فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال هفتم/ شماره بیست‌وهفتم/ پائیز ۱۳۹۷

پیش‌بینی ریسک درماندگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های تحلیل عاملی، درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک

رسول طهماسبی
دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مدیریت، واحد امارات، دانشگاه آزاد اسلامی ، دبی، امارات متحده عربی
tahmasebi311@gmail.com

علی اصغر انواری رستمی
استاد،گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (عهده دار مکاتبات)
anvary@modares.ac.ir

عباس خورشیدی
استاد،گروه مدیریت، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران،ایران.
a_khorshidi@yahoo.com

سیدجلال صادقی شریف
استادیار،گروه مدیریت، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
j_sadeghisharif@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۱۶

چکیده

این پژوهش درصدد است تا با استفاده از مدلهای درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بپردازد. برای این منظور ۳۳ نسبت مالی در افق زمانی ۵ ساله مورد بررسی قرار گرفته است، از سوی دیگر، جهت کاهش بعد داده ها و یافتن الگوی ارتباط درونی مجموعه متغیر ها، از مدل تحلیل عاملی استفاده شده است و متغیر ها با توجه به میزان ارتباط شان با درماندگی مالی در ۸ فاکتور طبقه بندی شده اند. در ادامه، نتایج مدل درخت تصمیم و مدل رگرسیون لجستیگ با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان می دهد هر دو مدل قابلیت پیش بینی درماندگی مالی را دارا می‌باشند، اما مدل در خت تصمیم از قدرت پیش بینی بالاتری نسبت به مدل رگرسیون لجستیک برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: ریسک درماندگی مالی، تحلیل عاملی، رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم، بورس تهران.

۱- مقدمه

مسئله درماندگی مالی و شکست شرکت ها همواره مشکلی بغرنج و درخور تامل برای بنگاه های اقتصادی بوده است. به دلیل اهمیت این موضوع اندیشمندان حسابداری و مالی در سراسر دنیا به فکر یافتن روشهایی جهت پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها هستند. وضع نامطلوب مالی شرکت باعث زیان برای اقشار مختلف جامعه و به خصوص سرمایه گذاران می گردد.

ارائه تعریفی دقیق از گروه های درگیر مسئله درماندگی مالی بسیار مشکل است اما می توان مدعی شد که مدیریت، سرمایه گذاران، بستانکاران و نهادهای قانونی پیش از سایرین تحت تاثیر پدیده درماندگی مالی قرار می گیرند. لذا، امروزه پیش بینی درماندگی مالی از اهمیتی بسیار زیاد برخوردار است، به این منظور پیش بینی وضعیت مالی شرکت ها راهنمای مفیدی برای سرمایه‌گذاران در خصوص اتخاذ تصمیمات بعدی خواهد بود (آلتمن،۱۹۶۸) سرمایه گذاران با پیش بینی درماندگی مالی نه تنها از خطر از بین رفتن سرمایه خود جلوگیری بلکه از آن به عنوان ابزاری برای کاهش خطر سبد سرمایه گذاری خود استفاده می کنند (مهرانی وکرمی،۱۳۸۳). مدیران واحد تجاری نیز در صورت اطلاع به موقع از خطر ورشکستگی می توانند اقدامات پیشگیرانه ای برای جلوگیری از ورشکستگی اتخاذ کنند. از آنجایی که ورشکستگی هزینه های اقتصادی و اجتماعی سنگینی را بر جامعه تحمیل می کند، از دیدگاه کلان نیز مورد توجه و اهمیت قرار می‌گیرد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

هزینه های فرصت از دست رفته شرکت در مواردی باعث کاهش سودآوری و زیان و همچنین از دست رفتن موقعیت بازار خواهد شد (چن و مرویل،۱۹۹۹) از نظر اقتصادی، درماندگی مالی پدیده ای طبیعی است که نباید نادیده گرفته شود (کاکی و الخادی،۲۰۱۱).

یکی از ابزارهای تجزیه و تحلیل مسائل مالی، نسبت های مالی است، نسبت های مالی برخی از واقعیت های مهم درباره عملیات و وضعیت مالکیت واحد انتفاعی را به آسانی آشکار و اطلاعات مربوط به آن را ارائه می کند (شباهنگ،۱۳۷۹) این نسبت ها در ارزیابی مالی موثر و کارآمد می باشند و با استفاده از آن می توان شرکت های سالم را از شرکت های ناسالم متمایز نمود (امیلیانو و سیلونی،۲۰۰۷).

در زمینه مدل های پیش بینی های درماندگی مالی مدل های متفاوتی ارائه شده است از جمله این مدل ها می توان به مدل آلتمن (۱۹۹۳)، اسپرینگیت (۱۹۷۹)، اهلسون (۱۹۸۰)، زاگروان (۱۹۸۳)، تافلر (۱۹۸۳)، زیمسکی (۱۹۸۴)، فولمر (۱۹۸۴)، کااسکور (۱۹۸۷) و شیراتا (۱۹۹۸) اشاره کرد (انواری رستمی و زمانی عموقین، ۱۳۹۵). در این پژوهش متفاوت از مدل های قبلی ابتدا بار عامل ها در مرحله ورود اطلاعات به مدل های درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک مشخص شده اند، سپس قدرت هر دو مدل درخت تصمیم و مدل رگرسیون لجستیک محاسبه گردیده و در انتها هر دو مدل با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

به طور کلی با مرور مدل های مورد استفاده جهت پیش بینی درماندگی مالی می توان آنها را در سه گروه عمده طبقه بندی کرد (انواری رستمی و زمانی عموقین، ۱۳۹۵).

الف) تکنیک های آماری: تکنیک های آماری از ابتدایی ترین و رایج ترین تکنیک ها جهت مدل سازی پیش بینی بحرانهای مالی می باشند. تحلیل تشخیص، احتمال خطی، ولجیت از این دسته می باشند.

ب) مدل های های نظری: بر خلاف مدل های، آماری و تکنیک های هوش مصنوعی این مدل ها به دنبال تعیین دلیل ناتوانی تجاری می باشند. این مدلها از نظر ماهیت چند متغیره بوده و معمولاً از تکنیک های آماری برای پشتیبانی مباحث نظری استفاده می کنند.

ج) تکنیک های هوش مصنوعی: مشابه با هوش منطق انسان، سیستمی است که یاد می گیرد و عملکرد حل مسئله خود را با توجه به تجربیات گذشته بهبود می بخشد تکنیک هایی از قبیل الگوریتم های بازگشتی (درختهای تصمیم)، استدلال نسبی بر موضوع، شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک از این نمونه می باشند.

در این پژوهش، ارکان پیش بینی درماندگی مالی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل درخت تصمیم و مدل رگرسیون لجستیک بررسی می شود، ملاک مورد نظر برای درماندگی مالی شرکت ها، مشمول ماده ۱۴۱بودن قانون تجارت می باشد.

