

شمس‌اله شیرین بخش^۱

ندا یوسفی^۲

جهانگیر قربان زاد^۳

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۰

چکیده

این تحقیق با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران و تدوین مدلی جهت سنجش میزان احتمال نکول آنها با استفاده از روش رگرسیون لجیت انجام گرفته است.

به این منظور نمونه تصادفی ۳۳۰ تایی شامل ۲۶۵ مشتری خوش حساب و ۶۵ مشتری بد حساب، از میان شرکتهایی که طی سال ۱۳۸۷ تسهیلات دریافت نموده اند، انتخاب شدند. از میان ۱۳ نسبت مالی انتخاب شده به عنوان متغیرهای توضیحی اثرگذار بر احتمال نکول، بر اساس شاخصهای آماری و با استفاده از نظریه های اقتصادی و مالی، ۷ متغیر دارای اثر معنی دار بر ریسک اعتباری شرکت‌ها شناسایی شده و پس از بررسی معنی داری کل رگرسیون با استفاده از آماره LR در سطح معنی داری ۵٪ مدل نهایی بوسیله آنها برازش گردید.

نتایج نشان دادند متغیرهای نسبت جریان نقدینگی به بدهی کل، نسبت گردش داراییها، نسبت جاری و نسبت نقدی دارای اثر معکوس بر ریسک اعتباری هستند و نسبت جریان نقدی آزاد، نسبت کل بدهی ها، نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه، دارای اثر مستقیم بر ریسک اعتباری می باشند.

واژه‌های کلیدی: ریسک اعتباری، نسبت های مالی، مدل رگرسیون لجیت، روش حداکثر درستنمایی، احتمال نکول، نقدینگی، جریان نقدی آزاد.

۱- استادیار دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهراء (س)

۲- کارشناس ارشد علوم اقتصادی دانشگاه الزهراء (س)، nedayousefi6156@gmail.com

۳- کارشناس ارشد توسعه اقتصادی و برنامه ریزی دانشگاه تهران، jahangirghorbazad@yahoo.com

مقدمه

اصل دارایی های خویش را از دست ندهند (سبزواری، ۱۳۸۴).

بانکها و مؤسسات مالی به دنبال هر سرمایه گذاری و اعطای وام ناچار به پذیرش ریسک‌هایی هستند که بازپرداخت وامها را تحت تأثیر خود قرار می دهند. عواملی همچون تغییرات تکنولوژی، تغییر در نوع و سلیقه مصرف کنندگان، تغییرات نرخ ارز، جابجایی مدیریت و ... ممکن است با افزایش میزان ریسک اعطای تسهیلات، بخشی از منابع بانک را به خطر بیندازند (ساندرز و میلان، ۲۰۰۱).^۱

احتمال عدم برگشت اصل و فرع تسهیلات اعطا شده را ریسک اعتباری می‌نامند. تعریف دیگری که کمیته بال^۲ سویس از ریسک اعتباری می دهد بدین شرح است:

"ریسک اعتباری بطور ساده عبارت است از امکان بالقوه اینکه قرض گیرنده از بانک و یا طرف حساب وی، در اجرای تعهدات خود در مقابل بانک در مدت مشخصی ناتوان شود."^۳ به طور کلی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری عبارتند از:

- (۱) تمرکز اعتبار.
- (۲) فرآیند عرضه و نظارت بر اعتبار.
- (۳) عرضه اعتبار به بخش‌های حساس به نقدینگی.^۳

تمرکز اعطای تسهیلات با حجم بالا به هر یک از گروه وام‌گیرندگان (صنعت، تجارت، ...) می‌تواند از عوامل افزایش دهنده ریسک اعتباری تلقی گردد. اعطای تسهیلات به شرکت‌ها و یا تشکلهای صنعتی مادر که به صورت شرکت‌هایی با مالکیت به هم وابسته و مالک

ارتباط صحیح بین نظامهای مالی و تولیدی در هر کشوری از مهمترین عوامل رشد و توسعه اقتصادی محسوب می شود. همراه با توسعه اقتصادی، توسعه مداوم و روبه رشد صنعت اعتباردهی موجبات افزایش نقش ابزارهای اعتباری را به وجود آورده است. بانکها به عنوان بخش اصلی نظام مالی، نقش اصلی را در تأمین مالی بخشهای تولیدی و تجاری و مصرفی ایفا می کنند. در ایران نیز با توجه به ساختار اقتصادی و مالی کشور و توسعه نیافتگی بازار سرمایه، تأمین مالی در بخشهای اقتصادی بیشتر بر عهده بانکهای کشور می باشد.

بانکها در طول حیات خود با ریسکهای مختلفی از جمله ریسک نقدینگی، اعتباری، تجاری، مالی، عدم توانایی در پرداخت، نرخ ارز، نرخ بهره، تورم و ... روبرو هستند. که در بین آنها ریسک اعتباری جایگاه ویژه ای دارد، چرا که به اولین و مهمترین نقش بانک در بازارهای مالی یعنی گردآوری سپرده و اعطای وام اشاره می کند. کاهش حاشیه سود بانکها عمدتاً ناشی از عدم کارایی در مدیریت ریسک اعتباری بوده و بانکها را متحمل فشارهایی جهت کاهش هزینه ها می نماید.

تمرکز اعطای تسهیلات با حجم بالا به یک فرد، شرکت، گروه صنعتی و یا بخش اقتصادی خاص و وجود رقابتهای مستمر از عوامل افزایش دهنده این ریسکها و فشارها می باشند و ضروری است که بانکها یا هر نهاد مالی دیگر کنترل، مدیریت و کاهش این نوع ریسک را مورد توجه قرار دهند، تا بخش وسیعی از منافع بهره و

توسط "جان موری" بر روی اوراق قرضه انجام شد (گلانتز، ۲۰۰۳).^۶

مشابهت زیاد تسهیلات اعتباری بانک ها به اوراق قرضه باعث شد تا درجه بندی ریسک اعتباری تسهیلات بانک ها یعنی اندازه گیری ریسک عدم بازپرداخت اصل و بهره و امها از سوی برخی از پژوهشگران مورد توجه قرار گیرد. در این میان می توان به مطالعه "فیشر" در سال ۱۹۳۶ به عنوان اولین سیستم ارزیابی تقاضای اعتبار و مطالعه "دوراند" در سال ۱۹۴۱ که با استفاده از "تحلیل ممیزی" و با تکیه بر نتایج فیشر انجام گرفت، به عنوان بنیانگذار سیستمهای امتیازدهی اعتباری حال حاضر اشاره نمود.

نخستین مدل به کار رفته برای تعیین ورشکستگی شرکتها با استفاده از نسبتهای مالی، مدل رگرسیون لجستیک یک متغیره بود که توسط "بیور" در سال ۱۹۶۶ ارائه شد. بعدها از این مدل برای اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشره شرکتها استفاده شد. "بیور" با کمک روش تک متغیره تحلیل ممیزی سعی کرد بر مبنای داده های مربوط به ۵ سال قبل از نکول شرکتها به تفکیک شرکتهای ورشکسته و غیر ورشکسته دست یابد. یکی دیگر از نخستین مطالعات در زمینه اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکتها با استفاده از مدل نمره دهی چند متغیره توسط "آلتمن" در سال ۱۹۶۸ انجام گرفت و به مدل نمره Z شهرت یافته است. مدل نمره Z آلتمن یک مدل تحلیل ممیزی چند متغیره است که با استفاده از مقادیر نسبتهای مالی مهم می کوشد تا شرکتهایی که دارای درماندگی مالی هستند (یعنی ورشکسته) را از شرکتهایی که دارای درماندگی مالی نیستند، از هم تمیز دهد.

سهام یکدیگر می باشند، بدون توجه به درجه اعتباری شرکت مادر و صورتهای مالی تلفیقی آن حاوی خطرات قابل ملاحظه ای می باشد.

فرآیند عرضه و نظارت مشتمل بر اقدامات مربوط به مراحل اعطای تسهیلات شامل دریافت تقاضا، جمع آوری اطلاعات، بررسی تقاضا، پیشنهادات کارشناس اعتباری و تصویب اعتبار است. انجام هر یک از مراحل جزئی عرضه و نظارت بر اعتبار می تواند حاوی ریسکهای متعددی باشد. ریسکهای ناشی از این اقدامات نظیر ریسک اشتباهات، کارشناسی نامطلوب، تصویب نادرست و... همگی از جمله ریسکهای عملیاتی است.

هرگونه مبادلات خارجی و قراردادهای مربوطه، اعتبارات اسنادی^۴ و... در صورتی که سودآور باشند، منجر به تکانه های ناگهانی در سرمایه بانک خواهند شد. لذا برای حفاظت بانک در مقابل تکانه های ناگهانی، وجود یک سیستم تحلیلی فشرده^۵ به منظور بررسی آسیب پذیری مشتریان نسبت به مسایل نقدینگی بانک ضروری می باشد.

در این مقاله پس از مروری بر مطالعات انجام گرفته در زمینه ریسک اعتباری، به تشریح روش شناسی تحقیق پرداخته و عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران را با استفاده از روش آماری رگرسیون لجستیک بررسی می نماییم.

مروری بر ادبیات موضوع

طراحی مدلی برای اندازه گیری و درجه بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹

بندی داخلی و شبکه های عصبی مصنوعی اشاره کرد (گوردی، ۲۰۰۱).^۹

در ایران نیز پژوهش‌هایی در رابطه با پیش بینی و کمی‌سازی ریسک اعتباری شرکت‌ها صورت گرفته است. برای بررسی کارکرد مدل Z آلتمن در بازار ایران، غلامرضا سلیمانی امیری در سال ۱۳۸۱ ریسک ورشکستگی شرکت‌ها را با استفاده از مدل یاد شده مورد بررسی قرار داده است. سیدمرتضی ذکاوت در سال ۱۳۸۲ مدل‌های ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران را با استفاده از شاخصها و نسبت‌های مالی و با الهام گرفتن از مدل آلتمن از روش تحلیل ممیزی و رگرسیون لجستیک استخراج نمود. علی منصوری نیز در سال ۱۳۸۲ به طراحی و تبیین مدل ریاضی تخصیص تسهیلات بانکی با رویکرد مدل های کلاسیک و شبکه عصبی پرداخت.

از دیگر مطالعات جهت پیش بینی ریسک ورشکستگی یا درماندگی مالی شرکت‌ها، می توان به پژوهشی که در سال ۱۳۸۳ توسط سعید فلاح پور صورت گرفته، اشاره نمود. روش مورد استفاده در این پژوهش، روش تحلیل همبستگی بوده است. در این پژوهش مدل تحلیل ممیزی چندگانه و شبکه های عصبی برای پیش بینی درماندگی مالی شرکت‌های بورس، مورد بررسی قرار گرفت. پژوهش‌های مشابهی در زمینه رتبه بندی شرکت‌ها و پیش بینی ریسک ورشکستگی شرکت‌ها براساس مدل‌های AHP^{۱۰} و Z آلتمن و شبکه های عصبی انجام شده است. از آن جمله می توان به مطالعه انجام گرفته توسط محمدحسن قلیزاده در سال ۱۳۸۳ در زمینه رتبه بندی شرکت‌ها با استفاده از رویکرد AHP اشاره کرد.

