

اندازه گیری ریسک اعتباری نهادهای واسطه مالی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

عدنان تورانی^۱

^۱دانش پژوه دکتری مهندسی مالی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، کردستان، ایران

adnantourani@gmail.com

چکیده:

ریسک اعتباری از مهمترین عوامل سنجش میزان نکول شدن سرمایه بانک ها توسط گیرنده گان تسهیلات است. از این رو در تحقیق پیش رو به بررسی میزان ریسک اعتباری نهادهای واسطه مالی که در بورس فعالیت می کنند و صورت وضعیت مالی شفافی در تاریخ ۱۴۰۰/۱۲/۲۹ ارائه شده پرداخته و با روش نمونه گیری قضاوتی، متشکل از ۷ شرکت که داده های شرکت های مذکور از سایت کدال و سایت نهادهای مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به داده های اولیه از مدل رگرسیون لاجیت و مدل تفکیک کننده خطی (Z آلتمن) برای آزمون متغیرها استفاده شده است. نتیجه آزمون Z آلتمن از نظر ریسک اعتباری شامل ۳ شرکت پرریسک، ۳ شرکت با ریسک متوسط و ۱ شرکت کم ریسک می باشد. در ادامه ابتدا به سنجش شرکت ها بر اساس مدل لاجیت پرداخته شد و سپس احتمال نکول شدن وام را جداگانه برای هر نسبت مالی به دست آورده و دست آخر مجموع این احتمال بیان شده است. در مقایسه مدل Z آلتمن و مدل رگرسیون لاجیت برای نمونه مورد بررسی، به نظر می رسد مدل Z آلتمن از شفافیت بیشتری برخوردار است. این مدل با تفکیک وام گیرندگان به گروه های پرریسک، ریسک متوسط و کم ریسک مقایسه ای مطلوب انجام داده و کارایی بهتری در برابر مدل لاجیت دارد که به اختصاص عددی به احتمال نکول شدن وام اکتفا می کند.

کلمات کلیدی: ریسک اعتباری، Z آلتمن، رگرسیون لاجیت، نکول وام

۱. مقدمه

ریسک اعتباری مهمترین عامل ثبات بانک ها و از مهمترین ریسک های مشاهده شده در نظام مالی کشورها است. در صورت نبود ریسک اعتباری، توان اعتباردهی و از سوی دیگر قدرت تادیه بدهی نهاد پولی تضعیف شده و نهایتاً ورشکستگی بانک ها را در پی دارد. بانک ها در ایران به دلیل عدم توسعه کافی بازار سرمایه و ناکارایی های موجود در این بازار عهده دار اصلی تأمین مالی بلند مدت و کوتاه مدت فعالیت های اقتصادی است. بر همین اساس اعطای وام و تسهیلات بخش مهمی از عملیات تأمین مالی هر بانکی را تشکیل می دهد، اما احتمال عدم بازپرداخت به موقع وام و تسهیلات باعث ریسک اعتباری در بانک ها می شود و بی توجهی در این زمینه می تواند منجر به نتایج نامطلوبی در عملکرد بانک ها شود. در این مقاله به اندازه گیری ریسک اعتباری نهادهای واسطه مالی ایران پرداخته شده است. فرضیه های پژوهش شامل: ۱. روش لاجیت نسبت به روش تفکیک کننده خطی کارایی بیشتری در برآورد ریسک اعتباری دارد. ۲. روش تفکیک کننده خطی نسبت به روش لاجیت کارایی بیشتری در برآورد ریسک اعتباری دارد. در ادامه مبانی نظری و پیشینه تحقیق ارائه شده، سپس تصریح مدل برآورد تشریح و در آخر نتیجه گیری از مدل ارائه شده است.

۲. مبانی نظری:

موضوع فعالیت نهادهای واسطه خرید و فروش، اجاره، ساخت و ایجاد دارایی جهت انتشار اوراق بهادار برای تأمین مالی طرح های مبتنی بر معاملات موضوع عقود اسلامی، مدیریت وجوه حاصل از انتشار اوراق بهادار و انعقاد قراردادهای مربوط ضروری در راستای انتشار اوراق بهادار و سایر فعالیت هایی است که به منظور انجام موضوع فعالیت اصلی شرکت با کسب مجوز از سازمان بورس و اوراق بهادار انجام خواهد شد. نهاد واسطه جز موارد تعیین شده در موضوع فعالیت در اساسنامه خود، مجاز به فعالیت های دیگر نمی باشد. طبق تعریف قانون توسعه ابزارهای مالی، نهاد واسطه، یکی از نهادهای مالی قانون بازار اوراق بهادار جمهوری اسلامی ایران است (به عنوان یک وکیل، نقش وکالتی دو جانبه ایفا می کند) که می تواند با انجام معاملات موضوع عقود اسلامی، نسبت به تأمین مالی از طریق انتشار اوراق بهادار اقدام نماید. عمده فعالیت نهاد واسطه تا پیش از انتشار اوراق اجاره است، این نهاد باید قراردادی را با عامل فروش، بازگردان و متعهد پذیره نویسی تنظیم و منعقد کند و پس از این که اوراق منتشر شد، باید آن ها را به سرمایه گذاران تحویل دهند. مؤسسات مالی و اعتباری با سرمایه گذاری و اعطای وام (معامله یا خدمات) که انجام می دهند به ناچار ممکن است ریسک هایی را متحمل شوند که بازپرداخت سپرده ها یا وامهای اعطایی را تحت تأثیر خود قرار می دهد. همچنین، برای اغلب مؤسسات مالی و اعتباری بزرگ ایجاد ریسک اعتباری، اعطای وام ها می باشند؛ همچنین، ناموفق بودن در سیاست های بانکی نیز موجب ریسک بانکی می شوند. که همه این موارد فرصت های تجاری و مشتریان را از بین می برد و حتی ممکن است منجر به پرداخت جریمه گردد؛ در نتیجه بانک ها باید شناخت کامل از بهای تمام شده خدمات داشته باشند [۳۴].

