



بررسی دقت الگوریتم‌های هیوریستیک و رگرسیون خطی لوجیت در پیش‌بینی نوع اظهار نظر حسابرس مستقل

محمد رضا عباسزاده^۱

محسن مفتونیان^۲

مائده بابایی کلاریجانی^۳

مرتضی فدایی^۴

چکیده

در دنیای رقابتی امروز، مدیران شرکت‌ها به دنبال اعتباربخشی به صورت‌های مالی و مؤسسه‌های حسابرسی به دنبال بکارگیری راهکارهایی برای افزایش کارایی خود هستند؛ حال، به نظر می‌رسد برای دستیابی به این مقصود باید عوامل مؤثر بر افزایش کارایی را شناسایی و برای رفع یا کاهش عوامل بازدارنده آن تلاش نمود. برای تحقق موضوع، حسابرس نیاز به ابزاری دارد تا وی را از وجود احتمال خطر و تحریف آگاه سازد. تغییرات فناوری و بکارگیری آن‌ها در علوم مختلف سبب شده که حسابرسان در راستای افزایش کارایی روش‌های حسابرسی از شیوه‌های جدید داده‌کاوی استفاده نمایند. هدف از این پژوهش، پیش‌بینی نوع اظهار نظر حسابرس مستقل در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم‌های هیوریستیک و رگرسیون لجستیک شامل ۹۸۰ مشاهده طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ می‌باشد. در این پژوهش، از ۳۳ متغیر مالی و غیرمالی از جمله شاخص‌های نقدینگی، مدیریت دارایی، سودآوری، مدیریت بدهی، ارزش بازار، رشد و اندازه شرکت، بهره‌وری کارکنان، حاکمیت شرکتی، ورشکستگی، عملکرد شرکت و سایر عوامل تأثیرگذار (عمر شرکت و نوع صنعت) به منظور پیش‌بینی اظهار نظر حسابرس استفاده شد. مقایسه عملکرد روش‌های مورد استفاده بیانگر این است شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری با صحت پیش‌بینی ۹۴/۹۸ درصد نسبت به سایر روش‌ها، دارای بهترین عملکرد در پیش‌بینی نوع اظهار نظر حسابرس مستقل است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تغییر نوع اظهار نظر حسابرس مستقل، نوع گزارش حسابرسی سال قبل، بازده سرمایه‌گذاری، نسبت جاری، نسبت بدهی، زیان‌ده بودن شرکت، قیمت به درآمد و نسبت سودخالص بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی نوع اظهار نظر حسابرس مستقل دارند. **واژه‌های کلیدی:** اظهار نظر حسابرس مستقل، الگوریتم رقابت استعماری، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، شبکه عصبی خودسازمانده، گزارش حسابرسی

JEL: M42, M49

^۱ دانشیار گروه حسابداری، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران. Abbas33@um.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول) m.maftounian@yahoo.com

^۳ کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. Babaei ma@yahoo.com

^۴ کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. mortezafadaei@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۱

مقدمه

جنسن و مک لینگ^۱ (۱۹۷۶) استدلال کردند که تضاد منافع و ناتوانی مالکان در مشاهده مستقیم اقدامات نمایندگان، منجر به خطر اخلاقی می‌شود و تضاد ذاتی منافع بین مالکان و نمایندگان به نوبه خود افزایش هزینه‌های نمایندگی را در پی دارد. نقش ساختار حاکمیت شرکتی در کاهش چنین هزینه‌هایی از طریق اطمینان‌دهی گزارشگری معتبر اطلاعات صورت‌های مالی به‌طور گسترده‌ای مورد پژوهش قرار گرفته است (کوهن، کریشناامورسی و راییت^۲، ۲۰۰۴). در نتیجه خدمات حسابرس بیرونی به‌عنوان ابزار نظارتی، بخش حیاتی بهبود ساختار حاکمیت شرکتی محسوب می‌شود. حسابرسان به‌عنوان حافظان اموال شرکت در نظر گرفته می‌شوند؛ این در حالی است که آنان می‌توانند اعتباری را تنها با ارائه بازبینی مستقلی از صورت‌های مالی آماده شده توسط مدیریت شرکت فراهم آورند. این سؤال که آیا حسابرسان نقش مستقل خود را از طریق فراهم آوردن اظهارنظرهای حسابرسی مناسب در حد کافی انجام می‌دهند یا خیر در زمره موضوعات مورد علاقه عموم مطرح است. معادله اظهارنظر حسابرسی فرآیندی بسیار دقیق و پیچیده می‌باشد. این فرآیند شامل ارزیابی تصمیمات پذیرش و نگهداری مشتری، آشنایی نسب به کسب و کار مشتری، اجرای بررسی‌های مرتبط با کنترل داخلی، به‌دست آوردن شواهد اساسی درخصوص ادعای مدیریت و گردآوری نتایج در قالب اظهارنظرهای حسابرسی می‌باشد (ریتنبرگ و جانسون و گراملینگ^۳، ۲۰۱۲).

گزارش حسابرسی را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد:

۱- گزارش استاندارد: در استاندارد شماره ۷۰۰، اظهارنظر تعدیل نشده با عنوان اظهارنظر مقبول مشخص شده است. حسابرس زمانی باید اظهارنظر تعدیل نشده ارائه کند که براساس نتیجه‌گیری وی، صورت‌های مالی از تمام جنبه‌های بااهمیت، طبق استانداردهای حسابداری، به‌نحو مطلوب تهیه شده باشد.

۲- گزارش غیراستاندارد: در استاندارد ۷۰۵، اظهارنظر تعدیل شده با عناوین «اظهارنظر مشروط»، «اظهارنظر مردود» و «عدم اظهارنظر» مشخص شده است. تصمیم‌گیری در مورد نوع اظهارنظر به موارد زیر بستگی دارد: الف) ماهیت موضوعی که منجر به تعدیل شده است؛ این موضوعات از قبیل وجود تحریف در صورت‌های مالی، محدودیت در کسب شواهد حسابرسی کافی، مناسب و ابهام اساسی است. ب) قضاوت حسابرس در مورد بااهمیت یا فراگیر بودن آثار وجود تحریف یا آثار احتمالی محدودیت

¹ Jensen & Meckling

² Cohen, Krishnamoorthy & Wright

³ Rittenberg, Johnstone & Gramling

بر صورت‌های مالی. بنابراین اهمیت پژوهش حاضر از آن برای است که با استفاده از داده‌کاوی به ارائه رویکردی نوین در بررسی نوع و عوامل مؤثر بر اظهارنظر حسابرس نسبت به صورت‌های مالی می‌پردازد و سعی در تعیین مدلی با توانایی بالاتر در پیش‌بینی اظهارنظر حسابرسی دارد. این امر می‌تواند برای پژوهش‌هایی مسیر جدیدی را باز کند که در حوزه حسابرسی با چالش مواجهند و به بن بست رسیده‌اند. وجه تمایز این پژوهش با پژوهش‌های مشابه را می‌توان بکارگیری داده‌های وسیع برای سال‌های متمادی، استفاده از متغیرهای ورودی جدید که کمتر در پژوهش‌های قبل مورد توجه قرار گرفت و استفاده از الگوریتم‌های متنوع‌تر و نوین‌تر نسبت به پژوهش‌های پیشین نام برد.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

مهمترین مسئله در مورد صورت‌های مالی، تردید قابلیت اتکای اطلاعات صورت‌های مزبور است که علاوه بر تضاد منافع مسائل دیگری از قبیل عدم دسترسی مستقیم استفاده‌کنندگان به اطلاعات موجب تقاضا برای خدمات حسابرسی مستقل شده است. در واقع، یکی از نقش‌های حسابرسی، ارزیابی کیفیت اطلاعات برای استفاده‌کنندگان است (عباس‌زاده، کدیور و خرمی، ۱۳۹۲). گزارش حسابرس، مستقل معیاری برای انطباق گزارش‌های مالی با استانداردهای حسابداری است، در واقع حسابرس از گزارش حسابرسی برای ارائه اظهارنظر خود در باب قابلیت اعتماد صورت‌های مالی به ذینفعان استفاده می‌کند (ال تونیبیت، خامس و ال فایومی^۱، ۲۰۰۸). اظهارنظر حسابرس ممکن است تعدیل نشده یا تعدیل شده باشد. اظهارنظر تعدیل نشده در مواردی توسط حسابرس اظهار می‌شود که وی به این نتیجه رسیده است صورت‌های مالی، از تمام جنبه‌های با اهمیت، طبق استانداردهای حسابداری به نحو مطلوب تهیه شده است (استانداردهای حسابرسی ایران شماره ۷۰۰، ۱۳۸۹). اگر حسابرس براساس شواهد حسابرسی کسب شده به این نتیجه برسد که صورت‌های مالی عاری از تحریف با اهمیت نیست و یا قادر به کسب شواهد حسابرسی کافی و مناسب برای نتیجه‌گیری درباره نبود تحریف با اهمیت در صورت‌های مالی نباشد، باید اظهارنظر خود را در گزارش حسابرسی تعدیل کند (استانداردهای حسابرسی ایران شماره ۷۰۰، ۱۳۸۹). در ایران، مجامع عمومی صاحبان سهام حداقل سالی یکبار برای تصویب حساب‌ها و صورت‌های مالی مربوطه تشکیل می‌شود. صاحبان سهام قبل از تصویب صورت‌های مالی و اتخاذ هرگونه تصمیم، به گزارش‌های حسابرس مستقل توجه می‌نمایند (البته لازم به ذکر است که جلسات مجامع عمومی برای تصویب حساب‌ها و گزارش‌های مالی بدون قرائت گزارش

¹ Al-Thuneibat, Khamees & Al-Fayoumi

حسابرسان و بازرسان قانونی اعتبار ندارد؛ از این رو، نوع اظهارنظر و بندهای ذکر شده در گزارش‌های حسابرس مستقل برای سهامداران مهم می‌باشد. هنگامی که حسابرس مستقل نسبت به اطلاعات صورت‌های مالی، اظهارنظر مقبول بیان نماید، اظهارنظر وی در حقیقت به صورت‌های مالی اعتبار می‌دهد و اطلاعات صورت‌های مالی بدون تغییر باقی می‌ماند؛ یعنی اطلاعات مندرج، مورد تأیید است. در صورت اظهارنظر مشروط یا عدم اظهارنظر و یا مردود، حسابرس مستقل به‌عنوان یک متخصص مالی بی‌طرف و بی‌غرض بخشی یا تمام اطلاعات صورت‌های مالی را تأیید نمی‌کند. بنابراین، نوع و محتوای گزارش‌های حسابرسی، دارای بار اطلاعاتی بوده و بر تصمیم‌های سرمایه‌گذاری و اعتباردهی تأثیر می‌گذارد (ال تونیت، خامس و ال فایومی، ۲۰۰۸).

