فصلنامــه اقتصاد مالی
دورهٔ ۱۸ / شمارهٔ ۱ (پیاپی ٦٦)/ بهار ۱٤۰۳
صفحه ٦۹ تا ۱۰۲

https://doi.org/10.30495/fed.2023.1951839.2648

طراحی مدلی جهت پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران با استفاده از مدل‌های وب هوشمند

مریم روحی سرا [۱]
مسعود طاهری‌نیا [۲]✉
حسن زلقی [۳]
احمد سرلک [۴]

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۱۱/۱۱

چکیده

با توجه به اینکه مدیران به دلیل تصمیم‌گیری و ذینفعان بخصوص سرمایه‌گذاران تمایل دارند تا حدودی بروز یا عدم بروز بحران مالی را در سازمان تحت مدیریت خود پیش‌بینی نمایند، لذا هدف پژوهش حاضر این است که مدلی برای پیش‌بینی این بحران ارائه کند. برای نیل به هدف پژوهش، از مدل‌های وب هوشمند شامل الگوریتم‌های گرگ خاکستری، مورچگان، تجمع ذرات و ژنتیک استفاده شد. برای این منظور از داده‌های حاصل از پرسشنامه تکمیل شده توسط ۲۰ خبره در بخش کیفی و داده‌های حاصل از ۱۷۳ شرکت از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۸ پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شد. با استفاده از مرور مبانی نظری ۳۸ شاخص از طبقه‌های شاخص‌های کلان اقتصادی، عوامل صنعت، ویژگی شرکت‌ها، وقایع سیاسی، فرهنگی، رفتاری شناسایی شد. سپس، با استفاده از نظرخواهی از خبرگان و تحلیل میک‌مک تعداد ۲۵ شاخص که می‌توانند تأثیر بیشتری بر بحران مالی داشته باشند، انتخاب شد. در ادامه با استفاده از بررسی صورت‌های مالی ۱۷۳ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و استفاده از نرم‌افزار رهاورد نوین داده‌های ۲۵ شاخص انتخاب شده جمع‌آوری و تأثیر آن بر بحران مالی با بکارگیری الگوریتم‌های گرگ خاکستری، مورچگان، تجمع ذرات و ژنتیک بررسی شد تا الگوی نهایی پژوهش مشخص شود. یافته‌ها نشان داد که می‌توان با استفاده از مدل‌های وب هوشمند، بحران مالی بازار سرمایه ایران را پیش‌بینی نمود و از نظر کارایی، روش بهینه‌سازی مورچگان بیشترین کارایی و روش گرگ خاکستری کمترین کارایی را در مسئله پیش بینی بحران مالی دارد.

واژه‌های کلیدی: بحران مالی، وب هوشمند، بازار سرمایه و متغیرهای کلان اقتصادی.

طبقه بندی JEL: G17 ، G33، M41.

۱- گروه حسابداری ، دانشکده علوم انسانی، واحد خمین، دانشگاه آزاد اسلامی، خمین، ایران rohisara.m.acc@gmail.com
۲- گروه حسابداری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم اباد، ایران(نویسنده مسئول).taherinia.m@lu.ac.ir
۳- گروه حسابداری، دانشکده علوم اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.zalaghi@basu.ac.ir
۴- گروه اقتصاد، واحد اراک ، دانشگاه آزاد اسلامی ، اراک، ایران.a-sarlak@iau-arak.ac.ir

نوع مقاله: علمی پژوهشی
Eci@iauctb.ac.ir

Creative Commons – Attribution 4.0 International – CC BY 4.0
Creativecommons.org

۱- مقدمه

بحران مالی وضعیتی است که باعث عواقب مخرب اقتصادی، اجتماعی و سیاسی می‌شود (میشکین، ۱۹۹۲؛ کامپلو و همکاران، ۲۰۱۰ و ایونت، ۲۰۱۹). سرمایه‌گذاران فردی و سرمایه‌گذاران ژست ضعف اساسی اقتصادی را کشف کرده و احتمالا اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری یا کاهش یک بحران مالی بالقوه انجام دهند. بنابراین، محققان و افراد حرفه‌ای شروع به توسعه سیستم‌های هشدار اولیه با هدف پیش‌بینی اینکه آیا و چه زمانی بحران مالی رخ خواهد داد، کرده‌اند (فو و همکاران، ۲۰۱۹). افول صنایع و بحران شرکت‌ها غیرقابل‌اجتناب است (نجفی استمال و همکاران، ۱۴۰۰). سرمایه‌گذاران همواره به دنبال این هستند که با پیش‌بینی امکان بحران مالی شرکت از ریسک سوخت شدن سرمایهٔ خود جلوگیری کنند (چن و همکاران، ۲۰۲۰). از این‌رو، آن‌ها در پی روش‌هایی هستند که بتوانند به وسیله آن بحران مالی شرکت‌ها را برآورد و پیش‌بینی کنند (محمدی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰)؛ چراکه ورشکستگی منجر به خسارات اقتصادی و هزینه‌های اجتماعی برای مدیران، سرمایه‌گذاران، بستانکاران، کارکنان و غیره می‌شود. از یک سو رقابت روزافزون بنگاه‌های اقتصادی، دستیابی به منابع را محدود کرده و احتمال ورشکستگی را افزایش داده است (ناظمی اردکانی و همکاران، ۱۳۹۷). در این خصوص پژوهش‌های پیشین نیز نشان داده است که شرکت‌ها ورشکستگی خود را پنهان می‌کنند و زمانی رسماً اعلام ورشکستگی می‌کنند که در آن زمان تلاش برای جلوگیری از ورشکستگی بیهوده و بسیار دیر است (کومار و راوی، ۲۰۰۷).

در شرایط اقتصادی بازار جهانی عواملی همچون رقابت شدید، اطمینان نداشتن به محیط تجاری و همچنین محدودیت افراد در درک این بی‌اطمینانی بطور اجتناب‌ناپذیری به بروز بحران مالی در شرکت‌ها منجر می‌شود (نجفی‌استمال و همکاران، ۱۴۰۰؛ ذوالفقاری و همکاران، ۱۴۰۰) که در نهایت ورشکستگی واحدها نه تنها باعث زیان سرمایه‌گذاران شده، بلکه به طور مستقیم اقتصاد کشور را دچار چالش اساسی می‌نماید (بیات و همکاران، ۱۳۹۷؛ نیکخو و همکاران، ۱۴۰۱). سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان تمایل زیادی جهت پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی دارند، زیرا در صورت درماندگی و بحران مالی آن‌ها، هزینه‌های زیادی به آن‌ها تحمیل می‌شود (مار و رن، ۲۰۲۱). بدلیل اینکه بحران مالی اغلب مقدم و در بسیاری از موارد تسریع کننده درماندگی و ورشکستگی بنگاه‌ها است (ذوالفقاری و همکاران، ۱۴۰۰) ایجاد یک مدل قوی و موفق برای شناسایی عوامل موثر بر بحران و پیش‌بینی شرکت‌هایی که دارای بحران مالی شده و یا ممکن است ورشکسته شوند در پیشگیری یا حداقل در کاهش پیشرفت فرآیند ورشکستگی نقش بسزایی ایفا می‌کند. از آن‌جاکه بحران مالی و در نهایت درماندگی و ورشکستگی واحدها و بنگاه‌های اقتصادی می‌تواند باعث پیامدهای در خور توجهی در سطح خرد و کلان شود، ارائه الگوی بهینه با استفاده از داده‌های بنیادی و حسابداری شرکت جهت پیش‌بینی بحران‌های مالی بنگاه‌ها و شرکت‌های پذیرفته شده در بورس پیشنهاد می‌گردد. بنابراین، هدف این پژوهش، طراحی الگویی برای پیش‌بینی بحران مالی در بازار سرمایه کشور با استفاده از روش‌های داده‌کاوی با تاکید بر متغیرهای حسابداری می‌باشد.

نتایج پژوهش‌های مختلف درباره بروز بحران مالی در شرکت‌ها نتایج مهمی در بردارد. تلاش محققان در این زمینه در غالب پژوهش‌ها بر پیش‌بینی دقیق و سریع بحران مالی یک شرکت قبل از بروز بحران متمرکز بوده است؛

در این راستا تکنیک‌های متعدد و مختلفی مورد استفاده قرار گرفته و همچنین نوع متغیرهایی که در پیش‌بینی بحران مالی استفاده شده، متفاوت و متنوع بوده‌اند. قبل از خلق روش‌های جدید و مبتکرانه محققان از تکنیک‌های سنتی برای پیش‌بینی بحران مالی استفاده می‌کردند، یکی از تکنیک‌های اولیه در پیش‌بینی بحران‌ها استفاده از مدل چرخه عمر شرکت‌ها است. در این زمینه، اکبر و همکاران (۲۰۱۹) از مدل چرخه عمر شرکت‌ها برای پیش‌بینی بحران مالی استفاده کردند. آن‌ها در پژوهش خود پس از طبقه‌بندی شرکت‌ها به مراحل رشد، بلوغ، افول، ارتباط بین معیارهای عملکرد، چون رشد فروش و مخارج سرمایه‌ای با قیمت بازار سهام را بررسی نمودند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که ارتباط معناداری بین معیارهای عملکرد و قیمت بازار سهام در مراحل مختلف چرخه عمر وجود دارد، به‌طوری که میزان مربوط بودن رشد فروش و مخارج سرمایه‌ای از مرحله ظهور تا افول روند نزولی دارد. همچنین طاهری بازخانه و همکاران (۱۳۹۸) به طراحی یک سامانه هشداردهی زودهنگام بحران مالی به کمک رهیافت تحلیل مولفه‌های اساسی پرداختند. علاوه بر این، طالب نیا و قیطانچینان (۱۳۹۷) از مدل لاجیت برای پیش‌بینی بحران مالی (ورشکستگی) استفاده کردند. با تکمیل روش‌ها و خلق تکنیک‌های جدید استفاده از شبکه‌های عصبی در زمینه پیش‌بینی بحران مالی مرسوم شد و نتایج بهتری ارائه داد. اسماعیل تبار و همکاران (۱۳۹۵)، غضنفری و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از این تکنیک میزان بروز بحران مالی در شرکت‌ها را با دقت بالایی پیش‌بینی کردند. در ادامه با توسعه روش‌ها و تکنیک‌های تحلیل از الگوریتم‌های هوشمند و نرم‌افزارهای نوین برای پیش‌بینی بحران‌های مالی استفاده شد. به‌عنوان مثال، ماشین‌های بردار پشتیبان و یادگیری تشدید شده و در کنار آن استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی رقابت استعماری، الگوریتم فرهنگی و جستجوی هارمونی (غضنفری و همکاران، ۱۳۹۷)، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و ماشین بردار پشتیبان (اصغری و اصفهانی پور، ۱۳۹۸)، نسبت‌های مالی تصویری و شبکه‌های عصبی کانولوشن و بهینه‌سازی کلونی مورچه، الگوریتم بهینه‌سازی ذرات (PSO) و الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری (اسناخوار و همکاران، ۲۰۲۰) برای پیش‌بینی بحران مالی استفاد شد و نتایج معتبر و خوبی ارائه کرد.

با بررسی این ادبیات، می‌توان گفت که پژوهش‌های قبلی به خوبی موضوع بحران را درک کرده و با استفاده از روش‌های مناسبی توانسته‌اند به پیش‌بینی این موضوع بپردازند. با این حال، در اکثر این پژوهش‌ها با توجه به شرایط و محیط اقتصادی، متغیرهایی را برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند که عموماً مالی و مربوط به درون شرکت‌ها و عملکرد مالی آن در گذشته است. در صورتی که در ایران شرایط به گونه‌ای است که در کنار عوامل درونی و مسائل مالی، عوامل کلان و بحران‌های سیاسی هم به‌عنوان متغیرهای تاثیرگذار بر ورشکستگی شرکت‌ها مهم و اساسی است. لذا نبود پژوهش‌های کافی در زمینه برآورد تاثیر متغیرهای خرد و کلان و مالی و غیر مالی در بروز بحران مالی شرکت‌ها موجب ایجاد خلاء تئوریکی و علمی مهمی شده است که ایجاب می‌کند پژوهش جامعی در این زمینه انجام شود. لذا این پژوهش با توجه به موارد عنوان شده، در نظر دارد با استفاده از نظرات خبرگان و پیشینه پژوهشی موجود متغیرهای مهم را شناسایی کرده و با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند به پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها بپردازد.

۲- مبانی نظری و مرور پیشینه

پیش‌بینی آینده همواره به صورت یک ضرورت در زندگی روزمره به عنوان یک حوزه مشترک در بسیاری از علوم مطرح است. یکی از حوزه‌هایی که در آن پیش‌بینی از اهمیت خاصی برخوردار است، مسائل مالی و اقتصادی، به طور ویژه بازار سرمایه می‌باشد (امامی و امام وردی، ۱۳۸۸). در واقع پیش‌بینی عنصری کلیدی در تصمیم‌گیری برای مدیریت و سرمایه‌گذاران است، زیرا اثربخشی نهایی هر تصمیم به نتایج واقعی بستگی دارد که به دنبال هر تصمیم روی می‌دهند. از آنجاکه پیش‌بینی وقایع آتی در فرآیند تصمیم‌گیری نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند، لذا مسئله پیش‌بینی برای بسیاری از سازمان‌ها و نهادها حائز اهمیت است و هر سازمانی جهت تصمیم‌گیری آگاهانه بایستی توانایی پیش‌بینی را داشته باشد (ثقفی و همکاران، ۱۳۹۴). تلاشهای فراوانی برای پیشگویی بحران مالی در شرکت‌ها به عمل آماده است. یک روش برای پیش‌بینی بحران مالی، بهره‌گیری از نسبت‌های نقدینگی است (نسبت جاری و سریع). تحقیقات متعددی ضعف این نسبت‌ها را در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها نشان داده است (مدرکیان و همکاران، ۱۳۹۱). در سال ۱۹۵۰ جی.ای. والتر دلیل ضعف این نسبت‌ها در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها را ناشی از ترازنامه دانست، چرا که ترازنامه وضعیت مالی را در یک لحظه از زمان نشان می دهد در حالی که معیار بهتر شکست بالقوه، جریان نقدینگی یعنی حرکت وجوه در طول زمان می‌باشد. تحقیقات انجام شده برای کشف شکست احتمالی شرکت‌ها در آینده توسط نسبت‌های مالی را می‌توان در دو گروه قرار داد:

۱) مدل‌هایی که در پی تعیین یک نسبت کلیدی و مهم برای پیشگویی شکست می‌باشند.

۲) مدل‌هایی که در پی بهره‌گیری از نسبت‌های مالی متعدد برای پیشگویی شکست می‌باشند (نبوی چاشمی و همکاران، ۱۳۸۹).

ورشکستگی‌های بی‌سابقه شرکت‌های اروپایی و آمریکایی در سنوات اخیر و نگرانی‌های منطقی سرمایه‌گذاری و سهامداران از بازگشت اصل و سود سرمایه‌شان، موجب تقاضای آن‌ها برای ارائه ابزار بهتری به منظور ارزیابی میزان توانایی شرکت‌ها برای تداوم فعالیت و پرداخت بازده و سود مورد انتظارسرمایه‌گذاران، همچنین برگشت اصل سرمایه‌شان شده است. محققین مسائل مالی و حسابداری در پاسخ به تقاضای آن‌ها، پا را از محاسبات اولیه نسبت‌های مالی شرکت‌ها فراتر گذاشته و سعی در ارائه مدل‌های مالی که از ترکیب این نسبت‌ها حاصل شده و قادر است عملکرد و توانایی پرداخت سود و تداوم فعالیت شرکت‌ها را بهتر اندازه‌گیری کند، دارند (بیور، ۱۹۶۸؛ یاپ و همکاران، ۲۰۱۲؛ آکوستا و رودریگز، ۲۰۱۴؛ دنگلری و همکاران، ۲۰۱۹ و آلامی و همکاران، ۲۰۱۶). هر یک از این مدل‌ها با بکارگیری ترکیبی از نسبت‌های فعالیت، اهرمی، عملیاتی، سودآوری و تسویه شرکت‌ها سعی در پیش‌بینی فعالیت، نتایج عملیات آتی و پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها دارند. این شیوه ارزیابی تداوم فعالیت همانند شیوه‌های قبلی، پشتوانه تئوریکی قوی برای محاسباتشان ندارند، ولی به دلیل ارزیابی بهتر و دقیق‌تر، بیشتر از روش‌های قبلی مورد توجه واقع شده‌اند. در مدل‌هایی که اخیراً ارائه شده‌اند، احتمال تداوم فعالیت و ورشکستگی در شرکت‌ها با کمک تحلیل‌های آماری در دامنه‌ای از صفر تا یک بیان می‌شوند. در حالیکه، مدل‌های قبلی و همچنین شیوه قبلی ارزیابی تداوم فعالیت که ذکر گردید، همگی بر تمیز شرکت‌هایی که ورشکست خواهند شد

از شرکت‌های دارای تداوم فعالیت اصرار داشتند و هیچگونه اظهارنظری درباره درجه توانایی تداوم فعالیت شرکت‌های دارای تداوم فعالیت ندارند (آلامی و همکاران، ۲۰۱۶).

