مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره بیست و دوم / بهار ۱۳۹٤

کاربرد الگوریتم ژنتیک خطی و غیر خطی در بهبود قدرت پیش‌بینی سودآوری شرکتها

زهرا پورزمانی[1]

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۹

چکیده

سود آوری به عنوان مبنایی برای ارزیابی کارایی مدیران شرکتها مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین بخشی از تصمیم گیری به پیش بینی توانایی سودآوری آینده شرکتها مربوط می شود. امروزه تجزیه و تحلیل نسبت های مالی یک تکنیک قوی و ابزاری مناسب برای استفاده کنندگان در جهت شناخت و ارزیابی عملکرد گذشته، حال و پیش بینی وضعیت آینده شرکت هاست. یکی از مشکلاتی که در استفاده از نسبتهای مالی برای ارزیابی وضعیت مالی شرکت ها وجود دارد، این است که هر مجموعه نسبت های مالی یک بعد از عملکرد شرکتها را اندازه گیری می کند. برای از میان برداشتن این مشکل می توان از روشهای تصمیم گیری چند معیاره از جمله تحلیل پوششی داده ها، شبکه های عصبی مصنوعی، منطق فازی و ... استفاده نمود.

هدف این تحقیق بررسی قدرت پیش‌بینی سودآوری آینده شرکتها با استفاده از مدل‌های الگوریتم ژنتیک خطی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی است جهت بالا بردن توان تصمیم گیری استفاده کنندگان صورتهای مالی در پیش بینی سودآوری آینده شرکتها می باشد. . سپس با توجه به نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و بهترین الگو استخراج شده است. بر اساس اطلاعات و آمارهای در دسترس شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۷۱، از ۲۳ نسبت مالی برتر ، به عنوان متغیر مستقل استفاده شد. نتایج آزمون نشان می دهد دقت پیش‌بینی الگوریتم ژنتیک غیرخطی (۹۰,۰۴ درصد) بیشتر از الگوریتم ژنتیک خطی (۸۷,۱۴ درصد) است.

واژه‌های کلیدی: پیش بینی سودآوری ، الگوریتم ژنتیک غیر خطی، شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک خطی.

۱- استادیار، حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

همانطور که موفقیت یا عدم موفقیت ، ورشکستگی یا عدم ورشکستگی نتیجه عملیات یک شرکت محسوب می شوند، سود آوری یا زیاندهی نیز از نتایج عملکرد محسوب می گردد. سود یک اصطلاح عمومی است که به میزان بازده ها یا افزایش درآمد بر هزینه ها، گفته می شود. سودآوری به ظرفیت تجاری در کسب سود و درآمد گفته میشود. سودآوری در ارتباط با عملکرد گذشته با پیش بینی های آتی، میتواند مطرح شود (پورزمانی و دیگران، ۱۳۸۹).

تکنیک‌های پیش‌بینی بر اساس ماهیت خود در سه دسته تکنیک‌های آماری (کلاسیک)، تکنیک‌های هوش مصنوعی و مدل‌های تئوریک طبقه‌بندی شده‌اند. تکنیک‌های آماری از ابتدایی‌ترین و رایج‌ترین تکنیک‌ها جهت مدل‌بندی پیش‌بینی به شمار می‌روند. مدل‌های آماری خود به دو گروه تقسیم می‌شوند؛ مدل‌های آماری تک متغیره و مدل‌های آماری چند متغیره است، که در میان آنها مدل‌های چند متغیره از فراوانی بیشتری برخور دارند. تحلیل تشخیصی، احتمال خطی، لوجیت، پروبیت، مجموع تجمعی و فرایندهای تعدیل ناقص تشکیل دهنده تکنیک‌های آماری چند متغیره هستند.

به هر حال با گذشت زمان شرایط تغییر می‌کند و در نتیجه متغیرهای مورد استفاده در مدل‌ها کارایی خود را از دست می‌دهند (هابر، ۲۰۰۶). همچنین سیستم‌های اقتصادی که این مدل‌ها بر پایه آن طرح‌ریزی شده‌اند متفاوت از دیگر بخش‌ها و یا کشورها است. از سوی دیگر روش‌های سنتی پیش‌بینی دارای برخی مفروضات محدود کننده مانند خطی بودن، نرمال بودن و مستقل بودن متغیرهای پیش‌بینی کننده یا ورودی‌ها است. بنابراین روش‌های سنتی در ارتباط با میزان کارایی و اعتبار، دارای محدودیت‌های زیادی هستند. از آنجاییکه یکی از برتری‌های الگوریتم ژنتیک نسبت به سایر مدل‌های سنتی پیش‌بینی عدم وابستگی این الگوریتم بر فرضیه‌های آماری محدودکننده و نرمال بودن توزیع نسبت‌ها یا برابری واریانس یا کوواریانس ماتریس نسبت‌ها است، هدف این تحقیق بررسی قدرت پیش‌بینی سودآوری با استفاده از مدل‌های الگوریتم ژنتیک خطی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی و مقایسه آنها بایکدیگر جهت بالا بردن توان تصمیم گیری استفاده کنندگان صورتهای مالی در پیش بینی می باشد(پورزمانی و دیگران، ۱۳۸۹).

