فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵
صفحات ۱۰-۲۴
ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

# ارائه یک الگوریتم برای تخمین ورشکستگی موسسات مالی با الهام از الگوریتم زنبور عسل

**حامد دهقان[۱]، علی اصغر پور حاجی کاظم[۲] و ایمان عطارزاده[۳]**

۱دانشجوی کارشناسی ارشد/مهندسی کامپیوتر-نرم افزار/دانشگاه آزاد اسلامی
واحد الکترونیکی شماره همراه : ۰۹۱۲۶۳۰۳۷۷۹ - آدرس ایمیل : h.dehghan.eng@gmail.com
۲استادیار/دکتری مهندسی نرم افزار/دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز شماره همراه: 0914-4113530 -آدرس ایمیل: pourhaji@gmail.com
۳ استادیار/ دکتری مهندسی نرم افزار / دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول شماره همراه : ۰۹۱۲۰۲۰۹۰۴۲ – آدرس ایمیل : attarzadeh.std@gmail.com

**چکیده**

مسئله ورشکستگی و موفق نبودن شرکت ها و موسسات مالی همواره مشکلی درخور تأمل بوده است. در اکثر مدل‌هایی که برای پیش بینی ورشکستگی از اطلاعات حسابداری استفاده شده است، این اطلاعات اغلب به شکل نسبت های مالی بیان شده اند. به دلیل اینکه روش های آماری و منطقی از فرض های محدود کننده ای چون فرض خطی و نرمال بودن متغیرهای پیش بینی کننده رنج می برند در این تحقیق به ارائه روشی هوشمند مبتنی بر الگوریتم زنبور عسل جهت پیش بینی ورشکستگی پرداختیم. به منظور ساخت یک فرضیه پیش بینی کننده ورشکستگی، مجموعه داده ها مربوط به سال ۲۰۱۴ در دانشکده مهندسی ویناياگار و دانشگاه پوندیچری در کشور هند که به عنوان داده های استاندارد در مقالات دیگر نیز می باشد استفاده گردید. نوآوری این تحقیق در بهبود خاصیت اکتشافی الگوریتم زنبور عسل استاندارد با ارائه تکنیک زنبورهای راهنمای عمومی برای رسیدن به بهترین مقدار جواب عمومی می باشد. این تکنیک موجب کاهش خطای کل کلونی شده و دقت را تا حد مطلوبی بالا برده است. الگوریتم پیشنهادی در نرم افزار متلب شبیه سازی شده و نتایج از لحاظ مقادیر برازندگی بر اساس گذشت نسل ها، زمان اجرا، نسل همگرایی به سمت جواب، دقت و مقدار بهینه ویژگی های مربوط به مجموعه داده ها بررسی شده است. به منظور مقایسه دقیق سعی شده است شرایط شبیه سازی تا حد ممکن مانند مقالات دیگر باشد و مجموعه داده های یکسانی استفاده گردد. نتایج نشان می دهد دقت روش پیشنهادی در این تحقیق بالاتر از دیگر الگوریتم های تکاملی و روش های یادگیری ماشین بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** الگوریتم زنبور عسل، زنبور مصنوعی کلونی، تخمین ورشکستگی موسسات مالی

**۱- مقدمه**

ورشکستگی شرکت ها و موسسات مالی همواره مشکلی درخور تأمل بوده است. به دلیل اهمیت این موضوع اندیشمندان حسابداری و مالی در سراسر دنیا در جستجوی روش‌هایی برای پیش بینی شکست مالی شرکت ها هستند. از آنجایی که ورشکستگی هزینه های اقتصادی و اجتماعی سنگینی را بر جامعه تحمیل می کند از دیدگاه کلان نیز مورد توجه و اهمیت قرار می گیرد زیرا منابع اتلاف شده در یک واحد اقتصادی بحران زده می توانست به دیگر فرصت های سود آور اختصاص یابد. از این رو محققان به فکر پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با استفاده از تجزیه و تحلیل صورت های مالی و بررسی نسبت های مالی افتادند.

دلایل ورشکستگی را می توان به دو دسته تقسیم نمود:

الف- دلایل برون سازمانی ورشکستگی

۱- ویژگی های سیستم اقتصادی: مدیریت شرکت باید تغییراتی را که در ساختار اقتصادی رخ می‌دهد بپذیرد. وی نمی‌تواند تغییری در آنها ایجاد کند بلکه باید تعدیلات لازم را در عملیات شرکت در جهت این سیستم پیاده سازد.

۲- رقابت: یکی از دلایل ورشکستگی رقابت است، اما مدیریت کارا نقطه مقابل این دلیل است.

۳- تغییرات در تجارت و بهبودها و انتقالات در تقاضای عمومی: اگر شرکت ها از بکارگیری روش های مدرن و شناخت وسیع و به موقع خواسته‌های مصرف کننده جدید ناتوان باشند، شکست می‌خورند.

۴- نوسانات تجاری: مطالعات نشان داده است که نا سازگاری بین تولید و مصرف، عدم استخدام، کاهش در میزان فروش، سقوط قیمت ها و... باعث افزایش تعداد شرکت های ورشکسته شده است. به هرحال نبود آرامش موقت عامل زیربنایی ورشکستگی شناخته نشده است.

۵- تامین مالی: پروفسور ناماکی با استفاده از داده‌های بانک جهانی برای دوره ۱۹۸۰- ۱۹۹۰ عنوان کرد که مشکلات مرتبط با تامین مالی، بیشتر از شرایط اقتصادی ، باعث ورشکستگی شرکت های کوچک می‌شود.

۶- حوادث طبیعی: برخی عوامل بسیار فراتر از کنترل شرکت هستند مانند رویدادهای طبیعی.

۷- نیوتن (۱۹۹۸) عوامل درون‌سازمانی ورشکستگی واحدهای تجاری را عواملی می‌داند که می‌توان با برخی اقدامات واحدتجاری از آنها جلوگیری کرد. اغلب این عوامل ناشی از تصمیم گیری غلط است و مسئولیت آنها را باید مستقیماً متوجه خود واحدتجاری دانست.

ب- دلایل درون سازمانی ورشکستگی

۱- ایجاد و توسعه بیش از اندازه اعتبار: اگر شرکت، اعطای اعتبار به مشتریان را بیش از اندازه توسعه بخشد در دریافت دیون از بدهکاران دچار مشکل می‌گردد. توزیع کننده‌ها در صورت فروش کالا به مصرف کننده قادر به پرداخت بدهی هایشان هستند، پس اعتبارات اعطا شده از تولیدکننده به توزیع کننده و نهایتاً به مصرف کننده توسعه داده می‌شود. در این حالت یک زنجیره اعتبار ایجاد می‌شود و اگر یک حلقه در این زنجیره ورشکست شود خطر سقوط همه زنجیره وجود دارد.

۲- مدیریت ناکارا: فقدان آموزش، تجربه، توانایی و ابتکار مدیریت، واحد تجاری را در باقی ماندن در عرصه رقابت و تکنولوژی دچار مشکل می‌سازد. بیشترین تعداد ورشکستگی ها به این دلیل بوده‌اند. عدم همکاری و ارتباط موثر مدیریت با افراد حرفه‌ای هم در این طبقه قرار می‌گیرد.