ریسک اعتباری در صورت عدم تحقق تعهدات قراردادی، ریسک ضرر مالی بانک را به وجود می آورد. این امر عمدتاً در مورد وام ها و پیشرفت بانک به مشتریان و دیگر بانک ها و همچنین سرمایه گذاری در اوراق بهادار ظاهر می شود که موجب کاهش ریسک در مؤسسات مالی میگردد. در نتیجه، حسابرسی می تواند به عنوان یک ابزار نظارت در بانک ها برای کاهش ریسک اعتباری و کنترل مدیران در پذیرش ریسک بالا بکار رود [۴۲]. تحولات سیستم بانکی این روزها، نیاز به نظارت محتاطانه را برای حفظ ثبات سیستم مالی افزایش داده است. با توجه به خصوصی سازی بانک ها ضرورت دارد که سیستم کنترل داخلی و حسابرسی در نظارت بانکی مد نظر قرار گرفته شود [۳۹].

قبل از آن که بانک ها به اعطای وام ها اقدام کنند احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات را باید ارزیابی کنند و از پرداخت به موقع آنها در زمان معین مطمئن شوند، این کار را با یک سیستم جامع و مناسب انجام می دهند. اخیراً بانک ها به صورت گسترده از مدل های ارزیابی ریسک اعتباری

برای پرداخت و تصویب وام های واگذار شده استفاده می نمایند و با استفاده از شاخص های مشخص و اطلاعات گذشته و حال متقاضیان، در چارچوب تهیه انواع گزارش های اطلاعاتی و اتخاذ تصمیم در اعتبار سنجی مشتریان می پردازد. وام های با مبلغ بالا امکان ارزیابی دقیق مشتریان امکان پذیر می باشد ولی متقاضیان با وام های مبلغ متوسط و پایین سنجش همه متقاضیان امکان پذیر نیست زیرا پرهزینه تلقی می شود و از این جهت نیازمند اندازه گیری سیستماتیک است که بر حسب آن بتوان ریسک اعتباری را مشخص کرده و کاهش داد [۳۵].

۳. پیشینه تحقیق :

تحقیقات قبلی روش های مختلفی را برای ارزیابی ریسک اعتباری بکار گرفتند. این روش ها می توانند در روش های قدیمی آماری و رویکردهای هوش مصنوعی طبقه بندی شوند. روش های آماری، اولین و رایج ترین روش های مورداستفاده در ارزیابی ریسک اعتباری هستند. این روش ها شامل رگرسیون خطی، تحلیل متمایز و رگرسیون منطقی و... می باشند. سپس روش های هوش مصنوعی به عنوان روش های بهتر برای ارزیابی ریسک اعتباری ارائه شده است. اخیراً نیز مطالعات محدودی ایده ترکیب روش های قدیمی و روش های هوش مصنوعی تحت عنوان مدل های ترکیبی (هیبریدی) را عنوان نموده اند. در جداول ذیل تحقیقات خارجی و داخلی که تاکنون در حوزه ریسک اعتباری انجام شده، به صورت خلاصه اشاره شده است [۱۱].

جدول ۱. مطالعات خارجی

ردیف	نویسنده	سال	مدل مورداستفاده	حوزه تحقیق
۱	Abdou, Crook	۲۰۰۷	رگرسیون لجستیک [۲۷]	ارزیابی ریسک اعتباری
۲	Huang و همکاران	۲۰۰۷	الگوریتم ژنتیک [۴۱]	ارزیابی ریسک اعتباری
۳	Tsai and Wu	۲۰۰۸	شبکه عصبی مصنوعی [۵۶]	ارزیابی ریسک اعتباری
۴	و همکاران Etemadi	۲۰۰۹	الگوریتم ژنتیک [۳۷]	ارزیابی ریسک اعتباری
۵	Ling Lin	۲۰۰۹	الگوی ترکیبی شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک [۴۷]	ارزیابی ریسک اعتباری
۶	Chen and Li	۲۰۱۰	مدل SVM را با روشهای سنتی [۳۳]	ارزیابی ریسک اعتباری
۷	Abdou and Pointon	۲۰۱۱	تحلیل رگرسیون ممیزی [۲۸]	ارزیابی ریسک اعتباری
۸	و همکاران Hamadani	۲۰۱۳	ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی [۴۰]	ارزیابی ریسک اعتباری
۹	Oreski و همکاران	۲۰۱۴	ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی [۵۱]	ارزیابی ریسک اعتباری
۱۰	Kozeny	۲۰۱۱	الگوریتم ژنتیک [۴۴]	رتبه بندی اعتباری
۱۱	Zhao و همکاران	۲۰۱۱	شبکه عصبی مصنوعی [۶۱]	ارزیابی ریسک اعتباری

ارزیابی ریسک اعتباری	شبکه عصبی مصنوعی [۵۳]	۲۰۱۱	Soydancer and Kocadağlı	۱۲
ارزیابی ریسک اعتباری	ترکیب رگرسیون ممیزی یا الگوریتم ژنتیک با SVM [۴۸]	۲۰۱۱	Liang و همکاران	۱۳
ارزیابی ریسک اعتباری	رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی [۴۳]	۲۰۱۶	Kang و همکاران	۱۴
ریسک اعتباری	عوامل تعیین کننده ریسک اعتباری سیستم های بانکی آفریقا [۵۰]	۲۰۱۷	و همکاران Eftychia	۱۵
رتبه بندی اعتباری	الگوریتم ژنتیک ترکیبی [۵۸]	۲۰۱۷	و همکاران Di Wang	۱۶
ارزیابی ریسک اعتباری	الگوریتم جنگل تصادفی غیر پارامتری [۵۴]	۲۰۱۸	و همکاران Lingxiao	۱۷

