

مجله دانش حسابداری / سال سوم / ش ۱۰ / پاییز ۱۳۹۱ / ص ۵۱ تا ۷۰

به کارگیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سودآوری شرکتها (شرکتهای عضو بورس اوراق بهادار تهران)

دکتر حسین اعتمادی*

دکتر عادل آذر**

وحید بقائی***

چکیده

این پژوهش در مورد دستیابی به پیش‌بینی سودآوری آینده (شاخصی از عملکرد آینده) شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با کاربست شبکه‌های عصبی مصنوعی است. نمونه‌های مورد استفاده ما در این پژوهش ۹۰ شرکت از مجموعه مورد اشاره فوق در بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶ (۷۲۰ شرکت - سال) می‌باشد و با توجه به چارچوب مقاله این تعداد به ۶۳۰ شرکت - سال کاهش یافت. این شرکتها به دو مجموعه نمونه آموزشی شامل ۵۴۰ شرکت - سال ابتدایی (شرکت - سالهای ۸۰ تا ۸۵) و برای ارزیابی اعتبار الگوی آموزش دیده، نمونه آزمایشی متشکل از ۹۰ شرکت - سال انتهایی (شرکت - سال ۸۶)، تفکیک شدند.

* دانشیار دانشگاه تربیت مدرس.

** استاد دانشگاه تربیت مدرس.

*** کارشناسی ارشد حسابداری دانشگاه تربیت مدرس

نویسنده مسئول مقاله: وحید بقائی (Email: yolbir.bagha@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۱۰

برای انجام پیش‌بینی سودآوری آینده شرکتها در ابتدا نیازمند تعیین متغیرهای پیش‌بینی کننده‌ای بود که برای این منظور از متغیرهایی که طی پژوهش‌های پیشین برای پیش‌بینی موفقیت یا عدم موفقیت شرکتها به کار رفته بودند، استفاده شده است. در مرحله بعد با برگزاری آزمون‌های آماری مناسب متغیرهای معنادار در پیش‌بینی سودآوری آینده تعیین شد. در نهایت تعداد ۹ متغیر با استفاده از تکنیک تحلیل گام به گام انتخاب شد. نتایج این مطالعه نشان داد که به کارگیری شبکه‌های عصبی و ۹ متغیر انتخاب شده، ۹۹ درصد الگوبرداری صحیح در پیش‌بینی سودآوری شرکتها توسط گروه آموزشی را به دست می‌دهد و کاربست این الگو در گروه آزمایشی، ۸۶ درصد صحت پیش‌بینی‌ها در طبقات سودآور و زیان‌آور آینده را رقم می‌زند.

واژه‌های کلیدی: سودآوری آینده، شبکه‌های عصبی، تصمیم‌گیری.

مقدمه

پیش‌بینی آینده همواره به صورت یک ضرورت در زندگی روزمره و به عنوان یک حوزه مشترک در بسیاری از علوم مطرح بوده است. یکی از حوزه‌هایی که در آن پیش‌بینی از اهمیت خاصی برخوردار است مسائل مالی و اقتصادی است. تاثیر بازار اوراق بهادار در توسعه اقتصادی یک کشور غیر ابل انکار است و وظیفه اصلی این بازار، به حرکت انداختن موثر سرمایه‌ها و تخصیص بهینه منابع می‌باشد (خالوزاده، ۱۳۷۷).

پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که رفتار بازار یک رفتار غیرخطی و آشوب‌گونه است، لذا الگوهای خطی و ایستا قادر به تبیین رفتار چنین سیستم‌هایی نیستند. به این ترتیب نیاز به استفاده از ابزارها و الگوهای غیرخطی جهت پیش‌بینی مشاهده می‌گردد. امروزه بهره‌برداری از سیستم‌های هوشمند و روشهای انتزاعی^۱ مانند شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک، و منطق فازی در حوزه‌های مختلف علوم کاربرد فراوانی یافته است (منافی، ۱۳۸۵). پیش‌بینی عملکرد آینده شرکتها (در اینجا سودآوری) اغلب کانون توجه خیل عظیمی از تصمیم‌گیران است و با ارائه ابزارهایی برای تحلیل‌های مختلف در این زمینه می‌توان آنها را یاری نمود.

تشریح و بیان مسأله

هرچند دانسته‌ها در مورد روش تصمیم‌گیری استفاده‌کنندگان اندک است. اما به طور قطع می‌توان گفت بخشی از تصمیم‌گیری به پیش‌بینی توانایی سودآوری آینده شرکتها و یا اوراق بهادار آنها مربوط می‌شود که در تمامی الگوهای تصمیم‌گیری منظور می‌شوند (آقائی، ۱۳۷۳). همچنین، سودآوری به عنوان مبنایی برای ارزیابی کارایی مدیران شرکت‌ها است (شباهنگ، ۱۳۸۷).

یکی از معیارهای اصلی در ارزیابی عملکرد شرکتها سود و زیان آنها است که منعکس‌کننده نحوه استفاده از منابع تحت اختیار در یک بازه زمانی مشخص که به نوعی هم‌نشان‌دهنده نحوه مدیریت این دارایی‌ها توسط مدیریت آن واحد تجاری خواهد بود. با توجه به مطالب ذکر شده، مسأله این است که کدام یک از اطلاعات موجود در صورت‌های مالی مرتبط با وضعیت مالی و نتایج عملکرد و همچنین انعطاف‌پذیری مالی به شکل قابل‌اتکایی در پیش‌بینی عملکرد آینده آنها مؤثر است؟ و نیز آیا می‌توان با استفاده از تکنیکی مثل شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی مناسبی در این زمینه دست یافت؟

ادبیات پژوهش

ادبیات موضوع تحقیق

همان‌طور که موفقیت یا عدم موفقیت، ورشکستگی یا عدم ورشکستگی نتیجه عملیات یک شرکت محسوب می‌شوند، سودآوری یا زیان‌دهی نیز از نتایج عملکرد محسوب می‌شوند. برای دستیابی به تعریفی عملیاتی از عملکرد که یک مفهوم کلی است، شاخصی به نام سودآور بودن یا زیانده بودن مدنظر این پژوهش می‌باشد. در زیر به مطالعاتی که در این زمینه‌ها انجام شده پرداخته شده است.

