یک سکوی^{۱۲} واحد برای انجام پیاده‌سازی‌ها، برای پیاده‌سازی آزمایش‌ها برای هر مدل به این ترتیب عمل نمودیم:

آزمایش مدل درخت تصمیم: در این آزمایش از کلاس **DecisionTreeClassifier** از مجموعه **sklearn.tree** استفاده و **EP** درخت تصمیم ساخته شده با تغییر **msl** اندازه‌گیری شد. در پیاده‌سازی‌ها **msl** را بین ۱ تا ۴۰ تغییر داده و برای هر مقدار **msl** یک مدل درخت تصمیم جدید ساخته و بعد از یادگیری و تست، مقدار **EP** را برای آن اندازه‌گیری و گزارش نمودیم.

آزمایش مدل بیز:

در این آزمایش از کلاس **GaussianNB** از مجموعه **sklearn.naive_bayes** استفاده شد. از آن جا که برای این مدل، پارامتر قابل‌تغییری وجود ندارد، بر خلاف مدل درخت تصمیم دقت پیش‌بینی ثابتی دارد که از میانگین‌گیری ۱۰۰۰ بار اجرای آن بر روی هر صنعت بدست آمده و گزارش شد.

آزمایش مدل **DT-bagging** :

در این پیاده‌سازی در هر بار اجرا یک شی از کلاس **BaggingClassifier** از مجموعه **sklearn.ensemble** انتخاب و **N** پیاده‌سازی از کلاس **DecisionTreeClassifier** به عنوان مدل‌های پایه در شی ایجاد شده در نظر گرفته شد. در این آزمایش **N** برابر با ۲۰۰ و **max_samples** برابر با ۹۰ درصد تعداد کل داده‌های آموزش در مورد هر یک از صنایع در نظر گرفته شد. در واقع در این جا ۲۰۰ درخت تصمیم به صورت تصادفی ساخته شده و هر یک با ۹۰ درصد داده‌های یادگیری آموزش داده شدند. در این آزمایش ما **max_features** را متغیر در نظر گرفته و آن را بین ۱ تا ۱۴ تغییر دادیم و برای هر یک از مقادیر **max_features** مقدار **EP** اندازه‌گیری و گزارش شد.

آزمایش مدل **Bayes-bagging**: در این پیاده‌سازی هم مشابه با مدل **DT-bagging** در هر بار اجرا یک شی از کلاس **BaggingClassifier** از مجموعه **sklearn.ensemble** انتخاب؛ منتها در این جا **N** پیاده‌سازی از کلاس **GaussianNB** به عنوان مدل‌های پایه در شی ایجاد شده در نظر گرفته شد که در این آزمایش هم **N** برابر ۲۰۰ در نظر گرفته شد. در واقع در این جا ۲۰۰ مدل پایه بیز که روش آموزش هر یک از آن‌ها مانند آزمایش قبلی بر اساس ۹۰ درصد داده‌های یادگیری بود، ساخته شد. در این آزمایش هم **max_features** را به عنوان پارامتر متغیر مدل در نظر گرفتیم.

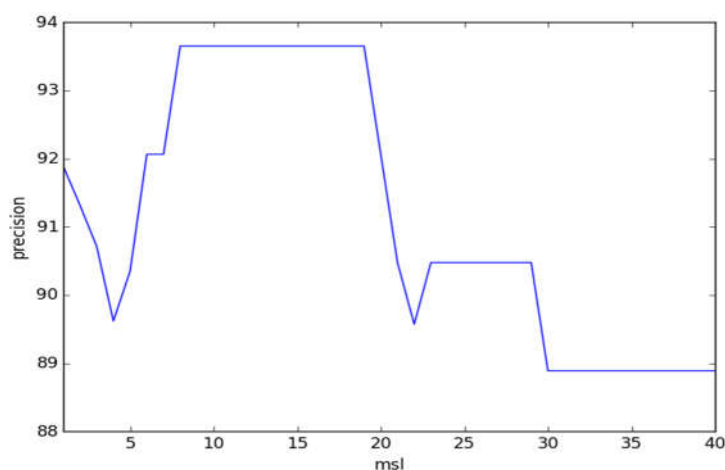
همان‌طور که ذکر شد بعد از پیاده‌سازی هر یک از مدل‌ها و آموزش آن‌ها، برای مقایسه توانمندی همه این مدل‌ها مطابق با پژوهش‌های پیشین ما فاکتور دقت پیش‌بینی آن‌ها (**EP**) را در نظر گرفتیم. برای از بین بردن اثر نویزی که ممکن است بر اثر پارامترهای تصادفی مدل‌ها ایجاد شود و اطمینان کامل از تست‌های انجام شده، ما هر آزمایش را ۱۰۰۰ بار تکرار کرده و میانگین دقت را به عنوان دقت نهایی آن آزمایش گزارش کرده‌ایم. هم‌چنین برای حفظ هماهنگی بین نتایج مدل‌ها و فراهم کردن امکان مقایسه بین آن‌ها، داده‌های تست و آموزش بین هر ۴ مدل یکسان در نظر گرفته شدند.