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

از آنجا که پیش بینی جزء لاینفک تصمیم گیری است آگاهی از سودمندی در پیش بینی ضروری است. "سودمندی درپیش بینی" یکی از معیارهای سود در عمل می باشد که متکی به تحقیقات تجربی است، با توجه به این معیار، اندازه گیری های حسابداری برحسب توان پیش بینی رویدادهای مورد نظر تصمیم گیرنده مورد ارزیابی قرارمی گیرند. بهترین اندازه گیری روشی است که برای هدف خاصی دارای بالاترین توان پیش بینی از نظر رویداد مورد نظر باشد (پورزمانی و دیگران، ۱۳۸۹). الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی احتمالی است که از شبیه سازی تکاملی زیستی و طبیعی استفاده می‌کند. الگوریتم‌های ژنتیکی با به کارگیری اصل بقای بهترین‌ها برای تولید تخمین‌های هر چه بهتر یک جواب روی جمعیتی از جوابهای

Archive of SID
www.SID.ir

بالقوه عمل می‌نماید. در واقع می توانند با تحلیل اطلاعات، ارتباطات موجود بین آنها را استخراج کرده و با بکار بستن آن در ازای یکسری از اطلاعات جدید مقادیر متناظر آن را تخمین بزنند.

ارزیابی دقت پیش بینی سود گزارش شده توسط شرکتهای جدید الورود به بورس اوراق بهادار، موضوع اصلی شاخه مهمی از تحقیقات را تشکیل می دهد. مطالعات صورت گرفته در مورد شرکت های جدیدالورود در بورس اوراق بهادار کشورهای آسیایی به طور نسبی نشانه خطای جزیی در این گونه پیش بینی ها بوده است؛ به نحوی که چان و همکاران (۲۰۰۰) و جاگی (۱۹۹۷) میانگین قدر مطلق خطای پیش بینی سود شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار هنگ کنگ را به ترتیب ۱۸ درصد و ۱۲/۹ درصد گزارش کرده اند. اما نتایج تحقیق در بورس اوراق بهادار مالزی روند مشخصی را نشان نمی دهد. محمد و همکاران (۱۹۹۴) در این کشور خطای پیش بینی سود را اندک تا متوسط گزارش کردند؛ اما تحقیق بعدی که جلیک و همکاران (۲۰۰۱) انجام داده اند، حاکی از وجود خطای بیشتر بود. .

هیل و همکارانش در سال ۱۹۹۴ ادبیات موجود در مقایسه شبکه های عصبی مصنوعی ومدلهای آماری را مورد بررسی قرار دادند، که مدلهای آماری شامل مدلهای تصمیم گیری، پیش بینی سری های زمانی وپیش بینی براساس رگرسیون بوده است. نتایج تحقیق آنها حاکی از قابلیت مقایسه شبکه های عصبی مصنوعی با روشهای پیش بینی آماری دارد(پورزمانی و دیگران، ۱۳۸۹). وونگ و همکاران نیز در سال ۲۰۰۰ مرور گسترده ای روی تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در حوزه کسب و کار، در طی سالهای ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۸ انجام داده اند(رستمی تبار و امین ناصری، ۱۳۸۶). مرور ادبیات این محققین نشان می دهد که حوزه های تولید وعملیات، اقتصاد، بازاریابی و توزیع، وسیستم های اطلاعاتی، به ترتیب ۴ حوزه عمده ای بوده اند که توجه محققین شبکه عصبی را به خود جذب کرده اند.

بینون و همکاران (۲۰۰۴) در کار مطالعاتی خود با استفاده از متغیرهای حسابداری در شرکتهای انگلستان و با بکارگیری تکنیک داده کاوی به پیش بینی سود آوری در دو طبقه سودآور و غیر سودآور پرداختند که نتایج ارائه شده صحت الگوی آنها را نشان می داد.

چیانکو دیگران (۱۹۹۶) از مدل های شبکه های عصبی برای پیش بینی خالص قیمت دارایی شرکت های سرمایه گذاری در پایان سال استفاده کردند. آنها داده های شبکه و نتایج کارشان را با نتایج به دست آمده از تکنیک های سنتی اقتصاد سنجی مقایسه کردند و دریافتند که شبکه های عصبی زمانی که داده ها کم باشند به طور معنی داری از روش های رگرسیونی بهتر عمل می کنند. لنداس و همکاران (۲۰۰۰) به پیش بینی شاخص با استفاده از شبکه های عصبی اقدام کردند، آنها از تحقیق خود نتیجه گرفتند که استفاده از شبکه های عصبی از روش های خطی بهتر عمل می کنند.

وارتو (۱۹۹۸) از الگوریتم ژنتیک برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده کرد نمونه او متشکل از ۵۰۰ شرکت، شامل ۲۳۶ شرکت ورشکسته و ۲۶۴ شرکت غیر ورشکسته است. نتایج این تحقیق بیانگر دقت پیش‌بینی۹۳٪ یکسال قبل از ورشکستگی و ۹۱,۶٪ سه سال قبل از ورشکستگی است. وارتو الگوی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک را با الگوی تحلیل تشخیصی خطی مقایسه نمود ضمن بیان برتری الگوی الگوریتم ژنتیک

Archive of SID

www.SID.ir

در پیش بینی یک سال قبل از وقوع، الگوی تحلیل تشخیصی خطی را در پیش بینی سه سال قبل از وقوع فراتر از الگوی الگوریتم ژنتیک دانست و از طرفی بیان نمود که الگوی تحلیل تشخیصی خطی دارای ثبات و قابلیت تعمیم بیشتری است. از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به شین و لی (۲۰۰۲) و مک کی و لنزبرگ (۲۰۰۲) اشاره کرد.

