

ارائه الگو بهینه کنترل داخلی با تأکید بر نقش معیارهای نظام راهبری: رویکرد هوش مصنوعی

محسن روحانی

دانشجوی دکترا گروه حسابداری، واحد بین الملل کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران (نویسنده اصلی)
m.rouhani678@gmail.com

محسن حمیدیان

دانشیار گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
M_hamidian@azad.ac.ir

رویا دارابی

دانشیار گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
darabiroya1394@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۱

چکیده

کنترل‌های داخلی فرآیندی است که به منظور کسب اطمینان معقول از تحقق هدف‌های سازمانی صورت می‌گیرد، با توجه به نقش راهبری شرکتی در استفاده بهینه از منابع، ایفای مسئولیت پاسخگویی، رعایت حقوق ذینفعان و شفافیت مالی، افزایش اعتماد به کنترل داخلی مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف این پژوهش شناسایی عوامل مؤثر بر کنترل داخلی مطلوب در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. بدین منظور از اطلاعات ۱۶۶ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۷ جهت آزمون فرضیه‌های پژوهش استفاده شد. آزمون متغیر گزینی که با استفاده از الگوریتم هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های همسایه انجام شد نشان داده است که از بین معیارهای نظام راهبری نسبت مدیران غیرموظف، نسبت مالکان نهادی، تخصص کمیته حسابرسی جهت تبیین کنترل داخلی مطلوب شرکت‌ها، بالاترین تاثیر را دارد و همچنین جهت پیش‌بینی میزان نقاط ضعف در کنترل داخلی شرکت در سال آتی از روش الگوریتم قانون‌گرا چاید استفاده شد که نتایج پیش‌بینی حاکی از قدرت بالای الگوریتم هوش مصنوعی قانون‌گرای چاید (با قدرت بیش از ۸۵ درصد) جهت پیش‌بینی مطلوبیت کنترل داخلی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نظام راهبری، مطلوبیت کنترل داخلی، رویکرد هوش مصنوعی قانون‌گرا.

۱- مقدمه

امروزه با توجه به افزایش حجم مبادلات اقتصادی در بخش‌های عمومی و گستردگی فعالیت‌های دولتی، علاوه بر نیاز به سامانه‌های پیشرفته ثبت و طبقه‌بندی و گزارشگری اطلاعات مالی در تمام بخش‌ها، به‌منظور تجزیه و تحلیل این اطلاعات نیاز به حسابرسی و نظارت مالی به‌صورت شفاف و فراگیر بیش از پیش احساس می‌شود. یکی از اهداف اساسی و مهم استقرار سامانه‌های حسابرسی و نظارت مالی، نیاز استفاده‌کنندگان به اطلاعات صحیح و قابل‌اتکا است که در نظام‌های مردم‌سالار از این طریق، مردم می‌توانند به همان هدف پاسخ‌خواهی خود دست یابند و با استقرار و نگهداری این سامانه‌های نیرومند نظارتی، گزارشگری مناسب محقق خواهد شد (کریمی، ۱۳۹۴). ساختار کنترل داخلی یک شرکت شامل سیاست‌ها و روش‌هایی است که برای تأمین اطمینان نسبی از دستیابی به هدف‌های شرکتی به وجود می‌آید. طراحی و استقرار مناسب سامانه‌های کنترل داخلی در واحدهای اقتصادی یکی از مهم‌ترین عوامل تحقق اثربخشی و کارایی عملیات، ارتقای پاسخگویی و شفافیت مالی، رعایت قوانین و مقررات و کمک به پیشگیری از تقلب و سوءاستفاده‌های مالی به شمار می‌رود (حاجیها و همکاران، ۱۳۹۶).

کینی و شپاردسون^۱ (۲۰۱۱) معتقدند که الزامات گزارش مدیران در مورد اثربخشی کنترل‌های داخلی حاکم بر گزارشگری مالی، می‌تواند برای بهبود گزارشگری مالی مؤثر باشد. استفاده از قوانین و مدل‌های مختلف کنترل داخلی، نشان‌دهنده گوناگونی قوانین حقوقی و روش‌های حرفه‌ای در حوزه‌های قانونی چه در سطوح ملی و چه در سطوح بین‌المللی در مورد نحوه رویارویی با بحران‌ها و رشکستگی‌ها و همچنین بیان‌کننده مسئولیت پاسخگویی مدیران در قبال اعتبار و شفافیت اطلاعات مالی منتشرشده‌شان است. با جهانی‌شدن کسب‌وکار، لزوم استفاده از زبان حسابداری مشترک جهت اندازه‌گیری پیامدهای اقتصادی و همچنین نظارت و اجرای رویه‌های مناسب برای مدیریت مالی فعالیت‌های صورت گرفته به‌وسیله مدیران سازمان، زمینه مناسب پژوهشی در مورد کنترل‌های داخلی مرتبط با این دسته از فعالیت‌ها برای دستیابی به هدف‌های از پیش تعیین‌شده را فراهم کرده است. کنترل‌های داخلی به کار گرفته‌شده از سوی هر کسب‌وکاری باید همه ابعاد نظام‌های عملیاتی و مدیریتی موجود در کسب‌وکار را پوشش دهد. بر پایه همین تغییرهای درخور ملاحظه در فضا و شرایط کسب‌وکار، مجموعه‌ای از قوانین، مقررات و الزام‌های ناظر بر کارکرد شرکت‌ها که مقوله‌هایی همانند رعایت مسئولیت‌های اجتماعی و اخلاقی سازمانی بنگاه

در فضای کسب‌وکار، خلق ارزش برای همه ذینفعان، شفافیت و پاسخگویی و امثال آن را در برمی‌گیرد نیز تدوین و توسعه یافته‌اند. در نبود این کنترل‌ها، مدیریت می‌تواند با دست‌کاری بیشتر در حساب‌ها و تأثیر بر عملکرد مالی شرکت در یک دوره، سطح کیفیت اقلام تعهدی را پایین آورد. الزام‌های گزارشگری مدیران، سرانجام موجب شناسایی ضعف‌های بیشتری در کنترل‌های داخلی و به‌تبع اصلاح آن‌ها منجر به بهبود کیفیت گزارشگری مالی خواهد شد (رستمی و کهنسال، ۱۳۹۴). اهمیت موضوع حاضر تا این اندازه است که مطالعات علمی متعددی در طول سال‌های اخیر روی آن متمرکز بوده و نتیجه آن طراحی الگوهای مختلفی برای ارزیابی و مدیریت کنترل‌های داخلی سازمان‌ها است که مدیران سازمان‌ها می‌توانند با توجه به هدف از ارزیابی و نوع سازمان از یک مدل خاص بهره گرفته یا با ترکیب و تلفیق چند مدل، مدل موردنیاز خود را طراحی نمایند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

دنیای امروز همواره روبه‌پیشرفت است، حرکت سریع واحدهای اقتصادی، افزایش حجم معاملات، پیشرفت مداوم فناوری، فشارهای ناشی از کمبود منابع و افزایش رقابت و وجود انواع احتمال خطرات در کلیه زمینه‌ها، اهداف سازمان را چه از بیرون و چه از درون تهدید می‌کند، همگی این عوامل موجب شده است که افکار مدیریت به مسائل و موارد بی‌شماری معطوف گردد و عملاً کنترل مستقیم و انفرادی واحدهای اقتصادی غیرممکن شده است. کنترل غیرمستقیم عملیات سازمانی و دوری مدیران ارشد از تمامی فعالیت‌های واحد تجاری موجب گردیده است تا مدیریت برای انجام وظایف خود، به استقرار یک سیستم اثربخش کنترل داخلی به‌عنوان جزئی لاینفک از سیستم مدیریت کارآمد روی آورد و لازم است با اتخاذ تدابیری هوشمندانه از بروز هرگونه جریان سوء، پیشگیری به عمل آید. چنانچه در این سازمان‌ها کنترل‌های لازم انجام نشود زمینه بروز تخلف و آسیب فراهم می‌گردد و ممکن است افراد سالم در معرض لغزش قرار گیرند. کنترل داخلی، فرایندی است که مدیران و کارکنان از اثربخشی و کارایی عملیات، قابل‌اعتماد بودن گزارشگری مالی و رعایت قوانین و مقررات مربوط اطمینان حاصل می‌نمایند. وجود کنترل‌های داخلی باعث افزایش کارایی، کاهش از دست دادن دارایی‌ها و دستیابی به اطمینانی معقول از اعتمادپذیری نسبت به صورت‌های مالی و رعایت قوانین و مقررات می‌باشد؛ و از سوی دیگر اثربخشی اصول کنترل‌های داخلی شامل تعهد به صداقت و ارزش‌های اخلاقی کارکنان و حفظ آن‌ها و افزایش