۳- سرمایه ناکافی: در صورتی که سرمایه کافی نباشد، شرکت ممکن است قادر به پرداخت هزینه‌های عملیاتی و تعهدات اعتباری در سررسید نگردد. با این حال دلیل اصلی مشکل، معمولا سرمایه ناکافی نیست و ناتوانی در مدیریت اثربخش سرمایه، مسئله اصلی است.

۴- خیانت و تقلب: تعداد اندکی از ورشکستگی ها با برنامه‌ریزی، ساختگی و بر اثر تقلب می باشد.

۵- استعفای مدیران ارشد: مدیران ارشد یک سازمان در جایگاهی هستند که می‌توانند عملکرد بعدی سازمان را ببینند. بنابراین آنها می‌توانند زودتر استعفا دهند و به شرکت هایی که پتانسیل بهتری برای مقاومت در برابر ناملایمات اقتصادی دارند بروند. این استعفا می‌تواند یک نشانه عملکرد ضعیف باشد.

۶- افت قیمت سهام: قیمت های سهام نشان دهنده ارزشی هستند که بازار برای شرکت قائل است. بی‌ثباتی و کاهش قیمت سهام ممکن است (Shaheydaripoor et al, 2012) .

تخمین ورشکستگی یک نگرانی برای ذینفعان مختلف در یک مجموعه مانند صاحبان، مدیران، سرمایه گذاران، اعتباردهندگان و شرکای کسب و کار و همچنین نهادهای دولتی مسئول حفظ ثبات بازارهای مالی و رونق اقتصادی می باشد ( martin et al, 2011) .

در سال‌های اخیر، هم‌زمان با تخصیص حجم عظیم منابع مالی از طریق بانک‌های مختلف دنیا، شاهد بحران‌ها، زیان‌ها و حتی ورشکستگی‌های متعدد بانک‌ها بوده‌ایم. بانک‌های موفق به دلایل مختلفی از قبیل خطر یا هزینه‌های ناشی از نوسان‌های نرخ بهره، تورم، ارز و یا بازپرداخت نشدن تسهیلات پرداختی، با بحران‌های متعددی روبرو شده‌اند. بحران‌های اجتماعی و پنهان، مسئولین نهادهای نظارتی و اجرایی سیستم‌های مالی را بر آن داشته است تا مدیریت ریسک نهادهای مالی و به خصوص بانک‌ها را با جدیت بیش‌تر و کارشناسانه‌تری مورد توجه قرار دهند.

از جمله کاربردهای این تحقیق می توان به صورت های مالی بانک ها، شرکت هایی که سهام آنها در بورس اوراق بهادار یا سایر بازارهای سهام معامله نمی شوند، بررسی نسبت‌های مالی موسسات، پیش بینی عملکرد مالی موسسات اشاره نمود.

سرمایه گذاران با پیش بینی ورشکستگی نه تنها از خطر هدر رفتن سرمایه خود جلوگیری می نمایند بلکه از آن به عنوان ابزاری برای کاهش خطر سبد سرمایه گذاری خود استفاده می کنند. مدیران واحد تجاری نیز در صورت اطلاع به موقع از خطر ورشکستگی می توانند اقدام هایی پیشگیرانه برای جلوگیری از ورشکستگی اتخاذ نمایند.

پژوهش های بسیاری در این زمینه در خارج از کشور و تعدادی در داخل کشور انجام گرفته است و پژوهش های بعضی از محققین برای ارائه مدلی برای پیش بینی ورشکستگی منجر گردیده که هر کدام از این مدل‌ها با درصدی اطمینان توانایی پیش بینی ورشکستگی شرکت ها را دارند.

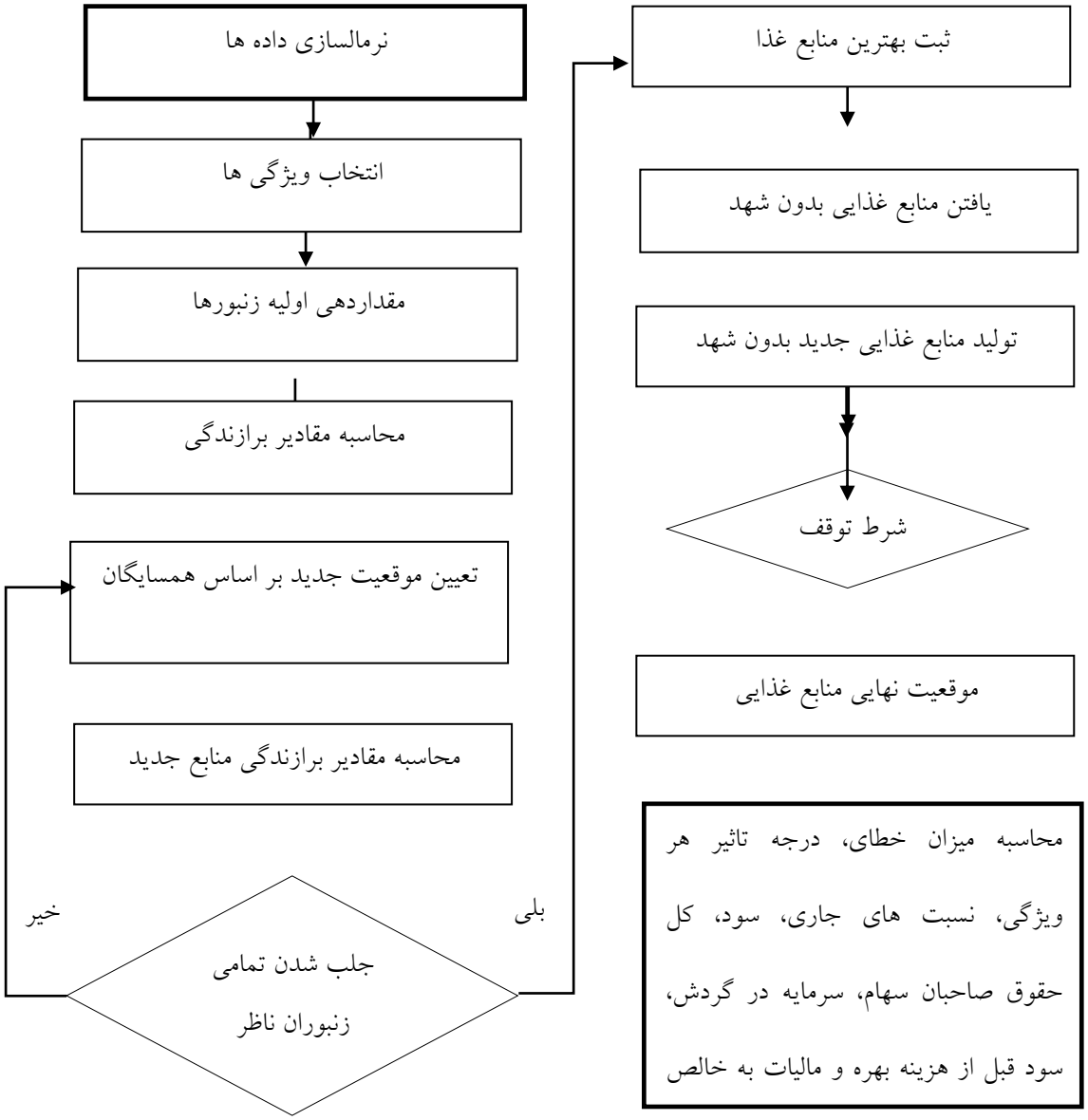
بررسی ورشکستگی شرکت ها بر اساس صورت های مالی است . متغیرهای مورد بررسی عبارتند از ریسک صنعتی ، ریسک مدیریتی، انعطاف پذیری مالی ، اعتبار ، رقابت پذیری و ریسک عملیاتی. لذا پیش بینی می نماییم نتایج این تحقیق قابلیت استفاده عملی بیشتری داشته باشد.