کاواکامی(۲۰۰۴)الگوریتم پیش انتخاب، الگوریتم ژنتیک و تحلیل تشخیصی چندگانه را با یکدیگر مقایسه نمود که نتایج وی بیانگر برتری الگوریتم پیش انتخاب نسبت به دو الگوی دیگر و از طرفی برتری الگوریتم ژنتیک نسبت به تحلیل تشخیصی چندگانه می باشد.

دادمهر (۱۳۸۶) برای پیش بینی احتمال سود آوری، نسبت های پیش بینی ورشکستگی اوهلسان را به کار برد و در نهایت به این نتیجه رسید که آن نسبت ها توانمندی چنین امری را دارند.

عبدی پور و همکاران (۲۰۱۳) به مقایسه عملکرد نقشه کوهونن و شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی شرکتها طی دوره زمانی ۲۰۰۱-۲۰۰۹ در ۷۰ نمونه شرکت ورشکسته و غیر ورشکسته در ایران پرداختند. نتایج حاکی از برتری مدل شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی شرکتها می باشد.

اعتمادی و همکاران (۱۳۹۱) با موضوع بکارگیری شبکه های عصبی در پیش بینی سودآوری شرکتها، در مطالعه خود پس از بررسی درخصوص نسبتهای مالی برتر پیش بین و انتخاب ۹ نسبت از بین ۴۲ نسبت مالی ، با کاربست شبکه عصبی توانستند در ۸۶ درصد موارد سودآوری شرکتها را به طور صحیح پیش بینی نماند. موسوی شیری و طبرستانی (۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها، توانستند در یک سال قبل از وقوع با دقت ۳/۸۳ درصد و در دو سال قبل از وقوع با دقت ۶۵ درصد، ورشکستگی شرکتها را پیش بینی نمایند.

فرجزاده دهکردی (۱۳۸۴) مدل‌بندی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را با استفاده از دو مدل تحلیل تشخیصی چندگانه و برنامه‌ریزی ژنتیک مورد بررسی قرار داد. وی جهت ساخت مدل‌های مذکور ابتدا فهرست کاملی از نسبت‌های مالی (۹۳ نسبت مالی) تهیه کرد و پس از بررسی نسبت‌ها در نهایت ۴۲ نسبت مالی جهت ساخت مدل استخراج و در نهایت با استفاده از آزمون برابری میانگین دو جامعه، اقدام به ساخت دو مدل مورد بحث نمود. در نهایت مدل برنامه‌ریزی ژنتیک و تحلیل تشخیصی چندگانه توانستند شرکت‌های نمونه آموزشی را به ترتیب ۹۴٪ و ۷۷٪ و شرکت‌های نمونه آزمایشی به ترتیب ۹۰٪ و ۷۳٪ به صورت صحیح طبقه‌بندی نماید.

پورزمانی و دیگران(۱۳۸۹) هدف تحقیق خود را ساخت الگوهای پیش‌بینی کننده بحران مالی (الگوهای مبتنی بر روش های سنتی MDA، الگوریتم ژنتیک خطی، الگوریتم ژنتیک غیرخطی و شبکه عصبی) برای پیش‌بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع قرارداد. در این تحقیق چهار الگوی پیش بینی بحران مالی(الگوهای مبتنی بر روش های سنتی MDA، الگوریتم ژنتیک خطی، الگوریتم ژنتیک غیر خطی و شبکه عصبی) برای پیش بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع آن تدوین شده است. سپس با توجه به

www.SID.ir

نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و مشخص گردید الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای بالاترین توان در پیش بینی بحران مالی شرکت ها می باشد.

عرب مازار و قاسمی(۱۳۸۸) پژوهشی تحت عنوان ایجاد ابزار پیش بینی مناسب جهت قیمت گذاری عرضه های عمومی اولیه بوسیله شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک انجام دادند. نتایج نشان می دهد ترکیب شبکه های عصبی با الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب متغیرهای بهینه، قدرت پیش بینی را به طور محسوسی افزایش می دهد.

فدایی نژاد و اسکندری(۱۳۸۸) نشان دادند استفاده از الگوریتم ژنتیک در افزایش دقت پیش بینی ورشکستگی موثر است اما مقایسه مدلهای الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی تجمعی ذرات نشان داد که از نظر آماری نمیتوان اثبات نمود که یکی از این روشها بر دیگری برتری دارد .همچنین نتایج نشان داد مدلی که از داده های بازار استفاده کرده و از طریق الگوریتم بهینه سازی تجمعی ذرات آموزش ببیند میتواند تا 92/6 درصد ورشکستگی شرکتها را به درستی پیشبینی نماید.

راعی و فلاح پور (۱۳۹۰) به طراحی مدلی برای مدیریت فعال پرتفوی با استفاده از VaR و الگوریتم ژنتیک پرداختند. در این پژوهش به منظور ارایه راه حلی برای رفع این مشکل، اثر اضافه نمودن محدودیت جدید VaR به مدل مدیریت فعال بررسی شده است. با توجه به پیچیده بودن چنین مدلی، از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی استفاده شده است. برای ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل ها، از دو معیار شارپ و نسبت بازده به VaR استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد، مدل جدید در مقایسه با مدل مدیریت فعال بدون محدودیت در VaR، به طور معناداری از عملکرد بهتری برخوردار است.

