فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۲ / شماره ٤ (پیاپی ٤٨) / زمستان ١٤٠٢
صفحه ۶۷ تا ۹۸

ارائه مدلی به منظور پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با استفاده از مکانیزم های حاکمیت شرکتی و نسبت های مالی

غزاله علی بابایی
دانشجوی دکتری گروه حسابداری، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران
ghazal.alibabaee@ hotmail .com

محمد حامد خان محمدی
استاد یار گروه حسابداری، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران (نویسنده مسئول)
dr.khanmohammadi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۴

چکیده

بهبود بستر اقتصادی و فضای کسب و کار، مهم ترین عامل جلوگیری از ورشکستگی است. از این رو، مدل های پیش بینی ورشکستگی با استفاده از روش های هوشمند اقدام به پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در آینده می کنند. در این پژوهش شرکت های فعال در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۰ ساله از لحاظ ورشکستگی براساس مدل بومی شده کردستانی-تاتلی بر پایه مدل آلتمن مورد بررسی قرار گرفتند و شرکت ها به تفکیک ورشکسته، سالم شناسایی شدند. داده های پژوهش با استفاده از داده های ثانویه مستخرج از صورت های مالی و از طریق پایگاه داده های سازمان بورس و بانک مرکزی جمع آوری، دسته بندی و پالایش شدند. همچنین شرکت هایی که در طی ۱۰ سال به بورس اضافه و یا از آن خارج شدند حذف شدند. مدل های مورد استفاده جهت ارزیابی داده ها و پیش بینی ورشکستگی شرکت ها، مدل های هوش مصنوعی بوده است شامل شبکه عصبی پرسپترون به عنوان روش اول، ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک، روش دوم و روش سوم روش نزدیک ترین همسایه K-Nearest Neighbours–KNN استفاده شده است و از نظر دقت پیش بینی نیز با هم مقایسه شدند. خروجی مدل ها حاکی از این است که افزودن شاخص های حاکمیت شرکتی به شاخص های نسبت های مالی باعث بهبود در نتایج نشده است. لذا نسبت های مالی در تعیین ورشکستگی به تنهایی قدرت پیش بینی خوبی دارند. مدل پیشنهادی این پژوهش از لحاظ دقت، مدل ترکیب شده شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک می باشد که بالاترین دقت را داشته است. الگوریتم ژنتیک نتایج بهینه ی شبکه عصبی را بهبود می بخشد و در نتیجه جواب بهینه تری ایجاد می گردد.

واژه‌های کلیدی: پیش بینی ورشکستگی، هوش مصنوعی، نسبت های مالی، حاکمیت شرکتی.

۱- مقدمه

در تصمیم گیری های مالی در مورد یک موسسه، یک شاخص علمی و واقعی واحد برای هر موسسه مورد نیاز است. یکی از شاخص های مناسب برای این اهداف ارزیابی درست احتمال ورشکستگی شرکت ها است (فیروزیان، ۱۳۹۰). ورشکستگی می تواند هم در خود موسسه مالی و هم در اقتصاد جهانی تاثیر منفی داشته باشد. مشاغل تجاری، سرمایه گذاران، دولت ها و محققان علمی در بلند مدت روش های شناخت ریسک بالقوه ورشکستگی شرکت را شناسایی کرده اند تا از ضرر اقتصادی ناشی از ورشکستگی بکاهند(Zywicki,۲۰۰۸). پیش بینی تداوم فعالیت شرکت ها و واحدهای اقتصادی از وظایف مهم بسیاری از موسسات مالی است، اینگونه موسسات و بانک ها به خاطر تصمیم گیری در اعطای تسهیلات و همچنین افراد و سرمایه گذاران جهت تصمیم گیری صحیح در خصوص سرمایه گذاری های خود در شرکت ها نیازمند مدل های پیش بینی موثر ورشکستگی هستند. در بیشتر پژوهش های انجام شده در پیش بینی ورشکستگی به نسبت های مالی توجه شده است به این دلیل که با تجزیه و تحلیل نسبت های مالی می توان به وضعیت مالی شرکت پی برد، از طرف دیگر چندی از مطالعات اخیر به این نکته پی بردند که شاخص های حاکمیت شرکتی نیز می توانند در این زمینه تاثیرگذار باشند.

بهبود بستر اقتصادی و فضای کسب و کار مهم ترین عامل جلوگیری از ورشکستگی است اما در این میان مدل های پیش بینی ورشکستگی مانند زنگ خطر عمل کرده و افراد و گروه های مختلف را برای تصمیم گیری صحیح پیش از وقوع حادثه آگاه می سازند. در واقع این مدل ها چه با استفاده از روش های آماری و چه با استفاده از روش های هوشمند بر اساس روند رفتار گذشته اقدام به پیش بینی ورشکستگی شرکت ها اقدام در آینده می کنند .با توجه به پیشرفت روزافزون روش ها و الگوریتم ها ی هوشمند و بهبود بستر نرم افزاری و سخت افزاری، به طور پیوسته مدل های بهینه تر و دقیق تری ارایه شده است (غضنفری، ۱۳۹۷).

اکنون این سوال پیش می آید که ایا مدل ایجادی بر اساس نسبت های مالی و حاکمیت شرکتی بصورت توامان، بطور قطعی می تواند بهتر از مدل مبتنی بر نسبت های مالی عمل کند؟ در پژوهش جاری مکانیزم های حاکمیت شرکتی با نسبت های مالی ترکیب شده اند و عملکرد مدل ها با استفاده از از این ترکیب مورد ارزیابی قرار گرفته اندتا ببینیم آیا ترکیب این دو (مکانیزم های حاکمیت شرکتی و نسبت های مالی) می تواند موجب بهسازی عملکرد مدل را فراهم سازد یا خیر.

همچنین با استفاده از متغیرهای مورد بررسی در هر دو حوزه به مقایسه پیش بینی ورشکستگی شرکت ها از طریق شبکه عصبی پرسپترون، شبکه عصبی بهبود یافته با الگوریتم ژنتیک و روش KNN پرداخته ایم تا بتوان همزمان مقایسه دقت پیس بینی مدل ها نیز بررسی گردد و در نهایت مدلی که دقت پیش بینی بالاتری دارد در تشخیص شرکت های ورشکسته از سالم را تشخیص داده شود.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

- **تعاریف حاکمیت شرکتی**

حاکمیت شرکتی از واژه لاتین Gvbernare به معنای هدایت کردن گرفته شده که معمولاً برای هدایت کشتی به

کار می رود و بر این دلالت دارد که اولین تعریف حاکمیت شرکتی بر روی راهبری تمرکز دارد تا کنترل.
تعاریف متعددی از حاکمیت شرکتی ارایه شده است. یک دیدگاه انحصاراً مالی که به موضوع روابط سهامداران و مدیریت تاکید دارد. (,Parkinson۱۹۹۴) و تعریفی گسترده تر که پاسخگویی را در برابر ذینفعان و جامعه در نظر می گیرد. (Tricker,۱۹۸۴). برخی تعاریف به شرح ذیل می باشد: (حساس یگانه، ص **70**)

۱	فدراسیون بین المللی حسابداران (IFAC,2004) حاکمیت شرکتی (حاکمیت واحد تجاری) تعدادی مسئولیت ها و شیوه های اعمال شده توسط هیئت مدیره و مدیران موظف با هدف مشخص کردن مسیر راهبردی است که تضمین کننده دستیابی به اهداف ، کنترل ریسک ها به طور مناسب و مصرف منابع به طور مسئولانه است.
۲	پارکینسون(Parkinson)،۱۹۹۴ حاکمیت شرکتی عبارت است از فرآیند نظارت و کنترل برای تضمین آنکه مدیریت شرکت مطابق با منافع سهامداران عمل می کند.
۳	صندوق بین المللی پول (۲۰۰۱)، IMF,OECD ساختار روابط و مسئولیت ها در میان یک گروه اصلی شامل سهامداران ، اعضای هیئت مدیره و مدیرعامل برای ترویج بهتر عملکرد رقابتی لازم جهت دستیابی به اهداف اولیه مشارکت.
۴	(کتابچه حاکمیت شرکتی بریتانیا ، ۱۹۹۶) رابطه بین سهامداران و شرکت و روشی که سهامداران به کمک آن مدیران را به بهترین عملکرد تشویق می کنند. (مثلاً با رای گیری در مجامع عمومی و جلسات منظم با مدیران ارشد شرکت ها).
۵	هاپت و دیگران (آکسفورد،۱۹۹۸) حاکمیت شرکتی به تشریح سازماندهی داخلی و ساختار قدرت شرکت، نحوه ایفای وظایف هیئت مدیره، ساختار مالکیت شرکت و روابط متقابل میان سهامداران و سایر ذینفعان، به خصوص نیروی کار شرکت و اعتبار دهندگان به آن می پردازد.
۶	(مگینسون ،۱۹۹۴) سیستم حاکمیت شرکتی را می توان مجموعه قوانین، مقررات، نهادها و روش هایی تعریف کرد که تعیین می کند شرکت ها چگونه و به نفع چه کسانی اداره می شوند.
۷	حاکمیت شرکتی عبارت است از روابط میان گروه های مختلف در تعیین جهت گیری و عملکرد شرکت.گروه های اصلی عبارت است از : سهامداران، مدیر عامل و هیئت مدیره و سایر گروه ها، شامل کارکنان، مشتریان، فروشندگان،اعتبار دهندگان و اجتماع. (Ibid.)
۸	ولف سون (رئیس بانک جهانی،۲۰۰۰) حاکمیت شرکتی در صدد ارتقای انصاف،شفافیت و پاسخگویی در شرکت است.

- **چارچوب نظری حاکمیت شرکتی**

چارچوب نظری متفاوت ای برای توضیح و تحلیل حاکمیت شرکتی مطرح شده است. هر یک از آن ها با استفاده

از واژگان مختلف و به صورتی متفاوت به موضوع حاکمیت شرکتی پرداخته اند. این تفاوت ها ناشی از زمینه علمی خاصی است که هرکدام از آن زاویه به موضوع حاکمیت شرکتی می نگرند، به عنوان مثال، تئوری نمایندگی ناشی از زمینه مالی و اقتصادی است، در صورتیکه تئوری هزینه معاملات، ناشی از تئوری های اقتصادی، حقوقی و سازمانی و تئوری ذینفعان ، ناشی از یک دیدگاه اجتماعی در مورد موضوع حاکمیت شرکتی است. گرچه تفاوت های چشمگیری بین چارچوب های نظری مختلف وجود دارد اما دارای وجوه مشترک مشخصی هستند. همچنین باید دانست که زمینه های فرهنگی و قانونی بر حاکمیت شرکتی تاثیر بسزایی دارند. (حساس یگانه، ۱۳۸۴، ص ۱۰۰).

انواع سیستم های حاکمیت شرکتی:

سیستم های حاکمیت شرکتی به شرح سیستم های درون سازمانی و برون سازمانی وجود دارند که به طور خلاصه سیستم درون سازمانی سیستمی است که در آن شرکت های فهرست بندی شده یک کشور تحت مالکیت کنترل تعداد کمی از سهامداران اصلی هستند و سیستم های برون سازمانی اشاره به سیستمهایی دارد که در آن شرکت های بزرگ را مدیران کنترل می کنند و تحت مالکیت سهامداران برون سازمانی یا سهامداران خصوصی هستند. این وضعیت به جدایی مالکیت از کنترل (مدیریت) منجر می شود که برخی از نظریه پردازان (Berle and Means,1932) مطرح کردند. در آمریکا و انگلستان، سرمایه گذاران نهادی بزرگ که مشخصه سیستم برون سازمانی هستند، تاثیر چشمگیری بر مدیران شرکت ها دارند. در واقع، گفته شده که سرمایه گذاران نهادی معمولاً سهام بیشتری دارند، در نقش سهامدار اکثریت بر مدبربت شرکت ها تاثیر زیادی دارند، در این دو کشور بیشتر شبه اعضای داخلی می شوند.