جدول ۲. مطالعات داخلی

ردیف	نویسنده	سال	مدل مورد استفاده
۱	فلاح شمس و همکاران	1390	مقایسه مدل لاجیت و مدل پروپیت [۲۱]
۲	میرزایی و همکاران	1390	رگرسیون لجستیک [۱۹]
۳	ابراهیمی و دریابر	1391	رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی [۴]
۴	تقوی فرد و همکاران	1393	ترکیب الگوریتم ژنتیک و سیستم خبره فازی [۵]
۵	میرغفوری و آشوری	1394	روش پارامتریک (رگرسیون لجستیک) و یک روش ناپارامتریک (درخت تقسیم و رگرسیون) [۲۰]

هدف شناسایی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری با استفاده از روش رگرسیون لاجیت	رگرسیون لاجیت [۱۳]	1394	عبدلی و فردحریری	۶
شناسایی عوامل درونی تأثیرگذار بر ریسک اعتباری بانک ها	رگرسیون لاجیت [۱۴]	1391	کمیحانی و فلاح	۷
شناسایی مشتریان خوش حساب و بدحساب و پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی	مدل هیبریدی GA-SVM [۱۸]	1391	حاجی کرد و همکاران	۸
مدل ریسک اعتباری برای بانک های خصوصی	روش یادگیری ماشین و داده کاوی [۲۳]	1396	نظری و همکاران	۹
ارزیابی ریسک اعتباری	تحلیل چندبعدی ترجیحات [۲۲]	1397	ناجی و رستگار	۱۰
طراحی مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی	مدل های چند سطحی با استفاده از رگرسیون لجستیک [۱۷]	1398	محمدی و جواهری	۱۱

مؤسسات مالی و اعتباری به عنوان یک نهاد مالی غیر بانکی، موسساتی هستند که به عنوان واسطه و جوه در بازارهای مالی به فعالیت می پردازند. خدمات آنها در بسیاری از زمینه ها شبیه خدمات ارائه شده توسط بانک ها می باشد. نوع خدمات، درجه آزادی و گستردگی فعالیت آنها در تمام کشورها یکسان نبوده و تابع شرایط و قوانین خاص هر کشور است [۱۰]. بررسی علل بروز بحران مالی و ورشکستگی بانک ها و سایر مؤسسات واسطه گر مالی در قالب مطالعات کتابخانه ای و بررسی رابطه بین مؤلفه های حاکمیت شرکتی در عملکرد شرکت و پیشگیری از بروز بحران مالی در این مؤسسات براساس تحلیل های همبستگی انجام گرفته است [۱۴]. بحران مالی از این لحاظ برای نهادهای مالی حیاتی است که بتوانند با شناسایی عوامل مؤثر بر بحران مالی از وقوع آن جلوگیری کرده و نیز تصمیمات مناسبی جهت برون رفت از بحران بگیرند. بعد از وقوع بحران مالی اخیر، ناظران بانکی و بانک های مرکزی به این نتیجه رسیدند که حاکمیت شرکتی ضعیف ممکن است نقش مهمی در افزایش ریسک پذیری نهاد مالی و در نتیجه گسترش بحران مالی داشته باشد [۲۴]. در مطالعه ای، به بررسی میزان تأثیرگذاری متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک اعتباری بانک ها با استفاده از مدل خود توضیحی با وقفه های توزیعی گسترده طی ده سال پرداخته و با استفاده از آزمون استرس، شبیه سازی و پیش بینی وضعیت ریسک اعتباری کرده اند. مطابق نتایج این مطالعه، متغیرهای نرخ تورم، نرخ ارز، نرخ بیکاری و شاخص مسکن، در مجموع، تأثیر مثبت، و متغیرهای تولید ناخالص داخلی، نرخ سود تسهیلات بانکی و حجم تسهیلات اعطایی به بخش های دولتی و غیر دولتی، اثر منفی بر ریسک اعتباری دارند [۹]. به ارزیابی اثرات تغییر نرخ ارز از طریق عملکرد سیستم بانکی بر متغیرهای کلان اقتصادی طی دوره (۱۳۵۲-۱۳۹۶) به روش خودرگرسیون با وقفه های گسترده با رویکرد نوار کران های پرداخته اند. نتایج این مطالعه، نشان می دهد که افزایش نرخ ارز، از مسیر مطالبات غیرجاری بانک ها و سپرده های مدت دار موجب کاهش میزان اعتباردهی سیستم بانکی می شود. از سوی دیگر، افزایش نرخ ارز، از مسیر وضعیت باز ارزی و حساب سرمایه بانک ها، تأثیر مثبت بر میزان اعتباردهی بانک ها دارد که در مجموع با توجه به نتایج، با افزایش نرخ ارز، اثر منفی تغییر مطالبات غیرجاری و سپرده های مدت دار، قوی تر از اثر مثبت وضعیت باز ارزی است [۲۴].

یکی از مهمترین انواع ریسک در سیستم های مالی، ریسک اعتباری است. اگر اعتبار انتظار دریافت اصل و فرع وام های پرداخت شده تعریف شود، در این صورت ریسک اعتباری در تفسیر عام، احتمال عدم برآورد این انتظار (مقداری که به صورت بالقوه قابلیت کمی شدن را دارد) است.

