فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی
سال بیست و یکم، شماره ۶۵، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۱۴۶- ۱۲۳

پیش‌بینی درماندگی مالی با بکار بردن کارایی به‌عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده

رضا محسنی
دکترای اقتصاد و عضو هیأت‌علمی دانشگاه صنعت آب و برق (نویسنده مسئول)
mohseni_re@yahoo.com

رضا آقابابایی
دکترای اقتصاد و عضو هیأت‌علمی دانشگاه سمنان
aghababaee2001@yahoo.com

وحید محمدقربانی
دانشجوی کارشناسی‌ارشد اقتصاد دانشگاه سمنان
vh.ghorbani@yahoo.com

مقاله حاضر به ارائه مدلی مناسب برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازد، بنابراین در کنار نسبت‌های مالی مهم برای پیش‌بینی درماندگی مالی از کارایی شرکت‌هاکه می‌تواند به دقت و قدرت پیش‌بینی مدل بیفزاید به‌عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده استفاده می‌گردد. ابتدا از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه شاخص کارایی شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره (۱۳۸۸-۱۳۸۴) استفاده می‌شود و نتیجه شاخص کارایی به‌عنوان متغیری برای پیش‌بینی درماندگی مالی در کنار سایر نسبت‌های مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش پیشنهادشده، تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی ورودی- خروجی هر شرکت بکار برده می‌شود. برای بررسی میزان تأثیر کارایی به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده داده‌های ۵۰ شرکت تولیدی که در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده‌اند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از آزمون‌های آماری متغیرهایی که قدرت بیشتری در تفکیک شرکت‌های درمانده از شرکت‌های سالم را دارند انتخاب شده است. سپس، درماندگی شرکت‌ها با استفاده از رگرسیون لجستیک در قالب دو الگو (با متغیر کارایی و بدون آن) پیش‌بینی شده است. یافته‌های حاصل از تحقیق نشان می‌دهند که استفاده از متغیر کارایی در مدل پیش‌بینی درماندگی به‌طور معناداری دقت پیش‌بینی مدل را افزایش می‌دهد.

طبقه‌بندی JEL: *G02, G33*.
واژه‌های کلیدی: درماندگی مالی، نسبت‌های مالی، کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، رگرسیون لجستیک (LR).

* **تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۳** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۰**

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

۱. مقدمه

درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها به هدر رفتن منابع و عدم بهره‌گیری از فرصت‌های سرمایه‌گذاری منجر می‌شود. پیش‌بینی درماندگی مالی با طراحی شاخص‌ها و الگوهای مناسب می‌تواند شرکت‌ها را نسبت به وقوع درماندگی مالی و ورشکستگی آگاه سازد تا باتوجه به این هشدارها سیاست مناسبی را اتخاذ نمایند. از سوی دیگر، فعالان بازار سرمایه و بازار پول نیازمند آگاهی و دانش نسبت به وضعیت مالی شرکت‌های موجود و کارایی آنها می‌باشند.

یکی از روش‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تخصیص بهتر منابع کمک کرد، پیش‌بینی درماندگی مالی یا ورشکستگی شرکت‌ها است. به این ترتیب که اولاً با ارائه هشدارهای لازم می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع درماندگی مالی هوشیار نمو تا آنها با توجه به این هشدارها دست به اقدامات مقتضی بزنند و دوم اینکه سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان، فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند و منابعشان را در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری کنند (مهرانی و همکاران، ۱۳۸۳). بنابراین، پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها همواره یکی از موضوعات مورد توجه سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و دولت‌ها بوده است. تشخیص به‌موقع شرکت‌هایی که در شرف درماندگی مالی هستند بسیار مطلوب است، زیرا از سرمایه‌گذاری در موارد نادرست و غیرکارا برای فعالان بازار جلوگیری می‌نماید. درادبیات مالی تعاریف مختلفی از درماندگی مالی ارائه گردیده است. گردون (۱۹۷۱) در یکی از نخستین مطالعات علمی بر تئوری درماندگی مالی آن را به‌عنوان کاهش قدرت سودآوری شرکت معرفی می‌کند که احتمال عدم توانایی بازپرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد. ویتاکر (۱۹۹۹) درماندگی مالی را وضعیتی در نظر می‌گیرد که در آن جریان‌های نقدی شرکت از مجموع هزینه‌های بهره مربوط به بدهی بلندمدت کمتر است.

از نقطه‌نظر اقتصادی، درماندگی مالی را می‌توان به زیان‌ده بودن شرکت تعبیر نمود که در این حالت شرکت دچار عدم موفقیت شده است. در واقع، در این حالت نرخ بازدهی شرکت کمتر از نرخ هزینه سرمایه می‌باشد. حالت دیگری از درماندگی مالی زمانی رخ می‌دهد که شرکت موفق به رعایت‌کردن یک یا تعداد بیشتری از بندهای مربوط به قرارداد بدهی مانند نگاه داشتن نسبت جاری یا نسبت ارزش ویژه به کل دارایی‌ها طبق قرارداد نمی‌شود که به این حالت نکولتکنیکی گفته می‌شود. حالات دیگری از درماندگی مالی عبارتند از زمانی‌که جریانات نقدی شرکت برای بازپرداخت اصل و فرع بدهی کافی نباشد و نیز زمانی‌که ارزش ویژه شرکت عددی منفی شود (وستون و همکاران، ۱۹۹۲).

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

بنابراین در مقاله حاضر ابتدا از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای محاسبه شاخص کارایی شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره (۱۳۸۸-۱۳۸۴) استفاده می‌شود و نتیجه شاخص کارایی به‌عنوان متغیری برای پیش‌بینی درماندگی مالی در کنار سایر نسبت‌های مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش پیشنهاد شده، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی ورودی - خروجی هر شرکت بکار برده می‌شود. برای بررسی میزان تأثیر کارایی به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده، داده‌های ۵۰ شرکت تولیدی که در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از آزمون‌های آماری متغیرهایی که قدرت بیشتری در تفکیک شرکت‌های درمانده از شرکت‌های سالم را دارند انتخاب شده است، سپس درماندگی شرکت‌ها با استفاده از رگرسیون لجستیک در قالب دو الگو (با متغیر کارایی و بدون آن) پیش‌بینی شده است. در ادامه مقاله، پس از مقدمه در بخش دوم ادبیات موضوع ارائه می‌گردد. متدولوژی تحقیق در بخش سوم مقاله معرفی شده است. در بخش چهارم مقاله به تخمین، تجزیه و تحلیل الگوی پیشنهادی پرداخته شده است و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه شده است.

۲. ادبیات موضوع

نخستین پژوهش در حوزه پیش‌بینی ورشکستگی در سال ۱۹۳۱ توسط پاتریک انجام شد. وی روند ۱۳ نسبت مالی را برای حدود ۲۰ شرکت ورشکسته و ۲۰ شرکت غیرورشکسته در یک دوره ۹ ساله بررسی نمود. وی به این نتیجه دست یافت که تمام نسبت‌های بکارگرفته شده تا حدی می‌توانند ورشکستگی را پیش‌بینی کنند، اما از میان آنها نسبت‌های سود خالص به سود ویژه، سود ویژه به بدهی و سود ویژه به دارایی‌های ثابت بهترین نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی ورشکستگی هستند.

