هفتمین کنفرانس ملی مباحث نوین در کامپیوتر و فناوری اطلاعات
7th National Conference on Advanced Topics in Computer and Information Technology
۲ آذر ماه ۱۴۰۲

استفاده از الگوریتم زاغ جهت اصالت‌سنجی مشتریان بانک‌ها و موسسات اعتباری

سحر زارع مهذبیه[۱] – عزیز فولادفرد[۲]- علیرضا صفائی[۳]

(۱) گروه کامپیوتر، مؤسسه آموزش عالی پاسارگاد، شیراز، ایران
Sahar.zare.mohazabiyeh@gmail.com
(۲) گروه کامپیوتر، مؤسسه آموزش عالی پاسارگاد، شیراز، ایران
Foladfard@gmail.com
(۳) گروه کامپیوتر، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران
alisafasafaei@yahoo.com

چکیده : بانک‌ها از موسسات بسیار مهمی محسوب می‌شوند که نیاز به حفظ سرمایه خود داشته و برای در اختیار قرار دادن انواع تسهیلات شامل وام‌های مختلف به مشتریان نیاز به انجام تحلیل کامل برای اطمینان از خوش‌حسابی و پرداخت به موقع دیون توسط مشتریان را دارند که همواره با ریسک‌های متفاوتی از جمله ریسک اعتباری روبه‌رو هستند. باتوجه به اینکه حجم قابل ملاحظه‌ای از تسهیلات اعطایی معوقه بانک‌ها گویای فقدان مدل‌های مناسب اندازه‌گیری ریسک اعتباری و سیستم‌های مدیریت ریسک در شبکه بانکی هر کشور است لذا در سال‌های اخیر تحقیقات و مطالعات زیادی پیرامون ارزیابی مشتریان بانک جهت اعطای تسهیلات صورت گرفته است که در این راستا استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی و فراابتکاری در زمینه‌های مختلف از جمله در حوزه بانکداری کاربرد بالایی پیدا کرده است و به پیشرفت‌های خوبی نیز دست یافته‌اند. در این تحقیق نیز ما بر آن شدیم تا بوسیله الگوریتم زاغ معماری مناسب شبکه عصبی مصنوعی را جهت تشخیص مشتریان خوش‌حساب و بدحساب بانک جهت اعطای تسهیلات بدست آوریم. نتایج حاصل از روش پیشنهادی بر روی مجموعه داده مشتریان متقاضی دریافت تسهیلات وام که در سایت UCI موجود می‌باشد نشان داد که با دقت ۹۶.۸۳ قادر است مشتریان خوش‌حساب و بدحساب بانک را جهت اعطای تسهیلات وام تشخیص و دسته‌بندی نماید.

کلمات کلیدی: موسسات اعتباری- بانک- اعتبارسنجی- الگوریتم زاغ- شبکه عصبی مصنوعی

۱ – مقدمه

بانک‌ها و موسسات اعتباری وظایف مهمی از جمله تجهیز پس‌اندازها، واسطه‌گری، تسهیل جریانات پرداخت، تخصیص اعتبارات و برقراری نظم مالی را در اقتصاد برعهده دارند. بانک‌ها حتی در اقتصادهایی که دارای بازارهای مالی پیشرفته‌ای هستند نیز در کانون فعالیت‌های مالی و اقتصادی قرارگرفته و نقطه اتکایی برای اهرم سیاست‌های پولی می‌باشند[۱]. تسهیلات اعطایی از مهمترین و باارزش‌ترین دارایی‌های بانک‌ها و موسسات اعتباری محسوب می‌شوند و بخش عمده‌ای از درآمد بانک‌ها و موسسات اعتباری می‌تواند از طریق اعطای تسهیلات به وقوع بپیوندد اما گردش پول و سرمایه در جامعه نهاد مالی را در معرض انواع ریسک‌ها قرار می‌دهد به گونه‌ای که تنوع این ریسک‌ها و گاهی شدت آنها به حدی خواهد بود که اگر نهاد مالی قادر نباشد آنها را به نحو صحیح کنترل و مدیریت کند رو به نابودی و حتی ورشکستگی خواهد رفت[۲]. با توجه به اینکه بانک‌ها و موسسات اعتباری در زمان اعطای تسهیلات به مشتریان تصور درستی از عادات بازپرداخت آنها ندارند لذا این مسئله به خصوص در مورد تسهیلات با مبالغ بالا بیشتر مورد توجه

می‌باشد به همین دلیل بانک‌ها و موسسات اعتباری همواره تمایل دارند با روش‌هایی قابل اتکاء مشتریانی را انتخاب کنند که سودآورتر بوده و بتوانند از این طریق بازگشت سرمایه‌های بانک را تضمین نمایند؛ از این رو یکی از دغدغه‌های مدیران بانک‌ها و موسسات اعتباری یافتن روش‌هایی است که قادر به حل این مشکل باشند[۴،۳]. بنابراین از راه‌کارهایی که برای حل این مشکل می‌توان بکار برد اعتبارسنجی مشتریان می‌باشد به این معنی که بانک‌ها و موسسات اعتباری براساس شاخص‌های معتبری به مشتریانشان امتیازاتی می‌دهند و براساس این امتیازات اعتبارسنجی مشتریان را برای اعطای تسهیلات مشخص می‌کنند؛ در نتیجه با کمک اعتبارسنجی مشتریان می‌توان رفتار مشتریان را در قالب افراد خوش‌حساب و بدحساب رتبه‌بندی نمود که این کار باعث کاهش ریسک اعتباری و افزایش سودآوری برای بانک و موسسات اعتباری خواهد شد[۶،۵].

