فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار

شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب(FA)

علی بیات[۱]

سید علیرضا احمدی[۲]

مجید محمدی[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۶/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۷/۰۲/۰۴

چکیده:

سرمایه گذاران ، سهامداران، مدیران و دیگر ذینفعان با ورشکسته شدن شرکت، متضرر شده و دارایی خود را از دست خواهند داد. بنابراین وجود مکانیزمی که به بررسی و پیش بینی بحران مالی شرکت ها بپردازد امری ضروری و اجتناب ناپذیر بشمار می رود. تحقیقات متعددی در خصوص پیش بینی ورشکستگی صورت گرفته که استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی و فرا اکتشافی از نمونه مدل های دهه اخیر می باشند. در این پژوهش 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 تحقیق 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.

کلمات کلیدی:

ورشکستگی، نسبت های مالی، الگوریتم کرم شب تاب، هوش مصنوعی، الگوهای فرا اکتشافی.

[۱] استادیار حسابداری - گروه حسابداری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران. (نویسنده مسئول)
. Ali.bayat@iauz.ac.ir

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، گروه حسابداری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.
majid64majid@yahoo.com

[۳]دانشجوی دکتری تخصصی حسابداری، گروه حسابداری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.
majidmohammadi914@gmail.com

۱- مقدمه :

از جمله مهمترین موضوعات مطرح شده در زمینه ی مدیریت مالی، سرمایه گذاری و اطمینان به سرمایه گذاری می باشد که ارزیابی شرایط و وضعیت سازمان ها می تواند در نحوه ی تصمیم گیری سرمایه گذاران تاثیرگذار باشد. یکی از راه های کمک به سرمایه گذاران ارایه الگوهای پیش بینی درباره دور نمای کلی شرکت است، هرچه پیش بینی ها به واقعیت نزدیکتر باشد، مبنای تصمیم های درست تری قرار خواهند گرفت. بیور[۱] معتقد است " پیش بینی بدون اخذ تصمیم امکان پذیر است ولی کوچک ترین تصمیم را نمی توان بدون پیش بینی انجام داد". امروزه پیشرفت سریع فناوری و تغییرات محیطی وسیع، شتاب فزاینده ای به اقتصاد بخشیده است و رقابت روزافزون موسسه ها، دست یابی به سود را محدودتر و احتمال ورشکستگی را افزایش داده است[۱۲]. مالکان، مدیران، سرمایه گذاران، شریکان تجاری و بستانکاران به اندازه ی موسسات دولتی به ارزیابی موقعیت مالی یک شرکت و گرایش آن به ورشکستگی علاقمند هستند. سرمایه گذاران با پیش بینی ورشکستگی نه تنها جلوی ریسک سوخت شدن سرمایه ی خود را می گیرند، بلکه از آن به عنوان ابزاری برای کاهش ریسک سبد سرمایه گذاری خود استفاده می کنند. مدیران واحدهای تجاری نیز در صورت اطلاع به موقع از خطر ورشکستگی، می توانند اقدامات پیشگیرانه ای انجام دهند. یکی از راه های ارزیابی سرمایه گذارن، بررسی پیش بینی وضعیت مالی به خصوص پیش بینی ورشکستگی بنگاه های اقتصادی می باشد که هر چه خطای پیش بینی ها کمتر باشد، رویکرد سرمایه گذاران به مراتب مطمئن تر و با برنامه تر خواهد بود. از طرفی اعتبار دهندگان نیز در صورت ورشکستگی بنگاه های طرف قرارداد خود متحمل هزینه های زیادی خواهند شد. بنابراین انتخاب یک الگوی پیش بینی ورشکستگی، علاوه بر پیچیده گی های بسیار، از ضرورت با لایی نیز برخوردار است که هریک از این الگوها نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند[۱۴]. مدل های پیش بینی ورشکستگی یکی از فنون و ابزار پیش بینی وضعیت آینده ی شرکت ها می باشد که احتمال وقوع ورشکستگی را با ترکیب گروهی از نسبت های مالی تخمین می زنند، در روش تجزیه و تحلیل نسبت ها، احتمال وقوع ورشکستگی به وسیله یک گروه از نسبت های مالی که بوسیله صاحب نظران به هم ترکیب شده اند، تخمین زده می شود[۵]. مدل های پیش بینی ورشکستگی را می توان در ۳ گروه مدل های آماری، مدل های هوش مصنوعی و مدل های نظری طبقه بندی کرد[۹]. ما در این مقاله قصد داریم پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را از طریق الگوریتم کرم شب تاب[۲] به عنوان یکی از مدل های هوش مصنوعی مورد مطالعه قرار دهیم.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- مبانی نظری

تعریف ورشکستگی

واژه "ورشکستگی[۳]" در فرهنگ لغات وبستر[۴] به‌عنوان وضعی یا حالت کسری داشتن و یا ناکافی بودن «قصور کردن» تعریف شده است. در حالی که در تمامی فعالیت‌های تجاری، برنامه‌ریزی‌ها در جهت نیل به موفقیت صورت می‌گیرد، اما همه آن ها به اهداف خود دست نمی‌یابند[۱۶]. در ادبیات مالی واژه‌های غیرمتمایزی برای ورشکستگی وجود دارد. برخی از این واژه‌ها عبارتند از: وضع نامطلوب مالی[۵]، شکست[۶]، عدم موفقیت واحدتجاری[۷]، وخامت[۸]، ورشکستگی[۹]، عدم قدرت پرداخت دیون[۱۰][۴].

پیش بینی ورشکستگی

ورشکستگی شرکت‌ها زیان هنگفتی را برای سرمایه‌گذاران، طلبکاران، مدیران، کارگران، عرضه کنندگان و مشتریان ایجاد می‌کند. اگر کسی علّت اضمحلال شرکت‌ها را متوجه شود، با برنامه‌ریزی لازم شرکت را از مرگ حتمی نجات می‌دهد. بنابراین پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها پیش نیاز جلوگیری ورشکستی است[۷]. در یک دسته بندی انجام شده توسط ادنان عزیز[۱۱](۲۰۰۲) تکنیک های مورد استفاده در ساخت مدل های پیش بینی ورشکستگی، در سه گروه طبقه بندی شده است:

a) مدل های کلاسیک آماری(تکنیک های آماری).

b) مدل های مبتنی بر سیستم های خبره ی هوش مصنوعی(تکنیک های هوش مصنوعی).

c) مدل های نظری.

در این بین می توان مدل های تلفیقی شامل داده کاوی را نیز می توان اضافه نمود، ضمن اینکه جهت تفکیک و پیش بینی شرکت های در سلامت مالی از شرکت های دچار بحران مالی تقسیم بندی دیگری نیز ارایه شده است که به خصوص در بخش هوش مصنوعی موارد دیگری ازجمله شبکه عصبی خود سازنده را نیز اضافه کرده اند.

تکنیک های آماری: تکنیک های آماری از ابتدایی ترین و رایج ترین تکنیک ها جهت مدل سازی پیش بینی ورشکستگی به شمار می روند. مدل های آماری خود به دو گروه تقسیم می شوند: ۱. مدل های آماری تک متغیّره و ۲. مدل های آماری چند متغیّره.

در میان این مدل ها، مدل های چند متغیّره از فراوانی بیشتری برخوردار هستند. مدل تفکیک کننده خطی یا تحلیل تشخیصی چندگانه، احتمالی خطی، لاجیت، پروبیت، مجموع تجمیعی و فرآیندهای تعدیل ناقص، تحلیل عاملی تشکیل دهنده تکنیک های آماری چند متغیره هستند.

تکنیک های هوش مصنوعی: هدف هوش مصنوعی ساخت ماشینی است که بتواند «فکر» کند. یکی از مزیّت های استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در این است که مدل شبکه به راحتی بر پایه ی داده های ورودی و خروجی ساخته و آموزش داده می شود و قادر است که با دقت مناسب خروجی فرایند های دینامیک را پیش بینی کند. الگوریتم تفکیک مکرر، شبکه های عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم کرم شب تاب،الگوریتم مورچه گان، الگوریتم جهش قورباغه، الگوریتم زنبور عسل، مجموعه های زبر، ماشین بردار پشتیبان، استدلال مبتنی بر افته و منطق فازی تشکیل دهنده ی سیستم های خبره هوش مصنوعی هستند.

مدل های نظری: برخلاف مدل های آماری و تکنیک هوش مصنوعی مدل های نظری به دنبال تعیین «دلایل کیفی» ناتوانی تجاری هستند. اصولاً این مدل ها از اطلاعاتی استخراج می شوند که بتوانند مباحث نظری مطرح شده در زمینه ی ناتوانی شرکت را پاسخ دهند. مدل های نظری، از نظر ماهیّت چند متغیره بوده و معمولاً از تکنیک های آماری، برای پشتیبانی کمّی مباحث نظری استفاده می شود. مدل های نظری نیز شامل معیارهای تجزیه ی ترازنامه/ تئوری آنتروپی، تئوری ورشکستگی سفته باز (قمار باز)، تئوری مدیریت وجوه نقد، و تئوری های ریسک اعتباری است.