در شرایط اقتصادی بازار جهانی عواملی همچون رقابت شدید، اطمینان نداشتن به محیط تجاری و همچنین محدودیت افراد در درک این بی‌اطمینانی بطور اجتناب‌ناپذیری به بروز بحران مالی در شرکت‌ها منجر می‌شود که در نهایت ورشکستگی واحدها نه تنها باعث زیان سرمایه‌گذاران شده، بلکه به طور مستقیم اقتصاد کشورها را دچار چالش اساسی می‌نماید (لی و همکاران، ۲۰۲۱). بر این اساس، سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان تمایل زیادی جهت پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها و بنگاههای اقتصادی دارند، زیرا در صورت درماندگی و بحران مالی آن‌ها، هزینه-های زیادی به آن‌ها تحمیل می‌شود.

پیش‌بینی بحران مالی[1] از اهمیت ویژه‌ای برای شرکت‌های مالی برخوردار است؛ زیرا به کاهش ضرر و زیان ناشی از محاسبه ریسک‌های احتمالی منجر شده و در صورت بروز ریسک نکول بالاتر از سطح مورد قبول، هیچ‌گونه پیشنهادات اعتباری جدیدی توسط شرکت پذیرفته نخواهد شد. این فرآیند همچنین تحت عنوان فرآیند طبقه‌بندی نکول اعتباری[2] نیزشناخته شده است و در صورتی که مشتری وام خویش را پرداخت نماید، این فرآیند تحت عنوان «غیر نکول» در نظر گرفته می‌شود. صحت و دقت پیش‌بینی بحران مالی نقش مهمی را در تعیین کارایی و سودآوری شرکت مالی ایفا می‌کند. به عنوان مثال، تعدیل مثبت ناچیز در سطح دقت کاربر احتمالی در زمینه اعتبار نکول به کاهش ضرر و زیان احتمالی سازمان منجر می‌شود (آلاراج و آبود، ۲۰۱۶).

درواقع بحران مالی وضعیتی است که باعث عواقب مخرب اقتصادی، اجتماعی و سیاسی می‌شود. سرمایه‌گذاران فردی و سرمایه‌گذاران نهادی که می‌توانند بحران را پیش‌بینی کنند، ممکن است مجدداً سرمایه را تخصیص دهند و اشکالات بحران قریب‌الوقوع را به فرصت‌ها تبدیل کنند (چن و همکاران، ۲۰۲۰). در مقابل، آن‌هایی که نمی‌توانند بحران را پیش‌بینی کنند از ضرر و زیان عظیمی رنج می‌برند. علاوه بر این، سیاست‌گذارانی که می‌توانند بحران را پیش‌بینی کنند ممکن است ضعف اساسی اقتصادی را کشف کنند و احتمالا اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری یا کاهش یک بحران مالی بالقوه انجام دهند. بنابراین، محققان و افراد حرفه‌ای شروع به توسعه سیستم‌های هشدار اولیه با هدف پیش‌بینی این که آیا و چه زمانی بحران مالی رخ خواهد داد، کرده‌اند (فو و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، این ادبیات حکایت از پیش‌بینی وضعیت بحرانی توسط سرمایه‌گذاران دارد.

پژوهش‌های نظری و تجربی زیادی برای درک بحران‌های مالی و ایجاد سیستم‌های هشدار اولیه وجود دارد که علامتی برای بحران‌های مالی احتمالی فراهم می‌کند. بیشتر این مطالعات سه نوع بحران مالی را مورد توجه قرار می‌دهد: بحران های ارزی[3] (آری و کرگیبوزان، ۲۰۱۸)، بحران بانکی (هوبر، ۲۰۱۸) و بحران بدهی (میر و همکاران، ۲۰۲۱). با این حال، پژوهش‌های کمتری درخصوص سیستم‌های هشدار دهنده اولیه بحران‌های بازار سهام وجود دارد. کودرت و گکس (۲۰۰۸) مدل‌های لوجیت بحران‌های بازار سهام را با استفاده از متغیرهای کنترل

[1] Financial Crisis Prediction (FCP)
[2] Credit Default Classification Process
[3] Currency Crises

و هر یک از شاخص‌های ریسک‌گریزی برآورد کردند. نتایج نشان می‌دهد که شاخص‌های ریسک‌گریزی شاخص‌های پیشرو خوبی برای بحران‌های بازار سهام هستند. هرتز و کلودین (۲۰۱۴) شاخص‌های هشدار اولیه را شناسایی کردند که به پیش‌بینی ظهور یا انفجار حباب‌های قیمت سهام کمک کرده و بیان می‌کند که نسبت قیمت به ارزش دفتری، قوی‌ترین محتوای توضیحی در نمونه و خارج از نمونه برای ظهور حباب‌های قیمت را دارد.

تحقیقات متعددی در زمینه طبقه‌بندی پیش‌بینی بحران مالی ازدهه ۱۹۶۰ صورت گرفته‌اند. در همان سال‌ها، روش‌های سنتی در این زمینه از توابع ریاضی به منظور پیش‌بینی بحران مالی استفاده کردند و این مسئله به تمایز موسسات مالی ضعیف و قوی منجر شد. در دهه ۱۹۹۰، هوش مصنوعی[1] و یادگیری ماشینی[2] براساس مدل‌های کارشناسانه همچون شبکه عصبی[3] و ماشین بردار پشتیبانی[4] توجه همگان را به سوی خود معطوف نمود (ژانگ و همکاران، ۱۹۹۸ و آدیا و کولوپی، ۱۹۹۸). اخیراً، از روش‌های هوش مصنوعی و داده‌کاوی برای پالایش مدل‌های طبقه‌بندی مرسوم بکار می‌روند. اما ویژگی‌های متعدد در داده‌های مالی با ابعاد بالاتر به مباحث متعددی همچون برازش بیش از حد[5]، پیچیدگی محاسباتی بالاتر[6] و تعامل پذیری پایین‌تر[7] منجر می‌شود (گیون و همکاران، ۲۰۰۶). این مسئله بیشتر به دلیل مزاحمت (نفرین)[8] ابعاد[9] است که براساس نسبت تعداد ویژگی‌ها و تعداد نمونه‌ها رخ می‌دهد (اکبال و ساها، ۲۰۱۵). یک روش ساده برای حل این مسئله کاهش تعداد ویژگی‌های موجود با استفاده از روش انتخاب ویژگی است. فرآیند انتخاب ویژگی به شناسایی مناسب‌ترین زیرمجموعه ویژگی‌ها پرداخته و تاثیر معناداری در مباحث ذیل دارد: الف) کاهش نویز با حذف ویژگی‌های نویز، صرفه‌جویی در هزینه و زمان محاسباتی مورد نیاز برای اجرای مدل مناسب و ساده‌سازی مدل‌های مورد نظر و تسهیل کاربری و به روز نمودن مدل‌ها (کای و همکاران، ۲۰۰۹). زیرمجموعه ویژگی‌های انتخاب شده برای نشان دادن تابع طبقه‌بندی مفید هستند به صورتی که ابعاد مختلف طبقه‌بندی همچون زمان یادگیری، صحت الگوریتم طبقه‌بندی و هزینه مرتبط با ویژگی‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (لی و لی، ۲۰۱۱). روش انتخاب ویژگی در برخی موارد همچون داده‌کاوی، یادگیری ماشینی و شناسایی الگو به منظور کاهش بعدگرایی فضای ویژگی و بهبود صحت پیش‌بینی یک الگوریتم طبقه‌بندی بکار می‌رود (جنسن، ۲۰۰۵). براساس معیار ارزیابی، روش‌های انتخاب ویژگی به روش‌های همپوشانی و تعبیه شده و روش‌های مبتنی بر فیلتر تقسیم می‌شوند (ژی و همکاران، ۲۰۱۶). مطالعات زیادی در زمینه پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها، به ویژه پیش‌بینی ورشکستگی در سه دهه اخیر به انجام شده است. نتایج این پژوهش‌ها در متون علمی حسابداری، اقتصاد و مدیریت نیز گزارش شده است. در این پژوهش‌ها، از دو دیدگاه کلی برای بررسی و تحلیل

[1] Artificial Intelligence (AI)
[2] Machine Learning (ML)
[3] Neural Network (NN)
[4] Support Vector Machine (SVM)
[5] Overfitting
[6] High Computational Complexity
[7] Low Interoperability
[8] موقعی که ابعاد دیتا (یا همون تعداد ویژگی‌ها) زیاد میشه خطای طبقه‌بندی کردن دیتا افزایش پیدا میکنه. که این افزایش خطا به خاطر اینکه دیتا ها به گوشه‌های ابعاد میرن.
[9] Curse Of Dimensionality

پیش‌بینی‌ها اقدام شده است. تمرکز دیدگاه اول بر قابلیت پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از اطلاعات محیطی موجود است. این گروه از پژوهش‌ها، شواهدی را درباره این موضوع که «آیا نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی ورشکستگی مفید هستند؟» را گزارش کرده‌اند (نیمیرا و ساتی، ۲۰۰۴؛ لین و همکاران، ۲۰۱۱ و مدرکیان و همکاران، ۱۳۹۱). گروه دوم به بررسی صحت پیش‌بینی استفاده‌کنندگان می‌پردازند. این گروه از پژوهش‌ها، فرآیند پردازش اطلاعات توسط انسآن‌ها را درباره نحوه پردازش اطلاعات به وسیله استفاده کنندگان و قضاوت این افراد، در مورد موضوعاتی مانند ورشکستگی شرکت‌ها و یا عدم ورشکستگی آن‌ها، را مورد بررسی قرار داده‌اند (سیزسکا، ۲۰۱۱؛ منتگامری، ۲۰۱۱؛ پاپایونو و همکاران، ۲۰۱۳؛ پاپکووا و پاراخینا، ۲۰۱۸). هر چند که بعضی از استفاده کنندگان بیشتر به پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها علاقه مند هستند، (مثل موسسات مالی)، اما سایرین بیشتر علاقه‌مند به عدم ورشکستگی و پیش‌بینی وضعیت شرکت‌ها در حالت ورشکستگی و در غیر آن می‌باشند (به‌طور معمول سرمایه‌گذاران به عنوان گروه اصلی استفاده کننده از اطلاعات مالی بیشتر علاقمند به تداوم سودآور عملیات شرکت‌ها و پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها از نظر شاخص‌های مختلف می‌باشند) (شنایی، ۲۰۱۸). در این دیدگاه، برای پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها، به طورعمده از اطلاعات حسابداری استفاده شده است. در اکثر مدل‌هایی که برای پیش‌بینی ورشکستگی از اطلاعات حسابداری استفاده شده است، این اطلاعات اغلب به شکل نسبت (مثل نسبت بدهی به جمع دارایی‌ها، نسبت جاری، نسبت توان پرداخت بهره و مانند آن) بیان شده‌اند. تلاش محققان در این پژوهش‌ها، متمرکز بر این موضوع است تا با استفاده از نسبت‌های مالی در مدل‌های متفاوت، شرکت‌ها را از نظر معیارهای مختلف رتبه‌بندی کنند.

قطعاً بهبود بستر اقتصادی و فضای کسب‌وکار مهم‌ترین عامل جلوگیری از ورشکستگی است. اما در این میان مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی مانند زنگ خطر عمل کرده و افراد و گروه‌های مختلف را برای تصمیم‌گیری صحیح پیش از وقوع حادثه آگاه می‌سازند. در واقع این مدل‌ها چه با استفاده از روش‌های آماری و چه با استفاده از روش‌های هوشمند بر اساس روند رفتار گذشته، به پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها در آینده اقدام می‌کنند و برای این امر مجموعه‌ای از متغیرهای مالی، بازار و کلان اقتصادی را مورد استفاده قرار می‌دهند. با بررسی سیر مطالعات انجام شده در حوزه پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها، می‌توان به این نکته پی برد که در بحران‌های اقتصادی جهانی بخصوص در بحران مالی اخیر، به دلیل ورشکستگی تعداد زیادی از شرکت‌ها در سطح بین‌الملل نیاز به تجدید نظر و ارائه مدل‌های بهبود یافته احساس شد و محققان بسیاری در چند سال اخیر به توسعه مدل‌های ترکیبی و بهبود یافته پرداختند. به طور کلی می‌توان اینگونه بیان کرد که با توجه به پیشرفت روز افزون روش‌ها و الگوریتم‌های هوشمند و بهبود بستر نرم افزاری و سخت افزاری رایآن‌های، به طور پیوسته مدل‌های بهینه‌تر و دقیق‌تری ارائه شده و انتظار می‌رود فرآیند فوق در سال‌های آتی نیز ادامه یابد. از موارد بسیار مهم و تأثیرگذاری که در طول مطالعات انجام شده کمتر به آن توجه شده است فرآیند انتخاب متغیرهای ورودی به صورت هوشمند می‌باشد. از طرف دیگر، با عطف به ادبیات و مرور بررسی‌ها و یافته پژوهش‌ها قبلی، می‌توان به این نتیجه رسید که ارائه مدلی که به خوبی تحت این روش بتواند ورشکستگی و بحران بازار سرمایه در کشورهای کمتر توسعه یافته و در حال توسعه مانند ایران که بازار سرمایه آن‌ها نمودی از وضعیت اقتصادی و متغیرهای کلان است، مورد

غفلت بوده و بنابراین، بررسی بیشتر این ادبیات و احساس به وجود این خلأ پژوهشی، بیش از پیش انجام پژوهش تجربی برای ارائه مدلی جهت پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران با استفاده از مدل‌های وب هوشمند، ضروری به نظر می‌رسد که پژوهش حاضر درصدد رفع این ضرورت است.

۲-۱- پیشینه پژوهش

پیشینه خارجی

اوتایاکومار و همکاران (۲۰۲۰) طی پژوهش با عنوان "پیش بینی مدل بحران مالی و بهینه سازی کلونی مورچگان" و با استفاده از ۵ مجموعه داده‌های معیار همچون مجموعه داده‌های کیفی ورشکستگی کشور هند، مجموعه داده‌های ورشکستگی آمریکا، مجموعه داده‌های اعتباری استرالیایی، مجموعه داده‌های اعتباری آلمانی و مجموعه داده‌های لهستانی به این نتیجه رسیدند که مدل الگوریتم بهینه‌سازی مورچگان نسبت به مدل‌های مشابه برتر و دقیق تر است. در نتیجه، تحقیق کنونی نشان داد که مدل الگوریتم بهینه‌سازی مورچگان پیشنهادی نسبت به مدل‌های سنتی و دیگر روش‌های هوش مصنوعی از رقابت پذیری بالاتری برخوردار است.