مروین (۱۹۴۲) نسبت‌های مالی را برای شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته در یک دوره ۶ ساله بررسی نمود. وی اظهار کرد که سه نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، سود ویژه به کل بدهی‌ها و نسبت جاری از شاخص‌های مالی مناسبی برای پیش‌بینی ورشکستی شرکت‌ها هستند. مروین به این نتیجه رسید که از بین این نسبت‌ها، نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها بهترین شاخص برای پیش‌بینی ورشکستگی به‌شمار می‌رود.

اهلسون (۱۹۸۰) نیز نخستین کسی بود که در حوزه پیش‌بینی ورشکستگی از مدل رگرسیون لجستیک[1] استفاده نمود. با توجه به اینکه نمونه وی شامل ۱۰۵ شرکت ورشکسته و ۲۰۵ شرکت سالم

1. Logistic Regression

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

بود، کار وی جامع‌ترین پژوهش انجام شده تا آن زمان بود و مدل پیش‌بینی استخراج شده وی توانست ورشکستگی شرکت‌ها را برای سال‌های اول تا سوم به‌ترتیب با دقت ۸۵/۱، ۸۷/۶، ۸۲/۶ درصد پیش‌بینی نماید و متغیرهای نسبت بدهی کل به دارایی کل و نسبت سود خالص به مجموع دارایی‌ها بهترین نسبت‌های تفکیک‌کننده در مدل وی بودند.

زیمجوسکی (۱۹۸۴) از نسبت‌های نقدینگی، فعالیت و اهرمی برای ارائه الگوی مناسب استفاده نمود. این نسبت‌ها مبتنی بر مبنای نظری نبوده بلکه بیشتر بر اساس تجربیات وی در مطالعات پیشینش بود. الگوی زیمجوسکی برمبنای نمونه‌ای شامل ۴۰ شرکت ورشکسته و ۸۰۰ شرکت غیرورشکسته تولیدی پی‌ریزی شد.

رانس (۱۹۹۹) مدلی را طراحی نمود که در آن از اطلاعات ۹۴۹ شرکت بین سال‌های (۱۹۹۴-۱۹۸۷) استفاده شد. در این مطالعه به تأثیر صنعت، چرخه اقتصادی و اندازه شرکت در پیش‌بینی ورشکستگی توجه شد. وی با استفاده از متغیرهایی که بیانگر اندازه، سودآوری، جریانات نقدی و اهرم مالی شرکت بودند چندین مدل ارائه نمود. نتایج تحقیق نشان داد که احتمال ورشکسته شدن شرکت‌های غیرسودآور و دارای مشکل در جریان نقدی بیشتر است. از دیگر نتایج این تحقیق این بود که با بکارگیری اهرم مالی و جریانات نقدی در مدل می‌توان به دقت پیش‌بینی بهتری دست یافت. در این مطالعه برخلاف مطالعات قبلی نتایج نشان داد که مدل‌های پروبیت[1] و لاجیت[2] عملکرد بهتری از مدل تحلیل تمایزی چندگانه[3] دارند.

اکسو و وانگ (۲۰۰۹) مدل پیش‌بینی شکست شرکت را با استفاده از کارایی[4] (به‌عنوان متغیر پیش‌بینی‌کننده) پیشنهاد دادند. آنها در این روش پیشنهادی DEA[5] را به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی هر شرکت بکار بردند. جامعه مورد مطالعه آنها شرکت‌های موجود در لیست بورس اوراق بهادار شانگهای[6] می‌باشد. نمونه مورد بررسی شامل ۶۰ شرکت سالم و ۶۰ شرکت ورشکسته بین سال‌های (۲۰۰۵-۱۹۹۹) می‌باشد. در این مطالعه متغیرها شامل دو قسمت می‌شدند:

- کارایی شرکت
- متغیرهای منتخب از نسبت‌های مالی

1.Probit
2. Logit
3. Multiple Discriminant Approach (MDA)
4. Efficiency
5. Data Envelopment Analysis
6. Shanghai Stock Exchange (SSE)

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

با توجه به اینکه نسبت‌های انتخابی می‌بایست ویژگی‌های سودآوری، ثبات، رشد، فعالیت و جریان نقدی را مورد ملاحظه قرار دهند از ۲۰ نسبت مالی استفاده شد. نتایج تجربی سه مدل اصلی پیش‌بینی شکست مالی شرکت، روش تحلیل تمایزی چندگانه (MDA)، رگرسیون لجستیک و ماشین بردار پشتیبان (SVM)[1] همگی پیشنهاد می‌کردند که کارایی یک متغیر پیش‌بینی‌کننده مؤثر می‌باشد.

لین و زونگ (۲۰۰۹) توانایی پیش‌بینی ۴ مدل پیش‌بینی درماندگی مالی را که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی قابل اعتمادی را برای شرکت‌های صنعتی تایوان فراهم می‌آورند مورد بررسی و آزمایش قرار دادند. تحلیل تمایزی چندگانه (MDA)، لاجیت، پروبیت و شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)[2] روش‌های انتخابی آنها بین سال‌های (۲۰۰۵-۱۹۹۸) می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مدل لاجیت، پروبیت و ANN به دقت پیش‌بینی بالاتری دست یافته‌اند و قابلیت تعمیم نیز دارند. مدل پروبیت از عملکرد بهتر و ثابتی برخوردار است. اگر داده‌های به‌دست‌آمده مفروضات روش‌های آماری را فراهم نیاورند روش ANN مزیت‌های خود را نشان خواهد داد و به دقت پیش‌بینی بالاتری دست خواهد یافت.

سووشی و همکارانش (۲۰۰۹) در کار تحقیقاتی خود تحلیل پوششی داده‌ها را به‌عنوان ابزاری سریع و آسان برای ارزیابی ورشکستگی شرکت در مقایسه با رگرسیون لجستیک معرفی نمودند. جامعه آماری مورد استفاده آنها شامل ۵۰ شرکت ورشکسته و ۹۱۰ شرکت غیرورشکسته بین سال‌های (۲۰۰۴-۱۹۹۱) می‌باشد. آنها ۹ متغیر (۲ خروجی و ۷ ورودی) را در مطالعات خود بکار بردند. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که روش LR در نمونه‌های داخلی بسیار خوب عمل می‌کند، در حالی‌که DEA در نمونه‌های خارجی عملکرد خوبی را از خود نشان می‌دهد. همچنین، در ۸۴ تا ۸۹ درصد موارد مدل DEA در شناسایی مستقیم شرکت‌های ورشکسته بسیار خوب عمل نموده و LR در ۶۱ تا ۶۴ درصد از موارد در این زمینه خوب عمل می‌کند. از سوی دیگر، در شناسایی شرکت‌های غیرورشکسته مدل LR ۶۹/۳۰ تا ۹۹/۴۷ درصد خوب عمل می‌کند، در حالی‌که در مورد DEA این مقادیر بین ۶۸/۴۲ تا ۸۳/۳۳ درصد است.

