



پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام با استفاده از روش های فرا ابتکاری (الگوریتم بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات) و مقایسه با رگرسیون لجستیک

اسفندیار ملکیان^۱

حسین فخاری^۲

جمال قاسمی^۳

سروه فرزاد^۴

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۳۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۷

چکیده

ریسک سقوط قیمت سهام ریسکی است که نشان می دهد تا چه اندازه قیمت سهام خاص در معرض خطر سقوط قرار دارد. بر همین اساس هدف این پژوهش، مدل بندی پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، با استفاده از الگوریتم بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات بر مبنای مدل چند متغیره و مقایسه نتایج با رگرسیون لجستیک می باشد. بدین منظوری فرضیه برای بررسی این موضوع تدوین و داده های مربوط به ۱۰۶ شرکت عضو بورس اوراق بهادار تهران برای دوره ی زمانی بین سال های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ابتدا ۱۴ متغیر مستقل به عنوان ورودی الگوریتم ترکیبی ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی که به عنوان یک روش انتخاب ویژگی در نظر گرفته شده است، وارد مدل گردید و ۷ متغیر بهینه انتخاب شد سپس با استفاده از الگوریتم تجمعی ذرات و رگرسیون لجستیک اقدام به پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام می نماییم. یافته های پژوهش نشان می دهد که الگوریتم تجمع ذرات نسبت به روش سنتی رگرسیون لجستیک توانایی بیشتری در پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام دارد، بنابراین فرضیه پژوهش تایید می شود.

واژه های کلیدی: الگوریتم حرکت تجمعی ذرات، الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی مصنوعی، خطر سقوط قیمت سهام.

۱- عضو هیات علمی دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. (نویسنده مسئول) e.malekian@umz.ac.ir

۲- عضو هیات علمی دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. h.fakhari@umz.ac.ir

۲- عضو هیات علمی دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. j.ghasemi@umz.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری حسابداری دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. Farzadsooro@yahoo.com

۱- مقدمه

بسیاری از پژوهشگران نظیر چن و همکاران^۱ (۲۰۰۱) بر این باورند که تغییرات قیمت سهام یک شرکت از مدیریت اطلاعات داخلی آن ناشی میشود. یعنی اطلاعات به صورت تصادفی وارد بازار شده و فرایند انتشار اطلاعات بدون توجه به خوب یا بد بودن آن، به صورت سیستماتیک انجام می‌گیرد [12]. اما مدیران همواره انگیزه دارند تا اطلاعات و اخبار منفی را از سرمایه‌گذاران پنهان کرده و آنها را در داخل شرکت انباشت کنند. نتیجه این عملیات منجر به این میشود که تصویر واحد تجاری بهتر از وضعیت واقعی به نظر رسیده و انگیزه افراد برون سازمانی برای سرمایه‌گذاری در واحد تجاری افزایش یابد. اگر مدیران قادر به پنهان نمودن اخبار بد برای یک مدت زمان طولانی باشند، به نظر می‌رسد که اطلاعات منفی درون یک شرکت ذخیره خواهد شد. این محدودیت به این دلیل است که اگر در یک زمان خاص، مقدار اخبار بد جمع‌آوری شده به یک آستانه و یا حد مشخص و ویژه ای رسید، از آن به بعد ادامه پنهان نمودن آنها یا بسیار پرهزینه بوده و یا به طور کلی غیرممکن خواهد شد. زمانی که جمع‌آوری اخبار بد به آخرین نقطه (نقطه سرازیری) رسید، همه آنها به طور ناگهانی انتشار یافته و موجب بازده‌های منفی بالا، برای سهامی میشود، که بازار با آنها سازگاری یافته است و این همان سقوط قیمتها است [16,17]. بر همین اساس دانستن علل وجود این پدیده، راه کارهایی که از بروز این پدیده در بازارهای سرمایه جلوگیری به عمل می‌آورد و نیز مدل‌هایی که بتواند این پدیده را پیش‌بینی کند از اهمیت بسزایی برای اداره کنندگان بازار سرمایه برخوردار است. از طرف دیگر با بزرگ شدن مسائل و اهمیت یافتن سرعت رسیدن به پاسخ، دیگر روش‌های کلاسیک جوابگوی حل بسیاری از مسائل نیست، زیرا فضای جست‌وجو با افزایش بعد مسئله به صورت نمایی افزایش می‌یابد و روش‌های کلاسیک به دلیل محدودیت‌های هزینه‌ای، مقرون به صرفه نیستند. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های آماری به دلیل اتکا بر مفروضات محدودکننده، کاهش یافته و موجب استقبال از تکنیک‌های هوش مصنوعی شده، زیرا که این تکنیک‌ها اغلب ناپارامتریک بوده و در بکارگیری آنها، نیاز چندانی به مفروضات اولیه نمی‌باشد. در سی سال گذشته، نوع جدیدی از الگوریتم‌های تقریب‌ظهور یافته‌اند که اساساً هدف از آنها ترکیب روش‌های ابتکاری در چارچوب‌های کلان‌تر به منظور کاهش کارا و اثربخش فضای جست‌وجو می‌باشد. امروزه از این روش‌ها با عنوان روش‌های فرا ابتکاری (متاهیوریستیک) نام برده می‌شود. در واقع این الگوریتم‌ها یکی از انواع الگوریتم‌های بهینه‌سازی تقریبی هستند که دارای راهکارهای برونرفت از نقاط بهینه محلی هستند و قابلیت کاربرد در طیف گسترده‌ای از مسائل را دارند. الگوریتم‌های نوینی مانند تجمع ذرات، الگوریتم کرم شب تاب، الگوریتم تجمع ذرات اصلاح شده، الگوریتم خفاش و انواع دیگر آنها به منظور انجام تحقیقات در سطح جهانی توسعه یافته‌اند [26].

مزیت اصلی استفاده از روش های فرا ابتکاری، وجود مفروضات محدود در فرموله کردن مدل است، در حالی که این امر در برنامه ریزی ریاضی مصداق ندارد. روش های جدید بر گرفته از طبیعت که از رفتارگونه های طبیعت تقلید می کنند، نتایج بالاتری را در مسایل طبقه بندی دیگر نشان داده اند. از طرفی به دلیل نزدیک شدن مسائل به شرایط موجود در دنیای واقعی و در نتیجه افزایش پیچیدگی مسائل و ناتوانی روش های ریاضی فعلی برای ارائه نقطه بهینه با صرف معقول منابع، این اقبال تشدید شده است. همچنین در مسایل مالی مانند پیش بینی ورشکستگی و رتبه بندی اعتباری، تقلب صورت های مای که هر سه جزء مسایل طبقه بندی در نظر گرفته می شوند نیز مورد استفاده قرار گرفته اند و در مقایسه با سایر روش ها به نتایج بهتری رسیده اند [18]. در این پژوهش سعی بر آن شده تا با مطالعه ادبیات موضوع و پیشینه مربوطه، مجموعه ای کامل از متغیرهای مستقل که با شرایط اقتصادی ایران سازگاری داشته و در دسترس می باشد، انتخاب شده با استفاده از روش انتخاب ویژگی متغیرهای بهینه انتخاب شده و با محاسبه متغیر وابسته (خطر سقوط قیمت سهام) با کمک معیار دوره سقوط قیمت سهام و قرار دادن نتایج حاصله در مدل پیش بینی و در نهایت مقایسه نتایج حاصله با نتایج حاصل از رگرسیون لجستیک، که در بیشتر پژوهش های قبلی مورد استفاده قرار گرفته است، تحقیقی نسبتاً جامع در این زمینه صورت پذیرد. بنابراین می توان این گونه بیان کرد که این پژوهش به دلایلی همچون، استفاده از مجموعه ای کامل تر از متغیرها نسبت به تحقیقات پیشین، بکارگیری یکی از روش های نوین برای پیش بینی که در سایر مسایل مالی و غیر مالی استفاده شده و نتایج مطلوب تری نسبت به روش های آماری داشته اند، همچنین محاسبه متغیر خطر سقوط قیمت سهام پژوهش بر مبنای بازده های هفتگی که در مقایسه با محاسبات فصلی و ماهانه دقت بیشتری دارد، و در نهایت مقایسه نتایج با یکی از پرکاربردترین روش های آماری مورد استفاده در مطالعات قبلی، می تواند به نوعی نوآوری در این زمینه رسید. بر همین اساس در ادامه پس از بیان مبانی نظری و پیشینه تحقیق به روششناسی تحقیق پرداخته و در نهایت با تجزیه و تحلیل داده ها و یافته های تحقیق پیشنهادهای مناسب ارائه خواهد شد. در ادامه مروری بر مبانی نظری و پیشینه پژوهش ارائه می شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در ادبیات مالی نظریه ها و دیدگاه های متعددی پیرامون توضیح پدیده سقوط قیمت سهام ارائه شده است. بلک و کریستی^۹ (۲۰۰۷)، در توضیح چگونگی بروز پدیده سقوط قیمت سهام، نظریه اثرات اهرمی^{۱۰} را ارائه کردند [4,9]. بلانچارد و واتسون (۱۹۵۲) در توضیح پدیده چولگی منفی بازده سهام، مدل حباب تصادفی قیمت سهام^{۱۲} را مطرح کردند. بر اساس نظریه های مالی نوین، ارزش

