

پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی و ارزیابی تأثیر متغیر کارایی در بهبود الگو

محمود موسوی شیرینی^{۱*}، محمدرضا طبرستانی^۲

۱. استادیار گروه حسابداری، دانشگاه پیام‌نور، مشهد، خراسان رضوی، ایران
۲. کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، خراسان رضوی، ایران

پذیرش: ۹۰/۶/۶

دریافت: ۸۹/۷/۱۱

چکیده

در این پژوهش الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی به‌عنوان یک الگوی مؤثر در پیش‌بینی درماندگی مالی به کار گرفته شده و توانایی متغیر کارایی در بهبود پیش‌بینی مورد توجه قرار گرفته است. به این منظور نخست با استفاده از نسبت‌های مالی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷ شرکت‌های نمونه و به روش گام به گام، الگوی پیش‌بینی درماندگی مالی را براساس الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری طراحی شد. سپس به منظور تعیین توانایی متغیر کارایی در پیش‌بینی درماندگی مالی، این متغیر در کنار نسبت‌های مالی مورد استفاده قرار گرفت و الگوی دیگری مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری طراحی شد. نتایج الگوی دوم نشانگر اهمیت متغیر کارایی به عنوان یک متغیر پیش‌بین در پیش‌بینی درماندگی مالی است. اگر چه مقایسه دقت کلی این دو الگو در پیش‌بینی درماندگی مالی، تفاوت معناداری را به لحاظ آماری نشان نمی‌دهد.

کلید واژه‌ها: نسبت‌های مالی، کارایی، تحلیل تشخیصی چند متغیری، درماندگی مالی

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین اطلاعاتی که می‌تواند در تصمیم‌گیری اقتصادی و تخصیص بهینه منابع به تصمیم‌گیرندگان اقتصادی کمک کند، شناسایی متغیرهای پیش‌بین و رشکستگی و درماندگی مالی در شرکت‌ها است. از این رو همواره یافتن شاخص‌های هشداردهنده وقوع درماندگی مالی یکی از پر



طرفدارترین حوزه‌ها در پژوهش‌های مالی بوده است. در سال‌های گذشته استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها وارد حوزه مالی شده و به‌عنوان یکی از تکنیک‌های آنالیز مقاداری در رتبه‌بندی و نیز پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. به‌طوری که استفاده از این تکنیک در کنار سایر الگوهای گذشته پیش‌بینی ورشکستگی و درماندگی مالی، از جمله الگوهای مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری، تحلیل لوجیت، پروبیت و ... مورد توجه پژوهشگران مالی است.

با توجه به جدید بودن این دسته از پژوهش‌ها در بورس اوراق بهادار تهران، این پژوهش به منظور واکاوی امکان بهره‌گیری از امتیاز کارایی در کنار نسبت‌های مالی به طراحی الگوی پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از تحلیل تشخیصی چندگانه برای شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران، پرداخته و تأثیر متغیر کارایی را (که با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه می‌شود) در بهبود الگو بررسی می‌کند.

۲- پیشینه تحقیق

مهم‌ترین تحقیقات خارجی مرتبط با پژوهش براساس فنون مورد استفاده در جدول ۱ و مهم‌ترین تحقیقات ایرانی انجام شده در این زمینه نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱ تحقیقات خارجی مرتبط با پژوهش

نوع الگو	محقق یا محققان	نتیجه تحقیق
تحلیل تشخیصی چند متغیری (MDA)	[۱، ص ۵۸۹]	- 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 درمانده و سالم با نزدیک شدن به زمان ورشکستگی افزایش پیدا می‌کند.
تحلیل تشخیصی چند متغیری (MDA)	[۲، صص ۲۹-۵۱]	- ارائه الگوی زتا برای استفاده در شرکت‌های تولیدی و غیر تولیدی - عملکرد بهتر الگوی زتا نسبت به الگوی غیرخطی طراحی شده با استفاده از تحلیل تشخیصی درجه دو
تحلیل تشخیصی چند متغیری (MDA)	[۳]	ارائه الگویی با ۴ متغیر با دقتی برابر ۹۲/۵ درصد در یک سال قبل از وقوع درماندگی مالی

