



Audit Fee Prediction using Multilayer Perceptron & Radial Neural Networks

- Mohammad Hassani¹
- Arezoo Memarimoghadam²
- Mohammadhamed Khanmohammadi³

Abstract

The present research applied two types of artificial neural network such as multilayer perceptron and radial basis neural network in order to modeling and predicting audit fees. In this regard, samples include 123 listed firms in the Tehran Stock Exchange through a screening method during March 2013 to March 2022. The research is conducted based on multilayer perceptron and radial artificial neural networks using the MATLAB software. This study used a set of parameters including firm size, current assets to total assets ratio, financial leverage, current assets to current liabilities ratio, long-term liabilities to total assets ratio, quick ratio, loss and financial restatement as input parameters, and audit fees were used as the target parameter in the modeling process. The research results indicate that in training data during March 2013 to March 2019, the radial artificial neural network due to its special structure consistently demonstrates less error compared to multilayer perceptron neural network. But, for model generalization, the performance of the best models was assessed using relevant data during March 2019 to March 2022. In this scenario, the multilayer perceptron neural network was able to predict audit fee with higher accuracy; while the radial artificial neural network failed to predict audit fee accurately. In addition, there is a significant difference between the audit fees predictions using multilayer perceptron neural network compared to radial neural network. Furthermore, the sensitivity analysis results demonstrated that firm size has the most significant impact on the audit fee prediction.

Key words: Audit Fee, Artificial Neural Networks, Multilayer Perceptron & Radial Neural Networks.

¹ Assistant Professor, Department of Accounting & Auditing, Faculty of Accounting & Finance, NT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran, Email: mhassani@iau.ac.ir (Corresponding Author)

² M.A. of Accounting, Department of Accounting, NT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: a.memarimoghadam@gmail.com

³ Associate Professor of Accounting, Department of Accounting, D.C., Islamic Azad University, Damavand, Iran, Email: khanmohammadi.mh@iau.ac.ir

پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با استفاده از شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه و شعاعی

- محمد حسنی^۱
- آرزو معماری مقدم^۲
- محمد حامد خان‌محمدی^۳

چکیده

در پژوهش حاضر، از دو نوع شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شعاعی برای مدل‌سازی و پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی استفاده شده است. در این راستا، از جامعه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، تعداد ۱۲۳ شرکت به روش غربالگری طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ انتخاب شدند. پژوهش در محیط نرم افزار متلب مدل‌سازی شده است. در این پژوهش، مجموعه‌ای از پارامترهای اندازه شرکت، نسبت دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها، اهرم مالی، نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری، نسبت بدهی‌های بلندمدت به کل دارایی‌ها، نسبت آنی، زیان‌دهی و تجدید ارائه صورت‌های مالی به عنوان پارامترهای ورودی و حق‌الزحمه حسابرسی به عنوان پارامتر هدف در مدل‌سازی استفاده شدند. نتایج نشان دادند در داده‌های آموزش طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۷، شبکه‌های عصبی مصنوعی شعاعی با توجه به ساختار خاصی که دارند، دارای خطای کمتری نسبت به شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه هستند. به منظور تعمیم‌پذیری مدل‌ها، عملکرد بهترین مدل‌ها با استفاده از داده‌های سال‌های مالی ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ بررسی شد. در این حالت عملکرد شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با دقت بالاتر توانست حق‌الزحمه حسابرسی را پیش‌بینی کند؛ در حالی که شبکه عصبی مصنوعی شعاعی نتوانست با دقت مناسبی حق‌الزحمه حسابرسی را پیش‌بینی نماید؛ ضمن این که بین پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با بکارگیری شبکه عصبی پرسپترون پرسپترون چند لایه در مقایسه با شبکه عصبی شعاعی اختلاف معناداری وجود دارد. همچنین، نتایج تحلیل حساسیت نشان داد اندازه شرکت مهم‌ترین تأثیر در تعیین حق‌الزحمه حسابرسی دارد.

واژگان کلیدی: حق‌الزحمه حسابرسی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه پرسپترون چندلایه، شبکه شعاعی.

^۱ استادیار حسابداری، گروه تحصیلات تکمیلی حسابداری و حسابرسی، دانشکده حسابداری و امور مالی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. نویسنده مسئول. رایانامه: mhassani@iau.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد حسابداری، گروه حسابداری، دانشکده مدیریت، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: a.memarimoghadam@gmail.com

^۳ دانشیار حسابداری، گروه حسابداری، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: khanmohammadi.mh@iau.ac.ir

۱. مقدمه

در محافل حرفه‌ای و قانون‌گذاری، حق‌الزحمه حسابرسی و نحوه تعیین آن به عنوان یکی از مهم‌ترین موضوع‌های مورد بحث مطرح است و پژوهش‌های زیادی در ارتباط با نحوه تعیین حق‌الزحمه حسابرسی انجام شده‌اند. حق‌الزحمه حسابرسی معرف مجموع هزینه حسابرسی و سود تعریف شده است (سیمونیک^۱، ۱۹۸۰). هزینه‌های حسابرسی شامل بوجه‌بندی منابع انسانی و مالیات، هزینه‌های ایجاد شده برای تجهیزات مورد استفاده در حسابرسی و سایر هزینه‌های احتمالی مربوط به مراحل حسابرسی است؛ همچنین، سود حسابرسی نشأت گرفته از پیش‌بینی احتمالی زیان‌های قضایی و حقوقی ناشی از خطاهای ممکن در عملکرد حسابرسی را شامل می‌شود؛ حق‌الزحمه خدمات حسابرسی به عنوان شرط ضروری در اطمینان از کیفیت حسابرسی مورد توجه قرار می‌گیرد. حق‌الزحمه پرداختی به حساب‌برسان می‌تواند کیفیت حسابرسی را به دو صورت تحت تأثیر قرار دهد (هویتاش و همکاران^۲، ۲۰۰۷)؛ نخست، حق‌الزحمه بالاتر پرداخت شده به حساب‌برسان ممکن است تلاش‌های صورت گرفته توسط حساب‌برسان را افزایش دهد و کیفیت حسابرسی نیز افزایش یابد؛ از طرفی، حق‌الزحمه بالاتر پرداخت شده به حساب‌برسان، از لحاظ اقتصادی آن‌ها را به مشتریان وابسته می‌سازد و چون نمی‌خواهند منافع خود را در شرکت‌های مورد حسابرسی از دست بدهند، ممکن است استقلال خود را مصالحه کنند. طبق فرا تحلیل انجام شده، عوامل مؤثر بر حق‌الزحمه حسابرسی را در دو گروه اصلی طبقه‌بندی شده‌اند (هی و همکاران^۳، ۲۰۰۶)؛ عوامل مربوط به عرضه‌کنندگان خدمات حسابرسی (مانند تخصص حسابرسان در صنعت و اندازه مؤسسه حسابرسی) و عوامل مربوط به تقاضاکنندگان خدمات حسابرسی (مانند اندازه و ریسک صاحبکار)؛ مطابق این دسته‌بندی، محرک‌های عرضه و تقاضا خدمات حسابرسی نقش مهم در تعیین حق‌الزحمه حسابرسی دارند؛ صاحبکارانی که تضاد نمایندگی بالایی دارند، حساب‌برسان باکیفیت و با حق‌الزحمه بالا را انتخاب می‌کنند (دیفوند و ژانگ^۴، ۲۰۱۴). همچنین حساب‌برسان با کیفیت بالا، صرف حق‌الزحمه دریافت می‌کنند (هی و جتر^۵، ۲۰۱۱). در برخی مطالعات، نقش عوامل بیرونی خارج از کنترل شرکت مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که به طور بالقوه بر قیمت‌گذاری خدمات حسابرسی مؤثر هستند و با تبیین چارچوب شش بعدی (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، قانونی و زیست محیطی) از عوامل بیرونی محیط حسابرسی، نقش دخالت در بازار حسابرسی برجسته شده است (ایرله و همکاران^۶، ۲۰۲۱).

1. Simunic

2. Hoitash et al

3. Hay et al

4. DeFond & Zhang

5. Hay & Jeter

6. Eierle et al

یکی از مسائل مهم حسابرسی، پیش‌بینی دقیق حق‌الزحمه حسابرس است. محاسبه حق‌الزحمه حسابرس به عنوان یک بحث پیچیده، هم برای صاحبکاران و هم برای حسابرسان از اهمیت برخوردار است. حسابرسان طبق استانداردهای حسابرسی ملزم به ارزیابی وضعیت داده‌ها در شرکت‌ها هستند و پیش‌بینی این که چه حق‌الزحمه‌ای برای حسابرسان در نظر گرفته شود، همواره یک مسأله چالش برانگیز است. حق‌الزحمه حسابرسی، وجوهی است که بابت دریافت خدمات حسابرسی و مطابق قرارداد یا توافق به مؤسسه حسابرسی پرداخت می‌شود. منافع اقتصادی حسابرس از طریق حق‌الزحمه تأمین می‌شود. حق‌الزحمه حسابرسی، شامل هرگونه وجهی است که بابت ارائه خدمات حسابرسی و طبق توافق بر اساس قرارداد به حسابرس یا مؤسسه حسابرسی پرداخت می‌گردد. حق‌الزحمه حسابرس بر اساس بهای تمام شده خدمات بکار رفته در فرآیند حسابرسی به علاوه تخمینی از زیان‌های آتی ناشی از مسئولیت حسابرس در برابر گزارش صادرشده، تعیین خواهد شد. با توجه به چالش برانگیز بودن تعیین حق‌الزحمه حسابرس شرکت‌های بورسی، همواره ضرورت ارائه و گسترش مدلی برای تعیین مناسب حق‌الزحمه حسابرسی وجود داشته است؛ در این راستا، توسعه فناوری‌های جدید در دانش‌های مختلف سبب شده حوزه حسابرسی به این حوزه توجه نماید و حسابرسان جهت افزایش کارایی و اثربخشی فرآیندهای حسابرسی از فناوری‌های جدید بهره‌مند شوند. پیشرفت فناوری‌های نوین سال‌های اخیر سبب توسعه تئوریک سیستم‌های پویای هوشمند مبتنی بر داده‌های تجربی در فرآیند پیش‌بینی شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی از جمله سیستم‌های پویا هستند که با پردازش داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای این اطلاعات را طبق الگوی ساختاری هوشمند به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. شبکه‌های عصبی مصنوعی ساختاری شبیه نورون در مغز انسان دارند و یک سیستم پردازش اطلاعات هستند که اعصاب بیولوژیکی را تقلید کرده و می‌توانند در انجام پیش‌بینی، چندین ورودی دریافت و ترکیب کنند. شبکه‌های عصبی مصنوعی نوعی سیستم هوش مصنوعی هستند که شامل بکارگیری روش ریاضی برای ایجاد توانایی نتیجه‌گیری از طریق توانایی محاسبه سریع است. این عمل از طریق فرآیند یادگیری انجام می‌شود، به طوری که بتواند توانایی استنتاج را داشته باشد. شبکه‌های عصبی رویکرد داده محور هستند که نیازی به تعدیل در طول پردازش مدل ندارند؛ زیرا، آن‌ها به طور مستقل روابط ذاتی بین متغیرها را فرا می‌گیرند. یکی از دلایل بکارگیری شبکه‌های عصبی، جنبه غیرخطی بودن آن در پیش‌بینی است. این جنبه ممکن است به شکل روابط پیچیده بین متغیرها در آستانه‌های بالا یا پایین برای اثرگذاری متغیرهای مستقل باشد، یا تفاوت بین حد بالا و پایین پیش‌بینی‌های مربوط به متغیر وابسته باشد (بالکین و اورد، ۲۰۰۰).

