

مدیریت ریسک اعتباری در سیستم بانکی با رویکرد داده‌کاوی

علی جماعت^۱

فرید عسگری^۲

چکیده

با توسعه روزافزون تجارب و کسب و کار در دنیای کنونی، نیاز به مراودات مالی گسترش زیادی یافته است که این کار موجب توسعه فعالیت‌های تجاری بانک‌ها و نیز ایجاد بانک‌های جدید گردیده است. از مشکلات عمده سیستم‌های بانکداری و مالی مدیریت ریسک اعتباری می‌باشد. زیرا که منابع پولی زیادی در این موسسات در قالب اعتبار به متقاضیان تسهیلات ارائه می‌گردد و برگشت این منابع به راز تداوم حیات و توسعه موسسات ضرورتی انکارناپذیر دارد. بنابراین بررسی اعتبار متقاضیان جهت بازپرداخت تسهیلات، فرایندی مهم بوده و روش‌های مختلفی برای اینکار ارائه گردیده است که در این مقاله از تکنیک داده‌کاوی، برای تشخیص ریسک اعتباری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی

سیستم بانکی، داده‌کاوی، مدیریت ریسک، تسهیلات اعتباری.

1. عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر

2. عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر

1- مطالعه در مدیریت ریسک

روش‌ها و ابزارهای گوناگونی مشاهده می‌شود که در همه آنها تشخیص نوع ریسک و انتخاب روش و ابزار مناسب بر اساس آن انجام می‌پذیرد و سپس این کار مدل مناسبی جهت تشخیص ریسک ارائه می‌شود. با توجه به اینکه بانک‌های اطلاعاتی موسسات مالی و بانکی کلیه مراودات مالی متقاضیان را نگهداری می‌نمایند، این امکان وجود دارد که بتوان با بررسی آنها مدل مناسبی جهت پیش‌بینی عملکرد متقاضی در آینده تهیه نمود که داده‌کاوی این کار را برعهده می‌گیرد.

2- مقدمه

صنعت بانکدار در جهان در حال تغییرات مداوم و توسعه می‌باشد و با گسترش بانکداری الکترونیکی ثبت اطلاعات تراکنشی راحت‌تر شده است و حجم داده‌ها بطور قابل ملاحظه‌ای در حال رشد می‌باشد. با تحلیل اطلاعات بانک‌های اطلاعاتی بانک‌ها می‌توان در تشخیص بهتر مشتریان و تخصص بهینه منابع به مشتریان سودآور، بهره‌وری بانک‌ها را افزایش داد. در حال حاضر به دلیل حجم بالای تسهیلات بانکی، ریسک بازپرداخت آنها یک چالش بزرگ برای بانک‌ها می‌باشد. در واقع ریسک در ذات فعالیت‌های بانکی نهفته است و عملاً حذف ریسک از عملیات بانکداری غیرممکن به نظر می‌رسد. از این‌رو تنها راه‌حل، مدیریت آن می‌باشد.

از بهترین روش‌ها برای استخراج الگوهای رفتاری مشتریان استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی می‌باشد. الگوریتم‌های داده‌کاوی با استفاده از روش‌های آماری و هوش مصنوعی، الگوهای موجود در مجموعه‌های بسیار بزرگ را استخراج می‌کنند. مدیران و تصمیم‌گیرندگان با استفاده از نتایج الگوهای حاصل‌شده، دانش نهفته در آنها را در قالب مجموعه‌ای از قوانین بدست می‌آورند و از آن جهت ارائه خدمات به مشتریان استفاده می‌نمایند. در این مقاله سعی شده با بررسی ادبیات ریسک اعتباری و داده‌کاوی و تکنیک‌های آن در جهت تشخیص میزان اعتبار مشتریان در بانک و موسسات مالی استفاده گردد.