افزایش پیچیدگی روزافزون سیستم‌های اطلاعاتی، حجم عظیم داده‌های مورد نیاز و همچنین پیچیدگی مبادلات و معاملات تجاری شرکت‌ها، باعث شده تا حسابرسان قادر به استفاده از روش‌های سنتی به‌منظور اظهارنظر مناسب نسبت به اطلاعات ارائه شده نباشند. یکی از شیوه‌هایی که در عصر حاضر می‌تواند حسابرسان را یاری دهد شیوه‌های داده‌کاوی است (ستایش و غفاری، ۱۳۸۸). استفاده از این روش‌ها و شیوه‌های می‌تواند باعث کاهش گستردگی و پیچیدگی اطلاعات، زمان و هزینه حسابرسی، بهبود تصمیم‌گیری و در نهایت کمک به حسابرس در انجام مطلوب‌تر فرآیند حسابرسی شود. کوسکیوارا^۱ (۲۰۰۴) معتقد است که ابزارهای پیشرفته حسابرسی می‌تواند مانع از دستکاری حساب‌ها توسط حسابرسان شود و به حسابرسان کمک کند تا به تقاضای امروزی محیط تجاری پاسخ گویند. چن و چرچ^۲ (۱۹۹۲) معتقدند که حسابرسان می‌توانند از خروجی این روش‌های تصمیم‌گیری، برای برنامه‌ریزی رویه‌های حسابرسی به‌منظور دست یافتن به سطح مناسبی از ریسک حسابرسی استفاده کنند. همچنین این روش‌ها می‌تواند به‌عنوان ابزار کنترل کیفیت در مرحله نهایی یا بررسی مجدد یک کار حسابرسی و یا به‌منظور تجزیه و تحلیل اثر تغییر در متغیر خاص بر احتمال صدور گزارش مشروط استفاده شوند (کلینمن و آناندراجان^۳، ۱۹۹۹). لانیل و گالوپ^۴ (۲۰۱۵) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که گزارش حسابرسی دارای اطلاعاتی مربوط به سرمایه‌گذاری می‌باشند. به‌طور خاص، اخبار بد در گزارش حسابرسی، تأثیر منفی بر قیمت در بازار سهام دارد. همچنین نشان داده شد که اظهارنظر مقبول همراه با بند تأکید بر مطلب خاص مربوط به عدم قطعیت و تداوم فعالیت با بحران‌های مالی تأثیر

¹ Koskivaara

² Chen & Church

³ Kleinman & Anandarajan

⁴ Ianniello & Galloppo

مثبتی بر قیمت در بازار سهام می‌گذارد. اسپوریدو و اسپاتیس^۱ (۲۰۱۴) در پژوهش خود با استفاده از نمونه‌ایی شامل ۱۴۷۹ سال-شرکت طی سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۱ در بورس اوراق بهادار آتن به بررسی رابطه بین اظهارنظر حسابرس و مدیریت سود پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که بین گزارش حسابرسی و مدیریت سود ارتباطی وجود ندارد؛ متغیرهای مالی از قبیل سودآوری و اندازه شرکت تعیین‌کننده گزارش حسابرس تداوم فعالیت و نوع گزارش حسابرسی سال قبل دیگر دلایل غیرمقبول بودن گزارش‌ها را تأیید می‌کند.

ایتونن^۲ (۲۰۱۲) اشاره دارد که پژوهش‌های مربوط به سودمندی گزارش‌های حسابرسی در حوزه‌های محتوای اطلاعاتی گزارش حسابرسی و واکنش بازار سرمایه به افشای اطلاعات گزارش حسابرسی، قابل بررسی است.

لای کیم و^۳ (۲۰۰۹) انواع گزارش‌های حسابرسان را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که اندازه شرکت، سودآوری، گزارش حسابرسی غیر مقبول سال قبل، جریان نقدی، شاخص ورشکستگی، رشد فروش عوامل مؤثر در صدور گزارش غیر مقبول حسابرس درباره تداوم فعالیت شرکت است. کورنت، تروی و نفسینگر^۴ (۲۰۰۸) نسبت‌های مالی را در نسبت نقدینگی، مدیریت دارایی، نسبت مدیریت بدهی، نسبت سودآوری و نرخ ارزش بازار طبقه‌بندی کردند. مطالعه آنان اثر این متغیرها را به وسیله شناسایی روابط آن‌ها با گزارش حسابرسان نشان داد.

پاشیوراس، گاکانیس و زیونیدیس^۵ (۲۰۰۷) با استفاده از برخی نسبت‌های مالی نمونه و با تجزیه و تحلیل‌های آماری مانند تجزیه و تحلیل مشخصه و تجزیه و تحلیل لگاریتمی اقدام به تدوین یک سیستم پشتیبانی از تصمیم برای اظهارنظر حسابرسان پرداختند. متغیرهای این پژوهش نسبت جاری، نسبت آتی، سرمایه به کل دارایی، تغییر در دارایی جاری، تغییر در کل دارایی، ریسک اعتباری، سود قبل از بهره و مالیات و بازده دارایی بود. برای اطمینان از متفاوت بودن این نسبت‌ها در دو گروه اظهارنظر (مقبول و غیرمقبول) از آزمون‌های کولموگوروف-اسمیرنوف و کروسال-والیس استفاده کردند. اسپاتیس، افستاسیوس، نونوپلوس و مونوپلوس (۲۰۰۷) طی پژوهشی در یونان دریافتند که میان حق‌الزحمه حسابرس و صدور گزارش مقبول رابطه مستقیم وجود دارد. آن‌ها همچنین شاخص

¹ Tsipouridou & Spathis

² Ittonen

³ Lia, K.W

⁴ Cornett, Adair Troy & Nofsinger

⁵ Pasiouras, Gaganis & Zopounidis

ورشکستگی، نوع حسابرس، نسبت جاری، نسبت بدهی بلندمدت را از جمله عوامل تأثیرگذار بر صدور گزارش حسابرسی شناسایی نمودند.

گاگانیس، پاشیوراس و دومپوس^۱ (۲۰۰۷) به منظور شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس، توانایی شبکه عصبی احتمالی را در پژوهش خود با ۲۷ نسبت پرکاربرد و نمونه‌ای شامل ۸۸۱ شرکت بورسی انگلیس طی سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۰۴ بررسی نمودند. نتایج پژوهش آنان نشان از ارتباط سودناخالص، نسبت جاری، اندازه شرکت و مؤسسه حسابرسی، زیان‌دهی، سودآوری، بهره‌وری گردش دارایی، نوع صنعت، حق‌الزحمه حسابرس و رتبه اعتباری صاحبکار با اظهارنظر حسابرس دارد. از بین این نسبت‌ها، سودآوری با اهمیت‌ترین نسبت با ۲۴ درصد محاسبه گردید.

ایرلند^۲ (۲۰۰۳) با استفاده از مدل لوجیت نشان داد که شرکت‌های با کمبود نقدینگی و سطح بالایی از ریسک مالی در مقایسه با سایر شرکت‌ها، بیشتر در معرض دریافت گزارش مشروط حسابرسی قرار دارند. اسپاتیس^۳ (۲۰۰۳) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسید که احتمال دریافت گزارش غیرمقبول با رو به زوال گذاشتن سلامت مالی شرکت، افزایش می‌یابد.

ولی‌پور، کاظم‌نژاد و رضایی (۱۳۹۶) به بررسی سودمندی روش انتخاب متغیر ریلیف در پیش‌بینی نوع اظهارنظر حسابرسان در بازه زمانی ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۳ در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج پژوهش آنان حاکی از سودمندی این روش در پیش‌بینی و همچنین عملکرد بهتر ماشین بردار پشتیبان نسبت به رگرسیون لوجیت می‌باشد.

حساس‌یگانه، تقوی‌فرد و محمدپور (۱۳۹۳) به بررسی استفاده از شبکه‌های عصبی احتمالی برای شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس در بازه زمانی ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۹ پرداختند. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده قدرت توضیحی بالای شبکه‌های عصبی احتمالی برای پیش‌بینی گزارش حسابرس می‌باشد.

باقریور و لاشانی، ساعی، مشکانی و باقری (۱۳۹۲) به منظور پیش‌بینی گزارش حسابرس مستقل از روش شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم بهره بردند. آنان از ۲۹ نسبت مالی و غیرمالی بین سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۸ استفاده کردند که نتایج نشان‌دهنده دقت ۸۸/۶۴ درصد شیوه درخت تصمیم نسبت به شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

پورحیدری و اعظمی (۱۳۸۹) با استفاده از شیوه داده‌کاوی به شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس پرداختند. شیوه مورد مطالعه در این مقاله شبکه عصبی پرسپترون چندلایه است که از رگرسیون

^۱ Gaganis, Pasiouras & Doumpos

^۲ Ireland

^۳ Spathis

لوجیت برای مقایسه عملکرد آن استفاده شد. نتایج تحقیق حاکی از توان بالای شبکه پرسپترون چندلایه با میزان ۸۷/۷۵ درصد در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس بود.

مهدوی و غیوری مقدم (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی محتوایی اطلاعاتی گزارش مشروط حسابرسی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج پژوهش آنان بیانگر نبود تفاوت معناداری بین بازده غیرعادی حاصل از انتشار گزارش مشروط و مقبول حسابرسی است. همچنین آنان در پژوهش خود عنوان می‌کنند، گزارش مشروط حسابرسی نسبت به گزارش مقبول برای استفاده‌کنندگان، دارای محتوای اطلاعاتی افزون بر سایر گزارش‌ها نیست.

احمدپور، طاهرآبادی و عباسی (۱۳۸۸) با استفاده از رویکرد شبکه عصبی مصنوعی به شناسایی متغیرهایی پرداخت که بر گزارش مشروط حسابرس اثر می‌گذارند. نتایج تحقیق نشان داد که از بین ۹ متغیر بکار برده شده، تنها دفعات گردش موجودی مواد و کالا، نسبت بدهی به دارایی و نسبت حساب‌های دریافتی به کل دارایی بر صدور گزارش مشروط حسابرسی دارای تأثیر معناداری بودند.

پژوهش ستایش و جمالیان پور (۱۳۸۸) بیانگر این بود که از میان کلیه متغیرهای مالی و غیرمالی به ترتیب نوع عملکرد، نسبت گردش موجودی کالا، نسبت بدهی، سود ناخالص به فروش و سود خالص به فروش بیشترین رابطه آماری با نوع اظهارنظر حسابرس داراست.

سجادی، فرازمنند، دستگیر و دهقان فر (۱۳۸۶) اثر متغیرهایی از قبیل اندازه شرکت، نسبت جاری، نسبت بدهی به دارایی و نسبت حساب‌های دریافتی به دارایی را بر گزارش مشروط حسابرسی در طی سال‌های ۸۱ تا ۸۳ مورد رسیدگی قرار دادند که نتایج آن نشان‌دهنده اثر نسبت‌های جاری و نسبت حساب‌های دریافتی به دارایی بر گزارش مشروط حسابرس بود.

فرضیه‌های پژوهش

همان‌گونه که مشاهده می‌شود در ادبیات مبتنی بر مدل‌های الگوریتمی، صرفاً به پیش‌بینی با استفاده از یک یا دو الگوریتم خاص اکتفا شده است؛ لذا در پژوهش حاضر برای مقایسه قدرت پیش‌بینی الگوریتم‌های خطی و غیرخطی، چهار الگوریتم شامل شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، شبکه عصبی خودسازمانده و رگرسیون لوجیت مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور سه فرضیه کلی به شرح زیر طراحی و به محک آزمون گذاشته شدند:

فرضیه ۱: مدل الگوریتم شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری در مقایسه با الگوریتم شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، دارای قدرت توضیحی بالاتری در پیش‌بینی نوع اظهارنظر حسابرس است.

فرضیه ۲: مدل الگوریتم شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری در مقایسه با الگوریتم شبکه عصبی خودسازمانده، دارای قدرت توضیحی بالاتری در پیش‌بینی نوع اظهارنظر حسابرس است.

فرضیه ۳: مدل الگوریتم شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری در مقایسه با رگرسیون خطی لوجیت، دارای قدرت توضیحی بالاتری در پیش‌بینی نوع اظهارنظر حسابرس است.

روش شناسی پژوهش

جامعه آماری این پژوهش شامل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ است. شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار دارای شرایط زیر، به‌عنوان نمونه انتخاب شدند:

۱- به دلیل ماهیت فعالیت و شفاف نبودن مرزبندی بین فعالیت عملیاتی و تأمین مالی شرکت‌های مالی (شرکت‌های واسطه‌گری مالی، سرمایه‌گذاری، هلدینگ، لیزینگ، بانک‌ها و بیمه‌ها)، این شرکت‌ها از نمونه حذف شدند؛

۲- سال مالی شرکت‌ها پایان اسفند بوده و در دوره مورد بررسی، تغییر سال مالی نداده باشند؛

۳- شرکت تا قبل از سال ۱۳۸۷ در بورس اوراق بهادار پذیرفته شده باشد.