در ادامه به بررسی نتایج آزمایش‌ها برای هر یک از صنایع مورد بررسی پرداخته می‌شود.

۵- یافته‌های پژوهش :

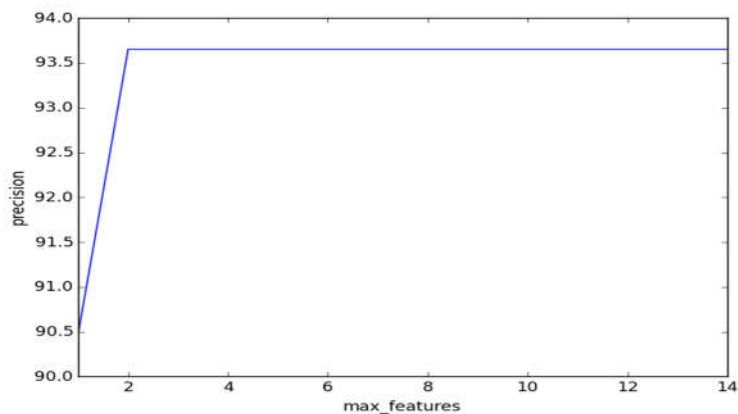
۵-۱- صنعت فلزات اساسی :

نتایج آزمایش اول در رابطه با طراحی و پیاده‌سازی مدل درخت تصمیم برای این صنعت در شکل «۲» آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود دقت (**precision**) مدل طراحی شده در بهترین حالت با تغییر **msl** در درختان تصمیم ساخته شده، مقدار $93/58$ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این جا $91/11$ می‌باشد. درضمن مطابق شکل زیر، با رشد **msl** از ۳۰ تا ۴۰ و بعد از آن (که در شکل نیامده است)؛ در اینجا انتظار داریم، مقدار **precision** به سمت ثابت شدن پیش رود که این موضوع هم قابل مشاهده است.



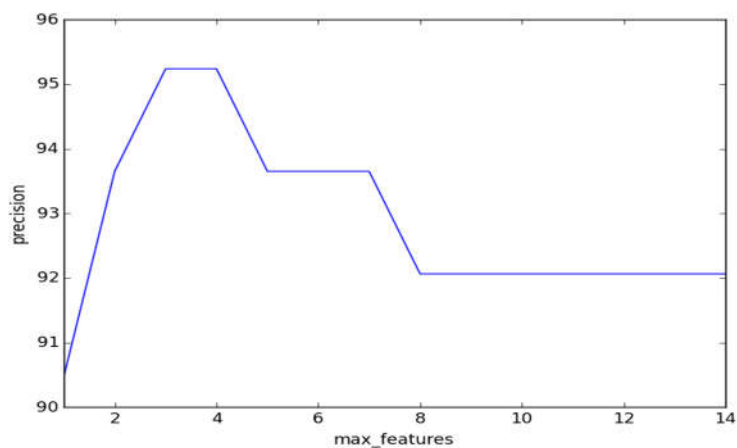
شکل ۱: دقت پیش‌بینی مدل درخت تصمیم برای صنعت فلزات اساسی بر حسب تغییر **msl**
نتایج آزمایش دوم که اجرای مدل بیز بر روی داده‌های شرکت‌های صنعت فلزات اساسی بود هم حاکی از دقت $90/48$ درصدی این مدل بود. نتایج آزمایش سوم در مورد این صنعت در شکل «۳» آمده است.

