نهمین کنفرانس ملی مباحث نوین در کامپیوتر و فناوری اطلاعات
9th National Conference on Advanced Topics in Computer and Information Technology
۲۰ آذر ماه ۱۴۰۴

ارایه الگو برای تعیین نقش فساد اقتصادی در پولشویی در شرکت‌های بورسی با استفاده از شبکه‌های عصبی

سعید تراب‌پور
Saeedtorabpoor@Gmail.Com

چکیده : امروزه پولشویی یکی از جرایم عمده مالی در سطح جهان محسوب می‌شود و عبارتست از تبدیل یا انتقال یک دارایی از تبدیل یا انتقال یک دارایی با هدف پنهان کردن منشا غیرقانونی آن دارایی با کمک هر شخصی که با چنین جرایمی سروکار دارد مصادیق پولشویی یه شمار می‌آید و در بسیاری از کشورهای در حال توسعه فرار مالیاتی و پولشویی تواما وجود دارند. از این رو اصلاح سیستم مالیاتی از مهمترین راهکارهای مبارزه با پولشوی یه شمار می‌آید. در اقتصاد ایران نیز چند سالی است که به مقابله با پدیده پولشویی توجه خاصی شده است. هدف اصلی این تحقیق تعیین فساد اقتصادی در شرکت‌های بورسی با استفاده از روش شبکه‌های عصبی. از آنجا که اگاهی ضرورت انکارناپذیر تصمیم‌گیری است پیش‌بینی تقلب در صورت‌های مالی می‌تواند از تحمیل هزینه‌های زیاد و کاهش اعتبار شرکت و در نتیجه افزایش ریسک و ناکارامدی بازار جلوگیری کند. بنابراین ضرورت اصلی این پژوهش ارتقای سطح اگاهی حسابرسان و نهادهای ناظر و سرمایه‌گذاران در این زمینه است. انچه که این پژوهش را از پژوهش‌های دیگر متمایز می‌کند به شرح زیر است: برای پیش‌بینی گزارشگری مالی متقلبانه از ۲۰ متغیر در قالب پنج ضلعی تقلب با تاکید بر ساختار کنترل‌های داخلی که شامل نسبت‌های مالی و متغیرهای غیرمالی و متغیرهای حاکمیت شرکتی می‌باشد استفاده شده است. برای بررسی این امر در این پژوهش از روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی که یکی از قدرتمندترین مدل‌های ریاضی است استفاده خواهد شد و تقریبا یرای کلیه کارهای داده کاوی مناسب است.

کلمات کلیدی: نسبت‌های مالی-تقلب-شبکه‌های عصبی مصنوعی-گزارشگری مالی

۱ – مقدمه

در دهه‌های اخیر گسترش بازارهای مالی و توسعه شرکت‌های بورسی نقش این نهادها را در رشد و پویایی اقتصادملی بطور چشمگیری افزایش داده است. یا این حال پیچیدگی روزافزون ساختارهای مالی تنوع ابزارهای سرمایه‌گذاری و افزایش حجم مبادلات زمینه را برای بروز تخلفات مالی از جمله فساد اقتصادی و پولشویی نیز فراهم ساخته است. قساد اقتصادی به عنوان یکی از چالش‌های اساسی نظام‌های بانکی موجب تضعیف شفافیت و کاهش اعتماد عمومی و اختلال در زمینه تخصیص بهینه منابع و در نهایت کاهش کارایی بازار سرمایه می‌شود. در این میان پولشویی بعنوان فرایندی سازمان یافته برای پنهان‌سازی منشا غیر قانونی درامدها اغلب با سازوکارهای فساد اقتصادی در تعامل