۴- اطلاعات کامل و تفصیلی صورت‌های مالی سالانه همراه با گزارش حسابرس مستقل و یادداشت‌های پیوست در پایان سال برای دوره‌ای موجود باشد که شرکت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پس از اعمال محدودیت‌های پیشگفته، مشاهده‌ها به ۱۴۰ شرکت (شامل ۹۸۰ سال - شرکت) رسید که ۴۰ درصد (۳۹۵ سال - شرکت) از شرکت‌های مورد بررسی گزارش حسابرسی مقبول و ۶۰ درصد (۵۸۵ سال - شرکت) گزارش حسابرسی غیرمقبول دریافت نموده‌اند. در نگاره شماره (۱)، تعداد مشاهدات به تفکیک هر صنعت آورده می‌شود.

نگاره شماره ۱: تعداد مشاهده‌ها به تفکیک صنایع مختلف

| شماره صنعت | صنایع | تعداد (سال شرکت) |
|-------------|--|------------------|
| ۱ | رایانه و فعالیت‌های مرتبط به آن، ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی، خدمات فنی و مهندسی، ابزار پزشکی، اپیلیدی و اندازه‌گیری، لوازم خانگی | ۵۶ |
| ۲ | استخراج کانه‌های فلزی، استخراج سایر معادن، استخراج ذغال سنگ | ۴۹ |
| ۳ | انتشار، چاپ و تکثیر، محصولات کاغذی، محصولات چوبی | ۲۱ |
| ۴ | منسوجات، نساجی، مبلمان و مصنوعات دیگر | ۰ |
| ۵ | محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک، فرآورده‌های نفتی، کک و سوخت هسته‌ای | ۲۴۵ |
| ۶ | ماشین‌آلات و تجهیزات، خودرو و ساخت قطعات، ساخت دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی، حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات، مخابرات | ۱۸۹ |
| ۷ | ساخت محصولات فلزی، سایر محصولات کانی غیرفلزی، کاشی و سرامیک، فلزات اساسی، سیمان، آهک و گچ | ۲۹۴ |
| ۸ | محصولات غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر، قند و شکر، زراعت و خدمات وابسته | ۱۲۶ |
| جمع مشاهدات | | ۹۸۰ |

در پژوهش حاضر، برای پیاده‌سازی الگوریتم‌ها از نرم‌افزار متلب نسخه ۷/۶ بکار برده شد. برای معناداری متغیرهای مستقل در دو گروه اظهارنظر مقبول و غیرمقبول از آزمون t مستقل و برای آزمون فرض معناداری مدل‌ها، از آزمون t زوجی استفاده گردید. داده‌های مورد نیاز در این پژوهش، از گزارش‌های حسابرسی، صورت‌های مالی و اطلاعات ارائه شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران، سایت مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی و نرم افزار ره آورد نوین استخراج شده است.

متغیرهای پژوهش

متغیر وابسته در این پژوهش، نوع گزارش حسابرسی است. این متغیر، یک متغیر مصنوعی است که با مقدار یک (گزارش مقبول) و مقدار صفر (گزارش غیرمقبول شامل گزارش‌های مشروط، مردود و عدم اظهارنظر) نشان داده می‌شود. همچنین در این پژوهش با توجه به عناصر مؤثر بر نوع گزارش حسابرسی، تعداد ۳۳ نسبت به‌عنوان متغیرهای مستقل و پیش‌بینی‌کننده انتخاب گردید. این متغیرها در نگاره شماره (۲) بیان گردیدند.

نگاره شماره ۲: نسبت‌های مورد استفاده در پژوهش

| عنوان | نام متغیر | نحوه اندازه‌گیری |
|------------------|-----------------|--|
| نقدینگی | X _۱ | نسبت جاری |
| | X _۲ | نسبت آنی |
| | X _۳ | نسبت جاری/بدهی‌های جاری |
| مدیریت دارایی | X _۴ | سرمایه در گردش به کل دارایی |
| | X _۵ | گردش موجودی مواد و کالا |
| | X _۶ | فروش خالص/متوسط موجودی کالا |
| | X _۷ | گردش مجموع دارایی |
| سودآوری | X _۸ | حساب دریافتی به دارایی |
| | X _۹ | سودخالص/کل دارایی |
| | X _{۱۰} | بازده دارایی |
| | X _{۱۱} | بازده سرمایه‌گذاری |
| | X _{۱۲} | سودخالص/حقوق صاحبان سهام |
| | X _{۱۳} | نسبت سودخالص/فروش خالص |
| مدیریت بدهی | X _{۱۴} | سود قبل از بهره و مالیات به فروش |
| | X _{۱۵} | کل بدهی/کل دارایی |
| ارزش بازار | X _{۱۶} | نسبت مالکانه |
| | X _{۱۷} | ارزش ویژه به بدهی بلندمدت |
| | X _{۱۸} | ارزش دفتر حقوق صاحبان سهام/بدهی بلندمدت |
| | X _{۱۹} | ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام |
| رشد شرکت | X _{۲۰} | سود هر سهم/ارزش بازار هر سهم عادی |
| | X _{۲۱} | ارزش بازار هر سهم عادی/سود هر سهم |
| اندازه شرکت | X _{۲۲} | مابه‌التفاوت دارایی سال جاری از دارایی سال قبل |
| | X _{۲۳} | رشد شرکت |
| | X _{۲۴} | لگاریتم طبیعی فروش |
| بهره‌وری کارکنان | X _{۲۵} | لگاریتم کل دارایی |
| | X _{۲۶} | سودخالص/تعداد کارکنان |
| | X _{۲۷} | سودخالص/تعداد کارکنان |

ادامه نگاره شماره ۲: نسبت‌های مورد استفاده در پژوهش

| عنوان | نام متغیر | نحوه اندازه گیری |
|-----------------------|-----------------|--|
| حاکمیت شرکتی | X _{۲۳} | در صورت حسابرسی شرکت توسط سازمان حسابرسی ۱، در غیر این صورت صفر |
| | X _{۲۴} | در صورت مقبول بودن گزارش حسابرسی سال قبل ۱، در غیر این صورت صفر |
| | X _{۲۵} | در صورت تغییر حسابرس از سازمان حسابرسی به یک مؤسسه خصوصی حسابرسی یا از مؤسسه خصوصی به مؤسسه دیگر عضو جامعه حسابداران رسمی ۱، در غیر این صورت صفر |
| | X _{۲۶} | در صورت تغییر مدیریت یا اعضای هیئت مدیره ۱، در غیر این صورت صفر |
| | X _{۲۷} | در صورت عدم تغییر حسابرس به مدت دو سال ۱، در غیر این صورت صفر |
| | X _{۲۸} | (سودخالص، جریان نقدی عملیاتی، هزینه استهلاک/جمع دارایی اول دوره)*۱- |
| ورشکستگی ^۱ | X _{۲۹} | مدل کوپایی |
| عملکرد شرکت | X _{۳۰} | نسبت دارایی بر درآمد خالص |
| | X _{۳۱} | نسبت دارایی/درآمد خالص |
| سایر عوامل | X _{۳۲} | کل دارایی/درآمد خالص |
| | X _{۳۳} | در صورت گزارش زیان خالص به مدت یک سال ۱، در غیر این صورت صفر |
| سایر عوامل | X _{۳۳} | فاصله زمانی بین تاریخ تأسیس شرکت تا پایان دوره زمانی پژوهش |
| | X _{۳۳} | عمر شرکت |
| | X _{۳۳} | نوع صنعت |

^۱ K_۱: نسبت سود قبل از بهره و مالیات به مجموع دارایی، K_۲: نسبت سود انباشته به مجموع دارایی، K_۳: نسبت سرمایه در گردش به مجموع دارایی، K_۴: نسبت حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهی، K_۵: نسبت سود قبل از بهره و مالیات به فروش، K_۶: نسبت دارایی جاری به بدهی جاری، K_۷: نسبت سود خالص به فروش، K_۸: نسبت مجموع بدهی به مجموع دارایی، K_۹: اندازه شرکت (لگاریتم فروش).

مدل‌های پژوهشی

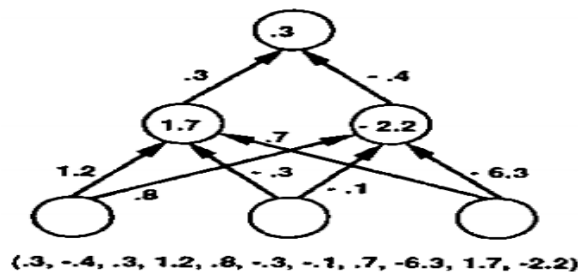
شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری

وزن‌های ارتباطی مطلوب بین نرون‌های لایه‌های مختلف شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، می‌تواند به‌عنوان یک مسئله بهینه‌سازی با داشتن یک بهینه‌ساز سراسری در نظر گرفته شود که در آن باید معماری شبکه عصبی از لحاظ تعداد لایه‌ها و تعداد نرون‌های هر لایه، پیش از فرآیند بهینه‌سازی با الگوریتم رقابت استعماری، تعریف شود و در طول تکامل الگوریتم رقابت استعماری ثابت باشد. وزن‌ها، همان یال‌های ارتباطی بین نرون‌ها هستند که به‌عنوان رشته‌ایی با طول خاص تعریف می‌شود که تمام وزن‌های یک شبکه عصبی در هر رشته قرار دارد و این رشته همان کشورها در الگوریتم رقابت استعماری هستند که در فرآیند الگوریتم رقابت استعماری استفاده می‌شوند.

الگوریتم رقابت استعماری به شکل زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

مرحله ۱: تولید جمعیت اولیه‌ایی از کشورها در الگوریتم رقابت استعماری، تمام وزن‌های شبکه در هر کدام از کشورها قرار دارند و در واقع ساختار یک شبکه عصبی را از جمله مقادیر نرون‌های لایه‌های پنهان و لایه خروجی و وزن‌های آن‌ها در هر کشور مانند یک رشته کدگذاری می‌شود:

شکل شماره ۱: نحوه کدگذاری کشورها در شبکه عصبی مصنوعی



مرحله ۲: اعمال سیاست همگون‌سازی و جابه‌جایی بین مستعمرات و فرمانروایی‌ها در بین کشورها؛

مرحله ۳: رقابت امپراطوری‌های الگوریتم رقابت استعماری به روی کشورها؛

مرحله ۴: اگر شرایط همگرایی مانند رسیدن به میزان خطای مطلوب محقق شود؛ پایان و در غیر این صورت به مرحله ۲ باز می‌گردیم. در یک شبکه با دو لایه (لایه پنهان و لایه خروجی) معادله وزن‌ها به شکل زیر است (معادله شماره (۱)):

$$\sum_{i=1}^H W_i \sigma \left(\sum_{j=1}^d W_j X_j + b \right) \quad (1)$$

که در آن H تعداد نرون‌های لایه پنهان، W نشان‌دهنده وزن‌های شبکه، b نشان‌دهنده بایاس شبکه و σ تابع گذر هر نرون است که می‌تواند تانژانت سیگموئید و ... باشد. معادله بالا نشان‌دهنده خروجی شبکه است. در شبکه عصبی چند لایه که خطای بین خروجی شبکه و خروجی واقعی در غالب مجموع مربعات خطا^۱ به روی وزن‌ها پس انتشار پیدا می‌کند و در تکرارهای مختلف شبکه به حداقل خطای خود می‌رسد؛ در این بین، ممکن است گاهی شبکه عصبی نتواند به حداقل خطای خود برسد و در یک بهینه محلی گرفتار شود و این به علت آن است که در ابتدای کار شبکه عصبی، وزن‌ها تصادفی انتخاب می‌شوند؛ از این‌رو، با استفاده از الگوریتم تکاملی رقابت استعماری برای پیدا کردن وزن‌های بهینه در ابتدای کار شبکه عصبی، این اطمینان حاصل شود که شبکه عصبی در حداقل خطای خود (بهینه سراسری) قرار گیرد و کمک می‌کند تا وزن‌های شبکه در تعداد تکرار آموزش کمتری در شبکه عصبی اصلاح شوند. معادله مجموع مربعات خطا که در آن y_{net} نشان‌دهنده خروجی شبکه (معادله شماره (۲)) است که در زیر نشان داده می‌شود:

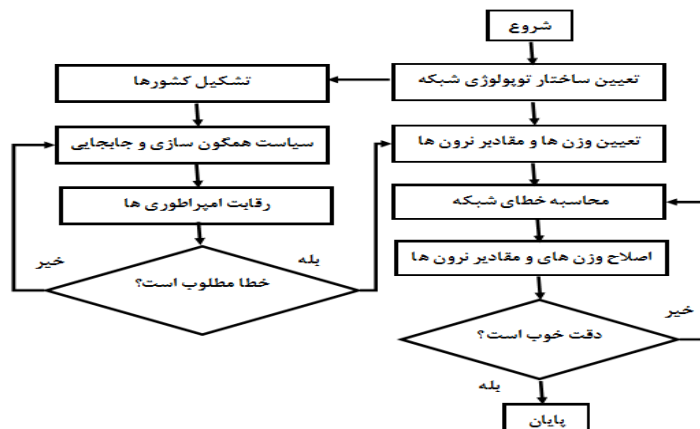
$$f(x) = 1/\sigma \sum_{i=1}^{\sigma} (Y_{real} - Y_{net})^2 \quad (2)$$

روند یافتن متغیرهای بهینه و آموزش شبکه عصبی چندلایه با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری در شکل شماره (۲)، نشان داده شده است. با توجه به مقاله خرنی، فروزیده و نصرآبادی (۲۰۱۱) و طایفه محمودی، فروزیده، لوکاس و تقی‌پاره (۲۰۰۹) که در آن معادله مجموع مربعات خطا را برای غلبه بر بهینه‌های محلی و همگرایی سریع تغییر داده است، در اینجا نیز از همان معادله استفاده می‌شود:

$$f(x) = [1/\sigma \sum_{i=1}^{\sigma} (Y_{real} - Y_{net})^6]^{1/6} \quad (3)$$

¹ Mean Squared Error

شکل شماره ۲: روند الگوریتم پیشنهادی برای پیدا کردن پارامترهای بهینه‌سازی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه



شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی، براساس سازمان‌دهی نرون‌ها و فرآیند تصمیم‌گیری در مغز انسان پایه‌ریزی شدند. مزیت اصلی این‌گونه شبکه‌ها، قابلیت بالای آن در یادگیری و نیز پایداریشان در مقابل اغتشاش^۱ ناچیز ورودی است. شبکه‌های عصبی مصنوعی، توسط الگوی ارتباط بین لایه‌های مختلف شبکه، تعداد نرون‌ها در هر لایه، الگوریتم یادگیری و تابع فعال‌سازی مشخص می‌شود. در طی مرحله یادگیری، شبکه از طریق تعدیل وزن‌ها آموزش می‌بیند تا قادر به پیش‌بینی یا طبقه‌بندی صحیح برون داده‌های هدف براساس مجموعه‌ای از نمونه‌های درون‌داد باشد.

پرسپترون چندلایه^۲ معماری از شبکه عصبی می‌باشد که پیشخور^۳ بوده و پردازنده‌های شبکه در آن به چند لایه مختلف تقسیم می‌شوند. در الگوهای پیشخور، مسیر پردازش اطلاعات از داده‌ها به ستانده، بدون این‌که بازگشتی در سیستم ارتباطی واحدها وجود داشته باشد (منهاج، ۱۳۷۷). در این شبکه‌ها، لایه اول؛ ورودی، لایه آخر؛ خروجی و لایه‌های میانی؛ لایه‌های پنهان نامیده می‌شود که از پرکاربردترین معماری‌های شبکه عصبی است.

¹ Noise

² Multi-Layer Perceptron

³ Feed Forward

شبکه عصبی خودسازمانده^۱

شبکه عصبی خودسازمانده، گونه‌ای از شبکه عصبی بدون ناظر و بر مبنای یادگیری رقابتی^۲ است که به شناسایی الگوهای نامشخص میان داده‌های چند بعدی و نشان دادن آن‌ها در فضاهای با ابعاد پایین می‌پردازد (لیو و اونگ^۳، ۲۰۰۸). در یادگیری بدون ناظر، متغیرهای شبکه تنها توسط پاسخ سیستم اصلاح و تنظیم می‌شود. در این مدل، تعدادی سلول عصبی که معمولاً در یک توپولوژی سطح کنار یکدیگر چیده می‌گردند، با رفتار متقابل روی یکدیگر وظیفه شبکه خودسازمانده را ایفا می‌کنند. فرآیند این الگوریتم به این شرح است که ابتدا وزن هر گره در شبکه مقداردهی اولیه می‌شود. با ارائه برداری از داده‌ها به شبکه، گره‌ایی که شبیه‌ترین اوزان را به بردار ورودی دارد، به‌عنوان گره برنده شناخته شده و شعاع همسایگی آن محاسبه می‌شود. اوزان گره برنده و گره‌های همسایه براساس قانون کوهنن تصحیح می‌گردد.

در شعاع همسایگی d از نرون برنده و α نرخ یادگیری است. این مراحل به تعداد ورودی‌ها تا رسیدن شبکه به پایداری تکرار می‌شود (کیانگ، هو و فیشر^۴، ۲۰۰۶).

نتایج پژوهش

آزمون برابری میانگین

برای تعیین نسبت‌ها و متغیرهایی از آزمون‌های آماری استفاده گردید که توانایی پیش‌بینی اظهارنظر حسابرس مستقل را دارا باشند. برای آزمون تساوی میانگین دو جامعه (اظهارنظر مقبول و غیرمقبول)، ابتدا بررسی می‌شود که آیا واریانس دو جامعه برابر است یا خیر؟ به عبارتی دیگر، آزمون تساوی واریانس‌ها مقدم بر آزمون تساوی میانگین‌هاست. برای آزمون تساوی واریانس‌ها (آزمون لون) از آماره فیشر استفاده شده است. با توجه به این که سطح معنی‌داری مربوط به برابری واریانس‌ها برابر با ۰/۲۵ بوده و از ۰/۰۵ بیشتر می‌باشد؛ لذا می‌توان گفت که واریانس‌ها برابر می‌باشند و برای بررسی آزمون، از اطلاعات مربوط به برابری واریانس‌ها (سطر اول) استفاده می‌شود. با توجه به نگاره شماره (۳)، مشاهده می‌شود که مقدار آماره تی (t) برابر با ۱/۹۸- می‌باشد و سطح معنی‌داری آزمون برابر با

¹ Self-Organizing Map

² Competitive Learning

³ Liu & Ong

⁴ Kiang, Hu & Fisher

۰/۰۲۳ و کمتر از ۰/۰۵ است ($\text{Sig} = 0 / 0.23 < 0 / 0.5$) بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت متغیر X_1 باید باقی بماند.

نگاره شماره ۳: نتایج آزمون لون و تی برای متغیر X_1

| آزمون t (برابری میانگین‌ها) | | | | | | آزمون لون (برابری واریانس‌ها) | | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|-------------------|--------------|------------|-------------------------------|--------------|-------|-----------------------|
| فاصله اطمینان ۹۵٪ | | اختلاف خطای معیار | اختلاف میانگین‌ها | سطح معناداری | درجه آزادی | آماره T | سطح معناداری | | آماره F |
| پایین | بالا | | | | | | | | |
| ۰/۰۳۷۶ | ۰/۱۶۱۴ | ۰/۰۵۰۷ | ۰/۰۶۱۸۹ | ۰/۰۲۳ | ۹۷۸ | -۱/۹۸۰ | ۰/۲۵۰ | ۱/۳۲۴ | برابری واریانس‌ها |
| ۰/۰۳۸۵ | ۰/۱۶۲۳ | ۰/۰۵۱۱۸ | ۰/۰۶۱۸ | ۰/۰۲۲۷ | ۸۱۹/۹۶۵ | -۱/۲۰۹ | - | - | عدم برابری واریانس‌ها |

با اجرای آزمون نمونه فوق برای متغیرها، از بین ۳۲ متغیر آزموده شده، ۱۷ متغیر (نسبت) به‌عنوان متغیر توانمند در تفکیک گزارش‌های مقبول و غیرمقبول شناخته شدند که بدین شرح است:

- ۱- نسبت جاری
- ۲- گردش مجموع دارایی
- ۳- بازده دارایی
- ۴- بازده سرمایه‌گذاری
- ۵- بازده حقوق صاحبان سهام
- ۶- نسبت سودخالص
- ۷- نسبت بدهی
- ۸- نسبت مالکانه
- ۹- ارزش ویژه به بدهی بلندمدت
- ۱۰- ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام
- ۱۱- قیمت به درآمد
- ۱۲- لگاریتم کل دارایی

- ۱۳- نوع حسابرسی
 ۱۴- نوع گزارش حسابرس سال قبل
 ۱۵- ورشکستگی
 ۱۶- نسبت دارایی بر درآمد خالص
 ۱۷- زیان ده بودن شرکت^۱

ارزیابی اعتبار مدل

از آنجا که روش ارائه شده در هر پژوهش باید به لحاظ اعتبار، مورد سنجش قرار گیرد؛ بنابراین در این پژوهش نیز با عنایت به این که روش تحقیق از نوع «داده محور» می‌باشد، روش اعتبارسنجی به این صورت است که داده‌ها به دو مجموعه داده‌های آموزشی و داده‌های آزمایشی تقسیم می‌گردند. هدف از این کار این است که با تعداد داده‌های آموزشی، الگوریتم‌های شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، شبکه عصبی خودسازمانده و رگرسیون لوجیت دانشی را حاصل می‌کند؛ ولی این که نتایج حاصل تا چه میزان دارای اعتبار هستند باید توسط نتایج داده‌های جدید و قدرت پیش‌بینی الگوریتم در مورد داده‌هایی که تاکنون با آن مواجه نبوده، آزمون شوند. از این جهت، داده‌های آزمون به‌عنوان داده‌های ناظر به الگوریتم، داده می‌شوند و نتایج حاصل می‌توانند میزان صحت مدل را ارزیابی نمایند. صحت طبقه‌بندی یا تفکیک داده‌های آزمون در طبقه‌ها، معیار ارزیابی اعتبار و صحت مدل می‌باشد که در این پژوهش از اعتبارسنجی متقابل با پنج بار تکرار^۲ استفاده شده است. این روش اعتبارسنجی مجموعه داده‌ها را به ۵ قسمت تقسیم نموده و هر بار ۸۰ درصد (۷۸۴ نمونه) از داده‌ها را به‌عنوان مجموعه داده آموزشی و ۲۰ درصد (۱۹۶ نمونه) را به‌عنوان مجموعه داده تست انتخاب نموده و میزان دقت طبقه‌بندی را می‌سنجد. این فرآیند ۵ بار صورت می‌گیرد و در نتیجه از کلیه درجات دقت میانگین گرفته شده و به‌عنوان دقت نهایی مدل ارائه می‌گردد که با بهره‌گیری از این روش دیگر نگرانی از تصادفی بودن انتخاب دو مجموعه داده آموزشی و آزمون وجود نخواهد داشت.