تی‌سنگ و چانگ هو (۲۰۱۰) در کار تحقیقاتی خود از چهار روش متفاوت مدل لاجیت، مدل فاصله درجه دوم لاجیت[3]، مدل پرسپترون چند لایه پس انتشار[4] و RBFN[5] برای پیش‌بینی شرکت‌های ورشکسته و سالم در انگلستان استفاده کردند. در این مطالعه از ۵ متغیر جهت توضیح ورشکستگی

1. Support Vector Machine
2. Artificial Neural Network
3. Quadratic Interval Logit Model
4. Back Propagation Multi-Layer Perceptron (MLP)
5. Radial Basis Function Network

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

استفاده شده است که عبارتند از کارایی مدیریت، ساختار سرمایه، ناتوانی در پرداخت دیون، تأثیرات زیان‌آور اقتصادی و عدم ثبات درآمد. نتایج آزمون نشان می‌دهد که مدل RBFN بهتر از سایر مدل‌ها عمل کرده، پس از آن مدل فاصله درجه دوم لاجیت و سپس مدل لاجیت و در نهایت مدل پرسپترون چندلایه پس انتشار در پیش‌بینی درماندگی مالی کارا عمل می‌کنند.

موسوی‌شیری و صالحی (۲۰۱۲) در مطالعه خود با استفاده از روش DEA مبتنی بر نمونه ۶۰ شرکت تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی (۲۰۱۰-۲۰۰۰) به بررسی نقش کارایی پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های می‌پردازد. همچنین، نتایج مطالعه این محقق با استفاده از روش آماری تحلیل تمایز چندگانه (MDA) مورد تأیید قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد کارایی نقش مهمی را در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها دارا می‌باشد، به طوری‌که تا دو سال پیش از ورشکستگی این متغیر علامت لازم را برای وقوع ورشکستگی نشان می‌دهد.

تحقیقات داخلی انجام‌شده در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها بیشتر در جهت شناخت توانایی مدل‌های خارجی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار بوده است.

نخستین پژوهش انجام‌شده برای ارائه یک مدل پیش‌بینی ورشکستگی در ایران توسط رسول‌زاده (۱۳۸۰) تحت‌عنوان "بررسی کاربرد مدل آلتمن[1] برای بررسی وضعیت ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در دو گروه صنایع فلزات اساسی و نساجی" انجام شده است. وی در این مطالعه اطلاعات مالی حاصل از صورت‌های مالی شرکت‌های فوق را بین سال‌های (۱۳۷۸-۱۳۷۵) مورد استفاده قرار داد. این پژوهش پیش‌بینی صحیح شرکت‌های ورشکسته معادل ۷۵ درصد را به اثبات رساند.

شاکری (۱۳۸۲) در مطالعه‌ای به بررسی کاربرد مدل اسپرینگیت[2] برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار می‌پردازد. مدل اسپرینگیت که از روش آماری تحلیل تمایز چندگانه استفاده می‌کند می‌تواند با ۸۸ درصد اطمینان ورشکستگی شرکت‌ها را دو سال قبل از وقوع آن پیش‌بینی کند. از ۱۴ نسبت مالی به‌عنوان متغیر های کمی مورد بررسی استفاده شد و در نهایت مشخص شد که ۴ متغیر در پیش‌بینی ورشکستگی از اهمیت بیشتری برخوردارند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که الگوی پیشنهادی قادر به پیش‌بینی صحیح ورشکستگی شرکت‌ها با دقت ۸۴ درصد برای دو سال آینده می‌باشد. همچنین، الگو برای سال آینده را نیز با همان دقت ۸۴ درصد پیش‌بینی می‌نماید، از سوی دیگر برآورد مدل جدیدی مبتنی بر اطلاعات شرکت‌های ایرانی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت که به‌دلیل پایین بودن حجم نمونه نتایج از مدل اولیه ضعیف‌تر می‌باشد.

1. Altman
2. Springate

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

راعی و فلاح‌پور (۱۳۸۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان "کاربرد ماشین‌بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی" به بررسی کارایی استفاده از ماشین بردار پشتیبان (SVM) در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها پرداخته‌اند، نتایج مدل SVM در مقایسه با مدل آماری رگرسیون لجستیک (LR) بررسی شده است. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها مدل SVM نسبت به مدل LR به‌طور معناداری از دقت کلی بیشتری برخوردار است. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهند که مدل SVM نسبت به مدل LR نه‌تنها از دقت کلی بهتری برخوردار است، بلکه توانایی بالاتری نیز در تعمیم‌پذیری دارد.

سعیدی و آقایی (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای تحت‌عنوان "پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز[1]" مدل‌بندی پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه‌های بیز را انجام دادند. نتایج عملکرد مدل‌ها نشان داد گسسته‌سازی از دو دسته تا چهار دسته باعث افزایش عملکرد مدل می‌شود، اما افزایش دسته‌ها به پنج دسته باعث کاهش عملکرد مدل ساده بیز می‌شود.

۳. متدولوژی تحقیق

هدف اصلی تحقیق با استفاده از مبانی نظری و شواهد تجربی الگوی درماندگی شرکت‌ها مدلی مناسب برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها معرفی می‌گردد. هدف این است که در کنار نسبت‌های مالی مهم برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها، استفاده از متغیر کارایی به‌عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها می‌تواند به دقت و قدرت پیش‌بینی مدل بیفزاید.

برای این کار ابتدا از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای محاسبه شاخص کارایی شرکت‌ها استفاده می‌شود و نتیجه شاخص کارایی به‌عنوان متغیری برای پیش‌بینی درماندگی مالی در کنار سایر نسبت‌های مالی در الگوهای اقتصادسنجی نظیر لاجیت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جامعه آماری مورد بررسی شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره (۱۳۸۸-۱۳۸۴) است. منظور از شرکت‌های تولیدی شرکت‌هایی است که در زمینه‌های بازرگانی، خدماتی و مالی فعالیت نمی‌کنند.

گزارش حسابرس مستقل برای سال مالی ۱۳۸۸ کلیه شرکت‌های تولیدی در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفت. از میان این شرکت‌ها ۲۵ شرکت که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت

1. Bayesian Networks

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

بودند مشاهده گردید. طبق ماده ۱۴۱ قانون تجارت شرکت‌های ورشکسته شرکت‌هایی هستند که زیان انباشته آنها بیشتر از ۵۰ درصد سرمایه آنها باشد، سپس از میان شرکت‌های تولیدی باقی‌مانده با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ۲۵ شرکت سالم انتخاب گردید، بنابراین نمونه تحت بررسی شامل ۵۰ شرکت می‌باشد.

۳-۱. تعریف متغیرها

برای انتخاب متغیرهای مدل می‌بایست از تعاریف و نسبت‌هایی استفاده شود که اطلاعات آن موجود و به راحتی از طریق صورت‌های مالی شرکت‌ها قابل استخراج باشد. در این بخش متغیرهای وابسته و مستقل معرفی خواهند شد.

الف) متغیر وابسته: متغیر وابسته یک متغیر مجازی برای تفکیک شرکت‌های سالم و درمانده ماده ۱۴۱ قانون تجارت است که مقدار یک بیانگر سالم بودن و مقدار صفر بیانگر درماندگی شرکت است.