بوده و از بستر شرکت‌های اقتصادی به ویژه شرکت‌های بورسی برای مشروع جلوه دادن منابع مالی غیرقانونی بهره می‌گیرد. شرکت‌های بورسی بدلیل گردش مالی بالا و تنوع فعالیت‌ها و پیچیدگی گزارش‌های مالی و امکان انجام معاملات گسترده می‌توانند به عنوان بستری بالقوه برای عملیات پولشویی مورد سو استفاده قرار گیرند. در چنین شرایطی شناسایی الگوهای رفتاری و شاخص‌های رفتاری هشدار دهنده فساد اقتصادی در این شرکت‌ها اهمیت دو چندان می‌یابد. با این حال ماهیت پنهان و چند لایه و پویای پولشویی شناسایی آن را با روش‌های سنتی اماری و نظارتی با محدودیت‌های جدی مواجه ساخته است. روش‌های کلاسیک عمدتا مبتنی بر قواعد از پیش تعیین شده هستند و در مواجهه با الگوهای پیچیده و غیرخطی فساد اقتصادی کارایی کمتری دارند. در این راستا بهره‌گیری از رویکردهای نوین داده محور و هوش مصنوعی بویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند افق‌های تازه‌ای را در تحلیل و پیش‌بینی پدیده‌های مالی پیچیده بگشاید. شبکه‌های عصبی مصنوعی با قابلیت یادگیری از داده‌های حجیم و کشف روابط غیرخطی و استخراج الگوها ی پنهان ابزار قدرتمندی برای مدلسازی رفتارهای مشکوک مالی بشمار می‌روند. این فناوری با تحلیل هم زمان متغیرهای متعدد مالی معاملاتی و ساختاری امکان شناسایی روابط پیچیده میان شاخص‌های قساد اقتصادی و نشانه‌های بالقوه پولشویی فراهم می‌سازد.

۲ – پیشینه تحقیق

محمد جواد شیخ(۱۳۸۳) به بررسی اهمیت شاخص‌های بالقوه تقلب مالی با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی پرداخت. هدف این تحقیق شناسایی بسترهای خطر از دیدگاه حسابرسان مستقل و مدیران مالی و همچنین اولویت‌بندی انها نسبت به یکدیگر بود. در ان تحقیق وی بوجود نقاط ضعف سیستم‌های حسابداری و کنترل‌های داخلی اشاره نمود و نشان داد که تمامی علامت‌های هشدار دهنده از ۵ عامل ریسک پذیری و خطرجویی و ویژگی‌های مدیریت همراه بی‌ثباتی و ناتوانی و ناکافی بودن سوداوری اشباع شده‌اند. خواجوی و همکارانش در سال ۱۳۹۶ در مقاله‌ای به بررسی مدلسازی متغیرهای اثرگذار برکشف تقلب در صورت‌های مالی با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی پرداختند یافته‌های پژوهش بیان گر وجود شواهدی دال بر عملکرد مناسب مدل‌های پیشنهادی برای پیش‌بینی تقلب در صورت‌های مالی است. ارش سنجابی(۱۳۸۴)در پایان‌نامه خود به شناسایی عوامل موثر بر احتمال وقوع تقلب در گزارشگری صورت‌های مالی در ایران پرداخت. وی عوامل خطر را در چهار گروه عوامل خطر مرتبط با ویژگی‌ها و نفوذ مدیریت عوامل خطر مرتبط با عدم تبعیت مدیریت از کنترل‌های داخلی و استانداردهای لازم الاجرا و عوامل خطر مرتبط با شرایط بازار و صنعت و عوامل خطر مرتبط با ویژگی‌های عملیاتی و نقدینگی و ثبات مالی طبقه‌بندی کرد. و در چهار فرضیه شمولیت عوامل متعددی را در هریک از گروه‌های چهارگانه مورد تایید قرار داد در این تحقیق با پرسشنامه‌هایی از حسابرسان پیرامون این عوامل سوال شد نتایج این پرسشنامه با استفاده از روش‌های مربوطه اماری مورد تحلیل قرار گرفته و عوامل مورد اجماع جامعه حسابرسان شناسایی شد. حامدیان و وحید الیزی (۱۳۸۸)در پژوهشی به بررسی تفاوت برداشت حسابرسان داخلی و مستقل در خصوص کارایی ۳۶ علامت خطر طبق استاندارد حسابرسی شماره ۹۹ جهت کشف گزارشگری متقلبانه پرداختند. نتایج بررسی نشان داد که تفاوت عمده‌ای دربرداشت حسابرسان داخلی و مستقل وجود ندارد و موثرترین علامت خطر از دیدگاه انها نظارت ناکافی بر کنترل‌های داخلی با اهمیت عنوان شد. سجادی و کاظمی در سال ۱۳۹۵ در مقاله‌ای تحت عنوان الگوی جامع گزارشگری مالی متقلبانه در ایران به روش نظریه پردازی زمینه بنیان با بررسی روش‌های پژوهش کیفی با استفاده از رویکرد نظریه پردازی زمینه بنیان و تجزیه وتحلیل اسناد و مدارک الگوی جامع تقلب در صورت‌های مالی را در بستر فرهنگی –اقتصادی و حقوقی کشور ارایه نمودند. نتایج پژوهش نشان داد که عامل فشار به عنوان شرط علی گزارشگری متقلبانه شناخته شده است. همچنین انگیزه پاداش مدیران و انگیزه سواستفاده از دارایی‌ها-هزینه‌های سیاسی و مقاصد مالیاتی و تحصیل شرکت توسط مدیران نیز بر گزارشگری مالی متقلبانه موثرند.

