

## مدیریت ریسک اعتباری در بانک کشاورزی شهرستان

### ممنی با استفاده از مدل شبکه عصبی

سیدعبدالخالق حسینی و منصور زیبایی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۱۱

#### چکیده

این پژوهش با هدف شناسایی عامل‌های مؤثر بر ریسک اعتباری و ارائه مدلی برای پیش‌بینی ریسک اعتباری و رتبه‌بندی مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات اعتباری بانک کشاورزی شهرستان ممسنی با استفاده از روش شبکه عصبی انجام گرفته است. بدین منظور بررسی‌های لازم بر روی اطلاعات مالی و غیرمالی مربوط به یک نمونه ۲۰۵ تایی که به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای تصادفی از میان کشاورزان دریافت‌کننده وام در شهرستان ممسنی در سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ انتخاب شده‌اند، صورت گرفته است. در این پژوهش، ۱۷ متغیر توضیح‌دهنده شامل متغیرهای مالی و غیرمالی مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفتند. متغیرهای انتخابی به‌عنوان بردار ورودی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با سه لایه پنهان وارد مدل شدند. نتایج گویای آن است که مدل شبکه عصبی توانسته است با درصد صحت پیش‌بینی ۹۵/۵ درصدی مشاهده‌ها را منطبق بر واقع برآورد کند که این امر نشانگر توانایی بالای شبکه عصبی در پیش‌بینی ریسک اعتباری مشتریان می‌باشد.

طبقه‌بندی: Q14، Q12، C45، C40:JEL

واژه‌های کلیدی: بخش کشاورزی، ریسک اعتباری، مدل شبکه عصبی پرسپترون، احتمال نکول

<sup>۱</sup> به ترتیب؛ دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

## مقدمه

ارتباط صحیح بین نظام‌های مالی و تولیدی در هر کشوری از مهم‌ترین عامل‌های رشد و توسعه‌ی اقتصادی به‌شمار می‌آید. بانک‌ها به‌عنوان بخش اصلی نظام مالی (نظام پایه بانکی)، نقش اصلی را در تأمین نیازهای مالی بخش‌های مختلف تولیدی، مصرفی و حتی دولتی بر عهده دارند (گاتمن، ۱۹۹۴). در ایران نیز با توجه به ساختار اقتصادی کشور و به دلایلی همچون توسعه نیافتن بازارهای سرمایه و دیگر شبکه‌های غیر بانکی و قراردادی، تأمین مالی بخش‌های واقعی اقتصاد بر عهده شبکه بانکی کشور است (شیرین بخش و همکاران، ۱۳۹۰). در بخش کشاورزی نیز با توجه به کمبودهای سرمایه‌ای و پس‌انداز کم کشاورزان، نقش شبکه بانکی به‌ویژه بانک کشاورزی در تأمین سرمایه موردنیاز این بخش قابل توجه بوده است. متأسفانه بخش بانکی نیز در رسیدن به رسالت‌های خویش چندان موفق نبوده است. هم‌اکنون تداوم فعالیت‌ها و بقای بیشتر بانک‌های کشور ناشی از حمایت‌های دولتی است. بالا بودن تسهیلات سوخت شده و معوقه‌ی بانک‌ها، گویای نبود مدل‌های مناسب اندازه‌گیری ریسک اعتباری<sup>۱</sup> و نظام‌های مدیریت ریسک در شبکه‌ی بانکی می‌باشد. به احتمال بازپرداخت نشدن یا پرداخت با تأخیر اصل و فرع تسهیلات اعطایی بانک‌ها و دیگر ابزار بدهی از سوی مشتری، ریسک اعتباری می‌گویند.

در بازاری که حاشیه سود بانک‌ها به دلیل تشدید رقابت همواره در حال کاهش بوده و پیوسته فشار برای کاهش بیشتر هزینه‌ها احساس می‌شود، مدل‌های ریسک اعتباری با پیش‌بینی زیان‌های بازپرداخت نشدن وام‌ها نوعی برتری نسبی برای بانک‌ها و نهادهای اعتباری ایجاد خواهند کرد. مدل‌های ریسک اعتباری با اندازه‌گیری ریسک می‌توانند با ایجاد ارتباط منطقی میان ریسک و بازده امکان قیمت‌گذاری دارایی‌ها را فراهم سازند. همچنین مدل‌های ریسک اعتباری امکان بهینه‌سازی ترکیب پورتفوی اعتباری و تعیین سرمایه‌ی اقتصادی بانک‌ها برای کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای را فراهم خواهند ساخت (کائوته، ۱۹۹۸).

اعطاء تسهیلات اعتباری به مشتریان از جمله مهم‌ترین وظایف بانک‌ها به‌شمار می‌رود. بانک‌ها در هر کشوری پس از گردآوری منابع مالی، این منابع را به بخش‌های مختلف اقتصادی تخصیص می‌دهند. در حقیقت این اقدام بانک‌ها، بخش‌های مختلف اقتصادی را در هر کشور در انجام بهتر وظایفشان تقویت کرده و در نهایت زمینه لازم را برای رشد و توسعه اقتصادی آن