در این پژوهش با استفاده از مدل تحلیل عاملی، ابتدا بار هر یک از عوامل مشخص شده و در ادامه این عوامل به تفکیک وارد هر دو مدل رگرسیون لجستیک و درخت تصمیم می شوند. نتایج نشان می دهد که گرچه هر دو مدل قابلیت پیش بینی درماندگی مالی را دارند و مدل درخت تصمیم از قدرت بیشتری در پیش بینی درماندگی مالی برخوردار است.

از سال ۱۸۷۰نسبت های مالی به شکل عملی مورد استفاده قرار گرفتند و این موضوع زمانی مطرح گردید که بانک ها برای اعطای وام نیاز به صورتهای مالی پیدا کردند از سوی دیگر تجزیه و تحلیل نسبت ها در اوایل ۱۹۰۰ همراه با توسعه نسبت جاری آغاز گردید (بیور،۱۹۶۸).

شاه و مرتضی مدلی را با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش بینی ورشکستگی ارائه دادند. در این مطالعه از اطلاعات ۶۰ شرکت ورشکسته و ۵۴ شرکت غیرورشکسته بین سالهای ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴ استفاده شد. آنها از هشت نسبت مالی استفاده کردند که دقت پیش بینی این مدل ۷۳ درصد به دست آمد.

سان و شنوی (۲۰۰۷) نیز پیش بینی ورشکستگی را با استفاده از شبکه های بیز آزمون کردند. آنها از اطلاعات ۵۰۰ شرکت استفاده کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد مدل بیز با ۸۹ درصد اطمینان قادر به پیش بینی ورشکستگی است.

آلفارو (۲۰۰۸) برای پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها به بررسی دو مدل الگوریتم آدابوست[1] و شبکه های عصبی مصنوعی پرداختند. آنها از اطلاعات ۵۹۰ شرکت ورشکسته و غیر ورشکسته در افق زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۳ استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد الگوریتم آدابوست نسبت به شبکه های عصبی مصنوعی عملکردی بهتر دارد و توان پیش بینی این روش ۹۱/۱٪ است. در ضمن این پژوهش نشان داد نسبت های سودآوری، بدهی و شاخص اندازه شرکت از مهمترین متغیرها برای ساخت مدل آدابوست هستند.

اعتمادی، انواری رستمی و فرج زاده دهکردی (۲۰۰۹) مدلی را با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای پیش بینی ورشکستگی شرکتهای بورس اوراق بهادار تهران ارائه نموده اند.

جزف جیمز (۲۰۱۱) پژوهشی را تحت عنوان تکنیک های پیش بینی ورشکستگی و فواید آنها انجام داد. در این پژوهش اکثر مدل ها و تکنیک های پیش بینی مورد بررسی قرار گرفت نتایج این تحقیق نشان می دهد که از میان روشهای مختلف، روش تجزیه و تحلیل ممیزی خطی پیش بینی دقیق تری را ارائه می نماید.

اصغر زاده و سلطانی (۲۰۱۵) به بررسی طراحی مدل پیش بینی ورشکستگی بر پایه متغیر های حسابداری، بازار و متغیرهای کلان اقتصادی در بورس اوراق بهادار قبرس پرداختند، شرکت های انتخاب شده از بین شرکت های غیر ورشکسته بین سالهای ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲ انتخاب شدند، پژوهش آنها نشان می دهد بین متغیر های کلان اقتصادی و احتمال درماندگی مالی رابطه معنادار و جود ندارد و دقت مدل درماندگی مالی براساس متغیرهای حسابداری و بازار به ترتیب ۹۱,۲٪ و ۸۱,۱٪ بوده است.

کوئین فنگ لیوو سید مهدیان (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان اندازه گیری بحران مالی و پیش بینی ورشکستگی شرکت های بزرگ با استفاده از یک روش ساده و به کار بردن یک مجموعه از نسبت های مالی به عنوان ورودی با عنوان شاخص ورشکستگی کل، به پیش بینی ورشکستگی مالی شرکت ها پرداختند. نتایج تحقیق آن ها نشان می دهد برآوردهای بدست آمده از این مدل قوی تر از مدل آلتمن می باشد.

نیکبخت و شریفی (۱۳۸۹) پژوهشی را با عنوان پیش بینی ورشکستگی مالی شرکت های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی انجام دادند. شبکه های عصبی به کار گرفته شده در این مقاله از نوع پرسپترون چند لایه است که به روش الگوریتم پس انتشار خطا آموزش دیده اند. نمونه مورد نظر شامل دو گروه شرکت های ورشکسته و شرکت های غیر ورشکسته است. گروه ورشکسته بر مبنای ماده ۱۴۱ قانون تجارت طی سال های ۱۳۷۸ لغایت ۱۳۸۵ انتخاب شده اند و گروه غیر ورشکسته نیز به صورت تصادفی انتخاب شده اند. نتایج نشان دادند که تفاوت معناداری بین تحلیل های چند متغیره و شبکه عصبی مصنوعی وجود دارد. همچنین طبق نتایج کم بودن خطای نوع اول بر مبنای خطای نوع دوم پیش بینی اولویت دارد.

فدایی نژاد و اسکندری (۱۳۹۰) پژوهشی را با عنوان "طراحی و تبیین مدل پیش بینی ورشکستگی مالی شرکت ها در بورس اوراق بهادار تهران " انجام دادند. سئوال اصلی تحقیق این است که کدام یک از مدل های پس از انتشار خطا، الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی تجمعی ذرات با دقت بالاتری ورشکستگی شرکت ها را پیش بینی می کند. همچنین تأثیر داده های بازار و نسبت های مالی را در پیش بینی ورشکستگی با یکدیگر مقایسه کردند. نتیجه این تحقیق نشان می دهد که استفاده از الگوریتم ژنتیک در افزایش دقت پیش بینی ورشکستگی موثر است اما مقایسه مدل های الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی تجمعی ذرات نشان می دهد که از نظر آماری نمی توان اثبات نمود که یکی از روش ها بر دیگری برتری دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که استفاده از داده های بازار برای پیش بینی در ورشکستگی موثرتر از استفاده از نسبت های مالی و یا استفاده همزمان از داده های بازار و نسبت های مالی است.

آهنگری (۱۳۹۰) به بررسی به کارگیری الگوریتم درخت تصمیم گیری جهت پیش بینی شرکت های ورشکسته و غیر ورشکسته پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می پردازد و در آن انواع درخت های تصمیم البته با متغیرهای محدود را برای پیش بینی ورشکستگی مورد بررسی قرار می دهد.

طبرستانی (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان "پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیص و ارزیابی تاثیر متغیر کارایی در بهبود الگو" از نسبت های مالی بر اساس الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری استفاده می کند؛ سپس به منظور تعیین توانایی متغیر کارایی در پیش بینی درماندگی مالی، این متغیر در کنار نسبت های مالی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج الگوی مورد استفاده از اهمیت متغیر کارایی در پیش بینی درماندگی مالی حکایت می کند.

منصورفر و غیور (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان توانایی ماشین بردار پشتیبان در پیش بینی درماندگی به بررسی قدرت پیش بینی درماندگی پرداختند، نتایج حاصل از پژوهش نشان داد از میان توابع کرنلی ،تابع چند جمله ای در سال درماندگی، یک و دو سال قبل از آن دارای بالاترین قدرت پیش بینی می‌باشد.