با توجه به این که عمدتاً عدم بازپرداخت وام مربوط به شرکت‌هایی است که در آینده دچار درماندگی مالی خواهند شد، بنابراین امکان پیش بینی ریسک اعتباری با استفاده از این مدل امکان پذیر خواهد بود. از این رو در سال ۲۰۰۱، "ساندرز" و "آلن" از این مدل برای پیش بینی ریسک اعتباری شرکت‌هایی که از بانکها تسهیلات گرفته بودند، استفاده کردند و با بررسی های صورت گرفته مشخص شد که این مدل برای پیش بینی ریسک اعتباری از قدرت بالایی برخوردار است (ساندرز و آلن، ۲۰۰۲).^۷

استفاده از چنین مدلی در بانک، باعث می شود که اگر نمره Z شرکت وام گیرنده پایین تر از حد بحرانی باشد، درخواست وام رد شود و یا کنترل و تسلط بیشتری برای افزایش ایمنی وام اعطایی اعمال شود و از این راه زیان های ناشی از عدم بازپرداخت وام به کمترین حد خواهد رسید. در این مدل، نمره Z به نسبت‌های مالی وام گیرنده (X_j) و وزنهای هر یک از نسبت‌ها بستگی خواهد داشت. وزن هر یک از نسبت‌های مالی بستگی به تجارب موارد قصور وام گیرنده در بازپرداخت وام دارد. هرچه میزان Z بالاتر باشد، طبقه ریسک عدم بازپرداخت وام گیرنده پایتتر خواهد بود. بنابراین، مقدار پایین یا منفی شاخص Z بیانگر این است که وام گیرنده از نظر ریسک عدم بازپرداخت در طبقه بالایی قرار خواهد داشت (آلتمن، ۱۹۶۸).^۸

امروزه در بیشتر بانک های معتبر جهان از یک یا چند مدل برای اندازه گیری ریسک اعتباری وام‌ها استفاده می‌شود. از جمله متداول‌ترین مدل‌های مورد استفاده می توان به مدل تحلیل ممیزی، مدل لجستیک، مدل پروبیت، سیستم رتبه

۱-۱- طبقه بندی مشتریان از نظر وضعیت ایفای تعهدات

جامعه آماری فوق از نظر وضعیت اعتباری به پنج دسته قابل طبقه بندی است:^{۱۱}

الف) شرکت هایی که تسهیلات اعتباری دریافتی (شامل اصل و سود تسهیلات) را در موعد مقرر تسویه نموده اند (تسهیلات تسویه شده).

ب) مشتریانی که تسهیلات اعتباری از بانک دریافت نمودند و با وجود فرا رسیدن زمان سررسید تسهیلات دریافتی تا حداکثر ۲ ماه پس از سررسید نسبت به باز پرداخت وام های خود اقدام ننموده اند (مطالبات جاری).

ج) مشتریانی که با وجود گذشت فاصله زمانی ۲ تا ۶ ماه از زمان سررسید تسهیلات آنها، نسبت به ایفای تعهدات خود عمل ننموده اند (مطالبات سررسید گذشته).

د) مشتریانی که ۶ تا ۱۸ ماه پس از سررسید، بدهی خود را تسویه ننموده اند (مطالبات معوق).

ه) مشتریانی که با گذشت بیش از ۱۸ ماه از سررسید، اقدامی جهت باز پرداخت بدهی خود ننمایند (مطالبات مشکوک الوصول).

بانک ها در صدد آن هستند که منابع خود را به گروه هایی تخصیص دهند که در موعد مقرر نسبت به باز پرداخت تسهیلات دریافت شده اقدام نمایند (گروه اول). اما همواره این امکان وجود دارد که مشتری به دلایلی تعهدات خود را با تأخیر تسویه نماید لیکن این امر به معنی قصور در بازپرداخت و یا عدم بازپرداخت

یکی دیگر از مطالعات انجام شده در این زمینه توسط حسن سبزواری صورت گرفت. وی به برآورد و مقایسه مدل امتیازدهی اعتباری پارامتریک لوجیت با روش امتیازدهی غیرپارامتریک AHP پرداخت. نمونه دیگر پژوهش انجام شده بر اساس مدل شبکه عصبی و لوجیت در سال ۱۳۸۴ توسط رضا تهرانی و میرفیض فلاح شمس جهت طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور انجام گرفته است.

روش شناسی تحقیق

در این بخش پس از معرفی جامعه آماری، نحوه جمع آوری داده ها و نمونه گیری و معرفی متغیرهای به کار رفته در این پژوهش، به تشریح مدل اقتصاد سنجی می پردازیم.

۱- جامعه آماری تحقیق

در این پژوهش مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران که دارای صورت های مالی حسابرسی شده توسط حسابرسان معتبر بوده اند، به عنوان اعضای جامعه آماری قابل استناد، به منظور بررسی احتمال نکول انتخاب گردیدند.

با توجه به اینکه دوره بازپرداخت تسهیلات اعطایی معمولاً یک سال به طول می انجامد لذا کلیه شرکت هایی که جهت اخذ تسهیلات، صورتهای مالی حسابرسی شده منتهی به سال ۱۳۸۶ خود را ارائه نموده و در سال ۱۳۸۷ از بانک توسعه صادرات ایران تسهیلات دریافت نموده اند، به عنوان اعضای جامعه آماری مورد بررسی می باشند.

خود اقدام می نمایند نیز، جزء این گروه از مشتریان طبقه بندی گردیده اند.

۲- نمونه آماری و نحوه نمونه گیری

از میان اعضای جامعه آماری تعداد ۴۶۵ مشتری اعتباری به طور تصادفی به عنوان نمونه آماری این تحقیق انتخاب شدند که از میان آنها، اطلاعات ۳۳۰ مشتری به طور تصادفی بعنوان داده های آزمایش برای طراحی مدل مورد استفاده قرار گرفت که شامل ۲۶۵ مشتری خوش حساب و ۶۵ مشتری بد حساب می باشند و اطلاعات ۱۳۵ مشتری (حدود ۳۰٪ نمونه) به عنوان داده های شاهد جهت بررسی کارایی و قدرت پیش بینی مدل در تحلیل مدل مورد استفاده قرار گرفت.

۳- متغیرهای پژوهش

الف) متغیر وابسته

Y یعنی وضعیت بازپرداخت تسهیلات دریافتی مشتریان در موعد مقرر. این متغیر در مدل رگرسیونی متغیر پاسخ می باشد که تعیین کننده وضعیت بازپرداخت مشتری بوده و ذاتاً از خصوصیت گسسته برخوردار است. این متغیر می تواند دو حالت صفر و یک را به خود اختصاص دهد. بر این اساس با توجه به وضعیت باز پرداخت تسهیلات توسط مشتری این متغیر یکی از مقادیر زیر را خواهد داشت:

صفر: برای مشتریانی که قصور در بازپرداخت ندارند (خوش حساب).

یک: برای مشتریانی که قصور در باز پرداخت دارند (بد حساب).

نیست. به همین دلیل پس از سررسید شدن اقساط وام، بانک ها مدتی را به منظور مباحثات با مشتری جهت تسویه تعهدات وی در نظر می گیرند و پس از این مدت (۲ ماه) مبلغ تسهیلات ارائه شده را به سر فصل سررسید گذشته انتقال می دهند و با گذشت مدت معینی از این تاریخ اگر تعهدات مربوطه تسویه نگردد به سر فصل معوق و سپس مشکوک الوصول انتقال می یابند. لذا تعیین معیاری برای مشتریانی که در بازپرداخت تعهدات خود قصور می نماید از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

در این تحقیق به منظور رعایت فرصت مباحثات با مشتری، انتقال تسهیلات موضوع قرارداد به سرفصل تسهیلات سررسید گذشته را به عنوان شرط قصور در بازپرداخت در نظر می گیریم.

از این رو در این پژوهش مشتریان حقوقی به دو گروه زیر طبقه بندی می شوند:

مشتریان خوش حساب: شرکت هایی که تسهیلات دریافتی خود را حداکثر تا ۲ ماه پس از سررسید، تسویه می نمایند.

مشتریان بد حساب: شرکت هایی که تسهیلات دریافتی آنها با گذشت ۲ ماه از سررسید به سر فصل تسهیلات سررسید گذشته منتقل گردیده ولی هنوز نسبت به تسویه تعهدات خود (اعم از اصل و سود تسهیلات) اقدام ننموده اند. شرکت هایی که پس از سررسید گذشته شدن تسهیلات مورد نظر (شامل تسهیلات انتقال یافته به سر فصل تسهیلات سررسید گذشته، معوق، مشکوک الوصول) نسبت به تأدیه تعهدات

Spss16 و Eviews5 مدل مزبور برازش گردید. سپس نتایج و خصوصیات مدل برازش شده مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. در پایان کارایی و قدرت پیش بینی مدل برازش شده با استفاده از داده های شاهد توسط نرم افزار Excel ارزیابی گردید.

۴- مدل اقتصاد سنجی

مدل مورد استفاده در این تحقیق مدل لوجیت می باشد. این مدل یکی از رایج ترین مدل های بکار رفته در تحلیل ریسک اعتباری است. مزیت مدل لوجیت نسبت به سایر مدل های مورد استفاده مانند مدل احتمال خطی، مدل تحلیل ممیزی، روش طبقه بندی درختی و مدل شبکه عصبی مصنوعی، در این است که رگرسیون لجستیک در مواردی که متغیر پاسخ فقط دو حالت (صفر و یک) به خود می گیرد، می تواند مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین در رگرسیون لجستیک محدودیت نرمال بودن متغیرهای مستقل و برابری واریانس های دو گروه وجود ندارد. در این مدل کافی است بدانیم پدیده مورد نظر اتفاق افتاده است یا خیر. بطور مثال شرکت به تعهدش در موعد مقرر عمل کرده است یا خیر. در این صورت می توان از یک متغیر وابسته گسسته مانند صفر و یک برای نشان دادن پدیده مذکور استفاده نمود.

از آنجائیکه مقادیر احتمال می توانند بین ۰ و ۱ باشند، لذا مقادیر مورد پیش بینی در رگرسیون لجستیک نیز باید بین ۰ و ۱ قرار بگیرند. همچنین از آنجائیکه رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته غیر خطی است لذا عملاً نمی

متغیر وابسته فوق بستگی به متغیر های دیگری دارد که از آنها به عنوان متغیرهای مستقل یاد می شود.

ب) متغیرهای توضیح دهنده (مستقل)

به منظور بررسی فعالیت های مختلف یک واحد اقتصادی از تحلیل نسبت های مالی استفاده می شود و در این مطالعه نسبت های مالی بنگاه به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده اند. متغیرهای توضیحی بکار رفته در مدل به شرح زیر می باشند:

۱) نسبت جریان نقدینگی به بدهی کل

(CSDT): (استهلاک + فروش خالص) \

بدهی کل

۲) نسبت گردش دارایی ها (SATA): فروش

\ دارایی کل

۳) نسبت جریان نقدی آزاد (RETA): سود

انباشته \ دارایی کل

۴) نسبت کل بدهیها (TDTE): بدهی کل \

حقوق صاحبان سهام

۵) نسبت نقدی (LR): موجودی نقد \ دارایی

کل

۶) نسبت جاری (CACD): دارایی جاری \

بدهی جاری

۷) نسبت بدهی جاری به حقوق صاحبان

سهام (CDTE): بدهی جاری \ حقوق

صاحبان سهام

کلیه متغیرهای فوق الذکر به منظور تجزیه و تحلیل عوامل تأثیرگذار بر ریسک اعتباری با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور با استفاده از نرم افزار

واقعی برآزش می شود. داده های واقعی بر اساس این که پدیده مورد نظر اتفاق افتاده یا نیفتاده باشد دو حالت صفر و یک را به خود اختصاص می دهند. وقوع یا عدم وقوع پدیده مورد نظر با توجه به سطوح مختلف از ترکیبات خطی متغیرهای مستقل، تعیین می شود.