3- ریسک

ریسک عبارت است از تمدید فرصت‌زا جهت دستیابی به موفقیت و منفعت، در فرهنگ لانگمن ریسک به معنای احتمال وقوع چیزی بد یا نامطلوب و یا احتمال وقوع خطر تعریف شده است، به بیان دیگر می‌توان ریسک را احتمال برآورده‌نشدن پیش‌بینی‌های آینده در نظر گرفت.

بطور کلی ریسک دو نوع می‌باشد، حالت اجباری و اختیاری که نوع دوم آن قابلیت کنترل و مدیریت را دارد.

مدیریت ریسک عبارت است از شناسائی، تحلیل، تدبیر و برنامه‌ریزی مدرن برای مواجه‌شدن با آثار مطالعه آئین و استقبال از اثرات مثبت آن.

فرآیند مدیریت ریسک عبارت است از:

- 1- برنامه ریزی مدیریت ریسک .
- 2- شناسائی ریسک و بررسی کیفی آن .
- 3- بررسی کمی ریسک .
- 4- برنامه‌ریزی واکنشی و کنترل ریسک .

ریسک در همه موسسات و سازمان وجود دارد و در صورت عدم مدیریت صحیح آن زبان‌های متعدد را وارد می‌سازد که این خسارات ممکن است بصورت مستقیم و از طریق زمان‌های درآمدی و سرمایه‌ای ایجاد گردد یا بصورت غیرمستقیم و از محدودیت‌ها جهت دستیابی به اهداف تجاری و مالی بوجود آید.

3-1- ریسک در صنعت بانکداری

بخش عمده‌ای از مراودات بانک‌های در جهان با ارائه تسهیلات مالی به مشتریان می‌باشد و در ایران این موضوع بسیار برجسته‌تر از سایر نقاط می‌باشد زیرا ساختار کلی بانک‌ها نوعی وابستگی به دولت را ایجاد می‌نماید و الزام آنها به ارائه تسهیلات مختلف به افراد بدون شناخت کافی از توانایی‌های مالی و عملکرد، گذشته آنها مشکلات عدیده‌ای را در جهت بازپرداخت تسهیلات را موجب گردیده است که بر اساس نظر موسسه بین‌المللی KPMG میزان مطالبات معوق بانکها، بیانگر ریسک عملیاتی بالای آنها می‌باشد.

براساس نظرات سینکی (1992) ورز(1999) پنج نوع ریسک عمده در بانکها وجود دارد که عبارتند از.

1. ریسک اعتباری: عبارت از احتمال تعویق، مشکوک الوصول یا عدم وصول شدن تسهیلات ارائه شده به مشتریان می باشد.
2. ریسک نقدینگی.
3. ریسک بازار.
4. ریسک نرخ بهره.
5. ریسک سودآوری.

هر چند در مطالعات انواع دیگری نیز از ریسک مانند ریسک نوسان ارز، سرمایه گذاری، اقبالی جدید، تصمیمات اقتصادی نیز بعنوان ریسک های بانکی ارائه شده اند ولی بحث این مقاله ریسک اعتباری می باشد.

3-2- ریسک اعتباری

ریسک اعتباری عبارت است از احتمال تعویق، مشکوک بودن وصول یا عدم وصول اصل و سود تسهیلات مالی که در قالب تسهیلات به متقاضیان ارائه می گردد.

ریسک اعتباری از آن جهت در نهادهای پولی و اعتباری حائز اهمیت است که منابع بکار گرفته شده برای تسهیلات در رخصت بدهی نهاد پولی (بانک) به سهامداران آن نهاد می باشد که در صورت عدم جریان هم توان اعتباردهی قدرت برگشت سرمایه، سهامداران را تضعیف می کند. از مهمترین رویکرد جهت کاهش خسارت های ریسک اعتباری، شناسائی سنجش درجه و طبقه بندی اعتباری مشتریان می باشد که اصطلاحاً به آن اعتبارسنجی گویند. بر آن اساس هر کدام از متقاضیان تسهیلات دارای یک درجه اعتبار می باشد که آن نوعی برآورد از عملکرد و بازپرداخت تسهیلات درخواستی متقاضی می باشد و براساس استاندارهای کمیته بال، کمیته نظارت بر مقررات بانکی (مشتریان دریافت کننده اعتبار براساس درجه اعتبار به 10 گروه مختلف طبقه بندی می شوند.