داده کاوی: داده کاوی پل ارتباطی میان علم آمار، علم یارانه، هوش مصنوعی، الگو شناسی، فراگیری ماشین و بازنمای بصری داده می باشد. داده کاوی فرآیندی پیچیده جهت شناسایی الگوها و مدل های صحیح، جدید و به صورت بالقوه مفید، در حجم وسیعی از داده می باشد، به طریقی که این الگوها و مدل ها برای انسان ها قابل درک باشند[۱۴].

الگوریتم بهینه سازی کرم شب تاب

الگوریتم های بهینه سازی و جستجوی تصادفی و تکاملی روش های نوین و کارآمدی هستند که به ویژه برای یافتن جواب های بهینه سراسری مسائل به کار می روند. ویژگی تصادفی بودن این الگوریتم ها مانع از گیر افتادن در نقاط بهینه موضعی می شوند. در مسائل بهینه سازی عملی مانند طراحی های مهندسی، مدیریت سازمان ها و سیستم های اقتصادی معمولاً توجّه اصلی معطوف به بدست آوردن جواب های بهینه سراسری است. بسیاری از این الگوریتم ها الهام گرفته شده از سیستم های زیستی هستند که الگوریتم اجتماع کرم شب تاب از این دست می باشد. این الگوریتم با مدلسازی رفتار

مجموعه ای از کرم های شب تاب و تخصیص مقداری مرتبط با برازندگی مکان هر کرم شب تاب به عنوان مدلی برای میزان رنگدانه های شب تاب و به روز کردن مکان کرم ها در تکرار های متوالی الگوریتم به جستجوی جواب بهینه مسئله می پردازد. در واقع دو فاز اصلی الگوریتم در هر تکرار فاز به روز کردن رنگدانه و فاز حرکت هستند. کرم های شب تاب به سمت کرم های شب تاب دیگر با رنگدانه بیشتر که در همسایگی آن ها باشند حرکت می کنند. به این ترتیب طی تکرار های متوالی مجموعه به سمت جواب بهتر متمایل می گردد. الگوریتم بهینه سازی اجتماع کرم شب تاب در سال ۲۰۰۵ توسط کریشنااناند و گهوز[۱۲] ارائه شده است. کریشنااناند و گهوز در سال های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ مبانی نظری این الگوریتم را توسعه داده اند. هوش توده ای[۱۳] به طوری که در اجتماعات طبیعی بروز پیدا می کند نتیجه عمل هایی از جانب افراد توده است که بر طبق اطلاعات محلّی انجام می شوند. به طور معمول رفتار توده به اهدافی پیچیده تر و در سطح توده ای راه می برد. نمونه هایی از این پدیده شامل گروه های مورچگان، زنبورهای عسل، پرندگان و ... می باشد. الگوریتم **GSO**[۱۴] با قرار دادن جمعیتی **n** عضوی از کرم های شب تاب در نقاط مختلف فضای جستجوی مسئله بهینه سازی به صورت تصادفی آغاز می شود. در ابتدا همه ی کرم ها مقدار یکسانی از لوسی فرین(در کرم شب تاب نور را به اسم لومی‌نسانس می نامند، لومی نسانس توسط ماده‌ای به اسم لوسی فرین تولید می شود) به اندازه ی **l** در اختیار دارند. هر تکرار الگوریتم شامل یک فاز به روز کردن لوسی فرین و یک فاز به روز کردن مکان کرم ها می باشد:

به روز کردن لوسی فرین:

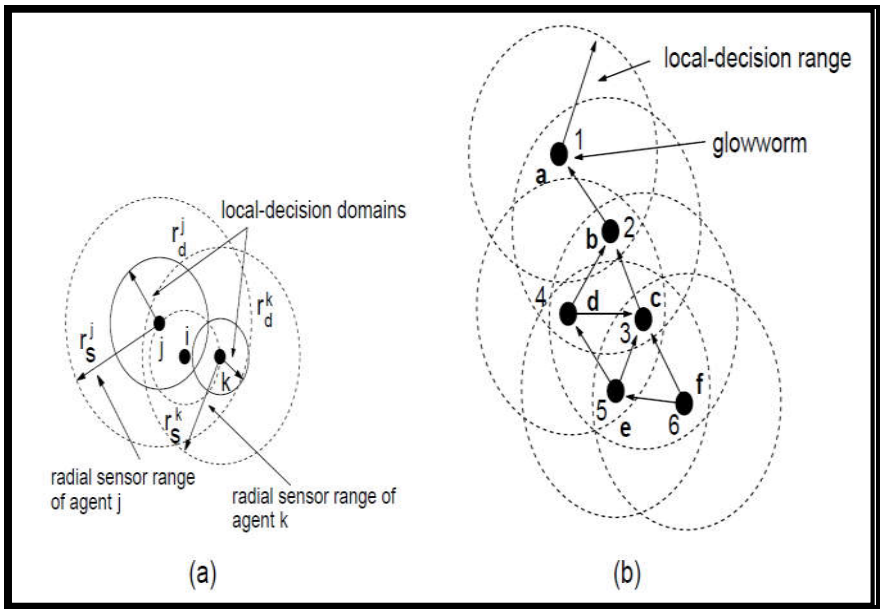
مقدار لوسی فرین هر کرم در هر تکرار با توجه به مقدار برازندگی مکان آن کرم تعیین می شود. به این ترتیب که در هر تکرار با توجه به مقدار برازندگی و متناسب با آن مقداری به لوسی فرین فعلی کرم افزوده می شود. ضمن اینکه به منظور مدل کردن افت تدریجی با زمان مقداری از لوسی فرین فعلی با ضریبی کمتر از ۱ از آن کم می شود. بدین ترتیب رابطه ی به روز کردن لوسی فرین به صورت زیر مطرح شده است:

$$\boldsymbol{l_j(t+1) = (1-\rho)l_j(t) + \gamma^{J_j(t+1)}}$$ رابطه (۱)

که در آن $\boldsymbol{J(x_i(t))}$، $\boldsymbol{l_{i(t-1)}}$ ، $\boldsymbol{l_i(t)}$ ، به ترتیب مقدار جدید لوسی فرین، مقدار قبلی لوسی فرین و برازندگی مکان کرم **i** در تکرار **t** از الگوریتم بوده و **ρ** و**γ** اعداد ثابتی برای مدل کردن افت تدریجی و تاثیر برازندگی بر لوسی فرین می باشند.

حرکت کرم های شب تاب:

در خلال فاز حرکت، هر کرم به صورت احتمالاتی به سمت یکی از همسایگانش که لوسی فرین بالاتری دارد حرکت می کند. به این ترتیب کرم ها به سمت همسایگان با درخشندگی بیشتر حرکت می کنند. در شکل۱ نمایشی از همسایگی ها، مفاهیم شعاع تصمیم و شعاع حسگری کرم ها مشاهده می شود. در قسمت **b** از این شکل کرم ها بر اساس میزان لوسی فرین رتبه بندی شده اند، به این صورت که کرم با شماره ۱ بیشترین درخشش را دارد. شعاع تصمیم r_d در واقع مشخص کننده ی محدوده ای است که کرم های در آن محدوده همسایه محسوب می شوند برای سطح لوسی فرین با کرم مورد نظر مقایسه می شوند. شعاع حسگری r_s مشخص کننده ی حد بالایی برای شعاع تصمیم می باشد. در واقع در طی تکرار های الگوریتم **GSO** شعاع تصمیم کرم ها بسته به شرایطی که در آن قرار دارند تغییر می کند ولی به هر صورت شعاع تصمیم هر کرم از شعاع حسگری آن بیشتر نمی شود. شعاع حسگری مدل کننده حداکثر توانایی کرم ها برای مشاهده ی کرم های دیگر می باشد. در شکل ۱ چهار کرم شب تاب **a, b, c, d** میزان لوسی فرین بیشتری نسبت به کرم شب تاب **e** دارند ولی کرم شب تاب **e** تنها در محدوده مشاهده کرم شب تاب های **c** و **d** قرار دارد و بنابراین دو جهت ممکن برای انتخاب به منظور حرکت به سمت کرم درخشنده تر پیش روی آن است.



شکل۱. (a, b)

(a) : نمایش مفاهیم شعاع تصمیم r_d و شعاع حسگری $r_{(0)d}$ برای کرم k-اُم و j-اُم، نسبت به کرم i-اُم داریم:

$$r_d^k < d_{(i,k)} = d_{(i,j)} < r_d^j < r_s^k < r_s^j \qquad \text{رابطه (۲)}$$

بنابراین با توجه به اینکه کرم **i** در شعاع حسگری هر دو کرم **k** و **j** قرار دارد ولی شعاع تصمیم کرم **k** کوچکتر از فاصله لازم است بنابراین تنها کرم **j** از اطلاعات کرم **i** استفاده می کند.

(*b*): گراف جهت دار با توجه به نسبت لوسی فرین های کرم ها در همسایگی هم، که در آن کرم ها بر اساس میزان لوسی فرین مرتب شده اند و کرم با درخشش بیشتر با رتبه ۱ نمایش داده شده است.