میسلیمی و همکاران (۲۰۲۰) طی پژوهشی با استفاده از اطلاعات و داده‌های ۷۸۰ شرکت‌های پذیرفته شده در بورس فرانسه طی سال‌های ۱۹۹۸ الی ۲۰۱۲ به این نتیجه رسیدند که عامل درماندگی مالی برای پرتفوی شرکت‌های بدون درماندگی مالی تنها در صورت نبود فاکتورهای اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار، ارزش معناداری خواهد داشت. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهند که نقدشوندگی برای پرتفوی شرکت‌های دارای درماندگی مالی و بدون درماندگی مالی قیمت‌گذاری می‌شود. افزون براینکه، نتایج تجربی حاکی از اینند که تنها سرمایه‌گذاران در پرتفوی شرکت‌های بدون درماندگی مالی به خاطر تحمل ریسک ارزش در معرض خطر (VaR)[1] پاداش دریافت می‌کنند.

لی و همکاران (۲۰۲۰) طی پژوهشی به پیش‌بینی ریسک درماندگی مالی با استفاده از معیارهای حاکمیت شرکتی در بورس اوراق بهادار چین طی سال‌های ۲۰۰۳ الی ۲۰۱۹ پرداختند. نتایج بدست آمده نشان داد که اگرچه حاکمیت شرکتی به تنهایی برای پیش بینی درست درماندگی مالی کافی نیست، با این حال به قدرت پیش‌بینی نسبت‌های مالی و فاکتورهای اقتصاد کلان می‌افزاید.

هوساکا و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی پیش بینی ورشکستگی با استفاده از نسبت های مالی تصویری و شبکه های عصبی کانولوشن پرداختند. مشخص شد که پیش بینی ورشکستگی از طریق شبکه آموزشی در مقایسه با روشهایی که از درخت تصمیم گیری، آنالیز افتراقی خطی، ماشین بردار پشتیبان، پرسپترون چند لایه، AdaBoost یا عدد زد آلتمن استفاده می کنند، عملکرد بالاتری دارد.

فو و همکاران (۲۰۱۹) به پیش‌بینی بحران‌های بازار سهام با استفاده از ارزیابی روزانه بازار سهام و شاخص‌های احساسات سرمایه‌گذار پرداختند. آن‌ها در پژوهش خود از تحلیل مولفه‌های اصلی برای ارایه یک شاخص جامع از

[1] Value-at-Risk

شاخص‌های بازار روزانه استفاده کرده که ارزیابی بازار سهام و احساسات سرمایه‌گذار را منعکس می‌کند. براساس شاخص جامع، از یک مدل لوجیت با حالت تجربی ساده تصمیم‌گیری برای توسعه یک سیستم هشدار اولیه روزانه برای بحران‌های بازار سهام استفاده شد. در نهایت، آن‌ها یک سیستم پیشنهادی را به هشدار اولیه یا زودهنگام برای بحران‌های بازار سهام در چین اعمال کرده‌اند. نتایج پیش‌بینی نمونه نشان می‌دهد که احساسات سرمایه‌گذار و افق پیش‌بینی توسط حالت تجربی قابل‌ارایه، تجزیه و تحلیل عملکرد پیش‌بینی سیستم‌های هشدار اولیه مرسوم را بهبود می‌بخشد.

برستین و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی تخصیص دارایی در بحران مالی پرداختند. نتایج نشان داد استفاده بلند مدت از دارایی های شرکت های منحل شده نسبت به دارایی های شرکت های بازسازی شده پایین تر است. یافته ها نشان می‌دهد که وقتی اصطکاک ها در بازار زیاد باشد، انحلال می تواند منجر به تخصیص ناکارآمد دارایی ها در زمان بحران مالی شود.

وانگ و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک در پیش بینی بحران مالی و مقایسه آن با مدل آلتمن پرداختند. نتایج پژوهش ایشان نشان می‌دهد که مدل الگوریتم ژنتیک به‌طور میانگین در یک سال و دو سال قبل از سال مبنا به ترتیب با دقتی معادل ۹۰ و ۹۱. ۵ درصد داشته باشد و مدل **Z** آلتمن دقتی معادل ۸۳. ۳۲ و ۸۳. ۳۲ درصد دارد. با توجه به نتایج مدل الگوریتم ژنتیک دقت بیشتری در پیش بینی بحران مالی دارد؛ در نتیجه ابزار مناسبی برای پیش بینی محسوب می‌شود.

زاوو (۲۰۱۷) به ارزیابی عملکرد مالی و پیش بینی بحران مالی در شرکت‌های اردنی طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از کاربرد مفید هر دو مدل برای استفاده کنندگان می‌باشد و نتایج دو مدل باهم تفاوت معناداری دارند.

کیم و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله در مطالعه‌ای درصدد تعیین الگوهایی با استفاده از متغیرهای مالی جهت بالا بردن توان تصمیم‌گیری استفاده کنندگان صورت‌های مالی در پیش بینی بحران مالی شرکت‌ها، برآمدند. در این پژوهش چهار الگوی پیش بینی بحران مالی تحلیل تمایزی چندگانه، الگو ریتم ژنتیک خطی، الگو ریتم ژنتیک غیرخطی و شبکه عصبی، برای پیش بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع آن تدوین گردید. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که این الگوها به ترتیب دارای دقت کلی معادل ۸۲. ۳۹، ۸۳. ۸، ۸۴. ۵۱ و ۹۷. ۱۸ درصد می‌باشند. بنابراین با توجه به نتایج آزمون مشخص گردید که الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای بالاترین توان در پیش بینی بحران مالی شرکت‌ها می‌باشد.

پیشینه داخلی

طالقانی و همکاران (۱۳۹۹) پژوهشی را با عنوان (بررسی انتقال بحران در شبکه مالی جهانی به ایران) مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که بحران‌های مالی براساس توزیع قانون توانی و واکبی در چهار بازار به وقوع پیوسته‌اند و شدت هر یک نیز متفاوت بوده است به گونه‌ای که بحران‌های به وقوع پیوسته در بورس اوراق بهادار تهران به ترتیب بزرگی عبارتند از: تأثیر اولین خصوصی‌سازی در بورس اوراق بهادار در ۲۰۰۳، تأثیر تحریم‌های

شورای امنیت ملل متحد در ۲۰۱۰، تأثیر کاهش ارزش پول ملی در ۲۰۱۲، تأثیر بحران مالی در ۲۰۰۹-۲۰۰۷، تأثیر اجرای توافق هسته‌ای بین ایران و گروه ۵+۱در ۲۰۱۶، تأثیر کاهش قیمت نفت در ۲۰۱۴، تأثیر مذاکرات هسته‌ای در ۲۰۱۵، تأثیر اولین مذاکرات هسته‌ای در ۲۰۱۳، تأثیر شروع جنگ دوم خلیج فارس در ۲۰۰۳، تأثیر جنگ در روسیه در ۲۰۱۳ و تأثیر توافق هسته‌ای در لوزان در ۲۰۱۵.

حاجی هاشم و امیرحسینی (۱۳۹۸) پژوهشی را با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی و راهبری شرکت‌ها با دیدگاه دیدگاه نسبت‌های مالی مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش نسبت به مقایسه چهار مدل پیش‌بینی معروف شامل مدل ماشین بردار، شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌های عصبی مصنوعی بهینه‌سازی شده با الگوریتم ژنتیک و رگرسیون لاجیت اقدام شده است که نهایتاً شبکه عصبی مصنوعی بهینه شده با الگوریتم ژنتیک بهترین کارایی را نسبت به سایر مدل‌ها از خود نشان داد. همچنین با مقایسه ویژگی نسبت‌های مالی و شاخص‌های راهبری، نسبت‌های مالی خود را به عنوان ویژگی های تاثیرگذار و ارزشمندتری برای پیش‌بینی ورشکستگی نشان دادند.

فخر حسینی و آقایی (۱۳۹۸) احتمال پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با مدل‌های اسپرینگ، آلتمن، فولمر، زیمسکی و ژنتیک مک‌کی در بین شرکت‌های موجود در بورس تهران را به شکلی متفاوت نسبت به پژوهش‌های قبلی و با هدف معرفی شرکت‌هایی که احتمال ورشکستگی بالاتری با رویکرد مقایسه‌ای در بین مدل‌ها دارند مورد بررسی قرار دادند. با توجه به نتایج هر یک از مدل‌های فوق تعدادی شرکت به عنوان شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا شناسایی شده و سپس شرکت‌هایی که در بیشتر این مدل‌ها به عنوان شرکت با احتمال ورشکسته معرفی شدند، تفکیک گردیدند. نتایج همچنین نشان می‌دهد که به استثنا مدل مک‌کی، در چهار مدل دیگر سه شرکت با احتمال ورشکستگی بالا قرار گرفتند و از بین این چهار مدل نیز، مدل زیمسکی ضریب تعیین بالاتری داشته، از این رو می‌توان گفت نسبت به سایر مدل‌ها جهت پیش‌بینی ورشکستگی دقت بیشتری داشته است و از بین نسبت‌های مالی، نسبت بدهی، گردش دارایی‌ها و بازده دارایی‌ها نقش مهمی در تعیین ورشکستگی شرکت‌ها دارند.

بیانی و محمدی (۱۳۹۸) در پژوهشی عوامل مؤثر بر بحران‌های مالی با رویکرد میانگین گیری بیزی مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش ۶۲ متغیر مؤثر بر بحران مالی وارد مدل گردید و در نهایت با استفاده از رویکرد مدل میانگین‌گیری بیزی ۱۲ متغیر غیر شکننده مؤثر بر بحران مالی که عبارتند از کسری یا مازاد بودجه؛ انحراف نرخ ارز غیر رسمی از رسمی؛ نرخ تورم؛ نسبت بدهی خارجی به دارایی خارجی بانک مرکزی؛ ضریب فزاینده پول (نقدینگی/پایه پولی)؛ نسبت صادرات بهGDP؛ نسبت واردات بهGDP؛ نسبت مخارج دولت به GDP؛ کسری بودجه به GDP؛ نسبت نقدینگی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی؛ نرخ رشد اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی و مجذور نرخ تورم شناسایی شدند. با توجه به خروجی نتایج می‌توان بیان داشت شاخص بحران مالی در اقتصاد ایران معضلی چند بعدی است؛ چرا که متغیرهای مرتبط با سیاست مالی، سیاست پولی و سیاست ارزی بر این شاخص اثرگذارند.

قلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) پژوهشی را با عنوان پیش‌بینی ورشکستگی با مدل یادگیری ماشین سریع مبتنی بر کرنلِ بهینه‌شده با الگوریتم گرگ خاکستری مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از یکی از به‌روزترین آنها

به‌نام «الگوریتم گرگ خاکستری» بهره برده شده که در سال ۲۰۱۴ ابداع شده است. مدل یاد شده روی داده‌های ۱۳۶ نمونه از شرکت‌های بورسی در بازه زمانی ۱۳۹۴ تا پایان خرداد ۱۳۹۷، پیاده‌سازی شد و در تمامی معیارهای ارزیابی، مدل‌های طبقه‌بندی، دقت، خطاهای نوع اول و دوم و ناحیه تحت منحنیROC ، در مقایسه با الگوریتم ژنتیک، کارایی بهتری ارائه کرد و معناداری آن نیز از طریق آزمون t-test به تأیید رسید. با توجه به دقت بسیار خوب الگوریتم گرگ خاکستری و همچنین عملکرد بهتر آن در مقایسه با الگوریتم ژنتیک، می‌بایست برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی ایران، چه برای اهداف سرمایه‌گذاری و اعتباردهی و چه به‌منظور استفاده مدیریت داخلی شرکت، از الگوریتم گرگ خاکستری بهره برد.

غضنفری و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با پیاده‌سازی یک سیستم منسجم و هوشمند مبتنی بر شبکه عصبی، ماشین‌های بردار پشتیبان و یادگیری تشدید شده و در کنار آن استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی رقابت استعماری، الگوریتم فرهنگی و جستجوی هارمونی سعی کردند تا حد امکان نواقص مدل‌های پیشین در سطح بین‌الملل برای پیش‌بینی بحران مالی را رفع نمایند. نتایج نشان دهنده برتری عملکرد ترکیب ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم‌های بهینه‌سازی جستجوی هارمونی و رقابت استعماری در شرایط عدم حذف داده‌های پرت می‌باشد.

طاهری بازخانه و همکاران (۱۳۹۸) به طراحی یک سامانه هشداردهی زودهنگام بحران مالی در ایران با معرفی شاخصی جدید پرداختند. برای این منظور، از شاخص‌های وضعیت مالی استفاده می‌شود. در این راستا، پژوهش به کمک رهیافت تحلیل مولفه‌های اساسی و ترکیب ۸ متغیر مالی، شاخصی جدید برای وضعیت مالی تدوین کرده است. در ادامه، با استفاده از شاخص مذکور و به کارگیری رهیافت چرخشی مارکوف، بخش مالی در دوره ۱۳۹۵-۱۳۶۹ به سه وضعیت بحران، ثبات و رونق تقسیم شد. سپس، احتمال مواجه شدن بخش مالی با هر یک از وضعیت‌های مذکور، مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج نشان داد که وضعیت بحرانی در بخش مالی، پایداری نسبتا اندکی دارد؛ به طوری که به احتمال ۰/۹۳ در دوره بعد به وضعیت ثبات می‌رسد. با توجه به محاسبات، چرخش از وضعیت بحرانی و پرنوسان به رونق ممکن نیست. رونق در بخش مالی نیز پایداری کمی دارد؛ در صورتی که بخش مالی در دوره t در وضعیت رونق قرار داشته باشد، به احتمال ۰/۲۷ در دوره آتی، در همان وضعیت باقی خواهد ماند. به احتمال ۰/۵۹ بخش مالی یک دوره پس از رونق، وضعیت ثبات را تجربه خواهد کرد و به احتمال ۰/۱۴ در وضعیت بحرانی و پرنوسان قرار خواهد گرفت.

امینیان و دولت آبادی (۱۳۹۸) به بررسی توانایی مدلهای پیش بینی ورشکستگی آلتمن و اسپرینگیت و زیمسکی و گراور در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. یافته های تحقیق حاکی از آن است که در مدل های ورشکستگی بالا به ترتیب مدل گراور، آلتمن، اسپرینگیت و زیمسکی توانایی بهتری در پیشبینی بحران های مالی دارند.

خواجوی و قدیریان آرانی (۱۳۹۷) به بررسی نقش سرمایه فکری و اجزای آن به عنوان معیارهای دارایی های نامشهود در پیش‌بینی بحران مالی پرداختند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که میانگین دقت الگوهای پیش بینی با حضور ضریب ارزش افزوده فکری، کارایی سرمایه انسانی و کارایی سرمایه ساختاری به طور معنی داری بیشتر از الگوهای مبتنی بر نسبت‌های مالی در روش‌های طبقه‌بندی کننده تجمیعی بوستینگ و بگینگ است. به

بیان دیگر، افزودن سرمایه فکری، سرمایه انسانی و سرمایه ساختاری به الگوهای پیش بینی بحران مالی دقت آن ها را افزایش می‌دهد. همچنین، یافته‌های فرعی پژوهش حاکی از آن است که هرچه فاصله دوره زمانی پیش بینی با وقوع بحران مالی بیشتر باشد، افزودن سرمایه فکری، سرمایه انسانی و سرمایه ساختاری دقت آن ها را به میزان بیشتری افزایش می‌دهد.