جدول 1- گروه‌بندی مشتریان اعتباری

گروه	ریسک اعتباری	مشخصات
1	0-0/1	گروه اول بهترین کیفیت را از نظر بازپرداخت سود و اصل آن داراست و از کمترین ریسک سرمایه‌گذاری برخوردار است.
2	0/1-0/2	گروه دوم از کیفیت بالا برخوردارند و فرق آنها با گروه قبلی در این است که حاشیه امنیتشان به گستردگی گروه قبلی نیست و ریسک بلندمدت آن مقداری بیشتر است. در داخل گروه از بالا به پائین از دورنمای ضعف‌تری برخوردارند.
3	0/2-0/3	گروه سوم شرایط مطلوب دارند. از لحاظ پرداخت اصل و سود از شرایط مناسبی برخوردار است. ولی ممکن است در اثر بروز اتفاقاتی دچار مشکل گردد. از بالا به پائین در داخل گروه شرایط بدتر می‌شود.
4	0/3-0/4	گروه چهارم از درجه متوسط محسوب می‌شوند و از نظر بازپرداخت اصل و سود به نظر کافی می‌آیند (در حال حاضر) اما در درازمدت ممکن است دچار مشکل گردند در داخل گروه به بالا به پایین شرایط بدتر می‌شود.
5	0/4-0/5	ریسک این گروه بالا بوده و این گروه از نوعی عدم اطمینان برخوردار است.
6	0/5-0/6	این گروه از نظر تضمین بازپرداخت اصل و سود تسهیلات در شرایط مطلوبی قرار ندارند و از مشخصه‌های یک سرمایه‌گذاری خوب برخوردار نیستند.
7	0/6-0/7	از نظر بازپرداخت اصل و سود از تضمین خوبی چه در حال حاضر و چه در آینده برخوردار نیستند این گروه یا در حالت نکول قرار دارند و یا اینکه بازپرداخت اقساط آنها با خطرات زیادی روبروست.
8	0/7-0/8	این گروه نسبت به گروه قبل به میزان بیشتری به خطر سوخت شدن نزدیک و در حالت ورشکستگی قرار دارند.
9	0/8-0/9	نسبت به گروه قبل در شرایط بدتری قرار داشته و اقساط آنها اکثراً نکول می‌شود.
10	0/9-1	این گروه در بدترین شرایط از لحاظ پرداخت اصل و سود تسهیلات قرار دارند و بازپرداخت اقساط آنها با احتمال قریب به یقین نکول می‌شود.

در حال حاضر برای تعیین درجه متقاضیان روش‌های مختلفی ارایه گردیده است که تکنیک‌های داده‌کاوی از مناسب‌ترین روش‌ها برای مدل‌سازی مشتریان جهت بررسی ریسک اعتباری آنها می‌باشد.

4- تعریف داده‌کاوی

1-4- مفهوم داده‌کاوی

داده‌کاوی پل ارتباطی میان علم آمار، علم کامپیوتر، هوش مصنوعی، الگوشناسی، فراگیری ماشین و بازنمایی بصری داده می‌باشد. داده‌کاوی فرآیندی پیچیده جهت شناسایی الگوها و مدل‌های صحیح، جدید و بصورت بالقوه مفید، در حجم وسیعی از داده می‌باشد به طریقی که این الگوها و مدل‌ها برای انسانها قابل درک باشند. داده‌کاوی به صورت یک محصول قابل خریداری نمی‌باشد، بلکه یک رشته علمی و فرآیندی است که می‌بایست به صورت یک پروژه تعریف گردد و در قدم‌های از پیش تعیین شده و برنامه‌ریزی شده پیاده‌سازی شده و کنترل شود. در تعریفی دیگر داده‌کاوی شناسایی الگوهای صحیح، بدیع، سودمند و قابل درک از داده‌های موجود در یک پایگاه داده است که با استفاده از پردازش‌های معمول قابل دستیابی نیستند. هدف اصلی داده‌کاوی پیش‌بینی است.

