

# بررسی رفتار اعتباری مشتریان تسهیلات مصرفی بخش مسکن با استفاده از شبکه‌های عصبی امتیازبندی اعتباری

دکتر حسین عبده تبریزی\*

دکتر محمود البرزی\*\*

دکتر احمد ودادی\*\*\*

## چکیده

امروزه سیستم‌های هوشمند کاربردهای فراوانی در امور مختلف بانکی و مالی پیدا کرده‌اند. بررسی و تصویب اعتبارات، یکی از کاربردهای شبکه‌های عصبی است. از طرف دیگر محدودیت منابع در بخش مسکن و به تبع آن کمبود مسکن در کشور، تخصیص بهینه منابع را یک ضرورت نموده است. پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل مناسب بررسی رفتار اعتباری مشتریان تسهیلات مصرفی - تسهیلات خرید مسکن - با استفاده از شبکه‌های عصبی جهت امتیازبندی اعتباری شکل گرفته است. در راستای این هدف ابتدا عوامل مهم تاثیرگذار بر رفتار اعتباری مشتریان شناسایی گردیده و سپس مشتریان به سه گروه خوش حساب، سررسید گذشته و بدحساب تقسیم شدند. همچنین داده‌های تاریخی پس از شناسایی و آماده سازی به دو مجموعه آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. در مرحله بعد مدل‌های شبکه عصبی پس از طراحی، با داده‌های آموزشی، آموزش داده شده و سپس با داده‌های آزمایشی مورد آزمون قرار گرفتند. جهت مقایسه مدل‌های شبکه عصبی با روشهای آماری، تابع ممیز مدل آنالیز ممیزی با استفاده از داده‌های آموزشی به روش گام به گام بدست آمده و سپس بر روی داده‌های آزمایشی اجرا گردید. مقایسه نتایج حاصله، نشان می‌دهد که مدل‌های شبکه عصبی نسبت به مدل آنالیز ممیزی از قدرت پیش‌بینی بالاتری برخوردار هستند. با توجه به نتایج بدست آمده، در بخش پایانی ضمن معرفی مدل مناسب رتبه‌بندی اعتباری، توصیه‌های کاربردی ارائه گردیده است.

## واژگان کلیدی:

ارزیابی اعتبار<sup>۱</sup>، مدل‌های رتبه‌بندی اعتبار<sup>۲</sup>، شبکه‌های عصبی<sup>۳</sup>، آنالیز ممیزی<sup>۴</sup>.

\* عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی بانکداری ایران

\*\* عضو هیات علمی دانشگاه صنعت نفت

\*\*\* عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

1 - Credit Scoring  
2 - Credit Scoring Models  
3 - Neural networks  
4 - Discriminant Analysis

## مقدمه

در تصویب اعتبارات، ارزیابی اعتبار مشتریان یکی از موارد بسیار پیچیده در فعالیت‌های مالی به شمار می‌رود (البرزی، عبده تبریزی، ۱۳۷۵). برای اعطای تسهیلات، باید درجه اعتبار و قدرت بازپرداخت اصل و سود تسهیلات دریافت‌کننده را تعیین نمود تا احتمال عدم برگشت اصل و سود تسهیلات اعطائی، یعنی ریسک درجه اعتبار، کاهش یابد. این ریسک، احتمال عدم بازپرداخت و معوق شدن بازپرداخت اصل و سود تسهیلات را نشان می‌دهد. یکی از روش‌های کاهش این ریسک، طراحی نظام تعیین درجه اعتباری برای دریافت‌کنندگان تسهیلات است (شایان آرانی، ۱۳۸۰). با استفاده از مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری، رتبه یا درجه اعتباری متقاضی مشخص شده و براساس آن راجع به اعطای تسهیلات یا عدم اعطاء تصمیم‌گیری می‌شود.

ارزیابی اعتباری مشتریان می‌تواند توسط کارشناسان خبره و ارزیاب‌ها انجام پذیرد. لیکن این امر اغلب به علت کمبود وقت، هزینه بالا، کمبود تعداد افراد خبره و تعدد موارد ارزیابی، مقرون به صرفه نیست. با استفاده از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات که تحول عظیمی در عرصه‌های مختلف از جمله سیستم بانکداری بوجود آورده است می‌توان این امر را با هزینه کم، سرعت بیشتر و دقت بالا انجام داد. در مدل شبکه‌های عصبی امتیازبندی اعتباری با استفاده از الگوهای نهفته در داده‌های تاریخی، حساب‌های خوب (مشتریان خوش حساب) و حساب‌های بد (مشتریان بدحساب) از هم قابل تفکیک هستند.

## مروری بر ادبیات پژوهش

ادبیات پژوهش مشتمل بر سه موضوع رتبه‌بندی اعتبار، شبکه‌های عصبی و آنالیز ممیزی است. که هر یک به اختصار توضیح داده می‌شود.

## رتبه‌بندی اعتبار

بانک‌ها در انجام فعالیت‌های مختلف خود با ریسک‌های مختلفی روبرو هستند. از نظر بانک‌داری، ریسک به معنی عدم قطعیت در رابطه با یک اتفاق است. (Rose, 1999, 170) گروهی<sup>۱</sup> ریسک‌های بانک‌ها را به شرح زیر بیان می‌کند. (Crouhy, 2000, 35)

- ۱- ریسک بازار
- ۲- ریسک اعتباری

۳- ریسک نقدینگی

۴- ریسک عملیاتی

۵- ریسک ضوابط اجرائی

۶- ریسک انسانی

از نظر رز<sup>۲</sup> (Ibid) بانکداران با شش نوع ریسک روبرو هستند.