ب) متغیرهای مستقل: در این تحقیق مجموعه اولیه متغیرهای مستقل شامل ۱۹ نسبت مالی و کارایی می‌باشد که با توجه به مطالعات نظری و تجربی در زمینه درماندگی مالی و ورشکستگی انتخاب شده‌اند. نسبت‌های مالی بکار رفته ۴ مشخصه شرکت‌ها را ارزیابی می‌کنند: ثبات،[1] سودآوری،[2] رشد،[3] فعالیت[4].

کارایی: کارایی یک مفهوم نسبی است و مقایسه بین عملکرد واقعی و ایده‌آل می‌باشد. می‌توان گفت که کارایی نحوه بهره‌گیری از منابع توجه دارد و میزان استفاده مفید از منابع را نشان می‌دهد.

در این پژوهش کارایی از دو روش CCR[5] و BCC[6] محاسبه می‌شود. تفاوت این دو مدل در فرض مربوط به بازدهی ثابت یا متغیر نسبت به مقیاس است. در مدل CCR فرض بر بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (CRS)[7] و در مدل BCC فرض بر بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS)[8] است. منظور از بازدهی ثابت نسبت به مقیاس این است که ستاده‌ها به نسبتی که نهاده‌ها تغییر می‌کنند، تغییر کنند (مهرگان، ۱۳۸۳).

1. Stability
2. Profitability
3. Growth
4. Activity
5. Charnes, Copper, Rhodes
6. Banker, Charnes, Cooper
7. Constant Returns to Scale
8. Variable Rreturns to Scale

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

مجموعه متغیرهای اولیه عبارتند از:

جدول ۱. متغیر های مستقل اولیه

دسته	متغیرها	شرح
ثبات	X_1	نسبت بدهی= کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها
	X_2	نسبت بدهی‌های بلندمدت= بدهی‌های بلندمدت یا غیرجاری به کل دارایی‌ها
	X_3	نسبت آنی= دارایی‌های جاری منهای موجودی کالا و مواد اولیه تقسیم بر بدهی‌های جاری
	X_4	کل حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها
	X_5	سرمایه درگردش به کل دارایی‌ها
	X_6	نسبت موجودی نقد و شبه نقد (سپرده‌های بانکی، اوراق مشارکت و نظایر آن) تقسیم بر بدهی‌های جاری
سودآوری	X_7	درآمد خالص (سود خالص پس از کسر مالیات) تقسیم بر هزینه‌های مالی
	X_8	سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی‌ها
	X_9	سود قبل از هزینه مالی و مالیات به خالص فروش
	X_{10}	هزینه‌های مالی به کل فروش
	X_{11}	نسبت افزایش در سود خالص عملیاتی (سود خالص قبل از کسر مالیات و هزینه‌های مالی)
	X_{12}	سود خالص قبل از کسر مالیات به سود خالص عملیاتی (سود خالص قبل از کسر مالیات و هزینه‌های مالی)
رشد	X_{13}	نرخ رشد کل دارایی‌ها
	X_{14}	نرخ رشد فروش
	X_{15}	نسبت افزایش در هزینه‌های مالی
	X_{16}	نسبت سود خالص قبل از کسر مالیات به کل دارایی‌ها (بازده کل دارایی)
فعالیت	X_{17}	نسبت گردش موجودی کالا= فروش خالص تقسیم بر متوسط موجودی کالا
	X_{18}	نسبت گردش حساب‌های دریافتنی= فروش خالص تقسیم بر متوسط حساب‌های دریافتنی
	X_{19}	نسبت گردش کل دارایی‌ها = فروش خالص تقسیم بر کل دارایی‌ها
کارایی	X_{20}	کارایی با بازده متغیر به مقیاس
	X_{21}	کارایی با بازده ثابت به مقیاس

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

۳-۲. مدل‌های استفاده شده در این پژوهش

۳-۲-۱. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

DEA ابزاری کارامد برای ارزیابی کارایی است که برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs)[1] با تنظیمات ورودی و خروجی چندگانه استفاده می‌شود. در DEA سطح کارایی نسبت به یک مرز امکانات اندازه‌گیری می‌شود. مرز امکانات تشکیل‌شده به‌وسیله ترکیبات خطی سؤالی از واحدهای تصمیم‌گیری و تعیین‌نمودن کوچکترین ورودی مورد استفاده برای رسیدن به یک سطح خروجی معین لازم است (هونو و لیانگ، ۲۰۰۷).

فرض کنید یک دسته n تایی از DMUs دارید که خروجی‌ها $y_i (j=1,2,...,n)$ به‌وسیله ورودی‌ها $x_i (j=1,2,...,n)$ تولید می‌شوند. در مدت یک فرایند تولید کوچکترین ورودی مورد استفاده قرار گرفته و بزرگترین خروجی تولید می‌شود. مجموعه امکانات تولید (PPS)[2] می‌تواند یکی از دو حالت زیر باشد:

$$T_c = \left\{ (x,y) \middle| \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j \le x, \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j \ge y, \lambda_j \ge 0, j=1,2,...,n \right\} \quad (۱)$$

$$T_v = \left\{ (x,y) \middle| \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j \le x, \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j \ge y, \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1, \lambda_j \ge 0, j=1,2,...,n \right\} \quad (۲)$$

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک ابزار سودمند برای اندازه‌گیری کارایی است که می‌تواند تمام ابعاد فعالیت‌های شرکت را اندازه‌گیری نماید و یک اندازه از کارایی به‌وسیله بررسی ورودی‌ها و خروجی‌ها بدهد.

Tc اشاره می‌کند که تمام واحدهای تصمیم‌گیری تحت شاخص اقتصادی CRS هستند. T_V فعالیت‌هایی از واحدهای تصمیم‌گیری است که تحت شاخص اقتصادی VRS هستند. مدل CCR مدل عمومی CRSDEA و مدل BCC مدل عمومی VRSDEA است (وانگ، ۲۰۰۹). زمانی‌که یک DMU به‌وسیله مدل CCR ارزیابی می‌شود[3] خواهید داشت (چارنز و همکاران، ۱۹۷۸):

1. Decision Making Units
2. Production Possibility Set

۳. این یک تابع ورودی محور و هدف ما برای کارایی استفاده از کمترین ورودی می‌باشد. φ و θ هدف توابع و λ ضریب مثبتی می‌باشد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

$$\begin{aligned} &\text{MIN} \\ &\text{Subject to} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j \le \theta x_0 \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j \ge y_0 \\ &\lambda_j \ge 0, j = 1,2,\ldots,n \end{aligned} \tag{۳}$$

زمانی که یک DMU به‌وسیله مدل BCC ارزیابی می‌شود دارید (بانکر و همکاران، ۱۹۸۴):

$$\begin{aligned} &\text{MIN} \qquad \Phi \\ &\text{Subject to Subject to} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j \le \varphi x_0 \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j \ge y_0 \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \\ &\lambda_j \ge 0, j = 1,2,\ldots,n \end{aligned} \tag{۴}$$

در تحقیقات سیلن، پترز و وانهوف (۲۰۰۴) یک روش پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از DEA را پیشنهاد نمودند که موارد را در دو گروه کارا و ناکارا طبقه‌بندی می‌کرد.