در تحقیقات گذشته که تخمین ورشکستگی مجموعه داده های معرفی شده در سال ۲۰۱۴ می باشد، بر اساس الگوریتم پیشنهادی این تحقیق انجام نشده است لذا بکارگیری الگوریتم زنبور عسل برای این مسئله، کار جدیدی محسوب می شود.

بهینه سازی اکتشافی کلونی زنبور عسل در مسائل دسته بندی و داده کاوی نتایج خوبی داشته است لذا با تنظیم موثر پارامترها و توسعه ای که در ساختار این روش می دهیم، این الگوریتم قادر به حل قطعی تخمین ورشکستگی موسسات مالی خواهد بود. چنانچه مجموعه داده ها به اندازه کافی و دارای ویژگی هایی با مقادیر دقیق باشند آنگاه روش های آماری می توانند بهترین مدل برای راه حل باشند، اما در بسیاری موارد مجموعه داده ها ناکافی و نادقیق می باشند که نیاز به روش های تکاملی مانند الگوریتم زنبور عسل می تواند راه حل مناسبی باشد.

بسیاری از مجموعه داده ها دارای داده های پارازیت و پرت می باشند که به شدت روی کیفیت نتایج تاثیر می گذارند. در این تحقیق با انجام مرحله پیش پردازش سعی می شود عملیات پیش پردازش را بدرستی انجام داده و داده های مناسبی در اختیار الگوریتم زنبور عسل قرار دهیم.

به منظور انجام شبیه سازی لازم است ابتدا به تهیه مجموعه داده ها (Kim M.J. et al 2003) و نرمالسازی آنها پرداخته شود. با توجه به نوع الگوریتم و مسئله تخمین ورشکستگی، برخی از ویژگی ها در داده ها، موثر می باشد که آنها انتخاب می شوند. مراحل الگوریتم زنبور عسل طبق فلوچارت ذیل پیاده سازی می گردد.




فلوچارت روش پیشنهادی

در مرحله اول به تحلیل و نرمالسازی داده های جمع آوری شده می پردازیم. پس از اینکه داده های مورد نیاز برای دسته بندی، از انباره داده موسسات جمع آوری شدند، باید برای استفاده از الگوریتم های داده کاوی آماده شوند. آماده سازی داده ها شامل عملیاتی چون پاکسازی، حذف رکوردهای با تعداد زیاد داده مفقودی، تبدیل ویژگی ها، نرمال سازی، گسسته سازی، حذف داده های پرت، ایجاد ویژگی های جدید می باشد.

اولین قدم در آماده سازی داده ها، انتخاب ویژگی های مناسب و کاهش داده هاست، متغیرهایی که تاثیری بر الگوریتم زنبور عسل ندارند از داده ها حذف شدند؛ سپس برای بهبود کیفیت داده ها، داده های مفقود از پایگاه داده حذف شدند؛ همچنین برخی از تبدیل ویژگی ها برای استخراج ویژگی های مناسب از روی داده های موجود انجام شد. به منظور دسته بندی نمونه

داده های پیشنهادی الگوریتم زنبور عسل مورد استفاده قرار می گیرد. در ادامه به شرح جزئیات آنها می پردازیم. تمامی مرحل الگوریتم پیشنهادی در قالب نمودار جریان کار آورده شده است.

در این الگوریتم، برای اولین بار نیمی از جمعیت زنبورها زنبور کارگر و نیمی دیگر زنبور جستجوگر هستند. برای هرمنبع غذایی، فقط یک زنبورعسل کارگر وجود دارد. به عبارت دیگر، تعداد زنبورهای کارگر با تعداد منابع غذایی اطراف کندو با هم برابر می باشند (Karaboga D 2005). مرحله اول شامل مقداردهی اولیه، تعیین محل زنبورهای کارگر در منابع غذایی در حافظه، تعیین محل زنبورهای جستجوگر در منابع غذایی در حافظه، ارسال زنبورهای پیشرو برای جستجوی برای منابع غذایی جدید و تکرار این اعمال تا رسیدن به وضعیت دلخواه می باشد.

در مرحله دوم، پس از به اشتراک گذاری اطلاعات، هر زنبور عسل کارگر به محدوده منبع غذایی می رود که خودش در چرخه قبلی بازدید کرده که آن منبع غذایی در حافظه اش وجود دارد، و سپس یک منبع غذایی جدید انتخاب می شود با استفاده از اطلاعات بصری که در همسایگی از همان یکی است.

در مرحله سوم، یک زنبور ناظر، حوزه منبع غذایی را بسته به نوع اطلاعات شهد توزیع شده توسط زنبورهای کارگر در منطقه حرکت انتخاب می نماید. به نوعی مقدار شهد منبع غذایی افزایش می یابد، همچنین به این احتمال که آن منبع غذایی انتخاب شده توسط زنبور ناظر نیز افزایش می یابد. لذا زنبورهای کارگر در حال حرکت که حامل شهد بالاتری هستند زنبورهای ناظر را به محدوده منبع غذایی با میزان شهد بالاتر ترغیب می نمایند. پس از ورود به حوزه انتخاب شده، او یک منبع غذایی جدید در همسایگی خود بسته به اطلاعات بصری انتخاب می نماید. اطلاعات بصری بر اساس مقایسه جهت های منبع غذایی است. وقتی شهد یک منبع غذایی توسط زنبورها رها می شود، یک منبع غذایی جدید به صورت تصادفی توسط زنبور پیشرو تعیین شده و جایگزین آن منبع رها شده می شود. در این مدل، در هر چرخه یک پیشرو برای جستجوی یک منبع غذایی جدید و تعدادی از زنبورهای کارگر و زنبورهای ناظر که برابرند خارج می رود.

در این الگوریتم، موقعیت یک منبع غذایی یک راه حل مسئله بهینه سازی را نشان می دهند و مقدار شهد از منبع غذا مربوط به برازندگی راه حل همراه می شود. تعداد زنبورهای کارگر یا زنبورهای ناظر برابر با تعداد راه حل ها در جمعیت می باشد.

با توجه به بررسی تحقیقات پیشین، نرم افزاری که در مقالات، بیشترین استفاده را داشته است، نرم افزار متلب می باشد. این نرم‌افزار دارای جعبه ابزارهای مختلفی با صدها امکان برای کاربرد خاص می باشد و می توان به سادگی، توابع و برنامه ها را با استفاده از کدها و توابع آن و در صورتی که تعداد آن ها زیاد باشد با اختصاص یک زیر شاخه برای آن ها و یک جعبه ابزار ایجاد نمود. به منظور شبیه سازی روش پیشنهادی در این تحقیق از نرم افزار متلب استفاده می گردد.