رضایی پندری و همکاران (۱۳۹۰) با به کارگیری الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب پرتفولیوی بهینه، از بین سهام ۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران مدلی چندهدفه برای بهینه کردن اهداف، بازدهی، ریسک سیستماتیک، ریسک غیرسیستماتیک، نقدشوندگی، ضریب چولگی و نسبت شارپ طراحی کردند. مدل طراحی شده غیرمحدب است و نمی توان آن را با الگوریتم های تحقیق در عملیات بهینه کرد. بنابراین از الگوریتم ژنتیک برای بهینه کردن مدل استفاده شده است. مقایسه جواب حاصل از الگوریتم ژنتیک با مدل کلاسیک مارکویتز و مدل آرمانی با اهداف خطی و غیرخطی (درجه دوم) نشان می دهد که اگرچه بازدهی پرتفولیو حاصل از الگوریتم ژنتیک کمتر از مدل های دیگر است، اما کاهش بازدهی با کاهش در میزان ریسک جبران شده و معیارهای تعدیل شده بر مبنای ریسک بر بهتر بودن جواب حاصل از الگوریتم ژنتیک صحه می گذارد. همچنین پرتفولیو حاصل، تنوع بیشتری نسبت به پرتفولیو مدل های دیگر دارد.

ابونوری و خدادادی (۱۳۹۰) به مقایسه عملکرد مدلهای رگرسیونی ARIMAو شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک در پیش بینی قیمت نفت خام ایران پرداختند. یافته های این پژوهش نشان می دهدکه مدل شبکه ی عصبی مبتنی برالگوریتم درپیش بینی های خارج ازنمونه براساس معیارهای محاسبه ی خطای پیش بینی میانگین مجذورخطا(MSE) ونیزمعیارجذر میانگین مجذورخطا (RMSE)دارای عملکردبهتری نسبت به مدل رگرسیونی خطی ARIMA می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- فرضیه های پژوهش

با توجه به نیاز استفاده کنندگان مالی جهت پیش بینی وضعیت آتی شرکتها و وضعیت سودآوری آنها، این پژوهش به دنبال آن است که با آزمون و مقایسه توانمندی تکنیکهای تجزیه و تحلیل درونی ومقایسه ای داده در الگوریتم ژنتیک غیرخطی در پیش بینی سود آوری آینده ، در صورت تایید فرضیه های زیر بتـواند الگـوریتم مـناسب را جهت پیش بینی سودآوری به تـصمیم گیرندگان معرفی نماید. این کار می تواند دریچه جدیدی از اطلاعات مورد نیاز بازار را در جهت رسیدن به اهداف اقتصادی که همان تخصیص بهینه منابع است، بر روی عوامل درگیر و تصمیم گیران حول این مقوله باز نماید. همچنین هشدارهای به موقع به گردانندگان شرکتهای دارای شاخص منفی داده شود تا تدابیر لازم به منظور رفع مشکلاتی که منجر به زیان آوری شرکتها یا کاهش سودآوری می گردد، اندیشیده شود. با توجه به موارد مذکور فرضیه های تحقیق به قرار زیر است:

فرضیه اصلی۱: مدل الگوریتم ژنتیک خطی دارای توانمندی در پیش بینی سودآوری می باشد.

فرضیه اصلی۲: مدل الگوریتم ژنتیک غیرخطی دارای توانمندی در پیش بینی سودآوری می باشد.

فرضیه اصلی۳: الگوریتم ژنتیک غیرخطی نسبت به الگوریتم ژنتیک خطی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی سودآوری می باشد.

لازم به ذکر است برای آزمون فرضیه ها از داده های مربوط به یک و دو سال قبل از سال مبنا استفاده شده است.

۴- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش روش تحقیق از نوع همبستگی است و مبنای نظری به روش کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است و از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از آنجایی که در این تحقیق توانایی دستکاری متغیرهای مستقل که همان نسبتهای مالی شرکتهایی است برای محقق وجود ندارد. تا بدان وسیله بتواند تاثیر آن را بر متغیر وابسته را مشخص کند، طرح این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی به شمار می‌رود.

جامعه آماری مورد بررسی در این تحقیق، کلیه شرکتهای پذیرفته شده دربورس اوراق بهادار تهران می باشند که حائز معیار های زیر باشند.

۱) صـورتهای مـالی شرکتهایی که در بین سالهای ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۱ عضو بورس اوراق بهادار تهران بوده اند.
۲) در تمام ۱۰ سال مذکور به بورس اوراق بهادار تهران صورتهای مالی ارائه کرده باشند.
۳) اطلاعات آنها در دسترس باشد.
۴) سال مالی آنها منتهی به پایان اسفند ماه باشد.
۵) جزء شرکتهای سرمایه گذاری و واسطه گر های مالی نباشند.

Archive of SID
www.SID.ir

پس از بررسی های صورت گرفته تعداد ۲۳۶ شرکت حائز معیار هایی فوق گردیده و تمامی آنها مورد بررسی قرار گرفته اند. پس از انتخاب شرکت های نمونه به صورت تصادفی هر یک از دو گروه شرکتها مجدداً به دو گروه آموزشی و آزمایشی تفکیک خواهند شد. با استفاده از نمونه های آموزشی ساخت مدل مورد بحث صورت پذیرفته سپس در نمونه های آزمایشی تست مدل های ساخته شده صورت گرفته و در نهایت با استفاده از نتایج حاصله در تفکیک شرکت ها در قالب گروه های آموزشی، آزمایشی و کل و همچنین خطاهای طبقه بندی، به تست فرضیه ها می پردازیم.

اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه نسبت ها و شاخص ها، شامل صورتهای مالی، یادداشت های همراه و همچنین سایر اطلاعات تفصیلی مانند گزارش های هیئت مدیره شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای دوره های مالی از سال ۱۳۷۱ الی ۱۳۹۱ است، اطلاعات مزبور با استفاده از منابع و صورت های مالی شرکت های مذکور، موجود در کتابخانه بورس اوراق بهادار تهران، پایگاه های اینترنتی مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی، شبکه کدال و نرم افزار بورس اوراق بهادار (ره آورد) استخراج گردیده است. پس از گردآوری اطلاعات مورد نیاز، برای محاسبه نسبت های مالی به عنوان متغیر های مستقل تحقیق، از نرم افزار Excel استفاده شد. همچنین جهت انجام محاسبات مربوط به الگوریتم ژنتیک از نرم افزار Matlab استفاده گردید.

۵- متغیرهای پژوهش

متغیر های مستقل: متغیرهای مستقل در این تحقیق شامل بیست و چهار نسبت مالی است که با توجه به تحقیقات گذشته از جمله اعتمادی و دیگران (۱۳۹۱)، خواجوی و دیگران (۱۳۸۹)و به عنوان نسبت های مالی توانمند در تفکیک شرکت های سود آور یا زیان آور آینده شناخته شده اند، که به شرح جدول ۱ می باشند.

متغیر وابسته: متغیر وابسته در این تحقیق، سود آوری شرکتها در سال آینده است. بر این اساس شرکت ها را می توان به وسیله متغیر تصنعی صفر و یک به دو گروه شرکت ها با سود آوری بالا و شرکت های با سود آوری پایین و زیان آور طبقه بندی نمود و شرکت های با سود آوری بالا را با عدد (۱) و شرکت های با سود آوری پایین و زیان آور را با عدد (۰) نشان می دهیم(اعتمادی و همکاران، ۱۳۹۱). برای انجام این گروه بندی از میانگین بازده دارایی های شرکتهای نمونه به عنوان معیار استفاده شده است. به این صورت که شرکتهایی که بازده دارایی های آنها بزرگتر یا مساوی میانگین محاسبه شده بود به عنوان شرکت های با سود آوری بالا و شرکتهایی که بازده دارایی های آنها کوچکتر از میانگین است به عنوان شرکت های با سود آوری پایین یا زیان آور تعیین گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - متغیرهای مستقل استفاده شده در تحقیق

متغیر	نسبت مالی	متغیر	نسبت مالی
X1	سرمایه در گردش به حقوق صاحبان سهام	X13	نسبت فروش به کل دارایی‌ها
X2	نسبت سرمایه در گردش به فروش	X14	نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها
X3	نسبت سرمایه در گردش به کل بدهی‌ها	X15	نسبت سود و زیان انباشته به کل دارایی‌ها
X4	نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها	X16	نسبت سود عملیاتی به فروش
X5	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به حقوق صاحبان سهام	X17	نسبت هزینه مالی به سود ناخالص
X6	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به فروش	X18	نسبت دارایی جاری به کل دارایی ها
X7	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به کل بدهی‌ها	X19	نسبت فروش به دارایی جاری
X8	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به کل دارایی‌ها	X20	نسبت دارایی جاری به بدهی جاری
X9	نسبت حقوق صاحبان سهام به فروش	X21	نسبت سود خالص به فروش
X10	نسبت حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها	X22	نسبت سود خالص به کل دارایی‌ها
X11	نسبت حقوق صاحبان سهام به کل دارایی‌ها	X23	نسبت بدهی جاری به کل دارایی‌ها
X12	نسبت فروش به کل بدهی‌ها	X24	نسبت سود خالص به ارزش ویژه

۸- نتایج پژوهش

ابتدا با استفاده از کلیه نسبت‌های مالی مدل شبکه عصبی ساخته شد. سپس به دلیل زیاد بودن متغیرهای مستقل با استفاده از تکنیک آنالیز مولفه‌های اصلی اقدام به پیش‌پردازش داده‌ها و با استفاده از متغیرهای مستقل کارآمد و اصلی اقدام به ساخت الگوی الگوریتم ژنتیک به دو صورت ذیل شد: الف) الگوریتم ژنتیک خطی: در این الگو با استفاده از متغیرهای مستقل انتخاب شده ضرایب هر مدل بهینه شده است و یا به عبارتی یک معادله خطی برای تمایز دو گروه شرکت تشکیل شده است. ب) الگوریتم ژنتیک غیر خطی: در این الگو به دلیل محدودیت‌های معادله خطی علاوه بر بیهنه سازی ضرایب متغیرها اقدام به بهینه سازی توان‌های هر متغیر نیز شده است که این امر منجر به ساخت الگوی الگوریتم ژنتیک غیر خطی شده است.

سرانجام هر یک از مدل‌های ساخته شده در گروه خود(فرضیه اصلی اول و دوم) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت با انتخاب بهترین مدل در هر یک از گروه‌ها به بررسی توانمندی بین الگوها(فرضیه اصلی سوم) پرداخته شد.