---

<sup>۱</sup>. Credit Risk

## مدیریت ریسک اعتباری در بانک کشاورزی ... ۱۰۵

کشور فراهم می‌آورند. در صورتی بانک‌ها می‌توانند به این مهم دست یابند که منابع مالی را به درستی به مشتریان واجد شرایط تخصیص دهند. تخصیص درست منابع مالی ضمن دستیابی به هدف یاد شده، زمینه لازم را برای ادامه حیات بانک‌ها فراهم خواهد آورد لذا نکته مهم در این اقدام این است که پیش از اعطای تسهیلات به مشتریان واجد شرایط ریسک آنها به درستی تشخیص داده شود تا اثربخشی تصمیم‌های گرفته شده افزایش یابد. بدیهی است که هرگونه اقدام در زمینه کنترل پس از اعطاء اعتبارات کم‌فایده خواهد بود. با عطف توجه به نکات گفته شده، در این پژوهش سعی شد، یک مدل مدیریت ریسک اعتباری با به‌کارگیری روش شبکه عصبی پرسپترون چندلایه برای این منظور طراحی شود تا به بررسی عوامل مؤثر بر بازپرداخت نشدن اعتبارات در بانک کشاورزی شهرستان ممسنی با توجه به نقشی که این بانک در تأمین سرمایه مورد نیاز بخش کشاورزی منطقه مورد بررسی دارا است، پرداخته شود. طراحی الگویی برای اندازه‌گیری و درجه‌بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ توسط جان موری بر روی اوراق قرضه انجام شد (گلانتز، ۲۰۰۳). شباهت زیاد تسهیلات اعتباری بانک‌ها به اوراق قرضه باعث شد تا درجه‌بندی ریسک اعتباری تسهیلات بانک‌ها یعنی اندازه‌گیری ریسک بازپرداخت نشدن اصل و بهره وام‌ها از سوی برخی از پژوهشگران مورد توجه گیرد. در این میان به پژوهش فیشر (۱۹۳۶) به‌عنوان نخستین نظام ارزیابی تقاضای اعتبار می‌توان اشاره کرد و همچنین پژوهش دوراند (۱۹۴۱) که با استفاده از تحلیل ممیزی و با تکیه بر نتایج فیشر انجام گرفت را نیز می‌توان به‌عنوان بنیان‌گذار نظام‌های امتیازدهی اعتباری کنونی بیان کرد.

نخستین مدل به کار رفته برای تعیین ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی، مدل رگرسیون لجستیک یک متغیره بود که توسط بیور (۱۹۶۶) ارائه شد. بعدها از این مدل برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشره شرکت‌ها استفاده شد. بیور با کمک روش تک متغیره تحلیل ممیزی سعی کرد بر مبنای داده‌های مربوط به ۵ سال پیش از نکول شرکت‌ها به شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته دست یابد. یکی از نخستین پژوهش‌ها در زمینه اندازه‌گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکت‌ها با استفاده از مدل نمره دهی چند متغیره توسط آلتمن (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 می‌کوشد تا شرکت‌هایی را که دارای درماندگی مالی (ورشکسته) هستند از شرکت‌هایی که دارای درماندگی

مالی نیستند، از هم تمیز دهد.

امروزه هر یک از نهادهای معتبر درجه بند همچون مودیز<sup>۱</sup>، استاندارد و پورز<sup>۲</sup> از روش‌شناسی‌های ویژه‌ای برای درجه‌بندی اوراق قرضه و دیگر ابزار اعتباری استفاده می‌کنند. شباهت زیاد تسهیلات اعتباری بانک‌ها به اوراق قرضه باعث شد تا درجه‌بندی ریسک اعتباری تسهیلات بانکی یعنی اندازه‌گیری ریسک بازپرداخت نشدن اصل و بهره‌ی وام‌ها از سوی برخی از پژوهشگران مورد توجه قرار گیرد.

از پژوهش‌های مهمی که در زمینه‌ی اندازه‌گیری ریسک اعتباری انجام گرفته است، می‌توان به پژوهش المر و بروفسکی در سال ۱۹۸۸ اشاره کرد. آنها برای پیش‌بینی توانایی بازپرداخت وام‌ها از مدل شبکه‌های عصبی چندلایه پرسپترون استفاده کردند. متغیرهای ورودی آنها همان متغیرهای به‌کار گرفته شده در مدل Z آلتمن بوده است. آنها با مقایسه نتایج مدل شبکه عصبی پرسپترون و مدل Z آلتمن پی بردند که توان پیش‌بینی مدل پرسپترون بیشتر از مدل‌های نمره‌دهی اعتباری است. از جمله پژوهش‌های دیگری که در زمینه طراحی مدل اندازه‌گیری ریسک اعتباری انجام گرفته است، می‌توان به کارهای مورگان در سال ۱۹۹۸ برای طراحی مدل اعتبارسنجی<sup>۳</sup> و کارهای تریسی در سال ۱۹۹۸ برای طراحی مدل ارزش در معرض ریسک برای برآورد تابع چگالی احتمال عدم بازپرداخت اشاره کرد. امروزه در بسیاری از بانک‌های معتبر جهان از یک یا چند مدل برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری وام‌ها و دیگر ابزار بدهی استفاده می‌شود. از جمله متداول‌ترین مدل‌های مورد استفاده می‌توان به مدل‌های تحلیل ممیزی، لاجستیک، پروبیت، نظام‌های رتبه‌بندی داخلی و خارجی و شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>۴</sup> را نام برد (گوردی، ۲۰۰۱).

### روش تحقیق

همان‌گونه که بیان شد، هدف از این پژوهش، بررسی وضعیت ریسک اعتباری در میان کشاورزان ممسنی با استفاده از مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه می‌باشد که برای مدل‌سازی از شبکه پرسپترون چند لایه با یک لایه پنهان استفاده شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی، نظام‌هایی بر مبنای هوش مصنوعی هستند که می‌کوشند کارکرد

