

توانایی مدل مبتنی بر تحلیل لوجیت در پیش‌بینی درماندگی مالی و تأثیر متغیر کارایی در بهبود مدل

نویسندگان: دکتر سید محمود موسوی شیری^{۱*}، محمدرضا طبرستانی^۲

۱. استادیار حسابداری دانشگاه پیام نور

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد مشهد

* Email: mousavi1973@yahoo.com

چکیده

امروزه ابزارهای تحقیق در عملیات به جزئی جدائی ناپذیر از تحقیقات مالی تبدیل شده اند. از جمله حوزه هائی که در آن می توان از این ابزارها استفاده کرد، فرآیند ایجاد و توسعه مدل‌های پیش بینی، به خصوص مدل‌های پیش بینی درماندگی مالی شرکتها است. در این تحقیق به طراحی مدل پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت و بر اساس نسبت های مالی و امتیاز کارایی شرکتها، پرداخته شده است. به این منظور ابتدا الگوی مبتنی بر رگرسیون لوجستیک با متغیرهای نسبت های مالی طراحی و مورد آزمون قرار گرفت. برای طراحی این الگو ابتدا طیفی از نسبت‌های مالی در نظر گرفته شده و سپس با استفاده از یک فرآیند کاهش متغیر، نسبت‌های مالی نهایی جهت طراحی الگو انتخاب شدند. در مرحله بعد به منظور بررسی تأثیر ورود متغیر امتیاز کارایی بر دقت پیش بینی الگوی لوجیت، امتیاز کارایی (که با استفاده از تحلیل پوششی داده ها محاسبه گردیده)، را به الگوی لوجیت طراحی شده اضافه نموده و دقت پیش بینی دو الگوی مذکور از طریق مقایسه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان می دهد که الگوی های طراحی شده، قابلیت پیش بینی وقوع درماندگی مالی در شرکتهای تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را تا دو سال قبل از وقوع آن را دارند. ضمن آنکه نتایج بدست آمده نشان می دهد با ورود امتیاز کارایی، دقت الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت در پیش بینی شرکتهای درمانده مالی بهبود می یابد.

واژه های کلیدی: کارایی، درماندگی مالی، رگرسیون لوجستیک، تحلیل پوششی داده ها.

منابع خواهد بود و این مهم می‌تواند از طریق معرفی ابزارها و الگوهای مناسب برای ارزیابی وضعیت مالی شرکت‌ها از جمله الگوهای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی انجام شود. بر همین اساس فنون متنوعی برای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها به‌وسیله محققان

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر جهانی‌سازی، تغییرات تکنولوژیکی و شکل‌گیری فضای رقابتی باعث افزایش عدم اطمینان در محیط‌های مالی شده‌است. در چنین شرایطی مسلماً بالندگی اقتصادی در گرو تصمیم‌گیری صحیح و تخصیص بهینه

استفاده شده‌است که از جمله آن‌ها می‌توان به تحلیل تک‌متغیری، تحلیل تشخیصی چندمتغیری، تحلیل لوجیت و پروبیت، الگوریتم افراز بازگشتی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، تئوری مجموعه‌های نادقیق، منطق فازی و تحلیل پوششی داده‌ها اشاره کرد. بخش عمده‌ای از این الگوها بر مبنای استفاده از نسبت‌های مالی به عنوان متغیرهای پیش‌بین بنا شده‌اند، اما اخیراً محققان به استفاده از متغیرهای پیش‌بین به غیر از نسبت‌های مالی نیز توجه کرده‌اند که از جمله می‌توان به استفاده از امتیاز کارایی شرکت‌ها، که با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه می‌شود اشاره کرد. این تحقیق سعی دارد علاوه بر ارائه الگوی پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی با استفاده از تحلیل لوجیت، تأثیر امتیاز کارایی شرکت‌ها را بر دقت پیش‌بینی این الگو بررسی کند.

۲- پیشینه تحقیق

اولسون (۱) در تحقیقی اقدام به استفاده از تحلیل لوجیت برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها کرد. وی نمونه‌ای شامل ۱۰۵ شرکت درمانده و ۲۰۵۸ شرکت سالم را بررسی کرد. الگوی ارائه شده به وسیله اولسون شامل ۹ متغیر وابسته و یک عدد ثابت بوده که دقت آن برابر ۸۷٫۶ درصد در طبقه‌بندی شرکت‌های ورشکسته و ۸۲٫۶ درصد در طبقه‌بندی شرکت‌های سالم به دست آمد.

زاوگرن (۲) نیز با استفاده از تحلیل لوجیت به پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها پرداخت. وی در مطالعه خود ۴۵ شرکت ورشکسته و ۴۵ شرکت سالم (مشابه با شرکت‌های ورشکسته از نظر اندازه دارایی‌ها و نوع صنعت) را بررسی، و همچنین برای طراحی الگو، هفت نسبت مالی را با استفاده از تحلیل عاملی از بین ۴۸ نسبت مالی انتخاب کرد. دقت الگوی زاوگرن تا پنج سال قبل از وقوع ورشکستگی به ترتیب ۸۲، ۸۳، ۷۲، ۷۳ و ۸۰ درصد به دست آمد. وی برای اعتباربخشی به الگوی خود آن را روی یک نمونه آزمایشی شامل ۱۶ شرکت ورشکسته و ۱۶ شرکت سالم نیز آزمود. نتایج این آزمون نشان داد که دقت کلی الگوی زاوگرن برای پیش‌بینی ورشکستگی تا پنج سال قبل از وقوع آن به‌طور متوسط ۶۸ درصد است.

لاو (۳) الگویی را با استفاده از تحلیل لوجیت ارائه کرد. وی به جای دسته‌بندی سنتی شرکت‌ها به دو گروه

ورشکسته و غیر ورشکسته از پنج وضعیت مالی استفاده کرد که عبارت بودند از ثبات مالی، حذف یا کاهش سود تقسیمی، نکول تکنیکی و نکول در بازپرداخت وام‌ها (Technical Default & Default on Loan Payments)، فعالیت تحت نظر قانون ورشکستگی (Protection Under the Bankruptcy Act) و ورشکستگی و انحلال. نمونه انتخاب شده به وسیله لاو متشکل از ۴۰۰ شرکت بود که از بین آن‌ها ۳۵۰ شرکت سالم بودند (وضعیت اول) و تعداد ۲۰، ۱۵ و ۱۰ شرکت نیز به ترتیب در وضعیت‌های دو تا پنج قرار داشتند. دقت الگوی لاو در یک، دو و سه سال قبل از وقوع درماندگی به ترتیب ۹۶، ۹۲ و ۹۰ به دست آمد. پلات و پلات (۴) الگویی را با استفاده از تحلیل لوجیت و بر اساس نسبت‌های مالی مرتبط با صنعت (Industry-Relative Financial Ratios) ارائه دادند. آن‌ها نسبت مالی مرتبط با صنعت را، نسبت مالی یک شرکت تقسیم بر میانگین نسبت مذکور در شرکت‌های همان صنعت (میانگین صنعت) تعریف کردند. آن‌ها در تحقیق خود از نمونه‌گیری زوجی استفاده کرده و نمونه‌ای شامل ۵۷ شرکت درمانده و ۵۷ شرکت سالم را بررسی کردند. متغیرهای نهایی مورد استفاده برای طراحی الگو، هفت متغیر بودند که با استفاده از تحلیل عاملی از بین ۲۶ متغیر اولیه انتخاب شدند. دقت الگوی آن‌ها در یک سال قبل از وقوع درماندگی مالی ۹۳ درصد در طبقه‌بندی شرکت‌های درمانده و ۸۶ درصد در طبقه‌بندی شرکت‌های سالم به دست آمد. آن‌ها نتیجه گرفتند که استفاده از نسبت‌های مالی مرتبط با صنعت، دقت پیش‌بینی الگوهای پیش‌بینی لوجیت را بهبود می‌بخشد.

اما یکی از جدیدترین فوننی که در تحقیقات برای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها از آن استفاده می‌شود تحلیل پوششی داده‌ها است. در این تحقیقات، تحلیل پوششی داده‌ها با تمرکز بر متغیرهای ورودی و خروجی و تعیین کارایی برای شرکت‌ها به عنوان ابزاری مناسب برای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها معرفی شده است.