۳- روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی است. با توجه به اینکه محقق ابتدا به دنبال شناسایی، مهم‌ترین عوامل موثر در پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران و سپس پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند است، لذا این پژوهش یک نوع آینده پژوهشی محسوب می‌شود. برای اجرای آینده پژوهشی، در این پژوهش ابتدا از تکنیک تحلیل ساختاری استفاده شد. در روش تحلیل ساختاری، محقق بدنبال مشخص کردن متغیرهای کلیدی (آشکار یا پنهان) به منظور دریافت نظرات و تشویق مشارکت‌کنندگان و ذینفعان در مورد جوانب و رفتارهای پیچیده و غیر قابل پیش‌بینی یک سیستم است. توانایی این مدل در شناسایی روابط بین متغیرها و در نهایت شناسایی متغیرهای کلیدی موثر در تکامل سیستم است. تحلیل ساختاری در سه مرحله انجام می شود: ۱. استخراج متغیرها/عوامل- این مرحله که به ندرت ساختار رسمی و استانداردی دارد، اما به منظور ادامه روند پردازش الزامی است، ۲. تعیین روابط بین متغیرها – آنچه در این مرحله مهم است، پیوند دادن متغیرها و عوامل و توصیف شبکه ارتباط بین آن‌ها است و ۳. شناسایی متغیرهای کلیدی. پس از نهایی شدن عوامل در مرحله تحلیل ساختاری، از مدل‌های تحت وب هوشمند برای بررسی مدل پژوهش استفاده می‌شود. بحران مالی شرکت‌ها در پژوهش حاضر از طریق مدل ورشکستگی آلتمن اندازه‌گیری شده است. سایر متغیرها نیز به شرح جدول ۱ می‌باشند.

۳-۱ جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش حاضر شامل دو بخش می‌باشد: در بخش کیفی تحقیق، از نظر مدیران مالی و اساتید دانشگاه و خبرگان امر که سال‌ها است در شرکت‌های مورد بررسی، به وسیله پرسشنامه به طور مستقیم با موضوع مورد بررسی، سر و کار دارند، استفاده شد. در نهایت منجر به استخراج و شناسایی ابعاد مدل، می‌گردد. این خبرگان دارای تخصص، تجربه و زمینه فعالیت مرتبط باید باشند. در بخش کمی، بر اساس متغیرهای ورودی مدل شناسایی شده از بخش کیفی، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار داده خواهند شد.

در این پژوهش، نمونه انتخاب شده در بخش کیفی برای شرکت در گروه دلفی، مدیران مالی و اساتید دانشگاه و خبرگان سازمان بورس اوراق بهادار تهران بودند که، تعداد ۲۰ نفر به عنوان گروه دلفی به پرسشنامه‌های پژوهش پاسخ دادند. در جدول ضمیمه فهرست خبرگان شرکت کننده در پژوهش نشان داده شده است. همچنین در بخش کمی پژوهش به‌منظور دستیابی به نمونه‌ای همگن و یکنواخت از شرکت‌ها و همچنین جلوگیری از تحریف

نتایج، شرکت‌هایی که دارای ویژگی‌های زیر باشند، به‌عنوان نمونه انتخاب شده‌اند که از طریق وب سایت و بانک‌های اطلاعاتی نرم افزار (ره آورد نوین) بانک اطلاعاتی بانک مرکزی و مرکز آمار ایران اطلاعات آن گردآوری شده است:

۱. از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا پایان سال ۱۳۹۸، سهام آن در بورس اوراق بهادار تهران به‌صورت فعال معامله شده باشد و در طی این دوره زمانی، توقف عمده (بیش از شش ماه) نداشته باشد.۲. به لحاظ افزایش قابلیت مقایسه، دوره مالی آن‌ها منتهی به پایان اسفند ماه باشد. ۳. به دلیل متفاوت بودن ماهیت اقتصادی جزو شرکت‌های واسطه‌گری مالی نباشند.

لذا پس از اعمال محدودیت‌های فوق با استفاده از روش فوق، نمونه‌ای متشکل از ۱۷۳ شرکت برای ۱۱ سال (۱۹۰۳ مشاهده) بدست آمد.

۳-۲ فرضیه‌های پژوهش

فرضیه پژوهش: مدل‌های وب هوشمند می‌توانند با دقت بالایی بحران مالی بازار سرمایه ایران را پیش‌بینی نمایند.

۴- یافته‌ها

پرسشنامه دور اول این تحقیق، از دو قسمت تشکیل شده بود. در بخش اول اطلاعات فردی شرکت‌کنندگان پرسیده شد. از آنجا که ۲۰ نفر پاسخ دهنده مشارکت نمودند، تحلیل اطلاعات فردی شرکت‌کنندگان و نتایج آن در ذیل آورده شده است. همچنین، در بخش ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان با استفاده از جداول توزیع فراوانی، نمودارهای آماری تشریح می‌شود. ویژگی‌هایی که در این بخش مورد تحلیل قرار می‌گیرند عبارت‌اند از: سن، میزان تحصیلات و سابقه شغلی. که در پیوست مقاله به آن اشاره شده است. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش شامل متغیرهای توضیحی و متغیر وابسته تحقیق در جدول ۱ آورده شده است. این جدول داده ها و اطلاعات پژوهش را توصیف می کند و طرح یا الگوی کلی از داده‌ها برای استفاده سریع و بهتر از آن‌ها به دست می دهد. در یک جمع بندی با استفاده مناسب از آمار توصیفی می توان ویژگی های یک دسته از اطلاعات را بیان کرد. پارامترهای مرکزی و پراکندگی به همین منظور به کار می روند. کارکردهای این معیارها این است که می توان خصوصیات اصلی مجموعه ای از داده ها را به صورت یک عدد بیان کنند و بدین ترتیب افزون بر آن که به فهم بهتر نتایج یک آزمون کمک می کنند.

جدول ۱- نتایج آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	مشاهدات
Z آلتمن	3.21	2.60	8.83	0.59	2.16	1899
Z آلتمن ورشکسته	0.28	0.00	1.00	0.00	0.45	1897
Z آلتمن غیر ورشکسته	0.42	0.00	1.00	0.00	0.49	1897

متغیر	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	مشاهدات
Z آلتمن خاکستری	0.28	0.00	1.00	0.00	0.45	1448
تحریم	0.36	0.00	1.00	0.00	0.48	1903
سیاست های اقتصادی دولت	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1903
توافق های ملی و بین المللی از قبیل برجام و FATF	0.27	0.00	1.00	0.00	0.45	1903
نرخ ارز (لگاریتم)	10.12	10.23	11.77	9.21	0.73	1903
رشد نقدینگی	26.35	23.91	38.82	20.13	5.27	1903
تحولات فناوری	2.26	2.00	3.00	1.00	0.49	1902
Q توبین	2.38	1.79	6.63	0.94	1.55	1899
ارزش افزوده اقتصادی (EVA)	1.07	0.16	9.26	-0.05	2.28	1903
نرخ بهره وام	16.46	18.00	21.50	12.00	3.06	1903
نسبت قیمت به فروش (P/S)	3.35	1.67	15.51	0.26	4.06	1899
عرضه و تقاضای محصولات صنعتی	1.45	1.00	2.00	1.00	0.50	1903
حجم سرمایه‌گذاری در صنعت	29.92	30.00	33.83	25.17	2.36	1903
M بنیش	-2.15	-2.48	20.70	-14.72	2.30	1899
سود نقدی هر سهم (DPS)	566.96	250.00	2577.50	0.00	734.14	1899
ارزش افزوده اقتصادی تعدیل شده (REVA)	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	1903
سود هر سهم (EPS)	827.58	462.00	3455.91	-231.95	994.02	1899
تولید ناخالص داخلی (لگاریتم)	36.36	36.34	36.48	36.28	0.06	1903
تولید ناخالص ملی (لگاریتم)	43.77	43.88	44.64	42.86	0.53	1903
بازده کل دارایی‌ها (ROA)	0.13	0.10	0.46	-0.07	0.14	1899
نحوه قیمت گذاری در صنایع	2.43	2.00	3.00	1.00	0.58	1903
جریان نقد آزاد (FCF) (همگن شده با دارایی ابتدای دوره)	1.03	0.09	9.96	-0.22	2.47	1903
بهره‌وری	93.33	92.63	100.00	86.20	4.99	1903
نسبت قیمت به سود هر سهم (P/E)	10.58	6.08	72.96	-13.81	18.21	1899
سود باقیمانده (RI) (همگن شده با دارایی ابتدای دوره)	1.18	0.15	9.87	-0.07	2.55	1903
ارزش افزوده بازار (MVA) (همگن شده با دارایی ابتدای دوره)	1.22	0.15	10.42	-0.06	2.65	1903

منبع : یافته‌های پژوهشگر

تحلیل ساختاری

ماتریس تاثیرات مستقیم

با استفاده از روش دلفی و مقایسه زوجی، ۲۵ متغیر کلیدی شناسایی شد، لذا ابعاد ماتریس اثرات متقاطع ۲۵× ۲۵ بود. در شکل ۱ ماتریس اثرات مستقیم مشاهده می‌شود.

	1 : توانمندی	2 : فلسفی	3 : نرخ ارز	4 : قشنگی	5 : نرخ بهره	6 : بهره وری	7 : EPS	8 : DPS	9 : PE	10 : ROA	11 : EVA	12 : MVA	13 : REVA	14 : RI	15 : Q توبین	16 : PS	17 : FCF	18 : بتش M	19 : فهمیدنی	20 : عرضه‌تقاضا	21 : حجم‌مایگی	22 : تحولات فا	23 : توافق‌ملی	24 : تحریم	25 : سیاستهایی
1 : توانمندی	0	3	2	2	1	1	2	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	0	2	3	1	1	1	2	2
2 : فلسفی	3	0	2	2	1	1	2	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	2	3	1	1	1	2	2
3 : نرخ ارز	2	2	0	2	1	1	3	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4 : قشنگی	2	2	3	0	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	3	3	1	2	1	2	1
5 : نرخ بهره	2	2	2	2	0	2	3	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2	0	0	1	1	1	1	1
6 : بهره وری	2	2	0	1	1	0	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	0	0	2	0	0	0	0
7 : EPS	3	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	1	2	3	3	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0
8 : DPS	3	3	0	2	0	0	2	0	3	3	1	1	1	3	2	2	2	2	0	0	3	0	0	0	0
9 : PE	0	0	0	2	0	0	2	3	0	3	2	2	2	3	2	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0
10 : ROA	2	1	0	2	0	2	3	3	3	0	1	2	2	1	2	1	2	2	0	0	2	0	0	0	0
11 : EVA	2	2	0	2	0	3	3	3	2	2	0	3	3	2	2	2	2	2	2	0	2	0	0	0	0
12 : MVA	1	1	0	1	0	0	2	2	2	2	2	0	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
13 : REVA	2	2	0	2	0	2	1	1	2	3	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	2	0	0	0	0
14 : RI	0	0	0	2	0	2	1	1	1	3	2	2	2	0	2	2	2	3	0	0	2	0	0	0	0
15 : Q توبین	2	3	1	2	0	2	1	2	2	3	3	2	3	3	0	2	2	3	2	2	3	2	0	0	0
16 : PS	2	2	1	2	0	2	1	2	1	3	2	2	2	3	3	0	3	1	1	2	2	0	0	0	0
17 : FCF	1	1	0	2	0	1	2	2	1	3	2	1	1	3	2	2	0	3	1	1	1	0	0	0	0
18 : بتش M	1	1	0	1	0	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	0	2	1	2	0	0	0	0
19 : فهمیدنی	1	1	0	0	0	2	1	1	1	3	2	2	2	2	3	2	2	0	0	3	3	0	0	0	0
20 : عرضه‌تقاضا	2	2	1	2	0	1	3	3	3	3	3	1	1	1	2	2	2	0	2	0	2	1	0	0	0
21 : حجم‌مایگی	2	2	0	2	0	2	3	3	3	3	1	2	1	2	3	0	2	0	1	2	0	3	0	0	0
22 : تحولات فا	2	3	0	2	0	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	0	2	3	2	0	0	2	0
23 : توافق‌ملی	3	3	3	2	2	1	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	0	2	3	3	2	0	3	3
24 : تحریم	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	1	2	3	3	3	0	3
25 : سیاستهایی	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	1	2	1	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	0

شکل ۱- ماتریس اثرات مستقیم متغیرها

۰ بی تاثیر ۱: تاثیر ضعیف ۲- تاثیر متوسط ۳- تاثیر قوی

منبع : یافته‌های پژوهشگر

نرخ پر شدگی ماتریس ۷۲/۷۸ درصد است و نشان می دهد که عوامل انتخاب شده تأثیر زیاد و پراکنده‌ای بر همدیگر داشته‌اند و در واقع سیستم از وضعیت تقریباً ناپایداری برخوردار بوده است. در این ماتریس، ۱۷۰ رابطه عدد صفر (بدون تأثیر) می‌باشد و به این معنی است عوامل بر همدیگر تأثیر نداشته یا از همدیگر تأثیر نپذیرفته‌اند که این تعداد نزدیک به ۲۷/۲ درصد کل حجم ماتریس را به خود اختصاص داده است. از مجموع ۴۵۵ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس، تعداد یک‌ها برابر با ۹۶ بود که این تعداد برابر با ۲۱/۱ درصد از کل حجم ماتریس پر شده را تشکیل می‌دهد. همچنین در این ماتریس تعداد دو ها برابر با ۲۴۳ بود که این تعداد برابر با ۵۳/۴ درصد از کل حجم ماتریس پر شده را تشکیل می‌دهد. در ماتریس بدست آمده تعداد سه ها برابر با ۱۱۶ بود که این تعداد برابر با ۲۵/۴ درصد از کل حجم ماتریس پر شده را تشکیل می‌دهد. از طرف دیگر ماتریس بر اساس شاخص‌های آماری

با ۲ بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت و بهینه‌شدگی ۱۰۰ درصد برخوردار بوده که حاکی از روایی بالای پرسشنامه و پاسخ‌های آن است.

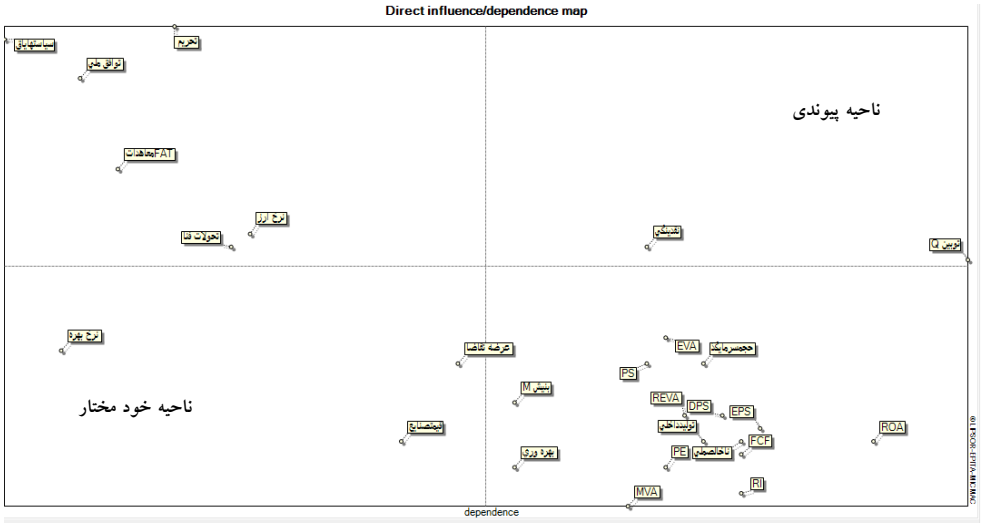
جدول ۲- تحلیل اولیه داده های ماتریس و تاثیرات متقاطع

شاخص			مقدار
اندازه ماتریس			۲۵
تعداد تکرار			۲
ماتریس خالی	بدون تاثیر	تعداد صفرها	۱۷۰ (۲۷.۲ درصد)
ماتریس پر شده	تاثیر ضعیف	تعداد یک ها	۹۶ (۲۱.۱ درصد)
	تاثیر متوسط	تعداد دو ها	۲۴۳ (۵۳.۴ درصد)
	تاثیر قوی	تعداد سه ها	۱۱۶ (۲۵.۴ درصد)
تاثیر بالقوه		تعداد بالقوه	۰
جمع کل			۴۵۵
نرخ پر شدگی ماتریس			۷۲.۷۸

منبع : یافته‌های پژوهشگر

تحلیل پراکندگی متغیرها

در ماتریس، اثرهای متقابل جمع اعداد سطرهای هر متغیر به عنوان میزان تاثیرگذاری، و جمع ستونی هر متغیر میزان تاثیرپذیری آن را از متغیرهای دیگر نشان می‌دهد. نحوهٔ توزیع و پراکنش متغیرها در صفحهٔ پراکندگی، حاکی از میزان پایداری یا ناپایداری سیستم است. در روش شناسی و تحلیل میک مک در مجموع دو نوع از پراکنش تعریف شده، که به نام سیستم‌های پایدار و سیستم‌های ناپایدار معروف هستند. در سیستم‌های پایدار، پراکنش متغیرها به صورت L انگلیسی است؛ یعنی برخی متغیرها دارای تاثیرگذاری بالا و برخی دارای تاثیرپذیری بالا هستند. در سیستم پایدار، در مجموع سه دسته متغیر قابل مشاهده است. در شکل ۲ موقعیت و پراکندگی متغیرها نشان داده شده است همانگونه که ملاحظه می‌شود توزیع متغیرها بصورت قطری است. از وضعیت صفحهٔ پراکندگی متغیرهای موثر بر پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران، مشاهده می‌شودکه سیستم ناپایدار است. اکثر متغیرها در قطر، پراکنده هستند. متغیرها از وضعیت به طورتقریبی مشابهی نسبت به همدیگر برخوردارند که فقط شدت و ضعف آن‌ها با هم متفاوت است.