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی... / عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن



شکل ۲: دقت پیش‌بینی مدل DT-bagging برای صنعت فلزات اساسی بر حسب تغییر max_features همان‌طور که دیده می‌شود دقت مدل در بهترین حالت با تغییر max_features در مدل‌های پایه ساخته شده، مقدار ۹۳/۶۵ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط precision نیز در این جا ۹۳/۴۲ می‌باشد.

نتایج آزمایش چهارم در مورد این صنعت در شکل «۴» آمده است.

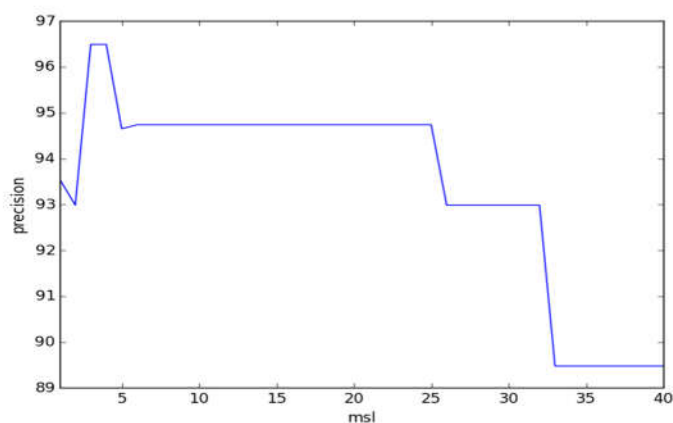


شکل ۳: دقت پیش‌بینی مدل Bayes-bagging برای صنعت فلزات اساسی بر حسب تغییر max_features

همان‌طور که دیده می‌شود دقت مدل در بهترین حالت با تغییر **max_features** در مدل‌های پایه ساخته شده، مقدار ۹۵/۲۳ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این جا ۹۳/۰۸ می‌باشد.

۵-۲- صنعت کانی‌های غیرفلزی :

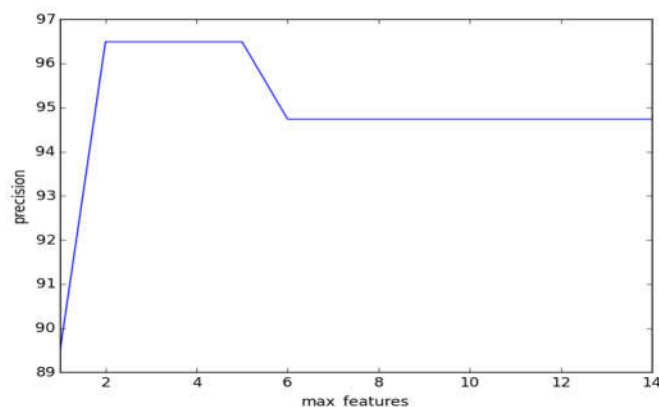
نتایج آزمایش اول در رابطه با طراحی و پیاده‌سازی مدل درخت تصمیم برای این صنعت در شکل «۵» آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود **precision** در بهترین حالت با تغییر **msl** در درختان تصمیم ساخته شده، مقدار ۹۶/۴۹ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این جا ۹۳/۳۸ می‌باشد. در ضمن مطابق شکل زیر، با رشد **msl** از ۳۳ تا ۴۰ و بعد از آن (که در شکل نیامده است)؛ در اینجا انتظار داریم، مقدار **precision** به سمت ثابت شدن پیش رود که این موضوع هم قابل مشاهده است.