دالیوال و همکاران(۱۹۸۳)در تحقیق خود سعی کرده‌اند مدلی برای پیش‌بینی تقلب تدوین کنند. نتایج ناشی از تفکیک ۷۵ شرکت متقلب و ۷۵ شرکت غیرمتقلب از طریق رگرسیون لویجت نشان می‌دهد که در شرکت‌های غیر متقلب ترکیب هییت مدیره غیرموظف از درصد بالاتری در مقایسه با شرکت‌های متقلب برخوردارند. لویک وویلینگهام(۱۹۸۸)فهرستی از عوامل خطر تهیه کردند که بورس اوراق بهادار نیویورک در جهت تقویت حسابداری و حسابرسی ان را منتشر کرد. نوع تحقیق انجام گرفته مروری بر اساس مدل تصمیم براوردی بود سه عنصر مدل سنجش تدوین شد اجرای مدل شامل فرصت‌ها و انگیزه‌ها و گرایش‌ها بود که هر جز نیز خود شامل مجموعه‌ای از علایم خطر می‌شد. در تحقیقی دیگر لویک و همکارانش (۱۹۸۹)براساس مدل براوردی و با استفاده از تجزیه و تحلیل اماری مدل براوردی سال ۱۹۸۸ خود را اصلاح کرده و توسعه دادند. نتایج و یافته‌های تحقیق انها حاکی از این است زمانی که هر سه جز فرصت و انگیزه و گرایش مدیریت در مدل بطور همزمان وجود داشته باشد به احتمال بسیار زیاد تقلب مدیریت به وقوع می‌پیوندد و هنگامی که یک جز وجود نداشته باشد احتمال وقوع تقلب کم است. لویک و همکارانش (۱۹۹۵)دریافتند که حساب موجودی‌ها و حساب‌های دریافتنی به ترتیب در ۲۲ درصد و ۱۴ درصد موارد تقلب در نمونه‌ها نقش داشته‌اند. همچنین لویک و همکارانش(۱۹۸۹)دریافتند که سود خالص برای ۳۵ درصد شرکت‌های متقلب در نمونه تحقیق ناکافی است. روشایانی و دیگران درسال(۲۰۱۵)میلادی در مقاله‌ای به پیش‌بینی شکست تجاری وگزارش مالی متقلبانه بر اساس مدل نمره ام بینیش و مدل نمره زد التمن در ۲۴ شرکت ورشکسته و ۲۴ شرکت غیر ورشکسته در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار مالزی پرداختند وبا استفاده از ۱۰ نسبت مالی مربوط نسبت به پیش‌بینی شکست تجاری و کشف گزارش مالی متقلبانه اقدام کردند که براساس نتایج بدست امده دقت طبقه‌بندی شرکت‌های ورشکسته ۹۶درصد و برای گزارش‌های مالی متقلبانه ۳/۳ درصد بوده است.

۳ – روش تحقیق

این پژوهش از منظر هدف کاربردی و تز حیث روش شناسی توصیفی-تحلیلی با رویکرد کمی است به منظور پیش‌بینی گزارشگری متقلبانه در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از مدل سازی پیشرفته به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است.

۳-۱- جامعه اماری و نمونه گیری

جامعه اماری این تحقیق شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی بازه زمانی ۱۹۵ تا ۱۴۰۰ است. جهت دستیابی به نمونه اماری روش غربالگری سیستماتیک بکار گرفته شده. معیارهای انتخاب نمونه عبارتند از:

۱) شرکت‌ها در طول دوره موردنظر قعال بوده و وقفه معاملاتی طولانی نداشته باشند.
۲) اطلاعات مالی موردنظر را به طور کامل در دسترس باشد.
۳) سال مالی انها تغییر نکرده باشد براین اساس تعداد ۲۰ شرکت بعنوان نمونه نهایی انتخاب شده‌اند.