کمک می‌کند. قابلیت اطمینان کنترل‌های داخلی مبنایی برای تعیین ماهیت، زمان بندی و میزان انجام روش‌های حسابرسی اساسی در جمع‌آوری شواهد مناسب و کافی حسابرسی می‌باشد (لاری‌دشت‌بیاض و همکاران، ۱۳۹۵). کنترل‌های داخلی ضعیف منجر به افزایش احتمال وقوع سوءاستفاده و تقلب در سازمان می‌شود. از طرف دیگر به دلیل نبود کنترل‌های داخلی قوی، حسابرس مستقل قادر به ارائه گزارش مطلوبی نخواهد بود (آقایی و همکاران، ۱۳۹۴). اثربخشی گزارشگری یکپارچه کنترل‌های مالی و داخلی به کارکرد نظارتی هیئت‌مدیره، کمیته حسابرسی، کارکرد مدیریتی مدیریت ارشد، کارکرد حسابرسی مستقل و حسابرسی داخلی بستگی دارد (هاشمی‌نژاد و فروغ‌نژاد، ۱۳۹۲). همچنین استفاده بهینه از کنترل‌های داخلی، کمیته حسابرسی موجب سلامت داخلی سازمان و هم‌افزایی در خلق ارزش می‌گردد (بوکر^۸ و همکاران، ۲۰۰۷). سیستم کنترل‌های داخلی به مدیریت اجرایی نسبت به ارائه اطلاعات مالی صحیح منطبق با قوانین، حفاظت از دارایی‌ها و به‌کارگیری اثربخش منابع اطمینان معقولی می‌دهد (فادزیل^۹ و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۱- پیشینه پژوهش

حاجیها (۱۳۹۸) به بررسی راهبرد تجاری، ضعف بااهمیت کنترل‌های داخلی و تأخیر انتشار گزارش حسابرسی پرداخت. نمونه مورد مطالعه ۱۲۷ شرکت در بازه زمانی ۱۳۹۴ - ۱۳۹۱ است. نتایج حاصل از پژوهش بیان‌گر این است که شرکت‌های دارای راهبرد تجاری اکتشافی ضعف بااهمیت کنترل‌های داخلی در گزارش حسابرسی دارند، اما شرکت‌های با راهبرد تدافعی کمتر ضعف بااهمیت کنترل‌های داخلی دارند. بااین‌حال در شرکت‌های اکتشافی تأخیر در گزارش حسابرسی کمتر از شرکت‌های تدافعی است. نتایج فرضیه اول و دوم حاکی از تأیید نظریه‌سازمانی است که بیان می‌دارد راهبرد تجاری شرکت یک نشانه خوب برای ارزیابی قوت سیستم کنترل‌های داخلی است، اما در مورد فرضیه سوم این نظریه تأیید نشد.

خوزین و همکاران (۱۳۹۶) بررسی کنترل‌های داخلی در بخش عمومی را انجام دادند. آن‌ها بیان کردند، ضرورت وجود سیستم کنترل داخلی در بخش عمومی، امروزه به‌خوبی احساس می‌شود زیرا سیستم کنترل داخلی اگر به‌درستی طراحی و اجرا شود باعث دقت عمل و کارایی سیستم‌های اطلاعاتی می‌شود و کیفیت گزارشگری بخش عمومی را بهبود می‌بخشد و مطابقت آن با قوانین موضوعه را سبب می‌شود از این‌رو طراحی و اجرای مطلوب کنترل‌های داخلی در بخش عمومی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است به همین دلیل

مهارت‌ها و تخصص‌های موردنیاز مسئولین جهت پاسخگویی مناسب را موجب می‌گردد. کنترل داخلی موجب جلوگیری از اختلاس و تقلب در سازمان و فعالیت‌های درون‌سازمانی و برون‌سازمانی شده و حصول به کنترل‌های عملیاتی، مدیریت و نظارت کارکنان، بررسی موجودی تجهیزات و امکانات می‌شود (عیسایی و سیفی‌مورودی، ۱۳۹۶). در سنوات اخیراً مبحث کنترل داخلی و اجرای آن به‌صورت سیستماتیک و جدی در روند اجرایی سازمان‌ها و شرکت‌های دولتی قرار گرفته است و از مسائل بااهمیت در دست‌یابی به کنترل کیفی مدیریت اجرایی سازمان‌ها بشمار می‌آید و مدیران بخش‌های عمومی باید برای تأمین اطمینان نسبی از دست‌یابی به هدف‌ها پیش‌بینی‌شده، حسن اجرای فعالیت‌ها در کلیه زمینه‌ها جلوگیری از هرگونه اختلاس، تقلب و استفاده نادرست از منابع و دارایی‌ها و تحقق مسئولیت پاسخگویی و حسابدهی نسبت به فعالیت‌های انجام‌شده، به طراحی و اجرای سامانه کنترل داخلی مناسب بپردازند. لذا وجود عوامل بااهمیت در روند ارزیابی کنترل‌های داخلی دستگاه‌های اجرایی توسط (دیوان محاسبات) ضرورت پیدا می‌کند (جمشیدی‌نوید و محمدی، ۱۳۹۵).

با توجه به نقش راهبری شرکتی در استفاده بهینه از منابع، ایفای مسئولیت پاسخگویی، رعایت حقوق ذینفعان و شفافیت مالی، اهمیت کنترل داخلی موردتوجه قرار می‌گیرد (جوکیبی^۲، ۲۰۰۹). عدم رعایت الزامات نظام راهبری شرکتی، نشان‌دهنده وجود کنترل داخلی نامناسب و ضعف مدیریت ریسک در سازمان است. بنابراین کنترل‌های داخلی و حسابرسی داخلی به‌عنوان بخش‌های مهمی از نظام راهبری شرکتی در نظر گرفته می‌شوند (الگرینیو^۳ و همکاران، ۲۰۰۹). سرمایه‌گذاران بالقوه همواره به عوامل مختلفی از جمله میزان ریسک، کیفیت قوانین و وضعیت انحصاری سازمان که از عوامل راهبری شرکتی هستند، توجه می‌نمایند (نصیری^۴، ۲۰۰۸). علاوه بر این، پاسخگویی یکی از ارکان مهم در راهبری شرکتی خوب است و کنترل‌های داخلی و حسابرسی داخلی از مهم‌ترین سازوکارهای ایفای این مسئولیت محسوب می‌شوند (جونز^۵، ۲۰۰۸). برخی از مطالعات انجام‌شده دریافته‌اند که وجود ضعف کنترل داخلی در شرکت منجر به کوچک شدن شرکت، سودآوری کمتر، پیچیدگی بیشتر، رشد سریع‌تر و تغییرات سازمانی در آن می‌شود (آشبوک اسکایف^۶ و همکاران، ۲۰۰۷). سیستم کنترل داخلی از مهم‌ترین سازوکارهای کنترلی برای هدایت اثربخش سازمان است (یانگ^۷، ۲۰۰۲). بررسی کنترل‌های داخلی به حسابرس مستقل در ارزیابی ریسک کنترل و اظهارنظر نسبت به سطح کنترلی که می‌تواند بر ساختار کنترل داخلی سیستم حسابداری بلادرنگ قرار گیرد،

مالی تأکید می‌کنند. در مدل در نظر گرفته شده تحقیق یک مدیر (مالک) می‌تواند گزارش مالی را دست کاری کند تا از این طریق سرمایه‌گذاران را به سرمایه‌گذاری در شرکت ترغیب کند. مدیر می‌تواند برای کاهش گزارش‌هایی مالی بیش از حد، کنترل‌های داخلی را تعیین کند. در صورت عدم تنظیم، مدیر تا زمانی که اثربخشی کنترل‌های داخلی برای کاملاً قابل مشاهده نباشد، کنترل‌های داخلی را در تعادل نگه می‌دارد. تنظیم کنترل داخلی با اجرای کافی قوی می‌تواند انگیزه‌هایی را برای مدیر ایجاد کند تا کنترل‌های داخلی برقرار شود. آن‌ها دریافته‌اند که هیچ سرمایه‌گذاری، کم و یا بهینه از نظر اجتماعی نمی‌تواند بسته به فشار کنترل داخلی و اندازه جریمه اثربخشی داشته باشد همچنین ارتباط بازدارندگی (مشوق‌های کنترل داخلی از طریق سرمایه‌گذاری) قوی‌ترین (ضعیف‌ترین) برای جریمه‌های قوی‌ترین (ضعیف‌ترین) است.

کیوو^{۱۳} (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر پیاده‌سازی کنترل داخلی و عملکرد مدیریتی بر حسابداری دولت محلی در اندونزی پرداخت. وی به این نتیجه رسید هم پیاده‌سازی کنترل داخلی و هم عملکرد مدیریتی بر حسابداری مالی در دولت محلی کشور اندونزی تأثیرگذار است؛ به عبارت دیگر، هر چه عملکرد مدیریتی (توانایی در برنامه‌ریزی بودجه‌ای، دستیابی به اهداف بودجه‌ای، انتخاب کارکنان، بازرسی، نظارت بر نحوه‌ی استفاده از منابع و منابع انسانی) بهتر باشد، حسابداری مالی بیشتر خواهد بود. عملکرد مدیریتی خوب مواردی نظیر بهبود حسابداری مالی، کاهش خطا در ارائه صورت‌های مالی، حداقل کردن انحراف در تحقق بودجه و دستیابی به اهداف و همچنین گزارشگری به‌موقع را در پی خواهد داشت.

گو^{۱۴} (۲۰۰۹) دریافته است که اثربخشی کمیته حسابرسی و هیئت مدیره نقش مهمی در نظارت بر رفع ضعف‌های کنترل داخلی دارند.

چان و همکاران^{۱۵} (۲۰۰۸) در مقال خود به بررسی دلایل شکست مدیریت و حساب‌رسان در شناسایی ضعف‌های کنترل‌های داخلی پرداختند. آن‌ها با استفاده از رگرسیون لجستیک یک نمونه ۵۵ شرکتی را از نظر ضعف‌های کنترل داخلی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که اندازه شرکت، استفاده از چهار حساب‌رس، نسبت غیر حسابرسی به کل هزینه‌ها و نیاز به بیان دیگرگونه‌های حسابداری، تعداد جلسات کمیته حسابرسی نقش مهمی و اثرات مثبتی در اصلاح گزارش کنترل‌های داخلی خواهد داشت.

