



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

زهرا پورزمانی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۲

### چکیده

سود آوری به عنوان مبنایی برای ارزیابی کارایی مدیران شرکتها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین بخشی از تصمیم‌گیری به پیش‌بینی توانایی سودآوری آینده شرکتها مربوط می‌شود. امروزه تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی یک تکنیک قوی و ابزاری مناسب برای استفاده کنندگان در جهت شناخت و ارزیابی عملکرد گذشته، حال و پیش‌بینی وضعیت آینده شرکت‌هاست. یکی از مشکلاتی که در استفاده از نسبت‌های مالی برای ارزیابی وضعیت مالی شرکت‌ها وجود دارد، این است که هر مجموعه نسبت‌های مالی یک بعد از عملکرد شرکتها را اندازه‌گیری می‌کند. برای از میان برداشتن این مشکل می‌توان از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله تحلیل پوششی داده‌ها، شبکه‌های 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 تصمیم‌گیری استفاده کنندگان صورتهای مالی در پیش‌بینی سودآوری آینده شرکتها می‌باشد. 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 می‌دهد دقت پیش‌بینی الگوریتم ژنتیک غیرخطی (۹۰,۰۴ درصد) بیشتر از الگوریتم ژنتیک خطی (۸۷,۱۴ درصد) است.

**واژه‌های کلیدی:** پیش‌بینی سودآوری، الگوریتم ژنتیک غیر خطی، شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک خطی.

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

## ۱- مقدمه

همانطور که موفقیت یا عدم موفقیت، ورشکستگی یا عدم ورشکستگی نتیجه عملیات یک شرکت محسوب می‌شوند، سود آوری یا زیاندهی نیز از نتایج عملکرد محسوب می‌گردد. سود یک اصطلاح عمومی است که به میزان بازدهی یا افزایش درآمد بر هزینه‌ها، گفته می‌شود. سودآوری به ظرفیت تجاری در کسب سود و درآمد گفته می‌شود. سودآوری در ارتباط با عملکرد گذشته با پیش‌بینی‌های 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 برخوردارند. 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 (هاجر، 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 با یکدیگر جهت بالا بردن توان تصمیم‌گیری استفاده‌کنندگان صورتهای مالی در پیش‌بینی می‌باشد (پورزمانی و دیگران، ۱۳۸۹).

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

از آنجا که پیش‌بینی جزء لاینفک تصمیم‌گیری است آگاهی از سودمندی در پیش‌بینی ضروری است. "سودمندی در پیش‌بینی" یکی از معیارهای سود در عمل می‌باشد که متکی به تحقیقات تجربی است، با توجه به این معیار، اندازه‌گیری‌های حسابداری برحسب توان پیش‌بینی رویدادهای مورد نظر تصمیم‌گیرنده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. بهترین اندازه‌گیری روشی است که برای هدف خاصی دارای بالاترین توان پیش‌بینی از نظر رویداد مورد نظر باشد (پورزمانی و دیگران، ۱۳۸۹). الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی احتمالی است که از شبیه‌سازی 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

بالمقوه عمل می‌نماید. در واقع می‌توانند 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 پیش‌بینی سود گزارش شده توسط شرکتهای جدید الورود به بورس اوراق بهادار، موضوع اصلی شاخه مهمی از تحقیقات را تشکیل می‌دهد. مطالعات صورت گرفته در مورد شرکت های جدیدالورود در بورس اوراق بهادار کشورهای آسیایی به طور نسبی نشانه خطای جزئی در این گونه پیش‌بینی ها بوده است؛ به نحوی که چان و همکاران (۲۰۰۰) و جاگی (۱۹۹۷) میانگین قدر مطلق خطای پیش‌بینی 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 نمی‌دهد. محمد و همکاران (۱۹۹۴) در این کشور خطای پیش‌بینی 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 تصمیم‌گیری، پیش‌بینی سری های زمانی و پیش‌بینی براساس رگرسیون بوده است. نتایج تحقیق آنها حاکی از قابلیت مقایسه شبکه های عصبی مصنوعی با روشهای پیش‌بینی 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 می‌دهد که حوزه های تولید و عملیات، اقتصاد، بازاریابی و توزیع، و سیستم 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 پیش‌بینی سود آوری در دو طبقه سودآور و غیر سودآور پرداختند که نتایج ارائه شده صحت الگوی آنها را نشان می‌داد.

چیانکو دیگران (۱۹۹۶) از مدل های شبکه های عصبی برای پیش‌بینی 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 می‌کنند. لنداس و همکاران (۲۰۰۰) به پیش‌بینی 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 می‌کنند.

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 پیش‌بینی ۹۳٪ 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

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 می‌باشد.