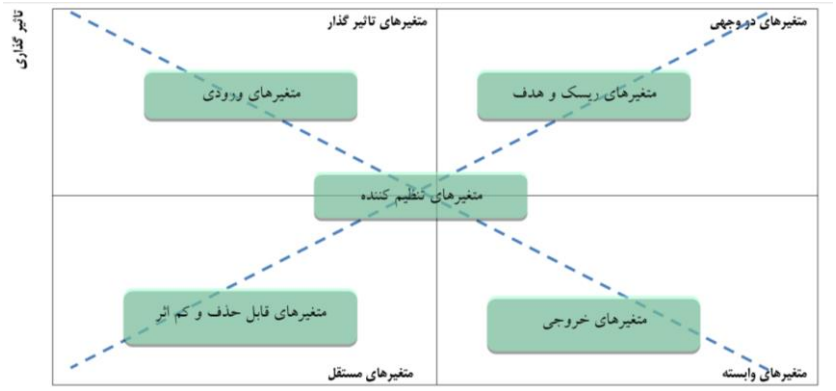


شکل ۲- موقعیت و پراکندگی متغیرها درپلان

منبع : یافته‌های پژوهشگر

تفسیر انواع متغیرها با توجه به موقعیت آن‌ها در نمودار

هر کدام از متغیرها با توجه میزان تاثیرگذاری و تأثیرپذیری در مکان خاصی در نمودار قرار می‌گیرند. موقعیت متغیرها در نمودار بیانگر وضعیت آن‌ها در سیستم و نقش آن‌ها در پویایی و تحولات سیستم در آینده است. بطور کلی این متغیرها در چهار دسته طبقه بندی می شوند که در شکل ۳ توزیع آن‌ها نشان داده شده است:



شکل ۳- پلان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری (ربانی ۱۳۹۱ به نقل از گودت ۲۰۰۶)

منبع : یافته‌های پژوهشگر

متغیرهای تاثیرگذار: این متغیرها بیشتر تاثیرگذار بوده و کمتر تاثیرپذیر می‌باشند. بنابراین، سیستم بیشتر به این متغیرها بستگی دارد. این متغیرها در قسمت شمال غربی نمودار نمایش داده می‌شوند. متغیرهای تاثیرگذار، بحرانی‌ترین مولفه‌ها می‌باشند، زیرا تغییرات سیستم وابسته به آن‌ها است و میزان کنترل بر این متغیرها بسیار مهم است. از طرف دیگر، این متغیرها متغیرهای ورودی محسوب می‌شوند. در میان این متغیرها، عموما متغیرهای محیطی دیده می‌شوند، که به شدت بر سیستم تأثیر می‌گذارند. این متغیرها عموماً توسط سیستم قابل کنترل نیستند، زیرا خارج از سیستم قرار دارند و بیشتر به عنوان عواملی از ثبات (اینرسی) عمل می‌نماید. در این تحقیق بر اساس نتایج بدست آمده متغیرهای «سیاست‌های اقتصادی دولت، توافق‌های ملی و بین‌المللی از قبیل برجام و پیوستن به معاهدات بین‌المللی از قبیل FATF، تحریم، نرخ ارز و همچنین تحولات فناوری» به عنوان متغیرهای تاثیرگذار محسوب می‌شوند. این ۵ متغیر ورودی سیستم به‌شمار می‌روند.

متغیرهای دو وجهی (ناحیه پیوندی): این متغیرها، همزمان بصورت بسیار تاثیرپذیر و بسیار تاثیرگذار، عمل می‌نمایند. این متغیرها در قسمت شمال شرقی نمودار قرار می‌گیرند و طبیعت این متغیرها با عدم پایداری آمیخته است، زیرا هر عمل و تغییری بر روی آن‌ها، واکنش و تغییری بر دیگر متغیرها را به دنبال دارد. اینگونه نتایج و واکنش‌ها یک اثر بومرنگی به همراه دارد که در نهایت باعث «میرایی» یا «تشدید» اثر و علامت اولیه می‌شوند.

در ناحیه پیوندی متغیرهای؛ *Q توبین و رشد نقدینگی* قرارگرفته است بدین معنی که این بُعد تحت تأثیر نواحی دیگر قرار می‌گیرند اگر تغییری در عوامل ناحیه محرک ایجاد شود، می‌تواند به عنوان تقویت کننده بحران مالی بازار سرمایه ایران عمل کند. این متغیرها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

متغیرهای ریسک : در این متغیرها در نمودار حول و حوش بالای خط قطری ناحیه شمال شرقی نمودار، قرار دارند. این متغیرها، ظرفیت بسیار بالایی جهت تبدیل شدن به بازیگران کلیدی سیستم را دارا هستند، زیرا به علت ماهیت ناپایدارشان، پتانسیل تبدیل شدن به «نقطه انفصال سیستم» را دارند. در این تحقیق بر اساس نتایج بدست آمده هیچ متغیری در این ناحیه نیست.

متغیرهای هدف: این متغیرها در زیر خط قطری ناحیه شمال شرقی نمودار قرار دارند. این متغیرها، بیش از آنکه تاثیرگذار باشند، تاثیرپذیرند و آن‌ها را می‌توان با قطعیت قابل قبولی، به عنوان نتایج تکامل سیستم شناسایی نمود. با دستکاری این متغیرها، می‌توان به تغییرات و تکامل سیستم در جهت مورد نظر دست یافت. بنابراین، این متغیرها بیش از آنکه نتایج از پیش تعیین شده‌ای به نمایش بگذارند، نمایانگر اهداف ممکن در سیستم هستند. در این تحقیق بر اساس نتایج بدست آمده متغیر *Q توبین و رشد نقدینگی* به عنوان متغیر هدف در بحران مالی بازار سرمایه ایران محسوب می‌شود.

متغیرهای تاثیرپذیر یا وابسته: متغیرهای وابسته در قسمت جنوب شرقی نمودار قراردارند و تاثیر گذاری پایین و تاثیرپذیری بسیار بالایی دارند. بنابراین نسبت به تکامل متغیرهای تاثیرگذار و دووجهی، بسیار حساس هستند. چنانچه در نمودار نیز نشان داده شده است، این متغیرها خروجی سیستم هستند. در این تحقیق بر اساس نتایج بدست آمده متغیرهای بهره‌وری، تولید ناخالص داخلی، تولید ناخالص ملی، سود هر سهم (EPS)، سود نقدی هر

سهم (DPS)، نسبت قیمت به سود هر سهم (P/E)، بازده کل دارایی‌ها (ROA)، ارزش افزوده اقتصادی (EVA)، ارزش افزوده بازار (MVA)، ارزش افزوده اقتصادی تعدیل شده (REVA)، سود باقیمانده (RI)، حجم سرمایه‌گذاری در صنعت، جریان نقد آزاد (FCF)، Mبنیش، و نسبت قیمت به فروش (P/S) به عنوان مولفه‌های تاثیرپذیر و وابسته در سیستم پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران به شمار می‌روند.

متغیرهای مستقل و مستثنی (خود مختار): این متغیرها از سایر متغیرهای سیستم تاثیر نپذیرفته و بر آن‌ها تاثیر هم ندارند. این متغیرها در قسمت جنوبی نمودار قرار گرفته و ارتباط بسیار کمی با سیستم دارند، زیرا نه باعث توقف یک متغیر اصلی و نه باعث تکامل و پیشرفت یک متغیر در سیستم می شوند. در این پژوهش بر اساس نتایج بدست آمده متغیرهای *نرخ بهره وام، نحوه قیمت گذاری در صنایع و عرضه و تقاضای محصولات صنعتی* در این ناحیه قرار دارند.

تحلیل اثرت مستقیم

در جدول ۹ اثرات مستقیم پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران بر اساس رتبه بدست آمده نشان داده شده‌اند. در ماتریس متقاطع، جمع اعداد سطرهای هر ستون میزان اثرگذاری و جمع ستونی هر متغیر نیز میزان اثرپذیری آن متغیر را از متغیرهای دیگر نشان می‌دهد، بر اساس نتایج تحلیل این ماتریس، ۷ متغیری که بیشترین تاثیرگذاری مستقیم را دارند به ترتیب عبارتند از:

تحریم رتبه اول را در پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران دارد و سپس متغیر سیاست‌های اقتصادی دولت در رتبه دوم و متغیر توافق‌های ملی و بین‌المللی از قبیل برجام و پیوستن به معاهدات بین‌المللی از قبیلFATF در رتبه سوم اهمیت و نرخ ارز در رتبه چهارم اهمیت قرار دارند و متغیر رشد نقدینگی در رتبه پنجم و تحولات فناوری در رتبه ششم و Q توبین در رتبه هفتم و ارزش افزوده اقتصادی (EVA) در رتبه هشتم و نرخ بهره وام در رتبه نهم اهمیت قرار دارند. بنابراین از نظر خبرگان و پاسخگویان شرکت کننده در تحقیق، متغیرهای مذکور به عنوان مهمترین متغیرهای تاثیرگذار، بیشترین تاثیر مستقیم را شناسایی عوامل موثر در پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران را دارند.

همبستگی و تحلیل تورم واریانس

یکی از راه های شناسایی میزان همبستگی[1] و ارتباط میان متغیرهای مستقل[2]، چک کردن شرایط هم خطی می‌باشد. یکی از روش‌های تشخیص همخطی نیز، استفاده از معیار تورم واریانس[3] می‌باشد. در صورتی که مقدار آماره این آزمون نزدیک به یک باشد، نشان دهنده عدم وجود همخطی می‌باشد و اگر بزرگ‌تر از آستانه باشد، همخطی چندگانه بالا می‌باشد (در برخی موارد آستانه را ۱۰ در نظر می‌گیرند). بنابراین، چنانچه مقدار آماره تورم

[1]. Correlation
[2]. Independent Variable
[3]. Variance Inflation

واریانس بیش از عدد ۵ یا ده باشد، میان متغیرهای معادله رگرسیون همخطی شدیدی وجود دارد. سطوح پایین همبستگی جفت میان متغیرها توضیح می‌دهد که مسئله همخطی چندگانه[1] معنی‌دار می‌باشد.

این مطالعه با هدف ارزیابی رابطه بین میان متغیرهای مختف اقتصادی، مالی، سیاسی و فرهنگی با میزان بحران مالی بازار سرمایه انجام شد. نتایج بدست آمده نه تنها از یافته‌های تجربی قبلی که به تاثیر مثبت بحران بر عملکرد شرکت‌ها تاکید داشت، مستثنی نیست بلکه هیچگونه پشتبانی هم از این واقعیت که بحران مالی بازار سرمایه باعث افزایش ورشکستگی شرکت می‌شود، نمی‌کند. نتایج نشان دهنده این است که بحران مالی قویا به بازده دارایی‌ها و بهره‌وری شرکت‌ها لطمه وارد می‌کند که از جمله برخی از دلایل محتمل که می‌تواند این مهم را شامل شود، فقدان مدیران با تجربه برتر (معمولاً مدیران با تجربه متوسط و پایین) عدم وجود نقشه راه مناسب نقشه راه برای اطمینان از اجرای مؤثر استراتژی‌های مالی دانست. در نتیجه ضروری است که مدیران شرکت‌ها، تلاش‌های آگاهآنه‌ای را برای بهره‌مندی از مزایای بهره‌مندی از متغیرهایی همچون تولید ناخالص داخلی، نرخ ارز، رشد نقدینگی، نرخ بهره وام و بهره‌وری، سود هر سهم، سود نقدی سهام، بازده کل دارایی‌ها، ارزش افزوده اقتصادی، بازار و اقتصادی تعدیل شده، سود باقیمانده، نسبت قیمت به فروش، جریان نقد آزاد، نحوه قیمت‌گذاری، عرضه و تقاضای محصولات صنعتی و حجم سرمایه‌گذاری در صنعت را انجام دهند. زیرا همیشه صرفاً نمی‌توان با مزایا مواجه شد بلکه ممکن است در صورت عدم تدابیر راهکارهایی برای مدیریت صحیح و استفاده از مزایا، معایب و زیآن‌ها پررنگ‌تر شده و نتوان از مزایای متغیرهای در راستای پیشگیری از بحران مالی بهره برد.

جدول ۳- اثرات مستقیم مولفه‌های پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران و تورم واریانس

رتبه اهمیت	مولفه و متغیر	اثرات مستقیم		تورم واریانس
		میزان اثرگذاری	میزان اثرپذیری	
۱	تحریم	۶۳	۲۰	۹.۹۰
۲	سیاست‌های اقتصادی دولت	۶۲	۱۱	۷.۴۵
۳	توافق‌های ملی و بین‌المللی از قبیل برجام و FATF	۵۹	۱۵	۷.۲۰
۴	نرخ ارز	۴۷	۲۴	۴.۶۰
۵	رشد نقدینگی	۴۶	۴۵	۳.۱۲
۶	تحولات فناوری	۴۶	۲۳	۸.۸۰
۷	Q توبین	۴۵	۶۲	۸.۳۰
۸	ارزش افزوده اقتصادی (EVA)	۳۹	۴۶	۷.۱۵
۹	نرخ بهره وام	۳۸	۱۴	۴.۲۰
۱۰	نسبت قیمت به فروش (P/S)	۳۷	۴۵	۵.۵۰

