

# ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران: مطالعه مقایسه‌ای بین تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک

محمدرضا رستمی<sup>۱\*</sup>، میرفیض فلاح شمس<sup>۲</sup>، فرزانه اسکندری<sup>۳</sup>

۱- استادیار مدیریت مالی دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۲- استادیار مدیریت مالی، دانشگاه آزاد تهران مرکزی، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مالی دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

دریافت: ۸۹/۶/۱۴

پذیرش: ۹۰/۵/۲۲

## چکیده

ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها بسیار حایز اهمیت است؛ زیرا شکست شرکت هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم بسیاری را برای ذینفعان به همراه دارد. از این رو استفاده از نسبت‌های مالی برای ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها همیشه مورد توجه اعتباردهندگان، سهام‌داران و تحلیلگران مالی بوده است. ارزیابی و پیش‌بینی به موقع و صحیح می‌تواند تصمیم‌گیرندگان را در یافتن راه‌حل بهینه و پیشگیری از درماندگی مالی یاری کند. تاکنون از الگوهای گوناگونی برای ارزیابی درماندگی مالی استفاده شده است. الگوهای به‌کار گرفته شده در این زمینه کاربرد بسیار زیادی در تصمیم‌های فعالان بازار مالی دارد. همواره سعی شده است تا دقت پیش‌بینی و ارزیابی این الگوها با استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر بهبود پیدا کند.

در این پژوهش، هدف اصلی بررسی کارایی استفاده از الگوی جمعی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و رگرسیون لجستیک (LR) در ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها می‌باشد، همچنین نتایج الگوی DEA با رگرسیون لجستیک (LR) مورد قیاس قرار گرفته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که الگوی LR نسبت به الگوی جمعی روش تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی درماندگی مالی درون



نمونه‌ای به‌طور معناداری بهتر عمل کرده است.

**کلیدواژه‌ها:** درماندگی مالی، تحلیل پوششی داده‌ها، رگرسیون لجستیک، نمونه‌گیری درون نمونه‌ای، الگوی جمعی.

## ۱- مقدمه

توسعه الگوهای ارزیابی، پیش‌بینی درماندگی و ورشکستگی مالی به‌عنوان یک موضوع مهم همواره مورد توجه فعالان بازار مالی بوده است. ارزیابی درماندگی مالی می‌تواند اثر مهمی بر تصمیم‌های فعالان بازار مالی از جمله مدیران شرکت‌ها در زمینه مدیریت بهینه دارایی و بدهی، سرمایه‌گذاران جهت تشکیل پرتفولیوی از شرکت‌های سالم و اعتباردهندگان جهت تخصیص اعتبار داشته باشد. پژوهش حاضر که با ارائه دو الگو و قیاس آن دو به ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها می‌پردازد، می‌تواند برای تصمیم‌های صحیح مدیران شرکت‌ها، سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان استفاده شود.

در فرهنگ لغات آکسفورد، واژه پریشانی<sup>۱</sup>، درد، اندوه، فقدان منابع پولی و تنگدستی آورده شده است. در ادبیات مالی نیز تعاریف مختلفی از درماندگی مالی ارائه شده است. گوردون<sup>۲</sup> در یکی از مطالعات آکادمیک روی تئوری پریشانی مالی، آن را به‌عنوان کاهش قدرت سود آوری شرکت تعریف کرده است که احتمال عدم توانایی بازپرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد. ویتاکر<sup>۳</sup> درماندگی مالی را وضعیتی در نظر می‌گیرد که در آن جریان‌های نقدی شرکت از مجموع هزینه‌های بهره مربوط به بدهی بلندمدت کم‌تر است. از نقطه نظر اقتصادی، درماندگی مالی را می‌توان به زیان ده بودن شرکت تعبیر کرد که در این حالت شرکت دچار عدم موفقیت شده است. در واقع در این حالت نرخ بازدهی شرکت کم‌تر از نرخ هزینه سرمایه است. حالت دیگر درماندگی مالی زمانی رخ می‌دهد که شرکت موفق به رعایت کردن یک یا تعداد بیشتری از بندهای مربوط به بدهی، مانند نگه داشتن نسبت جاری براساس قرارداد نباشد که به این حالت نکول تکنیکی<sup>۴</sup> گویند. حالت دیگر از درماندگی مالی،

1. Distress

2. Gordon, 1971

3. Whitaker, Richard, 1999

4. Technical default

زمانی رخ می‌دهد که جریان‌های نقدی شرکت برای بازپرداخت اصل و فرع بدهی کافی نباشد و این زمانی است که ارزش ویژه شرکت عدد منفی شود [۱].

در این پژوهش، ملاک درماندگی مالی شرکت‌ها، مشمول ماده ۱۴۱ بودن قانون تجارت می‌باشد که در قسمتی از این ماده آمده است: ((اگر بر اثر زیان‌های وارد شده حداقل نصف سرمایه شرکت از میان برود، هیأت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت کند تا موضوع انحلال یا بقای شرکت مورد شور و رأی واقع شود. هرگاه مجمع مزبور رأی به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد)). باید توجه کرد که درماندگی مالی شرکت‌ها شامل چهار مرحله است که عبارتند از: شکست، قابلیت نقدشوندگی ضعیف، قصور و ورشکستگی [۲]. پس درماندگی مالی لزوماً به ورشکستگی منجر نمی‌شود بلکه اعلام ورشکستگی یکی از پیامدهای آن می‌باشد که معمولاً آخرین راه حل است.

یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تخصیص بهتر منابع کمک کرد، ارزیابی درماندگی مالی است. از طریق ارزیابی درماندگی مالی، وضعیت مالی شرکت‌ها روشن شده و درماندگی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد تا سهام‌داران و مدیران برای جلوگیری از درماندگی و یا تغییر در ساختار شرکت چاره‌اندیشی کرده و چه بسا با اتخاذ تدابیری درست و به موقع، از حرکت به سمت ورشکستگی آن‌ها جلوگیری به عمل آورند.

بنابراین ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها همواره یکی از موضوعات مورد توجه سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و دولت‌ها بوده است. تشخیص به موقع شرکت‌هایی که در شرف دچار شدن به درماندگی مالی هستند، بسیار مطلوب است.

## ۲- پیشینه تحقیق

تاکنون از روش‌های مختلفی برای ارزیابی و پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده شده است. تحقیقات اولیه بر الگوهای تک متغیره مانند یک نسبت مالی تمرکز داشتند. یکی از قدیمی‌ترین نسبت‌های مالی که برای ارزیابی وضعیت اعتباری در سال ۱۸۷۰ مورد استفاده قرار گرفت،



نسبت جاری بود. پاتریک<sup>۱</sup> (۱۹۳۱) روند ۱۳ نسبت مالی را برای حدود ۲۰ شرکت ورشکسته و ۲۰ شرکت غیر ورشکسته در یک دوره ۹ ساله بررسی کرد. پاتریک به این نتیجه رسید که تمامی نسبت‌های به کار گرفته شده تا حدی می‌توانند ورشکستگی را پیش‌بینی کنند ولی از بین آن‌ها نسبت‌های سود خالص به ارزش ویژه، ارزش ویژه به بدهی و ارزش ویژه به دارایی‌های ثابت، بهترین نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی ورشکستگی هستند [۳، صص ۱۸۴۶-۱۸۵۳]. مروین<sup>۲</sup> (۱۹۴۲) نسبت‌های مالی را برای شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته در یک دوره شش ساله بررسی کرد. او اظهار کرد که سه نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، ارزش ویژه به کل بدهی‌ها و نسبت جاری، پیش‌بینی‌کنندگان خوبی برای ورشکستگی 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 [۴، صص ۳۴۷-۳۵۶]. بیور<sup>۳</sup> (۱۹۶۶) برای بررسی توان نسبت‌های مالی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها از تجزیه و تحلیل تک متغیره استفاده کرد. او در این تجزیه و تحلیل بیش‌تر از نسبت‌هایی استفاده کرد که مربوط به جریان‌های نقدی می‌شدند [۵، صص ۷۱-۱۱۱].

در تحقیقات بعدی الگوهای چند متغیره مورد توجه قرار گرفت؛ زیرا این الگوهای آماری برخلاف الگوهای تک متغیره که در هر زمان تنها یک متغیر را مورد توجه قرار می‌دهند، تعاملات بین متغیرها را نیز در بر می‌گیرند، در این صورت امکان دسته‌بندی اشتباه در این روش‌ها نسبت به مطالعات قبلی (روش‌های تک متغیری) کم‌تر است.

آلتمن<sup>۴</sup> (۱۹۶۸) برای اولین بار اثر ترکیب‌های مختلف نسبت‌های مالی را برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها بررسی کرد. آلتمن در این مطالعه از الگوی تحلیل تمایز چندگانه<sup>۵</sup> استفاده کرد. الگویی که او به دست آورد و به "Z-Score" معروف است، هنوز به عنوان شاخصی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶، صص ۵۸۹-۶۰۹]. دیکین<sup>۶</sup> (۱۹۷۲) تحقیقات انجام شده به وسیله بیور و آلتمن را در الگوی جدیدی ادغام

---

1. Patrick ,1931  
2. Mervin ,1942  
3. Beaver ,1966  
4. Altman ,1968  
5. Multivariate discriminate analysis (MDA)  
6. Deakin ,1972

کرد. دیکین اظهار کرد که روش بیور توان پیش‌بینی کنندگی بهتری دارد، در حالی که رویکرد آلمن بینش بهتری را حاصل می‌کند. دیکین نیز برای پیش‌بینی ورشکستگی از الگوی MDA استفاده کرد ولی ۱۴ نسبتی که را در مطالعه بیور مورد استفاده قرار گرفته بود، به‌کار برد [۷، صص ۱۶۷-۱۷۹]. مارتین<sup>۱</sup> (۱۹۷۷) یکی از اولین محققانی بود که برای پیش‌بینی ورشکستگی از تحلیل لاجیت استفاده کرد. او در تحلیل نهایی خود از شش متغیر مستقل ترکیبی استفاده کرد. دقت پیش‌بینی تحقیق مارتین برای شرکت‌های ورشکسته بین ۸۷ تا ۹۶ درصد و برای شرکت‌های غیر ورشکسته ۸۹ درصد بود [۸، صص ۳۵۰۷-۳۵۱۶]. ولسن<sup>۲</sup> (۱۹۸۰) با استفاده از روش لاجیت سه الگو برای پیش‌بینی ورشکستگی تا سه سال قبل از ورشکستگی ارائه کرد. ولسن در این پژوهش از ۱۰۵ شرکت ورشکسته و ۲۰۵۸ شرکت غیر ورشکسته بین سال‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۷۶ استفاده کرد. او ۹ نسبت مالی را به عنوان متغیر مستقل به کار برد [۹، صص ۱۰۹-۱۳۱].