نمودار ذیل نشان دهنده فرایندی می باشد که به منظور شبیه سازی و تحلیل نتایج این تحقیق صورت گرفته است.

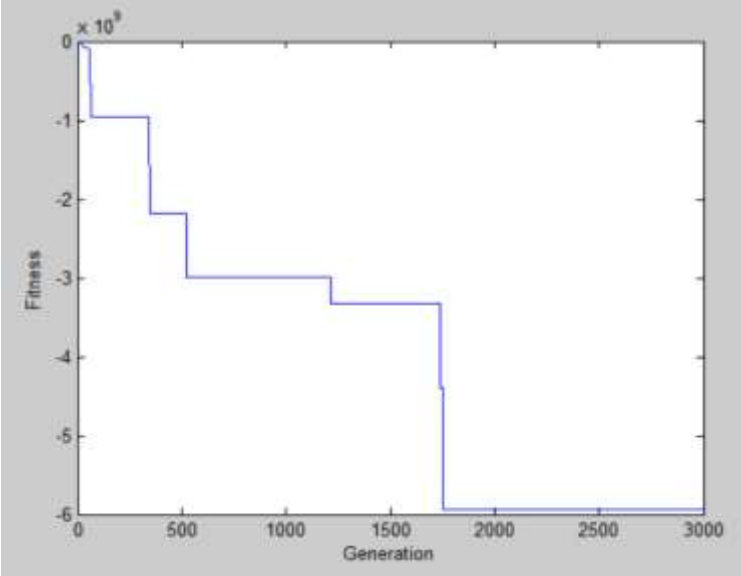
مراحل کار اجرایی و ارزیابی

به منظور پیاده سازی الگوریتم زنبور عسل لازم است تعدادی پارامتر در ابتدای شبیه سازی مقدار دهی شوند تا اینکه الگوریتم کار خود را روی مجموعه داده های ورودی شروع نماید.

- تعداد نمونه های آموزشی: ۷۰٪ از کل داده ها برابر ۱۷۵ نمونه
- تعداد نمونه های آزمایشی: ۳۰٪ از کل داده ها برابر ۷۵ نمونه
- تعداد کلونی: ۲۰
- تعداد منابع غذایی: ۱۰
- تعداد تکرارها: ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰

مقادیر ویژگی ها در مجموعه داده های آموزشی یکی از اعداد ۱- یا ۰ یا ۱ می باشند لذا به منظور نزدیک شدن به مقادیر واقعی از ضرایب وزنی استفاده شده است که درصدی از هر مقدار و یا میزان ارزش آن ویژگی را نشان می دهد. البته در انتهای الگوریتم به منظور آزمایش نتایج، عملیات رند یعنی بدست آوردن نزدیکترین عدد صحیح به آن مقدار انجام شده و با داده های اولیه آموزشی و آزمایشی مقایسه صورت گرفته است.

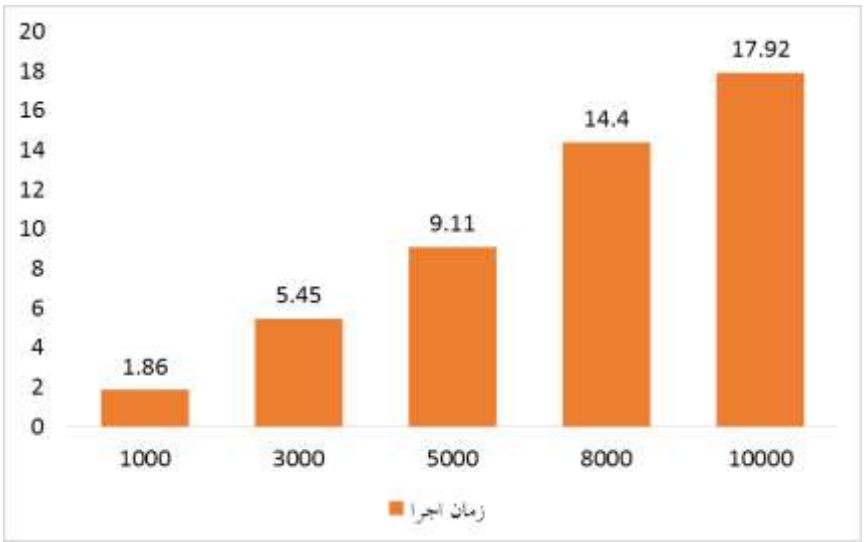
الگوریتم زنبور عسل طی گذشت نسل ها، موجب تغییر در مقادیر پارامترهای موثر در تابع برازندگی شده است لذا مقادیر این تابع طی گذشت نسل ها به صورت نمودار ذیل می باشند. از آنجائیکه در مجموعه داده ها مقادیر منفی نیز وجود دارد لذا در عملیات محاسبه برازندگی تاثیر گذاشته و در نمودار مقادیر منفی دیده می شوند.




مقادیر برازندگی بر اساس گذشت نسل ها

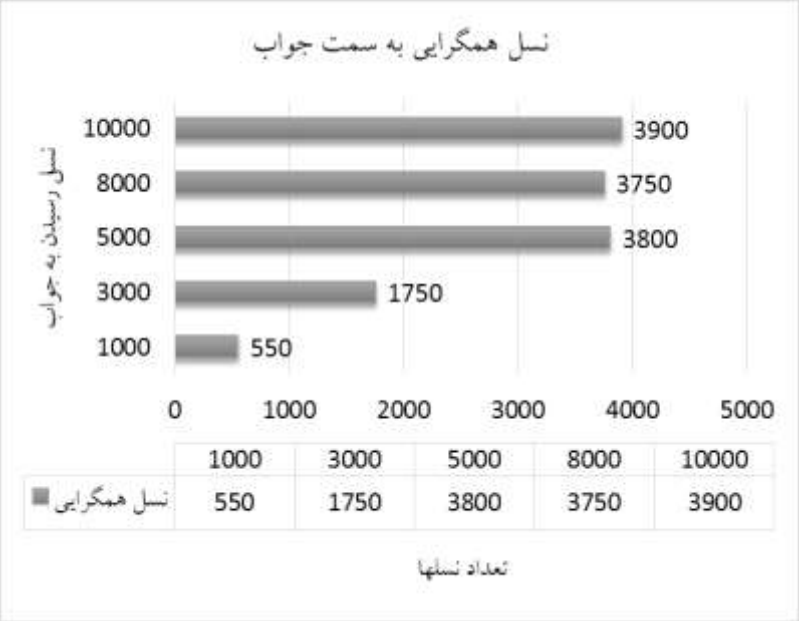
در نمودار ارائه شده، الگوریتم توانسته است با حداکثر تعداد ۳۰۰۰ نسل در نسل با شماره ۱۷۵۰ و با طی زمان ۵,۴۵ ثانیه به مقدار بهینه همگرا شود.