یکی از مهم ترین تلاش ها برای گسترش اصطلاح حاکمیت شرکتی در سطح جهانی، معرفی چندین اصول کاری حاکمیت شرکتی در سطح بین المللی است. اولین سری از استانداردهای قابل قبول حاکمیت شرکتی را که ترکیبی از سیستم های درون سازمانی و برون سازمانی است، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تنظیم کرده است. (OECD,1999)

OECD یک سازمان بین المللی واقع در پاریس است. اعضای آن شامل بیست و نه کشور از سراسر جهان هستند. این اصول، حداقل وجه مشترک اصول حاکمیت شرکتی هستند. بسیاری از اصول شباهت هایی با گزارش کاربردی دارند(Cadbury,1992) و درآن حداقل های یک سیستم مناسب حاکمیت شرکتی به شرح ذیل تدوین شده است: حفظ حقوق سهامداران، برخورد منصفانه با سهامداران، نقش ذی نفعان، مسئولیت های هیئت مدیره، افشا و شفافیت.

- **تعارف، اصول و مبانی نظری مرتبط با ورشکستگی**

تعاریف ورشکستگی

ورشکستگی در اصطلاح حقوق تجارت حالت تاجری است که از پرداخت دیون خود متوقف شده و نتواند تعهدات تجاری خود را عملی کند (قانون تجارت، ماده ۴۱۲). مطالعات مربوط به بحران ها و ورشکستگی ها حاکی از آن

است که اگر شرکت ها سیستم های مناسب کنترلی در خصوص مدیریت ریسک، استفاده از سیستم حسابرسی داخلی و تطبیق با مقررات و قوانین برای افزایش شفافیت صورت های مالی را رعایت می کردند، می توانستند با شرایط بهتر و مطلوب تری در بحران خود را پیش برده و از خطرات احتمالی بحران یا ورشکستگی مصون بمانند. نظام حاکمیت شرکتی فرآیندی است که می تواند تا حدود زیادی پاسخگوی نیازهای مدیران شرکت ها و ذینفعان آن ها در خصوص جلوگیری یا کنترل بحران باشد وآن ها را در شرایط بحرانی یاری کنند.(سعادت و کوشکی،۱۳۹۳).

چارچوب نظری ورشکستگی مالی

در بازه زمانی ۱۹۳۰-۱۹۶۵ مطالعات اندکی در زمینه پیش بینی ورشکستگی صورت گرفته است (Bellovary & et al,2007). مطالعات اولیه در رابطه با کاربرد تجزیه و تحلیل نسبت های مالی در پیش بینی ورشکستگی شرکت هااز نوع تحلیل تک متغیره و شاخص ترین آن، مدل بیور(۱۹۶۶) است. تمری در سال ۱۹۶۶ در پاسخ به بیور نشان داد سلامت مالی یک شرکت تنها به یک متغیر وابسته نیست. شاخص ریسک که از سوی تمری معرفی گردید در واقع یک سیستم امتیاز دهی ساده است که درآن ازچندین نسبت مالی به عنوان معیارهای اندازه گیری سلامت مالی استفاده می شود. نخستین بار آلتمن در سال ۱۹۶۸ از روش تحلیلی تشخیصی چندگانه برای پیش بینی ناتوانی تجاری استفاده کرد. اهلسون در سال ۱۹۸۰ یک مدل تجزیه و تحلیل لاجیت برای پیش بینی ورشکستگی معرفی نمود. مدل لاجیت چندین ویژگی یا خصیصه شرکت را باهم ترکیب کرده و از این طریق یک احتمال را برای شرکت مورد نظر محاسبه می کند. این عدد، احتمال ورشکستگی یا آسیب پذیری در مقابل ورشکستگی را نشان می دهد.

روند مطالعات نشان می دهد که هر چند مدل های آماری توانستند پیش بینی های خوبی را در مورد ورشکستگی شرکت ها ارائه نمایند، در عین حال مفروضات محدودکننده برخی از این مدل ها مانند خطی بودن، نرمال بودن و مستقل بودن متغیرهای پیش بینی از یکدیگر، بر روی اثربخشی آن ها موثر بود (راعی و فلاح پور، ۱۳۸۷). بنابر این به تدریج تکنیک های هوش مصنوعی به منظور غلبه بر این محدودیت ها و بهبود عملکرد پیش بینی ها، توسعه یافتند. مدل های هوش مصنوعی، در زمینه ورشکستگی اساساًبر نشانه های ناتوانی تجاری تمرکز دارند، عموماًچند متغیره بوده و متغیرهای مورد استفاده در آن ها از اطلاعات موجود در صورت های مالی شرکت استخراج می گردد(aziz &dar,2006).

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط لطفی زاده استاد دانشگاه برکلی کالیفرنیا تحت مقاله ای با عنوان " سیستم های فازی" معرفی گردید. نخستین بار استفاده از شبکه های عصبی در طراحی مدل های پیش بینی ورشکستگی توسط آدام و شاردا در سال ۱۹۹۰ پیشنهاد شد. جانگ نیز در سال ۱۹۹۳ توانست از قدرت زبانی سیستم های فازی و آموزش شبکه های عصبی استفاده و سیستمی تحت عنوان سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر ارائه نماید. این سیستم ها به سیستم ANFIS معروف شده اند.(وکیلی فرد و پیله وری، ۱۳۹۲)

دلایل ورشکستگی را می توان بطور کلی به دو دسته دلایل درون سازمانی و برون سازمانی تقسیم نمود. دلایل برون سازمانی عبارتند از: ویژگی های سیستم اقتصادی، رقابت، تغییرات در تجارت و بهبودها و انتقالات در تقاضای

عمومی، نوسانات تجاری، تامین مالی و تصادفات. عوامل درون سازمانی ورشکستگی واحدهای تجاری عواملی هستند که واحد تجاری می تواند با انجام اقدامات مناسب، از آن ها جلوگیری کند. اغلب این عوامل ناشی از تصمیم گیری غلط است و مسئولیت آن ها را باید به طور مستقیم متوجه خود واحد تجاری دانست. این عوامل عبارتند از: اعطای بیش از حد اعتبار، مدیریت ناکارا، سرمایه ناکافی، خیانت و تقلب.

- **تعارف، اصول و مبانی نظری مرتبط با مدل های آماری پژوهش**

شبکه عصبی

از جمله پیشرفته ترین مدل ها مدل شبکه عصبی مصنوعی است، که با الگوبرداری و شبیه سازی از شبکه عصبی طبیعی بدن انسان طراحی شده است. شبکه های عصبی مصنوعی بطور پیوسته بعنوان یکی از موضوعات رایج ومهم با کاربردهای فراوان درعلوم و رشته های متفاوت از قبیل داروسازی، تجارت، سیاست و فن آوری محسوب می شود. مدل های شبکه عصبی مصنوعی، جنبه ریاضی فرآیند بیولوژیکی شبکه عصبی بدن را نشان می دهند. این مدل ها با استفاده از سرعت محاسباتی کامپیوتر، روابط پیچیده بین متغیرها را تجزیه وتحلیل و از آن برای پیش بینی مقادیر آتی استفاده می نمایند. اولین پژوهش درمورد استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در دهه ۱۹۴۰ آغاز شد. اما کاربرد مالی این مدل ها بسیارجدیدتر است.اصلی ترین کاربرد مدل های شبکه عصبی دراقتصاد پیش بینی متغیرهای اقتصادی اعم از متغیرهای مربوط به بازارهای مالی، پولی ومتغیرهای کلان اقتصادی مانند پیش بینی قیمت سهام، شاخص سهام، نرخ ارز، قیمت نفت، نرخ تورم و رشد است. کاربرد دیگراین مدل ها در اقتصاد طبقه بندی عاملین اقتصادی است. از این جهت شبکه های عصبی بطورعموم درزمینه پیش بینی ورشکستگی واحدهای اقتصادی بکار می روند. مدل ریاضی یک سلول عصبی که از روی الگوی ریاضی آن ساخته شده است، پرسپترون نامیده می شود. خطوط ورودی سیگنالهای تحریکی یا مهاری را به جسم سلولی وارد می آورند که همان پارامترهای تعریف کننده سیستم هستند. مثلا فرض کنیم که قیمت هر بشکه نفت ۷۰ دلار است، این عدد یکی از پارامترهای تعریف کننده نمونه شاخص سهام ما می باشد، این پارامتر می تواند یک سیگنال الکتریکی را به یک کانال ورودی وارد نماید. در ابتدای هر کانال ورودی یک ضریب عددی وجود داردکه شدت تحریک در این عدد ضرب می شود و حاصل آن یک "ورودی موزون" است، که اگر مثبت باشد یک سیگنال تحریکی و اگر منفی باشد یک سیگنال مهاری بر جسم سلولی است. میزان کلیه‌ی این سیگنال های تحریکی یا مهاری که از ورودی های مختلف به جسم سلول می رسند با هم به صورت خطی جمع می شوند. اگر این حاصل از جمع میزان آستانه کمتر باشد سلول عصبی خاموش می ماند، و در غیر این صورت سلول شلیک می کند و جریان الکتریکی ثابتی در خروجی یا خروجی ها ایجاد می کند.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک روش برای حل مسائل بهینه سازی است که اساس آن بر انتخاب، بقا و تکامل در محیط های طبیعی استوار است. در این روش سعی بر مدل سازی ریاضی نظام انتخاب طبیعی است و تفاوت عمده این روش بادیگر روش های جستجو این است که به جای تمرکز بر یافتن مقادیر تک تک نقاطی که ممکن است مجموعه

جواب را تشکیل دهند، با جمعیتی از نقاط کدگذاری شده سروکار دارد. در این روش صرفاً از مقادیر تابع هدف که باید در ابتدا به طور واضح به وسیله ترکیبی از تمامی اهداف موردنظر تعریف گردد، برای هدایت جستجو استفاده می شود و نیازی به دانستن نحوه تغییرات متغیرها نیست. به منظور بهینه سازی پارامترهای شبکه های عصبی مصنوعی، تابع هدف حداقل نمودن MSE کل داده های شبیه سازی و تخمین در نظر گرفته شده است.

F= Minimize **(**MSE**)**

مهمترین خصوصیات این الگوریتم به شرح زیر است :

به جای یک نقطه واحد ،تعداد زیادی نقطه در فضا را بررسی می کند.

به جای استفاده مستقیم از متغیرها ، با رشته هایی کار می کنند که از متغیرها و پارامترها ساخته شده‌اند.

به جای قواعد معین ، از قاعده های احتمالی در فرآیند جستجوی خود استفاده می‌کند.

روش KNN نزدیکترین همسایه

k- نزدیک‌ترین همسایگی» (**(**k-Nearest Neighbors یک روش ناپارامتری است که در داده‌کاوی، یادگیری ماشین و تشخیص الگو مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس آمارهای ارائه شده در وب‌سایت kdnuggets الگوریتم **k**-نزدیک‌ترین همسایگی یکی از ده الگوریتمی است که بیشترین استفاده را در پروژه‌های گوناگون یادگیری ماشین و داده‌کاوی، هم در صنعت و هم در دانشگاه داشته است.

روش Knn نزدیک‌ترین همسایه نزدیک یک روش یادگیری موردی است و از جمله ساده‌ترین الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌باشد. در این الگوریتم یک نمونه با رای اکثریت از همسایه‌هایش دسته‌بندی می‌شود و این نمونه در عمومی‌ترین کلاس مابین **k** همسایه نزدیک تعیین می‌شود. K یک مقدار مثبت صحیح و عموماً کوچک است. اگر **k=1** باشد نمونه به سادگی در کلاس همسایگان نزدیکش تعیین می‌گردد. فرد بودن مقدار k مفید می‌باشد چون با این کار جلوی آراء برابر گرفته می‌شود.

مراحل آموزش K نزدیک‌ترین همسایه به صورت زیر می‌باشد، این الگوریتم یک نمونه تستی را بر اساس **k** همسایه نزدیک دسته‌بندی می‌کند. نمونه‌های آموزشی به عنوان بردارهایی در فضای ویژگی چند بعدی مطرح می‌شوند. فضا به ناحیه‌هایی با نمونه‌های آموزشی پارتیشن‌بندی می‌شود. یک نقطه در فضا به کلاسی تعلق می‌یابد که بیشترین نقاط آموزشی متعلق به آن کلاس در داخل نزدیک‌ترین نمونه‌ی آموزشی به k در آن باشد.

