اقتصاد کشاورزی / جلد ۹/ شماره ۲/ صفحه‌های ۱۱۹-۱۰۳

مدیریت ریسک اعتباری در بانک کشاورزی شهرستان ممسنی با استفاده از مدل شبکه عصبی

سیدعبدالخالق حسینی و منصور زیبایی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰٤/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰٤/۰۷

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 JEL: C40 C45 Q12 Q14

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[۱] به ترتیب؛ دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
Email: khalegh.hosseini@yahoo.com

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 قابل‌توجه 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[1] 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 به شمار 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

---

[1]. Credit Risk

کشـور فراهم می‌آورند. در صـورتی بانک‌ها می‌توانند به این مهم دست یابند که منابع مالی را به درسـتی به مشـتریان واجد شرایط تخصیص دهند. تخصیص درست منابع مالی ضمن دستیابی بـه هدف یاد شـــده، 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 تشـخیص داده شـود تا اثربخشـی تصـمیم‌های گرفته شده افزایش یابد. بدیهی است که هرگونه اقـدام در زمینـه کنترل پس از اعطاء اعتبارات کم‌فایده خواهد بود. با عطف توجه به نکات گفته شـده، در این پژوهش سـعی شـد، یک مدل مدیریت ریسک اعتباری با به‌کارگیری روش شبکه عصـــبی پرســـپترون چندلایه برای این منظور طراحی شـــود تا به بررســـی عامل‌های مؤثر بر بازپرداخت نشـدن 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 ریسـک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ توسـط جان موری بر روی اوراق قرضـه انجام شـد (گلانتز، ۲۰۰۳). شـباهت زیاد تسـهیلات اعتباری بانک‌ها به اوراق قرضـه باعث شـد 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 فیشـر (۱۹۳۶) به‌عنوان نخسـتین نظام ارزیابی تقاضـای 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 رگرسـیون لجسـتیک یک متغیره بود که توسـط بیور (۱۹۶۶) ارائه شد. بعدها از این مدل برای اندازه‌گیری ریسـک اعتباری اوراق قرضـه 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 شـرکت‌های ورشـکسـته و غیر ورشـکسـته دسـت یابد. یکی از نخسـتین پژوهش‌ها در زمینه اندازه‌گیری ریسـک اعتباری اوراق قرضـه شـرکت‌ها با اسـتفاده 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 اسـت 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[1]، استاندارد و پورز[2] 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. ازجمله پژوهش‌های دیگری که در زمینه طراحی مدل اندازه‌گیری ریسک اعتباری انجام گرفته است، می‌توان به کارهای مورگان در سال ۱۹۹۸ برای طراحی مدل اعتبارسنجی[3] 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[4] 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

---

[1] Moody's
[2] Standard & poor's
[3] Creditmetrics
[4] Value-at-Risk

مغز انسان را به‌عنوان شبکه‌ای از نورون‌های متصل به هم در فرآیند تصمیم‌گیری تقلید کنند. نورون‌ها، کوچک‌ترین واحدهای محاسبه و تصمیم‌گیری در شبکه‌های عصبی هستند. در هریک 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 هریک از متغیرها تعیین شود، به گونه‌ای که ارتباط معنی‌داری بین بردار داده‌ها و بردار ستانده‌ها (نتایج) برقرار کند. به گونه‌ای معمول تعیین ضرایب در هریک از نورون‌ها به صورت آزمون و خطا می‌باشد. بدین ترتیب که ابتدا وزن‌های کوچک به هریک 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

اســـت، این خطـا هنگامی که برای تابع فعال‌کننده لایه خروجی از توابعی همچون تابع همانی، ســیگموئید یا تانژانت هایپربولیک اســتفاده شــود از مجموع مربعات خطا اســتفاده می‌شــود و چنانچه از تابع فعال‌کننده سافت مکس در لایه خروجی استفاده شود، از خطای آنتروپی متقابل استفاده می‌شود. در نهایت نیز متغیرهای پیش‌بینی کننده می‌توانند به عنوان متغیرهای عاملی[1] (متغیرهـای کیفی دارای مقیـاس طبقـه‌بنـدی[2]) و متغیرهای کمکی[3] (کمّی[4]) که متغیرهایی با مقیاس اندازه‌گیری می‌باشند (پال و میترا، ۱۹۹۲).