شکل ۴: دقت پیش‌بینی مدل درخت تصمیم برای صنعت کانی‌های غیرفلزی بر حسب تغییر **msl**

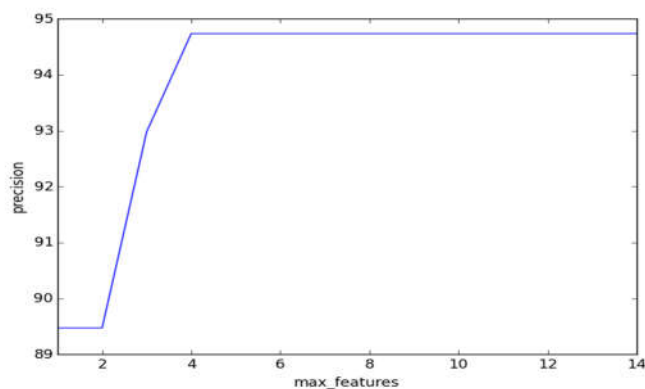
نتایج آزمایش دوم که اجرای مدل بیز بر روی داده‌های شرکت های صنعت کانی‌های غیرفلزی بود هم حاکی از دقت ۹۲/۹۸ درصدی این مدل بود. نتایج آزمایش سوم در مورد این صنعت در شکل «۶» آمده است.

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی... / عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشین



شکل ۵: دقت پیش‌بینی مدل DT-bagging برای صنعت کانی‌های غیرفلزی بر حسب تغییر max_features

همان‌طور که دیده می‌شود دقت مدل در بهترین حالت با تغییر max_features در مدل‌های پایه ساخته شده، مقدار ۹۶/۵۳ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط precision نیز در این جا ۹۴/۸۶ می‌باشد. نتایج آزمایش چهارم در مورد این صنعت هم در شکل «۷» آمده است.

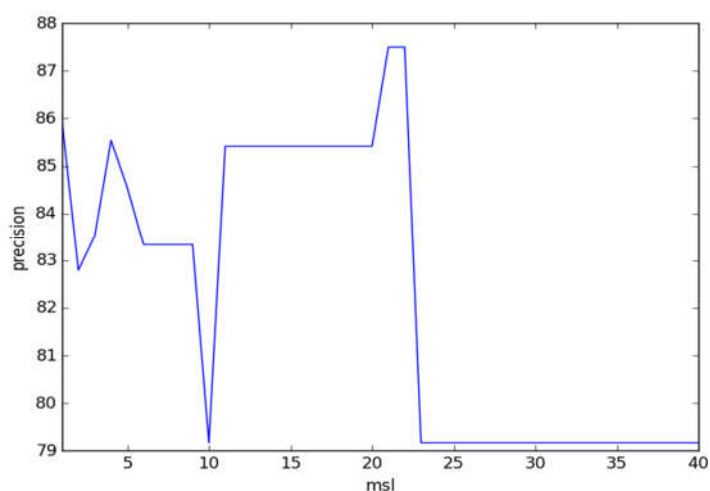


شکل ۶: دقت پیش‌بینی مدل Bayes-bagging برای صنعت کانی‌های غیرفلزی بر حسب تغییر max_features

همان‌طور که دیده می‌شود دقت مدل در بهترین حالت با تغییر max_features در مدل‌های پایه ساخته شده، مقدار ۹۴/۷۳ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط precision نیز در این جا ۹۳/۸۵ می‌باشد.

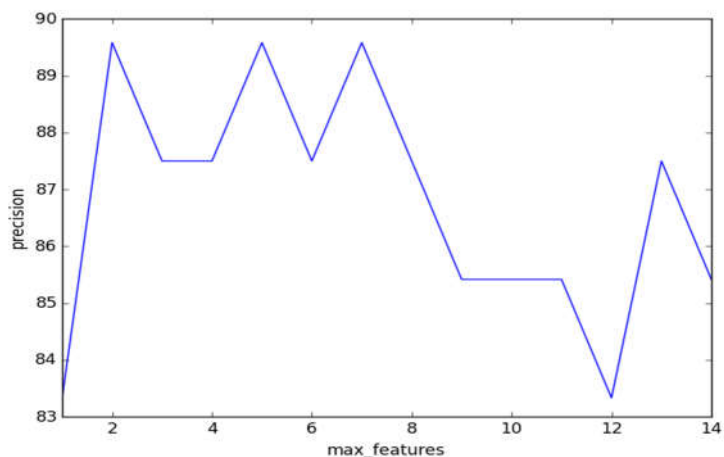
۵-۳- صنعت ماشین آلات و تجهیزات :

نتایج آزمایش اول در رابطه با طراحی و پیاده‌سازی مدل درخت تصمیم برای این صنعت در شکل «۸» آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود **precision** در بهترین حالت با تغییر **msl** در درختان تصمیم ساخته شده، مقدار ۸۷/۵ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این جا ۸۲/۲۱ درصد می‌باشد. در ضمن در این جا نیز ثابت شدن مقدار **precision** قابل مشاهده است.