۳-۲-۲. رگرسیون لجستیک

مدل رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی‌نمودن احتمال حضور یک پیشامد یا خروجی $P(Y_J^P = 1), (j = 1,2,\ldots,M)$ بر پایه مشاهدات نمونه مورد مطالعه طراحی شده است. به‌طور کلی، مدل رگرسیون لجستیک برای متغیرهای توضیحی $x_1, x_2, \ldots, x_D$ به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left(\alpha_0 + \alpha_1 x_{1j} + \alpha_2 x_2 + \cdots + \alpha_D x_{Dj} + \varepsilon_j\right)\right]} \tag{۵}$$

در این معادله، α_D و ... و α_1 و α_0 ضرایب رگرسیون هستند. در ارائه معادله رگرسیون لجستیک از نسبت حداکثر راستنمایی[1] برای مشخص نمودن اهمیت آماری متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد

1 .Maximum-Likelihood Ratio

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

(هالمر و لمشو، ۲۰۰۰). پس از پایه‌گذاری مدل رگرسیون لجستیک می‌توان آن را به‌عنوان پیش‌بینی احتمال رخداد $P(Y_j^P = 1)$ برای X_M^P و ... و X_2^P و X_1^P بکار برد. به‌عنوان مثال:

$$P(y_j^p = 1) = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left(\alpha 0 + \alpha 1\, x1j + \alpha 2\, x2 + \dots + \alpha D\, xDj + \varepsilon j\right)\right]} \qquad (۶)$$

در این معادله، $\hat{\alpha}_i (i = 1,2,\dots,M)$ ضریب تخمین زده شده از مدل رگرسیون لجستیک است. فرض بر این است که متغیر وابسته تنها دو مقدار صفر و یک را می‌گیرد. برخلاف بیشتر مدل‌های رگرسیون لجستیک که معمولاً ۰/۵ را به‌عنوان احتمال آستانه‌ای[1] برای تعیین‌نمودن رخداد پیشامد انتخاب می‌کنند در این پژوهش با استفاده از:

خطای نوع اول:[2] $\frac{\text{تعداد شرکت‌های درمانده که توسط مدل شرکت سالم اعلام شده}}{\text{تعداد کل شرکت‌های درمانده}}$

خطای نوع دوم:[3] $\frac{\text{تعداد شرکت‌های سالم که توسط مدل شرکت درمانده اعلام شده}}{\text{تعداد کل شرکت‌های سالم}}$

نرخ طبقه‌بندی صحیح الگو: $\frac{\text{مجموع تعداد شرکت‌های سالم و درمانده درست ارزیابی‌شده توسط مدل}}{\text{تعداد کل شرکت‌های سالم و درمانده}}$

نرخ طبقه‌بندی نادرست الگو: (نرخ طبقه‌بندی درست - ۱) سطح بهینه احتمال آستانه‌ای الگو تعیین می‌شود.

1. Threshold Probability
2. Error of Type I
3. Error of Type II

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

٤. تخمین، تجزیه و تحلیل الگو

٤-۱. محاسبه کارایی

در ابتدا کارایی شرکت‌ها محاسبه می‌شود و در کنار سایر نسبت‌های مالی قرار می‌گیرد. برای تحلیل کارایی شرکت‌ها می‌بایست متغیرهای ورودی و خروجی انتخاب شده باشند. عمدتاً متغیرهای ورودی برای یک شرکت، سرمایه، بدهی، منابع انسانی، تکنولوژی می‌باشد و معمولاً متغیرهای خروجی سود و فروش می‌باشند، بنابراین در این پژوهش کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها و هزینه‌های فروش را به‌عنوان متغیرهای ورودی برای محاسبه کارایی انتخاب شده و برای متغیر خروجی درآمد حاصل از فروش در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار EMS[1] کارایی شرکت‌ها از طریق دو مدل BCC و CCR محاسبه شده است.

٤-۲. روش انتخاب متغیرهای نهایی

یکی از مشکلات آماری در تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی مسئله انتخاب تکنیک‌های آماری با توجه به توزیع نسبت‌ها است. هنگام بکارگیری نسبت‌های مالی اغلب داده‌ها نرمال فرض شده و از روش‌های پارامتریک استفاده می‌شود، اما اطلاعات اندکی در زمینه ویژگی‌های توزیع نسبت‌های مالی وجود دارد. به همین دلیل در ابتدا داده‌ها از لحاظ نرمال بودن مورد بررسی قرار می‌گیرند. به این منظور، از آزمون کولموگوروف – اسمیرنوف (KS)[2] استفاده شده است و متغیرها به دو دسته نرمال و غیرنرمال تقسیم می‌شوند.

برای بررسی تفاوت میانگین نسبت‌های مالی در دو گروه درمانده و سالم از آزمون برابری میانگین‌ها از دو نمونه مستقل استفاده می‌شود. هدف از این روش انتخاب متغیرهایی است که تفاوت بین میانگین‌های درمانده و سالم آن توان ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها را داشته باشد. برای انتخاب نسبت‌های مالی مفید و کاربردی که رابطه نزدیکی با شرایط مالی شرکت‌ها دارند و همچنین برای برآورد مقدار و میزان معنادار بودن تفاوت هر نسبت بین شرکت‌های درمانده و سالم در صورت نرمال بودن از آزمون t- استیودنت[3] و در غیر اینصورت از آزمون غیرنرمال من- ویتنی[4] استفاده می‌شود. این آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS بر روی متغیرهای نمونه در سال‌های (۱۳۸۸-۱۳۸۴) انجام شده است که نتایج نهایی آن در جدول (۲) ارائه شده است:

1. Efficiency Measurement System
2. Kolmogorov Smirnov
3. T-Student Test
4. Mann-Whitney Test

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

جدول ۲. متغیرهای انتخاب شده به‌وسیله آزمون فرض

۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴
X1	X1	X1	X1	X1
X3	X3	X3	X4	X2
X4	X4	X4	X5	X4
X5	X5	X5	X6	X7
X6	X6	X6	X7	X8
X7	X7	X7	X8	X9
X8	X8	X8	X9	X10
X9	X9	X9	X10	X16
X10	X10	X10	X16	
X11	X13	X16		
X13	X16	X18		
X14	X17			
X16	X18			
X17	X21			
X18				
X21				

مأخذ: محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS.

جدول (۲) نشان می‌دهد که در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ کارایی با بازده ثابت به مقیاس توان تفکیک شرکت‌های سالم و درمانده را دارد. با توجه به اینکه هدف اصلی این پژوهش تعیین نقش کارایی در پیش‌بینی درماندگی شرکت‌ها است، برای تعیین مدل و بررسی آن از اطلاعات دو سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ استفاده می‌گردد، بنابراین مدل لاجیت را یکبار بدون بکار بردن متغیر کارایی (Logit) و بار دیگر با استفاده از متغیر کارایی (Logit-E) برآورد نموده تا بتوان نقش کارایی را در الگو نشان داد.