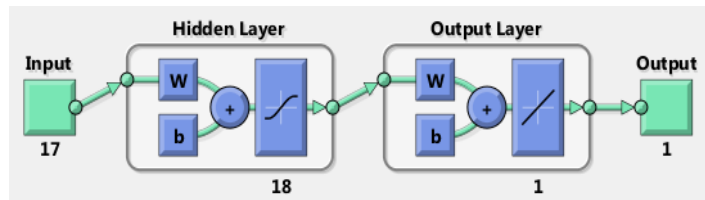
^۱ از ۳۲ متغیر اولیه، ۱۵ متغیر (نسبت آبی، سرمایه در گردش به کل دارایی، گردش موجودی مواد و کالا، حساب‌های دریافتی به دارایی، سود قبل از بهره و مالیات به فروش، بازدهی سهام، رشد شرکت، لگاریتم طبیعی فروش، سرانه فروش خالص، سرانه سودخالص، تغییر حسابرس، تغییر مدیرعامل، دوره تصدی حسابرسی، محافظه‌کاری، عمر شرکت) در مرحله آماده‌سازی داده‌ها حذف گردید.

^۲ 5-Fold Cross Validation

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و نتایج آن

برای انجام پیش‌بینی و یافتن الگوی مناسب، ابتدا داده‌های ورودی شبکه عصبی به سه قسمت مجموعه آموزش یا یادگیری شامل ۷۵ درصد داده‌ها، مجموعه ارزیابی، مجموعه آزمون یا تست شامل ۱۵ درصد برای هر یک تقسیم می‌شوند. مجموعه آموزش بزرگترین مجموعه که برای آموزش شبکه، به دست آوردن متغیرهای وزن و کاهش فاصله مقادیر محقق شده با برآورد شده می‌باشد. مجموعه ارزیابی واسط بین آموزش و آزمون نهایی است تا از بروز پدیده بیش‌آموزشی^۱ در بخش آموزش جلوگیری کند. داده‌های مجموعه آزمون نیز برای اندازه‌گیری قابلیت تعمیم شبکه به آن ارائه می‌شود. تعداد ورودی‌های شبکه شامل ۱۷ متغیر مستقل پژوهش می‌باشد. تعداد نرون‌های لایه خروجی نیز در یک طبقه (اظهار نظر مقبول عدد یک و صفر اظهار نظر غیرمقبول) قرار داده شد. تعداد نرون‌های لایه میانی (پنهان) و نوع توابع تبدیل بیشتر از طریق آزمون سعی و خطا صورت می‌گیرد؛ برای تعیین بهترین شبکه، طراحی بسیاری انجام و شبکه با دو لایه (یک لایه پنهان) و طراحی تعداد نرون ۱۸ در لایه‌های پنهان بهترین جواب را ارائه کرد.

شکل شماره ۳: بهترین معماری شبکه عصبی پرسپترون چندلایه



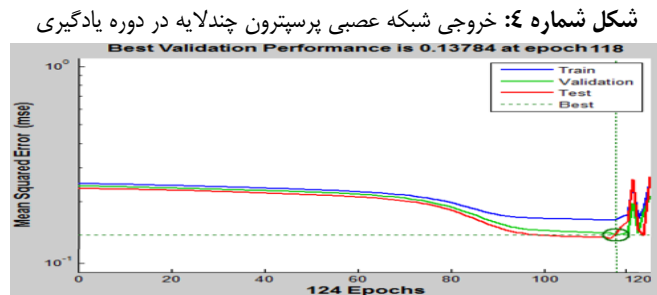
تعداد دفعاتی^۲ که مرحله آموزش تکرار می‌شود نیز به صورت پیش فرض ۱۰۰۰ در نظر گرفته شد. بعد از هر دفعه، کارایی شبکه روی مجموعه ارزیابی بررسی و در صورت عدم تغییر خطا، یادگیری متوقف و مجموعه داده آزمون پیش‌بینی می‌گردد. بعد از آزمون انواع توابع تبدیل و آموزش، تابع تبدیل تانژانت سیگموئید برای لایه میانی، خط $x=y$ یا پیورلاین^۳ برای لایه خروجی و تابع آموزش Traingdx به دست آمد. مزیت استفاده از تابع پیورلاین در لایه خروجی نسبت به سایر توابع این است که خروجی مدل در دامنه محدود و مشخصی قرار نمی‌گیرد و می‌تواند هر عددی باشد. در

^۱ Overlearning

^۲ Epoch

^۳ Purline

این حالت شبکه ۱۲۴ مرتبه آموزش می‌بیند و برای جلوگیری از آموزش بیش از حد، شبکه در تکرار ۱۱۸ متوقف می‌شود.



نتایج حاصل از پیش‌بینی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با استفاده از روش ارزیابی 5-Fold Cross Validation به شرح زیر است:

نگاره شماره ۴: نتیجه اعمال داده‌های آموزشی در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس مستقل با استفاده از مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

| نمونه ۵ | نمونه ۴ | نمونه ۳ | نمونه ۲ | نمونه ۱ | گروه |
|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| ۹۰/۳۸ | ۸۹/۷۱ | ۸۹/۱۹ | ۸۹/۴۹ | ۸۸/۰۸ | اظهارنظر مقبول |
| ۹۶/۶۱ | ۹۴/۰۸ | ۹۳/۹۱ | ۹۳/۱۹ | ۹۴/۸۳ | اظهارنظر غیرمقبول |
| ۹۴/۵۵ | ۹۴/۰۱ | ۹۴/۹۶ | ۹۳/۸۴ | ۹۳/۹۸ | دقت کلی |

نگاره شماره ۵: نتیجه اعمال داده‌های ارزیابی (تست) در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس مستقل با استفاده از مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

| نمونه ۵ | نمونه ۴ | نمونه ۳ | نمونه ۲ | نمونه ۱ | گروه |
|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| ۹۰/۳۶ | ۸۴/۵۲ | ۸۴/۵۰ | ۸۸/۸۸ | ۸۸/۱۵ | اظهارنظر مقبول |
| ۹۴/۶۹ | ۹۳/۷۵ | ۹۴/۴۰ | ۹۳/۰۴ | ۹۵/۸۳ | اظهارنظر غیرمقبول |
| ۹۳/۹۷ | ۹۲/۶۸ | ۹۳/۸۱ | ۹۳/۹۶ | ۹۳/۶۵ | دقت کلی |

دقت مدل شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون طراحی شده در پیش‌بینی اظهارنظر حسابرسان مستقل برای کل داده‌های آموزشی ۹۴/۲۶ و برای داده‌های ارزیابی ۹۳/۶۱ درصد می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود دقت مدل روی داده‌های آموزشی بیشتر از داده‌های ارزیابی است که حاکی از یادگیری بیش از حد مدل طراحی شده می‌باشد. بدین معنا که ممکن است مدل در مورد نمونه‌های آموزش عملکرد فوق العاده داشته باشد؛ ولی در مورد داده‌هایی که تا به حال مشاهده نکرده است عملکرد مناسبی نداشت.

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه ترکیب شده با الگوریتم رقابت استعماری و نتایج آن

در این شبیه‌سازی ترکیب مختلف جمعیت کشورها با امپراطورهای مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و نتیجه شبکه عصبی با توپولوژی [۱۸ ۱] که با الگوریتم رقابت استعماری بهبود داده شده از نظر مجموع مربعات خطا مورد ارزیابی قرار می‌گیرد:

نگاره شماره ۶: تنظیم مقادیر پارامترهای اعمال کننده الگوریتم رقابت استعماری

| شماره | تعداد کل کشورها | تعداد امپراطورهایها | نرخ انقلاب | ضریب جذب (β) | ضریب زاویه (γ) |
|-------|-----------------|---------------------|------------|----------------------|-------------------------|
| ۱ | ۲۵۰ | ۲۵ | ۰/۵ | ۲ | ۰/۵ |
| ۲ | ۱۰۰ | ۱۰ | ۰/۲ | ۲ | ۰/۵ |
| ۳ | ۵۰۰ | ۵۰ | ۰/۶ | ۲ | ۰/۵ |
| ۴ | ۱۰۰۰۰ | ۱۰۰ | ۰/۷ | ۲ | ۰/۵ |
| ۵ | ۲۰۰ | ۱۰ | ۰/۳ | ۲ | ۰/۵ |
| ۶ | ۳۰۰ | ۱۵ | ۰/۴ | ۲ | ۰/۵ |

نگاره نتایج به ازای ترکیب‌های مختلف الگوریتم رقابت استعماری برای میزان مجموع مربعات خطا برابر است با:

نگاره شماره ۷: کمترین خطای تخمین زده به ازای مقادیر پارامترهای مختلف طراحی شده

| شماره | MSE | درصد صحت آموزش | درصد صحت آزمایش |
|-------|--------|----------------|-----------------|
| ۱ | ۰/۱۲۶۱ | ۹۶/۰۱ | ۹۴/۹۵ |
| ۲ | ۰/۱۲۵۸ | ۹۵/۰۹ | ۹۴/۳۲ |
| ۳ | ۰/۱۲۶۰ | ۹۵/۱۷ | ۹۴/۲۷ |
| ۴ | ۰/۱۲۶۶ | ۹۵/۰۶ | ۹۴/۱۱ |
| ۵ | ۰/۱۲۷۱ | ۹۵/۰۵ | ۹۴/۱۰ |
| ۶ | ۰/۱۲۹۷ | ۹۵/۰۷ | ۹۴/۰۵ |

بهترین ترکیب شماره یک است که در آن تعداد کل کشورها ۱۰۰ عدد است که در ۱۰ امپراطوری تقسیم می‌شوند و در سیاست جذب میزان گام حرکت مستعمره و زاویه حرکت آن می‌تواند به ترتیب بین ۰ تا $d2$ و $-0/5$ تا $0/5$ باشد به صورت یکنواخت انتخاب شود، میزان احتمال انقلاب نیز ۰.۲ در نظر گرفته شده است.

نگاره شماره ۸: نتیجه اعمال داده‌های آموزشی در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس مستقل با استفاده از مدل شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری

| گروه | نمونه ۱ | نمونه ۲ | نمونه ۳ | نمونه ۴ | نمونه ۵ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| اظهارنظر مقبول | ۹۳/۴۱ | ۹۳/۹۴ | ۹۰/۱۲ | ۹۲/۲۸ | ۹۲/۳۰ |
| اظهارنظر غیرمقبول | ۹۶/۹۸ | ۹۸/۰۸ | ۹۵/۸۶ | ۹۶/۱۹ | ۹۷/۰۳ |
| دقت کلی | ۹۶/۰۲ | ۹۵/۹۸ | ۹۵/۳۱ | ۹۶/۰۲ | ۹۵/۱۲ |

نگاره شماره ۹: نتیجه اعمال داده‌های ارزیابی (تست) در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس مستقل با استفاده از مدل شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری

| گروه | نمونه ۱ | نمونه ۲ | نمونه ۳ | نمونه ۴ | نمونه ۵ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| اظهارنظر مقبول | ۹۰/۷۸ | ۹۲/۵۹ | ۸۴/۸۴ | ۹۰/۴۷ | ۹۲/۷۷ |
| اظهارنظر غیرمقبول | ۹۵/۸۳ | ۹۳/۹۱ | ۹۵/۴۱ | ۹۷/۳۲ | ۹۶/۴۶ |
| دقت کلی | ۹۵/۱۰ | ۹۵/۱۱ | ۹۴/۴۵ | ۹۵/۱۲ | ۹۵/۱۵ |

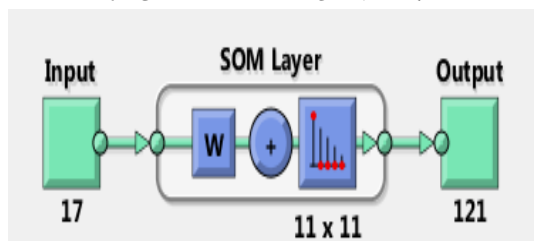
از آنجا که در روش شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری برای بدست آوردن پارامترها، از روش گرادیانی استفاده می‌شود و این روش مشکل گیر افتادن در مینیمم محلی را

دارد (یعنی در هر بار اجراء به سمت یک مینیمم محلی متفاوت میل می‌کند)؛ بنابراین نتایج حاصل از شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری در این پژوهش دارای واریانس بالاتری در نتایج می‌باشد. در نتیجه با استفاده از الگوریتم تکاملی رقابت استعماری برای پیدا کردن وزن‌های بهینه در ابتدای کار شبکه عصبی، این اطمینان حاصل می‌شود که شبکه عصبی در حداقل خطای خود (بهینه سراسری) قرار گیرد و در نتیجه دقت بالاتری برای پیش‌بینی را داشته باشد.