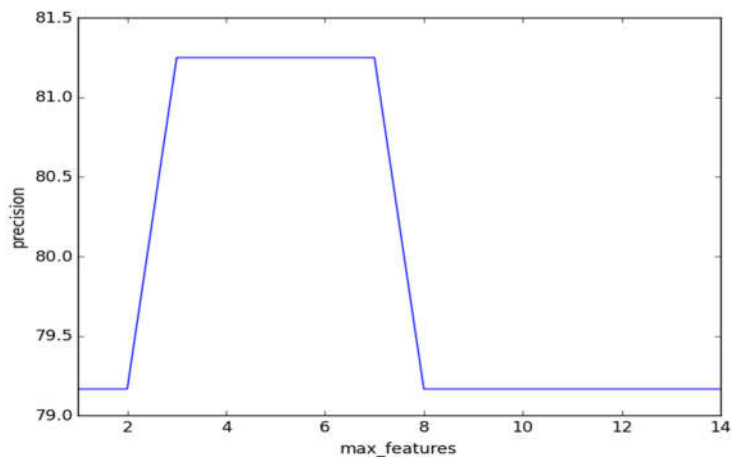
شکل ۷: دقت پیش‌بینی مدل درخت تصمیم برای صنعت ماشین آلات و تجهیزات بر حسب تغییر **msl**
نتایج آزمایش دوم که اجرای مدل بیز بر روی داده‌های شرکت‌های صنعت فلزات اساسی بود هم حاکی از دقت ۹۷/۱ درصدی این مدل بود. نتایج آزمایش سوم در مورد این صنعت در شکل ۹ آمده است.

بررسی تأثیر **Bagging** بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی... / عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن



شکل ۸: دقت پیش‌بینی مدل DT-bagging برای صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات بر حسب تغییر **max_features**

همان‌طور که دیده می‌شود دقت مدل در بهترین حالت با تغییر **max_features** در مدل‌های پایه ساخته شده، مقدار ۸۹/۵۸ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این جا ۸۶/۷۵ درصد می‌باشد. نتایج آزمایش چهارم در مورد این صنعت هم در شکل «۱۰» آمده است.



شکل ۹: دقت پیش‌بینی مدل Bayes-bagging برای صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات بر حسب تغییر **max_features**

همان‌طور که دیده می‌شود دقت مدل در بهترین حالت با تغییر **max_features** در مدل‌های پایه ساخته شده، مقدار ۸۱/۲۵ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این‌جا ۷۹/۹ درصد می‌باشد.

با مقایسه یافته‌های حاصل از این پژوهش با پژوهش‌های داخلی و خارجی صورت گرفته در این زمینه، مشخص می‌گردد یافته‌های این پژوهش ضمن مطابقت داشتن با مبانی نظری پژوهش، با نتایج پژوهش‌های اسماعیل زاده مقری و شاکری (۱۳۹۴)، حسینی و رشیدی (۱۳۹۲)، آریشانتی و همکاران (۲۰۱۳) و کیم و کانگ (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

۶- بحث و نتیجه‌گیری :

پیش‌بینی 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، می‌توان از هزینه‌های سنگین ورشکستگی جلوگیری کرد. در این پژوهش سعی شد تا با استفاده از سه مدل پیش‌بینی **Bagging**، درخت تصمیم و بیز، الگوهای پیش‌بینی مناسب مضیقه مالی برای صنایع فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی و ماشین‌آلات و تجهیزات طراحی و سپس عملکرد هر دو مدل طراحی شده (**Bagging** و مدل پایه مربوطه) از لحاظ دقت پیش‌بینی به تفکیک هر صنعت مقایسه گردد. بدین منظور ابتدا ۱۴ نسبت مالی بر اساس بهترین نتایج پژوهش‌های قبلی بعنوان متغیرهای پیش‌بین انتخاب گردید. سپس نمونه تحقیق طی بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ انتخاب و با استفاده از معیار ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران، دچار مضیقه بودن یا نبودن شرکت‌های انتخابی به عنوان نمونه تحقیق، مشخص شد. بدین ترتیب مدل‌های مزبور برای هر یک از صنایع نام‌برده طراحی شد.