فرناندز و اسمیت (۵) تحقیقی را با هدف بررسی قابلیت تحلیل پوششی داده‌ها در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها انجام دادند. نمونه تحقیق آن‌ها شامل ۲۷ شرکت درمانده و ۲۷ شرکت سالم مشابه با آن‌ها از نظر اندازه و

درخت تصمیم‌گیری شد. مقایسه نتایج حاصل از الگوهای جدید با نتایج حاصل از الگوهای اولیه نشان داد که وارد کردن امتیاز کارایی به الگوهای قبلی باعث بهبود قابلیت پیش‌بینی الگوهای اولیه می‌شود.

پرماچاندر، بهابرا و سیویوشی (۸) به طراحی الگویی بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها اقدام کردند. آن‌ها نمونه‌های آموزشی و آزمایشی مختلفی را بررسی کردند که هر یک از آن‌ها شامل ۵۰ شرکت در مانده ثابت و شرکت‌های سالم متفاوتی بودند. آن‌ها برای طراحی الگوی خود از هفت نسبت مالی به عنوان ورودی و دو نسبت مالی به عنوان خروجی استفاده کردند. پرماچاندر و همکاران برای نتیجه‌گیری بهتر با استفاده از نه متغیر ذکر شده یک الگوی مبتنی بر تحلیل لجیت را نیز طراحی کردند و نتایج حاصله از این دو الگو را با هم مقایسه کردند. نتایج نشان داد که الگوی مبتنی بر تحلیل لجیت در نمونه‌های آموزشی دقت بالاتری نسبت به الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها دارد در حالی که در نمونه‌های آزمایشی الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها بهتر عمل می‌کند.

همچنین در تحقیقات مختلف فنون دیگری از قبیل: تحلیل تک‌متغیری، تحلیل تشخیصی چندمتغیری، الگوریتم افراز بازگشتی و شبکه‌های مصنوعی نیز برای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی استفاده شده است. الگوهای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکتها را می‌توان بر اساس فنون بکاررفته برای طراحی آن طبقه‌بندی کرد. در نگاره یک خلاصه‌ای از مهم‌ترین تحقیقات انجام شده از طریق این الگوها آورده شده است. در ایران نیز تحقیقاتی در خصوص طراحی مدل‌های ورشکستگی انجام شده که خلاصه نتایج آن‌ها در نگاره ۲ ارائه شده است.

۳- فرضیه‌های تحقیق

با توجه به پیشینه تحقیقات فرضیه‌های این تحقیق به صورت زیر طراحی شدند:

۱. الگوی مبتنی بر تحلیل لجیت، قابلیت پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد؛
۲. الگوی مبتنی بر تحلیل لجیت با استفاده از متغیر کارایی، قابلیت پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد؛

نوع صنعت بود. آن‌ها ۶ نسبت مالی را به عنوان ورودی انتخاب کردند و یک الگوی جمعی بر اساس ورودی‌ها و بدون دربرداشتن خروجی طراحی کردند. آن‌ها در نهایت نتیجه‌گرفتند که تحلیل پوششی داده‌ها، اگر به عنوان مکمل سایر روش‌ها استفاده شود می‌تواند در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها سودمند باشد.

سیلن، پیترز و وان هوف (۶) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها الگویی را طراحی کرده و نتایج حاصل را با نتایج حاصل از دو الگوی مبتنی بر درخت تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی خطی مقایسه کردند. آن‌ها در تحقیق خود ۹۰ شرکت ورشکسته و ۲۷۶ شرکت سالم را انتخاب کرده و با بررسی تحقیقات قبلی از ۱۱ نسبت مالی برای تشکیل این الگوها استفاده کردند. در الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها از بین این نسبت‌ها، نسبت‌هایی که با یکدیگر همبستگی مثبت داشتند به عنوان نهاده‌ها (ورودی‌ها) و نسبت‌هایی که با یکدیگر پیوستگی منفی داشتند به عنوان ستانده‌ها (خروجی‌ها) انتخاب شدند. با بررسی نتایج حاصل از آزمون الگوها، سیلن و همکاران او نتیجه گرفتند که الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها از سایر مدل‌های طراحی شده قابلیت پیش‌بینی بالاتری دارد.

ژو و وانگ (۷) امتیاز کارایی محاسبه شده با تحلیل پوششی داده‌ها را در کنار نسبت‌های مالی دیگر به عنوان یک متغیر پیش‌بین بررسی کردند. نمونه تحقیق آن‌ها شامل ۶۰ شرکت درمانده و ۶۰ شرکت سالم بود که به‌طور تصادفی به دو گروه آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. آن‌ها ابتدا سه الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی، تحلیل لجیت و درخت تصمیم‌گیری را با استفاده از نسبت‌های مالی طراحی کردند. برای طراحی این الگوها از بین ۲۰ نسبت مالی با استفاده از آزمون تی زوجی (Paired t test)، ۸ متغیر را به عنوان متغیرهای نهایی انتخاب کرده و سه الگوی طراحی شده با استفاده از این ۸ نسبت مالی را بر روی دو نمونه آموزشی و آزمایشی آزمون کردند. آن‌ها در مرحله بعد به محاسبه امتیاز کارایی هر شرکت با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها اقدام کردند. به این منظور از مدل CCR استفاده کرده و کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها و هزینه‌های فروش را به عنوان نهاده‌ها و درآمد حاصل از فروش را به عنوان ستانده انتخاب کردند. امتیاز کارایی محاسبه شده برای هر شرکت به عنوان متغیر نهم وارد الگوهای تشخیصی، لجیت و

نگاره ۱ - تحقیقات مرتبط با طراحی الگوهای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی

نوع الگو	محقق یا محققین	نتیجه تحقیق
تک‌متغیری	Beaver (۹)	نسبت جریان نقدی به کل بدهی‌ها بیشترین دقت را در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها تا پنج سال قبل از وقوع آن دارد
	Altman (۱۰)	- ارائه الگوی Z-Score با دقت کلی برابر ۹۵ و ۸۳ درصد به ترتیب در یک و دو سال قبل از وقوع ورشکستگی - تفاوت بین نسبت‌های مالی شرکت‌های ورشکسته و سالم با نزدیک‌شدن به زمان ورشکستگی افزایش می‌یابد
	Deakin (۱۱)	ارائه الگویی با ۱۴ متغیر با دقتی برابر ۹۷، ۹۵، ۹۵، ۷۹ و ۸۳ درصد به ترتیب تا پنج سال قبل از وقوع درماندگی مالی
	Blum (۱۲)	- افزایش تعداد نمونه از طریق گسترش مفهوم درماندگی مالی - ارائه الگویی با ۱۲ متغیر با دقتی برابر ۹۴، ۸۰، ۷۰، ۷۰ و ۷۰ درصد به ترتیب تا پنج سال قبل از وقوع درماندگی مالی - امکان استفاده از داده‌های خام حسابداری مانند سود تقسیمی در کنار نسبت‌های مالی
تحلیل تشخیصی چندگانه (MDA)	Deakin (۱۳)	- ارائه الگویی خطی با ۵ متغیر با دقتی برابر ۹۴، ۹۴ درصد در یک‌سال قبل از وقوع درماندگی مالی - ارائه الگویی غیرخطی با دقتی برابر ۸۳، ۹۹ درصد در یک‌سال قبل از وقوع درماندگی مالی - امکان استفاده از ترکیبات غیرخطی نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی درماندگی مالی
	Altman et al. (۱۴)	ارائه الگوی زتا برای استفاده در شرکت‌های تولیدی و غیر تولیدی
	Altman (۱۵)	ارائه الگوی Z'-Score با دقت کلی برابر ۹۰، ۹۹ درصد در یک‌سال قبل از وقوع ورشکستگی برای به‌کارگیری در شرکت‌های خصوصی
	Zmijewsk (۱۶)	ارائه الگویی با ۳ متغیر با دقت کلی برابر ۷۸ درصد در یک‌سال قبل از وقوع ورشکستگی
	Altman (۱۷)	ارائه الگوی Z"-Score با چهار متغیر با دقتی برابر الگو Z'-Score
	Shirata (۱۸)	ارائه الگویی با ۴ متغیر با دقتی برابر ۸۶، ۱۴ درصد در یک‌سال قبل از وقوع ورشکستگی بدون استفاده از نمونه‌گیری زوجی
	Grice & Ingram (۱۹)	با گذشت زمان برای به‌کارگیری الگوی Z-Score آلتمن، ضرایب آن باید به‌هنگام شود
	Sung et al. (۲۰)	الگوی مبتنی بر الگوریتم افراز بازگشتی در شرایط عادی و بحران اقتصادی به ترتیب در ۸۳، ۳ و ۸۱ درصد از موارد صحیح عمل می‌کند و الگوی تشخیصی در شرایط عادی و بحرانی به ترتیب دقتی برابر ۸۲، ۱ و ۷۹، ۸ درصد دارد
الگوریتم افراز بازگشتی (RPA)	Mckee & Greenstein (۲۱)	الگوی الگوریتم افراز بازگشتی نسبت به دو الگوی لوجیت و شبکه عصبی با خطای نوع اول کمتری همراه است و این در حالی است که دو الگوی لوجیت و شبکه عصبی در مینیمم کردن خطای نوع دوم بهتر عمل می‌کنند
	Beynon & Peel (۲۲)	هر چند الگوهای مبتنی بر درخت تصمیم‌گیری و مجموعه‌های نادقیق از دقت بالاتری در شناسایی الگو برای یک مجموعه مشخص برخوردار هستند اما نسبت به فنون آماری قابلیت تعمیم پذیری کمتری دارند
شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)	Salchengerger et al. (۲۳)	الگوهای مبتنی بر شبکه عصبی عملکرد بهتری از الگوهای مبتنی بر تحلیل لوجیت دارند