اگنس^۲ و همکاران (۲۰۱۱) با بکارگیری یک سیستم هوشمند نرم‌افزاری اقدام به طراحی الگو برای پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها نمودند که نتایج کارشان انعکاس‌گویای میزان خطای پائین این الگوریتم در این پیش‌بینی‌ها بود. لم^۳ (۲۰۰۴) با به کارگیری شبکه‌های مصنوعی و ۱۶ متغیر مالی و ۱۰ متغیر اقتصادی اقدام به پیش‌بینی بازده حقوق

صاحبان سهام به عنوان شاخص عملکرد شرکت‌ها در ۳۶۴ شرکت امریکایی نمود. نتایج کار وی نشان از کارایی مناسب این تکنیک داشت.

اندرس^۴ و همکاران (۲۰۰۵) با بکارگیری دو تکنیک از فضای پارامتریک و ناپارامتریک یعنی تجزیه تشخیص خطی و شبکه‌های عصبی اقدام به پیش‌بینی سودآوری شرکت‌های اسپانیایی نمودند که نتایج کارشان رأی به برتری شبکه‌های عصبی نسبت به تجزیه تشخیص خطی داد. بینون^۵ و همکاران (۲۰۰۸) در کار مطالعاتی خود با استفاده از متغیرهای حسابداری در شرکت‌های انگلستان و با به کارگیری تکنیک داده‌کاوی به پیش‌بینی طبقه سودآور و غیر سودآور پرداختند که نتایج ارائه شده صحت الگوی آنها را نشان می‌داد.

نتایج کار مارک تی‌سولیمن^۶ (۲۰۰۴) بیانگر موفقیت تحلیل دوپانت تعدیل شده در پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌های نمونه در بین بازه ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۱ بود. کلاور^۷ و همکاران (۲۰۰۲) نتیجه گرفتند که عاملی به نام منابع شرکت برای هر اندازه از شرکت‌های اسپانیایی نسبت به نوع صنعت از تأثیر بیشتری بر روی سودآوری آینده برخوردار است.

دادمهر (۱۳۸۶) برای پیش‌بینی احتمال سودآوری، نسبت‌های پیش‌بینی ورشکستگی اوهلسان را به کار برد و در نهایت به این نتیجه رسید که آن نسبت‌ها توانمندی چنین امری را دارند. مهرانی و همکاران (۱۳۸۳)، با استفاده از اطلاعات دو ساله ۱۲۰ شرکت و ۶ متغیر اقدام به بررسی و پیش‌بینی شرکت‌های موفق و ناموفق کرده‌اند. در الگوی نهایی آنها، تنها دو متغیر بازده حقوق صاحبان سهام و رشد فروش به عنوان متغیرهای توضیح‌دهنده شرکت‌های موفق و ناموفق استفاده شده است. بهرامفر و ساعی (۱۳۸۵) در پژوهشی نشان دادند که نسبت‌های مرتبط با سنجش فعالیت، و نسبت‌های مرتبط با اندازه‌گیری وضعیت بدهی‌ها، اندازه شرکت و نوع صنعت، در پیش‌بینی رتبه عملکرد شرکت‌ها مفید می‌باشند.

ادبیات فرضیه‌های تحقیق

فرضیه‌های ابتدایی ما در این پژوهش به بررسی توانمندی هر یک از ۴۲ متغیر یا نسبت مالی که طی پژوهش‌های گذشته در پیش‌بینی‌های عملکرد از جمله ورشکستگی و

موفقیت شرکت‌ها به کار رفته بودند، مربوط می‌شوند. با بررسی ادبیات پژوهش مشخص می‌شود که اغلب پژوهشگران با در نظر گرفتن مجموعه‌ای محدود از متغیرها (شامل نسبت‌ها و شاخص‌های مالی و غیر مالی) خود را بی‌نیاز از مسأله انتخاب متغیر قرار داده‌اند. بر مبنای موارد ذکر شده در جدول شماره یک و با تحلیل‌های به عمل آمده برای به دست آوردن نسبت‌های مالی بالقوه، در نهایت ۴۲ نسبت مالی قابل دسترس در ایران برای پیش‌بینی در پژوهش ما به دست آمدند.

جدول شماره ۱. متغیرها و نسبتهای مورد استفاده در پژوهشهای پیشین (دهکردی، ۱۳۸۶)

نسبت‌ها و متغیرهای مورد استفاده	سال	محققان / محققان
گردش وجوه نقد به کل بدهی‌ها، سود خالص به کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها، سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری	۱۹۶۶	بیور
فروش، سود خالص، گردش وجوه نقد، اوراق قرضه قابل معامله، حساب‌های دریافتی، دارایی‌های آتی، موجودی کالا، دارایی‌های جاری، سرمایه در گردش، کلدارایی‌ها، بدهی‌های جاری، جمع بدهی‌ها و سهام ممتاز، ارزش ویژه، وجوه نقد به کل بدهی‌ها، سود خالص به کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها، دارایی‌های آتی به کل دارایی‌ها، سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری، وجوه نقد به بدهی‌های جاری، دارایی‌های جاری به فروش، دارایی‌های آتی به فروش، سرمایه در گردش به فروش، وجوه نقد به فروش	۱۹۶۸	بیور
سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، سود (زیان) انباشته به کل دارایی‌ها، سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها، ارزش بازار حقوق صاحبان سهام به ارزش دفتری بدهی‌ها، فروش به کل دارایی‌ها	۱۹۶۸	آلتمن
الگوی تصادفی از توابعی بر مبنای اقلام صورت‌های مالی	۱۹۷۱	ویلیکاکس
جریان وجوه سالانه به بدهی‌های جاری، حقوق صاحبان سهام به فروش، سرمایه در گردش به فروش، بدهی‌های جاری به حقوق صاحبان سهام، موجودی کالا به فروش	۱۹۷۲	ادمیستر
نگاه کنید به بیور ۱۹۶۸	۱۹۷۲	دیکن
گردش وجوه نقد، نقدینگی، اهرم مالی، گردش حقوق صاحبان سهام	۱۹۸۴	منساح
گردش وجوه نقد عملیاتی	۱۹۴۸	کیسی و بارتجک
گردش وجوه نقد عملیاتی، گردش وجوه نقد عملیاتی به بدهی‌های جاری، گردش وجوه نقد عملیاتی به کل بدهی‌ها	۱۹۸۵	کیسی و بارتجک
وجوه حاصل از عملیات، سرمایه در گردش، تامین مالی، هزینه‌های ثابت، مخارج سرمایه‌ای، سود سهام، سایر جریان‌های دارایی‌ها و بدهی‌ها، تغییر در اوراق بهادار نقدی و قابل معامله	۱۹۸۵	گنتری، نیوبلد، ویتفورد