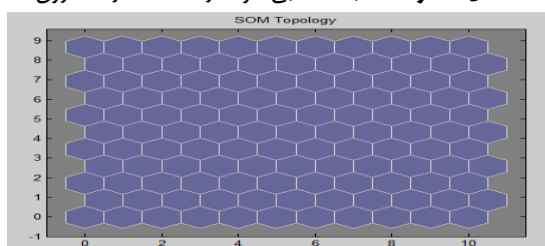
شبکه عصبی خودسازمانده و نتایج آن

به‌منظور شناسایی معماری بهینه شبکه، تعداد نگاشت‌های مختلفی از شبکه آزمون گردید که بهترین معماری در دو بعد با ۱۲۱ نرون تحت نگاشت [۱۱ ۱۱] با تابع توپولوژی اتصال شش گوشه (hexagonal)، شعاع همسایگی ۱، تابع فاصله‌ایی پیوندی (linkdist)، تابع توپولوژی Hextop برای محاسبه فاصله نرون‌های بین لایه‌ها، نرخ آموزش فاز مرتب‌سازی (Ordering) $0/9$ در ۱۰۰۰ مرحله و نرخ آموزش فاز میزان سازی (Tuning) $0/2$ انجام می‌گیرد.

شکل شماره ۵: بهترین معماری شبکه عصبی خودسازمانده



شکل شماره ۶: شبکه عصبی خودسازمانده ۱۱ در ۱۱ نرون



نتایج حاصل از پیش‌بینی شبکه عصبی خودسازمانده با توجه به بهترین معماری آن و با استفاده از روش ارزیابی 5-Fold Cross Validation به شرح زیر است:

نگاره شماره ۱۰: نتیجه اعمال داده‌های آموزشی در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس مستقل با استفاده از مدل شبکه

عصبی خودسازمانده

| گروه | نمونه ۱ | نمونه ۲ | نمونه ۳ | نمونه ۴ | نمونه ۵ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| اظهارنظر مقبول | ۸۷/۱۴ | ۸۲/۴۸ | ۸۸/۲۶ | ۸۱/۹۹ | ۹۱/۹۸ |
| اظهارنظر غیرمقبول | ۹۳/۵۴ | ۹۳/۴۰ | ۹۴/۳۴ | ۹۴/۲۹ | ۹۵/۵۵ |
| دقت کلی | ۹۳/۴۱ | ۹۱/۹۸ | ۹۴/۱۱ | ۹۳/۴۵ | ۹۲/۹۴ |

نگاره شماره ۱۱: نتیجه اعمال داده‌های ارزیابی (تست) در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرس مستقل با استفاده از مدل

شبکه عصبی خودسازمانده

| گروه | نمونه ۱ | نمونه ۲ | نمونه ۳ | نمونه ۴ | نمونه ۵ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| اظهارنظر مقبول | ۸۴/۲۱ | ۷۵/۳۰ | ۷۳/۲۳ | ۷۵/۰۰ | ۸۰/۷۲ |
| اظهارنظر غیرمقبول | ۹۰/۰۰ | ۸۹/۵۶ | ۸۶/۴۰ | ۹۱/۹۶ | ۹۲/۰۳ |
| دقت کلی | ۸۸/۹۸ | ۸۸/۶۱ | ۹۱/۰۲ | ۹۰/۶۶ | ۹۰/۰۱ |

دقت مدل شبکه عصبی مصنوعی خودسازمانده در پیش‌بینی اظهارنظر حسابرس مستقل برای کل داده‌های آموزشی ۹۳/۱۷ و برای داده‌های ارزیابی ۸۹/۸۵ درصد می‌باشد که نسبت به مدل‌های داده‌کاوی ارائه شده عملکرد ضعیف‌تری دارد. همانطور که مشاهده می‌شود دقت مدل روی داده‌های آموزشی بیشتر از داده‌های ارزیابی است که حاکی از یادگیری بیش از حد مدل طراحی شده می‌باشد. بدین معنا که ممکن است مدل در مورد نمونه‌های آموزش عملکرد فوق‌العاده داشته باشد؛ ولی در مورد داده‌هایی که تا به حال مشاهده نکرده است عملکرد مناسبی نداشت.

رگرسیون لجستیک و نتایج آن

داده‌های یادگیری در رگرسیون لجستیک اعمال شد و برای هر نمونه، ضرایب حاصل از آموزش در رابطه زیر قرار می‌گیرد که در آن x_i ها مقادیر ویژگی i نمایش داده شده در نگاره شماره (۳) است.

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (۴)$$

نگاره‌های شماره (۱۲) و (۱۳) به ترتیب نتایج حاصل از اعمال داده‌های آموزشی و ارزیابی برای پیش بینی نوع اظهارنظر حسابرسان مستقل را نشان می‌دهد.

نگاره شماره ۱۲: نتیجه اعمال داده‌های آموزشی در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرسان مستقل با استفاده از مدل

رگرسیون لجیت

| گروه | نمونه ۱ | نمونه ۲ | نمونه ۳ | نمونه ۴ | نمونه ۵ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| اظهارنظر مقبول | ۵۸/۰۰ | ۵۳/۵ | ۵۶/۲ | ۵۶/۶ | ۵۵/۱ |
| اظهارنظر غیرمقبول | ۸۱/۱ | ۸۳/۴ | ۸۳/۷ | ۸۲/۰۰ | ۸۲/۴ |
| دقت کلی | ۷۱/۷ | ۷۱/۴ | ۷۲/۳ | ۷۱/۹ | ۷۱/۶ |

نگاره شماره ۱۳: نتیجه اعمال داده‌های ارزیابی (تست) در شناسایی نوع اظهارنظر حسابرسان مستقل با استفاده از مدل

رگرسیون لجیت

| گروه | نمونه ۱ | نمونه ۲ | نمونه ۳ | نمونه ۴ | نمونه ۵ |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| اظهارنظر مقبول | ۷۱/۱ | ۶۳/۰۰ | ۵۶/۳ | ۵۹/۵ | ۶۳/۹ |
| اظهارنظر غیرمقبول | ۸۴/۲ | ۸۴/۳ | ۸۷/۲ | ۸۱/۲ | ۷۹/۶ |
| دقت کلی | ۷۹/۱ | ۷۵/۵ | ۷۶/۰۰ | ۷۱/۹ | ۷۳/۰۰ |

دقت مدل لجستیک در پیش‌بینی اظهارنظر حسابرسان مستقل برای کل داده‌های آموزشی ۷۱/۷۸ و داده‌های ارزیابی ۷۵/۱ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده عملکرد خوب مدل است.

آزمون فرضیه‌های پژوهش

استفاده از آزمون T برای مقایسه کارایی دو طبقه‌بند

فرض کنیم که با استفاده از روش K-Fold، K عدد فرد مجموعه یادگیری/ارزیابی ایجاد شده است و توسط هر یک از دو طبقه‌بند، K عدد خطای طبقه‌بندی محاسبه شده است. با فرض این که خطای محاسبه شده توسط هر طبقه‌بند، متغیرهای تصادفی هستند می‌توان نتیجه گرفت که اختلاف خطای این طبقه‌بندها روی نمونه‌های مشابه نیز متغیر تصادفی $\{e_i\}_{i=1}^k$ است. چنانچه بخواهیم

تصادفی عملکرد دو الگوریتم پیشنهاد شده را رد کنیم یا به عبارتی دیگر ادعا کنیم که دو الگوریتم با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند، باید فرض را به گونه‌ایی در نظر بگیریم که این الگوریتم‌ها دقیقاً دارای عملکرد مشابهی هستند؛ فرض می‌کنیم که میانگین اختلاف خطاهای آن‌ها برابر صفر است؛ لذا فرض H_0 را به صورت $\mu = (\mu_0 = 0)$ در نظر می‌گیریم، سپس دنبال سطح معنادار α به گونه‌ایی می‌گردیم که $\frac{\sqrt{k} (m-0)}{s} \notin (-t_{\alpha/2, k-1}, t_{\alpha/2, k-1})$ را برآورده کند. در این صورت با درجه اطمینان $(1-\alpha)100$ می‌توان فرض تساوی دو الگو را رد کرد. توجه شود که در این قسمت از آزمون دو طرفه برای رد کردن فرض تساوی دو الگو استفاده شده است. چنانچه متوسط خطای الگوی اول از دومی بیشتر باشد، انتظار می‌رود که متوسط اختلاف خطای اولی از دومی مقدار مثبت باشد. لذا فرض را به گونه‌ای می‌گیریم که $\mu \leq (\mu_0 = 0)$. سپس دنبال سطح معنادار α می‌گردیم تا این فرض رد شود. به عبارتی دیگر باید سطح معنادار α را به گونه‌ای پیدا کرد که $\frac{\sqrt{k} (m-0)}{s} \notin (-\infty, t_{\alpha, k-1})$ در این صورت با اطمینان $(1-\alpha)100$ می‌توان در مورد برتری عملکرد یک طبقه‌بند نسبت به طبقه‌بندی دیگر قضاوت کرد.

نگاره شماره ۱۴: نرخ خطای ارزیابی برای دو الگوریتم شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری

| اختلاف | MLP-ICA | MLP | نمونه فرعی |
|----------|---------|--------|--------------------|
| ۰/۰۱۴۵ | ۰/۰۴۹ | ۰/۰۶۳۵ | ۱ |
| ۰/۰۱۱۵ | ۰/۰۴۸۹ | ۰/۰۶۰۴ | ۲ |
| ۰/۰۰۶۴ | ۰/۰۵۵۵ | ۰/۰۶۱۹ | ۳ |
| ۰/۰۲۴۴ | ۰/۰۴۸۸ | ۰/۰۷۳۲ | ۴ |
| ۰/۰۱۱۸ | ۰/۰۴۸۵ | ۰/۰۶۰۳ | ۵ |
| ۰/۰۱۳۷۲ | | | m میانگین |
| ۰/۰۰۰۰۴۴ | | | واریانس σ^2 |

در این پژوهش برای ارزیابی از روش 5-Fold Cross Validation استفاده شد، پس در رابطه زیر مقدار $N=5$ است. حال با استفاده از رابطه زیر مقدار t به دست می‌آید:

$$t = \frac{\sqrt{N} * m}{\sqrt{\sigma^2}} = \frac{\sqrt{5} * 0.01372}{\sqrt{0.000044}} = 4.61364$$

حال اگر این t با درجه آزادی ۴ بر روی تابع تجمعی توزیع t با رابطه:

$$p=F(x|v)=\int_{-\infty}^x \frac{\Gamma(\frac{v+1}{2})}{\Gamma(\frac{v}{2})} \frac{1}{\sqrt{v\pi}} \frac{1}{\left(1+\frac{t^2}{v}\right)^{\frac{v+1}{2}}} dt$$

محاسبه گردد، مقدار آن برابر با ۰/۸۸۰۹ می‌شود و به این معناست که الگوریتم شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری از الگوریتم شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با درجه آزادی ۴ به احتمال ۸۹/۰۹ درصد بهتر است.

