

پیش‌بینی ریزش ارزش سهام با استفاده از الگوریتم کاوش باکتری و الگوریتم بیز

رویا دارابی^۱، سید جواد حبیب‌زاده بایگی^۲

چکیده: موضوع تغییرات ناگهانی قیمت سهام طی سال‌های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. بر اساس پیشینه پژوهش، ریزش ارزش سهام، تأثیری منفی، بسیار زیاد و غیرمعمول در قیمت سهام دارد و به طور معمول بدون وقوع یک حادثه مهم اقتصادی رخ می‌دهد. هدف این پژوهش بررسی پیش‌بینی‌پذیری ریزش ارزش سهام بر اساس مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین است. در این پژوهش برای پیش‌بینی ریزش ارزش سهام از الگوریتم کاوش باکتری و الگوریتم بیز استفاده شده است. برای این منظور ۱۴۸ شرکت عضو بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۴ مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج برازش کاوش باکتری و الگوریتم بیز نشان می‌دهد که این دو الگوریتم با دقت بالایی توانایی پیش‌بینی ریزش ارزش سهام را دارند. علاوه بر این یافته‌های پژوهش نشان داده است که الگوریتم کاوش باکتری با دقتی به میزان ۹۴ درصد توانایی بیش‌تری نسبت به الگوریتم بیز (با دقتی به میزان ۹۳ درصد) در پیش‌بینی ریزش ارزش سهام داشته است.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم بیز، الگوریتم کاوش باکتری، ریزش ارزش سهام.

JEL: G11, G14

۱. دانشیار، گروه حسابداری، دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب، تهران، ایران

۲. دانشجوی دکتری حسابداری، دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۸

E-mail: r_darabi@azad.ac.ir

نویسنده مسئول: رویا دارابی

نحوه استناد به این مقاله: دارابی، ر. و حبیب‌زاده بایگی، س. ج. (۱۳۹۵). پیش‌بینی ریزش ارزش سهام با استفاده از الگوریتم کاوش باکتری و الگوریتم بیز. فصلنامه مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی، (۲)، ۱۸۵-۲۰۵.

مقدمه

تغییرات ناگهانی و شدید سهام در سال‌های اخیر و به ویژه بعد از بحران مالی سال ۲۰۰۸، مورد توجه بسیاری از دانشگاهیان و افراد حرفه‌ای بوده است. این تغییرات، به دو صورت ریزش و جهش قیمت سهام رخ می‌دهد. با توجه به اهمیتی که بازده سهام برای سرمایه‌گذاران دارد، پدیده ریزش ارزش سهام که منجر به کاهش شدید بازده می‌شود، در مقایسه با جهش، بیشتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (فروغی و میرزایی، ۱۳۹۱). ریزش ارزش سهام یک تغییر منفی بسیار بزرگ و غیرمعمول در قیمت سهام است که بدون وقوع یک حادثه مهم اقتصادی رخ می‌دهد و به عنوان پدیده‌ای مترادف با چولگی منفی در بازده سهام در نظر گرفته می‌شود (هاتن، مارکوس و تهرانیان، ۲۰۰۹). بر اساس تعاریفی که از ریزش ارزش سهام بیان می‌شود، ریزش ارزش سهام یک پدیده واگیردار در سطح بازار است. واگیردار بودن یعنی تغییر مزبور منحصر به یک سهم خاص نبوده و تمام بازار را در بر می‌گیرد (چن، هانگ و استین، ۲۰۰۱).

در ارتباط با تشریح علل و منشأ ریزش ارزش سهام برخی از پژوهشگران توجه خود را معطوف به مکانیزم‌های بازار مالی و رفتار سرمایه‌گذاران نمودند و نظریه‌هایی مطرح کرده‌اند که می‌توان به نظریه اثرات اهرمی، نوسانات معکوس، حباب تصادفی قیمت سهام و تفاوت عقاید اشاره کرد (چن، هانگ و استین، ۲۰۰۱). فروغی و قاسم‌زاده (۱۳۹۴) در پژوهشی علت ریزش ارزش سهام را در چارچوب تئوری نمایندگی تفسیر می‌کنند. در این چارچوب چنین استدلال می‌شود که مدیران در راستای انگیزه‌ها و منافع شخصی خود نظیر قراردادهای پاداش و موقعیت شغلی، تمایل دارند تا از انتشار اخبار بد خودداری کنند و آن‌ها را در داخل شرکت انباشت نمایند. نگاه‌داشت اخبار بد توسط مدیران تا یک آستانه معین ادامه می‌یابد و زمانی که به نقطه اوج رسید، تداوم به عدم افشای آن غیرممکن و پرهزینه بوده و مدیر مجبور به افشای آن خواهد شد. پس از آن حجم عظیمی از اخبار بد یک‌باره وارد بازار شده و به ریزش ارزش سهام منجر میشود (جین و مایرز، ۲۰۰۶؛ هاتن، مارکوس و تهرانیان، ۲۰۰۹؛ بنملج، کاندل و ورونسی، ۲۰۱۰). همچنین تحریف اطلاعات نظیر مدیریت سود برگرفته از انگیزه‌های مدیریتی که منجر به عدم شفافیت در گزارشگری مالی می‌شود؛ سهامداران و هیئت مدیره را از اقدامات به موقع برای شناسایی و تصفیه پروژه‌های زیان‌ده باز می‌دارد. از اینرو عملکرد منفی این پروژه‌ها به مرور زمان در داخل شرکت انباشت شده و زمانی که اطلاعات مربوط به آن در سررسید یک‌باره وارد بازار شد، موجب کاهش قیمت سهام می‌شوند (بلک و لیو، ۲۰۰۷). در توجیه علت ریزش ارزش سهام در قالب تئوری نمایندگی فرض اساسی بر این است که مدیران در هر نقطه از زمان می‌توانند قضاوت صحیح و عقلانی در مورد ارزش ذاتی شرکت و فعالیت‌های

سرمایه‌گذاری داشته باشند (فروغی و قاسم زاد، ۱۳۹۴). به عبارت دیگر آن چیزی که باعث می‌شود تا مدیران پروژه‌های زیان‌ده را نگه داشته و اخبار منفی را انباشت کنند، تضاد منافع و انگیزه‌های شخصی آن‌ها است (بلک و لیو، ۲۰۰۷). با این حال ادبیات اقتصاد و روانشناسی نشان داده است که تصمیم‌های سرمایه‌گذاری تنها تحت تأثیر شاخص‌های اقتصادی و عقلانیت قرار ندارد و مقوله‌های روان‌شناختی می‌تواند در رفتار افراد و نوع تصمیمات آن‌ها تأثیر گذارد (باکر، روبک و ورگلر، ۲۰۰۷؛ شهرآبادی و یوسفی، ۱۳۸۶). در این رابطه کیم و ژانگ (۲۰۱۵) بیان می‌کنند رفتار مدیریت در نگه‌داشت اخبار بد علاوه بر انگیزه‌های شخصی می‌تواند نشأت گرفته از یک خصیصه رفتاری با عنوان اطمینان بیش از حد مدیریت نیز باشد.