۲- بانک و بانکداری

بانک در توصیف مدرن خود بنگاهی حقوقی در اقتصاد است که به پذیرش سپرده و پرداخت وام می‌پردازد و ممکن است در کنار این وظیفه خدمات جانبی دیگری نیز چون جابه‌جایی پول، سرمایه‌گذاری و غیره نیز انجام دهد. بانک‌ها با تجمیع سپرده‌های خرد گوناگون و به‌کارگیری مشاوران مجرب و متخصص در حوزه‌های مالی به تامین مالی اقتصاد و افزایش بهره‌وری آن می‌پردازند و مسیر آینده آن را هموارتر می‌کنند، آن‌ها همچنین به اعتباردهی و رتبه‌بندی مشتریان خود می‌پردازند که بر رشدونمو آن‌ها و بنگاه‌هایشان موثر است. آن‌ها جریان‌های پولی و مسیرهای پرداخت پول و قواعد حاکم بر آنان را شکل می‌دهند و از این جهت همچون گردانندگان پول در اقتصاد عمل می‌کنند. از بانک‌ها عموماً به‌عنوان ستون‌های اقتصاد یاد می‌شود که در صورت شکست آنان کل اقتصاد ممکن است فرو بریزد و از این‌رو در شرایط بحرانی دولت‌ها ممکن است به تملیک کامل آنان بپردازند. همچنین در صورتی که بحران بازپرداخت سپرده به‌وجود آید، بانک مرکزی ممکن است با چاپ پول قدرت و افزایش حجم پول در اقتصاد حتی در صورتی که به موج تورمی منجر شود به یاری بانک‌ها بشتابد[۷]. انواع بانک در اقتصادهای مدرن عبارتند از :

- **بانک‌های تجاری یا عمومی** که هدف آن‌ها ارائه خدمات به عموم مردم بوده و شعب گوناگونی افتتاح می‌کنند.
- **بانک‌های شرکتی** که در واقع مشتریان آنان افراد حقوقی و بنگاه‌های کوچک، متوسط و بزرگ است و ایده شکل‌گیری آن‌ها به نیازهای بسیار متفاوت این افراد بازمی‌گردد.
- **بانک‌های سرمایه‌گذاری** که به‌گونه‌ای از دل بانک‌های شرکتی بیرون می‌آیند و به ارائه خدمات تخصصی‌تر تجاری به شرکت‌ها می‌پردازند.
- **بانک‌های مرکزی** که وظیفه‌ی آن‌ها نظارت بر سیستم بانکی و سلامت جریان‌های پولی، مدیریت عرضه پول در اقتصاد و اجرای سیاست پولی در کشور است.

۳- ارزیابی مشتریان

اگر چه مؤسسات مالی از افزایش مشتریانی که به تعهدات خود در مورد قرارداد وام عمل نمی‌کنند آسیب می‌بینند، با این‌حال نهادهای مالی نمی‌توانند در این بازار رو به رشد اعتبارات تمامی مشتریان خود را صرفا برای جلوگیری از ریسک اعتباری رد کنند. مؤسسات مالی اگر قصد دارند عملکرد اعتباری خود را افزایش دهند باید از ارزیابی مشتری استقبال کنند. در واقع ارزیابی مشتری روندی است که عمدتا برای تعیین پذیرش یا رد پیشنهاد اعتبار مشتریان انجام شده و شامل ارزیابی ظرفیت بازپرداخت وام گیرندگان است. در مجموع بانک‌ها به‌عنوان یکی از مهمترین بنگاه‌های اقتصادی در کسب‌وکار بایستی توانایی شناسایی ویژگی‌های مشتریان خود را داشته باشند. شناخت دقیق مشتریان سبب آگاهی از نیازها و رفتارهای مشتریان و ارائه خدمات مالی بهتر به آنها می‌شود. یکی از مهمترین خدمات مالی بانک اعطای وام به مشتریان است. لذا شناخت از مشتریان در نهایت به رضایتمندی مشتریان و وفاداری آنها به بانک منجر خواهد شد[۸].

