کاربرد الگوریتم فاخته در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

ریحانه بیگی[1]، مهدی صالحی[2]

چکیده

در شرایط متغیر اقتصادی و نوسانات شدید در محیط‌های تجاری تصمیم‌گیری مالی نسبت به گذشته راهبردی‌تر شده و همواره با ریسک و عدم اطمینان همراه می باشد. از این‌رو، یکی از راه‌های کمک به سرمایه‌گذاران به منظور ارائه‌ی اطلاعات به آنها، ارائه الگوهای مناسب پیش‌بینی دورنمای شرکت است. تحقیق حاضر نیز، با استفاده از رویکردی مبتنی بر داده کاوی و با استفاده از الگوریتم‌های حرکت تجمعی ذرات و فاخته به پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران در ایران پرداخته است. بر این اساس در ابتدا با مطالعه تحقیقات پیشین ۴۲ متغیر بعنوان متغیرهای پیشنهادی تحقیق انتخاب شدند. پس از انتخاب شرکت‌های نمونه، اطلاعات تاریخی یک و دو سال قبل آنها نیز جمع آوری گردید. سپس با استفاده از الگوریتم حرکت تجمعی ذرات، ۱۱ متغیر بهینه جهت ورود به مدل انتخاب شدند. پس از آن، مدل تحقیق با استفاده از الگوریتم فاخته ساخته شد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که این الگوریتم با دقتی معادل ۹۸.۲۳٪ توانست ورشکستگی شرکت‌ها را پیش‌بینی نماید.

واژگان کلیدی: ورشکستگی، متغیرگزینی، الگوریتم حرکت تجمعی ذرات، الگوریتم فاخته.

[1] بیگی، ریحانه، کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور، reyhaneh.beygi@yahoo.com
[2] صالحی، مهدی، استادیار دانشگاه فردوسی مشهد،

مقدمه

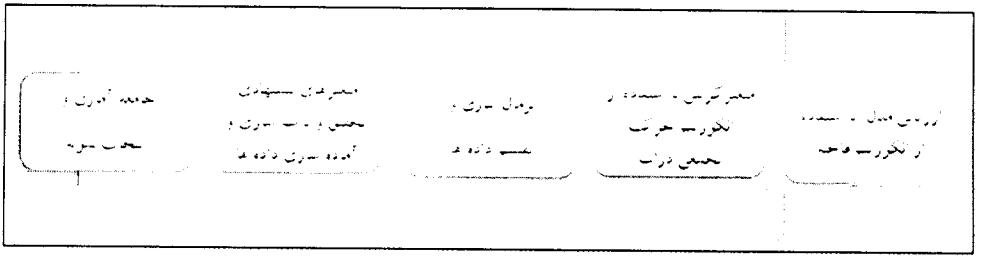
از دهۀ ۱۹۵۰ میلادی با افزایش شرکت‌ها و مؤسسات بازرگانی و ایجاد پیچیدگی در روابط اقتصادی و تجاری، وظایف امور مالی به صورت چشمگیری تغییر یافته است. تأکید دولتها بر رشد اقتصادی به افزایش و گسترش بیش از پیش شرکت‌ها و مؤسسات کمک واین وظایف را پیچیده‌تر نموده است. از سوی دیگر پیشرفت تکنولوژی و تغییرات محیطی وسیع باعث شتاب فزاینده اقتصاد و به علت رقابت روزافزون شرکت‌ها، سود محدود شده و میل به ورشکستگی افزایش یافته است. بنابراین با استراتژیک‌تر شدن تصمیم‌گیری مالی، مدیران مجبور شده‌اند با بهره‌برداری از روش‌های پیشرفتۀ تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی، نگرش خود را بلندمدت نمایند و مدلهای جدید کنترل را که از دقت و گستردگی بیشتری برخوردارند به کار گیرند(کمیجانی،سعادت فر،۱۳۸۵). از سوی دیگر، ورشکستگی رویدادی است که تاثیر زیادی بر مدیریت، سهامداران، مشتریان، بستانکاران و سایر افراد ذینع می‌گذارد.به همین دلیل، چنانچه بتوان در مورد وقوع ورشکستگی پیش از رخداد آن اطلاعاتی به دست اورد، می‌توان از پیامدهای اقتصادی و اجتماعی آن کاسته و یا حتی جلوگیری نمود.