2-4- کاربردهای داده‌کاوی

داده‌کاوی در بسیاری از شاخه‌ها همچون بازاریابی، امور مالی، بانکداری، تولید، پزشکی، مدیریت ارتباط با مشتری، ردیابی، پیش‌بینی خرابی‌ها و آموزش‌سازمانی کاربرد دارد. بعضی از کاربردهای داده‌کاوی به طور خلاصه به شرح زیر است:

- کاربردهای معمول تجاری: از قبیل تحلیل و مدیریت بازار، تحلیل سبد بازار، بازاریابی هدف، فهم رفتار مشتری، تحلیل و مدیریت ریسک
- مدیریت و کشف فریب: کشف فریب تلفنی، کشف فریب‌های بیمه‌ای و اتومبیل، کشف حقه‌های کارت اعتباری، کشف تراکنش‌های مشکوک مالی (پول شویی)
- متن‌کاوی: پالایش متن (نامه‌های الکترونیکی، گروه‌های خبری، جستجوی مقالات و موضوعات خاص و غیره)

- پزشکی: کشف ارتباط علامت و بیماری، تحلیل آرایه‌های DNA و تصاویر پزشکی
 - ورزش: آمارهای ورزشی
 - وب‌کاوی: پیشنهاد صفحات مرتبط، بهبود ماشین‌های جستجوگر یا شخصی‌سازی حرکت در وب سایت
- جدول زیر بیانگر میزان نفوذ کاربر داده‌کاوی در صنایع مختلف است که آمار موجود نشانگر استفاده از داده‌کاوی به عنوان یکی از مهمترین ابزار در مدیریت ارتباط با مشتری می‌باشد.

جدول 2- میزان نفوذ کاربر داده‌کاوی در صنایع مختلف

26.1%	مدیریت ارتباط با مشتری
23.9%	بانکداری
20.3%	بازاریابی مستقیم
18.8%	شناسایی جرم
10.1%	وب‌کاوی
10.1%	خرده فروشی
8.7%	بیمه
7.2%	مالی و لیزینگ
5.8%	تجارت الکترونیک
6.3%	امنیت و ضدتروریسم
2.9%	سرمایه گذاری و بورس

3-4- گام‌های داده‌کاوی

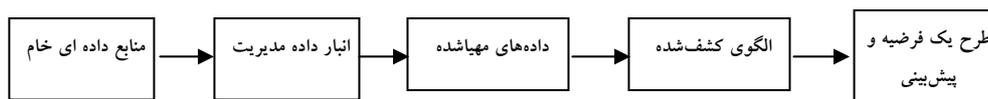
به طور کلی گام‌های اجرای داده‌کاوی در تمام منابع یکسان نیستند ولی آنچه که تقریباً در بین همه آنها به صورت مشترک وجود دارد، کشف دانش راداری مراحل تکراری زیر می‌دانند:

- پاکسازی داده‌ها: از بین بردن نویز و ناسازگاری داده‌ها
- یکپارچه‌سازی داده‌ها: ترکیب چندین منبع داده
- انتخاب داده‌ها: بازیابی داده‌های مرتبط با آنالیز از پایگاه داده

- تبدیل کردن داده‌ها: تبدیل داده‌ها به فرمی که مناسب برای داده‌کاوی باشد مثل خلاصه‌سازی و همسان‌سازی
- داده‌کاوی: فرآیند اصلی که روال‌های هوشمند برای استخراج الگوها از داده‌ها به کار گرفته می‌شوند.
- ارزیابی الگو: مشخص کردن الگوهای صحیح و مورد نظر توسط معیارهای اندازه‌گیری
- ارایه دانش: نمایش بصری تکنیک‌های بازنمایی دانش برای ارایه دانش کشف شده به کاربر

به عبارت دیگر به دلیل آنکه هدف داده‌کاوی در نهایت یافتن الگویی است که بتوان داده‌های موجود را در آن بسط داد و از مدل ساخته‌شده جهت تصمیم‌گیری برای داده‌های آینده بهره جست، بنابراین همان‌گونه که در شکل زیر مشخص گردیده است تمامی این فرآیند در راستای طرح یک فرضیه بر مبنای الگوی کشف‌شده از داده‌های خام چیده شده است.