برای توضیح مدل رگرسیون لجستیک می توان از تابع توزیع تجمعی استفاده نمود. توابع توزیع تجمعی، مجموعه ای از تغییرات در متغیر مستقل که مقدار P در معادله ۱ را در فاصله صفر و یک قرار می دهد، به وجود می آورند. این توابع دارای خواص یکنواختی می باشند (بدین معنا که آنها توابع یکنواخت افزایشی یا کاهششی هستند). فرض می کنیم که یک توزیع نرمال استاندارد برای بیان احتمال انتخاب شده باشد:

(۱)

$$P(Y / X) = \Phi(b'X) = \int_{-\infty}^{b'x} \Phi(z) dz$$

X: بردار متغیرهای توضیحی

P: احتمال تجمعی وقوع پیشامد

b': بردار ضرایب

$\Phi(z)$: تابع چگالی نرمال استاندارد

این تابع معروف مدل پروبیت می باشد. اگر به جای تابع چگالی نرمال استاندارد یک تابع چگالی لجستیک برای بیان احتمال تجمعی وقوع پیشامد مورد استفاده قرار گیرد، به مدل لجستیک منجر خواهد شد. در این صورت داریم:

توان از رگرسیون خطی معمولی برای برآورد آن سود جست و ارتباط مزبور را نمی توان در قالب رگرسیون معمولی در نظر گرفت چرا که رگرسیون معمولی نیاز به مفروضاتی دارد که عملاً در این حالت برقرار نیست. اول اینکه خطاهای مربوط به مقادیر گسسته از توزیع دو جمله ای و نه توزیع نرمال پیروی می نماید. لذا تمام آزمون های مربوط به آن بی اعتبار می شود. دوم اینکه واریانس متغیرهای گسسته ثابت نمی باشد. این امر موجب بوجود آمدن پدیده ای به نام ناهمگنی واریانس^{۱۲} می شود. بدلیل طبیعت غیرخطی تبدیل لجستیک در آن از روش حداکثر درستنمایی^{۱۳} استفاده می شود. بنابراین در این مطالعه برآنیم با استفاده از روش رگرسیون لجستیک به تبیین مدلی جهت تخمین ریسک اعتباری شرکت های دریافت کننده تسهیلات، پردازیم. در ادامه به تشریح بیشتر این روش پرداخته می شود.

۴-۱- مدل رگرسیون لجستیک

هر چند در رگرسیون لجستیک مانند رگرسیون چند متغیره ضرایب متغیرهای مستقل برآورد می شود، لیکن نحوه عملکرد آن کاملاً متفاوت است. در رگرسیون چند متغیره از روش حداقل مربعات استفاده می شود. در این روش مجموع مجذورات اختلاف بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده متغیر وابسته حداقل می گردد. با این حال روش برآورد ضرایب از بسیاری جهات شبیه رگرسیون معمولی است. مدل لجستیک از منحنی لجستیک پیروی می کند. بدین ترتیب این منحنی بر اساس داده های

به دلیل غیر خطی بودن معادله فوق از تبدیل خطی این تابع به صورت زیر استفاده می شود با گرفتن لگاریتم رابطه ۳ بصورت زیر در می آید:

$$L = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n \quad (4)$$

بدین ترتیب رابطه ۴ که لگاریتم نسبت بخت یا لوجیت نامیده می شود، نسبت به متغیرهای مستقل خطی بوده و لذا ضرایب این متغیرها به ترتیبی که در قسمت بعد توضیح داده خواهد شد، قابل برآورد خواهند بود.

در رابطه شماره ۴ ضریب عرض از مبدا β_0 میزان تغییر لگاریتم نسبت شانس به نفع وقوع حادثه مورد نظر را در زمانی که مقادیر متغیرهای مستقل صفر است نشان می دهد. به طور مثال ضریب زاویه β_1 میزان تغییر در L را به ازای یک واحد تغییر در X_1 نشان می دهد. به همین ترتیب با توجه به رابطه ۳، $\exp(\beta_1)$ میزان تغییر در نسبت شانس را به ازای یک واحد تغییر در X_1 نشان می دهد.

۴-۲- نحوه محاسبه ضرایب متغیرهای مستقل در رگرسیون لجستیک

در روش رگرسیون لجستیک مجموع مجذور اختلاف بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده متغیر وابسته حداقل می گردد. همانطور که ذکر شد در رگرسیون لجستیک بدلیل طبیعت غیرخطی تبدیل لجستیک از روش "حداکثر درستنمایی" استفاده می شود.

لازم به توضیح است که در رگرسیون لجستیک نیز در صورتی که نسبت شانس $\frac{P}{1-P}$

$$P(Y/X) = \Phi(b'X) = \int_{-\infty}^{b'X} \eta(z) dz = \frac{1}{1+e^{-b'X}} = \frac{e^{b'X}}{1+e^{b'X}} \quad (2)$$

که در آن:

$$1 - P_i = \frac{1}{1+e^{b'X}}$$

در معادله فوق $\eta(z)$ تابع چگالی لجستیک می باشد. در مدل های لوجیت و پروبیت متغیر وابسته به صورت صفر و یک تعریف می شود و دارای توزیع دو جمله ای است.

در این صورت نسبت $\frac{P}{1-P}$ یعنی نسبت احتمال وقوع پیشامد مورد نظر به احتمال عدم وقوع آن بصورت رابطه زیر می باشد:

$$\frac{P}{1-P} = e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n} \quad (3)$$

در این رابطه داریم:

P : احتمال وقوع پدیده مورد نظر

1-P : احتمال عدم وقوع پدیده مورد نظر

$$: \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n$$

ترکیب خطی متغیرهای مستقل

e : پایه لگاریتم طبیعی یا عدد نپر

نسبت $\frac{P}{1-P}$ نسبتی است که نشان دهنده شانس احتمال وقوع حادثه مورد نظر بر عدم وقوع آن می باشد، و "نسبت بخت" یا "نسبت شانس" نام دارد.

(۷)

$$P(Y = y_i) = P_i^{y_i} (1 - P_i)^{1 - y_i} \quad (y_i = 0, 1)$$

که در آن P_i احتمال وقوع پیشامد مورد نظر در مشاهده i ام و y_i نیز مقادیر متغیر تصادفی است که می‌تواند بر حسب مورد، صفر یا یک باشد (صفر برای وقوع و یک برای عدم وقوع پیشامد).

با فرض اینکه n مشاهده مستقل داشته باشیم در این صورت تابع درست‌نمایی به شرح رابطه زیر خواهد بود:

(۸)

$$L = \prod_{i=1}^n P_i^{y_i} (1 - P_i)^{1 - y_i} \quad (۵)$$

حال با جایگذاری مقادیر P_i از رابطه ۵ در رابطه ۸، رابطه ۹ بدست می‌آید:

(۹)

$$L = \prod_{i=1}^n \left(\frac{e^{\beta'X}}{1 + e^{\beta'X}} \right)$$

با گرفتن لگاریتم (طبیعی) از رابطه فوق خواهیم داشت:

(۱۰)

$$\begin{aligned} \ln L &= \sum_{i=1}^n y_i \ln \left(\frac{e^{\beta'X}}{1 + e^{\beta'X}} \right) + \\ &\sum_{i=1}^n (1 - y_i) \ln \left(\frac{1}{1 + e^{\beta'X}} \right) \end{aligned}$$

بدین ترتیب برآورد ضرایب متغیرهای مستقل (یعنی بردار β') از طریق حداکثر کردن رابطه ۱۰ بدست می‌آید که توسط مشتق‌گیری نسبت به هر یک از ضرایب متغیرهای مستقل و مساوی

قابل محاسبه باشد، معادله ۴ را می‌توان به روش حداقل مربعات برآورد نمود، اما در سایر موارد می‌توان ضرایب مدل لوجیت را به روش عمومی حداکثر درست‌نمایی برآورد نمود (عرب مازار، ۱۳۶۶).

در رگرسیون لجستیک متغیر وابسته یک متغیر دو حالتی (۰ و ۱) است که دو مقدار صفر یا یک را به خود اختصاص می‌دهد. اگر فرض کنیم که Y متغیر تصادفی باشد که می‌تواند مقادیر صفر یا یک را اختیار نماید در این صورت احتمال وقوع Y را می‌توانیم به شکل رابطه ۵ در نظر بگیریم:

$$P(Y = 1) = P = \frac{e^{\beta'X}}{1 + e^{\beta'X}}$$

$$P(Y = 0) = (1 - P) = \frac{1}{1 + e^{\beta'X}}$$

که در آن β' بردار سطری ضرایب و X بردار ستونی متغیرهای مستقل است. رابطه ۵ را نیز می‌توان به صورت رابطه ۶ در نظر گرفت:

(۶)

$$\ln \frac{P}{1 - P} = \beta'X$$

رابطه ۶ همانطوریکه قبلاً اشاره شد رابطه خطی بین متغیرهای مستقل و لگاریتم نپیرین "نسبت بخت" را نشان می‌دهد. چون معمولاً نمی‌توان نسبت بخت و به تبع آن لگاریتم آن را بطور مستقیم محاسبه نمود لذا ضرایب مورد نظر از روش حداکثر درست‌نمایی قابل برآورد خواهند بود. بر این اساس اگر هر مشاهده را یک آزمون برنولی فرض نماییم، در این صورت برای مشاهده i ام رابطه ۷ را خواهیم داشت^{۱۵}:

بوسیله ۷ نسبت مالی اثرگذار بر ریسک اعتباری به صورت ذیل تصریح گردید:

$$\ln(P/1-P) = \beta_0 + \beta_1 \text{CSDT} + \beta_2 \text{NITE} + \beta_3 \text{SATA} + \beta_4 \text{RETA} + \beta_5 \text{TDTE} + \beta_6 \text{CACD} + \beta_7 \text{LR} + \beta_8 \text{CDTE}$$

پس از انتخاب مدل بهینه، ضرایب مدل مذکور با استفاده از روش رگرسیون لجستیک، توسط نرم افزارهای Eviews5 و Spss16 تخمین زده شد که نتایج این تخمین به شرح جدول ۱ ارائه می گردد.

به این ترتیب بر اساس رابطه ۴، شکل کلی تابع لوجیت یا لگاریتم احتمال شانس، به صورت زیر می باشد:

$$\ln(P/1-P) = 3.1118 - 5.6633 \text{CSDT} - 10.8756 \text{SATA} + 8.0283 \text{RETA} + 1.0775 \text{TDTE} - 36.3625 \text{LR} - 1.4432 \text{CACD} + 0.3839 \text{CDTE}$$

و طبق رابطه ۲، احتمال عدم باز پرداخت تسهیلات دریافت شده در موعد مقرر برای هر مشتری، به صورت زیر قابل محاسبه می باشد:

$$P = [1 + \exp \{-3.1118 + 5.6633 \text{CSDT} + 10.8756 \text{SATA} - 8.0283 \text{RETA} - 1.0775 \text{TDTE} + 36.3625 \text{LR} + 1.4432 \text{CACD} - 0.3839 \text{CDTE}\}]^{-1}$$

بنابراین تابع برآورد شده توسط مدل مورد نظر را می توان به شرح رابطه زیر نوشت:

صفر قرار دادن هر یک از مشتق ها محاسبه می گردد.