شبکه عصبی پرسپترون، به ویژه پرسپترون چندلایه، در زمره‌ی کاربردی‌ترین شبکه‌های عصبی مصـنوعی می‌باشند. این شبکه‌ها می‌توانند با گزینش شمار لایه‌ها و سلول‌های عصبی (نورون‌ها) کـه اغلـب زیاد نیســـتند، یک نگاشـــت غیرخطی را با دقت دلخواه انجام دهند. به‌طورمعمول، نورون‌هـای هر لایـه بـه کلیـه‌ی نورون‌هـای لایـه مجـاور از طریق یـک رابطـه جهت‌دار مرتبط می‌باشـند. اطلاعات بین نورون‌ها از طریق این اتصـال‌ها منتقل می‌شوند. هر یک از این اتصال‌ها دارای وزن‌های مختص به خود هســتند که در اطلاعات انتقال یافته از یک نورون به نورون دیگر ضرب می‌شوند. هر نورون، خروجی‌های وزن شده $W_{ij}X_i$ را از نورون‌های لایه پیشین دریافت و مجموع آنها، ورودی نورون Net_j را تشکیل می‌دهند (پال و میترا، ۱۹۹۲):

$$Net_j = \sum W_{ij}X_i + b_i \qquad (۱)$$

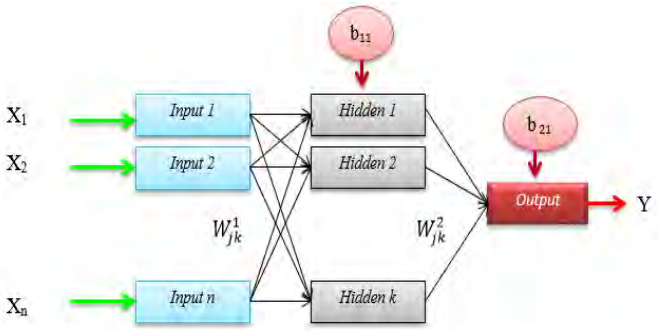
کـه در آن W_{ij} وزن اتصـــال بین گره i و j، X_i خروجی از گره i و b_i اریـب گره i نـامیـده می‌شوند.

نورون‌ها برای محاســبه خروجی خود (Y_i)، ورودی دریافتی را از یک تابع فعال‌ســازی (آســتانه) عبور می‌دهند. توابع فعال‌ســازی دارای انواع مختلفی مانند توابع باینری، ســیگموئیدی، تانژانت هیپربولیک، خطی، ســافت مکس و گوســی می‌باشــند؛ که در این پژوهش، از تابع فعال‌ســازی تانژانت هیپربولیک و سافت مکس استفاده شده است.

در این پژوهش، شـبکه‌های عصـبی پیشـنهادی، مدل پرسپترون دو لایه می‌باشد که دارای یک لایه‌ی پنهان (میانی) و یک لایه‌ی خروجی اســت. در این مدل که نمایی از آن در شـــکل (۱) نمایش داده شـــده اســـت X_i بردارهای ورودی (متغیرهای ورودی) و Y_i بردار خروجی (متغیر

[1] Factors
[2] Categorical
[3] Covariates
[4] Scale

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



شکل (۱) شبکه‌های عصبی مصنوعی

در شکل (۱)، n تعداد لایه‌های ورودی و k نیز تعداد نورون‌ها است. به‌جز لایه‌ی ورودی هریک از نورون‌های لایه‌ی پنهان در مدل بالا تابع تبدیل نورون مربوطه را نشان می‌دهد. بر اساس تابع تبدیل، وزن هریک 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):

$$Y^{k} = \sum_{H=1}^{2} w_{kj}\left(g\left(\sum_{i=1}^{2} w_{ji} X_{i}\right) + w_{jb}\right) + w_{ib} \qquad (۲)$$

در رابطه‌ی بالا، i نشان‌دهنده‌ی نورون‌های ورودی، j نشان‌دهنده‌ی نورون‌های لایه پنهان و b مقادیر اریبی (خطای) مربوطه است. Y^{k} ارزش محاسبه شده برای هر یک از n لایه خروجی می‌باشد. k و نیز نورون خروجی را نشان می دهد.

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[1] 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[2] 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 خوش‌حساب بودن یا بدحساب بودن آن است که متناظر عدد صفر و یک خواهد بود. در این صورت متغیر وابسته، مقدار صفر برای مشتریان خوش‌حساب و یک برای مشتریان بدحساب را اختیار می‌کند.

متغیرهای مستقل شامل آن دسته از متغیرهایی می‌شوند که بر ریسک اعتباری مشتری و به‌عبارتی‌دیگر 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

تعداد اعضـای خانوار: این متغیر بیان کننده تعداد اعضـای خانوار می‌باشد که به صورت گسسته وارد مدل شده ست.