معمولا فاصله‌ی اقلیدسی یا تشابه کوسینوسی در این روش استفاده می‌شود. در فاز دسته‌بندی K Nearest Neighbors، نمونه تستی به عنوان یک بردار در فضای ویژگی نمایش داده می‌شود و فاصله‌ی اقلیدسی یا تشابه کوسینوسی بردار تستی با کل بردارهای آموزشی محاسبه می‌شود و نزدیکترین نمونه‌ی آموزشی به k انتخاب می‌شود. البته راه‌های زیادی برای دسته‌بندی بردار تستی وجود دارد و بنابراین الگوریتم k همسایه نزدیک کلاسیک، یک نمونه تستی را بر اساس بیشترین آراء از **k** همسایه‌ی نزدیکش تعیین می‌کند. سه فاکتور مهم در این الگوریتم روش k همسایه‌ی نزدیک، به شرح زیر می‌باشد:

معیار فاصله یا شباهت، برای پیداکردن k همسایه نزدیک استفاده می‌شود.

K تعداد همسایه‌های نزدیک است.

قانون تصمیم‌گیری برای تعیین (شناسایی) یک کلاس برای سند تستی از k همسایه نزدیک می‌باشد.

- **پژوهش های داخلی**

کردستانی و تاتلی (۱۳۹۳)، در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی توان پیش بینی مدل های ورشکستگی (مقایسه مدل های اولیه و تعدیل شده) به استخراج مدلی از تعدیل ضرایب مدل آلـتمن، اسـپرینگیت و زیمسـکی و بهتـرین متغیـر هـای‌توضیحی آنها به کمک رگرسیون چند متغیره و رگرسیون لجسـتیک، جهـت شناسـایی شـرکت هـای درمانـده و ورشکسته مالی در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. یافته ها نشان می دهد که مدل های اولیه آلتمن، اسپرینگیت و زیمسکی تـوان بـا اهمیتـی بـرای شناسـایی شرکت های درمانده و ورشکسته مالی در محیط ایران ندارند و مدل های تعـدیل شـده توانـایی بیشـتری دارند. همچنین مدل های تعدیل شده بر مبنای اطلاعات سه سال قبل از سال مبنا، نسبت به مدل های تعدیل شده بـر مبنای اطلاعات پنج سال قبل از سال مبنا، از کارایی بیشتری برخوردارند. .مدل هـای اسـتخراج شـده بـر اسـاس بهترین متغیرهای توضیحی در هر دو روش تحلیل ممیزی و تحلیل لوجیت نیز، توانـایی شناسـایی شـرکت هـای‌درمانده و ورشکسته مالی را در سطح دقت کلی ۹۳ درصد را دارند.

شورورزی و خلیلی (۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی ارتباط بین حاکمیت‌شرکتی و عملکرد شرکت برمبنای رگرسیون‌فازی پرداخته است .نتایج پژوهش نشاندهنده ی این است که‌فرضیه رابطه بین وجود اعضای غیر موظف در هییت مدیره و وجود مالکان نهادی با عملکرد شرکت مورد تایید قرار گرفت همچنین بین نقش دوگانه مدیر عامل و عملکرد شرکت ارتباط معنی داری مشاهده نگردید .بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش توجه ویژه به ساز و کارهای حاکمیت شرکتی در راستای بهبود عملکرد شرکت مورد تاکید قرار گرفت.

غضنفری ورحیمی کیا، عسگری(۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان پیش بینی ورشکستگی شرکت ها مبتنی بر سیستم های هوشمند ترکیبی با پیاد ه سازی یک سیستم منسجم و هوشمند مبتنی بر شبکه عصبی، ماشین های بردار پشتیبان ویادگیری تشدید شده و در کنار آن استفاده از الگوریتم های بهینه سازی رقابت استعماری، الگوریتم فرهنگی و جستجوی هارمونی سعی شده است تا حد امکان نواقص مدل های پیشین در سطح بین الملل رفع شود. نتایج نشان دهنده برتری عملکرد ترکیب ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم های بهینه سازی جستجوی هارمونی و رقابت استعماری در شرایط عدم حذف داد ه های پرت می باشد

.قاسمی و رمضانپور (۱۳۹۶) در پژوهش خود به دنبال ایجاد مدلی برای پیش بینی ورشکستگی شرکت های حاضر در بازار بورس و اوراق بهادار با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی است .در این پژوهش از نسبت های مالی زیمنسکی در کنار یک متغیر کلان اقتصادی برای پیش بینی ورشکستگی شرکت هااستفاده شده ؛ برای ایجاد مدل پیش بینی و تجزیه و تحلیل داده ها از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه بااستفاده از الگوریتم پس انتشار استفاده شده. شبکه یک بار تنها فقط با استفاده از نسبت های مالی و بار دیگر بااضافه شدن متغیر کلان اقتصادی تحت آموزش قرار گرفت تا در نهایت این فرضیه تائید شود که دقت شبکه بااضافه شدن متغیر کلان اقتصادی افزایش

می یابد. در نهایت مدل طراحی شده در حالت کلی دارای دقتی ۹۲/۹۵ درصدی، و ۸۵ درصد پیش بینی درست شرکت های ورشکسته برای یک سال قبل از ورشکستگی را دارد.

بیات، احمدیز و محمدی (**1397**) در پژوهشی جهت پیش بینی ورشکستگی شرکت با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب1)FA**(** با استفاده از اطلاعات شرکت های بورس اوراق بهادار تهران مربوط به سال های ۱۳۹۰-۱۳۹۵، شامل ۴۱ شرکت موفق و ۲۵ شرکت ورشکسته به عنوان جامعه آماری پژوهش استفاده شده است. نسبت های مالی به عنوان متغیرهای این پژوهش می باشند که این متغیرها به عنوان نسبت های موثر در ورشکستگی با استفاده از الگوریتم فراکتشافی کرم شب تاب به عنوان یکی از مدل های هوش مصنوعی استخراج شده است که ۹ نسبت مالی را شامل می شود، و در این راستا رتبه بندی شرکت های سالم و ورشکسته نیز صورت گرفت. دو فرضیه برای این پژوهش تدوین گردیده است که نتایج بدست آمده علاوه بر تایید فرضیات، حاکی از پیش بینی های درست ۹۵/۱۲ درصدی برای سال اول، ۸۵/۳۶ درصدی برای سال دوم و ۸۰/۴۸ درصدی برای سال سوم است.

پیرایش، آرانی و برزگر (۱۳۹۶)در پژوهشی تحت عنوان ارائه مدل ریاضی پیش بینی ورشکستگی شرکت ها ی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به بررسی پنج مدل مهم پیش بینی ورشکستگی پرداخته اند و از میان متغیرهای پنج مدل، مدل بازطراحی شده پیش بینی ورشکستگی را ارائه شده که دربرگیرنده هشت متغیر می باشد. قلمرو زمانی پژوهش را داده های صورت های مالی شرکت ها ی بورسی طی سال های ۸۳ تا ۹۳ تشکیل میدهد. نتایج آزمون در ارتباط با توانایی پیش بینی مدل نشان دهنده این واقعیت هست که مدل می تواند دو سال قبل از وقوع ورشکستگی در شرکت ها ، پیش بینی صحیحی در خصوص وجود بحران و ورشکستگی ارائه کند. با دوری از زمان وقوع ورشکستگی بدلیل کمرنگ شدن شاخص های پیش بینی کننده ورشکستگی، از توان پیش بینی مدل کاسته میشود. که نتایج پیش بینی برای یک سال قبل از ورشکستگی ۹۱ درصد و برای دو سال قبل از ورشکستگی ۸۳ درصد میباشد.

بهزادی نیا و سید نژاد ۱۳۹۹ در پژوهشی به بررسی رابطه حاکمیت شرکتی و عملکرد صادراتی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. به این نتیجه رسیدند که رابطه مثبت و معنی داری بین دوره تصدی مدیرعامل، روابط سیاسی و تمرکز مالکیت با گرایش صادراتی وجود دارد. همچنین بین استقلال هییت مدیره و تمرکز مالکیت با عملکرد صادراتی رابطه منفی و معناداری وجود دارد. رابطه معنی داری بین دوره تصدی مدیرعامل و روابط سیاسی با عملکرد صادراتی یافت نشد.

- **پژوهش های خارجی**

ونگ و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی تحت عنوان روش پیشرفته Fs-BOOSTING برای پیش بینی ورشکستگی به بررسی روش Boosting-FS را به منظور انتخاب متغیرهای اثرگذار بر روی پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در دو پایگاه داده بین المللی مورد ارزیابی قرار داده اند. نتایج نشان دهنده بهبود دقت مدل در شرایط استفاده از

Boosting-FSنسبت به عدم استفاده از آن می باشد .نتایج حاصل در این پژوهش از جهت دقت کلی طبقه بندی، خطای نوع اول و خطای نوع دوم مورد ارزیابی قرار گرفته است.

جنگ و همکاران(۲۰۱۲) رویکرد جدیدی را برای تنظیم صحیح عوامل مؤثر در عملکرد الگوی شبکه های عصبی شامل متغیرهای ورودی، تعداد گره های پنهان و ارزش تحلیل ثابت ارائه کردند . روش جستجوی شبکه و الگوریتم ژنتیک نیز به طور مدام برای تنظیم صحیح تعداد گره های پنهان و ارزش وزن پارامترهای فروپاشی به کار گرفته شد . این رویکرد برای بهبود عملکرد الگوی شبکه های عصبی برای پیش بینی احتمال ورشکستگی شرکت ها استفاده شد و نتایج آن با نتایج الگوهای پیش بینی ورشکستگی موجود مانند الگوی استدلال مبتنی بر مورد، درخت تصمیم، الگوی خطی تعمیم یافته، الگوی تحلیل تمایزی چندگانه و ماشین بردار پشتیبان مقایسه و مشخص شد این الگو به طور معنی داری، عملکرد بهتری نسبت به الگوهای مقایسه ای فوق دارد.

اکسی (۲۰۱۱) کوشید با استفاده از الگوی درخت تصمیم، کارت ورشکستگی شرکت ها را پیش بینی کند . برای این منظور، از اطلاعات ۷۳ شرکت در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ استفاده شد. نتایج نشان داد این الگو در گام آموزش با wep ۱۲/۰۸ درصد و در گام آزمایش با ۱۱/۴۳wep درصد، داده ها را پیش بینی می کند؛ بنابراین مشخص شد این الگو، wepکمی در طبقه بندی شرکت برحسب عملکردشان دارد.

لیو (۲۰۰۸) سه الگوی رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم و شبکه های عصبی را از لحاظ پیش بینی موفق نبودن واحدهای تجاری بررسی کرد. نتایج نشان داد از لحاظ wep1، شبکه های عصبی و رگرسیون لجستیک، همه شرکت ها ی ناموفق را به درستی طبقه بندی می کنند و الگوریتم درخت تصمیم، بیشترین wep را در طبقه بندی شرکت ها ی موفق از ناموفق دارد.

کیم و کانگ (۲۰۱۲) در پژوهشی از ترکیب الگوریتم ژنتیک با الگوهای بهینه سازی در پیش بینی ورشکستگی شرکت ها استفاده کردند. متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش شامل سود خالص به مجموع دارایی ها، هزینه های مالی به مجموع دارایی ها، سود خالص به فروش، دارایی های جاری به مجموع دارایی ها، دارایی های جاری به بدهی های جاری، بدهی های جاری به فروش است. نتیجه پژوهش آنان بیانگر این بود که ترکیب الگوریتم ژنتیک با الگوهای بهینه سازی منجر به پیش بینی بهتر ورشکستگی می شود.