دادمهر (۱۳۸۶) برای پیش بینی احتمال سود آوری، نسبت های پیش بینی ورشکستگی اوهلان 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 می‌باشد.

اعتمادی و همکاران (۱۳۹۱) با موضوع بکارگیری شبکه های عصبی در پیش بینی سودآوری شرکتها، در مطالعه خود پس از بررسی در خصوص 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 نمایند. 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 نمایند.

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

نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و مشخص گردید الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای بالاترین توان در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها می‌باشد.

عرب مازار و قاسمی (۱۳۸۸) پژوهشی تحت عنوان ایجاد ابزار پیش‌بینی مناسب جهت قیمت‌گذاری عرضه‌های عمومی اولیه بوسیله شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک انجام دادند. نتایج نشان می‌دهد ترکیب شبکه‌های عصبی با الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب متغیرهای بهینه، قدرت پیش‌بینی را به طور محسوسی افزایش می‌دهد.

فدایی نژاد و اسکندری (۱۳۸۸) نشان دادند استفاده از الگوریتم ژنتیک در افزایش دقت پیش‌بینی ورشکستگی موثر است اما مقایسه مدل‌های الگوریتم ژنتیک و بهینه‌سازی 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 داده‌های بازار استفاده کرده و از طریق الگوریتم بهینه‌سازی 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 راه‌حلی 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 بهینه‌سازی استفاده شده است. برای ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل‌ها، 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 به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب پرتفولیوی بهینه، از بین سهام ۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران مدلی چندهدفه برای بهینه‌کردن اهداف، بازدهی، ریسک سیستماتیک، ریسک غیرسیستماتیک، نقدشوندگی، ضریب چولگی و نسبت شارپ طراحی کردند. مدل طراحی شده غیرمحدب است و نمی‌توان آن را با الگوریتم‌های تحقیق در عملیات بهینه کرد. بنابراین از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌کردن مدل استفاده شده است. مقایسه جواب حاصل از الگوریتم ژنتیک با مدل کلاسیک مارکوویتز و مدل آرمانی با اهداف خطی و غیرخطی (درجه دوم) نشان می‌دهد که اگرچه بازدهی پرتفولیو حاصل از الگوریتم ژنتیک کمتر از مدل‌های 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 صحنه می‌گذارد. همچنین پرتفولیو حاصل، تنوع بیشتری نسبت به پرتفولیو مدل‌های دیگر دارد.

ابونوری و خدادادی (۱۳۹۰) به مقایسه عملکرد مدل‌های رگرسیونی ARIMA و شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک در پیش‌بینی قیمت نفت خام ایران پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم درپیش‌بینی‌های خارج از نمونه براساس معیارهای محاسبه‌ی خطای پیش‌بینی میانگین مجذورخطا (MSE) و نیز معیار جذر میانگین مجذورخطا (RMSE) دارای عملکرد بهتری نسبت به مدل رگرسیونی خطی ARIMA می‌باشند.

### 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 و مقایسه ای داده در الگوریتم ژنتیک غیرخطی در پیش بینی سود آوری آینده، در صورت تایید فرضیه های زیر بتواند الگوریتم مناسب را جهت پیش بینی سودآوری به تصمیم 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 اصلی ۱:** مدل الگوریتم ژنتیک خطی دارای توانمندی در پیش بینی سودآوری می باشد.

**فرضیه اصلی ۲:** مدل الگوریتم ژنتیک غیرخطی دارای توانمندی در پیش بینی سودآوری می باشد.

**فرضیه اصلی ۳:** 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- روش شناسی پژوهش

در این پژوهش روش تحقیق از نوع همبستگی است و مبنای نظری به روش کتابخانه ای جمع آوری 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 نیمه تجربی به شمار می رود. جامعه آماری مورد بررسی در این تحقیق، کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می باشند که حائز معیارهای زیر باشند.

(۱) صورتهای مالی 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 گرهای مالی نباشند.

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)، خواجهی 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 شرکت های 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.

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 دارایی‌ها
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 مؤلفه‌های 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 بهینه 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 مؤلفه‌های اصلی و الگوریتم ژنتیک 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 ۸۹,۰۱٪، 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 دقت ۸۷٪ 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

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

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.