نوع الگو	محقق یا محققین	نتیجه تحقیق
تحلیل لججیت	(۲۴) Tam & Kiang	الگوهای مبتنی بر شبکه عصبی در مقایسه با الگوهای تشخیصی خطی، الگوهای لججیت و الگوهای مبتنی بر درخت تصمیم‌گیری از دقت و توان پیش‌بینی بالاتری برخوردارند
	(۲۵) Yang et.al.	استفاده از نسبت‌های مالی تعدیل شده از بابت تورم در الگوهای مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی باعث افزایش دقت پیش‌بینی نمی‌شود
	(۲۶) Shah & Murtaza	ارائه الگویی با ۸ متغیر با دقتی برابر ۷۳ درصد در یک‌سال قبل از وقوع ورشکستگی
تحلیل پوششی داده‌ها DEA	(۱) Ohlson	ارائه الگویی با ۹ متغیر با دقتی برابر ۸۷,۶ درصد در طبقه‌بندی شرکت‌های درمانده و ۸۲,۶ درصد در طبقه‌بندی شرکت‌های سالم در یک‌سال قبل از وقوع ورشکستگی
	(۲) Zavgren	ارائه الگویی با ۷ متغیر با متوسط دقت برابر ۷۸ درصد در طبقه‌بندی نمونه آموزشی و ۶۸ درصد در طبقه‌بندی نمونه آزمایشی تا پنج سال قبل از وقوع ورشکستگی
	(۴) Lau	ارائه الگویی با دقتی برابر ۹۶, ۹۲ و ۹۰ درصد تا سه سال قبل از وقوع ورشکستگی با دسته‌بندی وضعیت شرکت‌ها به پنج وضعیت ثابت مالی، حذف یا کاهش سود تقسیمی، نکول تکنیکی و نکول در بازپرداخت وام، فعالیت تحت‌نظر قانون ورشکستگی و ورشکستگی و انحلال
	(۴) Platt & Platt	دقت کلی الگوی مبتنی بر نسبت‌های مالی نسبی صنعت از دقت کلی الگوی مبتنی بر نسبت‌های مالی تعدیل نشده از بابت صنعت بیشتر است
	(۲۷) Lennox	الگوی لججیت عملکرد بهتری نسبت به الگوهای تشخیصی دارد.
	Fernandez & (۵) Smith	تحلیل پوششی داده‌ها اگر به عنوان مکمل سایر روش‌ها استفاده شود می‌تواند در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها سودمند باشد
	(۶) Cielen et.al.	الگوهای مبتنی بر تحلیل پوششی داده از الگوهای مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی ساده و الگوهای مبتنی بر درخت تصمیم‌گیری قابلیت پیش‌بینی بالاتری دارند
(۷) Xu & Wang	وارد کردن امتیاز کارایی به الگوهای تشخیصی، لججیت و درخت تصمیم‌گیری باعث بهبود قابلیت پیش‌بینی این الگوها می‌شود	
Premachandra (۸) et.al.	الگوی مبتنی بر تحلیل لججیت در نمونه‌های آموزشی دقت بالاتری نسبت به الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی داده دارد درحالی‌که در نمونه‌های آزمایشی الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی بهتر عمل می‌کند	

نگاره ۲ - تحقیقات داخلی مرتبط با طراحی الگوهای پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی

نام محقق	موضوع تحقیق	نتیجه تحقیق
سلیمانی امیری (۲۸)	بررسی شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی در ایران	ارائه الگویی با ۱۵ متغیر شامل نسبت‌های مالی و متغیرهای کیفی
فلاح پور (۲۹)	پیش‌بینی درماندگی مالی با شبکه عصبی مصنوعی	الگوی مبتنی بر شبکه عصبی در مقایسه با الگوی تشخیصی خطی، از دقت و توان پیش‌بینی بالاتری برخوردار است
احمدی کاشانی (۳۰)	بررسی کاربرد مدل آلتمن برای پیش‌بینی ورشکستگی در ایران	ارائه الگوی تعدیل شده آلتمن با دقتی برابر ۹۰,۷ درصد
مهرانی و همکاران (۳۱)	بررسی کاربرد الگوهای شیراتا و زمیسکی برای پیش‌بینی ورشکستگی در ایران	ارائه الگوی تشخیصی تعدیل شده زمیسکی با دقتی برابر ۹۷,۴ درصد و الگوی لججیت تعدیل شده شیراتا با دقتی برابر ۹۴,۷ درصد

ستانده‌های آن واحد رخ می‌دهد. بازده به مقیاس می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. الگوهای CCR از جمله الگوهای با ساختار بازده به مقیاس ثابت و الگوهای BCC از جمله الگوهای با ساختار بازده به مقیاس متغیر هستند. نمایش ریاضی الگوی نسبی BCC به صورت زیر است:

$$MaxZ = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} + w}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$$

st :

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + w}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0, w = free$$

$$i = (1, 2, 3, \dots, m), r = (1, 2, \dots, s), j = (1, 2, \dots, n)$$

تابع هدف در این الگو، کارایی واحد تصمیم‌گیری مورد بررسی (واحد صفر) است که باید تحت محدودیت‌های کوچک‌تر یا مساوی یک بودن کارایی تمامی واحدها حداکثر شود. تفاوت این الگو با الگوی نسبی CCR فقط در وجود متغیر آزاد در علامت w (متغیر بازده به مقیاس) است. از حل این الگو به‌طور جداگانه برای هر یک از واحدها عددی بین صفر و یک به دست می‌آید که امتیاز کارایی آن واحد خواهد بود و نشان‌دهنده کارابودن یا ناکارابودن آن است. الگوی فوق یک الگوی برنامه‌ریزی کسری است که می‌توان آن را با دیدگاه بررسی کارایی با تمرکز بر ورودی‌ها یا دیدگاه بررسی کارایی با تمرکز بر خروجی‌ها به یک الگوی خطی تبدیل کرد. تمرکز روی خروجی‌ها به شکل‌گیری الگوی BCC خروجی محور و تمرکز روی ورودی‌ها به شکل‌گیری الگوی BCC ورودی محور منجر می‌شود. همچنین از آنجاکه الگوی BCC یک مدل برنامه‌ریزی خطی است می‌تواند هم به شکل مسئله اصلی و هم به شکل دوآل (دوگان) مسئله اصلی طرح شود. الگویی که بر اساس شکل مسئله اصلی طراحی شود، فرم مضربی و الگویی که بر اساس دوآل مسئله اصلی طراحی شود فرم پوششی نامیده می‌شود. نمایش ریاضی فرم پوششی الگوی BCC ورودی محور به صورت زیر است:

۳. دقت پیش‌بینی درماندگی مالی الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت با استفاده از متغیر کارایی، بیشتر از دقت پیش‌بینی درماندگی مالی الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت بدون استفاده از متغیر کارایی در شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است.

