الگوریتم‌های یادگیری عمیق و تحلیل ریسک حسابرسی: رویکردی نوین در حمایت از رفتار حرفه‌ای حسابرسان

چکیده

هدف پژوهش حاضر، توسعه مدلی کارآمد برای پیش‌بینی ریسک حسابرسی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری عمیق و بررسی پیامدهای آن در تقویت رفتار حرفه‌ای حسابرسان است. در این راستا، سه الگوریتم پیشرفته شامل ماشین بردار پشتیبان (SVM)، شبکه عصبی پیچشی (CNN) و شبکه عصبی بازگشتی (RNN) بر داده‌های مالی و غیرمالی ۱۵۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲ به‌کار گرفته شدند. ریسک حسابرسی به‌صورت متغیر ساختگی، متناسب با بروز خطاهای نوع اول و دوم در گزارش حسابرس تعریف و اندازه‌گیری شد. به‌منظور شناسایی متغیرهای مؤثر بر ریسک حسابرسی، از آزمون مقایسه میانگین دو نمونه بهره گرفته شد. سپس عملکرد مدل‌های یادگیری عمیق بر اساس شاخص‌های دقت پیش‌بینی مقایسه گردید. نتایج نشان داد که الگوریتم RNN با دقت ۹۶.۴ درصد بالاترین عملکرد را داشته و مدل CNN با ۸۵.۸ درصد کمترین دقت را ثبت کرده است. یافته‌ها حاکی از آن است که الگوریتم‌های یادگیری عمیق، به‌ویژهRNN ، قادرند الگوهای پنهان و وابستگی‌های زمانی را در داده‌های مالی شناسایی کرده و از این طریق، ابزارهای قدرتمندی برای پشتیبانی از قضاوت حرفه‌ای و ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری حسابرسان فراهم آورند. این پژوهش گامی در جهت تلفیق فناوری‌های هوش مصنوعی با الزامات اخلاقی و حرفه‌ای حسابرسی است و می‌تواند به بهبود فرآیندهای ارزیابی ریسک، کاهش خطاهای قضاوتی و ارتقای اعتماد ذی‌نفعان در گزارشگری مالی منجر شود.

واژه های کلیدی: پیش بینی ریسک حسابرسی، یادگیری عمیق، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی پیچشی، شبکه عصبی بازگشتی

طبقه بندی JEL: G33, G38, G34, E44, C19, M4

۱. مقدمه

حسابرسان مستقل در کاهش مشکل انتخاب نادرست بین مدیران و سرمایه‌گذاران (و سایر ذینفعان) با تأیید اینکه صورت‌های مالی به درستی بیانگر اقتصاد زیربنایی شرکت هستند، نقش بسزایی دارند (دی فاند و ژانگ[1]، ۲۰۱۴). از آنجایی که موسسات حسابرسی مجموعاً دارای منابع حرفه ای، تخصص فنی و سرمایه معتبر هستند، می توانند تضمینی مقرون به صرفه و قابل اعتماد ارائه دهند (واتس و زیمرمن[2]، ۱۹۸۳). با این حال، سطح حسابرسی مبادله شده بین حسابرسان و صاحبکارانشان ناهمگن است و به عوامل متعددی از جمله ویژگی های صاحبکار، شایستگی های حسابرس و شرایط صنعت بستگی دارد (به عنوان مثال، سیمونیک[3]، ۱۹۸۰؛ دی آنجلو[4]، ۱۹۸۱). برای مثال، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد حسابرسان متخصص عموماً با نتایج مطلوب حسابرسی مرتبط هستند و می‌توانند به تضمین و نشان دادن شفافیت بیشتر گزارش‌دهی کمک کنند(دی فاند و ژانگ، ۲۰۱۴).

ارزیابی ریسک حسابرسی مهم است، زیرا ماهیت، وسعت و زمان‌بندی رویه‌های برنامه‌ریزی شده را تعیین می‌کند. اول، رویکردی که حسابرسان برای ارزیابی ریسک‌ها استفاده می‌کنند، می‌تواند به ارزیابی‌های متفاوتی منجر شود (جیامبالوو و والر[5]، ۱۹۸۴؛ زیمبلمن[6]، ۱۹۹۷؛ اودانل و شولتز[7]، ۲۰۰۳؛ ویلکز و زیمبلمن[8]، ۲۰۰۴). به عنوان مثال، مطالعات تجربی نشان می‌دهد که ارزیابی‌های ریسک تقلب زمانی که حسابرسان از رویکردهای کل‌نگر استفاده می‌کنند در مقایسه با رویکردی که به طور جداگانه خطرات تقلب را برای اجزای مختلف ارزیابی می‌کند، کمتر برآورد می‌شود (زیمبلمن، ۱۹۹۷؛ ویلکس و زیمبلمن، ۲۰۰۴). دوم، مطالعات تجربی نشان می‌دهد که حسابرسان برای اصلاح روش‌های حسابرسی برنامه‌ریزی‌شده در پاسخ به ارزیابی ریسک، زمان دشواری دارند(زیمبلمن، ۱۹۹۷؛ گلوور و همکاران[9]، ۲۰۰۰؛ گلوور وهمکاران، ۲۰۰۳؛ هامرسلی و همکاران[10]، ۲۰۱۱). سوم، انجام یک ارزیابی ریسک استراتژیک از مدل کسب و کار صاحبکار به عنوان اولین گام برای ارزیابی ریسک (به عنوان مثال، طبق روش حسابرسی مورد نیاز) با پیامدهای ناخواسته در ارزیابی های بعدی ریسک حسابرس مرتبط است(اودانل و شولتز، ۲۰۰۳).

در حوزه حاکمیت مالی، شناسایی و پیشگیری از ریسک حسابرسی برای حفظ یکپارچگی و قابلیت اطمینان صورت‌های مالی از اهمیت بالایی برخوردار است. فعالیت های متقلبانه کشف نشده می تواند عواقب شدیدی داشته باشد و نه تنها بر رفاه مالی شرکت تأثیر بگذارد بلکه اعتماد سهامداران و سرمایه گذاران را نیز از بین ببرد. در نتیجه، توسعه مدل‌های موثر پیش‌بینی ریسک حسابرسی به یک نقطه کانونی در سال‌های اخیر تبدیل شده است (الدین و همکاران[11]، ۲۰۲۳).

در سال‌های اخیر، تلاقی حسابرسی مالی و هوش مصنوعی شاهد افزایش فعالیت‌های تحقیقاتی بوده است که ناشی از نیاز روزافزون به تشخیص دقیق‌تر، کارآمدتر و به موقع‌تر ریسک حسابرسی و ناهنجاری‌های مالی است. از لحاظ تاریخی، پیش‌بینی ریسک حسابرسی عمدتاً بر روش‌های آماری مرسوم و اکتشافی متکی بود. مدل‌های مبتنی بر تحلیل رگرسیون، درخت‌های تصمیم‌گیری و سیستم‌های مبتنی بر قواعد رایج بودند. این روش‌ها، در حالی که به‌عنوان ابزارهای اساسی عمل می‌کردند، اغلب برای به تصویر کشیدن پیچیدگی و غیرخطی بودن ذاتی داده‌های مالی تلاش می‌کردند. در نتیجه، نیاز قانع کننده ای برای رویکردهای پیچیده تر وجود داشت.

---

[1]-DeFond and Zhang
[2]-Watts and Zimmerman
[3]-Simunic
[4]-DeAngelo
[5]-Jiambalvo and Waller
[6]-Zimbelman
[7]-O'Donnell and Schultz
[8]-Wilks and Zimbelman
[9]-Glover et al.
[10]-Hammersley et al.
[11]-Al-Din et al.

با ظهور تکنیک‌های یادگیری ماشین، مانند جنگل‌های تصادفی، ماشین‌های بردار پشتیبان و تقویت گرادیان، پیشرفت قابل‌توجهی در قابلیت‌های پیش‌بینی مدل‌های ریسک حسابرسی مشاهده شد. این روش‌ها در مدیریت داده‌های با ابعاد بالا و تعاملات پیچیده بین متغیرها برتری داشتند و دقت و قابلیت تفسیر بیشتری را ارائه می‌کردند. محققان به طور فزاینده ای به این تکنیک ها روی آوردند تا محدودیت های مدل های سنتی را برطرف کنند. پیشرفت‌های اخیر در یادگیری عمیق، از جمله کاربرد شبکه‌های عصبی عمیق[1]، افق‌های پیش‌بینی ریسک حسابرسی را بیشتر گسترش داده‌اند. این مدل‌ها می‌توانند وابستگی‌های زمانی را در داده‌های مالی ثبت کنند و برای تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، که جنبه‌ای حیاتی از حسابرسی است، مناسب هستند.

پژوهش حاضر با بکارگیری مجموعه متنوعی از شاخص های مالی و غیر مالی و نیز با استفاده از الگوریتم های یادگیری عمیق اقدام به پیش بینی ریسک حسابرسی می کند تا با دستیابی به مدل پیش بینی قدرتمندتر، موسسات حسابرسی، حسابرسان و سایر دیتفعان در حوزه حسابرسی با اطمینان خاطر بالاتری بتوانند ریسک حسابرسی صاحبکار را پیش بینی نمایند. در همین راستا، انجام پژوهشی در این حوزه ضروری است و می تواند باعث توسعه و غنای مبانی نظری پژوهش در حوزه ربسک حسابرسی گردد. و همچنین یافته های حاصل از پژوهش حاضر می تواند پیامدهای مهمی برای حسابرسان و سازمان هایی داشته باشد که به دنبال بهبود فرآیندهای ارزیابی ریسک حسابرسی خود هستند و در نهایت منجر به بهبود شفافیت مالی و کشف تقلب گردد. در چشم‌انداز پویای حاکمیت مالی، تشخیص و پیشگیری از ریسک حسابرسی برای اطمینان از یکپارچگی و قابلیت اطمینان صورت‌های مالی بسیار مهم است. عواقب فعالیت های متقلبانه کشف نشده می تواند شدید باشد و نه تنها بر سلامت مالی سازمان ها بلکه بر اعتماد سهامداران و سرمایه گذاران نیز تأثیر بگذارد. در نتیجه، توسعه مدل‌های موثر پیش‌بینی ریسک حسابرسی در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. ارزیابی ریسک حسابرسی در یک کار حسابرسی می‌تواند مستقیماً بر هزینه‌ها، زمان‌بندی و استراتژی‌ها و همچنین کیفیت حسابرسی تأثیر بگذارد. مهمترین چالش در ارزیابی ریسک حسابرسی، توانایی تشخیص دقیق تحریفات با اهمیت در صورتهای مالی است. روش‌های مرسوم پیش بینی ریسک حسابرسی اغلب محدودیت‌هایی را در تمایز بین تغییرات نرمال و ناهنجاری‌های بالقوه نشان می‌دهند. هدف اصلی پژوهش حاضر استفاده از قابلیت‌های مدل‌سازی غیرخطی شبکه‌های عصبی برای افزایش حساسیت تشخیص و دقت پیش‌بینی ریسک حسابرسی است. دو جریان متفاوت در متون پژوهشی، پیشینه و مبنایی برای این پژوهش فراهم می کند؛ یکی پژوهش های انجام شده در رابطه با ریسک حسابرسی و دیگری متون مربوط به تکنیک های یادگیری عمیق است. این دو جریان قلمروهای پژوهشی گسترده ای هستند که پژوهش های متقابل بسیار اندکی در داخل کشور، در این زمینه انجام شده است. پژوهش های صورت گرفته نیز با توجه به محدودیت در زمینه دسترسی به داده های ریسک حسابرسی با یکدیگر متفاوت هستند؛ از این رو، پژوهش حاضر در تلاش است تا با استفاده از الگورتیم های یادگیری عمیق (ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی پیچشی و شبکه عصبی بازگشتی) و با بکارگیری جامع ترین متغیرهای اثرگذار بر ریسک حسابرسی (با بررسی جامع پژوهش داخلی و خارجی انجام شده در حوزه ریسک حسابرسی و مصاحبه با خبرگان) سعی در ارائه مدلی برای پیش بینی ریسک حسابرسی با دقت و صحبت بالا می باشد، که این موضوع در نوع خود منحصربفرد می باشد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. مبانی نظری پژوهش

