



اندازه‌گیری ریسک اعتباری مشتریان با رویکرد شبکه عصبی در یکی از بانک‌های دولتی

احمدرضا قاسمی^۱
طاهره دنیایی هریس^۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۴

چکیده

ریسک اعتباری را می‌توان به عنوان ضرر محتمل که در اثر یک رخداد اعتباری اتفاق می‌افتد، بیان کرد. هنگامی که توانایی طرف قرارداد در تکمیل تعهداتش تغییر کند این رخداد اعتباری رخ می‌دهد. ریسک اعتباری یکی از مهم‌ترین عوامل تولید ریسک در بانک‌ها می‌باشد و این ریسک از این جهت ناشی می‌شود که دریافت کنندگان تسهیلات توانایی بازپرداخت اقساط بدهی خود را به بانک نداشته باشند. بررسی عوامل موثر و تأثیر گزار بر ریسک اعتباری از اهمیت بالایی برخوردار است. بنا به آنچه اظهار شد، هدف از انجام پژوهش حاضر طراحی مدلی جهت رتبه‌بندی مشتریان در حوزه ریسک اعتباری با رویکرد تلفیقی MADM و SOM است. بدین منظور در نخستین مرحله با مرور ادبیات موضوع، ۲۹ شاخص مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان شناسایی و بر مبنای مدل 6c طبقه‌بندی شد. در مرحله بعد با توجه به فراوانی شاخص‌ها و نظر خبرگان ۱۲ شاخص به‌عنوان شاخص نهایی در نظر گرفته شد. سپس با روش الگوریتم تشخیص الگو شبکه عصبی به تعیین خوشه‌های بهینه اقدام گردید؛ و با استفاده از روش شبکه عصبی خود سامانده (SOM) و k-mean مشتریان حقوقی دریافت‌کننده تسهیلات طبقه‌بندی گردید. در خاتمه وزن نسبی هر یک شاخص‌های دخیل را در ارزیابی ریسک اعتباری شد.

واژه‌های کلیدی: ریسک اعتباری، خوشه‌بندی، شبکه عصبی، روش کای میانگین، صنعت بانک‌داری.

۱- استادیار گروه صنعت و فناوری پردیس فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران ghasemiahmad@ut.ac.ir

۲- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، موسسه غیرانتفاعی ارشاد دماوند، تهران، ایران taherehdonyae@yahoo.com

۱- مقدمه

نظام بانکی در ایران همچون سایر کشورها نقش بسیار مهمی در اقتصاد ایفا می‌کند، زیرا علاوه بر آنکه بانک‌ها واسطه وجوه در بازار پول هستند. رشد صنعت بانکداری یکی از مؤلفه‌های اصلی نظامی مالی است. اعطای تسهیلات بانکی به صنایعی که ایجاد یا توسعه آن‌ها موجب ایجاد اشتغال، رونق اقتصادی و افزایش درآمد ملی می‌شود موجبات توسعه اقتصادی پایدار در کشور را فراهم می‌آورند (طالبی، ۱۳۹۲).

نظام بانکی در ایران همچون سایر کشورها نقش بسیار مهمی در اقتصاد ایفا می‌کند، زیرا علاوه بر آنکه بانک‌ها واسطه وجوه در بازار پول هستند. رشد صنعت بانکداری یکی از مؤلفه‌های اصلی نظامی مالی است. اعطای تسهیلات بانکی به صنایعی که ایجاد یا توسعه آن‌ها موجب ایجاد اشتغال، رونق اقتصادی و افزایش درآمد ملی می‌شود موجبات توسعه اقتصادی پایدار در کشور را فراهم می‌آورند (طالبی، ۱۳۹۲).

در صنعت بانکداری یکی از موضوعات مهمی که همواره بایستی مدنظر سیاست‌گذاران اعتباری قرار گیرد، مبحث مدیریت ریسک اعتباری است. به‌منظور مدیریت و کنترل ریسک مذکور، سیستم‌های رتبه‌بندی اعتباری مشتریان ضرورتی انکارناپذیر است. چنین سیستمی، بر اساس سوابق و اطلاعات موجود، درجه‌ی اعتباری مشتریان را تعیین و آنان را بر اساس میزان ریسکی که متوجه بانک خواهند کرد، رتبه‌بندی می‌کند. بدیهی است چنین سیستمی بانک را در گزینش مطلوب مشتریان خودیاری کرده و ضمن کنترل و کاهش ریسک اعتباری، سطح بهره‌وری فرایند اعطای تسهیلات بانکی را ارتقاء می‌دهد (ناشناس، ۲۰۰۱).

باوجود اهمیت موضوع، در اقتصاد ایران در زمینه اعطای تسهیلات اعتباری به مشتریان، روند منسجم و منظمی به‌منظور تعیین ریسک اعتباری، امتیاز دهی، درجه بندی و همچنین تعیین سقف‌های اعتباری بر اساس شاخص‌های ریسک ملاحظه نمی‌شود و شاخص‌ها بیشتر بر اساس تشخیص کارشناسی و کمیته اعتباری صورت می‌پذیرد.

وقایع مختلف مالی می‌توانند اعتبارات یک بانک یا مؤسسه مالی را در معرض خطر قرار دهند، بنابراین بانک‌ها تمایل دارند که به‌جای احتمال ورشکستگی، احتمال نکول (Default) را تخمین بزنند. بانک‌ها با توجه به نوع فعالیت خود در معرض محدوده وسیعی از انواع ریسک‌ها می‌باشند. ریسک اعتباری ریسکی است که از نکول / قصور طرف قرارداد، یا در حالتی کلی‌تر ریسکی که از اتفاقی اعتباری به وجود می‌آید. بحران‌های مشاهده‌شده در نظام بانکی کشورها عمدتاً ناشی از عدم کارایی در مدیریت ریسک اعتباری بوده است. تمرکز اعطای تسهیلات با حجم بالا به یک فرد، شرکت، گروه صنعتی و یا بخش اقتصادی خاص از عوامل افزایش‌دهنده این ریسک خواهد بود. جهت استمرار کارآمد فعالیت، بانک‌ها بایستی شناخت کاملی از مقوله ریسک اعتباری و عوامل مؤثر بر آن برخوردار بوده و در جهت مدیریت آن گام بردارند.

هدف اصلی این پژوهش طراحی مدلی جهت رتبه بندی مشتریان در حوزه ریسک اعتباری می‌باشد. همچنین شناسایی شاخص‌های اصلی و فرعی دخیل در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان و ارائه راهکارهایی جهت کاستن از ریسک اعتباری مشتریان نیز جز اهداف فرعی این پژوهش می‌باشد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۱-۱- مفاهیم ریسک

مهم‌ترین نکاتی که امروزه بانک‌ها با آن مواجه‌اند میزان سرمایه لازم و مدیریت ریسک است. مدیریت ریسک یکی از مهم‌ترین ارکان سیستم‌های مالی و بانکی است و دربرگیرنده آن قسمت از فعالیت‌های بانک است که مجموعه ریسک‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تعیین، اندازه‌گیری، مشاهده و کنترل ریسک‌ها فرآیند مدیریت ریسک را تشکیل می‌دهند؛ و هدف اصلی مدیریت ریسک در هر سازمان، ارائه بهترین عملکرد و بهینه‌سازی استفاده از سرمایه و به حداکثر رساندن ارزش دارایی سهامداران است که با استفاده از تدابیر مناسب و راهکارهای به‌موقع، ریسک‌های اساسی از جمله ریسک اعتباری، ریسک بازار، ریسک عملیاتی را پوشش می‌دهند. از این‌رو هدف مدیریت ریسک حذف فعالیت‌های بانک نیست بلکه ایجاد تعادل بهینه میان ریسک و بازدهی است. در زیر به معرفی انواع مختلف ریسک پرداخته‌شده است (لیلا محرابی، ۱۳۸۹).

• ریسک اعتباری

ریسک اعتباری را تغییر در ارزش به‌واسطه تغییرهای غیرمنتظره در کیفیت اعتباری تعریف کرده‌اند. (دافی، ۲۰۰۳) در تعریف دیگر، ریسک اعتباری به خطری تعبیر شده که بر اساس آن، وام‌گیرنده به پرداخت اصل و فرع وام یا بدهی خود طبق شرایط مندرج در قرارداد قادر نباشد. به عبارت دیگر مطابق با این ریسک، بازپرداخت‌ها یا با تأخیر انجام شده یا اصلاً وصول نمی‌شوند. این امر باعث پدید آمدن مشکل‌هایی در گردش وجوه نقد بانک می‌شود. (پارکر، ۱۹۹۵). در گزارش ارائه‌شده به‌وسیله بانک تسویه بین‌الملل در سال ۱۹۹۶، ریسک اعتباری به‌صورت خطر عدم تسویه یک تعهد در تاریخ سررسید یا هر زمان پس‌از آن تعریف شده است. (موسویان، موسوی بیوکی، ۱۳۸۹).

ریسک اعتباری ناشی از ورشکستگی و عدم توانایی مشتریان بانک در پرداخت اصل و فرع تسهیلات است. این ریسک همچنین عبارت است از احتمال عدم بازگشت منابع بانک توسط بدهکاران از جمله مشتریان اعتباری (اختیاری، ۱۳۸۹). بانک‌ها و مؤسسات مالی زمانی با این ریسک مواجه‌اند که تسهیلات گیرنده توان یا تمایل، تعهدات خود را در سررسید در قبال بانک یا مؤسسات مالی ایفا نمی‌کند. (محمدرضا راستی، ۱۳۹۰).

• مدل‌های اندازه‌گیری ریسک اعتباری

در مدل‌های امتیازدهی اعتباری و همچنین تصمیمات سنتی کارشناسان معمولاً از معیارهایی مانند 5P, LAPP, 6C استفاده می‌شود که: پس از بررسی مدل‌های موجود شاخص‌های اولیه بر اساس مدل 6C طبقه‌بندی گردید

شخصیت: این معیار، راست‌گو بودن و شهرت متقاضی را مورد بررسی قرار می‌دهد و بیشتر تسهیلات دهندگان به این معیار به‌عنوان مهم‌ترین عامل در پیش‌بینی بازپرداخت به‌موقع تسهیلات به‌وسیله متقاضی توجه می‌کنند. به‌وسیله این معیار، تعهد مشتری نسبت به بازپرداخت تسهیلات را بررسی می‌کنند (تهرانی و شیرزادی، ۱۳۹۰).