روش‌های آماری سنتی فرض محدودکننده‌ای مثل خطی بودن، نرمال بودن متغیرها و استقلال آن‌ها را دارند. بنابراین به تدریج روش‌های دیگری به منظور مقابله با برخی یا تمامی این محدودیت‌ها و بهبود عملکرد ارزیابی‌ها معرفی شد. یکی از این روش‌ها، روش تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۳</sup> است که در سال ۱۹۵۷ به وسیله فارل<sup>۴</sup> معرفی و به وسیله چارنز<sup>۵</sup>، کوپر<sup>۶</sup> و رودز<sup>۷</sup> توسعه داده شد [۱۰].

سیلن و همکارانش<sup>۸</sup> (۲۰۰۴) پژوهشی را برای پیش‌بینی ورشکستگی به وسیله سه الگوی حداقل مجموع انحرافات<sup>۹</sup>، DEA و C5.0 (یکی از روش‌های درخت تصمیم) انجام دادند. تحقیقات آن‌ها نشان داد که سه روش به ترتیب دقت طبقه‌بندی ۷۸،۹ درصد، ۸۶،۴ درصد و ۸۵،۵ درصد را تأمین می‌کنند [۱۱، صص ۵۲۶-۵۳۲]. اکسو و وانگ<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۹) الگوی پیش‌بینی

- 
1. Martin ,1977
  2. Ohlson ,1980
  3. Data Envelopment Analysis (DEA)
  4. Farrell ,1957
  5. Charens
  6. Cooper
  7. Rhodes
  8. Cielen & et al ,2004
  9. Minimized sum of deviations (MSD)
  10. Xu & Wang , 2009



شکست شرکت را با استفاده از کارایی (به عنوان متغیر پیش‌بینی کننده) پیشنهاد دادند. آن‌ها در این روش پیشنهادی DEA را به عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی هر شرکت به کار بردند. جامعه مورد مطالعه آن‌ها شرکت‌های موجود در فهرست بورس اوراق بهادار شانگهای<sup>۱</sup> می باشد [۱۲، صص ۳۶۶-۳۷۷]. سووشی و گوتو<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) دو روش DEA و DEA-DA را از دیدگاه ارزیابی ورشکستگی مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. آن‌ها در کار تحقیقاتی خود نقاط قوت و ضعف متدولوژیکی DEA و DEA-DA را از لحاظ شکست شرکتی بررسی کردند [۱۳، صص ۵۶۱-۵۷۵].

پرماچاندرا، چن و واتسون<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) با استفاده از الگوی سوپر کارایی جمعی<sup>۴</sup> روش DEA براساس دو مرز موفقیت و شکست به ارزیابی شرکت‌ها می‌پردازد. آن‌ها نشان دادند که الگوی DEA در پیش‌بینی شکست شرکت در مقایسه با پیش‌بینی شرکت‌های سالم به نسبت ضعیف عمل می‌کند [۱۴، صص ۶۲۰-۶۲۶].

در این پژوهش الگوی تحلیل پوششی داده‌ها (به عنوان روش غیرپارامتریک) و رگرسیون لجستیک (به عنوان روش پارامتریک) با هم قیاس کرده شده است تا از این طریق توانایی دو الگو در ارزیابی درماندگی مالی مورد بررسی قرار گیرد.

### ۳- الگوی تحلیل پوششی داده‌ها

در سال ۱۹۵۷ فارل با استفاده از روشی مانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای یک واحد تولیدی کرد. چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه داده و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. این الگو با عنوان ((تحلیل پوششی داده‌ها)) نام گرفت [۱۵، صص ۱۱۱-۱۳۸، ۱۶: صص ۱-۲۳].

تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی

- 
1. Shanghai Stock Exchange (SSE)
  2. Sueyoshi & Goto , 2009
  3. Premachandra, Chen & Watson , 2011
  4. Additive super-efficiency

خطی می‌باشد که روش ناپارامتریک نیز نامیده می‌شود. در این روش منحنی مرز کارا<sup>۱</sup> از یک سری نقاط که به وسیله برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ایجاد می‌گردد. برای تعیین نقاط می‌توان از دو فرض بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. روش برنامه‌ریزی خطی بعد از یک سری بهینه‌سازی مشخص می‌کند که آیا واحد تصمیم‌گیرنده مورد نظر روی خط کارایی قرار گرفته است و یا خارج آن قرار دارد؟ به این وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند [۱۷].

الگوهای مختلف روش DEA عبارتند از روش BCC، CCR و الگوی جمعی<sup>۲</sup>.