۱- ریسک اعتباری

۲- ریسک نقدینگی

۳- ریسک بازار

۴- ریسک نرخ بهره

۵- ریسک سودآوری

۶- ریسک ناتوانی در پرداخت تعهدات

سینکی<sup>۳</sup> سه ریسک زیر را ریسک‌های بانک‌ها می‌داند. (Sinkey, 1992, 389)

۱- ریسک اعتباری

۲- ریسک نرخ بهره

۳- ریسک نقدینگی

وی معتقد است که علت مواجهه بانک‌ها با بحران‌های عمده مالی، ریسک اعتباری بیش از حد آنها است که در اثر زیان و ضرر ناشی از اعطای وام‌ها به وجود آمده است.

تعاریف مختلفی از ریسک اعتباری شده است. سینکی ریسک اعتباری را به شکل زیر تعریف می‌کند. "خطر اساسی در اعطای اعتبار عبارت است از احتمال اینکه وام‌گیرنده نتواند وام خود را بازپرداخت نماید این عدم قطعیت به عنوان ریسک اعتباری شناخته می‌شود." (Ibid, 519)

شایان آرانی تعریف زیر را از ریسک اعتباری ارائه می‌نماید (همان منبع).

"احتمال عدم برگشت اصل و فرع تسهیلات اعطا شده را ریسک درجه اعتباری تعریف می‌کنیم. این ریسک به حالت‌های زیر خود را نشان می‌دهد.

الف) احتمال کاهش توان بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات توسط مشتری

ب) احتمال عدم بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات توسط مشتری

ج) احتمال معوق شدن بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات توسط مشتری"

وی برای مدیریت ریسک درجه اعتباری روش‌های زیر را پیشنهاد می‌کند.

2. Rose  
3. Sinkey

1. Crouhy

۱- طراحی نظام تعیین درجه اعتباری برای دریافت‌کنندگان تسهیلات

۲- تعیین سقف تسهیلات قابل اعطا و وثیقه‌های لازم با در نظر گرفتن درجه اعتباری محاسبه شده

۳- ایجاد تنوع در طیف تسهیلات اعطایی با درجه اعتباری مختلف

۴- تعیین هزینه یا جرایم متعدد در صورت معوق شدن بازپرداخت‌های اصل و فرع

رتبه‌بندی اعتبار، یک مدل علمی ارزیابی ریسک اعتباری مرتبط با تقاضای اعتبار جدید است. با توجه به اینکه مدل‌ها به صورت تجربی طراحی می‌شوند و براساس اطلاعات به دست آمده از تجربیات قبلی توسعه می‌یابند، می‌توان گفت رتبه‌بندی اعتبار یک ابزار عینی ارزیابی ریسک است. سیستم رتبه‌بندی می‌تواند به بانک کمک کند تا با اطمینان بیشتری تسهیلاتی را تعهد نماید و می‌تواند به مدیریت، بصیرت بیشتری برای اندازه‌گیری ریسک اعتبار بدهد. (Kossman & Caire, 2003, 3)

ریچسون<sup>۱</sup> مزایای رتبه‌بندی اعتبار را به شرح زیر می‌داند. (Richeson, etal, 1998, 439)

۱- کنترل مدیریت را تقویت می‌کند.

۲- هزینه پردازش فرآیند اعطای وام را کاهش می‌دهد.

۳- توجیهات مشروع و قابل قبول را افزایش می‌دهد.

۴- آموزش وام‌دهندگان جدید را آسان می‌کند.

۵- گردآوری داده‌ها را تسهیل می‌کند.

جنسون<sup>۲</sup> مزایای رتبه‌بندی اعتبار را به شکل زیر دسته‌بندی می‌کند. (Jensen, 1996, 455)

۱- هزینه پردازش کاهش می‌یابد.

۲- کنترل اعتباری بهبود می‌یابد.

۳- درخواست‌های وام بر اساس قومیت و به طرز ناشایست، دسته‌بندی نمی‌شوند.

۴- استانداردهای اعتبار به راحتی تنظیم می‌شوند.

۵- تصمیم در مورد اعطای وام سریع گرفته می‌شود.

کیس و فرنس<sup>۳</sup> مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری را در دو گروه بزرگ به شرح زیر دسته‌بندی می‌نمایند. (Kiss & Ference, 2003, 97)

الف) مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری پارامتریک شامل:

۱- مدل احتمال خطی<sup>۴</sup>

1. Richeson

2. Jensen

3. Kiss & Ference

۲- مدل‌های پروبیت ولجیت<sup>۵</sup>

۳- مدل‌های مبتنی بر آنالیز ممیزی<sup>۶</sup>

۴- شبکه‌های عصبی<sup>۷</sup>

ب) مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری ناپارامتریک شامل:

۱- برنامه‌ریزی ریاضی<sup>۸</sup>

۲- درخت‌های دسته‌بندی<sup>۹</sup>

۳- مدل نزدیک‌ترین همسایه<sup>۱۰</sup>

۴- فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱۱</sup>

۵- سیستم‌های خبره<sup>۱۲</sup>

فنسترستوک<sup>۱۳</sup>، انواع سیستم‌های رتبه‌بندی را در سه دسته زیر قرار می‌دهد. (Fensterstock, 2003, 10-11)

۱- سیستم‌های قضاوتی یا قاعده مند<sup>۱۴</sup>

شرکت‌هایی که از سیستم رتبه‌بندی رسمی استفاده نمی‌کنند از نوعی سیستم قاعده‌مند یا قضاوتی سود می‌جویند. در حقیقت با جمع‌آوری پاسخ‌های پرسشنامه و براساس تجارب قبلی، تصمیم‌گیری می‌نمایند.

