

# پیش‌بینی ورشکستگی مالی با استفاده از مدل لوجیت مرکب

پرویز محمدزاده<sup>۱</sup>

علی رضاجلیلی مرند<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۱۵

## چکیده

برای پیش‌بینی ورشکستگی مالی روش‌های متعددی وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش‌های آماری یا به عبارت بهتر، روش‌های اقتصادسنجی است. چون متغیر وابسته، یعنی ورشکسته شدن و ورشکته نشدن، متغیری گسسته و کیفی است، باید از مدل‌های گسسته برای پیش‌بینی استفاده کرد. در این مطالعه، از روش لوجیت مرکب استفاده شده است که یکی از روش‌های انعطاف‌پذیر در مدل‌های گسسته است. اساس این مدل، تابع مطلوبیت تصادفی با ضرایب تصادفی است و با استفاده از روش حداکثر راست‌نمایی شبیه‌سازی شده است. متغیرهای توضیحی، نسبت‌های مالی شرکت‌ها هستند که از مدل زیمسکی استخراج شده است. جامعه آماری، شرکت‌های فعال در بورس در بازه ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ است که دو نمونه تصادفی، یکی برای تخمین و دیگری برای سنجش درصد موفقیت مدل انتخاب شده است. درصد موفقیت مدل، بیشتر از ۹۰ درصد مشاهده شد.

**واژگان کلیدی:** لوجیت مرکب، ورشکستگی مالی، تابع مطلوبیت تصادفی، ضرایب تصادفی.

JEL: G33, C25.

## ۱. مقدمه

بررسی رفتار بنگاه‌ها یکی از موضوعات اساسی علم اقتصاد است. به عبارتی، یکی از اهداف اصلی علم اقتصاد مطالعه و بررسی رفتار بنگاه‌ها به منظور ارائه راهکارهایی برای موفق کردن آن‌هاست؛ به طوری که می‌توان گفت اقتصاد علم بهبود وضعیت بنگاه‌هاست. طبق متون کلاسیک اقتصاد خرد، همه فعالیت‌های اقتصادی در قالب عنوان بنگاه صورت می‌گیرد؛ پس موفقیت و شکست بنگاه‌ها موضوعی محوری در اقتصاد است.

به طور اختصاصی‌تر، موضوع ورشکستگی مالی بنگاه در نظریه «رفتار بنگاه و اقتصاد مالی» بررسی

۱. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه تبریز، Email: pmohamadzadeh@yahoo.com

۲. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشگاه تبریز، Email: Alireza.jalili.m@gmail.com

می شود. این موضوع را می توان از سه جنبه بررسی کرد: نخست، تعریف ورشکستگی و شاخص سازی برای آن؛ دوم، راه های پیشگیری و جلوگیری از وقوع ورشکستگی؛ سوم و در نهایت، وضعیت بعد از ورشکستگی و چگونگی خروج از آن.

منظور از پیشگیری، انجام دادن اقداماتی برای ممانعت از ورشکستگی بنگاه دارای علائم آشفتگی مالی است. برای پیشگیری باید در ابتدا، وقوع ورشکستگی را پیش از رسیدن بنگاه به آستانه آن پیش بینی کنیم؛ چه اینکه هنگام درگیر شدن بنگاه با ورشکستگی، دیگر مسئله پیش بینی موضوعیت خود را از دست می دهد؛ پس در وهله نخست، برای پیشگیری از وقوع ورشکستگی به پیش بینی نیاز داریم. علاوه بر این، از پیش بینی برای ارزیابی فعالیت هایی می توان بهره برد که برای خروج شرکت از بحران صورت گرفته است؛ به این صورت که پس از انجام دادن مجموعه ای از فعالیت های اصلاحی، اگر احتمال وقوع ورشکستگی پیش بینی شده به وسیله مدل، کمتر شده باشد، آنگاه می توان گفت این اقدامات مؤثر واقع شده اند.

علاوه بر اهمیت فراوان این موضوع برای خود شرکت ها، سیاست گذاران، سرمایه گذاران، بانک ها و مؤسسات وام دهنده نیز به شدت به پیش بینی ورشکستگی علاقه مندند. سرمایه گذاران و بانک ها به این علت به دنبال پیش بینی ورشکستگی هستند که نمی خواهند در شرکت هایی سرمایه گذاری کنند که در معرض خطر ورشکستگی اند. از طرفی، چون ورشکستگی آثار ناگواری بر اشتغال و نیروی کار می گذارد، سیاست گذاران نیز به دنبال شناسایی شرکت های در حال ورود به منطقه ورشکستگی اند تا بتوانند سیاست های حمایتی را به موقع روی آن شرکت ها یا صنایع اعمال کنند.

برای پیش بینی ورشکستگی، روش های متعدد و گسترده ای وجود دارد که هریک شاخه ای تخصصی است. این روش ها را می توان در قالب این عناوین طبقه بندی کرد: ۱. شبکه های عصبی؛ ۲. دلیل یابی نمونه محور؛ ۳. درخت تصمیم؛ ۴. روش های آماری؛ ۵. رویکرد تکاملی؛ ۶. روش مبتنی بر مجموعه های سخت؛ ۷. روش های مرکب از منطق فازی و ماشین بردار پشتیبان؛ ۸. تفکیک هم کشش؛ ۹. محاسبات نرم یکپارچه مرکب از روش های فوق و... (کومار، ۲۰۰۷). هریک از این روش ها قابلیت خاصی برای پیش بینی ورشکستگی دارند و مقایسه کارایی آن ها با همدیگر شاید دقیق نباشد. همچنین شاید براساس آزمون های آماری نتوان درباره قدرت پیش بینی آن ها استنباط آماری کرد.

1. Case-based Reasoning
2. Decision Tree
3. Evolutionary Approaches
4. Rough Set Based Technique
5. Support Vector Machine
6. Isotonic Separation
7. Kumar

از روش‌های مذکور، آنچه به اقتصاد مربوط می‌شود، روش‌های آماری یا به عبارت بهتر اقتصادسنجی است. متغیر وابسته، یعنی وقوع ورشکستگی، متغیری کیفی است؛ بنابراین تخمین مدل براساس مدل‌های گسسته<sup>۱</sup> خواهد بود. از مدل‌های گسسته برای برآورد مدل‌هایی استفاده می‌شود که متغیر وابسته آن‌ها از نوع متغیر کیفی است. این قابلیت امکان مدل‌سازی در بسیاری از موضوعاتی را فراهم کرده است که در گذشته، خارج از حیطه علم اقتصاد تلقی می‌شد. در این مطالعه، برای پیش‌بینی ورشکستگی از مدل‌های گسسته و روش لجیت مرکب<sup>۲</sup> استفاده خواهد شد. این روش یکی از روش‌های تعمیم‌یافته مدل‌های گسسته است که فرض‌های محدود‌کننده کمتری دارد و با توجه به قابلیت‌های آن، انتظار می‌رود این مدل قدرت پیش‌بینی بیشتری داشته باشد.

از آنجایی که محور پژوهش حاضر استفاده از مدل اقتصادسنجی جدیدی برای پیش‌بینی ورشکستگی است و این مدل چندان متداول و شناخته‌شده نیست، برای فهم بهتر نتایج و خروجی مدل، پس از درآمد، ابتدا مبانی نظری مدل‌های گسسته بیان و سپس مدل لجیت مرکب با جزئیات مختصری معرفی خواهد شد. در بخش بعدی، مطالعات خارجی و داخلی مرتبط با موضوع مرور خواهد شد. سپس جامعه آماری و متغیرهای توضیحی به کاررفته در مدل بررسی می‌شود و در نهایت، نتایج برآورد مدل و تجزیه و تحلیل نتایج ارائه خواهد شد.

## ۲. مبانی نظری

### ۲.۱. ورشکستگی

درماندگی<sup>۳</sup> مالی و ورشکستگی<sup>۴</sup> دو عبارت نزدیک، ولی متفاوت‌اند. آلتمن و هاتچکس (۲۰۰۶)<sup>۵</sup> درماندگی مالی را این گونه تعریف می‌کنند که هرگاه نرخ بازده تحقق‌یافته سرمایه به کاررفته در بنگاه به صورت معنادار و مداوم کمتر از نرخ بازده درخواست‌شده باشد، درماندگی مالی روی داده است؛ درحالی که ورشکستگی وضعیتی حقوقی و قانونی است که برای بنگاه درمانده مالی روی می‌دهد. ممکن است شرکتی برای مدت طولانی درمانده باشد؛ ولی چون منع قانونی وجود ندارد، آن شرکت با ورشکستگی مواجه نمی‌شود.