در چند دهه اخیر، پژوهش های گسترده‌ای در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی انجام گرفته و مدل های متفاوتی معرفی شده‌اند و اغلب این مدل‌ها دارای موفقیت‌های زیادی شده‌اند. با این وجود، عموماً بکارگیری مجدد این مدل‌ها برای مجموعه داده‌های متفاوت از داده‌های اولیه (داده‌های متفاوت از نظر زمانی و یا داده‌های مربوط به شرایط یا سیستم‌های اقتصادی متفاوت) نتوانسته‌اند موفقیت‌های پیشین را تکرار کند. از سوی دیگر، با گذشت زمان، شرایط تغییر کرده و در نتیجه متغیرهای مورد استفاده در مدل‌ها کارایی خود را ازدست می‌دهند (هابر[۱]، ۲۰۰۶). همچنین سیستم‌های اقتصادی که این مدل‌ها بر پایه آن طرح‌ریزی شده‌اند متفاوت از دیگر بخش‌ها و یا کشورها است (گریک و دوگان[۲]، ۲۰۰۱). از این رو، طراحی مدلی منطبق بر شرایط اقتصادی کشور و استفاده از متغیرهایی متناسب با سیستم اقتصادی و مالی آن ضروری است. هدف این تحقیق ساخت مدلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتمی نسبتاً جدید با نام فاخته است که با شرایط و سیستم اقتصادی کشور منطبق باشد، بر اساس متغیرهای اثرگذار در ایران پایه‌ریزی شده و بطور کلی بتواند در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی دارای عملکرد مطلوب و رضایت بخشی باشد. الگوریتم فاخته[۳] به دلیل دارا بودن الگوریتم خاص و اصلاح یافته، بیشتر مشکلات و ضعف های الگوریتم های تکاملی قبلی- از الگوریتم ژنتیک[۴] و حرکت تجمعی ذرات[۵] گرفته تا الگوریتم رقابت استعماری[۶] که نسبتاً جدیدتر می باشد - به نوعی رفع شده و دارای توانایی همگرایی بسیار سریعتر و قدرت یافتن نقاط بهینه کلی[۷] بصورت دقیق تری می باشد (رامین رجبیون، ۲۰۱۱). شکل زیر مراحل این تحقیق را نشان می‌دهد.

---

[۱] Haber
[۲] Dugan & Grice
[۳] Cuckoo Algorithm
[۴] Genetic Algorithm
[۵] Particle Swarm Optimization
[۶] Imperialistic Competition Algorithm
[۷] global optimum

شکل ۱- مراحل پیش‌بینی ورشکستگی در این تحقیق



پیشینه تحقیقات

اولین تحقیق در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی در سال ۱۹۰۰ توسط توماس وودلاک انجام شد. وی یک تجزیه و تحلیل کلاسیک در صنعت راه‌آهن انجام داد و نتایج تحقیق خود را در مقاله‌ای تحت عنوان درصد هزینه‌های عملیاتی به سود انباشته ناخالص ارائه کرد. در سال ۱۹۱۱، لارس جامبرلاین در مقاله‌ای تحت عنوان اصول سرمایه‌گذاری اوراق قرضه از نسبت‌های به‌دست آمده به‌وسیله وودلاک، نسبت‌های عملکرد را به‌وجود آورد. در سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۳۵، آرتور ونیکور و ریموند اسمیت در مطالعات خود تحت عنوان روشهای تحلیل در نسبت‌های مالی شرکت‌های ورشکسته دریافتند که صحیح‌ترین نسبت برای تعیین وضعیت ورشکستگی، نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی است. اولین تحقیقاتی که باعث ایجاد مدلی برای پیش‌بینی ورشکستگی شد، تحقیقات ویلیام بیور در سال ۱۹۶۶ بود. بیور یک مجموعه شامل ۳۰ نسبت مالی که به‌نظر وی، بهترین نسبت‌ها برای ارزیابی سلامتی یک شرکت بودند را انتخاب کرد. سپس نسبت‌ها را براساس چگونگی ارزیابی شرکت‌ها، در شش گروه طبقه‌بندی کرد. وی طی تحقیقات خود به این نتیجه رسید که ارزش هر نسبت، در میزان اعتبار طبقه‌بندی شرکت‌ها در گروههای شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته است، و میزان خطای طبقه‌بندی کمتر، نشان‌دهنده ارزش بالای هر نسبت است رهنمای (رودپشتی،نیکومرام،شاهور دیانی، ۱۳۸۵). پس از تحقیق بیور، مدل‌های متفاوتی جهت پیش‌بینی ورشکستگی ارائه شد که می‌توان بطور کلی آنها را به دو دسته مدلهای آماری و مدل‌های مبتنی بر تکنیک‌های هوش مصنوعی تقسیم نمود (به شرح جدول۱).