اوهلسون و همکاران (۲۰۱۲) نیز در پژوهشی از تجزیه و تحلیل داده کاوی جهت پیش بینی ورشکستگی شرکت ها استفاده کردند. در این پژوهش از متغیرهای بهای تمام شده کالای فروش رفته، سود ناخالص، سود خالص و جمع درآمدها برای پیش بینی ورشکستگی شرکت ها استفاده کردند. نتیجه پژوهش آنان نشان داد که هزینه استفاده از داده کاوی در مقایسه با الگوهای شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک، بیشتر است ولی استفاده با از آن باعث کاهش خطای بالقوه در امر پیش بینی می شود .

یلدیز و دیگران (۲۰۱۰) برای پیش بینی ورشکستگی بانک ها، مدل فازی عصبی به کار بردند. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که مدل فازی عصبی همانند مدل شبکه عصبی مصنوعی توانایی یادگیری دارد، اما دارای برتری هایی نسبت به مدل شبکه عصبی مصنوعی می باشد و می تواند به عنوان جایگزینی برای پیش بینی ورشکستگی محسوب شود و از دقت بالایی در پیش بینی برخوردار است.

وو و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود به دنبال تدوین یک الگوی ماشین بردارتکیه گاه با استفاده از الگوریتم ژنتیک بودند تا عوامل این روش را به بهترین نحوبهینه کنند. آن ها نشان دادند که الگوی ماشین بردار تکیه گاه باکاربرد روش الگوریتم ژنتیک آن ها ازدو جنبه دقت پیش بینی و قابلیت تعمیم دهی نسبت به سایرروش ها برتری با اهمیتی دارد .

- **فرضیه های پژوهش**

۱) فرضیه اول: بین کیفیت سیستم حاکمیت شرکتی و پیش بینی ورشکستگی شرکت¬ها رابطه معناداری وجود دارد.

۲) فرضیه دوم: توان پیش بینی ورشکستگی شرکت¬ها با استفاده از ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم وژنتیک با روش KNN تفاوت معناداری با هم دارند.

۳) فرضیه سوم: توان پیش بینی ورشکستگی شرکت¬ها با استفاده از شبکه عصبی با ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک تفاوت معناداری با هم دارند.

ورودی های مدل های مذکور دو مجموعه داده شامل مجموعه داده ی اول نسبتهای مالی به صورت مجزا ، مجموعه داده ی دوم ترکیب نسبت های مالی و شاخص های حاکمیت شرکتی بوده است تا بتوان تاثیر گذاری مکانیزهای حاکمیت شرکتی را در پیش بینی ورشکستگی شرکت ها مورد آزمون قرار دهیم.

- **روش شناسی پژوهش**

روش پژوهش این پژوهش از نظر ماهیت و محتوا از نوع توصیفی است، که با استفاده از داده‌های ثانویه مستخرج از صورت های مالی شرکت ها ی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به تحلیل توانایی مدل های پیش بینی ورشکستگی می‌پردازد. انجام این پژوهش در چهارچوب استدلال قیاسی – استقرایی صورت خواهد گرفت. از سوی دیگر پژوهش حاضر از نوع پس رویدادی (نیمه تجربی) است، یعنی بر مبنای تجزیه و تحلیل اطلاعات گذشته و تاریخی (صورت های مالی شرکت ها) انجام می‌گیرد. همچنین این پژوهش از نوع مطالعه ای کتابخانه ای و مدل سازی بوده و مبتنی بر تحلیل داده های تابلویی (پانل دیتا) نیز می باشد.

برای انتخاب جامعه آماری مورد نظر جهت آزمون داده ها در مرحله اول اطلاعات کلیه شرکت ها ی بورس نهران از سال ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۵ استخراج شدند. در مر حله دوم بانکها، بیمه، واسطه گریهای مالی و همچنین شرکت ها یی که در طی ۱۰ سال به بورس اضافه و یا از آن خارج شدند حذف گردید و تعداد ۴۰۸ شرکت در صنایع مختلف با قی ماندند که طی ۱۰ سال ثابت بودند.

در مر حله سوم TKA -Z-Score برای ۴۰۸ شرکت محاسبه گردید(شاخص مورد نظر برای بررسی ورشکستگی به نام مدل بومی شده کردستانی – تاتلی بر اساس مدل آلتمن می باشد) و شرکت ها یی که Z-Score TKA – آن ها کوچکتر و یا مساوی (۰.۵-) بود شرکت ورشکسته فرض گردید و شرکت ها یی که سه سال متوالی از سال مبنا (۱۳۹۵) TKA –Z-Score آن ها دارای شرایط فوق بود به عنوان ورشکسته اتنخاب

گردید. ولی به دلیل اینکه در صنایع مختلف باید به میزان لازم شرکت سالم و ورشکسته وجود داشته باشد تا قابلیت مقایسه وجود داشته باشد، به ۳ دلیل ذیل برخی صنایع حذف گردیدند:

قابلیت مقایسه در صنعت مورد نظر وجود ندارد. بدین معنا که با حذفیات مرحله اول تعداد شرکت ها یی که در صنعت باقی ماندند کم بوده و یا اطلاعات آن ها به دلیل ورشکسته شدن از مقطعی به بعد از بورس حذف شده است، لذا قابلیت دسترسی به اطلاعات مالکیت شرکتی و صورت های مالی آن شرکت ها وجود نبوده است.

- به دلیل نبود شرکت ورشکسته در صنعت، کلاً صنعت مورد نظر حذف گردید.
- به دلیل نبود شرکت سالم در این صنعت، کلاً صنعت مورد نظر حذف گردید.

از میان ۳۴ صنعت موجود، ۱۸ صنعت حذف شدند و ۱۶ صنعت باقی ماندند و به همین ترتیب ۱۶۸ شرکت از ۴۰۸ شرکت با قی ماندند که ۸۴ شرکت سالم و ۸۴ شرکت ورشکسته بودند. شرکت ها ی سالم نیز به شرح ذیل انتخاب شدند:

- ✓ دامنه اطلاعاتی این گروه مشابه با شرکت های ورشکسته باشد.
- ✓ متغیرهای ۱X تا ۴X آن ها در مدل بومی شده کردستانی – تاتلی بر اساس مدل آلتمن مثبت باشد.
- ✓ اگر شرکتی در سال مبنا ورشکسته باشد ولی در سال قبل نیز سالم بوده است جز شرکت ها ی سالم فرض نشده است.

از میان ۳۴ صنعت موجود، ۱۸ صنعت حذف شدند و ۱۶ صنعت باقی ماندند و به همین ترتیب ۱۶۸ شرکت از ۴۰۸ شرکت با قی ماندند که ۸۴ شرکت سالم و ۸۴ شرکت ورشکسته بودند.

- **متغیرها و مدل پژوهش**

روش آزمون فرضیه ها

$$Bankruptcy_{it} = \beta_{.} + \beta_{1}CG_{it} + \beta_{2}X3_{it} + \beta_{3}X4_{it} + \beta_{4}X5_{it} + \beta_{5}X7_{it} + \beta_{6}X13_{it} + \beta_{7}X1_{it} + \beta_{8}X6_{it} + \beta_{9}X8_{it} + \beta_{10}X16_{it} + \beta_{11}X17_{it} + \beta_{12}X20_{it} + \beta_{13}X19_{it} + \beta_{14}X30_{it} + \beta_{15}X31_{it} + \beta_{16}X41$$

که در مدل فوق متغیر ها عبارتند از :

ردیف	نام متغیر	نوع متغیر	علامت اختصاری
۱	ورشکستگی	وابسته	*Bankruptcy*
۲	حاکمیت شرکتی	مستقل	*CG*
۳	نسبت جاری	کنترلی	*X3*
۴	نسبت انی	کنترلی	*X4*
۵	نسبت هزینه بهره به درآمد	کنترلی	*X5*
۶	نسبت بدهی	کنترلی	*X7*
۷	نسبت وجه نقد	کنترلی	*X13*
۸	نسبت بدهی های بلند مدت به ارزش ویژه	کنترلی	*X1*

ردیف	نام متغیر	نوع متغیر	علامت اختصاری
۹	نسبت بدهی ها به ارزش ویژه	کنترلی	*X6*
۱۰	نسبت سرمایه در گردش به دارایی ها	کنترلی	*X8*
۱۱	نسبت بازده مجموع دارایی ها	کنترلی	*X16*
۱۲	حاشیه سود ناخالص	کنترلی	*X17*
۱۳	نسبت سود انباشته به کل دارایی ها	کنترلی	*X20*
۱۴	حاشیه سود قبل از مالیات	کنترلی	*X19*
۱۵	اهرم مالی	کنترلی	*X30*
۱۶	نسبت پوشش بهره	کنترلی	*X31*
۱۷	حقوق صاحبان سهام به مجموع دارایی ها(مالکانه)	کنترلی	*X41*

- **متغیرهای پژوهش**

ورشکستگی مالی(Bankruptcy)

متغیر وابسته در این پژوهش می باشد و متغیر مجازی در نظر گرفته شده است، در صورتی که شرکت تجارت ورشکسته مالی باشد، عدد یک در غیر اینصورت عدد صفر لحاظ می گردد.

ورشکستگی مالی در این پژوهش طبق مدل های بومی شده کردستانی – تاتلی بر اساس مدل های تعدیل شده آلتمن که برای محیط اقتصادی ایران طراحی شده است، محاسبه شده است.مدل های اولیه آلتمن، اسپرنیگیت و زلمییکی توان با اهمیتی برای شناسایی شرکت ها ی درمانده و ورشکسته مالی در محیط ایران را ندارند و مدل های تعدیل شده توانایی بیشتری دارند. همچنین مدل های تعدیل شده بر مبنای اطلاعات ۳ سال قبل از سال مبنا نسبت به مدل های تعدیل شده بر بمای اطلاعات ۵ سال قبل از سال مبنا، از کارایی بیشتری برخوردارند. مدل بومی شده کردستانی و تاتلی همانند مدل های تعدیل شده به طور معناداری قادر به شناسایی شرکت ها ی سالم و ورشکسته و درمانده در محیط اقتصادی ایران با کمترین درصد خطا می باشد.(ارزیابی توان پیش بینی مدل در ورشکستگی با کردستانی، تاتلی)،بهترین متغیرهای توضیح دهنده ورشکستگی طبق مدل ارایه شده به نام مدل بومی شده کردستانی - تاتلی انتخاب شده است(نشریه دانش حسابرسی ،۱۳۹۳)، مدل مذکور (تحلیل ممیزی) همانند مدل های تعدیل شده آلتمن و اسپرینگیت تا سه سال قبل از سال مبنا ،به طور معناداری قادر به شناسایی شرکت های سالم، درمانده و ورشکسته مالی در محیط اقتصادی ایران می باشند. (نشریه دانش حسابرسی ،۱۳۹۳). مدل تدوین شده کردستانی – تاتلی به شرح ذیل می باشد:

$$MDA=0.626\ X_1+0.137\ X_2+0.679\ X_3+0.583\ X_3$$

- ✓ X_1 = سود (زیان) انباشته به کل دارایی ها
- ✓ X_2 = سود (زیان) عملیاتی به کل دارایی ها
- ✓ X_3 = سود (زیان) خالص به کل دارایی ها
- ✓ X_4 = کل بدهی به کل دارایی ها

حاکمیت شرکتی (متغیر مستقل) :

در پژوهش حاضر به منظور محاسبه کیفیت حاکمیت شرکتی از ۱۵ عامل، استفاده شده است :