جدول شماره ۲ نتایج حاصل از آنالیز مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک خطی برای پیش بینی سودآوری سال آینده را نشان می‌دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و

Archive of SID
www.SID.ir

کل را به ترتیب با دقت کلی۸۹,۰۱٪، ۷۹,۲۷٪ و ۸۷,۱۴٪ به صورت صحیح در گروه دارای سودآوری بالا و سودآوری پایین طبقه بندی نماید. بررسی نتایج این مدل در داده های آموزشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۹۲ ٪ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت۸۷٪ است . همچنین نتایج این مدل در داده های آزمایشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۸۳,۳۳٪ است همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ۷۶٪ است .

جدول ۲ : مدل تجزیه مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک خطی- پیش بینی سودآوری سال آینده

مجموعه ها		مدل ترکیبی تجزیه مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک خطی					
		نمونه آموزشی		نمونه آزمایشی		کل نمونه ها	
		سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا
نماد		۰	۱	۰	۱	۰	۱
دقت کلی	تفکیکی	٪۸۷,۰۰	٪۹۲,۰۰	٪۷۶,۰۰	٪۸۳,۳۳	٪۸۴,۸۷	٪۹۰,۳۲
	جمع	٪۸۹,۰۱		٪۷۹,۲۷		٪۸۷,۱۴	

بررسی نتایج این مدل به صورت کلی (در مجموعه داده های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۹۰,۳۲٪ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ۸۴,۸۷٪ است .

جدول شماره ۳ نتایج حاصل از مدل ترکیبی آنالیز مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک غیر خطی برای پیش بینی سودآوری سال آینده را نشان می‌دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۸۹,۷۸٪، ۸۳,۲۱٪ و ۹۰,۰۴٪به صورت صحیح در گروه دارای سودآوری بالا و سودآوری پایین طبقه بندی نماید. بررسی نتایج این مدل در داده های آموزشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۹۴,۲۴ ٪ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ۸۵٪ است . همچنین نتایج این مدل در داده های آزمایشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۸۷,۳۳٪ است همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ۷۷٪ است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ : مدل ترکیبی تجزیه مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک غیر خطی - پیش بینی سودآوری سال آینده

مجموعه ها		مدل ترکیبی تجزیه مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی					
		نمونه آموزشی		نمونه آزمایشی		کل نمونه ها	
		سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا
نماد		۰	۱	۰	۱	۰	۱
دقت کلی	تفکیکی	٪۸۵,۰۰	٪۹۴,۲۴	٪۷۷,۰۰	٪۸۷,۳۳	٪۸۳,۵	٪۹۳,۸۲
	جمع	٪۸۹,۷۸		٪۸۳,۲۱		٪۹۰,۰۴	

بررسی نتایج این مدل به صورت کلی (در مجموعه داده های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ٪۹۳,۸۲ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ٪۸۳,۵ است .

جدول شماره ۴ نتایج حاصل از مدل ترکیبی آنالیز مؤلفه اصلی و الگوریتم ژنتیک خطی برای پیش بینی سودآوری بزای دو سال آینده را نشان می دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ٪۸۶,۰۵، ٪۷۱,۵۲ و ٪۸۳,۴۶ به صورت صحیح در گروه دارای سودآوری بالا و سودآوری پایین طبقه بندی نماید. بررسی نتایج این مدل در داده های آموزشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۹۴ ٪ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ٪۷۹,۱۲ است . همچنین نتایج این مدل در داده های آزمایشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ٪۹۱,۶۷ است همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ٪۶۰ است .

جدول ۴: مدل ترکیبی آنالیز مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک خطی - پیش بینی سودآوری دو سال آینده

مجموعه ها		مدل ترکیبی تجزیه مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک خطی					
		نمونه آموزشی		نمونه آزمایشی		کل نمونه ها	
		سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا
نماد		۰	۱	۰	۱	۰	۱
دقت کلی	تفکیکی	٪۷۹,۱۲	٪۹۴	٪۶۰	٪۹۱,۶۷	٪۷۰,۹۷	٪۹۲,۱۴
	جمع	٪۸۶,۰۵		٪۷۱,۵۲		٪۸۳,۴۶	

Archive of SID
www.SID.ir

بررسی نتایج این مدل به صورت کلی (در مجموعه داده های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۹۲,۱۴٪ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ۷۰,۹۷٪ است .

جدول شماره ۵ نتایج حاصل از مدل ترکیبی آنالیز مؤلفه اصلی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی برای پیش بینی سودآوری برای دو سال آینده را نشان می دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی۸۹,۲۹٪، ۷۳,۵۱٪ و ۸۵,۳۶٪ به صورت صحیح در گروه دارای سودآوری بالا و سودآوری پایین طبقه بندی نماید. بررسی نتایج این مدل در داده های آموزشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۸۷,۵۶ ٪ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت۷۵٪ است. همچنین نتایج این مدل در داده های آزمایشی نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۹۰,۲۱٪ است همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ۶۴,۲۵٪ است

جدول ۵: مدل ترکیبی آنالیز مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی – پیش بینی سودآوری دو سال آینده

مجموعه ها		مدل ترکیبی تجزیه مؤلفه های اصلی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی					
		نمونه آموزشی		نمونه آزمایشی		کل نمونه ها	
		سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا	سودآوری پایین و زیان آور	سودآوری بالا
نماد		۰	۱	۰	۱	۰	۱
دقت کلی	تفکیکی	٪۷۵	٪۸۷,۵۶	٪۶۴,۲۵	٪۹۰,۲۱	٪۷۸,۴۱	٪۹۱,۰۴
	جمع	٪۸۹,۲۹		٪۷۳,۵۱		٪۸۵,۳۶	

بررسی نتایج این مدل به صورت کلی (در مجموعه داده های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت ۹۱,۰۴٪ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت ۷۸,۴۱٪ است .