۲- رتبه‌بندی رفتار (رتبه‌بندی بر مبنای آمار)<sup>۱۵</sup>

گرچه این سیستم‌ها شبیه سیستم‌های قضاوتی هستند اما عوامل و ضرایب وزنی هر یک از متغیرها براساس آنالیز آماری عملکرد گذشته شرکت، سنجیده می‌شود.

۳- سیستم‌های شبکه عصبی<sup>۱۶</sup>

سیستم شبکه عصبی می‌تواند حساب‌های بالفعل و بالقوه را به چندین کلاس ریسک اعتباری تقسیم کند. این سیستم می‌تواند به صورت خودکار مشخص کند که چه ویژگی‌هایی، در پیش‌بینی بدحسابی اهمیت بیشتری دارند. در واقع سیستم شبکه عصبی یک محصول از کاربرد هوش مصنوعی است که از طریق فراگیری ساختار داده‌های تاریخی<sup>۱۷</sup> رابطه بین ویژگی‌های حساب و احتمال کوتاهی را، مشخص می‌کند.

4. Linear Probability Model

5. Probit and Logic Models

6. Discrimination Analysis-based Models

7. Neural Networks

8. Mathematical Programing

9. Classification Trees

10. Nearest Neighbours Model

11. Analytical Hierarchy Process

12. Expert Systems

13. Fensterstock

14. Judgmental or Rule Based Systems

15. Behavior Scoring (Statistical – Based Scoring)

16. Neural Network Systems

17. Historical Data

قدم ششم: ارزیابی و آزمایش مدل<sup>۷</sup>  
 قدم هفتم: انتخاب متغیر<sup>۸</sup>  
 قدم هشتم: مدل تصمیم نهایی<sup>۹</sup>  
 قدم نهم: پیاده‌سازی<sup>۱۰</sup>

وی همچنین اشاره دارد که سیستم رتبه‌بندی نیازمند نگهداری است و برای گرفتن نتایج بهتر در دوران نگهداری باید اقدامات زیر صورت پذیرد.

۱- عملکرد مدل در مقابل اهداف باید به صورت پیوسته (دائمی) ارزیابی گردد.

۲- اگر نرخ خطای دسته‌بندی غلط، بالا بود، منبع خطا باید مشخص گردد. منبع خطا ممکن است یکی از موارد زیر باشد:

الف- داده بد

ب- وزن‌های نامناسب

ج- حذف یا فراموش شدن مشخصه‌های تاثیرگذار، در مراحل توسعه

د- در نظر نگرفتن ریسک بالای حساب‌ها به علت نمونه بد

ه- در نظر نگرفتن خطوط جدید تجارت

۳- یافته‌های مدل جهت تنظیم و سازگاری بیشتر باید منعکس گردد.

### شبکه‌های عصبی

شبکه‌های عصبی مصنوعی را می‌توان جزء آن دسته از سیستم‌های دینامیک مصنوعی قرار داد که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کند. یک شبکه عصبی در عمومی‌ترین شکل خود، ماشینی است که برای مدل‌سازی به روشی که مغز عمل می‌کند، طراحی می‌شود. شبکه‌های عصبی مصنوعی مشابه شبکه‌های بیولوژیک عصبی از سلولهای ساده محاسباتی به نام نرون<sup>۱۱</sup> تشکیل شده‌اند. البته این نرونها مصنوعی شکل بسیار ساده‌ای از نرونها واقعی هستند. این نرونها گرچه در مقابل نرونها بیولوژیک از سرعت بالایی برخوردارند، ولی تنها کسری از توانایی بالای نرونها بیولوژیک را دارند. شبکه عصبی مصنوعی را با در نظر گرفتن این مطلب، می‌توان مجموعه‌ای از پردازشگرهای موازی دانست که بطور طبیعی به

برای ایجاد و توسعه یک مدل رتبه‌بندی مراحل مختلفی پیشنهاد شده است. کاسمن و کایر<sup>۱</sup> شش مرحله زیر را پیشنهاد نموده‌اند. (Kossmann & Caire, 2003, 5-11)

### ۱- معرفی مفاهیم

اکثر بانک‌ها از مزایا و پتانسیل‌های رتبه‌بندی آگاه هستند. وقتی که مدیریت عالی بانک، رتبه‌بندی را در دستور کار قرار می‌دهد. یک ارائه فشرده در مورد عناوین رتبه‌بندی مفید است.

### ۲- انتخاب سیستم مناسب

این مرحله شامل فعالیتهای مختلف از جمله، درک سیاست‌های اعتباری بانک، مستندسازی الگوهای کار و ... است.

### ۳- تشکیل کمیته راهبری

برای تصمیم‌گیری در مورد مسائل استراتژیک و حتی مسائل تکنیکی وجود چنین کمیته‌ای ضروری است.

### ۴- طراحی و آزمایش مدل

با لحاظ شرایط سیستم و کیفیت داده‌ها و نظر کمیته راهبری، مدل مناسب طراحی گردیده و سپس مدل باید به موازات سیستم قدیمی و یا به صورت اجرای نمونه، آزمایش گردد.

### ۵- آموزش مقدماتی و آزمایش مدل

در این مرحله باید مدل به طور مقدماتی با داده‌های آموزشی، آموزش داده شود و سپس بر روی داده‌های آزمایشی، مورد آزمون قرار گیرد تا میزان موفقیت مدل در پیش‌بینی رفتارها سنجیده شود.