<sup>۱</sup> Moody's

<sup>۲</sup> Standard & poor's

<sup>۳</sup> Creditmetrics

<sup>۴</sup> Value-at-Risk

## مدیریت ریسک اعتباری در بانک کشاورزی... ۱۰۷

مغز انسان را به عنوان شبکه‌ای از نورون‌های متصل به هم در فرآیند تصمیم‌گیری تقلید کنند. نورون‌ها، کوچک‌ترین واحدهای محاسبه و تصمیم‌گیری در شبکه‌های عصبی هستند. در هر یک از نورون‌ها یک معادله‌ی تبدیل تعریف شده است. معادله‌ی تعریف شده در هر یک از نورون‌ها می‌تواند یک مدل اقتصادسنجی یا هر مدل ریاضی دیگر مانند توابع سیگموئیدی باشند. در هر یک از نورون‌ها با استفاده از این معادله سعی می‌شود که وزن هر یک از متغیرها تعیین شود، به گونه‌ای که ارتباط معنی‌داری بین بردار داده‌ها و بردار ستانده‌ها (نتایج) برقرار کند. به گونه‌ای معمول تعیین ضرایب در هر یک از نورون‌ها به صورت آزمون و خطا می‌باشد. بدین ترتیب که ابتدا وزن‌های کوچک به هر یک از متغیرها داده می‌شود و سپس با استفاده از الگوریتم بازخورد خطاها ضرایب تعدیل می‌شوند. این کار تا هنگامی ادامه می‌یابد که خطاها به کمترین حد ممکن تعیین شده از سوی پژوهشگر برسد. در شبکه‌های عصبی مصنوعی از داده‌های یکسانی که در فنون اقتصادسنجی نیز به کار گرفته می‌شود، برای گرفتن تصمیم مناسب استفاده می‌شود، ولی فرآیند تصمیم‌گیری در شبکه‌های مصنوعی به روش آزمون و خطا است (لوپز و سایتنبرگ، ۲۰۰۰). در این مدل، کل داده‌های مدل به سه گروه آموزش، آزمایش و نمونه‌های جدا نگه داشته شده تقسیم می‌شود که نمونه آزمایش مشتمل بر داده‌های ثبت شده‌ای است که در آموزش شبکه عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ساخت مدل می‌بایست بخشی از موارد موجود در مجموعه داده‌ها را به نمونه آموزش، تخصیص دهیم. نمونه آزمایش یک مجموعه مستقل از داده‌های ذخیره شده است که از آن برای پیدا کردن خطاهای رخ داده در حین آموزش استفاده می‌شود و این امر از انجام آموزش بیش از حد جلوگیری می‌کند. به‌طور معمول در شبکه‌ای که نمونه آزمایش آن کوچکتر از نمونه آموزش باشد، نتایج کارآمدتری رخ می‌دهد. نمونه‌های جدا نگه‌داشته شده نیز مجموعه مستقل دیگری از داده‌های ذخیره شده است که برای ارزیابی نهایی شبکه عصبی استفاده می‌شود. خطای نمونه جدا نگه‌داشته شده برآورد درستی را از قابلیت پیش‌بینی مدل می‌دهد.

لایه پنهان شامل واحدهای (گره‌های) غیرقابل مشاهده شبکه است. هر واحد پنهان تابعی از حاصل جمع وزن دهی شده ورودی‌ها است. این تابع، تابع فعال‌کننده بوده و مقادیر وزن دهی با الگوریتم برآورد مشخص می‌شود. یک پرسپترون چند لایه می‌تواند یک یا دو لایه پنهان داشته باشد. تابع فعال‌کننده نیز بین حاصل جمع وزن دهی شده واحدها در یک لایه و مقادیر لایه بعدی ارتباط برقرار می‌کند. شبکه عصبی همواره در تلاش برای به کمینه رساندن تابع خطا

است، این خطا هنگامی که برای تابع فعال کننده لایه خروجی از توابعی همچون تابع همانی، سیگموئید یا تانژانت هایپربولیک استفاده شود از مجموع مربعات خطا استفاده می شود و چنانچه از تابع فعال کننده سافت مکس در لایه خروجی استفاده شود، از خطای آنتروپی متقابل استفاده می شود. در نهایت نیز متغیرهای پیش بینی کننده می توانند به عنوان متغیرهای عاملی<sup>۱</sup> (متغیرهای کیفی دارای مقیاس طبقه بندی<sup>۲</sup>) و متغیرهای کمکی<sup>۳</sup> (کمی<sup>۴</sup>) که متغیرهایی با مقیاس اندازه گیری می باشند (پال و میترا، ۱۹۹۲).

شبکه عصبی پرسپترون، به ویژه پرسپترون چند لایه، در زمره ی کاربردی ترین شبکه های عصبی مصنوعی می باشند. این شبکه ها می توانند با گزینش شمار لایه ها و سلول های عصبی (نورون ها) که اغلب زیاد نیستند، یک نگاشت غیر خطی را با دقت دلخواه انجام دهند. به طور معمول، نورون های هر لایه به کلیه ی نورون های لایه مجاور از طریق یک رابطه جهت دار مرتبط می باشند. اطلاعات بین نورون ها از طریق این اتصال ها منتقل می شوند. هر یک از این اتصال ها دارای وزن های مختص به خود هستند که در اطلاعات انتقال یافته از یک نورون به نورون دیگر ضرب می شوند. هر نورون، خروجی های وزن شده  $W_{ij}X_i$  را از نورون های لایه پیشین دریافت و مجموع آنها، ورودی نورون  $Net_j$  را تشکیل می دهند (پال و میترا، ۱۹۹۲):

$$Net_j = \sum W_{ij}X_i + b_i \quad (1)$$

که در آن  $W_{ij}$  وزن اتصال بین گره  $i$  و  $j$ ،  $X_i$  خروجی از گره  $i$  و  $b_i$  اریب گره  $i$  نامیده می شوند.

نورون ها برای محاسبه خروجی خود ( $Y_i$ )، ورودی دریافتی را از یک تابع فعال سازی (آستانه) عبور می دهند. توابع فعال سازی دارای انواع مختلفی مانند توابع باینری، سیگموئیدی، تانژانت هایپربولیک، خطی، سافت مکس و گوسی می باشند؛ که در این پژوهش، از تابع فعال سازی تانژانت هایپربولیک و سافت مکس استفاده شده است.

در این پژوهش، شبکه های عصبی پیشنهادی، مدل پرسپترون دو لایه می باشد که دارای یک لایه ی پنهان (میانی) و یک لایه ی خروجی است. در این مدل که نمایی از آن در شکل (۱) نمایش داده شده است  $X_i$  بردارهای ورودی (متغیرهای ورودی) و  $Y_i$  بردار خروجی (متغیر

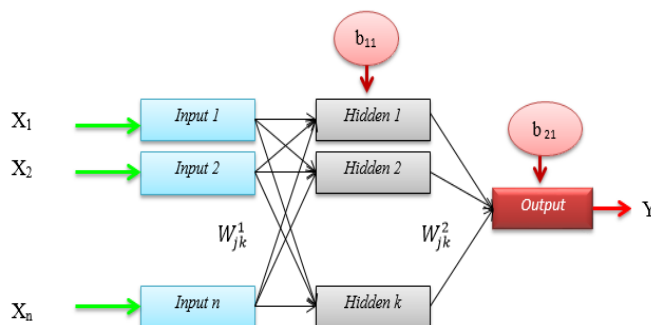
<sup>1</sup> Factors

<sup>2</sup> Categorical

<sup>3</sup> Covariates

<sup>4</sup> Scale

وابسته)،  $b_{ij}$  متغیر بایاس  $j$ ام در لایه  $i$ ام و  $W_{jk}^i$  نیز وزن متغیر  $j$  نورون  $k$ ام در لایه  $i$ ام را نشان می‌دهد.