مقایسه نتایج حاصل از مدل‌های ساخته شده برای پیش بینی سودآوری در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی سودآوری نسبت به مدل الگوریتم ژنتیک خطی می باشد. همچنین مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی مبتنی برای یک سال آینده نسبت به دو سال آینده دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی سودآوری می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵: نتایج مقایسه دقت مدل‌ها برای پیش بینی سودآوری

نمونه	مدلهای ساخته شده برای پیش بینی سودآوری			
	مدلهای ساخته شده برای پیش بینی سودآوری سال آینده		مدلهای ساخته شده برای پیش بینی سودآوری دو سال آینده	
	الگوریتم ژنتیک خطی	الگوریتم ژنتیک غیر خطی	الگوریتم ژنتیک خطی	الگوریتم ژنتیک غیر خطی
آموزشی	٪۸۹,۰۱	٪۸۹,۷۸	٪۸۶,۰۵	٪۸۹,۲۹
آزمایشی	٪۷۹,۲۷	٪۸۳,۲۱	٪۷۱,۵۲	٪۷۳,۵۱
کل	٪۸۷,۱۴	٪۹۰,۰۴	٪۸۳,۴۶	٪۸۵,۳۶

۹- نتیجه گیری و بحث

پیش بینی آینده همواره به صورت یک ضرورت در زندگی روزمره و به عنوان یک حوزه مشترک در بسیاری از علوم مطرح بوده است. یکی از حوزه هایی که درآن پیش بینی از اهمیت خاصی برخوردار است مسائل مالی و اقتصادی است. تاثیر بازار اوراق بهادار در توسعه اقتصادی یک کشور غیر قابل انکار است و وظیفه اصلی این بازار، به حرکت انداختن موثر سرمایه ها و تخصیص بهینه منابع می باشد (اعتمادی و همکاران، ۱۳۹۱). امروزه حسابداری را بعنوان یک سیستم اطلاعاتی تعریف میکنند که یکی از مهمترین اطلاعاتی که از یک سیستم حسابداری بدست می آید اطلاعات مربوط به سود است . استفاده کنندگان صورتهای مالی بیشترین توجه خود را به سودمعطوف می کنند (ثقفی و کردستانی، ۱۳۸۳،۵۲). سود حسابداری از نظر بسیاری از استفاده کنندگان صورتهای مالی ابزار مهمی برای سنجش عملکرد شرکت ها و مدیران آنها محسوب می شود. همچنین پیش بینی عملکرد آینده شرکت ها (در اینجا سودآوری) اغلب کانون توجه خیل عظیمی از تصمیم گیران است که با ارائه ابزارهایی برای تحلیل های مختلف میتوان آنها را در این زمینه یاری نمود (اعتمادی و همکاران، ۱۳۹۱).

مدل‌های داده‌کاوی و تکنیک‌های هوش مصنوعی یک حوزه جدید میان رشته‌ای و در حال رشد است که قادر به پیش‌بینی می باشد (تیسای، ۲۰۰۹). کاربرد شبکه های عصبی در پیش بینی جهت حرکت شاخص بازار بورس تایوان ، چن، لان و داک (۲۰۰۳) ، پیش بینی شاخص با استفاده از شبکه های عصبی ، لنداس و همکاران (۲۰۰۰) همگی موید برتری قدرت پیش بینی کنندگی تکنیکهای هوش مصنوعی بر روشهای کلاسیک می باشد .

از جمله سایر تکنیک‌ها در این حوزه می توان از درخت‌های تصمیم، و بردار پشتیبان ماشین و یا ترکیبی از این تکنیک‌ها با روشهای هوش مصنوعی مانند الگوریتم‌های ژنتیک، تئوری مجموعه ناهموار، تئوری مجموعه فازی نام برد. در این راستا هدف این تحقیق بررسی قدرت پیش‌بینی سوی‌آوری با استفاده از مدل‌های الگوریتم ژنتیک خطی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی و مقایسه آنها بایکدیگر جهت بالا بردن توان

Archive of SID
www.SID.ir

تصمیم گیری استفاده کنندگان صورتهای مالی در پیش بینی بحران مالی شرکتها قرار گرفت. نتایج نشان می دهد مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی با دقت ۹۰,۰۴٪ دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی سودآوری نسبت به مدل الگوریتم ژنتیک خطی با دقت۸۷,۱۴٪ می باشد. همچنین مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی با دقت ۹۰,۰۴٪ برای یک سال آینده نسبت به دو سال آینده با دقت ۸۵,۳۶٪ دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی سودآوری می باشد. نتایج این تحقیق از نظر کارایی الگوریتم در پیش بینی با نتایج تحقیق فرجزاده دهکردی (۱۳۸۴) ، عرب مازار و قاسمی(۱۳۸۸) ، راعی و فلاح پور (۱۳۹۰)، عبدی پور (۲۰۱۳) و رضایی پندری و همکاران (۱۳۹۰) همسو می باشد.