۴- داده کاوی

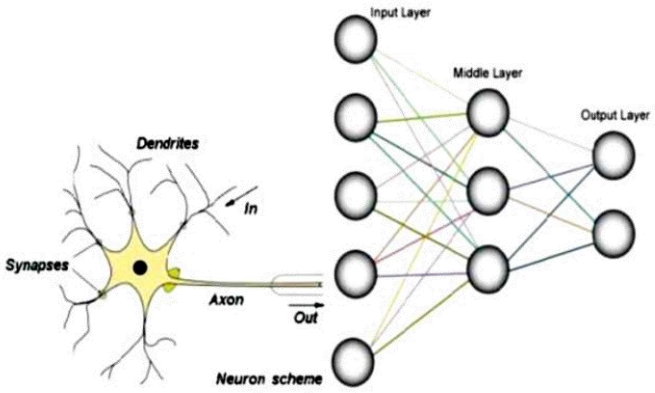
داده‌کاوی یا کشف دانش در پایگاه داده‌ها علم نسبتا تازه‌ای است که با توجه پیشرفت کشور در زمینه فناوری اطلاعات و نگاه‌های ویژه به دولت الکترونیک ونفوذ استفاده از سیستم‌های رایانه‌ای در صنعت و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی بزرگ توسط ادارات دولتی، دانشگاه‌ها، بانک‌ها و بخش خصوصی نیاز به استفاده از آن بطور عمیقی احساس می‌شود. به کشف دانش و اطلاعات معتبر نهان در پایگاه‌های داده یا به بیان بهتر به تجزیه و تحلیل ماشینی داده‌ها برای پیدا کردن الگوهای مفید و تازه و قابل استناد در پایگاه داده‌های بزرگ داده کاوی می‌گویند. داده‌کاوی بعنوان مهمترین کاربرد داده‌های موجود در انبارهای داده شناخته می‌شود. در حقیقت داده‌کاوی داده‌های موجود را مورد تحلیل قرار

می‌دهد تا روندهای احتمالی ارتباط‌های غیرمحسوس و الگوهای مخفی را از بین انبوه داده‌ها شناسایی کند، در واقع هدف از داده‌کاوی ایجاد مدل‌هایی برای تصمیم‌گیری است؛ این مدل‌ها رفتارهای آینده را براساس تحلیل‌های گذشته پیش‌بینی می‌کنند که در این فرایند از الگوریتم‌های پیچیده ریاضی و آماری استفاده می‌شود تا داده‌ها تبدیل به دانش سازمان شوند. بانک‌ها از داده‌کاوی برای شناسائی مشتریان سودمند کارت‌های اعتباری و درخواست‌کننده‌های وام با ریسک بالا استفاده کنند بنابراین نیاز به ایجاد توانایی‌های تحلیلی برای رسیدن به بحث‌های بالا می‌باشد و تلاش‌های داده‌کاوی به آن‌ها پاسخ می‌دهد. مدیران با این اطلاعات می‌توانند یک قدم جلوتر باشند. به‌طوری‌که با پیداکردن ترتیب‌ها و بخش‌ها و سابقه رفتار مشتریان‌شان قادرند در بخش‌بندی و تمرکز کردن روی کسب‌وکار حفظ و نگهداری مشتریان سودآور عملکرد بهتری داشته باشند. مدیران با اطلاعات تجاری و فن‌های داده‌کاوی نیز می‌توانند مشتری‌هایشان را شناسایی کرده و برای درآمد بهتر به روش‌های مختلف در دسته‌های متفاوت طبقه‌بندی کنند.

۵– شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه عصبی سلول‌های مغز یک ساختار پیچیده حل مسئله است که از میلیاردها نورون عصبی[1] تشکیل شده است. شبکه عصبی می‌تواند برای حل مسائل پیچیده توسط انسان مورد استفاده قرار گرفته شود. کارایی این سیستم طبیعی باعث شده است تا با الگوبرداری از آن بتوان به حل مسائل سخت و پیچیده پرداخت. یک سلول عصبی مانند شکل(۱) دارای سه بخش اصلی دندریت[2]، جسم سلولی[3] و آکسون[4] است و هریک از این بخش‌ها را می‌توان به‌صورت یک شبکه عصبی مصنوعی برای حل مسائل پیچیده درنظر گرفت. مطابق مدل‌سازی موردنظر هر شبکه عصبی طبیعی دارای بخش‌های ذیل است که هر بخش از آن دارای یک معادل در سیستم شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد[۹].

- **دندریت** : این بخش سیگنال ورودی را دریافت و تحویل جسم سلولی می‌دهد که در شبکه عصبی مصنوعی به‌عنوان ورودی درنظر گرفته می‌شود.
- **جسم سلولی :** سیگنال‌ها در این بخش مورد پردازش قرار گرفته می‌شوند که می‌توان نقش تابع جمع‌کننده شبکه عصبی مصنوعی را برای معادل‌سازی آن استفاده نمود.
- **آکسون :** نقش انتقال سیگنال از جسم سلولی را به‌عهده دارد و در شبکه عصبی مصنوعی نقش خروجی را دارد.
- **فضای سیناپسی :** این بخش در واقع اتصال بخش‌های مختلف یک نورون عصبی را بر عهده دارد که در شبکه عصبی مصنوعی با اوزان مدل‌سازی می‌شود.



شکل ۱ : ساختار شبکه عصبی طبیعی و مصنوعی[۹]

۶– الگوریتم‌های فراابتکاری

الگوریتم‌های فراابتکاری یکی از انواع الگوریتم‌های ابتکاری هستند که در مسائل گوناگون کاربرد دارند. این الگوریتم‌ها که نوعی از الگوریتم‌های تصادفی هستند برای یافتن پاسخ بهینه به کار برده می‌شوند. بخش عظیمی از این الگوریتم‌ها که از زندگی اجتماعی حشرات الهام می‌گیرد بسیار قدرتمند و قوی هستند و در برخی کلونی آنها بطور مداوم در حال رشد و توسعه می‌باشند و یا در برخی از آنها بر اثر مسائلی مانند شکار کاهش می‌یابند و یا بر اثر تقسیم کلونی تجزیه می‌شوند. اما چیزی که مهم است این است که بطور معمول حشرات با تغییر شرایط در عرضه مواد غذایی و عادت‌های خود کنار می‌آیند. این حشرات بسیار کوچک بوده و به تنهایی قدرت آنچنانی ندارند اما جمع آنها بسیار قوی و قدرتمند خواهد بود. معیارهای مختلفی جهت طبقه‌بندی الگوریتم‌های فراابتکاری وجود دارد که به صورت زیر می‌باشند[۱۱،۱۰]:

- **الگوریتم‌های با حافظه:** این الگوریتم‌ها دارای حافظه هستند و اطلاعات بدست آمده را در حین جستجو در خود ذخیره می‌کند.
- **الگوریتم‌های بی‌حافظه:** این دسته از الگوریتم‌های فراابتکاری فاقد حافظه هستند، این بدین معنی است که این نوع الگوریتم‌ها اطلاعات

[1] Neurons
[2] Dendrites
[3] Nucleus
[4] Axon

بدست آمده در حین جستجو را ذخیره نمی‌کند و از آن استفاده نمی‌کند.

- **الگوریتم‌های قطعی**: مسئله را با استفاده از تصمیمات قطعی حل می‌کند.
- **الگوریتم‌های غیرقطعی**: از یک سری قوانین احتمالی در حین جستجو استفاده می‌کند.
- **الگوریتم‌های مبتنی بر یک جواب:** الگوریتم‌هایی که یک جواب برای مسئله پیدا می‌کنند.
- **الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت:** این دسته از الگوریتم‌ها برای پیدا کردن جواب بهینه از یک جمعیت اولیه شروع می‌کند. از الگوریتم‌های فرابتکاری شناخته شده در این دسته می‌توان به الگوریتم‌های ژنتیک، کلونی مورچگان، کلونی زنبورها، کرم شبتاب، روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات، رقابت استعماری، فاخته، گرگ خاکستری و غیره اشاره کرد.

۶–۱ الگوریتم زاغ

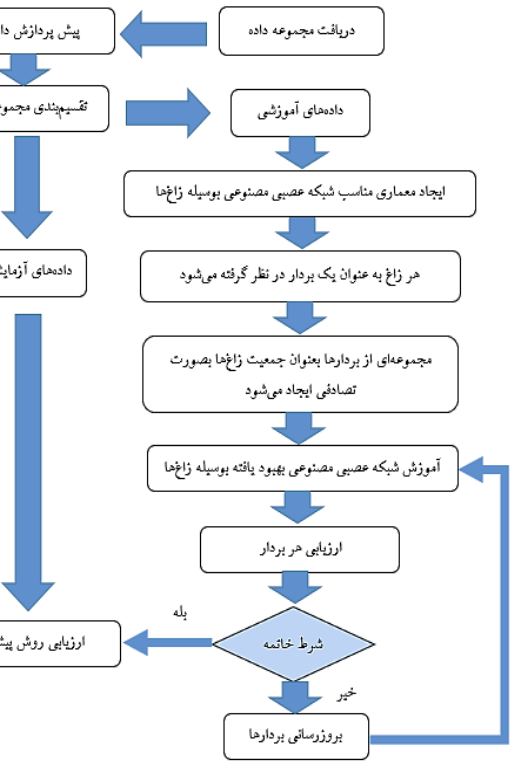
این الگوریتم توسط دکتر علیرضا عسکرزاده در سال ۲۰۱۶، باتوجه به ویژگی‌ها و رفتارهای منحصر بفرد زاغ‌ها ارائه گردید. زاغ‌ها به‌عنوان پرندگان هوشمند شناخته می‌شوند[۱۲]. آنها دارای بزرگترین مغز نسبت به اندازه بدن خود هستند. براساس نسبت مغز به بدن، مغز آنها کمی پایین‌تر از مغز انسان‌ها می‌باشد. شواهد نشان می‌دهد هوش و ذکاوت زاغ بسیار بالا است. زاغ‌ها می‌توانند چهره‌های مختلف را به یاد داشته و به‌خاطر بیاورند تا در زمان خطر به‌یکدیگر هشدار دهند. علاوه‌بر این، آنها می‌توانند از ابزارها استفاده کنند و روش‌های پیچیده‌ای را باهم ارتباط دهند همچنین مکان‌های مخفی غذای خود را تا چندماه بعد نیز دوباره به یاد بیاورند. زاغ‌ها به تماشای دیگر پرندگان نشسته و مکان‌هایی را که پرندگان دیگر غذای خود را پنهان می‌کنند، مشاهده می‌کنند و زمانی که آن پرندگان محل را ترک می‌کنند غذایشان را سرقت می‌کنند. اگر یک زاغ مورد سرقت واقع شده باشد اقدامات احتیاطی بیشتری مانند جابجایی مکان غذا برای جلوگیری از قربانی بودن در آینده انجام خواهد داد. در حقیقت زاغ‌ها از تجربه شخصی خود در سرقت برای پیش‌بینی رفتار سایر دزدها استفاده می‌کنند و می‌توانند امن‌ترین محل را برای محافظت از انبارهای غذای خود جهت جلوگیری از ربوده شدن توسط دزدها تعیین کنند.