بازگشت یا عدم بازگشت تسهیلات اعطایی به متقاضیان روشن نیست و نمی توان مشخص نمود که وام گیرنده توان پرداخت تعهدات خود را خواهد داشت یا به دلایل مختلف از این کار سر باز خواهد زد، در چنین معامله ای اولاً اعتبار دهنده با هر سه پیش شرط وجود ریسک مواجه است و ثانیاً ریسک بدو ماهیتی شرطی و سودجویانه دارد، چرا که این عمل می تواند برای وام دهنده متضمن منفعت و یا زیان باشد. از سوی دیگر برخی از عوامل تصادفی خارج از کنترل وام گیرنده و وام دهنده وجود دارد. بنابراین، این نوع معاملات در معرض ریسک های حقیقی نیز قرار می گیرند [۶۰].

در مطالعه دیگری با هدف شناسایی عوامل موثر و تدوین مدلی برای سنجش ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک کشاورزی به روش «رگرسیون لاجیت» انجام شده است. در این تحقیق پس از بررسی پرونده های اعتباری، شامل یک نمونه تصادفی ۲۰۰ تایی از شرکت هایی که طی سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ از شعب بانک کشاورزی استان تهران تسهیلات اعتباری دریافت نموده اند، از بین متغیرهای موجود با استفاده از تحلیل رگرسیون لاجیت، در نهایت ۱۷ متغیر که اثر معنی داری بر ریسک اعتباری و تفکیک بین این دو گروه از مشتریان خوش حساب و بدحساب داشتند، انتخاب و مدل نهایی به وسیله آن ها برازش شده است. برخی از متغیرهای نهایی به دست آمده در این تحقیق عبارتند از: سابقه همکاری با بانک، سابقه داشتن بدهی معوق، مبلغ وام، معدل حساب، گردش حساب بدهکار، گردش حساب بستانکار، دارایی های جاری، بستانکاران، بدهی بانک ها، بدهی کل و نسبت های مالی [۱۲]. از مطالعات مهم دیگری که در زمینه اندازه گیری ریسک اعتباری انجام گرفته است می توان به المر و بروفسکی (۱۹۹۸) اشاره کرد [۳۶]. آنها برای پیش بینی توانایی بازپرداخت وام ها، از مدل شبکه های عصبی چند لایه پرسپترون استفاده کرده و با مقایسه نتایج مدل شبکه های عصبی پرسپترون و مدل Z آلتمن متوجه شدند که قدرت پیش بینی مدل پرسپترون بیشتر از مدل های نمره دهی اعتباری است. از جمله مطالعات دیگری که در زمینه طراحی مدل اندازه گیری ریسک اعتباری انجام گرفته است می توان به مورگان (۱۹۹۸) برای طراحی مدل اعتبارسنجی [۴۹] تریسی (۱۹۹۸) برای طراحی مدل ارزش در معرض ریسک جهت برآورد تابع چگالی احتمال عدم بازپرداخت اشاره کرد [۵۵] و [۲۵]. به بررسی توانایی های شبکه های عصبی و تکنیک های آماری متداول نظیر آنالیز ممیزی خطی و آنالیز رگرسیون خطی در ساخت مدل های امتیازدهی اعتباری، پرداخته اند. همچنین وست (۲۰۰۰) به بررسی مدل های کمی که به طور معمول در صنعت اعتباری مورد استفاده قرار می گیرند پرداخت [۵۷]. نتایج حاصله بیانگر این بود که شبکه های عصبی قادر به بهبود دقت امتیازدهی می باشند. آنها همچنین بیان نمودند که آنالیز رگرسیون خطی جایگزین بسیار خوبی برای شبکه های عصبی است در حالی که درخت تصمیم و آنالیز ممیزی خطی نتایج رضایت بخشی ایجاد نکرده اند. بریانت (۲۰۰۰) جهت بکارگیری سیستم خبره ارزیابی وام های کشاورزی [۳۱]، لی و همکاران (۲۰۰۲) برای ادرام شبکه عصبی و تجزیه و تحلیل ممیزی [۴۵]، لی و چن (۲۰۰۵) برای طراحی مدل رتبه بندی اعتباری دو مرحله ای مرکب [۴۶] و عبدو و همکاران (۲۰۰۷) برای مقایسه شبکه های عصبی و تکنیک های سنتی معمول اشاره نمود [۲۶].

۴. تصریح و برآورد مدل :

۱-۴ مدل Z آلتمن :

طراحی مدلی برای اندازه گیری و درجه بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ توسط جان مودی بر روی اوراق قرضه انجام شد [۳۸]. مشابهت زیاد تسهیلات اعتباری بانک ها به اوراق قرضه باعث شد تا درجه بندی ریسک اعتباری بانک ها یعنی اندازه گیری ریسک عدم بازپرداخت اصل و بهره وام ها از سوی برخی از پژوهشگران مورد توجه قرار گیرد. نخستین مدل به کار رفته برای تعیین ورشکستگی شرکت ها

مدل رگرسیون لجستیک چند متغیره بوده که توسط بی ور (۱۹۶۸) ارائه شد [۳۰]. بعدها از این مدل برای اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشره شرکت ها استفاده شد.

یکی دیگر از نخستین مطالعات در زمینه اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکت ها، با استفاده از مدل نمره دهی چند متغیره، توسط آلتمن (۱۹۶۸) انجام گرفت [۲۹] که به مدل نمره Z شهرت یافته است. مدل نمره Z آلتمن یک مدل تحلیل ممیزی است که با استفاده از مقادیر نسبت های مالی مهم می کوشد تا شرکت هایی را که دارای ورشکستگی مالی هستند و شرکت هایی که دارای ورشکستگی مالی نیستند، را از هم تمیز دهد. با توجه به اینکه عمدتاً عدم بازپرداخت وام مربوط به شرکت هایی است که در آینده دچار ورشکستگی مالی خواهند شد، امکان پیشبینی ریسک اعتباری با استفاده از این مدل امکان پذیر خواهد بود. آلتمن برای رسیدن به مدل یاد شده از میان ۲۲ متغیر (نسبت های مالی) پس از انجام تحلیل ممیزی پنج متغیر را انتخاب کرده که ترکیب و ارتباط این پنج متغیر در مدل Z آلتمن برای پیش بینی نمره اعتباری وام گیرنده به شکل :

$$Z=1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + 0.999X_5 \quad (1)$$

برآورد شده است که در آن :

X_1 : نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی های مشتری مورد نظر

X_2 : نسبت سود انباشته به کل دارایی های مشتری مورد نظر

X_3 : نسبت سود قبل از بهره و مالیات^۲ به کل دارایی های مشتری مورد نظر

X_4 : نسبت ارزش بازار سرمایه به ارزش دفتری کل بدهی های مشتری مورد نظر

X_5 : نسبت فروش به کل دارایی های مشتری مورد نظر

هر چه میزان Z بالاتر باشد، طبقه ریسک عدم بازپرداخت وام گیرنده پایین تر خواهد بود. بنابراین مقدار پایین یا منفی شاخص Z بیان گر این است که وام گیرنده از نظر ریسک عدم بازپرداخت در طبقه بالایی قرار خواهد داشت. آلتمن با بررسی های انجام شده دریافت که حد پایین ۱،۸۱ (طبقه ورشکسته) و حد بالای ۲،۹۹ (طبقه غیر ورشکسته) مقادیر بحرانی بهینه هستند. نمره های پایین تر از ۱،۸۱ نشان دهنده شرکت هایی است که پیش بینی می شود در آینده ورشکسته شوند و نمره های بالاتر از ۲،۹۹ نشان دهنده شرکت هایی است که در آینده مشکلی از لحاظ بازپرداخت وام های دریافتی خود نخواهند داشت. آلتمن مدل طراحی شده خود را در کشورهای گوناگون مورد آزمون قرار داد و مشخص شد که پیش بینی های این مدل در بیش از ۷۵ درصد موارد درست است. کوته و همکاران (۱۹۹۸) و ساندرز و آلن (۲۰۰۲) از این مدل برای پیش بینی ریسک اعتباری شرکت هایی که از بانک ها وام دریافت کرده بودند استفاده کردند و با بررسی های صورت گرفته مشخص شد که این مدل برای پیش بینی ریسک اعتباری از قدرت بالایی برخوردار است [۳۲] و [۴۶].

۲-۴ مدل رگرسیون لاجیت

مدل رگرسیون لاجیت شبیه مدل تحلیل ممیزی است، با این تفاوت که در مدل تحلیل ممیزی همه متغیرهای پیشبین با مقیاس کمی اندازه گیری شده و متغیر وابسته، مقوله ای است، در حالی که در مدل لوجستیک متغیرهای پیشبین می توانند هم در مقیاس کمی و هم در مقیاس مقوله ای باشند و متغیر وابسته، مقوله ای و دوسطحی است. این دو مقوله به طور معمول به عضویت یا عدم عضویت در یک گروه (شرکت) هایی که قادر به بازپرداخت وام های خود نیستند، اشاره دارد. در رگرسیون لوجیستیک از مفهوم بخت برای مقدار متغیر وابسته استفاده می

شود. در اصطلاح آماری بخت به معنای نسبت احتمال وقوع یک حادثه (P_1) بر احتمال عدم وقوع ($1-P_1$) آن است. احتمال بین ۰ و ۱ تغییر می کند، در حالی که بخت ممکن است بیش از یک باشد. واژه کلیدی در تحلیل رگرسیون لجیستیک سازهای به نام لجیت بوده که لگاریتم طبیعی بخت است. رگرسیون لجیستیک به صورت زیر تعریف می شود:

$$Z_i = \ln\left(\frac{P_1}{1-P_1}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i X_i \quad (2)$$

در معادله یادشده، \ln بیان کننده، لگاریتم طبیعی است. در مدل رگرسیون لجیستیک، احتمال وقوع حادثه مورد نظر (عدم بازپرداخت تسهیلات وام از سوی مشتری) براساس رابطه زیر محاسبه می شود:

$$P_i = \pi(X_1, X_2, \dots, X_k) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i}} \quad (3)$$

مدل لاجیت با استفاده از محدود کردن احتمال نکول پیش بینی شده به بازه خارج از صفر و یک غلبه کرده و مقدار آن بین ۰ و ۱ است. با استفاده از مدل لاجیت احتمال نکول پیش بینی شده به شرح ریز است:

$$FPD_i = \frac{1}{1 + e^{-PD_i}} \quad (4)$$

e برابر با عدد نپر یا ۲,۷۱۸ می باشد.

متغیرهای تحقیق و نحوه محاسبه آن ها:

تجزیه و تحلیل نسبت های مالی یکی از روش های بررسی وضعیت شرکت ها است که به بیان روابط بین اقلام موجود در صورت های مالی می پردازد. تجزیه و تحلیل نسبت های مالی به ما کمک می کند تا درک جامع و صحیحی از عملکرد و وضعیت مالی شرکت ها بدست بیاوریم.

۱. نسبت بدهی:

این نسبت ها برای کسانی که در شرکت سرمایه گذاری کرده اند و مؤسساتی که اعتباراتی را به شرکت داده اند بسیار حیاتی است. نسبت های اهرمی نشان می دهند که شرکت چه مقدار توانایی برای بازپرداخت بدهی های کوتاه مدت و بلندمدت خود دارد. یکی از نسبت های اهرم مالی است که اهمیت و تاثیر بدهی های طولانی مدت و جاری را در دارایی های شرکت نشان می دهد. به عبارت ساده نشان می دهد چه مقدار از دارایی های شرکت توسط اشخاصی غیر از صاحبان سهام و از محل بدهی، تامین شده است. برای محاسبه این نسبت می بایست مجموع بدهی ها را بر مجموع دارایی ها تقسیم نمود. اگر این نسبت بیشتر از یک باشد نشان می دهد که بدهی های شرکت از دارایی ها آن بیشتر است و بالعکس. نسبت بدهی می تواند به سرمایه گذار کمک کند تا درجه ریسک و سلامت مالی شرکت های مختلف را بسنجد.

$$\text{نسبت بدهی} = \frac{\text{بدهی جمع}}{\text{دارایی جمع}} \quad (5)$$

۲. نسبت مالکانه

نسبت مالکانه یا نسبت حقوق صاحبان سهام به کل دارایی ها نشان می دهد که چقدر از دارایی های شرکت از محل حقوق صاحبان سهام تامین شده است. هر چه این نسبت بزرگتر باشد، ساختار دارایی شرکت مستحکم تر خواهد بود.

$$\text{نسبت مالکانه} = \frac{\text{حقوق صاحبان سهام}}{\text{کل دارایی ها}} \quad (۶)$$

۳. نسبت کل بدهی به ارزش ویژه (حقوق صاحبان سهام)

این نسبت شاخصی برای سنجش توانایی شرکت در بازپرداخت بدهی‌های آن است. هرچه این نسبت کوچکتر باشد، ریسک مالی شرکت کمتر خواهد بود و وام‌دهندگان نیز تمایل بیشتری به پرداخت وام خواهند داشت.

$$\text{نسبت کل بدهی به ارزش ویژه} = \frac{\text{کل بدهی ها}}{\text{صندوق صاحبان سهام}} \quad (۷)$$

۴. نسبت گردش دارایی

این نسبت میزان درآمدزایی دارایی‌های یک شرکت را نشان می‌دهد. بالاتر بودن این نسبت نشان دهنده درآمد زایی بیشتر هر واحد از دارایی است که به معنی بهره‌وری بالاتر شرکت است.

$$\text{نسبت گردش کل دارایی} = \frac{\text{درآمد فروش}}{\text{میانگین کل داراییهای ابتدا و انتها دوره}} \quad (۸)$$

۵. نتایج آزمون‌ها :

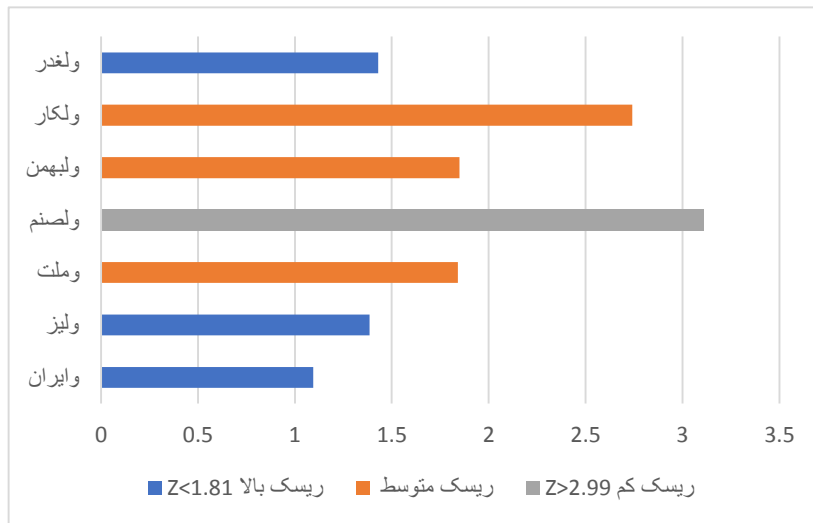
۵-۱ نتایج آزمون‌ها براساس مدل Z آلتمن

جدول ۳. نتیجه بررسی ۷ نهاد مالی بر اساس مدل Z آلتمن

ردیف	نماد شرکت	ریسک اعتباری بالا $Z < 1.81$	ریسک اعتباری متوسط $1.81 < Z < 2.99$	ریسک اعتباری کم $Z < 2.99$
۱	وایران	۱,۰۹۴	-	-
۲	ولیز	۱,۳۸۶	-	-
۳	ولملت	-	۱,۸۴۱	-
۴	ولصنم	-	-	۳,۱۰۹
۵	ولبهمن	-	۱,۸۵۰	-
۶	ولکار	-	۲,۷۴۱	-
۷	ولغدر	۱,۴۳۰	-	-

با توجه به مدل تفکیک خطی Z آلتمن ۳ شرکت در ناحیه پر ریسک قرار می‌گیرند و احتمال نکول شدن وام دریافتی از بانک‌ها زیاد است. همچنین از نظر ریسک اعتباری ۳ شرکت در ناحیه متوسط و ۱ شرکت در ناحیه کم ریسک قرار می‌گیرد. اولویت بانک‌ها برای پرداخت وام شرکت‌هایی با ریسک اعتباری پایین هستند. برای شفاف‌سازی هرچه بیشتر تفاوت میان ریسک اعتباری شرکت‌ها به نمودار زیر توجه کنید :

نمودار ۱. مدل Z آلتمن



۲-۵. نتایج بررسی ها طبق مدل لاجیت :

در جدول زیر نتایج بررسی های به عمل آمده طبق مدل لاجیت برای احتمال نکول شدن وام را ملاحظه میکنیم.

ردیف	نماد شرکت	متغیر ۱: احتمال نکول بر اساس نسبت بدهی به حقوق مالکانه	متغیر ۲: احتمال نکول بر اساس نسبت کل بدهی به ارزش ویژه	متغیر ۳: احتمال نکول بر اساس بر اساس گردش کل دارایی	احتمال نکول بر اساس مجموع نسبت ها
۱	وایران	۲۳,۵%	۲۳,۶%	۴۹,۶%	۹۱,۴%
۲	ولیز	۱۲%	۲۳,۷%	۴۸,۴%	۹۹,۹%
۳	ولملت	۱۱%	۱۱%	۴۹,۶%	۹۸,۴%
۴	ولصنم	۴۶,۹%	۴۶,۹%	۴۹,۹%	۵۶,۱%
۵	ولبهم	۸۶,۵%	۷۶,۲%	۵۱,۵%	۹۵,۳%
۶	ولکار	۲۴,۴%	۲۴,۴%	۴۹,۷%	۹۰,۵%

%۶۲,۷

%۴۹,۹

%۴۳,۵

%۴۳,۵

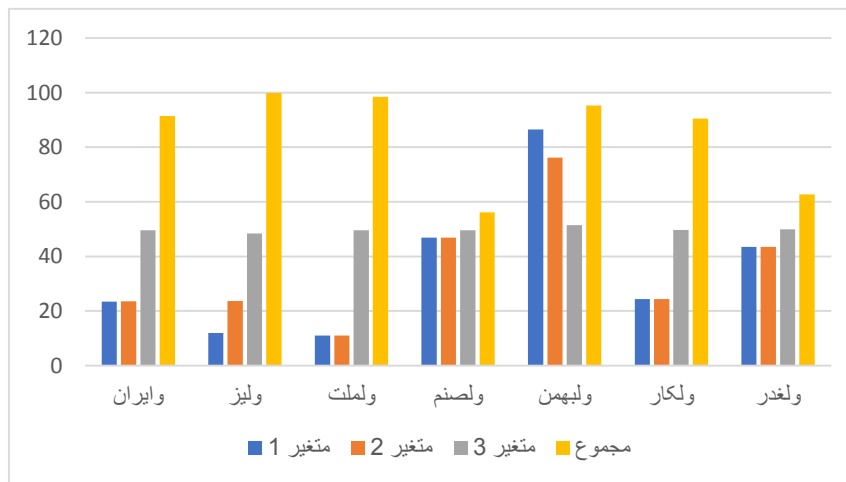
ولغدر

۷

جدول ۴. نتایج مدل لاجیت

در بخش محاسبات مدل لاجیت از ۳ نسبت مالی شامل : ۱. نسبت بدهی به حقوق مالکانه ۲. نسبت کل بدهی به ارزش ویژه ۳. گردش کل دارایی استفاده شده است. با استفاده از فرمول مدل مذکور به مقادیر فوق دست یافته که هر یک نشان دهنده احتمال نکول شدن وام را بیان می کند. بانک ها و تامین کنندگان مالی می بایست از میان این شرکت ها آنهایی را برای اعطای تسهیلات برگزینند که احتمال نکول شدن پول در آن ها کم تر باشند. با این روش می توان جلوی زیان بانک ها را گرفت و وام را به شایسته ترین شرکت پرداخت کرد. برای درک بهتر جدول بالا ، با استفاده از نرم افزار excel نمودار میزان احتمال نکول وام را ترسیم کردیم.

نمودار ۲. مدل لاجیت



راهنما :

متغیر ۱ : احتمال نکول بر اساس نسبت بدهی به حقوق مالکانه

متغیر ۲ : احتمال نکول بر اساس نسبت کل بدهی به ارزش ویژه

متغیر ۳ : احتمال نکول بر اساس گردش کل دارایی

طبق نمودار شرکت ولغدر کمترین ریسک اعتباری را با توجه به مجموع متغیرها داراست ، همچنین شرکت ولملت بر اساس نسبت بدهی به حقوق مالکانه و نسبت کل بدهی به ارزش ویژه دارای کمترین ریسک می باشد.

شرکت ولبهمن دارای بیشترین ریسک اعتباری می باشد و کمترین میزان اعتبار را از منظر دریافت وام داراست.

۶. نتیجه گیری

اعطای وام و تسهیلات بخش مهمی از عملیات تأمین مالی هر بانکی را تشکیل می دهد، اما احتمال عدم بازپرداخت به موقع وام و تسهیلات باعث ریسک اعتباری در بانک ها می شود و بی توجهی در این زمینه می تواند منجر به نتایج نامطلوبی در عملکرد بانک ها شود. در این مقاله به اندازه گیری ریسک اعتباری نهادهای مالی با استفاده از دو روش مدل رگرسیون لاجیت و مدل Z آلتمن پرداختیم. نمونه مورد بررسی شامل ۷ شرکت واسطه گری مالی است که به مدت یک سال بررسی شده است. هدف این مطالعه انتخاب مدلی کارآمد از میان این دو مدل می باشد. در مقایسه مدل Z آلتمن و مدل رگرسیون لاجیت برای نمونه مورد بررسی ، به نظر می رسد مدل Z آلتمن از شفافیت و کارآمدی بیشتری برخوردار است. این مدل با تفکیک وام گیرندگان به گروه های پرریسک ، ریسک متوسط و کم ریسک مقایسه ای مطلوب انجام داده و کارایی بهتری در برابر مدل لاجیت دارد که به اختصاص عددی به احتمال نکول شدن وام اکتفا می کند.

مراجع و منابع :

۱. مرضیه ابراهیمی ، عبدالله دریابر ، ۱۳۹۱. مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی رویکرد تحلیل پوششی داده ها و رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی، فصلنامه دانش سرمایه گذاری ، سال اول، شماره دوم.
۲. محمدتقی تقوی فرد ، فریبا سادات حسینی ، محمد خان بابایی ، ۱۳۹۳. مدل رتبه بندی اعتباری هیبریدی با استفاده از الگوریتم های ژنتیک و سیستم های خبره فازی (مطالعه موردی : مؤسسه مالی و اعتباری قوامین)، مدیریت فناوری اطلاعات، دوره 6 ، شماره ۱ ، صص ۴۶-۵۸.
۳. محمدرضا خضری پور ، محمد حامد خانمحمدی ، ۱۳۹۹. تبیین به کارگیری الگوی تئوری محدودیت ها جهت ارزیابی ریسک اعتباری در بانک ها ۱۷۱۷ ارزیابی ، نقش بانک ها و موسسات اعتباری در رونق اقتصاد ملی ، زمستان ۱۳۹۷ .
۴. پرویز رستم زاده، روح الله شهنازی، محمد صادق نیسانی ، ۱۳۹۷. شناسایی عوامل موثر بر ریسک اعتباری در صنعت بانکداری ایران با استفاده از آزمون استرس، دوره ۹ ، شماره ۳۲ .

