

فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی  
سال بیست و یکم، شماره ۵۶، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۱۴۶-۱۲۳

## پیش‌بینی درماندگی مالی با بکار بردن کارایی به عنوان یک متغیر پیش‌بینی کننده

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 کارشناسی ارشد 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 کتاب نسبت‌های مالی مهم برای پیش‌بینی درماندگی مالی از کارایی شرکت‌ها که می‌تواند به دقت و قدرت پیش‌بینی مدل یافزاید به عنوان یک متغیر پیش‌بینی کننده استفاده می‌گردد. ابتدا از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه شاخص کارایی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره (۱۳۸۴-۱۳۸۸) استفاده می‌شود و نتیجه شاخص کارایی به عنوان متغیری برای پیش‌بینی درماندگی مالی در کتاب سایر نسبت‌های مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش پیشنهادشده، تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی و رودی-خروجی هر شرکت باکار برده می‌شود. برای بررسی میزان تأثیر کارایی به عنوان پیش‌بینی کننده داده‌های ۵۰ شرکت تولیدی که در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده‌اند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از آزمون‌های آماری متغیرهایی که قدرت پیشتری 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 به طور 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).

## 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 با توجه 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 نمود 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 دهدند 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 به موقع شرکت‌هایی که در شرف درماندگی مالی هستند بسیار مطلوب است، زیرا از سرمایه‌گذاری در موارد نادرست و غیرکارا برای فعالان بازار جلوگیری می‌نماید. درادیات مالی تعاریف مختلفی از درماندگی مالی ارائه گردیده است. گردون (۱۹۷۱) در یکی از نخستین مطالعات علمی بر تئوری درماندگی مالی آن را به عنوان کاهش قدرت سودآوری شرکت معرفی می‌کند که احتمال عدم توانایی بازپرداخت بهره و اصل بدھی را افزایش می‌دهد. ویتاکر (۱۹۹۹) درماندگی مالی را وضعیتی در نظر می‌گیرد که در آن جریان‌های نقدی شرکت از مجموع هزینه‌های بهره مربوط به بدھی بلندمدت کمتر است.

از نقطه نظر 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 رعایت کردن یک یا تعداد بیشتری از بندهای مربوط به قرارداد بدھی 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 زمانی که جریانات نقدی شرکت برای بازپرداخت اصل و فرع بدھی کافی نباشد و نیز زمانی که ارزش ویژه شرکت عددی منفی شود (وستون و همکاران، ۱۹۹۲).

بنابراین در مقاله حاضر ابتدا از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای محاسبه شاخص کارایی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره (۱۳۸۸-۱۳۸۴) استفاده می‌شود و نتیجه شاخص کارایی به عنوان متغیری برای پیش‌بینی درماندگی مالی در کنار سایر نسبت‌های مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش پیشنهاد شده، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی ورودی - خروجی هر شرکت بکار برده می‌شود. برای بررسی میزان تأثیر کارایی به عنوان پیش‌بینی کننده، 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 بکار گرفته شده تا حدی می‌توانند ورشکستگی را پیش‌بینی کنند، اما از میان آنها نسبت‌های سود خالص به سود ویژه، سود ویژه به بدھی 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 بدھی‌ها 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 به شمار می‌رود.

اهلسون (۱۹۸۰) نیز نخستین کسی بود که در حوزه پیش‌بینی ورشکستگی از مدل رگرسیون لجستیک<sup>۱</sup> استفاده نمود. با توجه به اینکه نمونه وی شامل ۱۰۵ شرکت ورشکسته و ۲۰۵ شرکت سالم

---

1. Logistic Regression

بود، کار وی جامع ترین پژوهش انجام شده تا آن زمان بود و مدل پیش‌بینی استخراج شده وی توانست ورشکستگی شرکت‌های سال‌های اول تا سوم بهتری با دقت ۸۷/۶ ۸۵/۶ ۸۲/۶ درصد پیش‌بینی نماید و متغیرهای نسبت بدھی کل به دارایی کل و نسبت سود خالص به مجموع دارایی‌ها بهترین نسبت‌های تفکیک کننده در مدل وی بودند.