مدیران بخش‌های عمومی باید برای تأمین اطمینان نسبی از دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده، حسن اجرای فعالیت‌ها در کلیه زمینه‌ها، جلوگیری از هرگونه اختلاس، تقلب و استفاده نادرست از منابع و دارایی‌ها و تحقق مسئولیت پاسخگویی و حسابداری نسبت به فعالیت‌های انجام شده اقدام به طراحی و اجرای سامانه کنترل داخلی مناسب نمایند.

سلیمانی امیری و همکاران (۱۳۹۴) استراتژی کسب‌وکار و کنترل داخلی در نظام راهبری شرکتی را بررسی کردند. یافته‌های این مقاله که با بررسی ۱۳۶ سال - شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و فرابورس ایران در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ نشان می‌دهد که برخلاف انتظار نظریه‌ی سازمانی، بین نوع استراتژی مورد اتخاذ یک واحد تجاری و اثربخشی کنترل داخلی رابطه‌ی معنی‌داری وجود ندارد. به عبارت دیگر، پیشرو بودن یک واحد تجاری نمی‌تواند پیش‌بینی کننده‌ای از ضعف کنترل داخلی موجود در آن واحد تجاری باشد.

چانگ^{۱۶} و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر ویژگی‌های حسابرسی داخلی بر اثربخشی کنترل داخلی بر تأیید عملکرد شرکت‌های تایوان را بررسی کردند. عملکرد حسابرسی داخلی به مدیریت در بهبود کنترل‌های داخلی در طول عملیات، گزارش و انطباق کمک می‌کند. در حالی که بسیاری از مطالعات ارتباط بین عملکرد حسابرسی داخلی و کنترل داخلی بر گزارش مالی را بررسی می‌کنند، تحقیقات کمتری در مورد کنترل داخلی در طول عملیات و انطباق شناخته شده است. در این مقاله با استفاده از یک مجموعه داده منحصر به فرد از بورس تایوان، ارتباط بین کیفیت عملکرد حسابرسی داخلی و ضعف‌های کنترل داخلی در عملیات و انطباق بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که تیم حسابرسی داخلی بزرگ‌تر می‌تواند عملکرد حسابرسی داخلی را برای هر دو عملکرد افزایش دهد، در حالی که صلاحیت حساب‌رسان داخلی به‌طور مثبتی با اثربخشی کنترل داخلی بر انطباق ارتباط دارد، اما نه عملکرد. این مطالعه با روشن کردن عوامل مؤثر در دستیابی به عملیات و اهداف انطباق، به ادبیات کمک می‌کند. همچنین پیامدهای مهمی برای سهامداران و دست‌اندرکاران بازار ارائه می‌دهد، زیرا کنترل شرکت‌ها بر عملیات و انطباق ممکن است متقابلاً بر کنترل داخلی آن بر گزارشگری مالی و در نهایت موفقیت تجاری آن تأثیر بگذارد.

شانل^{۱۱} و وگن هوفر^{۱۲} (۲۰۱۹) به بررسی اقتصاد و طراحی بهینه استانداردها و مقررات کنترل داخلی پرداختند. قانون‌گذاران برای حفاظت از سرمایه‌گذاران، به‌طور فزاینده‌ای بر مقررات کنترل‌های داخلی شرکت‌ها در مورد گزارش‌های

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر کاربردی است و در آن از طرح شبه تجربی و رویکرد پس رویدادی استفاده شده است. در این پژوهش ابتدا با استفاده از روش آنالیز همسایه معیارهایی که با نقاط ضعف کنترل داخلی رابطه و همبستگی بالایی دارد انتخاب می‌شود سپس با استفاده از روش قانون‌گرا اقدام به پیش‌بینی مطلوبیت کنترل داخلی شرکت‌ها می‌شود. در این تحقیق برای این‌که نمونه آماری یک نماینده مناسب از جامعه آماری موردنظر باشد، از روش حذف سیستماتیک استفاده شده است. برای این منظور ۴ معیار زیر در نظر گرفته شده و در صورتی‌که شرکتی کلیه معیارها را احراز کرده باشد به‌عنوان نمونه تحقیق انتخاب شده و مابقی حذف می‌شوند.

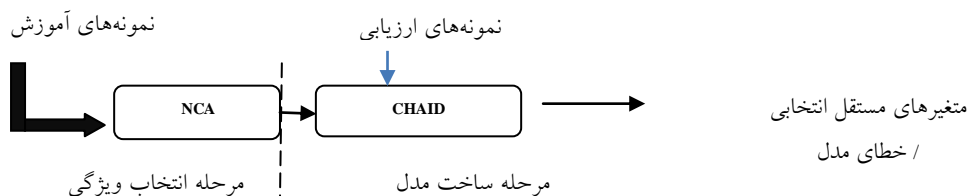
- (۱) به لحاظ افزایش قابلیت مقایسه سال مالی شرکت منتهی به ۲۹ اسفند بوده و شرکت طی بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ سال مالی و نوع فعالیت خود را تغییر نداده باشند
- (۲) به لحاظ ساختار گزارشگری جداگانه‌ای که شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری مالی (لیزینگ‌ها و بیمه‌ها و هلدینگ‌ها و بانک‌ها و مؤسسات مالی) دارند از نمونه حذف می‌شوند
- (۳) اطلاعات مالی آن‌ها در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ در دسترس باشد.

۴- شرکت‌های نمونه آماری در دوره زمانی مدنظر

پژوهش، فعال بوده‌اند. با توجه به شرایط فوق تعداد ۱۶۶ شرکت طی مدت ۸ سال جهت آزمون فرضیه‌های پژوهش انتخاب شده است.

۳-۱- رویکرد پیشنهادی

در این بخش رویکرد پیشنهادی برای انتخاب متغیرهای مستقل به همراه ارائه مدل پیش‌بینی نقاط ضعف کنترل داخلی بیان می‌گردد. این رویکرد شامل دو مرحله است، مرحله اول انتخاب یک زیرمجموعه از متغیرهای مستقل توسط الگوریتم NCA و مرحله دوم ساخت مدل به‌منظور پیش‌بینی نقاط ضعف کنترل داخلی مبتنی بر الگوریتم CHAID می‌باشد. دورنمای روش پیشنهادی در شکل ۱ مشاهده می‌شود. ابتدا داده‌ها با استفاده از روش اعتبارسنجی مقاطع ۱۰ تایی به دودسته آموزشی و ارزیابی تقسیم می‌شوند. الگوریتم تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های همسایه یک زیرمجموعه از متغیرهای مستقل را پیشنهاد می‌دهد. الگوریتم CHAID با استفاده از داده‌های آموزشی یاد گرفته می‌شود. بهترین متغیرهای مستقل انتخابی به همراه مدل CHAID به‌عنوان خروجی رویکرد پیشنهادی برگردانده می‌شود و حال داده‌های ارزیابی که تاکنون مدل CHAID آن‌ها را مشاهده نکرده به مدل‌ها داده می‌شوند و میزان خطای پیش‌بینی گزارش می‌گردد.



شکل ۱- انتخاب متغیرهای مستقل و فرآیند آموزش

فرضیه دوم: کنترل داخلی مطلوب شرکت‌ها با استفاده از معیارهای نظام راهبری قابلیت پیش‌بینی دارد.

۳-۳- متغیرهای پژوهش

در این تحقیق معیارهای نظام راهبری به‌عنوان متغیرهای مستقل اولیه در نظر گرفته شده است:

۳-۲- فرضیه‌های پژوهش

نظام راهبری مناسب مدیران را تشویق می‌کند که به جای پرداختن به اهداف شخصی خود، به دنبال حداکثر کردن ارزش و منافع شرکت باشند. در این پژوهش با توجه به نقش و اهمیت نظام راهبری به‌عنوان بازوی نظارتی شرکت و همچنین مبانی نظری و پژوهش چانگ^{۱۴} و همکاران (۲۰۱۹) فرضیه‌های زیر تدوین شده است:

فرضیه اول: معیارهای نظام راهبری بر کنترل داخلی مطلوب شرکت‌ها با رویکرد هوش مصنوعی تاثیر دارد.