ادامه جدول ۱

نوع الگو	محقق یا محققان	نتیجه تحقیق
تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)	[۴، صص ۱۵-۲۰]	ارائه الگوی Z'-Score با دقت کلی برابر ۹۰/۹ درصد در یک سال قبل از وقوع ورشکستگی برای به‌کارگیری در شرکت‌های خصوصی
	[۵]	ارائه الگویی با ۳ متغیر با دقت کلی برابر ۷۸ درصد در یک سال قبل از وقوع درماندگی مالی
	[۶، صص ۶۱-۶۶]	دقت پیش‌بینی الگوهای تشخیصی پیش‌بینی با اضافه کردن متغیرهای مبتنی بر جریان‌های نقدی بهبود پیدا نمی‌کند.
	[۷]	ارائه الگوی Z"-Score با چهار متغیر با دقتی برابر الگو Z'-Score
	[۸]	ارائه الگویی با ۴ متغیر با دقتی برابر ۸۶/۱۴ درصد در یک‌سال قبل از وقوع درماندگی مالی بدون استفاده از نمونه‌گیری زوجی
	[۹، صص ۲۳۷-۲۴۹]	تحلیل پوششی داده‌ها اگر به‌عنوان مکمل سایر روش‌ها استفاده قرار شود، می‌تواند در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها سودمند باشد.
	[۱۰، صص ۵۲۶-۵۳۲]	الگوهای مبتنی بر تحلیل پوششی داده از الگوهای مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی ساده و الگوهای مبتنی بر درخت تصمیم‌گیری قابلیت پیش‌بینی بالاتری دارند.
	[۱۱]	وارد کردن امتیاز کارایی به الگوهای تشخیصی، لوجیت و درخت تصمیم‌گیری باعث بهبود قابلیت پیش‌بینی این الگوها می‌شود.
[۱۲، صص ۴۱۲-۴۲۴]	الگوی مبتنی بر تحلیل لوجیت در نمونه‌های آموزشی دقت بالاتری نسبت به الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی داده دارد، در حالی‌که در نمونه‌های آزمایشی الگوی مبتنی بر تحلیل پوششی بهتر عمل می‌کند.	

جدول ۲ تحقیقات داخلی مرتبط با پژوهش

نام محقق	موضوع تحقیق	نتیجه تحقیق
[۱۳]	مدیریت خطرپذیری اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها	محاسبه امتیاز کارایی با ۸ متغیر مالی و غیر مالی نهایی برای شرکت‌های نمونه
[۱۴]	رتبه‌بندی واحدهای کارا با ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در سازمان‌های بازرگانی استانی	تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، توانایی قابلیت تشخیص و اعطای رتبه اعتباری بهتر به شرکت‌های بدون بحران مالی نسبت به شرکت‌های دارای بحران مالی دارد.



ادامه جدول ۲

نام محقق	موضوع تحقیق	نتیجه تحقیق
[۱۵]	بررسی کاربرد الگوهای شیراتا و زمیسی برای پیش‌بینی ورشکستگی در ایران	ارائه الگوی تشخیصی تعدیل شده زمیسی با دقتی برابر ۹۷/۴ درصد و الگوی لوجستیک تعدیل شده شیراتا با دقتی برابر ۹۴/۷ درصد
[۱۶]	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.

۳- فرضیه‌های تحقیق

- الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری با استفاده از نسبت‌های مالی، توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی را دارد.
- با الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری با استفاده از نسبت‌های مالی و امتیاز کارایی توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی را دارد.
- استفاده از امتیاز کارایی همراه با نسبت‌های مالی، پیش‌بینی درماندگی مالی به وسیله الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری را بهبود می‌بخشد.

۴- روش پژوهش

نخست در این پژوهش، اطلاعات تاریخی شرکت‌های نمونه از طریق صورت‌های مالی موجود در کتابخانه بورس اوراق بهادار تهران، سایت اینترنتی مدیریت پژوهش و اطلاعات مالی موجود در نرم‌افزار تدبیر پرداز جمع‌آوری شد. سپس مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت بودن یا نبودن به‌عنوان ملاک طبقه‌بندی شرکت‌ها به دو گروه درمانده و سالم در نظر گرفته شد. با مشخص شدن شرکت‌های درمانده مالی و پس از آن انتخاب نمونه‌های درمانده مالی به روش تصادفی برای هر نمونه درمانده مالی یک زوج نمونه سالم انتخاب شد. در مرحله بعد جفت نمونه‌های انتخاب شده (هر جفت شامل یک شرکت درمانده و یک شرکت سالم) با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده به دو گروه مساوی آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. برای طراحی الگوها از نمونه آموزشی و برای آزمون الگوهای طراحی شده از هر دو گروه

استفاده شد. به منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز برای آزمون فرضیه‌های پژوهش، اطلاعات مالی شرکت‌های نمونه برای سال‌های t ، $t-1$ و $t-2$ جمع‌آوری شد. 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.