برای هر کرم شب تاب **i** احتمال حرکت به سمت همسایه درخشنده تر **j** به صورت زیر تعریف می گردد:

$$* \; P_j(t) = \frac{l_j(t) - l_i(t)}{\sum_{k \in N_i(t)} l_k(t) - l_i(t)} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

که در این رابطه: $N_i(t)$ مجموعه کرم های شب تاب همسایه ی کرم شب تاب **i** در زمان **t**، $d_{i,j}(t)$ فاصله اقلیدسی بین کرم شب تاب **i** و **j** در زمان **t** و $r_d^i(t)$ بیانگر برد همسایگی متغیّر مربوط به کرم شب تاب **i** در زمان **t** است. با فرض انتخاب شدن کرم شب تاب **j** توسط کرم شب تاب **i** (با احتمال **p** که از رابطه ی۱ بدست می آید) معادله حرکت زمان - گسسته ی کرم شب تاب را می توان به شکل زیر نوشت:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + s\left(\frac{x_j(t) + x_i(t)}{\|x_j(t) - x_i(t)\|}\right) \qquad \text{رابطه (۴)}$$

که درآن $x_i(t)$ بردار **m** بعدی مکان کرم شب تاب **i** در زمان **t** است، $\|.\|$ عملگر نرم اقلیدسی را نشان می دهد و **s** اندازه گام حرکت است.

به روز کردن برد همسایگی:

به هر کرم شب تاب **i** یک همسایگی تخصیص می یابد که برد شعاعی r_d^i آن به طور طبیعی دینامیک است $(0 < r_d^i \leq r_s^i)$. دلیل عدم استفاده از یک همسایگی ثابت نیاز به توجیه دارد، از آنجایی که کرم شب تاب ها تنها به اطلاعات محلی در همسایگی شان برای حرکت نیاز دارند، انتظار می رود تعداد قلّه هایی قابل شناسایی تابع برد حسگری شعاعی است. در واقع اگر برد حسگری هر کرم شب تاب کل فضای جستجو را پوشش دهد همه ی کرم ها به سمت بهینه ی سراسری حرکت می کنند و بهینه های محلّی نادیده گرفته می شوند. از آنجا که اطلاعات از پیش دانسته درباره ی تابع هدف (به عنوان مثال

تعداد قلّه ها و یا فاصله بین قلّه ها) برای مساله فرض نمی شود، به سادگی نمی توان برد همسایگی ثابتی مناسب برای تمامی تابع های هدف در نظر گرفت. به عنوان نمونه انتخاب برد همسایگی $\mathbf{r_d}$ برای تابع هدف هایی با کمترین فاصله میان قله های بیشتر از r_d نسبت به تابع هایی که این فاصله برای آنها کمتر از r_dاست مناسبتر است. بنابراین **GSO** از یک برد همسایگی تطبیقی برای شناسایی وجود قلّه های چندگانه در مسائل بهینه سازی توابع چند مدلی بهره می گیرد.

با فرض r_0 به عنوان برد همسایگی اولیه برای هر کرم شب تاب$\left(r_0 = r_{(0)}{}_d^i\right)$، در هر تکرار الگوریتم **GSO** برد همسایگی هر کرم شب تاب با توجه به رابطه زیر به روز می شود:

$$r_d^i(t+1) = min\left\{r_s, max\{0, r_d^i(t) + \beta(n_t - |N_i(t)|)\}\right\}$$ رابطه (۵)

که در آن β پارامتری ثابت و n_t پارامتری برای کنترل تعداد همسایگی ها می باشد. در مدل یاد شده کرم های شب تاب **a,b,c,d,e,f** بعنوان شرکت های نمونه ی انتخاب شده می باشند که ترکیبی از نسبت های مالی (یک یا چند نسبت) می تواند به عنوان شعاع تصمیم هر شرکت در نظر گرفته شود**[21]**.

۲-۲- پیشینه پژوهش :

پورزمانی(۱۳۹۴)، پژوهشی در مورد قدرت پیش بینی سودآوری آینده ی شرکت ها با استفاده از مدل های الگوریتم ژنتیک خطی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی جهت بالا بردن توان تصمیم گیری استفاده کنندگان صورت های مالی در پیش بینی سودآوری آینده ی شرکت ها انجام داد، نتایج آزمون نشان داد که دقت پیش بینی الگوریتم ژنتیک غیر خطی (۹۰،۰۴ درصد) بیشتر از الگوریتم ژنتیک خطی(۸۷،۱۴ درصد) است[۳]. پناهی و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه ای به پیش بینی پنج ساله ی ورشکستگی مالی برای شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. در این مدل از نسبت های مالی الگوی آلتمن به همراه نسبت جاری استفاده شده است. برآورد مدل به سه روش مدل احتمال خطی، مدل لوجیت و مدل پروبیت صورت گرفته است. بر اساس اطلاعات سال ۱۳۸۲ مدل برآورد شده توانست با دقّت ۷۸ درصد وضعیّت شرکت های یاد شده در سال ۱۳۸۷را درست پیش بینی کند. همچنین نمونه ی دیگری برای استحکام نتایج انتخاب شد که در این نمونه نیز بالاترین دقّت مربوط به مدل لوجیت و ۷۵ درصد است[۲]. رنجبر(۱۳۹۳)، طی پژوهشی به ارزیابی توانایی الگوی جریان های نقدی در دوره ی نزول و پیش بینی بحران مالی در بورس اوراق بهادار تهران در طول سال های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ با استفاده از داده های ۸۲ شرکت می پردازد. نتایج مطالعه نشان می دهد که الگوهای جریان نقدی، قدرت پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها را در ایران دارا می باشد[۶]. وکیلی و همکاران (۱۳۹۳)، در تحقیقی به

ارایه ی مدلی جهت پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر (**ANFIS**[۱۵]) پرداختند. نتیجه این بود که مدل طراحی شده، ورشکستگی را با دقّت ۸۳,۷۵ درصد یک سال پیش از وقوع آن پیش بینی نمود[۱۳]. بیگی و صالحی (۱۳۹۲)، با استفاده از رویکرد مبتنی بر داده کاوی و با استفاده از الگوریتم های حرکت تجمیعی ذرات و فاخته به پیش بینی ورشکستگی شرکت های عضو بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که این الگوریتم با دقّتی معادل ۹۸,۲۳ درصد توانست ورشکستگی شرکت ها را پیش بینی نماید[۱]. کرمی و سید حسینی(۱۳۹۱)، به بررسی سودمندی اطلاعات حسابداری نسبت به اطلاعات بازار در پیش بینی ورشکستگی پرداختند. در این راستا با استفاده از الگوریتم ژنتیک، الگوهایی با ترکیب مختلفی از متغیرهای حسابداری و بازار، طراحی شده و مورد آزمون قرار گرفت. همچنین به منظور بهبود قابلیت تعمیم نتایج، از اعتبار سنجی متقابل استفاده کردند. یافته های پژوهش نشان داد که اطلاعات حسابداری در پیش بینی ورشکستگی از سودمندی بیشتری نسبت به اطلاعات بازار برخوردار بوده و اطلاعات بازار نمی تواند مکمل خوبی برای اطلاعات حسابداری در پیش بینی ورشکستگی باشد[۱۰]. فیروزیان و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی و مقایسه ی آن با مدل **Z** آلتمن در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. متغیرهای نهایی مورد استفاده در مدل الگوریتم ژنتیک و مدل **Z** آلتمن شامل ۵ متغیر نسبت مالی است. در نهایت این ۲ مدل با هم مقایسه شدند که مدل الگوریتم ژنتیک توانست به طور میانگین در یک سال و دوسال قبل از سال مبنا به ترتیب دقتی معادل ۹۱,۵ و ۹۰ درصد داشته باشد و مدل **Z** آلتمن دقتی معادل ۸۳,۳۲ و ۸۳,۳۲ درصد دارد. با توجه به نتایج مدل، الگوریتم ژنتیک دقّت بیشتری در پیش بینی ورشکستگی دارد و در نتیجه ابزار مناسب تری برای پیش بینی محسوب می شود[۹]. مکیان و همکاران (۱۳۸۸)، سه روش شبکه ی عصبی و تحلیل تمایزی و روش لوجیت را با هم مقایسه کرده اند. نتایج پژوهش نشان می دهد مدل شبکه های عصبی از دو روش آماری دیگر، در پیش بینی دقّت بیشتری دارد[۱۱].