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

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

بررسی نتایج این مدل به صورت کلی (در مجموعه داده های آموزشی و آزمایشی) نشان می دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت %۹۳,۸۲ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت های 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 برای دو سال آینده را نشان می دهد. این مدل توانست شرکت های 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 می دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت %۹۴ است. همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای سودآوری پایین در این مجموعه دارای دقت %۷۹,۱۲ است. همچنین نتایج این مدل در داده های آزمایشی نشان می دهد که مدل تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای سودآوری بالا در این مجموعه دارای دقت %۹۱,۶۷ است همچنین این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت های 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

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

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 پیش‌بینی سودآوری برای دو سال آینده را نشان می‌دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۸۹,۲۹٪، 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 دقت ۷۵٪ 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 غیر خطی - پیش بینی سودآوری دو سال آینده

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

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 پیش‌بینی سودآوری در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی دارای توانمندی بیشتری در پیش‌بینی سودآوری نسبت به مدل الگوریتم ژنتیک خطی می‌باشد. همچنین مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی مبتنی برای یک سال آینده نسبت به دو سال آینده دارای توانمندی بیشتری در پیش‌بینی سودآوری می‌باشد.

جدول ۵: نتایج مقایسه دقت مدل‌ها برای پیش‌بینی سودآوری

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

## ۹- نتیجه‌گیری و بحث

پیش‌بینی آینده همواره به صورت یک ضرورت در زندگی روزمره و به عنوان یک حوزه مشترک در بسیاری از علوم مطرح بوده است. یکی از حوزه‌هایی که در آن پیش‌بینی 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 سرمایه‌ها و تخصیص بهینه منابع می‌باشد (اعتمادی و همکاران، ۱۳۹۱). امروزه حسابداری را بعنوان یک سیستم اطلاعاتی تعریف میکنند که یکی از مهمترین اطلاعاتی که از یک سیستم حسابداری بدست می‌آید اطلاعات مربوط به سود است. استفاده کنندگان صورتهای مالی بیشترین توجه خود را به سودمعلوف می‌کنند (ثقفی و کردستانی، ۱۳۸۳، ۵۲). سود حسابداری از نظر بسیاری از استفاده کنندگان صورتهای مالی ابزار مهمی برای سنجش عملکرد شرکت‌ها و مدیران آنها محسوب می‌شود. همچنین پیش‌بینی عملکرد آینده شرکت‌ها (در اینجا سودآوری) اغلب کانون توجه خیل عظیمی از تصمیم‌گیران است که با ارائه ابزارهایی برای تحلیل‌های 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 می‌باشد (تیسای، ۲۰۰۹). کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی جهت حرکت شاخص بازار بورس تایوان، چن، لان و داک (۲۰۰۳)، پیش‌بینی شاخص با استفاده از شبکه‌های عصبی، لنداس و همکاران (۲۰۰۰) همگی موید برتری قدرت پیش‌بینی کنندگی تکنیک‌های هوش مصنوعی بر روشهای کلاسیک می‌باشد.

از جمله سایر تکنیک‌ها در این حوزه می‌توان از درخت‌های تصمیم، و بردار پشتیبان ماشین و یا ترکیبی از این تکنیک‌ها با روشهای هوش مصنوعی مانند الگوریتم‌های ژنتیک، تئوری مجموعه نامواره، 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

تصمیم‌گیری استفاده‌کنندگان صورتهای مالی در پیش‌بینی بحران مالی شرکتها قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی با دقت  $90.04\%$  دارای توانمندی بیشتری در پیش‌بینی سودآوری نسبت به مدل الگوریتم ژنتیک خطی با دقت  $87.14\%$  می‌باشد. همچنین مدل الگوریتم ژنتیک غیر خطی با دقت  $90.04\%$  برای یک سال آینده نسبت به دو سال آینده با دقت  $85.36\%$  دارای توانمندی بیشتری در پیش‌بینی سودآوری می‌باشد. نتایج این تحقیق از نظر کارایی الگوریتم در پیش‌بینی 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 می‌باشد.

### 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 پیش‌بینی 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 پیش‌بینی سودآوری شرکتها، ۱۳۹۱، پایان نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه تربیت مدرس.
- \* پورزمانی، زهرا، کی پور، رضا، نورالدین، مصطفی، "بررسی توانمندی الگوهای پیش‌بینی کننده بحران مالی (الگوهای مورد مطالعه: الگوهای مبتنی بر روشهای سنتی، الگوریتم ژنتیک و شبکه های عصبی)"، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت پورتفوی، شماره ۴، پاییز ۸۹، صص ۱-۲۸.
- \* 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 شبکه‌های عصبی مصنوعی"، 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

- \* 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، "قیمت‌گذاری عرضه‌های عمومی اولیه: ترکیب شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک" فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۸، شماره ۵۸، صص ۸۷-۱۰۲

- \* Abdipoor S., Nasser 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 and 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 Poly Technique university, Kowloon, Hong Kong.
- \* Chiang, W.C. Urban, T.L. and Baldrige, 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 Development 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.
- \* Jelc, 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