شکل 1- فرآیند داده‌کاوی

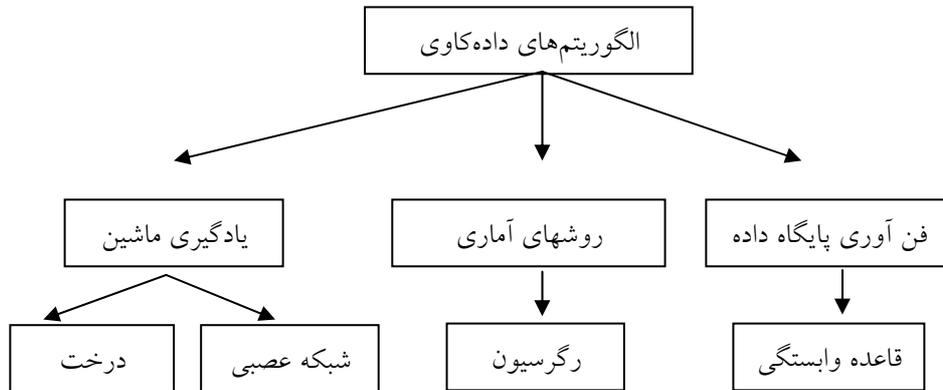


4-4- الگوریتم‌های داده‌کاوی

الگوریتم داده‌کاوی شامل الگوریتم‌هایی جهت پیش‌بینی بر پایه آمار مانند رگرسیون، سیستم‌های تکنولوژی پایگاه‌داده مانند قواعد وابستگی و تکنیک‌های مبتنی بر یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی و درخت تصمیم می‌باشند. هر یک از این الگوریتم‌ها با توجه به هدف نهایی داده‌کاوی و همچنین نوع مدل‌سازی داده‌ها قابل استفاده‌اند. به عنوان مثال رگرسیون در پیش‌بینی آینده بر مبنای داده‌های فعلی بسیار راه‌گشاست. در حالی که برای دسته‌بندی داده‌ها می‌توان از درخت تصمیم یاری جست. همچنین در هنگام قراردادن اجناس در قفسه‌های فروشگاه و پی‌بردن به رابطه اجناس موقع خریداری در فروشگاه‌های زنجیره‌ای قاعده وابستگی بسیار مفید خواهد بود. قواعد وابستگی مربوط به الگوهای متداول می‌باشند. به عنوان مثال

خرید شیر و کره احتمالاً با خرید تخم مرغ همزمان خواهد بود. همچنین خرید کامپیوتر احتمالاً 2 ماه بعد خرید پرینتر و 6 ماه بعد خرید اسکنر را در پی خواهد داشت.

شکل 2- الگوریتم‌های داده کاوی



5-4- درخت تصمیم

درخت تصمیم یکی از تکنیک‌های رایج در زمینه داده کاوی است. متداول‌ترین وظیفه داده کاوی درخت تصمیم‌گیری، کلاس‌بندی می‌باشد. مقصود اصلی درخت تصمیم‌گیری، تقسیم داده‌ها به صورت بازگشتی به زیر مجموعه‌هایی است به گونه‌هایی که هر زیر مجموعه در برگرفته وضعیت همگنی از متغیر هدف می‌باشد. در هر تقسیم درخت، تمام مشخصه‌های ورودی به منظور تاثیرشان بر روی مشخصه‌های قابل پیش‌بینی به صورت بازگشتی ارزیابی می‌شوند. زمانیکه پردازش بازگشتی کامل شد، درخت تصمیم‌گیری شکل گرفته است.