۷ – کارهای پیشین

Weng و همکاران در سال ۲۰۲۱ جهت اعتبارسنجی مشتریان از تکنیک نسبت بهره برای تعیین ویژگی‌های خوشه‌بندی و از تکنیک خوشه‌بندی EM برای خوشه‌بندی و از الگوریتم درخت تصمیم C4.5 برای طبقه‌بندی استفاده کردند. مجموعه داده مورد استفاده در این تحقیق داده‌های بانک آلمانی گرفته شده از سایت UCI بود. نتایج بدست آمده حاکی از دقت ۸۹درصد روش پیشنهادی می‌باشد که در مقایسه با طبقه‌بندهای دیگری همچون SVM, MLP و NB از عملکرد بالاتری برخوردار است[۱۳]. Dastile و همکاران در سال ۲۰۲۱ جهت امتیازدهی اعتباری مشتریان بانکی دریافت تسهیلات از شبکه عصبی کانالوشن (CNN) استفاده کردند. نتایج بدست آمده از این تحقیق بر روی داده‌های بانک آلمانی گرفته شده از سایت UCI حاکی از دقت ۸۸ درصدی روش پیشنهادی جهت امتیازدهی اعتباری مشتریان بانک می‌باشد[۱۴]. Sharifi و همکاران در سال ۲۰۲۱ جهت پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک‌ها از شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم جغد بهبودیافته استفاده کردند. برای این منظور به بهبود شبکه عصبکه عصبی بوسیله الگوریتم جغد پرداخته شد. نتایج بدست آمده از این تحقیق بر روی داده‌های بانک آلمانی گرفته شده از سایت UCI با ۱۰۰۰ نمونه و ۲۰ ویژگی حاکی از دقت ۹۶ درصدی روش پیشنهادی در پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک‌ها می‌باشد[۱۵]. Alonso و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی میزان وفاداری مشتریان بانک پرداختند. آنها در تحقیق خود به شناسایی متغیرهایی پرداختند که بیشترین تاثیر را بر میزان وفاداری مشتریان بانک دارد. بنابراین نتایج بدست آمده بیانگر آن است که متغیرهایی همچون رضایت، سهولت استفاده و اعتماد دارای بیشترین تاثیر بر وفاداری مشتریان بانکی می‌باشند[۱۶]. Miradji و همکاران در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی باعنوان شاخص ریسک اعتباری و نقدینگی در ارزیابی سطح سلامت بانک نشان دادند که ریسک اعتباری بر سلامت بانک‌ها اثر می‌گذارد در حالی که نقدینگی برعکس است. نتایج بدست آمده نشان داد که نتایج کلی ریسک اعتباری و نقدینگی بر سلامت بانک اثر گذاشته است[۱۷].

۸– توصیف روش پیشنهادی

هدف از این مقاله ارائه مدلی جهت اعتبارسنجی مشتریان متقاضی دریافت تسهیلات بانکی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم زاغ است. فلوچارت مدل پیشنهادی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲ : بلوک دیاگرام روش پیشنهادی

مراحل روش پیشنهادی به‌طور خلاصه و طبق آنچه که در شکل (۲) نشان داده شده است بدین صورت است که پس از دریافت مجموعه داده مربوط به اعتبارسنجی مشتریان متقاضی دریافت تسهیلات بانکی از سایت UCI[5] که دارای ۱۰۰۰ نمونه و ۲۱ ویژگی است، داده‌های آن مورد پیش‌پردازش قرار گرفته و سپس داده‌ها بصورت تصادفی و با نسبت ۷۰ به ۳۰ به دو دسته داده‌های آموزشی و آزمایشی تقسیم‌بندی می‌شوند و در ادامه با استفاده از الگوریتم زاغ شبکه عصبی مصنوعی با تعداد لایه‌های میانی و تعداد نرون‌های میانی مناسب ایجاد و با استفاده از داده‌های آموزشی مورد آموزش قرار داده می‌شود. در پایان با استفاده از داده‌های آزمایشی به ارزیابی روش پیشنهادی می‌پردازیم.

همانگونه که گفته شد در این تحقیق جهت تعیین تعداد لایه‌ها و نرون‌های میانی از الگوریتم زاغ استفاده خواهیم نمود لذا در روش پیشنهادی هر زاغ در جمعیت اولیه معادل برداری خواهد بود که دربر دارنده تعداد لایه‌ها و نرون‌های میانی شبکه عصبی مصنوعی است. ساختار هر زاغ مطابق شکل (۳) است.