کیم و کانگ[۱۶](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[۱۵]. اوهلسون و همکاران[۱۷] (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 از آن باعث کاهش خطای بالقوه در امر پیش بینی می شود[۱۷]. پرماچاندرا و همکاران[۱۸](۲۰۱۱)، با استفاده از الگوی سوپرکارایی جمعی روش **DEA** بر اساس دو مرز موفقیّت و شکست به ارزیابی شرکت ها می پردازند. آن ها نشان دادند که الگوی **DEA** در پیش بینی شکست شرکت ها در مقایسه با پیش بینی شرکت های سالم به نسبت ضعیف عمل می کند[۱۸]. یلدیز و دیگران [۱۹] (۲۰۱۰)، نیز 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 که از دقّت بالایی در پیش بینی برخوردار است[۲۲]. وو و همکاران[۲۰] (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 نحو بهینه کنند. آن ها نشان دادند که الگوی ماشین بردار تکیه گاه با کاربرد روش الگوریتم ژنتیک آنها از دو جنبه دقت پیش بینی و قابلیّت تعمیم دهی نسبت به سایر روش ها برتری با اهمیتی دارد[۲۰]. شین و لی[۲۱](۲۰۰۲)، از مدل ژنتیک برای پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها استفاده کردند و نتایج پژوهش آن ها نشان داد که مدل ژنتیک علاوه بر مناسب بودن برای پیش بینی درماندگی مالی، درک آن برای استفاده کنندگان بسیار آسان است[۱۹].

۳- جنبه جدید بودن و نوآوری بودن پژوهش

الگوریتم های بهینه سازی و جستجوی تصادفی و تکاملی روش های نوین و کارامدی هستند که به ویژه برای یافتن جواب های بهینه سراسری مسائل به کار می روند. ویژگی تصادفی بودن این الگوریتم ها مانع از گیر افتادن در نقاط بهینه موضعی می شوند. در مسائل بهینه سازی عملی مانند طراحی های مهندسی، مدیریت سازمان ها و **سیستم های اقتصادی** معمولاً توجه اصلی معطوف به بدست آوردن جواب های بهینه سراسری است. بسیاری از این الگوریتم ها الهام گرفته شده از سیستم های زیستی هستند که الگوریتم اجتماع کرم شب تاب از این دست می باشد. این الگوریتم با مدلسازی رفتار مجموعه ای از کرم های شب تاب و تخصیص مقداری مرتبط با برازندگی مکان هر کرم شب تاب

به عنوان مدلی برای میزان رنگدانه های شب تاب و به روز کردن مکان کرم ها در تکرار های متوالی الگوریتم به جستجوی جواب بهینه مسئله می پردازد. در واقع دو فاز اصلی الگوریتم در هر تکرار فاز به روز کردن رنگدانه و فاز حرکت هستند. کرم های شب تاب به سمت کرم های شب تاب دیگر با رنگدانه بیشتر که در همسایگی آنها باشند حرکت می کنند. به این ترتیب طی تکرار های متوالی مجموعه به سمت جواب بهتر متمایل می گردد. عمده ترین کاربرد الگوریتم کرم شب تاب در بهینه سازی مسایلی می باشد که هدف نهایی بیشینه کردن تابع هدف است. مدلینگ پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب، بعنوان یکی از مدل های شبکه عصبی مصنوعی برای اولین بار (طی جستجو های انجام شده مورد مشابهی یافت نشد)، در این پژوهش مورد مطالعه قرار می گیرد که پس از شناسایی نسبت های مالی به منظور پیش بینی وضعیت شرکت، از الگوریتم یاد شده جهت پردازش داده ها استفاده خواهد شد. الگوریتم کرم شب تاب با دارا بودن مشخصه های زیر دلیل گزینش محقّق می باشد:

- سرعت همگرایی[۲۲] بالا
- انعطاف پذیری[۲۳]
- قدرت بالا در جستجوی محلی[۲۴]
- عدم حساسیت به مقادیر اولیه[۲۵] **[21]**

در پژوهش حاضر از زبان برنامه نویسی دلفی[۲۶] همراه با دیتابیس[۲۷] اکسس[۲۸] و صفحه گسترده ی اکسل[۲۹] استفاده شده است. در حوزه مالی و علی الخصوص در زمینه ی پیش بینی بحران مالی تاکنون از این روش استفاده نشده است که این در جای خود یک پژوهش بدیع و متفاوتی می تواند به شمار آید. با توجه وجود مشکل محدودیت خطی در نظر گرفتن مساله، گسسته سازی مساله و مشکل ابعادی، که در پژوهش های قبلی وجود داشت نتایجی که این پژوهش می تواند به همراه داشته باشد می تواند روش نوینی در حل مسایل مالی که دارای گستره ی وسیعی از متغیرها می باشند را فرآروی محققان قراردهد.

۴- روش شناسی پژوهش :

پژوهش حاضر از نظر میزان کنترل متغیرهای پژوهش، توصیفی می باشد، از حیث هدف، مطالعه ی پیش رو از نوع کاربردی می باشد. پژوهش حاضر در زمره پژوهش های همبستگی قرار دارد و از سویی دیگر از نوع ارزیابی است، چون فرآیندی جهت جمع آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات برای تصمیم گیری می باشد. از حیث گردآوری اطلاعات روش پژوهش کتابخانه ای می باشد. از نظر روش از نوع توصیفی-

همبستگی می باشد و به دلیل اینکه در این پژوهش از اطلاعات تاریخی شرکت ها استفاده می گردد، از نوع پس رویدادی می باشد. در پژوهش حاضر کلیه شرکت های پذیرفته شده در بورس و اوراق بهادار تهران در یک بازه زمانی ۶ ساله، از سال **1390** تا ۱۳۹۵، جامعه ی آماری پژوهش می باشند. شرکت های مورد بررسی به روش حذف سیستماتیک انتخاب شده اند و اطلاعات جمع آوری شده از شرکت های منتخب بورس اوراق بهادار تهران بر اساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت رتبه بندی گردید که ۴۱ شرکت موفق و ۲۵ شرکت ورشکسته را شامل می شد که به عنوان نمونه ی اولیه جهت الگو سازی به عنوان داده به برنامه (نرم افزار نوشته شده ی با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب) وارد می شود، با استفاده از خروجی برنامه نسبت های موثر و ضریب آن ها مشخص خواهد شد. بعد از ساخته شدن مدل، ۴۱ شرکت سالم و ۲۵ شرکت ورشکسته به عنوان نمونه ی آزمایشی با مدل تست خواهد شد و در نهایت با استفاده از ۶۶ شرکت نمونه برنامه اجرا شده و خروجی آنها به منظور تعیین درصد صحت مدل، مورد آزمون آماری قرار خواهد گرفت.

فرضیه های پژوهش

فرضیه ی اول: الگوی کرم شب تاب توانایی پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بها دار تهران را به طور معنی داری دارد.

فرضیه ی دوم: مدل هایی که با استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی (الگوریتم کرم شب تاب) مدل سازی شده اند نسبت به مدل هایی که با استفاده از تکنیک های آماری مدل سازی شده اند (مدل های کلاسیک)، در پیش بینی ورشکستگی از قابلیّت بیشتری برخوردار می باشند.

متغیّرهای پژوهش

انجام هر پژوهش مستلزم تعیین و تعریف هر یک از متغیّرهای آن است. متغیّرها بر اساس نقشی که در پژوهش دارند به ۲ دسته تقسیم می شوند:

الف .متغیّرهای مستقل

ب .متغیّرهای وابسته

متغیّر مستقل: متغیر مستقل همان علت است. متغیّری است که بر دیگر متغیّرها اثر می گذارد و موجب تشدید یا تضعیف مقدار آن ها می شود. در این پژوهش متغیّر مستقل، "نسبت های مالی" به شرح زیر می‌باشند:

جدول ۱: نسبت های مالی (متغیّر مستقل)

ردیف	نام نسبت	متغیّر	روش محاسبه
۱	نسبت دارایی جاری به بدهی جاری	X_1	بدهی جاری / دارایی جاری
۲	نسبت سرمایه در گردش به بدهی بلند مدت	X_2	بدهی بلند مدت / سرمایه در گردش
۳	نسبت سرمایه در گردش به مجموع دارایی ها	X_3	مجموع دارایی ها / سرمایه در گردش
۴	نسبت مجموع بدهی به مجموع دارایی	X_4	مجموع دارایی ها / مجموع بدهی ها
۵	نسبت ارزش حقوق صاحبان سهام به بدهی ها	X_5	بدهی ها / ارزش حقوق صاحبان سهام
۶	(نسبت سود قبل از مالیات +هزینه مالی) به هزینه مالی	X_6	هزینه مالی/ (سود قبل از بهره و مالیات+ هزینه مالی)
۷	نسبت فروش به مجموع دارایی ها	X_7	کل دارایی ها / فروش خالص
۸	نسبت فروش به دارایی ثابت	X_8	دارایی ثابت / فروش خالص
۹	نسبت سود خالص به مجموع دارایی ها	X_9	مجموع دارایی ها / سود خالص
۱۰	نسبت سود خالص به مجموع بدهی ها	X_{10}	محموع بدهی ها / سود خالص
۱۱	نسبت سرمایه در گردش به فروش	X_{11}	فروش خالص / سرمایه در گردش
۱۲	نسبت سود قبل بهره ومالیات به دارایی ها	X_{12}	داریی / سود قبل از بهره و مالیات
۱۳	نسبت سود انباشته به دارایی ها	X_{13}	دارایی / سود (زیان) انباشته
۱۴	نسبت سود قبل از بهره ومالیات به فروش	X_{14}	فروش خالص / سود قبل از بهره و مالیات
۱۵	نسبت سود خالص به فروش	X_{15}	فروش خالص / سود خالص
۱۶	نسبت جریان وجه نقد عملیاتی به مجموع دارایی ها	X_{16}	مجموع دارایی / جریان نقد حاصل از فعالیت
۱۷	نسبت دارایی جاری به کل دارایی	X_{17}	کل دارایی ها / دارایی های جاری
۱۸	نسبت بدهی جاری به کل دارایی	X_{18}	کل دارایی / بدهی حاری
۱۹	نسبت کل بدهی به حقوق صاحبان سهام	X_{19}	حقوق صاحبان سهان / کل بدهی ها
۲۰	نسبت هزینه مالی به فروش	X_{20}	فروش خالص / هزینه مالی

متغیّر وابسته: متغیّر وابسته همان معلول است. متغیّری است که از دیگران اثر می پذیرد. در جهان واقعی پدیده ای وجود ندارد که معلول نباشد. متغیّر وابسته ی این پژوهش ورشکستگی می باشد.