از مزایای استفاده از الگوریتم درخت تصمیم‌گیری نسبت به سایر الگوریتم‌های داده کاوی این است که مدل آن سریع‌تر ساخته و آسان‌تر تفسیر می‌شود. پیش‌بینی‌ها بر اساس درخت تصمیم‌گیری موثر و کارآمدترند. متدهای مختلفی برای رشد یک درخت وجود دارد و می‌توان از فرمول‌های متنوعی برای تعیین چگونگی تقسیم درخت استفاده نمود. هر مسیر درخت از گره ریشه تا برگ‌ها معرف یک قاعده استخراج شده می‌باشد. الگوریتم درخت تصمیم یک

الگوریتم تولید مدل کلاس‌بندی و رگرسیون است که توسط خدمات تحلیلی به منظور استفاده در مدل‌های پیش‌بینی در مورد مشخصه‌های گسسته و پیوسته فراهم شده است. به منظور مشخصه‌های گسسته، این الگوریتم پیش‌بینی‌هایی را بر مبنای روابط بین ستون‌های ورودی در یک مجموعه انجام می‌دهد. از مقادیر و وضعیت‌های این ستون‌ها برای پیش‌بینی وضعیت یک ستون که به عنوان ستون قابل پیش‌بینی انتخاب شده است، استفاده می‌نماید. در خصوص مشخصه‌های پیوسته الگوریتم از روش رگرسیون خطی برای تعیین این‌که درخت تصمیم در کجا تقسیم می‌شود، استفاده می‌نماید. اگر بیش از یک ستون قابل پیش‌بینی داشته باشیم و یا اگر داده ورودی شامل یک جدول تودرتو باشد در آن صورت یک مجموعه قابل پیش‌بینی وجود دارد و الگوریتم به ازای هر کدام از ستون‌های قابل پیش‌بینی یک درخت تصمیم‌گیری می‌سازد.

بانک‌ها به منظور ارضای نیازمندی‌ها و ارائه خدمات از جمله اعطای تسهیلات مالی و اعتباری به مشتریان خود نیازمند شناسایی دقیق آن‌ها هستند. از طرفی ممکن است در این زمینه با ریسک‌هایی در فعالیت‌های خود مواجه شوند. یکی از این ریسک‌ها، ریسک اعتباری است که باید با آن مقابله کنند. اعتبارسنجی می‌تواند با شناخت مشتریان خوب و بد به کاهش ریسک اعتباری بپردازد. تحقیقات متنوعی بر روی روش‌های اعتبارسنجی در بانک‌ها صورت گرفته است. مدل‌های اعتبارسنجی در ابتدا قضاوتی بودند. سپس روش‌های پارامتریک و اخیراً مدل‌های ناپارامتریک توانسته‌اند در اعتبارسنجی به بانک‌ها کمک کنند. ایده متمایز کردن گروه‌ها اولین بار توسط فیشر در سال 1963 مطرح شد و سپس دیوید دراند در سال 1941 به تفکیک مشتریان به دو گروه خوب و بد برای اعطای وام به آنها پرداخت. در سال 1960 کارت‌های اعتباری وارد بانک‌ها شدند و در سال 1980 برای اولین بار اعتبارسنجی در بانک‌ها استفاده شد. در سال 1990 از اعتبارسنجی در بازاریابی مستقیم استفاده شد.

درختان تصمیم‌گیری به عنوان یکی از تکنیک‌های داده‌کاوی می‌توانند در اعتبارسنجی مشتریان بانک‌ها بکار روند. این تکنیک دارای قابلیت فهم و سرعت بالای یادگیری الگو در مسائل طبقه‌بندی همچون اعتبارسنجی است. درختان تصمیم‌گیری از روش ناپارامتریک در اعتبارسنجی است. مسئله اصلی در این مقاله ساخت درختان تصمیم‌گیری بهینه‌سازی درختان تصمیم‌گیری بپردازند. با توجه به تحقیقاتی که صورت گرفت به نظر نمی‌رسد مطالعاتی

فراوانی در زمینه بهینه‌سازی درختان تصمیم‌گیری در اعتبارسنجی مشتریان صورت گرفته باشد. ولی مطالعات متنوعی به بررسی این موضوع در سایر حوزه‌های کسب و کار پرداخته‌اند که البته می‌توان از نتایج این مطالعات و تحقیقات در زمینه اعتبارسنجی و طبقه‌بندی مشتریان بانک‌ها استفاده نمود.