نقش حسابرسان به عنوان واسطه اطلاعاتی در بازار سرمایه مورد تأکید بسیاری از پژوهش‌ها قرار گرفته است (به عنوان مثال، بهن، چوی و کانگ[2]، ۲۰۰۸؛ وو و ویلسون[3]، ۲۰۱۶). حسابرسان با کاهش عدم تقارن اطلاعاتی بین شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران، زمینه را برای تصمیم‌گیری بهتر سرمایه‌گذاران فراهم می‌سازند. ادبیات موجود نشان می‌دهد که انتخاب حسابرس می‌تواند بر هزینه سرمایه، ریسک سقوط قیمت سهام، هزینه‌های تأمین مالی و شدت شرایط قراردادهای بدهی تأثیرگذار باشد (خورانا و

[1]-Deep Neural Networks (DNNs)
[2]-Behn, Choi, and Kang
[3]-Wu and Wilson

رامان[1]، ۲۰۰۴؛ کریشنان، لی و وانگ[2]، ۲۰۱۳؛ رابین، وو و ژانگ[3]، ۲۰۱۷). از سوی دیگر، حسابرسان نقش بسزایی در ارتقای حاکمیت شرکتی ایفا کرده و از طریق نظارت مؤثر، اختیارات مدیریتی را محدود می‌سازند (فن و وانگ[4]، ۲۰۰۵؛ چوی و ونگ[5]، ۲۰۰۷). شواهد تجربی نیز حاکی از آن است که بین ویژگی‌های نظارتی شرکت‌ها و تلاش حسابرس ارتباط معناداری وجود دارد (به عنوان مثال، بکر و همکاران[6]، ۱۹۹۸؛ کریشنان[7]، ۲۰۰۳؛ کارامانیس و لنوکس[8]، ۲۰۰۸؛ کیم، لی و پارک[9]، ۲۰۱۵).

در سطح بین‌المللی، سازمان‌های نظارتی مانند هیئت نظارت بر حسابداری شرکت های دولتی(PCAOB)[10]، کمیسیون اروپا (EC)[11] و هیئت استانداردهای بین المللی حسابرسی و اطمینان بخشی (IAASB)[12] اقدام به تدوین شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری ریسک و کیفیت حسابرسی کرده‌اند. در ادبیات داخلی نیز، ریسک حسابرسی به عنوان احتمال صدور اظهار نظر نامناسب حسابرس در حضور تحریف بااهمیت تعریف شده است (مهدوی و نمازی، ۱۳۹۰). مؤسسه‌های حسابرسی عمدتاً با سه ریسک مرتبط در پذیرش کار حسابرسی مواجه هستند: ۱. ریسک تجاری صاحبکار که شامل سودآوری و بقا یا تداوم فعالیت شرکت صاحبکار است. ۲ . ریسک حسابرسی، یعنی زمانی که صورت‌های مالی صاحبکار به‌درستی ارائه نشده و حسابرس قادر به تشخیص اشتباهات نیست. ۳. ریسک تجاری حسابرس که شامل هزینه‌های بالقوه‌ی دادخواهی، تحقق حق‌الزحمه و کاهش اعتبار یا شهرت حسابرس است (استنلی، ۲۰۱۱). هی و همکاران (۲۰۰۶) و ونکاتارامن و همکاران (۲۰۰۸) استدلال می کنند که حق‌الزحمه حسابرسی با ریسک حسابرسی در ارتباط است و حسابرسان برای کاهش ریسک‌های حسابرسی به یک سطح قابل‌قبول، حق‌الزحمه‌ی حسابرسی بالاتری تعیین می‌کنند، به‌ویژه اگر ریسک حسابرسی شامل مسائل مربوط به گزارش‌گری مالی باشد (هوآنگ و همکاران، ۲۰۱۴).

مطالعات نظری متعددی نشان داده‌اند که افزایش ریسک صاحبکار منجر به افزایش تلاش حسابرس و در نتیجه افزایش ساعات کاری و حق‌الزحمه می‌گردد (دوگر و همکاران، ۲۰۱۰). برخی پژوهش‌ها نیز به بررسی رابطه بین ریسک دعاوی حقوقی و رفتار حسابرسان پرداخته و نشان داده‌اند که مؤسسات حسابرسی بزرگ‌تر و دارای برند معتبر، تمایل کمتری به پذیرش صاحبکاران پرریسک دارند (سیمونیچ و استاین، ۲۰۱۶). گیگلر و بوخاس[13](۱۹۹۸) به بیان نظریه ای پیرامون "استعفای حسابرس" پرداختند. براساس این نظریه افزایش مسئولیت حسابرس علت اکثر استعفاهای حسابرسان است و صاحبکارانی که حسابرسان شان استعفاء می دهند به دنبال موسسه های کوچک تر می باشند. آنان نتیجه می گیرند که افزایش زیاد مسئولیت سبب کاهش ریسک کلی، و از این رو، کاهش عرضه کیفیت حسابرسی می گردد.افزون بر این، کیفیت حسابرسی با ویژگی‌های نظارتی هیأت مدیره، کمیته حسابرسی و ساختار مالکیت شرکت نیز مرتبط است.

در نهایت، با توجه به پیچیدگی روزافزون معاملات مالی و افزایش حجم داده‌های حسابداری، روش‌های سنتی تحلیل، قادر به شناسایی روابط غیرخطی میان متغیرها نیستند. این محدودیت‌ها، ضرورت بهره‌گیری از رویکردهای پیشرفته مانند یادگیری ماشین و یادگیری عمیق را برای ارزیابی دقیق‌تر ریسک حسابرسی توجیه می‌کند. علاوه بر این، چشم انداز مالی به طور مداوم در حال تحول است، با ابزارهای جدید، مقررات، و پویایی بازار با سرعتی بی سابقه در حال ظهور است. این تکامل سریع نیازمند رویکردهای انطباقی و پیچیده ای برای پیش بینی ریسک حسابرسی است که می تواند همگام با محیط مالی در حال تغییر باشد

---

[1]-Khurana and Raman
[2]-Krishnan, Li and Wang
[3]-Robin, Wu, and Zhang
[4]-Fan and Wong
[5]-Choi and Wong
[6]-Becker et al.
[7]-Krishnan
[8]-Caramanis and Lennox
[9]-Kim, Li and Park
[10]-Public Company Accounting Oversight Board (PCAOB)
[11]-The European Commission (EC)
[12]-The International Auditing and Assurance Standards Board (IAASB)
[13]-Gigler and Bockus

(او.ابومحسن و همکاران، ۲۰۲۳؛ الدین و همکاران[1]، ۲۰۲۳). در همین راستا، هدف اصلی پژوهش حاضر، پیش بینی ریسک حسابرسی براساس الگوریتم های یادگیری عمیق می باشد.

۲-۲. پیشینه تجربی پژوهش

در مطالعات داخلی، همتی و همکاران (۱۳۹۹) با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی فیدفروارد، ارزیابی ریسک حسابرسی را با دقتی نزدیک به ۹۷ درصد گزارش کردند. دارابی و همکاران (۱۳۹۹) تأثیر شرایط اقتصاد کلان بر ریسک حسابرسی را مورد بررسی قرار دادند. حیدری‌نژاد و همکاران (۱۴۰۰) نیز رابطه منفی معناداری بین اثربخشی کمیته حسابرسی و ریسک حسابرسی یافتند. غلامی و دشتبانی (۱۴۰۰) کیفیت حسابرسی را عاملی کاهنده برای ریسک حسابرسی معرفی کردند و فریدی مایوان و همکاران (۱۴۰۱) به ارتباط منفی افشای مسئولیت اجتماعی با ریسک حسابرسی اشاره نمودند.

از دیگر مطالعات، عزیزی و همکاران (۱۴۰۱) بر نقش توانایی‌های شناختی و رفتاری حسابرسان در میزان پذیرش ریسک تأکید داشتند. همتی و همکاران (۱۴۰۱) نشان دادند که استفاده از ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات، عملکرد بهتری در پیش‌بینی ریسک دارد. زارعیان و حجازی (۱۴۰۲) با استفاده از رویکرد ترکیبیISM-ANP ، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ریسک حسابرسی مالیاتی را شناسایی کردند.

در سطح بین‌المللی، هوگان و ویلکینس (۲۰۰۸) تأثیر ناکارآمدی کنترل داخلی بر افزایش حق‌الزحمه حسابرسی را بررسی کردند. حاجی‌ها (۲۰۱۱) با بهره‌گیری از روش دلفی، عوامل مؤثر بر ریسک حسابرسی را در ایران شناسایی نمود. پژوهش پورکونا-انگویکس و همکاران (۲۰۲۱) با بهره‌گیری از نظریه فازی به ارزیابی ریسک حسابرسی توسط رهبران تیم حسابرسی پرداخت.

کورت (۲۰۲۲) تأثیر تخصص حسابرس در زمینه حسابرسی شرکت‌های دارای مشتریان دولتی را بررسی کرد و دنگ و همکاران (۲۰۲۳) به تحلیل پیامدهای افشای اجباری ریسک حسابرسی پرداختند. در نهایت، پژوهش‌های ابومحسن، الدین و زهیر و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از معماری‌های متنوع شبکه‌های عصبی مانندCNN ، RNNوLSTM ، به پیش‌بینی ریسک حسابرسی پرداخته و RNN را به عنوان مدل با عملکرد برتر شناسایی کردند.

پیشینه پژوهش به روشنی نشان می‌دهد که ترکیب ویژگی‌های مالی و غیرمالی شرکت‌ها با الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری عمیق، می‌تواند به افزایش دقت در شناسایی ریسک حسابرسی منجر شود. بر این اساس، پژوهش حاضر درصدد ارائه مدلی جامع و دقیق در این زمینه است.

۳. روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی است. طرح پژوهش آن از نوع پژوهش های شبه تجربی و پس رویدادی است و با استفاده از اطلاعات تاریخی انجام می شود. برای گردآوری اطلاعات مبانی نظری پژوهش از نشریات، کتب و همچنین پایگاه های اطلاعاتی در دسترس استفاده شده است. همچنین، داده های مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل، از نرم افزار "ره آورد نوین" و سایت های اینترنتی "مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی سازمان بورس اوراق بهادار"، کدال، بانک مرکزی و مرکز آمار ایران گردآوری شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر، کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. بازه ی زمانی نیز یک دوره زمانی ۱۱ ساله براساس صورتهای مالی سال های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲ شرکت های نمونه می باشد.