محقق / محققان	سال	نسبت‌ها و متغیرهای مورد استفاده
عزیز، امانول، و لاوسن	۱۹۸۸	گردش وجوه نقد عملیاتی، خالص سرمایه‌گذاری ثابت، مالیات پرداختنی، تغییرات نقدینگی، بهره پرداختنی، بدهی‌های میان‌مدت یا بلندمدت افزایش یافته یا بازپرداخت شده، سود سهام نقدی، حقوق صاحبان سهام افزایش یافته یا بازپرداخت شده
عزیز و لاوسن	۱۹۸۹	گردش وجوه نقد عملیاتی، خالص سرمایه‌گذاری ثابت، مالیات پرداختنی، تغییرات نقدینگی، بهره پرداختنی، بدهی‌های میان‌مدت یا بلندمدت افزایش یافته یا بازپرداخت شده، سود سهام نقدی، حقوق صاحبان سهام افزایش یافته یا بازپرداخت شده
گیلبرت، منون، و اسچوارتز	۱۹۹۰	وجوه نقد به کل دارایی‌ها، گردش وجوه نقد عملیاتی به بدهی‌های جاری، گردش وجوه نقد عملیاتی به کل بدهی‌ها، گردش بدهی‌های جاری به کل دارایی‌ها، گردش از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها، حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها، حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها، سود خالص به کل دارایی‌ها، سود انباشته به کل دارایی‌ها، فروش به دارایی‌های جاری، فروش به کل دارایی‌ها، سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها
پلات و پلات	۱۹۹۰	گردش وجوه نقد به کل دارایی‌ها، سود خالص به کل دارایی‌ها، سود خالص به ارزش ویژه، سود عملیاتی به کل دارایی‌ها، گردش وجوه نقد به فروش، سود خالص به فروش، دارایی‌های جاری به کلدارایی‌ها، فروش به کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها به ارزش ویژه، بدهی‌های جاری به کل بدهی‌ها، سرمایه‌های سهامداران عادی به ارزش ویژه، فروش به سرمایه در گردش، دارایی‌های جاری به فروش، حساب‌های دریافتی به موجودی کالا، حساب‌های دریافتی به فروش، حساب‌های دریافتی و موجودی کالا به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری، خالص دارایی‌های ثابت به کل دارایی‌ها، وجه نقد به بدهی‌های جاری، وجه نقد به کلدارایی‌ها، درصد تغییرات در فروش، سود قبل از بهره و مالیات به کل هزینه بهره، گردش وجوه نقد به کل هزینه بهره، درصد تغییر در بازده دارایی‌ها، گردش وجوه نقد به کل بدهی‌ها
فoster و وارد	۱۹۹۷	گردش وجوه نقد حاصل از فعالیت‌های عملیاتی، گردش وجوه نقد حاصل از فعالیت‌های تامین مالی، گردش وجوه نقد حاصل از سرمایه‌گذاری
سانگ، چانگ، و لی	۱۹۹۹	نرخ رشد کل دارایی‌ها، نرخ رشد اموال و ماشین‌آلات و تجهیزات، نرخ رشد دارایی‌های جاری، نرخ رشد فروش، نرخ رشد سود خالص، سود ناخالص به فروش خالص، سود عملیاتی به فروش خالص، سود عادی به فروش خالص، سود خالص به فروش خالص، سود عملیاتی به کلدارایی‌ها، سود عادی به کل دارایی‌ها، سود خالص به کلدارایی‌ها، سود عادی به حقوق صاحبان سهام، سود خالص به حقوق صاحبان سهام، نسبت سود سهام، سود سهام به سود خالص، سود هر سهم، گردش وجوه نقد هر سهم، حقوق صاحبان سهام به کل دارایی‌ها، نسبت دارایی‌های ثابت به حقوق صاحبان سهام و بدهی‌های بلندمدت، نسبت جاری، نسبت آبی، نسبت بدهی، نسبت پوشش بدهی، گردش وجوه نقد به بدهی‌ها، گردش وجوه نقد به کل دارایی‌ها، نسبت گردش کل دارایی‌ها، نسبت

محقق / محققان	سال	نسبت‌ها و متغیرهای مورد استفاده
		گردش حقوق صاحبان سهام، نسبت گردش موجودی کالا، میانگین دوره گردش موجودی کالا، میانگین دوره جمع آوری حساب‌های دریافتی، ارزش افزوده ناخالص، بهره وری نیروی کار، سود عادی هر یک از کارکنان، کل دارایی‌های هر ریال سرمایه، بهره وری سرمایه، ارزش افزوده ناخالص به فروش خالص
شاه و مورتازا	۲۰۰۰	دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری، فروش به وجه نقد، گردش حساب‌های دریافتی، بهره کسب شده، بدهی به حقوق صاحبان سهام، کل دارایی‌ها به کل حقوق صاحبان سهام، سود خالص به فروش خالص، فروش خالص به حقوق صاحبان سهام عادی
گریس و اینگرام	۲۰۰۱	نگاه کنید به آلتمن ۱۹۹۶

اهداف اساسی، سؤالات و فرضیه‌های تحقیق

با توجه به اینکه تحقیقی با چنین محتوا و عنوانی تا به حال در ایران به انجام نرسیده است، به طور مشخص برای تحقیق پیش رو اهداف زیر به عنوان اهداف اصلی مدنظر است:

۱. با اجرای آن می‌توان دریچه جدیدی از اطلاعات مورد نیاز بازار را در جهت رسیدن به اهداف اقتصادی که همان تخصیص بهینه منابع است، عوامل درگیر و تصمیم گیران حول این مقوله را یاری نمود.