[1]. Multicollinearity

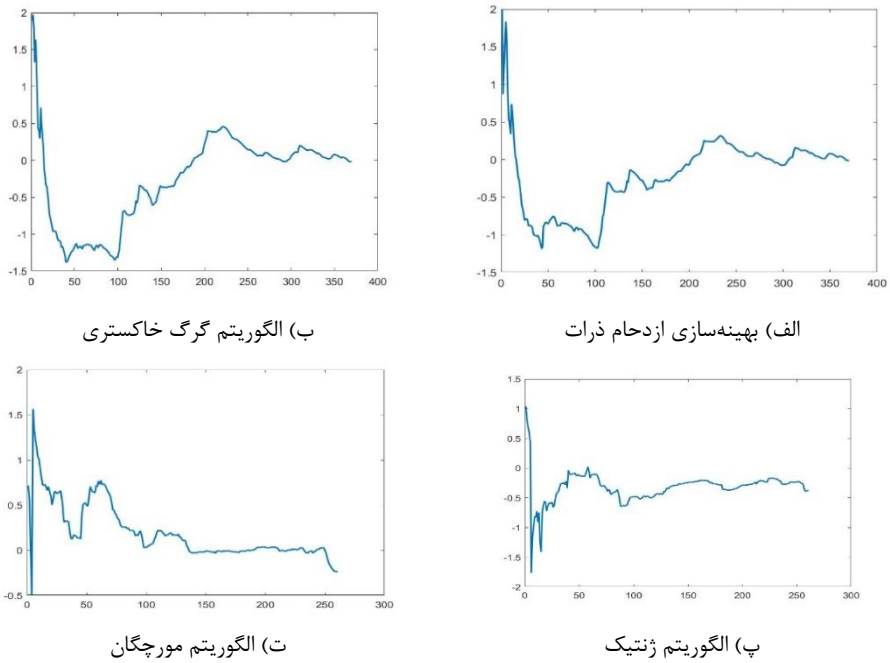
رتبه اهمیت	مولفه و متغیر	اثرات مستقیم		تورم واریانس
		میزان اثرگذاری	میزان اثرپذیری	
۱۱	عرضه و تقاضای محصولات صنعتی	۳۷	۳۵	۷.۷۹
۱۲	حجم سرمایه‌گذاری در صنعت	۳۷	۴۸	۸.۱۰
۱۳	M بنیش	۳۴	۳۸	۸.۹۰
۱۴	سود نقدی هر سهم (DPS)	۳۳	۴۹	۳.۰۵
۱۵	ارزش افزوده اقتصادی تعدیل شده (REVA)	۳۳	۴۷	۶.۶۶
۱۶	سود هر سهم (EPS)	۳۲	۵۱	۳.۱۴
۱۷	تولید ناخالص داخلی	۳۱	۴۸	۸.۸۹
۱۸	تولید ناخالص ملی	۳۱	۵۰	۹.۱۵
۱۹	بازده کل دارایی‌ها (ROA)	۳۱	۵۷	۶.۷۰
۲۰	نحوه قیمت گذاری در صنایع	۳۱	۳۲	۱۱.۰۱
۲۱	جریان نقد آزاد (FCF)	۳۰	۵۰	۱۲.۲۰
۲۲	بهره وری	۲۹	۳۸	۴.۵۰
۲۳	نسبت قیمت به سود هر سهم (P/E)	۲۹	۴۶	۳.۸۰
۲۴	سود باقیمانده (RI)	۲۷	۵۰	۱۰.۱۱
۲۵	ارزش افزوده بازار (MVA)	۲۶	۴۴	۷.۷۰
	کل	**۱۰۰۵**	**۱۰۰۵**	

منبع : یافته‌های پژوهشگر

متوسط خطای مطلق

از آنجاییکه اعمال ازمایشات روش عصبی نیازمند تنظیمات مختلف از جمله لایه‌های پنهان می‌باشد، می‌توان گفت نرخ خطای پیش‌بینی عوامل با استفاده از روش عصبی وابستگی شدیدی به تعداد لایه‌های پنهان در شبکه عصبی و مقادیر وزن‌های اتصال دهنده لایه‌ها به یک دیگر دارد، وزن‌های اتصال دهنده با استفاده از روش متاهیوریستیک ساده و نوینی، مقادیر بهینه‌ای را بخود گرفت اما برای تنظیم نرون‌های لایه‌های پنهان از آزمایش‌های سعی و خطا بهره گرفته شد، سعی و خطاهای و تست پیش‌بینی عوامل به ازای نرون‌های مختلف در لایه پنهان، از جمله ۱ الی ۱۵ نرون صورت گرفت. پس از بررسی مقادیر مختلف برای نرون‌ها در لایه پنهان، نتایج نشان دهنده، مناسب بودن ۱۴ نرون لایه پنهان برای پیش‌بینی بود، بطوریکه ابتدا در ۱ الی ده نرون، خطای پیش‌بینی شبکه مقدار قابل توجهی را بدست آورده و سپس در ۱۴ نرون در لایه پنهان، میزان پیش‌بینی بهینه‌ای حاصل می‌شود. با افزودن نرون به لایه‌ها، از یک نرون الی ۱۳ نرون، نرخ خطای پیش‌بینی به مرور کاسته شده و شاهد روال نزولی خطای پیش‌بینی بودیم، بطوریکه تا رسیدن به ۱۳ نرون لایه پنهان با کاهش نرخ خطای پیش‌بینی مواجه شده و پس از آن در ۱۴ نرون لایه پنهان، پیش‌بینی بهینه‌ای حاصل شده و الگوریتم‌های هوشمند به همگرایی رسیده است. از

این‌رو تحلیل‌های انجام گرفته بواسطه روش عصبی با تنظیمات مختلف نشان از نرخ خطای پایین پیش‌بینی به ازای ۱۴نرون در لایه پنهان دارد. برای اثبات گفته‌های مذکور، در ادامه نتایج حاصل از پیش‌بینی عوامل موثر بر بحران مالی چند شرکت مهم در شکل ۴ نشان داده شده است.



الف) بهینه‌سازی ازدحام ذرات

ب) الگوریتم گرگ خاکستری

پ) الگوریتم ژنتیک

ت) الگوریتم مورچگان

شکل ۴- متوسط خطای مطلق

منبع : یافته‌های پژوهشگر

علاوه براین چند نوع خطای کلی حاصل از پیش‌بینی در جدول ۴ به ازای پاسخ بهینه پیش‌بینی ثبت شده است.

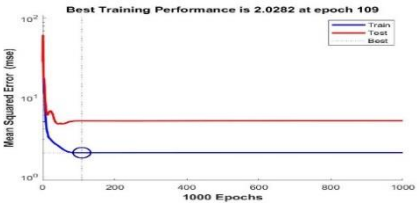
جدول ۴- متوسط خطای مطلق، خطای میانگین مربعات و مجذور R

روش هوشمند	متوسط خطای نسبی	خطای میانگین مربعات	خطای مجذور R
بهینه‌سازی ازدحام ذرات	-0.16226	2.796245	0.245413
گرگ خاکستری	-0.17756	3.427786	0.046428
مورچگان	0.103113	2.25902	0.64732
ژنتیک	0.093616	2.585475	0.153549

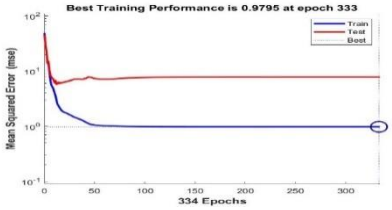
منبع : یافته‌های پژوهشگر

اعتبار سنجی عملکرد پیش‌بینی شبکه عصبی با آزمون رگرسیون

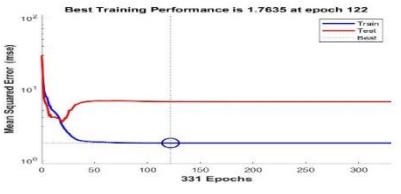
بهترین اپک‌های حاصل شده در هر بار تکرار روش معادل با ۳۰۰ می‌باشد. شکل ۵ میزان شاخص متوسط ارزیابی خطا را در هر یک از اپک ها تا اپک ۳۰۰ ام را نشان می‌دهد. میزان خطای میانگین مربعات روش پیش‌بینی عوامل با استفاده از روش عصبی معادل با۰/۹ می‌باشد. نمودار عملکرد روش پیش‌بینی در شکل ۷ براساس محاسبه خطای میانگین مربعات حاصل از چند دور (اپک) آموزش شبکه عصبی حاصل می‌شود به طوریکه هرچه نرخ خطای مورد بررسی کم و نزدیک به صفر باشد، نشان از افزایش و عملکرد و راندمان بهتر پیش‌بینی با استفاده از شبکه عصبی دارد.



ب) الگوریتم مورچگان



الف) الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات



ت) الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک

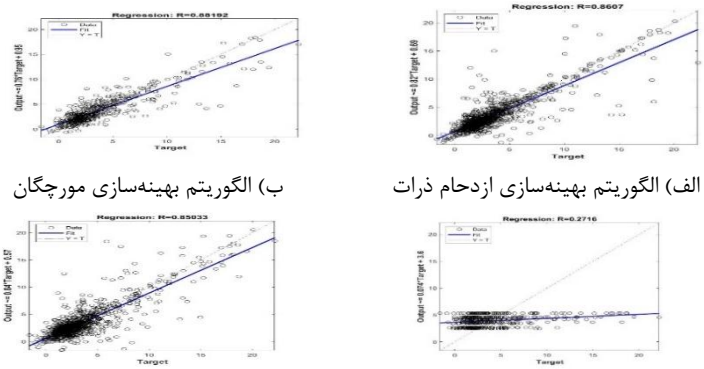
پ) الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری

شکل ۵- عملکرد روش پیشنهادی

منبع : یافته‌های پژوهشگر

در شکل ۵ نمودار عملکرد پیش‌بینی عوامل موثر بر بحران مالی را نشان می‌دهد، در این نمودار عملکرد، به مراتب اینکه تعداد اپک‌ها افزایش می‌یابد شاهد یک روند نزولی در میانگین خطای میانگین مربعات هستیم به طوری که این خطا به صفر نزدیک می‌شود که این امر نشان دهنده دقت بسیار مناسب روش پیشنهادی است بطوریکه به مراتب از خطای پیش‌بینی کاسته می‌شود و در مقابل دقت پیش‌بینی رو به افزایش است و علت این امر در این نکته مهم خلاصه می‌گردد که افزاش تعداد اپک‌ها در شبکه عصبی موجب آموزش بیشتر شبکه و در ادامه شبکه‌ای که آموزش بیشتری ببیند، به مراتب عملکرد بهتری در مقایسه با شبکه‌ای که تعداد اپک‌های کمتری دارد و آموزش کمتری می‌بینند، خواهد داشت. راه دیگر سنجش و اعتبار سنجی عملکرد روش پیش‌بینی عصبی پیشنهادی، اعمال آزمون رگرسیون بر روی اینگونه شبکه‌ها است، از این‌رو با انجام آزمون رگرسیون بر روی پیش‌بینی صورت گرفته با شبکه عصبی به اعتبار سنجی عملکرد شبکه پرداخته شد. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون روش عصبی پیشنهادی در

شکل ۶ نشان داده شده است. خط برازش[1] که خط و ناحیه برازش نام دارد، نشان دهنده محدوده همبستگی مناسب میان نمونه داده‌های (عوامل موثر) پیش‌بینی شده و واقعی می‌باشد. در تحلیل خط و ناحیه برازش، پاسخی مناسب است که اکثر نمونه‌های داده (عوامل پیش‌بینی شده) در ناحیه برازش در زاویه‌ای ۴۵ درجه قرار گیرند بطوریکه خروجی‌های پیش‌بینی شده معادل با اهداف و برچسب کلاس‌های واقعی داده باشند. با توجه به توضیحات مذکور، همانطور که از شکل زیر واضح است، اکثر نمونه‌های داده در فاز تست بر روی منحنی برازش در زاویه‌ای ۴۵ درجه واقع شده‌اند، همچنین مقدار متوسط همبستگی میان خروچی پیش‌بینی شده و نمونه داده‌های واقعی در حدود R=0.8 و نزدیک به ۱ می‌باشد و این نشان از دقت بالای روش پیشنهادی در پیش‌بینی و شناسایی عوامل موثر بر بحران مالی دارد. از طرفی علت حاصل شدن مقدار مناسب برای پارامتر R را می‌توان در تنظیم بهینه وزن‌ها جستجو نمود، از آنجایی که یکی از عوامل تاثیر گذار بر مقدار مناسب R، اعمال وزن‌ها و بایاس‌ها در بهترین حالت ممکن به شبکه عصبی است، می‌توان نتیجه گرفت که روش بهینه‌سازی متاهیوریسک ساده و نوین بکار گرفته شده در بخش روش پژوهش به منظور بهبود و تنظیم بهینه مقادیر وزن‌های اتصال دهنده لایه‌ها به یکدیگر در شبکه عصبی، عملکرد موفقی در بهینه‌سازی و اعمال وزن‌ها و بایاس‌های مناسب به شبکه داشته اشت. پس به طور قطع می‌توان ادعا کرد که اگر شبکه عصبی صرفا شبکه‌ای ساده بود و با استفاده رویکرد بهینه‌سازی به شبکه‌ای با وزن‌های بهینه و شبکه‌ای قدرتمند در پیش‌بینی تبدیل نمود. آنگاه نمی‌توانست منجر به چنین پیش‌بینی موفقی در شناسایی عوامل موثر بر بحران مالی با کمترین نرخ خطا و در مقابل بیشترین نرخ دفت گردد و به عنوان استدلالی دیگر برای اثبات موفقیت شبکه پیشنهادی در پیش‌بینی می‌توان گفت که اگر از رویکرد بهینه‌سازی برای تنظیم بهینه وزن‌های اتصال دهنده در شبکه عصبی استفاده نمی‌شد، آنگاه باید، از طریق آزمون سعی و خطای به آموزش مجدد شبکه طی دوره‌های متوالی برای بالا بردن راندمان شبکه و اعمال وزن‌ها بهینه و مناسب به شبکه استفاده می‌شد.



الف) الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

ب) الگوریتم بهینه‌سازی مورچگان

پ) الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری

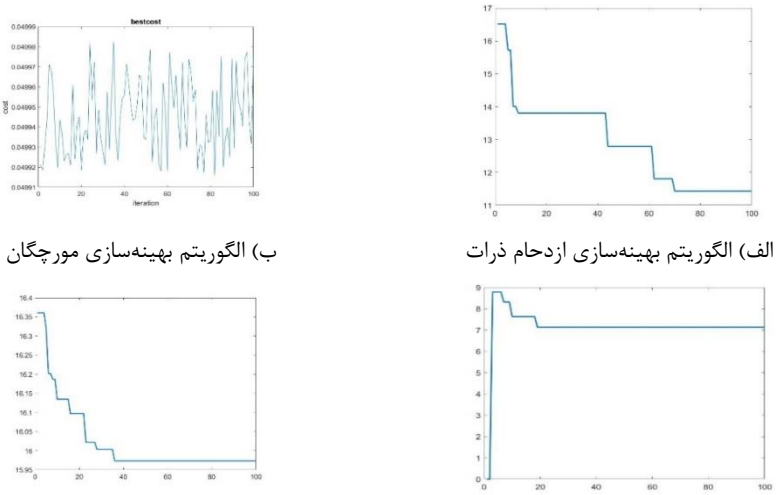
ت) الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک

شکل ۶- دقت رگرسیون

منبع : یافته‌های پژوهشگر

[1]Fit

در ادامه در شکل ۷ به روند دقت پیش‌بینی هر یک از الگوریتم‌های هوشمند برای پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از متغیرهای تاثیرگذار انتخاب شده پرداخته می‌شود. دقت بالای پیش‌بینی نشان از صحت پیش‌بینی‌های انجام شده و در نتیجه صحت ادعای پژوهش برای میزان تاثیرگذاری هر یک از متغیرهای مالی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی مورد بررسی موثر دارد.