۴-۱- انتخاب جامعه و نمونه پژوهش

جامعه آماری این پژوهش شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در نظر گرفته شد. برای انتخاب نمونه آماری شرکت‌های درمانده، از بین شرکت‌های تولیدی که بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷ مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده‌اند (ملاک وقوع درماندگی مالی) ۶۰ شرکت با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. زمانی که یک مدل پیش‌بینی درماندگی مالی طراحی می‌شود باید با استفاده از روش‌های مناسب اعتبار آن آزمون شود. براساس تحقیق جونز برای آزمون اعتبار مدل، روش‌های مختلفی از جمله روش لاچن بروچ، استفاده از داده‌های نمونه اصلی در دو بازه زمانی مختلف و نمونه‌گیری زوجی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در بین این روش‌ها، نمونه‌گیری زوجی که براساس تقسیم نمونه‌ها به دو گروه آموزشی و آزمایشی صورت می‌گیرد، بهترین روش اعتبار بخشی به مدل است [۱۷، ص ۱۴۲]. از این رو پس از تعیین شرکت‌های درمانده برای هر یک از این شرکت‌ها، یک شرکت به‌عنوان زوج سالم با توجه به سه شرط تولیدی بودن، در دسترس بودن اطلاعات مالی در دوره مورد بررسی نمونه درمانده مربوطه و نیز مطابقت داشتن با نمونه درمانده مربوطه (در سال وقوع درماندگی مالی) از نظر اندازه (جمع کل دارایی‌ها) انتخاب شد.

۴-۲- محاسبه کارایی شرکت‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

در این روش، ضرایب داده‌ها و ستانده‌ها برای هر واحد عملیاتی به‌گونه‌ای 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 در اختیار داشتن



منابع کمتر در مقایسه با واحد بررسی شده 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 در اختیار داشتن منابع کمتر یا برابر در مقایسه با واحد بررسی شده ستانده بیشتری را تولید کند (دیدگاه خروجی محور).

متغیرهای خروجی این پژوهش (سود عملیاتی و سود انباشته) در شرکت‌های درمانده مالی اغلب منفی بوده و در تحلیل پوششی استفاده از اعداد منفی امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این رو به منظور مثبت کردن ارقام خروجی منفی، به یک میزان به کلیه ارقام خروجی اضافه می‌گردد. با توجه به این‌که در دیدگاه خروجی محور، خروجی‌ها ثابت در نظر گرفته می‌شود و ورودی‌ها تغییر می‌کنند و در دیدگاه ورودی محور، ورودی‌ها ثابت و خروجی‌ها قابل تغییر هستند. دیدگاه ورودی محور برای ارزیابی کارایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همچنین یکی از ویژگی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها ساختار بازده به مقیاس آن است. بازده به مقیاس در واقع پاسخ به این سؤال است که اگر داده‌ها افزایش پیدا کند، چه تغییری بر میزان ستانده‌های آن واحد رخ می‌دهد. بازده به مقیاس می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. الگوهای CCR از جمله الگوهای با ساختار بازده به مقیاس ثابت (کاربرد این الگوها زمانی است که تغییر در ورودی موجب تغییری یکسان در خروجی شود) و الگوهای BCC از جمله الگوهای با ساختار بازده به مقیاس متغیر هستند (کاربرد این الگوها زمانی است که تغییر در ورودی به تغییری یکسان در خروجی منجر نشود). با توجه به این‌که رابطه ورودی‌ها (دارایی‌های به‌کارگرفته شده و هزینه‌ها) و خروجی‌های (سود عملیاتی و سود انباشته) این پژوهش به گونه‌ای است که تغییر در ورودی‌ها منجر به تغییر یکسان در خروجی‌ها نمی‌شود. از این رو در این پژوهش از الگو BCC استفاده می‌شود. علی‌رغم وجود عوامل متعدد مالی و غیر مالی که می‌توانند به عنوان ورودی و خروجی‌های یک شرکت تولیدی در نظر گرفته شوند، در این پژوهش انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌ها محدود به اطلاعات مالی ارائه شده به وسیله شرکت‌ها در صورت‌های مالی بوده و اطلاعات غیر مالی به دلیل ماهیت این پژوهش در نظر گرفته نشد. بررسی پیشینه پژوهش انتخاب عواملی مانند جمع کل دارایی‌ها، جمع بدهی‌ها، سرمایه در گردش و هزینه‌های عملیاتی به‌عنوان ورودی و فروش، سود انباشته، سودهای خالص و عملیاتی را به‌عنوان خروجی نشان می‌دهد.

در این پژوهش جمع کل دارایی‌ها در تاریخ ترانزنامه به‌عنوان کل منابع در اختیار شرکت، اولین ورودی و خالص هزینه‌های عملیاتی (منابع استفاده شده در طی دوره)، به‌عنوان دومین ورودی انتخاب شدند. همچنین سود عملیاتی (نتیجه حاصل از عملیات طی دوره)، به‌عنوان اولین خروجی و سود انباشته شروع دوره (منافع کسب شده و باقیمانده در شرکت از زمان تأسیس آن)، به‌عنوان دومین خروجی انتخاب شد.