نتایج حاصله نشان داد که مدل **DT-bagging** در بهترین حالت قادر است به ترتیب با دقتی معادل ۹۳/۶۵ (با **max_features** ۲ تا ۱۴)، ۹۶/۵۳ (با **max_features** ۲ تا ۵) و ۸۹/۵۸ (با **max_features** ۲، ۵ و ۷) درصد مضیقه مالی شرکت‌های صنایع فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی و ماشین‌آلات و تجهیزات را پیش‌بینی نماید. همچنین نتایج نشان داد که مدل **Bayes-bagging** قادر است در بهترین حالت به ترتیب با دقتی معادل ۹۵/۲۳ (با **max_features** ۴ و ۵)، ۹۴/۷۳ (با **max_features** ۴ تا ۱۴) و ۸۱/۲۵ (با **max_features** ۲ تا ۸) درصد، مضیقه مالی شرکت‌های صنایع مزبور را پیش‌بینی نماید.

برای مقایسه توانایی پیش‌بینی هر یک از این دو مدل (**Bagging** و مدل پایه مربوطه)، از متوسط و بهترین دقت پیش‌بینی آن‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل **Bagging** در مورد هر یک از صنایع، هم به طور متوسط و هم در بهترین حالت دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت مدل‌های پایه دارد که این

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی.../ عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن

نتایج، با مبانی نظری پژوهش و تحقیقات پیشین از جمله پژوهش زلنکو و همکاران (۲۰۱۷) نیز همسو می‌باشد.

در این پژوهش علاوه بر موارد فوق، برای هر یک از مدل‌های Bagging طراحی شده بر حسب هر یک از این صنایع، مقدار بهینه max_features بدست آمد. همچنین برای هر یک از مدل‌های درخت تصمیم طراحی شده بر حسب هر یک از صنایع، بهترین مقدار msl حاصل گردید که می‌توان با استفاده از این مقادیر بهینه، بهترین پیش‌بینی را با استفاده از این دو مدل به عمل آورد.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که نسبت‌های مالی می‌توانند پیش‌بینی‌کننده خوبی برای درماندگی مالی شرکت‌های صنایع منتخب پژوهش باشند و شرکت‌های دچار این وضعیت بد مالی می‌بایست با بررسی و تحلیل دقیق این نسبت‌ها، نسبت به بهبود وضعیت آن‌ها در جهت کاهش خطر ابتلا به درماندگی مالی و نهایتاً ورشکستگی اقدام کنند. به طور مثال افزایش نسبت‌های سودآوری و کاهش نسبت‌های اهرمی و رساندن شرکت به سطح متعارف ریسک، از جمله این اقدامات هستند. همچنین از آنجاییکه این پیش‌بینی براساس اطلاعات مالی موجود در صورت‌های مالی شرکت‌ها انجام شده، خود می‌تواند دلیلی بر وجود محتوای اطلاعاتی صورت‌های مالی باشد. در مجموع باید گفت با استفاده از نتایج این پژوهش، به عنوان اولین گام می‌توان از مبتلا شدن شرکت‌ها به درماندگی مالی و ورشکستگی و همچنین پیامدهای آن به طور مطلوب جلوگیری کرد، البته در صورتیکه پس از پیش‌بینی به ریشه‌یابی مسأله و علل آن پرداخته شود.

در مجموع نتایج حاصل از اجرای مدل‌های این پژوهش در جدول «۳» خلاصه شده است.