### ۶- آموزش تکمیلی و استفاده از مدل

پس از ارزیابی مدل، مدل با داده‌های بیشتر مورد آموزش قرار گرفته و عملاً مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. فنس تراستوک، فرآیند نمونه‌ای زیر را برای توسعه مدل رتبه‌بندی اعتباری به شرح زیر بیان می‌کنند. (Ibid)

قدم اول: انتخاب داده‌های نمونه<sup>۲</sup>

قدم دوم: مقیاس‌گذاری داده‌ها<sup>۳</sup>

قدم سوم: دو نیمه کردن داده‌ها<sup>۴</sup>

قدم چهارم: تجزیه و تحلیل ارتباطات<sup>۵</sup>

قدم پنجم: مقداردهی اولیه مدل تصمیم<sup>۶</sup>

1. Kossmann & Kaire

2 Sample Data Selection

3 Data Scaling

4 Data Splitting

5 Relationship Analysis

6 Initial decision Model

7 Model evolution and Testing

8 Variable Selection

9 Final Decision Model

10 Implementation

11. Neuron

الف) مدل‌های ART

ب) شبکه هاپفیلد

ج) شبکه‌های کوهونن

د) شبکه‌های رقابتی

۲- شبکه‌های پیش رو

الف) شبکه‌های با تقارن شعاعی

ب) پرسپترون یک لایه

ج) پرسپترون چند لایه

### آنالیز ممیزی

آنالیز ممیزی برای به دست آوردن شاخصی براساس ترکیب خطی متغیرهای مستقل بکار می‌رود. به این ترتیب که گروه‌های از پیش تعیین شده از یکدیگر تفکیک می‌شوند.

(Hair, etal, 1998, 244) از این تکنیک آماری در موارد زیر

می‌توان استفاده نمود.

۱- تعیین متغیرهایی که مناسب‌ترین وجه ممیزی را بین دو گروه ارائه می‌دهند.

۲- استفاده از متغیرهای تعیین شده برای ایجاد رابطه تابعی که شاخص تفاوت‌های بین دو گروه موردنظر است.

۳- استفاده از شاخص محاسبه شده به منظور تعریف قاعده‌ای برای دسته‌بندی مشاهدات آینده به گروه‌های مشخص شده.

دو روش کلی برای برآورد تابع ممیز وجود دارد.

الف) روش برآورد همزمان<sup>۷</sup>

در این روش تابع ممیز با استفاده از تمام متغیرهای مستقل و به طور همزمان، محاسبه می‌گردد.

ب) روش برآورد گام به گام<sup>۸</sup>

در این روش متغیرها برحسب قدرت تفکیک خود، وارد مدل می‌شوند.

### بیان مسئله و ضرورت پژوهش

اعطای تسهیلات، بخش مهمی از عملیات هر بانک را تشکیل می‌دهد. این امر باعث افزایش کمی عامل سرمایه، رشد و توسعه اقتصادی می‌گردد. (هدایتی، ۱۳۷۰) در اعطای تسهیلات، بانک‌ها با خطر ریسک اعتباری مواجه هستند. این ریسک علت اصلی مواجهه بانک‌ها با بحران‌های عمده مالی است. برای مدیریت این ریسک، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود.

ذخیره سازی معرفت تجربی جهت استفاده گرایش دارند. داردا<sup>۱</sup> شبکه عصبی را یک سیستم متعادل از تعدادی عناصر پردازش ساده که به صورت موازی عمل می‌کند می‌داند. (Darda, 1988, 60) زورادا<sup>۲</sup> شبکه‌های عصبی را سیستم‌های سلولی فیزیکی می‌داند، که می‌تواند دانش تجربی را به دست آورده، ذخیره کرده و بکار برد. (Zurada, 1992, XV)

نگرین<sup>۳</sup> شبکه عصبی را یک مدار متعادل از تعداد زیادی عناصر ساده پردازش که مبتنی بر عصب است می‌داند. هر عنصر فقط بر روی اطلاعات محلی عمل می‌کند. علاوه بر این هر عنصر به صورت ناهمزمان عمل می‌کند. (Nigrin, 1993, 11)

شبکه‌های عصبی مصنوعی را با ملاک‌های زیر می‌توان تفکیک نمود.

#### ۱- مدل‌های محاسباتی

نرون‌های مصنوعی علائم دریافتی از نرون‌های دیگر را پس از ضرب در وزن‌های ارتباطی با مقدار تورش جمع می‌کنند. حاصل این جمع از تابع فعالیت عبور می‌نماید. خروجی تابع فعالیت (تابع تحریک) منجر به تحریک و یا بازدارندگی نرون می‌شود. شبکه‌های مختلف از توابع محرک مختلفی مانند تابع تحریک خطی، آستانه ای دومقداره، زیگموئیدی و ... استفاده می‌نمایند.

#### ۲- قواعد یادگیری

یادگیری، به معنی بهنگام سازی معماری شبکه و وزنهای ارتباطی آن است. به گونه‌ای که یک شبکه بتواند یک وظیفه خاص را به صورت کارا انجام دهد. قواعد مختلفی برای یادگیری شبکه وجود دارد. این قواعد را می‌توان به سه دسته کلی زیر تقسیم کرد.

الف) یادگیری با سرپرستی<sup>۴</sup>

ب) یادگیری بدون سرپرستی<sup>۵</sup>

ج) یادگیری زوجی<sup>۶</sup>

#### ۳- معماری شبکه

شبکه‌های عصبی مصنوعی، براساس معماری (توپولوژی) به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند.

۱- شبکه‌های بازخورد / بازگشتی

1. Darda

2. Zurada

3. Nigrin

4. Supervised Learning

5. Unsupervised Learning

6. Hybried Learning

7. Simultaneous Estimation

8. Stepwise Estimation

هستند؟ و آیا مدل‌های درجه‌بندی اعتباری شبکه عصبی می‌تواند این رفتارها را در مقایسه با مدل آنالیز ممیزی بهتر - با دقت بیشتر- پیش‌بینی کند؟

### روش‌شناسی پژوهش

با توجه به ماهیت پژوهش مدل‌سازی در حوزه علوم مالی، تحقیق حاضر به روش مطالعه میدانی<sup>۱</sup> صورت گرفته است. جامعه آماری متشکل از پرونده اعتباری کلیه مشتریان بانک مسکن شهر تهران که از سال ۱۳۷۸ تا سال ۱۳۸۰ از تسهیلات خرید مسکن استفاده نموده‌اند است. نمونه آموزشی و نمونه آزمایشی با توجه به مبانی نظری و ویژگی‌های جامعه آماری به شرح زیر به صورت تصادفی از جامعه آماری انتخاب گردیده است.

جدول شماره ۱: نمونه آموزش و نمونه آزمایش

تعداد مثال‌ها	خوش حساب	سررسید گذشته	بد حساب
آموزشی ۲۳۴	۱۱۷	۷۸	۳۹
آزمایشی ۱۱۶	۵۸	۳۹	۱۹
کل ۳۵۰	۱۷۵	۱۱۷	۵۸

### طراحی و اجرای مدل‌ها

مراحل زیر برای طراحی و اجرای مدل‌های شبکه عصبی دنبال گردید.

۱- آماده‌سازی داده‌ها

۲- طراحی شبکه

۳- نهایی کردن، آموزش مدل‌ها

۴- اجرای مدل‌ها

در هر یک از مراحل فوق فعالیت‌های زیر صورت پذیرفته است.

#### ۱- آماده‌سازی داده‌ها

الف) تعریف و جمع‌آوری داده‌ها

در این مرحله ابتدا متغیرهای تاثیرگذار بر رفتار اعتباری مشتریان با استفاده از مبانی نظری و نظر کارشناسان به شرح زیر شناسایی گردید و سپس یک نمونه تصادفی به تعداد ۳۵۰ مثال از اطلاعات تاریخی انتخاب شد.

- برای اندازه‌گیری ثبات، متغیرهای شغل و تحصیلات متقاضی
- برای اندازه‌گیری توان بازپرداخت، متغیرهای نسبت مبلغ قسط بر درآمد و درصد مشارکت بانک

یکی از این روش‌ها طراحی نظام تعیین درجه اعتباری برای دریافت‌کنندگان تسهیلات است.

ارزیابی اعتبار مشتریان از زمینه‌های بسیار پیچیده فعالیت‌های مالی است. تعدد عوامل و پیچیدگی روابط مالی، اقتصادی و رفتاری، ارزیابی اعتبار را بسیار دشوار می‌سازد. از طرفی امر ارزیابی باید در محدوده زمانی کوتاهی صورت پذیرد. زیرا طولانی شدن فرآیند ارزیابی، موجب تأخیر در عملیات و در نهایت موجب افزایش هزینه‌ها خواهد شد. از طرف دیگر عدم دقت احتمالی در ارزیابی، می‌تواند به تصمیمات اشتباه و نهایتاً زیان‌های گزاف منجر گردد. محدودیت زمانی و ضرورت دقت در ارزیابی، پیچیدگی موضوع را دو چندان می‌کند. (البرزی، عبده تبریزی، ۱۳۷۷)

سیستم‌های رتبه‌بندی اعتبار را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد.

۱- سیستم‌های قضاوتی

۲- سیستم‌های مبتنی بر تکنیک‌های آماری

۳- سیستم‌های هوشمند

سیستم‌های قضاوتی بسیار کند و پرهزینه هستند. روش‌های آماری نیز هر یک مبتنی بر مفروضاتی هستند که با سست شدن مفروضات، اعتماد به خروجی این سیستم‌ها کاهش می‌یابد. سیستم‌های هوشمند (سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی) سیستم‌های جدید رتبه‌بندی اعتبار هستند. وقتی قوانین تصمیم‌گیری واضح و اطلاعات معتبر باشد، استفاده از سیستم‌های خبره مناسب است. اما اغلب قوانین موسسات اعطاکننده وام، شفاف نیست و اطلاعات اصلاً وجود نداشته و یا فقط بخشی از اطلاعات صحیح است. در این وضعیت شبکه‌های عصبی گزینه بسیار مناسبی هستند. (Jensen, 1996)

در حال حاضر ضوابط اخذ وثیقه و یا آورده نقدی یکی از مشکلات و موانع شبکه بانکی برای اعطای تسهیلات است. حدود ۹۴ درصد از مشتریان از طولانی بودن زمان ارزیابی‌ها گلایه دارند و حدود ۷۰ درصد مشتریان از ضوابط اخذ وثیقه شکایت دارند. (حسن زاده، جوادی پور، ۱۳۸۱)

با توجه به شرایط بازار اعتبارات مصرفی ایران و انواع سیستم‌های رتبه‌بندی اعتبار، مسئله اصلی تحقیق، نحوه ارزیابی رفتار اعتباری مشتریان تسهیلات مصرفی توسط کارشناسان است. سوال مشخص تحقیق را می‌توان چنین بیان نمود. آیا می‌توان رفتار اعتباری مشتریان تسهیلات مصرفی در بانک‌های کشور را از طریق مدل‌های درجه‌بندی اعتباری شبکه‌های عصبی، پیش‌بینی کرد؟ این مدل‌ها چه مدل‌هایی

### ۳- نهایی کردن و آموزش مدل‌ها

الف) تجزیه و تحلیل حساسیت

برای انتخاب متغیرهای توضیح دهنده قوی، تجزیه تحلیل حساسیت صورت پذیرفت. نتایج حاصل از انجام آنالیز حساسیت، نشان دهنده امکان پذیری حذف متغیرهای سابقه اعتباری و ارزش وثیقه بود.