جدول ۱- متغیرهای پژوهش

متغیرها	تعریف عملیاتی معیارهای نظام راهبری
تعداد هیئت مدیره	تعداد اعضای هیئت مدیره شرکت مبنای محاسبه اندازه هیئت مدیره می باشد.
نقش دوگانه مدیرعامل	اگر مدیرعامل شرکت رئیس یا نایب رئیس هیئت مدیره باشد عدد ۱ و در غیر این صورت، صفر لحاظ می شود
نسبت مدیران غیرموظف	تعداد اعضای هیئت مدیره غیرموظف به تعداد کل اعضای هیئت مدیره مبنای محاسبه می باشد.
درصد مالکان نهادی	مطابق تعریف بند ۲۷ ماده ۱ قانون بازار اوراق بهادار، بانک ها، شرکت ها و هر شخصیت که بیش از ۵ درصد سهام منتشر شده را در دست داشته باشد به عنوان معیار محاسبه سهامدار نهادی در نظر گرفته شده است.
مالکیت خانوادگی	اگر شرکت دارای مالکیت خانوادگی است متغیر مصنوعی ۱ و در غیر این صورت متغیر مصنوعی صفر استفاده می شود
تخصص اعضای هیئت مدیره	نسبت مدیران با تخصص مالی نسبت به کل اعضای هیئت مدیره مبنای محاسبه می باشد.
تنوع جنسیتی	نسبت اعضای هیئت مدیره زن به کل اعضای هیئت مدیره مبنای محاسبه می باشد.
استقلال کمیته حسابرسی	تعداد اعضای غیرموظف کمیته حسابرسی تقسیم بر کل اعضا مبنای محاسبه می باشد.
نوع مالکیت	اگر شرکت به واسطه سهام بیش از ۵۰ درصد در اختیار دولت باشد از متغیر مصنوعی ۱ و در غیر این صورت صفر استفاده می شود.
تخصص مالی کمیته حسابرسی	تعداد اعضای کمیته حسابرسی با تخصص مالی تقسیم بر کل اعضا مبنای محاسبه می باشد.
تغییر مدیرعامل	اگر مدیرعامل شرکت نسبت به سال قبل تغییر کرده است متغیر مصنوعی ۱ و در غیر این صورت متغیر مصنوعی صفر استفاده می شود.
اندازه کمیته حسابرسی	تعداد اعضای کمیته حسابرسی مبنای محاسبه می باشد.
متغیر وابسته (کنترل داخلی مطلوب)	
در این پژوهش تعداد بندهای مربوط به نقاط ضعف کنترل داخلی مندرج در گزارش حسابرسی مبنای محاسبه ی کنترل داخلی مطلوب می باشد	
دوره پژوهش	۱۳۹۰-۱۳۹۷ (یک دوره ۸ ساله)
طرح پژوهش	رویکرد دومارحله ای، ۱- آزمون متغیر گزینی توسط الگوریتم آنالیز همسایگی ۲- پیش بینی کنترل داخلی مطلوب شرکت با استفاده از الگوریتم قانون گرا چاید

۴- یافته های پژوهش

۴-۱- آمار توصیفی

در جدول شماره ۲ شاخص های آمار توصیفی (شاخص های مرکزی و پراکندگی) برای خلاصه کردن داده ها ارائه شد تا تصویری کلی از نمونه مورد بررسی و روابط بین متغیرهای پژوهش حاصل گردد. در مطالعه توزیع یک جامعه آماری مقدار

نماینده که اندازه ها در اطراف آن توزیع شده اند را مقدار مرکزی می نامند و هر معیار عددی را که معرف مرکز مجموعه داده ها باشد، معیار گرایش به مرکز می نامند. میانگین و میانه از متداول ترین معیارهای گرایش به مرکز هستند. انحراف معیار نیز به عنوان یکی از شاخص های پراکندگی شان می دهد به طور میانگین داده ها چه مقدار از مقدار متوسط فاصله دارند.

جدول ۲- آمار توصیفی

متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
تغییر مدیرعامل	۰,۲۹۰۶۶۳	۰	۰	۱	۰,۴۵۴۲۲۹
وجود حسابرس داخلی	۰,۷۶۴۲۲۲	۱	۰	۱	۰,۴۲۴۶۴۳
تخصص کمیته حسابرسی	۰,۵۰۸۲۴۶	۰,۶۶۶۶۶۷	۰	۱	۰,۳۹۳۹۵۲
استقلال کمیته حسابرسی	۰,۲۵۷۷۴۷	۰,۳۳۳۳۳۳	۰	۱	۰,۲۱۹۸۶۹
اندازه کمیته حسابرسی	۲,۱۹۶۸۵۶	۳	۰	۵	۱,۴۸۳۸۰۲
نقش دوگانه مدیرعامل	۰,۲۶۷۹۶۴	۰	۰	۱	۰,۴۴۳۰۶۵
نوع مالکیت	۰,۶۲۲۷۵۴	۱	۰	۱	۰,۴۸۴۸۷۹
تخصص مالی اعضای هیئت مدیره	۰,۱۲۸۱۰۱	۰,۲	۰	۰,۸	۰,۱۳۴۱۴۸

متغیر	میانگین	میانها	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
تنوع جنسیتی اعضای هیئت‌مدیره	۰,۰۱۶۲۷۵	۰	۰	۰,۴	۰,۰۵۵۸۸۵
درصد مالکان نهادی	۷۲,۶۹۱۹۶	۷۶,۹	۰	۹۹,۵۶۹۴۴	۱۸,۶۶۸۶۶
نسبت مدیران غیر موظف اعضای هیئت‌مدیره	۰,۶۷۱۲۷۹	۰,۶	۰	۱	۰,۱۸۵۲۷۹
تعداد هیئت‌مدیره	۵,۰۲۵۴۴۹	۵	۳	۷	۰,۲۴۹۵۴۶
نقاط ضعف کنترل داخلی (تعداد بند شرط)	۱,۳۵۹۲۸۱	۱	۰	۱۳	۱,۷۸۷۹۲۱

۲-۴- انتخاب متغیرهای مستقل توسط تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های همسایه

الگوریتم تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های همسایه (NCA)، یک رویکرد فیلتر برای انتخاب متغیرهای مستقل است. NCA روشی غیر پارامتری و جاسازی‌شده^{۱۷} برای انتخاب ویژگی باهدف حداکثر رساندن دقت پیش‌بینی الگوریتم‌های رگرسیون و طبقه‌بندی است. برای این منظور، مسئله طبقه‌بندی چند کلاسی با مجموعه آموزشی شامل n مشاهده که هر مشاهده یک شرکت-سال است را در نظر بگیرید:

رابطه (۱)

$$S = \{(x_i, y_i)\}, i = 1, 2, \dots, n$$

که در آن بردارهای متغیر مستقل شرکت‌ها (ویژگی)، $y_i \in \{1, 2, \dots, c\}$ متغیر وابسته نقاط ضعف کنترل داخلی (برچسب) و c تعداد کلاس‌ها است. هدف این است که طبقه بند $f: \mathbb{R}^p \rightarrow \{1, 2, \dots, c\}$ یاد گرفته شود به طوری که با دادن متغیرهای مستقل یک شرکت به آن، یعنی $f(x)$ ، متغیر وابسته نقاط ضعف کنترل داخلی را پیش‌بینی کند. یک طبقه بند تصادفی را در نظر بگیرید که:

- به صورت تصادفی یک شرکت-سال x از مجموعه S انتخاب می‌شود ($Ref(x)$).

- برچسب شرکت-سال انتخابی، یعنی x ، انتخاب می‌شود.

این روش شبیه به طبقه‌بندی 1-NN^{۱۸} است که در آن نقطه مرجع^{۱۹} به عنوان نزدیک‌ترین همسایه نقطه جدید x انتخاب شده است؛ اما در روش NCA، نقطه مرجع به طور تصادفی انتخاب شده و تمام نقاط در S با احتمال یکسان شانس انتخاب شدن به عنوان نقطه مرجع را دارند؛ بنابراین، احتمال $P(Ref(x) = x_j | S)$ که شرکت-سال x_j به عنوان نقطه مرجع از مجموعه S انتخاب شود بیشتر است از اینکه، نقطه x_j به عنوان نقطه مرجع x مبتنی بر کمترین فاصله d_w زیر انتخاب شود.

رابطه (۲)

$$d_w(x_i, x_j) = \sum_{r=1}^p w_r^2 |x_{ir} - x_{jr}|$$

که در w_r وزن‌های ویژگی‌ها است. فرض کنید که

رابطه (۳)

$$P(Ref(x) = x_j | S) \propto k(d_w(x_j, x))$$

جایی که k برخی توابع کرنل یا تابع شباهت است که زمانی که فاصله $d_w(x_j, x)$ کوچک است، مقدار بزرگی را به نشانه شباهت زیاد این دونقطه (شرکت-سال) نشان می‌دهد. اگر تابع شباهت

رابطه (۴)

$$k(z) = \exp\left(-\frac{z}{\sigma}\right)$$

در نظر گرفته شود. نقطه مرجع x از مجموعه S انتخاب شده است و در نتیجه مجموعه تمام $P(Ref(x) = x_j | S)$ به ازای تمام z ها برابر یک است و بنابراین می‌توان نوشت:

رابطه (۵)

$$P(Ref(x) = x_j | S) = \frac{k(d_w(x_j, x))}{\sum_{j=1}^n k(d_w(x_j, x))}$$

حال به کمک استراتژی leave-one-out شرکت-سال‌ها، یک‌به‌یک به صورت تصادفی از مجموعه S انتخاب می‌شوند، یعنی، پیش‌بینی برچسب x_i با استفاده از داده‌ها در S^{-i} به دست می‌آید که در آن S^{-i} مجموعه داده آموزش S به‌غیر از نمونه (x_i, y_i) است. احتمال اینکه نقطه x_j به عنوان نقطه مرجع برای x_i انتخاب شود به صورت زیر محاسبه می‌شود.

رابطه (۶)

$$P_{ij} = P(Ref(x_i) = x_j | S^{-i}) = \frac{k(d_w(x_i, x_j))}{\sum_{j=1, i \neq j}^n k(d_w(x_i, x_j))}$$

احتمال متوسط leave-one-out طبقه‌بندی صحیح برابر است با احتمال P_i که طبقه بند تصادفی شده به درستی مشاهده i را با استفاده از S^{-i} طبقه‌بندی کند.