شکل (۱) شبکه‌های عصبی مصنوعی

در شکل (۱)،  $n$  تعداد لایه‌های ورودی و  $k$  نیز تعداد نورون‌ها است. به جز لایه‌ی ورودی هر یک از نورون‌های لایه‌ی پنهان در مدل بالا تابع تبدیل نورون مربوطه را نشان می‌دهد. بر اساس تابع تبدیل، وزن هر یک از متغیرها در هر نورون برآورد می‌شود. در انتشار سیگنال خطا در هر لایه ابتدا یک جمع موزون در هر نورون از ضرب عددی مقدار خروجی هر نورون در وزن اتصال مربوط به نورون محاسبه شده و سپس یک تابع انتقال  $g(x)$  که در این پژوهش به جهت تسریع آموزش شبکه از نوع تابع هیپربولیک می‌باشد، خروجی نورون را تعیین می‌کند. مقدار خروجی  $Y$ ، برای نورون خروجی  $k$ ، می‌تواند به شکل تابعی از مقادیر ورودی و وزن‌های شبکه  $W$ ، به صورت رابطه (۲) باشد (اورگلر، ۱۹۷۰):

$$Y^k = \sum_{H=1}^2 w_{kj} (g(\sum_{i=1}^2 w_{ji} X_i) + w_{jb}) + w_{ib} \quad (2)$$

در رابطه‌ی بالا،  $i$  نشان‌دهنده‌ی نورون‌های ورودی،  $j$  نشان‌دهنده‌ی نورون‌های لایه پنهان و  $b$  مقادیر اربیبی (خطای) مربوطه است. ارزش محاسبه شده برای هر یک از  $n$  لایه خروجی می‌باشد.  $k$  و نیز نورون خروجی را نشان می‌دهد.

آنچه در یک مدل شبکه عصبی اهمیت دارد، آن است که وزن‌های موجود در شبکه‌های عصبی به روش بهینه‌ای برآورد شوند. بدیهی است که پس از تعیین وزن‌ها به روش بهینه با دادن بردار متغیرهای ورودی به آسانی می‌توان بردار خروجی را برآورد کرد (یانگ و پلات، ۱۹۹۹). با توجه به دوگانه بودن متغیر پاسخ، یک ملاک مناسب برای سنجش کیفیت مدل‌های برازش شده و تعیین توان پیش‌بینی آنها استفاده از مساحت زیر منحنی مشخصه عملکرد (ROC)

است. این منحنی عبارت از یک منهای تشخیص<sup>۱</sup> می‌باشد و مساحت زیر آن عددی بین ۰ و ۱ است و به‌عنوان ملاکی برای سنجش توانایی پیش‌بینی مدل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرچه این عدد نزدیک به یک باشد نشان‌دهنده‌ی توانایی بیشتر مدل پیش‌بینی است. این منحنی در صفحه مختصاتی که محور افقی آن یک منهای تشخیص و محور عمودی آن درجه حساسیت<sup>۲</sup> مدل می‌باشد، از نقطه (۰ و ۰) در گوشه پایین سمت چپ به سمت نقطه (۱ و ۱) در گوشه بالا سمت راست کشیده می‌شود. هر چه این منحنی به سمت گوشه سمت چپ و بالا یعنی نقطه (۱ و ۰) نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده توان بیشتر مدل و جداکنندگی بین دو گروه خواهد بود. در نقطه (۱ و ۰) درجه حساسیت و تشخیص مدل هر دو در بیشترین مقدار خود و برابر یک می‌باشند. شاخص خوبی مدل، سطح زیر منحنی ROC است. مدلی که بیشترین توان جداکنندگی بین دو گروه را دارا می‌باشد، دارای سطح زیر منحنی یک و مدلی که توان جداکنندگی آن صفر است، دارای سطح زیر نمودار ۰/۵ می‌باشد (وست، ۲۰۰۰).

**متغیرهای پژوهش:** متغیر عبارت است از عامل یا مفهومی که می‌تواند ارزش‌های عددی گوناگونی را بپذیرد و تغییر ارزش‌های پذیرفته شده از سوی آن موجب تغییر مقدار تابع خواهد شد. متغیرهای این پژوهش شامل متغیر وابسته و متغیرهای مستقل هستند که در ادامه به تعریف آنها پرداخته می‌شود.

متغیر وابسته ریسک اعتباری یا چگونگی بازپرداخت تسهیلات می‌باشد. متغیر وابسته در این مدل نوع رفتار پرداختی مشتری یعنی خوش حساب بودن یا بدحساب بودن آن است که متناظر عدد صفر و یک خواهد بود. در این صورت متغیر وابسته، مقدار صفر برای مشتریان خوش حساب و یک برای مشتریان بدحساب را اختیار می‌کند.

متغیرهای مستقل شامل آن دسته از متغیرهایی می‌شوند که بر ریسک اعتباری مشتری و به‌عبارتی دیگر بر متغیر وابسته مدل تأثیرگذار هستند. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، ما در این پژوهش ۱۷ متغیر که شامل ویژگی‌های فردی متقاضی تسهیلات و متغیرهای مرتبط با بانکداری متقاضی است، استفاده کرده تا ارتباط بین شاخص‌های ریسک اعتباری و مطالبات معوق را بررسی نماییم. این متغیرها به شرح زیر هستند:

سن کشاورز: این متغیر به صورت تعداد سال‌های سن کشاورز وارد مدل شده است.

