فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار

شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

بررسی تأثیر Bagging بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش بینی مضیقه مالی شرکت ها به تفکیک صنایع و مقایسه توانمندی آن با مدل‌های درخت تصمیم و بیز

زهره 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 پیشی‌بینی 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 هریک از مدل‌های **Bagging**، درخت تصمیم و بیز روش مناسبی برای پیش‌بینی مضیقه مالی شرکت‌های این صنایع می‌باشند.

کلمات‌کلیدی:

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)
zohreharefmanesh@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

Archive of SID

www.SID.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 شرکت های زیاد نسبت به سایر صنایع و به تبع آن داده های بیشتر. که این باعث می‌شود مدل طراحی شده برای این صنایع پویاتر باشد و نتایج قابل اتکاتری را ارائه دهد. در واقع داده های 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 آن‌را 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 مراحلی 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 نهایتا 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 می‌طلبد که از قبل وقوع وضعیت حاد درماندگی مالی که همان

Archive of SID

www.SID.ir

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 آن‌جا که داده‌های تست از داده‌های یادگیری جدا هستند اورفیتینگ معمولا درصد خطای پیش‌بینی مدل را بالا می‌برد. این مشکل را می‌توان با انتخاب مقدار مناسب **Min Samples Leaf (msl)** 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 این‌جا 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 بیز :

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. علی رغم 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).

Archive of SID

www.SID.ir

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 روش های پایه ای مثل درخت تصمیم و بیز استفاده از روش های تلفیقی پیشنهاد شده است. اثبات شده است که اغلب صحت یک روش تلفیقی بهتر از هر یک مولفه های تشکیل دهنده است (آپیتز و ملکین، ۱۹۹۹). یکی از روش های 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 داده ها ساخته می شود و همه آن ها رای خود (برشکسته یا سالم بودن شرکت) را اعلا م می کنند. تشخیص نهایی بر مبنای رای اکثریت انتخاب می شود. هستند.

به عبارت دقیق تر اگر مجموعه داده های**D** که اطلاعات شرکت ها را در خود دارد، در نظر بگیریم، روش **Bagging** این گونه عمل می کند که به تعداد **N** دسته بند پایه می سازد که هر یک را با **Ci** نشان می دهیم (**$N \geq i \geq 1$**). در تکرار **i** ام الگوریتم، مجموعه آموزشی **Di** را با کمک نمونه گیری با جایگزینی از مجموعه **D** انتخاب می کند. مسلم است که از آن جا که روش نمونه گیری با جایگزینی است برخی از شرکت ها در نمونه **Di** چندین بار تکرار می شوند در حالی که برخی ممکن است در این نمونه وجود نداشته باشند. سپس **Di** به عنوان مجموعه آموزش برای **Ci** استفاده شده مدل **i** ام تولید می شود و رای خود را برای داده تست صادر می کند. این کار برای همه **i** ها انجام می شود. سپس بر مبنای حداکثر تعداد رای های صادر شده (برشکسته یا سالم بودن شرکت) کلاس داده تست مشخص می شود. مسلم است که این کار برای هر یک از داده های تست یک بار انجام می پذیرد تا در مورد همه آن ها کلاس هدف مشخص شود.

در مورد **Di** ها دو مساله وجود دارد. یکی حداکثر تعداد سطر ها (تعداد شرکت ها) در هر یک از **Di** ها است که آن را با **max_samples** نشان می دهیم. مساله دیگر حداکثر تعداد ستون‌هایی (متغیرهای مستقل یا **feature**ها) (از میان ۱۴ ستون) است که هر دسته بند پایه می تواند از آن ها استفاده کند. این عدد را هم با **max_features** نمایش می دهیم 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:

Archive of SID

www.SID.ir

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 رگرسون لجستیک نسبت به مدل درخت تصمیم **CART** بیشتر است و در نهایت مشخص گردید که مدل رگرسون 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، محافظه کارانه‌تر از مدل فالمر عمل می‌کند.