ظرفیت: با استفاده از این معیار متصدی اعتبارات، توانایی مالی متقاضی برای بازپرداخت تسهیلات را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. همچنین شغل متقاضی، سابقه کاری، میزان درآمد و تعهدات مالی معوق شده وی قبل از تصویب تسهیلات مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ضمن مخارج متقاضی و اینکه آیا این مخارج از جایی تأمین می‌شود یا خود فرد، تأمین‌کننده مخارج کسانی دیگر است و مهارت‌های درآمدزایی متقاضی بررسی می‌شود. معمولاً اعطاکنندگان تسهیلات با تحقیق در مورد فعالیت‌های گذشته یک مشتری (حقیقی یا حقوقی) به سوابق ظرفیتی وی دست می‌یابند و به این نتیجه می‌رسند که مشتری موردنظر در طرح‌هایی که قبلاً در اختیار داشته از چه میزان تسهیلات استفاده کرده است (تهرانی و شیرزادی، ۱۳۹۰).

سرمایه: همان ارزش خالص دارایی متقاضی و بیان‌کننده توانایی وی در بازپرداخت تسهیلات است. اعطاکننده تسهیلات با مراجعه به وضعیت مالی شرکت یا موسسه درخواست‌کننده تسهیلات که از طریق تجزیه و تحلیل مالی صورت می‌پذیرد، به آسانی این شاخص و اینکه مشتری چه حجمی از منابع (سرمایه) خود را در فعالیت موردنظر به کار می‌گیرد، دست می‌یابد (تهرانی و شیرزادی، ۱۳۹۰).

وثیقه‌ها: دارایی ارزشمندی است که برای بیمه کردن بازپرداخت تسهیلات گرو گذاشته می‌شود تا در هنگام نکول تسهیلات برای جبران بدهی متقاضی به نفع بانک یا موسسه مالی مصادره می‌شود. برای تسهیلات کلان، تسهیلات دهنده ممکن است ترکیبی از انواع مختلفی وثیقه را طلب کند؛ برای مثال می‌توان انواع منقول مانند طلا، برگ سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت، ضمانت‌نامه‌های بانکی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار، برگ وثیقه انبارهای عمومی مربوط به کالا، سفته و قراردادهای ثبتی یا عادی متضمن تعهد یا ضمانت شخص یا اشخاص ثالث اشاره کرد (تهرانی و شیرزادی، ۱۳۹۰).

شرایط: این مورد به شرایط اقتصادی عمومی که بر توانایی متقاضی برای بازپرداخت تسهیلات تأثیر می‌گذارد اشاره دارد. نکته اصلی در این مورد امنیت شغلی متقاضی و موسسه‌ای است که متقاضی برای آن کار می‌کند؛ برای مثال صاحبان مشاغل و کارخانه‌های کوچک اغلب در گرفتن اعتبار مشکلات بیشتری نسبت به کارکنان دولتی دارند. یکی از دلایل این مسئله اطمینان کمتر اعتباردهندگان به درآمد جاری مشاغل کوچک نسبت به درآمد کارمندان ادارات دولتی است (تهرانی و شیرزادی، ۱۳۹۰).

شرایط و ضوابط تسهیلات یا اعتبارات: این معیار که اخیراً به معیار 6C اضافه شده است، سه سؤال اصلی اساسی زیر مدنظر دارد:

- متقاضی به چه میزان از اعتبار یا تسهیلات دارد؟
 - متقاضی برای چه منظور به این اعتبار یا تسهیلات احتیاج دارد؟
- متقاضی برای چه مدتی به این اعتبار یا تسهیلات احتیاج دارد؟ (اندرز، ۱۹۹۹).

نگاره ۱. شاخص اولیه

ردیف	شاخص	توضیحات
۱	شخصیت	
	سابقه چک برگشتی	شرکت چک برگشتی دارد یا خیر
	سابقه بدهی بانکی	شرکت بدهی بانکی دارد یا خیر
	طول عمر حساب مشتری	مدت افتتاح حساب مشتری
	دوره استقامت شرکت	شرکت با دارایی جاری خود چند روز میتواند خود را اداره کند و ورشکست نشود.
۲	ظرفیت	
	رشته فعالیت	شرکت در کدام بخش اقتصادی (بازرگانی، خدمات، تولید و صادرات، کشاورزی)
	سابقه کار	آگهی تاسیس، روزنامه رسمی
	نسبت گردش موجودی کالا	نسبت فعالیت: چند بار انبار در یک دوره مشخص پر و خالی میشود
	نسبت گردش دارایی	نسبت فعالیت: چگونه دارایی یک شرکت به منظور فروش به کار رفته است.
	نسبت گردش داری ثابت	نسبت فعالیت: چگونه دارایی ثابت یک شرکت فروش به کار رفته است.
	نسبت گردش سرمایه جاری	نسبت فعالیت: نشان دهنده میزان تاثیر سرمایه در گردش بر فروش است.
	بازده دارایی	نسبت سود آوری: چگونه دارایی به منظور رسیدن به سود خالص به کار گرفته شده است
	بازده حقوق صاحبان سهام	نسبت سود آوری: چگونه حقوق صاحبان سهام به منظور رسیدن به سود خالص است
	بازده فروش	نسبت سود آوری: نشان دهنده میزان تاثیر فروش بر سود خالص است.
	پیش بینی فروش	پیش بینی های موجود در طرح توجیهی
	پیش بینی سود	پیش بینی های موجود در طرح توجیهی
	تعداد اشتغالزایی	پیش بینی های موجود در طرح توجیهی
۳	سرمایه	
	نسبت بدهی	نسبت های اهرمی: مجموع بدهی ها چه سهمی از مجموع دارایی های شرکت دارد.
	نسبت پوشش هزینه بهره	نسبت های اهرمی: فروش شرکت چند برابر نرخ بهره ای است که در این دوره باید پرداخت..
	نسبت بدهی به حقوق صاحبان	نسبت های اهرمی: میزان تاثیر حقوق صاحبان سهام بر بدهی شرکت را بررسی می کند.
	نسبت حقوق صاحبان سهام/بدهی کل	نسبت های اهرمی: میزان تاثیر بدهی کل بر حقوق صاحبان سهام را بررسی می کند.
	نسبت کفایت سرمایه	نسبت اهرمی:
	ضریب اهرمی	نسبت های اهرمی: چند برابر سرمایه می توان دارایی ایجاد کرد.
	سرمایه ثبتي	-
۴	وثایق	
	نوع وثایق	گروه نقد، اوراق مشارکت دولتی، اوراق مشارکت بانکی، املاک، سهام، ضمانت نامه، اعتبارات اسنادی، ماشین آلات و تجهیزات

ردیف	شاخص	توضیحات
۵	ارزش وثایق	-
	سایر شرایط اعطای تسهیلات	
	مبلغ تسهیلات	خرد یا کلان
	مدت تسهیلات	کوتاه مدت، میان مدت، بلند مدت
	هدف تسهیلات	ایجاد، تکمیلی، توسعه ای، در حال بهره برداری
۶	سایر شرایط	
	نسبت آبی	نسبت های نقدینگی: بیان گر قدرت پرداخت سریع موسسه است.
	نسبت جاری	نسبت های نقدینگی: نشان می دهد که چند برابر بدهی جاری شرکت، دارایی جاری است.

۲-۱- رتبه بندی مشتریان دریافت کننده تسهیلات

طراحی مدلی برای اندازه گیری و درجه بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ به وسیله جان موری بر روی اوراق قرضه انجام شد. کیس، ۲۰۰۳ روش های کمی بعد از مدت زمان نسبتاً طولانی وارد عرصه تصمیم گیری شدند. پیش بینی عدم توانایی یک برای بازپرداخت وام، به عنوان یکی از مسائل مهم و مورد بحث در حسابداری از زمانی که فیتز پاتریک (فیتز پاتریک، ۱۹۳۰) مطالعاتی را در مورد آن انجام داد مطرح بوده و طی ۶۰ سال اخیر این موضوع به زمینه مهمی در تحقیقات نظری و تجربی در حوزه اقتصاد مالی تبدیل شده است. (کشاوری حداد، آیتی، ۱۳۸۶) تحقیقاتی در این زمینه انجام شده که در این میان می توان به مطالعه «فیشر» (۱۹۳۶) به عنوان اولین سیستم ارزیابی تقاضای اعتبار اشاره کرد. (جمشیدی، ۲۰۰۹)

التمن در سال ۱۹۳۸ اولین سیستم ارزیابی تقاضا نامه های اعتباری را با به کارگیری ۵ معیار توسعه داد. دوراند در سال ۱۹۴۱ یک پروژه تحقیقاتی برای اداره ملی تحقیقات اقتصادی آمریکا انجام داد. ایشان بینان گذار سیستم های رتبه بندی اعتباری به روش کنونی می باشند. امتیازدهی اعتباری یک روش ارزیابی اعتبار، بیش از ۵۰ سال است که مورد استفاده قرار گرفته است. اولین دفتر مشاوره که از روش های امتیازدهی استفاده کرده است، در سانفرانسیسکو توسط بیل فر و ارل ایساک در اوایل دهه ۱۹۵۰ شکل گرفت. در حقیقت اولین موفقیت در حوزه امتیازدهی اعتباری، در حوزه کارت های اعتباری رخ داده است. (فوجی تا و تامی، ۱۹۸۷). در سال ۱۹۶۳ مایرز و هنرچی آنالیز ممیزی چند متغیره برای رتبه بندی اعتباری مشتریان ارائه نمودند. در سال ۱۹۶۶ برای تعیین ورشکستگی شرکت ها، مدل رگرسیون لجستیک به وسیله بی و به کار گرفته شد. (بی و، ۱۹۶۶) بعدها از این مدل برای اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشره شده شرکت ها استفاده شد... یکی دیگر از مطالعات انجام شده در زمینه اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکت ها با استفاده از مدل نمره دهی چند متغیره، به وسیله آلتمن در سال ۱۹۶۸ انجام شد و به مدل نمره Z شهرت یافت (ابدو، ۲۰۰۷). مدل نمره Z آلتمن یک مدل تحلیل ممیزی است که با استفاده از