جدول ۳: نتایج حاصل از مدل‌های طراحی شده

Bayes-Bagging		DT-Bagging		بیز		درخت تصمیم		مدل صنعت
بهترین EP	متوسط EP	بهترین EP	متوسط EP	بهترین EP	متوسط EP	بهترین EP	متوسط EP	
۹۵,۲۳	۹۳,۰۸	۹۳,۶۵	۹۳,۴۲	۹۰,۴۸	۹۰,۴۸	۹۳,۵۸	۹۱,۱۱	فلزات اساسی
۹۴,۷۳	۹۳,۸۵	۹۶,۵۳	۹۴,۸۶	۹۲,۹۸	۹۲,۹۸	۹۶,۴۹	۹۳,۳۸	کانی‌ها
۸۱,۲۵	۷۹,۹	۸۹,۵۸	۸۶,۷۵	۷۹,۱	۷۹,۱	۸۷,۵	۸۲,۲۱	ماشین‌آلات و تجهیزات

با توجه به جدول «۳» ملاحظه می‌شود که برای هر یک از صنایع فلزات اساسی، ماشین‌آلات و تجهیزات و کانی‌های غیرفلزی، مدل **Bagging** دقتی بیشتر از مدل‌های پایه آن یعنی مدل‌های درخت تصمیم و بیز دارد؛ بنابراین می‌توان گفت که همه فرضیات پژوهش تأیید می‌گردد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر به سازمان بورس اوراق بهادار تهران پیشنهاد می‌شود برای پیش‌بینی عملکرد آتی شرکت‌ها، در پذیرش کسب و کار جدید به سازمان بورس، از مدل‌های این پژوهش استفاده نماید. همچنین شرکت‌های تولیدی می‌توانند با استفاده از مدل‌های این پژوهش، عملکرد مالی خود را بررسی نمایند و در صورت قرار داشتن در وضعیت ناسالم مالی، اقدامات لازم را جهت جلوگیری از این پیشامد انجام دهند. تحلیل‌گران مالی، سرمایه‌گذاران، بانک‌های تأمین سرمایه و شرکت‌های سرمایه‌گذاری، برای ارزیابی عملکرد مالی کسب و کارهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و تصمیم‌گیری در ارتباط با سرمایه‌گذاری خود، می‌توانند از این مدل‌ها استفاده کنند. همچنین پیشنهاد می‌شود مدل‌های ارائه شده در این تحقیق در کنار سایر بررسی‌ها و تحلیل‌هایی که برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها بکار گرفته می‌شود، توسط کلیه ذینفعان مورد استفاده قرار گیرد. به محققین جهت انجام پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود برای سایر صنایعی که امکان طراحی و استخراج مدل پیش‌بینی مضیقه مالی برای آن‌ها وجود دارد، با استفاده از این تکنیک‌ها و همچنین سایر تکنیک‌های ساده و تلفیقی، مدل‌های پیش‌بینی مضیقه مالی مناسب را طراحی و مقایسه نمایند. همچنین آن‌ها می‌توانند تأثیر هر متغیر مستقل را بر نتایج مدل‌های طراحی شده بر حسب هر صنعت بسنجند و جهت آن را تعیین نمایند و متناسب با جهت تأثیر هر متغیر، اهمیت ضریب تأثیر هر متغیر را کم یا زیاد کنند و بررسی کنند که آیا دقت مدل طراحی شده افزایش می‌یابد یا خیر. تا بدین صورت به مدل پیش‌بینی بهینه‌تر دست یابند. همچنین پیشنهاد می‌شود تأثیر متغیرهای حاکمیت شرکتی، محافظه‌کاری و اندازه شرکت را بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی مضیقه مالی بررسی نمایند.