با افزایش تعداد نسل ها زمان اجرا زیاد می شود اما نکته مورد توجه سرعت همگرایی می باشد که در نمودار بعدی ارائه شده است. با توجه به نوع داده ها، تعداد نسل های مطلوب در این شبیه سازی برابر ۳۰۰۰ می باشد. زمان بالا در نمودار نشان دهنده یک نکته در الگوریتم های تکاملی می باشد و آن زمان بالا در اجرا می باشد که معمولا در پیاده سازی های واقعی در مسائل بزرگ، این الگوریتم ها به صورت موازی در چندین رایانه به اجرا در می آیند.




مقایسه زمان اجرا بر اساس تعداد نسل ها

در نمودار ذیل محور افقی نشان دهنده تعداد نسل ها و محور عمودی شماره نسلی که دیگر به جواب بهینه دست یافته است آورده شده است. برای نمونه در پایین ترین ردیف که مربوط به اجرای الگوریتم زنبور عسل در ۱۰۰۰ نسل یا تکرار می باشد، این روش توانسته است در تکرار ۵۵۰ بهترین جواب را پیدا نماید و در بالاترین ردیف با ۱۰۰۰۰ بار تکرار در تکرار یا نسل ۳۹۰۰ بهترین جواب بدست آمده است. درواقع هر چه شماره نسل رسیدن به جواب کمتر باشد، یعنی سرعت رسیدن به جواب بیشتر بوده است.




نمودار نسل همگرایی الگوریتم به سمت جواب بهینه

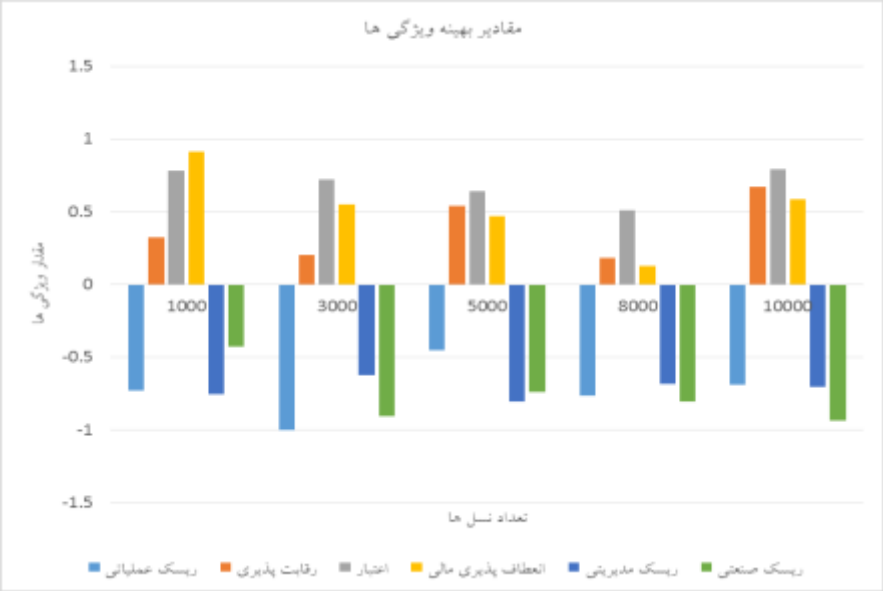
همانطور که در بخش زمان اجرا اشاره شده است، با توجه به نوع داده ها، تعداد نسل های مطلوب در این شبیه سازی برابر ۳۰۰۰ می باشد.

در جدول ذیل برای تمامی ویژگی هایی که معرفی شده است، بهترین مقادیر استخراج شده و با توجه به تعداد نسل هایی که در هر اجرای الگوریتم ارائه گردید. با توجه به نوع تابع برازندگی که در نظر گرفته شد، برای متغیرهای ریسک صنعتی، ریسک مدیریتی و ریسک عملیاتی مقادیر کمتر و برای متغیرهای انعطاف پذیری مالی، اعتبار و رقابت پذیری مقادیر بیشتر موجب رسیدن به جواب های بهینه تر می گردند.

در این بخش معیار بهینگی، مقادیر متغیرها با توجه به روند کاهشی نتایج تابع برازندگی طی گذشت نسل ها می باشد که در آخرین مرحله یعنی کمترین مقدار برازندگی، بهترین جواب برای تابع و همچنین هر یک از پارامترهای موثر در تابع که همان ویژگی های مجموعه داده ها می باشد بدست آمده است.

| نام فیلد | | f1 | f2 | f3 | f4 | f5 | f6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نام ویژگی | | ریسک صنعتی | ریسک مدیریتی | انعطاف پذیری مالی | اعتبار | رقابت پذیری | ریسک عملیاتی |
| مقادیر بهینه / نسل ها | ۱۰۰۰ | -0.4283 | -0.7549 | 0.9126 | 0.7812 | 0.3254 | -0.7291 |
| | ۳۰۰۰ | -0.9031 | -0.6241 | 0.5491 | 0.7218 | 0.204 | -1 |
| | ۵۰۰۰ | -0.7385 | -0.8032 | 0.4701 | 0.6382 | 0.539 | -0.4513 |
| | ۸۰۰۰ | -0.8034 | -1 | 0.128 | 0.5072 | 0.1803 | -0.7629 |
| | ۱۰۰۰۰ | -0.9328 | -0.7032 | 0.583 | 0.7932 | 0.6702 | -0.6902 |

مقادیر بهینه ویژگی ها طی نسل های مختلف




نمودار مقادیر بهینه ویژگی ها طی نسل ها و اجراهای مختلف

از آنجائیکه در مجموعه داده ها مقدار هر متغیر (۱- یا ۰ یا ۱ ) بوده است لذا در شبیه سازی از مقادیر وزنی برای نزدیک شدن به این مقادیر استفاده گردید. همچنین که در واقعیت نیز تا حدی می توانیم به هر یک از پارامترهای مسئله برسیم.

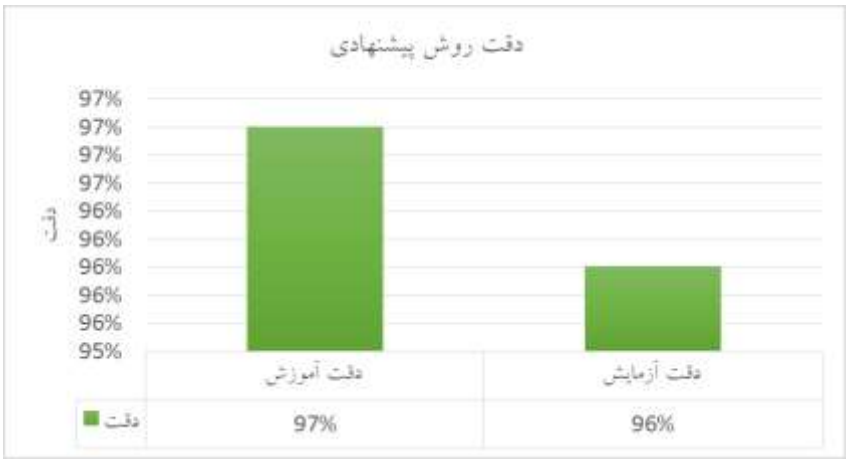
به منظور بدست آوردن دقت روش پیشنهادی، مجموعه داده ها به دو بخش آموزشی به اندازه ۷۰٪ با تعداد ۱۷۵ و آزمایشی به اندازه ۳۰٪ با تعداد ۷۵ تقسیم شده اند. بخش آموزشی را به عنوان ورودی به الگوریتم زنبور عسل داده ایم و با توجه به تابع برازندگی طراحی شده که در نسل های انتهایی به کمترین مقدار خود رسیده است موفق شدیم به بهترین فرضیه موجود در فضای جستجو دست یابیم.