مقادیر نسبت‌های مالی مهم تلاش می‌کند تا شرکت‌های ورشکسته را از شرکت‌های غیر ورشکسته تمییز دهد. (برینت، ۲۰۰۱). استفاده از چنین مدلی در بانک باعث می‌شود که اگر نمره Z شرکت وام‌گیرنده پایین‌تر از حد بحرانی باشد، درخواست وام رد شود و یا کنترل و تسلط بیشتری برای افزایش ایمنی وام اعطایی اعمال شود و از این را زیان‌های ناشی از عدم بازپرداخت وام به کمترین حد خواهد رسید در این مدل، نمره Z به نسبت‌های مالی وام‌گیرنده (X_j) وزن‌های هریک از نسبت‌ها بستگی خواهد داشت. هم چنین وزنهای نسبت‌های مالی بستگی به تجارب (موارد) قصور وام‌گیرنده در بازپرداخت وام دارد. (رضا، تهرانی؛ فلاح شمسی، ۱۳۸۴)

آلتمن برای رسیدن به مدل یادشده از میان ۲۲ متغیر (نسبت‌های مالی)، پس از انجام تحلیل ممیزی، پنج متغیر زیر را انتخاب کرده و ترکیب و ارتباط این پنج متغیر در مدل Z آلتمن برای پیش‌بینی نمره اعتباری وام‌گیرنده به شکل زیر برآورد شده است:

$$Z = 1/2X_1 + 1/4X_2 + 3/3X_3 + 0/6X_4 + 0/999X_5 \quad (1)$$

که در آن X_1 نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، X_2 نسبت سود انباشته به کل دارایی‌ها، X_3 نسبت سود از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها، X_4 نسبت ارزش بازار سرمایه به ارزش دفتری کل بدهی‌ها، X_5 نسبت فروش به کل دارایی‌ها هرچه میزان Z بالاتر باشد، طبقه‌ی ریسک عدم بازپرداخت وام‌گیرنده پایین‌تر خواهد بود؛ بنابراین، مقدار پایین یا منقی شاخص Z بیانگر این است که وام‌گیرنده از نظر ریسک عدم بازپرداخت در طبقه بالایی قرار خواهد داشت. آلتمن با بررسی‌های انجام‌شده دریافت که حد ۱،۸۱ (طبقه ورشکسته) و حد بالای ۲،۹۹ (طبقه غیر ورشکسته) مقادیر بحرانی بهینه هستند. نمره‌های پایین‌تر از ۱،۸۱ نشان‌دهنده شرکت‌هایی است که پیش‌بینی می‌شوند که در آینده معلوم ورشکسته خواهند شد؛ و نمره‌های بالاتر از ۲،۹۹ نشان‌دهنده شرکت‌هایی است که پیش‌بینی می‌شود که در آینده مشکلی از لحاظ بازپرداخت وام‌های دریافتی خود نخواهد داشت. آلتمن مدل طراحی‌شده‌ی خود را در کشورهای گوناگون مورد آزمون قرارداد و مشخص شد که پیش‌بینی‌های این مدل در بیش از ۷۵ درصد موارد درست است (کوتی آلتمن و ناراینان، ۱۹۹۸). با توجه به این‌که عمدتاً عدم بازپرداخت وام مربوط به شرکت‌هایی است که در آینده دچار درماندگی مالی خواهند شد، بنابراین امکان پیش‌بینی ریسک اعتباری با استفاده از این مدل امکان‌پذیر خواهد بود. از این‌رو در سال ۲۰۰۱ ساندرز و آلن از این مدل برای پیش‌بینی ریسک اعتباری شرکت‌هایی که از بانک‌ها وام دریافت کرده، استفاده کردند و با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد که این مدل برای پیش‌بینی ریسک اعتباری از قدرت بالایی برخوردار است در اواخر ۱۹۷۰ مدل‌های احتمالی و وضعیتی احتمالی چندگانه برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مطرح شدند (ساندرز و آلن، ۲۰۰۲).

هم‌چنین در سال‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در بسیاری از مطالعات عنوان شد. هدف اصلی این روش‌ها، حذف فرضیه و محدودیت‌های موجود در تکنیک‌های قبلی، بهبود

اعتباری و صحت طبق بندی بود. سایبی و همکاران در سال ۱۹۹۸ پژوهشی انجام دادند که با استفاده از روش‌های تحلیل ممیزی خطی و و رگرسیون لجستیکی اقدام به طبقه‌بندی مشتریان وام‌های بین الملل در سه کشور آمریکا، آلمان و استرالیا دارد و به سه طبقه دو دسته طبقه خوب و بد ارجحیت دارد و در ادامه با بهره‌گیری از متغیرهای تعیین شده و مجموع داده‌های جمع آوری شده از شبکه عصبی تبدیل به یکی از دقیق ترین ابزار آنالیز اعتبار در میان سایر ابزار شده است. دیسای و همکاران (۱۹۹۶) به بررسی توانایی شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های آماری متداول نظیر آنالیز ممیزی خطی و آنالیز رگرسیون خطی در ساخت مدل‌های امتیازدهی اعتباری پرداخته‌اند. در خلال دهه ۱۹۸۰ روش تحلیلی لجستیک جایگزین روش‌های سابق شد و تا کنون هم در شمار پرکاربردترین روش‌های آماری مورد استفاده برای پیش‌بینی نکول است (کشاورز حداد، آیتی گازار، ۱۳۸۶).

هم‌چنین وست در سال ۲۰۰۰ به بررسی مدل‌های کمی (که به طور معمول در صنعت اعتباری مورد استفاده قرار می‌گیرند) پرداخت. همه این روش‌ها سعی بر جداسازی وام‌های خوب و بد از بین درخواست‌های پذیرفته شده دارند؛ اما آنچه باعث ایجاد مشکل می‌شود این است که چون مدل نهایی براساس داده‌های انتخاب شده ساخته می‌شود چولگی موجود در نمونه هنگامی که مدل به درخواست‌های جدید اعمال می‌گردد، باعث کاهش در کار می‌شود. به این دلیل اغلب پژوهش‌های اخیر روش‌های ناپارامتریک نظیر نزدیک ترین k همسایه (هند، هنلی، ۱۹۹۶)، داده‌شماری (دیون وایتال، ۱۹۹۶). شبکه عصبی (لی وایتال، ۲۰۰۲) و درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیونی (آرمینگر وایتال، ۱۹۹۷) را مورد استفاده قرار داده‌اند. (کشاورز حداد، آیتی گازار، ۱۳۸۶).

نتایج به دست آمده بیانگر این بود که شبکه‌های عصبی قادر به بهبود دقت امتیازدهی می‌باشند. آنان هم چنین بیان کردند؛ درحالی که درخت تصمیم و مدل نزدیک‌ترین همسایه و آنالیز ممیزی خطی نوید بخش و دلگرم‌کننده‌های ایجاد نکرده‌اند (west, 2007).

از مطالعات مهم دیگری که در زمینه‌ی اندازه‌گیری ریسک اعتباری انجام گرفت، می‌توان به کارهای المر و بروفسکی^۱ در سال ۱۹۸۸ اشاره کرد. المر و بروفسکی برای پیش‌بینی توانایی بازپرداخت وام‌ها از مدل شبکه‌های چند لایه پرسپترون استفاده کردند. متغیرهای ورودی آنان، همان متغیرهای به کار رفته در مدل Z آلتمن بوده‌است. آن‌ها با مقایسه‌ی نتایج مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون و مدل Z آلتمن متوجه شدند که قدرت پیش‌بینی مدل پرسپترون بیشتر از مدل‌های نمره‌دهی اعتباری است. از جمله مطالعات دیگری که در زمینه‌ی طراحی مدل اندازه‌گیری ریسک اعتباری انجام گرفت، می‌توان به کارهای مورگان^۲ در سال ۱۹۹۸ برای طراحی مدل اعتبارسنجی^۳ و کارهای تریسی^۴ در سال ۱۹۹۸ برای طراحی مدل ارزش در معرض ریسک^۵ جهت برآورد تابع چگالی احتمال عدم بازپرداخت اشاره کرد. امروزه در بیشتر بانک‌های معتبر جهان از یک یا چند مدل برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری وام‌ها و سایر ابزارهای بدهی استفاده می‌شود. از جمله متداول ترین مدل‌های مورد استفاده می‌توان به مدل تحلیل ممیزی، مدل لجستیک، مدل پروبیت، سیستم رتبه بندی داخلی و شبکه‌های عصبی مصنوعی^۶ را نام برد (گودری، ۲۰۰۱، ۷). امروزه هم گام با مطالعات

کمیته باسل (کمیته نظارت بر مقررات بانکی، بانک تسویه بین الملل)، بررسی‌های زیادی از سوی پژوهشگران و نهادهای اعتباری برای طراحی مدل دقیق ریسک اعتباری انجام می‌شود. بانک ویلات نیز بیان داشتند که آنچه در یک مدل شبکه عصبی دارای اهمیت یکسان است. آن است که وزنهای موجود در شبکه‌های به روش بهینه برآورد شوند. بدیهی است که پس از تعیین وزن‌ها به روش بهینه با دادن بردار متغیرهای ورودی به سهولت می‌توان بردار خروجی برآورد کرد (یانگ، ۲۰۰۱) از جمله مطالعات دیگر در این زمینه میت وان به پژوهش برینت در سال ۲۰۰۱ برای به کارگیری سیستم خبره ارزیابی وام‌های کشاورزی اشاره نمود.

خوشه‌بندی

به طور کلی روش‌های تحقیق در علوم رفتاری را می‌توان با توجه به دو ملاک هدف تحقیق و نحوه گردآوری داده‌ها تقسیم کرد. در تقسیم بندی بر اساس هدف، تحقیقات را بر اساس هدف می‌توان به سه گروه بنیادی، کاربردی و تحقیق و توسعه و بر اساس روش گردآوری داده‌ها به دو گروه تحقیق توصیفی و آزمایشی تقسیم نمود (سرمد و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیق حاضر از بر اساس هدف، کاربردی و بر اساس گردآوری داده‌ها توصیفی است.

در این پژوهش به خوشه‌بندی شرکت‌های مختلف با توجه به شاخص‌های مالی و غیر مالی مؤثر بر ریسک اعتباری پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه شاخص‌های موردبررسی در زمینه خوشه‌بندی ریسک اعتباری شرکت‌ها دارای اهمیت ناهمسان می‌باشند. از این رو در این پژوهش با دو دسته سؤال مواجه هستیم نخست اینکه آیا شاخص‌های شناسایی شده دارای اهمیت یکسانی هستند؟ و دوم اینکه با چه روشی می‌توان شرکت‌های مذکور را طبقه‌بندی نمود؟ به منظور پاسخگویی به سؤال نخست از روش‌ها وزن‌دهی و سؤال دوم از روش ابتکاری تلفیق اوزان تصمیم‌گیری چند شاخصه و تحلیل خوشه‌ای SOM میانگین استفاده شده است.