فهرست منابع :

- ۱) رستمی، محمدرضا، فلاح شمس، میرفیض و اسکندری، فرزانه. (۱۳۹۰). ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران: مطالعه مقایسه‌ای بین تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک. پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۵، شماره ۳، ص ۱۲۹-۱۴۷.
- ۲) اسماعیل‌زاده مقری، علی و شاکری، هاجر. (۱۳۹۴). پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیزی ساده و مقایسه آن با تحلیل پوششی داده‌ها، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۵، شماره ۲۲.
- ۳) پورحیدری، امید و کوپائی‌حاجی، مهدی. (۱۳۸۹). پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها با استفاده از مدل مبتنی بر تابع تفکیکی خطی، پژوهش‌های حسابداری مالی، دوره ۲، شماره ۱، ص ۳۳-۴۶.
- ۴) حسینی، محسن و رشیدی، زینب. (۱۳۹۲). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک، پژوهش‌های حسابداری مالی، سال پنجم، شماره ۳، ص ۱۰۵-۱۳۰.
- ۵) رهنمای رودپشتی، فریدون، علیخانی، راضیه و مران‌جوری، مهدی. (۱۳۸۸). بررسی کاربرد مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و فالمر در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۶، شماره ۵۵، ص ۱۹-۳۴.
- ۶) ناظمی اردکانی، مهدی، زارع مهرجردی، وحید. (۱۳۹۶). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها برحسب ویژگی‌های صنعت، پژوهش حسابداری، دوره ۷، شماره ۱، ص ۱۲۲-۱۳۹.
- 7) Ariesanti, I., Purwananto, Y., Ramadhani, A., Nuha, M., & Ulinuha, U. (2013). Comparative Study of Bankruptcy Prediction Models. TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control, 11(13): 591-596.
- 8) Breiman, L. (1996). Bagging predictors. Machine learning, 24(2), 123-140.
- 9) Farid, D. M., Zhang, L., Rahman, C. M., Hossain, M. A., & Strachan R. (2014). Hybrid decision tree and naive Bayes classifiers for multi-class classification tasks. Expert Systems with Applications, 41(4): 1937-1946.

10) Geng, R., Bose, I., & Ohen, X. (2015). Prediction of Financial Distress: An empirical study of listed chinese companies using data mining. *European Journal of Operational Research*, 241(1): 236-247.

11) Jiawei, H., Kamber, M., & Pei J. (2011). *Data mining: concepts and techniques*, Elsevier.

12) Kim, J., & Kang, D. (2010). Ensemble with neural networks for bankruptcy prediction. *Expert Systems with Applications*, 37(4): 3373–3379.

13) Muhamad Sori, Z., & Hasbullah, A. (2009). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Distress. *Journal of Money, Investment and Banking*, 11.

14) Newton G.W. (1998). *Bankruptcy Insolvency Accounting Practice and Procedure*. Available at: <http://www.ebsco.com>, 21-41.

15) Ocal, N., Ercan, M.K., & Kadioglu, E. (2015). Predicting financial failure using decision tree Algorithms: An empirical test on the manufacturing industry at borsa Istanbul. *International Journal of Economics and Finance*, 7(7).

16) Opitz, D., & Maclin, R. (1999). Popular ensemble methods: An empirical study. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 169-198.

17) Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *The Journal of Machine Learning Research*, 12: 2825-2830.

18) Rish, I. (2001). An empirical study of the naive Bayes classifier. In *IJCAI 2001. workshop on empirical methods in artificial intelligence*, 3(22): 41-46.

19) R. sandin, A. & Porporato, M. (2007). Corporate Bankruptcy Prediction Models applied to emerging economies. *International Journal of Commerce and Management*, 17(4): 295-311.

20) Smith, M. & Yinan Dong. Y. (2011). The Predictive Ability of Conservatism and Governance variables in Corporate Financial Disclosures. *Asian Review of Accounting*, 19(2): 171-185.

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی... / عارف منش، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن

21) Zelenkov, Y., Fedorova, E., & Chekrizov, D. (2017). Two-step classification method based on algorithm for bankruptcy forecasting, Expert system with application, 88: 393-401.

۱. Geng et al.
۱. Newton
۳. Over fitting
۴. Naïve Bayes Classifier
۵. Folmer
۶. Zelenkov et al.
۷. Bagging براساس درخت تصمیم
۸. Smith
۹. Muhamad Sori & Hasbullah
۱۰. Estimation Precision
۱۲. platform

۱۱. با توجه به نیاز به تکرار بالای الگوریتم ها که در ادامه توضیح داده خواهد شد.