علیرغم توسعه و اهمیت رویکردها و فناوری‌های نوین در حوزه‌های حسابداری و حسابرسی، اما در مطالعات داخلی در حوزه حسابرسی تمرکز چندانی بر این مباحث انجام نشده است. به طور خاص در زمینه

¹. Balkin & Ord



حق‌الزحمه حسابرسی، بسیاری مطالعات داخلی تنها یا عوامل مؤثر بر حق‌الزحمه حسابرسی را مورد بررسی قرار داده‌اند و یا ارتباط این مؤلفه با سایر متغیرها را ارزیابی نموده‌اند؛ از این رو، اهمیت پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی در این مطالعات مورد توجه نبوده است. با توجه به وجود شکاف مطالعاتی این حوزه، پژوهش حاضر با استفاده از دو نوع شبکه عصبی مصنوعی به دنبال ارزیابی مدلی است که توانایی پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی را داشته باشد. از این رو، از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شبکه عصبی مصنوعی شعاعی در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی استفاده شده است. دانش‌افزایی پژوهش این است که ارائه مدل مناسب پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی، می‌تواند نیازهای اطلاعاتی ارکان مشمول فرآیند عرضه و تقاضای خدمات حسابرسی را تا حدودی برآورده سازد؛ این روند برای مدیران و حساب‌رسان که بر اساس قراردادهای حسابرسی و متناسب با شرایطی، اقدام به تعیین حق‌الزحمه حسابرسی می‌نمایند و در راستای پرهیز از وقوع انحراف مثبت و منفی غیرعادی در حق‌الزحمه حسابرسی از اهمیت برخوردار است. این موضوع نه تنها برای مدیران و حساب‌رسان اهمیت دارد، بلکه گروه‌های مختلف ذی‌نفع سهامداران، سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان از دیدگاه فرضیه اطلاعاتی، همچنین سازمان حسابرسی، جامعه حسابداران رسمی، سازمان بورس اوراق بهادار و نهادهای دولتی از دیدگاه فرضیه نظارتی می‌توانند از یافته‌های پژوهش بهره‌مند شوند.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

حق‌الزحمه حسابرسی محصول راهبری شرکتی قوی است که علامتی برای سرمایه‌گذاران و اعتبار دهندگان مبنی بر اتکاپذیر بودن صورت‌های مالی و کاهش ریسک تصمیم‌گیری‌های مالی و سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود (کارسلو و همکاران، ۲۰۰۲). عوامل گوناگون بر حق‌الزحمه حسابرسی اثرگذار هستند که طبق مبانی نظری شامل ویژگی‌های مؤسسه حسابرسی و ویژگی‌های صاحبکار از ابعاد عرضه و تقاضای خدمات حسابرسی است (گریفین و همکاران، ۲۰۱۰). عوامل مرتبط با عرضه کنندگان خدمات حسابرسی شامل مصادیقی مانند تخصص صنعت حسابرس، شهرت و اعتبار حسابرس، رقابت بازار حسابرسی، استقلال حسابرس، اندازه حسابرس، اظهارنظر حسابرس، ریسک حسابرس است؛ همچنین عوامل مربوط به تقاضا کنندگان خدمات حسابرسی مواردی مانند شهرت و اعتبار صاحبکار، اندازه شرکت صاحبکار، حقوقی صاحبکار، سهم صاحبکار از محیط رقابتی در بازار محصول و ریسک تجاری صاحبکار است. حق‌الزحمه حساب‌رسان از دو دیدگاه مختلف به عنوان مهمترین مسئله از دیدگاه مدیران، سهامداران و مؤسسه‌های حسابرسی اهمیت دارد. از دیدگاه مدیران و سهامداران، گزارش حسابرسی که به ازای آن

¹. Carcello et al

². Griffin et al



حاضر به پرداخت حق الزحمه به حساب‌رسان می‌شوند، بسیار حائز اهمیت است؛ اما از دید مؤسسه‌های حساب‌رسی، دو نکته مهم در تعیین قیمت خدمات حساب‌رسی حائز اهمیت است؛ نکته اول این است که مؤسسه‌های حساب‌رسی باید به واحد مورد رسیدگی حق الزحمه‌ای اعلام کنند که متناسب با نوع و حجم خدمات ارائه شده باشد و نکته دوم برای مؤسسه‌های حساب‌رسی این است که قیمت پیشنهادی باید توانایی رقابت با قیمت‌های ارائه شده توسط سایر مؤسسه‌های حساب‌رسی را داشته باشد؛ این به معنای فراهم کردن قیمت‌های رقابتی و متناسب با بازار و نیازهای مشتریان است تا مؤسسه حساب‌رسی بتواند در بازار به عنوان گزینه جذاب مورد توجه مشتریان قرار گیرد. قیمت‌گذاری خدمات حساب‌رسی از دیدگاه نوع خدمات ارائه شده توسط حساب‌رس و تأثیر آن بر ساختار مالی و اداری صاحبکار تعیین می‌شود. در مرحله تعیین قیمت خدمات حساب‌رسی، حساب‌رسان از تکنیک‌های حساب‌رسی مبتنی بر ریسک استفاده می‌کنند. این تکنیک‌ها به حساب‌رسان اجازه می‌دهد تا حجم کارهای مورد نیاز برای دریافت گزارش حساب‌رسی، زمان‌بندی مورد نیاز و منابع انسانی مورد نیاز در سطوح مختلف را برای انجام کارهای مدنظر تخمین بزنند. در ارزیابی قیمت خدمات حساب‌رسی در بخش دوم، که به حالت رقابتی معروف است، نظریه‌های اقتصادی مانند اقتصاد خرد و تخصیص منابع کمیاب اقتصادی برای پاسخ به اشکال مختلف تقاضا استفاده می‌شود که در تعیین قیمت خدمات حساب‌رسی نقش مهم ایفا می‌کنند. مؤسسه‌های فعال در حرفه حساب‌رسی به واسطه رقابت اغلب تمایل دارند مشتریان جدید جذب کنند. قضاوت در مورد پذیرش صاحبکار، از مراحل بحرانی اولیه در فرایند مدیریت ریسک مؤسسه‌های حساب‌رسی، از نظر خطرهای نشأت گرفته از دعاوی حقوقی و رسوایی‌های مرتبط با حرفه محسوب می‌شود. با گسترش رقابت در این حرفه، مؤسسه‌های حساب‌رسی مجبور به ارائه خدمات با کیفیت بالاتر و با هزینه کمتر شده‌اند. به منظور رقابت بر پایه عواملی جز کیفیت خدمات و تنوع در ارائه خدمات، مؤسسه‌های حساب‌رسی به دنبال بهینه‌سازی حق الزحمه و ارائه بهترین پیشنهاد برای آن هستند. این اقدامات به مؤسسه‌ها امکان می‌دهد هم درآمد خود را به حداکثر برسانند و هم کار را در شرایط رقابتی از دست ندهند؛ بنابراین، آگاهی از عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات حساب‌رسی امری مهم است (کاسل و همکاران^۱، ۲۰۱۲).

در مبانی نظری، چند دیدگاه عمده برای نیاز به حساب‌رسی و تعیین حق الزحمه حساب‌رسی مورد بحث قرار گرفته‌اند که شامل نظریه نظارت یا نمایندگی، نظریه اعتباربخشی و نظریه علامت‌دهی هستند. در عمل، یک یا ترکیبی از این نظریه‌ها ممکن است بر اساس موقعیت‌های فرهنگی و محیط‌های قانونی و قضایی مختلف، توجیه بهتری ارائه دهد (لم^۲، ۱۹۹۸). نظریه نمایندگی ریشه تقاضا برای حساب‌رسی را به تضاد منافع میان مدیران، سهامداران، اعتباردهندگان، کارکنان و دیگر ذینفعان نسبت می‌دهد و حساب‌رس به عنوان واسطه در این فرایند می‌تواند هزینه نمایندگی ناشی از رفتار خودسرانه کارگزاران را کاهش دهد.

¹. Cassell et al

². Lam

پژوهش‌های متعددی در زمینه هزینه نمایندگی و تقاضا برای حسابرسی با کیفیت و برانگیختن مدیران برای استفاده از حسابرسان شایسته با حق الزحمه‌های بیشتر انجام شده است (واتز و زیمرمن^۱، ۱۹۸۳). نظریه نظارت به عنوان یک مدل تعیین کننده در بحث حق الزحمه حسابرسی، شواهد کافی برای استفاده مدیران از خدمات حسابرسی با کیفیت بالا را فراهم می‌کند (والاس^۲، ۱۹۸۷). طبق این دیدگاه، شرکت‌ها به منظور کاهش دعاوی حقوقی و انتقال مسئولیت داده‌های مالی به دیگران نیازمند پذیرش حسابرس مستقل ماهر می‌شوند. برای انجام این پذیرش، باید حق الزحمه حسابرسی پرداخت شود. همچنین، تقاضا برای خدمات حسابرسی با کیفیت بالا در چارچوب نظریه علامت‌دهی مورد بررسی قرار گرفته است (والاس^۳، ۱۹۸۷). طبق این نظریه، حسابرس معتبر مستقل به عنوان ناظر خارجی می‌تواند به ایجاد اعتماد در بازار سرمایه کمک کند و حسابرسان نقش مهمی در کاهش تصمیم‌های نادرست در بازار سرمایه ایفا می‌کنند و شرکت‌ها تلاش می‌کنند حسابرس معتبری انتخاب کنند تا به بازار سرمایه نشان دهند عملیات و گزارش‌های مالی شرکت شفاف و مطمئن است. سرمایه‌گذاران بالقوه نیز از این علائم برای تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری استفاده می‌کنند (لم^۴، ۱۹۹۸). توجیه این نظریه در قیمت‌گذاری خدمات حسابرسی طبق این استدلال است که مؤسسه‌های حسابرسی بزرگ و معتبر، درخواست حق الزحمه بیشتری از صاحبکاران دارند؛ این افزایش حق الزحمه توسط مؤسسه‌های حسابرسی معتبر از آن جهت صورت می‌گیرد که این مؤسسه‌ها دارای اعتبار و کیفیت چشمگیر هستند و برای شرکت‌ها شفافیت و عملکرد بهتری ایجاد می‌کنند (فرانسیس^۵، ۱۹۸۴). طبق نظریه اعتباربخشی، حرفه حسابرسی ممکن است مدعی شود در اعتباربخشی به نتایج صورت‌های مالی مسئولیتی ندارد؛ با این حال سرمایه‌گذاران اعتقاد دارند چنانچه به دلیل استفاده از صورت‌های مالی گمراه کننده به آن‌ها زیان وارد شود، حسابرسان باید بتوان آن را بپردازند و این زیان‌ها را جبران کنند؛ بنابراین، در مواردی که سرمایه‌گذاران خسارت ببینند، حسابرسان ممکن است مورد بازخواست قرار بگیرند؛ به عبارتی، حسابرسان باید در قیمت‌گذاری خدمات این ریسک را در نظر بگیرند. هرچه کیفیت گزارش‌های مالی صاحبکار ضعیف‌تر باشد، ریسک و حق الزحمه حسابرسی افزایش می‌یابد (سیمونیک^۶، ۱۹۸۴). اگر حق الزحمه حسابرسی زیاد باعث ارتباط اقتصادی حسابرس و صاحبکار شود، استقلال حسابرس کاهش یافته و ریسک اتکا به اطلاعات مالی صاحبکار افزایش می‌یابد (کارسلو و همکاران^۷، ۲۰۰۲).