نتایج تحقیق

در این قسمت نتایج مدل رگرسیونی را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم. که شامل تجزیه و تحلیل ضرایب مدل برازش شده، تفسیر نتایج حاصله و بررسی کارایی و قدرت پیش بینی مدل می باشد.

۱- تخمین ضرایب متغیرهای مستقل

به منظور طراحی مدل بهینه سنجش ریسک اعتباری برای مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران، بر اساس نظریه های اقتصادی و مالی، ۱۳ نسبت مالی به عنوان متغیرهای مهم اثرگذار بر ریسک اعتباری شرکتها انتخاب شدند. سپس با استفاده از صورتهای مالی ۳۳۰ مشتری حقوقی، اطلاعات مالی مربوط به این متغیرها استخراج شده و توسط نرم افزار Excel پردازش گردیدند. به منظور دستیابی به مدل بهینه اعتبارسنجی ابتدا کلیه متغیرهای فوق وارد مدل شده و معنی داری ضرایب آنها با استفاده از آماره Wald و معنی داری کل رگرسیون با استفاده از آماره LR (در سطح اطمینان ۹۵٪) و نیز صحت تصریح مدل مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت پس از آزمون ترکیبهای مختلفی از ۱۳ متغیر منتخب، ۶ متغیر که به لحاظ آماری معنادار نبودند از مدل حذف گردیدند و مدل نهایی

$$P = \frac{1}{1 + \exp \{-3.1118 + 5.6633 \text{CSDT} + 10.8756 \text{SATA} - 8.0283 \text{RETA} - 1.0775 \text{TDTE} + 36.3625 \text{LR} + 1.4432 \text{CACD} - 0.3839 \text{CDTE}\}}$$



جدول ۱- ضرایب تابع لوجیت و شاخصهای معنی داری مدل

معنی داری Prob.	درجه آزادی df	آماره Wald	آماره z z-Statistic	انحراف معیار Std. Error	ضرایب Coefficient	نام متغیر Variable
۰/۰۱۶۳	۱	۵/۷۶۹	۲/۴۰۱۹	۱/۲۹۵۵	۳/۱۱۱۸	C
۰/۰۰۰۰	۱	۲۷/۶۷۲	-۵/۲۶۰۴	۱/۰۷۶۶	-۵/۶۶۳۳	CSDT
۰/۰۰۰۰	۱	۲۹/۱۳۴	-۵/۴۵۲۹	۱/۹۹۴۵	-۱۰/۸۷۵۶	SATA
۰/۰۰۲۹	۱	۸/۸۸۴	۲/۹۸۰۷	۲/۶۹۳۴	۸/۰۲۸۳	RETA
۰/۰۰۰۰	۱	۲۸/۵۹۵	۵/۳۴۷۴	۰/۲۰۱۵	۱/۰۷۷۵	TDTE
۰/۰۱۷۸	۱	۵/۶۱۹	-۲/۳۷۰۴	۱۵/۳۴۰۳	-۳۶/۳۶۲۵	LR
۰/۰۱۲۰	۱	۶/۳۰۷	-۲/۵۱۱۴	۰/۵۷۴۷	-۱/۴۴۳۲	CACD
۰/۰۳۸۹	۱	۴/۲۶۶	۲/۰۶۵۵	۰/۱۸۵۹	۰/۳۸۳۹	CDTE

یک مدل خاص آماره های متعددی مورد استفاده قرار می گیرد که از جمله آنها می توان به موارد زیر اشاره نمود:^{۱۷}

الف) آماره کای دو

برای بررسی میزان نیکویی برازش مدل برآورد شده روشی مشابه رگرسیون چندگانه به کار می رود. بدین منظور دو فرضیه زیر در نظر گرفته می شود:

H_0 مدل مفروض با داده ها تطابق دارد:

H_1 مدل مفروض با داده ها تطابق ندارد:

واضح است که قبول فرضیه صفر (عدم رد آن) زمانی که مدل مفروض بر اساس ضرایب برآورد شده است، مطلوب خواهد بود.

برای آزمون فرضیه صفر مقدار تابع درست نمایی تحت لگاریتم بصورت $-2LnL$ در نظر گرفته می شود. آماره $-2LnL$ دارای توزیع χ^2 با $n-q$ درجه آزادی است که در آن n تعداد مشاهدات و q تعداد پارامترهای برآورد شده در مدل می باشد. در نتیجه مدل دو نوع آماره

۲- آزمون معنی دار بودن ضرایب

در رگرسیون لجستیک مانند رگرسیون معمولی معنی دار بودن ضریب یک متغیر مستقل را می توان با این فرض آزمون کرد که صفر بودن ضریب مزبور هیچ تأثیری در میزان احتمال موفقیت متغیر وابسته نمی گذارد. در رگرسیون معمولی آزمون معنی دار بودن ضریب یک متغیر مستقل از طریق آماره t انجام می شود. اما در رگرسیون لجستیک از آماره دیگری به نام آماره "Wald"^{۱۶} استفاده می شود. آماره والد برای هر یک از ضرایب همچون رگرسیون معمولی نشان دهنده معنی داری ضریب مربوطه است. این آماره دارای توزیع χ^2 با درجه آزادی یک می باشد. همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می شود، سطح معنی داری برای تمام ضرایب کمتر از ۰/۰۵ می باشد که این بدان معناست که فرضیه صفر برای تمام ضرایب در سطح اطمینان ۹۵٪ رد شده و لذا همه ضرایب معنادار هستند.

۳- تعیین میزان نیکویی برازش مدل برآورد شده

در رگرسیون لجستیک برای مقایسه کارایی چند مدل مختلف با یکدیگر و یا نیکویی برازش

H1: مدل مفروض (بر اساس ضرایب بدست آمده) با داده ها تطابق ندارد.

در این صورت اگر آماره مورد نظر در ناحیه رد در سطح معنی داری ۵٪ قرار نگیرد مدل برازش شده معنی دار است. البته به صورت دیگری نیز می توان بر اساس اختلاف آماره های مزبور و با استفاده از آماره LR معنی داری کل مدل را مورد آزمون قرار داد. یعنی با استفاده از $(-2LnL)Model - (-2LnL)null$ که دارای توزیع χ^2 با $k=(n-k-1)-(n-1)$ درجه آزادی است، فرضیه های آزمون را به شرح زیر در نظر گرفت:

H0: همه ضرایب برابر صفر است

H1: همه ضرایب غیر صفر است

بر این اساس تأثیر ورود متغیرهای مستقل در بهبود مدل سنجیده می شود. در این صورت اگر آماره مزبور در سطح ۵٪ در ناحیه رد قرار گیرد. فرضیه صفر مبنی بر بی اثر بودن متغیرهای مستقل رد خواهد شد. بدین ترتیب در هر مرحله، معنی دار بودن ضرایب بوسیله آزمون χ^2 برای تعیین متغیرها مشخص می گردد، مشروط بر اینکه متغیرها بتوانند از مدل حذف شوند.

نحوه عمل به این شکل است که ابتدا مدل با متغیرهای متعدد و با آماره های موجود که می تواند به صورت سری زمانی مقطعی و یا تابلویی^{۱۸} باشد، برآورد و سپس متغیرهای مستقل مناسب شناسایی و مدل نهایی تدوین و ضرایب برآورد می شوند.

آماره LR که شبیه آماره F در مدل رگرسیون خطی می باشد، دارای توزیع کای دو با $k=7$ است:

بدست می دهد، یکی برای حالتی که تمام ضرایب به غیر از مقدار ثابت، صفر باشد که آنرا با $null(-2LnL)$ نشان می دهیم و مربوط به حالتی است که همه ضرایب مربوط به متغیرهای مستقل صفر هستند. این امر حاکی از بی اثر بودن متغیرهای مستقل در توضیح مدل مورد نظر می باشد. حالت دیگر مربوط به نتایج بدست آمده از برآورد ضرایب متغیرها می باشد که با $Model(-2LnL)$ نشان داده می شود. بدین ترتیب با فرض توزیع χ^2 برای آماره اخیر می توان معنی دار بودن آنرا در سطح ۵٪ مورد آزمون قرار داد. بر این اساس برای حالتی که مثلاً تمام ضرایب متغیرهای مستقل صفر هستند، می توان آماره $null(-2LnL)$ را به عنوان آماره χ^2 با $n-1$ درجه آزادی (تنها پارامتر مدل، مقدار ثابت می باشد) تحت آزمون فرضیه به ترتیب زیر در نظر گرفت:

H0: مدل مفروض (صفر بودن تمام ضرایب متغیرهای مستقل) با داده ها تطابق دارد

H1: مدل مفروض (صفر بودن تمام ضرایب متغیرهای مستقل) با داده ها تطابق ندارد

در صورتیکه این مقدار در منطقه رد آزمون قرار بگیرد، فرض بی اثر بودن متغیرهای مستقل در سطح مثلاً ۵٪ رد شده و مدل برازش شده معنی دار خواهد بود. به همین ترتیب با در نظر گرفتن آماره $Model(-2LnL)$ به عنوان آماره χ^2 با $n-k-1$ درجه آزادی (k تعداد متغیرهای مستقل می باشد) می توان مفروضات زیر را مورد آزمون قرار داد:

H0: مدل مفروض (بر اساس ضرایب بدست آمده) با داده ها تطابق دارد.

اختلافها بزرگ باشند، مدل رد شده و نشان دهنده این است که مدل به خوبی برازش نشده است و در غیر این صورت مدل پذیرفته می شود (عرب مازار، ۱۳۶۶).

معمولاً و در اکثر نرم افزارها مشاهدات به ۱۰ گروه مساوی تقسیم می شوند. استفاده مناسب از این روش مستلزم تعداد کافی مشاهدات است، بطوریکه در هر گروه حداقل باید ۵ مشاهده وجود داشته باشد. آماره هاسمر-لمشو دارای توزیع χ^2 با $J-2$ درجه آزادی می باشد (J تعداد گروهها است). خاطر نشان می نماید که توزیع χ^2 نسبت به تعداد نمونه حساس است. لذا زمانی که تعداد نمونه خیلی بزرگ باشد تفاوت‌های کمی بین مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده از طریق این روش نشان داده می شود و آزمون معتبر می باشد.

مقدار این آماره در مدل برآورد شده دارای توزیع χ^2 با ۸ درجه آزادی و برابر ۶/۱۲ می باشد و احتمال آن بزرگتر از ۰/۰۵ و برابر ۰/۶۳ بدست آمده است. بنابراین فرض صفر که بیانگر نکویی برازش است، پذیرفته می شود (رد نمی گردد). پس متغیرهای مستقل مدل قدرت توضیح دهندگی میزان ریسک اعتباری را دارا می باشند.