نام عامل		تعرف عملیاتی	دو وجهی
درصد سهامداران نهادی	Y1	درصد سهامداران حقوقی + درصد سهامداران حقیقی بزرگتر از ۵ درصد	اگر بالای ۷۰ درصد باشد صفر در غیر اینصورت یک
تمرکز مالکیت	Y2	حاصل جمع درصد سهامداری سهامداران بالای یک درصد به غیر از سهامدار اصلی	درصد محاسبه شده بالای ۵۰ باشد یک در غیر اینصورت صفر
مالکیت مدیریتی	Y3	تعداد سهام در اختیار اعضای هیات مدیره ای که نماینده یک مالکیت مشخص باشد از تقسیم جمع درصدهای مالکیت کلیه اعضای هیات مدیره بر تعداد اعضای هر شرکت بدست می آید	میانگین کل شرکت ها محاسبه می شود و چنانچه از میانگین بزرگتر باشد عدد صفر در غیر اینصورت یک .
مالکیت بلوکی	Y4	تعداد کل سهام انتشار یافته تقسیم بر سهام در دست اولین سهامدار از نظر میزان سهام (مالکیت عمده بالاتر از سطح مشخص ممکن است منجر به حفاظت مدیران مالک و در نتیجه سلب مالکیت از سهامداران خرد می شود (حساس یگانه ،۱۳۹۱)	از میانگین محاسبه شده برای کل شرکت ها بزرگتر باشد عدد صفر در غیر اینصورت عدد یک
چرخش مؤسسه حسابرسی	Y5	تغییر موسسه حسابرسی	اگر هر شرکت در هر سال حسابرسی داشته که نهایتاً به صورت ثابت ۳ سال آنجابوده عدد یک و در غیر اینصورت ،در حالت تغییر حسابرس زود هنگام و یا بیشتر از ۳ سال ،در هر دو صورت عدد صفر را می¬گیرد
استقلال هیئت مدیره	Y6	نسبت اعضای هیئت مدیره غیر موظف به کل اعضای هیات مدیره	بیشتر بودن نسبت اعضای غیر موظف به کل اعضا از نسبت محاسبه شده برای کل شرکت ها ، صفر و در غیر اینصورت یک
امتیاز افشا	Y7	امتیاز اعلام شده سالیانه توسط بورس اوراق بهادار بر اساس دو معیار: -قابلیت اتکا - به موقع بودن	اگر بالای ۷۰ باشد ، یک و در غیر اینصورت صفر .
اظهار نظر حسابرس	Y8	اظهار نظر حسابرس مستقل	اظهار نظر حسابرس مستقل به طوری که مشروط ، مردود و عدم اظهار نظر باشد ارزش صفر و در صورتیکه مقبول باشد یک.
اندازه موسسه حسابرسی	Y9	بزرگ یا کوچک بودن موسسه حسابرسی	اگر حسابرسی توسط سازمان حسابرسی و موسسه مفید راهبر باشد ،ارزش یک و در غیر اینصورت ارزش صفر.

نام عامل		تعرف عملیاتی	دو وجهی
دوگانگی وظیفه مدیر عامل	Y10	جداکردن نقش مدیرعامل اززرئیس هیئت مدیره	اگر مدیر عامل ،رئیس هیات مدیره باشد برابر صفر و در غیر اینصورت عدد یک می باشد .
کمیته حسابرسی	Y11	وجود کمیته حسابرسی	اگر کمیته حسابرسی وجود نداشت عدد صفر و در غیر اینصورت عدد یک
درصد مالکیت و نفوذ دولت	Y12	اگر در شرکتی سهامدار عمده ، دولت و یا نهادهای وابسته به دولت باشد به دلیل الزام کمتر و انگیزه های جنبی مدیران و همچنین سیاستهای اقتصادی و اجتماعی دولتی در شرکت ها ، ساختار حاکمیت شرکتی نسبت به سایر شرکت ها ضعیف تر خواهد بود.	اگر شرکتی ساختار دولتی داشت و سهامدرا عمده اش نهادهای دولتی بودند عدد صفر و در غیر اینصورت عدد یک را می پذیرد .
رئیس هیأت مدیره موظف است یا غیر موظف	Y13	به این دلیل که غیر موظف بودن رئیس هیأت مدیره از لحاظ مالکیت شرکتی به دلیل درگیر نبودن منافع فردی و با توجه به تئوری نمایندگی و همسو شدن منافع سهامداران و مدیران غیر موظف بودن رئیس هیأت مدیره بهتر می¬باشد.	در صورتیکه غیر موظف باشد عدد یک ودر غیر اینصورت عدد صفر
سهام شناور آزاد	Y14	سهم شناور آزاد تعداد سهمی است که انتظار می رود در آینده نزدیک قابل معامله باشد ، یعنی در مالکیت کسانی است که اماده اند در صورت دریافت پیشنهاد مناسب آن را بفروشند. در حقیقت درصد سهم شناور آزاد درصد سهامی است که در اختیار سهامداران راهبردی نباشد.اطلاعات مربوط به درصد سهم شناور آزاد از اطلاعیه های سازمان بورس استخراج می گردد.	درصد سهام شناور شرکت (میانگین ۶ سال) بیشتر باشد از میانگین سهام شناور آزاد کل شرکت ها صفر در غیر اینصورت یک
نسبت تغییرات هیئت مدیره	Y15	تقسیم تعداد هیئت مدیره تغییر یافته در هر شرکت به تعداد کل هیئت مدیره شرکت	اگر هر دو سال ۳ نفر تغییر کرده باشد و نسبت برابر ۰.۶ تا یک باشد ، عدد یک در غیر اینصورت عدد صفر.

پس از محاسبات فوق برای هر شرکت یک رتبه حاکمیت شرکتی بین صفر تا ۱۵ در هرسال محاسبه می شود و میانگین کل سال ها برای هر شرکت معیاری عددی خواهد شد که وضعیت حاکمیت شرکتی آن شرکت را نشان می دهد که هر چه بزرگتر باشد نشانه قوی¬تر بودن شرکت در زمینه حاکمیت شرکتی می¬باشد.

برای پیش بینی ورشکستگی از روش های هوش مصنوعی شامل ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش، شبکه عصبی پرسپترون به عنوان روش دوم و روش سوم K-Nearest Neighbours – KNN استفاده

شده است و بهترین روش با دقت بالاتر به عنوان روش مناسب برای پیش بینی اعلام شده است این روش ها هر کدام به تنهایی دارای مزایا و معایبی هستند، در این پژوهش با ترکیب شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک سعی در بهینه سازی جواب بیهینه روش شبکه عصبی شده است تا سطح دقت افزایش یابد .همچنین بررسی گردیده آیا ترکیب نسبت های مالی و حاکمیت شرکتی در بهبود این روش ها تاثیرگذار بوده اند یا خیر.
جهت پردازش اولیه داده ها از نرم افزار اکسل استفاده شده است و برای شبیه سازی در مدل های پیش بنی از نرم افزار متلب استفاده شده است .

- **تجزیه و تحلیل داده های پژوهش**

در این مرحله مدل های انتخابی مورد ارزیابی و آزمایش قرار گرفتند و نتایج آن ها با یکدیگر مقایسه شده است . در ادامه ابتدا معیارهای ارزیابی کارایی بیان و داده های مورد استفاده تشریح می گردد. سپس آزمایش مدل ها انجام میشود نهایتا نتایج آن ها و تحلیل نتایج صورت می گیرد.

- **معیارهای ارزیابی مدل های پیش بینی**

دراین پژوهش ۸۰٪ دیتا را به عنوان داده آموزش و مابقی را به عنوان داده تست انتخاب کردیم. شیوه انتخاب داده ها هم به صورت تصادفی است. معیارهای ارزیابی کیفیت مدل های پیش بینی خطا در نرم افزار شامل موارد زیر هستند که پاسخ های بدست آمده از معیارهای فوق به صورت ذیل در کنار یکدیگر قرار می گیرند و ارزیابی بین مدل ها صورت می پذیرد.

جواب بهینه	شرح
کمترین مقدار	نرخ کلاس بندی اشتباه
کمترین مقدار	میزان هزینه کلاس بندی اشتباه
کمترین مقدار	نرمال شده میزان هزینه کلاس بندی اشتباه
بیشترین مقدار	حساسیت
بیشترین مقدار	نرخ اختصاصی
بیشترین مقدار	دقت
بیشترین مقدار	صحت
بیشترین مقدار	فراخوانی مجدد
بیشترین مقدار	معیار ترکیبی F
بیشترین مقدار	سازگاری
بیشترین مقدار	AUC
بیشترین مقدار	معیار توازن

- **مجموعه داده ها**

داده های پژوهش حاضر از نسبت های مالی و شاخص های حاکمیت شرکتی ۱۶۸ شرکت تهیه شده است. اطلاعات سالیانه شرکت ها بر اساس معیارهای مذکور جمع آوری شده است در دو سری مجموعه داده وارد نرم افزار شده است .سری اول مجموعه ۳۱ شاخص شامل ۱۵ نسبت مالی و ۱۵ شاخص حاکمیت شرکتی و در سری دوم مجموعه داده ها ۱۵ تا نسبت مالی به تنهایی وارد نرم افزار شده اند .

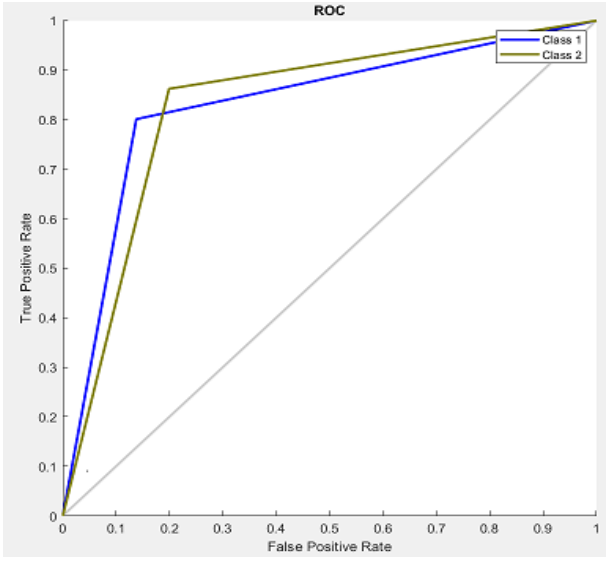
هر دو سری داده ها در ۳ روش فوق بررسی شدند و به طور همزمان روش مناسب پیش بینی ورشکستگی و تاثیر متغیر حاکمیت شرکتی نیز بررسی شده است.

- **یافته های پژوهش**

برمبنای الگوی پیش بینی در این پژوهش، ورشکستگی شرکت مورد نظر در سال مورد نظر به عنوان متغیر وابسته تعریف شده است. علاوه بر این ۳۰ متغیر مستقل شامل ۱۵ نسبت مالی و ۱۵ متغیر حاکمیت شرکتی برای پیش بینی استفاده شده است. در این قسمت در ابتدا به اختصار خروجی و انالیز داده ها به تفکیک روش و مجموعه داده ارایه گردیده است و سپس نتایج شبیه سازی و اعتبار سنجی برآوردهای انجام شده مورد بحث قرار گرفته است .

- **روش شبکه عصبی پرسپترون**

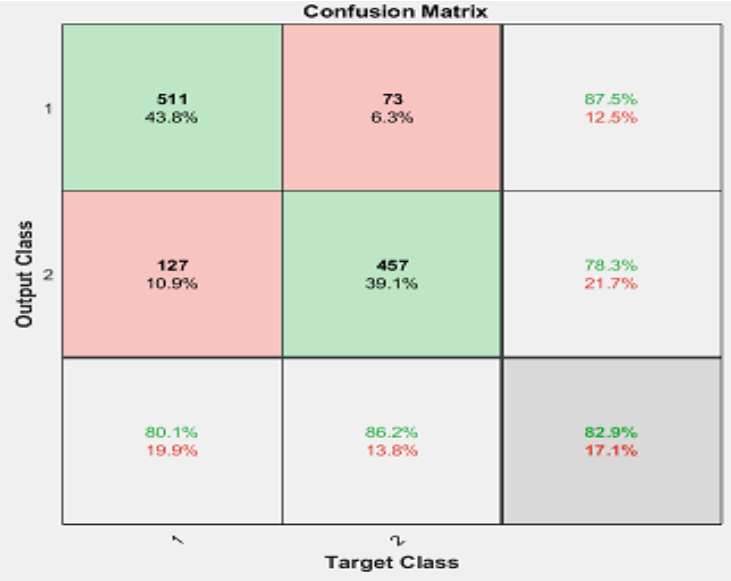
آنالیز روش شبکه عصبی پرسپترون برای مجموعه داده اول



نمودار ۴-۳ نمودار ROC بدست آمده از شبکه عصبی پرسپترون برای مجموعه داده اول

ROC Table					
شرح		TP-درصد	توضیحات	FP-درصد	توضیحات
CLASS 1	ورشکسته	80.10	درست تشخیص داده شده	13.80	غلط تشخیص داده شده
CLASS 2	سالم	86.20	درست تشخیص داده شده	19.90	غلط تشخیص داده شده

همانطور که از نتایج مشخص است شبکه عصبی پرسپترون توانسته بهترین نتیجه را برای کلاس دوم(شرکت ها ی سالم) با دقت ۸۷ درصد بدست آورد.شرکت ها ی ورشکسته را با ۸۰ درصد دقت پیش بینی کرده است و از کل داده ها ۹۶۸ شرکت را درست تشخیص داده است. هم چنین این روش به صورت کلی توانسته دقت ۸۳ درصد را بدست اورد.