۵- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات :

با توجه به هدف اصلی پژوهش، که به دنبال بررسی احتمال ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب هستیم. بدین منظور پس از انتخاب شرکت های مورد نظر و محاسبه‌ی نسبت های مالی شرکت های منتخب، اقدام به تعیین میانگین نسبت ها در بین داده به عنوان مبنای اولیه‌ی متغییر ها می گردد. قدم بعدی تعیین تعداد زیر محموعه های قابل ترکیب متغیر ها می باشد که توسط الگوریتم خاصی ای حالت ها استخراج می شود. در گام سوم نوبت به بدنه اصلی الگوریتم می رسد که شامل مراحل زیر می‌باشد:

- **نویز گیری(نرمال سازی)**: یکی از اصول علم پایگاه‌داده‌ها از بین بردن افزونگی است. افزونگی به این معناست یک اطلاع خاص در چند محل مختلف پایگاه ذخیره شود. این امر موجب می‌شود که این خطر بالقوه به وجود آید که داده‌ها هر لحظه با هم در تضاد قرار گیرند و استخراج واقعیت از آنها غیرممکن شود به بیان دیگر فرایندی است که بر اساس آن داده‌ها و اطلاعات در واحدهای منطقی به نام جدول به شکلی توزیع می‌شود که علاوه بر حفظ موجودیت داده‌ها از ایجاد پدیده افزونگی جلوگیری بعمل می‌آورد به این منظور فرم‌های نرمال متعددی تعریف و مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این مدل نویز گیری در واقع همان نرمال سازی داده ها خواهد بود که گام اولیه‌ی اجرای الگوریتم کرم شب تاب می باشد.
- **تبدیل** : در این مرحله متغیر های اولیه با ضرایب خاصی ترکیب شده و فاز تبدیل متغیر ها صورت می گیرد.
- **داده کاوی** : پس از تغیر ضرایب متغیر ها که در مرحله قبل صورت گرفت جهت انتخاب گزینه ی احتمالی پردازش بر روی شرکت های منتخب آغاز می گردد.
- **نسبت های مالی موثر** : در این مرحله نسبت های مالی تاثیر گذار استخراج و از روی این متغیر ها اقدام به نتیجه گیری و تفسیر در مورد سلامت مالی شرکت می گردد. در واقع نسبت های مالی انتخاب شده ی شرکت ها در قالب فایلی به سیستم داده شده و سپس از طریق اجرای الگوریتم کرم شب تاب، خروجی بصورت شرکت دارای بحران مالی و شرکت سالم تحویل خواهد شد.

توضیح اینکه در این پژوهش با استفاده از زبان برنامه نویسی دلفی و الگوریتم کرم شب تاب یک سیستم خبره طراحی گردیده است که قادر به انجام عمل استنتاج برای هر پایگاه دانش متناسب با دامنه مسأله می باشد.

آماده سازی داده ها

در مرحله اول، اطلاعات جمع آوری شده از شرکت های منتخب بورس اوراق بهادار تهران بر اساس ماده ۱۴۱ قانون تجارت (اطلاعات مربوط به سال مالی ۸۸ الی ۹۰) رتبه بندی گردید که ۴۱ شرکت موفق و ۲۵ شرکت ورشکسته را شامل می شد. در مرحله دوم، محاسبه ی نسبت های مالی به عنوان متغیّرهای پژوهش را شامل می شود(مرتب سازی، رتبه بندی و انجام محاسبات جهت بدست آوردن متغیّرها از طریق صفحه گسترده اکسل صورت گرفته است). در مرحله سوم، داده ها جهت استفاده در داده کاوی الگوریتم کرم شب تاب به دیتا بیس در اکسس منتقل شده و در قالب جدول های مشخصی که به آن ها اشاره خواهد شد، نگهداری می شوند.

جدول۲: فهرست جدول ها

ردیف	نام جدول	مورد استفاده
۱	Tb_Co	لیست شرکت های بورسی به همراه نسبت های مالی مربوطه
۲	Tb_Rng	ضرایب متغیر ها
۳	Calc_Case_Tbl	زیر مجموعه های ضرایب

استخراج زیر مجموعه های ترکیب

با توجه به اینکه الگوریتم باید تمامی حالت های ترکیبی ضرایب را در نظر گرفته و جهت استخراج ترکیب بهینه همه آن ها را مورد آزمایش قرار دهد، بنابراین لازم است کلیه زیر مجموعه های محض متغیرها مد نظر قرار بگیرد(زیر مجموعه های محض، به تمامی زیر مجموعه های یک مجموعه به غیر از خود مجموعه، زیر مجموعه های محض آن مجموعه می گویند). برای بدست آوردن زیر مجموعه های محض از رابطه ی زیر استفاده می شود:

تعداد زیر مجموعه های محض = 2^n -1

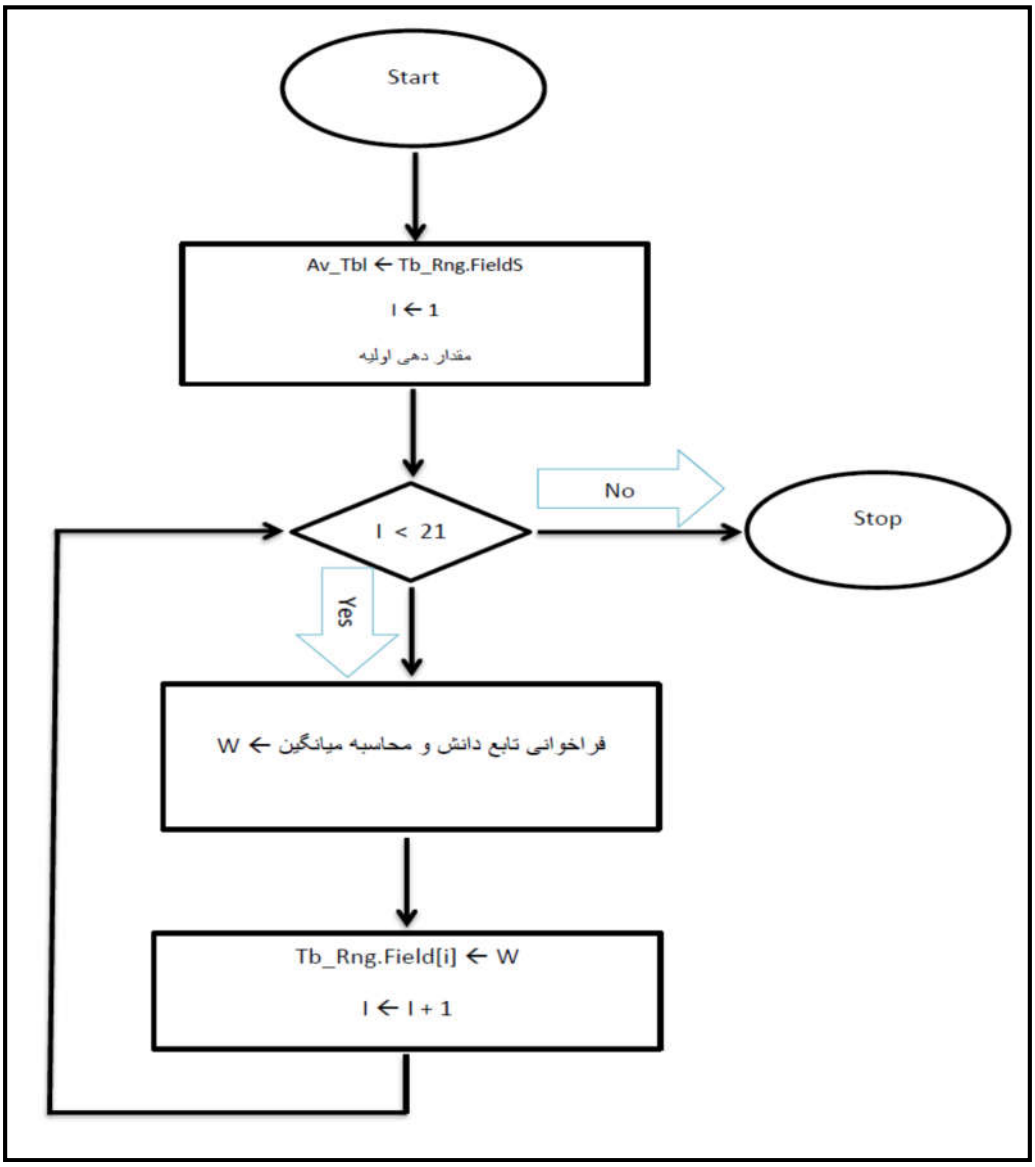
تعداد زیر مجموعه های محض این پژوهش =2^{20} - 1=1048575

در واقع برای بدست آوردن حالت بهینه در فاز اول ۱۰۴۸۵۷۵ مرتبه متغیّرهای فوق الذکر را با ضرایب آن ها ترکیب نموده ایم.