ب) مدل‌های تصمیم نهایی

دو مدل رتبه‌بندی اعتبار شبکه عصبی به شرح زیر به دست آمد.

جدول شماره ۳: مدل‌های نهایی

مدل	تابع تبدیل	تعداد لایه‌های پنهان	تعداد عناصر پردازش
A	Hyperbolic tangent	۲	۳
B	Hyperbolic tangent	۳	۳

ج) آموزش مدل‌ها

مدل‌ها با داده‌های آموزشی آموزش داده شدند. هر دوره آموزش شامل بیست و پنج هزار تکرار بود.

### ۴- اجرای مدل‌ها

مدل‌های نهایی شده که آموزش نیز داده شده بودند بر روی مجموعه آزمایشی، اجرا گردیدند تا بر اساس الگوهای یاد گرفته، مثالهای مجموعه آزمایشی را پیش‌بینی نمایند.

برای طراحی و اجرای مدل آنالیز ممیزی نیز مراحل زیر دنبال شد.

۱- تعیین مسئله

هدف از بکارگیری از آنالیز ممیزی در این پژوهش، بدست آوردن تابع ممیزی است که بتواند براساس متغیرهای توضیح دهنده، حداکثر تفکیک را بین سه گروه از مشتریان ایجاد نماید.

۲- طراحی مدل

الف) انتخاب متغیرهای توضیح دهنده

متغیرهای ورودی مدل‌های شبکه عصبی به عنوان متغیرهای توضیح دهنده در نظر گرفته شد.

ب) انتخاب مجموعه آموزشی و مجموعه آزمایشی

همان مجموعه آموزشی و مجموعه آزمایشی مدل‌های شبکه‌ای انتخاب گردیدند.

• برای اندازه‌گیری شایستگی متقاضی، متغیرهای ارزش وثیقه و سابقه اعتباری

ب) بازرسی و پردازش مقدماتی داده‌ها

برای کسب اطمینان از میزان مفید بودن اطلاعات در طول جمع‌آوری داده‌ها، بررسی‌های لازم صورت گرفت. ضمناً مقیاس‌گذاری داده‌ها، جهت اندازه‌گیری مقادیر متغیرها انجام پذیرفت. در نهایت جدول متغیرهای ورودی به شرح جدول شماره دو به دست آمد.

جدول شماره ۲: متغیرهای ورودی

ردیف	متغیر	مقادیر
۱	شغل (Job)	۱- کارمند ۲- کارکنان نهادها ۳- فروشنده ۴- صنعت کار ۵- بازنشسته ۶- سایر مشاغل
۲	تحصیلات (Educate)	۱- ابتدایی ۲- سیکل ۳- دیپلم ۴- دیپلم به بالا ۵- لیسانس به بالا
۳	مبلغ قسط / درآمد ماهانه (Rate)	عددی مانند ۳۵٪
۴	ارزش وثیقه (Cola-Val)	عددی سه رقمی
۵	سابقه اعتباری (Bank-ref)	۱- سابقه منفی ۰- بدون سابقه ۱- سابقه مثبت
۶	درصد مشارکت (Part-Per)	عددی مانند ۵۴٪

ج) تقسیم داده‌ها به دو مجموعه

داده‌های تاریخی انتخابی به دو مجموعه آموزشی و آزمایشی تقسیم گردید.

### ۲- طراحی شبکه

الف) نوع مدل: شبکه پرسپترون چندلایه

ب) تابع تبدیل: تابع هایپربولیک تانژانت<sup>۱</sup>

ج) تعداد عناصر پردازش: تعداد عناصر پردازش لایه ورودی به تعداد متغیرهای ورودی و تعداد عناصر پردازش لایه آخر به تعداد انواع خروجی‌ها و برای لایه‌های پنهان تعداد سه عنصر پردازش

د) تعداد لایه‌های پنهان: برای مدل اول دولایه و برای مدل دوم سه لایه

1. Hyperbolic tangent

## ۳- برآورد تابع ممیز

با استفاده از روش گام به گام تابع ممیز براساس داده‌های آموزشی برآورد گردید.

## ۴- بررسی معنی‌داری تابع ممیز و ضرایب آن

جهت بررسی معنی‌داری تابع ممیز، از آزمون معنی‌داری تابع ممیز استفاده گردید و برای بررسی معنی‌داری ضرایب تابع ممیز، از آماره F استفاده شد.

## ۵- اجرای مدل

مدل به دست آمده بر روی مجموعه آزمایشی اجرا گردید تا سه گروه از مشتریان را در گروه آزمایش از هم تفکیک نماید. (مدل آنالیز ممیزی به عنوان مدل C در نظر گرفته شده است)

## یافته‌های تحقیق

## الف) مدل آنالیز ممیزی (مدل C)

نتایج اجرای مدل آنالیز ممیزی در نمونه ۱۱۶ تائی مجموعه آزمایشی که مبین قدرت پیش‌بینی مدل است نشان می‌دهد که:

۱- مدل توانسته است مشتریان بدحساب را با دقت ۷۳/۷ درصد درست پیش‌بینی کند. ۱۵/۸ درصد از مشتریان بدحساب را به عنوان مشتریان سررسید گذشته و ۱۰/۵ درصد را به عنوان مشتریان خوش حساب پیش‌بینی نموده است.