٤-۳. بررسی همخطی بین متغیرها

به‌منظور اجتناب از همخطی بین متغیرهای مستقل می‌بایست وجود همخطی بین متغیرها را مورد بررسی قرارداد. یکی از راه‌های متداول برای انجام این کار، بررسی عامل تورم واریانس (VIF)[1] می‌باشد. عامل تورم واریانس هرچقدر افزایش یابد باعث می‌شود واریانس ضرایب رگرسیون افزایش یافته و رگرسیون را برای پیش‌بینی نامناسب می‌سازد. عامل تورم واریانس برای متغیر X_j برابر است با:

$$VIFj = \frac{1}{1 - R_j^2} \qquad (۷)$$

1. Variance Inflation Factor

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

که در آن، R_j^2 برابر آماره R^2 از رگرسیون Xj بر سایر متغیرها است (استین، ۱۹۹۵). متأسفانه مقدار تعریف‌شده دقیقی برای VIF که چه مقدار باشد که دلیل بر همخطی بین متغیرها باشد وجود ندارد. چاترجی و پرایس (۱۹۹۱) بیان نمودند که VIF۱۰ = برای نشان دادن مسئله همخطی به‌قدر کافی بزرگ است. بر روی ۱۴ متغیر منتخب در سال ۱۳۸۷ و ۱۶ متغیر منتخب در سال ۱۳۸۸ آزمون همخطی انجام شد. نتایج نشان داد که VIF در اکثر متغیرها از ۱۰ بیشتر است که این بیانگر این است که بین متغیرهای انتخاب‌شده در سال ۱۳۸۷ و همچنین متغیرهای انتخاب شده در سال ۱۳۸۸ همخطی وجود دارد. بنابراین، با توجه به فرضیه اصلی پژوهش که تعیین نقش کارایی در درماندگی شرکت‌ها است؛ به‌منظور رفع همخطی از یکی از روش‌های رفع همخطی که کنار گذاشتن متغیرهای دارای همبستگی بالا با متغیر کارایی بودند؛ استفاده شد. البته لازم به ذکر است که تا جایی‌که امکان‌پذیر بود متغیرها در هر الگو وارد شدند؛ اما در برخی موارد به‌دلیل همخطی شدید میان متغیرهای الگو امکان اجرای مدل نبوده به این دلیل در برخی از موارد متغیرهای با همخطی بالا حذف شده و به‌طور مجزا در الگو لحاظ شده‌اند و از مجموعه متغیرهایی که با متغیر کارایی با بازده ثابت به مقیاس ایجاد همخطی نمی‌کردند در قالب چهار سناریو در یک سال مانده به درماندگی مالی (۱۳۸۷) و سه سناریو در سال درماندگی مالی (۱۳۸۸) استفاده گردید.[۱]

٤-٤. سناریوی اول در سال درماندگی مالی

در اینجا الگوی لاجیت به دو صورت بدون متغیر کارایی (Logit) و با حضور متغیر کارایی (Logit-E) مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

الگوی اول در سال درماندگی مالی بدون متغیر کارایی (Logit)

الگوی لاجیت به‌صورت زیر تصریح می‌گردد:

$$\ln\left(\frac{p_j}{1-p_j}\right)=\beta_0+\beta_1x_3+\beta_2x_9+\beta_3x_{11}+\beta_4x_{13}+\beta_5x_{17}+\varepsilon \qquad (۸)$$

۱. به‌دلیل محدودیت در حجم مقاله تنها به ذکر جزئیات یک سناریو در سال درماندگی مالی (۱۳۸۸) پرداخته می‌شود و نتایج کلی سایر سناریوها در جدول (۹) ارائه می‌گردد. برای مطالعه جزئیات بیشتر به کار اصلی مراجعه گردد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

با استفاده از روش حداکثر راستنمایی نتایج الگو در جداول (۳)، (۴) و (۵) ارائه شده است:

جدول ۳. الگوی اول لاجیت در سال درماندگی بدون متغیر کارایی (Logit)

شرح	متغیر	ضریب	S.E	آماره Z	P-Value
عرض از مبدأ	C	-۷/۳۳	۱/۷۵	-۴/۱۷	۰/۰۰
نسبت آنی	X3	۶/۸۹	۳/۲۵	۲/۱۲	۰/۰۳
سود قبل از هزینه مالی و مالیات به خالص فروش	X9	۳۱/۱۳	۱۱/۳۶	۲/۷۳	۰/۰۰
نسبت افزایش در سود خالص عملیاتی	X11	-۰/۳۳	۰/۱۶	-۲/۰۵	۰/۰۴
نرخ رشد کل دارایی	X13	-۰/۳۴	۶/۰۳	-۰/۰۵	۰/۹۵
نسبت گردش موجودی کالا	X17	۰/۳۰	۰/۲۷	۱/۱۰	۰/۲۶
McFadden R-squared ۰/۷۴					
LR statistic (۰/۰۰) ۵۱/۶۹					
Hosmer-Lemeshow Goodness-of-Fit Tests(۰/۸۸) ۰/۶۸					
Heteroskedasticity Test (LM Test) (۰/۹۹) ۰/۰۹					

مقادیر داخل پرانتز سطح P-Value می‌باشند.

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

جدول ۴. مقادیر VIF متغیرهای الگوی اول در سال درماندگی Logit

متغیر	X3	X9	X11	X13	X17
VIF	۱/۲۶	۱/۶۱	۱/۵۳	۱/۸۱	۱/۳۳

مأخذ: نتایج انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

جدول ۵. تعیین CUTOFF بهینه الگوی اول در سال درماندگی بدون متغیر کارایی (Logit)

	مقدار CUT OFF		
	۰/۴	۰/۵	۰/۶
خطای نوع اول	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
خطای نوع دوم	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸
مجموع خطاها	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۲۰
نرخ طبقه‌بندی درست	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۹۰
نرخ طبقه‌بندی نادرست	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۰

مأخذ: محاسبات انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

با توجه به جدول (۳) ضرایب X3، X9 و X11 در سطح ۵ درصد معنادار هستند، همچنین اثر X3 و X9 در احتمال سالم ماندن شرکت مثبت و اثر X11 منفی می‌باشد. اثر متغیر X13 نیز منفی و X17 مثبت است؛ اما معنادار نمی‌باشند اما حضور آنها در الگو برای پیش‌بینی مؤثر است.

آماره مک – فادن (۰/۷۴) و سایر آماره‌های کنترل تشخیصی و همچنین نتایج آزمون VIF برای همخطی (جدول ۴) حاکی از خوبی مدل می‌باشند. در جدول (۵) نتایج سطح بهینه آستانه‌ای الگو نشان می‌دهد که سطح ۰/۴ با ۹۲ درصد پیش‌بینی درست شرکت‌های سالم و درمانده سطح بهینه آستانه‌ای می‌باشد.