زلنکو وهمکاران[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

Archive of SID

www.SID.ir

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 دسقتی 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 درصدد 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 پیش بینی 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 ماشین آلات برخوردار است.

۴- روش‌شناسی پژوهش :

این پژوهش بر اساس هدف، کاربردی، از لحاظ آماری، مدل‌سازی با استفاده 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 حسب الله[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		

Archive of SID

www.SID.ir

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) استفاده‌گردید. 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 ۲۸۲، 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**[۱۰] 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.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: تعداد نمونه‌های پژوهش به تفکیک صنایع

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

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:

EP0 : درصدی از شرکت های 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 آن ها **EP** مدل مربوطه اندازه گیری شد. در ادامه به بررسی جزییات پیاده‌سازی این آزمایش‌ها می‌پردازیم. مدل‌های پایه پیاده‌سازی شده در این مقاله، مدل‌های درخت تصمیم و بیز ساده

Archive of SID

www.SID.ir

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، **Rapidminer** و **Weka** 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 داشته اند. 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 سی‌کامپایل‌شده، در لایه‌های زیرین خود بهره می‌برد، سرعت مناسبی را در اجرای الگوریتم‌ها فراهم می‌کند.

بعد از انتخاب یک سکوی[۱۲] واحد برای انجام پیاده سازی‌ها ، 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.

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش مدل بیز:

در این آزمایش از کلاس **GaussianNB** از مجموعه **sklearn.naive_bayes** استفاده شد. از آن جا که برای این مدل، پارامتر قابل تغییری 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 این‌جا 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** اندازه گیری 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 این‌جا **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. هم چنین 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.

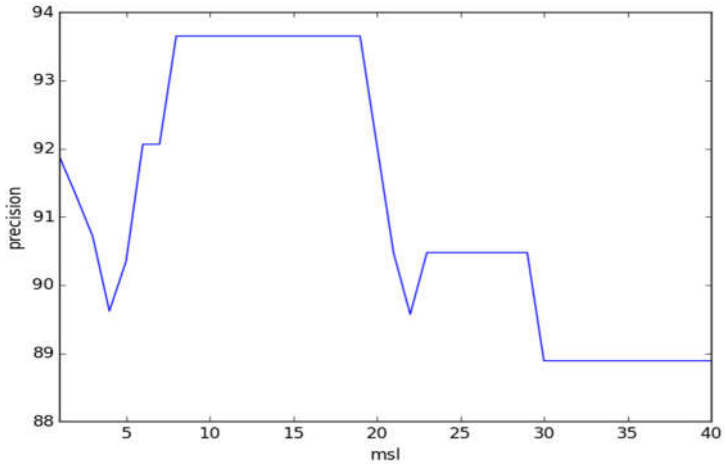
Archive of SID

www.SID.ir

۵- یافته‌های پژوهش :

۵-۱- صنعت فلزات اساسی :

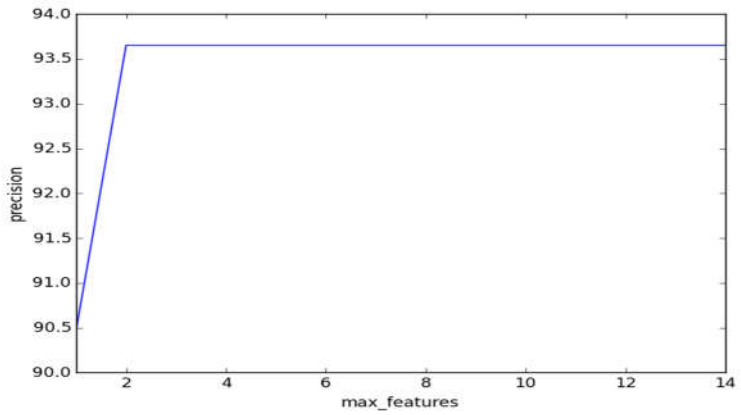
نتایج آزمایش اول در رابطه با طراحی و پیاده‌سازی مدل درخت تصمیم برای این صنعت در شکل «۲» آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود دقت (**precision**) مدل طراحی شده در بهترین حالت با تغییر **msl** در درختان تصمیم ساخته شده، مقدار ۹۳/۵۸ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این‌جا ۹۱/۱۱ می‌باشد. 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 ۹۰/۴۸ درصدی این مدل بود. نتایج آزمایش سوم در مورد این صنعت در شکل «۳» آمده است.