در حوزه داده کاوی کایر و کایر (۲۰۱۵) نشان دادند ترکیب الگوریتم کاوش باکتری با شبکه‌های عصبی می‌تواند دقت بالایی در پیش‌بینی ایجاد کند. لیائو (۲۰۱۶) نیز نشان داد شبکه عصبی توان بالایی در پیش‌بینی ریسک ریزش ارزش سهام دارد. پژوهش‌های میتال، گوپتا و سانگایا (۲۰۱۶) نشان داد الگوریتم‌های بیز، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان می‌توانند ریسک اعتباری را پیش‌بینی کنند. میلانی (۱۳۹۲) توان روش ماشین بردار، بیز و درخت تصمیم کارت را در پیش‌بینی درماندگی مالی نشان داد و تحقیق اسدزاده (۱۳۹۲) توان بالای الگوریتم کاوش باکتری را در پیش‌بینی ورشکستگی مشخص نمود. در ارتباط با تشریح علل و منشأ سقوط قیمت سهام پژوهش‌های بسیاری انجام شده است اما تاکنون به مبحث امکان پیش‌بینی سقوط قیمت سهام کمتر پرداخته شده است. از این رو، این پژوهش با نگاهی نو، به دنبال بررسی امکان‌سنجی پیش‌بینی سقوط ارزش سهام است. در واقع این پژوهش با در نظر گرفتن عوامل موثر بر سقوط ارزش سهام که از پژوهش‌های گذشته استخراج شده است به پیش‌بینی می‌پردازد و در واقع تکمیل پژوهش‌های گذشته است. علاوه بر این، این پژوهش در استفاده از روش تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز دارای نوآوری است. در این پژوهش برای آزمون فرضیه‌ها از روش‌هایی نظیر الگوریتم کاوش باکتری استفاده شده است که به‌کارگیری آن در زمینه مورد پژوهش دارای نوآوری است. در ادامه پژوهش‌های انجام شده در موضوع‌های نزدیک به پژوهش در داخل و خارج از کشور بررسی و سپس با معرفی مدل‌های به کار رفته شامل الگوریتم بیز و کاوش باکتری، روش پژوهش شرح داده شده و در نهایت، یافته‌های پژوهش و نتیجه‌گیری و پیشنهادهای پژوهش بیان شده است.

پیشینه پژوهش

کالن و فانگ (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی رابطه بین سرمایه گذاران نهادی و ریزش قیمت سهام شرکت پرداختند. این پژوهش ضمن بررسی دو دیدگاه نظارتی و دیدگاه سلب مالکیت نشان داد که رابطه‌ای معکوس و معنی دار بین مالکان نهادی و ریزش قیمت سهام در آینده وجود دارد. هنگ و ژانگ (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان همزمانی قیمت سهام، ریزش ارزش سهام و سرمایه گذاران نهادی، به این نتیجه رسیدند که هر دو متغیر قیمت سهام و ریزش ارزش سهام رابطه‌ای منفی با سرمایه گذاران نهادی دارند. چن، گورس و ناسو (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان اطمینان بیش از حد مدیریتی و چسبندگی هزینه، چنین استدلال کردند که مدیران با اطمینان بیش از حد، نسبت به تقاضای آتی خوشبین بوده و در دوره کاهش فروش، هزینه‌ها را کاهش نمی‌دهند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که اطمینان بیش از حد موجب افزایش چسبندگی هزینه‌ها می‌شود. ژو، کیسیارونگ و کام (۲۰۱۴) در پژوهشی تحت عنوان قدرت پردازش اضافی و خطر ریزش ارزش سهام که در کشور چین انجام شده است نشان داده اند برای استفاده از قدرت پردازش اضافی، مدیران عالی شرکت های دولتی، انگیزه کافی برای نگهداشتن اخبار بد برای دوره طولانی را دارا هستند که این امر در نهایت منجر به ریزش بیشتر ارزش سهام می‌شود. حقیقت، فرهنگ زاده و حقیقت (۲۰۱۵) به بررسی نقش سرمایه گذاران نهادی در همزمانی قیمت و خطر ریزش ارزش سهام پرداختند. نتایج پژوهش مبین آن است که سرمایه گذاران نهادی بر هر دو متغیر همزمانی قیمت و خطر ریزش ارزش سهام تأثیری معکوس دارد. کایر و کایر (۲۰۱۵) به بررسی الگوریتم کاوش باکتری و شبکه های عصبی پرداختند. نتایج این پژوهش مبین آن است که ترکیب الگوریتم کاوش باکتری با شبکه های عصبی می‌تواند نسبت به شبکه های عصبی دقت پیش بینی را بالا ببرد. ان و ژنگ (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی ریسک ریزش ارزش سهام شرکت، محیط اطلاعاتی و سرعت تعدیل اهرم پرداختند. نتیجه این پژوهش با بررسی ۱۹۲۴۷ شرکت در بین ۴۱ کشور نشان می‌دهد سطح بالایی از ریزش ارزش سهام باعث می‌شود که تعدیل اهرم با سرعت کمتری انجام شود. لیاؤو (۲۰۱۶) به پیش بینی ریسک ریزش ارزش سهام با استفاده از شبکه عصبی پرداخته است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که شبکه عصبی توان بالاتری نسبت به روش لجستیک در پیش بینی ریسک ریزش ارزش سهام دارد. در این پژوهش شبکه عصبی توانسته است تا ۸۵ درصد دقت پیش بینی ریسک ریزش ارزش سهام را کسب کند. میتال، گوپتا و سانگایا (۲۰۱۶) اقدام به پیش بینی ریسک اعتباری با استفاده از الگوریتم های بیز، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان نمود. نتایج این پژوهش مبین

آن است که دقت الگوریتم‌های بیز ۸۷ درصد، شبکه عصبی ۸۵ درصد و ماشین بردار پشتیبان دارای دقت ۹۲ درصد در پیش‌بینی ریسک اعتباری بوده است.

نتایج پژوهش فروغی، امیری و میرزایی (۱۳۹۰) با عنوان تأثیر شفاف نبودن اطلاعات مالی بر ریسک ریزش آتی ارزش سهام، حاکی از آن است که مدیریت سود به عنوان معیاری از عدم شفافیت بر ریسک ریزش آتی ارزش سهام تأثیر مثبت دارد. مرادی، ولی پور و قلمی (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان تأثیر محافظه‌کاری حسابداری بر کاهش ریسک ریزش ارزش سهام، نشان دادند که محافظه‌کاری حسابداری توانایی مدیران در نگهداشت اخبار بد را کاهش داده و بر ریسک ریزش آتی ارزش سهام تأثیر منفی دارد. دیانتی، مرادزاده و محمودی (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاران نهادی بر کاهش ریسک ریزش ارزش سهام پرداختند. در این پژوهش ۵۶ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۹ به عنوان نمونه در نظر گرفته شد و نتایج نشان داد وجود سرمایه‌گذاران نهادی احتمال رخ دادن ریزش ارزش سهام را به صورتی معنادار کاهش می‌دهد. میلانی (۱۳۹۲) اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش ماشین بردار و مقایسه آن با مدل بیز و درخت تصمیم کارت نمود. این پژوهش بر روی ۱۱۵ شرکت طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ انجام پذیرفته است. نتایج این پژوهش بیان‌گر آن است که روش ماشین بردار با دقت ۹۷ درصد، مدل بیز با دقت ۹۵ درصد و درخت تصمیم کارت با دقت ۹۸ درصد درماندگی مالی را پیش‌بینی کرده‌اند. اسدزاده (۱۳۹۲) با استفاده از الگوریتم کاوش باکتری اقدام به پیش‌بینی ورشکستگی نمود. این پژوهش بر روی ۱۴۰ شرکت طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ انجام شده است. نتایج این پژوهش دقت ۹۳ درصدی الگوریتم کاوش باکتری را در پیش‌بینی ورشکستگی گزارش نموده است. احمدپور (۱۳۹۳) مطالعه رابطه بین مدیریت سود و خطر ریزش ارزش سهام را انجام داد. برای این منظور از تعداد ۱۲۸ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۲ از طریق تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده نموده است که نتایج حاکی از عدم وجود رابطه‌ای معنی‌دار بین مدیریت سود و تغییرات ریزش سهام است. از دیگر نتایج این پژوهش تأثیر رابطه معنی‌دار مستقیم بین عدم شفافیت گزارش‌های مالی با خطر ریزش ارزش سهام را نشان می‌دهد. احمدپور، زارع و حیدری (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر محافظه‌کاری حسابداری بر خطر ریزش قیمت سهام در شرایط عدم تقارن اطلاعاتی در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج این پژوهش طی یک دوره ۷ ساله (از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲) بیان‌گر آن است که متغیرهای بازده دارایی، اندازه شرکت، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام و نسبت کیوی توین، بر ریسک ریزش ارزش