الگوی اول در سال درماندگی مالی با متغیر کارایی (Logit-E)

الگوی لاجیت در اینجا به‌صورت زیر تصریح می‌گردد:

$$\ln\left(\frac{p_j}{1-p_j}\right)=\beta_0+\beta_1x_3+\beta_2x_9+\beta_3x_{11}+\beta_4x_{13}+\beta_5x_{17}+\beta_6x_{21}+\varepsilon \qquad (۹)$$

با استفاده از روش حداکثر راستنمایی نتایج الگو در جداول (۶)، (۷) و (۸) ارائه شده است:

جدول ۶. الگوی اول لاجیت در سال درماندگی با متغیر کارایی (Logit-E)

شرح	متغیر	ضریب	S.E	آماره Z	P-Value
عرض از مبدأ	C	−۱۸/۵۱	۶/۷۹	−۲/۷۲	۰/۰۰
نسبت آنی	X3	۱۰/۹۸	۲/۸۸	۳/۸۰	۰/۰۰
سو دقبل از هزینه مالی و مالیات به خالص فروش	X9	۴۳/۱۸	۱۸/۸۰	۲/۲۹	۰/۰۲
نسبت افزایش در سود خالص عملیاتی	X11	−۰/۳۶	۰/۱۷	−۲/۱۲	۰/۰۳
نرخ رشد کل دارایی	X13	۱/۷۷	۵/۶۲	۰/۳۱	۰/۷۵
نسبت گردش موجودی کالا	X17	۱/۰۵	۰/۵۴	−۱/۹۱	۰/۰۵
کارایی با بازده ثابت به مقیاس	X21	۲۰/۳۲	۱۱/۱۱	۱/۸۲	۰/۰۶
McFadden R-squared ۰/۸۲					
LR statistic (۰/۰۰) ۵۷/۳۴					
Hosmer-Lemeshow Goodness-of-Fit Tests (۰/۱۶) ۵/۱۸					
Heteroskedasticity Test (LM Test) (۰/۹۹) ۰/۰۰۵					

مقادیر داخل پرانتز سطح P-Value می‌باشند.

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

جدول ۷. مقادیر VIF متغیرهای الگوی اول در سال درماندگی Logit-E

متغیر	X3	X9	X11	X13	X17	X21
VIF	۱/۵۸	۱/۶۹	۱/۶۱	۱/۸۱	۱/۳۸	۱/۶۶

مأخذ: محاسبات انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

جدول ۸. تعیین CUT OFF بهینه الگوی اولدر سال درماندگی با متغیر کارایی (Logit-E)

	مقدار CUT OFF		
	۰/۴	۰/۵	۰/۶
خطای نوع اول	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴
خطای نوع دوم	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۴
مجموع خطاها	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۸
نرخ طبقه‌بندی درست	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۶
نرخ طبقه‌بندی نادرست	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴

مأخذ: محاسبات انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

با توجه به جدول (۶) ضرایب X3، X9 و X11 در سطح ۵ درصد معنادار هستند، همچنین اثر X3 و X9 در احتمال سالم ماندن شرکت مثبت و اثر X11 منفی می‌باشد. اثر متغیرهای X13، X17 و X21 نیز مثبت است؛ اما معنادار نمی‌باشند اما حضور آنها در الگو برای پیش‌بینی مؤثر است.

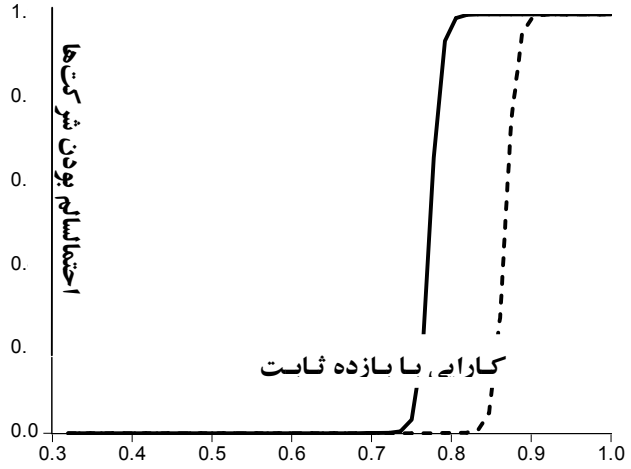
آماره مک – فادن (۰/۸۲) و سایر آماره‌های کنترل تشخیصی و همچنین نتایج آزمون VIF برای همخطی (جدول۷) حاکی از خوبی مدل می‌باشند.

در جدول (۸) نتایج سطح بهینه آستانه‌ای الگو نشان می‌دهد که سطوح ۰/۴ و ۰/۵ با ۹۸ درصد پیش‌بینی درست شرکت‌های سالم و درمانده سطوح بهینه آستانه‌ای می‌باشند.

برای نشان دادن تأثیر کارایی در حرکت شرکت‌ها به سمت سالم بودن و پیش‌بینی درماندگی مالی نمودار واکنش احتمالی (PRC)[1] به‌صورت زیر ترسیم شده است:

1. Probability Response Curve

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]



مأخذ: محاسبات انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

نمودار ۱. نمودار واکنش احتمالی الگوی اول در سال درماندگی

در نمودار (۱) خط پررنگ مربوط به الگوی با کارایی و خط نقطه‌چین الگوی بدون کارایی است. در شرایطی که نسبت‌های مالی با تأثیر مثبت در سالم بودن شرکت‌ها در الگو از یک رشد ثابت برخوردار باشند با ورود کارایی در الگو احتمال پیشرفت شرکت‌ها به سمت سالم بودن نسبت به حالت بدون کارایی سریعتر است.

نتایج کلی الگوهای بررسی شده در یک سال قبل از درماندگی مالی (۱۳۸۷) و سال درماندگی مالی (۱۳۸۸) در جدول (۹) ارائه شده است:

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

جدول ۹. نتایج الگوهای پژوهش

سال مالی	سناریو	الگو	متغیرهای الگو	درصد پیش‌بینی صحیح شرکت‌های سالم از درمانده الگو
یک سال مانده به درماندگی مالی (۱۳۸۷)	سناریوی اول	Logit	X3, X6, X7, X9, X16	۹۲
		Logit-E	X3, X6, X7, X9, X16, X21	۹۴
	سناریوی دوم	Logit	X5, X6, X9, X16	۹۰
		Logit-E	X5, X6, X9, X16, X21	۹۲
	سناریوی سوم	Logit	X1, X3, X5, X6, X13	۹۲
		Logit-E	X1, X3, X5, X6, X13, X21	۹۴
	سناریوی چهارم	Logit	X3, X4, X5, X6, X13	۹۲
		Logit-E	X3, X4, X5, X6, X13, X21	۹۴
سال درماندگی مالی (۱۳۸۸)	سناریوی اول	Logit	X3, X9, X11, X13, X17	۹۲
		Logit-E	X3, X9, X11, X13, X17, X21	۹۸
	سناریوی دوم	Logit	X3, X7, X9, X13, X17	۹۶
		Logit-E	X3, X7, X9, X13, X17, X21	۹۸
	سناریوی سوم	Logit	X9, X14, X16, X18	۹۶
		Logit-E	X9, X14, X16, X18, X21	۹۸

مأخذ: محاسبات انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

همانطورکه در جدول (۶) مشاهده می‌شود در ۴ سناریوی یک سال مانده به درماندگی مالی (۱۳۸۷) و ۳ سناریوی سال درماندگی مالی (۱۳۸۸) الگوهایی که در آن از متغیر کارایی استفاده شده است (Logit-E) با دقت بیشتری شرکت‌های سالم و درمانده را پیش‌بینی می‌کنند. این نتیجه با تحقیق انجام شده مشابه در این زمینه که توسط اکسو و وانگ (۲۰۰۹) در مورد شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار شانگهای (SSE) صورت گرفته بود مطابقت دارد.

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

پیش‌بینی‌درماندگی مالی یکی از پژوهش‌های با اهمیت در حوزه مالی است. با پیش‌بینی درماندگی مالی و پس از آن ریشه‌یابی مسأله و حل آن می‌توان به نتایج بسیار رضایت‌بخشی دست یافت. پیش‌بینی

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

درماندگی مالی شرکت‌ها از اهمیت بسیاری برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، مدیران، حسابرسان، دولت و به‌ویژه بانک مرکزی برخوردار است.