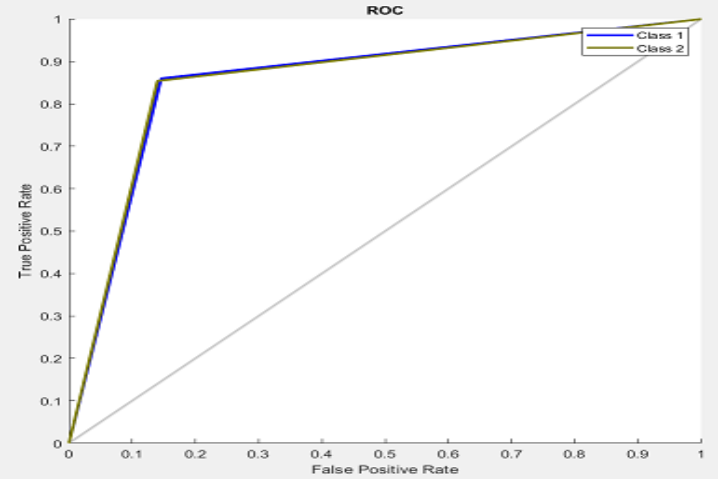


نمودار ۴-۴ نمودار کانفیوژن بدست آمده از شبکه عصبی پرسپترون برای مجموعه داده اول

پیش بینی مورد نظر Confusion Matrix			
تعداد	درصد	تعداد	درصد
511	**43.80**	**73**	**6.30**
ورشکسته بوده ودرست تشخیص داده شده است		سالم بوده غلط تشخیص داده شده است	
127	**10.90**	**457**	**39.10**
ورشکسته بوده غلط تشخیص داده شده است		سالم بوده و درست تشخیص داده شده است	

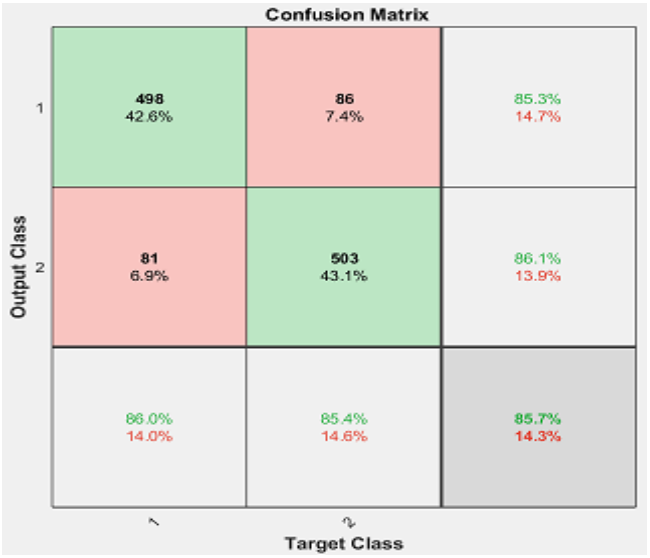
۸۲.۹ درصد در کل داده ها شناسایی صحیح داده شده است.

۱۷.۱درصد در کل داده ها شناسایی غلط داده شده است



نمودار ۴-۶ نمودار ROC بدست آمده از شبکه عصبی برای مجموعه داده دوم

ROC Table					
شرح		TP-درصد	توضیحات	FP-درصد	توضیحات
CLASS 1	ورشکسته	86.00	درست تشخیص داده شده	14.60	غلط تشخیص داده شده
CLASS 2	سالم	85.40	درست تشخیص داده شده	14.00	غلط تشخیص داده شده



نمودار ۴-۷ نمودار کانفیوژن بدست آمده از شبکه عصبی برای مجموعه داده دوم

پیش بینی مورد نظر Confusion Matrix			
تعداد	درصد	تعداد	درصد
498	**42.60**	**86**	**7.40**
ورشکسته بوده ودرست تشخیص داده شده است		سالم بوده غلط تشخیص داده شده است	
81	**6.90**	**503**	**43.10**
ورشکسته بوده غلط تشخیص داده شده است		سالم بوده و درست تشخیص داده شده است	

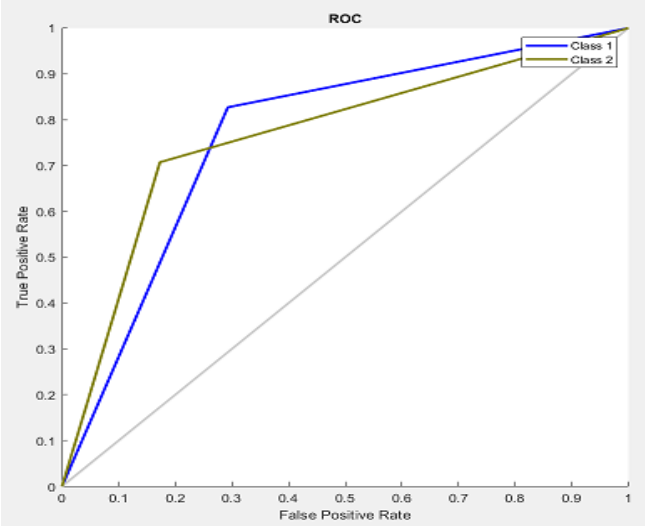
۸۵.۷ درصد در کل داده ها شناسایی صحیح داده شده است.

۱۴.۳درصد در کل داده ها شناسایی غلط داده شده است.

همانطور که از نتایج مشخص است شبکه عصبی پرسپترون توانسته بهترین نتیجه را برای کلاس اول(شرکت ها ی ورشکسته) با دقت ۸۶ درصد بدست آورد. شرکت ها ی سالم را نیز با ۸۵ در صد دقت پیش بینی کرده است. هم چنین این روش به صورت کلی توانسته دقت ۸۶ درصد را بدست اورد.یعنی از کل ۱۱۶۸ شرکت ۱۰۰۴ شرکت درست تشخیص داده شده است.

- **روش KNN**

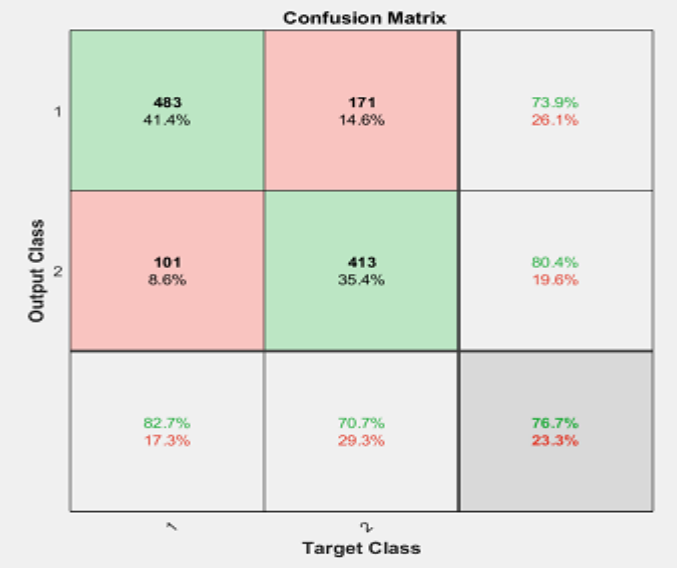
آنالیز روش KNN برای مجموعه داده اول



نمودار ۴-۳۷ نمودار ROC بدست آمده از KNN برای مجموعه داده اول

ROC Table					
شرح		درصد-TP	توضیحات	درصد-FP	توضیحات
CLASS 1	ورشکسته	82.70	درست تشخیص داده شده	29.30	غلط تشخیص داده شده
CLASS 2	سالم	70.70	درست تشخیص داده شده	17.30	غلط تشخیص داده شده

همانطور که از نتایج مشخص است KNN توانسته بهترین نتیجه را برای کلاس اول (شرکت ها ی ورشکسته) با دقت ۸۳ درصد بدست آوردو شرکت ها ی سالم را با ۷۰ درصد دقت شناسایی کرده است. هم چنین این روش به صورت کلی توانسته دقت ۷۷ درصد را بدست اورد.از ۱۱۶۸ داده تعداد ۸۹۹ شرکت را در مجموع درست تشخیص داده است.



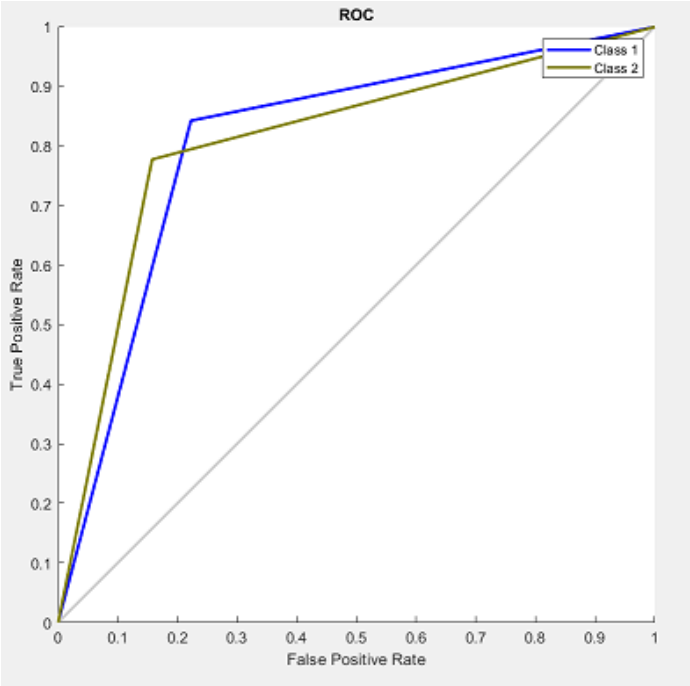
نمودار ۴-۳۸ نمودار کانفیوژن بدست آمده از KNN برای مجموعه داده اول

پیش بینی مورد نظرConfusion Matrix			
تعداد	درصد	تعداد	درصد
483	**41.40**	**171**	**14.60**
ورشکسته بوده ودرست تشخیص داده شده است		سالم بوده غلط تشخیص داده شده است	
101	**8.60**	**413**	**35.40**
ورشکسته بوده غلط تشخیص داده شده است		سالم بوده و درست تشخیص داده شده است	

۷۶.۷ درصد در کل داده ها شناسایی صحیح داده شده است.

۲۳.۳ درصد در کل داده ها شناسایی غلط داده شده است.