1. Cassell et al

2. Wallace

3. Wallace

4. Lam

5. Francis

6. Simunic

7. Carcello et al

در سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای در توسعه و بکارگیری سیستم‌های هوشمند مبتنی بر داده‌های تجربی جهت پیش‌بینی ایجاد شده است. با شدت گرفتن انقلاب صنعتی چهارم، هوش مصنوعی به طور گسترده برای انجام وظایف کلیدی در فعالیت‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حرفه حسابرسی همچنین هوش مصنوعی را در اجرای وظایف خود در انجام فعالیت‌هایی مانند حسابرسی، نظارت و وظایف مشاوره‌ای پذیرفته است. طرفداران کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی مزایایی مانند بهبود روش‌های نمونه‌گیری، کاهش نیروی کار و زمان انجام حسابرسی، افزایش کارایی و اثربخشی و بهبود کیفیت حسابرسی را بر می‌شمرند؛ اما مخالفان، نگرانی‌های عمل‌گرایانه‌ای مانند نقض اصول اخلاقی حاکم بر حرفه حسابرسی، سوگیری‌های احتمالی از دست دادن شغل و چالش‌های مربوط به هماهنگی فعالیت‌های ماشینی و انسانی را مطرح می‌کنند (سبیله^۱، ۲۰۲۳). یکی از سیستم‌های هوشمند مبتنی بر داده‌های تجربی، شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند که با پردازش داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای این اطلاعات را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. رویکرد شبکه عصبی روش مدل‌سازی و بهینه‌سازی قدرتمند برای فرآیندهای پیچیده است. شبکه عصبی مصنوعی شاخه‌ای از هوش مصنوعی در دسته یادگیری ماشین عمیق است. یکی از کاربردهای عمده شبکه‌های عصبی در حسابرسی در زمینه کشف اشتباهات با اهمیت است. از دیگر زمینه‌های کاربرد شبکه عصبی در حسابرسی، کشف تقلب و تعیین وجود یا فقدان تداوم فعالیت شرکت مشتریان است. از شبکه‌های عصبی همچنین در ارزیابی ریسک حسابرسی، ریسک کنترلی، تعیین حق‌الزحمه حسابرسی و تعیین تنگناهای مالی استفاده شده است (عرب‌مازار یزدی و سپاسی، ۱۳۸۹). در پژوهش حاضر، از شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه و شعاعی برای پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی استفاده شده است.

در سال‌های اخیر، روش‌های یادگیری ماشین به طور گسترده در پیش‌بینی پارامترهای حسابرسی و حسابداری مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ به منظور توسعه مدل پیش‌بینی کارآمد و مؤثر، الگوریتم‌های یادگیری ماشین به کار گرفته می‌شوند. هدف اصلی این مدل‌ها، پیش‌بینی دقیق حق‌الزحمه حسابرسی است. مطالعه‌های اخیر نشان داده‌اند استفاده از این روش‌ها، می‌تواند بهبود قابل توجهی در دقت پیش‌بینی‌ها و کاهش ریسک‌های مرتبط با پرداخت حق‌الزحمه حسابرسی داشته باشد (کامرفورد و همکاران^۲، ۲۰۲۲). در نتیجه، استفاده از روش‌های یادگیری ماشین به عنوان ابزار قدرتمند در تحلیل داده‌های حسابرسی و حسابداری و پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی، می‌تواند مزیتی برای سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان باشد؛ در این راستا، ستیاوان و همکاران^۳ (۲۰۲۵) با مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف جهت پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی مانند شبکه‌های عصبی عمیق، شبکه‌های عصبی پیچشی، مدل‌های یادگیری عمیق ترکیبی،

¹. Sebele

². Commerford et al

³. Setiawan et al

روش نزدیک‌ترین همسایه، رگرسیون بردار پشتیبان رتبه‌ای و درخت تصمیم‌گیری دریافتند بهترین مدل، شبکه عصبی عمیق است. **خانمحمدی و همکاران**^۱ (۲۰۲۵) با تحلیل مقایسه‌ای جامعی از شانزده الگوریتم یادگیری ماشین برای شناسایی مؤثرترین مدل پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی دریافتند مدل رگرسیونی گرادیان افزایشده به طور قابل توجهی از مدل‌های سنتی و سایر الگوریتم‌ها بهتر عمل می‌کند و اندازه‌داری را به عنوان عامل اصلی تعیین‌کننده حق‌الزحمه حسابرسی شناسایی می‌کند. علاوه بر این، این مطالعه با توسعه و معرفی یک پلتفرم مبتنی بر وب جدید و کاربرپسند، شکاف بین مدل‌سازی نظری و کاربرد عملی را پر می‌کند. **راواشده**^۲ (۲۰۲۴) نشان داد نگرش مطلوب و کیفیت درک شده از خدمات حسابرسی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند رضایت مشتریان را افزایش دهد و به دنبال آن، ارزش درک شده و اعتماد مشتری را افزایش دهد. **الهایک و ابوناصر**^۳ (۲۰۲۳) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی دقیق ریسک حسابرسی، مدلی را تحت آموزش و اعتبارسنجی دقیق قرار دادند و نتایج منجر به عملکرد بالای مدل از نظر دقت پیش‌بینی شد و این امر پتانسیل شبکه‌های عصبی مصنوعی در تقویت یکپارچگی سیستم مالی و پیشگیری از تقلب را برجسته کرد. **معماری‌مقدم و همکاران** (۲۰۲۳) در تعیین حق‌الزحمه حسابرسی با استفاده از رگرسیون بردار پشتیبان دریافتند مدل عملکرد مناسبی را بر اساس داده‌های آموزشی نشان داد؛ اما، طبق داده‌های جدید در کنترل راستی‌آزمایی، عملکرد مدل کاهش یافت. **فدیک و همکاران**^۴ (۲۰۲۲) دریافتند سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی به بهبود کیفیت حسابرسی و کاهش حق‌الزحمه حسابرسی کمک می‌کند. **چوی و همکاران**^۵ (۲۰۲۲) دریافتند حق‌الزحمه حسابرسی غیرعادی پیش‌بینی‌شده با استفاده از مدل شبکه عصبی عمیق به طور قابل توجهی دقیق‌تر از آن‌هایی هستند که با استفاده از مدل کلاسیک رگرسیون خطی از نظر ارتباط با مدیریت سود تخمین زده می‌شوند. **مترونی و همکاران**^۶ (۲۰۲۲) نشان دادند شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با تمرکز بر محدود کردن مواجهه با خطای نوع اول نسبت به تحلیل رگرسیون دقت بهتری دارد. **معماری‌مقدم و همکاران** (۲۰۲۳) در تعیین حق‌الزحمه حسابرسی با استفاده از رگرسیون بردار پشتیبان دریافتند مدل عملکرد مناسبی بر اساس داده‌های آموزشی نشان داد؛ اما، طبق داده‌های جدید جهت کنترل راستی‌آزمایی، عملکرد مدل کاهش یافت. **لی و همکاران**^۷ (۲۰۲۱) نشان دادند رویکرد شبکه عصبی مصنوعی با در نظر گرفتن خطای نوع اول و دوم در انجام رویه‌های تحلیلی حسابرسی نسبت به تحلیل سنتی رگرسیون به طور قابل توجهی مؤثرتر نبود. با این حال، رویکرد شبکه عصبی مصنوعی خطاهای نوع دوم بسیار کمتری را

1. Khanmohammadi et al

2. Rawashdeh

3. Al-Hayik & Abu-Naser

4. Fedyk et al

5. Choi et al

6. Mat Roni et al

7. Li et al

نسبت به روش‌های دیگر به همراه داشت که نشان می‌دهد شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌توانند نماینده بهتری برای بهبود عملکرد رویه‌های تحلیلی در فرآیند حسابرس باشد. **صالحی و همکاران**^۱ (۲۰۱۶) در پیش‌بینی میزان بهینه حق‌الزحمه حسابرسی طبق الگوی برنامه‌ریزی خطی نشان دادند متغیرهای زمان مورد انتظار برای انجام روش‌های حسابرسی، تعداد اسناد حسابداری، ریسک عملیات حسابرسی، پیچیدگی عملیات، وجود قوانین و مقررات خاص حاکم بر فعالیت‌های واحد تجاری به عنوان عوامل مؤثر بر حق‌الزحمه حسابرسی همبستگی مثبتی با حق‌الزحمه حسابرسی دارند. **گاگانیس و همکاران**^۲ (۲۰۰۷) دریافتند شبکه‌های عصبی مصنوعی احتمالی قدرت توضیحی بالایی در پیش‌بینی اظهارنظر مشروط در گزارش‌های حسابرسی دارند. همچنین این مدل از شبکه‌های عصبی مصنوعی سنتی و رگرسیون لجستیک عملکرد بهتری دارد. **کاسکیوارا**^۳ (۲۰۰۴) استدلال کرد شبکه‌های عصبی مصنوعی پتانسیل مناسبی برای بهبود روش‌های بررسی تحلیلی حسابرسی دارند. **کاری و پیل**^۴ (۱۹۹۸) دریافتند مدل‌های شبکه عصبی بر اساس داده‌های مقطعی دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت به تحلیل رگرسیون در پیش‌بینی تغییرات مقطعی حق‌الزحمه حسابرسی دارند.

بخشیان و همکاران (۱۴۰۳) دریافتند الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز قدرت بالاتر نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات از میان شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی سنجش اعتبار حسابرسان دارد. **هاشمیان طاهری و همکاران** (۱۴۰۲) نشان دادند عوامل مؤثر بر تعیین حق‌الزحمه خدمات حسابرسی به ترتیب اولویت شامل مختصات فردی حسابرس، عوامل سازمانی مرتبط با حسابرس، عوامل وضعیتی نظام حسابرسی، ملاحظات نهادی کلان حسابرسی، اثربخشی و کیفیت حسابرسی، ریسک حسابرسی، ملاحظات نهادی مدیریتی صاحبکاران، ملاحظات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کلان بازار حسابرسی، ملاحظات مالی صاحبکاران و مالکیت، حاکمیت و فرایند رشد است. **معماری مقدم و همکاران** (۱۴۰۲) در راستای تعیین حق‌الزحمه حسابرسی با استفاده از رویکرد یادگیری ماشین مبتنی بر پایگاه پایتون دریافتند مدل‌های رگرسیون تقویت‌کننده، درخت تصادفی و افزایش گرادیان فوق‌العاده بهترین عملکرد در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی دارند. **حسنی و یونس‌حمه** (۱۴۰۱) نشان دادند آشفته‌گی مالی به عنوان معیاری از ریسک تجاری صاحبکار و تجدید ارائه صورت‌های مالی به عنوان معیاری از ریسک حسابرسی تأثیر مثبتی بر حق‌الزحمه حسابرسی دارند. نتایج حاکی از آن است که تجدید ارائه صورت‌های مالی و بروز آشفته‌گی مالی به عنوان عوامل بالقوه ریسک می‌توانند بر ریسک درک شده حسابرسان اثر بگذارند و این رخداد تغییر رفتار حسابرسان و تغییر حق‌الزحمه حسابرسی را به دنبال دارد. **همتی و همکاران** (۱۴۰۱) دریافتند الگوی ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات قدرت پیش‌بینی بالایی