۴- تحلیل پوششی داده‌ها ابزار محاسبه کارایی

کارایی یک واحد مستلزم مقایسه داده‌ها و ستانده‌های آن است. اگر واحدی دارای داده‌ها و ستانده‌های چندگانه بوده و ارزش (ضریب) هر یک از داده‌ها و ستانده‌ها معلوم باشد، می‌توان از تقسیم مجموع حاصل ضرب مقدار ستانده‌ها در ضرایب (قیمت یا ارزش) مربوطه به مجموع حاصل ضرب مقدار داده‌ها در ضرایب مربوطه میزان کارایی را محاسبه کرد:

(مجموع وزن دار شده داده‌ها) / (مجموع

وزن دار شده ستانده‌ها) = کارایی

اما در اغلب موارد ضریب (قیمت یا ارزش) داده‌ها و ستانده‌ها مشخص نیست و یا داده‌ها و ستانده‌ها مقیاس‌های متفاوتی دارند. در این موارد می‌توان از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرد. در این روش ضرایب داده‌ها و ستانده‌ها برای هر واحد عملیاتی که یک «واحد تصمیم‌گیری» خوانده می‌شود به گونه‌ای تعیین می‌شود که کارایی آن واحد نسبت به سایر واحدها حداکثر شود. در چنین شرایطی کارایی یک واحد عملیاتی در صورتی پایین ارزیابی می‌شود که واحد تصمیم‌گیری دیگری با دراختیار داشتن منابع کمتر در مقایسه با واحد تحت بررسی حداقل معادل ستانده آن واحد را تولید کند (دیدگاه ورودی محور). همچنین می‌توان ادعا کرد کارایی یک واحد عملیاتی در صورتی پایین ارزیابی می‌شود که واحد تصمیم‌گیری دیگری با دراختیار داشتن منابع کمتر یا برابر در مقایسه با واحد تحت بررسی ستانده بیشتری را تولید کند (دیدگاه خروجی محور).

یکی از ویژگی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها ساختار بازده به مقیاس آن است. بازده به مقیاس ارتباط بین نسبت تغییرات داده‌ها و ستانده‌های یک واحد تصمیم‌گیری را بیان می‌کند و در حقیقت پاسخ به این سؤال است که اگر داده‌ها را افزایش دهیم چه تغییری بر روی میزان

قانون تجارت شده‌اند (ملاک وقوع درماندگی مالی در این تحقیق) ۶۰ شرکت با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. سپس برای هر یک از این شرکت‌ها، یک شرکت تولیدی به عنوان زوج سالم به گونه‌ای انتخاب شد که از نظر اندازه (جمع کل دارایی‌ها) با نمونه درمانده مربوطه در سال وقوع درماندگی مالی تطابق داشته‌باشد. با توجه به مقهور نبودن انتخاب شرکت‌های سالم و درمانده با جمع کل دارایی‌های تقریباً برابر از صنایع مشابه، تطابق شرکت‌های درمانده و سالم از نظر نوع صنعت انجام نشد. در آخرین مرحله نیز ۶۰ جفت نمونه انتخاب شده (هر جفت شامل یک شرکت درمانده و یک شرکت سالم مشابه با آن از نظر جمع کل دارایی‌ها) با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده به دو گروه مساوی آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. نمونه آموزشی برای طراحی الگوها و نمونه آزمایشی برای آزمون الگوهای طراحی شده استفاده شد.

۲-۵- گردآوری داده‌ها

برای گردآوری داده‌ها، صورت‌های مالی شرکت‌های موجود در کتابخانه بورس و اوراق بهادار تهران، صورت‌های مالی شرکت‌های موجود در سایت اینترنتی مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی بورس و اوراق بهادار تهران و اطلاعات مالی موجود در نرم‌افزار تدبیر پرداز استفاده شده‌است. گردآوری داده‌ها برای شرکت‌های نمونه در سال‌های $t-1$ و $t-2$ انجام شده‌است. این سال‌ها برای شرکت‌های درمانده به ترتیب سال وقوع درماندگی مالی (مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شدن)، یک و دو سال قبل از آن و برای شرکت‌های سالم سال وقوع درماندگی مالی، یک و دو سال قبل از آن در زوج درمانده آن‌هاست.

۳-۵- طراحی الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت

این الگو بر اساس بررسی هم‌زمان اطلاعات سال‌های t ، $t-1$ و $t-2$ نمونه آموزشی طراحی می‌شود. برای طراحی این الگو ابتدا تعداد ۳۵ نسبت مالی که بیش از سایر نسبت‌ها در مطالعات قبلی پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی استفاده شده‌اند به عنوان متغیرهای اولیه در نظر گرفته می‌شوند. (فهرست این ۳۵ نسبت مالی در پیوست ۱ آمده‌است). با توجه به تعداد بالای متغیرهای

الگوی ۱- فرم پوششی الگوی BCC ورودی محور

$$Min y_0 = \theta - \sum_{r=1}^s \varepsilon_r s_r^+ - \sum_{i=1}^m \varepsilon_i s_i^-$$

s.t :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$x_{i0} \theta - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0, \theta = free, j = (1, 2, \dots, n)$$

فرایند بهینه‌سازی در این الگو به صورت یک فرایند دومرحله‌ای انجام می‌شود. مرحله اول حداکثر کاهش در میزان داده‌ها به وسیله θ^* و مرحله دوم حرکت به سوی مرز کارایی با استفاده از متغیرهای کمکی (s_i^-, s_r^+) . یک واحد تصمیم‌گیری در صورتی کاراست که $\theta^* = 1$ و مقدار متغیرهای کمکی برابر (s_i^-, s_r^+) صفر باشند. متغیرهای کمکی غیر صفر و مقدار $\theta^* < 1$ به ترتیب منبع و میزان ناکارایی هر واحد تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد.

۵- روش‌شناسی تحقیق

روش تحقیق مورد استفاده در این تحقیق روش میدانی با استفاده از اطلاعات تاریخی شرکت‌های درمانده و سالم است. مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت بودن ملاک طبقه بندی شرکت‌ها به عنوان گروه درمانده در نظر گرفته شده‌است. در عمده تحقیقات مرتبط قبلی در ایران مشمول این ماده بودن به عنوان معیار ورشکستگی فرض شده‌است با توجه به اینکه شرکت‌های مشمول این ماده لزوماً اعلام انحلال و ورشکستگی نمی‌کنند، در این تحقیق از اصطلاح درماندگی مالی استفاده می‌شود.

۱-۵- جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این تحقیق عبارت است از شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. برای انتخاب نمونه آماری از نمونه‌گیری زوجی استفاده شده‌است. به این منظور ابتدا از بین شرکت‌های تولیدی که بین سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۶ مشمول ماده ۱۴۱

تصمیم‌گیری در تاریخ ترازنامه به عنوان اولین ورودی و خالص هزینه‌های عملیاتی به عنوان منابع استفاده‌شده در طی دوره به عنوان دومین ورودی انتخاب شدند. همچنین سود انباشته ابتدای دوره (تعدیل‌شده) به عنوان منافع کسب‌شده و باقی‌مانده در شرکت از زمان تأسیس آن تا ابتدای دوره به عنوان اولین خروجی و سود عملیاتی به عنوان نتیجه حاصل از عملیات طی دوره به عنوان خروجی دیگر انتخاب شدند. این توضیح لازم است که با توجه به عدم تطابق شرکت‌های نمونه از نظر نوع صنعت در این تحقیق، فروش به عنوان یک منفعت کسب‌شده (خروجی) در نظر گرفته نشد.

با توجه به اینکه رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌های انتخاب‌شده به گونه‌ای است که تغییر در ورودی‌ها به همان نسبت باعث تغییر در خروجی‌ها نمی‌شود و نیز انتظار می‌رفت در بررسی شرکت‌های درمانده با مقادیر منفی خروجی‌ها برخورد شود، برای محاسبه امتیاز کارایی شرکت‌ها در این تحقیق از الگوی BCC ورودی محور استفاده شد (الگوی BCC ورودی محور هم دارای ساختار بازده به مقیاس متغیر است و هم به دلیل ورودی محور بودن آن، امکان تعدیل خروجی‌ها برای تبدیل شدن به اعداد مثبت وجود دارد).