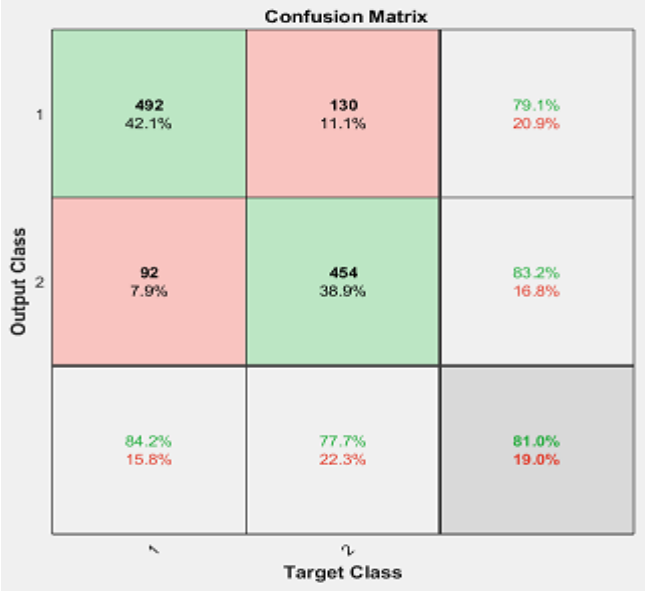
آنالیز روش KNN برای مجموعه داده دوم



نمودار ۴-۳۹ نمودار ROC بدست آمده از KNN برای مجموعه داده دوم

ROC Table					
شرح		TP-درصد	توضیحات	FP-درصد	توضیحات
CLASS 1	ورشکسته	84.20	درست تشخیص داده شده	22.30	غلط تشخیص داده شده
CLASS 2	سالم	77.70	درست تشخیص داده شده	15.80	غلط تشخیص داده شده

همانطور که از نتایج مشخص است KNN توانسته بهترین نتیجه را برای کلاس اول(شرکت ها ی ورشکسته) با دقت ۸۵ درصد بدست آورد و با دقت ۷۷ درصد شرکت ها ی سالم را تشخیص داده است. هم چنین این روش به صورت کلی توانسته دقت ۸۱ درصد را بدست اورد. از مجموع ۱۱۶۸ داده تعداد ۹۴۵ شرکت را درست تشخیص داده است. شامل ۴۵۴ شرکت سالم و ۴۹۲ شرکت ورشکسته.



نمودار ۴-۴۰ نمودار کانفیوژن بدست آمده از KNN برای مجموعه داده دوم

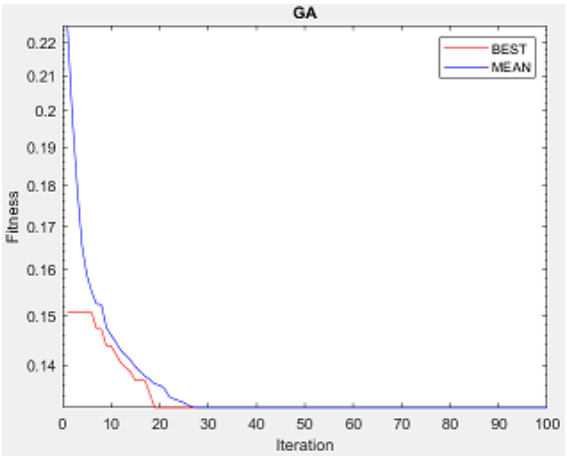
پیش بینی مورد نظرConfusion Matrix			
تعداد	درصد	تعداد	درصد
492	42.10	130	11.10
ورشکسته بوده ودرست تشخیص داده شده است		سالم بوده غلط تشخیص داده شده است	
92	7.90	454	38.90
ورشکسته بوده غلط تشخیص داده شده است		سالم بوده و درست تشخیص داده شده است	

۸۱ درصد در کل داده ها شناسایی صحیح داده شده است.

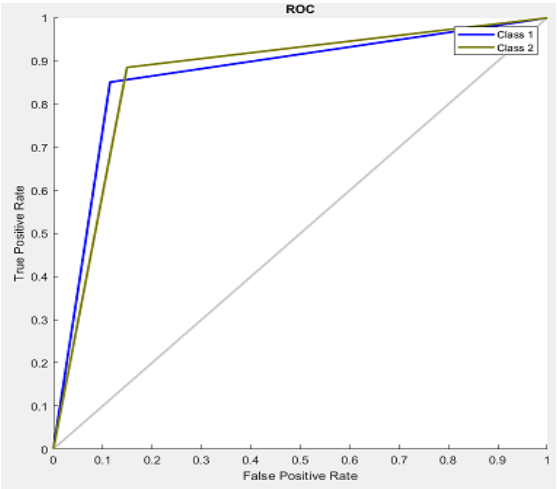
۱۹ درصد در کل داده ها شناسایی غلط داده شده است.

- **ترکیب روش عصبی و الگوریتم ژنتیک**

آنالیز ترکیب روش عصبی و الگوریتم ژنتیک برای مجموعه داده اول

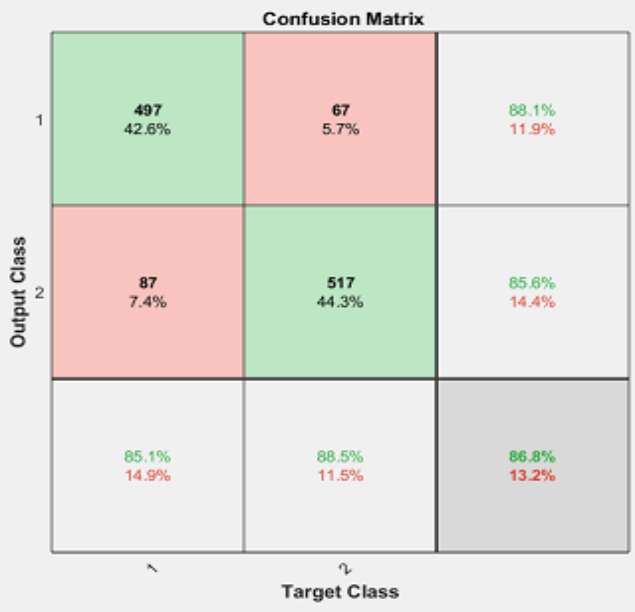


نمودار ۴-۱۷ نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک ترکیب شده با شبکه عصبی برای مجموعه داده اول



نمودار ۴-۱۸ نمودار ROC الگوریتم ژنتیک ترکیب شده با شبکه عصبی برای مجموعه داده اول

ROC Table					
شرح		TP-درصد	توضیحات	FP-درصد	توضیحات
CLASS 1	ورشکسته	85.10	درست تشخیص داده شده	11.50	غلط تشخیص داده شده
CLASS 2	سالم	88.50	درست تشخیص داده شده	14.90	غلط تشخیص داده شده



نمودار ۴-۱۹ نمودار کانفیوژن الگوریتم ژنتیک ترکیب شده با شبکه عصبی برای مجموعه داده اول

پیش بینی مورد نظر Confusion Matrix			
تعداد	درصد	تعداد	درصد
497	42.60%	67	5.70%
ورشکسته بوده ودرست تشخیص داده شده است		سالم بوده غلط تشخیص داده شده است	
87	7.40%	517	44.30%
ورشکسته بوده غلط تشخیص داده شده است		سالم بوده و درست تشخیص داده شده است	

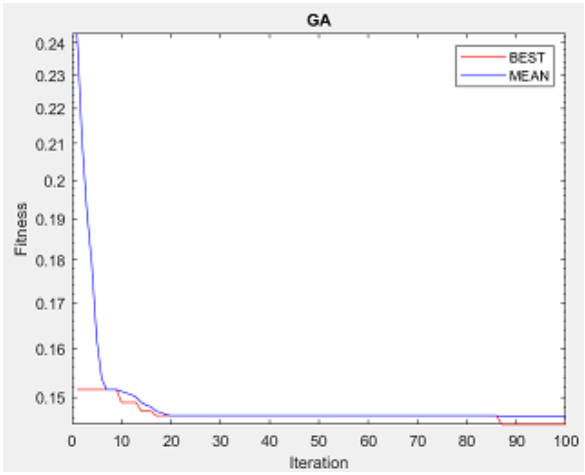
۸۶.۸ درصد در کل داده ها شناسایی صحیح داده شده است.

۱۳.۲ درصد در کل داده ها شناسایی غلط داده شده است.

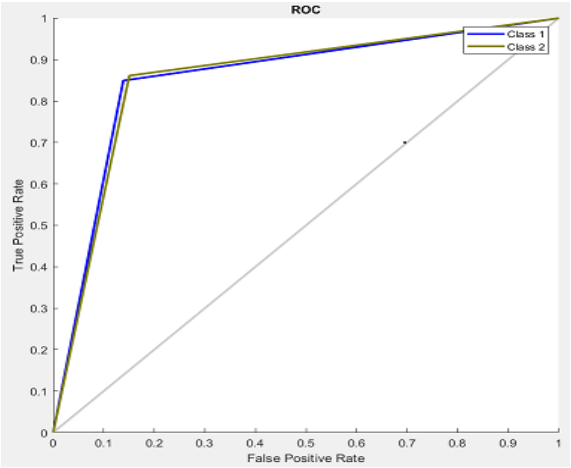
همان طور که از نتایج مشخص است الگوریتم ژنتیک توانسته فرایند بهبود را برای مجموعه داده اول با ۳۱ شاخص راتا تکرار ۱۹ ادامه دهد و بعد از آن به همگرایی می رسد. همچنین این الگوریتم توانسته بهترین نتیجه را برای کلاس دوم (شرکت ها ی سالم)با دقت ۸۹ درصد بدست آورد و شرکت ها ی ورشکسته را با دقت ۸۵ درصد

شناسایی کرده است. هم چنین این الگوریتم به صورت کلی توانسته دقت ۸۷ را بدست آورد. یعنی از ۱۱۶۸ داده تعداد ۱۰۱۶ شرکت را درست تشخیص داده است.

آنالیز ترکیب روش عصبی و الگوریتم ژنتیک برای مجموعه داده دوم

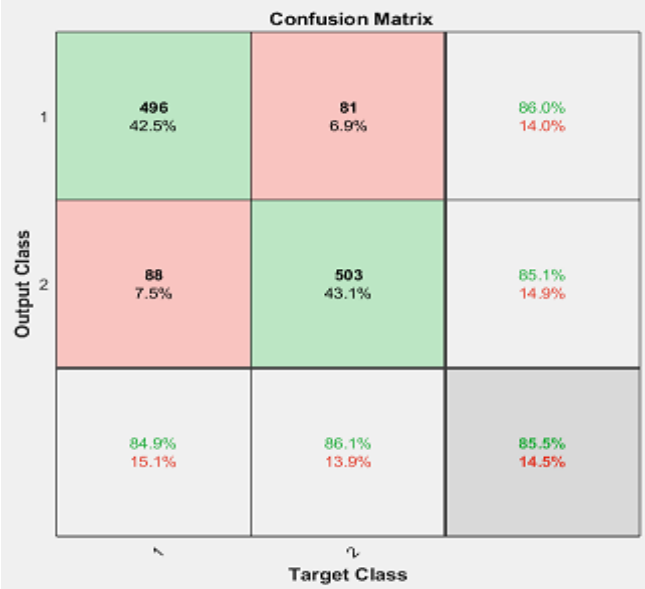


نمودار ۴-۲۰ نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک ترکیب شده با شبکه عصبی برای مجموعه داده دوم



نمودار ۴-۲۱ نمودار ROC الگوریتم ژنتیک ترکیب شده با شبکه عصبی برای مجموعه داده دوم

ROC Table					
شرح		TP–درصد	توضیحات	FP–درصد	توضیحات
CLASS 1	ورشکسته	**84.90**	درست تشخیص داده شده	**13.90**	غلط تشخیص داده شده
CLASS 2	سالم	**86.10**	درست تشخیص داده شده	**15.10**	غلط تشخیص داده شده



نمودار ۴-۲۲ نمودار کانفیوژن الگوریتم ژنتیک ترکیب شده با شبکه عصبی برای مجموعه داده دوم

پیش بینی مورد نظر Confusion Matrix			
تعداد	درصد	تعداد	درصد
496	**42.50**	**81**	**6.90**
ورشکسته بوده ودرست تشخیص داده شده است		سالم بوده غلط تشخیص داده شده است	
88	**7.50**	**503**	**43.10**
ورشکسته بوده غلط تشخیص داده شده است		سالم بوده و درست تشخیص داده شده است	

۸۵.۵ درصد در کل داده ها شناسایی صحیح داده شده است.

۱۴.۵ درصد در کل داده ها شناسایی غلط داده شده است.