مدل‌های آماری خود به دو دسته تقسیم می‌شوند: مدل‌های آماری تک‌متغیره[۱] و مدل‌های آماری چند متغیره، که از این میان، مدل‌های آماری چند متغیره از فراوانی بیشتری برخوردارند. تحلیل تشخیصی چندگانه[۲]، احتمال خطی[۳]، لوجیت[۴] و پروبیت[۵] تشکیل‌دهنده‌ی تکنیک‌های آماری چند متغیره هستند. مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های آماری به دلیل اتکا بر مفروضات محدودکننده، کاهش یافته و موجب استقبال

---

۱ Univariate statistical models
۲ Multivariate Discriminant Analysis
۳ Linear probability model
۴ Logit
۵ Probit

از تکنیک‌های هوش مصنوعی شده، زیرا که این تکنیک‌ها اغلب ناپارامتریک بوده و در بکارگیری آنها، نیاز چندانی به مفروضات اولیه و یا اطلاعات مربوط به چگونگیِ توزیعِ ویژگی‌های مالی در میان دو گروه شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته نمی‌باشد (فرج‌زاده دهکردی، ۱۳۸۸).

جدول ۱- انواع مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی

مدل‌های آماری	۱-تمرکز این مدل ها برنشانه های ورشکستگی شرکت است. ۲-این مدلهابیشتر از حسابهای مالی شرکت ترسم می شوند. ۳-می توانند یک متغیره یا چند متغیره باشند. ۴-مدلسازی در آنها از طریق روشهای استاندارد کلاسیک انجام می‌شود.
مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی	۱-تمرکز این مدلها برنشانه های ورشکستگی شرکت است. ۲-این مدلها بیشتراز حسابهای مالی شرکت ترسیم می شوند. ۳ این مدلها ماهیتاًچند متغیره خواهند بود. ۴-این مدلها در نتیجه پیشرفت های تکنولوژیکی وپیشرفتهای فناوری اطلاعات و وابستگی بیش از حد بشرامروزبه فناوری کامپیوتر هستند.

-۱-۳۶

۳۶-۲- جامعه آماری و چگونگی نمونه‌گیری

جامعه آماری مورد مطالعه در این پژوهش، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران می‌باشد. جهت انتخاب نمونه برای انجام چنین پژوهش‌هایی، نیاز به نمونه‌ای متشکل از دو گروه ورشکسته و غیرورشکسته وجود دارد. با توجه به مفاد ماده ۱۴۱ قانون تجارت، ابتدا گروه ورشکسته انتخاب می شوند. بر طبق این قانون، اگر بر اثر زیان‌های وارده، حداقل نصف سرمایه شرکت از میان برود، هیأت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت کند تا موضوع انحلال یا بقاء شرکت، مورد شور و رأی واقع شود. هرگاه مجمع مزبور رأی به انحلال شرکت ندهد، باید درهمان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ این قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد.

۳۶-۳- بر این اساس ۷۴ شرکت مختلف ورشکسته با شرط منطبق بودن سال مالی شرکت ورشکسته با سال مالی شمسی، تولیدی بودن و عضویت در بورس اوراق بهادار تهران از دوسال قبل ورشکستگی انتخاب گردیدند.سپس به ازای هر شرکت ورشکسته یک شرکت غیر ورشکسته انتخاب گردید. در انتخاب شرکت غیرورشکسته سعی شده است که از لحاظ صنعت همخوانی وجود داشته باشد که به دلیل عدم وجود برخی شرکت های غیرورشکسته در صنایعی همانند نساجی امکان تطبیق کامل از لحاظ صنعت میسر نگردید. بازه زمانی این تحقیق سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۹۰ می‌باشند و مجموعا ۱۴۶ شرکت بعنوان نمونه انتخاب شده است.