مدل‌های SOM ورودی‌ها را بر اساس شباهت‌های بردار توصیف‌کننده با بردار مرجع تعریف شده برای هر بخش، به بخش‌ها تخصیص می‌دهد. فرایند تعریف کردن بردارهای مرجع، روش مدل‌سازی مزبور را با نمونه از خوشه‌بندی K میانگین که الگوریتم خاصی برای تحلیل خوشه‌ای سنتی است متمایز می‌سازد (قاسمی و اصغری‌زاده، ۱۳۹۳).

مراحل روش SOM

روش‌های خوشه‌بندی به دو دسته روش‌های قطعی و غیر قطعی (فازی) مقوله‌بندی نمود. روش‌های قطعی نیز به دو دسته کلی سلسله مراتبی و تفکیکی تقسیم می‌شوند. (قاسمی و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین روش‌های سلسله مراتبی به دو دسته کلی ادغامی و شکافتی تقسیم می‌شود. در پژوهش حاضر از یکی از روش‌های رایج خوشه‌بندی ادغامی به نام روش الگوریتم شبکه‌های عصبی خود سامانده (SOM) اصلاحی

بهره‌گیری شده است. در روش اصلاحی با بی‌مقیاس‌سازی و وزن دهی به شاخص‌ها، ارجحیت‌های مختلف آن‌ها در نظر گرفته می‌شوند. زمانی از شبکه‌های عصبی برای تقسیم‌بندی استفاده می‌شود ورودی لایه‌های ورودی شبکه متغیرهای مورد نظر برای طبقه‌بندی است و خروجی شبکه در لایه خروجی همان خوشه است.

مدل‌های SOM ورودی‌ها را بر اساس شباهت‌های بردار توصیف‌کننده با بردار مرجع تعریف شده برای هر بخش، به بخش‌ها تخصیص می‌دهد. فرایند تعریف کردن بردارهای مرجع، روش مدل‌سازی مزبور را با نمونه از خوشه‌بندی K میانگین که الگوریتم خاصی برای تحلیل خوشه‌ای سنتی است متمایز می‌سازد (bloom,2005).

یکی از ویژگی‌های شبکه‌های عصبی خاصیت یادگیری غیر نظارتی^۸ در آن است. در یادگیری خودسازمانده یا غیرنظارتی، شبکه‌های عصبی نمونه داده‌هایی را دریافت می‌کند و گروه‌ها یا خوشه‌هایی از داده‌های ورودی را بر مبنای میزان مشابهت، همبستگی یا نزدیکی تشکیل می‌دهد. خوشه‌های رده‌بندی شده می‌تواند برای طبقه‌بندی ورودی‌های نامعلوم با روش‌هایی مانند آموزش نظارتی را مورد استفاده قرار گیرد. نمونه‌های از الگوریتم‌های یادگیری غیر نظارتی عبارتند از یادگیری هیبن، یادگیری کوه و یادگیری بولتزمن (کالس و همکاران، ۲۰۰۸).

در این پژوهش به منظور تعیین اهمیت شاخص‌های تعیین شده از روش وزن دهی ترکیبی از آنتروپی و وزن انحراف معیار استفاده شده است.

همچنین به منظور امتیاز شاخص‌های در خصوص مشتریان اعتباری مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس به ازای تعداد خوشه‌های مختلف الگوریتم SOM و تابع یادگیری کوهن ۴۲ در جعبه‌ابزار شبکه‌های عصبی مصنوعی MATLAB اجرا شد.

مراحل اجرای الگوریتم SOM: انتخاب پارامترهای نقشه مانند ابعاد و بردار وزنی ابتدایی متناظر با هر نرون: ارائه داده‌های مورد تحلیل به شبکه و یافتن بهترین نرون نظیر برای هر بردار ورودی (رکورد). رکوردها را می‌توانند هم‌زمان به شبکه ارائه شوند و یا اینکه به ترتیب هر بار یک رکورد به شبکه ارائه و عملیات آموزش شبکه انجام شود. هر رکورد مانند x متشکل از مقادیر کمی n مشخصه است که به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

$$X = [X_1, X_2, \dots, X_n] \in \mathcal{R}^n \quad (2)$$

در صورتی که بردار وزنی نرون t ام به صورت زیر تعریف شود.

$$m_t = [m_{t1}, m_{t2}, \dots, m_{tn}] \in \mathcal{R}^n \quad (3)$$

$$c = \arg \text{Min}_t \{d(X, m_t)\}$$

آنگاه متناظر با هر رکورد ورودی، بهترین نرون نظیر (BMU^۹) و یا اصطلاحاً نرون برنده با توجه به رابطه ۴ مشخص می‌شود.

که در آن c نشان‌دهنده نرون برنده و $d(x, mt)$ فاصله اقلیدسی میان رکورد و بردار نرون t ام است که از رابطه ۵ محاسبه می‌شود (۵)

$$d(X, Y) = \|X - Y\|$$

به هنگام کردن بردار نرون وزنی از رابطه (۶):

$$m_i(t+1) = m_i(t) + \alpha(t)h_{ci}(t)[X(t) - m_i(t)] \quad (6)$$

که در آن $0 < \alpha < 1$ نرخ یادگیری و $h_{ci}(t)$ نمایانگر میزان همسایگی نرون i ام و c ام (نرون برنده) و نرون i ام از رابطه (۷) به دست می‌آید.

$$h_{ci} = e^{-\frac{\|r_c - r_i\|^2}{2\sigma^2(t)}} \quad (7)$$

در رابطه (۷) σ کنترل‌کننده دامنه تابع است و به تدریج در طول فرایند آموزش کاهش داده شود. همچنین r_c و r_i به ترتیب موقعیت نرون‌های i و c ام برنده در نقشه SOM است. بررسی شرط خاتمه الگوریتم. چنانچه شرطی برقرار نباشد، الگوریتم از قدم دوم ادامه می‌یابد. از آنجاکه الگوریتم آموزش شبکه‌های خود سامانده بر مبنای فاصله اقلیدسی بنا شده است، بایستی از داده‌های هر بعد مورد بررسی را نرمال استاندارد نمود (وسانتو و الحنیمی، ۲۰۰۴). پس از پایان فاز آموزش شبکه‌های خود سامانده، نقشه‌ای از نرون‌ها به دست می‌آید که در حقیقت چکیده‌ای از فضای مورد تحلیل شبکه است. با ارائه هر بردار اطلاع جدید از فضای مورد تحلیل به شبکه، فاصله اقلیدسی بردار وزنی متناظر با هر یک از نرون‌ها تا بردار ورودی، به دست آمده، بنابراین مقدار تحریک هر یک از نرون‌ها محاسبه و نرونی که بیش‌ترین مقدار تحریک را داشته باشد به‌عنوان نرون برنده انتخاب می‌شود

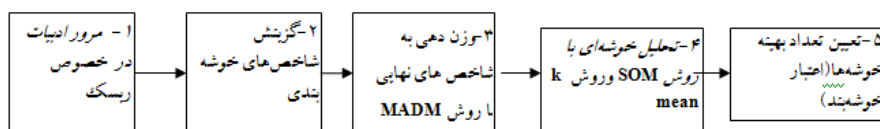
روش k-mean:

الگوریتم کای میانگین یکی از روش‌های خوشه‌بندی داده‌ها است که به دلیل سرعت و سادگی کاربرد گسترده‌ای دارد (آخوندزاده نوقابی دیگران، ۲۰۱۳). الگوریتم K-means دارای یک پارامتر K است که نماینده‌ی تعداد خوشه‌های مدنظرمان است. الگوریتم K-means پایه به صورت زیر است:

- ۱) مقداردهی اولیه k : نقطه را به‌عنوان مراکز اولیه در نظر می‌گیرد.
- ۲) تکرار k
- ۳) خوشه را با تخصیص تمام نقاط به نزدیک‌ترین مرکز تشکیل می‌دهد.
- ۴) مراکز هر خوشه دوباره محاسبه می‌شوند تا زمانی که مراکز تغییر نکنند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر یک نوع پژوهش کاربردی است. هدف از انجام این پژوهش، خوشه‌بندی شرکت‌های مختلف با توجه به شاخص مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری است. از این رو پژوهش حاضر با چهار دسته سؤال مواجه است. نخست آنکه عوامل مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان کدامند؟ و اهمیت نسبی شاخص‌های دخیل در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان به چه میزان است؟ سوم اینکه تعداد خوشه‌های بهینه برای کاستن از ریسک اعتباری مشتریان چه قدر است؟ چهارم اینکه رتبه‌بندی مشتریان در حوزه ریسک اعتباری چگونه است؟ به منظور پاسخگویی به سؤال نخست پس از مرور ادبیات موضوع ۲۹ شاخص بر مبنای مدل 6c طبقه‌بندی گردید؛ و برای پاسخ به سؤال دوم پس بررسی میزان فراوانی شاخص‌ها در پژوهش‌های پیشین و بررسی نظر خبرگان ۱۲ شاخص نهایی گردید. همچنین جهت پاسخ به سؤال سوم با استفاده از روش تشخیص الگوی شبکه عصبی سه خوشه به‌عنوان خوشه بهینه تعیین شد. برای پاسخ به سؤال چهارم از روش شبکه عصبی خودسامانده و k-mean استفاده شده است.