د) شاخص R^2 نیگل کرک

علاوه بر آماره های فوق، در رگرسیون لجستیک شاخص های دیگری نیز به عنوان جانشین R^2 در رگرسیون معمولی بکار می رود. از آن جمله می توان شاخص R^2 نیگل کرک^{۲۱} را نام برد که مقدار این شاخص در مدل برازش شده برابر ۷۷/۳٪ می باشد.

تعداد متغیرهای مستقل (مدل) درجه آزادی است. مقدار این آماره برابر ۲۱۹/۸۲ بدست آمده است. احتمال آماره LR که مقدار آن برابر صفر و در نتیجه کمتر از ۰/۰۵ است، نشان دهنده رد شدن فرض صفر مبنی بر صفر بودن کلیه ضرایب متغیرهای مستقل در سطح اطمینان ۹۵٪ می باشد. در نتیجه رگرسیون معنی دار است.

ب) آماره شبه R^2 یا R^2 مک فادن

آماره شبه R^2 و یا R^2 مک فادن^{۱۹} برای رگرسیون لجستیک، مشابه R^2 در رگرسیون معمولی است. این آماره به شرح رابطه زیر است:

$$R^2 \text{Logit} = \frac{(-2\text{LnL})_{\text{null}} - (-2\text{LnL})_{\text{Model}}}{(-2\text{LnL})_{\text{null}}}$$

مقدار این آماره بین صفر و یک تغییر می کند و خوبی برازش مدل را اندازه گیری می نماید. هر چه این شاخص نزدیک به یک باشد، میزان تطابق مدل با واقعیت بیشتر بوده و به عبارتی نیکویی برازش بیشتر است و بالعکس هر چه مقدار شاخص به صفر نزدیک تر باشد نیکویی برازش کمتر خواهد بود.

آماره R^2 مک فادن در مدل تخمین زده شده برابر ۰/۶۷ درصد بدست آمده است. که برای رگرسیون لجستیک عدد بسیار قابل قبولی می باشد.

ج) آماره هاسمر-لمشو^{۲۰}

در این روش با استفاده از گروه بندی مشاهدات، مقادیر پیش بینی شده توسط مدل با مقادیر واقعی مشاهدات مقایسه می شوند. اگر

نسبت جریان نقدینگی به بدهی کل (CSDT): همانطور که قبلاً ذکر شد این متغیر از تقسیم مجموع فروش خالص و استهلاک شرکت (جریان نقدینگی)، بر بدهی کل شرکت بدست می آید. ضریب این متغیر در مدل تخمین زده شده برابر ۵/۶۶- می باشد. یعنی در صورت ثابت بودن سایر شرایط با افزایش یک واحد در این نسبت، لگاریتم احتمال بد حسابی به احتمال خوش حسابی به طور متوسط ۵/۶۶ واحد کاهش می یابد. پس نسبت CSDT ریسک اعتباری شرکت را به طور معکوس متأثر می سازد. مقدار ضریب این متغیر در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار و نحوه تأثیرگذاری آن بر احتمال نکول با تئوری مطابقت دارد. چرا که افزایش این نسبت به معنی افزایش فروش و یا کاهش بدهی کل شرکت می باشد و این مسئله توان شرکت در باز پرداخت بدهی ها را افزایش داده و احتمال مواجه شدن شرکت با شرایط قصور در باز پرداخت را کاهش می دهد.

نسبت گردش دارایی ها (SATA):

این نسبت برابر فروش شرکت تقسیم بر دارایی کل آن می باشد و ضریب آن در مدل تخمین زده شده برابر ۱۰/۸۷- بدست آمده است که نشان می دهد با افزایش یک واحد این نسبت در صورت ثابت بودن سایر شرایط لگاریتم شانس به نفع عدم باز پرداخت به موقع تسهیلات، به طور متوسط ۱۰/۸۷ واحد کاهش می یابد. این نسبت در بسیاری از مطالعات تجربی نظیر آلتمن (۱۹۶۸) بکار گرفته شده است.

آماره های مورد استفاده در تعیین میزان نکویی برازش رگرسیون لجستیک و مقدار بدست آمده برای هر یک را می توان به شرح جدول ۲ خلاصه نمود.

جدول ۲- آزمون معنی داری و نکویی برازش مدل

LR statistic (7 df)	۲۱۹/۸۲	Probability (LR stat)	۰/۰۰
McFadden R-squared	۰/۶۷	Nagelkerke R-Square	۰/۷۷
H-L Statistic	۶/۱۲	Prob. Chi-Sq (8)	۰/۶۳

۴- تفسیر ضرایب

مقدار بدست آمده برای هر یک از ضرایب طبق رابطه ۴، تغییر در متغیر L (لگاریتم نسبت شانس) به ازای یک واحد تغییر در متغیر x را نشان می دهد. بدین ترتیب $\text{Exp}(\beta)$ اثر یک واحد تغییر در متغیر مستقل x را بر نسبت شانس یعنی $P / (1 - P)$ نشان می دهد (در صورت ثابت بودن مقدار سایر متغیرها). لذا همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می شود ۷ نسبت مالی مورد استفاده در تصریح مدل همگی در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادارند. از میان آنها ۴ متغیر CSDT و SATA و LR و CACD ریسک اعتباری را به طور معکوس متأثر می سازند. یعنی با ثابت بودن سایر شرایط افزایش هر یک از این نسبتها موجب کاهش احتمال عدم بازپرداخت بدهی تسهیلاتی مشتریان می گردد و ۳ نسبت مالی RETA و TDTE و CDTE دارای اثر مستقیم بر ریسک اعتباری می باشند یعنی با ثابت بودن سایر شرایط افزایش آنها موجب افزایش احتمال نکول شرکتها می گردد. تفسیر هر یک از ضرایب به ترتیب زیر می باشد:

نسبت جریان نقدی آزاد (RETA)^{۲۲}:

تواند حاکی از سرمایه گذاری های زیاد شرکت باشد و در صورتیکه سرمایه گذاری های انجام شده بازده بالایی را در پی داشته باشد، استراتژی مزبور نتیجه مطلوبی را در بلندمدت خواهد داشت. همچنین در شرایط تورمی به علت اینکه نگهداری وجه نقد بیش از مقدار مورد نیاز، هزینه کاهش ارزش بیشتری را برای شرکت به دنبال دارد، لذا در این حالت افزایش جریان نقدی آزاد منجر به کاهش توان بازپرداخت بدهی های شرکت در بلند مدت می شود.

ضریب متغیر مستقل RETA در این پژوهش ۸/۰۳ و در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار می باشد یعنی با ثابت بودن سایر شرایط با هر واحد افزایش در این نسبت، لگاریتم احتمال بدحسابی به احتمال خوش حسابی شرکت به طور متوسط ۸/۰۳ واحد افزایش می یابد.

نسبت کل بدهی ها (TDTE):

از این نسبت برای بررسی ساختار سرمایه ای بنگاه استفاده می شود. بنابر تئوری ساختار سرمایه، میان احتمال نکول و بدهی شرکت رابطه مستقیم وجود دارد زیرا ساختار سرمایه ای بنگاه در موفقیت شرکت در تأمین منابع مالی از وجوه خارجی تأثیرگذار است.

نسبت کل بدهی مبین میزان اطمینان بستانکاران در مورد وصول مطالباتشان از بنگاه اقتصادی مورد بررسی می باشد. بررسی این نسبت به این سوال پاسخ می دهد که کل بدهی ها در تاریخ ترازنامه چه سهمی از مالکیت صاحبان سهام را در بر می گرفته است. بدیهی است هر چه این نسبت بزرگتر باشد بستانکاران

سودآوری به ویژه در یک بنگاه انتفاعی از حیاتی ترین عوامل در ادامه فعالیت آن است. سهام داران یک شرکت به بررسی اطلاعات مربوط به سودآوری بنگاه علاقه مند می باشند چرا که آنها را در خصوص ادامه، افزایش، کاهش و یا توقف بکارگیری منابع سرمایه ای شان در شرکت مورد بررسی یاری می نماید. تلقی طلبکاران از یک واحد انتفاعی سودآور می تواند این باشد که آن بنگاه اقتصادی با مشکلات کمتری در اعاده بدهی هایش مواجه است. جریان نقدی آزاد معیاری برای اندازه گیری عملکرد شرکت ها است و وجه نقدی را نشان می دهد که شرکت پس از انجام مخارج لازم برای نگهداری یا توسعه دارایی ها، در اختیار دارد.

همانطور که هر شرکت برای توسعه محصولات جدید، پرداخت سودهای نقدی به سهام داران و کاهش بدهی ها به وجه نقد نیاز دارد، نگهداری بیش از حد آن نیز هزینه نگهداری وجه نقد را به شرکت تحمیل می کند. بنابراین مدیران تلاش می کنند بین هزینه نگهداری وجه نقد و هزینه وجه نقد ناکافی، نقطه بهینه ای را پیدا کنند و به این دلیل است که جریان نقد آزاد اهمیت می یابد. در این مطالعه از تقسیم سود انباشته^{۲۳} بر دارایی کل بنگاه اقتصادی به عنوان شاخص اندازه گیری جریان نقدی آزاد شرکت استفاده می نمایم.

این نکته حائز اهمیت است که جریان نقدی آزاد منفی به تنهایی نشان دهنده وضعیت نامطلوب نیست. جریان نقدی آزاد منفی می

برخوردار است. این نسبت نشان می دهد که در سال مالی مورد بررسی به ازاء هر یک ریال بدهی جاری چند ریال دارایی جاری وجود داشته است. یعنی نسبت جاری، میزان پوشش بدهی های جاری را توسط دارایی های جاری نشان می دهد. هر چه این نسبت بزرگتر باشد اطمینان بیشتری را جهت بازپرداخت این بدهی ها از محل دارایی ها فراهم می آورد. افزایش دارایی های جاری نسبت به بدهی های جاری موجب ایجاد ذخیره ای برای جبران زیان احتمالی شرکت در اثر تغییر در نقدینگی دارایی های جاری و تبدیل آنها به غیر نقد می شود. همچنین این نسبت میزان ذخیره وجوه نقد را بعنوان حاشیه امنیت برای مقابله با شوک ها و پدیده های غیر منتظره نشان می دهد.

در مدل برازش شده در صورت ثابت بودن سایر شرایط یک واحد افزایش در نسبت جاری، لگاریتم احتمال بدحسابی به احتمال خوش حسابی شرکت را به طور متوسط $1/44$ واحد کاهش می دهد. در این صورت احتمال عدم بازپرداخت به موقع تسهیلات به بازپرداخت به موقع آن برابر $0/23$ می شود.

نسبت نقدی (LR):

از آنجائیکه دارایی های جاری با یک سرعت مساوی قابل تبدیل به وجه نقد نمی باشند و نسبت جاری تفاوت میان اقلام دارایی های جاری را در نظر نمی گیرد، برای بررسی دقیقتر توان شرکت در بازپرداخت تعهدات کوتاه مدت می توان از شاخص نسبت نقدی استفاده نمود. این نسبت سهم وجه نقد از کل دارایی های

تأمین کمتری خواهند داشت و زمانیکه این نسبت بیش از عدد یک شود، نشانگر شرایط نامطلوب برای بستانکاران است و به معنی عدم دستیابی بستانکاران به مطالباتشان در صورت ورشکستگی بنگاه های اقتصادی می باشد. همچنین از این نسبت می توان برای سنجش میزان علاقه مندی سهام داران به بنگاه اقتصادی استفاده نمود. مثلاً در مورد شرکت هایی که با وجود برخوردارگی از توانایی های حرفه ای بالا با حقوق صاحبان سهام اندکی برخوردارند و بنابراین بخش عمده ای از دارایی های بنگاه را از محل ایجاد بدهی فراهم نموده اند، به هنگام اعطای تسهیلات می بایست دقت بیشتری از سوی بانک انجام پذیرد چرا که هر چند در صورت سودآوری عملیات بنگاه، شرایط مطلوب است، لکن بانک از حاشیه امنیت پائینی برخوردار است.