الف) الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

ب) الگوریتم بهینه‌سازی مورچگان

پ) الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری

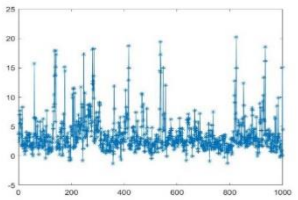
ت) الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک

شکل ۷- روند دقت پیش‌بینی

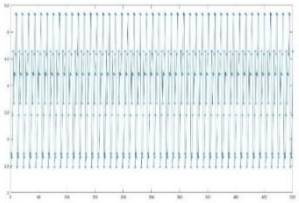
منبع : یافته‌های پژوهشگر

مقایسه بین الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، مورچگان، ژنتیک و گرگ خاکستری در پیش‌بینی بحرانی مالی در شکل ۷ بخش‌های الف الی ت با تست بر روی برخی از شرکت‌های بورس معتبر نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده بهتر بودن روش مورچگان در مقایسه با مابقی الگوریتم‌ها و همچنین بهتر بودن روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات در مقایسه با ژنتیک و گرگ خاکستری می‌باشد. مزیت مورچگان در مقایسه با الگوریتم‌های دیگر در بهره‌وری قوی و یافتن راه حل‌های بدتر و بهتر و نزدیک شدن به بهترین پاسخ‌ها است. مزیت الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات در مقایسه با ژنتیک و گرگ خاکستری نیز نسبت به در زیربخش‌سازی خودکار و پرداختن مسائل با استفاده از تعادل میان قابلیت های بهره‌وری و کشف می‌باشد بطوریکه الگوریتم اساس الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات مبتنی بر بهترین پاسخ سراسری و محلی بوده و برخلاف روش ژنتیک به دلیل عدم استفاده از عملگرهایی همچون، انتخاب، برش و جهش از سادگی در تنظیمات و در عین حال دقت مناسب برخوردارند و موقعیت هر راه حل را با استفاده از سرعت مبتنی بر موقعیت بهترین محلی و سراسری بروز می‌شود و از طرفی سرعت جستجو در میان راه حل‌ها نیز بسیار بالا است و صرفا راه حل بهینه قادر به انتقال اطلاعات به راه‌حل‌های دیگر است. این منجر به این

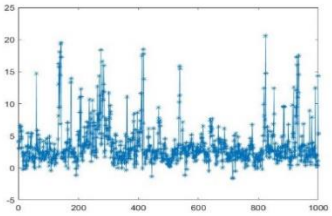
حقیقت می‌گردد که می‌توان کل جمعیت را به طور خودکار به دو زیر گروه بخش‌بندی می‌کند و به طوریکه هر گروه در اطراف هر حالت یا بهینه محلی حرکت می‌کند. همچنین از شکل ۷ که نشان دهنده روند دقت طی شده حاصل از هریک از الگوریتم‌های بهینه‌سازی در مسئله تخمین بحران مالی بازار سرمایه است، روش بهینه‌سازی گرگ خاکستری، همگرایی سریعی در مقایسه با ژنتیک و مابقی الگوریتم‌ها داشته و به عبارتی دچار همگرایی زودرس شده است و دلیلش را نیز می‌توان در این مسئله خلاصه نمود که همانطور که تکرار پیش می‌رود، الگوریتم گرگ خاکستری در این مسئله قادر به عدم کنترل یا کنترل کم میزان تصادفی بودن راه حل‌ها می‌شود و در این مورد نظارت پایینی دارد. بنابراین، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، سپس ژنتیک و در ادامه مورچگان از نظر همگرایی روال مناسبی را طی کرده و مشاهده می‌شود که دچار همگرایی زودرس در مسئله پیش‌بینی نگردیده است. الگوریتم ژنتیک نیز همگرایی نه چندان سریع در مقایسه با مورچگان و ازدحام ذرات حاصل نموده است. اما در کل و در مقایسه با روش‌های قدیمی دیگر از جمله ژنتیک می‌توان گفت به نسبت خود همگرایی مناسبی را حاصل نموده است و اگرچه همگرایی آهسته‌تری در مقایسه با ژنتیک دارد، اما از نظر دقت می‌توان گفت دقت بالایی را حاصل نموده است. در کل میزان دقت و زمان اجرا درالگوریتم ازدحام ذرات و ژنتیک با یک دیگر هماهنگی دارند و در کل زمان مناسب و قابل قبولی است، همچنین برای روش گرگ خاکستری هماهنگی کمتر قابل قبولی میان دقت و زمان اجرا برقرار است و به نظر می‌رسید بهبود روش کلونی مورچگان و ازدحام ذرات یا ارتقا به نسخه‌های توسعه یافته‌اش بتواند سرپوشی در چالش عدم هماهنگی مستقیم میان دقت و زمان اجرا کند.



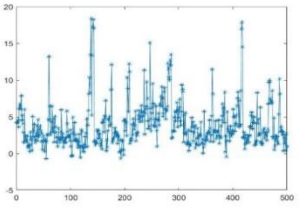
الف) الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات



ب) الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری



پ) الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک



ت) الگوریتم بهینه‌سازی مورچگان

شکل ۸- روند دقت پیش‌بینی

منبع : یافته‌های پژوهشگر

شکل ۸ روند پیش‌بینی میزان بحران به ازای هزار داده مورد بررسی در هریک از روش‌های هوشمند را به ازای درصد نشان می‌دهد. همانطور که ملاحضه می‌شود، نتایج نشان دهنده بحران با تغییر نسبتا بالا در طی دوره زمانی در نظر گرفته شده است. به عبارتی دیگر نتایج نشان از تغییر نسبتا بالای میزان بحران در طی دوره زمانی در نظر گرفته شده دارد. بخش ت در شکل ۹ نشان از تغییرات ۵ الی ۲۰ درصدی بحران در دوره‌های زمانی مورد بررسی می‌باشد به طوریکه در اوایل الی انتهای دوره مورد بررسی، بحران مالی با نوسانی از حدود ۵- درصد الی ۲۰ درصد مواجه بوده است. بخش الف الی ت در شکل ۷ نشان دهنده روند تغییرات در حدود ۵- الی ۲۵ درصدی است. به طور کلی نتایج نشان داد که مدل‌های وب هوشمند می‌توانند با دقت بالایی بحران مالی بازار سرمایه ایران را پیش‌بینی نمایند، لذا فرضیه پژوهش را نمی‌توان رد نمود.

۵- نتیجه‌گیری

سرمایه‌گذاران همواره می‌خواهند با پیش‌بینی امکان بحران مالی یک شرکت از ریسک سوخت شدن اصل و فرع سرمایه خود جلوگیری نمایند. از این‌رو، آن‌ها در پی یافتن روش‌هایی هستند که بتوانند به‌وسیله آن بحران مالی شرکت‌ها را تخمین بزنند. زیرا در صورت ورشکستگی، قیمت سهام و عملکرد شرکت‌ها به‌شدت کاهش می‌یابد. پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از روش‌های مختلفی صورت می‌پذیرد که از میان روش‌های مزبور، روش تجزیه و تحلیل نسبت‌ها و روش تجزیه و تحلیل ریسک بازار از اعتبار بیشتری برخوردار است. پیش‌بینی بحران مالی برای سه گروه از اهمیت زیادی برخوردار است. این گروه‌ها شامل مدیران، اعتباردهندگان و حسابرسان است. مدیران به‌عنوان مباشران سهامداران باید پیگیر فعالیت‌هایی باشند که تداوم فعالیت و سودآوری شرکت را در پی دارند. اعتباردهندگان برای ارزیابی توانایی بازپرداخت تعهدات شرکت مایل به ارزیابی تداوم فعالیت واحدهای تجاری هستند. حسابرسان به‌عنوان یکی دیگر از این گروه‌ها باید نظر خود را در رابطه با تداوم فعالیت و منصفانه بودن اطلاعات موجود در گزارش‌های مالی شرکت‌ها بیان کنند. بنابراین، آن‌ها علاقه‌مند به‌پیش‌بینی بحران مالی یا تداوم فعالیت شرکت‌ها هستند. بحران مالی رویدادی است که تأثیر بسیاری بر مدیریت، سهامداران، کارکنان، بستانکاران، مشتریان و سایر افراد ذینفع می‌گذارد. از این‌رو بحران مالی از لحاظ اجتماعی و اقتصادی کشور را به چالش می‌کشاند.

با گسترش روزافزون شرکت‌های سهامی و متنوع شدن ساختار سرمایه آن‌ها و پدیدار شدن بحران‌های مالی شدید در ابعاد کلان و خرد اقتصادی، باعث شد تا مالکان و ذینفعان مختلف بنگاه‌ها به دنبال ایجاد پوشش و سپری برای مصون کردن خود در مقابل اینگونه مخاطرات باشند. که این موضوع آن‌ها را به استفاده از ابزارها و مدل‌های پیش‌بینی کننده برای ارزیابی توان مالی شرکت‌ها حساس و آگاه نموده است. بحران در بازارهای مالی جهان، شرایط تازه‌ای را نیز برای اقتصاد ایران پدید آورده است. اگرچه در ابتدای بحران برخی بر این عقیده بودند که این بحران به دلیل ارتباطات کم ایران با دیگر کشورها و تحریم‌های صورت گرفته علیه ایران چندان تاثیری بر اقتصاد کشورمان نخواهد داشت، اما به نظر می‌رسد که اکنون همگان این موضوع را تایید کنند که ایران نیز همچون سایر اقتصادهای جهان مصون از بحران بزرگ مالی جهان (بحران اعتباری و اقتصادی ۲۰۰۹) و رکود برخاسته از آن

نخواهد بود. بنابراین، با توجه به شرایط رقابتی اقتصاد کشورها و بحران‌های اقتصادی ایجاد شده در سطح بین‌المللی و داخل کشور، نیاز به تدوین یک مدل مناسب برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شاخص‌های کلان اقتصادی، عوامل صنعت، ویژگی شرکت‌ها، وقایع سیاسی، فرهنگی، رفتاری و ... احساس شد. بر این اساس تأثیر ۲۵ شاخص تولید ناخالص داخلی، تولید ناخالص ملی، نرخ ارز، رشد نقدینگی، نرخ بهره وام، بهره‌وری، سود هر سهم (EPS)، سود نقدی هر سهم (DPS)، نسبت قیمت به سود هر سهم (P/E)، بازده کل دارایی‌ها (ROA)، ارزش افزوده اقتصادی(EVA)، ارزش افزوده بازار (MVA)، ارزش افزوده اقتصادی تعدیل شده (REVA)، سود باقیمانده (RI)، Q توبین، نسبت قیمت به فروش (P/S)، جریان نقد آزاد (FCF)، M بنیش، نحوه قیمت‌گذاری در صنایع، عرضه و تقاضای محصولات صنعتی، حجم سرمایه‌گذاری در صنعت، تحولات فناوری، توافق‌های ملی و بین‌المللی از قبیل برجام، پیوستن به معاهدات بین‌المللی از قبیل FATF و....، تحریم و سیاست‌های اقتصادی دولت بر بحران مالی با بکارگیری الگوریتم‌های گرگ خاکستری، مورچگان، تجمع ذرات و ژنتیک بررسی شد.

باتوجه به نتایج حاصل از رگرسیون و دقت حاصل از هریک از الگوریتم‌های بهینه‌سازی خصوصا در شکل‌های ۷ و ۸ مشخص شد که از نظر کارایی، روش بهینه‌سازی مورچگان بیشترین کارایی و روش گرگ خاکستری کمترین کارایی را در مسئله پیش‌بینی بحران مالی دارد. برطبق نظریه No Free Lunch که اثبات می‌کند، هیچگونه ادعایی مبنی بر اینکه در صورت موفقیت‌آمیز عمل کردن یک الگوریتم در مسئله‌ای خاص، به‌طور قطع حتما در مسئله‌ای دیگر نیز کارایی موفقی دارد، وجود ندارد، به عبارت دیگر، نمی‌توان اثبات کرد که به طور مثال اگر الگوریتم گرگ خاکستری در مسئله‌ای همچون پیش‌بینی ریسک سهام با کاربرد بر روی برخی از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران، دقت بالایی را حاصل می‌کند، پس به طور حتما در پیش‌بینی بحران یا مسئله‌ای دیگر نیز دقت بالایی حاصل خواهد کرد. از این‌رو اگرچه الگوریتم گرگ خاکستری در برخی مسائل پیش‌بینی مالی، دقت بالایی را حاصل می‌کند. اما در مسئله فعلی کمترین کارایی را در پیش‌بینی بحران داشته است. بنابراین، از نظر ترتیب دقت و کارایی بالای پیش‌بینی می‌توان مورچگان را در راس و روش گرگ خاکستری را در نقطه مقابلش یعنی پایین‌ترین کارایی در نظر گرفت و پس از مورچگان، دقت مناسب مربوط به روش ازدحام ذرات و ژنتیک می‌باشد. بنظر می‌رسد روش بهینه‌سازی مورچگان به دلیل زیربخش‌سازی مسائل و قابلیت برقراری تعادل و بالانس میان کشف و بهره‌وری، امکان تولید راه‌حل‌های با تنوع و دقت بالایی را داشته و در نهایت منجر به دقت بالای پیش‌بینی می‌گردد. یافته‌های حاصل از پیش‌بینی بحران با تکیه بر الگوریتم‌های هوشمند بهینه‌سازی نشان از پاسخ مثبت به سوال طراحی مدلی جهت پیش‌بینی بحران مالی بازار سرمایه ایران با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند می‌باشد. یافته‌های پژوهش نشان از ارائه مدلی با دقت بالا با استفاده از روش بهینه‌سازی هوشمند مورچگان با تکیه بر نرخ دقت حاصل از شبکه عصبی دارد. به عبارتی دیگر می‌توان گفت مدل هوشمند مبتنی بر بهینه‌سازی مورچگان و بهینه‌سازی ازدحام ذرات با تکیه بر نرخ دقت حاصل از شبکه عصبی به عنوان تابع هدف هر یک از این الگوریتم‌های بهینه‌سازی موجب ارائه روش هوشمند با دقت بالایی برای تحلیل روابط میان متغیرهای مستقل مورد بررسی و در نتیجه پیش‌بینی با دقت بالای بحران مالی بازار سرمایه می‌گردد. در نهایت نیز مشخص

شد که اطلاعات متغیرهای مستقل مورد بررسی می‌تواند بحران مالی شرکت‌ها را پیش‌بینی کند. یافته‌های تحقیق همچنین نشان می‌دهد که تا پنج سال قبل از بحران مالی می‌توان با دقت نسبتاً بالایی بحران مالی را در شرکت‌ها را پیش‌بینی کرد اما با کاهش بحران مالی، به دلیل کاهش وضوح و دقت شاخص‌های پیش‌بینی بخش مالی، توانایی پیش‌بینی مدل نیز کاهش می‌یابد. وجود بحران مالی در شرکت‌ها می‌تواند در نهایت منجر به ورشکستگی شود. نتایج پژوهش حاضر تا حدودی با پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه بحران مالی در داخل و خارج از ایران صورت گرفته است همخوانی دارد. به عنوان مثال غضنفری و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از ماشین‌های بردارپشتیبان و یادگیری تشدید شده و در کنار آن استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی رقابت استعماری، الگوریتم فرهنگی و جستجوی هارمونی و همکاران (۱۳۹۸) با بکارگیری الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و ماشین بردار پشتیبان، هوساکا و همکاران (۲۰۱۸) از طریق نسبت‌های مالی تصویری و شبکه‌های عصبی کانولوشن و آدریاکومار و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از بهینه‌سازی کلونی مورچه، الگوریتم بهینه‌سازی ذرات (PSO) و الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری بحران مالی شرکت‌ها را پیش‌بینی نمودند و نتایج معتبر و خوبی را ارائه کردند.

منابع

۱) اسماعیل تبار، مینا، پورجم، فاطمه، رضایی، فایزه، جوادیان، لیلا. (۱۳۹۵). شیوه های حسابداری مدیریت قبل و در طول بحران های اقتصادی،اولین همایش ملی علوم انسانی با رویکرد مدیریت و اقتصاد مقاومتی، ساری.

۲) اصغری، زهرا، اصفهانی پور، اکبر. (۱۳۹۸). ارائه مدل پیش بینی ورشکستگی شرکت‌ها با ترکیب الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات و ماشین بردار پشتیبان.

۳) امامی، کریم و امام وردی، قدرت‌اله. (۱۳۸۸). بررسی امکان پیش بینی شاخص قیمت سهام در بازار سرمایه ایران و مقایسه توان پیش بینی مدل های خطی و غیرخطی، اقتصاد مالی (اقتصاد مالی و توسعه)، ۲(۷)، ۴۵-۷۵.

۴) امینیان، ابوالفضل، رسولی دولت آباد، صابر. (۱۳۹۷). بررسی توانایی مدلهای پیش بینی ورشکستگی آلتمن و اسپرینگیت و زیمسکی و گراور در بورس اوراق بهادار تهران،پنجمین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی در مدیریت و حسابداری، تهران.

۵) بیات، علی؛ احمدی، سید علیرضا و محمدی، مجید. (۱۳۹۷). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۹(۳۷)، ۲۳۴-۲۶۲.

۶) بیانی، عذرا، محمدی، تیمور. (۱۳۹۸). عوامل مؤثر بر بحران‌های مالی: رویکرد میانگین گیری بیزی. فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری، ۱۶(۲)، ۱۴۵-۱۸۰.

۷) ثقفی، علی؛ فرهادی، روح اله؛ تقوی فرد، محمد تقی و برزیده، فرخ. (۱۳۹۴). پیش‌بینی رفتار معاملاتی سرمایه‌گذاران: شواهدی از تئوری چشم‌انداز، دانش سرمایه‌گذاری، ۴(۱۵)، ۱۹-۳۲.