تحصـیلات کشاورز: این متغیر برای نشان دادن وضعیت تحصیلی کشاورزان است و به کشاورزان بی‌سـواد ارزش یک، کشـاورزان دارای تحصـیلات 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 کشـاورزی: این متغیر تعداد سـال‌هایی که کشـاورز به فعالیت کشاورزی مشغول بوده است را لحاظ می‌کند.

اشـتغال خارج از مزرعه: این متغیر وضـعیت اشـتغال خارج از مزرعه کشـاورز را بیان می‌کند و کشـاورزانی که دارای شغل خارج از مزرعه می‌باشند ارزش یک و کشاورزان بدون شغل خارج از مزرعه ارزش صفر تعلق گرفته است.

خسـارت طبیعی: یک متغیر مجازی برای مشخص کردن اثرگذاری آفات و بیماری‌های گیاهی و همچنین شـرایط آب و هوایی مانند سـیل، تگرگ، خشـک‌سالی و سرمازدگی بر بازپرداخت وام می‌باشد. این متغیر برای کشاورزانی که دچار آسیب و زیان‌های ناشی از موارد بالا شده‌اند مقدار یک و برای سایرین ارزش صفر در نظر می‌گیرد.

هزینه‌های غیرمنتظره: برای بیان اینکه کشـاورز وام‌گیرنده در دوره مورد بررسـی با هزینه‌ها و رخدادهای غیر منتظره مانند بیماری و یا فوت اعضـای خانوار و ... روبه‌رو بوده اسـت یا خیر به کار برده شـده اسـت. در صـورت داشـتن هزینه‌های غیر منتظره کد ۱ و در غیر این صورت کد صفر داده شده است.

درآمد خالص مزرعه‌ای: شـامل کل درآمد حاصـل از فروش محصـولات کشـاورز پس از کسـر هزینه‌ها در طی یک سال زراعی می‌باشد.

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

وضـعیت اسـتفاده از بیمه: این متغیر وضـعیت اسـتفاده از بیمه برای کشـاورز را در طی دوران فعالیت کشـاورزی وی نشـان می‌دهد و به صـورت تعداد سـال‌های اسـتفاده 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 هردو 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 بیان کننده 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 برازش 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 بازپرداخت کننده 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 بازپرداخت کننده بالاتر از گروه نکول کننده 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 بازپرداخت کننده کمتر از گروه نکول کننده 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

خلاصــه 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 مشــتریان در گروه نمونه‌های آموزشی، ۲۶ مورد (۱۲/۷ درصد) در نمونه آزمایشی و ۶۷ مورد (۳۲/۷ درصــد) در گروه نمونه‌های جدا نگه‌داشــته شــده قرار گرفته‌اند. هیچ موردی از تحلیل‌ها خارج نشده است.

جدول (۲) نتایج خلاصه فرآیند انجام شده

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

منبع: یافته‌های تحقیق

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

جدول (۳) خلاصه اطلاعات شبکه طراحی شده

لایه ورودی	عامل	۱	سطح تحصیلات
		۲	شغل خارج از مزرعه
		۳	آسیب‌های طبیعی
		۴	هزینه‌های غیرمنتظره
		۵	رضایت‌مندی وام‌گیرنده
		۶	نوع وثیقه
	متغیر کمکی	۱	سن
		۲	بعد خانوار
		۳	امکانات آبی
		۴	تجربه
		۵	بیمه
		۶	درآمد خالص
		۷	تعداد وام دریافتی
		۸	نظارت و سرپرستی
		۹	میزان وام دریافتی
		۱	مبلغ اقساط
		۱۱	نرخ سود وام
		تعداد گره[a]	۲۶
		روش مقیاس‌بندی متغیرهای کمکی	استاندارد کردن
لایه پنهان	تعداد لایه پنهان		۱
	تعداد گره در لایه پنهان		۲
	تابع متحرک		تانژانت هایپربولیک
لایه خروجی	تعداد گره		۲
	تابع متحرک		سافت‌مکس[1]
	تابع خطا		آنتروپی متقابل[2]

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 درصورتی‌که احتمال پیش‌بینی‌شده 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