سهام تأثیری منفی دارند. فروغی و قاسم زاده (۱۳۹۴) تأثیر اطمینان بیش از حد مدیریت بر ریسک ریزش آتی ارزش سهام را انجام دادند. برای آزمون فرضیه پژوهش از الگوی رگرسیون چند متغیره و داده‌های ترکیبی استفاده شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل‌های پژوهش گویای آن است که اطمینان بیش از حد مدیریتی بر ریسک ریزش ارزش سهام تأثیر مثبت و معنی‌دار دارد. به عبارتی وجود اطمینان بیش از حد در مدیران، ریسک ریزش ارزش سهام را افزایش می‌دهد.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش ریزش ارزش سهام به عنوان متغیر خروجی (متغیر وابسته) در نظر گرفته شده است. به منظور اندازه‌گیری این متغیر، از معیار هاتن، مارکوس و تهرانیان (۲۰۰۹) استفاده شده است. بر اساس پژوهش آن‌ها دوره ریزش در یک سال مالی معین، دوره‌ای است که طی آن بازده ماهانه شرکت به اندازه یک و نیم برابر انحراف معیار، کمتر از میانگین بازده ماهانه آن باشد. اساس این تعریف بر این مفهوم آماری قرار دارد که با فرض نرمال بودن توزیع بازده ماهانه شرکت، نوسان‌هایی که در فاصله میانگین به علاوه یک و نیم برابر انحراف معیار و میانگین منهای یک و نیم برابر انحراف معیار قرار می‌گیرند از جمله نوسان‌های عادی محسوب می‌شود و نوسان‌های خارج از این فاصله، جزء موارد غیرعادی قلمداد می‌شود. با توجه به اینکه ریزش ارزش سهام یک نوسان غیرعادی است، یک و نیم برابر انحراف معیار مرز بین نوسانات عادی و غیرعادی است. در این خصوص بررسی توزیع بازده‌های ماهانه شرکت‌های مورد مطالعه حاکی از تایید فرض نرمال بودن است. برای مثال، بررسی توزیع بازده ماهانه شرکت البرز دارو و پتروشیمی شازند به ترتیب دارای چولگی ۰/۰۹ و ۰/۰۸۱ و کشیدگی ۰/۰۵- و ۰/۰۸ بوده است که بیانگر نرمال بودن توزیع است. بررسی سایر شرکت‌های مورد مطالعه نیز نتایج مشابهی را در بر داشته است. در این پژوهش ریسک ریزش ارزش سهام، متغیری مجازی است که اگر شرکت طی سال مالی حداقل یک دوره ریزش را تجربه کرده باشد، مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر خواهد شد. بازده ماهانه شرکت با استفاده از رابطه ۱، محاسبه می‌شود:

$$W_{j,0} = \text{Ln} (1 + \varepsilon_{j,0}) \quad \text{رابطه ۱}$$

در رابطه ۱، $W_{j,0}$ بازده ماهانه شرکت j در ماه صفر طی سال مالی و $\varepsilon_{j,0}$ بازده باقیمانده سهام شرکت j در ماه صفر است. بازده سهام شرکت با استفاده از رابطه ۲، محاسبه می‌شود.

$$r_{j,0} = \beta_0 + \beta_{1j} r_{m,0-2} + \beta_{2j} r_{m,0-1} + \beta_{3j} r_{m,0} + \beta_{4j} r_{m,0+1} + \beta_{1j} r_{m,0+2} + \varepsilon_{it} \quad \text{رابطه ۲}$$

در رابطه ۲، بازده سهام شرکت Z در ماه صفر طی سال مالی، $r_{m,0}$ بازده بازار در ماه صفر است. برای محاسبه بازده بازار، شاخص ابتدای ماه از شاخص پایان ماه کسر شده و حاصل بر شاخص ابتدای ماه تقسیم می‌شود.

در این پژوهش متغیرهای ورودی بر اساس پژوهش‌های پیشین تعیین شده است. در واقع با بررسی پژوهش‌های پیشین متغیرهایی که با ریسک ریزش ارزش سهام در ارتباط بوده‌اند به عنوان متغیرهای ورودی این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند. تعریف عملیاتی متغیرهای ورودی (متغیرهای مستقل) و نحوه برآورد و اندازه‌گیری هر یک از متغیرهای یاد شده به شرح ذیل است:

بازده دارایی: سود خالص به دارایی (احمدپور، زارع و حیدری، ۱۳۹۳).

بازده حقوق صاحبان سهام: سود خالص به حقوق صاحبان سهام (احمدپور، زارع و حیدری، ۱۳۹۳؛ هاتن، مارکوس و تهرانیان، ۲۰۰۹).

اهرم مالی: نسبت بدهی‌ها به دارایی‌ها (احمدپور، زارع و حیدری، ۱۳۹۳؛ خان و واتس، ۲۰۰۹)

اعضای غیر موظف هیات مدیره: نسبت اعضای غیر موظف به کل اعضا (تنانی، صدیقی و امیری، ۱۳۹۴).

مالکان نهادی: سهام متعلق به سهامداران بالای ۵ درصد (ودبعی نوقابی و رستمی، ۱۳۹۳؛ کالین و فانگ، ۲۰۱۳؛ حقیقت، فرهنگ‌زاده و حقیقت، ۲۰۱۵).

عدم شفافیت مالی: برای محاسبه عدم شفافیت مالی از ارقام تعهدی اختیاری و با استفاده از مدل تعدیل شده جونز (۱۹۹۱) به شرح زیر استفاده می‌شود (فروغی، امیری و میرزایی، ۱۳۹۰؛ هاتن، مارکوس و تهرانیان، ۲۰۰۹).

$$TAt = (\Delta CA_t - \Delta Cash_t) - (\Delta CL_t - \Delta CPL_t) - DEPt \quad \text{رابطه ۳}$$

در رابطه ۳، t بیانگر زمان، TA جمع ارقام تعهدی، ΔCA تغییر دارایی‌های جاری، $\Delta Cash$ تغییر وجه نقد، ΔCL تغییر بدهی جاری، ΔCPL تغییر حصة جاری بدهی بلند مدت و DEP هزینه استهلاک دارایی‌های ثابت است. سپس ارقام تعهدی غیر اختیاری به تفکیک صنعت با استفاده از مدل ذیل محاسبه می‌شود:

$$NDA_t = \alpha \left(\frac{1}{A_{t-1}} \right) + \beta_1 \left(\frac{\Delta REV_t - \Delta REC_t}{A_{t-1}} \right) + \beta_2 \left(\frac{PPE_t}{A_{t-1}} \right) \quad \text{رابطه ۴}$$

که در این رابطه NDA ارقام تعهدی غیر اختیاری، A_{t-1} کل دارایی‌ها در سال قبل، Δ REV تغییر در درآمد سالانه، ΔREC تغییر در حساب‌های دریافتی، PPE اموال و ماشین‌آلات همان سال و α ، β_1 و β_2 پارامترهای خاص شرکت می‌باشد که با استفاده از رابطه ۵، به دست می‌آید.

$$\frac{TA_t}{A_{t-1}} = \alpha \left(\frac{1}{A_{t-1}} \right) + \beta_1 \left(\frac{\Delta REV_t}{A_{t-1}} \right) + \beta_2 \left(\frac{PPE_t}{A_{t-1}} \right) + \varepsilon \quad \text{رابطه ۵}$$

و در نهایت ارقام تعهدی اختیاری به عنوان نماینده مدیریت سود به صورت رابطه ۶، محاسبه می‌شود.

$$DA_t = \frac{TA_t}{A_{t-1}} - NDA_t \quad \text{رابطه ۶}$$

که در این رابطه DA مدیریت سود (ارقام تعهدی اختیاری) است.