در پژوهش حاضر برای تعیین نمونه آماری، از روش غربالگری استفاده شده است. بدین منظور آن دسته از شرکت های جامعه آماری که شرایط زیر را دارا باشند به عنوان نمونه آماری انتخاب و مابقی حذف می شوند.

۱. سال مالی شرکت منتهی به تاریخ پایان اسفند ماه هر سال باشد.
۲. شرکت طی دوره مورد بررسی تغییر سال مالی نداده باشد.
۳. شرکت های تحت بررسی جزء شرکتهای سرمایه گذاری، هلدینگ ، واسطه گری مالی و بیمه نباشند.
٤. اطلاعات و داده های آنها در دسترس باشد.

[1]-Al-Din et al.

با توجه به شرایط و محدودیت‌های فوق، از بین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در مجموع ۱۵۰ شرکت به عنوان نمونه آماری پژوهش انتخاب شده است.

جدول ۱: نحوه نمونه گیری

تعداد کل شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران	۵۷۷
کسر می شود:	
تعداد شرکت هایی که سال مالی آنها منتهی به پایان اسفند نمی باشد و یا طی دوره تحقیق تغییر سال مالی داده باشند.	(۹۳)
تعداد شرکت هایی که در گروه شرکت های هلدینگ، سرمایه گذاری و یا واسطه گری های مالی بوده اند.	(۱۲٤)
تعداد شرکت هایی که در قلمرو زمانی ۱۴۰۲-۱۳۹۱ اطلاعات کامل آن ها در دسترس نمی باشد.	(۹۹)
تعداد شرکت های که در قلمرو زمانی ۱۴۰۲-۱۳۹۱ بیش از سه ماه توقف معاملاتی داشته اند.	(۱۱۱)
تعداد شرکت های نمونه	۱۵۰

منبع: یافته های پژوهشگر

۳-۱. متغیرهای پژوهش

متغیر وابسته (پاسخ): ریسک حسابرسی(Audit_Risk): متغیر وابسته پژوهش حاضر، ریسک حسابرسی می باشد که به پیروی از پژوهش های پیشین (مانند: محمدرضایی و همکاران، ۱۳۹۷؛ بلنکلی و همکاران، ۲۰۱۲؛ لین و همکاران، ۲۰۱۷؛ عبدلی و همکاران، ۱۳۹۲) از معیار ریسک حسابرسی(اعم از ریسک حسابرسی نوع اول و نوع دوم) به منظور سنجش ریسک حسابرسی بهره گرفته می شود. به عبارت دیگر ریسک حسابرسی یک متغیر ساختگی است بدین معنا که اگر ریسک حسابرسی نوع اول یا نوع دوم اتفاق افتاده باشد عدد یک و در غیر اینصورت عدد صفر تعلق می گیرد. ریسک حسابرسی نوع اول و نوع دوم به صورت زیر اندازه گیری می شود:

ریسک حسابرسی نوع اول: چنانچه حسابرس گزارش غیر مقبول صادر کند و صورت های مالی صاحبکار در سال بعد تجدید ارائه نشود (تعدیلات سنواتی شناسایی نشده باشد)، خطای نوع اول اتفاق افتاده و برای آن عدد ۱ لحاظ می شود .اگر هیچ گونه خطایی صورت نگیرد ، عدد صفر در نظر گرفته می شود.

ریسک حسابرسی نوع دوم: چنانچه حسابرس در یک سال گزارش مقبول صادر کند ولی در سال مالی بعد صورت های مالی صاحبکار تجدید ارائه شود (تعدیلات سنواتی شناسایی شده باشد)، خطای نوع دوم اتفاق افتاده و برای آن عدد ۱ لحاظ می شود . اگر هیچ گونه خطایی صورت نگیرد ، عدد صفر در نظر گرفته می شود.

متغیرهای مستقل(پیش بینی کننده): در این پژوهش، عوامل اثرگذار بر ریسک حسابرسی (که در سه سطح شامل ویژگی های حسابرس، ویژگی های صاحبکار، ویژگی های بازار سهام و اقتصاد کلان) متغیرهای پیش بینی هستند که با توجه به مباحث نظری و مطالعات تجربی قبلی تعیین شده اند. یکی از ویژگی های متمایز و نوآوری پژوهش حاضر این است که عوامل اثرگذار بر ریسک حسابرسی را در سه سطح شامل ویژگی های حسابرس، ویژگی های صاحبکار، ویژگی های بازار سهام و اقتصاد کلان بررسی می کند. بر همین اساس در ادامه به تعریف عملیاتی این متغیرها اشاره می گردد:

اندازه حسابرس مستقل (AUDSIZE): یک متغیر ساختگی است در صورتی که حسابرس مستقل شرکت، سازمان حسابرسی یا موسسه حسابرسی مفید راهبر باشد عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر تعلق می گیرد. اطلاعات مربوط به این متغیر از گزارش حسابرس مستقل شرکت و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

دوره تصدی حسابرس مستقل (AUDTEN): نشان دهنده تعداد سال هایی است که یک موسسه حسابرسی به طور متوالی حسابرسی صورت های مالی یک شرکت را انجام می دهد. اطلاعات مربوط به این متغیر از گزارش حسابرس مستقل شرکت و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

استقلال حسابرسی (DA): به پیروی از چانگ و همکاران (۲۰۱۹)، چن و همکاران(۲۰۰۸)، چی و همکاران(۲۰۱۲) و چن و همکاران(۲۰۱۰)، جهت محاسبه استقلال حسابرسی از اقلام تعهدی اختیاری استفاده می شود. لذا به منظور محاسبه آن از مدل

تعدیل شده جونز ارائه شده توسط دچو و دیگران (۱۹۹۵)[1] استفاده می شود. لذا ابتدا کل اقلام تعهدی با استفاده از رابطه ذیل برآورد می شود:

رابطه (۱):

$$TACC_{it} / TA_{it-1} = \alpha_0(1/ TA_{it-1}) + \beta_1((\Delta REV_{it} - \Delta REC_{it})/ TA_{it-1}) + \beta_2(PPE_{it} / TA_{it-1}) + \varepsilon_{it}$$

که در آن:

$TACC_{it}$ = کل اقلام تعهدی شرکت i در دوره t

TA_{it-1} = جمع دارایی های شرکت i در دوره $t - 1$

ΔREV_{it} = تغییرات فروش شرکت i طی سالهای $t - 1$ تا t

ΔREC_{it} = تغییرات حساب های دریافتنی شرکت i طی سالهای $t - 1$ تا t

PPE_{it} = مبلغ ناخالص اموال، ماشین آلات و تجهیزات شرکت i در دوره t

ε_{it} = خطا یا اقلام باقی مانده مدل می باشد که نشان دهنده اقلام تعهدی اختیاری می باشد.

تغییر حسابرس (Auditorchange): یک متغیر ساختگی است درصورتی که حسابرس مستقل شرکت (موسسه حسابرسی) نسبت به سال قبل تغییر کرده باشد، عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر تعلق می گیرد.

رتبه بندی مؤسسه حسابرسی(AUD_Rank): یک متغیر ساختگی است درصورتی که حسابرس مستقل شرکت (موسسه حسابرسی) از لحاظ رتبه بندی در گروه الف باشد، عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر تعلق می گیرد.

نوع اظهارنظر حسابرسی(AUDOPIN): یک متغیر ساختگی است در صورتی که اظهارنظر حسابرسی مقبول باشد عدد یک و در غیر اینصورت عدد صفر تعلق می گیرد. اطلاعات مربوط به این متغیر از گزارش حسابرس مستقل شرکت و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

تأخیر در ارائه گزارش حسابرسی(AUD_Lag): از طریق لگاریتم طبیعی تعداد روزهای بین تاریخ ترازنامه و تاریخ ارائه گزارش حسابرسی اندازه گیری می شود.

تخصص حسابرس (Specialist): در این پژوهش مشابه پژوهش صورت گرفته توسط اعتمادی و همکاران(۱۳۸۹) از سهم بازار به عنوان شاخصی برای تخصص حسابرس در صنعت بهره گرفته می شود؛ زیرا الویت صنعت را نسبت به سایر حسابرسان نشان می دهد(اعتمادی و همکاران،۱۳۸۹).

هرچه سهم بازار حسابرس بیشتر باشد، تخصص صنعت و تجربه حسابرس نسبت به سایر رقیبان بیشتر است. داشتن سهم غالب بازار اشاره دارد به اینکه حسابرس به طور موفقیت آمیزی خود را از سایر رقیبان از لحاظ کیفیت حسابرسی متمایز کرده است(اعتمادی و همکاران،۱۳۸۹). سهم بازار حسابرسان به صورت زیر محاسبه می شود:

رابطه (۲):

$$\text{سهم بازار حسابرسان} = \frac{\text{(مجموع دارایی های تمام صاحبکاران هر موسسه حسابرسی خاص در صنعت خاص)}}{\text{(مجموع دارایی های تمام صاحبکاران در این صنعت)}}$$

موسساتی در این پژوهش به عنوان متخصص صنعت در نظر گرفته می شوند که سهم بازارشان (یعنی معادله فوق) بیش از $1/2 \times \left[1/\text{(شرکتهای موجود در یک صنعت)}\right]$ باشد (پالم رز[2]، ۱۹۸۶).

[1]-Dechow at al.
[2]-Palmrose

حق الزحمه حسابرس مستقل (AUDFEE): از طریق لگاریتم طبیعی حق الزحمه پرداختی به حسابرس محاسبه می شود. اطلاعات مربوط به این متغیر از گزارش حسابرس مستقل شرکت و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.
تأخیر در ارائه گزارش حسابرس مستقل (ARL): از طریق لگاریتم طبیعی تفاوت بین تعداد روز های بین پایان سال مالی و تاریخ ارائه گزارش حسابرسی محاسبه می شود.
اندازه شرکت (SIZE): برابر است با لگاریتم طبیعی کل دارایی های شرکت. اطلاعات مربوط به این متغیر از صورت های مالی استخراج می گردد.
نقدینگی شرکت (LIQID): برابر است با نسبت دارایی های جاری بر بدهی های جاری. اطلاعات مربوط به این متغیر از صورت های مالی استخراج می گردد.
نسبت بدهی شرکت (DEBT): برابر است با نسبت کل بدهی های شرکت بر کل دارایی های شرکت. اطلاعات مربوط به این متغیر از صورت های مالی استخراج می گردد.
سودآوری شرکت (PROF): برابر است با تقسیم سود عملیاتی بر کل دارایی های شرکت. اطلاعات مربوط به این متغیر از صورت های مالی استخراج می گردد.
عمر شرکت (AGE): برابر است با لگاریتم طبیعی تعداد سال های تأسیس شرکت تا سال جاری. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.
فرصت رشد شرکت (GROWTH): برابر است با نسبت ارزش بازار حقوق صاحبان سهام بر ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام. اطلاعات مربوط به این متغیر از صورت های مالی استخراج می گردد.
اندازه صنعت (INDSIZE): برابر است با لگاریتم طبیعی کل دارایی های صنعتی که شرکت متعلق به آن است(کیم و همکاران، ۲۰۱۶). برابر است با لگاریتم طبیعی تعداد سال های تأسیس شرکت تا سال جاری. اطلاعات مربوط به این متغیر از گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.
سطح رقابت صنعت (PMC): در این پژوهش به منظور اندازه گیری رقابت بازار محصول از شاخص هرفیندال-هیرشمن استفاده می شود. شاخص هرفیندال-هیرشمن از حاج جمع توان دوم سهم بازار تمامی بنگاه های فعال در صنعت به صورت فرمول زیر به دست می آید(چن و همکاران، ۲۰۱۲):
رابطه (۳):