۲. اعلان شاخص‌های مالی مناسب و موثر در پیش بینی سودآوری به تصمیم گیرندگان برای نشان دادن عکس‌العمل مناسب.

۳. هشدارهای به موقع به گردانندگان شرکت‌های دارای شاخص‌های منفی و پائین تر، داده شود تا تدابیر لازم به منظور اقدامات اصلاحی رفع مشکلاتی که منجر به زیان‌آوری شرکت‌ها می‌گردد، اندیشیده شود.

با توجه به اهداف و مسأله تحقیق، سؤالاتی که مطرح می‌گردد چنین است:

۱. کدامیک از نسبت‌هایی که در پیش‌بینی موفقیت یا عدم موفقیت شرکت‌ها به کار

گرفته شده‌اند، می‌توانند در پیش‌بینی سودآوری نیز به کار روند؟

۲. آیا تکنیک شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌ها توانمند عمل

می‌نماید؟

پس فرضیه‌های پژوهش عبارتند از :

فرضیه: بین هر یک از نسبت‌های مالی تعیین کننده موفقیت (۴۲ نسبت مالی) و سودآوری (سال آینده) شرکت‌ها رابطه معناداری وجود دارد.
فرضیه‌های پژوهش متشکل از ۴۲ فرضیه خواهد بود که به بررسی رابطه میان ۴۲ متغیر مستقل (که در بخش متغیرهای پژوهش مشخص شده‌اند) با سودآوری سال آینده شرکت‌ها می‌پردازد.

روش انجام پژوهش

جهت انجام پژوهش جاری روش‌ها و تکنیک‌های آماری زیر را به ترتیب پیمودیم.

مقایسه میانگین دو جامعه

برای تعیین نسبت‌ها و متغیرهایی که توانایی پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌ها را دارا می‌باشند، به کار بست ۴۲ نسبت بالقوه‌ای که قبلاً اشاره شد در ۷۲۰ شرکت - سال انتخابی در پژوهش به وسیله آزمون‌های آماری پرداخته شده است.
برای آزمون تساوی میانگین دو جامعه، لازم است ابتدا بررسی شود که آیا واریانس دو جامعه برابرند یا خیر؟ به عبارت دیگر، آزمون تساوی واریانس‌ها مقدم بر آزمون تساوی میانگین‌ها است. جهت آزمون تساوی واریانس‌ها (آزمون لون) از آمار فیشر استفاده شده است که بر اساس رابطه شماره یک به دست می‌آید:

$$F = \left(\frac{S_1^2}{S_2^2} \right) \quad (1)$$

تعدیل و پالایش نسبت‌های معنادار

در فرایند انتخاب متغیرها، از روش تحلیل گام به گام^۷، برای انتخاب متغیرهای نهایی استفاده می‌شود. در این تحلیل متغیرهای پیش‌بینی کننده بر اساس سطح معناداری آزمون فیشر برای ورود یا خروج از الگو انتخاب می‌شوند.

این تحلیل به جستجو در میان متغیرها می‌پردازد تا آن متغیری را که دارای بیشترین توانایی در افتراق متغیر وابسته است، تعیین کند. برای انجام این امر، تحلیل گام به گام از نسبت واریانس درون گروهی به واریانس برون گروهی استفاده می‌کند. به این ترتیب متغیری که دارای کمترین واریانس درون هر یک از گروههای مختلف متغیرهای وابسته است و همچنین دارای بیشترین واریانس بین آنها است، دارای بیشترین قدرت در افتراق این متغیرها است، زیرا مشابه بودن مقادیر یک متغیر در یک گروه از متغیرهای وابسته و از طرف دیگر تفاوت آشکار این مقادیر با ارقام مربوط به متغیرهای وابسته دیگر موجب می‌شود این متغیر در افتراق گروه متغیرهای وابسته دارای توانایی بیشتر و خطای کمتری باشد (مهرانی و همکاران، ۱۳۸۳).

شبکه‌های عصبی مصنوعی

برای پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها از تکنیک شبکه‌های عصبی استفاده خواهیم نمود، حال در این قسمت به تشریح الگوریتم شبکه عصبی کار رفته در این تحقیق می‌پردازیم. رایج‌ترین تکنیک یادگیری با سرپرستی، الگوریتم پس انتشار خطا است. یادگیری این الگوریتم بر پایه قانون تصحیح خطا بنا شده است که می‌توان آنرا تعمیم الگوریتم مشهور حداقل میانگین مربعات دانست. قانون پس انتشار خطا اساساً از دو مسیر اصلی تشکیل می‌شود. مسیر اول، موسوم به مسیر رفت می‌باشد که در این مسیر، بردار ورودی به شبکه پرسپترون چند لایه اعمال می‌شود و تاثیراتش از طریق لایه‌های میانی، به لایه‌های خروجی انتشار می‌یابد.

بردار خروجی تشکیل یافته در لایه خروجی، پاسخ واقعی شبکه پرسپترون چند لایه را تشکیل می‌دهد. در این مسیر پارامترهای شبکه ثابت و بدون تغییر در نظر گرفته می‌شوند. مسیر دوم، موسوم به مسیر برگشت است. در این مسیر برخلاف مسیر رفت پارامترهای شبکه پرسپترون چند لایه تغییر و تنظیم می‌گردند. این تنظیم مطابق با قانون اصلاح خطا انجام می‌گیرد. سیگنال خطا از لایه خروجی شبکه تشکیل می‌گردد.

خطای خروجی نرون j ام لایه خروجی در تکرار n ام (یعنی ارائه مثال آموزشی n ام) عبارت است از:

$$e_j(n) = d_j(n) - y_j(n) \quad (2)$$

که $d_j(n)$ پاسخ مطلوب و $y_j(n)$ خروجی سلول j است. اگر اثر خطا برای نرون j ام برابر $\frac{1}{2} e_j^2(n)$ تعریف کنیم، انرژی خطای کل (برای تمام نرونهای لایه خروجی) عبارت است از:

$$E(n) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^c e_j^2(n) \quad (3)$$

که c تعداد سلولهای لایه خروجی است.