یک سهم با جمع ارزش فعلی جریان نقدی آتی آن برابر است. همچنین بر اساس فرضیه بازار کارا، قیمت سهام در یک بازار کارا برابر یا در محدوده ارزش ذاتی آن در نوسان است [10]. در سال های اخیر در مباحث مالی مانند ورشکستگی، درماندگی مالی، ریسک اعتباری بانک ها و ... پژوهش های با استفاده از روش های ابتکاری و فرا ابتکاری انجام شده است. اولین بار وایت (۱۹۹۸) از شبکه های عصبی برای پیش بینی در بازار بورس استفاده کرد او به دنبال این پرسش بود که آیا شبکه های عصبی قادرند قوائد غیر خطی در سری های زمانی و قوائد ناشناخته در حرکات قیمت داراییها و تغییرات قیمت سهام را شناسایی کنند؟ بعد از مطالعه اولیه وایت در سال ۱۹۸۸ پای شبکه های عصبی به حوزه مالی باز شد و مطالعات متعددی در این زمینه انجام شد. در فاصله سال های ۱۹۹۵-۱۹۸۸ جمعا ۲۱۳ فعالیت علمی در زمینه شبکه های عصبی در حوزه بازرگانی انجام گرفت که از این تعداد ۵۴ فعالیت در حوزه مالی بوده و ۲ فعالیت در زمینه پیش بینی و تجزیه و تحلیل سری های زمانی انجام شده است [25]. کوشینو و همکاران (۲۰۰۶) از الگوریتم پرواز پرندگان برای انتخاب پرتفوی بهینه استفاده کردند. نتایج این تحقیق برتری الگوریتم پرندگان را نسبت به الگوریتم های ژنتیک و ذوب نشان داد [23]. ون دنبرگ^۴ (۲۰۰۹) برای مدیریت پرتفوی از الگوریتم های ژنتیک و پرواز پرندگان استفاده کردند. نتایج نشان داد که الگوریتم پرواز پرندگان بازده زودتری نسبت به ژنتیک به دست می دهد. چیم و همکاران (۲۰۰۹) یک الگوی تقلیدی الگوریتم پرواز پرندگان را برای کاربردهای محاسباتی مالی مورد استفاده قرار دادند. هدف آنها پیش بینی سریهای زمانی قیمت سهام و تشکیل پرتفویز بهینه بود. نتایج نشان داد که با استفاده از الگوریتم پرندگان الگویی را می توان ارائه کرد که دارای کمترین خطای پیش بینی و دقت زیاد باشد [14]. نتایج تحقیق عادل آذر و همکاران (۱۳۸۵) با مقایسه روش های کلاسیک و هوش مصنوعی و مدل های ترکیبی در پیش بینی شاخص قیمت سهام نشان داد که روش های هوش مصنوعی و روش های ترکیبی نتایج بهتری نسبت به روش های کلاسیک داشته است. با توجه به بررسی تحقیقات انجام گرفته مشخص شد تا کنون هیچ پژوهشی در زمینه خطر سقوط قیمت سهام با الگوریتم های فرا ابتکاری صورت نگرفته است [1]. چن و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه ای تحت عنوان "پیش بینی سقوط با استفاده از حجم معاملات، بازده های قبلی و چولگی مشروط در قیمت سهام" به بررسی عوامل تعیین کننده در بازده سهام پرداختند و یک سری از ویژگی های رگرسیون مقطعی را برای پیش بینی چولگی در بازده های روزانه سهام افراد به کار بردند و به این نتیجه رسیدند که چولگی منفی بیشتر در سهامی که اولاً در شش ماه گذشته، افزایش در حجم معاملات را داشته باشند و دوماً در سی و شش ماه قبل، بازده مثبت داشته باشد، بیشتر مشاهده می گردد [12]. کیم و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه ای تحت عنوان درک گزارشهای مالی پیچیده و خطر سقوط قیمت

سهام" به این نتیجه رسیدند که درک کمتر گزارش های k-10، خطر سقوط قیمت بالاتری را پیش بینی می کند. نتایج نشان داد که تاثیر گزارشگری مالی پیچیده بر روی خطر سقوط قیمت سهام در مورد شرکت هایی با اخبار بد سود و یا اخبار خوب سود زودگذر، شرکت هایی با انگیزه های اختیار خرید مدیران اجرایی بالاتر و شرکت هایی با خطر دعاوی پایین تر، مشخص تر است. آنها همچنین دریافتند که قانون ساربینز- آکسلی رابطه بین گزارشگری مالی پیچیده و خطر سقوط را کاهش نمی دهد [21]. ورست (2016) در مطالعه ای تحت عنوان " رقابت بازار سرمایه و خطر سقوط قیمت سهام" به بررسی تاثیر رقابت بازار سرمایه بر خطر سقوط قیمت سهام پرداخته است. او به این نتیجه رسید که رقابت بازار سرمایه، تاثیر اخبار بد نگه داشته شده را کاهش داده و با کاهش احتمال سقوط رابطه دارد [24]. دانگ و همکاران (2016) در پژوهشی تحت عنوان " آیا سررسید بدهی به ریسک سقوط قیمت سهام تاثیر دارد؟" به بررسی تاثیر بدهی کوتاه مدت بر احتمال کاهش سقوط قیمت سهام پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که شرکت های با نسبت بالای بدهی کوتاه مدت تمایل کمتری به کاهش شدید قیمت سهام دارند. به بیان دیگر آنها به این نتیجه دست یافتند که بدهی کوتاه مدت یک نقش کنترلی بر رفتار فرصت طلبانه مدیران در جهت مخفی نمودن اخبار بد ایفا می کند [15]. چن و کیم (2017) در تحقیقی تحت عنوان " آیا هموارسازی سود باعث تشدید یا کاهش ریسک سقوط قیمت سهام می شود" به بررسی ارتباط بین هموارسازی و ریسک سقوط قیمت سهام پرداختند. نتایج حاکی از وجود رابطه بین هموارسازی سود با درجه بالا و ریسک سقوط قیمت سهام در سطح بالا است. این ارتباط در شرکت هایی که کمتر مورد توجه تحلیل گران هستند و دارای درصد مالکیت نهادی کمتر و اقلام تعهدی انباشته مثبتی هستند، در تحلیل مقطعی تشدید می شود. [13] احمدپور و همکاران (1393)، در پژوهشی به بررسی تأثیر برخی ویژگی های شرکت چون بازده دارایی ها، بازده حقوق صاحبان سهام، اندازه شرکت، اهرم مالی شرکت، ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام و نسبت کیوتوبین شرکت بر ریسک سقوط قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای یک دوره مالی هفت ساله (از سال مالی 1386 الی 1392) پرداخته اند. نتایج تحقیق گویای این مطلب است که متغیرهای بازده دارایی، اندازه شرکت، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام و نسبت کیوتوبین با ریسک سقوط قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران رابطه منفی معناداری دارد [2]. اما دو متغیر بازده حقوق صاحبان سهام و اهرم مالی رابطه معناداری با ریسک سقوط قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران ندارد. واعظ (1395) در تحقیق تحت عنوان " تاثیر تخصص حسابرس در صنعت بر رابطه بین اجتناب از مالیات و خطر سقوط آتی قیمت سهام شرکت های دارویی و غیر دارویی

پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران" به بررسی تاثیر تخصص حسابرس در صنعت بر رابطه بین اجتناب از مالیات و خطر سقوط قیمت سهام پرداخت و به این نتیجه رسید که اجتناب از مالیات تأثیر مثبت و معناداری و تخصص حسابرس در صنعت تأثیر منفی و معناداری بر خطر سقوط آتی قیمت سهام دارد. همچنین، تخصص حسابرس در صنعت تأثیر منفی و معناداری بر رابطه بین اجتناب از مالیات و خطر سقوط آتی قیمت سهام دارد. افزون بر این، تأثیر تخصص حسابرس در صنعت بر رابطه بین اجتناب از مالیات و خطر سقوط آتی قیمت سهام در شرکت های دارویی بیشتر از شرکت های غیر دارویی است. [8] احمدی (۱۳۹۵) در مطالعه ای تحت عنوان " بررسی تاثیر معیارهای راهبری شرکتی بر خطر سقوط آتی قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران" به بررسی تاثیر معیارهای راهبری شرکتی بر خطر سقوط آتی قیمت سهام پرداخت. نتایج نشان داد از بین معیارهای انتخابی برای راهبری شرکتی، فقط تمرکز مالکیت دارای رابطه مثبت و معناداری و مالکیت نهادی، مالکیت مدیریتی، استقلال اعضای هیات مدیره و دوگانگی وظیفه رییس هیات مدیره و مدیر عامل شرکت تاثیر منفی و معناداری بر خطر سقوط قیمت سهام دارد [3]. نهندي و تقی زاده (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان " تاثیر پرداخت سود سهام و عدم انتشار اخبار بد بر خطر سقوط قیمت سهام با تاکید بر عدم تقارن اطلاعاتی" به بررسی تاثیر پرداخت سود سهام و عدم انتشار اخبار بد بر خطر سقوط قیمت سهام با تاکید بر عدم تقارن اطلاعاتی پرداخته اند یافته های پژوهش نشان می دهد پرداخت سود سهام تأثیر منفی و معناداری بر خطر سقوط قیمت سهام دارد. همچنین زمانی که عدم تقارن اطلاعاتی بین مدیران و سهامداران زیاد است، تأثیر منفی پرداخت سود سهام بر خطر سقوط قیمت سهام تشدید می شود. نتیجه دیگر اینکه عدم انتشار اخبار بد تأثیر مثبت و معناداری بر خطر سقوط قیمت سهام دارد و این تأثیر در شرکت هایی که عدم تقارن اطلاعاتی زیادی دارند، شدیدتر است. بنابراین انباشت اخبار بد، بازده منفی و شدیدتر سهام را به شکل سقوط قیمت سهام در پی دارد [7]. صدر السادات و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان " هموارسازی سود و خطر ریزش قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران" به بررسی رابطه هموارسازی سود و خطر ریزش قیمت سهام پرداختند. نتایج نشان داد بین هموارسازی سود و خطر ریزش قیمت سهام در شرکت هایی با مالکیت شرکتی قوی ارتباط معناداری به صورت مثبت و در مورد مالکیت شرکتی ضعیف به صورت منفی بوده است. همچنین نتایج حاکی از نشان دادن ارتباط معناداری بین هموار سازی سود و خطر ریزش قیمت سهام در شرکت های با اقلام تعهدی منفی بوده است [6]. با توجه به بررسی تحقیقات انجام گرفته مشخص شد تا کنون هیچ پژوهشی در زمینه خطر سقوط قیمت سهام با الگوریتم های فرا ابتکاری صورت نگرفته است. در مقایسه با پژوهش های داخلی که در

زمینه خطر سقوط قیمت سهام انجام شده است، در این پژوهش مجموعه نسبتا کامل تری از متغیرهای مستقل استفاده شده است همچنین در تمام پژوهش های مربوطه، خطر سقوط قیمت سهام بر مبنای بازده ماهانه محاسبه شده است در حالیکه در این پژوهش بر مبنای بازده هفتگی محاسبه شده است که باعث افزایش دقت اندازه گیری میشود. همچنین به منظور انتخاب بهینه ترین متغیرها نیز از شیوه جدید انتخاب ویژگی استفاده شده است که در حوزه مطالعاتی مربوطه تا به حال مورد استفاده قرار نگرفته است. همانطور که در بالا اشاره شد تاکنون در زمینه خطر سقوط قیمت سهام نه در خارج از کشور و نه در داخل آن از الگوریتم های فراابتکاری حتی ابتکاری استفاده نشده است که در این پژوهش برای اولین بار از چنین شیوه های نوین پیش بینی استفاده شده است و نتایج با رگرسیون لوجستیک مقایسه شده است. در سایر حوزه های مالی از روش های فراابتکاری به منظور پیش بینی استفاده شده است و نتایج با روش های سنتی مقایسه شده است که در اکثر این تحقیقات نتایج برتری این الگوریتم ها را نسبت به روش های سنتی نشان می دهد که یافته های پژوهش حاضر نیز این مساله را تایید می کند. در ادامه در جدول شماره (۱) مقایسه بین نتایج تحقیقات پیشین و تحقیق حاضر ارایه شده است.

جدول شماره ۱- مقایسه نتایج تحقیقات پیشین و تحقیق حاضر

ردیف	نام محقق	عنوان	سال	یافته ها
۱	اسفندیار ملکیان - حسین فخاری - جمال قاسمی - سروه فرزاد	پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام با استفاده از روش های فرا ابتکاری (الگوریتم بهینه سازی حرکت جمعی ذرات) و مقایسه با رگرسیون لوجستیک	۱۳۹۴	برتری الگوریتم جمعی ذرات نسبت به رگرسیون لوجستیک در پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام
۲	کوشینو و همکاران	الگوریتم جمعی ذرات و کاربرد آن در انتخاب پرتفوی	۲۰۰۶	برتری الگوریتم پرندگان نسبت به الگوریتم ژنتیک و ذوب در انتخاب پرتفوی بهینه
۳	ون دنبرگ	توانایی الگوریتم ژنتیک و الگوریتم جمعی ذرات در مدیریت پرتفوی	۲۰۰۹	الگوریتم پرواز پرندگان بازده زودتری نسبت به ژنتیک به دست می دهد
۴	چیمیم و همکاران	کاربرد الگوریتم جمعی ذرات در مباحث مالی	۲۰۰۹	با استفاده از الگوریتم پرندگان الگویی را می توان ارائه کرد که دارای کمترین خطای پیش بینی و دقت زیاد باشد.
۵	عادل آذر و همکاران	مقایسه روشهای کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی	۱۳۸۵	روش های هوش مصنوعی و روش های ترکیبی نتایج بهتری نسبت به روش های کلاسیک داشته است

ردیف	نام محقق	عنوان	سال	یافته ها
۶	چن و همکاران	پیش بینی سقوط با استفاده از حجم معاملات، بازده های قبلی و چولگی مشروط در قیمت سهام	۲۰۰۱	چولگی منفی بیشتر در سهامی که اولاً در شش ماه گذشته، افزایش در حجم معاملات را داشته باشند و دوماً در سی و شش ماه قبل، بازده مثبت داشته باشد، بیشتر مشاهده می گردد
۷	ورست	رقابت بازار سرمایه و خطر سقوط قیمت سهام	۲۰۱۶	رقابت بازار سرمایه، تاثیر اخبار بد نگه داشته شده را کاهش داده و با کاهش احتمال سقوط رابطه دارد
۸	چن و کیم	آیا هموارسازی سود باعث تشدید یا کاهش ریسک سقوط قیمت سهام می شود	۲۰۱۷	نتایج حاکی از وجود رابطه بین هموارسازی سود با درجه بالا و ریسک سقوط قیمت سهام در سطح بالا است
۹	احمدپور و همکاران	بررسی تأثیر ویژگیهای شرکت بر ریسک سقوط قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران	۱۳۹۳	نتایج تحقیق گویای این مطلب است که متغیرهای بازده دارایی، اندازه شرکت، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام و نسبت کیوتوبین با ریسک سقوط قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران رابطه ی منفی معناداری دارد. اما دو متغیر بازده حقوق صاحبان سهام و اهرم مالی رابطه معناداری با ریسک سقوط قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران ندارد
۱۰	صدر السادات و همکاران	هموارسازی سود و خطر ریزش قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران	۱۳۹۶	. نتایج نشان داد بین هموارسازی سود و خطر ریزش قیمت سهام در شرکت هایی با مالکیت شرکتی قوی ارتباط معناداری به صورت مثبت و در مورد مالکیت شرکتی ضعیف به صورت منفی بوده است. همچنین نتایج حاکی از نشان دادن ارتباط معناداری بین هموار سازی سود و خطر ریزش قیمت سهام در شرکت های با اقلام تعهدی منفی بوده است

ردیف	نام محقق	عنوان	سال	یافته ها
۱۱	احمدی	بررسی تاثیر معیارهای راهبری شرکتی بر خطر سقوط آتی قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران		نتایج نشان داد از بین معیارهای انتخابی برای راهبری شرکتی، فقط تمرکز مالکیت دارای رابطه مثبت و معناداری و مالکیت نهادی، مالکیت مدیریتی، استقلال اعضای هیات مدیره و دوگانگی وظیفه رییس هیات مدیره و مدیر عامل شرکت تاثیر منفی و معناداری بر خطر سقوط قیمت سهام دارد

۳- روش شناسی پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی است، همچنین، از لحاظ ماهیت توصیفی-همبستگی است، زیرا در این نوع پژوهش ها محقق به دنبال ارزیابی ارتباط بین دو یا چند متغیر است. انجام پژوهش در چارچوب استدلال قیاسی- استقرایی است. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها و استخراج نتایج پژوهش از نرم افزار اکسل و اس پی اس اس و متلب استفاده شده است. همچنین، سطح اطمینان مورد استفاده برای آزمون فرضیه و بررسی فروض کلاسیک رگرسیون ۹۵ درصد است. در بخش آمار توصیفی، تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از شاخصهای مرکزی همچون میانگین و میانه و شاخصهای پراکندگی انحراف معیار انجام شده است. برای برآورد پارامترهای مدل های رگرسیون، آزمون فروض کلاسیک از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از جمله مهمترین این فروض، فرضیه های مربوط به خود همبستگی، عدم همخطی و عدم ناهمسانی واریانس بین باقیمانده های مدل است. به منظور تشخیص وجود خود همبستگی بین باقیمانده ها، از آزمون دوربین واتسون استفاده شد. مقدار این آماره برای مدل های پژوهش، نشان دهنده نبود خود همبستگی بین باقیمانده هاست. در این پژوهش، جهت جمع آوری اطلاعات مورد نیاز، از روش کتابخانه ای یا اسناد سازمانی استفاده شده است. مطالعات مقدماتی، پیشینه تحقیق و چارچوب نظری پژوهش با استفاده از منابع کتابخانه ای شامل، کتب، مجلات، پایان نامه ها مقالات پژوهشی و سایت های اینترنتی جمع آوری شده است. داده های مربوط به فرضیه تحقیق، از طریق نرم افزارهای تد بیر پرداز و ره آورد نوین و بانک های اطلاعاتی سازمان بورس جمع آوری شده است.