نمودار ۱. فرآیند انجام پژوهش

همچنین در پژوهش حاضر مشتریان حقوقی داخلی اعتباری دریافت تسهیلات بانک توسعه تعاون شهر تهران به عنوان جامعه آماری انتخاب شده است. بر این اساس تعداد جامعه ۹۰۰ مشتری برآورد شد که طبق رابطه کوکرین تعداد نمونه ۲۵۶ مشتری برآورد شده است.

$$n = \frac{\frac{Z^2 pq}{d^2}}{1 + \left(\frac{1}{N} \frac{Z^2 pq}{d^2} - 1\right)} = \frac{\frac{1.96^2 0.5 * 0.5}{0.08^2}}{1 + \left(\frac{1}{900} \frac{1.96^2 0.5 * 0.5}{0.08^2} - 1\right)} = 256$$

۴- متغیرهای پژوهش و نحوه اندازه‌گیری آن

۴-۱- متغیر مستقل

برای رتبه‌بندی مشتریان اعتباری و اندازه‌گیری ریسک اعتباری مدل‌های گوناگونی وجود دارد نظیر LAPP, 5p, 6c. نسبت‌های مالی وجود دارد. پس از بررسی مدل گوناگون که در پژوهش‌های داخلی و خارجی مورد توجه قرار گرفته‌اند، در نهایت مدل 6c به‌عنوان مدل پایه در نظر گرفته شد و سایر مدل‌ها بر مبنای مدل 6c طبقه‌بندی گردید. در ادامه ۱۲ شاخص براساس نظر خبرگان و تکرار پذیری به‌عنوان شاخص‌های نهایی برگزیده شد که در نگاره ذیل نشان داده شده است.

نگاره ۲. شاخص نهایی

ردیف	شاخص	ماخذ
۱	طول عمر حساب مشتری	رجب‌زاده قطری؛ علی، بهرام میرزایی؛ آرش، احمدی (۱۳۸۸). طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل استدلال فازی ترکیبی
		کاظمی، ابوالفضل؛ قاسمی، جواد؛ زندیه، وحید (۱۳۹۰). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی؛ مطالعه موردی یکی از بانک‌های خصوصی کشور.
		مهرآرا، محسن؛ موسایی؛ میثم؛ تصویری، مهسا، حسن‌زاده، آیت (۱۳۹۰). رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان
۲	سابقه بدهی بانکی	رجب‌زاده قطری؛ علی، بهرام میرزایی؛ آرش، احمدی؛ احمدی (۱۳۸۸). طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل استدلال فازی ترکیبی
		کاظمی، ابوالفضل؛ قاسمی، جواد؛ زندیه، وحید (۱۳۹۰). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی؛ مطالعه موردی یکی از بانک‌های خصوصی کشور.
		تهرانی و شیرزادی، رضا؛ فلاح شمس، میر فیض (۱۳۸۴). طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور مهرآرا، محسن؛ موسایی؛ میثم؛ تصویری، مهسا، حسن‌زاده، آیت (۱۳۹۰). رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان
۳	طول عمر حساب مشتری	مهرآرا، محسن؛ موسایی؛ میثم؛ تصویری، مهسا، حسن‌زاده، آیت (۱۳۹۰). رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان
		خلیل عراقی، مریم، مدیریت ریسک اعتباری
		عرب مازاد، عباس (۱۳۸۵). عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی
۴	سابقه کار	رجب‌زاده قطری؛ علی، بهرام میرزایی؛ آرش، احمدی؛ احمدی (۱۳۸۸). طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل استدلال فازی ترکیبی
		کاظمی، ابوالفضل؛ قاسمی، جواد؛ زندیه، وحید (۱۳۹۰). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی؛ مطالعه موردی یکی از بانک‌های خصوصی کشور.
		اخباری؛ مهدیه، مخاطب رفیعی؛ فریمه (۱۳۸۹). کاربرد دستگاه‌های استدلال عصبی-فازی در رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک‌ها
۵	نسبت گردش دارایی	صفری؛ سعید، ابراهیمی شقاقی؛ مرضیه، شیخ؛ محمدجواد (۱۳۸۹). مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری).
		خلیل عراقی، مریم، مدیریت ریسک اعتباری
		عرب مازاد، عباس (۱۳۸۵). عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی
۶	بازده دارایی	رجب‌زاده قطری؛ علی، بهرام میرزایی؛ آرش، احمدی؛ احمدی (۱۳۸۸). طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل استدلال فازی ترکیبی
		کاظمی، ابوالفضل؛ قاسمی، جواد؛ زندیه، وحید (۱۳۹۰). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی؛ مطالعه موردی یکی از بانک‌های خصوصی کشور.
		اخباری؛ مهدیه، مخاطب رفیعی؛ فریمه (۱۳۸۹). کاربرد دستگاه‌های استدلال عصبی-فازی در رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک‌ها
		صفری؛ سعید، ابراهیمی شقاقی؛ مرضیه، شیخ؛ محمدجواد (۱۳۸۹). مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری).

ردیف	شاخص	ماخذ
		عرب مازاد، عباس، عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی
		تهرانی و شیرزادی، رضا؛ فلاح شمس، میر فیض. (۱۳۸۴). طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور مهرآرا، محسن؛ موسایی؛ میثم؛ تصویری، مهسا، حسن زاده، آیت (۱۳۹۰). رتبه بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان
۷	بازده حقوق صاحبان سهام	عرب مازاد، عباس، عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی
۸	بازده فروش	خلیل عراقی، مریم، مدیریت ریسک اعتباری عرب مازاد، عباس، عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی
۹	نسبت بدهی	اخباری؛ مهدیه، مخاطب رفیعی؛ فریمه (۱۳۸۹). کاربرد دستگاه‌های استدلال عصبی-فازی در رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک‌ها صفری؛ سعید، ابراهیمی شقاقی؛ مرضیه، شیخ؛ محمدجواد (۱۳۸۹). مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری). خلیل عراقی، مریم، مدیریت ریسک اعتباری
۱۰	ضریب اهرمی	اخباری؛ مهدیه، مخاطب رفیعی؛ فریمه (۱۳۸۹). کاربرد دستگاه‌های استدلال عصبی-فازی در رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک‌ها خلیل عراقی، مریم، مدیریت ریسک اعتباری عرب مازاد، عباس، عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی رجب‌زاده قطری؛ علی، بهرام میرزایی؛ آرش، احمدی؛ احمدی (۱۳۸۸). طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل استدلال فازی ترکیبی مهرآرا، محسن؛ موسایی؛ میثم؛ تصویری، مهسا، حسن - زاده، آیت. رتبه بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان (۱۳۹۰).
۱۱	نسبت آنی	مهرآرا، محسن؛ موسایی؛ میثم؛ تصویری، مهسا، حسن زاده، آیت. رتبه بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان (۱۳۹۰) صفری؛ سعید، ابراهیمی شقاقی؛ مرضیه، شیخ؛ محمدجواد (۱۳۸۹). مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری). عرب مازاد، عباس، عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی رجب‌زاده قطری؛ علی، بهرام میرزایی؛ آرش، احمدی؛ احمدی (۱۳۸۸). طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل استدلال فازی ترکیبی مهرآرا، محسن؛ موسایی؛ میثم؛ تصویری، مهسا، حسن زاده، آیت. رتبه بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان (۱۳۹۰)
۱۲	نسبت جاری	ریاضت، فرهاد (۱۳۸۱). ارزیابی عملکرد بانک‌ها از طرح تا عمل

نگاره ۳. شاخص نهایی

ردیف	شاخص	فرمول‌ها	توضیحات
۱	سابقه چک برگشتی	-	شرکت چک برگشتی دارد یا خیر
۲	سابقه بدهی بانکی	-	شرکت بدهی بانکی دارد یا خیر
۳	طول عمر حساب مشتری	-	مدت افتتاح حساب مشتری
۴	سابقه کار	-	آگهی تأسیس، روزنامه رسمی
۵	نسبت گردش دارایی	فروش/مجموع دارایی‌ها	نسبت فعالیت: چگونه دارایی یک شرکت به منظور فروش به کاررفته است.
۶	بازده دارایی	سود خالص/دارایی	نسبت سودآوری: چگونه دارایی به منظور رسیدن به سود خالص به کار گرفته شده است
۷	بازده حقوق صاحبان سهام	سود خالص/حقوق صاحبان سهام	نسبت سودآوری: چگونه حقوق صاحبان سهام به منظور رسیدن به سود خالص به کار گرفته شده است
۸	بازده فروش	سود خالص/فروش	نسبت سودآوری: نشان دهنده میزان تاثیر فروش بر سود خالص است.
۹	نسبت بدهی	بدهی کل/دارایی کل	نسبت‌های اهرمی: مجموع بدهی‌ها چه سهمی از مجموع دارایی‌های شرکت دارد.
۱۰	ضریب اهرمی	دارایی/حقوق صاحبان سهام	نسبت‌های اهرمی: چند برابر سرمایه می‌توان دارایی ایجاد کرد.
۱۱	نسبت آنی	بدهی جاری/دارایی‌های جاری - بدهی‌های جاری/جاری)	نسبت‌های نقدینگی: بیان گر قدرت پرداخت سریع موسسه است.
۱۲	نسبت جاری	دارایی‌های جاری/بدهی‌های جاری	نسبت‌های نقدینگی: نشان می‌دهد که چند برابر بدهی جاری شرکت، دارایی جاری وجود دارد.

۴-۲- متغیر وابسته

ریسک اعتباری

نتیجه عدم اطمینان نسبت به توانایی متقاضی در بازپرداخت تسهیلات یا عدم تمایل متقاضی برای عمل به تعهدات مندرج در قرارداد تسهیلات است (شیرزادی، ۱۳۸۵).

۵- سوالات پژوهش

سوال اصلی

- تعداد خوشه های بهینه برای کاستن از ریسک اعتباری مشتریان چه قدر است؟

سوالات فرعی

- عوامل موثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان کدامند؟
- اهمیت نسبی هر یک از شاخص های دخیل در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان به چه میزان است؟

۶- نتایج پژوهش

در پژوهش حاضر با مرور ادبیات ریسک اعتباری به جمع آوری شاخص های مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی پرداخته شد و پس از اخذ نظر خبرگان، شاخص های نهایی استخراج و ملاک عمل قرار گرفت. سپس بر اساس تعداد نمونه آماری بر اساس روش نمونه گیری کوکراین، وضعیت رتبه بندی 258 شرکت حقوقی دریافت کننده تسهیلات را با استفاده از روش SOM و K MEAN به منظور پاسخگویی به سوالات اصلی تحقیق بررسی گردید که نتایج به تفکیک سوالات به شرح ذیل ارائه شده است.