در ارزیابی درماندگی مالی، استفاده از DEA با مشکل عمده‌ای مواجه است. در ارزیابی درماندگی مالی از الگوی CCR و BBC که نمی‌توانند مقادیر منفی بگیرد، استفاده نمی‌شود و این استفاده از DEA جهت ارزیابی درماندگی مالی را دچار محدودیت می‌کند؛ زیرا برخی از نسبت‌های مالی که با آن‌ها سرو کار داریم، مقادیر منفی دارند. در مقابل، این تحقیق از الگوی جمعی استفاده می‌کند چون الگوی جمعی خاصیت انتقال تغییر ناپذیری را دارد و این خاصیت اجازه منفی شدن به مقادیر درون داده و بیرون داده را می‌دهد [۱۸]. در ذیل به توضیح مختصری در خصوص الگوی جمعی پرداخته می‌شود.

الگوی جمعی، الگویی است که به‌طور همزمان کاهش ورودی‌ها و خروجی‌ها را مورد توجه قرار می‌دهد. شکل کلی مسأله اولیه این الگوی برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر است :

$$\begin{aligned} \min Z_0 &= - \sum_{r=1}^R s_r^+ - \sum_{i=1}^M s_i^- \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ &= y_{r0} & r = 1, 2, \dots, R \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= x_{i0} & i = 1, 2, \dots, M \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ &\geq 0, \theta & \text{ آزاد در علامت} & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

1. Efficiency frontier curve  
2. Additive model



مسأله اولیه این الگو فرم پوششی نامیده می‌شود. در این الگو  $x_1^+$  متغیرهای کمکی مربوط به محدودیت  $z_1$  خروجی و  $x_2^-$  متغیر کمکی مربوط به محدودیت  $z_2$  ورودی را بیان می‌کند. واحد تحت بررسی وقتی کاراست که مقدار  $z_1$  برابر صفر و یا به عبارت دیگر مقدار تمامی متغیرهای کمکی در جواب بهینه صفر شود و یک واحد وقتی غیرکارا می‌شود اگر که متغیرهای کمکی غیر صفر شوند [ص ۱۰، ۱۰۳].

#### ۴- الگوی رگرسیون لجستیک<sup>۱</sup>

در تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله الگوی رگرسیونی ارتباط میان یک متغیر وابسته با یک یا چند متغیر مستقل مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بسیاری از کاربردهای رگرسیون متغیر پاسخ یا وابسته دارای دو برآمد کیفی است که می‌تواند آن‌ها را با صفر و یک متناظر با وجود یا عدم وجود مشخصه‌ای در فرد مورد بررسی قرار دهد. تابع توزیع لجستیک به صورت زیر می‌باشد:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-x_i}}$$

که در آن  $y_i$  به صورت زیر است:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_n x_{in}$$

که در آن  $\beta_i$  بیانگر ضرایب هر متغیر مستقل  $x_i$  در الگوی مربوطه و مقدار  $\beta_0$  بیانگر عرض از مبدأ الگو است [۱۹].

#### ۵- روش تحقیق

در این تحقیق از روش تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک برای ارزیابی درماندگی مالی بهره گرفته شده است. متدولوژی تحقیق را می‌توان به سه مرحله گزینش مجموعه داده و متغیرها، مدلسازی و قیاس تقسیم‌بندی کرد. در مرحله اول، مجموعه داده اصلی را از

---

1. Logistic Regression (LR)



بورس اوراق بهادار تهران انتخاب کرده و این پایه‌ای جهت انتخاب چهار نمونه برای مدلسازی است و در انتهای این مرحله، گام اساسی را که همانا انتخاب نسبت‌های مالی اساسی جهت ارزیابی درماندگی مالی است، انجام می‌دهیم. در مرحله دوم با استفاده از نسبت‌های مالی و صورت‌های مالی شرکت‌های انتخاب شده الگوی رگرسیون لجستیک و روش تحلیل پوششی داده‌ها را اجرا می‌کنیم. در روش تحلیل پوششی داده‌ها، الگوی جمعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مرحله سوم نیز دقت ارزیابی هر دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک را براساس نتایج چهار نمونه مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

#### ۵-۱- مجموعه داده و متغیرهای اصلی

##### ۵-۱-۱- مجموعه داده

جامعه آماری مورد بررسی در این تحقیق، شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد که در طی سال ۱۳۸۷ مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت بوده و اعلام ورشکستگی کرده‌اند. در نهایت با توجه به تعداد شرکت‌های درمانده که اطلاعات مالی آن‌ها در اختیار بود، ۵۱ شرکت درمانده انتخاب شد و همچنین ۵۱ شرکت سالم با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی جهت بررسی مدل‌ها مورد انتخاب قرار گرفت. برای ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها از صورت‌های مالی یک سال قبل استفاده شد.

در ارتباط با فرضیه تحقیق باید گفت که با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام شده، فرضیه اصلی این پژوهش به صورت زیر است: ((دقت کلی الگوی DEA در ارزیابی درماندگی مالی از دقت کلی الگوی LR بیش‌تر است)). در این تحقیق برای بررسی فرضیه فوق نمونه‌های تحت بررسی را براساس نسبت شرکت‌های درمانده به سالم به چهار نمونه با نسبت های ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و یک تقسیم می‌کنیم. به این ترتیب نمونه اول شامل ۵۰ شرکت که ۱۰ شرکت درمانده و ۴۰ شرکت سالم، نمونه دوم شامل ۷۵ شرکت که ۲۵ شرکت درمانده و ۵۰ شرکت سالم، نمونه سوم شامل ۷۰ شرکت که ۳۰ شرکت درمانده و ۴۰ شرکت سالم و نمونه چهارم شامل ۱۰۲ شرکت که ۵۱ شرکت درمانده و ۵۱ شرکت سالم هستند، می‌باشد.