	لایه مخفی اول	لایه مخفی دوم		لایه مخفی nام
یک زاغ	یک تا m	یک تا m	---	یک تا m

شکل ۳ : ساختار یک زاغ

بنابراین هر زاغ که بصورت بردار در نظر گرفته شده است که n برابر حداکثر تعداد لایه‌های مخفی شبکه عصبی بوده و مقادیر موجود در هر خانه بردار نیز با تعداد نرون‌های لایه مخفی خواهد بود که در محدوده بین یک تا m می‌باشند. در روش پیشنهادی هر زاغ برابر با ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی بوده که به‌صورت تصادفی در محیط قرار گرفته می‌شود. لذا باتوجه به مقادیر تعیین شده برای پارامترهای مورد نظر در این تحقیق که در جدول ۳-۲ نیز بیان شده‌اند، ماتریسی که از ۵۰ سطر یعنی به تعداد جمعیت اولیه زاغ‌ها و ۳ ستون یعنی به تعداد حدبالای لایه‌ها می‌باشد، تشکیل خواهد شد. مقادیر هر خانه این ماتریس نیز بیانگر تعداد نرون‌های میانی هر لایه میانی است که بین یک تا ۵۰ متفاوت خواهد بود. بنابراین الگوریتم کار خود را در ابتدا با یک لایه میانی آغاز کرده و در ادامه تعداد لایه‌ها به دو لایه افزایش یافته و در نهایت با سه لایه میانی اجرا خواهد شد. زمانی که شبکه عصبی یا ماتریس موردنظر دارای یک لایه میانی است الگوریتم به تعداد ۱۰۰ مرتبه تکرار شده و در هر تکرار تمامی زاغ‌ها از مقادیر متفاوتی در محدوده بین یک تا ۵۰ جهت تعداد نرون‌های لایه میانی برخوردار هستند. پس از پایان ۱۰۰ مرتبه تکرار شبکه با یک لایه میانی، مرحله بعدی با دولایه میانی آغاز می‌شود و در هر تکرار هر زاغ در ماتریس موردنظر برای هر لایه از مقادیر متفاوتی بین یک تا ۵۰ که این مقادیر به صورت تصادفی تعیین می‌شوند برخوردار است. پس اتمام این مرحله یعنی رسیدن به تکرار ۱۰۰ام، الگوریتم کار خود را با سه لایه میانی شروع خواهد کرد به نحوی که ماتریس موردنظر از سه ستون تشکیل شده است. بنابراین پس از پایان ۱۰۰ بار تکرار در مرحله سوم میبایست به ارزیابی شبکه عصبی موردنظر پرداخت یعنی بررسی شود که از بین حالات مختلفی که اجرا شده است در چه حالتی با چه تعداد لایه و نرون میانی الگوریتم از دقت بالاتری برخوردار بوده است تا آن حالت به عنوان مناسب‌ترین ساختار معرفی شود. بنابراین با اجرای روش پیشنهادی بر روی مجموعه داده موردنظر دریافتی از سایت UCI، معماری مناسب شبکه عصبی پیشنهادی با استفاده از الگوریتم‌های زاغ ایجاد شد. پس از پایان هر تکرار آموزش شبکه عصبی پیشنهادی، شرط خاتمه مورد بررسی قرار می‌گیرد تا در صورت رسیدن به شرط موردنظر

[5] https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Statlog+(German+Credit+Data)

به ارزیابی شبکه عصبی پیشنهادی بپردازیم و در صورتی‌که شرط خاتمه محقق نشده باشد الگوریتم همچنان به آموزش شبکه عصبی بپردازد. بنابراین در این تحقیق شرط خاتمه را برابر با تعداد تکرار آموزش شبکه عصبی پیشنهادی یعنی ۱۰۰ تکرار در نظر گرفتیم.

۹- ارزیابی روش پیشنهادی

جهت سنجش و ارزیابی کارایی روش پیشنهادی در این تحقیق از معیارهای دقت، حساسیت، ویژگی و صحت استفاده نمودیم.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100$$

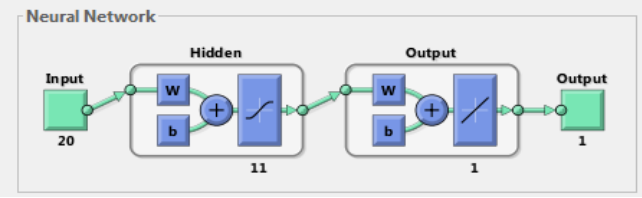
$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \times 100$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP} \times 100$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100$$

۱۰- پیاده‌سازی روش پیشنهادی

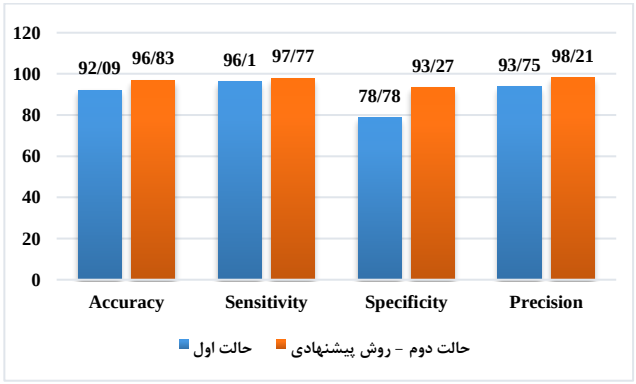
جهت پیاده‌سازی روش پیشنهادی، عملیات پیش‌پردازش بر روی مجموعه داده انجام شد که در ابتدا با توجه به اینکه در مجموعه داده دریافت شده از سایت UCI برخی از ویژگی‌ها از نوع کیفی هستند آنها را به مقادیر عددی تبدیل کردیم. در ادامه نمونه‌ها را از لحاظ موارد گمشده مورد بررسی قرار دادیم که متاسفانه مشاهده کردیم برخی از نمونه‌ها دارای مقادیر گمشده بودند بنابراین نمونه‌هایی را که بیش از یک مورد گمشده داشتند را حذف و نمونه‌هایی که تنها یک مورد گمشده داشتند را با استفاده از الگوریتم نزدیکترین همسایه مقداردهی نمودیم و تعداد ۱۸۷ نمونه را که بیش از یک مورد داده گمشده داشتند را از مجموعه داده حذف کردیم و بدین ترتیب تعداد نمونه‌ها از ۱۰۰۰ به ۸۱۳ نمونه کاهش پیدا کرد. سپس مجموعه داده را در بازه بین مثبت و منفی یک با استفاده از روش حداکثر-حداقل نرمال‌سازی کردیم. پس از اعمال پیش‌پردازش، مجموعه داده را با نسبت ۷۰ به ۳۰ بصورت تصادفی جهت آموزش و ارزیابی شبکه عصبی پیشنهادی تقسیم‌بندی کردیم و بدین ترتیب تعداد ۵۶۹ نمونه برای آموزش و ۲۴۴ نمونه برای آزمایش انتخاب شدند. در ادامه پس از ایجاد شبکه عصبی پیشنهادی با استفاده از الگوریتم زاغ به بهبود شبکه عصبی مصنوعی و انتخاب معماری مناسب آن پرداختیم. معماری شبکه عصبی پیشنهادی بوسیله الگوریتم زاغ با یک لایه مخفی و ۱۱ نورون در این لایه مطابق شکل ۴ ایجاد شد.