همان طور که از نتایج مشخص است الگوریتم ژنتیک توانسته فرایند بهبود را برای مجموعه دوم با ۱۶ شاخص تا تکرار ۱۹ ادامه دهد و بعد از آن به همگرایی می رسد. همچنین این الگوریتم توانسته بهترین نتیجه را برای کلاس دوم (شرکت ها ی سالم) با دقت ۸۶ درصد بدست آورد و شرکت ها ی ورشکسته را با ۸۴ درصد دقت پیش بینی کرده است. هم چنین این الگوریتم به صورت کلی توانسته دقت ۸۵.۵ درصد را بدست آورد.یعنی از کل ۱۱۶۸ داده تعداد ۹۹۸ شرکت وضعیت ورشکستگی و سالم بودنشان درست تشخیص داده شده است.

نتیجه گیری و بحث

در این مقاله و پژوهش صورت گرفته به صورت همزمان دو موضوع مورد بحث و بررسی قرار گرفت. اول اینکه آیا مکانیزم های حاکمیت شرکتی در پیش بینی ورشکستگی می توانند تاثیرگذار باشند، دوم اینکه مدل های هوش مصنوعی برگزیده شده کدام یک با کدام مجموعه داده دقت بیشتری داشتند.

مجموعه داده اول شامل نسبت های مالی و مجموعه داده دوم شامل مکانیزم های حاکمیت شرکتی و نسبت های مالی توامان می باشند. آنچه در محاسبات در نظر گرفته شده است مجموعه داده اول به طور مجزا، نسبت های مالی مورد آزمون قرارگرفتند، نسبت های مالی بهترین راه حل درپیش بینی ورشکستگی ها هستند و به تنهایی قدرت پیش بینی خوبی دارند و در مجموعه داده دوم ترکیبی از نسبت های مالی و مکانیزم های حاکمیت شرکتی مورد آزمون قرار گرفتند تا بتوانیم تاثیر گذاری حاکمیت شرکتی در پیش بینی ورشکستگی را مورد آزمون قراردهیم. در جدول ذیل خلاصه نتایج نمایش داده شده است:

شرح	جواب بهینه	شبکه عصبی		KNN		شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک	
		مجموعه داده اول ، ۳۱ شاخص	مجموعه داده دوم، ۱۵ شاخص	مجموعه داده اول ، ۳۱ شاخص	مجموعه داده دوم، ۱۵ شاخص	مجموعه داده اول ، ۳۱ شاخص	مجموعه داده دوم، ۱۵ شاخص
نرخ کلاس بندی اشتباه	کمترین مقدار	0.17	0.14	0.23	0.19	0.13	0.14
میزان هزینه کلاس بندی اشتباه	کمترین مقدار	0.27	0.21	0.33	0.27	0.20	0.22
نرمال شده میزان هزینه کلاس بندی اشتباه	کمترین مقدار	0.13	0.11	0.16	0.14	0.10	0.11
حساسیت	بیشترین مقدار	0.88	0.85	0.74	0.79	0.88	0.86

شرح	جواب بهینه	شبکه عصبی		KNN		شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک	
		مجموعه داده اول ، ۳۱ شاخص	مجموعه داده دوم، ۱۵ شاخص	مجموعه داده اول ، ۳۱ شاخص	مجموعه داده دوم، ۱۵ شاخص	مجموعه داده اول ، ۳۱ شاخص	مجموعه داده دوم، ۱۵ شاخص
نرخ اختصاصی	بیشترین مقدار	0.78	0.86	0.80	0.83	0.86	0.85
دقت	بیشترین مقدار	0.82	0.85	0.77	0.81	0.87	0.86
صحت	بیشترین مقدار	0.80	0.84	0.83	0.84	0.85	0.85
فراخوانی مجدد	بیشترین مقدار	0.88	0.85	0.74	0.79	0.88	0.86
معیار ترکیبی F	بیشترین مقدار	0.83	0.85	0.78	0.82	0.87	0.85
سازگاری	بیشترین مقدار	0.75	0.70	0.41	0.55	0.77	0.72
AUC	بیشترین مقدار	0.82	0.85	0.77	0.81	0.87	0.86
معیار توازن	بیشترین مقدار	0.82	0.85	0.77	0.81	0.87	0.86

با سه روش هوش مصنوعی شامل روش KNN (نزدیک ترین همسایه)، روش شبکه عصبی و ترکیب روش شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک دو مجموعه داده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی فرضیه های به شرح ذیل می باشد :

فرضیه اول : بین کیفیت سیستم حاکمیت شرکتی و پیش بینی ورشکستگی شرکت ها رابطه معناداری وجود دارد.این فرضیه مورد قبول واقع نگردید و ارتباط معناداری وجود ندارد. با اضافه کردن مکانیزم های مربوطه به محاسبات در دو روش بهبودی ایجاد نگردید و در روش الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی نیز نتیجه با شاخص های حاکمیت شرکتی و بدون شاخص ها به هم نزدیک بوده لذا پیشنهاد این تحقیق بر ثابت نگه داشتن نسبتهای مالی در پیش بینی های ورشکستگی بوده است و می توان با شاخص های دیگر ترکیب کرد.

فرضیه دوم: توان پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با استفاده از ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم وژنتیک با روش KNN تفاوت معناداری با هم دارند.

فرضیه سوم: توان پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با استفاده از شبکه عصبی با ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک تفاوت معناداری با هم دارند.

در مورد دو فرضیه ی فوق در خصوص توان پیش بینی هر کدام از روش ها ، با توجه به اینکه هر سه روش هوش مصنوعی هستند و از یک نوع مکانیزم پیروی می کنند در پیش بینی ورشکستگی موفق بودند .به ترتیب بالاترین دقت، ترکیب روش عصبی و الگوریتم ژنتیک بوده و بعد از آن روش شبکه عصبی به تنهایی و سومین روش، روش KNN می باشد .تفاوت قابل توجهی بین نتایج روش های هوش مصنوعی با سایر روش های آماری می باشد و روش های هوش مصنوعی قدرت پیش بین بالاتری دارند .

در ترکیب روش الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی در مجموعه داده ای که ترکیب هر دو شاخص بوده است دقت مدل بهبود یافته است البته همانطور که نتایج نشان داده شده است دقت مدل ترکیب شده شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک در هردو مجموعه داده بسیار به هم نزدیک هستند . در مجموعه داده اول (۳۱ شاخص) ۸۷ درصد و در مجموعه داده دوم (۱۵ شاخص) ۸۶ درصد می باشد.

ولی با توجه به اینکه در دو روش دیگر بهبود اتفاق نیافته است پیشنهاد بر این است که در مدل های پیش بینی ورشکستگی از نسبت های مالی به طور شاخص ثابت استفاده شود چون توانایی بالایی در پیش بینی ورشکستگی دارند .نسبت های مالی در تمامی حوزه ها سودآوری ، نقدینگی ، ساختار سرمایه می تواند در خصوص سلامت مالی شرکت ها اطلاعات مفیدی را داده و با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی آینده شرکت ها را تا سه سال پیش بینی نماید.

در روش های هوش مصنوعی با تکرار سعی در بهبود نتایج می شود تا زمانی که بهترین نتیجه به دست آید . یکی از دلایل بهبود یافتن ترکیب روش عصبی و الگوریتم ژنتیک این است که نتایج بهبود یافته توسط روش شبکه عصبی مجددا در روش الگوریتم ژنتیک بررسی و بهبود یافته می شوند .بررسی های انجام شده حاکی از این ست که الگوریتم ژنتیک به تنهایی روش مناسبی جهت بررسی پیش بینی ورشکستگی نمی باشد .لذا ترکیب اش با روش شبکه عصبی مصنوعی روش پیشنهادی این مقاله برای پیش بینی ورشکستگی می باشد.

فهرست منابع

* بیات، احمدیز و محمدی،۱۳۹۷، پیش بینی ورشکستگی شرکت با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۷، ص ۲۳۴-۲۶۲.
* پیرایش ،آرانی و برزگر ،۱۳۹۶، ارائه مدل ریاضی پیش بینی ورشکستگی شرکت ها ی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۱، ص ۱۸۷-۲۰۰.
* شورورزی و خلیلی، بهار ۱۳۹۴، ارتباط بین حاکمیت‌شرکتی و عملکرد شرکت برمبنای رگرسیون‌فازی، فصلنامه پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی شماره ۲۵، ص ۱۲۷-۱۴۵.
* غضنفری ورحیمی کیا، عسگری،۱۳۹۶، پیش بینی ورشکستگی شرکت ها مبتنی بر سیستم های هوشمند ترکیبی فصلنامه پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی شماره ۳۷، ص ۱۵۹-۱۹۴.

* قاسمی و رمضانپور ،۱۳۹۶، پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در سازمان بورس و اوراق بهادار با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، شماره ۲۶، ص ۲۷۷-۲۹۶.
* کردستانی و تاتلی، بهار ۱۳۹۳، ارزیابی توان پیش بینی مدل های ورشکستگی، فصلنامه دانش سرمایه گذاری، شماره ۹، ص ۸۳-۹۹.
* Jeong, C., Min, J. H., & Kim. M. S, 2012. A tuning method for the architecture of neural network models incorporating GAM and GA as applied to bankruptcy prediction. Expert Systems with Applications. 39(3): 3650-3658.
* Kim, Myoung-Jong & Dae-Ki Kang, 2012, Classifiers selection in ensembles using genetic algorithms for bankruptcy prediction. Expert Systems with Applications, pp. 1-7
* Liou, F. M, 2008, Fraudulent financial reporting detection and business failure prediction models: A comparison. Managerial Auditing Journal. 23(7): 650- 662.
* Olson, David L, Dursun Delen & Yanyan Meng, 2012, Comparative analysis of data mining methods for bankruptcy prediction. Decision Support Systems, 52: pp. 464˚ 473
* Wang,G., Ma, J., & Yang, S, 2014,"An Improved Boosting Based on Feature Selection for Corporate Bankruptcy Prediction",Expert Systems with Applications, 41(5), PP.2353-2361
* Wu, C.H. Tzeng. G.H., Yeong-Jia G. and Fang W.C., 2007, A Real-Valued Genetic Algorithm, To Optimize the Parameters of Support Vector Machine for Prediction Bankruptcy, Journal of Expert Systems with Application, Vol. 32, pp. 397-408.
* Yildiz, B. and Akkoc, S, 2010, Bankruptcy Prediction Using Neuro Fuzzy: An Application in Turkish Banks, International Research Journal of Finance and Economics, 60,114-126.

Financial Economics
Vol. (12) Issue (48) Winter 2024

A Model to Predict Bankruptcy using the Mechanisms of Corporate Governance and financial ratios

Ghazaleh Alibabaee
PhD student, Department of Accounting, Islamic Azad University, Damavand Branch, Damavand, Iran
ghazal.alibabaee@ hotmail .com

Mohammadhamed Khanmohammadi
Assistant Professor, Department of Accounting, Islamic Azad University, Damavand Branch, Damavand, Iran
(Corresponding Author)
dr.khanmohammadi@yahoo.com

Abstract

Improving the economic and business environment is the most important factor in preventing bankruptcy, therefor, Artificial intelligence uses to predict the bankruptcy of companies in the future. In this study, companies in the Tehran Stock Exchange over a period of 10 years in terms of bankruptcy localized model of Kurdistani-Tatli based on the Altman model were examined and companies were identified as bankrupt and healthy. Research data were collected, categorized and refined using secondary data extracted from financial statements and through the database of the Exchange Organization and the Central Bank.

The models used to evaluate the data and predict the bankruptcy of companies are artificial intelligence models . Artificial neural network, combination of neural network and genetic algorithm and the K-nearest neighbor method has been used. They were also compared in terms of prediction accuracy. The output of the models indicates that the addition of corporate governance indicators to the financial ratios indicators has not improved the results. Therefore, financial ratios alone are sufficient for predicting and determining bankruptcy. The proposed model of this research based on accuracy is a combined model of neural network and genetic algorithm that has the highest accuracy. Genetic algorithm improves the optimal results of the neural network and provides a more optimal answer.

Keywords: Bankruptcy prediction, Artificial intelligence, Financial ratios, Corporate governance