۳-۴- طراحی الگوی‌های پژوهش

برای تعیین متغیرهای الگوی تحلیل تشخیصی چند متغیری نخست تعداد ۳۵ نسبت مالی (که در مطالعات گذشته مورد استفاده قرار گرفته بودند) به‌عنوان متغیرهای اولیه انتخاب شدند. برای طراحی این الگو از اطلاعات سال‌های t ، $t-1$ و $t-2$ به‌طور هم‌زمان استفاده و فرایند کاهش متغیرها با استفاده از روش گام به گام انجام شد.

در این پژوهش به منظور ارزیابی متغیر کارایی در پیش‌بینی درماندگی مالی، مدل دیگری با استفاده از ۳۵ نسبت مالی ذکر شده و امتیاز کارایی (محاسبه شده با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها) طراحی شد. به این منظور متغیرهای مستقل یاد شده برای کلیه شرکت‌های نمونه آموزشی در هر یک از سال‌های t ، $t-1$ و $t-2$ و براساس درجه اهمیتی که در تعیین مقدار متغیر وابسته داشته، مرحله به مرحله وارد یک ترکیب خطی تشخیصی شده و الگو نهایی طراحی شد.

۴-۴- آزمون فرضیه‌های تحقیق

برای آزمون فرضیه اول و دوم و به منظور تعیین قابلیت پیش‌بینی درماندگی مالی به‌وسیله دو الگوی طراحی شده از آزمون آماری نسبت در سطح معناداری ۵ درصد و برای هر یک از سال‌های $t-1$ و $t-2$ نمونه‌های آموزشی و آزمایشی استفاده شد. 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 $t-1$ و $t-2$ و همچنین مجموع این دو سال به صورت جداگانه برای هر یک از نمونه‌های آزمایشی و آموزشی انجام می‌شود.

۵- نتایج پژوهش

۵-۱- نتایج الگوهای طراحی شده

۵-۱-۱- الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری با استفاده از نسبت‌های مالی فرایند کاهش متغیرها به روش مرحله به مرحله برای طراحی این الگو نشان داد که از بین ۳۵ نسبت مالی اولیه، چهار نسبت مالی دارایی‌های آنی به کل دارایی‌ها، سود خالص به فروش، سود خالص به کل دارایی‌ها و سود ناویژه به فروش بیش‌ترین قابلیت تفکیک شرکت‌های درمانده و سالم را داشته است. از این رو چهار نسبت به‌عنوان متغیرهای نهایی برای طراحی الگوی تشخیصی تعیین شدند. نتایج حاصل از آزمون لاندای ویلکس (در سطح معناداری ۵ درصد) که در جدول ۳ آمده است، نشان می‌دهد که تک تک این متغیرها تأثیر معناداری را در طبقه‌بندی شرکت‌ها به دو گروه سالم و درمانده دارند.

جدول ۳ نتایج آزمون لاندای ویلکس

نتیجه	سطح معنی‌داری	F	لاندای ویلکس	متغیر
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۵۳/۰۴۲	۰/۵۴۶	دارایی‌های آنی به کل دارایی‌ها
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۳۴/۵۵۲	۰/۵۱۱	سود خالص به فروش
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۱۰۰/۲۱۷	۰/۵۶۱	سود خالص به کل دارایی‌ها
تأثیر معنادار	۰/۰۰۰	۴۹/۱۳۲	۰/۵۴۴	سود ناویژه به فروش

در مرحله بعد با استفاده از تحلیل تشخیصی، بهترین ترکیب خطی این چهار متغیر برای تفکیک شرکت‌های نمونه به دو گروه سالم و درمانده به صورت زیر به‌دست آمد.

(سود خالص به کل دارایی‌ها) ۵/۹۶۶ + (سود خالص به فروش) ۱/۳۴۱ - (دارایی‌های آنی به کل دارایی‌ها)

$$Z = ۲/۴۵۲$$

۲/۲۳۳ - (سود ناویژه به فروش) ۲/۲۵۹ +

نتایج آزمون تابع بالا با استفاده از آماره لانداى ويلكس در سطح معنادارى ۵ درصد در جدول ۴ نشان از معنادارى تابع به‌دست آمده است. پس از تعيين تابع با محاسبه و بررسى شاخص Z شرکت‌هاى نمونه آموزشی، عدد صفر به‌عنوان نقطه انقطاع اين الگو به‌دست آمد. نتایج حاصل از آزمون دقت اين الگو در هر يك از سال‌هاى t-۱ و t-۲ نمونه‌هاى آموزشی و آزمایشی در جدول‌هاى ۵ و ۶ ارائه شده است.