۳۶-۴- متغیرهای پیشنهادی تحقیق، پاک سازی و آماده سازی داده ها

در این مرحله ابتدا ادبیات تحقیق مطالعه شده و فهرستی از نسبت‌های مالی استفاده شده در تحقیقات معتبر قبلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی انتخاب گردید. سپس نسبت‌های منتخب از لحاظ بعد نظری و امکان محاسبه آنها بر اساس اطلاعات در دسترس تعدیل گردید و در نهایت ۴۲ متغیر که مبتنی بر نسبت‌های سودآوری، پوششی، نقدینگی، توانایی پرداخت بدهی‌ها، اندازه و کارایی می‌باشند انتخاب شدند. این متغیرها در جدول 2 ذکر شده‌اند.

جدول2 - متغیرهای تحقیق

سود قبل بهره و مالیات بر کل	بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام	سرمایه به حقوق صاحبان
سود انباشته به سرمایه	ارزش بازار به جمع بدهی	سود انباشته به کل دارایی‌ها
ارزش بازار سهام به حقوق	ارزش بازار به جمع دارایی‌ها	سود خالص به فروش
وجوه نقد به دارایی‌ها	بدهی جاری به حقوق صاحبان سهام	سود عملیاتی به فروش
جمع بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها	مجموع وجه نقدوسرمایه گذاری کوتاه	سود قبل بهره و مالیات به
بدهی جاری به بدهی‌ها	ح د به فروش	سودناخالص به فروش
مجموع ح د و موجودی کالا به	حقوق صاحبان سهام به کل بدهی ها	فروش به دارایی‌های ثابت
حساب‌های دریافتنی به	دارایی جاری به بدهی جاری	سود خالص به حقوق
حقوق صاحبان سهام به کل	دارایی آنی به جمع دارایی‌ها	سود خالص به جمع
دارایی آنی به بدهی جاری	دارایی ثابت به جمع دارایی‌ها	سود عملیاتی به جمع
دارایی‌ثابت به مجموع حص‌س	وجه نقد به بدهی جاری	سود قبل بهره و مالیات به
دارایی جاری به جمع دارایی‌ها	فروش به وجه نقد	فروش به حقوق صاحبان
هزینه بهره به سود ناخالص	سرمایه در گردش به جمع دارایی‌ها	فروش به دارایی‌های جاری
فروش به جمع دارایی‌ها	فروش به سرمایه در گردش	اندازه شرکت

پس از انتخاب متغیرها، داده‌های مالی ۱۴۶ شرکت برای سال‌های t، t-1 و t-2 از سایت کدال سازمان بورس اوراق بهادار تهران گردآوری شدند و در مرحله پاکسازی و آماده سازی داده، داده‌هایی که متغیرهای مستقل آنها بدلیل ناقص بودن اطلاعات وجود نداشته و یا قابل محاسبه نبودند، حذف می‌گردند. در تحقیق حاضر ۴۲ متغیر مزبور، متغیرهای مستقل بوده و متغیر وابسته وضعیت مالی شرکت است که می‌تواند ورشکسته یا غیر ورشکسته باشد.

نرمال سازی و تقسیم داده ها

اصولاً وارد کردن داده‌های خام به الگوریتم باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می شود. برای اجتناب از چنین شرایطی و همچنین به منظور یکسان نمودن ارزش داده ها، قبل از آموزش شبکه عصبی، داده های ورودی به آن میبایستی استاندارد (نرمال) شوند، یعنی همه داده ها بین۱ و ۱- معادل سازی شوند.

پس از نرمال‌سازی، داده‌ها به منظور طراحی مدل شبکه به سه دسته آموزشی، صحت‌سنجی و آزمون تقسیم شدند. از داده‌های آموزشی به منظور پیدا کردن رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده‌ای توسط مدل استفاده می‌شود. در این تحقیق ۷۰٪ داده‌ها برای آموزش در نظر گرفته شده‌اند. داده‌های صحت‌سنجی، بخشی از داده‌های موجود را برای کنترل و نظارت بر یادگیری صحیح شبکه استفاده می‌کنند. ۱۵٪ داده‌ها برای صحت سنجی اختصاص داده شده‌اند. الباقی داده‌ها، داده‌های آزمون هستندکه برای ارزیابی عملکرد شبکه پیشنهادی استفاده می‌شوند.