پژوهش حاضر به دنبال پیش‌بینی برای شرکت‌های ورشکسته است؛ بنابراین بدون وارد شدن به جزئیات و

1. Discrete Choice Model
2. Mixed Logit
3. Failure
4. Bankruptcy
5. Altman and Hotchkiss

مراحل درماندگی مالی و علل پیدایش آن، صرفاً معیاری برای وقوع ورشکستگی معرفی می شود. این معیار همان ماده ۱۴۱ قانون تجارت است. براساس این ماده اگر بر اثر زیان های وارد شده، حداقل نصف سرمایه شرکت از میان برود، هیئت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق العاده تشکیل دهد و صاحبان سهام را دعوت کند تا موضوع انحلال یا بقای شرکت به شور و رأی گذاشته شود. هرگاه مجمع مزبور رأی به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ این قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد. در صورتی که هیئت مدیره برخلاف این ماده به دعوت مجمع عمومی فوق العاده مبادرت نکند یا مجمعی که دعوت می شود، نتواند مطابق مقررات قانونی منعقد شود، هر ذی نفعی می تواند انحلال شرکت را از دادگاه صلاحیت دار درخواست کند.

## ۲.۲. مدل های گسسته؛ مطلوبیت تصادفی

محور تحقیق حاضر استفاده از مدل اقتصادسنجی جدیدی برای پیش بینی ورشکستگی است و این مدل چندان متداول و شناخته شده نیست؛ از این رو برای فهم بهتر نتایج و خروجی مدل، پس از مقدمه، ابتدا مبانی نظری مدل های گسسته بیان شده و سپس مدل لوجیت مرکب با جزئیات مختصری معرفی می شود.

در اقتصاد خرد کلاسیک، انتخاب فرد براساس پیشینه کردن مطلوبیت است؛ بدین معنی که فرد گزینه ای را انتخاب می کند که بیشترین مطلوبیت را برای وی داشته باشد. در مدل های گسسته نیز از این گزاره برای تعیین انتخاب های افراد استفاده می شود؛ بدین ترتیب که برای هر فرد، هر گزینه، یک تابع مطلوبیت اختصاص می یابد. قسمتی از این تابع مطلوبیت برای پژوهشگر مشخص است؛ یعنی وی می تواند بخشی از عوامل تأثیر گذار و سازنده مطلوبیت فرد را مشاهده کند و نقش آن عوامل را توضیح دهد؛ ولی بخش دیگر از عوامل دخیل بر انتخاب فرد بر پژوهشگر پوشیده است و وی نمی تواند آن ها را در مطالعه خود وارد کند. این مطلب اساس نظریه «مطلوبیت تصادفی» است که توسط مک فادن (۱۹۷۴)<sup>۱</sup> شکل منسجم به خود گرفت (ترین، ۲۰۰۳)<sup>۲</sup>؛ پس تابع مطلوبیت فرد  $n$  برای انتخاب گزینه  $i$ ، دو جزء خواهد داشت.

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni} \quad (1)$$

که قسمت مشاهده پذیر یا غیر تصادفی معمولاً به صورت تابعی خطی از متغیرهای توضیحی  $V_{ni} = \beta_i X_{ni}$  بیان می شود و جزء تصادفی، متغیری تصادفی با توزیع تصادفی است.

حال سؤال این است که با توجه به این مطلوبیت تصادفی، فرد چه زمانی گزینه  $i$  را انتخاب می کند؟ فرد

1. McFadden

2. Train

زمانی گزینه  $i$  را انتخاب می‌کند که مطلوبیت ناشی از انتخاب این گزینه، از مطلوبیت انتخاب سایر گزینه‌ها بیشتر باشد، یعنی:

$$U_{ni} > U_{nj} \quad \forall i \neq j$$

اگر  $U_{ni}$  ها طبق عبارت ۱ بازنویسی شود، عبارت فوق به صورت زیر خواهد بود:

$$V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad \forall i \neq j$$

چون  $U$  متغیری تصادفی است، باید از احتمال وقوع تساوی فوق صحبت کنیم؛ یعنی با چه احتمالی مطلوبیت گزینه  $i$  بیشتر از سایر گزینه‌ها خواهد بود یا به عبارتی، با چه احتمالی فرد گزینه  $i$  را انتخاب می‌کند؟

$$\begin{aligned} P_{ni} &= \text{Prob}(U_{ni} > U_{nj} \quad \forall i \neq j) \\ &= \text{Prob}(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad \forall i \neq j) \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \quad \forall i \neq j) \end{aligned} \quad (2)$$

جمله  $\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni}$  متغیری تصادفی است و تابع توزیع دارد که آنرا با  $f(\cdot)$  نشان می‌دهیم و جمله  $V_{ni} - V_{nj}$  که مقداری مشخص است. در این صورت، احتمال انتخاب گزینه  $i$  به صورت زیر خواهد بود:

$$P_{ni} = \int I(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj}) f(\varepsilon_n) d\varepsilon_n \quad (3)$$

تابع  $I(\cdot)$  زمانی که عبارت داخل پرانتز برقرار باشد، مقدار یک و در غیر این صورت، مقدار صفر خواهد داشت.<sup>۱</sup>

مسئله اصلی برای به دست آوردن احتمال انتخاب گزینه  $i$  حل انتگرال فوق است. برای حل این انتگرال باید نوع تابع توزیع  $f(\varepsilon_n)$  مشخص باشد. تفاوتی که بین انواع مدل‌های گسسته وجود دارد، ناشی از متفاوت بودن نوع تابع توزیع  $\varepsilon$  و کواریانس آن است. برای مثال اگر  $\varepsilon$  دارای توزیع مقدار حدی نوع یک<sup>۲</sup> و کواریانس بین  $\varepsilon_{ni}$  ها صفر باشد، آنگاه مدل لوجیت عادی خواهد بود. این مدل ساده‌ترین مدل گسسته است و صفر بودن کواریانس جزء تصادفی، باعث محدود بودن کاربرد این مدل در بیشتر مسائل می‌شود. برای مدل لوجیت ساده این عبارات برقرار است:

$$f(\varepsilon_{ni}) = e^{-\varepsilon_{ni}} e^{-e^{-\varepsilon_{ni}}} \quad (4)$$

$$\text{Cov}(\varepsilon_{mi}, \varepsilon_{ni}) = 0$$

$$\text{Cov}(\varepsilon_{ni}, \varepsilon_{nj}) = 0$$

۱. انتگرال مذکور، انتگرالی چندگانه است.

۲. Type I Extreme Value، تابع توزیعی به صورت  $f(x) = \frac{1}{\sigma} \exp(z - \exp(-z))$  دارد که  $z = \frac{x-\mu}{\sigma}$  است.

این تابع توزیع را در رابطه ۳ جایگذاری می کنیم و احتمال انتخاب گزینه  $i$  به دست می آید.

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}} = \frac{e^{\beta_i' X_{ni}}}{\sum_j e^{\beta_j' X_{nj}}} \quad (5)$$

همان طور که گفته شد،  $V_{ni}$  قسمت مشاهده پذیر یا غیر تصادفی مطلوبیت تصادفی است. ضرایب  $\beta_i'$  که مربوط به جامعه است، مشخص نیست و باید آن ها را تخمین زد. روش تخمین براساس حداکثر راست نمایی است؛ بدین ترتیب که ابتدا لگاریتم تابع احتمال مشترک با استفاده از داده های نمونه محاسبه می شود و سپس ضرایبی به دست می آید که تابع احتمال مشترک را حداکثر می کنند.