۵-۵- طراحی مجدد الگوی لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی

این الگو از واردکردن متغیر امتیاز کارایی به الگوی لوجستیک قبلی طراحی می‌شود. برای طراحی این الگو، امتیاز کارایی شرکت‌ها به همراه متغیرهای به‌کاررفته در الگوی لوجستیک قبلی به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند و ترکیب آن‌ها با استفاده از رگرسیون لوجستیک به روش اینتر به عنوان الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی معرفی می‌شود.

۵-۶- آزمون الگوهای طراحی‌شده

آزمون الگوهای طراحی‌شده از طریق تعیین دقت طبقه‌بندی آن‌ها در سال‌های ۱- t و ۲- t نمونه آزمایشی به صورت جداگانه انجام می‌شود و به این ترتیب اعتبار الگوهای طراحی‌شده مشخص می‌شود.

اولیه، لازم است تعداد این متغیرها برای استفاده در الگوی نهایی کاهش یابد. کاهش متغیرها برای طراحی الگوی لوجیت از طریق یک فرایند دو مرحله‌ای انجام می‌شود. در مرحله اول با استفاده از تحلیل تشخیصی چندمتغیری به روش گام‌به‌گام، متغیرهایی که بالاترین قابلیت تفکیک شرکت‌ها به دو گروه سالم و درمانده را دارند تعیین می‌شوند. در مرحله دوم کاهش متغیرهای باقی‌مانده در پایان مرحله اول با استفاده از تحلیل عاملی به نحوی انجام می‌شود که نسبت‌هایی که توانایی تبیین بخش عمده اطلاعات تمامی نسبت‌های مالی انتخاب‌شده در پایان مرحله اول را دارند تعیین شوند. با توجه به اینکه هدف از تحلیل عاملی حذف متغیرهای اضافی (متغیرهای با همبستگی بالا) است، متغیرهای نهایی انتخاب‌شده با استفاده از این روش از همبستگی بالایی برخوردار نیستند که رعایت این شرط در استفاده از رگرسیون لوجستیک حائز اهمیت است. نسبت‌های تعیین‌شده در پایان مرحله دوم به عنوان متغیرهای نهایی برای طراحی الگوی لوجیت تحقیق انتخاب می‌شوند. پس از تعیین متغیرهای نهایی، ترکیب آن‌ها با استفاده از رگرسیون لوجستیک به عنوان الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت این تحقیق معرفی می‌شود. رگرسیون لوجستیک به سه روش اینتر، پیش‌رونده و پس‌رونده قابل انجام است که در این تحقیق به منظور استفاده از تمامی متغیرهای نهایی در الگوی لوجستیک از روش اینتر استفاده می‌شود.

۵-۴- محاسبه امتیاز کارایی شرکت‌ها

نخستین قدم برای محاسبه امتیاز کارایی شرکت‌ها، تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های شرکت‌هاست تا بتوان با قضاوت درباره ماهیت آن‌ها نسبت به انتخاب مناسب‌ترین الگوی تحلیل پوششی داده‌ها اقدام کرد. با یک دیدگاه عملیاتی عواملی که شرکت‌ها با فرض ثابت بودن خروجی‌ها درصدد حداقل کردن آن‌ها هستند و ورودی، و عواملی که شرکت‌ها با فرض ثابت بودن ورودی‌ها درصدد حداکثر کردن آن‌ها هستند، خروجی‌اند. عوامل متعدد مالی و غیرمالی می‌توانند به عنوان داده‌ها و ستانده‌های یک شرکت تولیدی در نظر گرفته شوند. در این تحقیق اطلاعات غیرمالی به دلیل ماهیت تحقیق در نظر گرفته نشده است. در تحقیق حاضر، جمع کل دارایی‌ها به عنوان کل منابع در اختیار واحد

۷-۵-آزمون فرضیه‌های تحقیق

آزمون دو فرضیه اول به منظور تعیین قابلیت پیش‌بینی درماندگی مالی به وسیله الگوهای طراحی شده از طریق آزمون آماری نسبت در سطح معناداری ۵ درصد و برای هر یک از سال‌های ۱- t و ۲- t نمونه آزمایشی به صورت جداگانه انجام می‌شود. درصد دقت مورد انتظار برای آزمون این فرضیه‌ها برابر ۵۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. فرمول زیر نحوه محاسبه آماره این آزمون را نشان می‌دهد:

$$Z = \frac{P_1 - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{N}}}$$

P_1 = درصدی از کل شرکت‌ها که به واسطه الگو صحیح طبقه‌بندی شده‌اند؛

P_0 = درصد دقت از پیش تعیین شده (مورد انتظار)؛

N = حجم نمونه مورد بررسی الگو.

همچنین آزمون فرضیه سوم نیز به منظور مقایسه قابلیت پیش‌بینی الگوهای طراحی شده از طریق آزمون آماری نسبت‌ها در سطح معناداری ۵ درصد و برای هر یک از سال‌های ۱- t و ۲- t و مجموع این دو سال و به صورت جداگانه برای نمونه آزمایشی انجام می‌شود. فرمول زیر نحوه محاسبه آماره این آزمون را نشان می‌دهد:

$$Z = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\frac{P_1(1-P_1)}{N_1} + \frac{P_2(1-P_2)}{N_2}}}$$

P_1 = درصدی از شرکت‌ها که به واسطه الگوی ۱ صحیح

نگاره ۳- نتایج آزمون لانداى ويلكس

نتیجه	سطح معناداری	F	لانداى ويلكس	متغیر
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۷۰/۰۳۲	۰/۵۵۸	X_5
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۳۸/۵۸۱	۰/۵۳۱	X_9
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۱۲۹/۱۸۷	۰/۵۷۹	X_{14}
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۴۹/۱۳۲	۰/۵۴۴	X_{24}

اطلاعات چهار نسبت مالی تعیین شده در پایان مرحله اول را تبیین می‌کنند.

همچنین همان‌طور که در نگاره ۵ مشاهده می‌شود نسبت سود ناویژه به فروش (X_{24}) با مؤلفه اول و نسبت

چهار نسبت تعیین شده در مرحله اول با استفاده از تحلیل عاملی بررسی شدند. نتایج حاصل از این تحلیل که در نگاره ۴ آمده، نشان می‌دهد که دو مؤلفه اصلی استخراج شده که مقادیر ویژه بالاتر از یک دارد، ۷۸/۶۶۲ درصد از

طبقه‌بندی شده‌اند؛

P_2 = درصدی از شرکت‌ها که به واسطه الگوی ۲ صحیح

طبقه‌بندی شده‌اند؛

N_1 = حجم نمونه مورد بررسی الگوی ۱؛

N_2 = حجم نمونه مورد بررسی الگوی ۲.

۶- نتایج تحقیق

۶-۱- الگوهای طراحی شده

در ادامه به طراحی الگوها پرداخته می‌شود. همان‌گونه که قبلاً بیان شد در طراحی الگوها از اطلاعات مالی شرکت‌های نمونه آموزشی استفاده شد.

۶-۱-۱- الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت

نخستین مرحله از فرایند کاهش متغیرها به روش گام‌به‌گام برای طراحی این الگو نشان داد که از بین ۳۵ نسبت مالی اولیه، چهار نسبت مالی بیشترین قابلیت تفکیک شرکت‌های درمانده و سالم را دارند. این چهار نسبت عبارت‌اند از:

X_5 = دارایی‌های آنی به کل دارایی‌ها؛

X_9 = سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها؛

X_{14} = سود خالص به کل دارایی‌ها؛

X_{24} = سود ناویژه به فروش.

نتایج حاصل از آزمون لانداى ويلكس که در نگاره ۳ آمده‌است، نشان می‌دهد که در سطح معناداری ۵ درصد، تک‌تک این متغیرها در طبقه‌بندی شرکت‌ها به دو گروه سالم و درمانده مؤثر بوده‌اند.