### ۵-۱-۲- متغیرهای اصلی

پس از مطالعه جامع ادبیات تحقیق و بررسی نسبت‌های مالی مهم مورد استفاده در پژوهش‌های قبلی، در نهایت نه نسبت مالی که بیش از همه در تحقیقات قبلی مورد استفاده قرار گرفته بود، انتخاب شدند. این نه نسبت مالی عبارتند از نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها (WCTA)، نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری (CACL)، بازده دارایی‌ها (ROA)، بازده حقوق صاحبان سهام (ROE)، نسبت سود قبل از هزینه‌های مالی و مالیات به کل دارایی‌ها (EBITA)، نسبت ارزش بازاری حقوق صاحبان سهام به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام (MVBV)، نسبت دارایی‌های جاری به کل دارایی‌ها (CATA)، نسبت کل بدهی به کل حقوق صاحبان سهام (TDTE) و نسبت سود قبل از هزینه‌های مالی و مالیات به فروش (EBIS). در انتخاب نسبت‌های مالی نهایی، معیار این‌که میانگین هر نسبت مالی در گروه شرکت‌های سالم و درمانده مالی از نظر آماری متفاوت باشد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور نخست آماره‌های مربوط به هر یک از متغیرها در هر دو گروه محاسبه شدند و آزمون برابری میانگین‌های دو نمونه مستقل نیز در مورد آن‌ها صورت گرفت که در جدول ۱ نتایج آن مشاهده می‌شود.

جدول ۱ نتایج آزمون برابری میانگین‌ها در مورد متغیرهای اولیه

شرکت	آماره	WCTA	CACL	ROA	ROE	CATA	TDTE	MVBV	EBITA	EBIS
درمانده	میانگین	-۲/۴۸۷	۰/۶۱۱	۰/۰۳۸	۰/۴۶۹	۰/۶۷۹	-۰/۳۸۷	۱/۳۶۸	-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۷
	انحراف معیار	۸/۴۱۷	۰/۳۶۸	۰/۳۲۹	۱/۲۳۴	۰/۱۹۸	۱۰/۲۷۹	۹/۸۰۴	۰/۱۶۳	۰/۳۱۱
سالم	میانگین	۰/۰۹۴	۱/۳۱۹	۰/۱۳۴	۰/۴۰۴	۰/۶۲۱	۲/۷۳۲	۴/۰۹۴	۰/۲۱۷	۰/۲۹۳
	انحراف معیار	۰/۲۰۴	۰/۷۷۲	۰/۱۳۷	۰/۵۲۵	۰/۲۰۷	۴/۰۸۷	۱۲/۷۳۸	۰/۱۳۵	۰/۱۸۸
	آماره t	-۲/۱۸۹	-۵/۹۱۶	-۱/۹۱۱	۰/۳۴۷	۱/۴۳۸	-۲/۰۱۴	-۱/۲۱۱	-۷/۳۳۱	-۶/۰۸۵
	P-value	۰/۰۳۳	۰	۰/۰۶	۰/۷۳	۰/۱۵۴	۰/۰۴۸	۰/۲۲۹	۰	۰

با توجه به جدول ۱ در پنج نسبت مالی WCTA، CACL، TDTE، EBITA و EBIS میانگین دو گروه آن در سطح ۵ درصد تفاوت معناداری وجود دارد که به عنوان متغیرهای نهایی انتخاب می‌شوند.

### ۵-۲- مرحله مدلسازی

قبل از این‌که به بحث در مورد روش‌های DEA و LR پرداخته شود، لازم است معیارهایی را که در بررسی توان مدل یاری می‌رسانند، به‌طور مختصر شرح داده شود. این معیارها عبارتند از:

احتمال خطای نوع اول بیانگر نسبت تعداد شرکت در واقع درمانده که از طریق الگو به‌عنوان شرکت سالم ارزیابی می‌گردد به کل تعداد شرکت‌های نمونه؛ احتمال خطای نوع دوم بیانگر نسبت تعداد شرکت در واقع سالم که از طریق مدل به‌عنوان شرکت درمانده ارزیابی می‌گردد به کل تعداد شرکت‌های نمونه و نرخ طبقه بندی درست<sup>۱</sup> الگو، که از طریق تقسیم مجموع تعداد شرکت‌های سالم و درمانده درست ارزیابی شده به‌وسیله الگو بر تعداد کل شرکت‌های نمونه به دست می‌آید.

### ۵-۲-۱- اجرای الگوی رگرسیون لجستیک و نتایج آن

#### ۵-۲-۱-۱- الگوی رگرسیون لجستیک هر نمونه

پس از آن‌که داده‌های هر شرکت در نسبت مالی مربوطه را به الگوی رگرسیون لجستیک وارد نمودیم، الگوی مربوط به هر نمونه را با استفاده از نرم‌افزار SPSS به‌دست می‌آوریم که به‌صورت زیر است:

نمونه اول

$$Y = -8.843EBIS + 1.659CACL - 0.024TDTE - 21.154EBITA - 9.843EBIS - 0.985$$

نمونه دوم

---

1. Correct classification rate

$$Y = -12.959 WCTA + 4.38 CACL - 0.063 TDTE - 21492 EBITA - 9.119 EBIT - 1.92$$

نمونه سوم

$$Y = -10.571 WCTA + 2.992 CACL - 0.017 TDTE - 27.814 EBITA - 9.188 EBIT$$

نمونه چهارم

$$Y = -11.804 WCTA + 3.958 CACL - 0.02 TDTE - 22.035 EBITA - 9.813 EBIT$$

همان طور که ملاحظه می شود نمونه سوم و چهارم مقدار ثابت ندارند و آن به این علت است که سطح معناداری آن ضریب بیش تر از ۵ درصد است.