### ۳.۲. لوجیت مرکب

مدل لوجیت مرکب یکی از روش های گسسته انعطاف پذیر و کلی است که سایر مدل ها، مانند لوجیت عادی، لوجیت آشیانه، لوجیت چندگانه، پروبیت،<sup>۲</sup> مقدار حدی تعمیم یافته<sup>۳</sup> و...، با وارد کردن فرض های ساده کننده، از مدل لوجیت مرکب استخراج می شوند. همچنین این مدل امکان وجود همبستگی بین گزینه ها و افراد را به پژوهشگر می دهد (مک فادن و ترین، ۲۰۰۰). این مدل دو شکل و قالب دارد که هر دو از لحاظ نظری و نتایج یکسان اند؛ ولی از نظر نوع بیان و فرمول بندی با هم تفاوت دارند و پژوهشگر بسته به نوع مسئله، یکی از این دو قالب را انتخاب می کند. این دو قالب عبارت است از «خطای مرکب»<sup>۴</sup> و «ضرایب تصادفی»<sup>۵</sup> که در ادامه توضیح داده خواهند شد.

#### ۱.۳.۲. قالب خطای مرکب

در این قالب، مطلوبیت تصادفی به صورت  $U_{ni} = \alpha_i' X_{ni} + \mu_{ni}' Z_{ni} + \varepsilon_{ni}$  است که  $X_{ni}$  و  $Z_{ni}$  بردارهای متغیرهای توضیحی،  $\alpha_i$  بردار ضریب ثابت و  $\mu_{ni}$  بردار جزء تصادفی و  $\varepsilon_{ni}$  بردار خطاست که توزیع مقدار حدی با ویژگی IID<sup>۶</sup> دارد. پس قسمت تصادفی و مشاهده ناشدنی مطلوبیت به صورت  $\eta_{ni} = \mu_{ni}' Z_{ni} + \varepsilon_{ni}$  است. با این شکل و قالبی که جزء خطا دارد، امکان وجود همبستگی بین گزینه ها و افراد در مدل ایجاد می شود؛ برای مثال:

$$\begin{aligned} Cov(\eta_{ni}, \eta_{nj}) &= E(\mu_{ni}' Z_{ni} + \varepsilon_{ni})(\mu_{nj}' Z_{nj} + \varepsilon_{nj}) \\ &= E(Z_{ni}' \mu_{ni} \mu_{nj}' Z_{nj} + Z_{ni}' \mu_{ni} \varepsilon_{nj} + \varepsilon_{nj}' \mu_{ni}' Z_{ni} + \varepsilon_{nj}' \varepsilon_{nj}) \end{aligned}$$

1. Nested Logit

2. Probit

3. Generalized Extreme Value (GEV)

4. Error Component

5. Random Coefficients

۶. Independently, Identically Distributed: این ویژگی به معنی همبستگی نداشتن گزینه هاست؛ یعنی انتخاب یک گزینه، احتمال سایر گزینه ها را تغییر نمی دهد و این ویژگی به علت صفر بودن کواریانس بین جملات تصادفی است.

$$= Z'_{ni} W Z_{nj} + 0 + 0 + 0 \quad (۶)$$

که  $W$  ماتریس کواریانس  $\mu$  است. حال می‌توان  $W$  را به‌طور دلخواه و متناسب با مسئله تعریف کرد؛ پس در مسائلی از این قالب استفاده می‌کنیم که بین گزینه‌ها و افراد همبستگی وجود داشته باشد (ترین، ۲۰۰۳).

### ۲.۳.۲. قالب ضرایب تصادفی

این قالب شکل اصلی مدل لوجیت مرکب است. برای توضیح این مدل، ابتدا مفاهیم مدل لوجیت عادی را مرور می‌کنیم. در مدل لوجیت عادی، اگر ضرایب تابع مطلوبیت فرد مشخص باشد، آنگاه احتمال انتخاب گزینه  $i$  را به‌صورت  $P_{ni} = \frac{e^{\beta' X_{ni}}}{\sum_j e^{\beta' X_{nj}}}$  نشان می‌دهیم. حال اگر برخلاف مدل لوجیت عادی، ضرایب ثابت نباشد، یعنی برای هر فرد و هر گزینه، ضریب خاصی داشته باشیم، می‌توان گفت تابع مطلوبیت  $\beta$  تعیین‌پذیر ندارد و تصادفی است؛ البته  $\beta$  توزیع دارد که توزیع آن پارامتر ثابت  $\theta$  دارد. در این صورت، برای به‌دست آوردن احتمال انتخاب گزینه  $i$  باید یک انتگرال دیگر به‌دلیل متغیر تصادفی بودن ضرایب بگیریم؛ به عبارتی، یک انتگرال دیگر روی  $P_{ni}$  در این حالت، احتمال انتخاب گزینه  $i$  به‌صورت زیر خواهد شد:

$$\mathbb{P}_{ni} = \int P_{ni}(\beta) g(\beta|\theta) d\beta \quad (۷)$$

$$P_{ni}(\beta) = \frac{e^{V_{ni}(\beta)}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{nj}(\beta)}} \quad (۸)$$

که  $g(\beta|\theta)$  تابع توزیع  $\beta$  با پارامتر  $\theta$  است.  $V_{ni}(\beta)$  قسمت مشاهده‌پذیر و غیرتصادفی تابع مطلوبیت است که مقدار آن به ضریب  $\beta$  بستگی دارد. اگر مطلوبیت، تابعی خطی از ضرایب باشد، آنگاه  $V_{ni}(\beta) = \beta' X_{ni}$  و احتمال انتخاب در مدل لوجیت مرکب به این صورت خواهد بود:

$$\mathbb{P}_{ni} = \int \left( \frac{e^{\beta' X_{ni}}}{\sum_j e^{\beta' X_{nj}}} \right) g(\beta|\theta) d\beta \quad (۹)$$

واضح است که در این مدل احتمال انتخاب، یعنی  $\mathbb{P}_{ni}$  تابعی از پارامتر توزیع  $g(\cdot)$  خواهد بود، یعنی:

$$\mathbb{P}_{ni}(\theta)$$

برای اینکه نشان دهیم مدل لوجیت حالت خاصی از لوجیت مرکب است، فرض می‌شود که  $\beta$  مقداری خاص داشته باشد  $\beta = b$ ، یعنی متغیر تصادفی نباشد. در این صورت، تابع توزیع زمانی که  $\beta = b$  مقدار یک و در غیر این صورت، مقدار صفر خواهد گرفت. در این حالت، جواب انتگرال ۹ به‌صورت زیر خواهد

بود:

$$P_{ni} = \frac{e^{b'x_{ni}}}{\sum_j e^{b'x_{nj}}} \quad (10)$$

که احتمال فوق، همان احتمال انتخاب در مدل لجیت عادی است؛ پس مدل لجیت عادی را می‌توان با اعمال فرض‌هایی از مدل لجیت مرکب به‌دست آورد.

$\beta$  می‌تواند هر توزیعی داشته باشد؛ ولی در بیشتر مطالعات، مانند رولت<sup>۱</sup> وترین<sup>۲</sup> (۱۹۹۸)، مندی‌ریتا<sup>۳</sup> (۱۹۹۶)، بن آکوا<sup>۴</sup> و بولاک<sup>۵</sup> (۱۹۹۳)، توزیع نرمال یا نرمال لگاریتمی برای  $\beta$  در نظر گرفته می‌شود. همچنین توزیع مثلثی و یکنواخت نیز در بعضی از مطالعات استفاده شده است (ترین، ۲۰۰۳). اگر توزیع نرمال برای ضرایب در نظر گرفته شود، ضرایب هر فرد این‌گونه به‌دست می‌آید:

$$\beta_n = \bar{\beta} + \sigma \times N_n \quad (11)$$

که  $\bar{\beta}$  میانگین توزیع  $\sigma$ ،  $g$  واریانس توزیع و  $N_n$  نماینده توزیع نرمال استاندارد است. در بیشتر مطالعات، جمله دوم را در نظر نمی‌گیرند و فقط از میانگین برای پیش‌بینی استفاده می‌کنند.