محافظة کاری: در این پژوهش برای اندازه‌گیری شاخص محافظه‌کاری حسابداری، از مدل گیولی و هین (۲۰۰۰) استفاده شده است. شاخص محافظه‌کاری بر اساس مدل یاد شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

۱- جمع دارایی‌ها در اول دوره/ارقام تعهدی عملیاتی) = محافظه‌کاری حسابداری
 ارقام تعهدی عملیاتی از تفاوت سود خالص و جریان نقدی عملیاتی بعلاوه هزینه استهلاک به دست می‌آید (مشکی و فتاحی، ۱۳۹۰؛ کیم و ژانگ، ۲۰۱۵)
جریان‌های نقدی عملیاتی: نسبت وجه نقد عملیاتی به دارایی‌ها (فخاری و حسنی، ۱۳۹۲).
اندازه شرکت: لگاریتم فروش شرکت (ودیدی نوقابی و رستمی، ۱۳۹۳؛ کیم و ژانگ، ۲۰۱۵).

نسبت کیوی توپین: ارزش بازار دارایی‌ها به ارزش دفتری دارایی‌های شرکت (احمدپور، زارع و حیدری، ۱۳۹۳).

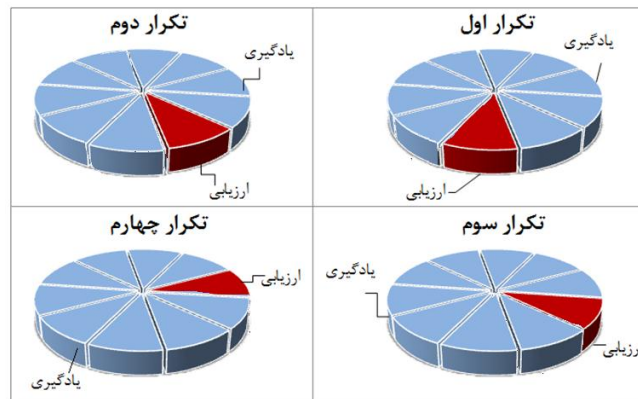
تحلیل داده‌ها در این پژوهش با استفاده از آمار توصیفی و بکارگیری الگوریتم‌های هوشمند انجام می‌شود. الگوریتم‌های بکارگرفته شده در این پژوهش شامل الگوریتم‌های کاوش باکتری و بیز خواهد بود. جامعه آماری این پژوهش شامل تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران هستند و ۱۴۸ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ به عنوان نمونه آماری انتخاب شده است.

در این پژوهش برای پیش‌بینی ریزش ارزش سهام از الگوریتم‌های کاوش باکتری و الگوریتم بیز استفاده شده است. سه فرآیند در روش پیشنهادی وجود دارد که به ترتیب عبارت است از انتخاب داده‌ها، تقسیم داده‌ها به مجموعه‌های آموزشی و ارزیابی، فرآیند آموزش مدل و ارزیابی مدل آموزش داده شده با داده‌های ارزیابی که تاکنون توسط الگوریتم‌ها مشاهده نشده است.
 گام اول: مرحله اول انتخاب داده‌ها است. در این مرحله داده‌های مورد نیاز که شامل متغیرهای ورودی یاد شده است جمع‌آوری شده است.

گام دوم: مرحله دوم تقسیم داده‌ها است. یکی از معیارهایی که برای ارزیابی یک تخمین‌گر مورد استفاده قرار می‌گیرد نرخ خطا است که دارای انواع مختلفی است، بطور کلی نمی‌توان با مقایسه خطای محاسبه شده روی داده‌های یادگیری، قضاوت مناسبی در خصوص توانایی‌های الگوریتم‌ها انجام داد. به طور معمول نرخ خطای روی داده‌های یادگیری کمتر از نرخ خطای روی داده‌هایی است که در فرآیند یادگیری دیده نشده‌اند. با این استدلال، نمی‌توان از خطای یادگیری برای مقایسه دو الگوریتم استفاده نمود، زیرا برای مدل‌های پیچیده‌تر، تخمین‌گرهایی که به طور معمول دارای پارامترهای بیشتری هستند، دارای مرز پیچیده‌تری هستند. این مرز پیچیده باعث کاهش خطای بر روی داده‌های یادگیری در مقایسه با مدل‌های ساده‌تر می‌شود. بنابراین علاوه بر مجموعه داده‌های یادگیری، مجموعه‌ای از داده‌ها برای ارزیابی مورد نیاز است. از داده‌های آموزش برای یادگیری مدل و از داده‌های ارزیابی به منظور محاسبه نرخ خطای الگوریتم روی داده‌هایی که تا کنون مشاهده نکرده است، استفاده می‌شود.

برای اینکه ارزیابی مناسب باشد تعداد یک اجرا الگوریتم کفایت نمی‌کند. معمولاً الگوریتم‌ها تمایل دارند که نرخ خطای تخمینی خود را به نرخ خطای واقعی نزدیک کنند و این امر با اجرای بارها و بارها فرآیند یادگیری و ارزیابی امکان‌پذیر است. بنابراین زمانی که یک مجموعه داده در اختیار گذاشته می‌شود، باید بخشی از آن را برای ارزیابی نهایی کنار گذاشت و از بقیه برای یادگیری استفاده کرد و مجدداً مجموعه‌ها را تغییر داده و دوباره مدل را ارزیابی کرد. یکی از روش‌های معمول برای این منظور روش اعتبار سنجی ده گانه نام دارد (آلپایدین، ۲۰۱۰). در این روش مجموعه داده‌ها به K قسمت مساوی، به صورت تصادفی تقسیم می‌گردد. R_x زوج مجموعه X_1, X_2, \dots, X_k به صورت تصادفی استخراج می‌شود که در آن X_i متغیرهای مستقل و Y_i متغیر وابسته نمونه نام است. در اجرای اول قسمت اول از K قسمت به منظور ارزیابی، $K-1$ قسمت باقیمانده برای یادگیری استفاده می‌شود. در اجرای دوم قسمت دوم از K قسمت به منظور ارزیابی، $K-1$ قسمت باقیمانده برای یادگیری استفاده می‌شود. Y مرتبه الگوریتم به همین روال اجرا می‌شود. مجموعه داده‌های یادگیری و ارزیابی باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا خطای تخمینی، به مقدار واقعی نزدیک‌تر باشد. در عین حال داده‌های یادگیری و ارزیابی با داده‌های یادگیری و ارزیابی سایر تکرارها، باید کمترین همپوشانی را داشته باشند تا به این وسیله تمام داده‌ها در فرآیند یادگیری و ارزیابی دخالت داده شوند. در این روش دو نکته دیده می‌شود. نکته اول اینکه نسبت مجموعه ارزیابی به یادگیری کوچک است. همچنین هر چقدر مقدار N (تعداد کل نمونه‌های مجموعه داده‌ها) افزایش یابد می‌توان مقدار پارامتر K را کاهش داد و اگر مقدار N کوچک باشد، باید مقدار K را آنقدر بزرگ در نظر گرفت که تعداد نمونه‌های لازم برای

عمل یادگیری فراهم باشد. چنانچه مقدار K برابر N در نظر گرفته این روش به روش خارجی تبدیل می‌شود. در شکل ۱ چهار تکرار اول انتخاب مجموعه داده‌های یادگیری و ارزیابی روش اعتبار سنجی ده گانه نشان داده شده است (آلپایدین، ۲۰۱۰).



شکل ۱. روش اعتبار سنجی ده گانه (آلپایدین، ۲۰۱۰)

در هر بار تکرار یک نرخ خطا برای داده‌های یادگیری و ارزیابی محاسبه می‌شود و در نهایت میانگین نرخ‌های خطای به دست آمده به عنوان نرخ خطای داده‌های یادگیری و داده‌های ارزیابی انتساب داده می‌شود. برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از معیار ارزیابی با نام‌های نرخ صحیح استفاده شده است که با استفاده از رابطه (۸) محاسبه می‌شوند.

$$\text{رابطه (۸)} \quad \text{Correct Rate} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

هر چقدر مقدار نرخ صحیح (Correct Rate) نزدیکتر به ۱۰۰ باشد پیش‌بینی الگوریتم‌ها به واقعیت نزدیکتر است. در رابطه (۸):

TP: تعداد شرکت‌های عادی (فاقد ریزش ارزش سهام) که درست پیش‌بینی شده‌اند.