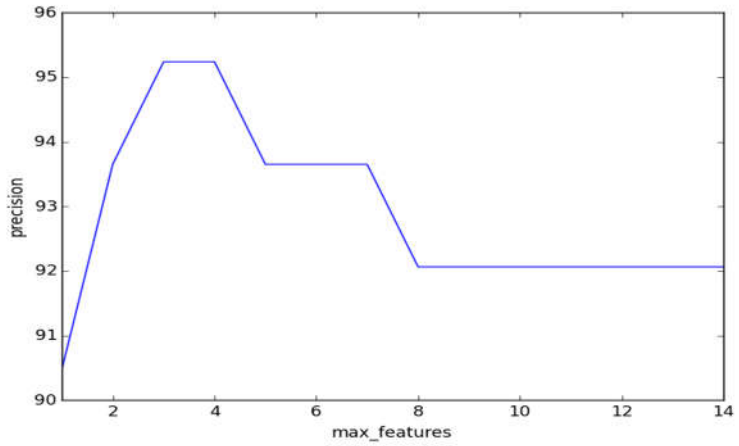
www.SID.ir



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 این‌جا ۹۳/۴۲ می‌باشد.

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



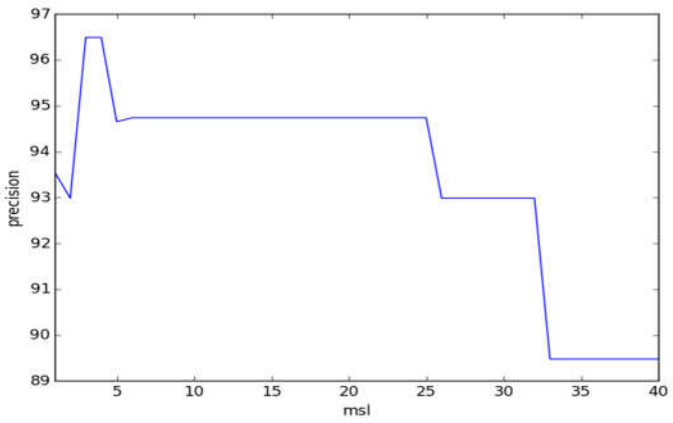
شکل ۳: دقت پیش‌بینی مدل Bayes-bagging برای صنعت فلزات اساسی بر حسب تغییر max_features

www.SID.ir

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 این‌جا ۹۳/۰۸ می‌باشد.

۵-۲- صنعت کانی‌های غیرفلزی :

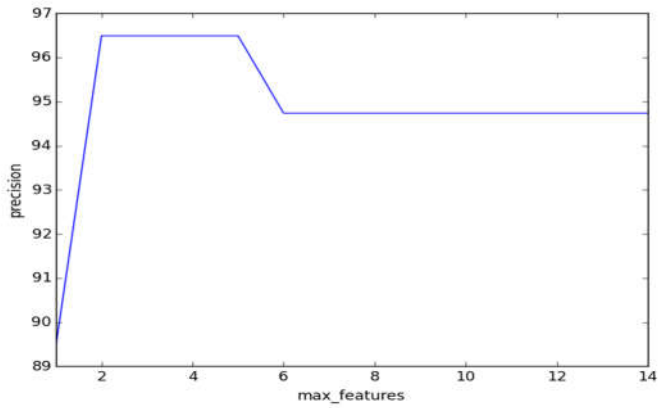
نتایج آزمایش اول در رابطه با طراحی و پیاده‌سازی مدل درخت تصمیم برای این صنعت در شکل «۵» آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود **precision** در بهترین حالت با تغییر **msl** در درختان تصمیم ساخته شده، مقدار ۹۶/۴۹ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این‌جا ۹۳/۳۸ می‌باشد. درضمن مطابق شکل 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