اسماعیل زاده مقری و شاکری (۱۳۹۴) در تحقیقی با عنوان پیش بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه بیزی و مقایسه آن با تحلیل پوششی داده ها پرداختند، در این پژوهش دو الگوی مختلف پیش بینی در بازه زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که هر دو الگوی طراحی شده قابلیت پیش بینی وقوع درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تا دو سال قبل از وقوع آن را نشان می دهد، اما به طور کلی دقت پیش بینی الگوی شبکه بیزی ساده در تمامی سال‌های مورد بررسی از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها بیش تر است.

منصورفر و غیور (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان اثر تعدیل گر کیفیت سود در پیش بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، پیش بینی درماندگی مالی را مورد بررسی قرار دادند. یافته های حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از کیفیت سود در پیش بینی درماندگی مالی بطور معناداری دقت پیش بینی درماندگی مالی را افزایش می دهد؛ همچنین در مقایسه با سایر مدل‌ها، مدل آلتمن دقت بیش‌تری در پیش بینی درماندگی مالی داشته و ابزار مناسب‌تری برای پیش بینی محسوب می‌شود.

۳- روش‌شناسی پژوهش

با توجه به اینکه هدف اصلی مورد پژوهش برازش مدل درخت تصمیم و مدل رگرسیون لجستیک و مقایسه نتایج این دو مدل می باشد، زمانی که تعداد متغیرهای توضیحی افزایش می یابد مدل سازی مشکل شده و کارایی آن نیز کاهش می یابد، به خصوص اگر برخی از متغیرها با یکدیگر همبستگی داشته باشند و به عبارت دیگر همخطی چندگانه ایجاد شده باشد. همخطی چندگانه یکی از دلایل افزایش خطای استاندارد برآورد ضرایب رگرسیونی و در نتیجه کاهش کارایی مدل بوده و ممکن است منجر به پیش‌بینی هایی خارج از دامنه‌ی مورد انتظار شود.

روشهای گوناگونی برای مقابله با اثرات نا مطلوب همخطی در مدلهای رگرسیون وجود دارد. دراین پژوهش ازروش تحلیل عاملی، که روشی برای کاهش بعد در داده هامی باشد، استفاده شده است. در مسیر انجام تحلیل عاملی، آماره هایی وجود دارد که محقق از طریق آنها قادر به تعیین و تشخیص مناسب بودن داده ها برای تحلیل عاملی است. از جمله این روشها، آزمون *KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)* می باشد که مقدار آن همواره بین ۰ و ۱ است. در صورتی که این مقدار کمتر از ۰,۵ باشد داده ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهد بود. برای داده های این پژوهش این مقدار برابر با ۰,۶۲۹ می باشد. همچنین آزمون بارتلت *(Bartlett-Test)* معناداری تحلیل عاملی داده ها را می‌سنجد و اگر این مقدار کمتر از ۰,۰۵ باشد، تأئید دیگری بر مناسب بودن داده ها برای تحلیل عاملی است. برای داده‌ها این پژوهش مقدار خیلی کوچکی بدست آمد که تأئیدی بر کارا بودن تحلیل عاملی برای داده‌های تحت بررسی است. نتایج آزمون های بارتلت در جدول ۱، نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج آزمونهای KMO و بارتلت

آزمون های بارتلت		
اندازه گیری کافی بودن نمونه		.629
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	6476.936
	Df.	528
	Sig.	.000

در روش تحلیل عاملی، عامل هایی برای تحلیل از اهمیت بالایی برخوردار بوده و دارای نقش مهم تری هستند که مقادیر ویژه بزرگتر از یک داشته باشند. بدین منظور، از میان عامل های بدست آمده آنهایی که دارای مقادیر ویژه بزرگتر از یک بوده به عنوان عامل اصلی انتخاب شده است. نتایج حاصل از ۳۳ شاخص مرتبط با ورشکستگی شرکتها با استفاده از روش تحلیل عاملی نشان داد که ۸ عامل با مقادیر ویژه بزرگتر از یک وجود دارند که در مجموع بیش از ۸۰ ٪ درصد واریانس کل را تعیین می کند.

جدول ۲ مقدار واریانس هر یک از عاملهای انتخاب شده و درصد واریانس آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۲- میزان واریانس توضیح داده شده

جزا	مقادیر ویژه اولیه		
	مجموع	درصد واریانس	مجموع درصد
۱	۸,۹۴۸	۲۷,۱۵۵	۲۷,۱۱۵
۲	۵,۸۱۸	۱۷,۶۲	۴۴,۷۳۴
۳	۳,۰۰۷	۹,۱۱۲	۵۳,۸۴۶
۴	۲,۵۵۶	۷,۷۴۶	۶۱,۵۹۲
۵	۲,۰۸۱	۶,۳۰۸	۶۷,۹

جزا	مقادیر ویژه اولیه		
	مجموع	درصد واریانس	مجموع درصد
۶	۱,۷۶۸	۵,۳۵۶	۷۳,۲۵۶
۷	۱,۲۳۱	۳,۷۳	۷۶,۹۸۶
۸	۱,۰۵۳	۳,۱۸۹	۸۰,۱۷۵

برای سادگی نسبت های مالی مورد پژوهش با حروف اختصار از X_1 تا X_{33} نامگذاری می‌شود که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳- نامگذاری نسبت ها

X_1	(کل دارایی ها)log	X_{18}	دارایی های سریع / بدهی های جاری
X_2	سرمایه در گردش / کل دارایی ها	X_{19}	هزینه بهره / سود ناخالص
X_3	سود خالص / کل دارایی ها	X_{20}	سود قبل از بهره و مالیات / فروش
X_4	سود قبل از بهره و مالیات / کل دارایی ها	X_{21}	فروش / دارایی های جاری
X_5	دارایی های جاری /بدهی های جاری	X_{22}	دارایی های ثابت مشهود / کل دارایی ها
X_6	وجوه نقد عملیاتی / کل بدهی ها	X_{23}	فروش / سرمایه در گردش
X_7	دارایی های جاری / کل دارایی ها	X_{24}	سود قبل از بهره و مالیات / هزینه بهره
X_8	وجه نقد / کل دارایی ها	X_{25}	سود ناخالص / فروش
X_9	کل بدهی ها / کل دارایی ها	X_{26}	فروش / دارایی های ثابت مشهود
X_{10}	بدهی های بلند مدت / کل دارایی ها	X_{27}	سود خالص / کل بدهی ها
X_{11}	(فروش) log	X_{28}	سرمایه در گردش / بدهی های بلند مدت
X_{12}	فروش خالص / کل دارایی ها	X_{29}	سرمایه در گردش / فروش
X_{13}	دارایی های جاری / فروش	X_{30}	وجوه نقد عملیاتی-سود خالص / کل دارایی ها
X_{14}	سود(زیان) انباشته / کل دارایی ها	X_{31}	وجوه نقد عملیاتی / فروش
X_{15}	سود خالص / فروش خالص	X_{32}	وجوه نقد عملیاتی / کل حقوق صاحبان سهام
X_{16}	سود(زیان) انباشته / کل حقوق صاحبان سهام	X_{33}	کل حقوق صاحبان سهام / کل بدهی ها
X_{17}	دارایی های سریع / کل دارایی ها		

جدول ۴ بارهای عاملی هر یک از ۸ متغیر را نشان می دهد. تفسیر عاملها براساس متغیرهایی که مقدار قدر مطلق بزرگتر از ۰,۵ دارند انجام می شود.

عامل اول که حدود ۲۷٪ واریانس کل را تبیین می کند و شامل متغیرهای مهم اثر گذار بر ورشکستگی شرکتها می باشد. این متغیرها عبارتند از x_{20} , x_{16} , x_{14} , x_{15} , x_4 , x_3 x_{27} , x_{25}, x_{24} می شود.

عامل دوم که ۱۸٪ واریانس کل را تبیین می کند شامل مقابله متغیرهای x_{18},x_{17},x_{5},x_{2} x_{33} ,x_{29}, x_{28} با متغیر x_{9} می باشد.

عامل سوم که حدود ۹٪ واریانس کل را تبیین می کند شامل مقابله متغیرهای x_{26},x_{7} با متغیر x_{22} است.

عامل چهارم که حدود ۸٪ واریانس کل را تبیین می کند شامل متغیرهای, x_{32} x_{31} , x_{30} , x_{6} می باشد.

عامل پنجم که حدود ۶٪ واریانس کل را تبیین می کند شامل مقابله متغیرهای x_{21} , x_{12} با x_{13} می باشد.

عامل ششم که حدود ۵٪ واریانس کل را تبیین می کند شامل متغیرهای x_{11}, x_{1} می‌باشد.

عامل هفتم که حدود ۴٪ واریانس کل را تبیین می کند شامل متغیر x_{8} می باشد.

عامل هشتم که حدود ۳٪ واریانس کل را تبیین می کند شامل متغیرx_{10} می باشد .

جدول ۴- ماتریس بارهای عاملی برای ۸ عامل انتخاب شده

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
x1	-.001	-.182	-.187	.049	-.157	.921	-.075	.039
x2	.160	.754	.459	-.134	-.127	-.263	.049	.160
x3	.857	-.071	.145	.097	.184	-.078	.059	-.063
x4	.926	.105	.044	.076	.205	-.009	.030	-.066
x5	.119	.834	.282	-.118	-.083	-.194	.079	.159
x6	.412	.062	-.132	.830	.150	.022	.023	-.003
x7	-.010	.337	.853	-.059	-.155	-.143	.068	-.154
x8	.054	.088	-.007	-.025	.115	-.142	.825	-.029
x9	-.397	-.759	.280	.136	-.144	.199	.080	.153
x10	-.145	-.069	-.408	.011	-.132	-.007	.067	.830
x11	.077	-.146	-.069	.041	.116	.943	-.022	-.033
x12	.147	.130	.364	.028	.843	-.058	.151	-.138
x13	-.172	.179	.165	.079	-.836	.020	.016	-.072
x14	.640	.385	.081	.171	.153	.068	-.071	.128
x15	.923	.159	.027	.077	.089	-.004	.049	-.008
x16	.606	.352	.116	.166	.147	.140	.042	.081
x17	-.090	.519	.470	.197	-.150	.210	.207	-.196
x18	-.004	.833	.126	.111	-.058	.103	.196	.021
x19	-.369	-.214	-.193	.055	-.021	-.183	-.400	-.124
x20	.940	.094	-.007	.063	-.031	-.012	-.010	-.089
x21	.155	-.139	-.287	.094	.856	.041	.100	-.049
x22	.020	-.135	-.846	-.004	.191	.027	-.026	.152
x23	.098	.232	.363	.123	.350	.014	-.119	.382
x24	.626	.058	-.108	.062	.071	.084	.352	.195
x25	.866	-.043	-.040	.116	-.197	-.026	-.041	-.125
x26	.080	-.037	.786	-.064	.223	-.123	-.047	.033
x27	.915	.229	-.033	.091	.175	-.006	.021	-.005
x28	.312	.615	.413	-.086	-.144	-.167	-.227	-.001
x29	.146	.609	.422	-.055	-.218	-.111	.207	-.073
x30	-.104	-.016	.101	.806	-.050	.045	-.163	.003
x31	.246	.001	-.071	.911	-.074	.025	-.037	.072
x32	.208	-.199	-.034	.834	.075	.022	.182	-.031
x33	.357	.786	-.287	-.110	.168	-.174	-.073	-.146

برای محاسبه نمره هر فاکتور، ضرایب به دست آمده از هر فاکتور را در مقادیر استاندارد شده هر متغیر (مقدار استاندارد شده هر متغیر، با کم کردن میانگین از هر متغیر و تقسیم بر انحراف استاندارد بدست می آید) ضرب می شود. جدول ۵، میانگین، انحراف معیار و خطای معیار نمرات ۸ فاکتور را به تفکیک نوع شرکت نشان می دهد.

جدول ۵- میانگین انحراف معیار و خطای معیار نمره ۸ فاکتور

Group Statistics					
	گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار
فاکتور اول	ورشکسته	۶۲	-.۵۲۵۱۰۹۸	.۶۷۲۸۱۱۷۹	.۰۸۵۴۴۷۱۸
	غیر ورشکسته	۵۴	.۶۰۲۹۰۳۸	.۹۷۷۶۹۷۱۵	.۱۳۳۰۴۷۷۳
فاکتور دوم	ورشکسته	۶۲	-.۲۳۸۸۶۳۱	.۸۴۰۷۹۷۳۹	.۱۰۶۷۸۱۳۸
	غیر ورشکسته	۵۴	.۲۷۴۲۵۰۲	۱,۱۰۱۲۶۵۹۰	.۱۴۹۸۶۳۳۱
فاکتور سوم	ورشکسته	۶۲	.۱۴۵۳۵۵۰	۱,۰۳۰۲۵۹۳۱	.۱۳۰۸۴۳۰۶
	غیر ورشکسته	۵۴	-.۱۶۶۸۸۹۰	.۹۴۶۰۷۹۹۵	.۱۲۸۷۴۵۱۷
فاکتور چهارم	ورشکسته	۶۲	-.۰۵۵۶۳۸۴	۱,۳۳۷۰۴۴۳۹	.۱۶۹۸۰۴۸۱
	غیر ورشکسته	۵۴	.۰۶۳۸۸۱۱	.۳۲۳۲۷۲۱۱	.۰۴۳۹۹۱۷۶
فاکتور پنجم	ورشکسته	۶۲	-.۱۸۹۰۵۰۵	.۹۴۰۵۵۹۷۳	.۱۱۹۴۵۱۲۰
	غیر ورشکسته	۵۴	.۲۱۷۰۵۸۰	۱,۰۳۰۴۴۳۵۶	.۱۴۰۲۲۵۶۱
فاکتور ششم	ورشکسته	۶۲	-.۱۳۲۹۸۳۴	۱,۰۴۱۲۷۵۸۳	.۱۳۲۲۴۲۱۶
	غیر ورشکسته	۵۴	.۱۵۲۶۸۴۷	.۹۳۶۷۲۵۵۰	.۱۲۷۴۷۲۲۰
فاکتور هفتم	ورشکسته	۶۲	-.۰۲۰۷۷۵۲	۱,۰۸۹۲۶۰۵۱	.۱۳۸۳۳۶۲۲
	غیر ورشکسته	۵۴	.۰۲۳۸۵۳۰	.۸۹۶۱۸۳۹۵	.۱۲۱۹۵۵۱۹
فاکتور هشتم	ورشکسته	۶۲	.۰۸۵۲۰۸۴	۱,۰۶۰۷۵۳۴۲	.۱۳۴۷۱۵۸۲
	غیر ورشکسته	۵۴	-.۰۹۷۸۳۱۹	.۹۲۵۴۸۷۵۹	.۱۲۵۹۴۲۹۱

در ادامه نمرات مربوط به ۸ فاکتور به عنوان متغیرهای توضیحی وارد مدل رگرسیون لجستیک و درخت تصمیم می شود. در گام اول جهت پیش بینی درماندگی مالی شرکت با استفاده از فاکتورها، ۸ فاکتور بدست آمده بعنوان متغیر توضیحی وارد مدل رگرسیون لجستیک می‌گردد .

در بسیاری از پژوهش ها، متغیر وابسته پیوسته نبوده و ممکن است دو نتیجه داشته باشد. به عنوان مثال، فقط یکی از دو ارزش صفر و یک را بپذیرد که ارزش یک به معنای وقوع و ارزش صفر به معنای عدم وقوع حادثه (یا بالعکس) است. شکل کلی رگرسیون لجستیک به صورت زیر (رابطه ۱) تعریف می شود.

رابطه ۱)

$$\mu(x) = \frac{e^{B_i x_i^{+\beta_0}}}{1 + e^{B_i x_i^{+\beta_0}}}$$

$\mu(x)$: متغیر وابسته

X_i : متغیر مستقل ۴و ۳و ۲و ۱ = i

B_i : ضریب مستقل (۴و۳و۲و۱=i)

β_0 : عدد ثابت و ۲/۷۱۸۲۸۱۸۲ = e (عدد پر)

زمانی که متغیر وابسته برابر یک باشد، انتظار داریم که $\mu(x)$ به یک نزدیکتر شود و بالعکس. در این مقاله با توجه به این که درماندگی مالی شرکت ها به عنوان متغیر صفر و یک تعریف شده، از مدل رگرسیون لجستیک استفاده شده است (یک برای شرکت های سالم و صفر برای شرکت های غیر سالم).

در گام بعدی جهت پیش بینی درماندگی مالی شرکت با استفاده از فاکتورها، ۸ فاکتور تعیین شده با استفاده ازروش تحلیل عاملی وارد مدل درخت تصمیم گردیده است.

درخت تصمیم از سه جز اصلی شامل ریشه، گره ی داخلی و برگ تشکیل شده و روند بدین گونه است که ابتدا یک متغیر کمکی به عنوان ریشه انتخاب و با توجه به اهداف مطالعه به چندین گره داخلی تقسیم می شود تا در نهایت به هر گره یک رده از متغیر پاسخ منتسب گردد. این گره ها برگ نامیده می شود. در این پژوهش از درخت تصمیم با معیار *CHAID* استفاده شد. معیار *CHAID* در هر مرحله فاکتورهایی که قویترین ارتباط را با متغیر وابسته (نوع شرکت) دارند را انتخاب می کند.

به منظور انتخاب متغیرهای مهم در الگوی رده بندی درختی، در این بررسی از تابعی تحت عنوان تابع ناجوری و شاخصی به نام جینی استفاده گردید. تابع ناجوری برای گره ای مانند t و متغیر وابسته با k رده $(c_1, c_2, \dots, c_k)$ به صورت زیر رابطه ۲، تعریف می شود:

$$i(t) = \Phi[P(C = C_1|t), \dots P(c = c_k|t)] \qquad \text{رابطه۲)}$$

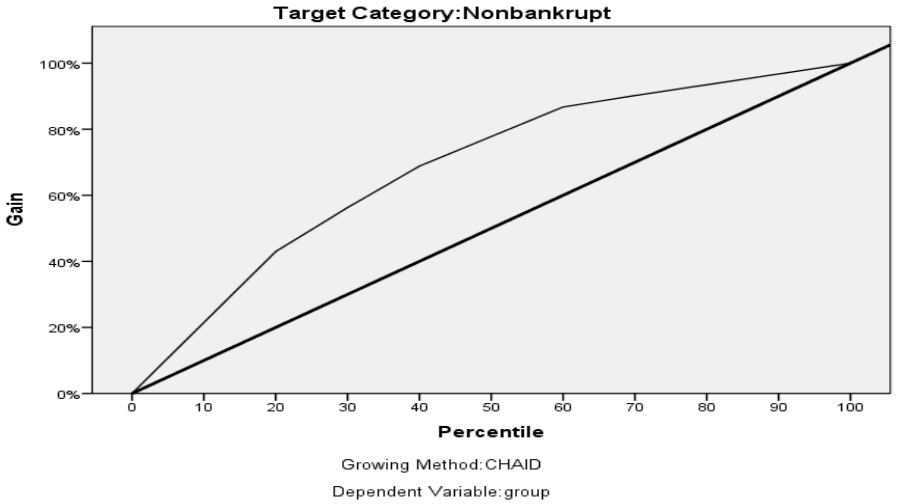
شاخص جینی اغلب در مدل های درختی با تقسیمات دوتایی در هر گره مورد استفاده قرار می گیرد و به صورت رابطه۳، تعریف می شود (حسینی ، ۱۳۸۹):

$$i(t) = gini(t)1 - \sum_{j=1}^{k} p^2[c = c_j|t] = \sum_{k\neq 1} p(c = c_k|t)P(c = c_1|t) \qquad \text{رابطه۳)}$$

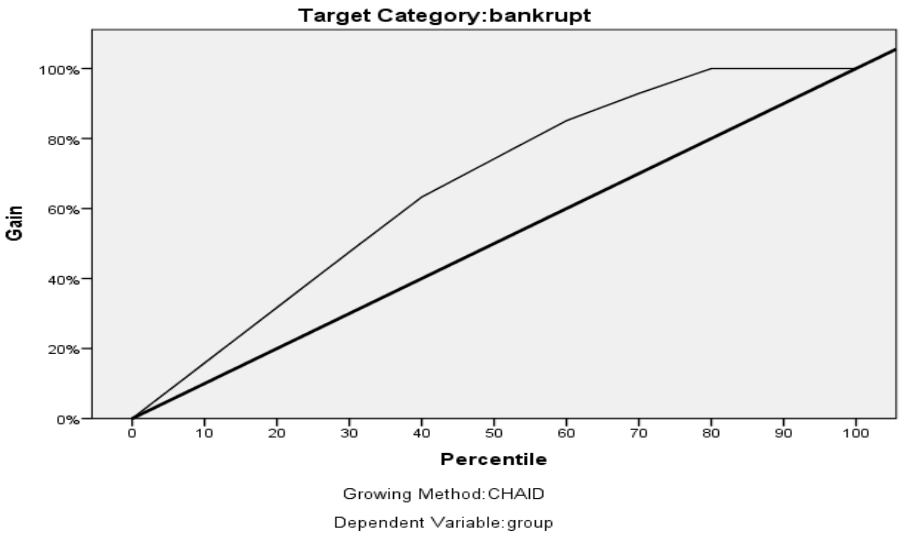
رابطه بالا هنگامی که مشاهدات فقط متعلق به یک رده باشند، برابر صفر است و زمانی که احتمال هر رده برابر باشد بیشترین مقدار ممکن را اختیار می نماید. با در نظر گرفتن متغیر کمکی x که بر اساس آن گره ی t به n زیر شاخه تقسیم می گردد (هر زیر شاخه با T_j برای j از ۱ تا n نشان داده می شود) یک کاهش در تابع ناجوری خواهیم داشت که بر اساس شاخص جینی به صورت رابطه۴ تعریف می شود:

$$gini\ gain = GG(T,X) = gini(t) - \sum_{j=1}^{n} P(t_j|t).gini(t_i)$$ رابطه۴)

از بین چندین متغیر، متغیری مناسب است که مقدار بیشتری را برای *GG(T,X)* اختیار نماید. این ملاکی برای انتخاب بهترین متغیر از بین چندین متغیر می باشد. از این رو، با توجه به تابع ناجوری و شاخص جینی ابتدا مقدار تابع ناجوری در حالت کلی برای متغیر پاسخ محاسبه می‌گردد. در مرحله ی بعد برای تمام متغیرهای کمکی، با توجه به بهترین تقسیمات دوتایی برای متغیر پاسخ، مقدار تابع ناجوری در هر یک از دو زیر مجموعه ی ایجاد شده محاسبه و میانگین وزنی آنها از مقدار تابع ناجوری کل کم می گردد. از بین متغیرهای کمکی، متغیری که دارای بیشترین مقدار بر ای این رابطه باشد، در گام اول برای رده بندی درختی انتخاب می گردد. در برخورد با متغیرهای کمی، از تقسیمات دوتایی استفاده نموده، نقطه ای مانند a (نقطه برش) را تعیین می کنیم. لازم به ذکر است که نقطه برش در بسیاری از الگوهای رده بندی درختی توسط خود شاخص به کار برده شده (در این جا شاخص جینی)، مشخص می شود. در برخورد با متغیر کیفی، هر سطح متغیر به عنوان یک زیر شاخه ی درخت رده بندی در نظر گرفته می شوند. در ادامه با توجه به نمودارهای *Gain* از مناسب بودن مدل اطمینان حاصل می شود در واقع، این نمودارها به ما نشان می دهد که اگر نمودار از صفر شروع شود و با شیب صعودی مسیر خود را طی نماید و سپس با شیب نزولی به مقدار ۱۰۰٪ برسد مدل مورد نظر مدل خوبی می باشد. این نمودارها نشان می دهد که مدل درخت تصمیم برای داده های این پژوهش مناسب است (شکل۱ و ۲).



شکل ۱- مناسب بودن مدل برای شرکتهای غیر ورشکسته



شکل ۲- مناسب بودن مدل برای شرکتهای ورشکسته

۴-یافته‌های پژوهش

در این بخش جهت پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها با استفاده از فاکتورها، ۸ فاکتور بدست آمده بعنوان متغیر توضیحی وارد رگرسیون لجستیک می‌گردد. نتایج رگرسیون لجستیک برازش یافته بر عاملها در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول۶- برآورد پارامترهای رگرسیون لجستیک

		ضریب	انحراف استاندارد	آماده والد	درجه آزادی	سطح معنی داری
فاکتور اول	-۲,۲۹۴	.۴۵۸	۲۵,۱۳۲	۱	.۰۰۰	.۱۰۱
فاکتور دوم	-۱,۰۷۴	.۳۳۰	۱۰,۶۶۳	۱	.۰۰۱	.۳۴۱
فاکتور سوم	.۸۲۹	.۳۴۰	۵,۹۵۳	۱	.۰۱۵	۲,۲۹۲
فاکتور چهارم	-.۴۴۹	.۳۰۹	۲,۱۱۰	۱	.۱۴۶	.۶۳۸
فاکتور پنجم	-.۷۷۲	.۲۶۴	۸,۵۴۳	۱	.۰۰۳	.۴۶۲
فاکتور ششم	-.۶۵۸	.۳۱۰	۴,۴۹۸	۱	.۰۳۴	.۵۱۸
فاکتور هفتم	-.۰۵۷	.۲۸۳	.۰۴۱	۱	.۸۴۰	.۹۴۵
فاکتور هشتم	.۴۲۱	.۳۲۱	۱,۷۲۲	۱	.۱۸۹	۱,۵۲۴
مقدار ثابت	.۰۷۷	.۲۸۴	.۰۷۴	۱	.۷۸۶	۱,۰۸۰

معادله رگرسیون لجستیک برازش یافته بصورت رابطه ۵ است:

رابطه ۵)

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = 0/077 - 2/294\,FAC1 - 1/076\,FAC2 + 0/829\,FAC3 - 0/449\,FAC4 - 0/772\,FAC5 - 0/658\,FAC6 - 0/57\,FAC7 + 0/421\,FAC8$$

که P احتمال ورشکسته شدن شرکت را نشان می دهد.

فاکتورهای مهم در این مدل فاکتورهای اول، دوم، سوم، پنجم و ششم می باشند که مقدار ارزش اطمینان یا P-Value (significance value) کمتر از ۰/۰۵ دارند. تفسیر ضرایب فاکتورهای معنی دار به شرح زیر می‌باشد:

به ازای یک واحد افزایش فاکتور اول و با کنترل بقیه فاکتورها در یک مقدار ثابت، شانس عدم ورشکستگی یک شرکت برابر حدود ۱۰ (۱/۰/۱۰۱) برابر زمانی است که فاکتور مورد نظر یک واحد افزایش پیدا نکند.

به ازای یک واحد افزایش فاکتور دوم و با کنترل بقیه فاکتورها در یک مقدار ثابت، شانس عدم ورشکستگی یک شرکت برابر حدود ۳ (۱/۰/۳۴۱) برابر زمانی است که فاکتور مورد نظر یک واحد افزایش پیدا نکند.

به ازای یک واحد افزایش فاکتور سوم و با کنترل بقیه فاکتورها در یک مقدار ثابت، شانس ورشکستگی یک شرکت ۲/۲۹۲ برابر زمانی است که فاکتور مورد نظر یک واحد افزایش پیدا نکند.

به ازای یک واحد افزایش فاکتور پنجم و با کنترل بقیه فاکتورها در یک مقدار ثابت، شانس عدم ورشکستگی یک شرکت حدود ۲/۲ (۱/ ۰/۴۶۲) برابر زمانی است که فاکتور مورد نظر یک واحد افزایش پیدا نکند.

به ازای یک واحد افزایش فاکتور ششم و با کنترل بقیه فاکتورها در یک مقدار ثابت، شانس عدم ورشکستگی یک شرکت حدود ۲ (۱/ ۰/۵۱۸) برابر زمانی است که فاکتور مورد نظر یک واحد افزایش پیدا نکند.

همچنین بر اساس اطلاعات منعکس شده در جدول ۷، دقت پیش بینی مدل را مورد بررسی قرار می گیرد که نشان می دهد در شرکتهای غیر ورشکسته ۳۷ مورد از ۴۶ مورد درست تشخیص داده شده اند و در شرکتهای ورشکسته ۵۳ مورد از ۷۰ مورد به درستی تشخیص داده شده است و در کل ٪۷۷/۶ درصد از شرکتها به درستی طبقه بندی شده اند.

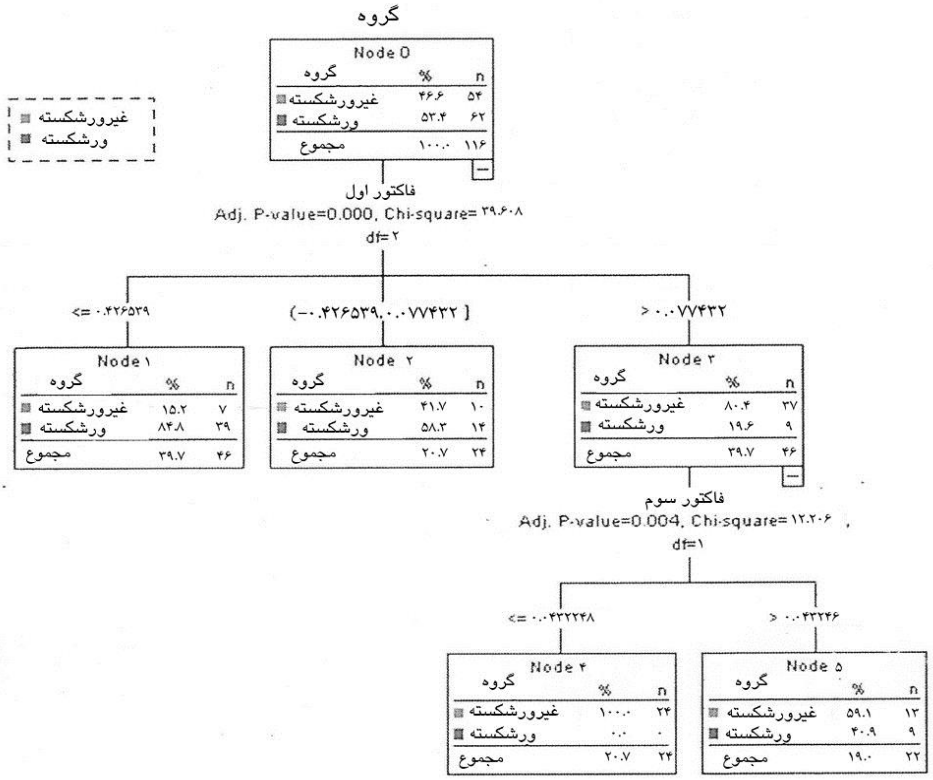
جدول ۷- جدول طبقه بندی صحت پیش‌بینی

دسته	پیش بینی		
	غیر ورشکسته	ورشکسته	درصد صحت و درستی
غیر ورشکسته	۳۷	۱۷	٪۶۸,۵
ورشکسته	۹	۵۳	٪۸۵,۵
میزان تفکیک کلی مدل	۳۹,۷	۶۰,۳	٪۷۷,۶

در ادامه جهت پیش بینی درماندگی مالی شرکت با استفاده از فاکتورها، ۸ فاکتور تعیین شده با استفاده ازروش تحلیل عاملی وارد مدل درخت تصمیم گردیده است. شکل۴، درخت ایجاد شده را به تصویر می کشد.

این مدل با ۱۱۶ شرکت که ۴۶/۶٪ آنها غیر ورشکسته و ۵۳/۴٪ ورشکسته برازش شده است که فاکتورهای مهم که توسط درخت تصمیم تعیین شده اند فاکتورهای اول و دوم می باشند همان طور که قبلا بیان شد ابتدا با استفاده از مدل تحلیل عاملی فاکتورها با توجه به درجه اهمیت رتبه بندی می شوند ،همچنین در مقاله اشاره شد که فاکتور اول و دوم دارای بیشترین سطح اهمیت در پیش بینی درماندگی را دارند ،فاکتور اول شامل نسبت های ،سود خالص \ کل دارایی ها ، سود قبل از بهره و مالیات \ کل دارایی ها ، سود خالص/ فروش خالص ،سود و زیان انباشته \ کل دارایی ها ، سود و زیان انباشته \ کل حقوق صاحبان سهام ، سود قبل از بهره و مالیات \ فروش ، سود قبل از بهره و مالیات \ هزینه بهره ، سود ناخالص \ فروش ، سود خالص \ کل بدهیها و فاکتور دوم شامل نسبت های سرمایه در گردش \ کل دارایی ها ، دارایی های جاری \ بدهی های جاری، دارایی های سریع \ کل دارایی ها ، دارایی های سریع \ بدهی های جاری ،سرمایه در گردش \ بدهی های بلند مدت ، سرمایه در گردش \ فروش ، کل حقوق صاحبان سهام \ کل بدهی ها در مدل درخت تصمیم همان گونه که در شکل شماره ۴ مشاهده می شود ،اگر یک شرکت نمره فاکتور اول کمتر یا مساوی ۰/۴۳ باشد احتمال ورشکسته شدن آن ۸۴/۸٪ و احتمال عدم ورشکستگی ۱۵/۲٪ است. اگر نمره فاکتور اول یک شرکت بزرگتر از ۰/۴۳ و کمتر یا مساوی ۰/۰۸ احتمال ورشکسته شدن ۵۸/۳٪ و احتمال عدم ورشکستگی ۴۱/۷٪ می باشد و شرکتها که نمره فاکتور اول آن بزرگتر از ۰/۰۸ است اگر نمره فاکتور سوم کمتر یا مساوی ۰/۰۴۳ باشد احتمال ورشکسته شدن آن شرکت ۰ درصد و عدم ورشکستگی ۱۰۰٪ است و اگر نمره فاکتور سوم آن بزرگتر از ۰/۰۴۳ باشد احتمال ورشکسته شدن آن شرکت ۵۹/۱٪ و عدم ورشکستگی ۴۰/۹٪ می باشد.

بر اساس یافته های منعکس شده در جدول ۸، با توجه به جدول طبقه بندی حاصل از درخت تصمیم بر ارزش داده شده ۷۹/۶ درصد شرکتهای غیر ورشکسته، ۸۸/۷٪ شرکتهای ورشکسته و در کل ۸۴/۵٪ شرکتها به درستی طبقه بندی می شوند.