۳-۲- متغیرها و گرداوری داده‌ها

متغیر وابسته در این پژوهش شامل گزارشگری مالی متقلبانه است. متغیرهای وابسته شامل شاخص‌های مالی(نسبت‌های نقدینگی اهرم مالی و سوداوری... هستند که بر اساس ادبیات پیشین استخراج شده‌اند. شایان ذکر است که با توجه به عدم وجود داده‌های مستقیم درخصوص داده‌های مستقیم درخصوص ذخیره مطالبات مشکوک الوصول در برخی شرکت‌ها این اطلاعات از یادداشت‌های همراه صورت‌های مالی استخراج و بازسازی شده است.

۳-۳- طراحی و اموزش شبکه عصبی

بمنظور ارزیابی توانایی شبکه عصبی در کشف تقلب داده‌های ۵ساله شرکت‌ها به صورت زیر تفکیک شده اند:

داده‌های اموزش: از اطلاعات ۳ سال اول جهت طراحی و اموزش

اولیه شبکه عصبی استفاده شده است تا مدل الگوی رفتار مالی شرکت‌های سالم و متقلب را فرا بگیرد.

داده‌های اعتبار سنجی : از داده‌های سال چهارم برای تایید و بهینه سازی پارامترهای شبکه استفاده شد تا از بیش برازش مدل جلوگیری شود.

داده‌های ازمون: از داده‌های سال اخر (سال پنجم) بعنوان داده‌های که شبکه قبلا انها را ندیده است ارزیابی شود. معماری شیکه مورد استفاده شامل یک لایه ورودی (متناسب با تعداد متغیرهای مستقل) لایه‌های پنهان(با تعدادی نرون‌های بهینه که از طریق ازمون و خطا تعیین شده اند) و یک لایه خروجی برای دسته بندی گزارش گری مالی به سالم یا متقلبانه است. تابع فعال ساز در لایه‌های پنهان از نوع سیگموئید و در لایه خروجی از نوع خطی انتخاب شده است. در نهایت عملکرد الگو با استفاده از ماتریس درهم‌ریختگی شامل دقت و شاخص‌های حساسیت و ویژگی سنجیده خواهد شد.

۴ – تجزیه وتحلیل داده ها و تدوین مدل

روش‌های عملی دسته بندی (مانند شبکه‌های عصبی)به تابعی مناسب که الگوی مشخص ورودی را به یکی از کلاس‌های موجود تخصیص دهد نیاز دارند برای این منظور باید مرتبط‌ترین نسبت‌های مالی با احتمال تقلب شرکت‌ها انتخاب شوند. برای این منظور از روش تحلیل مولفه‌های اصلی (پی سی ای)و تحلیل عاملی و شاخص کیزر و میر و مقدار ویژه استفاده شده است. بر این اساس زمانی که مقدارویژه بیشتر از ۱ باشد و بار عاملی از نیم بیشتر باشدو مقدار اشتراک نیز از ۸دهم بیشتر باشد متغیر(نسبت مالی) موردنظر در مجموعه انتخابی نگه داشته می‌شود. دراین روش طی چندین مرحله اجرای روش تحلیل عاملی و حذف نسبت‌های غیر مرتبط در هر مرحله متغییرهای نهایی که قدرت کافی برای پیش‌بینی احتمال تقلب شرکت‌ها را داشته باشند برای ورود به مدل شبکه عصبی انتخاب می‌شوند.

جدول۱: خروجی‌های مرحله اول از آزمون تحلیلی عاملی

عامل	نسبت مالی	بار عاملی	مقادیر اشتراکی	مقدار ویژه
۱	سود هر سهم			۷.۶۰
	سود خالص به فروش			
	سود ناخالص به فروش			
	سود ناخالص به دارایی			
	سود خالص به دارایی			
	سرمایه گردش به دارایی			
	سرمایه در گردش			
	نسبت جاری			
	سود خالص به دارایی‌های ثابت			
	نسبت سریع			
	سرمایه در گردش به دارایی ثابت			
	Z التمن			
۲	موجودی به دارایی			
	دارایی‌های ثابت به دارایی‌ها			
	وجه نقد به دارایی			
۳	موجودی به فروش			
	لگاریتم دارایی‌ها			
	سود قبل از بهره و مالیات			
۴	بدهی به حقوق صاحبان سهام			
	فروش به کل دارایی			
	بدهی به دارایی			
۵	حساب‌های دریافتنی به فروش			
۶	بدهی بلندمدت به دارایی			
	سود خالص به حقوق صاحبان سهام			
۷	رشد فروش			