متغیرگزینی با استفاده از الگوریتم حرکت تجمعی ذرات

قبل از آغاز طراحی یک مدل، هنگامی که متغیرهای بسیاری وجود دارد، تنها آن متغیرهایی که واقعاً لازم هستند بایستی انتخاب شوند. بدین منظور از الگوریتم حرکت تجمعی ذرات استفاده شده است. این الگوریتم، اولین بار توسط کندی و ابرهارت[1] در سال ۱۹۹۵ معرفی گردید. اساس حرکت تجمعی ذرات، شبیه‌سازی یک رفتار دسته جمعی است که از آن برای نشان دادن حرکت گروه پرنده‌هاو ماهیان استفاده می شود. حرکت تجمعی ذرات از عامل جمعیت[2] که شامل راه‌حلهای بالقوه مسئله‌ی تحت بررسی است، جهت اکتشاف در فضای جستجو استفاده می‌کند. در حرکت تجمعی ذرات، هر عضو از جمعیت، دارای یک سرعت انطباقی (تغییر مکان) است که مطابق با آن در فضای جستجو حرکت می‌کند. علاوه بر آن، هر کدام از آنها دارای حافظه نیز می‌باشند، یعنی بهترین موقعیتی که در فضای جستجو به آن می‌رسند را به خاطر می‌سپارند. بنابراین حرکت هر عضو در دو جهت صورت می‌گیرد: به سوی بهترین موقعیتی که ملاقات کرده‌اند و به سوی بهترین موقعیتی که بهترین عضو در همسایگی آنها ملاقات کرده است. نتایج حاصل از اجرای الگوریتم

---

[1] Kennedy and Eberhart
[2] Swarm

حرکت تجمعی ذرات به منظور یافتن متغیرهای بهینه، بعداز ۱۰۰۰ تکرار باعث همگرایی مناسب شد و در نهایت ۱۱ متغیر به شرح جدول 3 وارد مدل شدند.

جدول3- متغیرهای منتخب با استفاده از الگوریتم حرکت تجمعی ذرات

نسبت سود قبل بهره و مالیات بر کل دارایی‌ها	سود عملیاتی به فروش
سود انباشته به سرمایه	سودناخالص به فروش
هزینه بهره به سود ناخالص	ارزش بازار به جمع دارایی‌ها
سود انباشته به کل دارایی‌ها	حقوق صاحبان سهام به کل بدهی ها
سود خالص به فروش	سود خالص به حقوق صاحبان سهام
سود خالص به جمع دارایی‌ها	

ارزیابی مدل با استفاده از الگوریتم فاخته

الگوریتم فاخته یکی از جدیدترین و قوی‌ترین روش‌های بهینه‌سازی تکاملی می‌باشد که توسط یک مهندس ایرانی به نام رامین رجبیون معرفی شده است. این الگوریتم، الهام گرفته از روش زندگی پرنده‌ای بنام فاخته است. روش زندگی و تخم گذاری جالب این پرنده نوید یک الگوریتم بهنیه‌سازی خوب و قابل را در طبیعت وحشی می‌داد. روشی که با کمترین تلاش، در جنگ برای بقا با سایر حیوانات، به بقا می‌رسید. این پرنده تنبل به زیبایی هرچه تمام‌تر سایر پرندگان را مجبور به شرکت در بقای خود می‌کند. همانند سایر الگوریتم‌های تکاملی، این الگوریتم نیز با یک جمعیت اولیه کار خود را شروع می‌کند، جمعیتی متشکل از فاخته‌ها. این جمعیت از فاخته‌ها تعدادی تخم دارند که آنها را در لانه تعدادی پرنده‌ی میزبان خواهند گذاشت. تعدادی از این تخم‌ها که شباهت بیشتری به تخم‌های پرنده میزبان دارند شانس بیشتری برای رشد و تبدیل شدن به فاخته بالغ خواهند داشت. سایر تخم‌ها توسط پرنده میزبان شناسایی شده و از بین می‌روند. میزان تخم‌های رشد کرده، مناسب بودن لانه‌های آن منطقه را نشان می‌دهند. هرچه تخم‌های بیشتری در یک ناحیه قادر به زیست باشند و نجات یابند به همان اندازه سود (تمایل) بیشتری به آن منطقه اختصاص می‌یابد. بنابراین موقعیتی که در آن بیشترین تعداد تخم‌ها نجات یابند پارامتری خواهد بود که فاخته قصد بهینه‌سازی آنرا دارد. فاخته‌ها برای بیشینه کردن نجات تخم‌های خود دنبال بهترین منطقه می‌گردند. پس از آنکه جوجه‌ها از تخم در آمدند و تبدیل به فاخته بالغ شدند، جوامع و گروه‌هایی تشکیل می‌دهند. هر گروه منطقه سکونت خود را برای زیست