ضریب این نسبت برابر $1/08$ و معنادار می باشد یعنی با فرض ثابت بودن سایر شرایط با افزایش یک واحد در این نسبت لگاریتم شانس به نفع عدم بازپرداخت به طور متوسط $1/08$ واحد افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر احتمال قصور در بازپرداخت به احتمال بازپرداخت به موقع برابر $2/94$ می شود.

نسبت جاری (CACD):

در کوتاه مدت میزان نقدینگی شرکت (دسترسی به وجوه نقد یا توانایی شرکت در تأمین این وجوه) به منظور رفع نیازهای جاری از جمله بازپرداخت تعهدات کوتاه مدت (شامل اصل و سود وام های دریافتی) از اهمیت خاصی

موقع تسهیلات شرکت را به طور متوسط $0/38$ واحد افزایش می دهد و احتمال عدم بازپرداخت به موقع تسهیلات $1/46$ برابر احتمال بازپرداخت به موقع آن می شود زیرا که به احتمال $0/59$ درصد مشتری تعهد خود را ایفا نخواهد نمود.

۵- درصد صحیح احتمالات پیش بینی شده

روش دیگری که برای بررسی کارایی مدل مورد استفاده قرار می گیرد، بررسی درصد صحیح احتمال‌های پیش بینی شده توسط مدل برازش شده می باشد. به این منظور، این احتمالات با حد آستانه که عددی بین صفر و یک است مقایسه می گردد. در این صورت فرض می شود که اگر احتمال‌های تخمین زده شده توسط مدل بالاتر از حد آستانه باشد، پیشامد رخ داده و در غیر اینصورت پیشامد رخ نخواهد داد. با تعیین احتمالات به صورت صفر (برای احتمال‌های برابر یا پایینتر از حد آستانه) و یک (برای احتمال‌های بالاتر از حد آستانه) و مقایسه آنها با مقادیر واقعی صفر و یک های متغیر وابسته، درصد پیش بینی های صحیح مشخص می شود. بدیهی است هر چه این درصد بزرگتر باشد نشان دهنده پیش بینی صحیح تر و در نتیجه کارایی بیشتر مدل خواهد بود.

۵-۱- بررسی قدرت پیش بینی مدل با استفاده

از داده های آزمایش

نتایج حاصل از بررسی قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های آزمایش و حد آستانه $0/5$ در جدول ۳ نشان داده شده است. این جدول مقایسه ای بین دسته بندی صورت گرفته

شرکت را محاسبه می نماید و به عنوان مهم ترین شاخص کاهش خطر بروز ناتوانی در بازپرداخت بدهی های کوتاه مدت شرکت از دید بستانکاران (از جمله مؤسسات اعتباردهنده از قبیل بانک ها) دارای اهمیت می باشد. البته لازم به ذکر است نگهداری بیش از حد مورد نیاز وجه نقد، توسط شرکت به ویژه در شرایط تورمی مطلوب نیست. در مدل برآورد شده نیز با ثابت بودن سایر شرایط، یک درصد افزایش در این شاخص، لگاریتم نسبت شانس به نفع قصور در بازپرداخت را به طور متوسط $36/36$ درصد کاهش می دهد. در این شرایط احتمال عدم بازپرداخت به موقع تسهیلات به بازپرداخت به موقع آن برابر $2/62$ می شود یعنی همچنانکه تئوری تأیید می نماید، نسبت LR با ریسک اعتباری رابطه عکس دارد.

نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه (CDTE):

این نسبت نشان می دهد که جمع بدهی جاری چه سهمی از مایملک صاحبان سهام را در بر می گیرد. این نسبت وضع مطالبات طلبکاران کوتاه مدت را در صورت بروز خطر، جهت پوشش تأمین مطالباتشان با استفاده از حقوق صاحبان سهام نشان داده و مشخص می نماید که چه رابطه ای بین طلبکاران کوتاه مدت و سهامداران وجود دارد. طبعاً هر چه این نسبت بزرگتر باشد، طلبکاران تأمین کمتری خواهند داشت. در اینجا با ثابت بودن سایر شرایط، افزایش یک واحد در نسبت بدهی های جاری به حقوق صاحبان سهم (ارزش ویژه)، لگاریتم احتمال عدم بازپرداخت به احتمال بازپرداخت به

(مشتری خوش حساب) مقدار پیش بینی احتمال کمتر یا مساوی حد آستانه و در صورت وجود مقدار یک برای متغیر y (مشتری بدحساب)، مقادیر پیش بینی شده احتمال بیشتر از حد آستانه بدست آید. نفعی^{۲۵} که در حرکت از قسمت راست جدول به قسمت چپ جدول، در تعداد پیش بینی های درست حاصل می شود، قدرت پیش بینی مدل را نشان می دهد. معیارهای سنجش این نفع را با استفاده از معیار کل نفع^{۲۶} و همچنین درصد نفع^{۲۷} می توان محاسبه نمود. بدین صورت که:

افزایش مطلق در درصد پیش بینی های درست نسبت به مدل احتمال ثابت = کل نفع
درصد طبقه بندی های نادرست در مدل احتمال ثابت / کل نفع = درصد نفع

توسط مدل و دسته بندی اولیه به صورت تخمین درست و نادرست مشتریان را در یک نقطه به نام حد آستانه، انجام می دهد.

در قسمت چپ جدول مقادیر پیش بینی شده احتمال برای متغیر وابسته y در مدل برازش شده بر حسب اینکه بالاتر یا پایین تر از حد آستانه واقع شده اند در مقابل مقادیر واقعی مشاهده شده آن، طبقه بندی شده اند.

در سمت راست جدول مشاهدات با استفاده از احتمال ثابت \bar{P} که همان نسبت نمونه مشاهدات $y=1$ است، طبقه بندی می شود. این احتمال که در طول مشاهدات همواره ثابت است عددی است که از تخمین مدلی که تنها شامل عرض از مبدأ می باشد محاسبه می شود.

طبقه بندی "درست" وقتی حاصل می شود که در صورت وجود مقدار صفر برای متغیر y

جدول ۳- بررسی قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های آزمایش در حد آستانه ۰/۵

	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
P(Dep=1)≤C	۲۶۱	۱۶	۲۷۷	۲۶۵	۶۵	۳۳۰
P(Dep=1)>C	۴	۴۹	۵۳	۰	۰	۰
Total	۲۶۵	۶۵	۳۳۰	۲۶۵	۶۵	۳۳۰
Correct	۲۶۱	۴۹	۳۱۰	۲۶۵	۰	۲۶۵
% Correct	۹۸.۴۹	۷۵.۳۸	۹۳.۹۴	۱۰۰	۰	۸۰.۳
% Incorrect	۱.۵۱	۲۴.۶۲	۶.۰۶	۰	۱۰۰	۱۹.۷
Total Gain*	۱.۵۱-	۷۵.۳۸	۱۳.۶۴			
Percent Gain**	NA	۷۵.۳۸	۶۹.۲۳			
	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
E(# of Dep=0)	۲۴۹.۴۸	۱۵.۵۲	۲۶۵	۲۱۲.۸	۵۲.۲	۲۶۵
E(# of Dep=1)	۱۵.۵۲	۴۹.۴۸	۶۵	۵۲.۲	۱۲.۸	۶۵
Total	۲۶۵	۶۵	۳۳۰	۲۶۵	۶۵	۳۳۰
Correct	۲۴۹.۴۸	۴۹.۴۸	۲۹۸.۹۷	۲۱۲.۸	۱۲.۸	۲۲۵.۶۱
% Correct	۹۴.۱۴	۷۶.۱۳	۹۰.۶	۸۰.۳	۱۹.۷	۶۸.۳۷
% Incorrect	۵.۸۶	۲۳.۸۷	۹.۴	۱۹.۷	۸۰.۳	۳۱.۶۳
Total Gain*	۱۳.۸۴	۵۶.۴۳	۲۲.۲۳			
Percent Gain**	۷۰.۲۷	۷۰.۲۷	۷۰.۲۷			
Change in "% Correct" from default (constant probability) specification*						
Percent of incorrect (default) prediction corrected by equation**						

خوش حساب، ۲۶۱ مورد به درستی طبقه بندی شده اند یعنی ۹۸/۴۹٪ متغیرهای وابسته $Y=0$ به درستی پیش بینی شده اند و از میان ۶۵ مشتری بدحساب ۴۹ مورد آنها به درستی طبقه بندی شده اند. یعنی ۷۵/۳۸٪ متغیرهای وابسته $Y=1$ به درستی پیش بینی شده اند.

جدول زیر در ادبیات آماری به جدول طبقه بندی^{۲۸} معروف می باشد. به نسبتی از مشاهدات $Y = 1$ که به درستی پیش بینی شده اند، درجه حساسیت^{۲۹} و به نسبتی از مشاهدات $Y = 0$ که به درستی پیش بینی شده اند، اصطلاحاً درجه تشخیص^{۳۰} مدل می گویند.

آنچه برای ما مطلوب است این است که با تغییر معیار طبقه بندی (حد آستانه) مقدار هر دو این مقادیر برابر یک شود. ولی متأسفانه معمولاً افزایش (کاهش) هر یک از این دو مقدار باعث کاهش (افزایش) دیگری خواهد شد. در جدول فوق مقدار این دو عدد به صورت درصد نشان داده شده است. با توجه به توضیحات ذکر شده، درجه حساسیت مدل برابر ۷۵/۳۸ درصد و درجه تشخیص مدل برابر ۹۸/۴۹ درصد می باشد.

در نمونه استفاده شده این پژوهش، که از کل ۳۳۰ مشاهده نمونه، ۲۶۵ مشاهده مربوط به متغیر وابسته دارای مقدار صفر (۲۶۵ مشتری جزء مشتریان خوش حساب) و ۶۵ مشاهده دارای مقدار یک (۶۵ مشتری جزء مشتریان بدحساب) می باشند. با استفاده از مدل احتمال ثابت، احتمال پیش بینی شده کل ۳۳۰ مشاهده کوچکتر یا مساوی حد آستانه ($Y = 0$) بدست آمده است لذا پیش بینی با استفاده از مدل احتمال ثابت برای ۲۶۵ مشاهده (دارای $Y = 0$) درست و برای ۶۵ مشاهده (دارای $Y = 1$) نادرست می باشد.

همانطور که از جدول احتمال ثابت مشخص است حدود ۸۰/۳۰ درصد مشاهده ها درست پیش بینی شده است و ۱۹/۷۰ درصد مشاهده ها نادرست پیش بینی شده است.

در نتیجه کل نفعی که از تخمین مدل بدست می آید حدود ۱۳/۶۴ درصد بهبود می یابد و این منجر می شود که حدود ۶۹/۲۳ درصد از کل طبقه بندی های نادرست مدل بهبود یابد.

همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، در مدل برازش شده، از میان ۲۶۵ مشتری

جدول ۴- بررسی قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های آزمایش در حد آستانه ۰/۵

حد آستانه ۰/۵	$Y=1$ (بد حساب)	$Y=0$ (خوش حساب)		
$P(Y) \leq 0/5$	۱۶	۲۶۱		
$P(Y) > 0/5$	۴۹	۴		
جمع کل	۶۵	۲۶۵		
میزان نیکویی برازش (کارایی مدل)	درجه حساسیت	ریسک اعتباری	درجه تشخیص	ریسک تجاری
٪ ۹۴/۹۳	٪ ۷۵/۳۸	٪ ۲۴/۶۲	٪ ۹۸/۴۹	٪ ۱/۵۱

مورد نظر (در اینجا ریسک اعتباری) برای کل مشاهدات نمونه قابل محاسبه است. مقدار این حد از طریق یکی از چهار روش بالا و به شکل دستی قابل محاسبه خواهد بود. در این تحقیق با استفاده از روش دوم، مقدار بهینه حد آستانه در حدود $0/2$ بدست آمد.

حال اگر با توجه به حد آستانه جدید دوباره قدرت پیش بینی مدل را بررسی نمایم، مطابق جدول ۵ درجه حساسیت مدل $89/23$ درصد و درجه تشخیص مدل برابر $90/57$ درصد می باشد. همچنین ریسک اعتباری برابر $10/77$ درصد و ریسک تجاری برابر $9/43$ درصد خواهد شد. همانطور که ملاحظه می شود در این حالت نسبت به حد آستانه $0/5$ ، درجه حساسیت و تشخیص و در نتیجه ریسک اعتباری و تجاری مدل تقریباً با هم برابر می شوند و مجموع درجه حساسیت و تشخیص مدل در ماکزیمم خود می باشد. عبارت دیگر مجموع خطای اعتباری و تجاری حداقل خواهد بود. بنابراین در این حالت نسبت به حالت قبل (حد آستانه $0/5$) درجه تشخیص مدل در حدود ۸ درصد کاهش و درجه حساسیت مدل در حدود ۱۸ درصد افزایش یافته است.

۶- بررسی قدرت تفکیک کنندگی مدل

پس از محاسبه درجه حساسیت و درجه تشخیص مدل به منظور بررسی قدرت تفکیک کنندگی دو گروه (در اینجا مشتریان خوش حساب و مشتریان بد حساب) از یکدیگر از منحنی به نام منحنی ROC^{۳۲} استفاده می شود (نمودار ۱). این منحنی در صفحه مختصاتی که

همچنین با توجه به جدول فوق در می یابیم که در مدل برازش شده مقدار خطای نوع اول یعنی ریسک اعتباری (طبقه بندی مشتری بد در میان مشتریان خوب) برابر $24/62$ درصد می باشد (یعنی عدد یک منهای درجه حساسیت) و مقدار خطای نوع دوم یعنی ریسک تجاری (طبقه بندی مشتری خوب در میان مشتریان بد) برابر $1/51$ می باشد (یعنی عدد یک منهای درجه تشخیص).

۵-۲- محاسبه حد آستانه بهینه

طبق تعریف، حد آستانه بهینه برای مدل (یا احتمالی که در آن متوسط ریسک اعتباری و تجاری مدل به حداقل می رسد) برابر احتمالیست که در آن یکی از حالات زیر رخ دهد:

- ۱) مجموع درجه حساسیت و درجه تشخیص مدل ماکزیمم شود.
- ۲) در صورتی که درجه حساسیت مدل بیش از 80% باشد، مجموع درجه حساسیت و درجه تشخیص، ماکزیمم شود.
- ۳) مقدار مینیمم بین دو مقدار برای تمام مشاهدات ماکزیمم شود.
- ۴) در صورتی که اهمیت درجه حساسیت مدل α برابر درجه تشخیص آن باشد، حاصل رابطه (درجه تشخیص $\times 1 +$ درجه حساسیت $\times \alpha$) ماکزیمم شود. (کورسولم، ۲۰۰۴)^{۳۱}

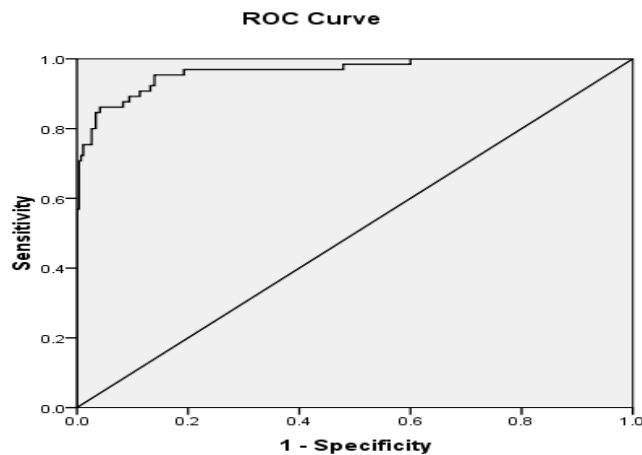
مقدار عددی حد آستانه به طور مستقیم قابل محاسبه نیست ولی با توجه به مقادیر درجه حساسیت و تشخیص و نیز احتمال وقوع پیامد

می باشند. شاخص خوبی مدل، سطح زیر منحنی ROC است. مدلی که بیشترین قدرت تفکیک کنندگی بین دو گروه را دارا می باشد، دارای سطح زیر منحنی ۱ و مدلی که قدرت تفکیک کنندگی آن صفر است، دارای سطح زیر منحنی ۰/۵ می باشد. همانطور که از نمودار ۱ مشخص است، سطح زیر منحنی ROC در مدل برازش شده ۰/۹۶۵ است و لذا نشان دهنده این است که مدل برازش شده از قدرت تفکیک کنندگی بالایی بین دو گروه برخوردار است.

محور افقی آن یک منهای درجه تشخیص و محور عمودی آن درجه حساسیت مدل می باشد، از نقطه (۰ و ۰) در گوشه پایین سمت چپ به سمت نقطه (۱ و ۱) در گوشه بالا سمت راست، کشیده می شود. هر چه این منحنی به سمت گوشه سمت چپ بالا (۱ و ۰) نزدیک تر باشد، نشان دهنده قدرت بیشتر مدل و تفکیک کنندگی بین دو گروه خواهد بود. در نقطه (۰ و ۱) درجه حساسیت و تشخیص مدل هر دو در بیشترین مقدار خود و برابر یک

جدول ۵- بررسی قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های آزمایش در حد آستانه ۰/۲

حد آستانه ۰/۵	Y=1 (بد حساب)	Y=0 (خوش حساب)		
$P(Y) \leq 0/5$	۷	۲۴۰		
$P(Y) > 0/5$	۵۸	۲۵		
جمع کل	۶۵	۲۶۵		
میزان نیکویی برازش (کارایی مدل)	درجه حساسیت	ریسک اعتباری	درجه تشخیص	ریسک تجاری
% ۹۰/۳۰	% ۸۹/۲۳	% ۱۰/۷۷	% ۹۰/۵۷	% ۹/۴۳



نمودار ۱- منحنی ROC

سطح زیر منحنی ROC
۰/۹۶۵

۷- بررسی کارایی و قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های شاهد

به منظور بررسی کارایی و قدرت پیش بینی مدل برازش شده، حدود ۳۰ درصد از حجم نمونه آماری یعنی ۱۳۵ مشاهده از ۴۶۵ مشاهده، در تخمین مدل استفاده نشده و به عنوان داده های شاهد در نظر گرفته شدند. تا پس از برآورد ضرایب متغیرهای مستقل و تخمین مدل بوسیله داده های آزمایش، مورد استفاده قرار گیرند. بدین منظور با استفاده از تابع رگرسیون لججیت بدست آمده (رابطه شماره ۱) احتمال ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران برای داده های شاهد محاسبه گردید و نتایج بدست آمده جهت بررسی قدرت تفکیک کنندگی مدل در حد آستانه ۰/۵ و ۰/۲ و مقایسه آن با مقادیر واقعی متغیر وابسته، مورد تجزیه و

تحلیل قرار گرفت که خلاصه آن در جداول ۶ و ۷ آورده شده است.

همانطور که در جداول مذکور مشاهده می شود در صورتی که مقدار احتمال بدست آمده بیشتر از حد آستانه باشد مشتری جزء گروه بد حساب ($Y=1$) و در غیر این صورت مشتری جزء گروه خوش حساب ($Y=0$) طبقه بندی می گردد.

کارایی مدل از تقسیم تعداد حاصل جمع پیش بینی های صحیح دو گروه مشتریان خوش حساب و بد حساب بر تعداد کل مشاهدات بدست می آید. همانطور که ملاحظه می شود مدل برای داده های شاهد از کارایی نسبتاً بالای ۸۱/۵٪ در حد آستانه ۰/۵ و ۸۱٪ در حد آستانه ۰/۲ برخوردار است. و این نشان می دهد که مدل برآورد شده در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان از توانایی بالایی برخوردار است.

جدول ۶- بررسی قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های شاهد در حد آستانه ۰/۵

حد آستانه ۰/۵	$Y=1$ (بد حساب)	$Y=0$ (خوش حساب)		
$P(Y) \leq 0/5$	۱۶	۹۶		
$P(Y) > 0/5$	۱۴	۹		
جمع کل	۳۰	۱۰۵		
میزان نیکویی برازش (کارایی مدل)	درجه حساسیت	ریسک اعتباری	درجه تشخیص	ریسک تجاری
۸۱/۵٪	۰/۴۷٪	۰/۵۳٪	۰/۹۱٪	۰/۰۹٪

جدول ۷- بررسی قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های شاهد در حد آستانه ۰/۲

حد آستانه ۰/۲	$Y=1$ (بد حساب)	$Y=0$ (خوش حساب)		
$P(Y) \leq 0/2$	۱۳	۹۲		
$P(Y) > 0/2$	۱۷	۱۳		
جمع کل	۳۰	۱۰۵		
میزان نیکویی برازش (کارایی مدل)	درجه حساسیت	ریسک اعتباری	درجه تشخیص	ریسک تجاری
۸۱٪	۰/۵۷٪	۰/۴۳٪	۰/۸۸٪	۰/۱۲٪

نتیجه گیری

این مطالعه با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر احتمال عدم بازپرداخت بدهیهای تسهیلاتی مشتریان حقوقی بانکها انجام گرفته است. در این راستا با استفاده از روش رگرسیون لوجیت و با بهره گیری از نسبتهای مالی شرکتها به تعیین مدل بهینه جهت سنجش ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران پرداختیم. به این منظور بر اساس نظریه های اقتصادی و مالی ۱۳ نسبت مالی به عنوان متغیرهای اثرگذار بر ریسک اعتباری انتخاب شدند که از بین آنها ۷ متغیر جهت تبیین مدل نهایی انتخاب گردیدند. معنی داری ضرایب این متغیرها با استفاده از آماره Wald و معنی داری کل رگرسیون و خوبی برازش، با استفاده از آماره LR و هاسمر-لمشو در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد تأیید قرار گرفتند. آماره شبه R^2 حدود ۶۷٪ بدست آمد که نشان دهنده تطابق نسبی مدل با واقعیت می باشد. قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های آزمایش حدود ۹۰٪ و با استفاده از داده های شاهد حدود ۸۰٪ می باشد. بنابراین مدل از توانایی و اعتبار بالایی در برآورد ریسک اعتباری برخوردار است.