---

1. Specificity

2. Sensitivity



## مدیریت ریسک اعتباری در بانک کشاورزی ... ۱۱۱

تعداد اعضای خانوار: این متغیر بیان کننده تعداد اعضای خانوار می باشد که به صورت گسسته وارد مدل شده است.

تحصیلات کشاورز: این متغیر برای نشان دادن وضعیت تحصیلی کشاورزان است و به کشاورزان بی سواد ارزش یک، کشاورزان دارای تحصیلات ابتدایی و راهنمایی ارزش دو، کشاورزان دارای تحصیلات دبیرستان و دیپلم ارزش سه و در نهایت نیز کشاورزان دارای مدرک کاردانی به بالاتر ارزش چهار تعلق گرفته است.

تجربه کار کشاورزی: این متغیر تعداد سال هایی که کشاورز به فعالیت کشاورزی مشغول بوده است را لحاظ می کند.

اشتغال خارج از مزرعه: این متغیر وضعیت اشتغال خارج از مزرعه کشاورز را بیان می کند و کشاورزانی که دارای شغل خارج از مزرعه می باشند ارزش یک و کشاورزان بدون شغل خارج از مزرعه ارزش صفر تعلق گرفته است.

خسارت طبیعی: یک متغیر مجازی برای مشخص کردن اثرگذاری آفات و بیماری های گیاهی و همچنین شرایط آب و هوایی مانند سیل، تگرگ، خشک سالی و سرمازدگی بر بازپرداخت وام می باشد. این متغیر برای کشاورزانی که دچار آسیب و زیان های ناشی از موارد بالا شده اند مقدار یک و برای سایرین ارزش صفر در نظر می گیرد.

هزینه های غیرمنتظره: برای بیان اینکه کشاورز وام گیرنده در دوره مورد بررسی با هزینه ها و رخدادهای غیر منتظره مانند بیماری و یا فوت اعضای خانوار و ... روبه رو بوده است یا خیر به کار برده شده است. در صورت داشتن هزینه های غیر منتظره کد ۱ و در غیر این صورت کد صفر داده شده است.

درآمد خالص مزرعه ای: شامل کل درآمد حاصل از فروش محصولات کشاورز پس از کسر هزینه ها در طی یک سال زراعی می باشد.

امکانات آبی: مبین میزان امکانات آبی وام گیرنده است که بر حسب میزان آب استحصالی از چاه محاسبه شده و وارد مدل شده است.

وضعیت استفاده از بیمه: این متغیر وضعیت استفاده از بیمه برای کشاورز را در طی دوران فعالیت کشاورزی وی نشان می دهد و به صورت تعداد سال های استفاده از بیمه محصولات کشاورزی بیان شده است.

مبلغ وام دریافتی: این متغیر بیانگر میزان وام دریافتی کشاورز بر حسب میلیون ریال است.

نرخ کارمزد وام: عبارت است از میزان بهره‌ای که کشاورز می‌بایست بابت میزان وام دریافتی به بانک بپردازد.

تعداد وام دریافتی: این متغیر تعداد وامی را که کشاورز دریافت نموده است را نشان می‌دهد. رضایت‌مندی مشتری: بیانگر رضایت کشاورز وام‌گیرنده از خدمات ارائه شده توسط بانک و همچنین رضایت وی از مراحل اداری برای دریافت وام می‌باشد که به صورت متغیر مجازی وارد مدل شده است. کد یک نشان‌دهنده رضایت‌مندی و کد صفر عدم رضایت را بیان می‌کند. وثیقه: اگر نوع وثیقه، ملکی باشد با کد یک، اگر تضامنی باشد کد دو و اگر هر دو مورد باشد با کد سه وارد مدل می‌شود.

نظارت و سرپرستی بانک: تعداد دفعات نظارت کارشناسان بانک پیش و پس از اعطای وام به کشاورز را بیان می‌کند.

مبلغ اقساط: این متغیر بیان‌کننده مبلغ اقساط وام در زمان سررسید می‌باشد. برای دستیابی به آمار و اطلاعات موردنیاز، تمامی کشاورزانی را که از شعبه‌های بانک کشاورزی شهرستان ممسنی از توابع استان فارس و در محدوده زمانی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ تسهیلات دریافت کرده‌اند به‌عنوان جامعه آماری این پژوهش در نظر گرفته شده و اطلاعات آنها از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری و به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای تصادفی گردآوری شده است. لازم به ذکر است که برای برآزش مدل‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شده است.

### نتایج و بحث

در این پژوهش، کشاورزان وام‌گیرنده مورد بررسی بر پایه وضعیت بازپرداخت تسهیلات دریافتی، به دو دسته بازپرداخت‌کننده و نکول (قصور)‌کننده در بازپرداخت وام تقسیم و ویژگی‌های آنان در قالب جدول (۱) نشان داده شده است. همان‌گونه که از میانگین متغیرها می‌توان استنباط کرد، متغیرهای سطح تحصیلات، شغل خارج از مزرعه، امکانات آبی، تجربه، بیمه، درآمد خالص نقدی، نظارت و سرپرستی بانک و رضایت‌مندی در میان گروه بازپرداخت‌کننده بالاتر از گروه نکول‌کننده بوده و می‌توان نتیجه گرفت که عامل‌های یاد شده تأثیر مثبت بر بازپرداخت وام دارند. همچنین متغیرهای سن، بعد خانوار، آسیب‌های طبیعی، هزینه‌های غیرمنتظره، تعداد وام دریافتی، مبلغ وام، مبلغ اقساط و نرخ سود بانکی در گروه بازپرداخت‌کننده کمتر از گروه نکول‌کننده وام می‌باشد که بیانگر رابطه منفی این متغیرها با بازپرداخت وام در منطقه مورد بررسی

می‌باشد.