چون در این مدل ضرایب ثابت است، شیوه تخمین با روش‌های معمول تفاوت دارد و هدف اصلی تخمین شاخص‌های تابع توزیع ضرایب است، نه خود ضرایب؛ مثلاً برای توزیع نرمال،  $\theta$  عبارت است از میانگین و واریانس. برای این منظور از شبیه‌سازی استفاده می‌کنند: ابتدا مشاهده‌ای از تابع توزیع نرمال انتخاب می‌شود و در عبارت ۱۱ جایگذاری می‌شود.  $\beta$  به‌دست آمده را  $\beta^r$  می‌نامند. سپس  $\beta^r$  در تابع احتمال لجیت ساده جایگذاری می‌شود. احتمال به‌دست آمده را  $P_{ni}^r$  می‌کنند.

$$P_{ni}^r = \frac{e^{\beta^r x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta^r x_{nj}}} \quad (12)$$

این عمل  $R$  بار تکرار شده و سپس میانگین  $P_{ni}^r$  گرفته می‌شود.

$$\check{P}_{ni} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R P_{ni}^r \quad (13)$$

$\check{P}_{ni}$  یک تخمین‌زننده بدون تورش و سازگار از احتمال اصلی، یعنی  $P_{ni}$  است<sup>۶</sup> و هرچه تعداد انتخاب‌ها، یعنی  $R$  زیادتر باشد، واریانس آن کمتر و در نتیجه، کارایی آن بیشتر است. با استفاده از  $\check{P}_{ni}$  های

1. Revelt, D
2. Mehndiratta, S
3. Ben-Akiva, M
4. Bolduc

۵. برای توضیحات بیشتر، نک: به‌ترین (۲۰۰۳) و هنشر و همکاران (۲۰۰۷).

به‌دست آمده تابع احتمال مشترک یا همان تابع راست‌نمایی را تشکیل می‌دهند و سپس لگاریتم آنرا برای حداکثر کردن و به‌دست آوردن شاخص‌های جامعه به کار می‌برند.

زمانی که دو گزینه برای انتخاب وجود داشته باشد، فقط برای یک گزینه تابع مطلوبیت تعریف می‌کنیم. در این حالت، اگر تابع مطلوبیت مثبت باشد، فرد گزینه‌ای را انتخاب می‌کند که برای آن تابع مطلوبیت تعریف شده است و اگر تابع مطلوبیت منفی باشد، آنگاه فرد گزینهٔ مقابل را انتخاب خواهد دارد؛ پس در چنین حالتی، فقط یک تابع مطلوبیت خواهیم داشت. علت این پدیده، یعنی تعریف کردن فقط یک تابع مطلوبیت، به این موضوع برمی‌گردد که طبق معادلات ۲، احتمال انتخاب یک گزینه به اختلاف توابع مطلوبیت گزینه‌ها بستگی دارد.

$$Prob(U_{ni} > U_{nj}) = Prob(U_{ni} - U_{nj} > 0)$$

### ۳. پیشینه تحقیق

در بارهٔ موضوع ورشکستگی در چهار دههٔ اخیر مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است. تقریباً در تمام این مطالعات، از نسبت‌های مالی به‌عنوان متغیرهای اصلی استفاده شده است.<sup>۱</sup> مطالعهٔ آلتمن (۱۹۶۸) و مدل زد-اسکور<sup>۲</sup> که وی به کار برده است، از نخستین مطالعات انجام گرفته در این زمینه است. در مطالعهٔ وی که یکی از متون کلاسیک پیش‌بینی ورشکستگی است، از روش تحلیل تمایزی چندگانه<sup>۳</sup> استفاده شده است. به تبع کار منسجم آلتمن، سایر مطالعات نیز با الهام از ویروش تحلیل تمایزی چندگانه را برای پیش‌بینی انتخاب کرده‌اند و این روش، روش غالب و متداول برای پیش‌بینی ورشکستگی است (بالسائ و اوگه، ۲۰۰۶).<sup>۴</sup>

استفاده از مدل‌های گسسته برای پیش‌بینی، سابقه‌ای طولانی ندارد. اولسون (۱۹۸۰)<sup>۵</sup> نخستین بار روش لوجیت معمولی دوحالته را به کار برد. قدرت پیش‌بینی مدل وی ۹۶ درصد است و مانند سایر مطالعات، از نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی بهره برده است. بعد از وی، در تعداد فراوانی از مطالعات، بدون هیچ تغییری از لوجیت ساده استفاده شده است. در جدول ۱، نمونه‌ای از این مطالعات را مشاهده می‌کنید. تفاوت آن‌ها در نسبت‌های مالی به کار رفته و اندازهٔ نمونه و حالت‌های پیش‌بینی، مثل تقسیم‌بندی شرکت‌ها در سه دستهٔ ورشکسته و دارای بحران و سالم بوده است (بالسائ و اوگه، ۲۰۰۶).

۱. برای ملاحظهٔ نمونه‌ای از این مطالعات، نک: بالسائ و اوگه، ۲۰۰۶.

2. z-score

3. Multivariate Discriminate Analysis (MDA)

4. Balcaen, S., H. Ooghe

5. Ohlson, J

برخلاف پیشرفتی که در پانزده سال اخیر در مدل های گسسته صورت گرفته است، همچنان این پیشرفت ها وارد روش های پیش بینی نشده اند. روش لجیت مرکب به عنوان یکی از مدل های انعطاف پذیر و تعمیم یافته در مدل های گسسته، به صورت نظم یافته نخستین بار در کتاب لویره<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۰) و مقاله مک فادنو ترین (۲۰۰۰) مطرح شد. (هنشر و جونز، ۲۰۰۴).<sup>۲</sup>

جدول ۱. مروری بر مطالعاتی که از مدل های کلاسیک برای پیش بینی ورشکستگی استفاده کرده اند\*

| مطالعاتی که از مدل تحلیل تمایزی چندگانه استفاده کرده اند |                              |                              |
|----------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Altman (۱۹۶۸)                                            | Van Frederikslust (۱۹۷۸)     | Betts and Belhoul (۱۹۸۷)     |
| Deakin (۱۹۷۲)                                            | Bilderbeek (۱۹۷۹)            | Gombola et al. (۱۹۸۷)        |
| Edmister (۱۹۷۲)                                          | Dambolena & Khoury (۱۹۸۰)    | Gloubos & Grammatikos (۱۹۸۸) |
| Blum (۱۹۷۴)                                              | Taffler (۱۹۸۲)               | Declerc et al. (۱۹۹۱)        |
| Altman et al. (۱۹۷۷)                                     | Taffler (۱۹۸۳)               | Laitinen (۱۹۹۲)              |
| Deakin (۱۹۷۷)                                            | Micha (۱۹۸۴)                 | Lussier and Corman (۱۹۹۴)    |
| Taffler & Tisshaw (۱۹۷۷)                                 | Ooghe and Verbaere (۱۹۸۵)    | Altman et al. (۱۹۹۵)         |
| مطالعاتی که از مدل لجیت استفاده کرده اند                 |                              |                              |
| Ohlson (۱۹۸۰)                                            | Swanson and Tybout (۱۹۸۸)    | Sheppard (۱۹۹۴)              |
| Zavgren (۱۹۸۳)                                           | Aziz et al. (۱۹۸۸)           | Lussier (۱۹۹۵)               |
| Zmijewski (۱۹۸۴)                                         | Gloubos & Grammatikos (۱۹۸۸) | Mossman et al. (۱۹۹۸)        |
| Gentry et al. (۱۹۸۵)                                     | Keasey & McGuinness (۱۹۹۰)   | Charitou & Trigeorgis (۲۰۰۰) |
| Zavgren (۱۹۸۵)                                           | Platt and Platt (۱۹۹۰)       | Becchetti & Sierra (۲۰۰۲)    |
| Keasey & Watson (۱۹۸۷)                                   | Ooghe et al. (۱۹۹۳)          | Charitou et al. (۲۰۰۴)       |
| Peel and Peel (۱۹۸۷)                                     |                              |                              |

منبع: بالسان و اوگه (۲۰۰۶)

مطالعه هنشر و جونز (۲۰۰۴) به عنوان مطالعه ای مهم و منحصربه فرد، شروعی برای ورود روش های جدید مدل های گسسته در موضوع پیش بینی ورشکستگی است. آن ها به جای در نظر گرفتن دو حالت، یعنی ورشکسته شدن و ورشکسته نشدن، سه حالت برای هر بنگاه در نظر گرفتند: عادی و دارای آشفتگی مالی و ورشکسته. همچنین از مدل لجیت مرکب سه حالتی برای پیش بینی ورشکستگی ۳۰۳۲ شرکت فعال در استرالیا در فاصله سال های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ و نیز برآورد مدل استفاده کرده اند. همین طور از داده های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ برای آزمون کارایی مدل بهره جسته اند. نتایج آن ها بسیار دقیق و نزدیک به داده های واقعی است.<sup>۳</sup> تخمین آن ها براساس روش حداکثر راست نمایی شبیه سازی شده<sup>۴</sup> بوده است. همچنین در این مطالعه، نتایج

1. Louviere, J  
2. Hensherand Jones

۳. میانگین این اختلاف با واقعیت در حدود ۵/۰ درصد بوده است.