نگاره ۴- مؤلفه‌های اصلی استخراج شده

مؤلفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد تراکمی
مؤلفه اول	۱/۷۷۴	۴۴/۳۵۷	۴۴/۳۵۷
مؤلفه دوم	۱/۳۷۲	۳۴/۳۰۴	۷۸/۶۶۲

نگاره ۵- نتایج تحلیل عاملی

	X_{24}	X_{14}	X_9	X_5	
مؤلفه اول	۰/۹۴۴	۰/۹۲۲	۰/۱۶۶	۰/۰۸۰	
مؤلفه دوم	۰/۰۸۹	۰/۱۹۴	۰/۷۹۳	۰/۸۳۵	

دارایی‌های آنی به کل دارایی‌ها (X_5) با مؤلفه دوم همبستگی بالاتری دارند و لذا این دو متغیر به عنوان متغیرهای نهایی برای طراحی الگو استفاده می‌شوند. مدل لوجیت طراحی شده بر اساس روش ایترو و با دو متغیر نهایی انتخاب شده به صورت زیر به دست آمد:

$$Y = \frac{\exp(5.002X_5 + 13.573X_{24} - 3.805)}{1 + \exp(5.002X_5 + 13.573X_{24} - 3.805)}$$

نتایج آزمون والد، در سطح معناداری ۵ درصد، معناداری ضرایب متغیرها در الگوی لوجیت طراحی شده را تأیید می‌کند (نگاره ۶).

نگاره ۶- نتایج آزمون والد

متغیر	بتا	مجموع مربعات	عدد والد	درجه آزادی	معناداری
X_5	۵/۰۰۲	۱/۵۲۰	۱۰/۸۲۷	۱	۰/۰۰۱
X_{24}	۱۳/۵۷۳	۲/۱۶۲	۳۹/۴۲۳	۱	۰/۰۰۰
عدد ثابت	-۳/۸۰۵	۰/۶۲۷	۳۶/۸۱۲	۱	۰/۰۰۰

متغیر الگوی قبلی استفاده شدند. به این منظور ابتدا همبستگی میان این متغیرها به صورت دوجه دو بررسی شد. نتایج نشان‌دهنده همبستگی ضعیف میان این سه متغیر است.

نگاره ۷- ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای الگو

متغیر	X_5	X_{24}	X_{36}
X_5	۱	۰/۱۶	۰/۱۸۱
X_{24}	۰/۱۶	۱	۰/۵۲۱
X_{36}	۰/۱۸۱	۰/۵۲۱	۱

با توجه به این نتایج امکان به‌کارگیری این متغیرها در کنار هم در یک الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت وجود دارد. الگوی لوجیت طراحی شده با استفاده از روش ایترو و متغیرهای به‌کاررفته در آن به صورت زیر به دست آمد:

$$Y = \frac{\exp(4.871X_5 + 11.389X_{24} + 1.707X_{36} - 4.24)}{1 + \exp(4.871X_5 + 11.389X_{24} + 1.707X_{36} - 4.24)}$$

عدد حاصل از الگوی فوق برای هر شرکت احتمال تعلق آن شرکت به گروه شرکت‌های سالم را نشان می‌دهد. با بررسی توزیع اعداد محاسبه شده برای شرکت‌های نمونه آموزشی با استفاده از الگوی مذکور نقطه ۰/۵ به عنوان نقطه انقطاع این الگو به دست آمد به این معنا که اگر با محاسبه دو نسبت به‌کاررفته در الگو برای هر شرکت و جایگزینی آن‌ها در تابع الگو، عدد حاصل بزرگ‌تر یا مساوی با عدد ۰/۵ باشد، احتمال تعلق شرکت مورد بررسی به گروه شرکت‌های سالم بالاتر از ۵۰ درصد است و لذا شرکت مورد بررسی به عنوان شرکتی سالم طبقه‌بندی می‌شود. حال اگر عدد محاسبه شده کمتر از ۰/۵ باشد، احتمال تعلق شرکت مورد بررسی به گروه شرکت‌های سالم کمتر از ۵۰ درصد است و لذا شرکت به عنوان شرکتی درمانده طبقه‌بندی خواهد شد.

۲-۱-۶- الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی

برای طراحی این الگو، امتیاز کارایی (X_{36}) به همراه دو

نتایج حاصل از آزمون والد (در سطح معناداری ۵ درصد) که در نگاره ۹ آمده است، معناداری ضرایب متغیر امتیاز کارایی و دو متغیر الگوی لوجیت قبلی را در یک الگوی لوجیت جدید تأیید می‌کند.

که در آن:
 X_5 = دارایی‌های آنی به کل دارایی‌ها؛

X_{24} = سود ناویژه به فروش؛

X_{36} = امتیاز کارایی محاسبه شده با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها.

نگاره ۸- نتایج آزمون والد

معناداری	درجه آزادی	عدد والد	مجموع مربعات	بتا	
۰/۰۰۲	۱	۹/۹۱۹	۱/۵۴۷	۴/۸۷۱	X_5
۰/۰۰۰	۱	۲۴/۵۵۹	۲/۲۹۸	۱۱/۳۸۹	X_{24}
۰/۰۴۰	۱	۴/۲۰۱	۰/۸۳۳	۱/۷۰۷	X_{36}
۰/۰۰۰	۱	۳۸/۵۹۹	۰/۶۸۲	-۴/۲۴۰	عدد ثابت

نکته قابل ذکر درباره این الگو، افت دقت پیش‌بینی شرکت‌های درمانده به واسطه الگو در دو سال قبل از وقوع درماندگی مالی است. نتایج حاصل از آزمون الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی در هر یک از سال‌های $t-1$ و $t-2$ نمونه آزمایشی در نگاره ۱۰ آمده است.

۲-۶- آزمون دقت الگوها

برای آزمون دقت مدل‌ها از اطلاعات مالی شرکت‌های نمونه آزمایشی استفاده شد. نتایج حاصل از آزمون دقت الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت در هر یک از سال‌های $t-1$ و $t-2$ نمونه آزمایشی در نگاره ۷ آمده است.

نگاره ۹- آزمون الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت

نمونه	طبقه‌بندی	سال	طبقه‌بندی صحیح	طبقه‌بندی نادرست	جمع
آزمایشی	کلی	$t-1$	۴۱ شرکت (۶۸/۳ درصد)	۱۹ شرکت (۳۱/۷ درصد)	۶۰ نمونه (۱۰۰٪)
		$t-2$	۴۰ شرکت (۶۶/۷ درصد)	۲۰ شرکت (۳۳/۳ درصد)	۶۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
	درمانده مالی	$t-1$	۲۰ شرکت (۶۶/۷ درصد)	۱۰ شرکت (۳۳/۳ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
		$t-2$	۱۶ شرکت (۵۳/۳ درصد)	۱۴ شرکت (۴۶/۷ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
	سالم	$t-1$	۲۱ شرکت (۷۰ درصد)	۹ شرکت (۳۰ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
		$t-2$	۲۴ شرکت (۸۰ درصد)	۶ شرکت (۲۰ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)

نگاره ۱۰- آزمون الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی

نمونه	طبقه‌بندی	سال	طبقه‌بندی صحیح	طبقه‌بندی نادرست	جمع
آزمایشی	کلی	$t-1$	۴۵ شرکت (۷۵ درصد)	۱۵ شرکت (۲۵ درصد)	۶۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
		$t-2$	۴۱ شرکت (۶۸/۳ درصد)	۱۹ شرکت (۳۱/۷ درصد)	۶۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
	درمانده مالی	$t-1$	۲۴ شرکت (۸۰ درصد)	۶ شرکت (۲۰ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
		$t-2$	۱۸ شرکت (۶۰ درصد)	۱۲ شرکت (۴۰ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
	سالم	$t-1$	۲۱ شرکت (۷۰ درصد)	۹ شرکت (۳۰ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)
		$t-2$	۲۳ شرکت (۷۶/۷ درصد)	۷ شرکت (۲۳/۳ درصد)	۳۰ نمونه (۱۰۰ درصد)

معناداری ۵ درصد استفاده شد. نتایج حاصله که بر اساس درصد دقت از پیش تعیین شده برابر ۵۰ درصد به دست آمده است در نگاره‌های زیر ارائه شده است.

بررسی نتایج حاصله نشان می‌دهد که هر دو الگوی طراحی شده در این تحقیق پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را تا دو سال قبل از وقوع آن در سطحی بالاتر از ۵۰ درصد به درستی انجام داده و لذا فرضیه‌های اول و دوم تحقیق پذیرفته می‌شود.

همان‌طور که در نگاره فوق مشاهده می‌شود دقت کلی این الگو در طبقه‌بندی نمونه آزمایشی در یک و دو سال قبل از وقوع درماندگی به ترتیب ۷۵ و ۶۸/۳ درصد است.

۳-۶- آزمون فرضیه‌ها

۱-۳-۶- نتایج آزمون فرضیه‌های اول و دوم

(قابلیت پیش‌بینی الگوها)

پس از تعیین دقت الگوهای طراحی شده، به منظور بررسی معناداری نتایج حاصله (قابلیت تفکیک شرکت‌های درمانده و سالم الگوها) آزمون آماری نسبت در سطح

نگاره ۱۱- نتایج حاصل از آزمون قابلیت پیش‌بینی الگوی تحلیل لوجیت

نمونه	نوع	سال	درصد پیش‌بینی صحیح	درصد پیش‌بینی مورد انتظار	Z value	P value	نتیجه
آزمایشی	کلی	t-۱	٪ ۶۸/۳	٪ ۵۰	۲/۸۴۰	۰/۰۰۲	رد فرضیه H _۰
	کلی	t-۲	٪ ۶۶/۷	٪ ۵۰	۲/۵۸۲	۰/۰۰۵	رد فرضیه H _۰

نگاره ۱۲- نتایج حاصل از آزمون قابلیت پیش‌بینی الگوی تحلیل لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی

نمونه	نوع	سال	درصد پیش‌بینی صحیح	درصد پیش‌بینی مورد انتظار	Z value	P value	نتیجه
آزمایشی	کلی	t-۱	٪ ۷۵	٪ ۵۰	۳/۸۷۳	۰/۰۰۰	رد فرضیه H _۰
	کلی	t-۲	٪ ۶۸/۳	٪ ۵۰	۲/۸۴۰	۰/۰۰۲	رد فرضیه H _۰

تفاوت معنادار بین نتایج حاصله به معنای یکسان بودن دقت پیش‌بینی دو الگو نیست. مقایسه دقت کلی این دو الگو نشان می‌دهد دقت کلی پیش‌بینی الگوی لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی از دقت کلی پیش‌بینی الگوی لوجیت تا

۲-۳-۶- نتایج آزمون فرضیه سوم (مقایسه دقت

الگوها)

نتایج حاصل از مقایسه آماری دو الگوی طراحی شده در این تحقیق در نگاره ۱۳ آمده است.

نگاره ۱۳- نتایج آزمون مقایسه دقت الگوی لوجیت (الگوی ۱) و الگوی لوجیت با استفاده از امتیاز کارایی (الگوی ۲)

نمونه	نوع	سال	دقت الگو ۱	دقت الگو ۲	Z Value	P Value	نتیجه
آزمایشی	کلی	t-۱	درصد ۶۸/۳	درصد ۷۵	۰/۸۱۲	۰/۴۱۶	عدم وجود تفاوت معنادار
		t-۲	درصد ۶۶/۷	درصد ۶۸/۳	۰/۱۹۵	۰/۸۴۵	عدم وجود تفاوت معنادار
		جمع	درصد ۶۷/۵	درصد ۷۱/۶	۰/۷۰۲	۰/۴۸۳	عدم وجود تفاوت معنادار
	درمانده	t-۱	٪ ۶۶/۷	٪ ۸۰	۱/۱۸۱	۰/۲۳۸	عدم وجود تفاوت معنادار
		t-۲	درصد ۵۳/۳	درصد ۶۰	۰/۵۲۲	۰/۶۰۲	عدم وجود تفاوت معنادار
		جمع	درصد ۶۰	درصد ۷۰	۱/۱۵۴	۰/۲۴۸	عدم وجود تفاوت معنادار
سالم	t-۱	درصد ۷۰	درصد ۷۰	۰/۰۰۰	۱	عدم وجود تفاوت معنادار	
	t-۲	درصد ۸۰	درصد ۷۶/۷	-۰/۳۱۳	۰/۷۵۴	عدم وجود تفاوت معنادار	
	جمع	درصد ۷۵	درصد ۷۳/۴	-۰/۲۰۸	۰/۸۳۵	عدم وجود تفاوت معنادار	

این دو الگو بهبود دقت پیش‌بینی به شکل معناداری را نشان نمی‌دهد، اما نکته مهم در مقایسه دو الگو این است که با ورود امتیاز کارایی به عنوان متغیر به الگوی لججیت، دقت پیش‌بینی شرکت‌های درمانده مالی در تمامی دوره‌های مورد بررسی افزایش می‌یابد که همین مسئله باعث بیشتر شدن دقت کلی پیش‌بینی الگوی لججیت با استفاده از امتیاز کارایی نسبت به دقت کلی الگوی لججیت بدون امتیاز کارایی در تمامی دوره‌های مورد بررسی شده است. با توجه به اهمیت پیش‌بینی صحیح شرکت‌های درمانده، بهبود پیش‌بینی شرکت‌های درمانده با ورود متغیر امتیاز کارایی به الگوی لججیت که در این تحقیق مشخص شده است می‌تواند این متغیر را به عنوان یک متغیر جدید و مناسب برای کار گیری در مطالعات مرتبط با پیش‌بینی درماندگی مالی معرفی کند.

۸- محدودیت‌های تحقیق

- ◀ عدم امکان تطابق شرکت‌های نمونه سالم و شرکت‌های نمونه درمانده از نظر نوع صنعت به دلیل مقذور نبودن انتخاب شرکت‌های سالم و درمانده با جمع کل دارایی‌های تقریباً برابر از صنایع مشابه؛
- ◀ عدم امکان استفاده از الگوهای خروجی محور تحلیل پوششی داده‌ها به روش BCC به دلیل منفی بودن اغلب خروجی‌های اصلی در شرکت‌های نمونه درمانده مالی.

۹- پیشنهادات

- ◀ استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌ها و ستانده‌های متفاوت با این تحقیق برای طراحی الگوی پیش‌بینی درماندگی مالی؛
- ◀ استفاده از الگوهای اسلک بیس (Slack-based) به منظور تأکید بر ورودی‌ها و خروجی‌ها به صورت هم‌زمان استفاده از الگوهای خروجی محور با بازده به مقیاس متغیر با استفاده از خروجی‌های مثبت برای طراحی الگوی پیش‌بینی درماندگی مالی؛
- ◀ بررسی تأثیر متغیر امتیاز کارایی محاسبه شده با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها بر دقت پیش‌بینی الگوهای شکل گرفته با استفاده از سایر فنون از جمله تحلیل تشخیصی و شبکه عصبی مصنوعی.

حدودی بالاتر است که این تفاوت ناشی از توانایی بالاتر الگوی لججیت با استفاده از امتیاز کارایی در طبقه‌بندی صحیح شرکت‌های درمانده در تمامی دوره‌های مورد بررسی، یعنی سالهای ۱-۲و ۳-۴ و مجموع این دو سال است.

۷- خلاصه و نتیجه‌گیری

تأثیرات گسترده درماندگی مالی بر گروه‌های مختلف ذی نفع باعث شده تا ایجاد و توسعه الگوهای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها همواره مورد توجه محققان و فعالان بازار سرمایه قرار داشته‌باشد. هدف از طراحی این الگوها دستیابی به شاخص‌هایی است که پیش‌بینی وقوع چنین وضعیتی را در آینده امکان‌پذیر کند. ایجاد و توسعه چنین الگوهای می‌تواند به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و همچنین جلوگیری از به‌هدر رفتن منابع کمک کند. علیرغم تحقیقات فراوانی که در زمینه پیش‌بینی درماندگی مالی انجام شده است، همچنان طراحی و ارائه الگوهای جدید در این زمینه از اهمیت فراوانی برخوردار است. بر همین اساس در این تحقیق سعی شده است امتیاز کارایی محاسبه شده برای شرکت‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده درماندگی مالی شرکت‌ها استفاده شود. در این تحقیق ابتدا الگویی با استفاده از تحلیل لججیت طراحی شد. نتایج حاصل از آزمون این الگو روی نمونه آزمایشی انتخاب شده نشان می‌دهد که این الگو تا دو سال قبل از وقوع درماندگی مالی می‌تواند وقوع آن را در شرکت‌های تولیدی با دقتی بالاتر از ۵۰ درصد پیش‌بینی کند. علاوه بر معرفی الگوی پیش‌گفته، قابلیت استفاده از امتیاز کارایی به عنوان یک متغیر مستقل در کنار سایر نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از تحلیل لججیت بررسی شد. بررسی نتایج حاصل از آزمون این الگو روی نمونه آزمایشی نشان می‌دهد که این الگو نیز تا دو سال قبل از وقوع درماندگی مالی می‌تواند وقوع آن را در شرکت‌های تولیدی با دقتی بالاتر از ۵۰ درصد پیش‌بینی کند.