جدول (۱) ویژگی‌های فردی، اقتصادی و اعتباری کشاورزان مورد بررسی

نام متغیر	گروه بازپرداخت کننده		گروه قصور کننده		کل نمونه	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سن	۴۸/۶۱	۱۲/۶۸	۵۰/۵۹	۱۳/۷۸	۴۹/۳۲	۱۳/۰۸
بعد خانوار	۴/۳۶	۱/۶۸	۵/۴۸	۲/۱۶	۴/۷۶	۱/۹۳
تحصیلات	۲/۴۳	۰/۹۳	۱/۷۸	۰/۹۳	۲/۲۰	۰/۹۸
شغل خارج از مزرعه	۰/۵۶	۰/۵۰	۰/۱۵	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۴۹
امکانات آبی	۲/۱۵	۰/۷۳	۱/۲۱	۰/۶۷	۱/۸۱	۰/۸۴
تجربه	۲۶/۴۰	۱۵/۲۳	۲۴/۲۹	۱۴/۳۷	۲۵/۱۹	۱۶/۰۴
بیمه	۳/۶۱	۳/۰۳	۰/۶۷	۱/۶۴	۲/۵۶	۲/۹۷
آسیب‌های طبیعی	۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۹۶	۰/۲۰	۰/۵۷	۰/۵۰
هزینه‌های غیرمنتظره	۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۷۳	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۴۷
درآمد خالص	۵۶۶/۳۶	۲۹۴/۳۴	۱۰۴/۸۳	۱۴۲/۱۳	۴۰۲/۰۱	۳۳۴/۴۳
تعداد وام دریافتی	۳/۴۹	۲/۰۵	۳/۷۸	۲/۰۶	۳/۶۰	۲/۰۶
نظارت و سرپرستی	۱/۵۰	۰/۶۴	۰/۸۱	۰/۵۲	۱/۲۵	۰/۶۸
رضایت‌مندی	۰/۹۲	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۶۸	۰/۴۷
مبلغ وام دریافتی	۱۰۹/۱۲	۸۲/۷۴	۱۰۹/۸۱	۹۵/۹۸	۱۰۹/۳۷	۸۷/۴۵
وثیقه	۲/۱۳	۰/۷۰	۱/۹۷	۰/۷۴	۲/۰۷	۰/۷۲
مبلغ اقساط	۲۳/۶۰	۱۵/۸۴	۴۰/۹۸	۳۱/۹۰	۲۹/۷۹	۲۴/۲۹
نرخ سود وام	۱۱/۰۸	۳/۹۶	۱۶/۱۱	۲/۵۱	۱۲/۸۷	۴/۲۵

منبع: یافته‌های تحقیق

خلاصه فرآیند انجام شده شبکه پرسپترون چند لایه با سه لایه پنهان در جدول (۲) نشان داده شده است. همچنان که از نتایج این جدول نتیجه‌گیری می‌شود، تعداد ۱۱۲ مورد (۵۴/۶ درصد) از مشتریان در گروه نمونه‌های آموزشی، ۲۶ مورد (۱۲/۷ درصد) در نمونه آزمایشی و ۶۷ مورد (۳۲/۷ درصد) در گروه نمونه‌های جدا نگه‌داشته شده قرار گرفته‌اند. هیچ موردی از تحلیل‌ها خارج نشده است.

جدول (۲) نتایج خلاصه فرآیند انجام شده

عنوان	تعداد	درصد
آموزشی	۱۱۲	۵۴/۶
نمونه آزمایشی	۲۶	۱۲/۷
جدا نگه‌داشته شده	۶۷	۳۲/۷
معتبر	۲۰۵	۱۰۰
خارج شده	۰	-
کل	۲۰۵	-

منبع: یافته‌های تحقیق

اطلاعات شبکه برای اطمینان یافتن از اینکه موارد اختصاص یافته صحیح می‌باشند، در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول (۳) خلاصه اطلاعات شبکه طراحی شده

سطح تحصیلات	۱	عامل	لایه ورودی	
شغل خارج از مزرعه	۲			
آسیب‌های طبیعی	۳			
هزینه‌های غیرمنتظره	۴			
رضایت‌مندی وام‌گیرنده	۵			
نوع وثیقه	۶			
سن	۱	متغیر کمکی		لایه پنهان
بعد خانوار	۲			
امکانات آبی	۳			
تجربه	۴			
بیمه	۵			
درآمد خالص	۶			
تعداد وام دریافتی	۷			
نظارت و سرپرستی	۸			
میزان وام دریافتی	۹			
مبلغ اقساط	۱۰			
نرخ سود وام	۱۱			
۲۶	تعداد گره <sup>a</sup>	روش مقیاس‌بندی متغیرهای کمکی استاندارد کردن	تعداد لایه پنهان	
۱	تعداد لایه پنهان			
۲	تعداد گره در لایه پنهان	تایع متحرک	لایه خروجی	
تازانانت هایپربولیک	تایع متحرک			
۲	تعداد گره	تایع متحرک	تایع خطا	
سافت مکس <sup>۱</sup>	تایع متحرک			
آنتروپی متقابل <sup>۲</sup>	تایع خطا			

a: گره‌های بایاس (اریب) خارج شده‌اند.

جدول طبقه‌بندی (۴)، نتایج عملی به‌دست آمده از به‌کارگیری شبکه را نشان می‌دهد. در این جدول برای هر وام‌گیرنده در صورتی که احتمال پیش‌بینی شده بیشتر از ۰/۵ باشد متغیر پاسخ در طبقه نکول شده قرار گرفته است. در نمونه، سلول‌های واقع شده در قطر اصلی پیش‌بینی درست را نشان می‌دهد و سلول‌های خارج از قطر اصلی، پیش‌بینی نادرست را نشان می‌دهد. همان‌گونه که از نتایج جدول (۴) بر می‌آید، از داده‌هایی که برای ایجاد مدل استفاده شده‌اند، در نمونه آزمایشی تعداد ۷۰ نمونه از ۷۰ نمونه بازپرداخت شده به درستی طبقه‌بندی شده‌اند و به همین ترتیب از نمونه‌های نکول شده تعداد ۳۹ مورد از ۴۲ مورد نکول شده به درستی