سؤال ۱) تعداد خوشه های بهینه برای کاستن از ریسک اعتباری مشتریان چه قدر است؟

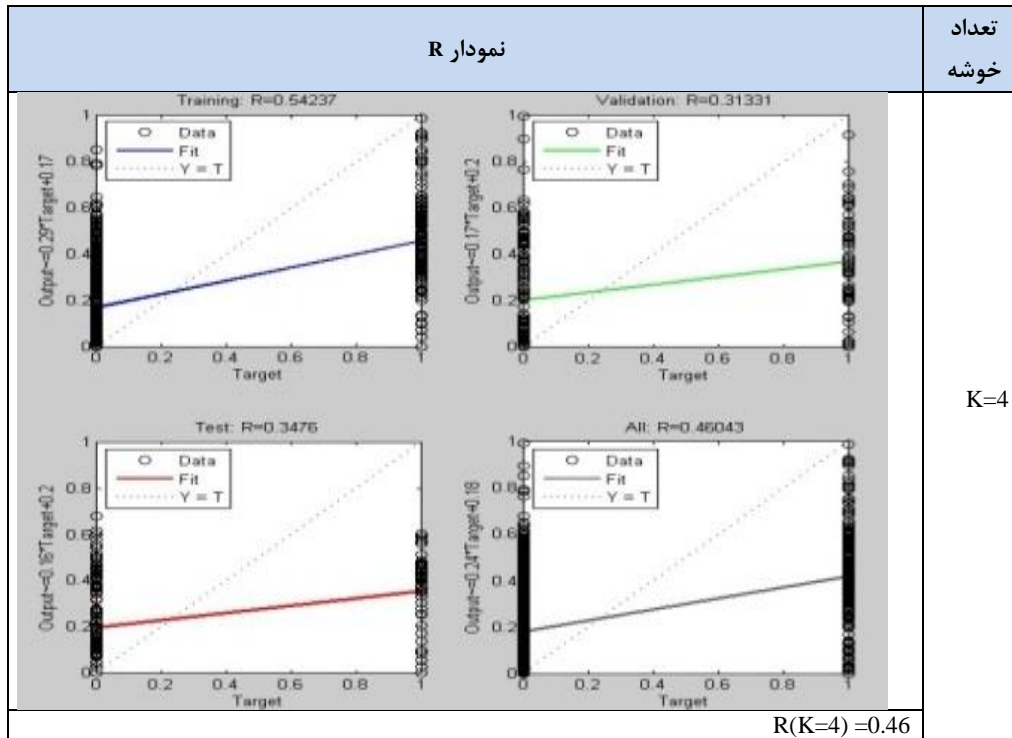
آن چنان که پیش تر ذکر شد، در این پژوهش از روش SOM ترکیبی با تصمیم گیری چندشاخصه و روش k-mean بهره گیری شده است. از جمله مفروضات این تکنیک وجود تعداد خوشه های معین است. به منظور انجام خوشه بندی به روش پیشنهادی گام های زیر طی گردید.

مرحله اول: الگوریتم تشخیص الگو

به منظور بررسی بهتر خروجی های این روش، الگوریتم را با فرض تعداد خوشه های مختلف اجرا و سپس تعداد بهینه خوشه ها مورد ارزیابی قرار گرفت (نمودار ۲). بدین منظور از روش تشخیص الگوی شبکه های عصبی بهره گیری شد. در هریک از نگاره ها پارامترهای آموزش^{۱۱}، اعتبارسنجی^{۱۱} و تجمعی^{۱۲} مورد ارزیابی قرار گرفته است.

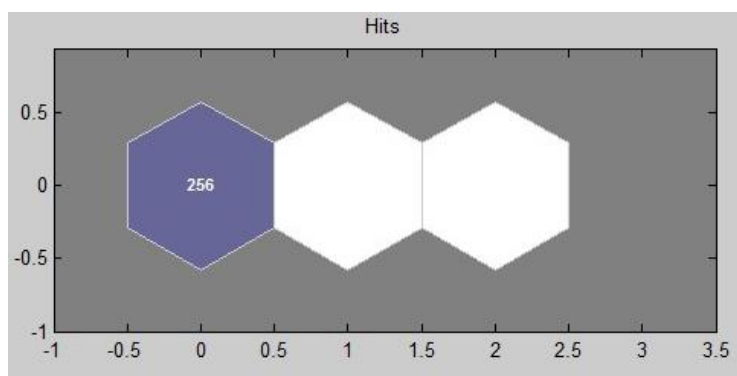
نمودار ۲. ارزیابی تعداد بهینه خوشه

نمودار R	تعداد خوشه
<p style="text-align: center;">K=2</p> <p style="text-align: right;">R(K=2) = 0.265</p>	
<p style="text-align: center;">K=3</p> <p style="text-align: right;">R(K=3) = 0.632</p>	



حال این سؤال مطرح است که کدام تعداد خوشه برای طبقه‌بندی شرکت‌ها مناسب است. شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی خوشه‌بندی وجود دارد که می‌توان آن‌ها را به سه دسته شاخص‌های بیرونی، شاخص‌های درونی و شاخص‌های نسبی تقسیم کرد (مؤمنی، ۱۳۹۰). برخی از شاخص‌های ارزیابی زمانی به‌خوبی جواب می‌دهند که خوشه‌ها به‌صورت فشرده (مانند توپ) باشند؛ ولی زمانی که شکل خوشه‌ها به این صورت نباشند (مانند داده‌های فضایی یا زیست‌شناسی) برخی از این شاخص‌ها جوابگو نیستند (هالکیدی و دیگران، ۲۰۰۲). دو نوع اول مستلزم آزمون‌های آماری است و از نظر محاسباتی زمان‌برند. شاخص‌های نوع سوم نیاز به آزمون‌های آماری ندارد. در جعبه‌ابزار matlab شبکه‌های عصبی مصنوعی دو پارامترهای R و MSE برای خوشه‌بندی معرفی شده است. پارامتر نخست معرف ضریب تعیین و دومی متوسط مربعات خطاها است. هرچه R بیشتر و MSE کمتر باشد، نشان‌دهنده وضعیت بهتر خوشه‌بندی است. بر اساس تحلیل پارامتر R در حالت تعداد خوشه‌های ۲، ۳ و ۴ معرف آن است که سه خوشه بهترین تعداد خوشه‌بندی است.

مرحله دوم: خوشه‌بندی SOM: نمودار (۳) معرف نحوه قرارگیری مشاهدات بر اساس الگوریتم SOM است. از آنجایی که کلیه مشاهدات در یک شش‌ضلعی قرار گرفته‌اند. به نظر می‌رسد روش SOM قابلیت مناسبی برای خوشه‌بندی و تحلیل خوشه‌ها ندارد.



نمودار ۳. طبقه‌بندی بر اساس SOM

یکی از کاربردی‌ترین خروجی‌های SOM نقشه رنگ آن است. نقشه رنگ به تحلیل‌گر کمک می‌کند به ارزیابی جامعه آماری بر اساس شاخص فاصله در هریک از خوشه‌ها بپردازد. در این نمودار (نمودار ۴) کدینگ رنگ معرف فاصله خوشه‌ها از هم است. لازم به ذکر است که رنگ تیره معرف فاصله زیاد میان مرکز خوشه‌هاست حال آنکه رنگ‌های روشن معرف فاصله کم میان خوشه‌هاست. لازم به ذکر است در نقشه رنگ تحلیل فاصله اقلیدسی برای هریک از شاخص‌ها به صورت مجزا استفاده شده است.

همان‌طور که نمودار شماره (۴) مشخص است در شاخص اول «نسبت آبی»، شاخص دوم «نسبت جاری»، شاخص چهارم «نسبت بازده دارایی»، شاخص پنجم «نسبت بازده حقوق صاحبان سهام» و شاخص هشتم «نسبت ضریب اهرمی»، فاصله معناداری بین خوشه اول و دوم وجود دارد لیکن بین خوشه دوم و سوم و همچنین خوشه اول و سوم فاصله معناداری در خصوص شاخص فوق وجود ندارد. به عبارت دیگر شرکت‌هایی که در خوشه اول و دوم قرار می‌گیرند در خصوص شاخص‌های فوق‌الذکر (اول، دوم، چهارم، پنجم و هشتم) متفاوت می‌باشند. لیکن شرکت‌های طبقه‌بندی‌شده در خوشه دوم و سوم و همچنین خوشه اول و سوم در خصوص شاخص مذکور متفاوت نمی‌باشند. در خصوص شاخص نهم «سابقه چک برگشتی» و شاخص دهم «سابقه بدهی بانکی»، بین خوشه اول و دوم تفاوت معناداری بین شرکت‌های موجود در این خوشه‌ها موجود نمی‌باشد لیکن بین شرکت‌های طبقه‌بندی‌شده در خوشه سوم و دوم و همچنین شرکت‌های طبقه‌بندی‌شده در خوشه دوم و سوم، تفاوت معنی‌داری موجود است. همچنین در خصوص شاخص سوم «نسبت گردش دارایی» بین شرکت‌هایی که در خوشه اول و دوم طبقه‌بندی‌شده‌اند در خصوص شاخص فوق تفاوت معناداری وجود دارد لیکن بین خوشه دوم و سوم در خصوص شاخص فوق تفاوت معناداری وجود

ندارد بین شرکت‌هایی که در خوشه اول و سوم قرار دارند در خصوص شاخص نسبت گردش دارایی تفاوت معناداری وجود دارد.



نمودار ۴. نقشه رنگ نگاشت خودسامان ده بر اساس ۱۲ شاخص در سه خوشه

جمع‌بندی کلی در شبکه عصبی مصنوعی در خوشه‌بندی آن بود که:

- تعداد خوشه بهینه ۳ است.
- نگاشت خودسامان ده ابزار مناسبی برای خوشه‌بندی داده‌های موجود نیست.
- نقشه رنگ کمک شایانی در تحلیل فاصله میان مراکز خوشه‌ها از حیث شاخص‌های دوازده‌گانه می‌کند.

مرحله سوم: خوشه‌بندی بر اساس روش K-MEAN:

با عنایت به نمودار ۴ نگاشت خودسامان ده ابزار مناسبی برای خوشه‌بندی داده‌ها نیست. لذا از روش K-Mean به منظور خوشه‌بندی داده‌ها مربوط به مشتریان حقوقی استفاده شده است. SOM تمامی مشاهدات را در یک خوشه طبقه‌بندی نمود بر این اساس SOM ابزار مناسبی جهت خوشه‌بندی نبود داده‌های موجود نبوده و کارایی لازم را نداشت. لذا از روش K-MEAN جهت خوشه‌بندی استفاده شد.