#### ۲-۱-۲-۵- تعیین مقدار جداساز<sup>۱</sup>

برای تبدیل مقادیر حاصل از  $H_j$  به مقادیر صفر و یک باید مقدار جداساز را برای آن تعیین کنیم. در این تحقیق، این مقدار را برای هر نمونه تعیین می کنیم. مقدار جداساز بهینه مقداری است که احتمال مجموع خطای نوع اول و نوع دوم را مینیمم کند [۲۰، صص ۴۳۴-۴۴۰]. با قراردادن الگوی رگرسیون لجستیک هر نمونه در داده های آن نمونه و بررسی مقادیر جداساز مختلف این نتیجه به دست می آید که مقدار ۰/۵ بهترین مقدار جهت جداساز بهینه برای هر نمونه است که نتایج حاصل از آن در جدول ۲ مشاهده می شود.

جدول ۲ نتایج تعیین

۰/۹	۰/۸۵	۰/۸	۰/۷۵	۰/۷	۰/۵۶	۰/۶	۰/۵۵	۰/۵		
۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	خطای نوع اول	نمونه اول
۰	۰	۰	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	خطای نوع دوم	
۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۲۲۵	۰/۲۲۵	۰/۲۲۵	۰/۲۲۵	۰/۲۲۵	مجموع خطاها	
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۸	خطای نوع اول	نمونه دوم

1. Cut off

ادامه جدول ۲

۰/۹	۰/۸۵	۰/۸	۰/۷۵	۰/۷	۰/۵۶	۰/۶	۰/۵۵	۰/۵		
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۶	خطای نوع دوم	
۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	مجموع خطاها	
۰/۲۳۳	۰/۳۳۳	۰/۲۶۷	۰/۲۳۳	۰/۲۳۳	۰/۲۳۳	۰/۲	۰/۱۶۷	۰/۱۳۳	خطای نوع اول	نمونه سوم
۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	خطای نوع دوم	
۰/۳۵۸	۰/۳۵۸	۰/۲۹۲	۰/۲۵۸	۰/۲۵۸	۰/۲۵۸	۰/۲۲۵	۰/۱۹۲	۰/۱۸۳	مجموع خطاها	
۰/۲۹۴	۰/۲۷۵	۰/۲۷۵	۰/۲۵۵	۰/۲۱۶	۰/۱۷۶	۰/۱۵۷	۰/۱۵۷	۰/۱۳۷	خطای نوع اول	نمونه چهارم
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳۹	۰/۰۵۹	۰/۰۵۹	۰/۰۵۹	۰/۰۷۸	خطای نوع دوم	
۰/۳۱۴	۰/۲۹۵	۰/۲۹۵	۰/۲۷۵	۰/۲۵۵	۰/۲۳۵	۰/۲۱۶	۰/۲۱۶	۰/۲۱۶	مجموع خطاها	

### ۵-۲-۱-۳- نتایج اجرای الگوی رگرسیون لجستیک

حال مقادیر نمونه‌ها را در الگوهای رگرسیون لجستیک مربوط به هر نمونه قرار داده و با مقدار جداساز بهینه نتایج جدول ۳ را برای رگرسیون لجستیک به دست می‌آوریم.

جدول ۳ نتایج ارزیابی رگرسیون لجستیک

نمونه اول	نمونه دوم	نمونه سوم	نمونه چهارم	
۰/۲	۰/۰۸	۰/۱۳۳	۰/۱۳۷	خطای نوع اول
۰/۰۲۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۷۸	خطای نوع دوم
۰/۹۴	۰/۹۳۳	۰/۹۱۴	۰/۸۹۲	نرخ طبقه بندی درست

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در رگرسیون لجستیک مقدار خطای نوع اول بین ۰/۰۸ تا ۰/۲، مقدار خطای نوع دوم بین ۰/۰۲۵ تا ۰/۰۷۸ و نرخ طبقه بندی درست بین ۰/۸۹۲ تا ۰/۹۴ می‌باشد.



## ۵-۲-۲- اجرای روش تحلیل پوششی داده‌ها و نتایج آن

### ۵-۲-۲-۱- تعیین ورودی و خروجی

در تحلیل‌های سنتی تولید بر مبنای DEA، مرزی از شرکت‌های کارا را تشکیل داده و آن را مرز کارایی نامیده و شرکت‌هایی را که روی مرز قرار ندارند، غیرکارا گویند. در این نوع تحلیل برای ارزیابی کارایی، ورودی آن است که کم‌تر بودن مقدار آن باعث افزایش کارایی و خروجی آن است که بیش‌تر بودن مقدار آن باعث افزایش کارایی می‌شود. در این مقاله برخلاف تحلیل‌های سنتی عمل شده است که به دنبال ایجاد مرز درماندگی برای ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها هستیم.