جدول ۴ نتایج حاصل از آزمون معنادارى تابع

معنادارى	درجه آزادى	کای اسکوتز	لانداى ويلكس	آزمون تابع
۰/۰۰۰	۴	۱۰۵/۲۱۱	۰/۵۱۸	۱

جدول ۵ نتایج حاصل از آزمون الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری (نمونه آموزشی)

نمونه	طبقه‌بندی	سال	طبقه‌بندی صحیح	طبقه‌بندی نادرست	جمع
آموزشی	کلی	t-۱	۵۱ شرکت (۸۵٪)	۹ شرکت (۱۵٪)	۶۰ نمونه
		t-۲	۴۸ شرکت (۸۰٪)	۱۲ شرکت (۲۰٪)	۶۰ نمونه
	درمانده	t-۱	۲۴ شرکت (۸۰٪)	۶ شرکت (۲۰٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۲۲ شرکت (۷۳/۳٪)	۸ شرکت (۲۶/۷٪)	۳۰ نمونه
	سالم	t-۱	۲۷ شرکت (۹۰٪)	۳ شرکت (۱۰٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۲۶ شرکت (۸۶/۷٪)	۴ شرکت (۱۳/۳۳٪)	۳۰ نمونه

جدول ۶ نتایج حاصل از آزمون الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری (نمونه آزمایشی)

نمونه	طبقه‌بندی	سال	طبقه‌بندی صحیح	طبقه‌بندی نادرست	جمع
آزمایشی	کلی	t-۱	۵۰ شرکت (۸۳/۳۳٪)	۱۰ شرکت (۱۶/۶۷٪)	۶۰ نمونه
		t-۲	۳۸ شرکت (۶۳/۳۳٪)	۲۲ شرکت (۳۶/۶۷٪)	۶۰ نمونه
	درمانده	t-۱	۲۴ شرکت (۸۰٪)	۶ شرکت (۲۰٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۱۲ شرکت (۴۰٪)	۱۸ شرکت (۶۰٪)	۳۰ نمونه
	سالم	t-۱	۲۶ شرکت (۸۶/۶۷٪)	۴ شرکت (۱۳/۳۳٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۲۶ شرکت (۸۶/۶۷٪)	۴ شرکت (۱۳/۳۳٪)	۳۰ نمونه

۵-۱-۲- الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی با استفاده از نسبت‌های مالی و امتیاز کارایی این الگو نیز به شیوه الگوی قبل طراحی شد، با این تفاوت که برای رسیدن به بهترین ترکیب خطی با استفاده از تحلیل تشخیصی چند متغیری، متغیر کارایی به همراه ۳۵ متغیر نسبت‌های مالی وارد مدل شد. همان‌گونه که نتایج آزمون لانداوی ویکس در جدول ۷ نشان می‌دهد، متغیر کارایی به‌عنوان یک متغیر با قابلیت پیش‌بینی، شناسایی شده و در مقابل متغیر سود ناویژه به فروش از متغیرهای پیش‌بینی کننده کنار رفته است.

جدول ۷ نتایج آزمون لانداوی ویکس

نام متغیر	لانداوی ویکس	F	سطح معناداری	نتیجه
دارایی‌های آبی به کل دارایی‌ها	۰/۵۱۶	۴۰/۰۵۱	۰/۰۰۰	تأثیر معنادار
سود خالص به فروش	۰/۵۰۷	۳۶/۱۴۰	۰/۰۰۰	تأثیر معنادار
سود خالص به کل دارایی‌ها	۰/۵۶۸	۱۰۹/۲۱۱	۰/۰۰۰	تأثیر معنادار
امتیاز کارایی	۰/۵۶۵	۱۰۲/۱۱۶	۰/۰۰۰	تأثیر معنادار

در مرحله بعد با استفاده از تحلیل تشخیصی، بهترین ترکیب خطی این چهار متغیر برای تفکیک شرکت‌های نمونه به دو گروه سالم و درمانده به صورت زیر به‌دست آمد.

$$Ze = ۲/۳۲۱ X_۵ - ۱/۳۲۱ X_۹ + ۷/۶۸ X_{۱۴} + ۴/۴۲۵ X_{۳۶} - ۱/۵۳۶$$

(شاخص کلی)

آزمون تابع بالا از طریق آزمون لانداوی ویکس (در سطح معناداری ۵ درصد)، معناداری تابع به‌دست آمده را تأیید می‌کند (جدول شماره ۸). با محاسبه و بررسی شاخص Ze شرکت‌های نمونه آموزشی، نقطه انقطاع این الگو نیز برابر صفر تعیین شد. نتایج حاصل از آزمون این الگو در هر یک از سال‌های ۱-۲ و t-۲ نمونه‌های آموزشی و آزمایشی در جدول‌های ۹ و ۱۰ آمده است.