<sup>1</sup> Softmax

<sup>2</sup> Cross-Entropy

## مدیریت ریسک اعتباری در بانک کشاورزی ... ۱۱۵

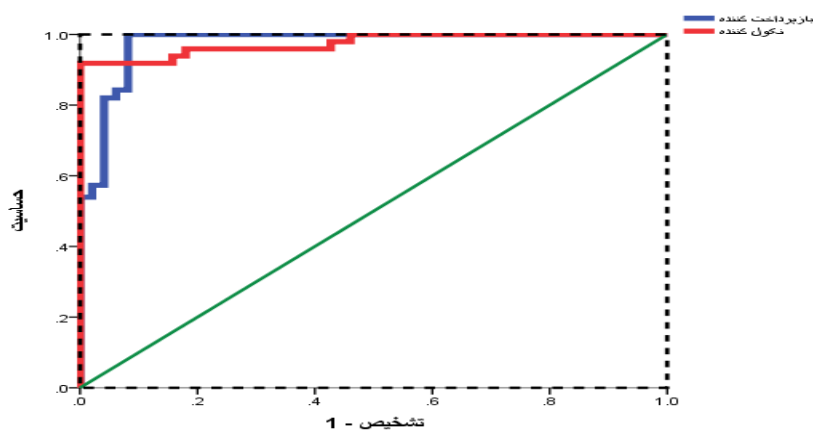
طبقه‌بندی شده‌اند. نمونه خارج از برازش به تأیید اعتبار مدل کمک می‌کند که در آن ۹۵/۵ درصد از مشتریان به درستی پیش‌بینی شده است. نمونه مربوط به آزمایش نیز در ۹۶/۲ درصد از موارد مشتریان را به درستی پیش‌بینی کرده است.

**جدول (۴) نتایج طبقه‌بندی مشتریان بر اساس شبکه‌ی عصبی طراحی شده**

نمونه	مشاهد شده	پیش‌بینی شده	
		بازپرداخت شده	نکول شده
آموزش	بازپرداخت شده	۷۰	۰
	نکول شده	۳	۳۹
	درصد کلی (درصد)	۶۵/۲	۳۴/۸
آزمایش	بازپرداخت شده	۱۹	۰
	نکول شده	۱	۶
	درصد کلی (درصد)	۷۶/۹	۲۳/۱
خارج از برازش	بازپرداخت شده	۴۳	۰
	نکول شده	۳	۲۱
	درصد کلی (درصد)	۶۸/۷	۳۱/۳

منبع: یافته‌های تحقیق

به منظور بررسی توان جداکنندگی دو گروه (در اینجا مشتریان خوش حساب و مشتریان بدحساب) از یکدیگر از منحنی به نام منحنی ROC استفاده می‌شود (شکل ۲). همان‌طور که از شکل (۲) مشخص است، سطح زیر منحنی ROC در مدل برازش شده ۰/۹۷۵ است و لذا نشان‌دهنده این است که مدل برازش شده از توان جداکنندگی بالایی بین دو گروه برخوردار است.



**شکل (۲) منحنی ROC**

جدول (۵) نتایج سطح زیر منحنی ROC

ناحیه	گروه
۰/۹۷۵	بازپرداخت کننده
۰/۹۷۵	نکول کننده

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج به دست آمده از بررسی اهمیت متغیرهای مستقل در جدول (۶) آمده است. اهمیت متغیرهای مستقل در تشخیص این نکته است که به چه میزان مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه، با تغییر متغیر مستقل، تغییر می‌کند. برای نرمال‌سازی این اهمیت مقادیر اهمیت بر بزرگ‌ترین مقدار آن (در اینجا درآمد خالص) تقسیم می‌شود و به صورت درصد بیان می‌شود. به عنوان مثال برای متغیر سطح تحصیلات، مقدار اهمیت ۰/۰۲۵ می‌باشد که برای نرمال‌سازی آن را بر اهمیت متغیر درآمد خالص به عنوان متغیر با بالاترین اهمیت ۰/۱۶۳ تقسیم کرده و اهمیت نرمال‌سازی شده آن برابر ۱۵/۴٪ به دست می‌آید. برای متغیر درآمد خالص نیز بر مقدار اهمیت خود تقسیم می‌شود و برای دیگر متغیرها نیز به همین ترتیب محاسبه می‌شود. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، به ترتیب متغیرهای درآمد خالص، نرخ سود بانکی، امکانات آبی دارای بیشترین اهمیت بوده و بیانگر این است که با تغییر این متغیرها شاهد بیشترین تغییر در مقادیر پیش‌بینی خواهیم بود و متغیر تعداد وام دریافتی نیز کمترین اهمیت را با توجه به نتایج در تغییر مقادیر پیش‌بینی توسط شبکه را نشان می‌دهد.

جدول (۶) نتایج اهمیت متغیرهای مستقل

اهمیت متغیر	اهمیت	متغیر	اهمیت نرمال‌سازی شده	اهمیت	اهمیت نرمال‌سازی شده
سطح تحصیلات	۰/۰۲۵	تجربه	۱۵/۴	۰/۰۲۵	۲۵/۱
شغل خارج از مزرعه	۰/۰۲۰	بیمه	۱۲	۰/۰۲۰	۴۵/۹
آسیب‌های طبیعی	۰/۰۱۸	درآمد خالص	۱۱/۲	۰/۰۱۸	۱۰۰
هزینه‌های غیرمنتظره	۰/۰۱۷	تعداد وام دریافتی	۱۰/۴	۰/۰۱۷	۵/۴
رضایت‌مندی وام‌گیرنده	۰/۰۴۳	نظارت	۲۶/۶	۰/۰۴۳	۴۰
نوع وثیقه	۰/۰۲۶	میزان وام دریافتی	۱۵/۸	۰/۰۲۶	۶
سن	۰/۰۸۲	مبلغ اقساط	۵۰/۲	۰/۰۸۲	۵۰/۶
بعد خانوار	۰/۰۶۳	نرخ سود وام	۳۸/۶	۰/۰۶۳	۸۱/۵
امکانات آبی	۰/۱۲۷	-	۷۷/۸	-	-