زیموجوسکی (۱۹۸۴) از نسبت‌های نقديگی، فعالیت و اهرمی برای ارائه الگوی مناسب استفاده نمود. این نسبت‌ها مبتنی بر بنای نظری نبود بلکه بیشتر بر اساس تجربیات وی در مطالعات پیشینش بود. الگوی زیموجوسکی بر بنای نمونه‌ای شامل ۴۰ شرکت ورشکسته و ۸۰ شرکت غیرورشکسته تولیدی بی‌ریزی شد.

رانس (۱۹۹۹) مدلی را طراحی نمود که در آن از اطلاعات ۹۴۹ شرکت بین سال‌های (۱۹۸۷-۱۹۹۴) 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 نقدي و اهرم مالی شرکت بودند چندین مدل ارائه نمود. نتایج تحقیق نشان داد که احتمال ورشکسته شدن شرکت‌های غیرسودآور و دارای مشکل در جریان نقدي بیشتر است. از دیگر نتایج این تحقیق این بود که با بکارگیری اهرم مالی و جریانات نقدي در مدل می‌توان به دقت پیش‌بینی بهتری دست یافت. در این مطالعه برخلاف مطالعات قبلی نتایج نشان داد که مدل‌های پرویست<sup>۱</sup> و لاجیت<sup>۲</sup> عملکرد بهتری از مدل تحلیل تمایزی چند گانه<sup>۳</sup> دارند.

اکسو و وانگ (۲۰۰۹) مدل پیش‌بینی شکست شرکت را با استفاده از کارایی<sup>۴</sup> (به عنوان متغیر پیش‌بینی کننده) پیشنهاد دادند. آنها در این روش پیشنهادی DEA<sup>۵</sup> را به عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی هر شرکت بکار بردن. جامعه مورد مطالعه آنها شرکت‌های موجود در لیست بورس اوراق بهادر شانگهای<sup>۶</sup> می‌باشد. نمونه مورد بررسی شامل ۶۰ شرکت سالم و ۶۰ شرکت ورشکسته بین سال‌های (۱۹۹۹-۲۰۰۵) می‌باشد. در این مطالعه متغیرها شامل دو قسمت می‌شوند:

- 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)

با توجه به اینکه نسبت‌های انتخابی می‌باشد و پیزگی‌های 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 تمايزی چندگانه (MDA)، رگرسیون لجستیک و ماشین بردار پشتیبان (SVM)<sup>۱</sup> همگی پیشنهاد می‌کردند که کارایی یک متغیر پیش‌بینی کننده 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 تمايزی چندگانه (MDA)، لاجیت، پروبیت و شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)<sup>۲</sup> روش‌های انتخابی آنها بین سال‌های (۱۹۹۸-۲۰۰۵) می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مدل لاجیت، پروبیت و ANN به دقت پیش‌بینی بالاتری دست یافته‌اند و قابلیت تعیین نیز دارند. مدل پروبیت از عملکرد بهتر و ثابتی برخوردار است. اگر داده‌های به دست آمده مفروضات روش‌های آماری را فراهم نیاورند روش ANN مزیت‌های خود را نشان خواهد داد و به دقت پیش‌بینی بالاتری دست خواهد یافت.

سوروشی و همکارانش (۲۰۰۹) در کار تحقیقاتی خود تحلیل پوششی داده‌ها را به عنوان 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 (۱۹۹۱-۲۰۰۴) می‌باشد. آنها ۹ متغیر (۲ خروجی و ۷ ورودی) را در مطالعات خود بکار برندند. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که روش LR در نمونه‌های داخلی بسیار خوب عمل می‌کند، در حالی که 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 حالی که در مورد DEA این مقادیر بین ۸۳/۳۳ تا ۸۸/۴۲ درصد است.

تی سنگ و چانگ<sup>۳</sup> هو (۲۰۱۰) در کار تحقیقاتی خود از چهار روش متفاوت مدل لاجیت، مدل فاصله درجه دوم لاجیت<sup>۴</sup>، مدل پرسپترون چند لایه پس انتشار<sup>۵</sup> و RBFN<sup>۶</sup> 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

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 پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی (۲۰۰۰–۲۰۱۰) 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 طوری که تا دو سال پیش از ورشکستگی این متغیر علامت لازم را برای وقوع ورشکستگی نشان می‌دهد.