جدول ۸ نتایج حاصل از آزمون معناداری تابع

معداری	درجه آزادی	کای اسکوئر	لانداى ويلکس	آزمون تابع
۰/۰۰۰	۴	۱۰۸/۲۳۰	۰/۵۱۵	۱

جدول ۹ نتایج حاصل از آزمون الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی با استفاده از نسبت‌های مالی و امتیاز کارایی (نمونه آموزشی)

نمونه	طبقه‌بندی	سال	طبقه بندی صحیح	طبقه بندی نادرست	جمع
آموزشی	کلی	t-۱	۵۳ شرکت (۸۸/۳۳٪)	۷ شرکت (۱۱/۶۷٪)	۶۰ نمونه
		t-۲	۴۷ شرکت (۷۸/۳۳٪)	۱۳ شرکت (۲۱/۶۷٪)	۶۰ نمونه
	درمانده مالی	t-۱	۲۶ شرکت (۸۶/۶۷٪)	۴ شرکت (۱۳/۳۳٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۲۳ شرکت (۷۶/۷٪)	۷ شرکت (۲۳/۳٪)	۳۰ نمونه
	سالم	t-۱	۲۷ شرکت (۹۰٪)	۳ شرکت (۱۰٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۲۴ شرکت (۸۰٪)	۶ شرکت (۲۰٪)	۳۰ نمونه

جدول ۱۰ نتایج حاصل از آزمون الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی با استفاده از نسبت‌های مالی و امتیاز کارایی (نمونه آزمایشی)

نمونه	طبقه‌بندی	سال	طبقه بندی صحیح	طبقه بندی نادرست	جمع
آزمایشی	کلی	t-۱	۴۹ شرکت (۸۱/۶۷٪)	۱۱ شرکت (۱۸/۳۳٪)	۶۰ نمونه
		t-۲	۴۰ شرکت (۶۶/۶۷٪)	۲۰ شرکت (۳۳/۳۳٪)	۶۰ نمونه
	درمانده مالی	t-۱	۲۴ شرکت (۸۰٪)	۶ شرکت (۲۰٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۱۶ شرکت (۵۳/۳۳٪)	۱۴ شرکت (۴۶/۶۷٪)	۳۰ نمونه
	سالم	t-۱	۲۵ شرکت (۸۳/۳٪)	۵ شرکت (۱۶/۷٪)	۳۰ نمونه
		t-۲	۲۴ شرکت (۸۰٪)	۶ شرکت (۲۰٪)	۳۰ نمونه

۶- نتایج آزمون فرضیه‌ها

۶-۱- آزمون فرضیه اول و دوم

نتایج آزمون فرضیه اول (الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری با استفاده از نسبت‌های مالی، توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی را دارد) با استفاده از آزمون آماری نسبت در سطح معناداری ۵ درصد که نشانگر توانایی الگوی اول طراحی شده در تفکیک شرکت‌های سالم و درمانده و براساس دقت از پیش تعیین شده ۵۰ درصد است (جدول ۱۱).

نتایج آزمون فرضیه دوم نیز نشان از توانایی الگوی دوم طراحی شده در تفکیک شرکت‌های سالم و درمانده و براساس دقت از پیش تعیین شده ۵۰ درصد است (جدول ۱۲). از این رو می‌توان گفت هر دو الگو، درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را تا دو سال قبل از وقوع درماندگی و در سطحی بالاتر از ۵۰ درصد به‌درستی پیش‌بینی می‌کنند.

جدول ۱۱ نتایج حاصل از آزمون قابلیت پیش‌بینی الگوی تحلیل تشخیصی

نتیجه	P value	Z value	درصد پیش بینی مورد انتظار	درصد پیش‌بینی صحیح	سال	نوع	نمونه
رد فرضیه H ₁	۰/۰۰۰	۵/۴۲۲	% ۵۰	% ۸۵	t-۱	کلی	آموزشی
رد فرضیه H ₂	۰/۰۰۰	۴/۷۰۵	% ۵۰	% ۸۰	t-۲		
رد فرضیه H ₁	۰/۰۰۰	۵/۱۱۲	% ۵۰	% ۸۲/۳۳	t-۱	کلی	آزمایشی
رد فرضیه H ₂	۰/۰۱۰	۲/۱۸۳	% ۵۰	% ۶۳/۳۳	t-۲		

جدول ۱۲ نتایج حاصل از آزمون قابلیت پیش‌بینی الگوی تحلیل تشخیصی با استفاده از نسبت‌های مالی و امتیاز کارایی

نتیجه	P value	Z value	درصد پیش‌بینی مورد انتظار	درصد پیش‌بینی صحیح	سال	نوع	نمونه
رد فرضیه H.	۰/۰۰۰	۶/۰۲۶	% ۵۰	% ۸۸/۳۳	t-۱	کلی	آموزشی
رد فرضیه H.	۰/۰۰۰	۴/۷۸۵	% ۵۰	% ۷۸/۳۳	t-۲		
رد فرضیه H.	۰/۰۰۰	۵/۰۲۵	% ۵۰	% ۸۱/۶۷	t-۱	کلی	آزمایشی
رد فرضیه H.	۰/۰۰۲	۲/۸۵۶	% ۵۰	% ۶۶/۶۷	t-۲		