FP: تعداد شرکت‌های مشمول ریزش ارزش سهام که به طور اشتباه عادی (فاقد ریزش ارزش سهام) پیش‌بینی شده‌اند.

TN: تعداد شرکت‌های مشمول ریزش ارزش سهام که درست (مشمول ریزش ارزش سهام) پیش‌بینی شده‌اند.

FN: تعداد شرکت‌های عادی (فاقد ریزش ارزش سهام) که به طور اشتباه مشمول ریزش ارزش سهام پیش‌بینی شده‌اند.

متغیرهای فوق را می‌توان به صورت جدول ۱ بیان نمود:

جدول ۰۱. ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی

واقعی			
شرکت مشمول ریزش ارزش سهام	شرکت عادی (فاقد ریزش ارزش سهام)		
FP	TP	شرکت عادی (فاقد ریزش ارزش سهام)	شرکت مشمول ریزش ارزش سهام
TN	FN	شرکت مشمول ریزش ارزش سهام	

منبع: فاوست (۲۰۰۶)

در این پژوهش دو نوع خطا مورد بررسی قرار می‌گیرد. خطای نوع اول بیانگر مقدار خطایی است که یک شرکت مشمول ریزش ارزش سهام به عنوان یک شرکت عادی (فاقد ریزش ارزش سهام) پیش‌بینی می‌شود. خطای نوع دوم برعکس خطای نوع اول است. به عبارت دیگر خطای نوع دوم بیانگر شرایطی است که یک شرکت عادی (فاقد ریزش ارزش سهام) به عنوان یک شرکت مشمول ریزش ارزش سهام پیش‌بینی می‌شود. نحوه محاسبه خطاهای نوع اول و دوم به صورت رابطه‌های ۹ و ۱۰ است:

$$\text{رابطه ۹} \quad \text{خطای نوع اول} = 1 - \frac{TN}{FP + TN}$$

$$\text{رابطه ۱۰} \quad \text{خطای نوع اول} = 1 - \frac{TN}{FP + TN}$$

در ادامه به نحوه آموزش و ارزیابی و نتایج به دست آمده هر کدام از الگوریتم‌ها پرداخته می‌شود. مرحله چهارم، فرآیند آموزش و ارزیابی مدل‌ها در الگوریتم‌های پژوهش است. گام سوم: پس از تقسیم نمونه‌ها به دو دسته داده‌های یادگیری و ارزیابی، با استفاده از داده‌های آموزشی مدل آموزش ایجاد می‌شود.

در اولین الگوریتم به بررسی الگوریتم کاوش باکتری می‌پردازیم. برای حل مسئله ابتدا به معرفی مدل آن پرداخته می‌شود. رابطه ۱۱، تابعی است که الگوریتم کاوش باکتری سعی در یافتن ضرایب $b_i, i=1,2,\dots,m$ دارد وقتی که m تعداد متغیرهای مستقل است.

$$\text{رابطه ۱۱} \quad z = \text{sign}(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m)$$

که در آن b_0 بایاس (عرض از مبدا) و $b_i, i=1,2,\dots,m$ وزن‌های هر کدام از متغیرها (x_i) است. تابع Sign تابع علامت است اگر حاصل مثبت باشد (+۱) شرکت عادی (فاقد ریزش ارزش سهام) و اگر منفی باشد (-۱) شرکت مشمول ریزش ارزش سهام است. الگوریتم کاوش باکتری با استفاده از داده‌های یادگیری این پارامترها را پیدا می‌کند که به اصطلاح به آن آموزش مدل

گفته می‌شود و سپس با داده‌های ارزیابی، مدل را ارزیابی می‌کند. ایده الگوریتم غذایابی باکتری بر این واقعیت استوار است که در طبیعت، جانداران با روش غذایابی ضعیف احتمال انقراض بیشتری نسبت به جاندارانی با استراتژی غذایابی موفق دارند. پس از نسل‌های زیاد، جانداران با روش غذایابی ضعیف نابود شده و یا به حالت‌های بهتر تغییر شکل می‌دهند. باکتری E-coil که در روده انسان زندگی می‌کند، روش غذایابی دارد که بر چهار مرحله استوار است. این مرحله‌ها عبارتند از: حرکت^۱، عملکرد گروهی^۲، تولید مثل^۳ و حذف پراگندگی^۴.

حرکت: در این مرحله باکتری‌ها شروع به جنبش و شنا می‌کنند. در واقع بسته به چرخش دم باکتری، باکتری جست و خیز کرده و شروع به حرکت می‌کند (جنبش). اگر در مسیر جدید مقدار غذا بهتر بود، باکتری شروع به حرکت در همان مسیر می‌کند (شنا).

فرض کنید می‌خواهیم مقدار مینیمم $J(\theta), \theta \in R^p$ را پیدا کنیم. θ مکان باکتری و $J(\theta)$ نشان دهنده مقدار غذا در مکان θ است. $J(\theta) > 0, J(\theta) = 0, J(\theta) < 0$ به ترتیب به این معنی است که باکتری در مکان θ دارای غذای خوب، خنثی و بد است. برای انجام جنبش، یک بردار با طول واحد به نام $\phi(i)$ تولید می‌شود. این بردار برای تعریف جهت جدید حرکت باکتری بعد از انجام جنبش به کار می‌رود. مکان جدید باکتری به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\theta^i(j+1, k, 1) = \theta^i(j, k, 1) + C(i)\phi(i) \quad (\text{رابطه } 12)$$

که در آن $\theta^i(j, k, 1)$ نشان دهنده مکان باکتری i ام در مرحله j ام، تولید مثل k ام و نابودی و پخش l ام است. $C(i)$ اندازه حرکت باکتری در جهت حرکت $\phi(i)$ است. اگر اندازه $J(i, j, k, 1)$ در $\theta^i(j+1, k, 1)$ کمتر از اندازه آن در $\theta^i(j, k, 1)$ باشد، آنگاه یک گام حرکت دیگر به اندازه $C(i)$ در جهت $\phi(i)$ انجام می‌شود و باکتری شروع به شنا کردن در جهت $\phi(i)$ می‌کند. این شنا کردن تا زمانی که اندازه $J(\theta)$ رو به کاهش باشد و حداکثر تا ماکزیمم تعداد مراحل مجاز شنا کردن، N ادامه می‌یابد و نشان می‌دهد باکتری تا زمانی که در جهت حرکت خود محیط بهتری از لحاظ غذا پیدا کند، به حرکت در همان جهت ادامه خواهد داد.

عملکرد گروهی: وقتی که یک باکتری مسیر بهتری برای غذا پیدا می‌کند، باکتری‌های دیگر را به سمت خود جذب کرده و باکتری‌ها سریع‌تر به محل غذای اصلی می‌رسند. عملکرد دسته جمعی سبب حرکت گروهی باکتری‌ها به سمت غذا می‌شود. اگر

-
1. Chemotactic
 2. Swaeming
 3. Reproduction
 4. Elimination and Dispersal

دسته جمعی به صورت رابطه ۱۳، بیان می‌شود. $P(j, k, l) = \{\theta^i(j, k, l) | i = 1, 2, \dots, S\}$ را مجموعه مکان‌های باکتری فرض کنیم، عملکرد

$$J_{cc}(\theta, P(i, j, l)) = \sum_{i=1}^S J_{cc}^i(\theta, \theta^i(i, j, l)) \quad (\text{رابطه ۱۳})$$

$$= \sum_{i=1}^S \left[-d_{attract} \exp(-\omega_{attract} \sum_{m=1}^P (\theta_m - \theta_m^i)^2) \right]$$

$$+ \sum_{i=1}^S \left[-h_{repelent} \exp(-\omega_{repelent} \sum_{m=1}^P (\theta_m - \theta_m^i)^2) \right]$$

که $J_{cc}(\theta, P(i, j, l))$ بسته به حرکت همه باکتری‌ها، تابعی وابسته به زمان بوده و به مقدار تابع هزینه، $J(i, j, k, l)$ افزوده می‌شود. بنابراین باکتری‌ها شروع به تلاش برای پیدا کردن غذا نموده، از مکان‌های بی‌غذا فرار کرده و در همان حین یکدیگر را جذب می‌کنند و در عین حال بیش از حد به هم نزدیک نمی‌شوند. S تعداد کل باکتری‌ها و P تعداد پارامترهایی است که باید بهینه شوند و به عنوان مختصات مکان باکتری در فضای P بعدی محسوب می‌شوند. $d_{attract}$ ، $\omega_{attract}$ ، $h_{repelent}$ و $\omega_{repelent}$ ضرایبی هستند که باید مقدار مناسبی برای آن‌ها بسته به مسئله مورد نظر انتخاب شود.