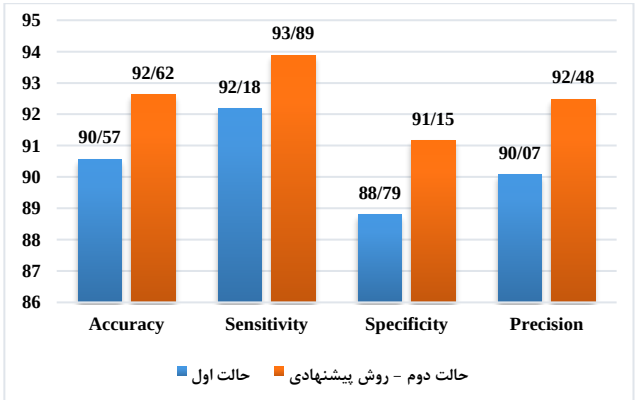
شکل ۴ : معماری شبکه عصبی پیشنهادی

۱۱- نتایج بدست آمده

نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی روی پیشنهادی برای داده‌های آموزشی و آزمایشی در دو حالت مورد بررسی قرار گرفت. در حالت اول از شبکه عصبی مصنوعی بدون استفاده از الگوریتم زاغ استفاده شد و در حالت دوم از الگوریتم زاغ جهت معماری شبکه عصبی مصنوعی استفاده گردید. در ادامه مقایسه نتایج بدست آمده در هر دو حالت اول و دوم برای داده‌های آموزشی و آزمایشی نشان داده شده است.



شکل ۵ : مقایسه نتایج در دو حالت اول و دوم برای داده‌های آموزشی



شکل ۶ : مقایسه نتایج در دو حالت اول و دوم برای داده‌های آموزشی

همانطور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود در حالت دوم با استفاده از داده‌های آموزشی که از الگوریتم زاغ برای انتخاب معماری مناسب جهت شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است نسبت به حالت اول، معیار دقت به میزان ۴.۷۴ درصد، میزان معیار حساسیت ۱.۶۷ درصد، معیار ویژگی ۱۴.۴۹ درصد و میزان معیار صحت نیز ۴.۴۶ درصد افزایش یافته است. همچنین مطابق شکل (۶) میزان معیارهای ذکر شده در حالت دوم با استفاده از داده‌های آزمایشی که از الگوریتم زاغ برای انتخاب معماری مناسب جهت شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است نسبت به حالت اول، معیار دقت به میزان ۲.۰۵ درصد، میزان معیار حساسیت ۱.۷۱ درصد، معیار ویژگی ۲.۳۶ درصد و میزان معیار صحت نیز ۲.۴۱ درصد افزایش پیدا کرده است. بنابراین باتوجه به نتایج بدست آمده و مقایسات صورت گرفته می‌توان گفت روش پیشنهادی از عملکرد بالایی در اعتبارسنجی مشتریان متقاضی دریافت تسهیلات بانکی برخوردار است.

۱۲- نتیجه‌گیری

بانک‌ها از موسسات بسیار مهمی محسوب می‌شوند که نیاز به حفظ سرمایه خود داشته و برای در اختیار قرار دادن انواع تسهیلات شامل وام‌های مختلف به مشتریان نیاز به انجام تحلیل کامل برای اطمینان از خوش‌حسابی و پرداخت به موقع دیون توسط مشتریان را دارند که همواره با ریسک‌های متفاوتی از جمله ریسک اعتباری روبرو هستند. ارزیابی مشتریان که یکی از مهمترین مسائل در نظام بانکی هر کشور است با هدف ارائه یک پیش‌بینی نسبتا خوب از وضعیت پرداخت و توانایی مشتری در انجام به موقع تعهدات و بازداشتن بانک از دادن وام‌های بی‌مورد که امکان بازپرداخت آنها برای مشتری چندان وجود ندارد، انجام می‌شود. بنابراین می‌توان گفت ارزیابی مشتریان در جلوگیری از هدر رفت بیش از حد منابع و افت سرمایه بانک‌ها نقش اساسی داشته و عدم توجه به آن سبب ضرر و زیان و پدیدار شدن بدهی‌های وصول نشده و مشکوک الوصول زیادی برای بانک‌ها خواهد شد. در این تحقیق نیز ما بر آن شدیم تا بوسیله الگوریتم زاغ معماری مناسب شبکه عصبی مصنوعی را جهت تشخیص مشتریان خوش‌حساب و بدحساب بانک جهت اعطای تسهیلات بدست آوریم. نتایج حاصل از روش پیشنهادی نشان داد که با دقت ۹۶.۸۳ قادر است مشتریان خوش‌حساب و بدحساب بانک را جهت اعطای تسهیلات وام تشخیص و دسته‌بندی نماید.