۲-۶- آزمون فرضیه سوم (مقایسه دقت الگوها)

بررسی نتایج آزمون فرضیه سوم (استفاده از امتیاز کارایی همراه با نسبت‌های مالی، پیش‌بینی درماندگی مالی به‌وسیله الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی چند متغیری را بهبود می‌بخشد) نشان می‌دهد که توان پیش‌بینی دو الگو از نظر آماری تفاوت معناداری ندارد، بنابراین فرضیه سوم برخلاف دو فرضیه قبل رد می‌شود (جدول ۱۳).

بررسی بیشتر نتایج جدول ۱۳ نشان از آنست که به‌کارگیری متغیر کارایی در کنار نسبت‌های مالی دقت پیش‌بینی شرکت‌های درمانده مالی را بهبود می‌بخشد ولی در مقابل دقت پیش‌بینی شرکت‌های سالم را کاهش می‌دهد (اگرچه همان‌گونه که اشاره شد، این تفاوت دقت از نظر آماری معنادار نیست).

جدول ۱۳ نتایج آزمون مقایسه دقت پیش‌بینی الگوی تشخیصی با استفاده از نسبت‌های مالی و امتیاز کارایی (الگوی ۲) و الگوی تشخیصی با استفاده از نسبت‌های مالی (الگوی ۱)

نمونه	نوع	سال	دقت الگو ۱	دقت الگو ۲	Z Value	P Value	نتیجه
آموزشی	کلی	t-1	%۸۵	%۸۸/۳۳	-۰/۲۷۷	۰/۷۱۲	عدم تفاوت معنادار
		t-2	%۸۰	%۷۸/۳۳	۰/۳۴۵	۰/۷۱۱	عدم تفاوت معنادار
		جمع	%۸۲/۵	%۸۳/۳۳	-۰/۱۸۳	۰/۸۵۵	عدم تفاوت معنادار
	درمانده	t-1	%۸۰	%۸۶/۶۷	-۰/۶۱۰	۰/۴۶۵	عدم تفاوت معنادار
		t-2	%۷۳/۳	%۷۶/۷	-۰/۲۹۸	۰/۷۶۵	عدم تفاوت معنادار
		جمع	%۷۶/۶۵	%۸۱/۶۷	-۰/۵۹۷	۰/۵۱۵	عدم تفاوت معنادار
سالم	t-1	%۹۰	%۹۰	۰	۱	عدم تفاوت معنادار	
	t-2	%۸۶/۶۷	%۸۰	۰/۶۱۰	۰/۴۶۵	عدم تفاوت معنادار	
	جمع	%۸۸/۳۳	%۸۵	۰/۲۷۷	۰/۷۱۲	عدم تفاوت معنادار	
آزمایشی	کلی	t-1	%۸۳/۳۳	%۸۱/۶۷	۰/۳۸۰	۰/۶۵۱	عدم تفاوت معنادار
		t-2	%۶۳/۳۳	%۶۶/۶۷	-۰/۲۷۵	۰/۸۴۵	عدم تفاوت معنادار
		جمع	%۷۳/۳۳	%۷۴/۱۷	-۰/۳۰۲	۰/۷۶۳	عدم تفاوت معنادار
	درمانده	t-1	%۸۰	%۸۰	۰	۱	عدم تفاوت معنادار
		t-2	%۴۰	%۵۳/۳۳	-۱/۲۴۳	۰/۲۲۱	عدم تفاوت معنادار
		جمع	%۶۰	%۶۶/۶۵	-۰/۵۸۱	۰/۵۲۸	عدم تفاوت معنادار
سالم	t-1	%۸۶/۶۷	%۸۳/۳	۰/۵۵۳	۰/۶۱۲	عدم تفاوت معنادار	
	t-2	%۸۶/۶۷	%۸۰	۰/۶۱۰	۰/۴۶۵	عدم تفاوت معنادار	
	جمع	%۸۶/۶۷	%۸۱/۶۷	۰/۵۸۵	۰/۵۶۱	عدم تفاوت معنادار	

۷- نتیجه‌گیری

پژوهشگران به‌تازگی علاوه بر نسبت‌های مالی استفاده از متغیرهای پیش‌بین دیگر را نیز در پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها مورد توجه قرار داده‌اند که از جمله می‌توان به استفاده از امتیاز کارایی شرکت‌ها (قابل محاسبه از راه تحلیل پوششی داده‌ها) اشاره کرد.