الگوریتم پس‌انتشار خطا، تصحیح وزن $\Delta w_x(n)$ را به وزن $w_x(n)$ اعمال می‌کند. این تصحیح وزن متناسب است با مشتق جزئی $E(n)$ نسبت به $w_x(n)$ ، یعنی:

$$\frac{\delta E(n)}{\delta w_x} \quad (4)$$

مشتق جزئی مذکور جهت جستجو در فضای وزن‌ها برای یافتن وزن مناسب تعیین می‌کند (منافی، ۱۳۸۵).

متغیرهای تحقیق

متغیر وابسته در این تحقیق، سودآوری (زیان‌آوری) شرکتها در سال آینده است. بر این اساس شرکتها را می‌توان به وسیله متغیر تصنعی $(Y_i \{0\})$ طبقه‌بندی کرد، یعنی شرکتهای سودآور را با ۱ و شرکت‌های زیان‌آوری را با صفر نشان می‌دهیم. متغیرهای مستقل با توجه به کارهای تحقیقاتی قبلی (متغیرهایی که قابل محاسبه در محیط ایران بوده و برای پیش‌بینی موفقیت شرکت‌ها طی تحقیقات پیشینه کار رفته‌اند) در پیش‌بینی سودآوری (یا زیان‌آوری) شرکت‌ها استفاده شده است. این متغیرها در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول شماره ۲. نسبت‌های مالی مورد استفاده به عنوان متغیرهای مستقل (دهکردی، ۱۳۸۶)

متغیر (نسبت)	X	متغیر (نسبت)	X
سود خالص به کل دارایی‌ها	۲۲	سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها	۱
سود خالص به ح ص سهام	۲۳	سود عملیاتی به کل دارایی‌ها	۲
سود ناخالص به فروش خالص	۲۴	سود عملیاتی به فروش خالص	۳
سود قبل از مالیات به فروش	۲۵	سود خالص به فروش خالص	۴
هزینه بهره به سود ناخالص	۲۶	سود سهام به سود خالص	۵
وجوه نقد به کل دارایی‌ها	۲۷	سود قبل از بهره و مالیات به هزینه بهره	۶
مطالبات به موجودی کالا	۲۸	حساب‌های دریافتی و موجودی کالا به کل دارایی‌ها	۷
داراییهای جاری به کل دارایی‌ها	۲۹	داراییهای آتی به کل دارایی‌ها	۸
کل بدهی‌ها به حقوق صاحبان سهام	۳۰	سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها	۹
کل بدهی‌ها به کل داراییها	۳۱	ارزش بازار ح ص سهام به ارزش دفتری بدهی‌ها	۱۰
بدهیهای جاری به کل بدهی‌ها	۳۲	ارزش بازار ح ص سهام به ارزش دفتری ح ص سهام	۱۱
ح ص سهام به کل دارایی‌ها	۳۳	وجوه نقد و سرمایه‌گذاری‌های جاری به بدهی‌های جاری	۱۲
دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری	۳۴	دارایی‌های ثابت به ح ص سهام و بدهی‌های بلندمدت	۱۳
دارایی‌های آتی به بدهی‌های جاری	۳۵	بدهی‌های جاری به حقوق صاحبان سهام	۱۴
وجوه نقد به بدهی‌های جاری	۳۶	حقوق صاحبان سهام به بدهی‌های بلندمدت	۱۵
لگاریتم کل دارایی‌های شرکت	۳۷	نسبت دارایی‌های ثابت به کل دارایی‌ها	۱۶
نسبت فروش به حساب‌های دریافتی	۳۸	نسبت سرمایه پرداخت شده به ح ص سهام	۱۷
نسبت فروش به وجوه نقد	۳۹	نسبت سود زیان انباشته به کل دارایی‌ها	۱۸
نسبت فروش به سرمایه در گردش	۴۰	نسبت سود زیان انباشته به حقوق صاحبان سهام	۱۹
نسبت فروش به کل دارایی‌ها	۴۱	نسبت فروش به حقوق صاحبان سهام	۲۰
نسبت فروش به داراییهای ثابت	۴۲	نسبت فروش به دارایی‌های جاری	۲۱

جامعه و نمونه آماری

- جامعه آماری تمام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند که حائز معیارهای زیر باشند:
۱. صورت‌های مالی شرکت‌هایی که در بین سالهای ۸۰ تا ۸۷ عضو بورس اوراق بهادار بوده‌اند.
 ۲. در تمامی ۸ سال مذکور به بورس اوراق بهادار تهران صورت مالی ارائه کرده باشند.
 ۳. اطلاعات آنها در دسترس باشد.
 ۴. سال مالی آنها منتهی به پایان اسفند ماه باشد.
 ۵. جزء شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری‌های مالی نباشند.
- پس از تشکیل جامعه آماری و تعیین اعضای واجد شرایط آن حدود ۲۰۰ شرکت توانستند شرایط ذکر شده را داشته باشند، از بین آنها ۹۰ شرکت به شکل تصادفی از بین صنایع مختلف انتخاب شدند.

نتایج تجزیه و تحلیل اطلاعات

با توجه به توضیحات ارائه شده، در این قسمت به عرضه و کاربست روش پژوهش تعریف شده و فرضیه‌های مطرح شده در ابتدای تحقیق پاسخ و در نهایت بهترین شاخص‌های مالی را تعیین می‌نمائیم.

نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش

فرضیه‌های تحقیق: بین «نسبت‌های مالی تعیین‌کننده موفقیت (۴۲ نسبت مالی)» و «سودآوری (سال آینده) شرکت‌ها» رابطه معنی‌داری وجود دارد.

تعریف عملیاتی فرضیه‌ها:

H_0 : میانگین نسبت مالی X تعیین‌کننده موفقیت (۴۲ نسبت مالی) در میان دو گروه سودآور و زیان‌آور آینده برابر است.

H_1 : میانگین نسبت مالی X تعیین کننده موفقیت (۴۲ نسبت مالی) در میان دو گروه سودآور و زیان آور آینده دارای تفاوت معناداری است.