$$HHI = \sum_{i=1}^{k} S_i \wedge 2$$

که در آن HHI شاخص هرفیندال-هیرشمن، k تعداد بنگاههای فعال در بازار و S_i سهم بازار شرکت i ام است که از رابطه زیر به دست می آید:
رابطه (۴):

$$S_i = X_j / \sum_{l=1}^{n} X_j$$

که در آن X_j نشان دهنده فروش شرکت j ام و l نشان دهنده نوع صنعت است. شاخص هرفیندال-هیرشمن، میزان تمرکز صنعت را اندازه گیری می کند. هر چه این شاخص بزرگتر باشد، میزان تمرکز بیشتر بوده و رقابت کمتری در صنعت وجود دارد و بالعکس. لازم به ذکر است که این شاخص در پژوهش های چن و همکاران(۲۰۱۲)؛ چنگ و همکاران(۲۰۱۳)؛ نمازی و ابراهیمی(۱۳۹۱)؛ خواجوی و همکاران(۱۳۹۲) و نمازی و رضایی(۱۳۹۳) نیز استفاده شده است.
نوع مالکیت(دولتی یا خصوصی) (TypeOWN): یک متغیر ساختگی است اگر بیش از پنجاه درصد سهام شرکت تحت تملک بخش خصوصی باشد عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر می گیرد(کیم و همکاران[1]، ۲۰۱۵). اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.
مالکیت دولتی (GOWN): از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک سهامداران دولتی بر کل تعداد سهام منتشره شرکت بدست می آید. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

[1]-Kim et al.

مالکیت نهادی (INSOWN): از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک سهامداران نهادی بر کل تعداد سهام منتشره شرکت بدست می آید. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

مالکیت مدیریتی (MOWN): از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک مدیران شرکت بر کل تعداد سهام منتشره شرکت بدست می آید. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

مالکیت سهامدار عمده (BOWN):از طریق تقسیم تعداد سهام تحت تملک بزرگترین سهامدار شرکت بر کل تعداد سهام منتشره شرکت بدست می آید. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

اندازه کمیته حسابرسی (ACSIZE): نشان دهنده تعداد اعضای کمیته حسابرسی می باشد. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

استقلال کمیته حسابرسی (ACIND): از طریق تقسیم اعضای مستقل کمیته حسابرسی بر کل تعداد اعضای کمیته حسابرسی بدست می آید. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

تخصص مالی کمیته حسابرسی (ACSEP): از طریق تقسیم اعضای کمیته حسابرسی دارای تخصص مالی(دارای مدرک تحصیلی حسابداری، حسابرسی، مدیریت و اقتصاد) بر کل تعداد اعضای کمیته حسابرسی بدست می آید. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

اندازه هیأت مدیره (BS): برابر است با تعداد اعضای هیأت مدیره شرکت (الکدای و هنیفا،۲۰۱۲). برابر است با لگاریتم طبیعی تعداد سال های تأسیس شرکت تا سال جاری. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

استقلال هیأت مدیره (BI): برابر است با نسبت تعداد اعضای غیر موظف در هیأت مدیره شرکت بر تعداد اعضای هیأت مدیره شرکت (الکدای و هنیفا،۲۰۱۲). برابر است با لگاریتم طبیعی تعداد سال های تأسیس شرکت تا سال جاری. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

دوره تصدی مدیر عامل (TENUREM): نشان دهنده تعداد سال هایی است که یک شخص به طور متوالی مسئولیت مدیر عاملی یک شرکت را به عهده دارد. اطلاعات مربوط به این متغیر از گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

تخصص مالی هیأت مدیره (BSEP): از طریق تقسیم اعضای هیأت مدیره دارای تخصص مالی(دارای مدرک تحصیلی حسابداری، حسابرسی، مدیریت و اقتصاد) بر کل تعداد اعضای هیأت مدیره بدست می آید. اطلاعات مربوط به این متغیر از یادداشت های توضیحی صورت های مالی و یا گزارش هیأت مدیره استخراج می گردد.

ریسک سیستماتیک (SYSR): با استفاده از برآورد مدل CAPM بتا برای هر شرکت در طول سال بدست می‌آید (بلو و همکاران، ۲۰۱۷).

ریسک غیر سیستماتیک (NSYSR): ریسک غیر سیستماتیک که با برآورد انحراف استاندارد باقیمانده از مدل CAPM روزانه محاسبه است (بلو و همکاران، ۲۰۱۷).

نرخ تورم (INF): برابر است با نرخ تورم (شاخص قیمت مصرف کننده) (انتیم و همکاران، ۲۰۱۵). که اطلاعات مربوط به آن از سایت بانک مرکزی و یا سایت مرکز آمار ایران استخراج می گردد.

نرخ بهره (INT): برابر است با نرخ بهره (انتیم و همکاران، ۲۰۱۵). که اطلاعات مربوط به آن از سایت بانک مرکزی و یا سایت مرکز آمار ایران استخراج می گردد.

نرخ ارز (CURR): برابر است با نرخ ارز (انتیم و همکاران، ۲۰۱۵). که اطلاعات مربوط به آن از سایت بانک مرکزی و یا سایت مرکز آمار ایران استخراج می گردد.

نرخ رشد اقتصادی (GGDP): برابر است با تغییرات تولید ناخالص داخلی، که اطلاعات مربوط به آن از سایت بانک مرکزی و یا سایت مرکز آمار ایران استخراج می گردد.

۳-۲. الگوریتم های یادگیری عمیق مورد استفاده در پژوهش

در این پژوهش، به‌منظور پیش‌بینی ریسک حسابرسی، از سه الگوریتم یادگیری عمیق شامل ماشین بردار پشتیبان(SVM) ، شبکه عصبی پیچشی (CNN) و شبکه عصبی بازگشتی (RNN) استفاده شده است. انتخاب این سه الگوریتم بر پایه معیارهای عملکرد در پژوهش‌های پیشین و تناسب ساختار الگوریتم با نوع داده‌های حسابرسی و مالی انجام شده است.

ماشین بردار پشتیبان(SVM[1]): ماشین بردار پشتیبان (SVM) یکی از روش‌های یادگیری بانظارت است که از آن برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌کنند. این روش از روش‌های نسبتا جدیدی است که در سال‌های اخیر کارایی خوبی نسبت به روش‌های قدیمی‌تر برای طبقه‌بندی نشان داده است. مبنای کاری دسته بندی‌کننده SVM دسته‌بندی خطی داده‌ها است و در تقسیم خطی داده‌ها سعی می‌کنیم خطی را انتخاب کنیم که حاشیه اطمینان بیشتری داشته باشد. حل معادله پیدا کردن خط بهینه برای داده‌ها به وسیله روش‌های QP که روش‌های شناخته شده‌ای در حل مسائل محدودیت دار هستند صورت می‌گیرد.

قبل از تقسیم خطی برای اینکه ماشین بتواند داده‌های با پیچیدگی بالا را دسته‌بندی کند داده‌ها را با استفاده از تابعِ phi به فضای با ابعاد خیلی بالاتر می‌بریم. برای اینکه بتوانیم مسئله ابعاد خیلی بالا را با استفاده از این روش‌ها حل کنیم از قضیه دوگانی لاگرانژ برای تبدیل مسئله مینیمم‌سازی مورد نظر به فرم دوگانی آن که در آن به جای تابع پیچیده phi که ما را به فضایی با ابعاد بالا می‌برد، تابع ساده‌تری به نام تابع هسته که ضرب برداری تابع phi است ظاهر می‌شود، استفاده می‌کنیم. از توابع هسته مختلفی از جمله هسته‌های نمایی، چندجمله‌ای و سیگموید می‌توان استفاده نمود.

شبکه عصبی پیچشی(CNN[2]): شبکه‌ی عصبی پیچشی یا به اختصار CNN که به آن شبکه‌ی عصبی کانولوشنی نیز گفته می‌شود، نوعی از شبکه‌های عصبی است که عموماً برای یادگیری بر روی مجموعه داده‌های بصری (مانند تصاویر و عکس‌ها) استفاده می‌شود. از لحاظ مفهوم این شبکه‌ها مانند شبکه‌های عصبی ساده هستند یعنی از فازهای پیش‌خور[3] و پس‌انتشار خطا[4] استفاده می‌کنند ولی از لحاظ معماری تفاوت‌هایی با شبکه‌های عصبی ساده دارند. این شبکه‌ها در دسته‌ی یادگیری عمیق قرار می‌گیرند زیرا لایه‌های موجود در این شبکه‌ها، زیاد است.

شبکه عصبی پیچشی همانند سایر شبکه های عصبی از لایه‌های نورونی با وزن و بایاس با قابلیت یادگیری تشکیل شده است. لازم به ذکر است که در هر نورون اتفاقات زیر رخ می‌دهد:

۱. نورون مجموعه‌ای ورودی دریافت می‌کند.

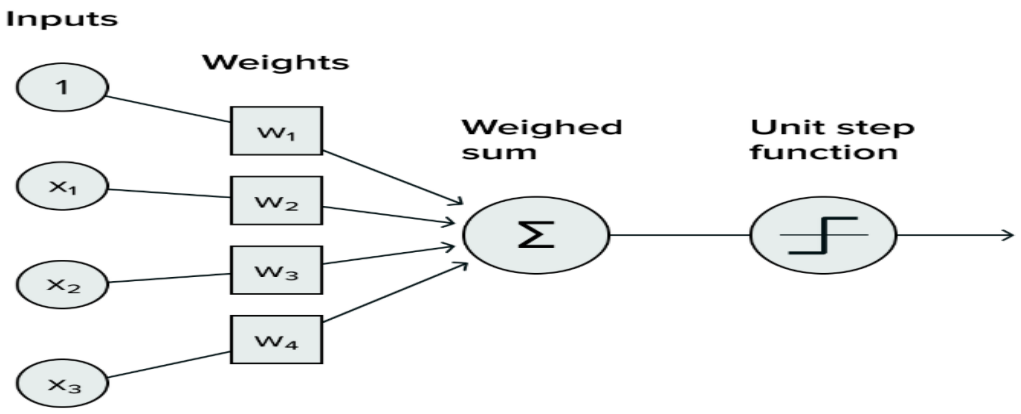
۲. ضرب داخلی بین وزن‌های نورون و ورودی‌ها انجام می‌شود.

۳. حاصل با بایاس جمع می‌شود.

۴. درنهایت، از یک تابع غیرخطی[5] عبور داده می‌شود.