1. Salehi et al

2. Gaganis et al

3. Koskivaara

4. Curry & Peel

جهت ارزیابی ریسک حسابرسی دارد. **حسینی (۱۴۰۰)** نشان داد حق الزحمه حسابرسی تابع مستقیم سهم بازار خدمات حسابرسی به عنوان مقیاسی از محیط رقابتی بازار حسابرسی، اظهار نظر مقبول حسابرس، شهرت حسابرس، پیچیدگی حسابرسی، استقلال کمیته حسابرسی، رهبری هیئت مدیره و گزارش زیان، اما تابع معکوس وقوع خطای نوع دوم به عنوان مقیاس ریسک حسابرسی، چرخش حسابرس، استقلال هیئت مدیره، تمرکز مالکیت و اهرم مالی است. **صدرایی و همکاران (۱۴۰۰)** به چهار دسته عوامل مؤثر بر تعیین حق الزحمه حسابرسی اشاره کردند که شامل عوامل مرتبط با صاحبکار، عوامل مرتبط با کار حسابرسی، عوامل مرتبط با حسابرس و سایر عوامل (ارتباطی و اقتصادی) هستند؛ آن‌ها دریافتند برخی عوامل مؤثر بر تعیین حق الزحمه حسابرسی در ایران با عوامل بین‌المللی متفاوت هستند. **حسینی و برخوردار (۱۳۹۹)** با تمرکز بر دیدگاه‌های مبتنی بر عرضه و تقاضای حسابرسی دریافتند اندازه، نسبت بدهی، نسبت دریافتنی‌ها و موجودی‌ها، استقلال هیئت‌مدیره و اظهار نظر حسابرس به طور مثبت، اما تمرکز مالکیت، نسبت جاری، بازده دارایی‌ها به طور منفی از عوامل مؤثر بر حق الزحمه خدمات حسابرسی هستند. **نیکبخت و همکاران (۱۳۹۹)** دریافتند عوامل مؤثر بر تعیین حق الزحمه شامل حجم عملیات، پیچیدگی عملیات، کیفیت و اثربخشی کنترل داخلی، پراکندگی جغرافیایی عملیات، اندازه واحد صاحبکار، حسابرسی نخستین، ریسک کارفرما، ویژگی‌های حسابرس و مدت دوره تصدی مسئولیت حسابرس در واحد صاحبکار هستند؛ تحلیل منطقی فازی نشان داد اگرچه از نظر هر دو گروه تفاوت معنی‌داری در تعیین مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر حق الزحمه وجود نداشت، ولی اولویت وزن عوامل نه گانه از دیدگاه دو گروه در تعیین حق الزحمه متفاوت است. **نوشادی و همکاران (۱۳۹۷)** در بررسی عوامل مؤثر بر حق الزحمه حسابرسی دریافتند اندازه مؤسسه، میزان رعایت آیین رفتار حرفه‌ای، ارزشمند بودن کار برای صاحبکار، ویژگی‌ها و اعتبار مدیران و شرکاء مهم‌ترین عوامل مؤثر سطح مؤسسه حسابرسی؛ اندازه، ریسک، توان تقاضا کیفیت، هدف صاحبکار از حسابرسی و حاکمیت شرکتی اثربخش مهم‌ترین عوامل سطح صاحبکار و درک استفاده کنندگان و ذینفعان کلیدی حسابرسی، نگرش و ویژگی‌های سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان، تدوین مقررات و ضوابط اثربخش مهم‌ترین عوامل سطح حرفه و شرایط محیطی هستند. **مهدوی و قهرمانی (۱۳۹۶)** نشان دادند الگوی شبکه عصبی مصنوعی پیش‌خور با الگوریتم پس‌انتشار خطا، دقت بالا در کشف تقلب به وسیله حسابرسان دارد. **واعظ و همکاران (۱۳۹۴)** دریافتند میزان خطای پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی توسط مدل شبکه عصبی مصنوعی بهینه‌سازی شده با استفاده از الگوریتم ژنتیک از نظر معیارهای ارزیابی عملکرد نسبت به روش رگرسیون حداقل مربعات و شبکه عصبی مصنوعی برتری دارد. پس از بازبینی ادبیات پژوهشی قبلی، مشخص شد بسیاری از مطالعات به بررسی تأثیر عوامل متعددی بر حق الزحمه حسابرس پرداخته‌اند. با این حال، اهمیت ایجاد مدل قابل استفاده برای پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی به طور کافی مورد توجه قرار نگرفته است. شواهد مطالعاتی حاکی از آن است که دقت در پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی از عوامل کلیدی موفقیت الگوسازی است و در این زمینه روش‌های

یادگیری ماشین به واسطه بهبود دقت پیش‌بینی‌ها و کاهش ریسک‌های مرتبط با پرداخت حق‌الزحمه حسابرسی، از اهمیت به‌سزایی برخوردار هستند. شبکه‌های عصبی مصنوعی از جمله الگوهای مبتنی بر یادگیری ماشین هستند که با پردازش داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای اطلاعات را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند و پیش‌بینی‌های مناسبی ارائه می‌دهند. شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان رویکردی نوین در پیش‌بینی سری‌های زمانی غیرخطی و غیرماندگار فرآیندهایی که برای شناخت دقیق آن‌ها راه حل و رابطه صریحی وجود ندارد، عملکرد خوبی دارند. شبکه‌های عصبی مصنوعی با ارزیابی ارتباط غیرخطی بین داده‌ها و تعمیم نتایج می‌توانند از طریق یادگیری و آموزش، رفتار سیستم را پیش‌بینی کنند. بنابراین، هدف پژوهش این است که بررسی کند آیا شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و شبکه عصبی شعاعی می‌توانند با دقت مناسبی حق‌الزحمه حسابرس را پیش‌بینی نمایند یا خیر؟ بر این اساس، توانایی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و شبکه عصبی شعاعی در این زمینه مورد کنکاش قرار گرفت. از این رو، فرضیه‌ها به شرح زیر تدوین شدند:

فرضیه ۱: شبکه عصبی پرسپترون چند لایه توان پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرس را دارد.

فرضیه ۲: شبکه عصبی شعاعی توان پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرس را دارد.

فرضیه ۳: توان شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و شبکه عصبی شعاعی در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرس تفاوت دارد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

در دنیای امروز، از مدل‌سازی توابع گسسته با استفاده از تکنیک هوش مصنوعی به‌طور گسترده استفاده می‌شود؛ با توجه به پیچیدگی فرآیند تعیین حق‌الزحمه حسابرسی، استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی می‌تواند تأثیرگذار باشد. این ابزارها قادرند تصمیم‌گیری‌های مالی و اقتصادی شرکت‌ها را بهبود بخشند و به طرح ریزی مالی کمک نمایند. یکی از مهم‌ترین و تأثیرگذارترین ابزارهای هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند؛ از ویژگی‌های برجسته شبکه‌های عصبی این است که می‌توانند به عنوان تخمین‌زن قوی عمل کنند. یکی از مشهورترین نوع شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل پرسپترون چندلایه است. شبکه پرسپترون چند لایه مجموعه‌ای از نورون‌های پایه را در سه لایه دارد که به ترتیب به عنوان لایه ورودی، لایه‌های پنهان (که ممکن است شامل چندین لایه باشند) و لایه خروجی شناخته می‌شوند. شبکه عصبی با تابع پایه شعاعی یکی از مدل‌های مهم در هوش مصنوعی و یادگیری ماشین است؛ در این نوع شبکه عصبی، توابع پایه شعاعی به عنوان توابع فعال سازی استفاده می‌شوند که توانایی تبدیل داده‌های ورودی به فضای متفاوتی دارند. از ویژگی‌های برجسته این شبکه، توانایی آموزش با تعداد نورون‌های پنهان کمتر نسبت به شبکه‌های عصبی سنتی است؛ همچنین، شبکه

عصبی با تابع پایه شعاعی معمولاً برای مسائل مرتبط با تقسیم‌بندی الگوها، پیش‌بینی و تقریب توابع پیچیده بسیار مفید است.

برای مدل‌سازی شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه و شعاعی از توابع newrb و feedforwardnet در نرم‌افزار متلب استفاده شده است. در ساخت و آموزش این مدل‌ها، مجموعه‌ای از پارامترهای متفاوت مورد استفاده قرار گرفت که در جدول ۱ و ۲ ارائه شده‌اند؛ ابتدا، پارامترهای پیش فرض برای آموزش انتخاب شدند؛ سپس، با انجام آنالیزهای حساسیت جامع، بهترین تنظیم‌های پارامتری برای ساخت شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه و شعاعی با دقت به دست آمدند؛ نکته مهم این که انتخاب درست پارامترها برای آموزش و ساخت شبکه‌های عصبی مصنوعی از اهمیت ویژه برخوردار است و با توجه به مسائل مختلف و خصوصیات داده‌ها، ممکن است تنظیم‌های متفاوتی مورد نیاز باشد.

جدول ۱. پارامترهای ساخت شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه

نام پارامتر	پیش‌فرض	توضیحات
اندازه‌های لایه پنهان	۱۰	لیست از تعداد نورون‌ها در هر لایه پنهان. به صورت خودکار تعیین می‌شود.
تابع آموزش	'trainscg'	تابع آموزش استفاده شده برای آموزش شبکه
تابع انتقال	'logsig'	نوع تابع فعال سازی برای نورون‌ها در لایه‌های پنهان
تعداد چرخه‌های آموزش	۱۰۰۰	تعداد چرخه‌های آموزش برای توقف آموزش شبکه
حداکثر میزان عدم پیشرفت	۶	حداکثر تعداد چرخه‌های آموزش بدون پیشرفت قابل تحمل
نمایش پنجره گرافیکی	'on'	نمایش پنجره گرافیکی جزئیات آموزش شبکه (می‌تواند 'off' یا 'on' باشد)
هدف آموزش	۰/۰	مقدار مورد نظر برای معیار موفقیت در آموزش شبکه

جدول ۲. پارامترهای ساخت شبکه‌های عصبی شعاعی

نام پارامتر	پیش‌فرض	توضیحات
تابع انتقال	'radbas'	نوع تابع پایه شعاعی که برای نورون‌های لایه شعاعی استفاده می‌شود.
تعداد نورون‌ها در لایه شعاعی	۱۰	تعداد نورون‌ها در لایه شعاعی که به عنوان مراکز توابع پایه شعاعی عمل می‌کنند.
اندازه‌های لایه پنهان	-	اندازه لایه پنهان در شبکه لیستی خالی دارد. RBF این پارامتر به طور خودکار تنظیم می‌شود و
تابع آموزش	'trainlm'	RBF تابع آموزش مورد استفاده برای آموزش شبکه
تعداد چرخه‌های آموزش	۱۰۰۰	تعداد چرخه‌های آموزش برای توقف آموزش شبکه
حداکثر میزان عدم پیشرفت	۶	حداکثر تعداد چرخه‌های آموزش بدون پیشرفت قابل تحمل
نمایش پنجره گرافیکی	'on'	نمایش پنجره گرافیکی جزئیات آموزش شبکه (می‌تواند 'off' یا 'on' باشد)
هدف آموزش	۰/۰	RBF مقدار مورد نظر برای معیار موفقیت در آموزش شبکه

جهت فرایند آموزش در نرم افزار متلب، داده‌های مورد استفاده برای ساخت مدل‌های عصبی مصنوعی به نسبت‌های ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش مدل‌های عصبی مصنوعی، ۱۵ درصد داده‌ها برای اعتبارسنجی مدل‌ها و ۱۵ درصد داده‌ها برای آزمون و ارزیابی نهایی مدل‌ها استفاده شدند؛ این تقسیم‌بندی در مرحله پیش‌پردازش و آماده‌سازی داده‌ها انجام گرفت؛ در ابتدا مدل‌های عصبی مصنوعی با استفاده از ۷۰ درصد

از داده‌های آموزشی تنظیم شده و به یادگیری الگوها و ارتباط موجود در داده‌ها پرداختند؛ سپس با استفاده از داده‌های اعتبارسنجی، عملکرد آن‌ها ارزیابی شد و با استفاده از داده‌های آزمون، عملکرد نهایی مدل‌ها در شرایط واقعی سنجش شد؛ این فرآیند تضمین‌کننده عملکرد مؤثر مدل‌ها در پیش‌بینی و تحلیل داده‌های جدید است. در فرآیند آموزش شبکه عصبی از الگوریتم لونیگ-مارکوارت استفاده شد؛ این الگوریتم طبق روش پس انتشار خطا عمل می‌کند؛ در این رویکرد، پس از محاسبه خطای اولیه شبکه، فرایند به عقب باز می‌گردد و وزن‌ها و بایاس‌های لایه‌های مختلف شبکه به طور همزمان تنظیم می‌شوند؛ این مراحل به صورت مکرر اجرا می‌شوند تا زمانی که خطای محاسباتی به حداقل برسد. متغیرهای مورد استفاده در پیش‌بینی مدل به قرار زیر هستند:

حق‌الزحمه حسابرسی (FEE): لگاریتم طبیعی حق‌الزحمه پرداختی به حساب‌رسان بابت انجام خدمات حسابرسی که از بخش هزینه‌ها در یادداشت‌های توضیحی و یا از گزارش هیأت مدیره استخراج می‌شود.