در ارزیابی درماندگی نسبت‌های مالی که مقادیر کم آن می‌تواند سبب درماندگی شوند به عنوان متغیر ورودی و نسبت‌های مالی که مقادیر بزرگ آن می‌تواند سبب درماندگی مالی شود به عنوان متغیر خروجی هستند. این طبقه‌بندی ورودی - خروجی، مرز درماندگی را تعیین می‌کند. شرکت‌هایی که در حال درماندگی مالی هستند گرایش دارند تا امتیاز درماندگی برابر یک داشته و از اتصال این شرکت‌ها مرز درماندگی ایجاد شده که بر اساس آن می‌توان درماندگی مالی شرکت‌ها را ارزیابی کرد [۱۴، ص ۶۲۲].

در این تحقیق به عنوان اولین گام در جهت اجرای روش DEA، به دنبال انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی بوده تا از این طریق مرز درماندگی تشکیل شده و بر اساس آن به ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها بپردازیم.

### ۵-۲-۲-۱- متغیر خروجی

✓ نسبت کل بدهی به کل حقوق صاحبان سهام (TDTE): بدهی‌ها و حقوق صاحبان سهام نشان‌دهنده چگونگی تأمین سرمایه شرکت می‌باشد. اگر دارایی‌های شرکت بیشتر از محل بدهی‌ها تأمین شود امکان درماندگی مالی بیش‌تری برای شرکت وجود خواهد داشت.

### ۵-۲-۲-۲- متغیر ورودی

مقادیر کوچک‌تر این متغیرها منتج به این می‌شود که شرکت به سمت درماندگی مالی پیش رود. مشاهده می‌شود که متغیرهای ورودی پیشنهادی تابعی از معیارهای نقدینگی و سودآوری است. شرکتی که مقادیر کم‌تری برای چنین معیارهای نقدینگی داشته باشد، احتمال بیش‌تری دارد که به سمت درماندگی مالی برود.

✓ نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها (WCTA): نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها نسبتی است که نشان‌دهنده سهم سرمایه در گردش در مقایسه با کل دارایی‌ها است. هر چه این سهم بزرگ‌تر باشد، توانایی نقدینگی شرکت بیش‌تر است و دوری شرکت از خطر درماندگی مالی را نشان می‌دهد.

✓ نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری (CACL): نسبت جاری متداول‌ترین وسیله اندازه‌گیری قدرت پرداخت بدهی‌های کوتاه‌مدت است. هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد، شرکت کم‌تر دچار درماندگی مالی می‌شود.

✓ نسبت سود قبل از هزینه‌های مالی و مالیات به کل دارایی‌ها (EBITA): بهره، هزینه تأمین سرمایه از طریق دریافت وام و در نتیجه سهم وام‌دهندگان از سود شرکت و مالیات، سهم دولت از سود شرکت است. سود شرکت قبل از این دو عامل نشان‌دهنده توانایی سودآوری شرکت با استفاده از دارایی‌های شرکت است. هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد، توان سودآوری شرکت بالاتر و در نتیجه شرکت از خطر درماندگی مالی دورتر است.

✓ نسبت سود قبل از هزینه‌های مالی و مالیات به فروش (EBIS): این نسبت بیانگر توان سودآوری شرکت است. هر چه قدر این نسبت بزرگ‌تر باشد، شرکت سودآورتر بوده و کم‌تر در معرض درماندگی مالی قرار می‌گیرد.

#### ۵-۲-۲- نتایج اجرای روش تحلیل پوششی داده‌ها

مقادیر نمونه‌ها را در الگوی جمعی تحلیل پوششی داده‌ها قرار داده و با استفاده از نرم‌افزار EMS<sup>۱</sup> نتایج جدول ۴ را برای الگوی تحلیل پوششی داده‌ها به دست می‌آوریم.

جدول ۴ نتایج ارزیابی الگوی جمعی

نمونه اول	نمونه دوم	نمونه سوم	نمونه چهارم
۰/۷	۰/۸۴	۰/۸۶۷	۰/۹۰۲
۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲
۰/۸۴	۰/۷۰۷	۰/۶۱۴	۰/۵۳۹

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در الگوی جمعی مقدار خطای نوع اول بین ۰/۷ تا ۰/۹۰۲، مقدار خطای نوع دوم بین ۰/۰۲ تا ۰/۰۲۵ و نرخ طبقه‌بندی درست بین ۰/۵۳۹ تا ۰/۸۴ می‌باشد.

### ۵-۳- مرحله قیاس

برای بررسی فرضیه پژوهشی، مبنی بر بررسی عملکرد الگوی تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک در سال قبل درماندگی، از آزمون مقایسه زوجی استفاده شده است. با استفاده از این آزمون، عملکرد هر دو الگو را بررسی می‌کنیم. جدول ۵ نتایج آزمون مقایسه زوجی را برای سال قبل از درماندگی نشان می‌دهد.