۲- دقت پیش‌بینی مدل برای مشتریان سررسید گذشته ۷۹/۵ درصد بوده است. ۱۵/۴ درصد این مشتریان را به اشتباه مشتریان بدحساب و ۵/۱ درصد را به اشتباه مشتریان خوش حساب پیش‌بینی نموده است.

۳- برای مشتریان خوش حساب دقت پیش‌بینی مدل ۸۴/۵ درصد بوده است و فقط ۱۵/۵ درصد از این مشتریان اشتباهاً جزء مشتریان سررسید گذشته پیش‌بینی شده‌اند.

## جدول شماره ۴: نتایج دسته بندی مدل آنالیز ممیزی

	Result	Predicted Group Member Ship			Total
		-1	0	1	
Count	-1	38	1	0	39
	0	3	67	8	78
Cases Selected	1	0	27	90	117
	-1	97/4	2/6	0	100/0
%	0	3/8	85/9	10/3	100/0
	1	0	23/1	76/9	100/0
Count	-1	14	2	2	19
	0	6	31	2	39
	1	0	9	49	58
	-1	73/7	15/8	10/5	100/0
Cases Not Selected	0	15/4	79/5	5/1	100/0
%	1	0	15/5	84/5	100/0

## ب - مدل اول شبکه عصبی (مدل A)

نتایج اجرای مدل A نشان می‌دهد که مدل توانسته است مشتریان بدحساب را با دقت ۷۸/۹۵ درصد، مشتریان سررسید گذشته را ۹۲/۳۱ درصد و مشتریان خوش حساب را ۹۲/۳۸ درصد پیش‌بینی کند. تعداد مشتریانی که از هر دسته از مشتریان به اشتباه پیش‌بینی شده‌اند در جدول زیر ملاحظه می‌گردد.

جدول شماره ۵: نتایج اجرای مدل A

Out put/Desired	Result (-1)	Result (0)	Result (1)
Result(-1)	15	2	2
Result (0)	3	36	3
Result (1)	1	1	53
Percent correct	78/95	92/31	92/38

## ج) مدل دوم شبکه عصبی (مدل B)

نتایج اجرای مدل B نشان می‌دهد که مدل توانسته است مشتریان بدحساب را با دقت ۷۳/۶۸ درصد، مشتریان سررسید گذشته را ۹۲/۳۱ درصد و مشتریان خوش حساب را ۸۷/۹۳ درصد پیش‌بینی کند. تعداد مشتریانی که از هر دسته از مشتریان به اشتباه پیش‌بینی شده‌اند در جدول زیر ملاحظه می‌گردد.

جدول شماره ۶: نتایج دسته بندی مدل B

Out put/Desired	Result (-1)	Result (0)	Result (1)
Result(-1)	14	2	2
Result (0)	5	36	5
Result (1)	0	1	51
Percent correct	73/68	92/31	87/93

## ه) مقایسه نتایج

با کنار هم قرار دادن نتایج اجرای مدل‌های A, B, C و محاسبه قدرت تفکیک (قدرت پیش‌بینی) هر یک از مدل‌ها، ملاحظه می‌شود (جدول شماره ۷) که مدل C از کمترین قدرت تفکیک یا دقت پیش‌بینی برخوردار است. همچنین هر دو مدل شبکه عصبی نسبت به مدل آنالیز ممیزی از قدرت تفکیک بیشتری برخوردار هستند.



جدول شماره ۷: مقایسه نتایج تفکیک

مدل	حساب‌های با ریسک اعتباری بالا	حساب‌های با ریسک اعتباری متوسط	حساب‌های با ریسک اعتباری پایین	صحت / قدرت تفکیک
A	۷۸/۹۵٪	۱۵/۹۲/۳۱	۳۶/۹۱/۳۸	۵۳٪
B	۷۳/۶۸٪	۱۴/۹۲/۳۱	۳۶/۸۷/۹۳	۵۱٪
C	۷۳/۰۷	۱۴/۷۹/۰۵	۳۱/۸۴/۰۵	۴۹٪

### نتیجه‌گیری

الف) با توجه به نتایج آنالیز حساسیت، متغیرهای شغل متقاضی، تحصیلات متقاضی، نسبت مبلغ قسط به درآمد ماهانه و درصد مشارکت، بر رفتار اعتباری مشتریان تسهیلات مصرفی تاثیر دارند. لذا با استفاده از این چهار متغیر می‌توان رفتار اعتباری این مشتریان را پیش‌بینی نمود.

ب) با توجه به نتایج پیش‌بینی، مدل شبکه عصبی با ویژگیهای زیر، مدل مناسبی برای پیش‌بینی رفتار اعتبار مشتریان تسهیلات مصرفی است.

۱- نوع شبکه: پرسپترون چند لایه

۲- تعداد لایه پنهان: دو لایه پنهان

۳- تعداد عناصر پردازش: سه عنصر پردازش در هر لایه پنهان، چهار عنصر در لایه ورودی و سه عنصر در لایه خروجی

۴- نوع تابع تبدیل: هایپربولیک تانژانت

۵- قانون یادگیری: قانون خطا - تصحیح از پارادایم آموزش با سرپرست

ج) با توجه به قدرت تفکیک مدل‌های شبکه عصبی (مدل A ۸۹/۶۶٪ و مدل B ۸۷/۰۷٪) و قدرت تفکیک مدل آنالیز ممیزی (۸۱/۰۵٪)، در شرایط بازار اعتبارات مصرفی ایران مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری شبکه عصبی بهتر - دقیق‌تر - از مدل آنالیز ممیزی به عنوان یکی از مدل‌های آماری، می‌توانند رفتار اعتباری مشتریان تسهیلات مصرفی را پیش‌بینی کنند.