جدول شماره ۳. نتایج آزمون لون و تی برای متغیر X_1

	آزمون لون برای دو جامعه با واریانس مساوی		آزمون تی برای دو جامعه با میانگین مساوی			
	سطح شاخص معناداری فیشر	۰/۰۰۰	درجه آزادی	معناداری دو طرفه	انحراف متوسط	انحراف خطای استاندارد
X_2	با فرض تساوی واریانسها	۴۳/۸۵۸	۶۲۸	۰/۰۰۰	۲۹/۹۵۹	۲/۴۶۶
	با فرض عدم تساوی واریانسها		۸۴/۱۲۰	۰/۰۰۰	۲۹/۹۵۹	۵/۱۱۷

با اجرای آزمون نمونه فوق برای باقی متغیرها، از بین ۴۲ متغیر آزموده شده ، ۲۷ متغیر (نسبت) به عنوان متغیرهای توانمند در تفکیک شرکت های سودآور یا زیان آور آینده شناخته شدند که به این شرح است: (۱) نسبت سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی ها (۲) نسبت سود عملیاتی به کل دارایی ها (۳) نسبت سود عملیاتی به فروش خالص (۴) نسبت سود خالص به فروش خالص (۵) نسبت سود سهام به سود خالص (۶) نسبت حساب های دریافتی و موجودی کالا به کل دارایی ها (۷) نسبت دارایی های آنی به کل دارایی ها (۸) نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی ها (۹) نسبت ارزش بازار حقوق صاحبان سهام به ارزش دفتری بدهی ها (۱۰) نسبت ارزش بازار حقوق صاحبان سهام به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام (۱۱) نسبت وجوه نقد و سرمایه گذاری های کوتاه مدت به بدهی های جاری (۱۲) نسبت سود و زیان انباشته به کل دارایی ها (۱۳) نسبت فروش به دارایی های جاری (۱۴) نسبت سود خالص به کل دارایی ها (۱۵) نسبت سود ناخالص به فروش خالص (۱۶) نسبت سود قبل از مالیات به فروش (۱۷) نسبت هزینه بهره به سود ناخالص (۱۸) نسبت وجوه نقد به کل دارایی ها (۱۹) نسبت دارایی های جاری به کل دارایی ها (۲۰) نسبت کل بدهی ها به کل دارایی ها (۲۱) نسبت حقوق صاحبان سهام به کل دارایی ها (۲۲) نسبت دارایی های جاری به بدهی های جاری (۲۳) نسبت دارایی های آنی به بدهی های جاری

(۲۴) نسبت وجوه نقد به بدهی‌های جاری (۲۵) لگاریتم کل دارایی‌ها (اندازه شرکت)
 (۲۶) نسبت فروش به حساب‌های دریافتی (۲۷) نسبت فروش به کل دارایی‌ها.
 پس فرضیه‌های مطرح شده مربوط به این نسبت‌ها، طبق آزمون‌های به عمل آمده
 مورد تأیید قرار گرفته و مابقی فرضیه‌ها رد می‌شوند. در واقع از بین ۴۲ فرضیه مطرح شده،
 ۲۷ فرضیه تأیید و ۱۵ فرضیه رد شدند.

پالایش و تعدیل متغیرهای معنادار

جدول شماره ۴ گام آخر از فرآیند تحلیل گام به گام را نشان می‌دهد. همان گونه که
 در این جدول مشخص است، فرآیند تحلیل گام به گام جهت انتخاب نسبت‌های مالی
 نهایی ۹ مرحله را طی نموده است که طی هر یک از این مراحل یکی از نسبت‌های مالی
 انتخاب شده و به مجموعه نسبت‌های مالی انتخاب شده اضافه شده است.

جدول شماره ۴. گام نهم از انتخاب متغیرهای نهایی

مرحله	متغیر شماره	سطح معناداری فیشر	لانداى ويلكس
	۲۲	۰	۰/۷۱۸
	۵	۰	۰/۷۲۱
	۲۱	۰/۰۳۶	۰/۷۰۶
	۲۴	۰	۰/۷۴۲
۹	۱۰	۰/۰۰۱	۰/۷۱۳
	۴	۰	۰/۷۱۹
	۲۵	۰	۰/۷۱۶
	۱	۰/۰۱۴	۰/۷۰۸
	۴۱	۰/۰۳۲	۰/۷۰۶

با توجه به ارزش‌های یاد شده فرآیند تحلیل گام به گام، این تکنیک از میان ۲۷ متغیر
 کاندیدا، ۹ متغیر را به عنوان توانمندترین‌ها در تشخیص و تفکیک دو گروه شرکت‌های

مدنظر ارائه نمود که به ترتیب عبارتند از: (۱) x_{22} : نسبت سود خالص به کل دارایی‌ها
(۲) x_5 : نسبت سود سهام به سود خالص (۳) x_{21} : نسبت فروش به دارایی‌های جاری
(۴) x_{24} : نسبت سود ناخالص به فروش خالص (۵) x_{10} : نسبت ارزش بازار حقوق
صاحبان سهام به ارزش دفتری بدهی‌ها (۶) x_4 : نسبت سود خالص به فروش خالص
(۷) x_{25} : نسبت سود قبل از مالیات به فروش (۸) x_7 : نسبت سود قبل از بهره و مالیات
به کل دارایی‌ها (۹) x_{41} : نسبت فروش به کل دارایی‌ها.