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

نخستین پژوهش انجام شده برای ارائه یک مدل پیش‌بینی ورشکستگی در ایران توسط رسول‌زاده (۱۳۸۰) تحت عنوان "بررسی کاربرد مدل آلتمن<sup>۱</sup> برای بررسی وضعیت ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده 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 (۱۳۷۵–۱۳۷۸) 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<sup>۲</sup> برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده 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 به عنوان متغیرهای 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 به دلیل پایین بودن حجم نمونه نتایج از مدل اولیه ضعیف‌تر می‌باشد.

1. Altman  
2. Springate

راعی و فلاح پور (۱۳۸۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان "کاربرد ماشین بردار 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 به طور معناداری از دقت کلی بیشتری برخوردار است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که مدل SVM نسبت به مدل LR نه تنها از دقت کلی بهتری برخوردار است، بلکه توانایی بالاتری نیز در تعیین پذیری دارد.

سعیدی و آقایی (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان "پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادر تهران با استفاده از شبکه‌های بیز"<sup>۱</sup> مدل‌بندی پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادر با استفاده از شبکه‌های بیز را انجام دادند. نتایج عملکرد مدل‌ها نشان داد گستره‌سازی 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. متداول‌وزی 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 به عنوان یک متغیر پیش‌بینی کننده 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 به عنوان 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 پذیرفته شده در بورس اوراق بهادر تهران طی دوره (۱۳۸۴-۱۳۸۸) 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 بهادر تهران مورد بررسی قرار گرفت. از میان این شرکت‌ها ۲۵ شرکت که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت

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<sup>۱</sup>، سودآوری<sup>۲</sup>، رشد<sup>۳</sup>، فعلیت<sup>۴</sup>.

**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<sup>۵</sup> و BCC<sup>۶</sup> 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<sup>۷</sup> و در مدل BCC فرض بر بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS)<sup>۸</sup> 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 Returns to Scale

## مجموعه متغیرهای اولیه عبارتند از:

جدول ۱. متغیرهای مستقل اولیه

متغیرها	دسته	شرح
X <sub>1</sub>		نسبت بدھی = کل بدھی‌ها به کل دارایی‌ها
X <sub>2</sub>		نسبت بدھی‌های بلندمدت = بدھی‌های بلندمدت یا غیرجاری به کل دارایی‌ها
X <sub>3</sub>		نسبت آنی = دارایی‌های جاری منهای موجودی کالا و مواد اولیه تقسیم بر بدھی‌های جاری
X <sub>4</sub>	ثبات	کل حقوق صاحبان سهام به کل بدھی‌ها
X <sub>5</sub>		سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها
X <sub>6</sub>		نسبت موجودی نقد و شبه نقد (سپرده‌های بانکی، اوراق مشارک و نظایر آن) تقسیم بر بدھی‌های جاری
X <sub>7</sub>		درآمد خالص (سود خالص پس از کسر مالیات) تقسیم بر هزینه‌های مالی
X <sub>8</sub>		سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی‌ها
X <sub>9</sub>		سود قبل از هزینه مالی و مالیات به خالص فروش
X <sub>10</sub>	سودآوری	هزینه‌های مالی به کل فروش
X <sub>11</sub>		نسبت افزایش در سود خالص عملیاتی (سود خالص قبل از کسر مالیات و هزینه‌های مالی)
X <sub>12</sub>		سود خالص قبل از کسر مالیات به سود خالص عملیاتی (سود خالص قبل از کسر مالیات و هزینه‌های مالی)
X <sub>13</sub>		نرخ رشد کل دارایی‌ها
X <sub>14</sub>	رشد	نرخ رشد فروش
X <sub>15</sub>		نسبت افزایش در هزینه‌های مالی
X <sub>16</sub>		نسبت سود خالص قبل از کسر مالیات به کل دارایی‌ها (بازده کل دارایی)
X <sub>17</sub>		نسبت گردش موجودی کالا = فروش خالص تقسیم بر متوسط موجودی کالا
X <sub>18</sub>	فعالیت	نسبت گردش حساب‌های دریافتی = فروش خالص تقسیم بر متوسط حساب‌های دریافتی
X <sub>19</sub>		نسبت گردش کل دارایی‌ها = فروش خالص تقسیم بر کل دارایی‌ها
X <sub>20</sub>	کارایی	کارایی با بازده متغیر به مقیاس
X <sub>21</sub>		کارایی با بازده ثابت به مقیاس

مأخذ: نتایج تحقیق.