دارد. بهترین منطقه سکونت تمام گروه‌ها مقصد بعدی فاخته‌ها در سایر گروه‌ها خواهد بود. تمام گروه‌ها به سمت بهترین منطقه موجود فعلی مهاجرت می‌کنند. هر گروه در منطقه‌ای نزدیک بهترین موقعیت فعلی ساکن می‌شود. با در نظر گرفتن تعداد تخمی که هر فاخته خواهد گذاشت و همچنین فاصله فاخته‌ها از منطقه بهینه فعلی برای سکونت تعدادی شعاع تخم‌گذاری محاسبه شده و شکل می‌گیرد. سپس فاخته‌ها شروع به تخم-گذاری تصادفی در لانه‌هایی داخل شعاع تخم‌گذاری خود می‌کنند. این پروسه تا رسیدن به بهترین محل برای تخم‌گذاری (منطقه با بیشترین سود) ادامه می‌یابد. این محل بهینه جایی است که بیشترین تعداد فاخته‌ها در آن گرد می‌آیند. پس از چند تکرار تمام جمعیت فاخته‌ها به یک نقطه بهینه با حداکثر شباهت تخم‌ها به تخم‌های پرندگان میزبان و همچنین به محل بیشترین منابع غذایی می‌رسند. این محل بیشترین سود کلی را خواهد داشت و در آن کمترین تعداد تخم ها از بین خواهند رفت. همگرایی بیش از ۹۵٪ تمام فاخته‌ها به سمت یک نقطه، الگوریتم بهینه‌سازی فاخته را به انتهای خود می‌رساند (رامین رجبیون،۲۰۱۱). در این تحقیق پس از ورود ۱۱ متغیر بهینه به الگوریتم فاخته نتایج زیر حاصل شد (جدول 4) .

جدول4- پیش‌بینی ورشکستگی بر اساس تعداد

پیش بینی وضعیت مالی شرکت ها	کل	غیرورشکسته	ورشکسته
تعداد پیش بینی صحیح	436	218	218
تعداد پیش بینی نادرست	2	1	1
کل	438	219	219

مقادیردقت مدل یا همان ضریب همبستگی(R^2) نیز که یکی از آماره هایی است که در مقالات شبکه های عصبی و الگوریتم ها فرا ابتکاری به فراوانی از آن استفاده شده است با استفاده از فرمول زیر بدست آمد:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \hat{y})^2}{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}$$

ضریب همبستگی (R^2) آماره‌ای است که تفاوت مقادیر پیش‌بینی شده و واقعی ورشکستگی را نمایش می‌دهد و هرچه این مقدار بالاتر باشد روند بهتر پیش بینی را نمایش می‌دهد. خلاصه نتایج حاصل از اعمال داده ای آموزشی، صحت سنجی و آزمون براساس الگوریتم فاخته در جدول 5 آورده شده است. همچنین از MSE و RMSE برای محاسبه خطای نوع دوم استفاده شده که به نوعی دقت و اعتبار دسته داده‌ها را نمایش می‌دهند و هرچه این فاکتورها کوچکتر باشند نشان دهنده روند بهتر کار می‌باشند و با استفاده از فرمول های زیر تعیین می شوند:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(yi - \hat{y}i)^2}{N}}$$