معنادار بودن و علامت ضرایب متغیرهای مستقل مدل، حاکی از تأیید نظریه های اقتصادی و مالی در زمینه عوامل تعیین کننده ریسک اعتباری می باشند. از میان نسبتهای مالی منتخب به عنوان متغیرهای توضیحی مدل، به ترتیب میزان اهمیت، نسبت جریان نقدینگی به بدهی کل (CSDT)، نسبت گردش دارایی ها (SATA)، نسبت نقدی (LR) و نسبت جاری

(CACD) ریسک اعتباری را به طور معکوس متأثر می سازند و متغیرهای نسبت جریان نقدی آزاد (RETA)، نسبت کل بدهیها (TDTE) و نسبت بدهی جاری به حقوق صاحبان سهام (CDTE) اثر مستقیم بر ریسک اعتباری دارند. از بین نسبتهای مالی، نسبت گردش داراییها، نسبت جریان نقدی آزاد و نسبت نقدی بیشترین سهم را در تفکیک مشتریان به دو گروه خوش حساب و بد حساب دارند. همچنین شاخصهای خوبی برازش نشان می دهند روش رگرسیون لوجیت روش مناسبی جهت بررسی ریسک اعتباری می باشد.

یادداشت‌ها

1. Saunders & Millon.
۲. کمیته بال، کمیته ناظر بر نظام بانکداری بین‌المللی است که در خصوص فعالیت بانکها به تنظیم قوانین می‌پردازد.
3. Credit exposures in the market and liquidity sensitive sectors.
4. Letters of Credit (LC).
5. Compact Analytical System.
6. Glantz.
7. Saunders and Allen.
8. Altman.
9. Gordy.
10. Analytical Hierachy Process (AHP).
۱۱. تصویب نامه هیأت وزیران، ۱۳۸۶.
۱۲. heteroscedasticity: این پدیده زمانی بوجود می آید که تغییرات (واریانس) متغیر وابسته برای یک سطح از متغیرهای مستقل با تغییرات (واریانس) متغیر وابسته در سطح دیگری از متغیرهای مستقل یکسان نباشد.
13. Maximum Likelihood.
14. odd ratio.
15. Hosmer and Lemeshow, 1989.
16. Wald Statistic.
17. Anderson, 1984.
18. Panel Data.
19. Mc Fadden R-Square.
20. Hosmer & Lemeshow.
21. Negelkerke.
22. Free cash flow.

- (۵) ذکاوت، سید مرتضی، ۱۳۸۲، مدل‌های ریسک اعتباری مشتریان بانک توسعه صادرات ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم بانکی، موسسه عالی بانکداری، تهران.
- (۶) روئین تن، پونه، ۱۳۸۴، عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی، مطالعه موردی بانک کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- (۷) رهنمای رود پستی، فریدون، نیکو مرام، هاشم، شاهوردیانی، شادی، ۱۳۸۵، مدیریت مالی راهبردی (ارزش آفرینی)، انتشارات کسا کاوش، چاپ اول، تهران.
- (۸) سبزواری، حسن، ۱۳۸۴، مقایسه ای بین روش پارامتریک لاجیت و مدل ناپارامتریک AHP برای ارزیابی اعتباری مشتریان حقوقی بانک پارسیان، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- (۹) سلیمانی امیری، غلامرضا، ۱۳۸۱، بررسی شاخصهای پیش بینی کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران، تهران.
- (۱۰) عرب مازار، عباس، ۱۳۶۶، اقتصاد سنجی عمومی، انتشارات کویر، ص ۳۸۳.
- (۱۱) فلاح پور، سعید، ۱۳۸۳، پیش بینی درماندگی شرکت‌ها با استفاده از مدل شبکه های عصبی مصنوعی، دانشگاه تهران، تهران.
- (۱۲) قلیزاده، محمدحسن، ۱۳۸۳، طراحی مدل رتبه بندی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده ها، پایان نامه دکتری

23. Returned earnings.
در نرم افزار Eviews حد آستانه (cut off) ابتدا به طور پیش فرض 0.5 در نظر گرفته شده است که قابل تغییر می باشد.
25. Gain.
26. Total Gain.
27. Percent Gain.
28. Classification table
29. Sensitivity
30. Specificity
31. Lars korsholm.
32. Receiver Operating Characteristic (ROC Curve).

فهرست منابع

- (۱) آیتی گازار، حسین، ۱۳۸۶، مقایسه کارکرد مدل لاجیت و روش درختهای طبقه بندی و رگرسیون در فرآیند اعتبارسنجی متقاضیان حقیقی برای استفاده از تسهیلات بانکی، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- (۲) تصویب نامه هیأت وزیران، ۱۳۸۶، آیین نامه وصول مطالبات سررسید گذشته، معوق و مشکوک الوصول موسسات اعتباری (ریالی و ارزی)، نهاد ریاست جمهوری، تهران.
- (۳) تهرانی، رضا، فلاح شمس، میرفیض، ۱۳۸۴، طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره بیست و دوم، شماره دوم.
- (۴) دستورالعمل اجرایی رتبه بندی اعتباری مشتریان، ویرایش دوم، بانک توسعه صادرات ایران، اداره مدیریت ریسک، تهران.

- مدیریت، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران .
- ۱۳) کميجانی، اکبر، سعادت فر، جواد، ۱۳۸۵، کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس، دو فصلنامه علمی- پژوهشی جستارهای اقتصادی، سال سوم، شماره ششم، تهران.
- ۱۴) گجراتی، دامودار، ۱۳۸۵، مبانی اقتصاد سنجی، ترجمه حمید ابریشمی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- ۱۵) گلدسته، اکبر، ۱۳۸۷، آموزش تحلیلی نرم افزار Spss 15.0، انتشارات حامی، تهران.
- ۱۶) لطفی، علی اصغر، ۱۳۸۶، مدل سازی ریسک اعتباری در بانک کشاورزی (رویکرد مدل‌های لاجیت، پروبیت و شبکه های عصبی)، پایان نامه دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، تهران.
- ۱۷) مرادی، علیرضا، ۱۳۸۸، کاربرد Eviews در اقتصاد سنجی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، تهران.
- ۱۸) ملکی، سمیرا، ۱۳۸۸، ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانکها و مقایسه دو مدل لاجیت و پرابیت (مطالعه موردی بانک کارآفرین)، پایان نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهرا (س)، تهران
- ۱۹) منصوری، علی، ۱۳۸۲، "طراحی و تبیین مدل ریاضی تخصیص تسهیلات بانکی (رویکرد مدل‌های کلاسیک و شبکه های عصبی)"، پایان نامه دکتری اقتصاد، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۲۰) مهرگان، نادر، رضائی، روح الله، ۱۳۸۸، راهنمای Eviews6 در اقتصاد سنجی، انتشارات نور علم، تهران.
- ۲۱) نوری بروجردی، پیمان، ۱۳۸۴، تجزیه و تحلیل صورتهای مالی اساسی، انتشارات مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، تهران.
- ۲۲) یحیی زاده فر، محمود احمدپور، احمد، ۱۳۸۱، تجزیه و تحلیل صورتهای مالی، انتشارات دانشگاه مازندران، مازنداران.
- 23) Altman, E. I., 1968, Financial Ratios, Discriminate Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy, Journal of Finance 23 (September), 589-609.
- 24) Altman, E. I., 1993, Corporate Financial Distress and Bankruptcy, 2nd ed. (John Wiley & Sons, New York).
- 25) Altman, E. I., 2002, Bankruptcy, Credit Risk, and High Yield Junk Bonds (Blackwell Publishers Ltd, UK).
- 26) Altman, E. I., R. Haldeman, and P. Narayanan, 1977, ZETA analysis: A new Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations, Journal of Banking and Finance 1, 29-54.
- 27) Basel Committee, 2001, Working Paper On the Internal Rating – Based Approach To Specialised Lending Exposures, October.
- 28) Beaver, W., 1967, Financial Ratios as Predictors of Failure, Empirical Research in Accounting: Selected Studies, Supplement, Journal of Accounting Research 5, 71-127.
- 29) Beaver, W., 1968, Alternative Financial Ratios as Predictors of Failure, Accounting Review XLIII, 113-122.
- 30) Bhargava, M., C. Dubelaar, and T. Scott, 1998, Predicting Bankruptcy in the Retail Sector: An Examination of the Validity of Key Measures of Performance, Journal of Retailing and Consumer Services 15, 105-117.
- 31) Bierens, Herman T, 2008, The logit model: Estimation, Testing and Interpretation.

- 46) Westgaard, S., and N. V. D. Wijst, 2001, Default Probabilities in A Corporate Bank Portfolio: A Logistic Model Approach, *European Journal of Operational Research* 135, 338-349.
- 47) Yang liu, 2002, The Evaluation of Classification Models for Credit Scoring; *Arbeitsbericht*, No. 02.
- 48) Zeitun, R and G, Tian, S, Keen, 2007, Default Probability for the Jordanian Companies: A Test of Cash Flow Theory, *International Research Journal of Finance and economics*
- 32) Elmer, Peter J., and David M. Borowski. 1988, *An Expert System and Neural Networks Approach To Financial Analysis*, *Financial Management*, No 12, 66-76.
- 34) Glantz, Morton, 2003, *Managing Bank Risk*, Academic Press.
- 35) Gordy Michael, 2001, *A Risk - Factor Model Foundation for Rating. Based Bank Capital Rules*.
- 36) Greene, W. H., 2003, *Econometrics Analysis* (Prentice Hall, New York).
- 37) Kiss France, 2003, *credit scoring process from a knowledge management perspective*, Budapest university of Technology And Economics.
- 38) Korsholm, Lars, 2004, *Analysis of Digagmstic Studies, Sensitivity and specificity positive and negative predicted values ROC curves tests based on logistic regression*, department of statistics and demography, university of Southern Denmark.
- 39) Lee, Tian-Shyug, Chih-Chou Chiu, Yu-Chao Chou and Chi-Jie Lu, 2006, *Mining the Customer Credit Using Classification and Regression Tree and Multivariate Adaptive Regression Splines; Computational Statistics & Data Analysis*, Vol. 50, No. 4 .
- 40) Lopez, J. A., and M. R. Saidenberg, 2000, *Evaluating Credit Risk Models*, *Journal of Banking and Finance* 24, 151-165.
- 41) Magnac, Thierry, 2005, *Logit models of individual choices*, university of Toulouse, first version.
- 42) McFadden, D., 1974. *Conditional Logit analysis of qualitative choice behaviour*, in Zarembka, P. (ed. by), *Frontiers in econometrics*, Academic Press, New York, pp. 105-142.
- 43) Saunders, A. and Allen, L, 2002, *Credit Risk Measurement*, Second Edition, NewYork: John Wiley & Sons.
- 44) Saunders, A and Millon Correntt, M ., 2001, *Financial markets and Institutions : A modern perspective*”, Mc Graw-Hill, International Edition.
- 45) Treacy, William F, 1998, “Credit Risk Rating Systems At Large U.S. Bank, ” *Journalof Banking and Finance*, 24 (1-2), 167-201.