جامعه آماری این پژوهش شامل شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در قلمرو زمانی سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ است. در این پژوهش به منظور نمونه گیری از روش نمونه گیری

- هدفمند (حذف سیستماتیک) استفاده شده است، بدین منظور کلیه شرکت های جامعه که دارای شرایط زیر بوده اند، به عنوان نمونه انتخاب و بقیه حذف شده اند؛
- (۱) تحقیق برای شرکت های غیر مالی انجام می شود، لذا بانک ها و کلیه شرکت های سرمایه گذاری، لیزینگ ها و موسسات مالی از نمونه حذف می شوند. مطابق با تحقیقات فاما و فرنج (۱۹۹۲) دلایل زیر را برای حذف این شرکت ها می توان عنوان نمود:
 - (الف) نسبت های اهرمی بالای شرکت های غیر مالی نشانگر ریسک مالی این شرکت هاست. با توجه به اینکه این مساله برای شرکت های مالی کاملاً عادی می باشد، لذا استفاده از این شرکت ها در نمونه منجر به استنتاج های اشتباه در مورد معنی دار بودن برخی از متغیرها خواهد شد. (ب) روش های حسابداری مورد استفاده در شرکت های مالی با روش های مورد استفاده در شرکت های غیر مالی متفاوت است. بنابراین تفاسیر و توجیحات به کار گرفته شده برای عوامل پایه ای این دو گروه بسیار متفاوتند. [6]
 - (۲) بر اساس تحقیق هاتن و تهرانیان (۲۰۰۹) تنها شرکتهایی میتوانند به عنوان نمونه برای اجرای مدل ریزش قیمت سهام مدل چولگی منفی انتخاب شوند که حداقل ۶ ماه از سال بازده ماهانه داشته باشند [16].
 - (۳) به منظور قابل مقایسه بودن اطلاعات، سال مالی این شرکت ها منتهی به ۲۹ اسفند هر سال باشد.
 - (۴) داده های صورتهای مالی حسابرسی شده سال مالی ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۴ در دسترس باشد.

در این پژوهش از ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک روش انتخاب ویژگی استفاده شده است از میان ۱۴ ناگر تکنیکی که به عنوان متغیر های مستقل به ورودی سیستم داده می شود، متغیرهایی که باعث افزایش در دقت پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام میگردد را برمی گزیند. به طور کلی روش های انتخاب ویژگی به سه دسته روش های فیلترینگ، پوشش دهنده و ترکیبی تقسیم می گردند. الگوریتم ژنتیک یکی از روش های پوشش دهنده محسوب می گردد که با توجه به فرآیند یادگیری اقدام به طبقه بندی ویژگی ها و انتخاب یک زیر مجموعه بهینه از کلیه ویژگی های ارائه شده به آن می نماید (اورسکی و همکاران). از جمله مزایای فرآیند انتخاب ویژگی میتوان به افزایش دقت و سرعت در اجرای تکنیک های پیش بینی، حذف داده های غیر مرتبط و اضافه و افزایش قابلیت فهم پذیری مدل های مورد استفاده اشاره نمود. کلیه محاسبات این بخش توسط نرم افزار MATLAB و با استفاده از ماژول داده کاوی و عملگرهای مرتبط با آن صورت گرفته است.

نرمال سازی و تقسیم داده ها

اصولاً وارد کردن داده های خام به الگوریتم باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می شود. برای اجتناب از چنین شرایطی و همچنین به منظور یکسان نمودن ارزش داده ها، قبل از آموزش شبکه عصبی، داده های ورودی به آن میبایستی استاندارد (نرمال) شوند، یعنی همه داده ها بین ۰ و ۱ معادل سازی شوند. پس از نرمال سازی، داده ها به منظور طراحی مدل شبکه به دو دسته آموزشی و آزمون تقسیم شدند. از داده های آموزشی به منظور پیدا کردن رابطه بین ورودی ها و خروجی های مشاهده ای توسط مدل استفاده می شود.

الگوریتم حرکت تجمعی ذرات

این الگوریتم، اولین بار توسط کندی و ابرهارت (۱۹۹۱) در سال ۱۹۹۱ معرفی گردید. اساس حرکت تجمعی ذرات، شبیه سازی یک رفتار دسته جمعی است که از آن برای نشان دادن حرکت گروه پرنده ها و ماهیان استفاده می شود و یکی از رایج ترین تکنیک های بهینه سازی فرااکتشافی است. حرکت تجمعی ذرات از عامل جمعیت که شامل راه حل های بالقوه مسئله ی تحت بررسی است، جهت اکتشاف در فضای جستجو استفاده می کند. در حرکت تجمعی ذرات، هر عضو از جمعیت، دارای یک سرعت انطباقی (تغییر مکان) است که مطابق با آن در فضای جستجو حرکت می کند. علاوه بر آن، هر کدام از آنها دارای حافظه نیز می باشند، یعنی بهترین موقعیتی که در فضای جستجو به آن می رسند را به خاطر می سپارند. بنابراین حرکت هر عضو در دو جهت صورت می گیرد: به سوی بهترین موقعیتی که ملاقات کرده اند و به سوی بهترین موقعیتی که بهترین عضو در همسایگی آنها ملاقات کرده است [16]. یکی از جنبه های کلیدی و جذاب روش PSO سادگی آن است، به طوری که فقط شامل دو معادله سرعت و مکان است که مختصات هر ذره نمایان گر یک جواب ممکن مرتبط با دو بردار است. بردارهای موقعیت (X_i) و سرعت (V_i). دو بردار وابسته و مرتبط با هر ذره در فضای جستجو N بعدی هستند که به ترتیب به صورت $[X_{i1}; X_{i2}; \dots; X_{iN}]$ و $X_i = [v_{i1}; v_{i2}; \dots; v_{iN}]$ بیان می گردند. یک اجتماع از پرندگان از تعدادی ذره (پاسخ های ممکن) تشکیل شده است که در یک فضای پاسخ ممکن، برای جستجوی جواب های بهینه پیش می روند (پرواز می کنند). موقعیت هر ذره با توجه به بهترین جستجوی خود ذره، بهترین تجربه کلی پرواز گروهی و بردار سرعت پیشین خود ذره، مطابق با روابط زیر به هنگام می شود:

$$v_i^{k+1} = wv_i^k + c_1 r_1 (pbest_i^k - x_i^k) + c_2 r_2 (gbest^k - x_i^k)$$

$$x_i^{k+1} = x_i^k + v_i^{k+1}$$

که در آن C_1 و C_2 دو ثابت مثبت هستند. r_1 و r_2 دو عدد تصادفی با توزیع یکنواخت بین صفر و یک هستند. w وزن لختی است. $pbest_i^k$ بهترین موقعیت ذره i است که با توجه به تجربه این ذره به دست می آید.

$$pbest_i^k = [x_{i_1}^{pbest}, x_{i_2}^{pbest}, \dots, x_{i_N}^{pbest}]$$

$gbest^k$ بهترین موقعیت ذره با توجه به تجربه کلی گروهی است.

$$gbest_i^k = [x_1^{gbest}, x_2^{gbest}, \dots, x_N^{gbest}]$$

و سرانجام K شاخص تکرار است. روند الگوریتم PSO در حالت کلی به این صورت است که، برای هر ذره بردارهای موقعیت و سرعت به صورت تصادفی مشابه با ابعاد مساله مقداردهی اولیه می شوند. برازندگی برای هر ذره $pbest$ اندازه گیری شده و ذره دارای بهترین مقدار برازندگی $gbest$ ذخیره می گردد.

در این تحقیق داده های مربوط به چهار سال اول (۱۳۸۹-۱۳۹۲) برای آموزش در نظر گرفته شده اند (۸۰٪)، و داده های مربوط به سال ۱۳۹۳ به عنوان داده های آزمون در نظر گرفته شدند (۲۰٪). از داده های آموزش برای محاسبه وزن ها استفاده می شود.

۴- مدل های پژوهش

با توجه به این مساله که در ابتدا ۱۴ متغیره عنوان ورودی جهت انتخاب ویژگی وارد الگوریتم ترکیب شبکه عصبی مصنوعی و ژنتیک گردید و در نهایت ۷ متغیره عنوان بهینه انتخاب شد مدل رگرسیون لوجستیک دو حالتی مربوط به پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام به شرح زیر می باشد:

$$CRASH_{j,t+1} = b_0 + b_1(audquality) + b_2(duality) + b_3(roe) + b_4(mtb) + b_5(lev) + b_6(ind_ratio) + b_7(WORK-CAPITAL) + \epsilon_{j,t}$$

که در آن:

$CRASH_{j,t+1}$ ریسک سقوط قیمت سهام در پایان سال مالی $t+1$ است که با استفاده از معیار دوره سقوط قیمت سهام، اندازه گیری میشود.

Leverage: اهرم مالی، AUDQUALITY: کیفیت حسابرسی، ROE: بازده حقوق صاحبان سهام، MTB: نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام، Ind-ratio: نسبت اعضای غیر موظف هیات مدیره نسبت به اعضای هیات مدیره، DUALITY: تفکیک وظایف مدیر عامل از رییس هیات مدیره، WORK-CAPITAL: مدیریت سرمایه در گردش - مدل شبکه عصبی چند متغیره آموزش دیده با الگوریتم بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات که متغیرهای مستقیم در آن لحاظ شده است (MPSO)، به شرح زیر می باشد:

$$MPSO: E(Y_t) = \alpha_i \text{logsig}(\beta_{0j} + \beta_{1j} \text{roe} + \beta_{2j} \text{lev} + \beta_{3j} \text{audquality} + \beta_{4j} \text{mtb} + \beta_{5j} \text{duality} + \beta_{6j} \text{w-capital} + \beta_{7j} \text{ind-ratio})$$

۵- متغیرهای پژوهش و نحوه اندازه گیری آنها

در این تحقیق برای انتخاب متغیرهای مستقل از شواهد تجربی موجود در این زمینه استفاده شده است برای این منظور، مطالعات انجام شده قبلی درباره موضوع خطر سقوط قیمت سهام به دقت مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعات پیشین متغیرهای مالی، غیر مالی، مربوط به بازار و یا رفتار سرمایه گذاران به عنوان متغیر مستقل و یا کنترلی مورد استفاده قرار گرفته اند.

• متغیر وابسته

در این پژوهش، خطر سقوط قیمت سهام به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می شود. برای اندازه گیری این متغیر از معیار دوره سقوط قیمت سهام استفاده می شود. برای اندازه گیری ریسک سقوط قیمت سهام، ابتدا با استفاده از رابطه (۱) بازده هفتگی خاص شرکت محاسبه می شود:

رابطه (۱)

$$W_{j,\theta} = \text{Ln}(1 + \varepsilon_{j,\theta})$$

در رابطه فوق:

$W_{j,\theta}$: بازده هفتگی خاص شرکت j در هفته θ ، $\varepsilon_{j,\theta}$: بازده باقیمانده سهام شرکت j در هفته θ و عبارت است از باقیمانده یا پسماند مدل در رابطه شماره (۲)

رابطه

$$R_{it} = \beta_0 + \beta_1 r_{m,t-2} + \beta_2 r_{m,t-1} + \beta_3 r_{m,t} + \beta_4 r_{m,t+1} + \beta_5 r_{m,t+2} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

که در این رابطه:

R_{it} : بازده شرکت، r_m : بازده بازار، t : زمان است.

سپس با استفاده از بازده هفتگی خاص شرکت، دوره سقوط قیمت سهام به شرح زیر محاسبه می شود:

دوره سقوط قیمت سهام

بر اساس مطالعات هاتن و همکاران [15] دوره سقوط یک سال مالی معین، دوره ای است که طی آن بازده ماهانه خاص شرکت برابر با $3/09$ انحراف معیار کمتر از میانگین بازده ماهانه خاص آن باشد. اساس این تعریف بر این مفهوم آماری قرار دارد که با فرض نرمال بودن توزیع بازده ماهانه خاص شرکت، نوسان هایی که در فاصله میانگین به علاوه $3/09$ انحراف معیار و میانگین منهای $3/09$ انحراف معیار قرار می گیرند، از جمله نوسان های عادی و نوسان های خارج از این فاصله جزئی از موارد غیر عادی قلمداد می شود. با توجه به این که سقوط قیمت سهام یک نوسان غیر عادی است، عدد $3/09$ به عنوان مرز بین نوسانات عادی و غیر عادی مطرح است. در این پژوهش، دوره سقوط قیمت سهام، متغیری مجازی است که اگر شرکت تا پایان سال مالی حداقل یک دوره سقوط را تجربه کرده باشد، مقدار آن یک و در غیر این صورت، صفر خواهد بود [16].

• متغیرهای مستقل

- **اهرم مالی (Leverage):** به اعتقاد هاتن و همکاران [16] افزایش میزان بدهی شرکت می تواند به افزایش هزینه ی بهره منجر شود. بنابراین افزایش نسبت اهرم مالی می تواند به کاهش سود ارایه شده منجر شود. پس حجم بالای بدهی در ساختار سرمایه ی یک شرکت می تواند زمینه ای برای ایجاد چولگی منفی در بازده سهام باشد. اهرم مالی برابر است با تسهیلات مالی تقسیم بر جمع داراییهای پایان دوره شرکت.
- **اظهار نظر حسابرس (QUALIFIED):** تحقیقات نشان میدهد که سرمایه گذاران واکنش منفی نسبت به گزارش حسابرسی تعدیل شده (به ویژه اظهار نظر مشروط) نشان میدهند و این تعدیل را به عنوان خبری منفی تلقی میکنند. با توجه به اینکه گزارش حسابرسی تعدیل شده از دید بازار به عنوان خبری بد نگریسته میشود ممکن است که مدیریت نیز به واسطه تعدیل اظهار نظر حسابرس، افشای اطلاعات صورتهای مالی را به تعویق بیندازد به طوری که انتشار خبر بد به تأخیر بیافتد. چنانچه مدیران برای یک دوره طولانی اقدام به نگهداری و انباشت این اخبار بد در داخل شرکت کنند، بین قیمت ذاتی سهام شرکت و ارزش تعیین شده برای آن توسط سرمایه گذاران، یک شکاف بزرگ (حباب قیمتی سهام) ایجاد میشود. هنگامیکه توده اخبار منفی انباشت شده به نقطه انفجار میرسد، به یکباره وارد بازار شده و به ترکیدن حبابهای قیمتی و سقوط

- قیمت سهام می انجامد [17]. این متغیر برابر است با یک اگر گزارش حسابرسی از نوع تعدیل شده (مشروط) باشد و در غیر این صورت صفر.
- بازده حقوق صاحبان سهام (ROE): هاتن و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند شرکت های با بازده حقوق صاحبان سهام بالاتر (به عنوان معیاری برای عملکرد بهتر) ریسک سقوط قیمت سهام پایین تری دارند. عبارتست از نسبت سود خالص به مجموع حقوق صاحبان سهام شرکت در پایان سال مالی.
 - نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام (MTB): خان و واتز [20] بیان کرده اند که شرکتهای با نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام بالا، فرصتهای سرمایه گذاری بیشتری پیش روی خود دارند این مساله میتواند احتمال سقوط قیمت سهام را نیز افزایش دهد. بنابراین برابر است با نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان شرکت.
 - استقلال هیات مدیره (Ind-Ratio): حضور اعضای غیر موظف در ترکیب هیات مدیره، عدم تقارن اطلاعاتی بین ارکان داخلی و خارجی شرکت را کاهش می دهد که این موضوع به افزایش کیفیت افشای اطلاعات و در نتیجه کاهش خطر سقوط قیمت سهام منجر می شود. استقلال هیأت مدیره از طریق درصد نسبت مدیران غیر موظف هیأت مدیره به کل اعضای هیأت مدیره محاسبه می شود.
 - تفکیک وظایف مدیر عامل از رییس هیات مدیره (DUALITY): این متغیر، اگر رییس هیأت مدیره جدای از مدیرعامل باشد، برابر ۱ و در غیر این صورت برابر صفر است.
 - مدیریت سرمایه در گردش (ML): عدم نگهداری سطح مطلوب نقدینگی برای یک شرکت، باعث میشود آن شرکت در استفاده از فرصتهای سرمایه گذاری کوتاه مدت موفق نباشد و برای تولید کالاها و رفع نیازهای مشتریان، به مواد اولیه مورد نیاز دسترسی به موقع نداشته باشد. ادامه این وضعیت ممکن است باعث سقوط (ریزش) قیمت سهام شرکت و نهایتاً با کاهش ارزش به خاتمه فعالیت واحد تجاری منجر شود این متغیر با استفاده از مدل چرخه تبدیل وجه نقد محاسبه می شود که به شرح زیر است:
- چرخه تبدیل وجه نقد = دوره تبدیل موجودی + دوره تبدیل حسابهای دریافتی - دوره بستنکاران معوق

۶- فرضیه پژوهش

الگوی مبتنی بر الگوریتم حرکت تجمعی ذرات دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام نسبت به رگرسیون لوجستیک می باشد

۷- نتایج پژوهش

۷-۱- آماره های توصیفی

نتایج آمار توصیفی متغیرهای تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر	میانگین	بیشینه	کمینه	انحراف معیار
crash	۰/۵۱	۱	۰	۰/۵۰
AUDQUALITY	۰/۴۹	۱	۰	۰/۵۰
DUALITY	۰/۹۸	۱	۰	۰/۱۲
IND_RATIO	۰/۶۷	۱	۰	۰/۱۸
LEV	۰/۶۱	۶,۵۱	۰	۰/۴۷
MTB	۱/۸۰	۱۹/۷۳	-۱/۱۵	۱/۵۳
ROE	۵,۴۰	۷/۳۲	-۲/۵۶	۶/۱۶
WORK_CAPITAL	۰/۰۰۵	۰/۲۱	۰	۰/۰۱۸

جدول (۱) آمار توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش را نشان می دهد که بیانگر پارامترهای توصیفی برای هر متغیر به صورت مجزاست. این پارامترها عمدتاً شامل اطلاعات مربوط به شاخصهای مرکزی، نظیر بیشینه، کمینه، میانگین و میانه و همچنین اطلاعات مربوط به شاخصهای پراکندگی نظیر انحراف معیار است. مهمترین شاخص مرکزی میانگین است که نشان دهنده نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع است و شاخص مناسبی برای نشان دادن مرکزیت داده هاست است. برای مثال میانگین متغیر اهرم مالی برابر است با ۰/۶۱ که نشان می دهد بیشتر داده های مربوط به این متغیر حول این نقطه تمرکز یافته اند. به طور کلی، پارامترهای پراکندگی معیاری برای تعیین میزان پراکندگی داده ها با یکدیگر یا میزان پراکندگی آنها نسبت به میانگین است از جمله مهمترین پارامترهای پراکندگی، انحراف معیار است. مقدار این پارامتر برای متغیر بازده حقوق صاحبان سهام برابر ۶/۱۶ و برای متغیر مدیریت سرمایه در گردش برابر با ۰/۰۱۸ است که نشان می دهد در بین متغیرهای پژوهش، بازده حقوق صاحبان سهام و مدیریت سرمایه در گردش به ترتیب دارای بیش ترین و کمترین میزان پراکندگی هستند.

۷-۲- آمار استنباطی

برای برآورد پارامترهای مدل های رگرسیون، آزمون فرروض کلاسیک از اهمیت ویژه ای برخوردار است. لذا این پذیره ها (شامل صفر بودن میانگین باقیمانده ها، ثابت بودن واریانس باقیمانده ها، عدم خودهمبستگی مرتبه یک باقی ماندهها، و توزیع نرمال باقیمانده ها)، از طریق روش های توصیفی استنباطی در مدل های رگرسیونی مورد بررسی قرار می گیرند، لازم به ذکر است که رعایت پیش فرض نرمال بودن متغیرهای پیش بین در رگرسیون لجستیک لازم نیست. [5]

- ماتریس همبستگی متغیرهای پژوهش

همان طور که در جدول (۲) مشاهده میشود، نتایج همبستگی بین متغیرهای پژوهش نشان داده شده است که برای این انجام این آزمون از ضریب اسپیرمن استفاده شده است. با توجه به جدول ۲، همانگونه که مشاهده میشود ضریب همبستگی متغیرهای پژوهش منطقی است که نشان دهنده وجود عدم همبستگی، در بین متغیرهای پژوهش است.

جدول ۲- همبستگی متغیرهای پژوهش

متغیر	crash	ROE	LEV	AUDQUALITY	MTB	DUALITY	WORK_CAPITAL	IND_RATIO
crash	۱							
ROE	-۰/۰۵۲	۱						
LEV	۰/۰۰۶	-۰/۲۳۹	۱					
AUDQUALITY	۰/۰۰۱	-۰/۱۰۳	-۰/۰۲	۱				
MTB	-۰/۱۷	۰/۴۵	-۰/۱۹	-۰/۱۶	۱			
DUALITY	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۸	-۰/۱۱	-۰/۱۲	-۰/۰۳	۱		
WORK_CAPITAL	-۰/۰۳	-۰/۱۳	-۰/۰۸	-۰/۰۶	۰/۴۵	۰/۰۲۵	۱	
IND_RATIO	-۰/۰۲	۰/۱۰۴	-۰/۰۶	۰/۰۷	-۰/۰۸	-۰/۰۵	۰/۰۲۰	۱

- استقلال خطاها

یکی از مفروضاتی که در رگرسیون مدنظر قرار می گیرد، استقلال خطاها از یکدیگر است که به منظور بررسی آن از آزمون دوربین-واتسون^۲ استفاده می شود. چنانچه این آماره در بازه ۱/۵ یا ۲/۵ قرار گیرد، فرض عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته می شود. با توجه به مقدار آماره دوربین-واتسون که برابر ۱/۵۵۸ است، می توان ادعا کرد که خود همبستگی مرتبه اول میان باقیمانده های الگو وجود ندارد.

جدول ۳- نتایج آماره دوربین-وانسون

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
۱	۰/۱۷۷	۰/۰۳۱	۰/۰۱۸	۰/۴۹۵۶۵	۱/۵۵۸

- آماره والد (w)

محاسبه شده برای هر یک از متغیرهای مستقل و سطح خطای محاسبه شده، بیانگر معنی داری ضرایب در مدل است. مقدار درست‌نمایی (Log likelihood) برای این مدل برابر با $-۲۹۰/۸۲$ است که نشانگر قابلیت نسبتاً بالای مدل در پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام می باشد. از دیگر معیارهای بررسی قدرت مدل، همبستگی درون متغیرها است. در رگرسیون لوجستیک هر چه همبستگی بین متغیرها بیشتر باشد، نشان دهنده مناسب بودن متغیرهای انتخاب شده در مدل می باشد. برای آزمون قدرت همبستگی متغیرها از آماره لاندای ویلکس استفاده کرده و همان طور که در جدول شماره ۵ مشاهده میشود، مقدار لاندای ویلکس حکایت از همبستگی ضرایب می دهد.

جدول ۴- خلاصه نتایج برازش مدل لوجیت

متغیر	ضرایب (β_1)	انحراف معیار (SE)	آماره والد	سطح معنی داری
α	۰/۷۱۶	۰/۵۹		۰/۰۰۳
AUDQUALITY	-۰/۰۱۶	۰/۱۲	۱/۰۴۵	۰/۷۳
DUALITY	-۰/۰۲۵	۰/۵۲	۱/۰۱۹	۰/۹۰۵
IND_RATIO	-۰/۱۱	۰/۳۵	۱/۰۲۸	۰/۴۲۶
LEV	-۰/۰۹۰	۰/۰۳	۱/۰۲۰	۰/۰۸
MTB	-۰/۰۳۴	۰/۰۳	۱/۰۶۱	۰/۰۳۷
ROE	۰/۰	۰/۰۰	۱/۰۴۸	۰/۳۶
WORK_CAPITAL	۲/۵۷	۵/۰۳	۱/۰۱۱	۰/۰۵۰

جدول ۵- خلاصه تحلیل مدل لوجیت به روش همبستگی

سطح معنی داری	درجه آزادی	لاندای ویلکس	آزمون برای اعتبار مدل برازش شده
۰/۰۲۷۴	۶	۰/۶۸۰	

۷-۳- آزمون فرضیه

در این پژوهش داده ها به دو دسته آموزش و آزمایش تقسیم شدند که بدین منظور از داده های مربوط به چهارسال اول (۱۳۸۹-۱۳۹۲) به عنوان داده های آموزش و از داده های مربوط به سال پنجم (۱۳۹۳) به عنوان داده های آزمون استفاده شده است. پس از ورود ۷ متغیر بهینه به الگوریتم تجمع ذرات نتایجی به شرح زیر حاصل شد که نتایج مربوط به داده های آموزش در جدول (۵) و نتایج مربوط به داده های آزمون در جدول (۶) ارائه شده است. همچنین نتایج حاصل از رگرسیون لوجستیک دو حالتی مربوط به داده های آموزش و داده های آزمون به ترتیب در جدول (۷) و (۸) ارائه شده است

جدول ۵- پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام بر اساس تعداد (داده های آموزش)

پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام	کل	خطر سقوط	عدم خطر سقوط
تعداد پیش بینی صحیح	۲۳۵	۱۲۹	۱۳۶
تعداد پیش بینی نادرست	۱۶۷	۸۹	۷۸
کل	۴۳۲	۲۱۸	۲۱۴

جدول ۶- پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام بر اساس تعداد (داده های آزمایش)

پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام	کل	خطر سقوط	عدم خطر سقوط
تعداد پیش بینی صحیح	۶۳	۱۵	۴۸
تعداد پیش بینی نادرست	۴۵	۷	۳۸
کل	۱۰۸	۲۲	۸۶

جدول ۷- پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام بر اساس تعداد (داده های آموزش)

پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام	کل	خطر سقوط	عدم خطر سقوط
تعداد پیش بینی صحیح	۲۲۲	۱۴۰	۸۲
تعداد پیش بینی نادرست	۲۱۰	۸۴	۱۲۶
کل	۴۳۲	۲۲۴	۲۰۸

جدول ۸- پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام بر اساس تعداد (داده های آزمایش)

پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام	کل	خطر سقوط	عدم خطر سقوط
تعداد پیش بینی صحیح	۶۰	۳۴	۲۶
تعداد پیش بینی نادرست	۴۸	۲۱	۲۷
کل	۱۰۸	۵۵	۵۳

جدول ۹- مقایسه قدرت پیش بینی رگرسیون و الگوریتم تجمعی ذرات

روش ها	آموزش	آزمون
رگرسیون لجستیک	٪۵۱/۳۸	٪۵۵/۵۶
الگوریتم تجمعی ذرات	٪۵۴/۳۹	٪۵۸/۸۸

مقایسه نتایج حاصل از داده های آموزش در دو الگوی ذرات و رگرسیون (جدول ۵ و ۷) نشان می دهد که در مدل رگرسیون لجستیک ۱۴۰ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط داشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۸۴ شرکت به اشتباه تفکیک شده اند. همچنین ۸۲ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط قیمت سهام نداشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۱۲۶ شرکت به اشتباه تفکیک شده اند در حالیکه نتایج مربوط به الگوریتم ذرات نشان می دهد که ۱۲۹ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط داشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۸۹ شرکت به اشتباه تفکیک شده اند. همچنین ۱۳۶ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط قیمت سهام نداشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۷۸ شرکت به اشتباه تفکیک شده اند بنابراین با مقایسه نتایج دو مدل اصلی پژوهش مربوط به داده های آموزش که در جداول (۵) و (۷) ارائه شده اند می توان به این نتیجه رسید که تعداد پیش بینی های درست در الگوریتم تجمع ذرات در مقایسه با رگرسیون لجستیک در مورد شرکت هایی که خطر سقوط و یا عدم خطر سقوط سهام را داشته اند، بیشتر میباشد. نتایج حاصل از آزمون داده های آزمایش که در دو جدول (۶) و (۸) ارائه شده است نشان می دهد که در مدل رگرسیون لجستیک ۳۴ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط داشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۲۱ شرکت به اشتباه تفکیک شده اند. همچنین ۲۶ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط قیمت سهام نداشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۲۷ شرکت به اشتباه تفکیک شده اند. در الگوی حرکت تجمعی ذرات ۱۵ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط داشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۷ شرکت به اشتباه تفکیک شده اند. همچنین ۴۸ شرکت از شرکت هایی که خطر سقوط قیمت سهام نداشته اند به درستی تفکیک شده اند و ۳۸ شرکت به اشتباه تفکیک شده

اند. به طور کلی با مقایسه نتایج حاصل از دو مدل، می توان به این نتیجه رسید که قدرت پیش بینی الگوریتم تجمعی ذرات در مورد داده های آموزش معادل $54/39\%$ ($235/432$) در مورد داده های آزمایش معادل $58/88\%$ ($63/108$) می باشد در حالیکه قدرت پیش بینی رگرسیون لجستیک در مورد داده های آموزش معادل $51/38\%$ ($222/432$) و در رابطه با داده های آزمایش معادل $55/56\%$ ($60/108$) می باشد، این نتایج در جدول (۹) ارایه شده است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که استفاده از الگوریتم بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات جهت پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام توانایی بیشتری نسبت به رگرسیون لجستیک را دارد. در اینصورت فرضیه اصلی پژوهش، الگوی مبتنی بر الگوریتم حرکت تجمعی ذرات دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام نسبت به رگرسیون لجستیک می باشد، تایید میشود.

۸- نتیجه گیری و بحث

شبکه های عصبی علاوه بر ارائه پیش بینی های دقیق تر، مشکلات رایج مدلسازی کلاسیک از قبیل پایایی و ناپایایی سری های زمانی را ندارند و از این نظر همانند مدلسازی کلاسیک، جهت رفع مشکلات خود همبستگی، هم خطی و ناهمسانی واریانس، نیازمند آماده سازی سری های زمانی متغیرهای مالی نیستند. عملکرد مناسب شبکه های عصبی در مقایسه با سایر روشهای متداول بیانگر وجود روابط غیر- خطی بین متغیرها است. در این پژوهش به بررسی توانایی یکی از جدیدترین روش های موجود در زمینه پیش بینی (الگوریتم بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات) در بهینه سازی شبکه های عصبی جهت پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و مقایسه نتایج با رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از پرکاربردترین روش های آماری در زمینه پیش بینی های مالی پرداخته شد. بدین منظور ابتدا با استفاده از ترکیبی از شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و با روش انتخاب ویژگی، ۷ متغیر مستقل به عنوان بهینه ترین متغیرهای مستقل شناسایی و در مرحله بعد این متغیرها به عنوان متغیرهای مستقل بهینه وارد الگوریتم حرکت تجمعی ذرات گردید. نتایج نشان می دهد که استفاده از الگوریتم بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات جهت پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران نسبت به رگرسیون لجستیک دارای توانایی بیشتری است. یافته ها همچنین حاکی از آن است که استفاده از متغیرهای نرخ بازده حقوق صاحبان سهام، اهرم مالی، کیفیت حسابرسی، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام، مدیریت سرمایه در گردش، نسبت اعضای غیر موظف هیات مدیره نسبت به اعضای هیات مدیره، تفکیک وظایف اعضای هیات مدیره به عنوان متغیرهای مستقل در مدل های مربوط به پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام، تاثیر زیادی در افزایش قدرت

پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام ندارند. رویکرد های به کارفته در این تحقیق به عنوان نمایندگانی از روش های هوش مصنوعی نسبت به روش های آماری کلاسیک همچو رگرسیون ساده و لجستیک از عملکرد دقتی و بازده ای بهتری برخوردار بوده و می توانند به عنوان تکنیک هایی پرکاربرد برای پیش بینی خطر سقوط به کار گرفته شوند. از آنجا که تاکنون مطالعه ای جهت پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام با استفاده از الگوریتم حرکت تجمعی ذرات و مقایسه با روش های سنتی چه در داخل و چه در خارج از کشور انجام نشده است نمی توان نتایج این تحقیق را با نتایج مطالعات قبلی که در این زمینه و صرفا با استفاده از روش های آماری مانند رگرسیون لجستیک انجام شده اند مقایسه کرد. اما در سایر زمینه های مالی تحقیقاتی انجام گرفته است، در خارج از کشور ژانگ و همکاران (۲۰۰۴) جهت پیش بینی سود هر سهم از روش های آماری کلاسیک و شبکه های عصبی مصنوعی استفاده کردند که نتایج حاکی از برتری شبکه های عصبی مصنوعی نسبت به روش های آماری بود همچنین سرمپینیز (۲۰۱۳) در زمینه پیش بینی نرخ ارز خارجی نشان دادند که الگوریتم پرواز پرندگان مدل مناسبتری برای پیش بینی نرخ ارز می باشد. ژانگ و چن (۲۰۰۸) نیز برای پیش بینی شاخص سهام به نتایج مشابه رسیدند. در داخل کشور نیز دموریو همکاران (۱۳۹۰) به پیش بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان و مقایسه آن با روش های سنتی پرداختند که نتایج حاکی از این است که خطایبیر آورد این الگو نسبت به روش های سنتی بسیار کمتر است همچنین امیرحسینی و داورپناه (۱۳۹۴) در زمینه پیش بینی قیمت طلا به این نتیجه رسیدند که استفاده از الگوی ترکیبی پرواز پرندگان با الگوی ژنتیک، دقت پیش بینی بیشتری دارد. همچنین فروغی (۱۳۹۲) نشان داد که مدل ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات بر مبنای مدل چند متغیره با دقت $91/7\%$ سود هر سهم را پیش بینی می نماید. نتایج تحقیق حاضر با این تحقیقات مطابقت دارد. با توجه به اینکه الگوریتم پرواز پرندگان، روشی بسیار توانمند با دقت زیاد در امر پیش بینی است، پیشنهاد می شود فعالان بازار سرمایه و تصمیم گیرندگان کلان کشور از آن در پیش بینی سایر مسایل مالی مانند بحران های مالی شرکت ها، جریان های نقدی آینده و در بورس اوراق بهادار استفاده کنند، همچنین به دلیل دقت بالای این روش پیشنهاد می گردد که از آن در موضوعات اقتصادی مانند نرخ ارز، طلا، نفت و غیره نیز استفاده گردد. همانند تمام پژوهش ها این پژوهش نیز محدودیت هایی از جمله عدم تعدیل اقلام صورتهای مالی به واسطه وجود تورم که ممکن است بر نتایج تحقیق مؤثر باشد، عدم کنترل بعضی از عوامل مؤثر بر نتایج تحقیق از جمله تأثیر متغیرهایی چون عوامل اقتصادی، شرایط سیاسی، وضعیت اقتصاد جهانی، قوانین و مقررات و ... خارج از دسترس محقق بوده و ممکن است بر بررسی روابط اثرگذار باشد، پژوهش حاضر با استفاده از دادههای مربوط به ۱۰۶

شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده است و شرکت های سرمایه گذاری، لیزینگ و بیمه به علت ماهیت خاص فعالیت آنها از جامعه آماری کنار گذاشته شده اند، از این رو این نتایج به دست آمده قابلیت تعمیم به تمامی شرکت ها را ندارد. با انجام هر تحقیق، راه به سوی مسیری جدید باز میشود و ادامه راه مستلزم انجام تحقیق های دیگری است، بنابراین، انجام تحقیق هایی مانند به منظور پیش بینی خطر سقوط قیمت سهام می توان از الگوهایی مانند الگوریتم فاخته، کلونی زنبور عسل، الگوریتم کرم شب تاب که انواع مختلف روش های فرا ابتکاری میباشد استفاده نمود. مقایسه نتایج حاصل از الگوهای مختلف با همدیگر و با روش سنتی رگرسیون لجستیک. استفاده از تعداد بیشتری از نماگر های تکنیکی (متغیرهای مستقل) به عنوان ورودی روش های انتخاب ویژگی. بررسی و آزمون تاثیر متغیرهای مستقل بر ریسک سقوط قیمت سهام برای شرکت های زیان ده در مقایسه با شرکت های سود ده، و نیز شرکت های کوچک در مقایسه با شرکت های بزرگ و آزمون هر یک از مد های این پژوهش برای صنایع مختلف.

فهرست منابع

- * آذر، عادل، افسر، امیر، احمدی، پرویز. (۱۳۸۵). مقایسه روشهای کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی. پژوهشهای مدیریت در ایران، دوره ۱۰ شماره ۴، صص ۱۶-۱.
- * احمدپور، احمد، زارع بهنمیری، محمد، رستمی، رضا (۱۳۹۳). بررسی تأثیر ویژگیهای شرکت بر ریسک سقوط قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه بورس و اوراق بهادار، سال هفتم، شماره ۲۸، صص ۴۵-۲۹.
- * احمدی، محمد رمضان، درسه، صابر (۱۳۹۵). بررسی تأثیر معیارهای راهبری شرکتی بر خطر سقوط آتی قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پژوهش های حسابداری مالی، شماره ۱ سوم، صص ۴۲-۱۹.
- * تنانی، محسن، صدیقی، علیزضا، امیری، عباس (۱۳۹۴). بررسی نقش سازوکارهای حاکمیت شرکتی در کاهش ریسک ریزش قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه مدیریت دارایی و تامین مالی، سال سوم، شماره ۴، صص ۲۰-۱.
- * سرمد، زهره و همکاران (۱۳۸۲)، روش های تحقیق در علوم رفتاری، چاپ هفتم، تهران: انتشارات آگاه.
- * صدرالسادات، لیلا، ستوده نیا، سلمان، امیری، علی. (۱۳۹۶). بررسی رابطه هموارسازی سود و خطر ریزش قیمت سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پژوهش های جدید در مدیریت و حسابداری، شماره ۲۱، صص ۲۳۰-۲۰۷.
- * نهندی، یونس، تقی زاده، وحید. (۱۳۹۶). تأثیر پرداخت سود سهام و عدم انتشار اخبار بد بر خطر سقوط قیمت سهام با تأکید بر عدم تقارن اطلاعاتی. بررسی های حسابداری و حسابرسی، شماره ۱، دوره ۲۴، صص ۴۰-۱۹.
- * واعظ، علی، درسه، صابر (۱۳۹۵). بررسی تأثیر تخصص حسابرس در صنعت بر رابطه بین اجتناب از مالیات و خطر سقوط آتی قیمت سهام شرکت های دارویی و غیردارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. مجله حسابداری سلامت، شماره ۱ اول، صص ۱۰۶-۷۹.
- * Bleck A., Liu, X. (2007). Market Transparency and the Accounting Regime. Journal of Accounting Research, 45, 229-256.
- * Blanchard, O. J. & Watson, M. W. (1982). Bubbles, Rational Expectations, and Financial Markets, in Paul Wachtel, ed., Crises in Economic and Financial Structure. Lexington MA: Lexington Books, 295-315.
- * Callen, J. L. & Xiaohua, F. (2015). Short interest and stock price crash risk. Journal of Banking and Finance, (60), 181-194.

- * Chen, J., Hong,H., Stein,J.C. (2001). Forecasting crashes: trading volume, past returns, and conditional skewness in stock prices. *Journal of financial Economics*, 61(3), 345-381.
- * Chen, C. J., Kim, L.(2017). Earning manangement will Exacerbate or reduce the Crash? *A Journal of Corporate Finance*. pp. www.elsevier.com
- * Chiam, S., Tan, K., and Mamun, A.(2009). A memetic model of evolutionary PSO for computational finance applications. *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, pp 3695-3711.
- * Fama, E. and K. French. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *Journal of Finance*, 47, 427-465.
- * Hutton, A.P., Marcus, A.J,& Tehranian, H. (2009). Opaque financial reports, R2, and crash risk. *Journal of Financial Economics* 94, 67-86.
- * Jin, L. & Myers, S.C. (2006). R2 around the world: New theory and new tests. *Journal of financial Economics* ,79(2), 257-292.
- * Katsis,c.d., goletsis,Y., & Boufounou,P.V. (2012). Using Ants to Detect Fraudulent Financial Statements. *A Journal of Applied Finance & Banking*. (2) 6, 73-83.
- * Kenndy, J., Eberhart,R.C.,(1995).Particle Swarm Optimization. In *Proceeding of the IEEE International Conference on Network IV*.
- * Khan, M., Watts, R.L. (2009). Estimation and empirical properties of a firm-year measure of accounting conservatism. *Journal of Accounting and Economics* 48, 132-150.
- * Kim, C., Wang, K., Zhang, L. (2015). Readability of 10-K Reports and Stock Price Crash Risk. *Canadian Academic Accounting Association(CAAA) Aual conference*. Available at SSR; <http://ssrn.com/abstract=2378586>
- * .Kothari, S.P., Shu, S., WYsocki, P.D. (2009). Do Managers Withhold Bad News?. *Journal of Accounting Research* (47), 241-276.
- * Koshino, M., Murata, H., and Kimura, H.(2007). Improved Particle Swarm Optimization and Application To Portfolio Selection.*Electronic and Communications in Japan*, Vol. 90.
- * Vorst, P. (2016). Equity Market Competition and Stock Price Crash Risk. Retrived from <https://www.researchgate.net/publication/283292515>
- * White, h.(1988). Economic prediction using neuralnetwork:The case of IBM daily stock returns. *IEEE International conference on Neural Networks*, San Deigo, Vol. 2, PP. 451-458.
- * Yang, X. S; S. Deb, and S. Fong. (2011). Accelerated particle swarm optimization and support vector machine for business optimization and applications. in: *Networked Digital Technologies (NDT), Communications in Computer and Information Science*, vol 136, Springer, , pp. 53-66

یادداشت‌ها

- ¹ Chen et al.
- ² Kuthari et al.
- ³ Hutton et al.
- ⁴ Jin & Myers
- ⁵ Yang
- ⁶ Katsis
- ⁷ Chen et al.
- ⁸ Hutton et al.
- ⁹ Black & Cherkov
- ¹⁰ Leverage Effects Theory
- ¹¹ Blanchard & Watson
- ¹² Stochastic Stock Price Bubble Model
- ¹³ Koshino
- ¹⁴ Veenberg
- ¹⁵ Chaim et al.
- ¹⁶ Kumar et al.
- ¹⁷ Chen et al.