همانگونه که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود مقادیر اشتراکی و نیز بار عاملی مربوط به تعدادی از متغیرها(نسبت مالی) کمتر از حدقابل قبول است. متغیرهایی که باید در مرحله اول از آزمون تحلیل عاملی از لیست حذف شوند عبارتند از: سود هر سهم، سرمایه در گردش، سرمایه در گردش به دارایی ثابت، وجه نقد به دارایی، لگاریتم دارایی‌ها، سود قبل از بهره و مالیات، بدهی به حقوق صاحبان سهام، سود خالص به حقوق صاحبان سهام و در نهایت رشد فروش.

در ادامه پس از حذف متغیرهای نامبرده مرحله دوم روش تحلیل عاملی برای متغیرهای باقیمانده اجرا می‌شود. جدول ۲ نتایج حاصل از اجرای مرحله دوم از روش تحلیل عاملی را نشان می‌دهد.

جدول۲: خروجی‌های مرحله دوم از آزمون تحلیلی عاملی

عامل	نسبت مالی	بار عاملی	مقادیر اشتراکی	مقدار ویژه
۱	سود خالص به فروش			
	سود ناخالص به فروش			
	سود ناخالص به دارایی			
	سود خالص به دارایی			
	سود خالص به دارایی‌های ثابت			
	Z التمن			
۲	سرمایه گردش به دارایی			
	نسبت جاری			
	نسبت سریع			
	سرمایه در گردش به فروش			
۳	فروش به کل دارایی			
	حساب‌های دریافتنی به فروش			
۴	موجودی به فروش			
	موجودی به دارایی			
۵	دارایی‌های ثابت به دارایی‌ها			
	بدهی به دارایی			
۶	بدهی بلندمدت به دارایی			

همانگونه که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود در رابطه با تمامی متغیرهای باقیمانده مقدار بار عاملی، مقدار ویژه و نیز مقادیر اشتراکی در سطح قابل قبول قرار دارند. بر این اساس می‌توان لیست نهایی متغیرها که نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی تقلب شرکت‌ها را شامل می‌شوند تدوین کرد.

۵ – آموزش و ارزیابی شبکه عصبی

پیش از آموزش شبکه لازم است که ساختار شبکه تعیین شود. باتوجه به اینکه پژوهشگران پیشین تعداد یک لایه پنهان برای پیش‌بینی ریسک و نیز احتمال تقلب با استفاده از شبکه‌های عصبی پیشخور کافی دانسته‌اند در نتیجه در این تحقیق نیز از یک لایه پنهان در طراحی شبکه عصبی پیشخور استفاده شده است. در مسائل پیش‌بینی تعداد نرون‌های لایه ورودی برابر با تعداد متغیرهای مستقل(پیش‌بینی کننده) و تعداد نرون‌های لایه خروجی برابر تعداد متغیر وابسته است. در این تحقیق نیز شبکه‌ای که برای پیش‌بینی تقلب مالی شرکت‌ها استفاده می‌شود دارای ۱۷ نرون(مجموع نسبت‌های مالی انتخاب شده) در لایه ورودی و یک نرون(وضعیت تقلب شرکت‌ها) در لایه خروجی است. به این نکته توجه داشته باشید که به دلیل ماهیت باینری متغیر تصمیم (وضعیت تقلب) نرم افزار دو متغیر زاید صفر و یک را یکی برای حالت موافق(تقلب) و دیگری برای حالت مخالف(عدم تقلب) در لایه خروجی شبکه جای می‌دهد. تابع تبدیل مورد استفاده در لایه خروجی از نوع خطی و برای لایه میانی یک تابع غیرخطی سیکموئیدی انتخاب شده است.

تعداد نرون‌های لایه میانی یا همان لایه پنهان تاثیر جدی بر کارایی شبکه و دقت پیش‌بینی آن دارد. برای تعیین تعداد نرون‌های لایه پنهان از روش سعی و خطا استفاده شده است. بدین شکل که پس از آموزش شبکه‌های عصبی با ساختارهای مختلف آنها را با استفاده از داده‌های آزمون مورد ارزیابی قرار داده و شبکه با بالاترین دقت و عملکرد انتخاب شده است. برای آموزش شبکه داده‌های ورودی به سه دسته داده‌های آموزشی(۷۰٪) داده‌های اعتبارسنجی(۱۵٪) و داده‌های آزمون(۱۵٪) تقسیم شدند. از داده‌های اعتبارسنجی برای جلوگیری از اشباع شبکه و از داده‌های آزمون برای سنجش عملکرد و دقت شبکه تعلیم داده شده استفاده می‌شود. برای مقایسه عملکرد شبکه‌های عصبی با ساختارهای متفاوت از دقت شبکه و ماتریس درهمریختگی استفاده شده و ساختار شبکه‌ای که کمترین خطا و بالاترین دقت را دارا بود انتخاب شد. در جدول شماره ۳ الگوریتم‌های یادگیری و ساختارهای شبکه عصبی که دقت و عملکرد بالاتری نسبت به سایر موارد مورد آزمون داشته‌اند گزارش شده است.

جدول۳: ساختار و دقت شبکه عصبی آموزش دیده برای پیش‌بینی وضعیت تقلب

ردیف	ساختار شبکه	الگوریتم یادگیری	دقت مدل
۱	۱-۳-۱۷	مومنتوم	٪ ۵۴
۲	۱-۵-۱۷	مومنتوم	٪ ۵۱
۳	۱-۷-۱۷	مومنتوم	٪ ۶۳
۴	۱-۹-۱۷	مومنتوم	٪ ۵۴
۵	۱-۱۲-۱۷	مومنتوم	٪ ۵۱
۶	۱-۱۴۵-۱۷	مومنتوم	٪ ۴۸
* از راست به چپ: تعداد نرون‌های لایه خروجی، پنهان و ورودی			

باتوجه به اطلاعات گزارش شده در جدول بالا تمام الگوریتم‌ها و ساختارهای شبکه عصبی آزمون شده بادقت مناسب و قابل قبولی وضعیت تقلب شرکت‌ها را پیش‌بینی می‌کنند. با این ساختار گزارش شده در سطر سوم که دارای ۷ نرون در لایه پنهان است و از الگوریتم یادگیری مومنتیوم برای آموزش شبکه استفاده شده است دارای دقت و عملکرد بالاتری نسبت به سایر ساختارهای بررسی شده بود به عنوان تنظیمات نهایی شبکه عصبی انتخاب شده است.

۶ – بررسی عملکرد شبکه عصبی

یکی از معیارهای پرکاربرد برای ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی از جمله مدل شبکه‌های عصبی ماتریس درهمریختگی است. این ماتریس یک ماتریس مربعی N در N است که N همان تعداد کلاس‌های ما در دسته‌بندی(متقلب و غیرمتقلب بودن) است. به منظور ارزیابی مدل شبکه عصبی ارائه شده از داده‌های آزمون که در آن متغیر تصمیم حذف شده است برای بررسی دقت شبکه استفاده می‌شود. بدین منظور داده‌های آزمون به مدل شبکه عصبی آموزش دیده وارد می‌شود تا شبکه بر مبنای وزن‌های سیناپسی برآورد شده آنها را دسته‌بندی کند و در یکی از دسته‌های متقلب یا غیرمتقلب قرار دهد. سپس دسته‌بندی که بوسیله شبکه انجام شده با دسته‌بندی واقعی مقایسه می‌شود. این مقایسه از طریق ماتریس درهمریختگی انجام می‌شود.

جدول شماره ۴ ماتریس درهمریختگی برای مدل شبکه عصبی ارائه شده را پس از دسته‌بندی داده‌های آزمون نشان می‌دهد.

جدول۴ : ماتریس درهمریختگی

وضعیت		دسته‌بندی واقعی		دقت دسته‌بندی
		متقلب	غیرمتقلب	
پیش‌بینی شده	متقلب	۱۵	۱۱	٪ ۵۷.۶۹
	غیرمتقلب	۳	۸	٪ ۷۲.۷۳

۷ – نتیجه‌گیری و بحث

با اجرای روش تحلیل عاملی بر روی متغیرهای تحقیق نسبت‌های مالی انتخاب شده برای وارد شدن به شبکه عصبی که قدرت لازم برای پیش‌بینی را دارند شامل ۱۷ نسبت مالی می‌باشند. سودخالص به فروش-سوداخالص به فروش-سوداخالص به کل دارایی-سود خالص به کل دارایی-سود خالص به دارایی‌های ثابت-Z التمن-سرمایه در گردش به کل دارایی- نسبت جاری-نسبت سریع-سرمایه در گردش به فروش-فروش به کل دارایی-حساب‌های دریافتنی به فروش-موجودی به فروش-موجودی به کل دارایی‌ها-دارایی‌های ثابت به دارایی‌ها-بدهی به کل دارایی-بدهی بلندمدت به کل دارایی.