بنابراین باتوجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت روش پیشنهادی توانسته است میزان معیار دقت را به میزان ۴.۷۴ درصد، میزان معیار حساسیت ۱.۶۷ درصد، میزان معیار ویژگی ۱۴.۴۹ درصد و میزان معیار صحت ۴.۴۶ درصد افزایش دهد. همچنین باتوجه به مقایسه‌ای که با برخی از کارهای پیشین صورت دادیم دریافتیم که روش پیشنهادی نسبت به روش‌هایی که تاکنون در این زمینه انجام شده است از عملکرد خوب و بالاتری در اعتبارسنجی مشتریان برخوردار است که علت عملکرد بهتر روش پیشنهادی تعیین تعداد مناسب لایه و نرون‌های مخفی شبکه عصبی است که نقش مهمی در پردازش داده‌ها دارد.

در پایان امید است که پژوهشگران بتوانند با کمک روش‌های نوین تلاش روزافزونی جهت خدمت به صنعت بانکداری داشته باشند و با محقق شدن پیشرفت‌های روزافزون و کاهش زیان‌های موجود بتوانند سبب سودآوری و رونق این صنعت شوند.

مراجع

[1] Kumar, P., & Mokha, A. K. (2022). Electronic Customer Relationship Management (E-CRM) and Customer Loyalty: The Mediating Role of Customer Satisfaction in the Banking Industry. International Journal of E-Business Research (IJEBR), 18(1), 1-22.

[2] Mokha, A. K., & Kumar, P. (2022). Examining the Interconnections Between E-CRM, Customer Experience, Customer Satisfaction and Customer Loyalty: A Mediation Approach. Journal of Electronic Commerce in Organizations (JECO), 20(1), 1-21.

[3] Li, M., & Huang, S. (2022). Contactless but loyal customers: The roles of anxiety and sociability in the hotel service context. Journal of Retailing and Consumer Services, 66, 102910.

[4] Li, F., Lu, H., Hou, M., Cui, K., & Darbandi, M. (2021). Customer satisfaction with bank services: The role of cloud services, security, e-learning and service quality. Technology in Society, 64, 101487.

[5] Balci, G. (2021). Digitalization in container shipping: Do perception and satisfaction regarding digital products in a non-technology industry affect overall customer loyalty? Technological Forecasting and Social Change, 172, 121016.

[6] Sugiarto, S., & Octaviana, V. (2021). Service Quality (SERVQUAL) Dimensions on Customer Satisfaction: Empirical Evidence from Bank Study. Golden Ratio of Marketing and Applied Psychology of Business, 1(2), 93-106.

[7] Heffernan, S. (2017). 14. The Causes Of Bank Failures. Handbook Of International Banking, 366.

[8] Akomeah, J., Agumeh, R., & Siaw, F. (2020). Credit Risk Management And Financial Performance Of Listed Banks In Ghana. *Research Journal Of Finance And Accounting*, *11*(6), 39-48.

[9] McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The bulletin of mathematical biophysics, 5(4), pp.115-133.

[10] Dahooie, J. H., Hajiagha, S. H. R., Farazmehr, S., Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. (2021). A Novel Dynamic Credit Risk Evaluation Method Using Data Envelopment Analysis With Common Weights And Combination Of Multi-Attribute Decision-Making Methods. *Computers & Operations Research*, *129*, 105223.

[11] E.W.T. Ngai, Li Xiu And D.C.K. Chau, "Application Of Data Mining Techniques In Customer Relationship Management: A Literature Review And Classification". Expert Systems With Applications, Vol. 36, PP. 2592-2602 ,2019.

[12] Askarzadeh, A. (2016). A novel metaheuristic method for solving constrained engineering optimization problems: crow search algorithm. Computers & Structures, 169, 1-12.

[13] Weng, C. H., & Huang, C. K. (2021). A Hybrid Machine Learning Model for Credit Approval. *Applied Artificial Intelligence*, *35*(15), 1439-1465.

[14] Dastile, X., & Celik, T. (2021). Making deep learning-based predictions for credit scoring explainable. *IEEE Access*, *9*, 50426-50440.

[15] Sharifi, P., Jain, V., Arab Poshtkohi, M., Seyyedi, E., & Aghapour, V. (2021). Banks credit risk prediction with optimized ANN based on improved owl search algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, *2021*, 1-10.

[16] Alonso-Dos-Santos, M., Soto-Fuentes, Y., & Valderrama-Palma, V. A. (2020). Determinants of mobile banking users' loyalty. *Journal of Promotion Management*, *26*(5), 615-633.

[17] Miradji, M.A., Dwiarta, I.M.B. (2020). Determinant of credit and liquidity risk at bank health level assessment. *1st International Conference of Business and Social Sciences*.