۱۵۱ شرکت متعلق به خوشه ۱، ۲۹ شرکت مربوط به خوشه ۲ و ۷۶ شرکت متعلق به خوشه ۳ می‌باشند. بر اساس دریافت نظرات خبرگان در حوزه تصمیم‌گیری اعتباری و با عنایت به آیین‌نامه‌های رتبه‌بندی اعتباری، خوشه ۳ دارای ریسک اعتباری مطلوب می‌باشند به عبارت دیگر اعطای تسهیلات به این

گروه از مشتریان برای بانک دارای ریسک پایین هست. خوشه ۲ دارای ریسک اعتباری بالا می‌باشند به عبارت دیگر در اعطای تسهیلات به این گروه از شرکت‌ها می‌بایست پیش‌بینی‌های لازم در خصوص اخذ وثایق معتبر به منظور پوشش ریسک اعتباری لحاظ گردد. خوشه ۱ دارای ریسک اعتباری متوسط می‌باشند

سؤال ۲) عوامل مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان کدامند؟

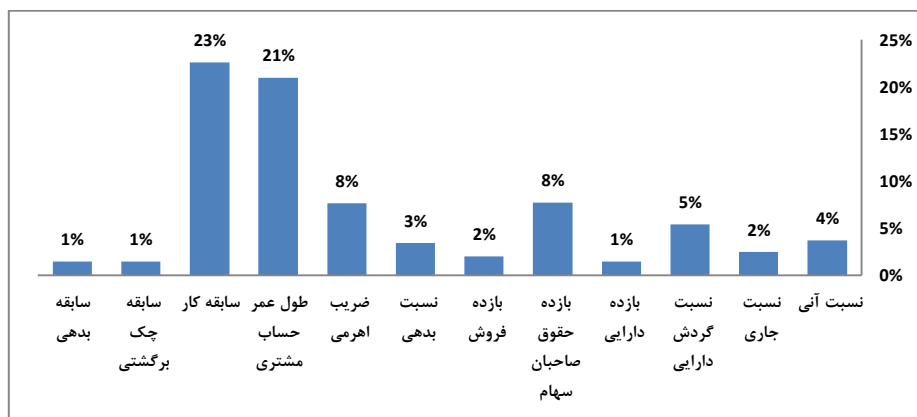
با بررسی ادبیات موضوع در حوزه ریسک اعتباری ۲۹ شاخص بر اساس مدل‌های گوناگون از قبیل (LAAP,6C,5P) در خصوص مشتریان حقوقی درخواست‌کننده تسهیلات استخراج گردید. بر اساس میزان تکرارپذیری در پژوهش‌های پیشین و هم‌چنین کسب نظر خبرگان ۱۲ شاخص به نگاره ۴ نهایی گردید.

نگاره ۴. شاخصهای نهایی

ردیف	شاخص
11	سابقه چک برگشتی
22	سابقه بدهی بانکی
33	طول عمر حساب مشتری
44	سابقه کار
55	نسبت گردش دارایی
66	بازده دارایی
77	نسبت بدهی
88	بازده حقوق صاحبان سهام
99	بازده فروش
110	ضریب اهرمی
111	نسبت آنی
1	نسبت جاری

سؤال ۳) اهمیت نسبی هر یک از شاخص‌های دخیل در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان به چه میزان است؟

اهمیت نسبی هر یک از شاخص‌های ۱۲ گانه فوق بر اساس روش انحراف معیار محاسبه گردید. بر این اساس، شاخص‌های ۱۲ گانه فوق دارای اوزانی به شرح ذیل می‌باشد.



نمودار ۴. وزن شاخص های نهایی

۷- نتیجه گیری و بحث

در پژوهش حاضر با مرور ادبیات ریسک اعتباری به جمع آوری شاخص های مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی پرداخته شد و پس از اخذ نظر خبرگان، شاخص های نهایی استخراج و ملاک عمل قرار گرفت. سپس بر اساس تعداد نمونه آماری بر اساس روش نمونه گیری کوکراین، وضعیت رتبه بندی ۲۵۶ مشتری حقوقی دریافت کننده تسهیلات با استفاده از روش SOM و K MEAN مورد بررسی قرار گرفت. براساس این پژوهش از میان ۲۹ شاخص اولیه، ۱۲ شاخص بر حسب فراوانی و نظر خبرگان نهایی گردید. در ضمن سه خوشه به عنوان خوشه بهینه قرار گرفت. هر یک از خوشه ها براساس نظر خبرگان برحسب میزان ریسک کم ریسک، ریسک متوسط، پر ریسک طبقه بندی شده اند؛ که براساس روش k-mean از میان ۲۵۶ مشتری حقوقی، ۱۵۵ مشتری در خوشه کم ریسک، ۷۶ در خوشه ریسک متوسط و ۲۹ مشتری در خوشه پر ریسک قرار گرفتند.

بر این اساس مدل های تصمیم گیری که توسط مریم عراقی نگاشته شده است ۱۴ شاخص نظیر نسبت ارزش ویژه به کل دارایی، نسبت سود خالص به سرمایه گذاری، تبحر متقاضی، اولویت صنعت برای بانک، شناخت بانک از مشتری، سودخالص به کل دارایی، وثیقه، کل بدهی به کل دارایی، سود قبل از مالیات به حقوق صاحبان سهام، سود خالص به فروش، نسبت سودخالص به حقوق صاحبان سهام، معدل مانده حساب مورد استفاده قرار گرفت.

در مقاله با عنوان عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی توسط دکتر عباس عرب مازار و پونه روئین تن منتشر گردیده از میان ۳۶ شاخص، ۱۷ شاخص به عنوان شاخص نهایی مشخص گردیده است که عبارت اند از سابقه همکاری با بانک، سابقه بدهی بانک، مبلغ وام، معدل حساب، گردش حساب بدهکار و بستنکار، دارایی جاری، بستنکاران، بدهی بانک ها، بدهی کل، نسبت جاری، نسبت نقدی، نسبت گردش

سرمایه جاری، نسبت دوره وصول مطالبات، نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه و نسبت بدهی کل به دارایی شاخص بااهمیت شناخته شدند.

در مقاله تعیین و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی که نویسندگان آن دکتر تهرانی و فلاح شمس هستند از ۵ شاخص آلتمن استفاده گردید که عبارت‌اند از نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، نسبت سود انباشته به کل دارایی‌ها، نسبت سود از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها، نسبت ارزش فروش.

در مقاله مدیریت ریسک اعتباری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها که توسط سعید صفری ارائه گردیده است با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی از میان شاخص‌های مختلف شاخص‌هایی نظیر وام کوتاه‌مدت به مجموع دارایی، وام کوتاه‌مدت به فروش خالی، نسبت کل بدهی به کل دارایی، مجوز کسبی، سابقه بازپرداخت، ارزش ویژه به مجموع دارایی، دارایی جاری به دارایی ثابت، نرخ بازده دارایی به عنوان شاخص بااهمیت برگزیده شد.

در پژوهش حاضر با از میان ۲۹ شاخص استخراجی، ۱۲ شاخص با نظرات خبرگان و فراوانی براساس نظر خبرگان شناسایی گردید؛ که عبارت‌اند از داشتن سابقه بدهی بانکی و چک برگشتی، طول عمر حساب مشتری، سابقه کار، نسبت گردش دارایی، بازده دارایی، بازده حقوق صاحبان سهام، بازده فروش، نسبت بدهی، ضریب اهرمی، نسبت آبی، نسبت جاری. بر این اساس در بانک توسعه تعاون شاخص‌های طول عمر حساب مشتری و سابقه فعالیت مشتری به عنوان دو شاخص بااهمیت نسبت به سایر شاخص‌ها برگزیده شد.

هم چنین در مقاله در مقاله ای با عنوان عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان که نویسندگان آن دکتر عباس عرب مازار، پونه روئین تن، این تحقیق باهدف شناسایی عوامل مؤثر و تدوین مدلی برای سنجش ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک کشاورزی ایران به روش رگرسیون لجستیک انجام شده است. در این پژوهش مشتریان به دو گروه مشتریان خوش حساب و بد حساب تقسیم شدند. در مقاله خوشه‌بندی اعتباری مشتریان برای ارائه تسهیلات متناسب که توسط امیر افسر و رحمت هوشدار مهجوب و بهروز مینایی ارائه شد با استفاده از شبکه عصبی ۱۰ خوشه به عنوان خوشه بهینه تعیین گردید. همچنین در مقاله مقاله کاربرد شبکه‌های عصبی در رتبه‌بندی اعتباری فروش اقساطی متقاضیان وام توسط آقای نیلساز و همکاران در سال ۱۳۸۶ انتشار یافت مشتریان به گروه مشتریان بد مشتریان خوب تقسیم بندی شدند. در حالی که در پژوهش حاضر از با استفاده از شبکه عصبی ۳ خوشه به عنوان خوشه بهینه تعیین گردید و مشتریان براساس وضعیت مشتریان به سه دسته پر ریسک، ریسک متوسط، کم ریسک طبقه‌بندی گردیدند.

• با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای کاربردی به شرح زیر قابل ارائه است

(۱) از آنجایی که ۲ شاخص طول عمر حساب مشتری و سابقه فعالیت مشتری وزن بیشتری نسبت به سایر شاخص مورد بررسی دارند، بنابراین بانک مورد نظر می‌تواند رتبه اعتباری بالاتری به مشتریانی با این ویژگی اختصاص دهد.

۲) بانک مورد بررسی می‌تواند برای مشتریان کم ریسک خود پاداش‌های مختلفی نظیر اعطای تسهیلات با شرایط سهل‌تر نسبت به سایر مشتریان و... تا بتواند زمینه وفاداری این‌گونه مشتریان را فراهم سازد.

۳) بانک می‌تواند برای مشتریان با ریسک متوسط اقدام به تهیه طرح‌های تشویقی نماید تا بتواند ضمن کاهش ریسک اعتباری بانک و بهبود رتبه اعتباری مشتری زمینه وفاداری مشتری را افزایش دهد.