اندازه شرکت (SIZE): لگاریتم طبیعی کل دارایی‌ها.

نسبت جاری (CA): نسبت دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها.

اهرم مالی (DA): نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها.

نسبت جاری (CR): نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری.

بدهی‌های بلندمدت (DE): نسبت بدهی‌های بلندمدت به کل دارایی‌ها.

نسبت آنی (QR): نسبت دارایی‌های آنی به بدهی‌های جاری.

زیان (LOSS): اگر شرکت در سال مالی زیان داشته باشد کد یک و در غیر این صورت، کد صفر است.

تجدید ارائه صورت‌های مالی (RE): اگر شرکت تجدید ارائه داشته باشد کد یک و در غیر این صورت کد صفر است.

داده‌ها با استفاده از صورت‌های مالی حسابرسی شده، یادداشت‌های توضیحی، گزارش هیأت مدیره و گزارش حسابرس از طریق نرم افزار ره آورد نوین و شبکه کدال گردآوری شدند. تحلیل آماری اولیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار متلب صورت گرفت. جامعه آماری پژوهش، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است و دوره زمانی مجزایی برای تحلیل‌ها و همچنین راستی آزمایی مدل مورد استناد قرار گرفتند. از این رو، مدل‌های پیش‌بینی بر اساس داده‌های سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۷ استخراج شدند. همچنین، به منظور ارزیابی دقت و صحت مدل‌های ارائه شده، از داده‌های مربوط به سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ استفاده گردید. شرکت‌های مورد بررسی بر اساس شرایطی مانند پذیرش در بورس قبل از شروع پژوهش، حضور فعال در بورس طی دوره پژوهش، عدم خروج از بورس تا پایان زمان پژوهش، عدم حضور در صنایع بانکی، بیمه، لیزینگ، هلدینگ و سرمایه‌گذاری، عدم تغییر سال مالی طی دوره پژوهش و قابلیت دسترسی به داده‌های مورد نیاز به ویژه در حوزه افشای اطلاعات حق‌الزحمه حسابرسی مورد غربالگری قرار گرفتند و در نهایت ۱۲۳ شرکت طی دوره‌های مورد بررسی گزینش شدند.

۴. تحلیل یافته‌ها

نتایج آمار توصیفی متغیرهای پیوسته پژوهش در جدول ۳ و فراوانی مشاهده‌های مربوط به متغیرهای گسسته پژوهش در جدول ۴ درج شده‌اند؛ طبق شواهد، میانگین حق الزحمه حسابرسی مشاهده‌ها برابر ۹/۰۲۴۵ واحد برحسب لگاریتم طبیعی است.

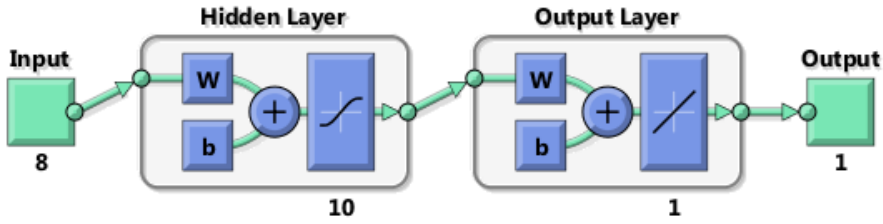
جدول ۳. آمار توصیفی متغیرهای پیوسته پژوهش

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	کمینه	٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	بیشینه
DA	۰/۶۵۳۷	۰/۳۵۸۹	۰/۱۲۰۰	۰/۴۷۰۰	۰/۶۱۰۰	۰/۷۶۰۰	۳/۹۸۰۰
CA	۰/۶۷۷۹	۰/۱۸۷۷	۰/۱۹۰۰	۰/۵۵۰۰	۰/۷۱۰۰	۰/۸۴۰۰	۰/۹۷۰۰
QR	۰/۹۰۷۱	۰/۵۲۵۳	۰/۱۲۰۰	۰/۵۶۰۰	۰/۸۰۰۰	۱/۱۱۷۵	۴/۱۱۰۰
SIZE	۶/۰۰۰۷	۰/۵۷۴۵	۴/۵۷۰۰	۵/۶۴۰۰	۵/۹۲۰۰	۶/۳۱۷۵	۹/۳۲۰۰
CR	۱/۴۲۸۲	۰/۷۲۹۵	۰/۱۷۰۰	۱/۰۲۲۵	۱/۲۸۵۰	۱/۶۳۰۰	۶/۰۶۰۰
DE	۰/۰۸۵۶	۰/۱۳۵۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۲۰۰	۰/۰۵۰۰	۰/۱۰۰۰	۱/۴۹۰۰
FEE	۹/۰۲۴۵	۰/۳۹۹۹	۸/۰۷۹۲	۸/۷۶۳۹	۸/۹۷۶۱	۹/۲۶۰۴	۱۰/۴۳۷۰

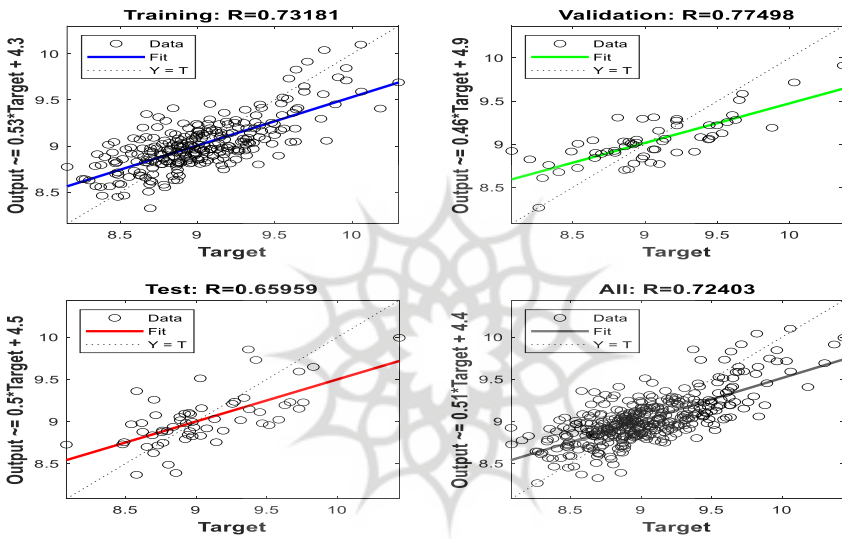
جدول ۴. آمار فراوانی متغیرهای گسسته پژوهش

متغیرها	درصد مشاهده‌ها با کد صفر	درصد مشاهده‌ها با کد یک	کمینه	بیشینه
RE	۰/۳۹۳۸	۰/۶۰۶۲	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
LOSS	۰/۷۶۱۷	۰/۲۳۸۳	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

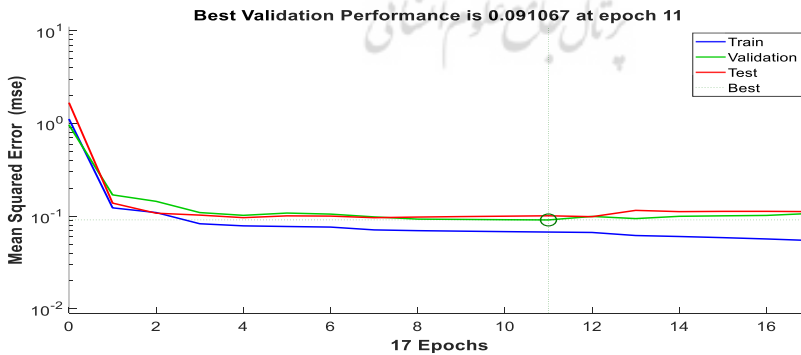
جهت پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی، مدل‌های گوناگون با معماری‌های مختلف برای شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه طراحی شده‌اند؛ هرچند توابع پیوسته با یک لایه مخفی و تعداد کافی نورون، توانایی تخمین را دارا هستند؛ با این حال، برای توابع غیر پیوسته و به منظور مقایسه و بهبود عملکرد مدل‌ها، لایه دوم نیز به شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه اضافه گردید؛ معماری مدل‌های ارائه شده پژوهش برای پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی شامل یک و یا دو لایه مخفی با تعداد نورون‌های مختلف در بازه یک تا پانزده است؛ به منظور انتخاب بهترین مدل، هر مدل پنجاه بار آموزش داده شد و بهترین مدل انتخاب شد؛ البته با افزایش تعداد لایه‌ها به دو، خطای شبکه افزایش یافت و بهترین مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه در این پژوهش شامل یک لایه مخفی با ده نورون بود که در شکل ۱ نمایش داده شده است. ضریب رگرسیون بهترین مدل و میزان مربعات خطا به تفکیک داده‌ها در شکل‌های ۲ و ۳ نمایش داده شده است؛ این مدل با ضریب رگرسیون ۷۴ درصد و میزان مربعات خطا ۰/۰۹ با دقت قابل قبولی می‌تواند حق الزحمه حسابرسی را پیش‌بینی نماید. پارامترهای آموزش مدل و میزان خطای آن نسبت به انواع داده در شکل‌های ۴ و ۵ نمایش داده شده است.



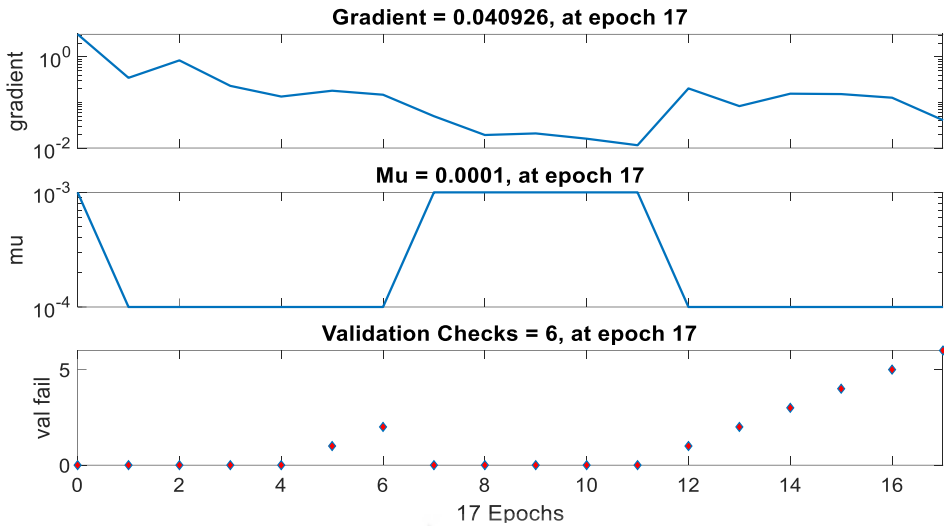
شکل ۱. توپولوژی بهترین مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه



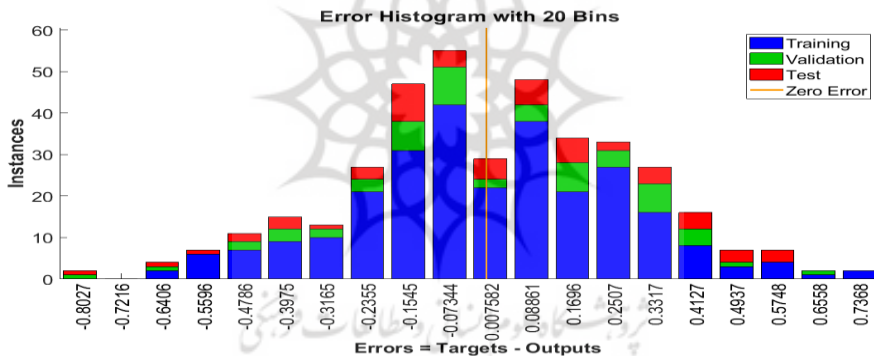
شکل ۲. ضریب بهترین مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه



شکل ۳. میانگین مربعات خطا در بهترین مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

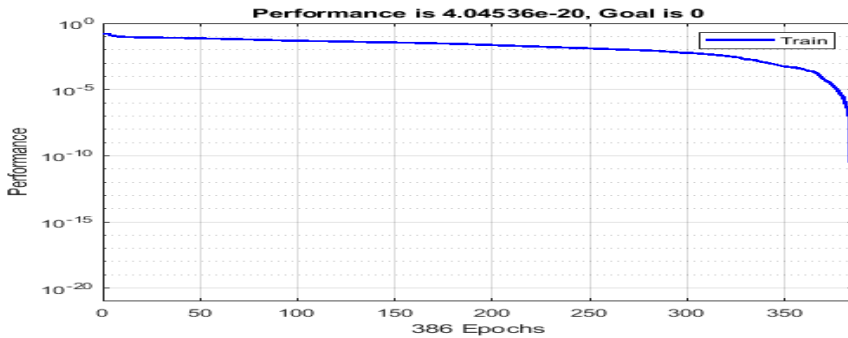


شکل ۴. پارامترهای آموزش در بهترین مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

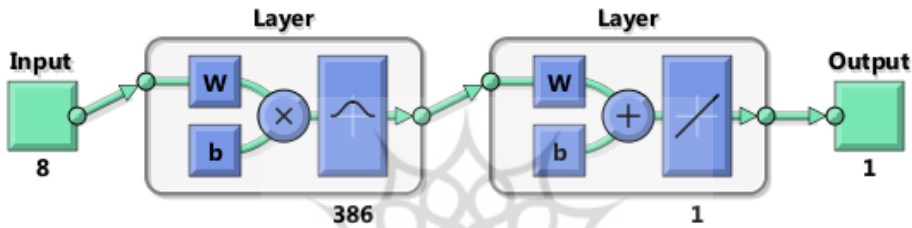


شکل ۵. میزان خطای مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه به تفکیک انواع داده

عملکرد مدل شبکه عصبی شعاعی در دوره آموزش طبق شکل ۶ به تصویر کشیده شده است؛ به نظر می‌رسد خطای مدل بر روی داده‌های آموزش به نزدیکی صفر رسیده است؛ اما این موضوع نمایانگر توانایی بالای مدل نیست؛ دلیل این امر آن است که مدل با تعداد نورون‌های برابر با تعداد داده‌ها تعریف شده است. همچنین، بهترین مدل برای شبکه‌های عصبی شعاعی در این پژوهش در شکل ۷ نمایش داده شده است. این تابع به صورت پیش فرض به اندازه تعداد داده نورون تولید می‌کند که در یک لایه ایجاد می‌شود. با توجه به ماهیت این مدل، خطا بر روی داده‌های آموزش، نزدیک به صفر است؛ بنابراین نیاز به صحت سنجی و راستی آزمایی با داده‌های جدید مطرح می‌شود. برای ارزیابی و مقایسه واقعی توانایی این مدل نیاز به داده‌های جدید جهت تعمیم پذیری و مقایسه با شبکه عصبی پرسپترون چند لایه وجود دارد؛ این موضوع در قسمت بعدی مورد بررسی قرار گرفته است.

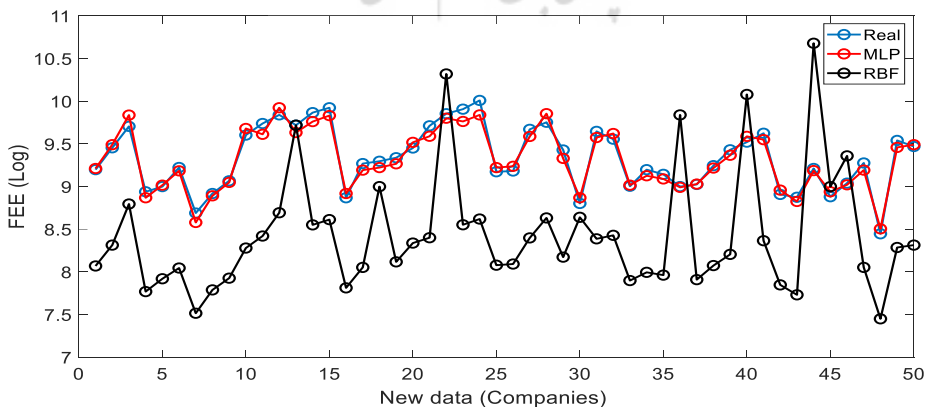


شکل ۶. آموزش شبکه عصبی شعاعی



شکل ۷. توپولوژی بهترین مدل شبکه عصبی شعاعی

برای ارزیابی صحت و راستی آزمایی مدل استخراجی، داده‌های مربوط به شرکت‌های غربال شده از صنایع مختلف مورد بررسی طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ به کار گرفته شد؛ با استفاده از تابع SIM در محیط نرم‌افزار متلب، این داده‌ها برای پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با استفاده از هر دو مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و شعاعی مورد ارزیابی قرار گرفتند و خروجی آن در شکل ۸ به عنوان مقایسه مشاهده می‌شود؛ شواهد نشان دادند شبکه عصبی شعاعی نتوانست با دقت بالایی حق‌الزحمه حسابرسی را پیش‌بینی کند؛ در حالی که بهترین مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با دقت ۹۱/۱ درصد توانست این تخمین را انجام دهد.



شکل ۸. بررسی قدرت تعمیم شبکه با داده‌های مربوطه جهت راستی‌آزمایی

در ادامه به منظور مقایسه نتایج حاصل از پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شبکه عصبی شعاعی، نسبت به انجام آزمون مقایسه‌ای تحلیل واریانس بین حق‌الزحمه حسابرسی واقعی گزارش شده و حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده اقدام شد. نتایج در جدول ۵ ارائه شده‌اند. شواهد نشان دادند بین حق‌الزحمه حسابرسی گزارش شده و حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه اختلاف معناداری وجود ندارد؛ اما بین حق‌الزحمه حسابرسی گزارش شده و حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی شعاعی اختلاف معناداری وجود دارد. این بدان معنا است که شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه توانسته است در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی شعاعی عملکرد بهتری داشته باشد و پیش‌بینی نزدیک به واقعیت ارائه نماید. همچنین، یافته‌ها نشان دادند بین حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی شعاعی اختلاف معنادار وجود دارد. مقادیر میانگین پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه بیشتر از شبکه عصبی مصنوعی شعاعی است و به مقادیر میانگین حق‌الزحمه حسابرسی واقعی گزارش شده نزدیک‌تر است؛ بر این اساس، شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه عملکرد بهتری در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی داشته است.

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل مقایسه‌ای

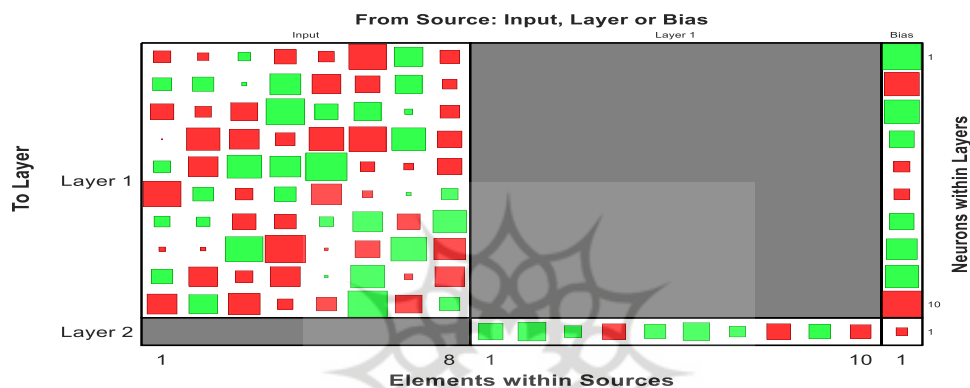
احتمال	آماره	انحراف معیار	میانگین	مبنای مقایسه
۰/۷۵۸۴	۰/۰۹۵۱	۰/۳۶۸۴	۹/۳۳۳۴	حق‌الزحمه حسابرسی واقعی گزارش شده
		۰/۳۵۴۶	۹/۳۱۱۱	حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه
۰/۰۰۰۰	۶۶/۳۱۶	۰/۳۶۸۴	۹/۳۳۳۴	حق‌الزحمه حسابرسی واقعی گزارش شده
		۰/۶۹۱۹	۸/۴۳۰۸	حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده شبکه عصبی مصنوعی شعاعی
۰/۰۰۰۰	۶۴/۱۲۰	۰/۳۵۴۶	۹/۳۱۱۱	حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه
		۰/۶۹۱۹	۸/۴۳۰۸	حق‌الزحمه حسابرسی پیش‌بینی شده شبکه عصبی مصنوعی شعاعی

یکی از مهارت‌های برجسته شبکه‌های عصبی، توانایی آنالیز حساسیت است؛ این قابلیت امکان آن را می‌دهد که پارامتر ورودی‌هایی که بیشترین تأثیر بر پارامتر هدف دارد، به بهترین نحو شناسایی شود؛ در این مطالعه، برای انجام آنالیز حساسیت، از الگوریتم گارسون^۱ (۱۹۹۱) بهره گرفته شد. الگوریتم گارسون روشی معتبر برای آنالیز حساسیت شبکه‌های عصبی است؛ این الگوریتم به منظور تخمین تأثیر پارامترهای ورودی بر خروجی شبکه عصبی استفاده می‌شود؛ اساس کار این الگوریتم، بررسی وزن‌های هر نورون در لایه خروجی و نحوه اتصال آن‌ها به نورون‌های لایه ورودی است؛ از این طریق می‌توان تأثیر هر ورودی بر خروجی را اندازه‌گیری کرد و پارامترهای اساسی را شناسایی نمود؛ به این صورت، می‌توان تشخیص داد کدام ورودی‌ها بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی خروجی شبکه دارند. پارامترهای ورودی الگوریتم به صورت گرافیکی در شکل ۹ با عنوان ماتریس هینتون به تصویر کشیده شده است. با استفاده از الگوریتم گارسون،

۱. Garson



وزن‌ها و بایاس‌های بهترین مدل استخراج شده و نتایج در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. نتایج نشان داد اندازه شرکت برحسب دارایی‌ها مهم‌ترین پارامتر در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابداری است؛ بنابراین، برای ارائه پیش‌بینی دقیق حق‌الزحمه حسابداری باید اندازه شرکت بر حسب دارایی‌ها به عنوان یکی از عوامل اصلی مورد توجه قرار داد و تأثیر آن بر پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابداری را در نظر گرفت؛ زیرا این پارامتر نشان دهنده حجم کار حسابداری و پتانسیل بیشتر ریسک و عدم توانایی شرکت در پرداخت حق‌الزحمه حسابداری است؛ با افزایش اندازه شرکت، حجم کار حسابداری افزایش می‌یابد که منجر به افزایش زمان و هزینه مورد نیاز برای حسابداری می‌شود.