استخراج ضرایب متغیّرها :

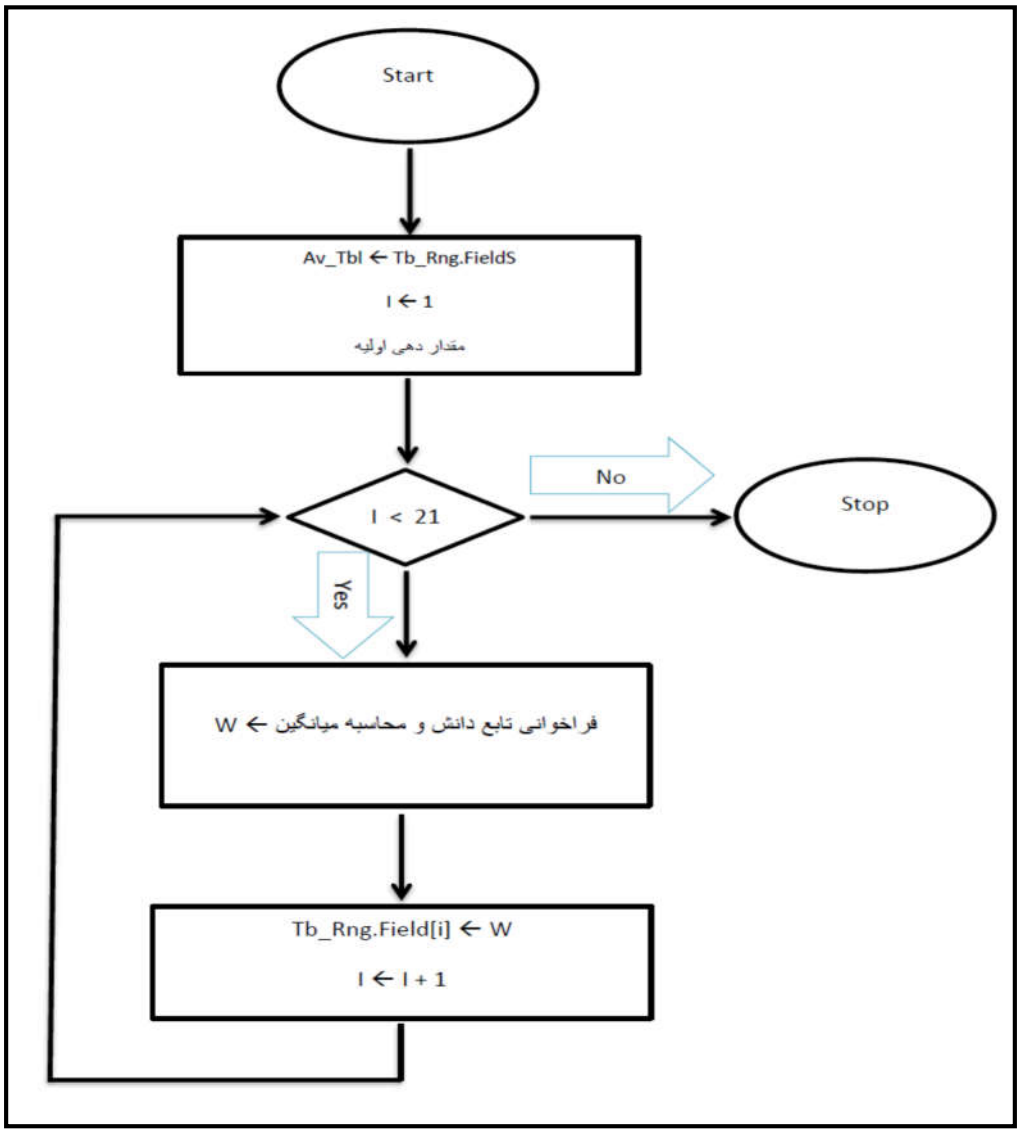
برای آماده سازی دادها جهت اجرای فاز اول برنامه، بایستی ضرایبی هرچند نامتعارف به متغیّرها نسبت داد، در همین راستا با توجه به نظر خبرگان و همچنین نتایج پژوهش های صورت گرفته در زمینه ی ورشکستگی، به هر یک از ۲۰ متغیّرهای مورد بررسی، یک مقدار کمینه و یک مقدار بیشینه نسبت داده شد. که این نسبت ها در حین اجرای اولیه ی الگوریتم، با توجه به ضریب چولگی نسبت های مالی شرکت های مورد مطالعه تغییر پیدا می کند و نهایتاً ضرایب ابتدایی فاز اول آماده می گردد. پس از آماده شدن ضرایب، نوبت ورود به چرخه ی اجرای داده کاوی از طریق الگوریتم کرم شب تاب خواهیم شد.

فلو چارت برنامه انتخاب ضرایب اولیه (داده کاوی)



شکل۲. فلوچارت برنامه

فلوچارت داده کاوی



شکل۳. فلوچارت داده کاوی

که جواب بهینه پس از شش مرحله اجرا بصورت زیر بدست آمد:

جدول۳: جواب بهینه متغیّرها

ردیف	متغیر	شرح	ضریب بدست آمده
۱	X_3	نسبت سرمایه در گردش به مجموع دارایی ها	-2.031
۲	X_7	نسبت فروش به مجموع دارایی ها	0.550
۳	X_8	نسبت فروش به دارایی ثابت	0.125
۴	X_9	نسبت سود خالص به مجموع دارایی ها	-21.092
۵	X_{10}	نسبت سود خالص به مجموع بدهی ها	0.360
۶	X_{12}	نسبت سود قبل بهره ومالیات به دارایی ها	2.528
۷	X_{13}	نسبت سود انباشته به دارایی ها	18.479
۸	X_{15}	نسبت سود خالص به فروش	1.014
۹	X_{20}	نسبت هزینه مالی به فروش	0.778

$$Z_l = -2.031X_3 + 0.550\ X_7 + 0.125X_8 + -21.092X_9 + 0.360X_{10} + 2.528\ X_{12} + 18.479\ X_{13} + 1.014\ X_{15} + 0.778X_{20}$$

به ازای $\mathbf{Z >= 0}$ شرکت سالم است و به ازای $\mathbf{Z< 0}$ شرکت ورشکسته به حساب می آید.

آزمون فرضیه های پژوهش

پس از بدست آوردن جواب بهینه نوبت به مهمترین قسمت پژوهش، یعنی تست مدل بر روی نسبت های مالی شرکت ها ی موضوع پژوهش و آزمون فرضیه می رسد. نتایج آزمایش مدل یاد شده برای سال های اول، دوم و سوم بشرح ذیل بدست آمد:

جدول۴: وضعیت شرکت ها

تعداد شرکت های سالم	تعداد شرکت های ورشکسته	تعداد کل شرکت ها
۴۱	۲۵	۶۶

جدول۵: نتایج آزمون ورشکستگی برای سال اول

سال مالی	تعداد شرکت های سالم	تعداد شرکت های ورشکسته	درصد موفقیت مدل
۱۳۹۳	۳۹	۲۷	٪۹۵,۱۲

جدول۶: نتایج آزمون ورشکستگی برای سال دوم

سال مالی	تعداد شرکت های سالم	تعداد شرکت های ورشکسته	درصد موفقیت مدل
۱۳۹۴	۳۵	۳۱	٪۸۵,۳۶

جدول۷: نتایج آزمون ورشکستگی برای سال سوم

سال مالی	تعداد شرکت های سالم	تعداد شرکت های ورشکسته	درصد موفقیت مدل
۱۳۹۵	۳۳	۳۳	٪۸۰,۴۸

نتایج آزمون فرضیه ها:

فرضیه ی اول: "الگوی کرم شب تاب توانایی پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را به طور معنی داری دارد." با توجه به نتایج بدست آمده الگوریتم کرم شب تاب توانست ورشکستگی شرکت ها را تا ۹۵,۱۲ درصد برای سال اول، ۸۵,۱۲ درصد برای سال دوم و ۸۰,۴۸ درصد برای سال سوم پیش بینی نماید. بنابراین می توان ادعا نمود که فرضیه ی اول مورد قبول واقع می شود.