---

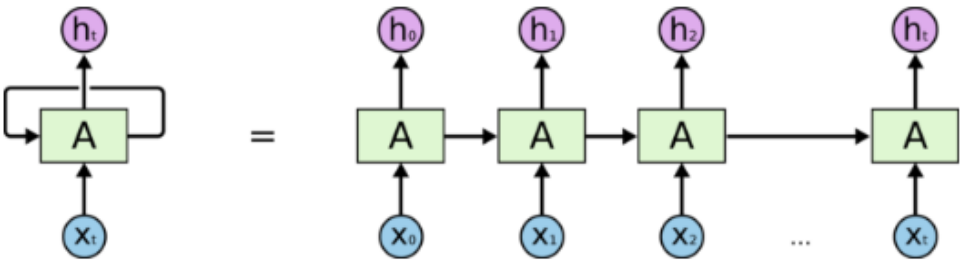
[1]-Support vector machines
[2]-Convolutional Neural Networks
[3]-feed forward
[4]-back propagation of error
[5]-activation function



شکل ۱: یک بلوک شبکه عصبی پیچشی

فرآیند بالا لایه به لایه انجام می‌شود و درنهایت به لایه خروجی می‌رسیم. لایه خروجی، پیش‌بینی شبکه را تولید می‌کند.

شبکه عصبی بازگشتی (RNN[1]): شبکه عصبی بازگشتی (RNN) که به آن شبکه عصبی مکرر نیز گفته می شود، نوعی از شبکه عصبی مصنوعی است که در تشخیص گفتار، پردازش زبان طبیعی (NLP) و همچنین در پردازش داده های ترتیبی[2] استفاده می شود. بسیاری از شبکه های عمیق مانند CNN شبکه های پیش خور[3]هستند یعنی سیگنال در این شبکه ها فقط در یک جهت از لایه ورودی، به لایه های مخفی و سپس به لایه خروجی حرکت می کند و داده های قبلی به حافظه سپرده نمی شوند. اما شبکه های عصبی بازگشتی (RNN) یک لایه بازخورد دارند که در آن خروجی شبکه به همراه ورودی بعدی، به شبکه بازگرداننده می شود. RNN می تواند به علت داشتن حافظه داخلی، ورودی قبلی خود را به خاطر بسپارد و از این حافظه برای پردازش دنباله ایی از ورودی ها استفاده کند. به بیان ساده، شبکه‌های عصبی بازگشتی شامل یک حلقه بازگشتی هستند که موجب می شود اطلاعاتی را که از لحظات قبلی بدست آورده ایم از بین نروند و در شبکه باقی بمانند.



An unrolled recurrent neural network.

شکل ۲: یک بلوک شبکه عصبی بازگشتی

همانطور که در شکل فوق مشاهده می شود، X_0 را از دنباله ورودی می گیرد، خروجی h_0 به همراه X_1، ورودی مرحله بعدی است. در مرحله بعد، خروجی h_1 و X_2 ورودی مرحله بعد است. به این ترتیب، شبکه در هنگام آموزش قادر به یادآوری ورودی های قبلی خواهد بود.

شبکه عصبی بازگشتی می تواند کاربردهایی به شرح زیر داشته باشد:

---

[1]-Recurrent Neural Networks
[2]-Sequential data
[3]-Feed Forward

۱. شرح نویسی عکس[1]: شبکه عصبی بازگشتی با تحلیل حالت کنونی عکس، برای شرح نویسی عکس به کار می رود.
۲. پیش بینی سری های زمانی[2]: هر مسئله سری زمانی مانند پیش بینی قیمت یک سهام در یک ماه خاص، با RNN قابل انجام است.
۳. پردازش زبان طبیعی[3]: کاوش متن و تحلیل احساسات می تواند با استفاده از RNN انجام شود.
۴. ترجمه ماشینی[4]: شبکه RNN می تواند ورودی خود را از یک زبان دریافت و آن را به عنوان خروجی به زبان دیگری ترجمه کند.

۴. یافته های پژوهش

۴-۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

در جدول (۲)، پنل الف، برخی از مفاهیم آمار توصیفی متغیرها، شامل میانگین، میانه،حداقل مشاهدات، حداکثر مشاهدات و انحراف معیار ارائه شده است. به عنوان مثال، است. میانگین متغیر نقدینگی شرکت ۱.۶۱۴ می باشد که به توجه به انحراف معیار (۰.۸۱۸) از نوسان پذیری پایینی برخوردار است. میانگین متغیر سودآوری شرکت ۰.۱۶۳ می باشد که به توجه به انحراف معیار (۰.۱۳۵) از نوسان پذیری پایینی برخوردار میانگین نسبت بدهی شرکت ۰.۵۵۳ می باشد که نشان دهنده این است که ۵۵.۳٪ منابع مالی شرکت از طریق بدهی تأمین مالی شده است.

جدول ۲: آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

پنل الف: متغیرهای پیوسته						
نام متغیرها	تعداد مشاهدات	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
دوره تصدی حسابرس	۱۶۵۰	۴.۰۲۰	۳.۰۰۰	۱۶.۰۰۰	۱.۰۰۰	۴.۱۲۰
استقلال حسابرسی	۱۶۵۰	۰.۰۵۲	۰.۰۳۹	۰.۱۵۴	۰.۰۰۴	۰.۰۴۳
تأخیر در ارائه گزارش حسابرسی	۱۶۵۰	۴.۳۴۳	۴.۴۱۹	۴.۷۷۱	۳.۶۸۹	۰.۳۳۷
حق الزحمه حسابرس	۱۶۵۰	۵.۲۶۰	۶.۸۱۸	۸.۵۴۷	۴.۵۱۴	۳.۲۹۲
اندازه شرکت	۱۶۵۰	۱۴.۸۵۱	۱۴.۶۳۶	۱۸.۰۶۷	۱۲.۴۲۱	۱.۵۰۳
نقدینگی شرکت	۱۶۵۰	۱.۶۱۴	۱.۳۸۷	۳.۸۹۴	۰.۶۳۳	۰.۸۱۸
نسبت بدهی شرکت	۱۶۵۰	۰.۵۵۳	۰.۵۵۹	۰.۹۰۹	۰.۱۷۴	۰.۲۰۶
سودآوری شرکت	۱۶۵۰	۰.۱۶۳	۰.۱۳۵	۰.۴۳۵	-۰.۰۴۹	۰.۱۳۵
عمر شرکت	۱۶۵۰	۳.۷۱۹	۳.۸۰۷	۴.۱۴۳	۳.۰۹۱	۰.۳۱۸
فرصت رشد شرکت	۱۶۵۰	۷.۰۵۷	۴.۴۱۱	۲۸.۵۸۷	۱.۰۲۹	۷.۱۶۸
اندازه صنعت	۱۶۵۰	۱۸.۷۴۱	۱۸.۷۷۱	۲۱.۲۹۲	۱۵.۸۹۷	۱.۵۷۹
سطح رقابت صنعت	۱۶۵۰	۰.۱۶۹	۰.۱۶۷	۰.۳۸۹	۰.۰۱۱	۰.۱۳۹
مالکیت دولتی	۱۶۵۰	۰.۴۴۷	۰.۵۴۲	۰.۸۹۱	۰.۰۰۰	۰.۳۳۶
مالکیت نهادی	۱۶۵۰	۰.۵۳۹	۰.۶۴۰	۰.۹۱۸	۰.۰۴۶	۰.۳۲۱
مالکیت مدیریتی	۱۶۵۰	۰.۲۱۴	۰.۲۲۷	۰.۳۰۲	۰.۰۳۱	۰.۰۷۰
مالکیت سهامدار عمده	۱۶۵۰	۰.۴۹۶	۰.۵۱۰	۰.۸۶۳	۰.۱۲۷	۰.۲۰۴

[1]-Image Captioning
[2]-Time Series Prediction
[3]-Natural Language Processing
[4]-Machine Translation

اندازه کمیته حسابرسی	۱۶۵۰	۲.۹۰۱	۳.۰۰۰	۵.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۸۵۰
استقلال کمیته حسابرسی	۱۶۵۰	۰.۶۶۸	۰.۶۶۷	۱.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۶۰
تخصص مالی کمیته حسابرسی	۱۶۵۰	۰.۸۵۸	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۶۸
اندازه هیأت مدیره	۱۶۵۰	۵.۰۲۵	۵.۰۰۰	۷.۰۰۰	۵.۰۰۰	۰.۲۲۴
استقلال هیأت مدیره	۱۶۵۰	۰.۶۵۱	۰.۶۰۰	۱.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۸۴
دوره تصدی مدیر عامل	۱۶۵۰	۳.۸۰۹	۲.۰۰۰	۱۳.۰۰۰	۱.۰۰۰	۳.۴۱۹
تخصص مالی هیأت مدیره	۱۶۵۰	۰.۶۸۴	۰.۸۰۰	۰.۸۰۰	۰.۱۳۳	۰.۱۹۱
ریسک سیستماتیک	۱۶۵۰	۰.۶۹۳	۰.۶۰۹	۲.۲۷۹	-۰.۵۹۳	۰.۷۵۵
ریسک غیر سیستماتیک	۱۶۵۰	۰.۱۵۱	۰.۱۴۳	۰.۳۰۵	۰.۰۴۶	۰.۰۷۳
نرخ تورم	۱۶۵۰	۲۹.۳۶۴	۳۴.۷۰۰	۴۶.۵۰۰	۹.۰۰۰	۱۴.۲۳۲
نرخ بهره	۱۶۵۰	۱۸.۶۷۷	۱۸.۰۰۰	۲۳.۶۶۰	۱۲.۵۰۰	۳.۳۸۹
نرخ ارز	۱۶۵۰	۱۴۸۲۴۹	۴۲۰۰۰	۵۹۹۰۰۰	۲۵۱۰۲	۲۰۸۸۱۴
نرخ رشد اقتصادی	۱۶۵۰	۱.۵۳۶	۳.۶۰۰	۸.۳۰۰	-۷.۰۰۰	۴.۵۳۴

منبع: یافته های پژوهشگر

پنل ب: آزمون t در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین			
نام متغیرها	**ریسک حسابرسی بالا (تعداد مشاهدات = ۵۰۳)**	**ریسک حسابرسی پایین (تعداد مشاهدات = ۱۱۹۱)**	**آماره t**
دوره تصدی حسابرس	۳.۲۹۸	۴.۶۲۹	**-۳.۲۲۱*** **
استقلال حسابرسی	۰.۰۴۰	۰.۰۵۷	**-۸.۲۴۳*** **
تأخیر در ارائه گزارش حسابرسی	۳.۸۲۲	۴.۵۵۱	-۱.۷۲۶°
حق الزحمه حسابرس	۵.۰۷۲	۵.۸۱۵	**-۵.۶۶۸*** **
اندازه شرکت	۱۴.۴۳۸	۱۵.۱۹۶	**-۱۱.۴۵۳*** **
نقدینگی شرکت	۱.۲۰۱	۱.۷۸۱	**-۱۵.۵۹۳*** **
نسبت بدهی شرکت	۰.۶۳۳	۰.۵۲۱	**۱۰.۳۱۴*** **
سودآوری شرکت	۰.۰۳۷	۰.۲۱۳	**-۳۹.۰۶۶*** **
عمر شرکت	۳.۷۰۱	۳.۷۲۸	-۱.۵۲۴
فرصت رشد شرکت	۶.۲۹۰	۷.۳۶۷	**-۲.۶۱۶*** **
اندازه صنعت	۱۸.۷۰۰	۱۸.۷۵۸	-۰.۶۷۶
سطح رقابت صنعت	۰.۱۶۱	۰.۱۷۴	-۱.۶۷۶°
مالکیت دولتی	۰.۴۸۸	۰.۴۲۵	**۲.۷۷۳*** **
مالکیت نهادی	۰.۵۰۶	۰.۵۹۹	**-۲.۲۰۰** **
مالکیت مدیریتی	۰.۱۶۲	۰.۲۴۴	**-۴.۲۹۵*** **
مالکیت سهامدار عمده	۰.۵۰۶	۰.۴۹۳	۱.۱۵۹
اندازه کمیته حسابرسی	۲.۹۰۳	۲.۹۰۰	۰.۰۷۸
استقلال کمیته حسابرسی	۰.۶۶۶	۰.۶۶۸	-۰.۱۵۲
تخصص مالی کمیته حسابرسی	۰.۷۴۱	۰.۸۹۱	**-۳.۸۳۳*** **
اندازه هیأت مدیره	۵.۰۳۰	۵.۰۲۴	۰.۴۶۳
استقلال هیأت مدیره	۰.۵۹۱	۰.۶۶۶	**-۳.۸۱۷*** **
دوره تصدی مدیر عامل	۳.۵۳۹	۳.۹۱۸	**-۲.۱۵۶** **
تخصص مالی هیأت مدیره	۰.۶۳۸	۰.۶۹۸	**-۲.۱۴۶** **
ریسک سیستماتیک	۰.۷۴۱	۰.۶۵۶	**۴.۳۳۶*** **