در ادبیات درماندگی مالی اغلب محققان بر نسبت‌های مالی شرکت‌ها برای پیش‌بینی درماندگی مالی تمرکز نموده‌اند. قابل توجه است که کارایی شرکت کاملاً بر عملیات و سلامت مالی آن تأثیرگذار است، بنابراین در این پژوهش رویکردی برای پیش‌بینی درماندگی مالی پیشنهاد شد که در آن از کارایی شرکت‌ها به‌عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده استفاده می‌شود. در طرح پیشنهادی، کارایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه می‌شود، سپس از کارایی محاسبه‌شده و برخی نسبت‌های مالی منتخب با استفاده از روش رگرسیون لجستیک اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی برای یک سال مانده به درماندگی مالی (۱۳۸۷) و سال درماندگی مالی (۱۳۸۸) شد. نتایج حاصل از بکارگیری الگو در بورس اوراق بهادار تهران در قالب دو الگوی لاجیت با حضور متغیر کارایی (Logit-E) و بدون متغیر کارایی (Logit) حاکی از این است که حضور متغیر کارایی با بازده ثابت به مقیاس (CCR)، دقت و توان الگو را در پیش‌بینی درماندگی مالی می‌افزاید.

همچنین، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نسبت‌های مالی می‌توانند پیش‌بینی‌کننده خوبی برای درماندگی مالی شرکت‌ها باشند. به علاوه، با توجه به توان بالای مدل‌های ارائه شده، بانک‌ها و مؤسسات رتبه‌بندی اعتباری می‌توانند روش پیشنهاد شده در این پژوهش را در فرایند رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌ها بکار گیرند، بنابراین براساس نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود موارد زیر در تحقیقات آتی در این زمینه مورد بررسی قرار گیرد:

- از برخی دیگر از مدل‌های DEA همچون مدل DEA فازی[1] برای برآورد کارایی استفاده شود.
- نسبت‌های مالی انتخاب شده برای مدل پیش‌بینی و همچنین ورودی و خروجی‌های مدل DEA تأثیر مهمی بر عملکرد رویکرد پیش‌بینی دارند، از این رو بهتر است که از متغیرهای دیگری برای آن استفاده شود.
- باتوجه به اینکه ورشکستگی به‌عنوان مشمولیت ماده ۱۴۱ قانون تجارت یک مفهوم مبتنی بر سودآوری است، توصیه می‌شود تحقیق حاضر با نسبت‌های مالی سودآوری بیشتری تکرار شود.

1. Fuzzy DEA Model

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

منابع

راعی، رضا و سعید فلاح‌پور (۱۳۸۷)، " کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی"، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، صص ۳۴-۱۷.

رسول‌زاده، مهدی (۱۳۸۰)، "کاربرد مدل آلتمن در تعیین وضعیت ورشکستگی شرکت‌ها"، *ماهنامه تدبیر*، سال سیزدهم، شماره ۱۲۰، صص ۳۲-۲۰.

سعیدی، علی و آرزو آقایی (۱۳۸۸)، "پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز"، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، صص ۷۸-۵۹.

شاکری، عبدالرضا (۱۳۸۲)، *بررسی کاربرد مدل اسپرینگیت برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده معارف اسلامی و مدیریت دانشگاه امام صادق (ع).

مهرانی، ساسان، مهرانی، کاوه و غلامرضا کرمی (۱۳۸۳)، "استفاده از اطلاعات تاریخی مالی و غیرمالی جهت تفکیک شرکت‌های موفق و ناموفق"، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، سال یازدهم.

مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳)، *ارزیابی عملکرد سازمان‌ها: رویکردی کمی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها*، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

Banker, R. D., Charnes, A. & W. W. Cooper (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science,* Vol. 30, PP. 1078–1092.

Charnes, A., Cooper, W. W. & E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research,* Vol. 2, PP. 429–444.

Chatterjee, S. & B. Price (1991), *Regression Diagnostics,* New York: John Wiley.

Cielen, A., Peeters, L. & K. Vanhoof (2004), "Bankrupt Prediction Using a Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research,* Vol. 154, No. 2, PP. 526–532.

Gordon, M. J. (1971), "Towards a Theory of Financial Distress", *The Journal of Finance,* Vol. 26, PP. 347-356.

Hosmer, D. W. & S. Lemeshow (2000), *Applied Logistic Regression,* New York: John Wiley & Sons.

Hua, Z. S., Bian, Y. W. & L. Liang (2007), "Eco-Efficiency Analysis of Paper Mills Along the Huai River: An Extended DEA Approach", *Omega, International Journal of Management Science,* Vol. 35, No. 5, PP. 578–587.

Lin, Tzong-Huei (2009), "A Cross Model Study of Corporate Financial Distress Prediction in Taiwan: Multiple Discriminant Analysis, Logit, Probit and Neural Networks Models", *Neuro Computing,* Vol. 72, PP. 3507-3516.

Merwin, C. L. (1942), *Financing Small Corporations in Five Manufacturing Industries,* New York: National Bureau of Economic Research.

Mosavi Shiri, M. & M. Salehi (2012), "Prediction of Financial Distress in Tehran Stock Exchange Using DEA Approach", *Indian Journal of Science and Technology,* Vol. 5, No. 10, PP. 3461-3473.

Ohlson, J. (1980), "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy", *Journal of Accounting Research,* Vol. 18, No. 1, PP. 109–131.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

Patrick, Fitz P. J. (1931), "A Comparison of Ratios of Successful Industrial Enterprises with Those of Failed Firms", Certified Public Accountant.

Rannce, R. (1999), "The Application of Altmans Revised Four- Variable Z-Score Bankruptcy Prediction Model for Retail Firms", Available at www.lib.umi.com/disserations/fullcit/.9938887.

Stine, R. A. (1995), "Graphical Interpretation of Variance Inflation Factors", *The American Statistician,* Vol. 49, No. 1, PP. 53–56.

Sueyoshi, Toshiyuki & Mika Goto (2009), "DEA-DA for Bankruptcy-Based Performance Assessment: Misclassification of Japanese Construction Industry", *European Journal of Operational Research,* Vol. 199, PP. 576-594.

Tseng, Fang-Mei & Hu, Yi-Chung (2010), "Comparing four Bankruptcy Prediction Models: Logit, Quadratic Interval Logit, Neural and Fuzzy Neural Networks", *Expert Syst,* PP. 1846-1853.

Weston J. Fred & E. Copeland, Thomas (1992), *Managerial Finance, Dryden Press,* 9th Edition.

Whitaker, Richard (1999), "The Early Stage of Financial Distress", *Journal of Economics and Finance,* Vol. 23, No. 2, PP. 123-133.

Xu, Xiaoyan & Wang, Yu (2009), "Financial Failure Prediction Using Efficiency as a Predictor", *Presented at Expert Syst,* PP. 366-373.

Zmijewski, Mark. E. (1984), "Method Logical Issues Relate to the Estimation of Financial Distress prediction Models", *Journal of Accounting Research Supplement,* Vol. 22, PP. 1 & 7, 11 & 30, 110 & 129.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-07-05]