در این پژوهش توانایی امتیاز کارایی به‌عنوان یک متغیر مستقل در کنار سایر نسبت‌های

مالی برای پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از تحلیل تشخیصی بررسی شد. در پژوهش حاضر نخست توان الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی با استفاده از نسبت‌های مالی در پیش‌بینی درماندگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران بررسی شد.

نتایج حاکی از توانایی این الگو در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها در دو سال قبل از وقوع درماندگی است. همچنین نتایج نشان داد که این توانایی در نمونه‌های آموزشی بیش از نمونه‌های آزمایشی است. سپس الگویی مبتنی بر تحلیل تشخیصی براساس متغیرهای نسبت‌های مالی و کارایی طراحی شد.

بررسی نتایج حاصل از آزمون این الگو بر نمونه‌های آموزشی و آزمایشی نشان می‌دهد که این الگو نیز تا دو سال قبل از وقوع درماندگی مالی می‌تواند وقوع آن‌را در شرکت‌های تولیدی پیش‌بینی کند. در آخرین مرحله از پژوهش تأثیر متغیر امتیاز کارایی بر بهبود دقت کلی الگوی مبتنی بر تحلیل تشخیصی از طریق مقایسه دقت پیش‌بینی دو الگوی طراحی شده بررسی شد. نتایج حاصل از مقایسه دقت کلی این دو الگو نشان داد که امتیاز کارایی به عنوان یک متغیر مستقل، دقت مدل را در پیش‌بینی شرکت‌های درمانده مالی بهبود نمی‌بخشد.

۸- محدودیت پژوهش

- امکان نداشتن استفاده از الگوهای خروجی محور تحلیل پوششی داده به روش BCC به دلیل منفی بودن اغلب خروجی‌های اصلی در شرکت‌های نمونه درمانده مالی

۹- منابع

- [1] Altman E.; Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy; *The Journal of Finance*, Vol.23, No. 4, 1968.
- [2] Altman E., Haldeman R., Narayanan P.; "Zeta analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations"; *Journal of Banking and Finance*, Vol.1, No.1, 1977.
- [3] Springate Gord L.V.; Predicting the possibility of failure in a Canadian firm;



- Unpublished M.B.A. Research Project. Simon Fraser University, January, 1978.
- [4] Altman E.; "Why businesses fail"; *The Journal of Business Strategy*, Vol. 3 , No.4, 1983.
- [5] Zmijewski M.; Essays on corporate bankruptcy; Ph.D. dissertation, State University of New York-Buffalo, 1984.
- [6] Casey C.J., Bartczak N.J.; "Cash flow-Its not the bottom line"; *Harvard Business Review*, Vol. 62 ,No.4, 1984.
- [7] Altman E.; Corporate financial distress and bankruptcy: A complete guide to predicting & avoiding distress and profiting from bankruptcy, corporate bankruptcy (2nd ed.); New York, Wiley, 1993.
- [8] Shirata C.Y.; "Financial ratios as predictor of bankruptcy in Japan: An empirical research"; *Tsukuba College of Technology*, Japan, 1998.
- [9] Fernandez-Castro A., Smith P.; "Towards a general nonparametric model of corporate performance"; *OMEGA International Journal of Management Science*, Vol. 22 ,No. 3, 1994.
- [10] Cielen A., Peeters L., Vanhoof K.; Bankruptcy prediction using data envelopment analysis; *European Journal of Operational Research*, Vol.154, 526-532, 2004.
- [11] Xu X., Wang Y.; "Financial failure prediction using efficiency as a predictor"; *Expert Systems with Applications*, 2007.
- [12] Premachandra I.M., Bhabra G.S., Sueyoshi T.; "DEA as a tool for bankruptcy assessment: A comparative study with logistic regression technique"; *European Journal of Operational Research*, Vol.193, 2007.
- [۱۳] صفری س.، ابراهیمی شقاقی م.، شیخ م.؛ « مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری) »؛ *مدرس علوم انسانی-پژوهش‌های مدیریت در ایران*، دوره چهاردهم، ۱۳۸۹.
- [۱۴] صالحی صادقیانی ج.، امیری م.، تقوی فرد م.، رضوی ح.؛ «رتبه‌بندی واحدهای کارا با ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در سازمان‌های بازرگانی

استانی»؛ دانش مدیریت، تابستان، ۱۳۸۷.

[۱۵] مهران‌ی س، مهران‌ی ک، منصفی ی، کرمی غ؛ «بررسی کاربردی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی زمیسیکی و شیراتا در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران»؛ بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۴.

[۱۶] فلاح‌پور س؛ «پیش‌بینی درماندگی مالی شرکتها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی»؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.

[17] Jones F.L.; "Current techniques in bankruptcy prediction"; *Journal of accounting literature*; Vol. 6, 1987.