تشکر و قدردانی

مقاله مذکور استخراج شده از طرح تحقیقاتی تحت عنوان " تدوین مدل های پیش بینی کننده سودآوری شرکتها با استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی(دو دیدگاه تجزیه و تحلیل مقایسه ای و تجزیه و تحلیل درونی)" می باشد که از حمایتهای دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی بهره مند شده است.

فهرست منابع

* ابونوری، عباسعلی، خدادادی، ناهید،" مقایسه عملکرد مدلهای رگرسیونی ARIMA و شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک در پیش بینی قیمت نفت خام ایران"، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت پورتفوی،شماره ۴،تابستان ۹۱، صص ۴۳-۶۲.
* اعتمادی، حسین، آذر، عادل و بقائی، وحید، بکارگیری شبکه های عصبی در پیش بینی سود آوری شرکتها، ۱۳۹۱، پایان نامه کارشناسی ارشد حسابداری ، دانشگاه تربیت مدرس.
* پورزمانی، زهرا، کی پور، رضا، نورالدین ،مصطفی، "بررسی توانمندی الگوهای پیش بینی کننده بحران مالی(الگوهای مورد مطالعه: الگو های مبتنی بر روشهای سنتی، الگوریتم ژنتیک و شبکه های عصبی)"، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت پورتفوی، شماره ۴،پاییز ۸۹، صص۱-۲۸.
* دادمهر، مهرداد، بررسی احتمال سودآوری سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل اوهلسان، ۱۳۸۶، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.
* راعی،رضا، فلاح پور،سعید،" طراحی مدلی برای مدیریت فعال پرتفوی با استفاده از VaR و الگوریتم ژنتیک"، بررسی های حسابداری و حسابرسی، تابستان ۱۳۹۰، شماره ۶۴، صص ۱۹-۳۴
* رستمی تبار بهمن، امین ناصری محمد رضا،(۱۳۸۶)، "پیش‌بینی تقاضای متناوب با استفاده از شبکه-های عصبی مصنوعی"، ۱۳۸۶، رساله کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس.
* رضائی پندری، عباس ، آذر،عادل ، رعیتی شوازی،علی رضا ،"به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پرتفولیوی بهینه ای با اهداف غیرخطی (بورس اوراق بهادار تهران)" ،پژوهش‌های اقتصادی ایران » پاییز ۱۳۹۰، سال شانزدهم- شماره ۴۸، صص ۱۰۹-۱۳۴

Archive of SID
www.SID.ir

* فرج‌زاده دهکردی، حسن، "کاربرد الگوریتم ژنتیک در الگوبندی پیش‌بینی ورشکستگی"،۱۳۸۴، پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
* عرب مازار یزدی، محمد، قاسمی مهسا، " قیمت گذاری عرضه های عمومی اولیه: ترکیب شبکه های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک" فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۸، شماره ۵۸، صص ۸۷-۱۰۲

* Abdipoor S., Nasseri A., Akbarpour M., (2013). Integrating Neural Network and Colonial Competitive Algorithm: A New Approach for Predicting Bankruptcy in Tehran Security Exchange", Asian Economic and Financial Review, 3(11):1528-1539
* Beynon, M. Clatworthy, M. and Jones, m. (2004), The prediction of profitability using accounting narratives: a variable-precision rough set approach. Intelligent Systems in Accounting, Finance amd Management, Vol. 12 No. 4, pp 227-242.
* Chan, M-C. Wong, C-C. (2000), Financial time series forecasting by Neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm and Multiple Linear Regression. Weight Initialization. Department of computing, the Hong Kong Ploy Technque eniversity, Kowloon, Hong Kong.
* Chiang, W.C. Urban, T.L. and Baldridge, G.W. (1996), A neural network approach to mutual fund net asset value forecasting. Omega, Int.j. mgmt Sci.24 (2) pp.205-215.
* Haber, J., (2006), "Theoretical Dvelopment of Bankruptcy Prediction Variables", the Journal of Theoretical Accounting Research, 2, 82-101
* Jaggi, b. Accuracy of forecast information disclosed in IPO prospectuses of Hong Kong companies. International Journal of Accounting,32:301-319.1997.
* Jelic, R. Saadoni, B. and Briston, R. (2001), Performance of Malaysian IPO's: underwriters reputation and management earnings forecasts. Pacific-Basin Finance Journal,9:457-486.
* Kawakami ,Becerra ,seada., (2004). ":Ratio Selection for Classification Models",.Data Mining and Knowledge Discovery ,151-170.
* Lendasse, A. et al. (2000). Non-Linear financial time series forecasting application to Bell 20 stock market Index. European Journal of Economic and social system, 14, No 1, pp.81-91.
* Mohamad, S. Nassir, A. Tan, K.K. and Ariff, M. (1994), The accuracy of forecasts of Malaysian IPOs. Capital Markets Review,2:49-69.
* McKee, T.E. and Lensberg, T. (2002). "Genetic Programming and Rough Sets: a Hybrid Approach to Bankruptcy Classification", European Journal of Operational Research, 138, 436-51.
* Tsai, C.F., (2009). "Feature Selection in Bankruptcy Prediction", Knowledge-Based Systems, 22, p. 120–127.
* Varetto F., (2009). " Genetic Algorithm Applications in the Analysis of Insolvency Risk", Journal of Banking and Finance 22 (1998) 1421–1439

Archive of SID
www.SID.ir