از مدل‌های پارامتریک و ناپارامتریک در اعتبارسنجی مشتریان بانک‌ها و موسسات مالی تحقیقات متنوعی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. جدول زیر به چند نمونه این تحقیقات پیرامون روش‌های اعتبارسنجی در خارج از کشور اشاره دارد.

جدول 3- برخی تحقیقات روش‌های اعتبار سنجی در خارج از کشور

ردیف	مدل اعتبار سنجی	پژوهشگر
1	رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، درخت تصمیم‌گیری	Susac,Sarlija,&Bensic.n.d.
2	ترکیب تحلیل تمایزی و الگوریتم پس انتشار در شبکه عصبی	Lee,Chin,Lu,&Chen,2002
3	الگوهای طبقه‌بندی غلط	Kim & Sohn,2004
4	ترکیب مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و روش MARS	Lee&Chen,2005
5	رتبه‌بندی تحلیل لینک با استفاده از ماشین بردار پشتیبان	Xu,Zhou,&Wang,2008
6	شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های عمومی	Abdou&Pointon,2008
7	طبقه‌کننده‌های ترکیبی بجای یک طبقه‌کننده	Nanni&Lumini,2009

وسعت مطالعات خارج از کشور در زمینه اعتبارسنجی مبتنی بر روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک تقریباً زیاد بوده و شامل موارد زیر است: رگرسیون لجستیک، مدل پروبیت و لوجیت، تحلیل مولفه‌های اساسی و برخی روش‌های انتخاب ویژگی‌ها، تحلیل تمایزی، روش Naïve Bayes روش SMO روش MARS درختان تصمیم‌گیری شبکه‌های عصبی ماشین

بردار پشتیبان سیستم‌های خبره منطق فازی مدل‌های ترکیبی طبقه‌کننده‌ها الگوریتم پس انتشار شبکه عصبی Boosting.Bagging نزدیک‌ترین همسایه و الگوریتم‌های ژنتیک و ترکیب برخی موارد فوق با هم.

5-منابع و مآخذ

1. آقاییگی ژینا، رضائی سعید (1387)، اعتبارسنجی مشتریان اعتباری بانک ملی براساس رگرسیون لجستیک، اولین کنفرانس ملی داده‌کاوی، تهران
2. خان بابایی (1388)، بکارگیری تکنیک‌های خوشه‌بندی و الگوریتم ژنتیک در ساخت درختان تصمیم‌گیری برای طبقه‌بندی بهینه مشتریان بانک ها، دومین کنفرانس ملی داده کاوی، تهران
3. فلاح شمسی میرفیض (1386)، طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور، مجموعه مقالات شانزدهمین همایش بانکداری اسلامی
4. Chen S.C. & Huang M.Y. (2010), Constructing credit auditing and control & management model with datamining technique, Expert System With Application, Vol 39, pp 10-174
5. Han J. & Kamber M. (2008), Data Mining: Concept and Techniques, 3rd edition, Champaign
6. Nanni L. & Lumini A. (2009), An Experimental Comparison Of Ensemble Of Classifiers For Bankruptcy Prediction And Credit Scoring, Expert System With Application, Vol 36, pp 1-4
7. Huang C. & Chen M. & Wang C. (2007), Credit Scoring With a Data mining Approach Based On Support Vector Machines, Expert System With Application, Vol 33, pp 1-3
8. Thomas I. (2000), A Survey Of Credit And Behavioural Scoring: Forecasting Financial Risk Of Lending To Consumers, International Journal Of Forecasting, Vol 16, pp 2-4