ریسک غیر سیستماتیک	۰.۱۷۸	۰.۱۳۳	**۲.۱۲۶****
نرخ تورم	۳۰.۸۷۴	۲۵.۶۲۷	**۶.۷۶۹*****
نرخ بهره	۱۸.۹۹۴	۱۷.۸۹۴	**۶.۲۰۲*****
نرخ ارز	۱۶۸۷۴۴.۵۶۲	۹۵۴۲۵.۳۴۷	**۶.۶۰۲*****
نرخ رشد اقتصادی	۱.۲۸۳	۱.۶۳۹	-۱.۳۷۸

* معناداری در سطح اطمینان ۹۰٪، ** معناداری در سطح اطمینان ۹۵٪ و *** معناداری در سطح اطمینان ۹۹٪

منبع: یافته های پژوهشگر

پنل پ: آزمون کای دو در شرکت دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین			
نام متغیرها	**ریسک حسابرسی بالا (تعداد مشاهدات = ۵۰۳)**	**ریسک حسابرسی پایین (تعداد مشاهدات = ۱۱۹۱)**	**آماره کای دو**
اندازه حسابرس	۸۹	۳۲۸	**۲۳.۲۵۵*****
تغییر حسابرس	۳۶۷	۲۳۲	**۴.۱۸۰****
رتبه بندی مؤسسه حسابرسی	۱۰۳	۳۶۰	**۲۶.۱۷۸*****
نوع اظهارنظر حسابرسی	۱۶۴	۷۶۲	**۱۴.۲۳۲*****
تخصص حسابرس	۱۷۱	۶۹۸	**۵.۱۴۷****
نوع مالکیت (خصوصی در مقابل دولتی)	۱۹۴	۵۳۰	۲.۴۹۸*

* معناداری در سطح اطمینان ۹۰٪، ** معناداری در سطح اطمینان ۹۵٪ و *** معناداری در سطح اطمینان ۹۹٪

منبع: یافته های پژوهشگر

با توجه به پنل ب نتایج حاصل از آزمون t نشان می دهد که در سطح اطمینان ۹۵٪ متغیرهای دوره تصدی حسابرس، استقلال حسابرسی، حق الزحمه حسابرس، اندازه شرکت، نقدینگی شرکت، سودآوری شرکت، فرصت رشد شرکت، مالکیت نهادی، مالکیت مدیریتی، تخصص مالی کمیته حسابرسی، استقلال هیأت مدیره، دوره تصدی مدیر عامل و تخصص مالی هیأت مدیره در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین تفاوت معناداری با هم دارند و میانگین متغیرهای مذکور در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا در مقایسه با شرکت های دارای ریسک حسابرسی پایین کمتر است. نتایج همچنین نشان می دهد که در سطح اطمینان ۹۵٪ متغیرهای نسبت بدهی شرکت، مالکیت دولتی، ریسک سیستماتیک، ریسک غیر سیستماتیک، نرخ تورم، نرخ بهره و نرخ ارز در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین تفاوت معناداری با هم دارند و میانگین متغیرهای مذکور در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا در مقایسه با شرکت های دارای ریسک حسابرسی پایین بیشتر است. در نهایت نتایج حاصل از پنل ب نشان می دهد که در سطح اطمینان ۹۵٪ متغیرهای تأخیر در ارائه گزارش حسابرسی، عمر شرکت، اندازه صنعت، سطح رقابت صنعت، مالکیت سهامدار عمده، اندازه کمیته حسابرسی، استقلال کمیته حسابرسی، اندازه هیأت مدیره و نرخ رشد اقتصادی در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین تفاوت معناداری با هم ندارند با توجه به پنل پ نیز نتایج حاصل از آزمون کای دو نشان می دهد که در سطح اطمینان ۹۵٪ متغیرهای اندازه حسابرس، تغییر حسابرس، رتبه بندی مؤسسه حسابرسی، نوع اظهارنظر حسابرسی و تخصص حسابرس در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین تفاوت معناداری با هم دارند. نوع

مالکیت (خصوصی در مقابل دولتی) در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین تفاوت معناداری با هم ندارد.

۴-۲. فرآیند ایجاد مدل های پژوهش

به منظور پاسخگویی به سوالات و همچنین دستیابی به اهداف پژوهش ابتدا مدل های مورد نظر در تحقیق حاضر را شامل مدل های ایجادی با الگوریتم های حافظه طولانی کوتاه مدت (LSTM)، ماشین بردار پشتیبان(SVM)، شبکه عصبی پیچشی(CNN) و شبکه عصبی بازگشتی (RNN) و با استفاده از متغیرهای انتخاب شده بر اساس آزمون مقایسه میانگین دو نمونه را ایجاد و به مقایسه نتایج ایجاد شده خواهیم پرداخت.

۴-۲-۱. متغیرهای نهایی پژوهش

به منظور تعیین متغیرهای نهایی (با اهمیت) پژوهش از میان متغیرهای اولیه پژوهش (۴۰ متغیر انتخاب شده براساس مبانی نظری و مطالعات تجربی)، از آزمون مقایسه میانگین دو نمونه مستقل استفاده می کنیم. به منظور بررسی مقایسه میانگین دو نمونه، ابتدا باید واریانس دو نمونه را مقایسه نمود به عبارت دیگر آزمون تساوی واریانس ها مقدم بر آزمون تساوی میانگین ها است. جهت تساوی واریانس ها از آزمون لوین که مبتنی بر آماره فیشر است، استفاده می کنیم. در این آزمون نیازی نیست که توزیع داده ها نرمال باشد.

آماره t جهت آزمون تساوی میانگین دو نمونه، در حالت تساوی و عدم تساوی واریانس دو نمونه مورد نظر، محاسبه می شود. در حالت تساوی واریانس ها از رابطه (۵) برای محاسبه آماره t استفاده می کنیم که در این حالت درجه آزادی برابر $df=n_1+n_2-2$ است.

رابطه (۵):

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_1}}}$$

رابطه (۶):

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

در حالت عدم تساوی واریانس ها آماره t از رابطه (۷) و درجه آزادی از رابطه (۸) محاسبه می شود.

رابطه (۷):

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_2^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_1}}}$$

رابطه (۸):

$$t = \frac{(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2})^2}{\frac{(\frac{S_1^2}{n_1})^2}{n_1-1} + \frac{(\frac{S_2^2}{n_2})^2}{n_2-1}}$$

که در آنها n_1 و n_2 تعداد اعضای نمونه اول و نمونه دوم و S_1 و S_2 انحراف معیار نمونه اول و دوم هستند.

سپس براساس عدد t محاسبه شده طبق روابط فوق و عدد t طبق جدول با توجه به سطح خطای ۵ درصد به تفسیر نتایج خواهیم پرداخت، اگر عدد t محاسبه شده از عدد t طبق جدول کوچک تر باشد (p-value<۰.۰۵) ، معنادار بودن تفاوت میانگین های دو گروه پذیرفته می شود و در غیر این صورت رد خواهد شد.

با توجه به جدول ۲ نتایج حاصل از آزمون t نشان می دهد که در سطح اطمینان ۹۵٪ متغیرهای دوره تصدی حسابرس، استقلال حسابرسی، حق الزحمه حسابرس، اندازه شرکت، نقدینگی شرکت، سودآوری شرکت، فرصت رشد شرکت، مالکیت نهادی، مالکیت مدیریتی، تخصص مالی کمیته حسابرسی، استقلال هیأت مدیره، دوره تصدی مدیر عامل، تخصص مالی هیأت مدیره، نسبت بدهی شرکت، مالکیت دولتی، ریسک سیستماتیک، ریسک غیر سیستماتیک، نرخ تورم، نرخ بهره، نرخ ارز، اندازه حسابرس، تغییر حسابرس، رتبه بندی مؤسسه حسابرسی، نوع اظهارنظر حسابرسی و تخصص حسابرس در شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و ریسک حسابرسی پایین تفاوت معناداری با هم دارند. بنابراین در ادامه به منظور پیاده سازی الگوریتم یادگیری عمیق از ۲۵ متغیر پیش بین انتخاب شده براساس آزمون t استفاده می گردد.

۵-۲-۲. اجرای مدل ها

به منظور پیاده سازی و ارزیابی الگوریتم ها باید داده های پژوهش را به دو دسته داده های آموزش و داده های آزمایش تقسیم نماییم. از مجموعه داده های آموزش برای ساخت و از داده های آزمایش نیز برای ارزیابی مدل ایجاد شده در مرحله آموزش بهره خواهیم برد. تکنیک‌های دسته بندی را می‌توان بر اساس معیارهایی مانند صحت، سرعت و پایداری با هم مقایسه نمود. صحت یک روش دسته بندی، بستگی به تعداد پیش بینی‌های درستی که آن مدل انجام می‌دهد دارد. سرعت یک روش دسته بندی زمان لازم برای ساخت و استفاده از مدل در دسته بندی است و پایداری توانایی برخورد مدل در مواجهه با داده های غیر معمول و یا مقادیر مفقود شده را نشان می‌دهد.
به منظور ارزیابی صحت و پایداری مدل‌ها، داده های پژوهش را ۵۰ مرتبه به صورت تصادفی به دو دسته‌ی داده های آموزش و آزمایش تقسیم نموده و به ایجاد مدل و ارزیابی نتایج حاصل از آنها پرداخته‌ایم. به این صورت که در هر مرتبه ۷۵ درصد داده‌ها را برای آموزش مدل و ۲۵ درصد آن را برای ارزیابی و آزمایش مدل مورد استفاده قرار گرفته است و میانگین نتایج حاصل از ۵۰ مرتبه اجرای هر مدل به عنوان نتیجه نهایی آن در نظر گرفته شده است.