تولید مثل: نیمی از باکتری‌ها که غذای خوبی پیدا نکرده‌اند نابود شده و مابقی شامل باکتری‌های سالم هر یک به دو باکتری تقسیم شده و در همان مکان قبلی باکتری قرار می‌گیرند. این عمل تعداد جمعیت باکتری‌ها را ثابت نگه می‌دارد.

حذف و پراکندگی: زندگی جمعیت باکتری‌ها به مرور با مصرف غذا و یا به طور ناگهانی در اثر موارد دیگر دچار تغییر می‌شود. حوادث می‌توانند موجب کشته شدن و یا پراکنده شدن باکتری‌ها شوند. این عمل اگر چه در ابتدا ممکن است منجر به برهم خوردن مرحله حرکت به سمت غذا باشد، اما می‌تواند تأثیر مثبتی هم بر آن داشته باشد. زیرا پراکندگی باکتری‌ها ممکن است آن‌ها را در مکان‌هایی نزدیک به منابع غذایی خوب قرار دهد. مرحله حذف و پراکندگی از به دام افتادن باکتری‌ها در نقطه بهینه محلی جلوگیری می‌کند. در هر مرحله حذف و پراکندگی، هر باکتری موجود در جمعیت با احتمال p_{ed} در معرض حذف و پراکندگی قرار می‌گیرد. برای ثابت نگه داشتن تعداد باکتری‌ها، اگر یک باکتری نابود شود، باکتری جدیدی را به صورت تصادفی در محدوده فضای جستجو قرار می‌دهیم.

دومین الگوریتم مورد بررسی الگوریتم بیز است. با توجه به توانایی شبکه‌های بیزی در زمینه مدل‌سازی شبکه‌ها در سال‌های اخیر به استفاده از آن‌ها توجه زیادی شده است. از مزایای این شبکه می‌توان توانایی کار با تعداد زیادی متغیر، توانایی مدل کردن انواع ارتباطات خطی، غیر

خطی و تصادفی، در نظر گرفتن متغیرهای پنهان که اندازه‌گیری از آن‌ها وجود ندارد، توانایی کار با داده‌های نویزی برای داشتن مبنای احتمالاتی قوی و... را نام برد. شبکه بی‌زی یک مدل گرافیکی احتمالاتی است که ارتباطات بین مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی را کد می‌کند و از دو جزء اصلی تشکیل شده است. در این روش فرض بر این است که کلاس‌ها مستقل از یکدیگر هستند و احتمال بر چسب زدن داده‌ی x با s_j با $P(s_j)$ و به صورت رابطه ۱۴ مشخص می‌شود.

$$s_j \in \Omega = \{\omega_1 = \text{correct}, \omega_2 = \text{incorrect}\} \quad (\text{رابطه ۱۴})$$

اگر داده‌های کلاس ω_k به عنوان ورودی داده شود و در صورت مستقل بودن طبقه‌بندها، احتمال اینکه داده‌ی x با s برچسب زده شود با رابطه‌ی ۱۵، مشخص می‌شود.

$$P(S | \omega_k) = P(s_1, s_2 | \omega_k) = \prod_{i=1}^2 P(s_i | \omega_k) \quad (\text{رابطه ۱۵})$$

در این صورت احتمال پسین برای برچسب زدن به x با رابطه ۱۶، (قانون بی‌ز) محاسبه می‌شود.

$$P(\omega_k | S) = \frac{P(\omega_k)P(S | \omega_k)}{P(S)} = \frac{P(\omega_k) \prod_{i=1}^2 P(s_i | \omega_k)}{P(S)}, k = 1, 2 \quad (\text{رابطه ۱۶})$$

مخرج کسر فوق به ω_k بستگی ندارد و قابل صرف نظر کردن است. در نتیجه میزان تعلق x به ω_k از رابطه ۱۷، به دست می‌آید.

$$\mu_k(x) \propto P(\omega_k) \prod_{i=1}^2 P(s_i | \omega_k) \quad (\text{رابطه ۱۷})$$

یافته‌های پژوهش

به منظور شناخت بهتر جامعه‌ی مورد پژوهش و آشنایی بیشتر با متغیرهای پژوهش، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، لازم است این داده‌ها توصیف شوند. توصیف آماری داده‌ها، گامی برای تشخیص الگوی حاکم بر آن‌ها و پایه‌ای برای تبیین روابط بین متغیرهایی است که در پژوهش به کار می‌رود. به طور کلی، روش‌هایی که به وسیله آن‌ها می‌توان اطلاعات جمع‌آوری شده را تنظیم و خلاصه نمود، آمار توصیفی می‌نامیم. آمار توصیفی برای تعیین و بیان ویژگی‌های اطلاعات پژوهش‌ها بکار برده می‌شوند. جدول ۲، شاخص‌های آماری متغیرهای این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر	میانگین	میانه	انحراف معیار	بیش‌ترین	کم‌ترین
ریزش ارزش سهام	۰/۳۴	۰	۰/۴۴	۱	۰
بازده دارایی	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۶۱	-۰/۵۹
بازده حقوق صاحبان سهام	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۳۰	۱/۸۷	-۰/۸۲
اهرم مالی	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۱۷	۰/۹۳	۰/۱۰
اعضای غیر موظف هیات مدیره	۰/۶۰	۰/۴۰	۰/۱۸	۱	۰/۲
مالکان نهادی	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۲۶	۰/۹۴	۰/۰۰
عدم شفافیت مالی	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۵۳	-۰/۵۰
محافظه کاری	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۵۹	-۰/۵۴
جریان‌های نقدی عملیاتی	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۰۷	-۰/۲۱
اندازه شرکت	۱۳/۲۶	۱۳/۱۷	۱/۲۵	۱۸/۵۵	۱۰/۰۳
نسبت کیوی توپین	۱/۴۵	۱/۲۷	۰/۵۶	۳/۶۷	۰/۶۱

در مرحله آخر مدل با توجه به طی کردن مراحل قبل مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت و نتایج ارائه می‌شود. ارزیابی مدل، آخرین مرحله است. نتایج حاصل از اعمال همه داده‌ها به صورت جدول ۳، است.

جدول ۳. نتایج حاصل از تخمین الگوریتم‌های کاوش باکتری و بیز

Fold	الگوریتم کاوش باکتری		الگوریتم بیز	
	خطای نوع اول	خطای نوع دوم	خطای نوع اول	خطای نوع دوم
۱	٪۷/۲۷	٪۵/۲۶	٪۳/۳۹	٪۶/۶۷
۲	٪۴/۴۴	٪۶/۹۰	٪۳/۸۵	٪۹/۰۹
۳	٪۲/۰۴	٪۴/۰۰	٪۴/۳۵	٪۷/۱۴
۴	٪۳/۹۲	٪۴/۳۵	٪۳/۵۱	٪۵/۸۸
۵	٪۵/۲۶	٪۵/۸۸	٪۹/۳۸	٪۱۰/۰۰
۶	٪۶/۱۵	٪۱۱/۱۱	٪۷/۲۷	٪۱۰/۵۳
۷	٪۷/۵۸	٪۱۲/۵۰	٪۶/۵۶	٪۷/۶۹
۸	٪۴/۴۱	٪۱۶/۶۷	٪۵/۶۶	٪۹/۵۲
۹	٪۷/۲۷	٪۱۰/۵۳	٪۷/۶۹	٪۱۳/۶۴
۱۰	٪۲/۰۸	٪۷/۶۹	٪۶/۶۷	٪۷/۱۴
میانگین	٪۵/۰۴	٪۸/۴۹	٪۵/۸۳	٪۸/۷۳

نتایج جدول ۳، نشان می‌دهد الگوریتم کاوش باکتری با نرخ صحت ۹۴ درصد قادر به پیش‌بینی ریزش ارزش سهام است. در واقع می‌توان بیان داشت که در ۹۴ درصد موارد الگوریتم کاوش باکتری قادر به شناسایی ریزش ارزش سهام بوده است. نتایج همچنین با نرخ صحت ۹۳ درصد، دقت بالای پیش‌بینی الگوریتم بیز را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج کسب شده الگوریتم بیز در ۹۳ درصد موارد قادر به تشخیص ریزش ارزش سهام شده است در حالیکه این نسبت برای الگوریتم کاوش باکتری ۹۴ درصد بوده است. از این رو، می‌توان اذعان داشت که الگوریتم کاوش باکتری توانایی بیشتری در پیش‌بینی ریزش ارزش سهام در مقایسه با الگوریتم بیز داشته است. با این حال، اختلاف دو روش صرفاً یک درصد بوده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تغییرات قیمت سهام می‌تواند به دو صورت نزولی (ریزش) و صعودی (جهش) رخ دهد. با توجه به اهمیت بسیار زیاد بازده برای سهامداران، رویداد ریزش ارزش سهام می‌تواند به عنوان یک عامل مهم قلمداد شود. ریزش ارزش سهام را می‌توان یک پدیده کلی در نظر گرفت که تمامیت بازار را در بر می‌گیرد. با توجه به اهمیت ریزش ارزش، هدف این پژوهش پیش‌بینی ریزش ارزش سهام در نظر گرفته شده است. به این منظور پس از بررسی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران، تعداد ۱۴۸ شرکت طی بازه زمانی ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۳ به عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شده است. برای تجزیه و تحلیل داده نیز از دو الگوریتم کاوش باکتری و الگوریتم بیز استفاده شده است.

نتایج این پژوهش بیانگر توانایی بالای الگوریتم‌های بکار گرفته شده در پیش‌بینی ریزش ارزش سهام است. علاوه بر این یافته‌های پژوهش نشان داده است که الگوریتم کاوش باکتری با دقت ۹۴ درصد توانایی بیش تری نسبت به الگوریتم بیز با دقت ۹۳ درصد در پیش‌بینی ریزش ارزش سهام داشته است.

در پژوهش‌های مشابه، لیاثو (۲۰۱۶) دقت شبکه عصبی در پیش‌بینی ریسک ریزش ارزش سهام را ۸۵ درصد اعلام نموده است. در پژوهش لیاثو (۲۰۱۶) توان شبکه عصبی نسبت به روش لجستیک در پیش‌بینی ریسک ریزش ارزش سهام بالاتر گزارش شده است. از این رو، می‌توان اذعان داشت که روش‌های مورد استفاده در این پژوهش با دقت بالاتری ریسک ریزش ارزش سهام را پیش‌بینی نموده‌اند. با این حال، کایر و کایر (۲۰۱۵) بیان داشته‌اند که ترکیب الگوریتم کاوش باکتری با شبکه‌های عصبی می‌تواند نسبت به شبکه‌های عصبی دقت پیش‌بینی بیشتری داشته باشد. میتال، گوپتا و سانگایا (۲۰۱۶) نیز دقت الگوریتم‌های بیز در پیش‌بینی ریسک

اعتباری را ۸۷ درصد گزارش نموده‌اند. میلانی (۱۳۹۲) دقت مدل بیز را در پیش‌بینی درماندگی مالی ۹۵ درصد بیان کرده است. اسدزاده (۱۳۹۲) دقت الگوریتم کاوش باکتری را در پیش‌بینی ورشکستگی ۹۳ درصد گزارش نموده است.

این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بوده است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر فقط قابل تعمیم به شرکت‌های بورسی است. از اینرو تعمیم نتایج به شرکت‌های خارج از بورس باید با احتیاط انجام شود. همچنین با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود با توجه به دقت بالای الگوریتم‌های مورد استفاده، از این الگوریتم برای پیش‌بینی ریزش ارزش سهام استفاده شود. افزون بر این پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی با استفاده از سایر تکنیک‌های گروه هوش مصنوعی از قبیل الگوریتم مورچگان و کلونی زنبورها مدلی برای پیش‌بینی مدیریت سود ارائه و نتایج آن با نتایج این پژوهش مقایسه شود.

منابع

- احمدپور، ا.، زارع، م.، و حیدری، ک. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر ویژگی‌های شرکت بر ریسک سقوط قیمت سهام. فصلنامه بورس اوراق بهادار، ۷(۲۸)، ۲۹-۴۵.
- احمدپور، ا. (۱۳۹۳). مطالعه رابطه بین مدیریت سود و خطر سقوط قیمت سهام (در شرکت‌های پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران - دانشکده اقتصاد و علوم اداری.
- اسدزاده، ا. (۱۳۹۲). پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتم کاوش باکتری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی نیشابور.
- تنانی، م.، صدیقی، ع.، و امیری، ع. (۱۳۹۴). بررسی نقش سازوکارهای حاکمیت شرکتی در کاهش ریسک ریزش قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه علمی - پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی، سال سوم، ۴(۱۱)، ۳۱-۵۰.
- دیانتی، ز.، مرادزاده، م.، و محمودی، س. (۱۳۹۱). بررسی تاثیر سرمایه‌گذاران نهادی بر کاهش ریسک سقوط (ریزش) ارزش سهام. مجله دانش سرمایه‌گذاری، ۱(۲)، ۱-۱۸.
- شهرآبادی، ا.، و یوسفی، ر. (۱۳۸۶). مقدمه‌ای بر مالیه رفتاری. ماهنامه بورس، ۶(۶۹)، ۵۹-۷۰.
- فخاری، ح.، و حسنی، م. (۱۳۹۲). بررسی رابطه بین جریان نقد عملیاتی، عدم شفافیت سود و ریسک سقوط قیمت سهام. پژوهش کاربردی در گزارشگری مالی، ۲(۲)، ۶۳-۸۸.

فروغی، د.، و قاسم زاد، پ. (۱۳۹۴). تأثیر اطمینان بیش از حد مدیریت بر ریسک سقوط آتی قیمت سهام. *مجله علمی - پژوهشی دانش حسابداری مالی*، ۲(۵)، ۷۱-۵۵.

فروغی، د.، امیری، ه.، و میرزائی، م. (۱۳۹۰). تأثیر شفاف نبودن اطلاعات مالی بر ریسک سقوط آتی قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *مجله پژوهش‌های حسابداری مالی*، ۳(۱۰)، ۱۵-۴۰.

فروغی، د.، و میرزائی، م. (۱۳۹۱). تأثیر محافظه‌کاری شرطی حسابداری بر ریسک سقوط آتی قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *مجله پیشرفت‌های حسابداری دانشگاه شیراز*، ۴(۲)، ۷۷-۱۱۷.

مرادی، ج.، ولی پور، ه.، و قلمی، م. (۱۳۹۰). تأثیر محافظه‌کاری حسابداری بر کاهش ریسک سقوط قیمت سهام. *فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مدیریت*، ۴(۱۱)، ۹۳-۱۰۶.

مشکی، م.، و فتاحی، ر. (۱۳۹۰). تأثیر محافظه‌کاری حسابداری بر ریسک کاهش قیمت سهام. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۴(۱۶)، ۱۱۹-۱۳۶.