شکل ۹. ماتریس هیئت‌ن بهترین مدل



شکل ۱۰. آنالیز حساسیت بهترین مدل

۵. بحث و نتیجه‌گیری

بروز برخی شکست‌های حرفه حسابداری، ارزیابی نحوه ارائه و قیمت‌گذاری خدمات حسابداری مستقل طبق رویکردهای عرضه و تقاضا و تعادل قدرت چانه‌زنی مدیران و حساب‌رسان را با چالش‌هایی مواجه نموده است. طبق نظریه پیوند اقتصادی، وابستگی اقتصادی حسابداری به صاحبکار ممکن است به کیفیت حسابداری آسیب رساند و استقلال حسابداری را نیز تهدید کند. این نظریه نشان می‌دهد با افزایش

حق‌الزحمه حسابرس، استقلال وی آسیب بیشتری می‌بیند. در نتیجه، کیفیت حسابرسی کاهش می‌یابد (چی و همکاران^۱، ۲۰۱۱). حق‌الزحمه حسابرسی بیش از اندازه، ممکن است به عنوان عاملی برای به خطر انداختن استقلال حسابرس درک شود. اگر صاحبکار برای بدست آوردن حمایت حسابرس، حق‌الزحمه بالاتر از حق‌الزحمه عادی بپردازد، پیوندی اقتصادی بین حسابرس و صاحبکار ایجاد می‌شود و به کاهش کیفیت حسابرسی می‌انجامد (ویتینا و آجوارد^۲، ۲۰۲۲). طبق نظریه رشوه، حسابرس روش‌های حسابرسی را مطابق با انتظارات صاحبکاران خود با سوگیری عمدی انجام می‌دهد تا اطمینان یابد که برای دوره آینده نیز حسابرس صاحبکار باقی خواهد ماند. همچنین، ارایه خدمات غیرحسابرسی به صاحبکاران ممکن است به افزایش حق‌الزحمه غیرعادی و کاهش استقلال حسابرس منجر شود (الحداب^۳، ۲۰۱۸). از این رو، حق‌الزحمه غیرعادی حسابرسی، شکلی از رانت اقتصادی یا رشوه برای حسابرسان است (کینی و لیبی^۴، ۲۰۰۲)؛ زیرا صاحبکاران حق‌الزحمه غیرعادی حسابرسی بالاتری را به حسابرسان خود می‌پردازند تا در ازای آن، برای گزارشگری مالی از اختیار مدیریت استفاده کنند (جوی و همکاران^۵، ۲۰۱۰). طبق نظریه نفوذ یا سوگیری، دوره تصدی طولانی حسابرس و ایجاد رابطه قوی بین حسابرس و صاحبکار، به سوگیری در گزینش و اجرای روش‌های حسابرسی به نفع صاحبکار منجر می‌شود؛ حتی اگر حسابرس قصد انجام این کار را نداشته باشد. طبق نظریه تلاش حسابرسی، حسابرسان حق‌الزحمه بیشتری را برای تلاش بیشتر و حسابرسی با کیفیت بالاتر دریافت می‌کنند (ویتینا و آجوارد^۶، ۲۰۲۲).

در مواجهه با برخی چالش‌های حوزه تعیین حق‌الزحمه حسابرسی، از مدل‌ها و الگوهای مختلفی بهره گرفته شده است؛ نکته مهم در این زمینه، تمرکز بر دقت پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی است و برای این منظور، بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی به دلیل ماهیت پیش‌بینی ارائه شده، جایگاه خاصی دارند. شبکه عصبی مصنوعی شاخه‌ای از هوش مصنوعی در دسته یادگیری ماشین عمیق است و بر روی یک شبکه عصبی بیولوژیکی در مغز مدل‌سازی می‌شود که در آن یک واحد پردازش یا نورون توسط سیناپس‌ها به نورون دیگری متصل می‌شود. در شبکه عصبی مصنوعی، یک گره نورون است و سیناپس‌ها وزن‌های آماری هستند که گره‌ها را به هم متصل می‌کنند. یک شبکه عصبی مصنوعی معمولی از سه لایه شامل لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی تشکیل شده است. لایه ورودی جایی است که متغیرهای مورد علاقه یا پیش‌بینی کننده‌ها قرار دارند و لایه خروجی جایی است که متغیرهای نتیجه یا وابسته قرار دارند. لایه پنهان پارامترهای ورودی و خروجی را به هم متصل می‌کند. یکی از دلایل کاربرد شبکه‌های عصبی، بهینه‌سازی پارامترهای انتخاب شده برای پیش‌بینی است. در این پژوهش، با بکارگیری دو نوع شبکه

1. Chi et al

2. Withana & Ajward

3. Alhadab

4. Kinney & Libby

5. Choi et al

6. Withana & Ajward



عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه و شعاعی، مدل‌هایی برای پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی بر اساس غربالگری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران ارائه شدند؛ در این پژوهش، پارامترهای مختلفی از جمله اندازه شرکت، نسبت دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها، اهرم مالی، نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری، نسبت بدهی‌های بلندمدت به دارایی‌ها، نسبت آنی، زیان و ارائه مجدد صورت‌های مالی به عنوان پارامترهای ورودی و حق‌الزحمه حسابرسی به عنوان پارامتر هدف انتخاب شدند؛ در این پژوهش، مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شعاعی در محیط نرم‌افزار متلب مورد مدل‌سازی و ارزیابی قرار گرفت؛ نتایج نشان دادند در مرحله داده‌های آموزش، شبکه عصبی مصنوعی شعاعی با توجه به ساختار خاص خود، خطای کمتری نسبت به شبکه عصبی پرسپترون چند لایه داشته است. اما جهت ارزیابی عملکرد بهترین مدل، در دوره راستی آزمایی، داده‌های حق‌الزحمه حسابرسی مورد بررسی قرار گرفت؛ در این حالت، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با دقت بالاتر توانست حق‌الزحمه حسابرسی را پیش‌بینی نماید؛ ضمن این‌که مقادیر میانگین پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی با بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه بیشتر از شبکه عصبی مصنوعی شعاعی است و به مقادیر میانگین حق‌الزحمه حسابرسی گزارش شده واقعی نزدیک‌تر است؛ از این رو، شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه عملکرد بهتری در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی داشته است. همچنین، نتایج تحلیل حساسیت نشان داد اندازه شرکت تأثیرگذاری بسیاری در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی دارد. شواهد کلی پژوهش مبنی بر دقت شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی حق‌الزحمه حسابرسی سازگار با یافته‌های مطالعات کاری و پیل^۱ (۱۹۹۸)، مترونی و همکاران^۲ (۲۰۲۲)، چوی و همکاران^۳ (۲۰۲۲)، ستیاوان و همکاران^۴ (۲۰۲۵)، خانمحمدی و همکاران^۵ (۲۰۲۵) و واعظ و همکاران (۱۳۹۴) است.

نتایج ارائه شده پژوهش از چند منظر می‌تواند جنبه‌های مفید در بر داشته باشد؛ مهم‌ترین نکته این‌که حق‌الزحمه حسابرسی می‌تواند بر اساس مدلی پیش‌بینی شود که قدرت پیش‌بینی و قابلیت اتکا بالایی دارد و از این رو، بر اساس دیدگاه‌های نظری مرتبط با عرضه و تقاضای خدمات حسابرسی، همچنین طبق مکانیزم چانه‌زنی حسابرسان و مدیران در راستای توجه به هزینه‌های التزام نظریه نمایندگی، مبنای معینی برای ارزیابی این مباحث ایجاد می‌کند. بدیهی است پایبندی به اصول و رعایت موازین معین در تعیین حق‌الزحمه ارائه خدمات حسابرسی، نه تنها برای مدیران و حسابرسان، بلکه برای گروه‌های مختلف ذی‌نفع مانند سهامداران، اعتباردهندگان، سازمان حسابرسی، جامعه حسابداران رسمی، سازمان بورس اوراق بهادار و

¹. Curry & Peel

². Mat Roni et al

³. Choi et al

⁴. Setiawan et al

⁵. Khanmohammadi et al

نهادهای دولتی نیز می‌تواند حائز اهمیت باشد. به علاوه، این موضوع بیشتر زمانی اهمیت دارد که مدل پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند سطح بهینه حق الزحمه حسابرسی را تعیین نماید و بر اساس آن می‌توان میزان انحراف حق الزحمه حسابرسی و تمایل آن به انحراف مثبت (رانت و رشوه اقتصادی) و انحراف منفی (نرخ شکنی) را ارزیابی نمود. بررسی این موضوع به ویژه در سال‌های اخیر، از جنبه تأثیر بر کیفیت حسابرسی با تمرکز بر استقلال حسابرسان از اهمیت برخوردار است.

با توجه به گستره مفهومی کیفیت حسابرسی و ضرورت توجه به مباحث کلیدی در تعیین حق الزحمه ارائه خدمات حسابرسی، پیشنهاد می‌شود نقش ریسک‌های حسابرسی، ریسک‌های تجاری، ریسک‌های عملیاتی، محیطی، سیاسی و اقتصادی در پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی مورد توجه قرار گیرند. پیشنهاد می‌شود حق الزحمه حسابرسی در مواجهه با انحراف‌های رفتاری و اخلاقی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، پیشنهاد می‌شود نقش سبک‌های مدیریتی، تمایلات رفتاری و قدرت چانه زنی مدیران با حسابرسان در ارزیابی حق الزحمه حسابرسی بررسی شود. به علاوه، پیشنهاد می‌شود توانایی سایر رویکردهای شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های مختلف در پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی مورد کنکاش و مقایسه قرار گیرند. با توجه به نقش تحولات محیط اقتصادی، تحریم‌های اقتصادی و عوامل مرتبط با اقتصاد خرد سطح شرکت‌ها مانند وضعیت سلامت مالی و توجه به مراحل چرخه حیات آن‌ها بررسی شود. به دلیل طرح موضوع ادغام مؤسسات حسابرسی در سال‌های اخیر و تأثیر آن بر کیفیت ارائه خدمات و حق الزحمه حسابرسی و همچنین بحث تمایز مؤسسات حسابرسی از منظر کیفیت ارائه خدمات، پیشنهاد می‌شود در پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی به این موارد اهمیت داده شود و موضوع مورد بررسی قرار گیرد. به علاوه، پیشنهاد می‌شود با بکارگیری انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی نسبت به شناسایی عوامل مؤثر بر حق الزحمه حسابرسی و پیش‌بینی دقیق آن طبق دیدگاه‌های مبتنی بر عرضه و تقاضای خدمات حسابرسی اقدام شود. در این زمینه، بهتر است الگوهای پیش‌بینی حق الزحمه حسابرسی به تفکیک حق الزحمه عادی و حق الزحمه غیرعادی با تمرکز بر نظریه پیوند اقتصادی، نظریه رشوه یا رانت، نظریه نفوذ یا سوگیری و نظریه تلاش حسابرسی ارزیابی شود. محدودیت بارز پژوهش حاضر، عدم توجه به افشای کافی و دقیق حق الزحمه حسابرسی در شرکت‌ها است که البته در سال‌های پیش رو انتظار می‌رود اجرای الزامات سازمان بورس و تمایل به حرکت در مسیر گزارشگری پایداری و گزارشگری یکپارچه، بتواند زمینه‌ساز دستیابی به افشای بهتر اطلاعات باشد.