به‌طور مشابه برای سایر الگوریتم‌ها این کار تکرار می‌گردد و نتایج زیر حاصل می‌گردد:

فرضیه اول: الگوریتم شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری از الگوریتم شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با درجه آزادی ۴ به احتمال ۸۸/۰۹ درصد بهتر است (مقدار t برابر با ۴/۶۱۳۶۴).

فرضیه دوم: الگوریتم شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی خودسازمانده با درجه آزادی ۴ به احتمال ۹۴/۱۱ درصد بهتر است (مقدار t برابر با ۹/۲۱۶۷۲).

فرضیه سوم: الگوریتم شبکه عصبی بهینه‌سازی شده با الگوریتم رقابت استعماری از الگوریتم رگرسیون لجیت با درجه آزادی ۴ به احتمال ۹۷/۲۵ درصد بهتر است (مقدار t برابر با ۱۵/۳۶۹۷۳).

متغیرهای پیشنهادی مؤثر بر مدل‌های پژوهش

نگاره شماره (۱۵)، میزان اهمیت متغیرها برای پیش‌بینی نوع گزارش حسابرسی را به‌صورت مقایسه‌ای نشان می‌دهد که در ادامه توضیحات مربوط به متغیرهای با اهمیت (حداقل ۵ درصد) در تمامی مدل‌ها ارائه شده است.

نگاره شماره ۱۵: میزان اهمیت متغیرها جهت پیش‌بینی نوع اظهارنظر حسابرس مستقل

| LR | SOM | MLP-ICA | MLP | ویژگی‌ها |
|------|------|---------|------|---------------------------|
| ۰/۰۷ | ۰/۰۸ | ۰/۱۷ | ۰/۱۴ | نسبت جاری |
| - | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | گردش مجموع دارایی |
| - | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | بازده دارایی |
| ۰/۲۳ | ۰/۱۴ | ۰/۱۹ | ۰/۱۴ | بازده سرمایه‌گذاری |
| - | ۰/۰۷ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | بازده حقوق صاحبان سهام |
| ۰/۰۵ | ۰/۰۹ | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ | نسبت سودخالص |
| ۰/۱۶ | ۰/۰۹ | ۰/۱۳ | ۰/۱۲ | نسبت بدهی |
| - | ۰/۰۳ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | نسبت مالکانه |
| - | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | ارزش ویژه به بدهی بلندمدت |
| - | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ارزش بازار به ارزش دفتری |
| ۰/۰۸ | ۰/۰۷ | ۰/۰۵ | ۰/۰۹ | قیمت به درآمد |
| ۰/۱۰ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | لگاریتم دارایی |
| - | ۰/۰۲ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | نوع حسابرسی |
| ۰/۱۰ | ۰/۱۱ | ۰/۱۳ | ۰/۱۴ | نوع گزارش حسابرس سال قبل |
| - | ۰/۰۲ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ورشکستگی |
| - | ۰/۱۰ | ۰/۰۸ | ۰/۰۹ | نسبت دارایی بر درآمد خالص |
| ۰/۰۷ | ۰/۰۹ | ۰/۰۵ | ۰/۰۶ | زیان‌ده بودن شرکت |

از میان متغیرهای بالا نوع گزارش حسابرسی سال قبل، بازده سرمایه‌گذاری، نسبت جاری، نسبت بدهی، زیان‌ده بودن شرکت، قیمت به درآمد و نسبت سودخالص بیشترین تأثیر را بر تغییر نوع اظهارنظر حسابرس دارند. نوع گزارش حسابرسی سال قبل (از طبقه حاکمیت شرکتی) بیشترین اهمیت را با تغییر نوع اظهارنظر حسابرس مستقل داراست. با توجه به میزان اهمیت این متغیر می‌توان دلیل انتخاب آن توسط مدل‌ها را به دو عامل نسبت داد: در بسیاری از موارد ابهام در بیش از یک دوره مالی تداوم داشته و رفع بندهایی زمانبر است که باعث صدور گزارش حسابرسی غیرمقبول می‌شود. همچنین به این نتیجه می‌توان دست یافت که بیشتر شرکت‌ها به گزارش حسابرس توجه چندانی ندارند و بیشتر بندهای گزارش حسابرسی در طول چند سال تکرار می‌شود. چنین نتیجه‌ای مطابق با پژوهش سجادی،

فرازمند، دستگیر و دهقانفر (۱۳۸۶)، باقرپور ولاشانی، ساعی، مشکانی و باقری (۱۳۹۲)، ایرلند (۲۰۰۳)، لای (۲۰۰۹) و برخلاف احمدپور، طاهرآبادی و عباسی (۱۳۸۸) می‌باشد.

بازده سرمایه‌گذاری (از طبقه سودآوری) نشانگر میزان موفقیت شرکت در کسب سود و طریق تأمین آن از محل درآمد، فروش و سرمایه‌گذاری است. نتایج حاکی از آن است که ثبات مدیریت و سودآوری بالا، ارزیابی خطر کمتر و دریافت گزارش مقبول را به همراه دارد. چنین نتیجه‌ای مطابق با پژوهش باقرپور ولاشانی، ساعی، مشکانی و باقری (۱۳۹۲)، گاگانیس و پاشیوراس و دومپوس (۲۰۰۷) و برخلاف ستایش و جمالیان‌پور (۱۳۸۸) می‌باشد. نسبت جاری (از طبقه نقدینگی) به‌عنوان یکی از معیارهای سلامت مالی است. کوچک بودن آن به‌معنی مشکلات نقدینگی و بزرگ بودن بیش از حد آن نیز به‌معنی مدیریت ناکارای منابع نقدی شرکت‌ها است. همچنین می‌تواند شاخصی برای نشان دادن کمبود سرمایه در گردش باشد و فرض بر این است که هر چه نسبت جاری بزرگتر شود، شرکت برای بازپرداخت بدهی کوتاه‌مدت خود، دارایی کافی در اختیار دارد؛ لذا با افزایش نسبت جاری احتمال صدور گزارش مقبول نیز افزایش می‌یابد. چنین نتیجه‌ای مطابق با پژوهش سجادی، فرازمند، دستگیر و دهقان‌فر (۱۳۸۶)، پورحیدری و اعظمی (۱۳۸۹)، باقرپور ولاشانی، ساعی، مشکانی و باقری (۱۳۹۲)، اسپاتیس، افستاسیوس، نونوپلوس و مونوپلوس (۲۰۰۷) و برخلاف احمدپور، طاهرآبادی و عباسی (۱۳۸۸) است.

نسبت بدهی (از طبقه مدیریت بدهی) نشان‌دهنده توانایی شرکت در بازپرداخت بدهی بلندمدت است. هر چه این نسبت بالاتر باشد، نشانگر ریسک بالای شرکت است؛ زیرا در چنین مواردی حساب‌برسان نگران کمتر از واقع نشان دادن بدهی توسط شرکت خواهند بود. در نتیجه رابطه عکس بین نسبت بدهی با گزارش حسابرسی مقبول مورد انتظار است. چنین نتیجه‌ایی مطابق با پژوهش ستایش و جمالیان‌پور (۱۳۸۸)، پورحیدری و اعظمی (۱۳۸۹)، باقرپور ولاشانی، ساعی، مشکانی و باقری (۱۳۹۲) و برخلاف سجادی، فرازمند، دستگیر و دهقان‌فر (۱۳۸۶) و اسپاتیس (۲۰۰۳) می‌باشد.

میان زیان‌ده بودن شرکت مورد رسیدگی (از طبقه عملکرد) و تغییر در نوع اظهارنظر حسابرسی رابطه منفی وجود دارد؛ یعنی شرکت‌هایی که زیان گزارش می‌کنند، احتمال صدور گزارش مقبول حسابرسی در آن‌ها کاهش می‌یابد. انتظار می‌رود در شرکت‌هایی که به‌صورت متوالی زیان گزارش کنند، احتمال دریافت گزارش تعدیل شده زیادتر باشد و آن‌ها به‌سمت شیوه‌ای برای کاهش دید منفی ایجاد شده ناشی از اعلام زیان بروند. چنین نتیجه‌ایی مطابق با پژوهش ستایش و جمالیان‌پور (۱۳۸۸)، باقرپور ولاشانی، ساعی، مشکانی و باقری (۱۳۹۲) و گاگانیس، پاشیوراس و دومپوس (۲۰۰۷) می‌باشد.

گزارش حسابرسی هنگامی دارای محتوای اطلاعاتی است که نه تنها انتظارات سرمایه‌گذاران، بلکه عرضه و تقاضای سهام را نیز تغییر دهد. با توجه به نتیجه پژوهش حاضر، میان نوع اظهارنظر حسابرس مستقل و قیمت سهام (از طبقه ارزش بازار) رابطه وجود دارد. به عبارتی، بازار به‌طور معناداری نسبت به محتوای اطلاعاتی گزارش‌های حسابرسی، واکنش نشان می‌دهد. چنین نتیجه‌ای مطابق با ال تونبیت، خامس و ال فایومی (۲۰۰۸) و برخلاف مهدوی و غیوری‌مقدم (۱۳۸۹) می‌باشد. نسبت سود خالص (از طبقه سودآوری) معیاری معیار مناسبی برای بررسی کارایی و عملکرد واحد اقتصادی است. اگر این نسبت در مقایسه با سال‌های گذشته کاهش یابد، به معنی افزایش هزینه‌های شرکت یا کاهش فروش آن خواهد بود. چنین نتیجه‌ای مشابه با پژوهش ستایش و جمالیان‌پور (۱۳۸۸)، گاگانیس، پاشیوراس و دومپوس (۲۰۰۷) و کورنت، تروی و نفسینگر (۲۰۰۸) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

برآورد مدلی که بتواند به‌نحو مطلوب اظهارنظر حسابرسان را پیش‌بینی و به شناسایی نسبت‌های مؤثر بر نوع اظهارنظر حسابرس بی‌انجامد، می‌تواند باعث کاهش گستردگی و پیچیدگی اطلاعات، زمان و هزینه حسابرسی، بهبود تصمیم‌گیری و در نهایت کمک به حسابرس در انجام مطلوب‌تر فرآیند حسابرسی شود. گزارش حسابرس مستقل در این پژوهش، دو دسته مقبول و غیرمقبول (شامل گزارش‌های مشروط، مردود و عدم اظهارنظر) می‌باشد. نمونه‌ها شامل ۱۴۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار است که ۵۸۵ سال - شرکت گزارش غیرمقبول و ۳۹۵ سال - شرکت گزارش مقبول دریافت کردند. در این پژوهش از چهار مدل شبکه عصبی بهینه شده با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری، شبکه عصبی مصنوعی بهینه نشده، شبکه عصبی خودسازمانده و رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی نوع اظهارنظر حسابرس استفاده شده است که می‌توان نتیجه گرفت مدل‌های پیش‌بینی‌کننده اظهارنظر حسابرس مستقل مبتنی بر هوش مصنوعی و داده‌کاوی نسبت به مدل آماری رگرسیون لجستیک عملکرد بهتری دارند. از میان عوامل تعیین‌کننده تغییر نوع اظهارنظر حسابرس مستقل، نوع گزارش حسابرسی سال قبل، بازده سرمایه‌گذاری، نسبت جاری، نسبت بدهی، زیان‌ده بودن شرکت، قیمت به درآمد و نسبت سود خالص بیشترین تأثیر را دارند. مدل‌های این پژوهش برای بررسی و ارزیابی وضعیت صورت‌های مالی شرکت‌هایی می‌تواند مفید واقع شود که از خدمات حسابرسان مستقل استفاده نمی‌کنند، از مهم‌ترین محدودیت‌های پیش روی پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تأثیر متغیرهای دیگری که کنترل آن‌ها خارج از دسترس محقق است و امکان تأثیرگذاری آن‌ها بر نتایج پژوهش منتفی نیست. متغیرهایی مانند نوسانات شاخص‌های عمده اقتصادی، شرایط سیاسی، وضعیت بازار سرمایه؛
- داده‌های برخی از شرکت‌ها در پایگاه‌های اطلاعاتی موجود نبود که این موضوع عمدتاً به دلیل عدم ارائه اطلاعات از سوی شرکت‌ها بود. به دلیل این که یکی از شرایط انتخاب نمونه این تحقیق در دسترس بودن داده‌ها بود، چنین شرکت‌هایی از نمونه حذف گردیدند. ضمن این که ممکن است هنگام گردآوری داده‌ها اشتباهاتی رخ داده باشد و ارقام پایگاه‌های مختلف با یکدیگر متفاوت باشند؛
- با توجه به این که در این پژوهش، گزارش‌های حسابرسان مستقل و برخی از متغیرهای مستقل، براساس متغیرهای دو وجهی به مقبول و غیرمقبول تقسیم شده‌اند؛ بنابراین باید درخصوص نتایج جانب احتیاط را رعایت نمود.