۴) با عنایت بخشنامه طبقه‌بندی دارایی‌ها که توسط بانک مرکزی منتشر گردیده است، باید در خصوص مشتریانی که ریسک بالایی دارند اقدام به اخذ وثایق ضریب ۱۰۰ کرد.^{۱۳}

فهرست منابع

- * ابراهیمی، احمدرضا، دریابر، عبدالله، (۱۳۹۱). مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی- رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی. فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، سال اول، شماره دوم.
- * اخبازی، مهدیه، مخاطب رفیعی، فریماه (۱۳۸۹). کاربرد دستگاه‌های استدلال عصبی- فازی در رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک‌ها، مجله تحقیقات اقتصادی، دوره سوم، شماره ۴۵.
- * اختیاری، مصطفی، (۱۳۸۹)، معرفی یک روش و رویکرد توسعه یافته برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، دوره دوم، شماره ۱۷۹، ۲۵-۱۶۱.
- * اصغر پور، محمدجواد، (۱۳۸۵)، تصمیم‌گیری چند معیاره. تهران، انتشارات دانشگاه تهران (چاپ چهارم).
- * افسر، امیر، هوش دار مهجوب، رحمت، مینایی، بهروز (۱۳۹۲) خوشه‌بندی اعتباری مشتریان برای ارائه تسهیلات متناسب، پژوهش‌های مدیریت، دوره ۱۷، شماره ۴، ص ۲۵-۴۱.
- * آذر عادل. (۱۳۸۱). آمار و کاربرد آن در مدیریت. تهران. انتشارات سمت.
- * بازرگان، عباس، سرمدی، الهه، (۱۳۹۲) روش تحقیق در علوم تربیتی، تهران مؤسسه نشر آگه.
- * بهرامی، مهناز. (۰) بررسی رتبه‌بندی کم در بانک‌های اسلامی، سیزدهمین همایش بانکداری اسلامی.
- * تهرانی، رضا شیرزادی، رضا؛ فلاح شمس، میر فیض. (۱۳۸۴)، طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره ۲۲، شماره ۲، ص ۴۵-۵۹.
- * دهقان، محمد، (۱۳۸۴). بررسی تأثیر بی‌ثباتی درآمدهای ارزی بر سرمایه‌گذاری مورد مطالعات ایران (۱۳۳۸-۱۳۷۸). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز.
- * راستی، محمدرضا، اختیاری، مصطفی (۱۳۸۶). تصمیم‌گیری گروهی برای رتبه‌بندی مشتریان. فصلنامه بانک سپه، شماره ۱۲۲، ۳۳-۲۶.
- * رجب‌زاده قطری، علی، میرزایی، بهرام، احمدی؛ آرش، (۱۳۸۸)، طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل استدلال فازی ترکیبی، فصلنامه پژوهش‌نامه بازرگانی، شماره ۵۳، ص ۲۰۱-۱۵۹.

- * رستمی، علی، دیگران، (۱۳۹۳). امکان سنجی فقهی، اقتصادی، و کاربردی جهت مشارکت سطح اقتصاد خرد در بهبود ریسک اعتباری بانکها، فصلنامه دانش سرمایه گذاری. سال سوم، شماره نهم.
- * شریعت پناهی، مجید، هاشمی برکاهی، سیما، (۱۳۸۷)، ارائه مدلی برای اعتبار سنجی مشتریان در بانک صنعت و معدن. شماره ۲۱، ص ۶۱ تا ۸۲.
- * شیرزادی، نازنین، (۱۳۸۵)، طراحی و تبیین مدل کمی ریسک اعتباری در بانک تجارت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- * صالحی صدقیانی؛ جمشید (۱۳۸۰)، رویکرد ریاضی به فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP. مجله مطالعات مدیریت بهبود و تحول، شماره ۳۱ و ۳۲، ص ۱۱۱-۱۳۶
- * صفری، سعید، ابراهیمی شقاقی، مرضیه، شیخ، محمدجواد، (۱۳۸۹)، مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری). پژوهش‌های مدیریت. دوره ۱۴، شماره ۴، ۱۶۸-۱۳۷
- * طالبی، محمد، شیرزادی، نازنین، (۱۳۹۰). ریسک اعتباری؛ اندازه‌گیری و مدیریت، انتشارات سمت تهران.
- * عبد تبریزی، حسین، رادیور، میثم، (۱۳۸۸)، اندازه‌گیری و مدیریت ریسک بازار. رویکرد ارزش در معرض ریسک، نشر پیش برد تهران.
- * عتیقه‌چیان، آرزو. برادران کاظم‌زاده، رضا، سپهری، محمدمهدی، (۲۰۰۷)، مصورسازی و تحلیل فرایند جستجوی فضای جواب توسط الگوریتم ژنتیک در حل مسائل بهینه یابی ترکیبی پیچیده با استفاده از خوشه‌بندی فضای جستجو، IDMC07، تهران، ایران صفحه ۲۱-۳۷.
- * عرب مازار، عباس، روئین تن، پونه، (۱۳۸۵)، عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی؛ مورد مطالعه موردی بانک کشاورزی، شماره ۶، ص ۴۵-۸۰.
- * فرد حریری؛ علی‌رضا (۱۳۸۷)، مدل‌سازی ریسک و رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک رفته کارگران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- * قاسمی، احمدرضا. اصغری زاده، عزت‌الله، (۱۳۹۳). به‌کارگیری روش شبکه‌های عصبی مصنوعی خود سامانده اصلاح‌شده در تعیین سطح سرآمدی شرکت‌های پتروشیمی کشور، نشریه مدیریت فناوری اطلاعات. دوره ۷.
- * قاسمی، احمدرضا، (۱۳۹۲)، ارائه مدل تعالی عملکرد H3SE در صنعت پتروشیمی، پایان‌نامه مقطع دکتری تخصصی مدیریت صنعتی دانشگاه تهران، ایران.
- * کشاورز خداداد، غلام‌رضا، آیتی گازار، حسین، (۱۳۸۶)، مقایسه کارکرد مدل لایت و روش درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیونی در فرآیند اعتبار سنجی متقاضیان حقیقی برای استفاده از تسهیلات بانکی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی. سال هفتم، شماره چهارم، ص ۷۱-۹۷.

- * محرابی، لیلا، (۱۳۸۹). مدیریت ریسک در نظام بانکداری بدون ربا با تأکید بر ریسک اعتباری. تازه‌های اقتصاد. شماره ۱۳۰، ص ۷۰-۷۷
- * محرابی، لیلا، مدیریت ریسک در نظام بانکداری بدون ربا، تازه‌های اقتصاد، سال هشتم، شماره ۱۳۰، ص ۷۰-۷۷.
- * مدرس، احمد، ذکاوت، سید مرتضی، (۱۳۸۶)، مدل‌های ریسک اعتباری مشتریان بانک. فصلنامه حسابرس، شماره ۱۹، بهار، ۵۴-۷۹.
- * موسویان، سید عباس، موسوی بیوکی، سید محمدمهدی، (۱۳۸۹)، بررسی امکان استفاده از سواب بازده کل جهت مدیریت ریسک اعتباری در بانکداری اسلامی، فصلنامه پژوهشی اقتصاد اسلامی، دوره ۳۷، شماره ۱، ص ۱۲۱-۱۴۶.
- * مهر آرا، محسن، موسایی، میثم، تصویری، مهسا، حسن‌زاده، آیت، (۱۳۸۸). رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک پارسیان، دوره سوم، شماره ۳، ص ۱۵۰-۱۲۱.
- * نیلساز، حمید، راسخ، عبدالرحمن، عصاره، علیرضا، سینایی، حسنعلی، (۱۳۸۶)، کاربرد شبکه عصبی در رتبه‌بندی اعتباری فروش اقساطی متقاضیان وام، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۳۲-ص ۸۷-۱۰۹
- * Abdou H. & et al. (2007). "Neural nets versus conventional techniques in credit Rating in Egyptian banking"; Expert System With Application.35(3):1275-1292
- * Allen J. (1995). "A promise of approvals in minutes, not hours"; American Banker,28(3):115-143.
- * Altman, E. I. (1993) Corporate Financial Distress and Bankruptcy: A Complete Guide to Predicting & Avoiding Distress and Profiting from Bankruptcy, New York, John Wiley & Sons Inc.
- * Beaver W. (1966) "Financial ratios as predictors of failure"; Journal of Accounting Research, 3(1): 25-41.
- * Bloom, J.Z. (2005). Market segmentation: Aneural network application. Annals of Tourism Research,32 (1): 93-111.
- * Bryant K. (۲۰۰۱). "Alles: an agricultural loan evaluation expert system"; Expert System With Application, 21(2):21-38.
- * Fujita, M. and Tamai, T. (1987) Credit Card Application Assessmentwith a Profiling System, Proc. 5th Knowledge Engineering Symposium, The Society of Instrument and Control Engineers, pp. 135-140, in Japane
- * Generation Approach for Managing Credit Scoring Problems. (2001)" In Fuzzy Sets in Management, Economics and Marketing. (ed.),223-228.
- * Jamshidi, (۲۰۰۹). "Customer authentication methods", Institute for Monetary and Banking,22(5),23-25
- * Kalteh, A. M. Hjorth, P. & Berndtsson, R. (2008). Review of the self-organizing map (SOM) approach in water resources: analysis, modelling and application. Environmental Modelling & Software, 23(7), 835-845.
- * Kiss F, (2003), "Credit rating process from a knowledge management prospective"; Budapest University of Technology and Economics.
- * Predicting & Avoiding Distress and Profiting fromBankruptcy; 2nd Edition, New York

- * Saunders, A. and Allen, L. (2002). Credit Risk Measurement, Second Edition, New York: John Wiley & Sons.
- * West D. (2000), "Neural network credit rating models"; Journal of Computers & Operations Research, 27(4):69-85.
- * Yang, ZR. Platt MB. Platt HD. (2001). Probabilistic neural networks in bankruptcy prediction; Journal of Business Research,20(2):67-74

یادداشت‌ها

¹ Elmer & Borowski

² Morgan

³ Credit metrics

⁴ Treacy

⁵ Value-at-Risk

⁶ Artificial Neural Networks

⁷ Gordy

⁸ Unsupervised learning

⁹ Best Matching Unit

¹⁰ Training

¹¹ Validation

¹² All

^{۱۳} بخشنامه طبقه بندی دارایی ها برای هریک از وثایق ضریبی را در نظر می گیرد که نشان دهنده ارزش آن وثیقه است. براساس این بخشنامه سفته دارای ضریب ۰ و وثایق ملکی دارای ضریب ۷۰ و وثایق گروه نقد از قبیل گواهی سپرده دارای ضریب ۱۰۰ هستند.