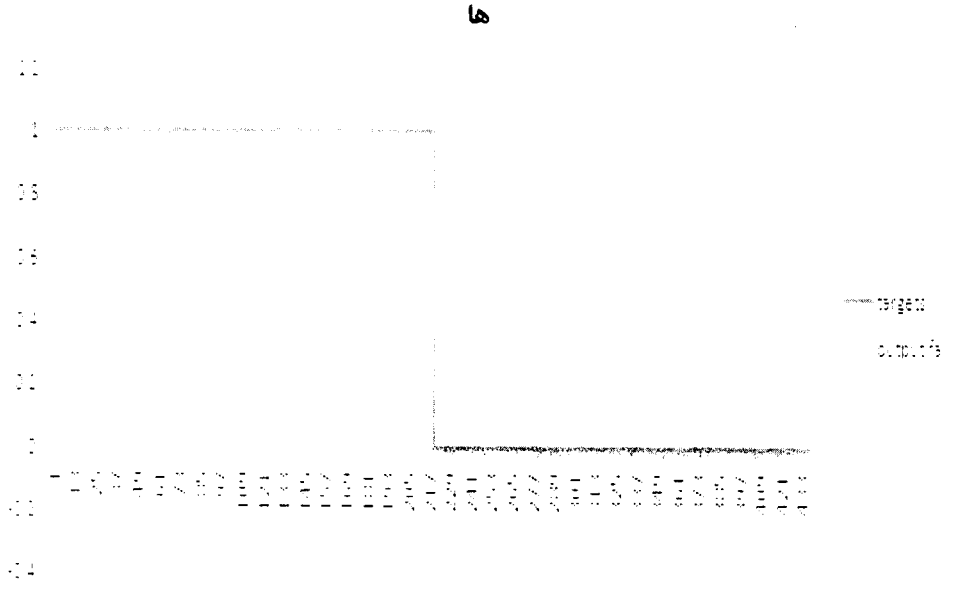
$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{N}(yi - \hat{y}i)^2}{N}$$

جدول 5- خلاصه نتایج حاصل از اعمال داده ای آموزشی، صحت سنجی و آزمون براساس الگوریتم فاخته

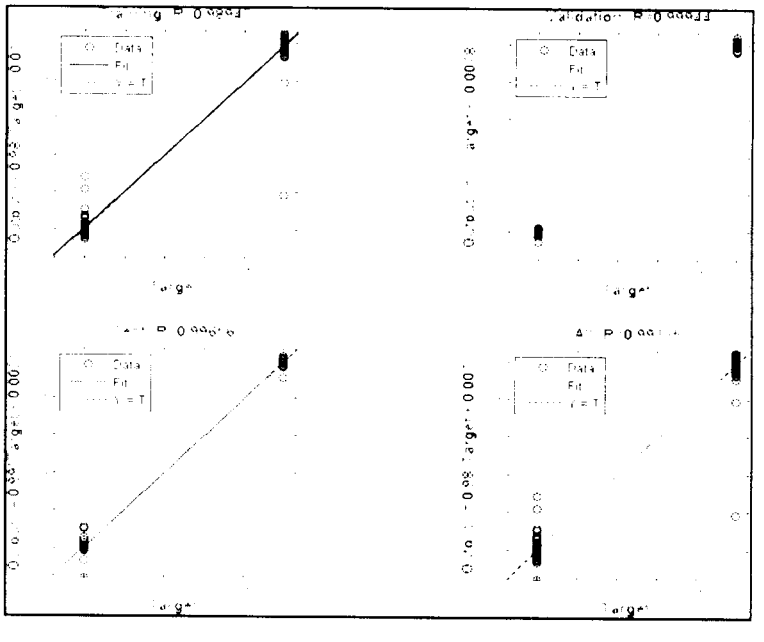
تقسیم بندی	درصد	تعداد	R^2	خطای نوع اول	خطای نوع دوم	
					RMSE	MSE
آموزشی	70%	307	0.9789519	0.01058	0.1294808	0.0167653
صحت سنجی	15%	66	0.9988803	0.00056	0.0178059	3.17E-04
آزمون	15%	66	0.9931318	0.00344	0.0781395	0.0061058
کل	100%	438	0.9823783	0.00885	0.0663823	0.0044066

در این پژوهش منظور از خطای نوع اول، احتمال طبقه‌بندیِ نادرست یک شرکت ورشکسته، به عنوان یک شرکت غیرورشکسته و منظور از خطای نوع دوم، احتمال طبقه‌بندی نادرست یک شرکت غیرورشکسته، به عنوان یک شرکت ورشکسته می‌باشد. قابل به ذکر است که هزینه‌های مربوط به این دو نوع خطا با یکدیگر متفاوت است، زیرا هزینه‌های ناشی از طبقه بندی نادرست یک شرکت ورشکسته به عنوان شرکتی غیرورشکسته (خطای نوع اول)، خیلی بیشتر از زمانی است که شرکتی غیرورشکسته، اشتباهاً به عنوان ورشکسته طبقه بندی گردد (خطای نوع دوم). در نمودار شماره ۱، پیش‌بینی ورشکستگی بصورت نموداری هندسی آورده شده و همچنین نمودار۲، خروجی‌های کلی الگوریتم را نشان می‌دهد.