در ادامه شبیه سازی، عملیات آزمایش انجام شده است. فرضیه بدست آمده از مرحله قبل یک رکورد با ۶ ویژگی با مقادیر دارای ضریب وزنی می باشند، با توجه به کمترین مقدار برازندگی برای آن یعنی دارای ورشکستگی نمی باشند.

بنابر فرضیه بدست آمده با تمامی داده های آزمایشی که دارای ورشکستگی نیستند مقایسه و تعداد آنها شمارش می شود که حاصل تقسیم آن بر تعداد داده های بدون ورشکستگی از مجموعه داده های آزمایشی نشان دهنده دقت الگوریتم پیشنهادی می باشد. معادله لازم جهت محاسبه دقت روش پیشنهادی به صورت ذیل می باشد:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

مثبت درست TP [1]: تعداد نمونه هایی از مجموعه داده های آزمایشی که با برچسب ورشکسته بودند و الگوریتم زنبور عسل بدرستی آنها را ورشکسته تشخیص داده است. منفی درست TN [2]: تعداد نمونه های بدون ورشکستگی در مجموعه داده های آزمایشی که الگوریتم زنبور عسل بدرستی آنها را بدون ورشکستگی تشخیص داده است. مثبت کاذب FP [3] : تعداد نمونه های ورشکسته در مجموعه داده های آزمایشی که به غلط نمونه بدون ورشکستگی تشخیص داده شده اند. منفی کاذب FN [4] : تعداد نمونه های بدون ورشکستگی در مجموعه داده های آزمایشی که به غلط نمونه ورشکستگی تشخیص داده شده اند.




دقت روش پیشنهادی

شبیه سازی انجام شده در مرحله آموزشی به دقتی معال ۹۷٪ و در مرحله آزمایش به دقت ۹۶٪ دست یافته است. البته از آنجائیکه روش پیشنهادی این تحقیق در بخشی از الگوریتم دارای فرایندی تصادفی برای انتخاب مجموعه آموزشی و آزمایشی می باشد بدیهی است که نتایج ارائه شده در اجراهای مختلف دارای اندکی نوسان می باشد.

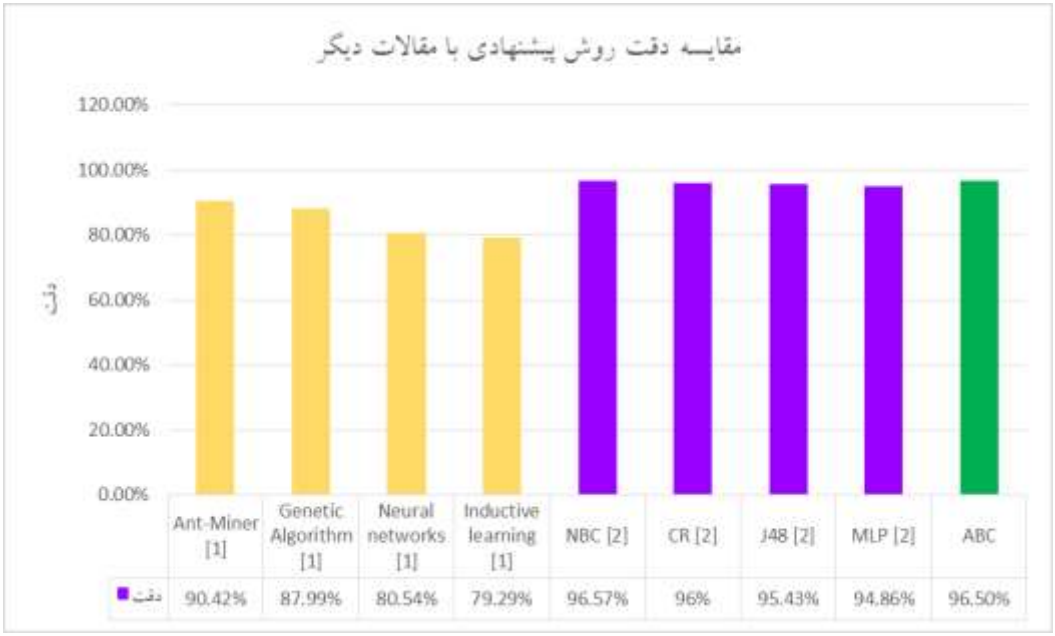
در بررسی نتایج این پروژه یعنی الگوریتم بهبود یافته زنبور عسل ABC[5] با مقالات دیگر می پردازیم. در مراحل اولیه تحقیقات پروژه، سعی شده است مجموعه داده هایی که در چند مقاله استفاده شده، انتخاب شود تا اینکه در فاز تجزیه و تحلیل بتوانیم مقایسه مناسبی انجام دهیم. به منظور مقایسه دقیق بین روش پیشنهادی این تحقیق و مقالات دیگر، سعی شده است تاحد ممکن شرایط شبیه سازی، پارامترهای موثر و معیارهای تحلیل نتایج مانند یکدیگر باشند تا اینکه عملیات بررسی و مقایسه بدرستی صورت گیرد.

با توجه به اینکه مجموعه داده های این پروژه که Bankruptcy Qualitative می باشد در مقالات ذیل نیز مورد استفاده قرار گرفته است لذا می توان مقایسه درستی در این راستا انجام داد:

1 . True Positive
2 . True Negative
3 . False Positive
4 . False Negative
5 . Artificial Bee Colony

- مقاله (Martin, A. et al 2014) با موضوع قوانین پیش بینی ورشکستگی با استفاده از نوعی از دسته بندی مبتنی بر الگوریتم اجتماع مورچگان می باشد که نتایج آن با دیگر روش های تکاملی نیز مورد مقایسه قرار گرفته است.
- مقاله (Koklu, M. et al 2014) با موضوع قوانین پیش بینی ورشکستگی با استفاده از روش های دسته بند بیزین، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، درخت تصمیم و دسته بندی بر اساس رگرسیون می باشد.

از آنجائیکه روش پیشنهادی این تحقیق مبتنی بر الگوریتم های تکاملی می باشد لذا مقاله با روش هایی از این دست که دارای عنصر تصادف می باشند، معیار مناسبی جهت مقایسه به حساب می آید. مقاله از دسته الگوریتم های یادگیری ماشین می باشد که عنصر تصادف به میزان ناچیز در آنها وجود دارد.




مقایسه دقت روش پیشنهادی با مقالات دیگر

نتایج مقایسه نشان می دهد، روش پیشنهادی این پروژه در مقایسه با دیگر روش های تکاملی، بهتر از مقالات دیگر می باشد. در نمودار ارائه شده، ستون آخر از سمت راست مربوط به نتایج این تحقیق یعنی الگوریتم زنبور عسل ABC می باشد که بین الگوریتم تکاملی، بیشترین دقت را به خود نسبت داده است.