جدول ۵ نتایج آزمون مقایسه زوجی برای سال t

LR	الگوی جمعی	
۰/۹۱۹۷۵	۰/۶۷۶	میانگین نرخ طبقه‌بندی درست
۰/۰۲۱۵۲	۰/۱۲۹۷	انحراف معیار نرخ طبقه‌بندی درست
-۴/۴۶۴		آماره t
۰/۰۲۱		P-value

همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، می‌توان گفت که دقت کلی ارزیابی الگوی رگرسیون لجستیک با سطح اطمینان ۹۵ درصد، از دقت کلی ارزیابی الگوی تحلیل پوششی داده‌ها بیش‌تر است.

### ۶- نتیجه‌گیری

ارزیابی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها یکی از پژوهش‌های با اهمیت در حوزه مالی است. معمولاً فعالان بازار مالی از این الگوها برای اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی، سرمایه‌گذاری و اعتباردهی استفاده می‌کنند. با ارزیابی درماندگی مالی و پس از آن ریشه‌یابی مسأله و حل آن می‌توان به نتایج رضایت‌بخشی دست پیدا کرد.

در این پژوهش، ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک انجام گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که الگوی تحلیل پوششی



داده‌ها نمی‌تواند جانشین توانایی برای الگوی آماری و پرکاربرد رگرسیون لجستیک باشد. در واقع، یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که دقت کلی الگوی رگرسیون لجستیک در ارزیابی درون نمونه‌ای، از دقت کلی الگوی تحلیل پوششی داده‌ها، به‌طور معناداری بیش‌تر است. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش بیان می‌کند که نسبت‌های مالی می‌توانند ارزیابی‌کننده خوبی برای درماندگی مالی شرکت‌ها باشند. بنابراین فعالان بازار مالی می‌توانند نسبت‌های مالی استفاده شده در این پژوهش را در فرایند تصمیم‌گیری مالی شرکت‌ها به‌کار گیرند.

## ۷- منابع

- [۱] بستانیان س.؛ پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتم ژنتیک؛ پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۷.
- [۲] فلاح‌پور س.؛ پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)؛ پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته مدیریت بازرگانی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- [3] Tseng, F. M. , Hu Y.C. ;"Comparing four bankruptcy prediction models :logit, quadratic interval logit, neural and fuzzy neural networks"; *Expert Systems with Applications*, 37: 1846-1853, 2010.
- [4] Horrigan J. O. ;"Towards a theory of financial distress"; *The Journal of Finance*, 26,1968.
- [5] Beaver W.H. ;"Financial ratios as predictors of failure"; *Journal of Accounting Research*, Empirical Research in Accounting: Selected Studies, (Supplement):51-111, 1966.
- [6] Altman E. I. ;"Financial ratios.discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy"; *The Journal of Finance*, 23(4), 1968
- [7] Deakin E. B. ;"A discriminant analysis of predictors of Business failure"; *Journal of Accounting Research*, 10(1): 167-179, 1972.
- [8] Lin T. H. ;"A cross model study of corporate financial distress prediction in Taiwan : Multiple discriminant analysis, logit, probit and neural networks



- models"; *Neuro Computing*, 72: 3507-3516, 2009.
- [9] Ohlson J. ;"Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy"; *Journal of Accounting Research*, 18(1): 109-131, 1980.
- [۱۰] مهرگان، م.ر.؛ مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها)؛ تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ص ۱۰۳، ۱۳۸۳.
- [11] Cielen A. P. & et.al. ;"Bankruptcy prediction using a data envelopment analysis"; *European Journal of Operational Research*, 154(2): 526-532, 2004.
- [12] Xu X. , Wang Y.;"Financial failure prediction using efficiency as a predictor"; *Expert Systems with Applications*, 36: 366-377, 2009.
- [13] Sueyoshi T.; Goto M.;"Methodological comparison between DEA (data envelopment analysis) and DEA-DA (discriminant analysis) from the perspective of bankruptcy assessment"; *European Journal of Operational Research*, 199: 561-575, 2009.
- [14] Premachandra I. M. , Chen Y.; Watson J.;"DEA as a tool for predicting corporate failure and success: A case of bankruptcy assessment"; *Omega*, 39: 620-626, 2011.
- [۱۵] آذر ع. ، صفری س.؛ "مدلسازی تعالی سازمانی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها"؛ فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره دوم، پیاپی ۳۳، صص ۱۱۱-۱۳۸، ۱۳۸۳.
- [۱۶] آذر ع.، ترکاشوند ع.؛ "ارزیابی عملکرد آموزش و پژوهشی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها: گروه‌های آموزشی دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس"؛ فصلنامه مدرس علوم انسانی، پیاپی ۴۴، صص ۱-۲۳، ۱۳۸۵.
- [۱۷] کاظمی م.؛ طراحی مدلی برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری همگن با گسترش مدل DEA؛ پایان‌نامه دکتری مهندسی صنایع مدیریت سیستم بهره‌وری، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۳.
- [18] Yeh C .G. , Chi D .J., Hsu M .F. ;"A hybrid approach of DEA, rough set and support vector machines for business failure prediction"; *Expert Systems with Applications*, 2009.

[۱۹] انوری نصر ح؛ تحلیل استوار رگرسیون لجستیک و کاربرد آن؛ پایان‌نامه کارشناسی

ارشد، رشته آمار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ۱۳۸۸.

[20] Hua Z., Wang Y., Xu X., Zhang B., Liang L. ;"Predicting corporate financial distress based on integration of support vector machine and logistic regression"; *Expert Systems with Applications*, 33: 434-440, 2007.