شکل ۴- درخت تصمیم ایجاد شده

جدول ۸ - طبقه بندی حاصل از رگرسیون

دسته		پیش بینی		
		درصد درستی و صحت	گروه	
			ورشکسته	غیر ورشکسته
گروه	غیر ورشکسته	۷۹,۶	۱۱	۴۳
	ورشکسته	۸۸,۷	۵۵	۷
میزان تفکیک کلی مدل		۸۴,۵		

۵- نتیجه‌گیری و بحث

پژوهش حاضر به پیش بینی درماندگی مالی شرکتهای بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدلهای درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک و مقایسه توان پیش بینی ریسک درماندگی مالی این دو مدل پرداخته است. از آنجایی که یکی از مهم ترین منابع تهیه داده ها، صورت های مالی و نسبت های مالی است و در پیش بینی ریسک درماندگی مالی از اهمیت بالایی جهت ساخت مدلهای بهینه برخوردارند، در این پژوهش نیز از نسبتهای مالی بهره گرفته شده است.

جهت آزمون مدلهای پیشنهادی این پژوهش، نمونه ای از بین شرکت های پذیرفته در بورس اوراق بهادار طی سالهای۹۰ تا ۹۴ انتخاب گردید. در این پژوهش با استفاده از مدل تحلیل عاملی و هر یک از مدل های درخت تصمیم، رگرسیون لجستیک، درماندگی مالی، شرکت های نمونه مورد پیش بینی و دسته بندی قرار گرفت.

در ابتدا با توجه به مدل تحلیل عاملی هر یک از فاکتورها با توجه به درجه اهمیت شان طبقه بندی شدند و در گام های بعدی ۸ فاکتور بدست آمده وارد مدل درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک شدند.

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که اولا امکان پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از مدلهای درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک وجود دارد و ثانیا مدل درخت تصمیم نسبت به مدل رگرسیون لجستیک از توان پیش بینی بالاتری جهت پیش بینی درماندگی مالی برخوردار است.

بر اساس نتایج این تحقیق می توان به سازمان بورس و اوراق بهادار تهران، سرمایه گذاران، شرکتهای بیمه، مقامات مالیاتی و شرکتهای حسابرسی پیشنهاد کرد که برای ارزیابی ریسک درماندگی مالی و اطمینان نسبی از وضعیت مالی آتی شرکت ها از مدل های پیشنهاد شده در این پژوهش استفاده نمایند. طبق استانداردهای حسابرسی، حسابرس موظف است تداوم فعالیت واحد مورد رسیدگی را مورد ارزیابی قرار داده و به صورت ابهام، آنرا گزارش نماید. بنابراین، نسبت های مالی مربوط، می توانند حسابرس را در رسیدگی به صورت های مالی موسسه مورد رسیدگی، یاری نمایند. بانک ها و موسسات مالی اعتباری می توانند از مدل های این پژوهش در اعطای اعتبار به متقاضیان استفاده نمایند همچنین در بازار سرمایه، کارگزاران بورس و تحلیل گران و مشاوران مالی که وظیفه ی آنها تجزیه و تحلیل وضعیت مالی شرکت های داخل بورس و تشریح وضعیت مالی آینده شرکت ها برای متقاضیان خرید سهام و همچنین تامین کنندگان مالی شرکت ها می باشند، می توانند از نتایج این پژوهش برای تحلیل مناسب تر استفاده نمایند.

فهرست منابع

* آهنگری، م. (۱۳۹۰). به کارگیری درخت تصمیم جهت پیش بینی شرکت های ورشکسته و غیر ورشکست شده پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار.
* انواری رستمی، ع. عموقین، ر.،(۱۳۹۶). تصمیم‌گیری در مسائل مالی. تهران: انتشارات ترمه

* اسماعیل زاده مقری، ع.، شاکری، ه. (۱۳۹۴). پیش بینی درماندگی مالی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه بیزی ساده و مقایسه آن با تحلیل پوششی داده ها. مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، ۶(۲۲)، ۱-۲۸.
* انواری رستمی، ع.، عموقین، ر.(۱۳۹۶). تصمیم‌گیری در مسائل مالی. تهران:انتشارات ترمه
* حسینی، م.، رشیدی، ر . (۱۳۹۲). پیش بینی احتمال ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک. مجله پژوهش های حسابداری مالی، ۵(۱۷)، ۱۰۵-۱۳۰.
* شباهنگ، ر. (۱۳۷۹). مدیریت مالی جلد ۱. انتشارات سازمان حسابرسی، ۹۲(۴).
* فدایی نژاد، م.، اسکندری، ر. (۱۳۹۰). طراحی و تبیین مدل پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات حسابداری، ۱(۹).
* منصورفر، غ.، غیور، ف. (۱۳۹۴). توانایی ماشین بردار پشتیبان در پیش بینی درماندگی مالی. پژوهش های تجربی حسابداری مقاله ۱۰، ۵(۱).
* منصورفر، غ.، غیور، ف. (۱۳۹۵). اثر تعدیل گر کیفیت سود در پی بینی درماندگی مالی شرکت های پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران مقاله ۲، ۴(۴).
* موسوی شیری، م.، طبرستانی، م. (۱۳۸۸). پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها. تحقیقات حسابداری و حسابرسی، ۱(۲) . ۲-۸.
* مهرانی، س.، کرمی، ک. (۱۳۸۳). استفاده از اطلاعات تاریخی مالی و غیرمالی جهت تفکیک شرکت های موفق و ناموفق. بررسی های حسابداری و حسابرسی، ۱۱(۱).
* Alfaro, E & Garcia, N. (2008). Bankruptcy forecasting: An empirical comparison of Adaboost and neural networks. Decision Support Systems, 45. 110-122.
* Altman, E.I. (2000), Predicting financial distress of companies: Revisiting the A-score and Zeta Models, Stern School of Business, New York University.
* Barak. A.Z. (2010). Cash flow ration vs. accruals ratios: Empirical research on incremental information content. The Business Review, 15, 206-213.
* Beaver, W.H. (1966). Financial ratios as predictors of failure. Journal of Accounting Research, 4, 71-111.
* Cantoni, Emiliano and Silvi, Riccardo, Financial Distress and Ratios Informative Capability: Empirical Evidence from the Italian Food & Beverage Industry (October 8, 2010). Available at: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1012651
* Kouki, M. & Elkhaldi, A. (2011). Toward a predicting model of firm bankruptcy: Evidence from the Tunisian context. Middle Eastern Finance and Economics, 14. 26-43.
* Murtaza, M., & Shah, J. (2000). A neural network based clustering procedure for bankruptcy prediction. American Business Review, 18 (2), 80-86.
* Ohlson, J.A. (1980). Financial Ratios and the probabilistic prediction of Bankruptcy. Journal of Accounting Research, 18: 109-131.
  Qunfeng Liao, Seyed Mehdian. (2016). Measuring financial distress and predicting corporate bankruptcy: An index approach. 9(1).
* Sun, L & Shenoy, P. (2007). Using Bayesian networks for bankruptcy prediction. European Journal of Operational Research, 180(2): 738-753.

یادداشت‌ها

[1] Adaboost