4. Maximum Simulated Likelihood Estimator (MSLE)

روش لوجیت مرکب با روش لوجیت چندگانه<sup>۱</sup> مقایسه شده و کارایی مدل مرکب تأیید شده است. هنشر و جونز (۲۰۰۷) در مطالعه بعدی خود، به جای روش حداکثر راست‌نمایی شبیه‌سازی شده، از روش حداکثر راست‌نمایی نمونه‌ای با وزن‌های برون‌زا (WESML)<sup>۲</sup> برای تخمین استفاده کرده‌اند و برای ضرایب تصادفی توزیع مثلی غیرشرطی را در نظر گرفته‌اند. علاوه بر این مطالعه، هنشر دو مطالعه دیگر در این موضوع دارد که در هریک از آن‌ها نسبت‌های مالی به کار رفته و روش جمع‌آوری داده‌ها و روش پیش‌بینی را بهبود بخشیده است (جونز و هنشر، ۲۰۰۷؛ هنشر و همکاران، ۲۰۰۷).

در ایران نیز مطالعات چشمگیری در این زمینه انجام شده است. مهرانی و همکاران (۱۳۸۴) نخستین مطالعه‌ای است که از روش لوجیت برای برآورد استفاده کرده است. آن‌ها ۳۸ شرکت داروسازی و نساجی فعال در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۱ را در نظر گرفته‌اند. در مجموع، ۱۱۴ شرکت سال می‌شود که ۳۶ شرکت ورشکسته و ۷۸ شرکت از این شرکت‌ها ورشکسته نشده (سالم) بوده‌اند. آن‌ها از نسبت‌های مالی دو الگوی زیمسکی و شیراتا<sup>۳</sup> برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند. همچنین برای اعتبار الگو از داده‌های سال ۱۳۸۲ بهره جسته‌اند که برای الگوی شیراتا ۹۴/۷ درصد و برای الگوی زیمسکی ۹۷/۴ درصد از پیش‌بینی‌ها درست بوده است.

کمیجانی و سعادت‌فر (۱۳۸۵) برای پیش‌بینی ورشکستگی از دو مدل لوجیت و پروبیت استفاده کرده‌اند. آن‌ها نسبت‌های مالی الگوهای مختلف را آزموده‌اند تا مدل بهینه، یعنی نسبت‌های مالی، انتخاب شود که بیشترین قدرت پیش‌بینی را در پی داشته است. نمونه انتخابی این مطالعه حاوی ۵۸ شرکت ورشکسته و ۵۸ شرکت غیرورشکسته در فاصله زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۱ است. طبق نتایج این مطالعه، نسبت‌های مالی الگوی زیمسکی بیشترین قدرت پیش‌بینی را داشته‌اند و مدل لوجیت، هم از نظر برازش و هم از نظر قدرت پیش‌بینی بر مدل پروبیت رجحان دارد.

راعی و فلاح‌پور (۱۳۸۷) نیز نتایج دو روش ماشین بردار پشتیبان و روش لوجیت را مقایسه کرده‌اند. نمونه آن‌ها متشکل از چهل شرکت ورشکسته و چهل شرکت سالم پذیرفته شده در بورس و انتخاب شده به طور تصادفی است که در فاصله سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ انتخاب شده‌اند؛ اما تمام شرکت‌های ورشکسته موجود در این بازه زمانی در نمونه قرار گرفته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که روش ماشین بردار پشتیبان به طور معناداری دقت بیشتری از روش لوجیت دارد.

دستگیر و همکاران (۱۳۸۷) روش لوجیت را برای پیش‌بینی انتخاب کرده‌اند. نمونه آن‌ها شامل ۳۸

1. Multinomial Logit

2. Weighted Exogenous Sample Maximum Likelihood

3. Shirata

شرکت بوده که در فاصله سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ سهام آن ها مبادله شده است. طبق نتایج این مطالعه، دقت مدل لجیت در پیش بینی ورشکستگی یک سال قبل از ورشکستگی، ۹۲ درصد، دو سال قبل از ورشکستگی، ۹۵ درصد و سه سال قبل از ورشکستگی، ۹۷ درصد بوده است.

مطالعه بعدی، پژوهش طالب نیا و همکاران (۱۳۸۸) است. در این تحقیق، چهار الگوی پیش بینی بحران مالی، یعنی اسپرین گیت،<sup>۱</sup> شیراتا، والاس<sup>۲</sup> و تای دا،<sup>۳</sup> بانسب های جریان وجوه نقد و متغیرهای کلان اقتصادی با وقفه زمانی یک سال و دو سال بسط داده شد. همچنین برای ارزیابی الگوها از روش لجیت استفاده شده است. نمونه آن ها شامل سی شرکت سالم و سی شرکت ورشکسته پذیرفته شده در بورس در فاصله زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۵ است. نتایج آن ها نشان می دهد که نسبت های مالی پیشنهاد شده به وسیله اسپرین گیت و والاس مناسب اند.

قدیری مقدم و همکاران (۱۳۸۸) دو الگوی آلتمن و اولسون را با استفاده از دو روش تحلیل تمایزی چند گانه و لجیت مقایسه کرده اند. آن ها ۴۱ شرکت ورشکسته موجود در فاصله زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ را به همراه ۴۱ شرکت سالم به عنوان نمونه در نظر گرفته اند. گفتنی است این ۴۱ شرکت سالم به طور تصادفی در این بازه زمانی انتخاب شده اند. نتایج آن ها آشکار می کند اگر الگوی آلتمن با استفاده از روش لجیت برآورد شود، دقت پیش بینی بیشتر خواهد بود.

پورزمانی و همکاران (۱۳۸۸) نیز برای پیش بینی ورشکستگی، یازده نسبت مالی را در دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ انتخاب و از روش لجیت برای برآورد مدل استفاده کرده اند. نمونه این مطالعه شامل سی شرکت ورشکسته و سی شرکت سالم است. دقت پیش بینی در حالات مختلف بین ۷۸ و ۹۶ درصد بوده است.

سعیدی و آقایی (۱۳۸۸) از شبکه های بیز<sup>۴</sup> برای پیش بینی ورشکستگی استفاده کرده و نتایج آن را با مدل لجیت مقایسه کرده اند. دوره زمانی مطالعه ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ است که ۷۲ شرکت ورشکسته و ۷۲ شرکت سالم در این بازه برای نمونه انتخاب شده اند. طبق نتایج این تحقیق، شبکه های ساده بیز در مقایسه با مدل لجیت عملکرد بهتری برای پیش بینی داشته اند.

مکیان و همکاران (۱۳۸۸) سه روش شبکه عصبی و تحلیل تمایزی و روش لجیت را با هم مقایسه کرده اند. نمونه آن ها شامل چهل شرکت ورشکسته و چهل شرکت سالم در فاصله زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶ است. نتایج پژوهش نشان می دهد مدل شبکه های عصبی از دو روش آماری دیگر، در پیش بینی دقت

1. Springate

2. Wallace

3. Thai da

4. Bayes networks

بیشتری دارد.

نبوی چاشمی و همکاران (۱۳۸۹) نیز از مدل لوجیت برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده کرده‌اند. دوره‌زمانی مطالعه ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ است. برای انجام دادن تحقیق ابتدا نمونه‌ای شامل بیست شرکت ورشکسته و بیست شرکت سالم انتخاب شده است. به منظور طراحی مدل، نه نسبت مالی استفاده شده که در نهایت، سه نسبت از آن‌ها تأثیر معنی‌دار داشته است. دقت پیش‌بینی مدل برای سال ورشکستگی، ۸۷/۵ درصد، برای یک سال پیش از وقوع ورشکستگی، ۷۲/۵ درصد و برای دو سال پیش از آن، ۵۲/۵ درصد است.

رستمی و همکاران (۱۳۹۰) کارایی مدل تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> را با مدل لوجیت در پیش‌بینی ورشکستگی بررسی کرده‌اند. آن‌ها ۵۱ شرکت ورشکسته در سال ۱۳۷۸ به همراه ۵۱ شرکت سالم انتخاب شده به‌طور تصادفی را به‌عنوان نمونه در نظر گرفته‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد مدل لوجیت در ارزیابی مالی درون نمونه‌ای به‌طور معناداری عملکرد بهتری دارد.