پیش‌بینی سودآوری با استفاده از شبکه‌های عصبی

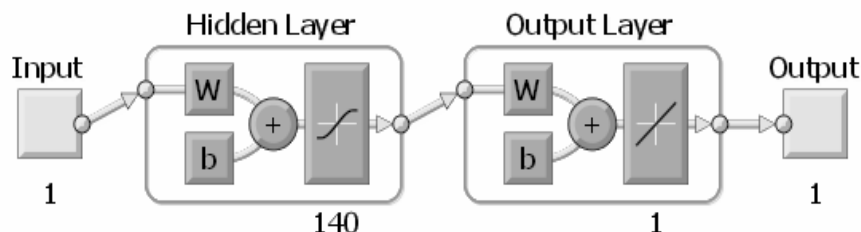
همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد برای اینکه بتوانیم پژوهش خود را به سویی رهنمون سازیم که استفاده از آن نیز در محیط تجاری برای تصمیم‌گیری مفید و عملی واقع شود، از شیوه‌ای اطلاعاتی و استدلالی منطقی برای رسیدن به این هدف در روش پژوهش خود بهره برده‌ایم. بدین گونه که با اطلاعاتی که در هر زمان در اختیار ما است بتوانیم با کاربست تکنیک‌های مختلف به آنالیز آنها پرداخته و برای کاهش عدم اطمینان آینده از نتایج و فرآیند آن استفاده نماییم. استدلال ما با توجه به اطلاعات موجود این است که یک فرد تصمیم‌گیر که در ابتدای سال مالی ۸۷ قرار دارد و اطلاعات شرکت‌ها را از سال مالی ۸۰ در اختیار دارد و می‌خواهد با استفاده از اطلاعات مالی سال ۸۶ به پیش‌بینی سودآوری آینده (در اینجا سال ۸۷) شرکت‌ها پردازد. وی ابتدا به تبیین رابطه بین ورودی و خروجی مد نظر با توجه به اطلاعات سنوات قبل می‌پردازد و با استفاده از تکنیک مناسب که توانست الگوی توانمندی را برای سنوات قبل به دست آورد، از آن الگو برای پیش‌بینی دوره آتی (سال ۸۷) استفاده نماید.

پس در این پژوهش طبق آنچه از نظر گذشت در دو تکنیک مورد استفاده، ابتدا ۵۴۰ شرکت - سال ابتدایی یعنی از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ را به عنوان گروه آموزشی خود برمی‌گزینیم و با استفاده از تکنیک‌های مذکور به تبیین روابط بین ورودی و خروجی‌های مطرح می‌پردازیم. سپس ۹۰ شرکت سال انتهایی یعنی سال ۱۳۸۷ را به عنوان آزمایش

الگوی تبیین شده در گروه آموزشی به معرض آزمایش گذاشته و نتایج حاصل را از جوانب مختلف بررسی می‌نماییم.

برای انجام پیش‌بینی و یافتن الگوی مناسب در شبکه‌های عصبی و رسیدن به هدف تحقیق از نرم‌افزار متلب، ورژن ۲۰۱۰ آن استفاده شده است. برای این منظور ابتدا داده‌های آموزشی (۵۴۰ شرکت سال) را با متغیرهای مستقل آن به عنوان ورودی و متغیر وابسته به عنوان اهداف متغیرهای مستقل به شبکه عصبی معرفی نمودیم. با توجه به ساختار شبکه‌های عصبی این ورودی و هدف را با پارامترهای مختلف به بوته آموزش شبکه گذاشتیم که بیش از ۱۰۰ شبکه را شامل شد. در نهایت شبکه شکل شماره ۱ الگوی مناسب‌تری به صورت یک جعبه سیاه^۸ با خطای کمتر و ضریب تعیین بالاتر را به دست داد. در این شبکه چند لایه که از یک لایه پنهان با ۱۴۰ نرون و یک لایه خروجی تشکیل می‌گردد، تابع انتقال لایه پنهان تابع تانژانت سیگموئید و تابع انتقال لایه خروجی پیورلین می‌باشد.

الگوریتم به کار رفته در این شبکه، الگوریتم پس انتشار خطا می‌باشد که برای آموزش آن از الگوریتم پس انتشار لونبرگ - مارکو آرت^۹ استفاده گردید. با توجه به خروجی‌های لایه خروجی که به شکل بازه ی بین -۱ تا +۱ می‌باشد، با بررسی خروجیها یک مقدار آستانه (۰/۶۵۹) تعیین گردید که به مقادیر بزرگتر از آن، مقدار ۱ و کوچکتر از آن مقدار صفر اختصاص یافت.



شکل شماره ۱. شبکه پس انتشار خطای دو لایه مورد استفاده در پژوهش

پس از انجام فرآیند یادگیری در شبکه، الگوی آموزش دیده توسط آن به شکل جعبه سیاه ذخیره گردید و سپس ۹۰ شرکت - سال انتهایی که عنوان گروه آزمایشی را

داشتند، به عنوان ورودی به شبکه معرفی نموده و با اعمال الگوی آموزش دیده خروجیهای لازم ارائه گردید که با توجه به مقدار آستانه تعیین شده، آنها نیز در دو طبقه ۰ یا ۱ طبقه بندی شدند. با به کارگیری این تکنیک در پیش‌بینی سودآوری نتایج بسیار عالی در آموزش و شناسایی الگوی آن در شبکه را نشان می‌دهد که نتایج حاصل از کاربست آن در شرکت سال‌های آموزشی با دقتی برابر با ۹۹/۰۳ درصد به نتایج صحیح منتج شد. بکارگیری الگوی آموزش دیده نیز نتایج خوبی را به همراه داشت و با دقتی برابر با ۸۵/۵۶ درصد نتایج شرکت - سال‌های گروه آزمایشی را به درستی طبقه‌بندی نمود. تفصیل نتایج حاصل از به کارگیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سودآوری در جدول شماره ۵ آمده است.

جدول شماره ۵. نتایج حاصل از تکنیک شبکه‌های عصبی

نوع داده	وضعیت واقعی	میزان	پیش‌بینی شده		مجموع	دقت کلی
			سودآور	زیان‌آور		
داده‌های آموزشی	سودآور	تعداد	۴۷۴	۳	۴۷۷	۹۹/۰۳
		درصد	۹۹/۳۷	۰/۶۳	۱۰۰	
	زیان‌آور	تعداد	۲	۶۱	۶۳	
		درصد	۳/۱۷	۹۶/۸۳	۱۰۰	
داده‌های آزمایشی	سودآور	تعداد	۶۶	۴	۷۰	۸۵/۵۶
		درصد	۹۴/۲۹	۵/۷۱	۱۰۰	
	زیان‌آور	تعداد	۹	۱۱	۲۰	
		درصد	۴۵	۵۵	۱۰۰	

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای کاربردی

تعیین شاخص‌های مالی توانمند در پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌ها می‌تواند کاربران را در اتخاذ تصمیمات مناسب یاری دهد. در این مقاله به بررسی مبسوط متغیرها و شاخص‌های مالی که در تحقیقات پیشین در پیش‌بینی موفقیت یا عدم موفقیت شرکت‌ها به کار رفته‌اند، پرداخته است. سپس با تعیین مواردی که می‌توان در محیط ایران به آن دست