بدلیل اینکه وضعیت مالی ضعیف شرایطی برای ارتکاب تقلب ایجاد می‌کند از نمره Z التمن بعنوان متغیر کنترل جهت بررسی ارتباط FFS و درماندگی مالی استفاده شده است. مدیریت ممکن است صورت‌های مالی را دستکاری نماید و وجود سطوح بالای بدهی، احتمال گزارشگری مالی متقلبانه را افزایش می‌دهد. لذا از نسبت جمع بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها و نسبت بدهی بلندمدت به جمع دارایی‌ها استفاده شده است. در مورد برخی اقلام صورت‌های مالی احتمال بیشتری برای دستکاری توسط مدیریت وجود دارد. این اقلام شامل فروش، حساب‌های دریافتنی، ذخیره مطالبات مشکوک الوصول و موجودی‌های مواد و کالا می‌باشد. حساب‌های دریافتنی اضافی می‌تواند نمادی از فعالیت متقلبانه ناشی از ثبت فروش قبل از فرایند تحصیل درآمد باشد. این موضوع از طریق نسبت حساب‌های دریافتنی به فروش آزمون شده است. حساب‌های دریافتنی و موجودی‌های با قضاوت ذهنی مزبوط به براورد مطالبات مشکوک الوصول و ذخیره کاهش ارزش موجودی‌ها رابطه دارند. بدلیل وجود قضاوت ذهنی در تعیین ارزش این حساب‌ها مدیریت می‌تواند از این حساب‌ها بعنوان ابزاری برای دستکاری صورت‌های مالی استفاده نماید. گرایش به سوداوری از طریق فراهم نمودن پایداری سود، منافع مدیر را حداکثر می‌نماید. این نگرش مبتنی بر انتظاراتی است که مدیریت را به حفظ یا بهبود سطوح گذشته سوداوری قادر می‌سازد. اگر این انتظار از طریق عملکرد واقعی مرتفع نشود آنگاه انگیزه تقلب در صورت‌های مالی ایجاد می‌شود.

لذا فهرستی از علائم هشداردهنده از قبیل نسبت فروش به مجموع دارایی‌ها، نسبت سود خالص به فروش، نسبت سود خالص به مجموع دارایی‌ها و نسبت سرمایه در گردش به مجموع دارایی‌ها بعنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده در پیش‌بینی تقلب مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شبکه عصبی طراحی شده و آموزش دیده با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از بورس اوراق بهادار، با دقت مناسبی می‌تواند وضعیت تقلب مالی شرکت‌ها را بر پایه نسبت‌های مالی انتخابی پیش‌بینی کند. ساختار گزارش که دارای ۷ نرون در لایه پنهان است و از الگوریتم یادگیری مومینتوم برای آموزش شبکه استفاده شده است دارای دقت و عملکرد بالاتری نسبت به سایر ساختارهای بررسی شده بوده است. که در نتیجه بعنوان تنظیمات نهایی شبکه عصبی انتخاب شده است. نتایج بدست آمده نشان دهنده دقت و عملکرد بالای شبکه عصبی طراحی شده در پیش‌بینی و مدلسازی احتمال تقلب شرکت‌ها بر پایه متغیرهای تبیین کننده انتخابی(نسبت‌های مالی انتخاب شده) در تحقیق است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد مدل شبکه عصبی ارائه شده دقت بالاتری در پیش‌بینی شرکت‌های غیرمتقلب نسبت به شرکت‌های متقلب دارد به نحوی که مدل ارائه شده توانسته است نزدیک به ۷۳ درصد از شرکت‌های غیرمتقلب موجود در داده‌های آزمون را درست پیش‌بینی کند ولی در رابطه با شرکت‌های متقلب شبکه دقت پایین‌تری داشته و قادر به شناسایی حدود ۵۸ درصد از نمونه های مورد بررسی بوده است.