#### ۴. روش تحقیق

##### ۴.۱. متغیرهای توضیحی

زیمسکی (۱۹۸۴)<sup>۲</sup> مجموعه‌ای از نسبت‌های مالی را برای پیش‌بینی ورشکستگی ارائه کرد. انتخاب این نسبت‌ها بر پایه تئوری نبود؛ بلکه وی براساس تجربیات به‌دست آورده از مطالعات پیشین، این نسبت‌ها را انتخاب کرد. این نسبت‌ها بهتر می‌توانستند ورشکستگی را پیش‌بینی کنند. متغیرهای وی عبارت است از:

$X_1$  دارایی کل / سود خالص

$X_2$  بدهی جاری / دارایی جاری

$X_3$  دارایی کل / کل بدهی

این الگو یکی از الگوهای ساده پیش‌بینی ورشکستگی است که اصل قلت متغیرهای توضیحی در آن به‌خوبی رعایت شده است (مهرانی و همکاران، ۱۳۸۴). در این مطالعه نیز از این سه متغیر برای تابع مطلوبیت بهره می‌جوییم. چون ضرایب تصادفی‌اند، برای به‌دست آوردن تابع مطلوبیت برآورد شده  $\hat{U}_n$  از میانگین ضرایب استفاده می‌کنیم. برای مثال به جای  $\beta_{3n}$  از  $\bar{\beta}_3$  برای تابع مطلوبیت برآورد شده استفاده می‌کنیم. در این صورت:

$$\hat{U}_n = \bar{\beta}_0 + \bar{\beta}_1 X_{1n} + \bar{\beta}_2 X_{2n} + \bar{\beta}_3 X_{3n} + \varepsilon_n \quad (14)$$

1. Data Envelopment Analysis (DEA)

2. Zmijewski

$n$  شمارنده شرکت هاست و چون فقط دو گزینه داریم، معرفی یک تابع مطلوبیت کافی است. تابع مطلوبیت را برای گزینه سالم بودن شرکت در نظر می گیریم. در این صورت، اگر مطلوبیت مثبت باشد، شرکت سالم است و اگر منفی باشد، شرکت ورشکسته خواهد شد.

انتظار داریم ضریب دو متغیر  $X_1$  و  $X_2$  مثبت باشد؛ زیرا با افزایش این دو نسبت، احتمال ورشکسته شدن کاهش می یابد. همچنین برای متغیر  $X_3$  انتظار داریم ضریب منفی باشد؛ زیرا بدیهی است که با افزایش این نسبت، احتمال ورشکسته شدن افزایش می یابد. زیمسکی در مدل خود، برای عرض از مبدأ ضریب منفی به دست آورده است؛ پس انتظار داریم عرض از مبدأ مثبت باشد.<sup>۱</sup>

با توجه به متغیرهای توضیحی انتخاب شده برای مدل، می توان فرضیات تحقیق را بدین صورت بیان کرد:  
۱. نسبت مالی «دارایی کل / سود خالص»: قدرت پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.

۲. نسبت مالی «بدهی جاری / دارایی جاری»: قدرت پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.

۳. نسبت مالی «دارایی کل / کل بدهی»: قدرت پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.

## ۲.۴. جامعه آماری و نمونه انتخابی

جامعه آماری ما شرکت های فعال بورس اوراق بهادار تهران، در فاصله سال های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ است. هر شرکت در هر سال مستقل از سال های دیگر، یک عضو از جامعه در نظر گرفته شده و ممکن است در نمونه تصادفی از یک شرکت، چند سال انتخاب شده باشد. نسبت های مالی شرکت ها از صورت های مالی شرکت های پذیرفته شده در بورس استخراج شده است. صورت های مالی نیز از لوح فشرده «اطلاعات مالی شرکت های پذیرفته شده در بورس، ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶» منتشر شده به وسیله شرکت اطلاع رسانی و خدمات بورس به دست آمده است.<sup>۲</sup>

همچنین با توجه به اینکه تعداد شرکت های ورشکسته بسیار کمتر از تعداد شرکت های غیر ورشکسته است؛ بنابراین سعی شده است بین تعداد این دو گروه تناسب وجود داشته باشد. از طرفی نیز تحقیق حاضر با

۱. مدل زیمسکی به صورت رگرسیون خطی است، به این صورت که  $Z = -4.3 - 4.5X_1 + 5.7X_2 + 0.004X_3$  با افزایش  $Z$  بروز ورشکستگی تقویت می شود و برعکس مدل این تحقیق است که با افزایش  $U$  احتمال ورشکستگی کاهش می یابد.

۲. فهرست نمادهای متوقف و فعال، برگرفته از وبسایت بانک اطلاعات کارگزاران و شرکت های بورس اوراق بهادار تهران در تاریخ ۳۱ خرداد ۱۳۸۹.

محدودیت بسیاری در دسترسی به صورت‌های مالی مواجهه بوده است. در بعضی مواقع، گزارش ترازنامه وجود نداشته است. برای بعضی دیگر گزارش ناقص بوده است یا حسابرسی نشده بوده‌اند. همچنین استخراج نسبت‌های مالی از ترازنامه شرکت‌ها بسیار زمان‌بر بوده؛ از این‌رو این مسائل باعث شده است اندازه نمونه‌ها کوچک باشد. همچنین همان‌گونه که در بخش مطالعات داخلی مشاهده می‌شود، در همه مطالعات سعی شده است بین تعداد شرکت‌های ورشکسته و تعداد شرکت‌های سالم توازن و تناسب وجود داشته باشد. از آنجایی که تعداد شرکت‌های ورشکسته محدود است؛ بنابراین تعداد شرکت‌های سالم نیز متناسب با آن انتخاب شده است.

با توجه به این محدودیت‌ها دو نمونه، یکی برای برآورد مدل و دیگری برای بررسی قدرت پیش‌بینی مدل انتخاب شد. در نمونه اول از بین شرکت‌های غیر ورشکسته، ۴۳ شرکت و از بین شرکت‌های ورشکسته، ۱۵ شرکت به‌طور تصادفی انتخاب شد. سپس از گزارش‌های حسابرسی شده این شرکت‌ها و از ترازنامه تلفیقی، نسبت‌های مالی لازم استخراج شد. برای مثال فرض کنید شرکت ایران‌خودرو در سال ۱۳۸۴ انتخاب شده است، در این حالت مشخص می‌کنیم که آیا گزارش حسابرسی شده سال ۱۳۸۴ آخرین گزارش شرکت بوده و شرکت پس از آن گزارش ورشکست شده است یا نه؟ سپس از گزارش حسابرسی شده پایان سال ۱۳۸۴ برای تعیین نسبت‌های مالی استفاده می‌کنیم. معیار ورشکسته بودن شرکت‌ها براساس اعلام بورس بوده است که البته بورس نیز بر پایه ماده ۱۴۱ قانون تجارت، شرکت‌ها را متوقف اعلام می‌کند. در جدول ۲، نسبت‌های مالی چهار شرکت از اعضای نمونه برای آشنایی گزارش شده است.

جدول ۲. نمونه‌ای از نسبت‌های مالی شرکت‌ها

| وضعیت                  | دارایی کل/بدهی کل | بدهی جاری/دارایی جاری | سود خالص/دارایی کل |         |
|------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|---------|
| پتروشیمی شازند (۸۷)    | ۰/۵۴۹۸            | ۰/۹۲۲۸                | ۰/۲۱۵۸             | سالم    |
| بیسکویت گرجی (۸۶)      | ۰/۶۲۶۶            | ۱/۵۰۷۹                | ۰/۱۸۱۷             | سالم    |
| سیمان سفید ساوه (۸۳)   | ۰/۳۷۱۶            | ۰/۴۳۴۹                | ۰/۰۳۵۹             | ورشکسته |
| صنعتی مینو-خرمدره (۸۲) | ۰/۹۳۴             | ۰/۷۵۹۶                | -۰/۲۲۲۹            | ورشکسته |

منبع: داده‌های مطالعه برگرفته از وب سایت شرکت اطلاع‌رسانی و خدمات بورس

علاوه بر نمونه مذکور، نمونه‌ای شامل ۸۳ شرکت، یعنی ۴۲ شرکت سالم و ۴۱ شرکت ورشکسته، برای بررسی قدرت پیش‌بینی مدل انتخاب شده است که متفاوت از نمونه قبل است. ابتدا با استفاده از نمونه قبل، مدل معرفی شده برآورد می‌شود. سپس مدل برآورد شده روی نمونه دوم اعمال خواهد شد؛ یعنی مقادیر نسبت‌های مالی در عبارت ۱۴ قرار داده می‌شود که مربوط به مطلوبیت تصادفی برآورد شده است. اگر  $U_n$  به دست آمده مثبت باشد، یعنی پیش‌بینی مدل این است که شرکت در سال بعد ورشکسته نخواهد شد؛ ولی

اگر منفی باشد، عکس این موضوع اتفاق خواهد افتاد. در مرحله بعد، پیش بینی مدل درباره وضعیت شرکت ها با آنچه مقایسه می شود که عملاً اتفاق افتاده است تا از این طریق درصد موفقیت مدل در پیش بینی به دست آید.