پیاده سازی الگوریتم زنبور عسل در حل مسئله تخمین ورشکستگی موسسات مالی از سرعت نسبتاً خوبی برخوردار می باشد. از آنجائیکه این الگوریتم در دسته روش های تکاملی قرار می گیرد لذا در هر نسل نسبت به نسل های قبل، شاهد بهبود نتایج بوده ایم. بدست آوردن یک فرضیه جهت تخمین ورشکستگی بسیار مهم می باشد بطوریکه می توان ورشکستگی داده های جدید مشاهده نشده را حدس زد.

بخش اصلی زمان اجرای شبیه سازی مربوط به مرحله آموزش می باشد که ۷۰٪ از داده ها با عنوان آموزشی صورت گرفته است و نتیجه آن فرضیه ای جهت تخمین ورشکستگی رکوردهای داده می باشد. بخش دوم کار مربوط به بررسی داده جدید با استفاده از ۳۰٪ از داده ها با عنوان آزمایشی انجام شده است. لذا فرضیه بدست آمده توسط الگوریتم زنبور عسل برای داده جدید که خارج از این مجموعه داده ها باشد بسیار سریع انجام می شود و دیگر نیاز به اجرای الگوریتم نمی باشد چرا که با توجه به ۶ ویژگی در مجموعه داده مقایسه براحتی قابل انجام است.

دقت بدست آمده روش پیشنهادی در این تحقیق معادل ۹۶،۵۰٪ بوده است که نسبت به الگوریتم ژنتیک حدود ۹٪ افزایش، نسبت به الگوریتم اجتماع مورچگان حدود ۶٪ افزایش، نسبت به شبکه عصبی مصنوعی حدود ۱۶٪ افزایش، نسبت به روش های استقرایی حدود ۱۷٪ افزایش، نسبت به شبکه عصبی پرسپترون چندلایه حدود ۲٪ افزایش، نسبت به درخت تصمیم حدود ۱٪ افزایش و نسبت به دسته بندی بر اساس رگرسیون حدود ۰،۵٪ افزایش و همچنین در مقایسه با روش بیزین به دقتی تقریباً مشابه دست یافته است.

## نتیجه گیری

در این تحقیق روشی جدید جهت تخمین ورشکستگی موسسات مالی با الهام از الگوریتم زنبور عسل ارائه شده است. به منظور بهبود خاصیت اکتشافی الگوریتم زنبور عسل استاندارد، از تکنیک زنبورهای راهنمای عمومی برای رسیدن به بهترین مقدار نتیجه، در کل همسایگانشان موجب افزایش سرعت همگرایی الگوریتم زنبور عسل استاندارد شده است. داده‌کاوی یک مرحله از فرایند کشف دانش می‌باشد که وظیفه آن اکتشاف و تجزیه و تحلیل حجم زیادی داده به منظور استخراج قوانین و الگوهای معنی‌دار می‌باشد. برای این منظور با توجه به غیر عددی بودن مقادیر ویژگی ها به تبدیل نوع آنها پرداختیم.

با توجه به نتایج ارائه شده، الگوریتم زنبور عسل مصنوعی در حل مسئله تخمین ورشکستگی موسسات مالی با توجه به مجموعه داده های معرفی شده دارای مزایای ذیل می باشد:

۱- تکامل یافتن و بهتر شدن مقادیر ویژگی های مجموعه داده ها و همچنین مقادیر برازندگی طی گذشت نسل ها و مقایسه با نتایج مقالات دیگر نشان دهنده مطلوبیت روش پیشنهادی می باشد.
۲- با توجه به اجراهای مختلف، شماره نسل همگرایی در رسیدن به جواب ها پایین بوده است، یعنی الگوریتم فضای جستجو را به درستی پیمایش نموده و حرکت آن به به سمت جواب بهینه با سرعت مطلوبی بوده است. برای نمونه در اجرای با ۱۰۰۰ نسل در نسل ۵۵۰ به جواب و در اجرای با ۲۰۰۰ نسل در نسل ۱۷۵۰ و در اجرای با ۵۰۰۰ و ۸۰۰۰ نسل در نسل تقریبی ۳۷۵۰ به جواب دست یافته است.
۳- بدست آوردن دقتی معادل ۹۶،۵۰٪ برای روش پیشنهادی، نتیجه نسبتاً خوبی تلقی می گردد. در مقایسه با الگوریتم ژنتیک با دقت ۸۷،۹۹٪ و شبکه عصبی با دقت ۸۰،۵۴٪ و اجتماع مورچگان با دقت ۹۰،۴۲٪ می توان نتیجه گرفت الگوریتم زنبور عسل برای مسئله تخمین ورشکستگی موسسات مالی بسیار مناسب می باشد.
۴- مرحله پیش پردازش ۲۵۰ رکورد با ۷ ویژگی از داده ها که برابر با ۱۷۵۰ مقدار می باشد و تبدیل مقادیر این ویژگی ها به نوع عددی موجب اضافه شدن یک مرحله به مراحل اجرا شده است اما فرایند پردازش بوسیله الگوریتم زنبور عسل را آسان تر و سریعتر نموده است همچنین از این مجموعه داده های عددی می توان در بررسی های آتی نیز بهره برد.
۵- آسانی پیاده سازی الگوریتم زنبور عسل و تخمین ورشکستگی داده های جدید با توجه به فرضیه ای که این الگوریتم در نتیجه داده است. در واقع جهت بررسی یک موسسه با ۶ ویژگی که در این تحقیق ارائه شد با تعداد ۶ مقایسه بین مقادیر ویژگی ها براحتی قایل انجام است.
۶- روش پیشنهادی مبتنی بر رفتار موجودات زنده بوده و قابلیت استناد با آنچه در واقعیت اتفاق می افتد را دارد.

**معایب:**

۱- امکان گیر افتادن در جواب های بهینه محلی و دور شدن از جواب های بهینه عمومی.
۲- وجود عنصر تصادف در این الگوریتم مانند دیگر الگوریتم های تکاملی موجب نوسان جواب ها در اجراهای مختلف خواهد شد.

البته جواب هایی که در تحقیق آمده است مربوط به اجراهایی با نتایج نسبتاً خوب توضیح داده شده است. مدل ارائه شده در این پروژه را می‌توان جهت تخمین ورشکستگی موسسات مالی قبل از رخداد آن‌ها استفاده نمود. نتایج نشان دهنده رسیدن به دقت آموزش معادل ۹۷٪ و دقت آزمایش معادل ۹۶٪ می باشد که با توجه به مقالات دیگر در زمینه الگوریتم های تکاملی، کارایی مطلوبی به نظر می رسد.

یکی دیگر از دلایل اثبات بهینه بودن کار انجام شده مقایسات بسیاری است که با کارهای گذشته در قالب مقالات انجام شده است و با توجه به انتخاب مجموعه داده مناسب که بارها در پروژه های مختلف مورد استفاده و آزمایش قرار گرفته است این نتایج دارای دلایل کافی برای بهینه بودن دارند.

پیشنهاد می گردد به منظور استفاده از نتایج این تحقیق به طور موثر می توان به جمع آوری داده های و یا داده های موجود در شرکت ها و موسسات اعتباری و بانک های داخل کشور ایران پرداخت. به طوریکه این مدل پیشگو مبتنی بر الگوریتم تکاملی جهت حل مسئله کارایی خود را بهتر نشان دهد.