۸) حاجی هاشم، مسعود، امیرحسینی، زهرا. (۱۳۹۸). پیش بینی ورشکستگی و راهبری شرکت ها: دیدگاه نسبت های مالی. دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، ۸(۳۰)، ۲۰۱-۲۲۰.
۹) خالوزاده، حمید و خاکی صدیق، علی. (۱۳۸۲). ارزیابی روشهای پیش بینی پذیری قیمت سهام و تعیین میزان قابلیت پیش بینی در بازار بورس تهران، مدرس علوم انسانی، ۷(۳۰)، ۶۱-۸۸.
۱۰) خواجوی، شکرالله، قدیریان آرانی، محمدحسین. (۱۳۹۷). نقش سرمایه فکری در پیش‌بینی بحران مالی. پیشرفت‌های حسابداری، ۱۰(۲)، ۱۳۷-۱۶۵.
۱۱) ذوالفقاری، مهدی، واعظ، سید علی، خدامرادی، محمد. (۱۴۰۰). ارائه الگوی تأثیر ارتباطات سیاسی و حاکمیت شرکتی بر عملکرد بانک‌ها در شرایط بروز بحران‌های مالی، فصلنامه اقتصاد مالی، ۱۵(۵۵)، ۲۱۶-۱۹۱.
۱۲) طالب نیا، قدرت الله، قیطانچیان، سروناز، (۱۳۹۷). بکارگیری مدل لاجیت در پیش بینی بحران مالی (ورشکستگی): مورد کاوی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران.
۱۳) طالقانی، فاطمه، شکیبایی، علیرضا، صالحی، مهدی، جلایی، سید عبدالمجید، نجاتی، مهدی. (۱۳۹۸). بررسی انتقال بحران در شبکه مالی جهانی به ایران. فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری، ۱۷(۱)، ۱۵۵-۱۸۳.
۱۴) طاهری بازخانه، صالح، احسانی، محمد علی، گیلک حکیم آبادی، محمد تقی، فرزین وش، اسد الله. (۱۳۹۸). مقاله پژوهشی: طراحی یک سامانه ی هشداردهی زودهنگام بحران مالی در ایران با معرفی شاخصی جدید. سیاست گذاری پیشرفت اقتصادی، ۷(۱)، ۱۵۱-۱۷۹.
۱۵) عبدی سیّدکلایی محمد؛ طاهری بازخانه، صالح و پهلوان یلی، نسرین. (۱۳۹۸). بررسی ناپایداری منحنی فیلیپس در اقتصاد ایران با استفاده از رهیافت حالت- فضا، اقتصاد و الگوسازی، ۱۰(۴)، ۵۷-۸۱.
۱۶) غضنفری، مهدی، رحیمی کیا، اقبال، عسکری، علی. (۱۳۹۷). پیش بینی ورشکستگی شرکت ها مبتنی بر سیستم های هوشمند ترکیبی. پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی ، ۱۰(۳۷)، ۱۵۹-۱۹۳.
۱۷) غضنفری، مهدی، رحیمی کیا، اقبال، عسکری، علی. (۱۳۹۷). پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مبتنی بر سیستم‌های هوشمند ترکیبی. پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی، ۱۰(۳۷)، ۱۵۹-۱۹۴.
۱۸) فخرحسینی، سید فخرالدین، آقایی میبدی، امید. (۱۳۹۸). پیش‌بینی و شناسایی شرکت‌های با احتمال ورشکستگی بالا در بورس تهران (تحلیل متفاوتی از مدل‌ها). تصمیم گیری و تحقیق در عملیات، ۴(۲)، ۱۰۰-۱۱۱.
۱۹) قلی زاده سالطه، توحید، اقبال‌نیا، محمد، آقابابائی، محمد ابراهیم. (۱۳۹۸). پیش‌بینی ورشکستگی با مدل یادگیری ماشین سریع مبتنی بر کرنلِ بهینه‌شده با الگوریتم گرگ خاکستری. تحقیقات مالی، ۲۱(۲)، ۱۸۷-۲۱۲.
۲۰) محمدی پور، علی، سلمانپور زنوز، علی، فخرحسینی، سید فخرالدین. (۱۴۰۰). بررسی تاثیر شوکهای قیمتی انرژی بر اقتصاد نفت محور ایران در قالب متد مدلسازی نئوکینزی و استفاده از معادلات تعادل عمومی پویای تصادفی، فصلنامه اقتصاد مالی، ۱۵(۵۷)، ۱۲۹-۱۶۴.

۲۱) مدرکیان، حسن؛ موحدی، محمد مهدی؛ طبیبی راد، وحید و طبیبی راد، محمد. (۱۳۹۱). پیش بینی نسبت های مالی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پژوهشگر (مدیریت)، ۹(ویژه‌نامه)، ۶۵-۷۵.

۲۲) ناظمی اردکانی، مهدی؛ زارع مهرجردی، وحید و محمدی ندوشن، علیرضا. (۱۳۹۷). طراحی و تبیین الگوی پیش بینی ورشکستگی شرکت‌ها بر حسب صنایع منتخب با استفاده از الگوی درخت تصمیم، مدیریت دارایی و تامین مالی، ۶(۲۱)، ۱۲۱-۱۳۸.

۲۳) نبوی چاشمی، سیدعلی؛ احمدی، موسی و مهدوی فرح آبادی، صادق. (۱۳۸۹). یش بینی ورشکستگی شرکتها با استفاده از مدل لاجیت. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱(۵)، ۵۵-۷۹.

۲۴) نجفی استمال، سمیرا، حسینی، سید شمس الدین، معمارنژاد، عباس، غفاری، فرهاد. (۱۴۰۰). بررسی اثر مکانیسم انتقال بحران مالی(با تاکید بر بحران مالی سال۲۰۰۸ و قیمت نفت) و علیت مارکوف سوئیچینگ بر شاخص های منتخب بورس اوراق بهادار ایران، فصلنامه اقتصاد مالی، ۱۵(۵۶)، ۸۸-۵۹.

۲۵) نیکخو، حافظ، رحمانی، تیمور، خلیلی، فرزانه. (۱۴۰۱). نااطمینانی اقتصادکلان و تصمیمات سرمایه‌گذاری بانک‌ها. اقتصاد مالی، ۱۶(۵۸)، ۱-۲۲.

26) Acosta-González, E., & Fernández-Rodríguez, F. (2014). Forecasting financial failure of firms via genetic algorithms. Computational Economics, 43(2), 133-157.
27) Adya, M., & Collopy, F. (1998). How effective are neural networks at forecasting and prediction? A review and evaluation. Journal of forecasting, 17(5-6), 481-495.
28) Akbar, A., Akbar, M., Tang, W., & Qureshi, M. A. (2019). Is bankruptcy risk tied to corporate life-cycle? Evidence from Pakistan. Sustainability, 11(3), 678.
29) Ala'raj, M., & Abbod, M. F. (2016). A new hybrid ensemble credit scoring model based on classifiers consensus system approach. Expert Systems with Applications, 64, 36-55.
30) Almamy, J., Aston, J., & Ngwa, L. N. (2016). An evaluation of Altman's Z-score using cash flow ratio to predict corporate failure amid the recent financial crisis: Evidence from the UK. Journal of Corporate Finance, 36, 278-285.
31) Ari, A., & Cergibozan, R. (2018). Currency crises in Turkey: An empirical assessment. Research in International Business and Finance, 46, 281-293.
32) Beaver, W. H. (1968). Market prices, financial ratios, and the prediction of failure. Journal of accounting research, 179-192.
33) Bernstein, S., Lerner, J., & Mezzanotti, F. (2019). Private equity and financial fragility during the crisis. The Review of Financial Studies, 32(4), 1309-1373.
34) Cai, C., Zhang, C., Cai, L., Wu, G., Jiang, L., Xu, Z., ... & Chen, L. (2009). Origins of Palaeozoic oils in the Tarim Basin: evidence from sulfur isotopes and biomarkers. Chemical Geology, 268(3-4), 197-210.
35) Campello, M., Graham, J. R., & Harvey, C. R. (2010). The real effects of financial constraints: Evidence from a financial crisis. Journal of financial Economics, 97(3), 470-487.
36) Chen, C. L., Weng, P. Y., & Lin, Y. C. (2020). Global financial crisis, institutional ownership, and the earnings informativeness of income smoothing. Journal of Accounting, Auditing & Finance, 35(1), 53-78.
37) Coudert, V., & Gex, M. (2008). Does risk aversion drive financial crises? Testing the predictive power of empirical indicators. Journal of Empirical Finance, 15(2), 167-184.

38) Dengleri, K., Lois, P., Thrassou, A., & Repousis, S. (2019). Industry application of assessment and forecasting theories through comparative financial analysis: The case of Greek pharmaceutical industries under crisis conditions. In The synergy of business theory and practice (pp. 175-198). Palgrave Macmillan, Cham.
39) Devos, E., Ong, S. E., Spieler, A. C., & Tsang, D. (2013). REIT institutional ownership dynamics and the financial crisis. The journal of real estate finance and economics, 47(2), 266-288.
40) Evenett, S. J. (2019). Protectionism, state discrimination, and international business since the onset of the Global Financial Crisis. Journal of International Business Policy, 2(1), 9-36.
41) Fu, B. (2019). Bubbles and crises: Replicating the Anundsen et al. (2016) results. Journal of Applied Econometrics, 34(5), 822-826.
42) Fu, J. & Q. Zhou, Y. Liu, X. Wu, Predicting stock market crises using daily stock market valuation and investor sentiment indicators. (2019). North American Journal of Economics & Finance, doi: https:// doi.org/10.1016/j.najef.2019.01.002
43) Guyon, I., Gunn, S., Nikravesh, M., & Zadeh, L. A. (Eds.). (2008). Feature extraction: foundations and sapplications (Vol. 207). Springer.
44) Hosaka, T. (2019). Bankruptcy prediction using imaged financial ratios and convolutional neural networks. Expert systems with applications, 117, 287-299.
45) Huber, K. (2018). Disentangling the effects of a banking crisis: Evidence from German firms and counties. American Economic Review, 108(3), 868-98.
46) Jensen, E. (2005). Teaching with the brain in mind. ASCD.
47) Kumar, P. R., & Ravi, V. (2007). Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques–A review. European journal of operational research, 180(1), 1-28.
48) Li, C., & Li, H. (2011). One dependence value difference metric. Knowledge-Based Systems, 24, 589–594.
49) Li, Z., Crook, J., Andreeva, G., & Tang, Y. (2021). Predicting the risk of financial distress using corporate governance measures. Pacific-Basin Finance Journal, 68, 101334.
50) Lin, F., Liang, D., & Chen, E. (2011). Financial ratio selection for business crisis prediction. Expert systems with applications, 38(12), 15094-15102.
51) Ma, Y. L., & Ren, Y. (2021). Insurer risk and performance before, during, and after the 2008 financial crisis: The role of monitoring institutional ownership. Journal of Risk and Insurance, 88(2), 351-380.
52) Meier, S., Gonzalez, M. R., & Kunze, F. (2021). The global financial crisis, the EMU sovereign debt crisis and international financial regulation: Lessons from a systematic literature review. International Review of Law and Economics, 65, 105945.
53) Mishkin, F. S. (1992). Anatomy of a financial crisis. Journal of evolutionary Economics, 2(2), 115-130.
54) Montgomery, H. (2011). The financial crisis: lessons for Europe from psychology. Swedish Institute for European Policy Studies (SIEPS).
55) Mselmi, N., Hamza, T., Lahiani, A., & Shahbaz, M. (2019). Pricing corporate financial distress: Empirical evidence from the French stock market. Journal of International Money and Finance, 96, 13-27.
56) Niemira, M. P., & Saaty, T. L. (2004). An analytic network process model for financial-crisis forecasting. International journal of forecasting, 20(4), 573-587.
57) Papaioannou, M. M. G., Park, M. J., Pihlman, J., & Van der Hoorn, H. (2013). Procyclical behavior of institutional investors during the recent financial crisis: Causes, impacts, and challenges. International Monetary Fund.
58) Popkova, E. G., & Parakhina, V. N. (2018, April). Managing the global financial system on the basis of artificial intelligence: possibilities and limitations. In International Conference Project

"The future of the Global Financial System: Downfall of Harmony" (pp. 939-946). Springer, Cham.

59) Sankhwar, S., Gupta, D., Ramya, K. C., Sheeba Rani, S., Shankar, K., & Lakshmanaprabu, S. K. (2020). Improved grey wolf optimization-based feature subset selection with fuzzy neural classifier for financial crisis prediction. Soft Computing, 24(1), 101-110.
60) Shenai, N. (2018). Social Finance: Shadow Banking During the Global Financial Crisis. Springer.
61) Szyszka, A. (2010). Behavioral anatomy of the financial crisis. Journal of Centrum Cathedra, 3(2), 121-135.
62) Uthayakumar J, Noura Metawa, K. Shankar, S.K. Lakshmanaprabu. (2020). Financial crisis prediction model using ant colony optimization. International Journal of Information Management 50 (2020) 538–556.
63) Wang, G., Ma, J., & Yang, S. (2017). An improved boosting based on feature selection for corporate bankruptcy prediction. Expert Systems With Applications, 41, 2353–2361. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.09.033.
64) Yap, B. C. F., Munuswamy, S., & Mohamed, Z. (2012). Evaluating company failure in Malaysia using financial ratios and logistic regression. Asian Journal of Finance and Accounting, 4(1), 330-344.
65) Zhang, G., Patuwo, B. E., & Hu, M. Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. International journal of forecasting, 14(1), 35-62.

Financial Economics
Vol. (18) Issue (66) Spring 2024

Abstract

https://doi.org/10.30495/fed.2023.1951839.2648

Design a Model to Predict the Financial Crisis of the Iranian Capital market Using Smart Web Models

Maryam Roohisara[1]
Masoud Taherinia[2]
Hassan Zalaqi[3]
Ahmed Sarlak[4]

Received: 09 / December / 2023 Accepted: 31 / January / 2024

Abstract

As the managers due to decision-making and stakeholders, namely investors, tend to predict the occurrence or non-occurrence of financial crisis in the organization under their management, so the present study is aimed to provide a model for predicting this crisis. To achieve the research purpose, smart web models including grey wolf, ant colony optimization, particle swarm optimization and genetics algorithms were used. For this purpose, the data obtained from the questionnaire completed by 20 experts in the quality section and the data obtained from 173 companies from 2009 to 2019 listed in the Tehran Stock Exchange (TSE) were used. 38 indices from the categories of macroeconomic indicators, industry factors, corporate characteristics, political, cultural and behavioral events were identified using the review of the theoretical basics. Then, 25 indicators with high impact on the financial crisis were selected using expert opinion and MICMAC analysis. Then, by reviewing the financial statements of 173 companies listed on the Tehran Stock Exchange (TSE) and using Rahavard Novin software, the data were collected from 25 selected indicators and their impact on the financial crisis was examined using gray wolf, ant colony, particle swarm and genetics algorithm to determine the final model of the research. It was found that in terms of efficiency, the ant colony optimization method is the most efficient and the gray wolf method is the least efficient in predicting the financial crisis.

Keywords: Financial Crisis, Smart Web, Capital Market and Macroeconomic Variables.
JEL Classification: G17, G33, M41.

[1] Department of Accounting, Faculty of Humanities, Khomein Branch, Islamic Azad University, Khomein, Iran rohisara.m.acc@gmail.com
[2] Department of Accounting, Faculty of Management and Economics, Lorestan University, Khorram Abad, Iran (author responsible). taherinia.m@lu.ac.ir
[3] Department of Accounting, Faculty of Economic and Social Sciences, Bo Ali Sina University, Hamadan, Iran. zalaghi@basu.ac.ir
[4] Department of Economics, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran. a-sarlak@iau-arak.ac.ir

Creative Commons – Attribution 4.0 International – CC BY 4.0
Creativecommons.org