[1] Softmax
[2] Cross-Entropy

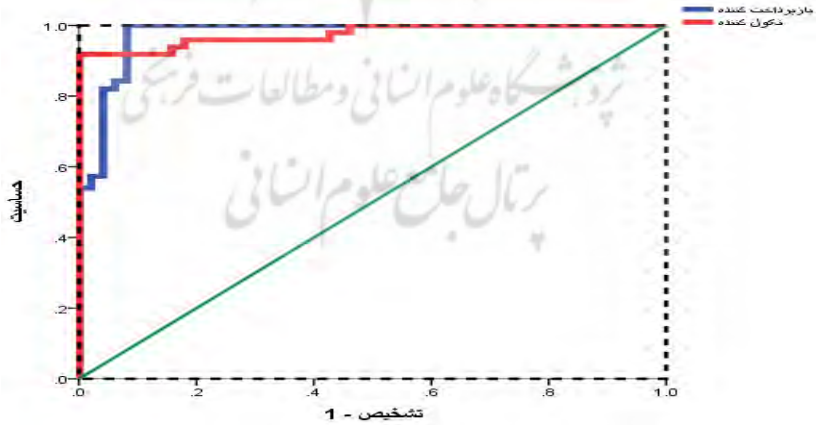
طبقـه‌بندی شـــده‌اند. نمونه خارج از برازش به تأیید اعتبار مدل کمک می‌کند که در آن ۹۵/۵ درصـد از مشتریان به درستی پیش‌بینی شده است. نمونه مربوط به آزمایش نیز در ۹۶/۲ درصد از موارد مشتریان را به درستی پیش‌بینی کرده است.

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

نمونه	مشاهد شده	پیش‌بینی شده		
		بازپرداخت شده	نکول شده	درصد صحت
آموزش	بازپرداخت شده	۷۰	۰	۱۰۰
	نکول شده	۳	۳۹	۹۲/۹
	درصد کلی (درصد)	۶۵/۲	۳۴/۸	۹۷/۳
آزمایش	بازپرداخت شده	۱۹	۰	۱۰۰
	نکول شده	۱	۶	۸۵/۷
	درصد کلی (درصد)	۷۶/۹	۲۳/۱	۹۶/۲
خارج از برازش	بازپرداخت شده	۴۳	۰	۱۰۰
	نکول شده	۳	۲۱	۸۷/۵
	درصد کلی (درصد)	۶۸/۷	۳۱/۳	۹۵/۵

منبع: یافته‌های تحقیق

به منظور بررســی توان جداکنندگی دو گروه (در اینجا مشــتریان خوش‌حســاب و مشــتریان بدحساب) از یکدیگر از منحنی به نام منحنی ROC استفاده می‌شود (شکل ۲). همان‌طور که از شـکل (۲) مشـخص اسـت، سـطح زیر منحنی ROC در مدل برازش شـده ۰/۹۷۵ اسـت و لذا نشـان‌دهنده این اسـت که مدل برازش شـده از توان جداکنندگی بالایی بین دو گروه برخوردار است.



شکل (۲) منحنی ROC

جدول (۵) نتایج سطح زیر منحنی ROC

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

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج به‌دست 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. به‌عنوان مثال برای متغیر سطح تحصیلات، مقدار اهمیت ۰/۰۲۵ می‌باشد که برای نرمال‌سازی آن را بر اهمیت متغیر درآمد خالص به‌عنوان 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

متغیر	اهمیت	اهمیت نرمال‌سازی شده	متغیر	اهمیت	اهمیت نرمال‌سازی شده
سطح تحصیلات	۰/۰۲۵	۱۵/۴	تجربه	۰/۰۴۱	۲۵/۱
شغل خارج از مزرعه	۰/۰۲۰	۱۲	بیمه	۰/۰۷۵	۴۵/۹
آسیب‌های طبیعی	۰/۰۱۸	۱۱/۲	درآمد خالص	۰/۱۶۳	۱۰۰
هزینه‌های غیرمنتظره	۰/۰۱۷	۱۰/۴	تعداد وام دریافتی	۰/۰۰۹	۵/۴
رضایت‌مندی وام‌گیرنده	۰/۰۴۳	۲۶/۶	نظارت	۰/۰۶۵	۴۰
نوع وثیقه	۰/۰۲۶	۱۵/۸	میزان وام دریافتی	۰/۰۱۰	۶
سن	۰/۰۸۲	۵۰/۲	مبلغ اقساط	۰/۰۸۳	۵۰/۶
بعد خانوار	۰/۰۶۳	۳۸/۶	نرخ سود وام	۰/۱۳۳	۸۱/۵
امکانات آبی	۰/۱۲۷	۷۷/۸	-	-	-

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

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. 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 تجزیه‌وتحلیل 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 می‌باشد 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، شمس الله، 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 andNeuralNetworks 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.*

Guttmann, 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 Comemrcial 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, secend Edition, NewYork, 45-53.

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.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی