Archive of SID

فصلنامــه دانش سرمایه‌گــذاری
سال اول/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۱

مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی- رویکرد تحلیل پوششی داده ها و رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی[*1]

مرضیه ابراهیمی
دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی،واحد علوم و تحقیقات،گروه مدیریت مالی،تهران،ایران

عبداله دریابر
دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی،واحد علوم و تحقیقات،گروه مدیریت مالی،تهران،ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۲۰

چکیده

این مقاله با هدف شناسایی عوامل موثر بر ریسک اعتباری و ارائه مدلی جهت پیش بینی ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات یک بانک تجاری، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی و مقایسه این سه مدل انجام گرفته است. بدین منظور بررسی های لازم بر روی اطلاعات مالی و غیر مالی با استفاده از یک نمونه ۱۴۶ تایی تصادفی ساده از مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات، صورت گرفت. در این پژوهش، ۲۷ متغیرتوضیح دهنده شامل متغیرهای مالی و غیر مالی مورد بررسی قرار گرفت که از بین متغیرهای موجود نهایتاً با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان (روش دلفی)، ۸ متغیر تاثیرگذار بر ریسک اعتباری انتخاب گردید که وارد مدل تحلیل پوششی داده ها شده و امتیازات کارایی شرکت‌های حقوقی با استفاده از آنها بدست آمد. همچنین متغیر های انتخابی به عنوان بردار ورودی شبکه عصبی پرسپترون ۳ لایه وارد مدل شد و در نهایت با استفاده از رگرسیون لجستیک نیز اطلاعات مربوطه پردازش گردید. نتایج حاصل از مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک در برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری در مقایسه با نتایج واقعی حاکی از آنست که مدل شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی و رتبه بندی اعتباری از کارایی بیشتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: ریسک اعتباری[۱]، مدیریت ریسک اعتباری[۲]، کارایی[۳]، رتبه بندی اعتباری[۴]، تحلیل پوششی داده ها[۵]،شبکه عصبی[۶]،رگرسیون لجستیک[۷].

[*] مقاله حاضر با همکاری و راهنمایی دکتر فریدون رهنمای رودپشتی نگارش گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

ارتباط صحیح بین نظام‌های مالی و تولیدی در هر کشوری از مهم ترین عوامل رشد و توسعه اقتصادی محسوب خواهد شد. بانکها به عنوان بخش اصلی نظام مالی نقش اصلی را در تامین مالی بخشهای تولیدی تجاری و مصرفی و حتی دولتی به عهده خواهد داشت (gutman, 1994). در ایران نیز با توجه به ساختار اقتصادی کشور و به دلائلی هم چون عدم توسعه بازارهای سرمایه و سایر شبکه های غیر بانکی و قراردادی تامین مالی بخشهای واقعی اقتصاد بر عهده شبکه بانکی کشور است.

بنابراین بانک‌ها در صدد اعطای تسهیلات خود به شرکت‌هایی هستند که ضمن برخورداری از ریسک پایین بتوانند بازده متناسب با سود تسهیلات اعطایی را داشته باشند. این امر زمانی محقق می گردد که بانکها قادر به شناسایی مشتریان اعتباری خود اعم از حقیقی و حقوقی بوده و بتوانند آنها را براساس توانایی و تمایل نسبت به بازپرداخت کامل و به موقع تعهدات با استفاده از معیارهای مالی و غیر مالی مناسب، طبقه بندی نمایند زیرا تحت چنین سیستمی تسهیلات به متقاضیانی اعطا می شود که از ریسک اعتباری کمتری برخوردار بوده و احتمال بازپرداخت بدهی آنها در موعد مقرر بیشتر است. با توجه به اینکه این وجوه می توانند به عنوان منبع مالی جهت اعطای تسهیلات بعدی مورد استفاده قرار گیرند، لذا نقش بسیار مهمی در افزایش سرمایه گذاری، رشد و توسعه اقتصادی کشور دارند.

در بازاری که حاشیه سود بانکها به دلیل تشدید رقابت همواره در حال کاهش بوده و همواره فشاری برای کاهش بیشتر هزینه ها احساس می شود. مدلهای ریسک اعتباری با پیش بینی زیانهای عدم بازپرداخت وامها نوعی برتری نسبی برای بانکها و نهادهای اعتباری ایجاد خواهد کرد. مدلهای ریسک اعتباری با اندازه گیری ریسک می توانند با ایجاد ارتباط بخردانه ای بین ریسک و بازده امکان قیمت گذاری داراییها را فراهم سازد. هم چنین مدلهای ریسک اعتباری امکان بهینه سازی ترکیب پرتفوی اعتباری و تعیین سرمایه اقتصادی بانکها برای کاهش هزینه های سرمایه ای را فراهم خواهد ساخت (caouette, 1998). در این مقاله پنج سوال اساسی محوریت مقاله می‌باشد:

۱) مهمترین شاخصهای مالی وغیر مالی تاثیر گذار بر ریسک اعتباری کدامند؟
۲) آیا تحلیل پوششی داده ها به عنوان یکی از متدهای آمار ناپارامتریک از کارایی لازم جهت رتبه بندی اعتباری و تخمین ریسک اعتباری برخوردار است؟
۳) آیا مدل شبکه عصبی به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است؟

www.SID.ir

Archive of SID

۴) آیا رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است؟

۵) در مقایسه سه مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک کدامیک کاراترند؟

در این پژوهش ابتدا پیشینه ای از بررسی های صورت گرفته در زمینه ریسک اعتباری ارائه شده است. در بخش بعد به اختصار متدولوژی بکاررفته در پژوهش مطرح گشته و سپس مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک اجرا گشته اند. در نهایت در بخش پایانی مقاله یافته های پژوهش و پیشنهاد ها برای استقرار سیستم اندازه گیری و مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور ارائه شده است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

اعتبارسنجی به معنای ارزیابی و سنجش توان بازپرداخت متقاضیان وام و تسهیلات مالی و احتمال عدم بازپرداخت اعتبارات دریافتی از سوی آنها می باشد. طراحی مدلی برای اندازه گیری و درجه بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ توسط جان موری بر روی اوراق قرضه انجام شد (France, 2003).

در سال ۱۹۶۶ برای تعیین ورشکستگی شرکتها مدل رگرسیون لجستیک توسط بی ور[۸] به کارگرفته شد (Beaver,1996). بعدها از این مدل برای اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشره شرکتها استفاده شد. فلدمن[۹] معتقد است که به کارگیری مدلهای سنجش اعتبار از سه طریق بر توانایی های بنگاه های کوچک در اخذ وام تاثیر می‌گذارد. اول اینکه امکان اعطای وام و نظارت بر آن را حتی بدون ملاقات وام گیرنده به بانک می‌دهد، دوم قیمت وام برای بنگاه های کوچک، خصوصاً آنهایی که از اعتبار بالاتری برخوردارند، کاهش می‌یابد و در نهایت اینکه عرضه وام به شرکتهای کوچک نیز افزایش می‌یابد(Ron, 1997).

یکی دیگر از مطالعات انجام شده در زمینه اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکتها با استفاده از مدل نمره دهی چند متغیره، توسط آلتمن[۱۰] در سال ۱۹۶۸ انجام گرفت و به مدل نمره[۱۱] Z شهرت یافت (Altman,et. al, 1968). مدل نمره z آلتمن یک مدل تحلیل ممیزی است که با استفاده از مقادیر نسبتهای مالی مهم می کوشد تا شرکتهای ور شکسته را از شرکتهای غیر ورشکسته تمییز دهد (Grice,2001). ساندرز و آلن[۱۲] از این مدل برای پیش بینی ریسک اعتباری وام گیرندگان استفاده نموده و به این نتیجه رسیدند که این مدل از قدرت بالایی جهت

www.SID.ir

Archive of SID

پیش بینی ریسک اعتباری برخوردار است (Allen, 1995). در اواخر ۱۹۷۰ مدلهای احتمالی خطی و وضعیتی احتمالی چندگانه[۱۳] جهت پیش بینی ورشکستگی شرکتها مطرح گشتند. همچنین در سالهای ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ استفاده از مدلهای برنامه ریزی ریاضی در بسیاری از مطالعات عنوان شد. هدف اصلی این متدها، حذف فرضیات و محدودیتهای موجود در تکنیکهای قبلی و بهبود اعتبار و صحت طبقه بندی بود. در اوایل ۱۹۹۰ سیستمهای پشتیبان تصمیم گیری[۱۴]در ترکیب با سیستمهای تصمیم گیری چند گانه[۱۵]جهت حل مشکلات طبقه بندیهای مالی مورد استفاده قرارگرفتند. از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می توان به کارهای روی[۱۶] در ۱۹۹۱ برای بکارگیری مدل الکتره[۱۷]ودیمیتراس[۱۸] در ۱۹۹۹ برای بکارگیری مدل روگ ست[۱۹]و مورگان [۲۰]در ۱۹۹۸ برای طراحی مدل اعتبارسنجی و تریسی[۲۱]در ۱۹۹۸ برای طراحی مدل ارزش در معرض ریسک[۲۲] جهت برآورد تابع چگالی احتمال عدم بازپرداخت اشاره کرد (Merton, 1974, Dimitras, 1999, Roy,1991).

به کارگیری تئوری قیمت‌گذاری اختیار معامله در مطالعات سنجش اعتبار ریشه در مدل اولیه مرتون[۲۳] و بلک و شولتز[۲۴] دارد. پایه فکری این روش بر شباهت بدهی‌های وام‌گیرنده و اختیارفروشی است که به عهدهٔ دارایی‌های وام‌گیرنده نوشته شده، قرار دارد. به طوری که قیمت روز آن برابر با بدهی‌های وام‌گیرنده است. از این رو، نکول هنگامی اتفاق می‌افتد که ارزش دارایی‌های بنگاه کمتر از بدهی‌های آن باشد. در این روش احتمال نکول از برآورد نوسانات قیمت دارایی‌ها که خود در نوسانات قیمت سهام بنگاه انعکاس می‌یابد، استنباط می‌شود.

امروزه در صنعت اعتباری، شبکه های عصبی[۲۵] تبدیل به یکی از دقیقترین ابزار آنالیز اعتبار در میان سایر ابزار گشته است. دیسای و همکارانش[۲۶]در سال ۱۹۹۶ به بررسی تواناییهای شبکه های عصبی و تکنیکهای آماری متداول نظیر آنالیز ممیزی خطی[۲۷] و آنالیز رگرسیون خطی[۲۸] در ساخت مدلهای امتیازدهی اعتباری، پرداخته‌اند (Treacy, 1998). همچنین وست [۲۹]در سال ۲۰۰۰ به بررسی مدلهای کمی که به طور معمول در صنعت اعتباری مورد استفاده قرار می گیرند پرداخت. نتایج حاصله بیانگر این بود که شبکه های عصبی قادر به بهبود دقت امتیاز دهی می باشند.آنان همچنین بیان نمودند که آنالیز رگرسیون خطی جایگزین بسیار خوبی برای شبکه های عصبی است در حالیکه درخت تصمیم[۳۰] ومدل نزدیکترین همسایه [۳۱] و آنالیز ممیزی خطی نتایج نوید بخش و دلگرم کننده ای ایجاد نکرده اند (West, 2000).

شبکه عصبی معمولاً به عنوان یک تکنیک جعبه سیاه بدون توضیحات منطقی و قانونمند برای تخمین ورودی- خروجی در نظر گرفته می شود، به بیان دیگر نقطه ضعف مهم بکارگیری شبکه های عصبی در امتیازدهی اعتباری، مشکل بودن توضیح اصول نهفته جهت تصمیم گیری در مورد

www.SID.ir

Archive of SID

درخواست‌ها و تقاضاهای رد شده است (Min & Lee, 2007). یانگ و پلات[۳۲] نیز بیان داشتند که آنچه در یک مدل شبکه عصبی دارای اهمیت است آنست که وزن‌های موجود در شبکه های عصبی به روش بهینه ای برآورد شوند. بدیهی است که پس از تعیین وزن‌ها به روش بهینه با دادن بردار متغیرهای ورودی به سهولت می‌توان بردار خروجی را برآورد کرد. (Yang & Platt 2001). از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می توان به پژوهش بریانت[۳۳]در سال ۲۰۰۱ جهت بکارگیری سیستم خبره ارزیابی وام‌های کشاورزی (Bryant K ,2001)، لی و همکارانش[۳۴] در سال ۲۰۰۲ برای ادغام شبکه عصبی و تجزیه و تحلیل ممیزی (Lee & et. al, 2007)، لی و چن[۳۵] در سال ۲۰۰۵ برای طراحی مدل رتبه بندی اعتباری دو مرحله ای مرکب (شامل شبکه های عصبی مصنوعی و رگرسیون انطباقی چند متغیری اسپیلینز[۳۶]) (Lee & Chen, 2005) و عبدو و همکارانش[۳۷] در سال ۲۰۰۷ برای مقایسه شبکه های عصبی و تکنیکهای سنتی معمول (Abdou & et al) اشاره نمود.

همچنین در سالهای اخیر استفاده از الگوریتم ژنتیک و ماشینهای بردار پشتیبانی[۳۸] در زمینه رتبه بندی اعتباری مورد توجه قرار گرفته است که می توان به پژوهشهای هوآنگ و همکارانش[۳۹] در سال ۲۰۰۶ برای طراحی برنامه ریزی دومرحله ای ژنتیک جهت مدلهای رتبه بندی اعتباری (Huang & et al, 2006) و لونگ هوآنگ و همکارانش[۴۰] در سال ۲۰۰۷ برای بکارگیری ماشینهای بردار پشتیبانی جهت رتبه بندی اعتباری با رویکرد داده کاوی اشاره نمود (Lung & et al, 2007).

اگر چه شبکه های عصبی و دیگر متدهای سنتی برای امتیازدهی اعتباری نیازمند اطلاعات "پیش بینی شده" جهت پیش بینی ورشکستگی تجاری می باشند، در عمل ساخت یک مدل امتیاز دهی اعتباری بر مبنای اطلاعات مالی "به وقوع پیوسته" بسیار مفیدتر است . در اواخر سال ۱۹۹۰ به منظور "آنالیز گروه همسالان" همراه با ویژگیهای مالی خاصی که میان دو یا چند گروه تفاوت قائل گردد، تحلیل پوششی داده ها معرفی گردید. بر خلاف رویکردهای تجزیه و تحلیل ممیزی چند گانه[۴۱]، شبکه های عصبی و آنالیز رگرسیون خطی، رویکرد تحلیل پوششی داده ها صرفاً به اطلاعات واقعی(مجموعه مشاهده شده داده های ورودی- خروجی) جهت محاسبه رتبه های اعتباری نیازمند است.یه[۴۲] (۱۹۹۶) یکی از پیشگامان ترکیب تحلیل پوششی داده ها با آنالیز نسبتهای مالی است. او از تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی عملکرد بانک بهره گرفت و مطالعه او به طور تجربی نشان داد که تحلیل پوششی داده ها در ارتباط با آنالیز نسبتهای مالی، قادر است به جمع آوری نسبتهای پیچیده پرداخته و آنها را در ابعاد مالی معنی داری طبقه بندی نماید. این ویژگی تحلیلگر را قادر می‌سازد تا به بینشی برای استراتژی‌های عملیاتی بانک دست یابد (Yeh, 1996). امل و همکارانش[۴۳] در سال ۲۰۰۳یک متدولوژی امتیازدهی اعتباری براساس تحلیل پوششی داده ها پیشنهاد نمودند. آنها داده های مالی جاری ۸۲ شرکت تولیدی/ صنعتی که تشکیل

www.SID.ir

Archive of SID

دهنده پرتفولیوی اعتباری یکی از بزرگترین بانکهای ترکیه بود را جهت رتبه بندی اعتباری بکار گرفتند. در این پژوهش براساس ادبیات موضوع، ۴۲ نسبت مالی انتخاب شد و از میان آنها ۶ نسبت مهم مالی مورد توجه قرار گرفت. امل و همکارانش پس از اعتبارسنجی مدل با تجزیه و تحلیل رگرسیون دریافتند که روش تحلیل پوششی داده ها قادر به تخمین رتبه های اعتباری شرکتها بوده و از کارایی لازم جهت امتیازدهی اعتباری برخوردار است (Emel & et al, 2003).

مین و لی[۴۴] نیز در سال ۲۰۰۷ در پژوهشی تحت عنوان " رویکرد عملی به امتیازدهی اعتباری " رویکرد بر مبنای DEA را جهت امتیازدهی اعتباری بکار گرفتند.آنان متدولوژی پیشنهادی امل و همکارانش را در جامعه آماری بسیار گسترده تری که داده های مالی جاری ۱۰۶۱ شرکت تولیدی، که پرتفولیوی اعتباری یکی از بزرگترین سازمانهای تضمین اعتبار در کره را در بر می گیرد، جهت رتبه بندی اعتباری مورد استفاده قرار دادند. آنان دریافتند که رویکرد تحلیل پوششی داده ها می تواند به عنوان گزینه ای امیدوار کننده جهت بهبود و جایگزینی متدهای امتیازدهی کنونی بکار گرفته شود و این رویکرد از کارایی لازم در جهت محاسبه رتبه های اعتباری مشتریان برخوردار است (Emel & et al, 2003).

در این زمینه در سال ۲۰۰۷نیز چنگ و همکارانش[۴۵] در سال ۲۰۰۷ در تحقیقی با عنوان " رویکرد چند گزینه ای به رتبه بندی اعتباری با بکارگیری متد تحلیل پوششی داده ها : ارزیابی وام گیرندگان با در نظر گرفتن پروژه های مالی خصوصی[۴۶] " یک رویکرد چند گزینه ای به رتبه بندی اعتباری را توسط تحلیل پوششی داده ها به منظور ارزیابی وام گیرندگان برای پروژه های مالی خصوصی، پیشنهاد می دهند. در این پژوهش تکنیکهای مختلف رتبه بندی اعتباری نظیر تجزیه و تحلیل ممیزی ، درخت تصمیم ، شبکه های عصبی و ..... مقایسه گشته اند(Emel & et al, 2003) اگرچه تحلیل پوششی داده ها در اوایل دهه ۱۹۸۰ بیان شد، با این حال به کارگیری این متد در زمینه موضوعات رتبه بندی اعتباری همچنان ادامه دارد (Cheng & et al, 2007). در جدول ۱ خلاصه ای از جدیدترین پژوهشهای مطرح شده در این حوزه نشان داده شده است.

جدول ۱- خلاصه ای از جدیدترین پژوهشهای انجام شده

ردیف	مدل اعتبارسنجی	پژوهشگر
۱	رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، درخت تصمیم‌گیری	Susac, Sarlija & bensic.n.d (2010)
۲	ترکیب تحلیل تمایزی و الگوریتم پس انتشار در شبکه عصبی	Lee,Chin,Lu,& Chen (2002)
۳	الگوهای طبقه بندی غلط	Kim & sohn (2004)
۴	ترکیب مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و روش MARS	Lee & chen (2005)

www.SID.ir

Archive of SID

ردیف	مدل اعتبارسنجی	پژوهشگر
۵	رتبه‌بندی تحلیل لینک با استفاده از ماشین بردار پشتیبان	Xu,Zhou,& Wang (2008)
۶	شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های عمومی	Abdou & Pointon (2008)
۷	طبقه‌کننده‌های ترکیبی به جای یک طبقه‌کننده	Nanni & Lumini (2009)

۳- روش‌شناسی تحقیق

با توجه به اهدافی که در یک پژوهش می تواند تعقیب گردد، نوع پژوهش نیز می تواند متفاوت باشد.پژوهش توصیفی حاصل توصیف عینی و واقعی و منظم خصوصیات یک پدیده یا یک موضوع می باشد. پژوهش حاضر از نظر روش پژوهش توصیفی از نوع مقایسه ای می باشد. متدولوژی پیشنهادی این تحقیق، شامل۶ مرحله می باشد. سه مرحله اول این مدل با انتخاب شرکتهای مورد مطالعه و سپس شناسایی شاخصهای اصلی موثر برریسک اعتباری با بکارگیری روش تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان جهت ارزیابی عملکرد مشتریان حقوقی آغاز می گردد .در سه مرحله بعدی، روش تحلیل پوششی داده ها، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک اجرا شده و در مرحله آخر نیز نتایج حاصل از سه مدل با یکدیگر مقایسه می گردد.

مرحله اول : انتخاب نمونه

در این پژوهش، مشتریان حقوقی (شرکتهای کوچک و متوسط) که از یک بانک تجاری استان تهران در یک بازه زمانی یکساله تسهیلات اعتباری دریافت نموده و آنها را به بانک عودت داده یا نداده اند به عنوان جامعه آماری تعریف می گردند. با توجه به این موضوع برای نمـونه گیری، کلیه مشتریان اعتباری حقوقی (کوچک و متوسط) شعب شهری این بانک تجاری در بازه زمانی مورد نظر مورد بررسی قرار گرفته و از میان ۳۵۰ مشتری اعتباری، با بکارگیری نمونه گیری تصادفی ساده، ۱۳۶ شرکت که در خلال این بازه زمانی وام دریافت کرده بودند، انتخاب شدند که به جهت بالابردن دقت تعداد نمونه ۱۴۶ شرکت در نظر گرفته شده است.بر این اساس فرمول نمونه گیری از جامعه محدود بدون جایگذاری برابر است با:

$$n=\frac{NZ^2_{\frac{\alpha}{2}}\sigma^2 X}{\varepsilon^2(N-1)+Z^2_{\frac{\alpha}{2}}\sigma^2 X}$$

$N=$حجم جامعه، $\sigma^2 X=$انحراف معیار جامعه، $n=$حداقل حجم نمونه، $\varepsilon=$درصد خطای مجاز، $Z^2_{\frac{\alpha}{2}}=$سطح اطمینان ۹۵٪

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله دوم: شناسایی شاخصهای موثر بر ریسک اعتباری

یکی از عوامل موفقیت تصمیمات اعتباری، انتخاب صحیح شاخص‌های موثر بر ریسک اعتباری جهت ارزیابی دقیق وکامل است. موسسات اعتباری و بانک‌ها می‌بایست با توجه به پیچیدگی فعالیت‌هایشان و محیط اقتصادی پیرامونشان، معیارهای مناسبی جهت ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان انتخاب نمایند. در این پژوهش با استفاده از نتایج تحقیقات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع و ادبیات موضوع، شاخصهای متعددی در دو حوزه مالی و غیر مالی مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً ۲۷ شاخص مالی و عمومی با استفاده از روش 5C[۴۷] شناسایی و به مرحله بعدی راه یافتند که عبارتند از:

الف) شاخص‌های عمومی: پارامترهایی که هر یک از مشتریان برای دریافت تسهیلات به بانک ارائه می دهند و در پرونده اعتباری آنها موجود است مثل میزان تسهیلات دریافتی تاکنون توسط شرکت، داشتن یا نداشتن گزارش حسابرسی، داشتن یا نداشتن مجوز کسبی، سابقه مدیر عامل شرکت، مالکیت محل فعالیت(شامل استیجاری یا ملکی بودن)، میزان پوشش تسهیلات دریافتی توسط وثائق وسابقه بازپرداخت شرکت.

ب) شاخص‌های مالی: شامل برخی از نسبتها و متغیرهای مالی که بر ریسک اعتباری تاثیر گذارند و اغلب در تحقیقات مالی استفاده می شوند مثل نسبت جاری، نسبت آنی، نسبت دارایی جاری، نسبت گردش کل دارایی‌ها، نسبت گردش دارایی ثابت، بدهی جاری به ارزش ویژه، ارزش ویژه به کل دارایی‌ها (نسبت مالکانه)، نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها (نسبت بدهی)، نسبت دارایی ثابت به ارزش ویژه، نسبت حاشیه سود، نسبت بازده دارایی (نرخ بازده سرمایه)، وام کوتاه مدت به دارایی کل، وام کوتاه مدت به بدهی جاری، وام کوتاه مدت به فروش خالص، بدهی جاری به فروش خالص، موجودی کالا به دارایی جاری، دارایی جاری به ثابت، بدهی جاری به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری و بدهی‌های جاری.

مرحله سوم: انتخاب شاخصهای اصلی با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان

۱- تجزیه و تحلیل عاملی

آزمون تحلیل عامل روش ریاضی برای تقلیل داده ها می باشد. در واقع منطق تحلیل عامل کاهش مجموعه بزرگی از متغیرها به چند عامل اساسی است. طبیعتاً این عاملها طبق سازکارهای این آزمون استخراج می شود. بر این اساس مفروضه اساسی تحلیل عاملی این است که عاملهای زیر

www.SID.ir

Archive of SID

بنایی متغیرها را می توان برای تبیین پدیده های پیچیده به کار برد و همبستگی های مشاهده شده بین متغیرها حاصل اشتراک آنها در این عاملهاست. هدف تحلیل عاملی تشخیص این عاملهای مشاهده ناپذیر بر پایه مجموعه ای از متغیرهای مشاهده پذیر است. عامل، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی نمره های اصلی متغیرهای مشاهده شده برآورد می شود (کیم جی، ۱۳۷۸).

در این مرحله متغیرهای مستقل پیوسته جهت انتخاب عاملهای اصلی با استفاده از روش اجزای اصلی (اجزای دارای مقادیر ویژه بزرگتر از ۱)، وارد مدل تجزیه و تحلیل عاملی شدند. تناوب عوامل با استفاده از روش Varimax متعامد انجام شده است. از میان ۲۳ نسبت و متغیر مالی، ۲ متغیر کنار گذاشته شد و در مجموع ۲۱ متغیر باقی ماند که برحسب مشخصات مشترک میان آنها ، به ۶ عامل ویژه طبقه بندی شدند. جدول۱ بیانگر عوامل تعیین شده با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی می باشد:

جدول۲- نتایج تجزیه و تحلیل عاملی

عاملها					
فروش	**وام بانکی**	**نقدینگی**	**فعالیت**	**سودآوری**	**بدهی**
بدهی جاری به فروش خالص	میزان تسهیلات دریافتی	دارایی جاری	گردش دارایی ثابت	نرخ بازده داراییها	دارایی ثابت به ارزش ویژه
وام کوتاه مدت به فروش خالص	وام کوتاه مدت به کل دارایی	موجودی کالا به دارایی جاری	گردش کل دارایی	نسبت حاشیه سود	بدهی جاری به ارزش ویژه
	وام کوتاه مدت به بدهی جاری	نسبت جاری			نسبت بدهی کل به دارایی کل
		نسبت آنی			ارزش ویژه به دارایی کل
		نسبت دارایی جاری			بدهی جاری
		دارایی جاری به ثابت			بدهی جاری به کل دارایی

به جهت تعیین این مطلب که آیا ماتریس داده ها برای تحلیل عاملی مناسبند یا خیر، دو آزمون کیزر مایر و کرویت بارتلت نیز اجرا گشتند. مقدار بدست آمده (۶۰۷/.) حاصل از آزمون کیزر مایر حاکی از آن است که همبستگی‌های موجود برای تحلیل عامل بسیار مناسب‌اند و در آزمون

www.SID.ir

Archive of SID

بارتلت آزمون کای دو، درجه آزادی و سطح معناداری را نشان می دهد که در اینجا نتایج بدست آمده حاکی از معنی داری و عدم واحد بودن ماتریس همبستگی می باشد.

۲- قضاوت خبرگان

یکی از روشهای نظر سنجی که ضمن حفظ سادگی از اطمینان بالایی نیز برخوردار است، روش دلفی می باشد. اساس روش دلفی بر جمع‌آوری نظرات کلیه کارشناسان کلیدی استوار است ؛ روش دلفی در عمل،یک سری از پرسشنامه ها یا نظر سنجی یا دوره های متوالی به همراه بازخوران کنترل شده ای است که تلاش دارد به اتفاق نظر میان یک گروه از افراد متخصص درباره یک موضوع خاص دست پیدا کند. روش دلفی از مراحل زیر جهت اجرا و بکارگیری تشکیل شده است:

۱) تعریف موضوع پژوهش و بررسی نوشته ها؛
۲) انتخاب اعضای پانل دلفی؛
۳) طراحی و ارسال فرم‌های نظرسنجی در مورد موضوع مورد بررسی و تحلیل پاسخ‌های دریافتی؛
۴) آماده سازی و ارسال فرم نظرسنجی دور بعدی و تحلیل پاسخها و تکرار مراحل در صورت لزوم؛
۵) دستیابی به نتیجه پایدار.

اعضای پانل دلفی در این پژوهش به صورت نمونه گیری غیر احتمالی و با روش زنجیره ای برگزیده شده اند. بر این اساس ابتدا ۲ نفر از افرادی نامزد شدند که برای مشارکت در این پژوهش مناسب تشخیص داده شده اند. این افراد واجد یک یا چند ویژگی بوده اند:الف) مدیر/ مشاور ارشد در حوزه مدیریت ریسک در بانکهای دولتی ب) عضو هیات علمی دانشگاه یا موسسه پژوهشی در زمینه مدیریت ریسک ج) متخصص ارشد بانکها و یا شرکتهای خصوصی در حوزه مدیریت ریسک.

از افراد خواسته شد تا افراد دیگری را معرفی کنند که بر اساس معیارهای یاد شده برای مشارکت در این پژوهش مناسب باشند. از میان افراد معرفی شده ۹ نفر دیگر واجد شرایط تشخیص داده شدند. بنابراین ۱۱ نفر از کارشناسان این حوزه جهت مشارکت در پانل دلفی انتخاب گردیدند. در این پژوهش، ۴ شاخص غیر مالی براساس ادبیات موضوع و تحقیقات پیشین داخلی و خارجی به عنوان موضوع تعریف شد. همچنین براساس تعریف موضوع، تخصصهای مورد نیاز تعیین و اعضای پانل دلفی با استفاده از روشهای نمونه گیری غیر احتمالی، شناسایی و انتخاب شدند.

پس از تعیین اعضای پانل، ۳ دور روش دلفی انجام شد. در دور اول فهرست ۴ تایی شاخصهای غیر مالی که از پژوهشهای پیشین استخراج شده بودند، جهت تعیین میزان اهمیت آنها در بانکهای

www.SID.ir

Archive of SID

دولتی ایران در اختیار اعضا قرار گرفت. علاوه بر این از آنان خوسته شد که ایده های خود را در باره عواملی ارائه کنند که در این فهرست نیستند. در دور دوم، مجموعه عواملی که در دور اول پیشنهاد شده بودند، برای تعیین میزان اهمیت در اختیار آنان قرار گرفت. در دوره سوم، نظر اعضا درباره عواملی که اهمیت آنها در دوره های اول و دوم زیاد و خیلی زیاد تشخیص داده شده بودند، مجدداً دریافت شد. انجام روش دلفی پس از انجام دور سوم و دستیابی به اتفاق نظر مطلوب پایان یافت.در این پژوهش برای تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل، از ضریب همبستگی کندال استفاده شد. ضریب هماهنگی کندال[۴۸] مقیاسی است که برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چندین دسته رتبه مربوط به N شی یا فرد. در حقیقت با کاربرد این مقیاس می توان همبستگی رتبه ای میان K مجموعه رتبه را یافت. چنین مقیاسی به ویژه در مطالعات مربوط به روایی میان داوران[۴۹] مفید است. ضریب هماهنگی کندال نشان می دهد که افرادی که چند مقوله را براساس اهمیت آنها مرتب کرده اند، بطور اساسی معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هر یک از مقوله ها بکار برده اند و از این لحاظ با یکدیگر اتفاق نظر دارند. این مقیاس با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$W = \frac{S}{1/12K^2(N^3 - N)}$$

$$S = \sum\left[R_j - \frac{\sum R_j}{N}\right]^2$$

R_j = مجموع رتبه های مربوط به یک عامل

K = تعداد مجموعه های رتبه ها (تعداد داوران)

N = تعداد عوامل رتبه بندی شده

ضریب هماهنگی کندال در دور اول۰/۴۶۰ و در دور دوم برای پاسخهای اعضا در مورد شاخصهای غیر مالی موثر بر ریسک اعتباری برابر۵۷۵/. و در دور سوم برابر۶۱/. بدست آمد که مقدار این ضریب نسبت به دور سوم تنها به میزان ۰.۰۳۵ افزایش یافت که مقدار رشد قابل توجهی را نشان نمی دهد. با توجه به اینکه تعداد اعضای پانل بیش از ۱۰ نفر بود این میزان از ضریب کندال کاملاً معنادار به حساب می آید. بنابراین براساس نتایج حاصله از روش دلفی ۲ شاخص مجوز کسبی و سابقه بازپرداخت به عنوان شاخصهای غیر مالی نهایی انتخاب گشتند.

در نهایت با توجه به نتایج حاصله از تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان ۸ شاخص زیر به عنوان شاخصهای نهایی پوشاننده ابعاد مالی و غیر مالی انتخاب گشتند :

www.SID.ir

Archive of SID

۱) وام کوتاه مدت به مجموع دارایی[۵۰] ۲) وام کوتاه مدت بـه فـروش خـالص[۵۱] ۳) نسـبت کـل بدهی به کل دارایی ۴) مجوز کسبی (عدد صـفر نشـانگـر نداشـتن مجـوز کسـبی و یـک نشـانگر دارا بودن مـجـوز کسـبـی می باشد)۵) سابقه بازپرداخت (عدد صفر نشانگر سابقه بازپرداخت منفی و یک نشـانگر سابقه بازپرداخـت مثبـت می باشد)۶) ارزش ویژه به مجموع دارایی ۷) دارایی جاری به دارایی ثابت ۸) نرخ بازده دارایی[۵۲].

مرحله چهارم : محاسبه امتیازات اعتباری با استفاده از متد تحلیل پوششی داده ها

تحلیل پوششی داده ها از جمله روشهای آمار ناپارامتریک می باشد که به منظور محاسبه انجام محاسبات خود نیازمند طبقه بندی شاخصها دردو گروه مشخص می باشد: داده و ستانده. روشـهای ناپارامتریک مبتنی بر یک سری بهینه سازی ریاضی بوده که بـرای محاسـبه کـارایی نسـبی مـورد استفاده قرار می گیرند. مفهوم نسبی در جمله فوق بسیار حائز اهمیت اسـت، چـرا کـه کـارایی بـه دست آمده در این روش، در نتیجه مقایسه بنگاههای موجود با یکدیگر حاصل می شود. در صـورت حذف و یا اضافه شدن تعداد مشاهدات، ممکن است مقدار کارایی محاسبه شده نیز تغییر نماید. لذا کارایی حاصل به صورت نسبی است[۱]. به جهت بکارگیری مدل تحلیل پوششی داده ها با فـرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در این مقاله، در ادامه اشاره مختصری به این مبحث خواهد شد.

۱-۴- روش تحلیل پوششی داده ها با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس

نحوه استخراج مدل فوق که به CCR مشهور است، بـه دو روش مجموعـه امکانـات و روش کسـری صورت می گیرد.

الف) روش مجموعه امکانات :به منظور محاسبه کارایی در این روش باید مشخص شـود کـه آیـا بنگاههای مختلف از حداقل نهاده برای ایجاد ستانده های خود استفاده نموده اند یا خیر. برای ایـن کار بنگاه فرضی P را در نظر گرفته و نهاده های آنـرا در θ_P ضـرب مـی نمـاییم($\theta \le 1$). چنانچـه مجموعه ($\theta_P X_P, Y_P$) در مجموعه امکان تولید قرار گیرد، آنگاه امکـان اسـتفاده از $\theta_P X_P \le X_P$ برای تولید Y_P وجود داشته و بنگاه P ناکارا خواهد بود. در مرحله بعد مقدار θ_P کـوچکتری را در نظر گرفته و فرآیند فوق تکرار می شود. اگر بازهم این مجموعه در درون مجموعه امکان واقع شود، فرآیند ادامه یافته تا بدانجا که کوچکترین θ_P بدست آید و بدین طریق نقطـه ای از مـرز مجموعـه امکان حاصل می شود. به عنوان مثال اگر $\theta_P = 0.4$ باشد، بدین معناست که می تـوان Y_P را بـا۴/. میزان نهاده های موجود تولید نمود. آنگاه مجموعه($0.4X_P, Y_P$) یک نقطه از مرز مجموعـه امکـان

www.SID.ir

Archive of SID

تولید خواهد بود. در صورتی که θ_P برابر واحد محاسبه شود، نقطه کارا بوده و به عنوان یک نقطه روی مرز مجموعه امکان تلقی می شود.

*ب) روش کسری :*در این روش، CCR براساس تعریف اولیه کارایی (نسبت ستانده به نهاده) ساخته می شود. مشخصه بارز این روش تبدیل مساله ارزیابی کارایی بنگاههایی با چند ورودی و چند خروجی به یک مساله با یک ورودی و یک خروجی مجازی می باشد.

در این حالت، صورت و مخرج کسر از جمع ستانده ها به نهاده ها تشکیل می شود. نقش نهاده ها و ستانده ها متقاوت بوده و باید ضرائب متفاوتی برای آنها لحاظ نمود. یعنی کارایی برابراست با :

$$= \frac{U_1Y_1 + U_2Y_2 + \ldots}{V_1X_1 + V_2X_2 + \ldots}$$

که در آن X و Y به ترتیب بیانگر نهاده ها و ستانده ها، V و U نیز وزن مربوط به هر یک از آنها می باشد. جهت محاسبه ضرائب پیشنهاد شده که هر بنگاه یا واحد تصمیم ساز مقادیر متفاوتی را به وزنها اختصاص داده و هر بار این نسبت را محاسبه نموده و فرآیند مذکور را تا ماکزیمم گردیدن کسر مزبور ادامه دهد اما به شرط آنکه وزنهای اختصاص داده شده، کارایی واحد دیگری از سایر واحدها را بزرگتر از واحد ننماید. زیرا کارایی همواره باید عددی میان صفر و یک باشد.

$$Max \frac{u'Y_i}{v'X_i}$$

$$S.t: \frac{u'Y_j}{v'X_j}$$

$$u, v \geq 0$$

$$j = 1,2,.....,i,....N$$

که در آن به ترتیب $U_{M\times 1}$ و $V_{K\times 1}$ بیانگر وزن ستانده ها و نهاده ها و $X_{K\times N}$ و $Y_{M\times N}$ نیز نشان دهنده ماتریس نهاده و ستانده می باشد.از آنجاییکه برنامه فوق یک برنامه غیر خطی (کسری) بوده و با استفاده از روشهای معمول برنامه ریزی خطی قابل حل نمی باشد، باید آنرا به فرم برنامه ریزی خطی تبدیل نمود. تبدیل فوق ابتکار عمل روش CCR در حل مدل اولیه بوده است. در روش CCR از تغییر متغیر($v'X_i = \frac{1}{t} \quad t \succ 0$) استفاده شده است.پس از افزودن این قید به مدل و ضرب فرم کسری در t و با قراردادن $\mu_i' = tu_i'$ و $V_i' = tv_i'$داریم:

www.SID.ir

Archive of SID

$$Max\mu_i^{'} Y_i$$
$$S.t: V_i^{'} X_i = I$$
$$\mu_i^{'} Y_j - V_i^{'} X_j \le 0$$
$$\mu_i, V_i \ge 0$$

از آنجاییکه استفاده از روش برنامه ریزی خطی برای حل مساله دوگان به معنای نیاز به قیود کمتـر نسبت به روش اولیه می باشد، استفاده از فرم دوگان این مساله مناسب تر است ($K + M \prec N + 1$).

$$Min\theta$$
$$S.t: -Y_i + Y\lambda \ge 0$$
$$\theta X_i - X\lambda \ge 0$$
$$\theta, \lambda \ge 0$$

که این همان معادله بدست آمده از روش مجموعه امکان می باشد. در این مساله، $\lambda_{N\times 1}$ شـامل اعداد ثابت و بیانگر وزنهای مجموعه مرجع است. مقادیر محاسبه شده θ همان کارایی بنگاههاسـت که شرط $\theta \le 1$ را تامین می نماید. با حل این مدل به تعداد بنگاههای موجود، میزان کارایی هر یک از آنها محاسبه خواهد شد. اگر $\theta = 1$ باشد، بدین معناست که نقطه بر روی منحنی تولید یکسـان و یا تابع تولید مرزی واقع شده و طبق تعریف فارل دارای کارایی نسبی ۱۰۰٪ می باشد .

در این پژوهش با توجه به نوع داده های در دسترس، دو مدل اصـلی[۵۳] و جمعـی روش تحلیـل پوششی داده ها جهت انتخاب بهترین مدل مورد بررسی قرار گرفتند. سپس این مدلها با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون اعتبارسنجی شده و با توجه به نتایج، بهتـرین مـدل انتخـاب گردیـد .بـه جهت بالابودن R^2 بدست آمده در مدل اصلی با فرض بازدهی ثابت بـه مقیـاس نسـبت بـه سـایر مدلها، رتبه های اعتباری در جهت نهاده و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیـاس تولیـد محاسـبه گشتند؛ به عبارتی دیگر، ملاک دسته بندی شرکتهای حقوقی کارایی فنی آنها بوده است.

۸ شاخص نهایی بدست آمده از روش تحلیل عاملی و دلفی در دو گروه نهاده و ستانده به شرح زیـر بدست آمده است :

الف) نهاده هایی[۵۴] که باید حداقل شوند عبارتند از : وام کوتاه مدت به مجموع دارایی، وام کوتاه مدت به فروش خالص، نسبت کل بدهی به کل دارایی.

ب) ستانده هایی[۵۵] که باید حداکثر شوند عبارتند از : مجوز کسـبی، سـابقه بازپرداخـت، ارزش ویژه به مجموع دارایی، دارایی جاری به دارایی ثابت، نرخ بازده دارایی.

www.SID.ir

Archive of SID

سپس کارایی مشتریان حقوقی با بکارگیری روش تحلیل پوششی داده ها محاسبه شده و نتایج نشانگر آنست که میانگین کارایی فنی برای تمامی شرکتهای حقوقی در ساخت مدل برابر ۰/۵۲ می باشد. به عبارت دیگر، در مجموع شرکتهای مورد بررسی حدود۰/۴۸ بیش از میزان مورد نیاز ، نهاده ها و عوامل تولید را مورد استفاده قرار می دهند. چنانچه شرکتها به صورت کارا عمل نمایند(بر روی تابع مرزی قرار داشته باشند)، می توانند با کاهش هزینه های خود به میزان ۰/۴۸ ، همان سطح از محصول را ارائه دهند. از میان ۱۴۶ شرکت مذبور، تنها ۲۵ شرکت روی مرز کارایی قرار داشته و به عنوان شرکتهای کاملاً کارا (دارای کارایی ۱) قلمداد می گردند. جهت رتبه بندی واحدهای کاملاً کارا بطور کلی سه روش وجود دارد که عبارتند از:

۱) روش شمارشی؛

۲) روش وزنی؛

۳) روش اندرسون-پترسون[۵۶] (مهرگان، ۱۳۸۳).

با توجه به آنکه در تحقیق حاضر، رتبه بندی واحدهای کارا از درجه دوم اهمیت برخوردار است، لذا از ساده ترین روش که همان روش شمارشی است، استفاده می گردد. با استفاده از روش شمارشی شرکت شماره ۶۹ با ۵۹ بار تکرار در مجموعه مرجع دارای بالاترین رتبه و شرکتهای شماره ۲۱ و۶۳ بدون تکرار، از کمترین میزان کارایی در میان شرکتهای کارا برخوردار می باشند.

مرحله پنجم: اعتبارسنجی مدل تحلیل پوششی داده ها با استفاده از رگرسیون

هدف این مرحله بدست آوردن درجه ای از انطباق میان نتایج حاصل از تحلیل پوششی داه ها با نتایج حاصل از رگرسیون می باشد. در بسیاری از موارد، به علت بی نظمی و بی قاعدگی موجود در داده ها، قدرت تشخیص تحلیل پوششی داده ها در مسائل کارایی شرکتها کاهش می یابد. بنابراین نیاز به سنجش قدرت تشریحی مجموعه شاخص استفاده شده در روش تحلیل پوششی داده ها احساس می شود. تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی به عنوان یک ابزار تست در این گونه موارد پیشنهاد می شود. به منظور انجام آزمایش، رتبه های حاصل از تحلیل پوششی داه ها به عنوان متغیر وابسته و شاخصهای نهایی انتخاب شده(۸ شاخص مالی و عمومی) به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می شوند (Emel & et al, 2003).

از آنجاییکه تحلیل پوششی داده ها قادر به تمایز میان کارایی شرکتهای دارای کارایی واحد نمی باشد، رگرسیون صرف نظر از این مشاهدات برآورد گردید. لذا بدیهی است که شرکتهای بکار

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته شده در مدل رگرسیونی کمتر از نمونه خواهد بود. بنابراین ۱۲۰ شرکت برای برآورد رگرسیون، وارد مدل رگرسیونی شده و معادله رگرسیونی زیر حاصل گشته است.

$$Y = 0.335 + 0.186X_1 + 0.122X_3 + 0.025X_4 + 0.314X_5 - 0.189X_6 - 0.48X_7 - 0.15X_8$$

X_1 = مجوز کسبی ، X_3 = سابقه بازپرداخت ، X_4 = دارایی جاری به دارایی ثابت ، X_5 = نرخ بازده داراییها ، X_6 = وام کوتاه مدت به مجموع دارایی ، X_7 = وام کوتاه مدت به فروش خالص ، X_8 = نسبت کل بدهیها به مجموع داراییها.

با توجه به خروجیهای تجزیه و تحلیل رگرسیون، مشاهده می شود که میزان همبستگی متغیر ریسک اعتباری(Y) در یک ترکیب خطی با متغیرهای وارد شده در معادله برابر با ۰.۸۶۹ می باشد. (R^2) برابر ۰.۷۵۵بیانگر قدرت بالای توضیح دهندگی رگرسیون است. همچنین آماره F جدول تحلیل واریانس معنادار بوده که به معنای وجود رابطه صحیح میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می باشد. با آزمون فرضیه معناداربودن ضرائب که در آن فرضیه H_0، به معنای بی تاثیر بودن ضریب مربوطه در رتبه کارایی است، تمامی متغیرها به جز یک شاخص "ارزش ویژه به دارایی کل" بر مسیرهای مورد انتظار قرار داشته و از نظر آماری، با ۹۵٪ اطمینان معنادار می باشند. با توجه به تعریف کارایی، در صورت افزایش ستانده بر میزان کارایی افزوده شده و رتبه کارایی کاهش می یابد. عکس این استدلال در خصوص نهاده ها نیز صادق می باشد. بنابراین با توجه به نتایج آزمون فوق می توان دریافت که نهاده ها و ستانده ها به درستی انتخاب شده اند و نشان دهنده این حقیقت هستند که مدل تحلیل پوششی داده ها به صورت موفقی برای ۷ نسبت از ۸ نسبت مذکور معنادار بوده است. همچنین معادله رگرسیون فوق، یک تقریب خطی از نتایج مدل تحلیل پوششی داده ها می باشد. شایان ذکر است که چنانچه مجموعه معادلات به قدر کافی بزرگ باشند، آنگاه می توان از این معادله برای رتبه بندی و ارزیابی متقاضی جدید وام بدون نیاز به سایر مراحل استفاده نمود.

مرحله ششم : محاسبه امتیازات اعتباری با بکارگیری مدل شبکه عصبی

شبکه های عصبی مصنوعی، سیستمهایی بر مبنای هوش مصنوعی است که می کوشد کارکرد مغز انسان را به عنوان شبکه ای از نرونهای متصل به هم در فرآیند تصمیم گیری تقلید کند. نرونها کوچکترین واحدهای محاسبه و تصمیم گیری در شبکه های عصبی هستند. در هر یک از نرونها یک معادله تبدیل تعریف شده است. معادله تعریف شده در هر یک از نرونها می تواند یک مدل

www.SID.ir

Archive of SID

اقتصاد سنجی یا هر مدل ریاضی دیگر مثل توابع سیگموئیدی باشند. با استفاده از این معادله سعی می گردد که وزن هر یک از متغیرها به گونه ای تعیین شود که ارتباط معنی داری بین بردار داده ها و بردار ستاده ها برقرارشود. معمولاً تعیین ضرائب در هر یک از نرونها به صورت آزمون و خطا می باشد. بدین ترتیب که ابتدا وزنهای کوچک به هر یک از متغیرها ارائه می شود و سپس با استفاده از الگوریتم بازخورد، خطاهای ضرائب تعدیل می شوند. اینکار تا زمانی ادامه می یابد که خطاها به حداقل ممکن تعیین شده از سوی پژوهشگر برسد (Cooper, 1999).

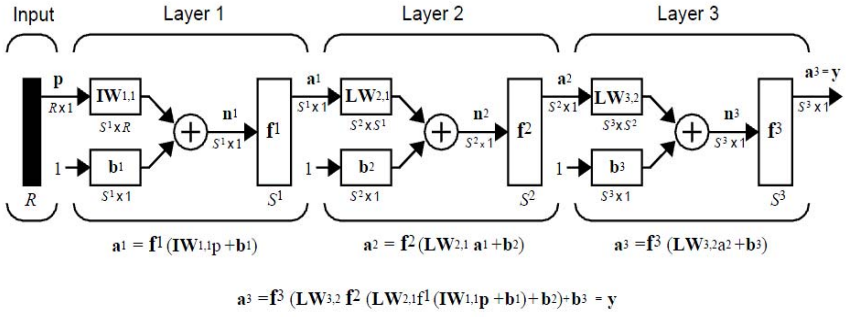
یک سیتم عصبی مصنوعی در حقیقت، فرآیند یادگیری انسانی را شبیه سازی می کند. سیستم شبکه عصبی مصنوعی با تقلید از سیستم مغزی و عصبی انسان می کوشد که ارتباط بین داده ها و ستاده ها را از راه تکرار نمونه برداری از مجموعه داده های گذشته یاد گیرد. شبکه عصبی دارای یک برتری اساسی نسبت به سیستم خبره بوده و آن اینست که هنگامی که داده ها کامل نبوده و یا دارای پارازیت باشند، از راه آموخته های گذشته حدس منطقی از داده ها می سازد. شبکه عصبی براساس سه ویژگی داده های ورودی،وزنها و لایه های پنهان مشخص می شود. مدل شبکه عصبی استفاده شده در این مقاله از نوع پیش خور[۵۷]می باشد. هر نرون شبکه پیش خور در هر لایه با تمامی نرونهای لایه پیشین خود در ارتباط می باشد و آن بدین علت است که بردار خروجی در هر لایه، بردار ورودی لایه بعد خود می باشد. از مهمترین و پرکاربردترین انواع شبکه های پیش خور ، شبکه های عصبی پرسپترون[۵۸] چند لایه است که در این مقاله بکار گرفته شده است. مدل استفاده شده در این مقاله یک شبکه عصبی سه لایه است که از بردار ورودی با ۸ متغیر ورودی که عبارتند از: ارزش ویژه به مجموع دارایی ،مجوز کسبی ، سابقه بازپرداخت ، نسبت دارایی جاری به دارایی ثابت ، نرخ بازده داراییها ، نسبت وام کوتاه مدت به مجموع دارایی ، نسبت وام کوتاه مدت به فروش خالص و نسبت کل بدهیها به مجموع داراییها استفاده می کند. شمای ساختاری شبکه پرسپترون سه لایه مورد استفاده در این مقاله در نمودار زیر نشان داده شده است:

p بردار ورودی و$IW_{1,1}$ IW^{1,1} ماتریس وزن در لایه پنهان اول می باشد.$n^i\, n^i$ بردار نرونها، $a^i\, a^i$بردار خروجی، $f^i\, f^i$ تابع انتقال،$b^i\, b^i$بردار بایاس در لایه i ام است و $LW_{i,j}$ماتریس وزن در لایه پنهان iام می باشد.$a^3 = y\, a^3 = y$ بردار خروجی است که از رابطه زیر بدست می آید:

$$a^0 = p$$
$$a^i = f^i(W^i.a^{i-1} + b^i)$$
$$i = 1,2,3$$
$$where W^1 = IW_{1,1}, W^2 = LW_{2,1}, W^3 = LW_{3,2}$$

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۱- شمای ساختاری شبکه پرسپترون سه لایه

تعداد نرونها در لایه پنهان اول برابر با تعداد متغیر ها فرض شده است که این تعداد بهینه ترین تعداد نرون در این لایه می باشد. تابع انتقال استفاده شده در لایه سوم تابع لگاریتمی سیگوئید $where\ g > 0 \frac{1}{1+e^{-net.g}}$ $whereg > o$ است که در شبکه های پس انتشار $\frac{1}{1+e^{-net.g}}$ بسیار مورد استفاده قرار می گیرد[(28].این تابع انتقال موجب می شود خروجی شبکه عددی بین ۰ تا ۱ باشد که نتیجه مطلوب در این مقاله است.

قواعد یادگیری، رویه ای برای اصلاح وزنها و بایاسها[۵۹] است و در راستای آموزش شبکه مورد استفاده قرار می گیرد. در ورودیها بصورت مجموعه $\{[p_1,t_1][p_2,t_2]..[p_q,t_q]\}$ که در آن p_qها ورودی شبکه و t_q t_q هدف متناظر با هر ورودی است تعریف می گردند. با ورود بردار ورودی به شبکه، خروجی آن با مقدار هدف مقایسه می شود. قواعد یادگیری با تنظیم وزنها و بایاسها، خروجی شبکه را به مقدار هدف نزدیک می کند. از انواع الگوریتمهای موثر جهت آموزش یک شبکه پرسپترون چند لایه، الگوریتم پس انتشار خطا[۶۰] است. الگوریتم پس انتشار بر مبنای تخمین بیشترین کاهش گرادیان عمل می کند که شاخص کارائی در این الگوریتم، میانگین مربعات خطا است. شبکه های پرسپترون چند لایه که توسط الگوریتم پس انتشار آموزش داده شوند پرکاربردترین نوع از شبکه های عصبی می باشند. از انواع الگوریتمهای پس انتشار، الگوریتم لونبرگ-مارکوت[۶۱] t که برگرفته از روش نیوتن بوده و روش بهینه ای در آموزش شبکه های عصبی می باشد،جهت آموزش در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است. اجرایی کردن مدل شامل خلق، آموزش و آزمایش داده ها توسط نرم افزار پیشرفته مطلب پیاده سازی شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

الگوریتم زمانی همگراست که نرم گرادیان کمتر از مقدار از پیش تعریف شده باشد و یا اینکه خطای مجموع مربعات از حد معینی کوچکتر گردد. در مدل شبکه عصبی مورد نظر در این مقاله، نتیجه، ریسک اعتباری مشتری است که با یک عدد اعشاری بین ۰ تا ۱ مشخص می شود. عدد نزدیک به صفر ریسک بالای مشتری را در پرداخت اصل و اقساط تسهیلات و عدد نزدیک به ۱ کمترین ریسک اعتباری مشتری در پرداخت اقساط را مشخص می کند. مهمترین مساله در استفاده از شبکه های عصبی، انتخاب یک الگوی آموزشی مناسب است. لذا لازم است ابتدا داده های ورودی به دو مجموعه آموزش و آزمایش تقسیم شوند. داده های این مقاله شامل ۱۴۶ پرونده می باشد که ۱۲۶ پرونده جهت آموزش و ۲۰ پرونده جهت آزمایش شبکه مورد نظر قرار گرفته شده است. مجموعه آزمایش برای تنظیم اتصالات بین نرون‌ها و در جهت مینیمم کردن خطا مورد استفاده قرار می گیرد. در روند آموزش شبکه و با تکرار فرایند یادگیری، وزنها و بایاس‌ها (۲) به گونه‌ای تنظیم می شوند که خطای برازش داده های آزمایش همگرا به صفر باشد. (Demuth, Beale, 2006).

مرحله هفتم: محاسبه امتیازات اعتباری با استفاده از روش رگرسیون لجستیک

یکی از مهمترین مدلهای کلاسیک که اغلب برای پیش بینی مورد استفاده قرار می گیرد، مدلهای رگرسیونی می باشد. در صورتی که متغیر وابسته به شکل ۰ یا ۱ باشد باید از مدل رگرسیون لجستیک استفاده شود.در رگرسیون لجستیک از مفهوم بخت برای مقدار متغیر وابسته استفاده می شود.در اصطلاح آماری بخت به معنی نسبت احتمال رخداد یک پیشامد(P_i) بر احتمال عدم رخداد ($۱-P_i$) آن می باشد.احتمال بین صفر و یک تغییر می کند در حالیکه بخت ممکن است بیش از یک باشد. شکل کلی رگرسیون لجستیک به صورت زیر می باشد:

$$Z_i = Ln(\frac{p_i}{۱-p_i}) = \beta_o + \sum_{i=۱}^{n} \beta_i X_i$$

در معادله بالا،Ln بیانگر لگاریتم طبیعی است. در مدل رگرسیون لجستیک احتمال رخداد پیشامد مورد نظر(عدم بازپرداخت تسهیلات از سوی مشتری) بر اساس رابطه زیر محاسبه می شود:

$$P_i = \pi_i(X_۱, X_۲, ..., X_K) = \frac{e^{\beta_o + \sum_{i=۱}^{K} \beta_i X_i}}{۱ + e^{\beta_o + \sum_{i=۱}^{K} \beta_i X_i}}$$

در این مقاله ۸ متغیر مالی و غیر مالی به عنوان متغیر مستقل و ریسک اعتباری به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است.بنابراین هم چنانکه ملاحظه می شود،متغیر وابسته ریسک

www.SID.ir

Archive of SID

اعتباری همواره دارای مقدار بین ۰ و ۱ خواهد بود در حالیکه متغیرهای مستقل دارای مقداری پیوسته می باشند.مدل رگرسیون لجستیک که برای سنجش و برآورد ریسک اعتباری مشتریان مورد استفاده قرار گرفت به صورت زیر می باشد:

$$Z_i = Log_e(\frac{p_i}{1-P_i}) = ۰.۸۲۵۸ + ۰.۷۲۱۱X_۱ + ۰.۳۴۱۲X_۳ + ۰.۰۳۷X_۴ + ۰.۵۰۲۸X_۵ - ۰.۹۶۸۱X_۶ - .۲۶۸۱X_۷ - .۱۵۸۷X_۸$$

با توجه به خروجیهای مدل لجستیک، آماره والد[۶۲] محاسبه شده برای هر یک از متغیرها و سطح خطای محاسبه شده بیانگر معنی داری ضرایب در مدل است. تمامی متغیرها بجز متغیر دوم با احتمال ۹۵٪ معنی دار می باشند.مقدار درستنمایی[۶۳] برای این مدل برابر با ۲۳۴.۱۶۶ است که نشانگر توانایی بالای مدل در پیش بینی ریسک اعتباری است.همچنین آماره LR statistic که همان نقش F را در رگرسیون خطی بازی می نماید برابر ۳۰۶.۹۳۰ و معنادار بوده که خود به معنای وجود رابطه صحیحی میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می باشد. قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های آزمایش و حد آستانه ۰.۵ بررسی شده است.مقادیر پیش بینی شده احتمال برای متغیر وابستهy (در معادله برازش شده)برحسب اینکه بالاتر یا پایینتر از حد آستانه واقع شوند در مقابل مقادیر واقعی مشاهده شده آن طبقه بندی می شوند.طبقه بندی "درست" وقتی حاصل می شود که در صورت وجود مقدار صفر برای متغیر y (مشتری خوش حساب)،مقدار پیش بینی شده احتمال کمتر یا برابر حد آستانه و در صورت وجود مقدار ۱ برای متغیرy (متغیر بدحساب)،مقادیر پیش بینی شده احتمال بیشتر از حد آستانه بدست آید. در مدل برازش شده این تحقیق۶۵ مورد از مشاهدات y=0 و ۶۲ مورد از مشاهدات y=1 به درستی طبقه بندی شده اند.در ادبیات آماری به نسبتی از مشاهداتy=1 که به درستی پیش بینی شده اند درجه حساسیت[۶۴] و نسبتی از مشاهدات y=0 که به درستی پیش بینی شده اند درجه تشخیص[۶۵] مدل می گویند. در این پژوهش درجه حساسیت مدل برابر ۸۹.۸۵٪ و درجه تشخیص مدل برابر۸۴.۴۱٪ می باشد. همچنین در مدل برازش شده مقدار خطای نوع اول و دوم یعنی ریسک اعتباری(طبقه بندی مشتری بد در مشتری خوب)برابر ۱۰.۱۵٪(عدد یک منهای درجه حساسیت) و ریسک تجاری(طبقه بندی مشتری خوب در مشتری بد)برابر۱۵.۵۹٪ می باشد.

۴- فرضیات تحقیق

فرضیه های پنجگانه پژوهش عبارتند از:

۱) بین شاخصهای مالی وغیر مالی و ریسک اعتباری رابطه وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲) تحلیل پوششی داده ها به عنوان یکی از متدهای آمار ناپارامتریک از کارایی لازم جهت رتبه بندی اعتباری و تخمین ریسک اعتباری برخوردار است.
۳) مدل شبکه عصبی به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است.
۴) رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از پرکاربرد ترین متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است.
۵) مدل شبکه عصبی در مقایسه دو مدل تحلیل پوششی داده ها و رگرسیون لجستیک از کارایی بیشتری برخوردار است.

۵- نتایج تحقیق

۵-۱- بررسی و مقایسه سه مدل تحلیل پوششی داده‌ها، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک

در این پژوهش مقادیر واقعی ریسک اعتباری هر مشتری بر اساس سابقه های اعتباری مشتری (سابقه های مربوط به بازپرداخت یا عدم بازپرداخت اصل و سود وام‌های گرفته شده از بانک) مشخص شده است. هر چقدر نرخ عدم بازپرداخت اصل و سود وام‌های گرفته شده یک مشتری بیشتر باشد درجه ریسک او نیز بیشتر خواهد بود. ساده ترین روش برای بررسی میزان صحت امتیازات حاصل از مدل تحلیل پوششی داده ها استفاده از ماتریس اغتشاش[۶۶]می باشد که صرفاً از جدول بندی‌های ضربدری طبقه بندی صحیح در مقابل طبقه بندی پیش بینی شده استفاده می نماید. با توجه به این موضوع، ماتریس خطای کل(خطای نوع اول+خطای نوع دوم) برابر با۱۷/۸٪ می باشد و بنابراین مدل تحلیل پوششی داده ها توانسته است با کارایی برابر ۸۲/۹٪ به تخمین ریسک اعتباری بپردازد. همانطور که با مقایسه برآوردهای حاصل از شبکه عصبی ونتایج واقعی نیز مشاهده می شود شبکه عصبی با خطایی برابر۰.۰۵٪ توانسته است با کارایی برابر۹۴/۹۵٪ مشاهدات را منطبق بر واقع برآورد نماید که این امر نشانگر توانایی زیاد شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان است. با توجه به نتایج بدست آمده از رگرسیون لجستیک نیز مشاهده شد که میزان نیکویی برازش(کارایی) مدل در برآورد ریسک اعتباری برابر۸۶.۹۸٪ می باشد. رقم بدست آمده به عنوان شاخص کارایی مدل از تقسیم مجموع مقادیر درجه حساسیت و تشخیص مدل به کل مشاهدات نمونه حاصل شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۵-۲- نتایج آزمون فرضیات

در این پژوهش ۵ فرضیه مطرح می باشد. به منظور آزمون فرضیات تحقیق باید معنی داری ضرائب مورد بررسی قرار گیرد. آزمونی که در مدل رگرسیونی به این منظور مورد استفاده قرار می گیرد، آزمون معنی داری β و در رگرسیون لجستیک آزمون والد می باشد که مقدار آن در فاصله اطمینان ۹۵٪ جهت رد یا قبول فرضیه H_0 بررسی می شود ، بدین ترتیب که :

$H_0 : \beta = 0$

$H_1 : \beta \neq 0$

قبول فرضیه صفر در صورتی است که احتمال خطای معنی دار بودن β بیشتر از $\alpha = ۰.۰۵$ باشد (در ناحیه قبول H_0 واقع شود)، و به این معنی است که ضریب β معنی دار نبوده و هیچ گونه اثری بر متغیر وابسته مربوط ندارد. رد فرضیه صفر (قبول فرضیه H_1) در صورتی است که مقدار α مساوی یا کمتر از ۰.۰۵ باشد (در ناحیه رد H_0 واقع شود). با در نظر گرفتن این توضیحات به بررسی تایید یا رد فرضیه های مطرح شده در این پژوهش می پردازیم :

- بین شاخصهای مالی وغیر مالی و ریسک اعتباری رابطه وجود دارد.

با توجه به ضرایب بدست آمده در آزمون معنی داری β و آماره W تمامی شاخها به جز شاخص دوم معنی دار بوده و ارتباط معنی داری بین شاخصهای مالی و غیر مالی و ریسک اعتباری وجود دارد.

- تحلیل پوششی داده ها به عنوان یکی از متدهای آمار ناپارامتریک از کارایی لازم جهت رتبه بندی اعتباری و تخمین ریسک اعتباری برخوردار است.

در این پژوهش به منظور اعتبارسنجی رتبه های حاصل از روش تحلیل پوششی داده ها از مدل رگرسیونی چند متغیره خطی استفاده شد تا قدرت تخمین صحیح رتبه های کارایی اثبات گردد. ضریب تعیین برابر ۰.۷۵۵ در مدل رگرسیونی به معنای قدرت بالای توضیح دهندگی مدل رگرسیونی است. به معنای دیگر متغیرهای وارد شده به معادله رگرسیونی توانسته اند حدود ۷۶٪ از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تبیین نمایند. بنابراین رتبه های محاسبه شده با استفاده از تحلیل پوششی داده ها تفاوت معناداری با رتبه های حاصل از مدل رگرسیونی نداشته و فرضیه دوم تحقیق که حاکی از کارایی روش تحلیل پوششی داده ها جهت تخمین رتبه اعتباری است، پذیرفته می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

- مدل شبکه عصبی به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است.

به دلیل پیش بینی مقادیر ریسک اعتباری توسط این مدل، امکان تخمین کارایی مدل با استفاده از مقایسه میان نتایج پیش بینی شده و واقعی میسر شد. در نتیجه شبکه عصبی با خطایی برابر۰.۰۵٪ توانست با کارایی برابر۹۴/۹۵٪ مشاهدات را منطبق بر واقع برآورد نماید که این امر نشانگر توانایی زیاد شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان است و فرضیه سوم تحقیق مبنی بر کارایی مدل شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان بانک پذیرفته می شود.

- رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از پرکاربرد ترین متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است.

نتایج حاصله نشان می دهد که در صورت استفاده از این مدل می توان حدود۸۷٪ (با حد آستانه۰.۵) تسهیلات را به مشتریان واقعی تخصیص داد و مدل برازش شده در برآورد ریسک اعتباری توانا می باشد.بنابراین فرضیه چهارم تحقیق نیز تایید می گردد.

- مدل شبکه عصبی در مقایسه دو مدل تحلیل پوششی داده ها و رگرسیون لجستیک از کارایی بیشتری برخوردار است.

با مقایسه نتایج واقعی و داده های پیش بینی شده توسط مدل شبکه عصبی ،قدرت پیش بینی بالای این مدل(کارایی ۹۴.۹۵٪) در مقایسه با دو مدل دیگر فرضیه پنجم تحقیق را تایید می نماید.

۶- نتیجه گیری و بحث

اعطاء تسهیلات اعتباری به مشتریان از جمله مهمترین وظایف بانکها به شمار می رود. بانکها در هر کشور پس از جمع آوری منابع مالی، این منابع را به بخشهای مختلف اقتصادی تخصیص می دهند. در حقیقت این اقدام بانکها، بخشهای مختلف اقتصادی را در هر کشور در انجام بهتر وظایفشان تقویت و نهایتاً زمینه لازم را برای رشد و توسعه اقتصادی کشور فراهم می آورند. در صورتی بانکها می توانند به این مهم دست یابند که منابع مالی را به درستی به مشتریان واجد شرایط، تخصیص دهند. تخصیص درست منابع مالی ضمن دستیابی به هدف فوق زمینه لازم را برای ادامه حیات بانکها فراهم خواهد آورد. لیکن در این اقدام نکته حائز اهمیت آنست که قبل از اعطای تسهیلات به مشتریان واجد شرایط ریسک آنها به درستی تشخیص داده شود تا اثربخشی

www.SID.ir

Archive of SID

تصمیمات اتخاذ شده ارتقاء یابد. بدیهی است که هرگونه اقدام در زمینه کنترل پس از اعطاء تسهیلات کم فایده خواهد بود. با عطف توجه به نکات فوق، در این مقاله سعی گردید برای اولین بار یک مدل مدیریت ریسک اعتباری با بکارگیری روش تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک(از انواع روشهای آمار پارامتریک و ناپارامتریک) برای این منظور طراحی گردد.

بطور کلی، نتایج حاصل شده از این تحقیق را با توجه به مساله اصلی پژوهش می توان به صورت زیر خلاصه نمود :

۱) وجود رابطه معنی دار آماری متغیرهای مالی و غیر مالی موثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک تجاری ، تایید می شود. همچنین معنی داری و علامت ضرائب مستقل مدل حاکی از تایید نظریه های اقتصادی و مالی در زمینه عوامل تعیین کننده ریسک اعتباری می باشد. بر اساس ضرائب رگرسیونی بدست آمده، متغیرهای دارایی جاری به ثابت، نرخ بازده داراییها، مجوز کسبی و سابقه بازپرداخت دارای رابطه مستقیم با کارایی و رابطه معکوس با ریسک اعتباری و رتبه اعتباری می باشند. در نتیجه بزرگ بودن شاخصهای ذکر شده مطلوب تلقی می گردد. شاخصهای وام کوتاه مدت به مجموع داراییها، وام کوتاه مدت به فروش خالص و کل بدهی به مجموع دارایی براساس ضرائب بدست آمده، رابطه معکوسی با میزان کارایی و رابطه مستقیم با ریسک اعتباری و رتبه اعتباری دارند وبدیهی است که کمتربودن این شاخصها مطلوب می باشد. از میان متغیرهای بکار گرفته شده در این مدل، شاخص وام کوتاه مدت به فروش خالص دارای بالاترین ضریب رگرسیونی و بیشترین اثر بر ریسک اعتباری بوده و شاخص دارایی جاری به دارایی ثابت، کمترین میزان تاثیر بر ریسک اعتباری را داشته است.

۲) در این پژوهش ، سه مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک جهت پیش بینی و رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی وام بانکی بکار گرفته شده اند . در این راستا مدل تحلیل پوششی داده ها توانسته است با کارایی برابر ۸۲/۹٪ به تخمین ریسک اعتباری بپردازد. همچنین شبکه عصبی با خطایی برابر۰/۰۵٪ و با کارایی برابر۹۴/۹۵٪ و رگرسیون لجستیک نیز با کارایی برابر ۰.۸۷٪ توانستند مشاهدات را منطبق بر واقع براورد نمایند که این امر نشانگر توانایی زیاد شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان است.

۳) ازمزایای مدل تحلیل پوششی داده ها نسبت به سایر مدلهای ارزیابی ریسک اعتباری، می توان به توانایی این مدل در ارایه راحلهایی جهت بهره وری شرکتهای متقاضی وام اشاره نمود. تحت رویکرد تحلیل پوششی داده ها هم می توان به رتبه بندی مشتریان حقوقی بانک پرداخت و هم با

www.SID.ir

Archive of SID

شناسایی بنگاههای مرجع برای هر یک از بنگاه‌های ناکارا آنها را به مرز کارایی رساند. در حقیقت این مدل قادر است با ارایه راه‌کارهای مناسب و مفید، شرکت‌های رتبه بندی شده را در راستای بهره ورتر شدن یاری دهد.

۴) با توجه به اینکه برای اولین بار روش تحلیل پوششی داده ها در کنار روشهای شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک در حوزه ریسک اعتباری مورد بررسی قرار گرفته است، نتایج تحقیق، تایید کننده تئوریهای مالی و نظریات مطرح شده همانطور که در پیشینه پژوهش به آنها اشاره شد می باشد.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، به منظور افزایش کارایی سیستم بانکی کشور، پیشنهادات مقاله را می توان به شرح زیر مطرح نمود :

۱) با توجه به اینکه برای ایجاد، توسعه و بهبود مدلهای ریسک اعتباری داشتن اطلاعات مالی و اقتصادی روزآمد نقش مهم و اساسی ایفا می نماید، لذا برخورداری از بانک اطلاعاتی مشتریان و بنابراین طراحی و تنظیم سیستم کارآمد اخذ اطلاعات اعتباری به عنوان یکی از ابزارهای پایه مطرح است. براین اساس پیشنهاد می شود که بانکها نسبت به ایجاد چنین بانک اطلاعاتی اقدام نمایند.

۲) با توجه به روند فزاینده سهم مطالبات معوق از کل مطالبات بخش غیر دولتی، استقرار سیستم رتبه بندی اعتباری مشتریان ، بانکها را در تخصیص بهینه منابع و تسهیلات مالی خود یاری می دهد. تحت این سیستم تسهیلات به مشتریان مطلوب تخصیص می یابد. مشتری مطلوب مشتری است که ضمن هزینه نمودن تسهیلات دریافتی در بخشهای مختلف اقتصادی آنرا به سیستم بانکی بازگردانده و بدین ترتیب باعث افزایش منابع مالی در اختیار بانک‌ها و بالتبع آن افزایش قدرت وام دهی، درآمد ملی و تولید ناخالص ملی گردد. همچنین با استقرار سیستم رتبه بندی اعتباری مشتریان، این امکان برای سیستم بانکی کشور فراهم می آید تا میزان و نوع وثیقه دریافتی از هر مشتری را براساس ریسک هر یک تعیین نماید و با توجه به میزان ریسک اعتباری هر مشتری نوع وثیقه تعیین شده به گونه ای باشد که قادر به پوشش ریسک اعتباری آنها گردد.

۳) براساس نتایج بدست آمده ایجاد سیستم نظارتی و کنترلی قوی جهت دریافت به موقع صورتهای مالی به منظور بررسی نسبتها و شاخصهای مالی مورد نیاز جهت استفاده در سیستم رتبه بندی اعتباری، به مبحثی قابل تامل تبدیل می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

۷- فهرست منابع

۱) قلی زاده، محمد حسن (۱۳۸۳)، « طراحی مدل رتبه بندی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها »، رساله دکتری مدیریت مالی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران،ص۲۲.

۲) کیم جی آن (۱۳۸۷)، «کاربرد تحلیل عاملی در پژوهش اجتماعی همراه با دستورهای نرم افزار spss »، ترجمه مسعود کوثری ، تهران : انتشارات سلمان ،ص۳۶.

۳) مهرگان، محمد رضا (۱۳۸۳)، «مدلهای کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها » تهران : انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران ،ص۸۰.

4) Abdou H et al(2007) " Neural nets versus conventional techniques in credit Rating in Egyptian banking" Expert system with application;doi:10.1016/j.eswa.08.030.
5) Allen J (1995) "A promise of approvals in minutes, not hours ", American banker, 28:23.
6) Altman E et al (1968) "Financial rations discriminate analysis and the prediction of corporate bankruptcy", the Journal of Finance; 4: 589-609.
7) Beaver W (1996)" Financial rations as predictors of failure ", Journal of Accounting Research; 5:71-111.
8) Bryant K (2001) " ALLES: an agricultural loan evaluation expert system", Expert system with application,21:75-85.
9) Caouette John B., Edward I. Altman, Paul Narayanan (1998) "Management credit risk: the next grate financial challenge ": john wiley & sons, N.Y. p: 35.
10) Cheng EWL,Chaing YH,Tang BS(2007) "Alternative approach to credit Rating by DEA : evaluating borrowers with respect to PFI project" , Journal of Building and Environment,;42:1752-1760.
11) Demuth, H, and Beale, M"Neural Network Toolbox for use whit MATLAB", The Math Works, User Guide, Version 4.
12) Desai V.S (1996) "A comparison of neural networks and linear Rating models in the credit union environment", European Journal of Operational Research; 95:24-37.
13) Dimitras A.I et al (1999) "Business failure prediction using rough sets " , European Journal of Operational Research,7(3):263-280. 1999.
14) Emel AB et al (2003)"A credit Rating approach for the commercial banking sector", Journal of Socio-Economic Planning Sciences; 37:103-123.
15) Feldman, Ron. (1997) "Banks and Big Change in Technology Called Credit Scoring", the Region, Federal Reserve Bank of Minneapolis, pp.19-25, September.
16) Grice JS and Ingram RW (2001)" Test of the generalizability of Altman*s bankruptcy prediction model", Journal of Business Research; 54:53-61.2001.
17) Gutman R (1994) "How credit money shapes the economy: the united state in a global system ", Armonk N.Y:M.E sharp; p: 10.
18) Huang JJ et al (2006) "Two-stage genetic programming (2SGP) for the credit Rating model", Applied mathematics and computation; 174:1039-1053.

www.SID.ir

Archive of SID

19) John C.B.Cooper(1999) ”Artificial neural network versus multivariate statistics: an application from economics”, Journal of applied statistics,vol.26”:8: 909-921.
20) Kiss France (2003) “Credit rating process from a knowledge management prospective “, Budapest university of technology and economics, P: 96-97.
21) Lee TS and Chen IF (2005) "A two-stage hybrid credit Rating model using artificial neural networks and multivariate adaptive regression alpines" Expert system with application; 28:743-752.
22) Lee TS et al (2002)“ Credit Rating using a hybrid neural discriminant technique”, Journal of Expert systems with applications; 23:245-254.
23) Lung Huang C et al(2007) " Credit Rating with a data mining approach based on support vector machines" Expert system with application;32 :847-856.
24) Merton, R.(1974) " On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates ", Journal of Finance, 29, pp449-470.
25) Min JH and Lee YC (2007)”A practical approach to credit Rating”, Journal of Expert systems with applications; doi:10.1016/j.eswa. 08.070.
26) Roy B (1991) “The outranking approach and the foundation of ELECTRE methods “, Theory and Decision,; 31: 49-73.
27) Treacy William F (1998)”Credit risk rating system at large U.S bank”, Journal of Banking and Finance; 24:167-201.
28) West D (2000)”Neural network credit Rating models”, Journal of Computers & Operations Research; 27:1131-1152.
29) Yang ZR,Platt MB and Platt HD(2001) ”Probabilistic neural networks in bankruptcy prediction , Journal of Business Research; Feb:67-74.
30) Yeh Q.J (1996) “The application of data envelopment analysis in conjunction with financial rations for bank performance evaluation “, European Journal of Operational Research society; 47(8): 980-988.

یادداشت‌ها

[1] - Credit Risk
[2] - Credit Risk Management
[3] - Efficiency
[4] -Credit Rating
[5] - Data Envelopment Analysis(DEA)
[6] - Neural Network(NN)
[7]- Logistic Regression
[8] - Beaver
[9] -Feldman
[10] - Altman
[11] - Z score
[12] - Saunders & Allen
[13]- Logit,Probit
[14] - DSS
[15] - MCDM
[16] - Roy
[17] - ELECTERE
[18] - Dimitras
[19] - Rough set

www.SID.ir

Archive of SID

[20] - Morgan
[21] - Treacy
[22] - value-at-risk
[23] - Merton
[24] -Black and Scholes
[25] - Neural network(NN)
[26] - Desai,Crook&Overstreet
[27] - Linear discriminant analysis(LDA)
[28] - Logistic regression analysis(LRA)
[29] - West
[30] - Classification and regression tree (CART)
[31] - K-nearest neighbor(K-NN)
[32] - Yang & Platt
[33] - Bryant
[34] - Lee TS, Chiu CC ,Lu CJ, Chen IF
[35] - Lee TS& Chen IF
[36] - Spilines
[37] - Abdou H, Pointon J, EI-Masry A
[38] - Support Vector Machine
[39] - Huang J.J et al
[40] - Huang C.L et al
[41] - MDA
[42] - Yeh
[43] - Emel
[44] - Min JH and Lee YC
[45] - Cheng EWL,Chaing YH,Tang BS
[46] - PFI
[47] -Character, Capacity, Capital, Condition, Coverage or Collateral
[48] -Kendalls coefficient of concordance(W)
[49] - Interjudge reliability
[50] - Short term bank loan/Total assets (STBL/TA)
[51] - Short term bank loans/Net sales(STBL/NS)
[52] -ROA
[53] - Basic
[54] -Input
[55] -Output
[56] -Anderson & Peterson(AP)
[57] - Feed Foeward Neural Network
[58] - Perceptron Network
[59] - Bias
[60] - Back Propagation
[61] -Levenberg-Marquardt
[62] - W
[63] -Likelihood
[64] -Sensitivity
[65] -Specificity
[66] -Misclassification

www.SID.ir