نمودار ۱ - نمایش هندسی پیش ورشکستگی شرکت ها



نمودار ۲- نمایش خروجی الگوریتم برای کل داده‌ها و داده‌های آموزش، صحت سنجی و آزمون



۳۶-۵- نتیجه‌گیری

در گام اول این تحقیق، متغیرهای بهینه‌ی دارای قدرت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها، با استفاده از الگوریتم حرکت تجمعی ذرات شناسایی شده‌اند که می‌تواند برای پژوهشگران داخلی، راهگشای انتخاب متغیر جهت موضوعات مربوط به این تحقیق باشد. ارائه مدلی با دقت ۹۸.۲۳ درصد با استفاده از الگوریتم فاخته جهت پیش‌بینی ورشکستگی دستاورد دیگر این تحقیق می‌باشد. نتایج این پژوهش مؤید این مطلب است که الگوریتم‌های بکار برده شده در این تحقیق می‌توانند با دقت بالایی مدلی ارائه دهند که ورشکستگی را پیش‌بینی نماید.

منابع

۱)اعتمادی، حسین و فرج‌زاده دهکردی، حسن (۱۳۸۶)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدل‌بندی پیش‌بینی ورشکستگی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مدیریت و اقتصاد.

۲)رهنمای روپشتی ،فریدون و نیکو مرام ، هاشم و شاهور دیانی ،شادی(۱۳۸۵)،مدیریت مالی و راهبردی (ارزش آفرینی) ،تهران: انتشارات کساکاوش.

۳) کمیجانی،اکبر و سعادت فر، جواد (۱۳۸۵)، کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس، دوفصلنامه علمی- پژوهشی جستارهای اقتصادی، سال سوم، شماره ششم: ص ۴۳-۱۱.

4) Beaver, W. (1967). Financial ratios predictors of failure. Empirical research in accounting: selected studies 1966. *Journal of Accounting Research, 4*. 71-111.

5) Grice, G. S., & Dugan, M. T. (2001). The Limitations of Bankruptcy Prediction Models: Some Cautions for Researcher. *Review of Quantitative Finance and Accounting, 17*. 151-166.

6) Haber, J. (2006). THEORETICAL DEVELOPMENT OF BANKRUPTCY PREDICTION VARIABLES. ***The Journal of Theoretical Accounting Research***, 2, 82-101

7) Kennedy, J., & Eberhart, R. C. (1995). Particle Swarm Optimization. *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, Piscataway, NJ*. 1942-1948.

8) Rajabioun, R. (2011). Cuckoo Optimization Algorithm. *Applied Soft Computing, 11(8)*. 5508–5518.

Abstract

In variant economic condition and volatility in the business environment, financial decisions are more strategic than ever before and are always associated with risk and uncertainty. Hence, one way of helping investors, in order to present information to their, is providing appropriate models to predict the prospects of the company. This study, using data mining approach and Participle Swarm Optimization and Cuckoo algorithm predict bankruptcy of companies in the Tehran Stock Exchange. In the first step, 42 variables were selected based on previous research as proposals variables. After selecting the sample companies, historical data were collected for one and two years ago. Then using Participle Swarm Optimization 11 optimal variables algorithm were selected for entry into the model. Subsequently, the research model was constructed using the Cuckoo algorithm. The results indicate that this algorithm can predict company's bankruptcy with accuracy equal to 98.23%.

هوالحسیب

گواهی نامه چاپ مقاله

جناب آقای/سرکار خانم

مهدی صالحی

بدین وسیله گواهی می شود مقاله جنابعالی با عنوان

کاربرد الگوریتم فاخته در پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

در یازدهمین همایش ملی حسابداری ایران که ۱۷و۱۸ مهرماه ۱۳۹۲ در دانشگاه فردوسی مشهد برگزار شد، جهت چاپ در مجموعه مقالات پذیرفته شده است.

رایس کمیته علمی
دکتر جعفر باباجانی

دبیر همایش
دکتر [illegible]

دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده علوم اداری و اقتصادی

The 11th Iranian
Accounting Conference
9-10 october2013

یازدهمین همایش ملی حسابداری