- بخشیان، عسل؛ حیرانی، فروغ و تفتیان، اکرم. (۱۴۰۲). سنجش اعتبار حساب‌رسان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. *پیشرفت‌های مالی و سرمایه‌گذاری*. ۵ (۱)، ۲۸-۱.
- حسینی، محمد و برخوردار، حمیده. (۱۳۹۹). مطالعه تأثیر تمرکز مالکیت نهادی بر رابطه بین استقلال هیئت مدیره و حق‌الزحمه خدمات حساب‌رسی. *تقابل دیدگاه‌های مبتنی بر عرضه و تقاضا در قیمت‌گذاری خدمات حساب‌رسی*. *بررسی‌های حسابداری و حساب‌رسی*. ۲۷ (۱)، ۵۹-۳۲.
- حسینی، محمد. (۱۴۰۰). ارزیابی روابط میان ریسک عدم کشف اشتباه‌های ناشی از احتمال خطای حساب‌رسی، محیط رقابتی بازار خدمات حساب‌رسی و قیمت‌گذاری خدمات حساب‌رسی. *دانش حسابداری*. ۱۲ (۱)، ۶۸-۴۵.
- حسینی، محمد و یونس‌حمه، بیستون. (۱۴۰۱). تحلیل روابط حق‌الزحمه حساب‌رسی و ریسک حساب‌رسی در مواجهه با تجدید ارائه و آشفتگی مالی. *پژوهش‌های حساب‌رسی حرفه‌ای*. ۲ (۶)، ۱۱۱-۸۲.
- صدراپی، غزل‌السادات؛ محمدرضایی، فخرالدین؛ غلامی جمکرانی، رضا و فرجی، امید. (۱۴۰۰). تدوین مدل حق‌الزحمه حساب‌رسی ایران: شواهد اولیه مبتنی بر روندهای تریبی روش ترکیبی. *پیشرفت‌های حسابداری*. ۱۳ (۱)، ۲۲۴-۱۹۱.
- عرب‌مازار یزدی، محمد و سپاسی، سحر. (۱۳۸۹). کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در حساب‌رسی. *دانش حساب‌رسی*. ۱۰ (۳)، ۵۸-۳۹.
- معماری‌مقدم، آرزو؛ حسینی، محمد و خان‌محمدی، محمدحامد. (۱۴۰۲). ارائه مدلی برای تخمین حق‌الزحمه حساب‌رسی با استفاده از کتابخانه‌های مبتنی بر پایتون در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه حسابداری و حساب‌رسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال*.
- مهدوی، غلامحسین و قهرمانی، علیرضا. (۱۳۹۶). ارائه الگویی برای کشف تقلب به وسیله حساب‌رسان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. *دانش حساب‌رسی*. ۱۷ (۶۷)، ۷۰-۴۵.
- نوشادی، میثم؛ خدادادی، ولی؛ واعظ، سیدعلی و حسین‌زاده، علی‌حسین. (۱۳۹۷). تدوین مدل حق‌الزحمه خدمات حساب‌رسی. *پیشرفت‌های حسابداری*. ۱۰ (۲)، ۲۸۳-۳۱۸.
- نیکبخت، محمدرضا؛ بزرگ اصل، موسی؛ آزادی، کیهان و تصدی کاری، محمدجواد. (۱۳۹۹). مقایسه دیدگاه‌های مدیران سازمان و مؤسسات حساب‌رسی در تعیین عوامل مؤثر بر حق‌الزحمه حساب‌رسی با به کارگیری منطق فازی. *پژوهش‌های حساب‌رسی حرفه‌ای*. ۱۱ (۱)، ۸۹-۷۲.
- واعظ، سیدعلی؛ رشیدی باغی، محسن؛ نیک‌کار، جواد و کاویانی، مریم. (۱۳۹۴). بهینه‌سازی مدل پیش‌بینی حق‌الزحمه حساب‌رسی با استفاده از سود و جریان‌های نقد عملیاتی با رویکرد رگرسیون حداقل مربعات، شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک. *دانش حساب‌رسی*. ۱۴ (۵۸)، ۱۵۲-۱۳۷.
- هاشمیان طاهری، فاطمه؛ نسل موسوی، سیدحسین و رضانی، علی‌اکبر. (۱۴۰۲). شناسایی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر حق‌الزحمه خدمات حساب‌رسی: یک پژوهش تلفیقی. *دانش حسابداری و حساب‌رسی* مدیریت. ۱۲ (۴۸)، ۱۶۰-۱۳۹.

همتی، داود؛ عرب‌صالحی نصرآبادی، مهدی و طلوعی اشلقی، عباس. (۱۴۰۱). ارزیابی ریسک حسابرسی با استفاده رویکرد داده‌کاوی مبتنی بر شبکه‌های عصبی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *دانش حسابرسی*. ۲۲ (۸۹)، ۲۴۵-۲۱۶.

References

- Al-Hayik, S.Y; & Abu-Naser, S. (2023). Neural Network-Based Audit Risk Prediction: A Comprehensive Study. *International Journal of Academic Engineering Research*. 7 (10), 43-51.
- Arabmazar Yazdi, M., & Sepasi, S. (2010). Application of Artificial Neural Network in Auditing. *Auditing Knowledge*, 10 (3), 58-39 (in Persian).
- Bakhshian, A., Heyrani, F., Taftiyan, A. (2024). Assessing the credibility of auditors using artificial neural network. *Advances in Finance and Investment*, 5(1), 1-28 (in Persian).
- Balkin, S.D., & Ord, J.K. (2000). Automatic neural network modelling for Univariate time series. *International Journal of Forecasting*, 16, 509-515.
- Carcello, J.V., Hermanson, D.R., Neal, T.L., & Riley, R.R. (2002). Board characteristics and audit fees. *Contemporary Accounting Research*. 19(3), 365-384.
- Cassell, C.A., Giroux, G.A., Myers, L.A., & Omer, T.C. (2012). The Effect of Corporate Governance on Auditor-Client Realignments. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*. 31(2), 167-188.
- Choi, S.U., Lee, K.C., & Na, H.J., (2022), Exploring the deep neural network model's potential to estimate abnormal audit fees. *Management Decision*. 60 (12), 3304-3323.
- Commerford, B.P., Dennis, S.A., Joe, J.R., & Ulla, J.W. (2022). Man versus machine: Complex estimates and auditor reliance on artificial intelligence. *Journal of Accounting Research*. 60(1), 171-201.
- Curry, B., & Peel, M.J. (1998), Neural Networks and Business Forecasting: An Application to Cross Sectional Audit Fee Data, *International Journal of Commerce and Management*, 8 (2), 94-120.
- DeFond, M., & Zhang, J. (2014). A review of archival auditing research. *Journal of Accounting and Economics*. 58(2-3), 275-326.
- Eierle, B., Hartlieb, S., Hay, D., Niemi, L., & Ojala, H., (2021). External Factors and the pricing of audit services: *A systematic review of archival literature*. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*.
- Fedyk, A., Hodson, J., Khimich, N., & Fedyk, T. (2022). Is artificial intelligence improving the audit process?. *Review of Accounting Studies*. 27(3), 938-985.
- Francis, J.R. (1984). The effect of audit firm size on audit prices: a study of the Australian market. *Journal of Accounting and Economics*. 6(2), 133-51.
- 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.
- Garson, GD. (1991). Interpreting neural-network connection weights. *AI Expert*. 6(4), 46- 51.



- Griffin, P.A., Lont, D.H., & Sun, E. (2010). Agency Problems and Audit Fees: Further Tests of the Free Cash Flow Hypothesis. *Journal of Accounting & Finance*, 50(2), 321-350.
- Hashemian Taheri, F., Nasl Mosavi, S.H., & Ramezani, A. (2023). Identifying, Classifying and Prioritizing Factors Affecting Audit Services Fees: An Integrated Study. *Journal of Management Accounting and Auditing Knowledge*, 12(48), 139-160 (in Persian).
- Hassani, M., & Barkhordari, H. (2020). Investigating the Impact of Institutional Ownership Concentration on the Relationship between Board Independence and Audit Services Fees: Contraposition Supply & Demand Based Perspectives. *Accounting and Auditing Review*, 27(1), 32-59 (in Persian).
- Hassani, M., & Yunes Hama, B. (2022). Analysis the relationship between Audit Fees & Audit Risk considering Restatement and Financial Distress. *Professional Auditing Research*, 2(6), 82-111 (in Persian).
- Hay, D.C., Knechel, W.R., & Wong, N. (2006). Audit fees: a meta-analysis of the effect of supply and demand attributes. *Contemporary Accounting Research*, 23(1), 141-191.
- Hay, D., & Jeter, D. (2011). The Pricing of Industry Specialization by Auditors in New Zealand. *Accounting and Business Research*, 41(2): 171-195.
- Hemmati, D., Arab Salehi Nasrabadi, M., Toloe Ashlaghi, A. (2023). Assess Audit Risk Using a Data Mining Approach Based on Neural Networks in Companies Listed on The Tehran Stock Exchange. *Audit Knowledge*, 22 (89) :216-245 (in Persian).
- Hoitash, R., Markelevich, A.J., & Barragato, C.A. (2007). Auditor Fees and Audit Quality. *Managerial Auditing Journal*, 22 (8), 761-786.
- Khanmohammadi, M.H., Salehi, M., Hassani, M., & Memarimoghaddam, A. (2025). The alchemy of accuracy: machine learning illuminates audit fees in emerging markets. *Journal of Revenue & Pricing Management*. <https://doi.org/10.1057/s41272-025-00571-4>
- Koskivaara, E. (2004). Artificial neural networks in analytical review procedures. *Managerial Auditing Journal*, 19 (2), 191-223.
- Li, S; & Fisher, R; & Falta, M. (2021). The effectiveness of artificial neural networks applied to analytical procedures using high level data: a simulation analysis, *Meditari Accountancy Research*, 29(6), 1425-1450.
- Lam, K.C. (1998). Risk Adjusted Audit Pricing: Theory and Empirical Evidence. Ph.D thesis, University of Toronto.
- Mahdavi, G.H., & Ghahremani, A. (2017). Presenting a model for fraud detection by auditors using artificial neural networks. *Auditing Knowledge*, 17 (67): 45-70 (in Persian).
- Mat Roni, S., Sarkar, H., & Djajadikerta, H.G. (2022). Artificial Neural Network and Ordinary Least Square Regression in the Audit Fee Modeling Approach. <https://ssrn.com/abstract=4117304>
- Memarimoghaddam, A., Hassani, M., & Khanmohammadi, M.H. (1402). Presenting the audit fees prediction model using Python-based libraries in firms listed on

- Tehran Stock Exchange. Master's Thesis, Department of Accounting and Auditing, North Tehran Branch, Islamic Azad University (in Persian).
- Memarimoghaddam, A., Khanmohammadi, M.H., & Hassani, M. (2023). Determination of Audit Fees Using Support Vector Machine: Evidence from the Tehran Stock Market. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, Auditing and Finance*, 4(1), 11-20.
- Nikbakht, M.R., Bozorg Asl, M., Azadi, K., & Tasaddi Kari, M.J. (2021). Comparison of Organizational and Audit Institutions' Views on Determining the Factors Affecting Audit Fees Using Fuzzy Logic. *Professional Auditing Research*, 1(1), 72-89 (in Persian).
- Noshadi, M., Khodadadi, V., Vaez, S.A., & Hoseinzadeh, A.H. (2019). Development of Audit Services Pricing Model. *Journal of Accounting Advances*, 10(2), 283-318 (in Persian).
- Rawashdeh, A. (2024), A deep learning-based SEM-ANN analysis of the impact of AI-based audit services on client trust, *Journal of Applied Accounting Research*, 25 (3), 594-622.
- Sadraei, G.S., MohammadRezaei, F., Gholami Jamkarani, R., & Faraji, O. (2021). Audit Fee Model in Iran: First Evidence from a Mixed Method. *Journal of Accounting Advances*, 13(1), 191-224 (in Persian).
- Salehi, M., Lari Dashtbayaz, M., & Heydar, M.,i (2016), Audit fees prediction using fuzzy models. *Problems and Perspectives in Management*, 14(2), 104-117.
- Sebele, F. (2023). The application of Artificial Intelligence in external auditing and its implications on audit quality? A review of the ongoing debates. *International Journal of Research in Business and Social Science*. 12(9), 496-512.
- Setiawan, F.Y., Yuniarno, E.M., & Rachmadi, R.F. (2025). Prediction of Audit Findings Using Deep Learning with Financial and Non-Financial Data: A Case Study in Province X, *Knowledge Engineering and Data Science*, 8(1), 92-103.
- Simunic, D.A. (1980). The pricing of audit services: Theory and evidence. *Journal of Accounting Research*. 18(1), 161-190.
- Simunic, D.A. (1984). Auditing, consulting and auditor independence. *Journal of Accounting Research*. 22(4), 679-702.
- Vaez, S.A., Rashidi Baghi, M., Nikkar, J., & Kaviani, M. (2015). Optimization the audit fee forecasting model based on operational earnings and cash flows using least squares regression, artificial neural networks and genetic algorithms approaches. *Auditing Knowledge*, 14 (58), 137-152 (in Persian).
- Wallace, W. (1987). The Economic Role of the Audit in Free and Regulated Market. *A Review, Research in Accounting Regulation*, 1, 7-34.