## ۵. نتایج

هم در تئوری و هم در عمل، این امکان وجود دارد که بعضی از ضرایب، تصادفی و بعضی دیگر غیر تصادفی در نظر گرفته شود. در این مدل، سه متغیر وجود دارد که برای آن ها شش حالت را می توان تصور کرد. از بین این حالات، حالتی انتخاب خواهد شد که ضرایب آن معناداری بیشتر داشته، همچنین کل رگرسیون  $R^2$  مک فادن بیشتر داشته باشد. با توجه به این معیارها، مدلی انتخاب شد که در آن ضریب متغیر  $X_1$  و  $X_2$  تصادفی بوده، ولی  $X_3$  ضریب ثابت دارد. توزیع ضرایب نیز همان طور که گفتیم، توزیع نرمال در نظر گرفته شده است.

نتایج برآورد مدل در جدول ۳ آمده است. قسمت نخست، میانگین ضرایب تصادفی و قسمت دوم، مربوط به ضرایب ثابت است. در قسمت سوم نیز انحراف معیار ضرایب تصادفی گزارش شده است.

جدول ۳. مدل برآورد شده

| ضریب                                                   | انحراف معیار | Z     | Prob     | ضرایب تصادفی                   |
|--------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------------------------|
| ۱۹/۳۳۳                                                 | ۱۱/۵۹۲       | ۱/۶۷  | *۰/۰۹۵۴  | دارایی کل/سود خالص             |
| -۰/۰۹۵۷                                                | ۰/۶۵         | -۱/۱۵ | ۰/۸۸۳    | بدهی جاری/دارایی جاری          |
| ۱۰/۶۵۶                                                 | ۴/۴۵۰        | ۲/۳۹  | **۰/۰۱۶۶ | عروض از مبدأ                   |
| -۱۳/۹۳۴                                                | ۵/۲۷۴        | -۲/۵۴ | **۰/۰۱۱۱ | دارایی کل/بدهی کل              |
| ۰/۰۰۹۷                                                 | ۲۶/۶۸۷       | ۰/۰   | ۰/۹۹     | انحراف معیار ضرایب تصادفی      |
| ۰/۰۰۰۸۳                                                | ۱/۳۰۶        | ۰/۰   | ۰/۹۹     | دارایی کل/سود خالص             |
|                                                        |              |       |          | بدهی جاری/دارایی جاری          |
|                                                        |              |       |          | معنی داری کل رگرسیون           |
|                                                        |              |       |          | تابع حداکثر راست نمایی         |
|                                                        |              |       |          | $R^2$ مک فادن                  |
|                                                        |              |       |          | تعداد انتخاب ها برای شبیه سازی |
| * سطح معنی داری ۱۰ درصد                                |              |       |          |                                |
| ** سطح معنی داری ۵ درصد                                |              |       |          |                                |
| این تخمین با استفاده نرم افزار 5 NLOGIT انجام شده است. |              |       |          |                                |
| منبع: محاسبات تحقیق                                    |              |       |          |                                |

علامت ضرایب کاملاً مطابق با انتظار ماست. دو نسبت «بدهی جاری/دارایی جاری» و «دارایی کل/بدهی

کل» علامت منفی و نسبت «دارایی کل/سود خالص» علامت مثبت دارد. چون نسبت‌های مالی مطابق جدول ۳ از لحاظ عددی به هم نزدیک‌اند، انتظار داریم ضرایب این نسبت‌ها نیز در یک مرتبه و نزدیک به هم باشند؛ از این رو ملاحظه می‌شود ضرایبی که معنی‌دار هستند از نظر عددی نیز به هم نزدیک‌اند. همچنین این سطح از  $R^2$  مک فادن نشان می‌دهد که برآورد انجام‌شده برازش بسیار خوبی دارد. آماره کای-دو، با اندازه احتمال صفر، معنی‌داری کل رگرسیون را نشان می‌دهد.

با توجه به معنی‌دار نبودن ضریب متغیر «بدهی جاری/دارایی جاری»، فرضیه دوم مبنی بر تأثیر این متغیر بر پیش‌بینی رد می‌شود؛ بنابراین این متغیر فاقد قدرت پیش‌بینی ورشکستگی است؛ اما دو نسبت مالی دیگر در سطح ۵ و ۱۰ درصد معنی‌دارند. به علت معنی‌دار نبودن نسبت مالی دوم، یک‌بار دیگر مدل پیش‌بینی بدون حضور نسبت مالی مذکور برآورد می‌شود. نتایج در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۴. مدل برآوردشده

| ضریب                                                                                                       | انحراف معیار | Z      | Prob   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|--------|
| ضرایب تصادفی                                                                                               |              |        |        |
| دارایی کل /سود خالص                                                                                        | ۱۹/۱۵۳       | ۱۱/۴۳۶ | ۰/۰۹۳۸ |
| ضرایب ثابت                                                                                                 |              |        |        |
| عرض از مبدأ                                                                                                | ۱۰/۳۹۷       | ۴/۴۵۰۱ | ۰/۰۰۹۱ |
| دارایی کل /بدهی کل                                                                                         | -۱۳/۱۹۷      | ۵/۲۷۳۹ | ۰/۰۰۸۵ |
| انحراف معیار ضرایب تصادفی                                                                                  |              |        |        |
| دارایی کل /سود خالص                                                                                        | ۰/۰۱۶۸       | ۱۵/۱۵۸ | ۰/۰۹۹  |
| معنی داری کل رگرسیون<br>تابع حداکثر راست‌نمایی<br>$R^2$ مک فادن<br>تعداد انتخاب‌ها برای شبیه‌سازی          |              |        |        |
| * سطح معنی‌داری ۱۰درصد<br>** سطح معنی‌داری ۵درصد<br>این تخمین با استفاده نرم‌افزار 5 NLOGIT انجام شده است. |              |        |        |

منبع: محاسبات تحقیق

ملاحظه می‌شود که بعد از تخمین، معنی‌داری ضرایب بهبود یافته است، به‌ویژه معنی‌داری عرض از مبدأ و «دارایی کل/بدهی کل» که در سطح ۱ درصد قرار گرفته است. همچنین  $R^2$  مک فادن نیز به‌صورت جزئی افزایش یافته است. مقدار عددی ضرایب کمی تغییر یافته، ولی علامت‌های آن‌ها همانند برآورد اولیه مطابق با انتظار است. طبق نتایج به‌دست آمده از مدل، فرضیه سوم، یعنی تأثیر نسبت مالی «دارایی کل/بدهی

کل» بر پیش بینی پذیرفته می شود؛ ولی فرضیه اول فقط در سطح ۱۰ درصد پذیرفته خواهد شد. براساس مدل برآوردشده و ضرایب به دست آمده، تابع مطلوبیت برآوردشده در نهایت به صورت زیر خواهد بود. گفتنی است چون مقدار آماره  $Z$  برای نسبت مالی اول بزرگ تر از یک است، این متغیر از مدل حذف نشده است:

$$\hat{U}_n = 10.397 + 19.153X_{1n} - 13.197X_{3n} \quad (۱۵)$$

حال با استفاده از تابع مطلوبیت برآوردشده صحت مدل را روی نمونه آزمون بررسی می کنیم. نتایج در جدول ۵ آمده است. مدل برآوردشده شرکت های سالم را با دقت ۹۲ درصد و شرکت های ورشکسته را با دقت ۹۸ درصد پیش بینی کرده است. ملاحظه می کنیم که مدل، شرکت های ورشکسته را درست تر پیش بینی می کند و برای ما نیز این حالت، یعنی پیش بینی ورشکستگی مهم تر است. چون در این مطالعه هدف پیش بینی است، طرح مباحثی مانند آثار نهایی و الگوی جانشینی چندان معنی و مفهوم ندارد.