کسه در آن $\lambda \sum_{r=1}^p w_r^2$ و $F_i(W) = \sum_{j=1, i \neq j}^n P_{ij} y_{ij}$ و λ ضریب جریمه است. ترم جریمه بسیاری از w را به سمت صفر میل می دهد. پس از انتخاب پارامتر کرنل σ در P_{ij} به عنوان ۱، پیدا کردن بردار وزن w را می توان به عنوان مسئله کمینه سازی زیر برای مقدار λ مشخص به صورت زیر بیان کرد.

رابطه (۱۲)

$$\hat{W} = \arg \min_W f(W) = \sum_{i=1}^n \alpha_i f_i(W)$$

$$f(W) = -F(W)$$

$$f_i(W) = -F_i(W)$$

بنابراین، وزن هایی را پیدا می کند که خطای طبقه بندی را به حداقل می رساند. داده های شرکت-سال برای متغیر نقاط ضعف کنترل داخلی به الگوریتم تجزیه و تحلیل مؤلفه های همسایه داده شدند و در این الگوریتم، پارامترها در جدول زیر قرار داده شد.

جدول ۳- پارامترهای الگوریتم تجزیه و تحلیل مؤلفه های همسایه

FitMethod	exact
Solver	lbfgs
IterationLimit	۱۰۰
GradientTolerance	1e-5
Standardize	True
Prior	empirical

مقدار پارامتر λ با استفاده از روش اعتبارسنجی متقابل به کمک قسمتی از داده ها انتخاب شد. در نهایت متغیرهای زیر انتخاب شده اند.

$$P_i = \sum_{j=1, i \neq j}^n \text{probability that } x_j \text{ is the reference point for } x_i \times I(\text{label of } j \text{ matches } i)$$

که در آن $I(True) = 1$ و $I(False) = 0$ است. بنابراین:

$$P_i = \sum_{j=1, i \neq j}^n P_{ij} y_{ij}$$

رابطه (۸)

هنگامی که

رابطه (۹)

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & y_i = y_j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

میانگین احتمال leave-one-out طبقه بندی صحیح با استفاده از طبقه بندی تصادفی می تواند به صورت زیر نوشته شود:

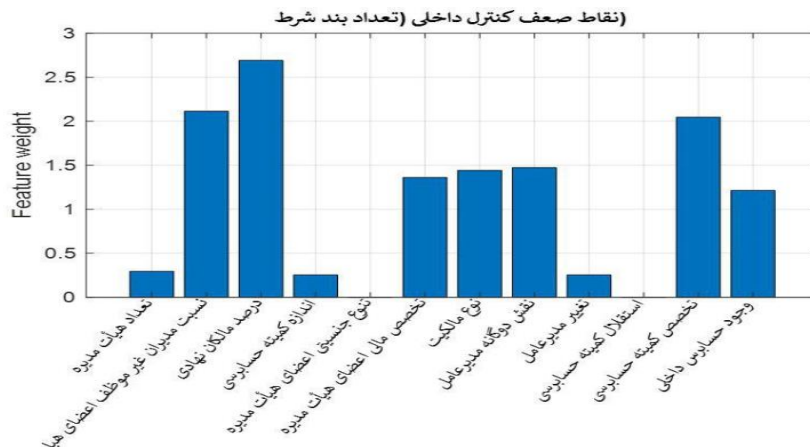
رابطه (۱۰)

$$F(W) = \sum_{i=1}^n p_i$$

$F(W)$ وابسته به بردار وزن است و هدف NCA بیشینه کردن این عبارت نسبت به بردار وزن است با در نظر گرفتن یک عبارت جریمه به صورت تابع هدف زیر استفاده می کند.

رابطه (۱۱)

$$F(W) = \sum_{i=1}^n p_i - \lambda \sum_{r=1}^p w_r^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n P_{ij} y_{ij} - \lambda \sum_{r=1}^p w_r^2 = \sum_{i=1}^n F_i(W)$$



۳-۴- الگوریتم آشکارساز تعامل خودکار کسای اسکوتر (CHAID)

الگوریتم CHAID^{۲۰} با عنوان آشکارساز تعامل خودکار کسای اسکوتر از معیار ارزیابی شباهت بین ویژگی‌ها به‌عنوان معیار جداساز استفاده می‌کند. این الگوریتم از معیار کسای دو (X^2) برای انتخاب بهترین ویژگی در هر گره تصمیم استفاده می‌کند. معیار X^2 رابطه بین متغیرها و برجسب‌ها را بررسی می‌کند و به‌صورت زیر تعریف می‌گردد.

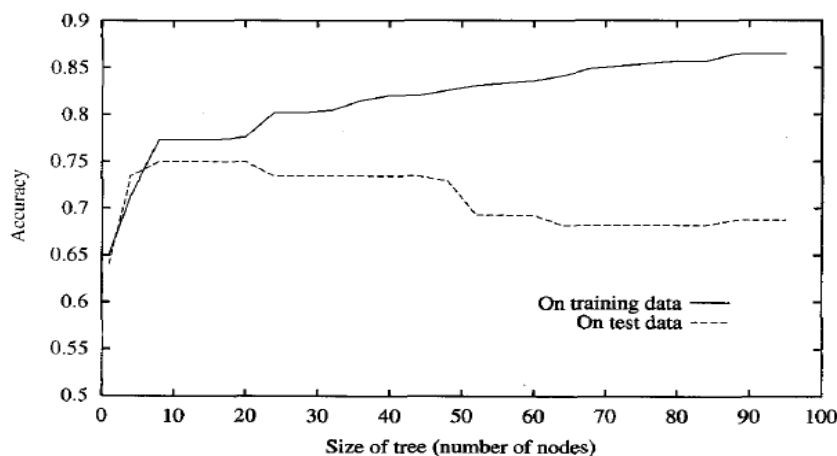
$$X^2 = \sum_j \frac{(x_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}, \quad i = 1, \dots, n$$

که در آن x_{ij} و E_{ij} به ترتیب مشاهده و مقدار مورد انتظار کلاس j ام هستند و n تعداد ویژگی‌ها است. ویژگی که بیشترین مقدار X^2 را داشته باشد به‌عنوان ویژگی جداساز انتخاب می‌گردد. فرض کنید یک فرضیه h به نام h (در اینجا منظور همان CHAID است) وجود داشته باشد. خطای فرضیه

h روی داده‌های یادگیری^{۲۲} به‌صورت $error_{train}(h)$ و خطای آن روی کل داده‌ها به‌صورت $error_D(h)$ نمایش داده شود. تعریف می‌گردد فرضیه h داده‌های یادگیری را بیش‌ازحد یاد گرفته است، اگر فرضیه دیگری (CHAID دیگری) مانند h' وجود داشته باشد به شکلی که شرایط زیر برقرار باشد.

$$error_{train}(h) < error_{train}(h') \quad \text{and} \quad error_D(h) > error_D(h')$$

این روابط به این معنا هستند که خطای فرضیه h روی داده‌های یادگیری کمتر از خطای h' است اما خطای h روی کل داده‌ها بیشتر از h' است و همین مسئله یادگیری بیش‌ازحد نامیده می‌شود. شکل ۲ به‌خوبی این مسئله را نشان می‌دهد که هر چه سائز درخت CHAID (تعداد گره‌ها) افزایش یابد، دقت روی داده‌های یادگیری افزایش می‌یابد اما دقت روی داده‌های تست کاهش می‌یابد؛ بنابراین نیاز به روش‌هایی است که رشد درخت را از یک نقطه به بعد متوقف کنند و از بروز پدیده یادگیری بیش‌ازحد جلوگیری به عمل آورند.



شکل ۲- مفهوم یادگیری بیش‌ازحد در الگوریتم چاید

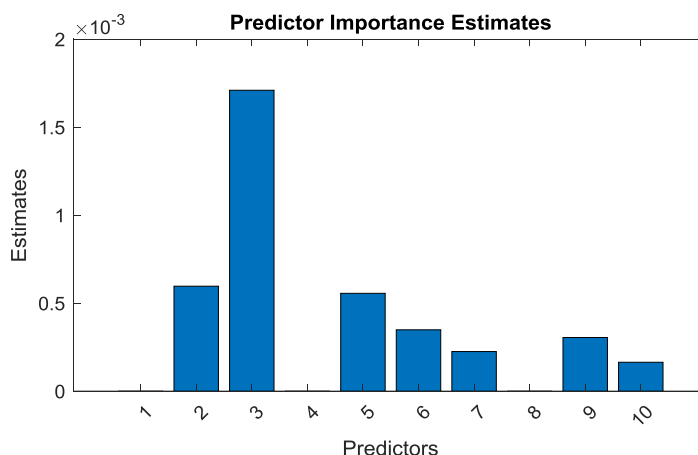
ب. در دسته دوم روش‌های برخورد با یادگیری بیش‌ازحد، ابتدا به درخت اجازه داده می‌شود که به‌صورت کامل رشد کند و سپس شروع به هرس کردن درخت می‌کنند. به این‌گونه روش‌ها پس هرس^{۲۵} گفته می‌شود. در عمل نشان داده‌شده که روش اول از سرعت بالایی برخوردار است ولی کارایی روش‌های دسته دوم بیشتر است. حال داده‌های آموزشی به الگوریتم CHAID اعمال می‌گردد و الگوریتم CHAID با استفاده از این داده‌ها یک درخت قانون‌گرا تخمین‌گر می‌سازد، در مرحله یادگیری درخت ابتدا به

روش‌هایی برای مواجه‌شدن با یادگیری بیش‌ازحد درخت CHAID، پیشنهاد شده‌اند که هرس^{۲۳} نام دارند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

ا. یک سری از روش‌ها قبل از این‌که درخت به‌صورت کامل رشد کند، جلوی رشد آن را می‌گیرند. تعیین معیاری به‌منظور این‌که چه موقع رشد درخت متوقف شود یکی از چالش‌ها این‌گونه روش‌ها است. متوقف کردن ساختن درخت قبل از اینکه درخت پر باشد پیش هرس^{۲۴} درخت می‌گویند.