منبع: یافته‌های تحقیق

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش با هدف شناسایی عوامل‌های مؤثر بر ریسک اعتباری و ارائه مدلی برای پیش‌بینی ریسک اعتباری و رتبه‌بندی مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات اعتباری بانک کشاورزی شهرستان ممسنی با استفاده از روش شبکه عصبی انجام گرفته است. برای این منظور اطلاعات مالی و غیرمالی مربوط به یک نمونه ۲۰۵ تایی که به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای تصادفی از میان کشاورزان دریافت‌کننده وام در شهرستان ممسنی در سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ انتخاب شده‌اند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این پژوهش، ۱۷ متغیر توضیح‌دهنده شامل متغیرهای مالی و غیرمالی مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفتند. متغیرهای انتخابی به‌عنوان بردار ورودی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با سه لایه پنهان وارد مدل شدند نتایج گویای آن است که مدل شبکه عصبی می‌تواند با کارایی حدود ۹۵/۵ درصدی مشتریان را به درستی پیش‌بینی کند که این امر نشانگر توانایی بالای شبکه عصبی در پیش‌بینی ریسک اعتباری مشتریان می‌باشد. همچنین، نتایج به‌دست آمده از بررسی اهمیت متغیرهای مستقل نشان داد که به ترتیب متغیرهای درآمد خالص، نرخ سود بانکی، امکانات آبی دارای بیشترین اهمیت بوده و بیانگر این است که با تغییر این متغیرها شاهد بیشترین تغییر در مقادیر پیش‌بینی خواهیم بود و متغیر تعداد وام دریافتی نیز کمترین اهمیت را دارا است.

با توجه به اینکه برای ایجاد، توسعه و بهبود مدل‌های ریسک اعتباری داشتن اطلاعات مالی و اقتصادی به‌روز نقش مهم و اساسی ایفا می‌کند، لذا برخورداری از بانک اطلاعاتی مشتریان و بنابراین طراحی و تنظیم نظام کارآمد دریافت اطلاعات اعتباری به‌عنوان یک ابزار پایه مطرح است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که بانک‌ها و مؤسسه‌های اعتباری نسبت به ایجاد چنین بانک اطلاعاتی اقدام کنند.

بر اساس نتایج به دست آمده، ایجاد نظام نظارتی و کنترلی قوی برای دریافت به‌هنگام صورت‌های مالی به منظور بررسی نسبت‌ها و شاخص‌های مالی و اعتباری موردنیاز برای استفاده در نظام رتبه‌بندی اعتباری، به مبحثی قابل تأمل تبدیل می‌شود.

با توجه به اینکه مدل‌های شبکه عصبی با توانایی بالایی قادر به پیش‌بینی ریسک اعتباری می‌باشند می‌توان از این مدل با توجه به توانایی‌های آن در نظام وام دهی استفاده کرد و همچنین با نظر به اینکه مدل‌های پرسپترون چند لایه از فرآیند جعبه سیاه استفاده می‌کنند، ضرورت دارد پیش از استفاده از این مدل‌ها، مدل مربوط با استفاده از داده‌های آزمایش به دقت

آزمون شود.

با توجه به نتایج و اهمیت بالایی که متغیرهای درآمد خالص، نرخ سود بانکی و امکانات آبی در پیش‌بینی بازپرداخت وام دارا هستند پیشنهاد می‌شود که بانک‌ها در هنگام اعطای تسهیلات به این موارد توجه لازم را داشته باشند.

### منابع

- راعی، ر؛ و ک. چاوشی. (۱۳۸۲). پیش‌بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران: مدل شبکه عصبی و مدل چند عاملی. *مجله تحقیقات مالی*، شماره ۱۵، (۵): ۹۷-۱۲۰.
- شیرین بخش، شمس‌الله، یوسفی، ندا و قربان زاده، جهانگیر. (۱۳۹۰). بررسی عامل‌های مؤثر بر احتمال بر عدم بازپرداخت تسهیلات اعتباری بانک‌ها (مطالعه موردی مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران). *فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، ۴، (۱۲): ۱۱۱-۱۳۷.
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance*, 23: 589-609.
- Beaver, W. 1967. Financial Ratios as Predictors of Failure, *Empirical Research in Accounting selected studies*, 71-127.
- Caouette, J.B., Altman, E.I., and Narayanan, P. (1998). Managing credit risk: the next great financial challenge (Vol. 2). *John Wiley & Sons*.
- Durand, D. (1941). Risk element in consumer installment lending, *national bureau of economic research*.
- Elmer, Peter J., and David M. Borowski. 1988, An Expert System and Neural Networks Approach To Financial Analysis, *Financial Management*, 12: 66-76.
- Fisher, R. (1936). Linear discriminant analysis. *Annals of Eugenics*, 7: 179-188.
- Glantz, M. (2003). Managing Bank Risk: An Introduction to Broad-base Credit Engineering (Vol. 1). *academic press*.
- Gordy, M.B. (2003). A risk-factor model foundation for ratings-based bank capital rules. *Journal of financial intermediation*, 12: 199-232.
- Guttman, R. (1994). How credit-money shapes the economy: the United States in a global system (pp. 37-9). *Armonk, NY: ME Sharpe*.
- Lopez, J.A., and Saidenberg, M.R. (2000). Evaluating credit risk models. *Journal of Banking & Finance*, 24: 151-165.
- Morgan, J. P. (1998). Creditmetrics-technical document. JP Morgan, New York.
- Orgler, Y. E. (1970). A Credit Scoring Model for Commercial Loans. *Journal of Money Credit Bank*.
- Pal, S. K., and Mitra, S., 1992, Multilayer perceptron, fuzzy sets, and classification, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 3(5), pp 683-697.
- Saunders, A. and Allen, L. (2002). Credit Risk Measurement, second Edition, New York, 45-53.



مدیریت ریسک اعتباری در بانک کشاورزی... ۱۱۹

Treacy William F (1998) "Credit risk rating system at large U.S bank", *Journal of Banking and Finance*, 24:167-201.

West, D. (2000). Neural network credit scoring models. In: *Computer & Operations research*, 27: 1131-1152.

Yang, Z.R., Platt, M.B., & Platt, H.D. (1999). Probabilistic neural networks in bankruptcy prediction. *Journal of Business Research*, 44: 67-74.