میلانی، ح. (۱۳۹۲). پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش ماشین‌بردار و مقایسه آن با مدل بیز و درخت تصمیم کارت. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی نیشابور*.

ودیعی نوقابی، م.، و رستمی، ا. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر نوع مالکیت نهادی بر ریسک سقوط آتی قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مالی*، ۶(۲۳)، ۴۳-۶۶.

References

- Ahmadpour, A. (2014). The Relationship between Earnings Management and Stock Price Crash Risk (in TSE Listed Companies). Master's Thesis, Mazandaran University, Faculty of Economics and Administrative Sciences. (In Persian)
- Ahmadpour, A., Zare, M.J., & Heydari, K. (2014). The Effect of Company Characteristics on The Risk of Falling Stock Prices. *Quarterly Journal of Securities Exchange*, 28(6), 29-45. (In Persian)
- Alpaydin, E. (2010). *Introduction To Machine Learning*. 2'nd ed.: Cambridge, Mass., MIT Press.

- An, H., & Zhang, T. (2013). Stock Price Synchronicity, Crash Risk, and Institutional Investors. *Journal of Corporate Finance*, 21(2), 1-15.
- Assadzadeh, A. (2014). Bankruptcy Prediction Using Bacterial Foraging Algorithms. Master's Thesis. University of Nishaboor. (In Persian)
- Baker, M., Ruback, R.S., & Wurgler, J. (2007). Behavioral Corporate Finance: A Survey. In: Eckbo, E. (Ed.), *The Handbook of Corporate Finance: Empirical Corporate Finance*, Elsevier, New York, 145–186.
- Benmelech, E., Kandel, E., & Veronesi, P. (2010). Stock-based Compensation and CEO (Dis)Incentives. *Quarterly Journal of Economics*, 125(4), 1769– 1820.
- Bleck, A., & Liu, X.,(2007). Market Transparency and the Accounting Regime. *Journal of Accounting Research*, 45(2), 229–56.
- Callen, J. L., & Fang, X. (2013). Institutional Investor Stability and Crash Risk: Monitoring or Expropriation?. *Journal of Banking & Finance*, 37(8), 3047–3063.
- Chen, C. X., Gores, T., & Nasev, J. (2013). Managerial Overconfidence and Cost Stickiness. American Accounting Association Annual Meeting and Conference.
- Chen, J., Hong, H., & Stein, J. (2001). Forecasting Crashes: Trading Volume, Past Returns, and Conditional Skewness in Stock Prices. *Journal of Financial Economics*, 61(3), 345–381.
- Dianati Deylami, Z., Lotfi, M., & Azadbakhsh, K. (2011). The Impact of Working Capital Management Based on The Cash Conversion Cycle to Reduce The Risk of Falling Stock Prices. *Journal of Iranian Management Accounting association*, 1(5), 55-64. (In Persian)
- Dianati, Z., Moradzadeh, M., & Mahmodi, S. (2011). The Effect of Institutional Investors to Reduce The Risk of Falling (Loss) Worth of Shares. *Journal of Investment Knowledge*, 1(2), 1-18. (In Persian)
- Fakhari, H., & Hasani, M. (2013). The Relationship between Operating Cash Flow, Lack of Transparency Profits and Stock Price Crash Risk. *Applied research in Financial Reporting*, 2(2), 63-88. (In Persian)
- Fawcett, T. (2006). An Introduction to ROC Analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27(8), 861–874.

- Folad, F., Yaghoobnezhad, A., & Talanh, A. (2012). Conservative and Reduce The Risk of Stock Prices Crash. *Accounting and Auditing Studies*, 19 (69), 99-118. (In Persian)
- Foroughi, D., & Ghasemizad, P. (2015). The Effect of Future Stock Price Crash Risk Management Overconfidence. *Journal of Accounting knowledge*, 2(2), 55-71. (In Persian)
- Foroughi, D., & Mirzaee, M. (2012). Effect of Conditional Conservatism Accounting on Future Stock Price Crash Risk in Companies Listed on The TSE. *Journal of Accounting Advances*, 5(2), 77-117. (In Persian)
- Foroughi, D., Amir, H., & Mirzaei, M. (2011). The Effect of The Lack of Transparency of Financial Information on Future Stock Price Crash Risk in Companies Listed on The TSE. *Financial Accounting Research Journal*, 3 (10), 15-40. (In Persian)
- Givoly, D., Hayn, C.K. (2000). The Changing Time-Series Properties of Earnings, Cash Flows and Accruals: Has Financial Reporting Become More Conservative?. *Journal of Accounting and Economics*, 29(4), 287-320.
- Haghighat, A., Farhangzadeh, B., & Haghighat, M. (2015). The Impact of Institutional Ownership on Stock Price Synchronicity and Crash Risk. *International Journal of Business and Social Science*, 6(1), 181-189. (In Persian)
- Heng, A., & Zhang, T. (2013). Stock Price Synchronicity, Crash Risk, and Institutional Investors. *Journal of Corporate Finance*, 21(1), 1-15.
- Hutton, A.P., Marcus, A.J., & Tehranian, H. (2009). Opaque Financial Reports, R2, and Crash Risk. *Journal of Financial Economics*, 94(1), 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.
- Kaur, R., & Kaur, B. (2015). Bacterial Foraging Optimization Algorithm for Evolving Artificial Neural Networks. *International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS)*, 8(5), 1-19.
- Khan, M. & Watts, R. L. (2009). Estimation and Empirical Properties of a Firm-Year Measure of Accounting Conservatism. *Journal of Accounting and Economics*, 48(3), 132-150.

- Kim, J. B., & Zhang, L., (2015). Accounting Conservatism and Stock Price Crash Risk: Firm-Level Evidence. *Contemporary Accounting Research*, Forthcoming.
- Kim, J. B., Li, Y., & Zhang, L., (2011). Corporate Tax Avoidance and Stock Price Crash Risk: Firm-Level Analysis. *Journal of Financial Economics*, 100(2), 639–662.
- Liao, Q. (2016). The Stock Price Crash Risk Prediction by Neural Network. *Accounting and Finance Research*, 5(2), 61-70.
- Meshki, M., & Fatahi, R. (2011). The Impact of Accounting Conservatism on The Risk of Stock Price Decline. *Quarterly Journal of Securities Exchange*, 16(5), 119-136. (In Persian)
- Milani, H. (2014). Financial Distress Prediction of Listed Companies in TSE Using Vector Machines and Comparison With Bayes Algorithms and Decision Tree of Cart. Master's Thesis. University of Nishaboor. (In Persian)
- Mittal, L., Gupta, T., & Sangaiah, A. (2016). Prediction of Credit Risk Evaluation Using Naïve Bayes, Artificial Neural Network and Support Vector Machine. *The IIOAB Journal*, 7(2), 33-42.
- Moradi, J., Valipour, H., & Ghalami, M. (2011). Conservative Accounting Impact on Reducing The Risk of Falling Stock Prices. *Journal of Management Accounting Research*, 4 (11), 93-106.(In Persian)
- Shahrabadi, A., & Yousefi, R. (2006). Introduction of behavioral finance. *Journal of Stock Exchange*, 6 (69), 59-70. (In Persian)
- Tanani, M., Siddiqui, A., & Amiri, A. (2015). Investigated The Role of Corporate Governance Mechanisms in Reducing The Risk of Falling Stock Prices of Companies Listed in TSE. *Journal of Asset Management and Financing*, Issue Issue Row, 4(11), 31-50. (In Persian)
- Wadie Noghabi, M., & Rostami, A. (2014). Effect of Institutional Ownership on Future Stock Price Crash Risk in Companies Listed in TSE. *Journal of Financial Accounting*, 6(23), 43-66. (In Persian)
- Xu, N., Xiaorong, Q., Kam, C. (2014). Excess Perks and Stock Price Crash Risk: Evidence from China. *Journal of Corporate Finance*, 25(4), 419-434.