می‌شود. حال برای ارزیابی آن داده‌های آزمون که تابعه‌حال توسط درخت مشاهده نشده‌اند به آن اعمال می‌گردد و خطای آزمون محاسبه می‌گردد.

درخت اجازه داده می‌شود که به‌صورت کامل رشد کند و سپس برای برخورد با پدیده یادگیری بیش‌ازحد، شروع به هرس کردن درخت با استفاده از داده‌های اعتبارسنجی می‌شود. بعد از آموزش CHAID ساختار درخت، در حافظه کامپیوتر ذخیره



شکل ۳- میزان اهمیت هر کدام از متغیرهای مستقل در پیش‌بینی کارایی شرکت از نقطه‌نظر الگوریتم چاید

جدول ۴- میانگین نرخ شناسایی برای ارزیابی میزان یادگیری مدل CHAID برای نقاط ضعف کنترل داخلی در سال جاری و

آتی

سال جاری	سال آتی	گام‌ها
آموزش	آموزش	
۸۶,۶۲	۸۵,۶۵	۱
۸۵,۷۷	۸۵,۷۴	۲
۸۵,۹۵	۸۵,۴۷	۳
۸۵,۹۴	۸۵,۸۴	۴
۸۶,۲۸	۸۶,۱۲	۵
۸۶,۶۹	۸۶,۱۲	۶
۸۵,۲۷	۸۵,۵۵	۷
۸۶,۲۰	۸۵,۵۵	۸
۸۵,۷۷	۸۵,۴۶	۹
۸۶,۲۷	۸۶,۵۰	۱۰
۸۶,۰۸	۸۵,۸۰	Avg.

برای بررسی رخداد پدیده‌ای به نام بیش‌برازش^{۲۶} است. شرکت- سال‌های تست که تابعه‌حال الگوریتم آن‌ها را مشاهده نکرده است به مدل به‌دست‌آمده CHAID داده می‌شود. الگوریتم CHAID نقاط ضعف کنترل داخلی را برای این شرکت-سال‌ها پیش‌بینی می‌کند، از مقایسه مقدار پیش‌بینی شده با مقدار واقعی میزان کارایی مدل به‌دست‌آمده برای شرکت-سال‌هایی که تاکنون الگوریتم آن‌ها را مشاهده

۴-۴- نتایج پیش‌بینی CHAID

برای ارزیابی مدل‌های CHAID از نرخ شناسایی و ماتریس درهم‌ریختگی استفاده شده است. همچنین به‌منظور اجرای عادلانه و بررسی پدیده بیش‌برازش از روش اعتبارسنجی مقاطع ۱۰ تایی استفاده شده است. شرکت-سال‌ها به دودسته آموزشی و ارزیابی توسط روش اعتبارسنجی مقاطع ۱۰ تایی تقسیم می‌گردند. داده‌های آموزش به الگوریتم CHAID داده می‌شوند. پس از اجرای فرآیند یادگیری این الگوریتم، به‌منظور اینکه بررسی شود چقدر مدل CHAID، فرآیند یادگیری را با موفقیت سپری کرده است، ابتدا همان داده‌های آموزش را که قبلاً به الگوریتم داده شده است، مجدداً به مدل داده می‌شود، با این تفاوت که این بار مدل CHAID مقدار متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کند، سپس میانگین ۱۰ نرخ شناسایی روش اعتبارسنجی مقاطع ۱۰ تایی محاسبه شده و در جدول ۴ گزارش شده است. هرچقدر این نرخ شناسایی به صد نزدیک‌تر باشند نشان‌دهنده یادگیری بهتر مدل هست. در سال جاری نرخ شناسایی الگوریتم CHAID ۸۶,۰۸ است و در سال آتی برای مدل ۸۵,۸۰ است. این درصدها نشان‌دهنده میزان یادگیری مدل است. نرخ شناسایی سال جاری بیشتر از نرخ شناسایی سال آتی است، از این‌رو، الگوریتم CHAID سال جاری را دقیق‌تر از سال آتی یاد گرفته است.

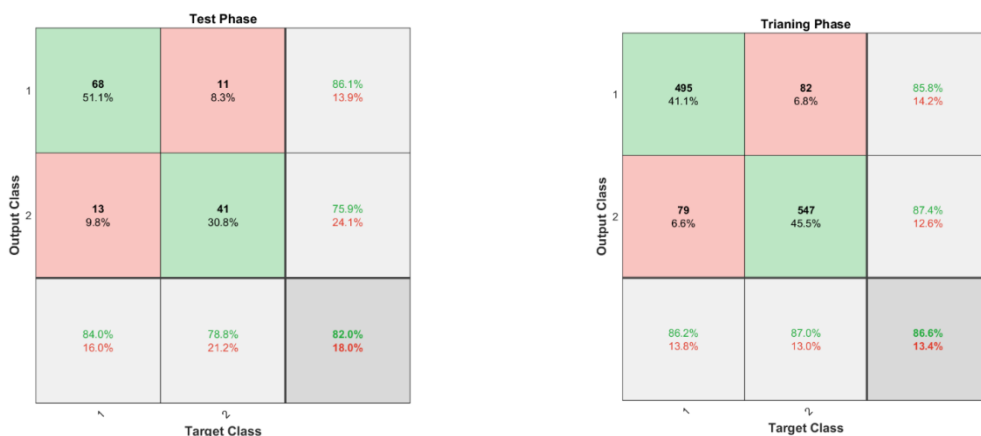
پیش‌بینی CHAID و ستون‌ها نشان‌دهنده مقدار واقعی نقاط ضعف کنترل داخلی است. بر این اساس، تعداد ۵۷۴ شرکت - سال در کلاس ۱ و ۶۲۹ شرکت - سال در کلاس ۲ قرار دارند و در مجموع ۱۲۰۳ شرکت - سال است. حال می‌توان گفت، الگوریتم CHAID کلاس ۱ را با دقت ۸۶,۲٪ و کلاس ۲ را با دقت ۸۷٪ پیش‌بینی کرده است. این اعداد در سطر آخر قرار دارد. برای کلاس ۱، الگوریتم CHAID ۴۹۵ شرکت را درست کلاس ۱ پیش‌بینی کرده است، ۷۹ مورد را اشتباه کلاس ۲ پیش‌بینی کرده است. در خانه‌ها، دو درصد نوشته‌شده است که عدد بالا یعنی ۸۶,۶٪ نرخ شناسایی کلی و عدد پایین نرخ خطا است یعنی ۱۳,۴٪. در زیر هر کدام از اعداد خانه‌های سبزرنگ یک درصد نوشته‌شده است که نشان‌دهنده این است که چه مقداری از ۸۶,۶٪ مربوط به شناسایی کلاس مربوطه است. بر طبق ماتریس مجموع خانه‌های سبزرنگ ۴۱,۱٪+۴۵,۵٪ برابر ۸۶,۶٪ می‌شود که به ترتیب سهم پیش‌بینی کلاس ۱ و کلاس ۲ است. به طور مشابه، مجموع درصد‌های خانه‌های قرمز رنگ هم نشان‌دهنده درصد خطا است. عددهای سبزرنگ که در سطر آخر ماتریس در خانه‌های خاکستری نوشته‌شده است، نشانه درصد پیش‌بینی کلاس مربوطه است. نرخ‌های شناسایی قرارگرفته در سطر آخر از اهمیت بالایی برخوردار هستند. با نگاه کلی، مدل CHAID قابلیت تشخیص کلاس ۲ را بیشتر از کلاس ۱ دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت الگوریتم CHAID قابلیت پیش‌بینی نقاط ضعف کنترل داخلی شرکت‌ها را در سال جاری و آتی دارد.

نکرده است به دست می‌آید. این فرآیند توسط روش اعتبارسنجی مقاطع ۱۰ تایی انجام می‌شود تا تمامی شرکت‌ها حداقل یک‌بار به‌عنوان داده تست قرار بگیرند و بتوان به نتیجه حاصله اطمینان بیشتری داشت. در **Error! Reference source not found.** میانگین این نرخ شناسایی نشان داده‌شده است. الگوریتم CHAID برای شرکت - سال‌هایی که تابه‌حال ندیده است دارای دقت پیش‌بینی نزدیک به شرکت - سال‌های آموزش است. از آنجاکه اختلاف نرخ شناسایی داده‌های آموزش و تست تقریباً مشابه است، پس بیش برآزش اتفاق نیافتاده است. در سال جاری نرخ شناسایی برای پیش‌بینی الگوریتم CHAID ۸۵,۸۵٪ است و در سال آتی برای ۸۵,۸۰٪ است.

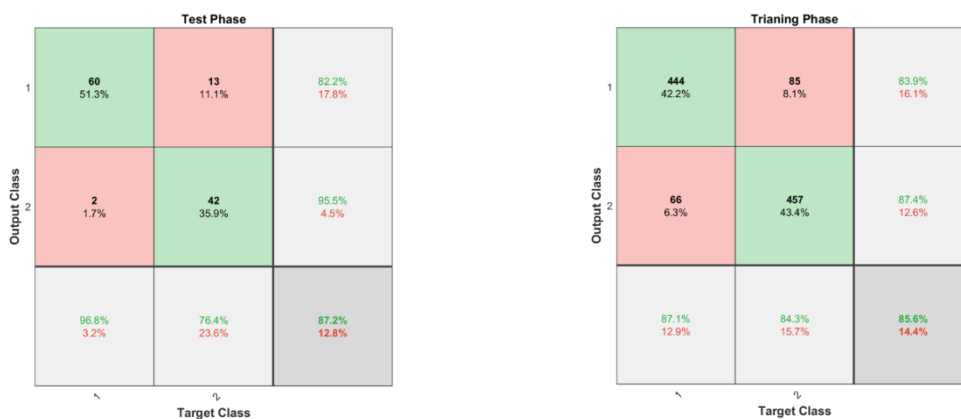
جدول ۵- میانگین نرخ شناسایی برای ارزیابی کارایی مدل CHAID برای نقاط ضعف کنترل داخلی در سال جاری و آتی

گام‌ها	سال جاری	سال آتی
	آزمون	آزمون
۱	۸۱,۹۵	۸۷,۱۸
۲	۸۸,۰۶	۸۶,۳۲
۳	۸۷,۹۷	۸۸,۷۹
۴	۸۶,۵۷	۸۵,۴۷
۵	۸۴,۸۶	۸۲,۹۱
۶	۸۰,۶۰	۸۲,۹۱
۷	۹۰,۳۰	۸۸,۰۳
۸	۸۴,۲۱	۸۸,۰۳
۹	۸۹,۵۵	۸۸,۸۹
۱۰	۸۴,۳۳	۷۹,۴۹
Avg.	۸۵,۸۵	۸۵,۸۰

نرخ شناسایی به‌تنهایی قادر به توصیف کارایی مدل نیست، از آنجاکه ممکن است نرخ شناسایی بالا باشد ولی دقت پیش‌بینی هر حالت از متغیر وابسته پایین باشد. برای بررسی این موضوع، ماتریس درهم‌ریختگی برای زیرمجموعه‌ای شرکت - سال‌های آموزش، با استفاده از روش اعتبارسنجی مقاطع ۱۰ تایی در شکل ۴ برای سال جاری و شکل ۵ برای سال آتی نشان داده‌شده است. مجموع هر ستون ماتریس درهم‌ریختگی نشان‌دهنده تعداد شرکت - سال‌ها در کلاس مربوطه یعنی ۱ یا ۲ است. کلاس ۱ به معنی شرکت نقاط ضعف کنترل داخلی ندارد، کلاس ۲ یعنی نقاط ضعف کنترل داخلی دارد. به‌عنوان نمونه ماتریس درهم‌ریختگی سال جاری برای فاز آموزش توضیح داده می‌شود و برای بقیه نیز مشابه این تفسیر شود. همین حالت سطرها در این ماتریس نشانه



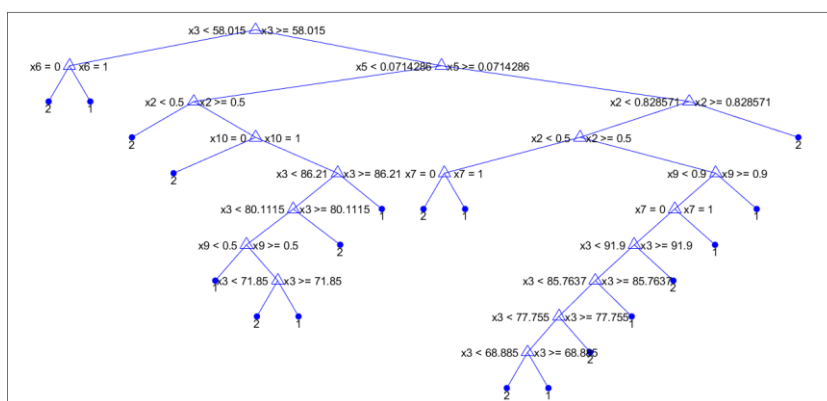
شکل ۴- ماتریس درهم‌ریختگی در تکرار اول CHAID در سال جاری



شکل ۵- ماتریس درهم‌ریختگی در تکرار اول CHAID در سال آتی

می‌شوند. درخت نهایی بعد از حرص از حرص در شکل ۷ نشان داده شده است. در این شکل منظور از x_1 ، x_2 ، x_3 ، ... و x_{10} به ترتیب در شکل زیر نشان داد شده است.

مدل CHAID در Fold اول قبل از حرص به شکل ۶ است. همان‌طور که مشاهده می‌شود درخت بسیار بزرگ و پیچیده است. اگر درخت چاید حرص گردد، شاخه‌هایی که حذف



شکل ۶- درخت چاید بعد از حرص

CHAD ارسال می‌شود تا با استفاده از آن‌ها پیش‌بینی انجام شود و متغیرهایی که در فاز پیش‌بینی نیز بی‌اهمیت هستند حذف گردند. بهتر است اینجا بحث شود که نتیجه این انتخاب چه معنایی دارد، فرضیه‌های انتخاب ویژگی‌تان را بحث کنید.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از مسائلی که می‌تواند به نحوه تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران کمک نماید، وجود ابزارها و مدل‌های مناسب برای ارزیابی شرایط مالی و وضعیت شرکت‌ها است. یکی از ابزارهای مورد استفاده برای تصمیم به سرمایه‌گذاری، مدل‌های پیش‌بینی است. سرعت یافتن فعالیت‌ها و رویدادهای اقتصادی پیامدهای مثبت و منفی زیادی را به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای منفی این تغییرات، افزایش رقابت‌ها به منظور کسب منابع مالی و محدود شدن دسترسی به سود توسط واحدهای تجاری و بنگاه‌های اقتصادی است. در صورت نبود نظارت و کنترل‌های مناسب ممکن است کیفیت گزارشگری مالی و کیفیت سود شرکت قابل اعتماد نباشد. با توجه به اهمیت شناسایی عوامل مؤثر بر کنترل داخلی مطلوب در این پژوهش اقدام به شناسایی شاخص‌های مناسب برای تبیین کنترل داخلی مصلوب و همچنین پیش‌بینی آن شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد مبتنی بر هوش مصنوعی شده است. بدین منظور از اطلاعات ۱۶۶ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۷ استفاده شد نتایج نشان داد از بین معیارهای نظام راهبری نسبت مدیران غیرموظف، نسبت مالکان نهادی، تخصص کمیته حسابرسی جهت تبیین کنترل داخلی مطلوب شرکت‌ها، بالاترین تاثیر را دارد و همچنین جهت پیش‌بینی میزان نقاط ضعف در کنترل داخلی شرکت در سال آتی از روش الگوریتم قانون‌گرا چایید استفاده شد که نتایج پیش‌بینی حاکی از قدرت بالای الگوریتم هوش مصنوعی قانون‌گرای چایید (با قدرت بیش از ۸۵ درصد) جهت پیش‌بینی مطلوبیت کنترل داخلی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. نتایج این پژوهش با تحقیق حاجیها (۱۳۹۸)، خوزین و همکاران (۱۳۹۶)، سلیمانی امیری و همکاران (۱۳۹۴)، چانگ^{۲۷} و همکاران (۲۰۱۹)؛ چان و همکاران^{۲۸} (۲۰۰۸) و گو^{۲۹} (۲۰۰۹) مرتبط است. نتایج این تحقیق می‌تواند به صورت کاربردی مورد توجه مدیران شرکت‌ها قرار گیرد به طوری که با پیش‌بینی نقاط ضعف کنترل داخلی در شرکت‌ها و کار کردن بر روی عوامل مؤثر بر آن، نسبت به مدیریت کردن جذب سرمایه سهامداران، کاهش ریسک بحران‌های مالی و کمک به سرمایه‌گذاران جهت اجتناب از زیان‌های بزرگ در بازار سهام، اقدام نمایند.

قوانین اگر-آنگاه درخت چایید شکل ۶ به شکل زیر استخراج می‌شود و می‌توان از آن‌ها برای پیش‌بینی کارایی شرکت استفاده نمود.