د) با توجه به نتایج دسته بندی می‌توان مشاهده کرد که:

۱- مدل‌های شبکه عصبی در تشخیص حساب‌های خوب و سررسید گذشته نسبت به حساب‌های بد، موفق‌تر هستند.

۲- مدل‌های شبکه عصبی همه حساب‌ها را بهتر - دقیق‌تر - از مدل آنالیز ممیزی پیش‌بینی کرده‌اند.

۳- اگر حساب‌های سررسید گذشته را جزء حساب‌های ناخوشایند به حساب نیاوریم، می‌توان نتیجه گرفت که مدل‌های شبکه‌های عصبی تمایل به خوشایند نشان دادن حساب‌ها دارند.

### پیشنهادات

الف) پیشنهاد برای انجام پژوهش‌های دیگر

۱- استفاده از متغیرهای سیاست‌های بخش مسکن جهت بهبود مدل‌های ارائه شده.

به علت محدودیت‌های تحقیق امکان استفاده از متغیرهایی مانند سیاست‌های واگذاری زمین، فروش تراکم و ... وجود نداشته است.

۲- استفاده از سایر مدل‌های شبکه عصبی مانند شبکه‌های عصبی با تقارن شعاعی (RBF) و مقایسه نتایج آن با نتایج مدل‌های ارائه شد.

۳- طراحی مدل‌های رتبه‌بندی اعتبار شبکه‌های عصبی برای اعتبارات مصرفی در سایر استانها و مقایسه نتایج آن با یافته‌های تحقیق حاضر.

۴- طراحی مدل‌های رتبه‌بندی رفتاری

مدل‌های رتبه‌بندی رفتاری، مدل‌های توسعه یافته‌ای هستند که به سوالات مربوط به نیاز به مداخله و نحوه مداخله در صورت بروز مشکل برای مشتری موجود جواب می‌دهند.

ب) پیشنهاد به بانک مسکن

۱- استفاده از مدل رتبه‌بندی شبکه‌های عصبی (مدل A) برای ارزیابی اعتبار مشتریان تسهیلات خرید مسکن

۲- تحلیل نتایج مدل رتبه‌بندی توسط کارشناسان ارزیاب.

مرتبط ساختن خروجی‌های مدل به تقاضاهای وام و تحلیل و تفسیر نتایج که امکان تصحیح خطا را فراهم می‌کند بر عهده متخصصان ارزیاب است.

۳- جمع آوری اطلاعات مربوط به متغیرهای مربوط به سیاست‌های بخش مسکن

با توجه به اینکه یک دسته از متغیرهای مهم و تاثیرگذار بر رفتار اعتباری مشتریان، سیاست‌های بخش مسکن است و با عنایت به وابستگی شدید سیستم‌های شبکه عصبی به داده‌های تاریخی، جمع آوری این اطلاعات پیشنهاد می‌گردد.

## منابع

- ۱- البرزی، محمود؛ عبده تبریزی، حسین، (۱۳۷۵)، "مدل‌های شبکه عصبی و کاربرد آن در مدیریت مالی"، اولین سمینار مدیریت مالی، دانشگاه شهید بهشتی؛
- ۲- شایان آرانی، شاهین، (۱۳۸۰)، "مدیریت ریسک و بانکداری اسلامی غیردولتی"، دوازدهمین همایش بانکداری اسلامی، موسسه عالی بانکداری ایران؛
- ۳- حسن‌زاده، علی؛ جواد پور، سعید (۱۳۸۱)، "مقررات‌زدایی در نظام بانکی، مطالعه موردی اعطای تسهیلات، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی"؛
- 1- Crouhy, Michel. Pan, Galai & Robert Mark (2000), "Risk Management", McGraw Hill;
- 2- Darda. W (1998), "Neural Network Study", AFCEA, International Press;
- 3- Fensterstock, Albert (2003), "Credit Scoring Basics", Business Credit, March;
- 4- Hair, Jr, & Joseph. F(1998), "Multivariate Data Analysis", Printice Hall, 5<sup>th</sup> Edition.
- 5- Jensen, Herbert L.(1996), "Using Neural Networks for Credit Scoring", Efraim Turhan Chicago;
- 6- Kiss, Ferenc (2003), "Credit Scoring Processes from a Knowledge Management Perspective", Periodical Polytechnics ser.soc.Vol 11, No.1;
- 7- Kossmann, Robert, & Dean Caire (2003), "Credit Scoring: IS Right for Your Bank", BANNOCK CONSULTING;
- 8- Nigrin. A (1993), "Neural Network for Pattern Recognition", Cambridge, MA: The MIT press;
- 9- Sinkey, Jr. & Joseph, F.(1992), "Commercial Bank Financial Management", MacMillan, 4<sup>th</sup> Edition;
- 10- Richeson, Leslie, Raymond A.Zimmermann, & Kevin Gregory Barnett (1996), "Predicting Consumer Credit Performance: Can Neural Networks Outperform Traditional Statistical Methods?" Efraim Turhan, Chicago;
- 11- Rose, Peter S.(1999), "Commercial Bank Management", McGraw Hill, 4<sup>th</sup> Edition;
- 12- Zurada. J.M (1992), "Introduction to Artificial Systems", Boston PWS. Publishing company;