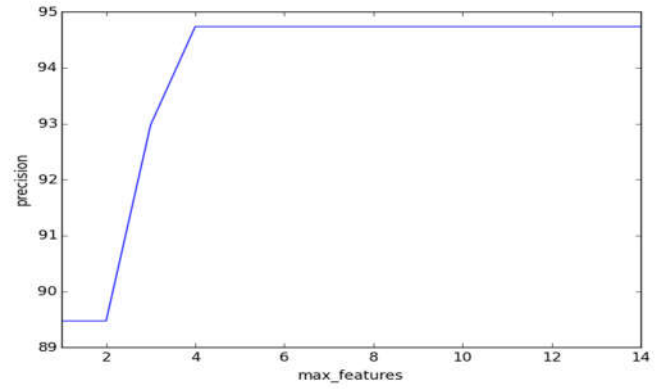
نتایج آزمایش دوم که اجرای مدل بیز بر روی داده‌های شرکت های صنعت کانی‌های غیرفلزی بود هم حاکی از دقت ۹۲/۹۸ درصدی این مدل بود. نتایج آزمایش سوم در مورد این صنعت در شکل «۶» آمده است.

www.SID.ir



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 مدل های پایه ساخته شده، مقدار ۹۶/۵۳ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این‌جا۹۴/۸۶ می‌باشد. نتایج آزمایش چهارم در مورد این صنعت هم در شکل «۷» آمده است.



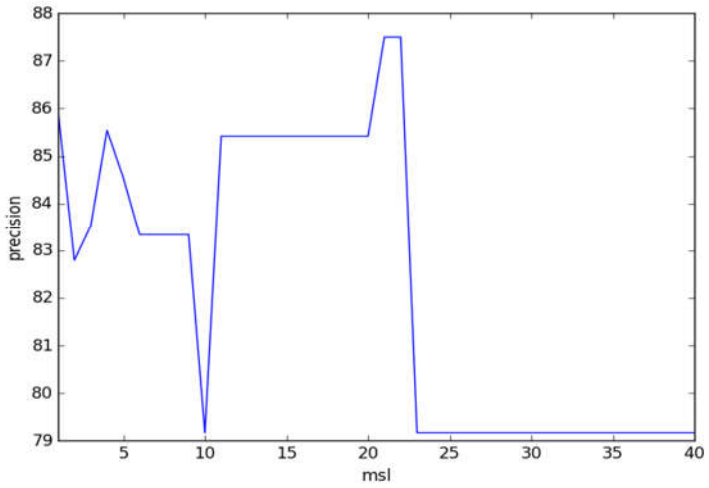
شکل۶: دقت پیش‌بینی مدل Bayes-bagging برای صنعت کانی‌های غیرفلزی بر حسب تغییر max_features

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 این‌جا ۹۳/۸۵ می‌باشد.

www.SID.ir

۵-۳- صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات :

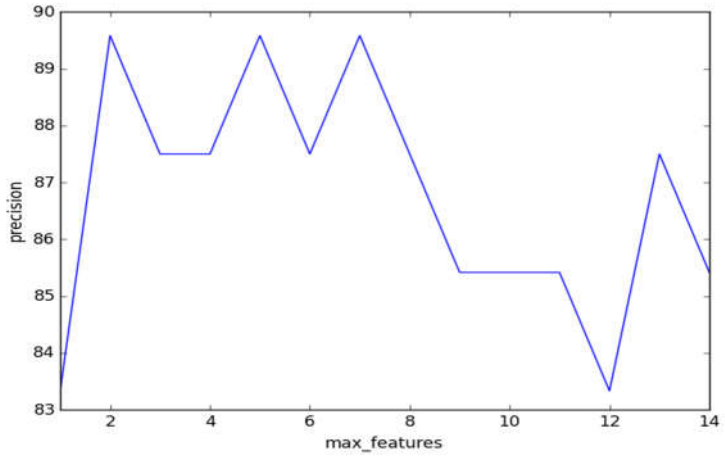
نتایج آزمایش اول در رابطه با طراحی و پیاده‌سازی مدل درخت تصمیم برای این صنعت در شکل «۸» آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود **precision** در بهترین حالت با تغییر **msl** در درختان تصمیم ساخته شده، مقدار ۸۷/۵ درصد را به خود می‌گیرد. مقدار متوسط **precision** نیز در این‌جا ۸۲/۲۱ درصد می‌باشد. درضمن در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

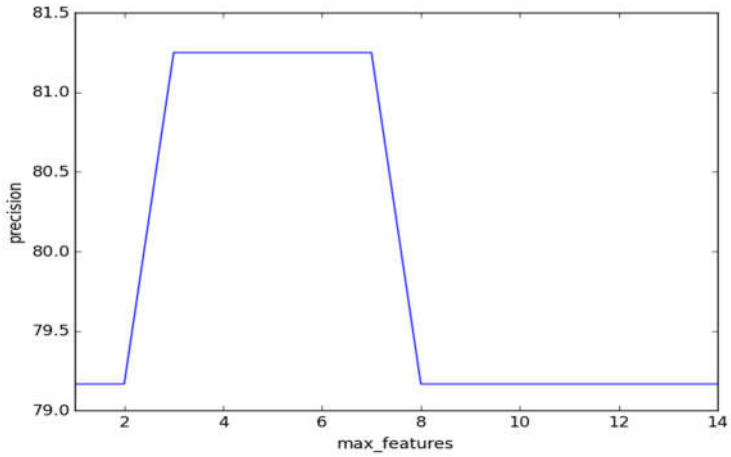
نتایج آزمایش دوم که اجرای مدل بیز بر روی داده‌های شرکت‌های صنعت فلزات اساسی بود هم حاکی از دقت ۹۷/۱ درصدی این مدل بود. نتایج آزمایش سوم در مورد این صنعت در شکل ۹ آمده است.

www.SID.ir



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 این‌جا ۸۶/۷۵ درصد می‌باشد. نتایج آزمایش چهارم در مورد این صنعت هم در شکل «۱۰» آمده است.



شکل۹: دقت پیش‌بینی مدل Bayes-bagging برای صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات بر حسب تغییر max_features

www.SID.ir

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 هزینه های 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

در این پژوهش علاوه‌بر 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 پیش‌ببنی 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 نهایتا 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 مجوع 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 درصورتیکه 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.

جدول۳: نتایج حاصل از مدل‌های طراحی شده

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

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به جدول «۳» ملاحظه می‌شود که برای هریک 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 لوجستیک. 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). پیش بینی بحران مالی شرکت ها 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، شماره۱، ص ۱۲۲-۱۳۹.

7) Arieshanti, I., Purwananto, Y., Ramadhani, A., Nuha, M., & Ulinnuha, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Archive of SID

www.SID.ir

یادداشت ها :

۱. Geng et al.

1. Newton

۳. Over fitting

۴ . Naïve Bayes Classifier

۵ .Folmer

۶ . Zelenkov et al.

۷ .Baggingبراساس درخت تصمیم

۸ . Smith

۹ . Muhamad Sori & Hasbullah

۱۰. Estimation Precision

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

۱۲. platform

Archive of SID

www.SID.ir