در آخرین مرحله نیز تأثیر متغیر امتیاز کارایی بر بهبود دقت کلی الگوی مبتنی بر تحلیل لججیت از طریق مقایسه دقت پیش‌بینی الگوی لججیت و الگوی لججیت با استفاده از امتیاز کارایی بررسی شد. نتایج حاصل از مقایسه دقت کلی

منابع و مآخذ:

- Crises: Institutions and Markets in a Fragile Environment, E. Altman and A. Sarmetz (eds). New York: Wiley-Interscience, 72-98.
14. Altman, E., Haldeman, R., and Narayanan, P. (1977). Zeta analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of Banking and Finance* 1(1): 29-51.
 15. Altman, E. (1983). Why businesses fail.. *The Journal of Business Strategy*, 3(4): 15-20.
 16. Zmijewski, M. (1984). Essays on corporate bankruptcy. Ph.D. dissertation, State University of New York-Buffalo.
 17. Altman, E. (1993). Corporate financial distress and bankruptcy :A complete guide to predicting & avoiding distress and profiting from bankruptcy, corporate bankruptcy (2nd ed.). New York: John Wiley.
 18. Shirata, C.Y. (1998). Financial ratios as predictor of bankruptcy in Japan: An empirical research. Tsukuba College of Technology, Japan.
 19. Grice, J.S. and Ingram, R.W.(2001). Tests of the generalizability of Altman's Bankruptcy Prediction Model. *Journal of Business Research*, 54:53-61.
 20. Sung T., Chang N. and Lee G. (1999). Dynamics of modeling in data mining: Interpretive approach to bankruptcy prediction. *Journal of Management Information Systems* 16(1): 63-85.
 21. McKee, T.E. and Greenstein, M. (2000). Predicting Bankruptcy Using Recursive Partitioning and a Realistically Proportioned Data Set. *Journal of Finance*, 19:219-230.
 22. Beynon, M.J. and Peel, M.J. (2001). Variable precision rough set theory and data discretisation: An application to corporate failure prediction. *OMEGA International Journal of Management Science*, 29: 561-576.
 23. Salchenberger, L., Cinar E. and Lash N. (1992). Neural networks: A new tool for predicting bank failures. *Decision Sciences* 23: 899-916.
 24. Tam, K. and Kiang M.(1992). Managerial applications of neural networks – the case of bank failure predictions. *Management Science* 38(7): 926-947.
 25. Yang, Z., Platt M. and Platt H.(1999). Probabilistic neural networks in bankruptcy prediction. *Journal of Business Research*44:67-74.
 1. Ohlson, J. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research* 18(1): 109-131.
 2. Zavgren, C. (1985) . Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms: A logistic analysis. *Journal of Business Finance & Accounting* 12(1): 19-45.
 3. Lau, A. (1987). A five-state financial distress prediction model. *Journal of Accounting Research* 25(1): 127-138.
 4. Platt, H.D. and Platt M.B. (1990). Development of a class of stable predictive variables: the case of bankruptcy prediction. *Journal of Business, Finance and Accounting*, 17(1): 31-51
 5. Fernandez-Castro, A. and Smith, P. (1994). Towards a general nonparametric model of corporate performance. *OMEGA International Journal of Management Science*, 22(3):237-249
 6. Cielen, A., Peeters, L. and Vanhoof, K. (2004). Bankruptcy prediction using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 154: 526-532.
 7. Xu, X. and Wang, Y. (2007). Financial failure prediction using efficiency as a predictor. *Expert Systems with Applications*
 8. Premachandra, I.M., Bhabra, G.S. and Sueyoshi, T. (2007). DEA as a tool for bankruptcy assessment: A comparative study with logistic regression technique. *European Journal of Operational Research*, 193: 412-424
 9. Beaver, W. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research* 5: 71-111.
 10. Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance* 23(4): 589-609.
 11. Deakin, E. (1972). A discriminant analysis of predictors of business failure. *Journal of Accounting Research* 10(1): 167-179.
 12. Blum, M. (1974). Failing company discriminant analysis. *Journal of Accounting Research*. 12(1): 1-25.
 13. Deakin, E. (1977). Business failure prediction: An empirical analysis. Article in *Financial*

پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

۳۰. احمدی کاشانی، سید عباس، ۱۳۸۴؛ "ارائه الگوی پیش بینی ورشکستگی در صنعت تجهیزات و لوازم خانگی". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

۳۱. مهران، ساسان، مهران، کاوه، منصفی، یاشار و کرمی، غلامرضا. ۱۳۸۴؛ "بررسی کاربردی الگوهای پیش بینی ورشکستگی زمیسنکی و شیراتا در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران" بررسی های حسابداری و حسابرسی، سال ۱۲، ش ۴۱.

26. Shah, J. and Murtaza M. (2000). A neural network based clustering procedure for bankruptcy prediction. *American Business Review* 18(2): 80-86.

27. Lennox, C. (1999). The accuracy and incremental information content of audit reports in predicting bankruptcy. *Journal of Business Finance & Accounting* 26(5/6): 757-778

۲۸. سلیمانی امیری، غلامرضا، ۱۳۸۱؛ "بررسی شاخص های پیش بینی کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران"، پایان نامه تحصیلی درجه دکتری، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

۲۹. فلاح پور، سعید، ۱۳۸۳؛ "پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی"،

پیوست ۱- فهرست متغیرهای اولیه تحقیق

نماد	نسبت مالی	نماد	نسبت مالی
X _۱	بدهی‌های بلندمدت به حقوق صاحبان سهام	X _{۱۹}	سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها
X _۲	بدهی‌های بلندمدت به کل دارایی‌ها	X _{۲۰}	سود قبل از بهره و مالیات به هزینه بهره
X _۳	بدهی‌های جاری به حقوق صاحبان سهام	X _{۲۱}	سود قبل از بهره و مالیات به خالص هزینه‌های عملیاتی
X _۴	فروش به حساب‌های دریافتی تجاری	X _{۲۲}	بدهی بلندمدت به مجموع بدهی بلندمدت و حقوق صاحبان سهام
X _۵	دارایی‌های آنی به کل دارایی‌ها	X _{۲۳}	فروش به دارایی‌های ثابت
X _۶	دارایی‌های ثابت به کل دارایی‌ها	X _{۲۴}	سود ناویژه به فروش
X _۷	دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها	X _{۲۵}	فروش به سرمایه در گردش
X _۸	سرمایه در گردش به حقوق صاحبان سهام	X _{۲۶}	فروش به کل دارایی‌ها
X _۹	سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها	X _{۲۷}	فروش به موجودی کالا
X _{۱۰}	سود انباشته به کل دارایی‌ها	X _{۲۸}	کل بدهی‌ها به حقوق صاحبان سهام
X _{۱۱}	سود خالص به حقوق صاحبان سهام	X _{۲۹}	کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها
X _{۱۲}	سود خالص به فروش	X _{۳۰}	نسبت آنی
X _{۱۳}	سود خالص به کل بدهی‌ها	X _{۳۱}	نسبت جاری
X _{۱۴}	سود خالص به کل دارایی‌ها	X _{۳۲}	وجه نقد به کل دارایی‌ها
X _{۱۵}	سود قبل از بهره و مالیات به دارایی‌های ثابت	X _{۳۳}	سرمایه در گردش به خالص هزینه‌های عملیاتی
X _{۱۶}	سود قبل از بهره و مالیات به سرمایه در گردش	X _{۳۴}	سود خالص به سرمایه در گردش
X _{۱۷}	سود قبل از بهره و مالیات به فروش	X _{۳۵}	موجودی کالا به سرمایه در گردش
X _{۱۸}	سود قبل از بهره و مالیات به کل بدهی‌ها	X _{۳۶}	امتیاز کارایی