پیشنهاد‌های پژوهش

پیشنهاد‌های حاصل از نتایج پژوهش

- استاندارد حسابرسی شماره ۳۰۰ (برنامه‌ریزی)، رهنمودهایی در زمینه برنامه‌ریزی حسابرسی صورت‌های مالی ارائه کرده است. استفاده از نتایج چنین تحقیقاتی در مرحله برنامه‌ریزی، موجب شناسایی تنگناهای موجود در صورت‌های مالی شده و می‌تواند به حسابرسان در برنامه‌ریزی دقیق‌تر کمک کند؛ همچنین در مرحله نهایی انجام حسابرسی می‌توان با بکارگیری مدل برآورد شده از نتایج به دست آمده اطمینان بیشتری حاصل کرد.
- براساس نتایج پژوهش، نسبت جاری بر تغییر در نوع اظهارنظر حسابرسان مؤثر است، بنابراین لازم است بنگاه‌های اقتصادی اقداماتی را برای حفظ این نسبت در سطح معقول انجام دهند؛ همچنین علاوه بر حسابرسان به مدیران نیز توصیه می‌شود که کنترل‌های ویژه‌ای روی ارقام تشکیل‌دهنده این نسبت‌ها داشته باشند.
- در رابطه با نسبت بدهی به کل دارایی نیز حسابرسان، می‌توانند رسیدگی‌های کامل‌تری را برنامه‌ریزی کرده و روش‌های حسابرسی را به گونه‌ای طراحی و اجرا نمایند که از کامل بودن بدهی‌های ثبت شده اطمینان حاصل کنند.
- با توجه به نتایج پژوهش، گزارش زبان می‌تواند به عنوان یک خبر بد در مورد نتایج عملکرد سالانه شرکت مورد توجه قرار گیرد. در مورد این شرکت‌ها، حسابرسان عملیات حسابرسی را با

احتیاط و اعمال مراقبت حرفه‌ای و محافظه‌کاری بیشتری انجام می‌دهند؛ به‌ویژه زمانی که احتمال بروز ناتوانی مالی، ورشکستگی یا عدم تداوم فعالیت یا تقلب مدیران در شرکت‌های زیان‌ده وجود داشته باشد.

- بحث مربوط به محتوای اطلاعاتی گزارش حسابرسی با نظارت برون سازمانی و تأثیر آن بر ارزش شرکت و تصمیم‌گیرندگان، می‌تواند برای مجامع وضع‌کننده استانداردها، سازمان بورس اوراق بهادار، شرکت‌ها، سرمایه‌گذاران و پژوهشگران از اهمیت بسزایی برخوردار باشد.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

- تأثیر متغیرهای مالی و غیرمالی بر بند شرط‌های موجود در گزارش‌های حسابرسی؛
- بررسی جامع تأثیرگذاری متغیرهای مستقلی از قبیل دعاوی حقوقی، تنوع جنسی اعضای هیئت مدیره، پرداخت یا عدم پرداخت سود هیئت مدیره و ... بر نوع گزارش حسابرسی؛
- بررسی رابطه میان نوع گزارش حسابرس مستقل با ساختار مالکیت واحد تجاری و تغییر ساختار مدیریتی؛
- بررسی رابطه میان ریسک حسابرسی و نوع گزارش حسابرس مستقل

منابع و مأخذ

- 1- Abbaszadeh, MR., Kadivar, H., & Khorami, S. (2013), Density Audit and Audit Quality, Eleventh National Conference on Accounting Iran, Mashhad, Ferdowsi University, October. (*In Persian*)
- 2- Ahmadpour, A., Taherabadi, A & Abbasi, SH. (2010), The Impact of Financial and Non- Financial Variables on the Quality of Auditing Report of The TSE Listed Companies. *Journal of Securities Exchange*, 3(9), 77-96. (*In Persian*)
- 3- Al-Thuneibat, A. Khamees, A, B & Al-Fayoumi, N, A. (2008), The Effect of Qualified Auditors' Opinions on Share Prices: Evidence from Jordan. *Managerial Auditing Journal*, 23(1), 84-101.
- 4- Audit Standards Audit Committee. (2009), Audit Standards, Tehran: Publication of the Specialized Audit and Accounting Research Center of the Audit Organization. (*In Persian*)
- 5- Bagherpour Velashani, M. A. Saei, M.J., Meshkani, A & Bagheri. M. (2013), Prediction of Independent Auditor Opinion in Iran: Data Mining Approach. *Accounting Research*, 5(19), 144-150. (*In Persian*)
- 6- Chen, K. & Church, B. (1992), Default on Debt Obligations and the Issuance of Going Concern Opinions, *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 11(2), 30-49.
- 7- Cohen, J.R., Krishnamoorthy, G. & Wright, A. (2004), Corporate Governance Mosaic and Financial Reporting Quality, *Journal of Accounting Literature*, 23, 87-152.
- 8- Cornett, M. M., Adair Troy A & Nofsinger, J. (2008), Finance: Applications & Theory, 1st Edition, MacGrow-Hill Irwin.
- 9- Gaganis, C., Pasiouras, F & Doumpos, M. (2007), Probabilistic Neural Networks For the Identification of Qualified Audit Opinions. *Expert Systems with Applications*, 32(1), 114-124.

- 10- Hassas Yegane, y., Taghavifard, M, & Mohammadpour, F. (2014), Use of Neural Networks to Identify Auditor's Audience Type. *Audit Quarterly: Theory and Practice*, 1(1), 131-159. (*In Persian*)
- 11- Ireland, J. (2003), an Empirical Investigation of Determinants of Audit Reports in the UK, *Journal of Business Finance & Accounting*, 30 (7 & 8), 975–1015.
- 12- Ittonen, K. (2012), Market Reactions to Qualified Audit Reports: Research Approaches, *Accounting Research Journal*, 25(1), 8-24.
- 13- Jensen, M.C. & Meckling, W.H. (1976), Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure, *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305-360.
- 14- Kiang M.Y., Hu, M.Y & Fisher, D.M. (2006), An Extended Self-Organizing Map Network for Market Segmentation-a Telecommunication Example. *Decision Support Systems*, 42(1), 36-47.
- 15- Khorani, v., Forouzideh, N., & Motie Nasrabadi, A. (2011), Artificial Neural Network Weights Optimization Using ICA, GA, ICA-GA and R-ICA GA: Comparing Performances. *Hybrid Intelligent Models and Application (HIMA)*, IEEE, 61-67. (*In Persian*)
- 16- Kleinman, G & A. Anandarajan. (1999), The Usefulness of Off-balance Sheet Variables as Predictors of Auditors Going Concern Opinions: An Empirical Analysis. *Managerial Auditing Journal*, 14(6), 286-293.
- 17- Koskivaara, E. (2004), Artificial Neural Networks in Analytical Review Procedures, *Managerial Auditing Journal*, 19(2), 191–223.
- 18- Ianniello, G., & Galloppo, G. (2015), Stock Market Reaction to Auditor Opinions – Italian Evidence, Research paper, *Managerial Auditing Journal*, 30(6/7), 610-632.
- 19- Lia, K.W. (2009), Audit Opinion and Disclosure of Audit Fees, *Journal of Accounting and Finance*, 24(1), 91-114.

- 20- Liu, H-H & Ong, Ch-Sh. (2008). Variable Selection in Clustering for Marketing Segmentation Using Genetic Algorithms. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 502-510.
- 21- Mahdavi, Gh & Ghayuri Moghadam, A. (2010), Investigation of the Content of the Conditional Audited Report of Companies Listed in Tehran Stock Exchange, *Accounting Research*, 2(6), 68-85. (*In Persian*)
- 22- Menhaj, M. B. (1997), *Fundamentals of Artificial Neural Networks*. Professor Hesabi's Publishing Center. (*In Persian*)
- 23- Pasiouras, F., Gaganis, C. & Zopounidis, C. (2007), Multicriteria Decision Support Methodologies for Auditing Decisions: The Case of Qualified Audit Reports in the UK, *European Journal of Operational Research*, 180(3), 1317–1330.
- 24- Pourheidari, O & Azami, Z. (2010), Predicting Auditors Opinions: A Neural Networks Approach, *Journal of Accounting Knowledge*, 1(3), 77-97. (*In Persian*)
- 25- Rittenberg, L.E., Johnstone, K.M. & Gramling, A.A. (2012), *Auditing: A business risk approach*, 8th ed., South-Western CENGAGE Learning, Mason, OH.
- 26- Sajjadi, H., Farazmand, h., Dastgir, H., & Dehghanfar, D. (2007), The Effect of Variables on Qualified Audit Report, *Empirical Studies in Financial Accounting Quarterly*, 9(18), 123-146. (*In Persian*)
- 27- Setayesh, M.H., & Jamalianpour, M. (2008), investigating the relationship between financial ratios and non-financial variables with the auditor's opinion, *Accounting Research*, 1(2), 130-157. (*In Persian*)
- 28- Setayesh, M.H., & Ghafari, M.J. (2009), Data mining in auditing. Auditor's Two Monthly, 11(47), 106-112. (*In Persian*)
- 29- Spathis C., Efstathios K., Nanopoulos A., & A. Manolopoulos, (2007), Predicting Qualified Auditor's Opinions: A Data Mining Approach, Department of Accounting Technological Educational Institution of Thessaloniki, Greece, working Paper.

- 30- Spathis, T. (2003), Audit Qualification, Firm Litigation, and Financial Information: an Empirical Analysis in Greece, *International Journal of Auditing*, 7 (1), 71-85.
- 31- Tayefeh Mahmoudi, M., Forouzideh, N., Lucas, C & Taghiyareh, F. (2009), Artificial Neural Network Weights Optimization Based on Imperialist Competitive Algorithm, www.csit.am/2009. (*In Persian*)
- 32- Technical Committee of Iran Audit Organization. (2010), Audit Standards. Tehran, Audit Organization. (*In Persian*)
- 33- Tspouridou, M., & Spathis, C. (2014), Audit Opinion and Earnings Management: Evidence from Greece, *Accounting Forum*, 38(1), 38– 54.
- 34- Valipour, H., Kazemnejad, M., & Rezaei, GH. (2017), the Usefulness of Relief Feature Selection Method in Auditors' Opinion Type Prediction, *Accounting and Audit Management Knowledge*, 6(21), 109-120. (*In Persian*)