### ۲-۳ مدل‌های استفاده شده در این پژوهش

#### ۱-۲-۳. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

ابزاری کارآمد برای ارزیابی کارایی است که برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs)<sup>۱</sup> با تنظیمات ورودی و خروجی چندگانه استفاده می‌شود. در DEA سطح کارایی نسبت به یک مرز امکانات اندازه‌گیری می‌شود. مرز امکانات تشکیل شده به‌وسیله ترکیبات خطی سوالی از واحدهای تصمیم‌گیری و تعیین نمودن 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 دارد که خروجی‌ها  $y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) به‌وسیله ورودی‌ها  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) تولید می‌شوند. در مدت یک فرایند تولید کوچکترین ورودی مورد استفاده قرار گرفته و بزرگترین خروجی تولید می‌شود. مجموعه امکانات تولید (PPS) می‌تواند یکی از دو حالت زیر باشد:

$$T_C = \left\{ (x, y) \middle| \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \leq x, \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j \geq y, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \right\} \quad (1)$$

$$T_V = \left\{ (x, y) \middle| \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \leq x, \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j \geq y, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \right\} \quad (2)$$

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). زمانی که یک DMU به‌وسیله مدل CCR ارزیابی می‌شود<sup>۲</sup> خواهد داشت (چارتز 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.  $\phi$  و  $\theta$  هدف تابع و ضریب مثبتی می‌باشد.

$$\begin{aligned} & \text{MIN} \\ & \text{Subject to } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \leq \theta x_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j \geq y_0 \\ & \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

زمانی که یک DMU به وسیله مدل BCC ارزیابی می‌شد دارید (بانکر و همکاران، ۱۹۸۴):

$$\begin{aligned} & \text{MIN} \quad \Phi \\ & \text{Subject to } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \leq \varphi x_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j \geq y_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j \\ & \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (4)$$

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.

### ۲-۳. رگرسیون لجستیک

مدل رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی نمودن احتمال حضور یک پیشامد یا خروجی ( $P(Y_j^P = 1), (j = 1, 2, \dots, M)$ ) بر پایه مشاهدات نمونه مورد مطالعه طراحی شده است. به طور کلی، مدل رگرسیون لجستیک برای متغیرهای توضیحی  $x_1, x_2, \dots, x_D$  به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left(\alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_D x_D + \varepsilon_j\right)\right]} \quad (5)$$

در این معادله،  $\alpha_D$  و ... و  $\alpha_1$  و  $\alpha_0$  ضرایب رگرسیون هستند. در ارائه معادله رگرسیون لجستیک از نسبت حداکثر راستنمایی<sup>۱</sup> برای مشخص نمودن اهمیت آماری متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد

---

1 .Maximum-Likelihood Ratio

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

$$P(y_j^P = 1) = \frac{1}{1 + \exp\left[-(\alpha_0 + \alpha_1 x_{1j} + \alpha_2 x_{2j} + \dots + \alpha_D x_{Dj} + \varepsilon_j)\right]} \quad (6)$$

در این معادله،  $\hat{\alpha}_i$  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  $0, 1/5, 1/4$  را به عنوان احتمال آستانه‌ای<sup>۱</sup> برای تعیین نمودن رخداد پیشامد انتخاب می‌کنند در این پژوهش با استفاده از:

$$\frac{\text{تعداد شرکت‌های درمانده که توسط مدل شرکت سالم اعلام شده}}{\text{تعداد کل شرکت‌های درمانده}} \quad ^2$$

$$\frac{\text{تعداد شرکت‌های سالم که توسط مدل شرکت درمانده اعلام شده}}{\text{تعداد کل شرکت‌های سالم}} \quad ^3$$