نتایج تحقیق با یافته‌های خواجوی و همکاران در سال ۱۳۹۶، یگانه و دیگران در اسل ۱۳۹۳، وثوق و دیگران در سال ۱۳۹۳، اعتمادی و ذلقی در سال ۱۳۹۲، امینی و دیگران در سال ۱۳۹۰، صفرزاده در سال ۱۳۸۹، جی چن لین در سال ۱۰۱۵، شارما و پینگراهی در سال ۲۰۱۳، لی و قربانی در سال ۲۰۱۲، چن و دیگران در سال ۲۰۰۹، چن و دو درسال ۲۰۰۹، کرکاس و دیگران در سال ۲۰۰۷ و کرکاس در سال ۲۰۰۵ مطابقت دارد. نتایج تحقیق حاضر تدوین مدل کشف تقلب از طریق نسبت‌های مالی با مبانی نظری مطرح شده در راهبردهای طرح‌های تقلب در الگوی جامع گزارشگری مالی متقلبانه در ایران به روش نظریه پردازی زمینه بنیان مطابقت دارد.

۹ –پیشنهادهای کاربردی حاصل از پژوهش

- به سرپرستان حسابرسی شاغل در موسسات حسابرسی عضو جامعه حسابداران رسمی ایران، که وظیفه برنامه‌ریزی حسابرسی را به عهده دارند پیشنهاد می‌شود به منظور صرفه‌جویی در زمان حسابرسی از الگوی ارائه شده در این تحقیق برای ارزیابی خطر تقلب در شرکت‌ها و برنامه‌ریزی‌های حسابرسی استفاده کند.
- باتوجه به بررسی ویژگی شرکت‌های متقلب و غیرمتقلب، پیشنهاد می‌شود که سازمان بورس اوراق بهادر تهران استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی را نیز برای کشف تقلب مدنظر قرار دهند.
- پیشنهاد می‌شود با استفاده از الگوی شبکه عصبی پیشنهادی، دولت و سازمان حسابرسی مقررات و استانداردهایی برای کنترل هرچه بهتر رفتار مدیریت شرکت‌ها در انتخاب روش‌های حسابداری که می‌تواند منجر به دستکاری سود و در نتیجه کیفیت پایین آن شود تدوین کنند.
- به سرمایه گذاران، کارگذاران و تحلیلگران مالی، بانک‌ها، موسسات وام دهنده، موسسات حسابرسی و حسابداری و.. پیشنهاد می‌شود با استفاده از الگوی شبکه عصبی پیشنهادی، شرکت‌های متقلب را از شرکت‌های غیرمتقلب جدا نموده و با استفاده از این الگو شرایط کاهش هزینه حسابرسی را فراهم آورند.

مراجع

۱) آیسک، مهرداد(۱۳۹۱)، کاوش داده‌ها برای کشف تقلب، مجله حسابرس، شماره ۶۰، صص۲-۱۲
۲) اطهمی، کریم. خواجوی، حسین(۱۳۹۰)، پیدایش و پیشرفت حسابرسی تقلب، مجله حسابدار، شماره۲۳۵، صص۶۸-۷۱.
۳) اعتمادی، حسین. زلقی، حسن(۱۳۹۲)، کاربرد رگرسیون لجستیک در شناسایی گزارشگرهای مالی

متقلبانه، شماره۵۱، صص۱۴۵-۱۶۳.

۴) امینی، پیمان. محمدی، کامران. عباسی، شعیب(۱۱۳۹۰)، بررسی عوامل موثر بر صدور گزارش مشروط: کاربرد روش شبکه عصبی، فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مدیریت، شماره۱۱، صص۲۵-۳۹.

۵) خواجوی، شکراله. ابراهیمی، مهرداد(۱۳۹۶)، مدلسازی متغیرهای اثرگذار بر کشف تقلب در صورت‌های مالی یا استفاده از تکنیک‌های داده کاوی، فصلنامه حسابداری مالی، شماره۲۳، صص۲۳-۵۰

۶) دستگیر، محسن. شفیعی سردست، مرتضی(۱۳۹۰)، فناوری داده کاوی رویکردی نوین در حوزه مالی، دانش حسابرسی، شماره۵، صص۶-۲۷

۷) رشیدی باغی، محسن(۱۳۹۲)، تغییر مسئولیت حسابرسان در ارتباط با کشف تقلب، مجله حسابرس، شماره ۶۷، صص ۱۱۸-۱۲۷