فرضیه ی دوم: "مدل هایی که با استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی (الگوریتم کرم شب تاب) مدل سازی شده اند نسبت به مدل هایی که با استفاده از تکنیک های آماری مدل سازی شده اند (مدل های کلاسیک)، در پیش بینی ورشکستگی از قابلیّت بیشتری برخوردار می باشند."

جدول۸: نتایج پیش بینی های انجام شده

ردیف	نام محقق	سال تحقیق	روش استفاده شده	درصد پیش بینی		
				سال اول	سال دوم	سال سوم
۱	آلتمن	۱۹۶۸	تحلیل چند متغیره	۷۹		
۲	آلتمن	۱۹۸۳	Z_Score	۹۰,۹		
۳	دیکین	۱۹۷۷	تحلیل ممیزی چندمتغیره	۸۳		
۴	اسپرینگ	۱۹۷۸	مدل آلتمن	۹۲,۵		
5	اوهلسون	۱۹۸۰	تجزیه و تحلیل اوجستیک	۸۵,۱۰		
۶	بلوم	۱۹۸۴	تحلیل ممیزی	۹۰	۸۰	**۷۰**
۷	فالمر	۱۹۸۴	تجزیه و تحلیل چند متغیری	۹۸	۸۱	
۸	فریدمن _ آلتمن _ کااو	۱۹۸۵	تحلیل ممیزی	۹۰		
۹	کتس_ فانت	۱۹۹۲	تحلیل ممیزی	۹۶		
۱۰	سرانو _ سینکا	۱۹۹۷	MDA	۸۶		
۱۱	سرانو _ سینکا	۱۹۹۸	MLP	۹۴		
۱۲	شیراتا	۱۹۹۸	تحلیل تمایز چندگانه	۸۶,۱۴		
۱۳	وارتو	۱۹۹۸	ژنتیک	۹۳	۹۱,۶	
۱۴	شاه و مرتضی	۲۰۰۰	ANN	۷۳		
۱۵	سارکر و اسریرام	۲۰۰۱	مدل ساده بیز	۹۱		
۱۶	سارکر و اسریرام	۲۰۰۱	مدل پیچیده بیز	۹۳		
۱۷	والاس	۲۰۰۴	شبکه عصبی	۹۴		
۱۸	لی	۲۰۰۴	درخت تصمیم	۸۹,۹۵		
۱۹	شین و همکاران	۲۰۰۶	ژنتیک و ماشین بردار	۸۶,۵۳		
۲۰	آلفر و گارسیا	۲۰۰۸	شبکه عصبی	۹۱,۱		
۲۱	اکسی	۲۰۱۱	درخت تصمیم	۸۸,۵۷		

۲۲	رسول زاده	۱۳۸۰	مدل آلتمن	۹۲		
۲۳	یاری فرد	۱۳۸۲	مدل فالمر	۹۰		
۲۴	یاری فرد	۱۳۸۲	مدل اسپرینگت	۷۶		
۲۵	یاری فرد	۱۳۸۲	مدل زمیجوسکی	۷۱		
۲۶	خوش طینت و قسوری	۱۳۸۴	مدل کی سی و بارتزاک	۸۰		
۲۷	احمدی کاشانی	۱۳۸۴	مدل آلتمن	۹۰,۷		
۲۸	مهرانی و همکاران	۱۳۸۴	مدل زمیجوسکی	۹۴,۷		
۲۹	مهرانی و همکاران	۱۳۸۴	مدل شیراتا	۹۷,۴		
۳۰	امینی	۱۳۸۵	مدل فالمر	۷۵	۶۸	
۳۱	دستگیر و همکاران	۱۳۸۷	لوجستیک	۹۷	۹۵	**۹۲**
۳۲	مقدم و سجادی	۱۳۸۷	لوجستیک	۹۷	۹۵	**۹۲**
۳۳	چاشمی و همکاران	۱۳۸۹	لوجستیک	۷۲,۵	۵۲,۵	
۳۴	فیروزیان و همکاران	۱۳۹۰	ژنتیک	۹۱,۵	۹۰	
۳۵	فیروزیان و همکاران	۱۳۹۰	آلتمن	۸۳,۳۲		
۳۶	ابزری، منجمی و بخشایشی	۱۳۹۰	شبکه عصبی	۹۵	۹۰	**۸۵**
۳۷	رضایی و گل دوز	۱۳۹۰	شیراتا	۹۸,۶		
۳۸	رضایی و گل دوز	۱۳۹۰	زاوگین	۸۷		
۳۹	رضایی و گل دوز	۱۳۹۰	مدل زمیجوسکی	۸۹,۶		
۴۰	فدایی نژاد و اسکندری	۱۳۹۰	بهینه سازی تجمیعی ذرات	۹۲,۶		
۴۱	محمودزاده و جلیل وند	۱۳۹۱	لوجیت مرکب	۹۰		
۴۲	موسوی شیری و همکاران	۱۳۹۱	CARTالگوریتم	۹۴,۹۳		
۴۳	اعتمادی و همکاران	۱۳۹۱	شبکه عصبی	۸۶		
۴۴	بیگی و صالحی	۱۳۹۲	الگوریتم فاخته	۹۸,۲۳		
۴۵	حنانی و همکاران	۱۳۹۲	توبین Q روش	۹۷,۲	۹۷,۲	**۸۶,۱**

۴۶	حنانی و همکاران	۱۳۹۲	روش لوجیت	۹۸,۶	۹۴,۴	**۸۴,۷**
۴۷	وکیلی و پیله وری	۱۳۹۳	استنتاج فازی	۸۳,۷۵		
۴۸	پناهی، احمدزاده و جلیلی	۱۳۹۳	آلتمن	۷۸		
۴۹	پورزمانی	۱۳۹۳	ژنتیک غیرخطی	۹۰,۰۴		
۵۰	پورزمانی	۱۳۹۳	ژنتیک خطی	۸۷,۱۴		

با توجه به جدول فوق میانگین رتبه ی نتایج این پژوهش برای سال اول ۱۰، برای سال دوم ۸ و برای سال سوم ۶ از بین ۵۱ نتیجه پیش بینی شده می باشد. لذا می توان گفت که الگوریتم کرم شب تاب از قابلیّت پیش بینی بالایی برخوردار است.

۶- بحث و نتیجه گیری :

بحران مالی و نهایتاً ورشکستگی می تواند زیان های هنگفتی را برای سهامداران، مدیران، شرکت ها و اقتصاد کشور ایجاد کند، بنابراین انجام پژوهشی که بتواند به حل این مساله کمک کند، ضرورت می یابد. در واقع اگر بتوان از طریق مدلی، وقوع احتمالی ورشکستگی در شرکت ها را پیش بینی کرد و پس از آن با علّت یابی و استفاده از روش های حل مساله به اصلاح امور شرکت پرداخت، می توان از به هدر رفتن ثروت ملی در قالب سرمایه های فیزیکی و انسانی و آثارآن جلوگیری نمود. هدف از انجام پژوهش حاضر پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده الگوریتم کرم شب تاب در بازه زمانی یک، دو و سه ساله بود. لذا برای دستیابی به این هدف فرضیه هایی بیان گردید. پس از تجزیه ی داده ها به دوره های زمانی مختلف، توسط الگوریتم داده کاوی به روش کرم شب تاب اقدام به آزمون فرضیه های تحقیق نموده ایم که خلاصه ی نتایج آن به شرح ذیل است:

نتیجه‌گیری از فرضیهٔ اوّل: فرضیه اول پژوهش عبارت بود از اینکه "الگوی کرم شب تاب توانایی پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد." بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که با استفاده از روش یاد شده صرف نظر از افزایش زمان محاسبه ضرایب به واسطه عدم نرمال سازی اولیه آماری و همچنین تعداد ضرایب اولیه به کار رفته در طول زمان محاسبات، نتایج قابل تامّلی را در خصوص ضرایب متغیّرها بدست می دهد. مطابق جدول زیر بیشترین ضرایب موثر، به ترتیب مربوط به نسبت سود خالص به مجموع دارایی ها، نسبت سود انباشته به دارایی، سود قبل از بهره و مالیات به دارایی و نسبت سرمایه در گردش به مجموع دارایی ها می باشد که اهمیّت

این نسبت ها را در میزان تاثیرگذاری بر سلامت مالی شرکت ها بیان می کند. قابل ذکر است که جمع جبری ضرایب کمتر از ۱ و برابر ۰,۷۱۱ می باشد.