جدول ۳: پارامترهای شبیه‌سازی

پارامتر شبیه‌سازی	مقدار
تعداد نمونه‌ها کل دیتاست	۱۶۵۰ سال-شرکت (مشاهده)
تعداد ویژگی هر نمونه	۲۵ ویژگی
تعداد نمونه های آموزش مدل	۱۲۳۸
تعداد نمونه های تست مدل	۴۱۲

منبع: یافته های پژوهشگر

۵-۲-۳. پارامترهای ارزیابی مدل

تشخیص یک روش دسته‌بندی بر روی داده‌ها که تنها دارای دو کلاس می‌باشد با یکی از موارد مثبت درست (TP)، منفی نادرست (FN)، منفی درست (TN) و مثبت نادرست (FP) بیان می‌شود. بر این اساس می‌توان پارامتر صحت(یا دقت)[1] را

[1]-Accuracy

تعریف نمود. دقت، استانداردترین متریک برای خلاصه سازی عملکرد تشخیص در تمامی‌کلاس‌ها می‌باشد که بصورت فرمول زیر محاسبه می‌شود.

رابطه (۱۳):

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

همانگونه که در جدول (۴) نشان داده شده است، برای محاسبه دقت دسته‌بندی ابتدا باید ماتریس اغتشاش[1] محاسبه شود. داده‌های روی قطر اصلی، تشخیص‌های درست روش دسته بندی استفاده شده است.

جدول ۴: ماتریس اغتشاش

True Positives (TP)	False Positives (FP)
False Negatives (FN)	True Negatives (TN)

منبع: یافته های پژوهشگر

با توجه به هدف پژوهش حاضر که پیش بینی ریسک حسابرسی است پارامترهای ماتریس اغتشاش به صورت زیر تعریف می شود:

TP: درصد تشخیص درست شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا

TN: درصد تشخیص درست شرکت های ریسک حسابرسی پایین

FP: درصد تشخیص غلط شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا به عنوان شرکت های دارای ریسک حسابرسی پایین

FN: درصد تشخیص غلط شرکت های دارای ریسک حسابرسی پایین به عنوان شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا

در ادامه ماتریس اغتشاش هر روش دسته بندی در پیش بینی ریسک حسابرسی نشان داده شده است.

نتایج حاصل از الگوریتم ماشین بردار پیشتیبان (SVM) که در قالب ماتریس اغتشاش و در جدول (۵) ارائه شده است، نشان می دهد که میزان خطای مدل در شناسایی شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و شرکت های دارای ریسک حسابرسی پایین به ترتیب ۸.۹٪ و ۱۱.۹٪ می باشد. در حالت کلی نتایج حاصل از الگوریتم SVM نشان می دهد که میزان دقت این مدل در پیش بینی ریسک حسابرسی شرکت های پذیرفته شده در بورس اراق بهادار تهران تقریباً ۸۹.۶٪ است، این موضوع نشان دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب شده به روش T-test و الگوریتم ماشین بردار پیشتبان (SVM)، می توان با احتمال ۸۹.۶٪ شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا را شناسایی کرد.

جدول ۵: نتایج ماتریس اغتشاش در پیش بینی ریسک حسابرسی (الگوریتم ماشین بردار پشتیبان)

SVM & T-test		
	Positive	Negative
Positive	۰.۹۱۱	۰.۱۱۹
Negative	۰.۰۸۹	۰.۸۸۱
Accuracy	۰.۸۹۶	

منبع: یافته های پژوهشگر

نتایج حاصل از الگوریتم شبکه عصبی پیچشی (CNN) که در قالب ماتریس اغتشاش و در جدول (۶) ارائه شده است، نشان می دهد که میزان خطای مدل در شناسایی شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و شرکت های دارای ریسک حسابرسی پایین به ترتیب ۱۳.۳٪ و ۱۵.۱٪ می باشد. در حالت کلی نتایج حاصل از الگوریتم CNN نشان می دهد که میزان دقت این مدل در پیش بینی ریسک حسابرسی شرکت های پذیرفته شده در بورس اراق بهادار تهران تقریباً ۸۵.۸٪ است، این موضوع

[1]-Confusion Matrix

نشان دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب شده به روش T-test و الگوریتم شبکه عصبی پیچشی (CNN)، می توان با احتمال ۸۵.۸٪ شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا را شناسایی کرد.

جدول ۶: نتایج ماتریس اغتشاش در پیش بینی ریسک حسابرسی (الگوریتم شبکه عصبی پیچشی)

CNN & T-test		
	Positive	Negative
Positive	۰.۸۶۷	۰.۱۵۱
Negative	۰.۱۳۳	۰.۸۴۹
Accuracy	۰.۸۵۸	

منبع: یافته های پژوهشگر

نتایج حاصل از الگوریتم شبکه عصبی بازگشتی (RNN) که در قالب ماتریس اغتشاش و در جدول (۷) ارائه شده است، نشان می دهد که میزان خطای مدل در شناسایی شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا و شرکت های دارای ریسک حسابرسی پایین به ترتیب ۲.۷٪ و ۴.۵٪ می باشد. در حالت کلی نتایج حاصل از الگوریتم RNN نشان می دهد که میزان دقت این مدل در پیش بینی ریسک حسابرسی شرکت های پذیرفته شده در بورس اراق بهادار تهران تقریباً ۹۶.۴٪ است، این موضوع نشان دهنده این است که با توجه به متغیرهای انتخاب شده به روش T-test و الگوریتم شبکه عصبی بازگشتی (RNN)، می توان با احتمال ۹۶.۴٪ شرکت های دارای ریسک حسابرسی بالا را شناسایی کرد.

جدول ۷: نتایج ماتریس اغتشاش در پیش بینی ریسک حسابرسی (الگوریتم شبکه عصبی بازگشتی)

RNN & T-test		
	Positive	Negative
Positive	۰.۹۷۳	۰.۰۴۵
Negative	۰.۰۲۷	۰.۹۵۵
Accuracy	۰.۹۶۴	

منبع: یافته های پژوهشگر

جدول ۸: خلاصه نتایج الگوریتم LSTM و سایر الگوریتم های یادگیری عمیق در پیش بینی ریسک حسابرسی

الگوریتم	Accuracy	FN
SVM	۰.۸۹۶	۰.۰۸۹
CNN	۰.۸۵۸	۰.۱۳۳
RNN	۰.۹۶۴	۰.۰۲۷

منبع: یافته های پژوهشگر

با توجه به جدول (۸) به طور خلاصه نتایج حاصل از الگوریتم های یادگیری عمیق نشان می دهد که صحت کلی الگوریتم های SVM، CNN و RNN به ترتیب ۸۹.۶٪، ۸۵.۸٪ و ۹۶.۴٪ می باشد که نشان دهنده این است که الگوریتم RNN بهترین عملکرد و الگوریتم CNN بدترین عملکرد را در پیش بینی ریسک حسابرسی دارد. به عبارت دیگر، نتایج نشان دهنده کارآ بودن الگوریتم شبکه عصبی بازگشتی (RNN) نسبت به سایر الگوریتم های یادگیری عمیق می باشد. بنابراین در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از بین سه الگوریتم SVM، CNN و RNN، الگوریتم RNN کاراترین مدل را برای پیش بینی ریسک حسابرسی فراهم می کند.

۶. بحث و نتیجه گیری

در چشم‌انداز پویای حاکمیت مالی، تشخیص و پیشگیری از ریسک حسابرسی برای اطمینان از یکپارچگی و قابلیت اطمینان صورت‌های مالی بسیار مهم است. عواقب فعالیت های متقلبانه کشف نشده می تواند شدید باشد و نه تنها بر سلامت مالی سازمان

ها بلکه بر اعتماد سهامداران و سرمایه گذاران نیز تأثیر بگذارد. در نتیجه، توسعه مدل‌های موثر پیش‌بینی ریسک حسابرسی در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. ارزیابی ریسک حسابرسی در یک کار حسابرسی می‌تواند مستقیماً بر هزینه‌ها، زمان‌بندی و استراتژی‌ها و همچنین کیفیت حسابرسی تأثیر بگذارد. مهمترین چالش در ارزیابی ریسک حسابرسی، توانایی تشخیص دقیق تحریفات با اهمیت در صورتهای مالی است. روش‌های مرسوم پیش بینی ریسک حسابرسی اغلب محدودیت‌هایی را در تمایز بین تغییرات نرمال و ناهنجاری‌های بالقوه نشان می‌دهند. هدف اصلی پژوهش حاضر استفاده از قابلیت‌های مدل‌سازی غیرخطی شبکه‌های عصبی برای افزایش حساسیت تشخیص و دقت پیش‌بینی ریسک حسابرسی است. دو جریان متفاوت در متون پژوهشی، پیشینه و مبنایی برای این پژوهش فراهم می کند؛ یکی پژوهش های انجام شده در رابطه با ریسک حسابرسی و دیگری متون مربوط به تکنیک های یادگیری عمیق است. این دو جریان قلمروهای پژوهشی گسترده ای هستند که پژوهش های متقابل بسیار اندکی در داخل کشور، در این زمینه انجام شده است. پژوهش های صورت گرفته نیز با توجه به محدودیت در زمینه دسترسی به داده های ریسک حسابرسی با یکدیگر متفاوت هستند؛ از این رو، پژوهش حاضر در تلاش است تا با استفاده از الگورتیم های یادگیری عمیق (ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی پیچشی و شبکه عصبی بازگشتی) و با بکارگیری جامع ترین متغیرهای اثرگذار بر ریسک حسابرسی (با بررسی جامع پژوهش داخلی و خارجی انجام شده در حوزه ریسک حسابرسی و مصاحبه با خبرگان) سعی در ارائه مدلی برای پیش بینی ریسک حسابرسی با دقت و صحبت بالا می باشد، که این موضوع در نوع خود منحصربفرد می باشد. از طریق تحلیل اطلاعات مربوط به ۱۵۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در طی سال های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲ نتایج حاصل از الگوریتم های یادگیری عمیق نشان می دهد که صحت کلی الگوریتم های SVM، CNN و RNN به ترتیب ۸۹.۶٪، ۸۵.۸٪ و ۹۶.۴٪ می باشد که نشان دهنده این است که الگوریتم RNN بهترین عملکرد و الگوریتم CNN بدترین عملکرد را در پیش بینی ریسک حسابرسی دارد. به عبارت دیگر، نتایج نشان دهنده کارآ بودن الگوریتم شبکه عصبی بازگشتی (RNN) نسبت به سایر الگوریتم های یادگیری عمیق می باشد. بنابراین در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از بین سه الگوریتم SVM، CNN و RNN، الگوریتم RNN کاراترین مدل را برای پیش بینی ریسک حسابرسی فراهم می کند. این نتایج تا حدودی با یافته های بدست آمده در پژوهش های همتی و همکاران (۱۳۹۹)؛ همتی و همکاران (۱۴۰۱)؛ او.ابومحسن و همکاران (۲۰۲۳)؛ الدین و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد.