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

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

#### ۴. تخمین، تجزیه و تحلیل الگو

##### ۴-۱. 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، بدھی، منابع انسانی، تکنولوژی می‌باشد و معمولاً متغیرهای خروجی سود و فروش می‌باشند، بنابراین در این پژوهش کل دارایی‌ها، کل بدھی‌ها و هزینه‌های فروش را به عنوان متغیرهای ورودی برای محاسبه کارایی انتخاب شده و برای متغیر خروجی درآمد حاصل از فروش در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار EMS<sup>۱</sup> کارایی شرکت‌ها از طریق دو مدل BCC و CCR محاسبه شده است.

##### ۴-۲. 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)<sup>۲</sup> 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 درمانندگی 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 <sup>۳</sup>- استیومنت<sup>۴</sup> و در غیر اینصورت از آزمون غیرنرمال من- ویتنی<sup>۴</sup> استفاده می‌شود. این آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS بر روی متغیرهای نمونه در سال‌های (۱۳۸۴-۱۳۸۸) 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

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.

#### ۴-۳. بررسی همخطی بین متغیرها

به‌منظور اجتناب از همخطی بین متغیرهای مستقل می‌بایست وجود همخطی بین متغیرها را مورد بررسی قرارداد. یکی از راه‌های متدالول برای انجام این کار، بررسی عامل تورم واریانس (VIF)<sup>۱</sup> 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  $Z_j$  برابر است با:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (7)$$

1. Variance Inflation Factor

که در آن،  $R^2$  برابر آماره  $R^2$  از رگرسیون  $X_j$  بر سایر متغیرها است (استین، ۱۹۹۵). متأسفانه مقدار تعریف شده دقیقی برای VIF که چه مقدار باشد که دلیل بر همخطی بین متغیرها باشد وجود ندارد. چاترجی و پرایس (۱۹۹۱) بیان نمودند که  $VIF_{10} = \text{برای نشان دادن مستله همخطی بهقدر کافی بزرگ} \geq 14$  است. بر روی  $14$  متغیر منتخب در سال  $1387$  و  $16$  متغیر منتخب در سال  $1388$  آزمون همخطی انجام شد. نتایج نشان داد که VIF در اکثر متغیرها از  $10$  بیشتر است که این بیانگر این است که بین متغیرهای انتخاب شده در سال  $1387$  و همچنین متغیرهای انتخاب شده در سال  $1388$  همخطی وجود دارد. بنابراین، با توجه به فرضیه اصلی پژوهش که تعیین نقش کارایی در درمانندگی 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 جایی که امکان‌پذیر بود متغیرها در هر الگو وارد شدند؛ اما در برخی موارد به دلیل همخطی شدید میان متغیرهای الگو امکان اجرای مدل نبوده به این دلیل در برخی از موارد متغیرهای با همخطی بالا حذف شده و به طور 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 درمانندگی مالی (۱۳۸۷) و سه سناریو در سال درمانندگی مالی (۱۳۸۸) استفاده گردید.<sup>۱</sup>

#### ۴-۴. سناریوی اول در سال درمانندگی 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 درمانندگی مالی بدون متغیر کارایی (Logit)**

**الگوی لاجیت به صورت زیر تصریح می‌گردد:**

$$\ln\left(\frac{p_j}{1-p_j}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_3 + \beta_2 x_9 + \beta_3 x_{11} + \beta_4 x_{13} + \beta_5 x_{17} + \varepsilon \quad (8)$$

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

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	Z ماره	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 می‌باشد.