جدول۹: جدول ضرایب بدست آمده

ردیف	متغیّر	شرح	ضریب بدست آمده
۱	X_3	نسبت سرمایه در گردش به مجموع دارایی ها	-2.031
۲	X_7	نسبت فروش به مجموع دارایی ها	0.550
۳	X_8	نسبت فروش به دارایی ثابت	0.125
۴	X_9	نسبت سود خالص به مجموع دارایی ها	-21.092
۵	X_{10}	نسبت سود خالص به مجموع بدهی ها	0.360
۶	X_{12}	نسبت سود قبل بهره ومالیات به دارایی ها	2.528
۷	X_{13}	نسبت سود انباشته به دارایی ها	18.479
۸	X_{15}	نسبت سود خالص به فروش	1.014
۹	X_{20}	نسبت هزینه مالی به فروش	0.778

نتیجه‌گیری از فرضیه دوّم: فرضیه ی دوم عبارت بود از اینکه "مدل هایی که با استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی (الگوریتم کرم شب تاب) مدل سازی شده اند نسبت به مدل هایی که با استفاده از تکنیک های آماری مدل سازی شده اند(مدل های کلاسیک)، در پیش بینی ورشکستگی از قابلیّت بیشتری برخوردار می باشند." با توجه به رتبه بندی نتایج پژوهش مشخص گردید، از بین۵۱ پژوهش صورت گرفته، رتبه پژوهش حاضر از نظر توانایی پیش بینی برای سال اول ۱۰، برای سال دوم ۸ و برای سال سوم ۶ می باشد، که به نظر می رسد نتیجه قابل قبولی باشد. اما قضاوت در مورد اینکه الگوریتم کرم شب تاب یکی از بهترین روش های پیش بینی می باشد ویا اینکه کدام یک از روش های استفاده شده در پژوهش های پیش بینی بر سایر روش ها رجحان دارد(به نظر پژوهش) باید شرایط مقایسه از جمله شرکت های مورد بررسی، داده های مساله و... یکسان باشد تا بتوان تصمیم گیری درستی در خصوص انتخاب بهترین روش صورت پذیرد، چه بسا با تغییر محیط و تغییر داده ها نتایج کاملاً متفاوت باشد. مهم ترین نکته ای که در طی این پژوهش بدست آمد این بود که الگوریتم کرم شب تاب توانایی پاسخ به مسایلی مشابه موضوع پژوهش و همچنین مسایلی که به نحوی نیاز به بدست آوردن

ضرایب متغیّرها را دارد به طرز چشم گیری می تواند موثر واقع شود. زیرا مسایلی که حل آنها لازمه داشتن تعداد متغیّرهای زیادی است و با روش های سنّتی قابل پیاده سازی نمی باشند، الگوی کرم شب تاب و الگوهای هوش مصنوعی می تواند کمک شایانی را ارایه دهد. بطور مثال در پژوهش حاضر اگر فقط یک متغیّر به تعداد متغیّرها اضافه می شد یعنی تعداد از ۲۰ به ۲۱ می‌رسید بجای اینکه در اولین چرخه ی برنامه ۴۱۹،۴۳۰،۰۰۰ بار محاسبه انجام شود این تعداد به ۸۸۰،۸۰۳،۴۲۰ افزایش پیدا می کرد و این تنها در چرخه اول برنامه اتفاق می افتاد. بنابراین محاسباتی با این حجم بدون استفاده از ابزار نوین یا امکان پذیر نمی باشد و یا بسیار طاقت فرسا خواهد بود.

پیشنهادات مبتنی بر یافته‌های پژوهش :

پیشنهادات کاربردی: نتایج حاصل از این پژوهش با مد نظر قرار دادن فرضیه ها و یافته‌های آن می تواند در حوزه های زیر مورد استفاده قرار گیرد:

موسسات مالی و بانک ها، شرکت های بیمه، اشخاص حقوقی، اشخاص حقیقی، کارگزاران و تحلیل گران بورس، دولت مردان و دانشگاهیان.

پیشنهادات آتی :

- انجام پژوهشی برای بهبود و یا کاهش تعداد متغیّر های پژوهش حاضر.
- پیش بینی ورشکستگی شرکت های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم مورچه گان.
- پیش بینی ورشکستگی شرکت های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم کلونی زنبور عسل.
- مقایسه میزان روایی متغیّرهای حاصل از تحقیق با سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه.
- بررسی میزان تاثیر مدیریت شرکت در کنار نسبت های مالی این پژوهش در سلامت مالی شرکت ها.
- بررسی میزان تاثیر رکود اقتصادی بعنوان متغیّردهم در پیش بینی ورشکستگی شرکت ها.

فهرست منابع:

۱) بیگی، ریحانه وصالحی، مهدی.(۱۳۹۲). کاربرد الگوریتم فاخته در پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، یازدهمین همایش ملی حسابداری ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، https://www.civilica.com/Paper-IAAC11-IAAC11_091.html

۲) پناهی، حسین؛ اسدزاده، احمد و جلیلی مرندی، علیرضا. پیش بینی پنج ساله ورشکستگی مالی برای شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات مالی، ۱۳۹۳، دوره ۱۶ (۱).

۳) پورزمانی، زهرا. کاربرد الگوریتم ژنتیک خطی در بهبود قدرت پیش بینی سود آوری شرکت ها، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۳۹۴، شماره ۲۲.

۴) حاجیها، زهره. سقوط شرکت، علل و عوامل آن و مطالعه سیستم های قانونی ورشکستگی در ایران و جهان، فصلنامه حسابرس، ۱۳۸۴، شماره۲۹: ۷۲-۶۴.

۵) رسول زاده، مهدی. بررسی کاربرد مدل آلتمن برای پیش بینی ورشکستگی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. ماهنامه بورس. ۱۳۸۰، شماره ۶۲:۳۰ -۶۵.

۶) رنجبر، ساعد. (۱۳۹۳). پیش بینی بحران مالی شرکت ها با استفاده از الگوی جریان های نقدی در دوره نزول،www.modiryar.com .

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

۸) فیروزان، محمود، جاوید، داریوش و نجم الدینی، نرگس. کاربرد الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی و مقایسه آن با مدل Z آلتمن در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۹۰، دوره ۱۸، (۶۵).

۹) کرمی، غلامرضا و سید حسینی، سید مصطفی. سودمندی اطلاعات حسابداری نسبت به اطلاعات بازار در پیشبینی ورشکستگی، دانش حسابدار،۱۳۹۱، شماره۱۱، سال سوم: ۱۱۶-۳۳.

۱۰) مکیان، سید نظام الدین و کریمی تکلو، سلیم. پیش بینی ورشکستگی شرکت های تولیدی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، (مطالعه موردی: شرکت های تولیدی استان کرمان)، فصلنامه اقتصاد مقداری، ۱۳۸۸، دوره ۶، (۱)

۱۱) مهرانی،ساسان ؛مهرانی،کاوه؛ منصفی، یاشارو کرمی،غلامرضا. بررسی کاربردی الگوهای پیش بینی ورشکستگی زیمسکی و شیراتا در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۹۴، شماره ۴۱.

۱۲) وکیلی فرد، حمیدرضا؛ پیله وری، نازنین و زیدی، سیده سمانه. ارایه مدلی جهت پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر(ANFIS)، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار،۱۳۹۳، شماره ۱۸.

13) Adnan Aziz .M and Humayon A. Dar (2002). Predicting corporate Bankruptcy: weither do we stand? Department of Economics, Loughborough University, UK

14) Kim, Myoung-Jong & Dae-Ki Kang. (2012). Classifiers selection in ensembles using genetic algorithms for bankruptcy prediction. Expert Systems with Applications, pp. 1-7.

15) Newton, G.W, (۱۹۹۸),"Bankruptcy Insolvency Accounting Practice and Procedure", ۱: Wiley, PP. ۴۱-۲۱

16) Olson, David L, Dursun Delen & Yanyan Meng. (2012). Comparative analysis of data mining methods for bankruptcy prediction. Decision Support Systems, 52: pp. 464˚ 473.

17) Premachandra, I. M, Yao Chen & John Watson. (2011). DEA as a tool for predicting corporate failure and success: A case of bankruptcy assessment. Omega, 39: pp. 620˚ 626.

18) Shin K, Lee Y. A Genetic Algorithm Application in Bankruptcy prediction modeling, xpert systems with application 2002; 1-8.

19) 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.

20) Yang. X.S, “Firefly Algorithms for Multimodal Optimization”, In: Watanabe, O., Zeugmann, T. (eds.) SAGA 2009. LNCS, vol. 5792, pp. 169–178. Springer, Heidelberg,2009

21) 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.

یادداشت ها :

[۱] Beaver
[۲] Firefly Algorithm
[۳] Failure
[۴] Webster
[۵] Financial Disadvantage
[۶] Failure
[۷] Business Failure
[۸] Deterioration
[۹] Bankruptcy
[۱۰] Non-payment of debts
[۱۱] Adnan Aziz
[۱۲] Krishnanand and Ghose
[۱۳] Swarm Intelligence
[۱۴] Group Search Optimiser
[۱۵] Adaptive Neuro Fuzzy Inference System
[۱۶] Kim & Kang
[۱۷] Olson et al
[۱۸] Premachandra et al
[۱۹] Yildiz & et al
[۲۰] Wu et al.
[۲۱] Shin & Lee
[۲۲] speed of convergence
[۲۳] Flexibility
[۲۴] Local Search
[۲۵] Initial values
[۲۶] Delphi
[۲۷] Database
[۲۸] Access
[۲۹] Excel