این پژوهش می تواند چندین دستاورد علمی به شرح زیر می تواند داشته باشد. اولاً، از دیدگاه نظری، با توجه به بررسی های صورت گرفته از پژوهش های تجربی صورت گرفته در ایران، این پژوهش اولین موردی است که با استفاده از الگوریتم های یادگیری عمیق به پیش بینی ریسک حسابرسی در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. دوماً، با توجه به اینکه اظهارنظر حسابرس مستقل شرکت در خصوص قابلیت اطمینان صورت های مالی شرکت یکی از متغیرهای کلیدی در تصمیمات سرمایه گذاران است این پژوهش با پیش بینی ریسک حسابرسی با بکارگیری الگوریتم حافظه طولانی کوتاه مدت و سایر الگوریتم های یادگیری عمیق، سهامداران، تحلیلگران و اعتباردهندگان را در اتخاذ تصمیمات اثربخش و کارآمد یاری می کند و در نتیجه باعث افزایش سطح کارآیی بازار در بلندمدت می گردد. سوماً، برای نهادهای نظارتی و تدوین کنندگان قوانین و استانداردها مسئله تداوم فعالیت به ویژه ریسک حسابرسی همواره در کانون توجه بوده است یافته های این پژوهش می تواند به سازمان حسابرسی، سازمان بورس و اوراق بهادار و سایرهای نهادهای نظارتی رهنمود های لازم را در زمینه تدوین قوانین و استاندارد ارائه دهد. چهارماً، نتایج این پژوهش می تواند حسابرسان را در زمینه گردآوری شواهد و ارزیابی شواهد یاری کند. در نهایت یافته های این پژوهش می تواند ایده های جدیدی در اختیار پژوهشگران و دانشگاهیان قرار دهد.

منابع و مآخذ

الف- منابع فارسی:

حیدی نژاد، قدرت اله، جمشیدی نوید، بابک، قنبری، مهرداد. (۱۴۰۰). ارتباط بین اثربخشی کمیته حسابرسی و ریسک حسابرسی. تحقیقات حسابداری و حسابرسی، ۱۳(۵۲)، ۱۸۵-۲۰۶.

دارابی، رویا، علیزاده پیرعلی، فرخ، دبستانی، محمد. (۱۳۹۹). مروری بر ادبیات نظری تجربی در خصوص تأثیر شرایط اقتصاد کلان بر ریسک حسابرسی. چشم انداز حسابداری و مدیریت، ۳(۳۷)، ۱۲-۱۸.

زارعیان، حسین، حجازی، محسن. (۱۴۰۲). ارایه مدل ریسک حسابرسی مالیاتی در طرح جامع مالیاتی با رویکرد ترکیبی ISM-ANP. پژوهش های تجربی حسابداری، ۱۳(۱)، ۶۱-۸۰.

غلامی، حسین، دشتبانی، قاسم. (۱۴۰۰). بررسی رابطه بین کیفیت حسابرسی و ریسک حسابرسی در شرکت‌های پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران. چشم انداز حسابداری و مدیریت، ۴(۴۹)، ۱۲۲-۱۳۵.

فریدی مایوان، مریم، مومنی، علیرضا، مقدم، عبدالکریم. (۱۴۰۱). آزمون ارزیابی ریسک حسابرسی تحت تأثیر افشای مسئولیت اجتماعی شرکت ها. دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، ۱۱(۴۳)، ۳۲۱-۳۰۹.

همتی، داود، طلوعی اشلقی، عباس. (۱۴۰۱). ارزیابی ریسک حسابرسی با استفاده رویکرد داده کاوی مبتنی بر شبکه های عصبی در شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادارتهران. دانش حسابرسی، ۵(۸۹)، ۲۴۵-۲۱۶.

همتی، داود، عرب‌صالحی، مهدی، طلوعی اشلقی، عباس. (۱۳۹۹). ارزیابی ریسک حسابرسی با استفاده از رویکرد داده کاوی (مطالعه موردی: تسهیلات بانکی). دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، ۹(۳۴)، ۱۵۷-۱۶۷.

الف- منابع انگلیسی:

Al-Din, S., Al-Hayik, Y., Abu-Naser, S.S. (2023). Neural Network-Based Audit Risk Prediction: A Comprehensive Study. International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), Vol. 7 Issue 10, October - 2023, Pages: 43-51.

Beasley, M.S., Carcello, J.V., Hermanson, D.R., Neal, T.L., 2009. The audit committee oversight process. Contemporary Accounting Research, 26 (1), 65-122.

Becker, C.L., DeFond, M.L., Jiambalvo, J., Subramanyam, K.R., 1998. The effect of audit quality on earnings management. Contemporary Accounting Research, 15 (1), 1-24.

Behn, B.K., Choi, J.H., Kang, T., 2008. Audit quality and properties of analyst earnings forecasts. The Accounting Review, 83 (2), 327-349.

Caramanis, C., Lennox, C., 2008. Audit effort and earnings management. Journal of accounting and economics, 45 (1), 116-138.

Choi, J.H., Wong, T.J., 2007. Auditors' governance functions and legal environments: An international investigation. Contemporary Accounting Research, 24 (1), 13-46.

Cohen, J. R., Hoitash, U., Krishnamoorthy, G., Wright, A. M., 2014. The effect of audit committee industry expertise on monitoring the financial reporting process. The Accounting Review 89 (1), 243-273.

Cohen, J., Krishnamoorthy, G., Wright, A., 2010. Corporate governance in the post-Sarbanes-Oxley era: Auditors' experiences. Contemporary Accounting Research, 27 (3), 751-786.

DeAngelo, L. E., 1981. Auditor size and audit quality. Journal of Accounting and Economics 3 (3), 183-199.

DeFond, M., Zhang, J., 2014. A review of archival auditing research. Journal of Accounting and Economics 58 (2), 275-326.

Deng, Mingcherng and Lu, Tong and Wen, Xiaoyan, Does Audit Risk Disclosure Improve or Impair Audit Quality and Investment Efficiency? (November 12, 2023). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4540951 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4540951.

Engel, E., Hayes, R.M., Wang, X., 2010. Audit committee compensation and the demand for monitoring of the financial reporting process. Journal of Accounting and Economics, 49 (1-2), 136-154.

Fan, J.P., Wong, T.J., 2005. Do external auditors perform a corporate governance role in emerging markets? Evidence from East Asia. Journal of Accounting Research, 43 (1), 35- 72.

Glover, S. M., D. F. Prawitt, J. J. Schultz Jr., and M. F. Zimbelman. 2003. A test of changes in auditors' fraud-related planning judgments since the issuance of SAS No. 82. Auditing: A Journal of Practice & Theory 22 (September): 237-251.

Glover, S. M., J. Jiambalvo, and J. Kennedy. 2000. Analytical procedures and audit-planning decisions. Auditing: A Journal of Practice & Theory 19 (Fall): 27-46.

Hagiha, Z. (2012). Application of Delphi method for determining the affecting factors upon audit risk model. Management Science Letters 2(1):379-390. DOI:10.5267/ j.msl. 2011.07.006.

Hammersley, J. S., K. Johnstone, and K. Kadous. 2011. How do audit seniors respond to heightened fraud risk? Auditing: A Journal of Practice & Theory 30 (3): 81-101.

Hogan, C.E., & Wilkins, M.S. (2008). Evidence on the audit risk model: Do auditors increase audit fees in the presence of internal control deficiencies? Contemporary Accounting Research, 25(1), 219-242. doi: 10.1506/car.25.1.9.

International Auditing and Assurance Standards Board (IAASB). 2011. Audit quality. An IAASB perspective. Available at: http://www.ifac.org/sites/default/files/publications/files/audit-quality-an-iaasb-per.pdf.

International Organization of Securities Commissions (IOSCO). 2009 Consultation report on transparency of firms that audit public companies. Available at: http://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD302.pdf.

Jiambalvo, J., and W. Waller. 1984. Decomposition and assessments of audit risk. Auditing: A Journal of Practice & Theory 3 (Spring): 80-88.

Khurana, I.K., Raman, K.K., 2004. Litigation risk and the financial reporting credibility of Big 4 versus non-Big 4 audits: Evidence from Anglo-American countries. The Accounting Review, 79 (2), 473-495.

Kim, J.B., Lee, J.J., Park, J.C., 2015. Audit quality and the market value of cash holdings: The case of office-level auditor industry specialization. Auditing: A Journal of Practice & Theory, 34 (2), 27-57.

Krishnan, G.V., 2003. Does Big 6 auditor industry expertise constrain earnings management? Accounting horizons, 17, 1-16.

Krishnan, G.V., Visvanathan, G., 2009. Do auditors price audit committee's expertise? The case of accounting versus nonaccounting financial experts. Journal of Accounting, Auditing & Finance, 24 (1), 115-144.

Krishnan, J., Li, C., Wang, Q., 2013. Auditor industry expertise and cost of equity. Accounting Horizons, 27 (4), 667-691.

Kurt, Ahmet C., Audit Risk and the Benefits of Employing Specialist Auditors: Evidence from Firms with Major Government Customers (August 25, 2022). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4199751 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4199751.

O. Abu-Mehsen, D., Abu Nasser, M.S., Hasaballah, M.A., Abu-Naser. S.S. (2023). Predicting Audit Risk Using Neural Networks: An In-depth Analysis. International Journal of Academic Information Systems Research (IJAISR), Vol. 7 Issue 10, October - 2023, Pages: 48-56.

O'Donnell, E., and J. J. Schultz, Jr. 2003. The influence of business-process-focused audit support software on analytical procedures judgments. Auditing: A Journal of Practice & Theory 22 (September): 265-279.

Pittman, J.A., Fortin, S., 2004. Auditor choice and the cost of debt capital for newly public firms. Journal of accounting and Economics, 37 (1), 113-136.

Porcuna-Enguix, L.; Bustos-Contell, E.; Serrano-Madrid, J.; Labatut-Serer, G. Constructing the Audit Risk Assessment by the Audit Team Leader When Planning: Using Fuzzy Theory. Mathematics 2021, 9, 3065. https://doi.org/10.3390/ math9233065.

Public Company Accounting Oversight Board (PCAOB). 2006. The process for Board determinations regarding firms' efforts to address quality control criticisms in inspection reports. PCAOB Release No. 104-2006-077. Washington, D.C.: PCAOB.

Public Company Accounting Oversight Board (PCAOB). 2010. Consideration of registration applications from public accounting firms in Non-U.S. jurisdictions where there are unresolved obstacles to PCAOB inspections. PCAOB Release No. 2010-007. October 7.

Robin, A., Wu, Q., Zhang, H., 2017. Auditor quality and debt covenants. Contemporary Accounting Research, 34 (1), 154-185.

Robin, A.J., Zhang, H., 2015. Do industry-specialist auditors influence stock price crash risk? Auditing: A Journal of Practice & Theory, 34 (3), 47-79.

Simunic, D.A., 1980. The pricing of audit services: Theory and evidence. Journal of Accounting Research 18 (1), 161-190.

Sujana, E. & Dharmawan, N.A.S. (2023). Audit Quality Improvement and the Role of Risk: Audit as a Moderator. AABFJ Volume 17, Issue 4, P. 223-238.

Watts, R.L., Zimmerman, J.L., 1983. Agency problems, auditing, and the theory of the firm: Some evidence. Journal of law and Economics, 26 (3), 613-633.

Wilks, T. J., and M. F. Zimbelman. 2004. Decomposition of fraud-risk assessments and auditors' sensitivity to fraud cues. Contemporary Accounting Research 21 (Fall): 719-745.

Wu, Y., Wilson, M., 2016. Audit quality and analyst forecast accuracy: The impact of forecast horizon and other modeling choices. Auditing: A Journal of Practice & Theory, 35 (2), 167-185.

Zimbelman, M. F. 1997. The effects of SAS No. 82 on auditors' attention to fraud risk factors and audit planning decisions. Journal of Accounting Research 35 (Supplement): 75-97.