Decision tree for classification

```

1 if x3<58.015 then node 2 elseif x3>=58.015 then node 3 else 2
2 if x6=0 then node 4 elseif x6=1 then node 5 else 2
3 if x5<0.0714286 then node 6 elseif x5>=0.0714286 then node 7 else 1
4 class = 2
5 class = 1
6 if x2<0.5 then node 8 elseif x2>=0.5 then node 9 else 2
7 if x2<0.828571 then node 10 elseif x2>=0.828571 then node 11 else 1
8 class = 2
9 if x10=0 then node 12 elseif x10=1 then node 13 else 2
10 if x2<0.5 then node 14 elseif x2>=0.5 then node 15 else 1
11 class = 2
12 class = 2
13 if x3<86.21 then node 16 elseif x3>=86.21 then node 17 else 1
14 if x7=0 then node 18 elseif x7=1 then node 19 else 2
15 if x9<0.9 then node 20 elseif x9>=0.9 then node 21 else 1
16 if x3<80.1115 then node 22 elseif x3>=80.1115 then node 23 else 2
17 class = 1
18 class = 2
19 class = 1
20 if x7=0 then node 24 elseif x7=1 then node 25 else 1
21 class = 1
22 if x9<0.5 then node 26 elseif x9>=0.5 then node 27 else 1
23 class = 2
24 if x3<91.9 then node 28 elseif x3>=91.9 then node 29 else 1
25 class = 1
26 class = 1
27 if x3<71.85 then node 30 elseif x3>=71.85 then node 31 else 2
28 if x3<85.7637 then node 32 elseif x3>=85.7637 then node 33 else 1
29 class = 2
30 class = 2
31 class = 1
32 if x3<77.755 then node 34 elseif x3>=77.755 then node 35 else 1
33 class = 1
34 if x3<68.885 then node 36 elseif x3>=68.885 then node 37 else 1
35 class = 2
36 class = 2
37 class = 1
    
```

در نهایت میزان اهمیت هر کدام از متغیرها در درخت چایید در شکل ۷ نشان داده شده است. محور عمودی نشان‌دهنده میزان قدرت پیش‌بینی هر کدام از متغیرها از نقطه نظر دسته‌بندی درخت است. سه متغیر x_1 ، x_4 و x_8 در فاز پیش‌بینی از مجموع ۱۰ متغیر حذف شدند.

تعداد ۱۰ متغیر مستقل انتخاب شدند. این متغیرها به همراه وزنشان در نشان داده شده است. با توجه به اینکه خود الگوریتم CHAD نیز از تعدادی از این متغیرها استفاده می‌کند در بخش بعد متغیرهای انتخاب نهایی بررسی خواهد شد. در الگوریتم NCA بدون توجه به پیش‌بینی ۱۰ متغیر پراهمیت‌تر را انتخاب می‌نماید و این متغیرها به الگوریتم

فهرست منابع

- راهبری شرکتی. پژوهش حسابداری، شماره ۲۷، ص ۵۹-۸۱.
- * هاشمی‌نژاد، سیدمحمد و فروغ‌نژاد، حیدر (۱۳۹۲). حاکمیت شرکتی و گزارشگری یکپارچه مالی و کنترل داخلی. بورس اوراق بهادار، شماره ۱۰۱، ص ۲۰-۲۳.
- * Allegrini, M., Melville, R., & Pape, L., & Selim, G. (2009). Special issue on "Internal audit and corporate governance": Introduction. *Journal of Management And Governance*, 13 (1), 1-3.
- * Ashbaugh-Skaife, H., Collins, D., & Kinney, W. (2007). The discovery and reporting of internal control deficiencies prior to SOX-mandated audit. *Journal of Accounting and Economics*, 44 (1), 166-192.
- * Boecker, C., Busch, J., Bussiek, O., Christ, M. H., Eckes, P., Falk, M.,... & Wulf, C. (2007). *Internal audit handbook: Management with the SAP®-audit roadmap*. H. Kagermann (Ed). Springer Science & Business Media.
- * Chan, K. C., Farrell, B., & Lee, P. (2008). "Earnings Management of Firms Reporting Material Internal Control Weaknesses under Section 404 of the Sarbanes-Oxley Act," *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 27(2), 161-179
- * Fadzil, F. H., Haron, H., & Jantan, M. (2005). Internal auditing practices and internal control systems. *Managerial auditing journal*, 20 (8), 844-86
- * Goh, B. W. (2009). Audit committees, boards of directors, and remediation of material weaknesses in internal control. *Contemporary Accounting Research*, 26 (2), 549-579
- * Goh, B. W., & Li, D. (2013). The disciplining effect of the internal control provisions of the Sarbanes-Oxley Act on the governance structures of firms. *The International Journal of Accounting*, 48 (2), 248-278.
- * Jokipii, A., (2009). "Determinants and Consequences of Internal Control in Firms: a Contingency Theory Based Analysis", *Journal of Management and Governance*, ISSN 1385-3457 (Print) 1572-963X (Online), PP. 1-30.
- * Jounes, M. (2008). Internal control, accountability and corporate governance: Medieval and modern Britain compared. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 21 (7), 1052-1075
- * Kewo, C. L. (2017). The Influence of Internal Control Implementation and Managerial Performance on Financial Accountability Local Government in Indonesia. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2017, 7(1), 293-297.
- * Kinney W.R., & M.L. Shepardson. (2011). Do Control Effectiveness Disclosures Require SOX 404(b) Internal Control Audits? A Natural Experiment with Small U.S. Public Companies, 49 (2): 2011, 413-448.
- * Naciri, A. (2008). *Corporate governance around the world*, Published by Routledge, first edition. Schantl, Stefan and Wagenhofer, Alfred, *On the Economics and Optimal Design of Internal Control Regulation* (July 29, 2019). Available at
- * آقایی، محمد؛ گلجاریان، محمدعلی؛ نظری، کیانوش و اسدالهی، امین (۱۳۹۴). کنترل‌های داخلی موثر در شرکت‌های سرمایه‌گذاری از دیدگاه حسابسان مستقل. پژوهش‌های تجربی حسابداری، دوره ۵، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۷، صفحه ۱-۱۲.
- * جمشیدی‌نوید، بابک و محمدی، سجاد (۱۳۹۵). شناخت چالش‌های حسابسان دیوان محاسبات در ارزیابی کنترل‌های داخلی. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و حسابداری و دومین کنفرانس کارآفرینی و نوآوری‌های بازار.
- * حاجیه‌ها، زهره (۱۳۹۸). راهبرد تجاری، ضعف بااهمیت کنترل‌های داخلی و تأخیر انتشار گزارش حسابرسی. پژوهش‌های تجربی حسابداری، شماره ۳۱، ص ۱۵۳-۱۷۹.
- * حاجیه‌ها، زهره؛ اورادی، جواد و صالح‌آباد، مه‌ری (۱۳۹۶). ضعف در کنترل‌های داخلی و تأخیر گزارش حسابرسی. فصلنامه حسابداری مالی، سال نهم، شماره ۳۳، بهار ۶۹، صفحات ۷۸-۹۶.
- * خوزین، علی؛ محمدی، جمال و رجب‌زاده، حامد (۱۳۹۶). بررسی کنترل‌های داخلی در بخش عمومی فصلنامه تحقیقات جدید در علوم انسانی. سال سوم، شماره هجدهم، ص ۴۳-۵۶.
- * رستمی، شعیب و کهنسال، ثمین (۱۳۹۴). تأثیر گزارش اثربخشی کنترل‌های داخلی در محیط کسب‌وکار بر بهبود گزارشگری مالی. شماره ۷۸، شهریور ۱۳۹۴، ص ۹۲-۱۰۱.
- * سلیمانی‌امیری، غلامرضا؛ حکمت‌هانی، نایب و محسنی، شیدا (۱۳۹۴). استراتژی کسب‌وکار و کنترل داخلی در نظام راهبری شرکتی. عنوان همایش: همایش ملی حاکمیت شرکتی، زمان: ۱۳۹۴، دوره ۲.
- * عیسانی، حسین و سیفی‌مورودی، حسن (۱۳۹۶). بررسی اثربخشی کنترل داخلی در مالی سازمان خرید یک نهاد دولتی. فصلنامه علمی- ترویجی اندیشه‌آمد، شماره ۲۰، سال شانزدهم، ص ۷۵-۴۳.
- * کریمی، محمدرضا (۱۳۹۴). بررسی تأثیر نظارت و بازرسی بر عملکرد مدیران مالی ناجامورد مطالعه: دیوان محاسبات کشور. فصلنامه نظارت و بازرسی، سال نهم، شماره ۳۳، ص ۱۰۵-۱۳۴.
- * لاری‌دشت‌بیاض، محمود؛ نظری، هنگامه و قناد، مصطفی (۱۳۹۵). واکاوی سازوکارهای نظارتی و کنترلی نظام

SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3117980> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3117980>

- * Young, M. R. (2002). Accounting irregularities and financial fraud. A corporate governance guide, Aspen Law & Business, New York.
- * Yu-TzuChang, HanchungChen, Rainbow K.Cheng, WuchunChi (2019). The impact of internal audit attributes on the effectiveness of internal control over operations and compliance. Journal of Contemporary Accounting & Economics Volume 15, Issue 1, Pages 1-19

یادداشت‌ها

- ¹ Kinney W.R., & M.L. Shepardson.
- ² Jokipii, A
- ³ Allegrini, M.
- ⁴ Naciri
- ⁵ Jounes, M.
- ⁶ Ashbaugh-Skaife.
- ⁷ Young, M. R
- ⁸ Boecker, C.
- ⁹ Fadzil, F. H.
- ¹⁰ Yu-TzuChang
- ¹¹ Stefan Schantl
- ¹² Alfred Wagenhofer
- ¹³ Kewo, C. L
- ¹⁴ Goh, B. W
- ¹⁵ Chun and et al.
- ¹⁶ Yu-TzuChang
- ¹⁷ Embedded
- ¹⁸ Nearest Neighbor
- ¹⁹ Reference point
- ²⁰ Chi-squared Automatic Interaction Detector
- ²¹ Hypothesis
- ²² Training Data
- ²³ Pruning
- ²⁴ Pre-Pruning
- ²⁵ Post-Pruning
- ²⁶ Overfitting
- ²⁷ Yu-TzuChang
- ²⁸ Chun and et al.
- ²⁹ Goh, B. W