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 انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews

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

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

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews

با توجه به جدول (۳) ضرایب 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 به صورت زیر تصریح می‌گردد:

$$\ln\left(\frac{p_j}{1-p_j}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_3 + \beta_2 x_9 + \beta_3 x_{11} + \beta_4 x_{13} + \beta_5 x_{17} + \beta_6 x_{21} + \epsilon \quad (9)$$

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	Z آماره	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

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 انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

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

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

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

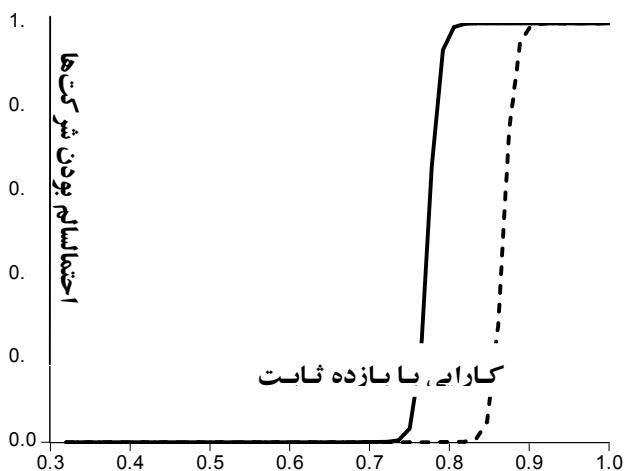
با توجه به جدول (۶) ضرایب X3، X9 و X11 در سطح ۵ درصد معنادار هستند، همچنین اثر X3 و X9 در احتمال سالم ماندن شرکت مثبت و اثر X11 منفی می‌باشد. اثر متغیرهای X13، X17 و X21 نیز مثبت است؛ اما معنادار نمی‌باشند اما حضور آنها در الگو برای پیش‌بینی مؤثر است.

آماره مک - فادن (۰/۸۲) و سایر آماره‌های کنترل تشخیصی و همچنین نتایج آزمون VIF برای همخطی (جدول ۷) 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)<sup>۱</sup> به صورت زیر ترسیم شده است:

1. Probability Response Curve



مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

#### نمودار ۱. نمودار واکنش احتمالی الگوی اول در سال درماندگی

در نمودار (۱) خط پرنگ مریبوط 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) آراهه شده است:

جدول ۹. نتایج الگوهای پژوهش

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

مأخذ: محاسبات انجام شده با استفاده از نرم‌افزار Eviews.

همانطور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود در ۴ سنتاریوی یک سال مانده به درماندگی مالی (۱۳۸۷) و ۳ سنتاریوی 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 پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار شانگهای (SSE) صورت گرفته بود مطابقت دارد.

## ۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

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

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 تأثیرگذارد است، بنابراین در این پژوهش رویکردی برای پیش‌بینی درماندگی مالی پیشنهاد شد که در آن از کارایی شرکت‌ها به عنوان یک متغیر پیش‌بینی کننده استفاده می‌شود. در طرح پیشنهادی، کارایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه می‌شود، سپس از کارایی محاسبه شده 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)، دقیق و توان الگو را در پیش‌بینی درماندگی مالی می‌افزاید.

همچنین، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نسبت‌های مالی می‌توانند پیش‌بینی کننده 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 Fازی<sup>۱</sup> 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.
- با توجه به اینکه ورشکستگی به عنوان مشمولیت ماده ۱۴۱ قانون تجارت یک مفهوم مبتنی بر سودآوری است، توصیه می‌شود تحقیق حاضر با نسبت‌های مالی سودآوری بیشتری تکرار شود.

## منابع

- داعی، رضا و سعید فلاحتور (۱۳۸۷)، "کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درمانگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی"، برسی‌های 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 درمانگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز"، برسی‌های حسابداری و حسابرسی، صص ۷۸-۵۹.
- شاکری، عبدالرضا (۱۳۸۲)، برسی کاربرد مدل اسپرینگریت برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، 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"، برسی‌های حسابداری و حسابرسی، سال یازدهم، 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.

- Patrick, Fitz P. J.** (1931), "A Comparison of Ratios of Successful Industrial Enterprises with Those of Failed Firms", Certified Public Accountant.
- Ranne, R.** (1999), "The Application of Altman's Revised Four-Variable Z-Score Bankruptcy Prediction Model for Retail Firms", Available at [www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9938887](http://www.lib.umi.com/dissertations/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), "Methodological Issues Relate to the Estimation of Financial Distress prediction Models", *Journal of Accounting Research Supplement*, Vol. 22, PP. 1 & 7, 11 & 30, 110 & 129.