در صورت جمع آوری داده ها به صورت درست بدون گم شدن تعدادی داده ها و یا مقادیر برخی ویژگی ها می توان از روش های آماری مانند بیزین نیز استفاده نمود.

از آنجائیکه الگوریتم پیشنهادی بر روی مجموعه داده های استاندارد دارای تعداد مشخصی رکورد و ویژگی که قبلاً جمع آوری شده است، اجرا گردید لذا به منظور بررسی دقیق تر الگوریتم می توان ویژگی های موثر دیگری که در دنیای واقعی موجب ورشکستگی موسسات می شوند نیز استفاده گردد.

با توجه به احتمال بوجود آمدن مشکل بهینه محلی در الگوریتم زنبور عسل می توان از روش Nich Crowding استفاده نمود به طوریکه اعضای جمعیت به گروه هایی تقسیم می شوند و از هر گروه آنکه دارای برازندگی بهتری باشد انتخاب می شوند و در مرحله بعد از بین انتخاب شدگان، اعضایی که بدترین برازندگی را دارند انتخاب می گردند. این روش موجب پراکندگی جوابها در فضای مسئله و حل مشکل بهینه محلی خواهد شد.

روش دیگر برای افزایش سرعت همگرایی، استفاده از الگوریتم سخت شدن تدریجی می باشد که با در نظر گرفتن پارامتر دما (هر چه کمتر می شود در نتیجه به سمت جواب نزدیک می شویم) می توان سرعت رسیدن به جواب ها را کنترل نمود.

روش های تکاملی دارای سرعت اجرای پایینی می باشند در واقع زمان زیادی را صرف می نمایند. یکی از پیشنهادات، کاهش تعداد نسل ها می باشد که ممکن است از برخی جواب های بهینه سراسری دور شویم اما با توجه به نتایج تقریبا مشابه می توان جستجو را متوقف نمود و جواب های مناسبی دریافت نمود.

**منابع**

1. Altman E.,(1968), Financial Ratios, Discriminant Analysis And The- Prediction Of Corporate Bankruptcy. Journal of Finance, pp. 589–610.
2. Altman E.and Narayana P.,(1977), Zeta Analysis: A New Model To Identify Bankruptcy Risk Of Corporation, Journal of Banking and Finance, Pp.49-54.
3. Gitma L.,(1996), Principle Of Managerial Finance (7 RD ED), NEW- YORK: Harper Collins College, Pp.1-10.
4. Grice J.S., (1998), Classification And Predictive Accurances Fof- Bankruptcy Prediction Models: A Sensitivity Analysis, Review of Quantitative Finance & Accounting 17,Pp.151-166.

5. Hegazy O., Solima S.O and Salam M.,(2015), Comparative Study between FPA, BA, MCS, ABC, and PSO Algorithms in Training and Optimizing of LS-SVM for Stock Market Prediction, International Journal of Advanced Computer Research ISSN (Print): 2249-7277 ISSN (Online): 2277-7970 Volume-5 Issue-18, Pp.35-45.
6. Hancer E., Xuey B., Zhangy M., Karaboga D. and Akay B.,(2015), A Multi-Objective Artificial Bee Colony Approach to Feature Selection Using Fuzzy Mutual Information. IEEE, 978-1-4799-7492-4/15/$31.00 c, Pp.1-8.
7. International Journal of Management Sciences and Business Research, vol.1, no.9,Pp.69-73.
8. Kim M.J.and Han I.,(2003), The discovery of experts' decision rules from qualitative bankruptcy data using genetic algorithms, Expert Systems with Applications, Pp.637–646.
9. Khalili m., Rostami J.,(2011), Applicational Investigation of modified Fulmer model Bankruptcy Prediction in Tehran Stock Exchange, Department of Business Management, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Pp.1-12.
10. Koklu, M. and Tutuncu,K.(2014), Qualitative Bankruptcy Prediction Rules Using Artificial Intelligence Techniques, International Conference on challenges in IT, Engineering and Technology (ICCIET'2014) July 17-18, 2014 Phuket (Thailand), Pp.21-25.
11. Karaboga D., (2005), An Idea Based On Honey Bee Swarm for Numerical Optimization, Technical Report-TR06, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, Pp.1-10.
12. Kim M.J. and Han I., (2003), The discovery of experts' decision rules from qualitative bankruptcy data using genetic algorithms, Expert Systems with Applications 25, Pp.637–646.
13. Koklu M. and Tutuncu K.,(2014), Qualitative Bankruptcy Prediction rules using Artificial Intelligence techniques, International Conference on challenges in IT, Engineering and Technology (ICCIET'2014) July 17-18, Pp.21-25.
14. Lim T.C. and Yun L.X.,(2012), Bankruptcy prediction: theoretical framework proposal..
15. Martin, A. Miranda Lakshmi, T. Prasanna.Venkatesan, V.(2014), An Analysis on Qualitative Bankruptcy Prediction Rules using Ant-Miner, I.J. Intelligent Systems and Applications, 2014, 01, Pp.36-44.
16. Martin A., Gayathri V., Saranya G., Gayathri P.and Venkatesan P.,(2011), A Hybrid Model For Bankruptcy Prediction Using Genetic Algorithm, Fuzzy C-Means And Mars, International Journal on Soft Computing ( IJSC ), Vol.2, No.1, Pp.12-24.
17. Mohammed A.and Salim N.,(2015), Prediction of Banks Financial Distress, SUST Journal of Engineering and Computer Sciences (JECS), Vol. 16, No. 1, Pp.40-55.
18. Mckee T.E. and Greenstein M.,(2000), Predicting bankruptcy using recursive partitioning and realistically proportioned data set, Journal of forecasting, Pp.219-230
19. Nagaraj K.and Sridhar A.,(2014), Predictive System for detection of Bankruptcy using Machine Learning techniques, PES Institute of Technology, IJDKP. 5(1), Pp.29-40.
20. Personal Bankruptcy or Insolvency laws in India.(2014), University, Bangalore, Pp.1.12.
21. Qin Q., Cheng S., Zhang Q., Li L. and Shi Y,(2015), Artificial Bee Colony Algorithm with Time-Varying Strategy, Hindawi Publishing Corporation Discrete Dynamics in Nature and Society. Article ID 674595, 17 pages. Pp.1-17.

22. Shaheydaripoor H., Ansari A. and Moghaddam B.,(2012), Bankruptcy and Bankruptcy prediction Model, Science and Research of Islamic Azad University, Pp.1-8.
23. Santos M.F., Cortez P., Pereira J. and Quintela H., (2006), Corporate bankruptcy prediction using data mining techniques, Data Mining VII: Data, Text and Web Mining and their Business Applications,WIT Transactions on Information and Communication Technologies, Vol 37, Pp.349-357.
24. Tzong-Huei L.,(2009), A Cross Model Study of Corporate Financial Distress Prediction in Taiwan: Multiple Discriminant Analysis, Logit, Probit and Neural Networks Models, Neuro Computing, Vol. 72, Pp.3507-3516.
25. Tabatabai M., Javid D. and Moazami M.R., (2015), Bankruptcy Prediction using Data Mining Models and Econometric. GMP Review V18(2).,Pp.39-44.