جدول ۵. درصد موفقیت مدل

| نمونه آزمون |        |
|-------------|--------|
| ورشکسته     | سالم   |
| ۴۱          | ۴۲     |
| ٪۹۷/۵۶      | ٪۹۲/۲۱ |

منبع: محاسبات تحقیق

## ۶. نتیجه گیری

همان طور که گفته شد، پیش بینی ورشکستگی یکی از موضوعات محوری اقتصاد مالی و حسابداری است. همچنین بحث های فراوانی در این رشته درباره این موضوع صورت گرفته و روش های مختلفی مطابق با ادبیات خاص این رشته شکل گرفته است. در سال های اخیر، سایر گرایش های اقتصاد و دیگر علوم انسانی از روش های ویژه خود، برای پیش بینی بهره جسته اند.

در مطالعات متعددی، از مدل های گسسته برای پیش بینی استفاده شده است. این مدل، یکی از شاخه های اقتصادسنجی برای برآورد متغیرهای گسسته است. در این مطالعه، از روش لجیت مرکب برای پیش بینی استفاده شده است. این روش امکان لحاظ کردن ویژگی های اختصاصی هر شرکت را در مدل فراهم می کند و با این کار قدرت پیش بینی را افزایش می دهد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که قدرت پیش بینی این روش بیشتر از ۹۰ درصد برای نمونه انتخابی است.

این مطالعه راه را برای استفاده از سایر روش های مدل های گسسته و پیشرفت های صورت گرفته در این

مدل‌ها برای پیش‌بینی دقیق‌تر فراهم می‌آورد. همچنین در صورت دراختیارداشتن داده‌های بیشتر، می‌توان مدت پیش‌بینی را افزایش داد؛ به این معنی که از طریق گزارش داده‌شده، ورشکستگی شرکت را می‌توان برای دو، سه، چهار... دوره مالی بعدتر نیز پیش‌بینی کرد.

## منابع و مآخذ

- پور زمانی، زهرا، آریتا جهان‌شاد و شهرام عین‌قلایی، ۱۳۸۸، «پیش‌بینی وضعیت مالی و اقتصادی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی مبتنی بر سود، جریان‌های نقدی و رشد»، *پژوهش‌نامه حسابداری مالی و حسابرسی*، ۱(۳)، ص ۹۳ تا ۱۱۵.
- دستگیر، محسن، سیدحسین سجادی و جواد مقدم، ۱۳۸۷، «پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل لوحیت»، *پژوهش‌نامه اقتصادی*، ۳۱ (۸)، ص ۱۷۱ تا ۱۸۹.
- راعی، رضا، سعید فلاح‌پور، ۱۳۸۷، «کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی در ماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۵ (۵۳)، ص ۱۷ تا ۳۱.
- رستمی محمد رضا، میرفیض فلاح شمس و فرزانه اسکندری، ۱۳۹۰، «ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران؛ مطالعه مقایسه‌ای بین تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک»، *پژوهش‌های مدیریت در ایران، مدرس علوم انسانی*، ۱۵ (۳)، ص ۱۲۹ تا ۱۴۷.
- ساسانی، مهران، ۱۳۸۴، «بررسی کاربردی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی زمبسکی و شیراتا در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۴۱، ص ۱۰۵ تا ۱۳۱.
- سعیدی، علی، آرزو آقایی، ۱۳۸۸، «پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۶ (۵۶)، ص ۵۹ تا ۷۸.
- شرکت اطلاع‌رسانی و خدمات بورس، ۱۳۸۹، *اطلاعات مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶*، تهران.
- طالب‌نیا، قدرت‌الله، آریتا جهان‌شاد و زهرا پورزمانی، ۱۳۸۸، «ارزیابی کارایی متغیرهای مالی و متغیرهای اقتصادی در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۶ (۵۵)، ص ۶۷ تا ۸۴.
- کميجانی، اکبر، جواد سعادت‌فر، ۱۳۸۵، «تعیین مدل بهینه احتمال شرطی برای پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌ها در ایران»، *نامه مفید*، ۱۲ (۵۷)، ص ۲۸ تا ۳۳.

قدیری مقدم، ابوالفضل، محمد مسعود غلام پور فرد، فرزانه نصیرزاده، ۱۳۸۸، «بررسی توانایی مدل های پیش بینی ورشکستگی آلتمن و اهلسون در پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، مجله دانش و توسعه، ۱۶ (۲۸)، ص ۱۹۳ تا ۲۲۰.

مکیان، سید نظام الدین، سید محمد تقی المدرسی، سلیم کریمی تکلو، ۱۳۸۹، «مقایسه مدل شبکه های عصبی مصنوعی با روش رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی در پیش بینی ورشکستگی شرکت ها»، فصل نامه پژوهش های اقتصادی، ۱۰ (۲)، ص ۱۴۱ تا ۱۶۱.

نبوی چاشمی، سید علی، موسی احمدی، صادق مهدوی فرح آبادی، ۱۳۸۹، «پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با استفاده از مدل لاجیت»، مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، (۵)، ص ۵۵ تا ۸۱.

Altman, E., 1968, "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy", *Journal of Finance*, Vol. 23, pp. 589-609.

Altman, E., E. Hotchkiss, 2006, *Corporate Financial Distress and Bankruptcy: Predict and Avoid Bankruptcy, Analyze and Invest in Distressed Debt*, Hoboken, New Jersey, U.S.A. John Wiley & Sons, Inc.

Balcaen, S., H. Ooghe, 2006, "35 Years of Studies on Business Failure: An Overview of the Classic Statistical Methodologies and Their Related Problems", *The British Accounting Review*, Vol. 38, pp. 63-93.

Ben-Akiva, M., D. Bolduc, M. Bardley, 1993, "Estimation of Travel Model Choice Models with Randomly Distributed Values of Time", *Transportation Research Record*, Vol. 1413, pp. 88-97.

Hensher, D. A., S. Jones, 2004, "Predicting Firm Financial Distress: A Mixed Logit Model", *the Accounting Review*, Vol. 79, No. 4, pp. 1011-1038.

Hensher, D., S. Jones, 2007, "Forecasting Corporate Bankruptcy: Optimizing the Performance of the Mixed Logit Model", *Abacus*, Vol. 43, No. 3, pp. 241-364.

Hensher, D., S. Jones, W. Greene, 2007, "An Error Component Logit Analysis of Corporate Bankruptcy and Insolvency Risk in Australia", *The Economic Record*, Vol. 83, No. 260, pp. 86-103.

Jones, S., D. Hensher, 2007, "Modelling Corporate Failure: A Multinomial Nested Logit Analysis for Unordered Outcomes", *The British Accounting Review*, Vol. 39, pp. 89-107.

Kumar, P., V. Ravi, 2007, "Bankruptcy Prediction in Banks and Firms via Statistical and Intelligent Techniques – A Review", *European Journal of Operational Research*, Vol. 180, pp. 1-28.

Louviere, J., D. Hensher, J. Swait, 2000, *Stated Choice Methods and Analysis*. Cambridge, U.K: Cambridge University Press.

McFadden, D., 1974, "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. In P. Zarembka", *Frontiers in Econometrics*, Nueva York: Academic Press.

McFadden, D., K. Train, 2000, "Mixed MNL Models for Discrete Response", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 15, pp. 447-470.

Mehndiratta, S., 1996, *Time-of-day effects in inter-city business travel*, PhD Thesis: University of California.

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

Revelt, D., K. Train, 1998, "Mixed Logit with Repeated Choices", *Review of Economics*, Vol. 80, pp. 647-657.

Train, K., 2003, *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge, U.K.: Cambridge University press.

Zmijewski, M., 1984, "Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models", *Journal of accounting research*, Vol. 22, pp. 59-82.

[www.iranbourse.com/Default.aspx?tabid=298](http://www.iranbourse.com/Default.aspx?tabid=298).