یافت، متغیرهای بالقوه‌ای را برای پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها تعیین نمود. از بین ۴۲ متغیر بالقوه، ۲۷ متغیر، طی آزمون‌های آماری مناسب توانستند شرکت‌های سودآوری یا زیان‌آوری آینده را از هم تفکیک نمایند. برای تعیین بهترین شاخص‌ها از میان این متغیرها با استفاده از تحلیل گام به گام، ۹ متغیر به عنوان بهترین شاخص‌ها انتخاب شدند. به نظر می‌رسد با توجه به حجم بالای نمونه انتخاب شده و تکنیک‌های آماری به کار رفته، می‌توان این شاخص‌ها را با تجزیه و تحلیل مناسب، در اختیار کاربران مختلف اطلاعات مالی قرار داد و آنها را در اتخاذ تصمیمات مناسب یاری رساند.

نتایج تحقیق نشان از کارایی شبکه‌های عصبی در امر پیش‌بینی سودآوری آینده شرکت‌ها داشت. کاربران مختلفی از جمله سرمایه‌گذاران که با دید بلندمدتی به صرف منابع خود می‌پردازند می‌توانند موارد زیان‌آور را از حوزه انتخاب خود خارج کنند و در حوزه بهتری دست به انتخاب بزنند. اعتباردهندگان برای اعطای اعتبار به متقاضیان تسهیلات، شرکت‌های سودآور آینده را در اولویت قرار خواهند داد. از بعد درون‌سازمانی نیز شرکت‌هایی که آینده زیان‌باری را برای خود با توجه به شرایط و شاخص‌های موجود خود متصور باشند سعی در بهبود امور در جهت رهایی از چنین شرایطی خواهند نمود. جامعه و دولت نیز می‌تواند از الگوی ذکر شده به منظور تخصیص منابع به صورت بهینه استفاده نماید.

یادداشتها

- | | |
|---|--------------------------|
| 1- Hurestic | 2- Agnes |
| 3- Lam | 4- Andres |
| 5- Beynon | 6- Claver |
| 7- Stepwise Discriminant Analysis (SDA) | |
| 8- Black Box | 9- Levenberg - Marquardt |

منابع و مأخذ

- آزاد، محمد، (۱۳۸۳)، محتوای اطلاعاتی پیش بینی سود شرکتهای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی تهران.
- اژدری، احمد، (۱۳۸۰)، پیش بینی قابلیت سودآوری شرکتهای با استفاده از نسبتهای مالی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- آقائی، محمدعلی، (۱۳۷۳)، رفتار سود حسابداری، رساله دکتری، تربیت مدرس تهران.
- ایمانی برندق، محمد، (۱۳۸۵)، ارائه مدلی برای رابطه ی بین کیفیت سود و بازده سهام، رساله دکتری، تربیت مدرس تهران.
- بهرامفر، نقی و ساعی، محمدجواد، (۱۳۸۵)، ارایه مدل برای پیش بینی عملکرد (مالی و بازاری) شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از اطلاعات مالی منتشره، بررسیهای حسابرسی و حسابداری، ش ۴۳، ص ۴۵ تا ۷۰.
- خالوزاده، حمید، (۱۳۷۷)، مدل سازی غیرخطی و پیش بینی رفتار قیمت سهام در بازار بورس ایران، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- دادمهر، مهرداد، (۱۳۸۶)، بررسی احتمال سودآوری سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل اوهلسان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز.
- شاهنگ، رضا، (۱۳۸۷)، تئوریهای حسابداری، نشر سازمان حسابرسی، مرکز تحقیقات تخصصی حسابداری و حسابرسی.
- شهرابی فراهانی، مهدی، (۱۳۸۱)، قابلیت اتکاء نسبتهای سودآوری در پیش بینی سودآوری شرکتهای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی تهران.
- فرج زاده دهکردی، حسن، (۱۳۸۶)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدل بندی پیش بینی ورشکستگی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

-
- گودرزی، احمد، (۱۳۸۴)، بررسی تحلیلی ارتباط بین نسبتهای مالی با بازده سهام در شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران.
 - منافی، شهریار، (۱۳۸۵)، ارائه مدل پیش‌بینی در بازار بورس تهران، *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
 - مومنی، منصور و فعال قیومی، علی، (۱۳۸۶)، *تحلیلهای آماری با استفاده از SPSS*، انتشارات کتاب نو.
 - مهرانی، ساسان؛ مهرانی، کاوه و کرمی، غلامرضا، (۱۳۸۳)، استفاده از اطلاعات تاریخی مالی و غیرمالی جهت تفکیک شرکتهای موفق و ناموفق، *بررسیهای حسابداری و حسابرسی*، سال یازدهم، ش ۳۸، ص ۷۷ تا ۹۲.
 - نمازی، محمد و کیامهر، مهدی، (۱۳۸۶)، پیش بینی بازده روزانه سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی، *تحقیقات مالی*، پاییز و زمستان ۱۳۸۶، ش ۲۴، ص ۱۱۵ تا ۱۳۵.
 - Mészöly, A., and Levendovszky, T. (2011). A novel algorithm for performance prediction of web-based software systems . *Performance Evaluation*, Vol. 68, No. 2, pp 45-57.
 - Andres, J., Landajo, M. and Lorca, P. (2005). Forecasting business profitability by using classification techniques: A comparative analysis based on a Spanish case. *European Journal of Operational Research*, Vol. 167, No. 3, pp. 518-542.
 - Beynon, M., Clatworthy, M. and Jones, M. (2004). The prediction of profitability using accounting narratives: a variable-precision rough set approach. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 12 No. 4, pp 227-242.
 - Claver, E., Molina, J. and Tari, J. (2002). Firm and industry effects on firm profitability - a Spanish empirical analysis. *European Management Journal*, Vol. 20, No. 3, pp 321-328.
 - Monica, L. (2004). Neural network techniques for financial performance prediction: integrating fundamental and technical analysis. *Decision Support Systems*, Vol. 37. No. 4, pp 567-581.