۵. منصور زراءنژاد، مسعود خداپناه، نیلوفر خدیوی، ۱۳۹۶. بررسی تأثیر توسعه ی مالی و چرخه های تجاری بر ریسک اعتباری بانکی ایران.
۶. کوکب شریفی، امیر محمد زاده ، هاشم نیکومرامف ، ناصر حمیدی ، ۱۳۹۹. آزمون نوآوری مالی در نظام بانکداری: ارائه یک مدل هیبریدی برای پیش بینی و ارزیابی ریسک اعتباری بنگاه های متوسط و کوچک (SMEs) در بانک های تجاری، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره چهل و هفتم، تابستان ۱۴۰۰، ص ۶۰۷-۶۲۵.
۷. عباس عرب مازار، پونه رویین تن، ۱۳۹۷. عوامل موثر بر ریسک اعتباری؛ مطالعه موردی بانک کشاورزی، جستارهای اقتصادی، فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، پیاپی ۲۶، تابستان ۹۷، ص ۷۱-۸۷.
۸. قهرمان عبدلی ، علیرضا فرد حریری ، ۱۳۹۴. الگوسازی سنجش ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک رفاه، فصلنامه نظریه های کاربردی اقتصاد ، سال دوم، شماره ۱، صص ۱-۶.
۹. اکبر کمیجانی ، سامان فلاحي ، ۱۳۹۱. شناسایی عوامل درونی تأثیرگذار بر ریسک اعتباری بانکها، تحقیقات -۳۱ اقتصاد ، دوره ۱۱ ، شماره ۳، صص ۶- ۶۱.
۱۰. محمود لاری دشت ، ۱۳۹۶. ویژگی های کمیته حسابرسی و تاخیر در گزارش حسابرسی، پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی، سال دهم، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۷، ص ۲۴۱-۲۱۵.
۱۱. تیمور محمدی ، هادی جوهری ، ۱۳۹۸. طراحی و تدوین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور با استفاده از مدل های چند سطحی، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار ، سال دوازدهم، شماره چهل و یکم، بهار ۹۸.
۱۲. امین محمدیان حاجی کرد ، ملیحه اصغرزاده زعفرانی ، مصطفی امام دوست ، ۱۳۹۱. بررسی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبان و مدل هیبریدی الگوریتم ژنتیک مطالعه موردی بانک تجارت، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار ، شماره بیست و هفتم.
۱۳. حسین میرزائی ، رافیک نظریان ، رعنا باقری ، ۱۳۹۰. بررسی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری اشخاص حقوقی ، بانک ها (مطالعه موردی شعب بانک ملی ایران، شهر تهران)، فصلنامه روند پژوهش های اقتصادی، سال نوزدهم، شماره ۱۸ - ۶۷، صص ۵۶- ۹۸.
۱۴. سید حبیب میر غفوری ، زهره امین آشوری ، ۱۳۹۴. ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان بانکها، دو فصلنامه علمی پژوهشی کاوش های مدیریت بازرگانی، سال هفتم، شماره ۱۳، صص ۱۴۸-۱۶۶.
۱۵. فلاح شمس میرفیض مهدوی راد، ۱۳۹۱. طراحی مدل اعتبارسنجی و پیشبینی ریسک اعتباری مشتریان تسهیلات لیزینگ (مورد مطالعه : شرکت لیزینگ ایرانخودرو)، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی (رویکرد اسلامی - ۲۱۳ - ایرانی)، سال دوازدهم، شماره ۴۴.
۱۶. سید علی ناجی اصفهانی ، محمدعلی رستگار ، ۱۳۹۷. برآورد ریسک اعتباری مشتریان با استفاده از تحلیل چندبعدی ترجیحات (مطالعه موردی : یک بانک تجاری در ایران)، فصلنامه مدل سازی اقتصادی، دوره ۱۲ ، شماره ۴۴ ، زمستان ۱۳۹۷، صص ۱۴۳- ۱۶۱.
۱۷. شقایق نظری، حمید فشتالی غلامی شهیندی ۲۰۱۷. ارائه مدل ارزیابی ریسک اعتباری برای بانک های خصوصی، کنفرانس پژوهش های نوین ایران و جهان در مدیریت، اقتصاد حسابداری و علوم انسانی، شیراز.
۱۸. زینب نوری فر ، آرزو سید رضایی ، ۱۳۹۹. نقش حسابرسی داخلی بر رابطه بین عملکرد و بحران مالی در بانک ها ، موسسات اعتباری ، بیمه و شرکت های سرمایه گذاری بورس اوراق بهادار تهران ، تابستان. ۹۹.
۱۹. داوود همتی، ۱۳۹۸. ارزیابی ریسک حسابرسی با استفاده از رویکرد داده کاوی (مطالعه موردی: تسهیلات بانکی)، فصلنامه علمی و پژوهشی دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، سال نهم، شماره ۳۴، تابستان ۹۹، صص ۱۵۷-۱۶۷.

20. Abdou, HAH, Pointon, J, & El-Masry, A. 2007. Neural nets versus conventional techniques in credit rating in egyptian banking. Expert Systems with Applications: An International Journal, 35(3), 1275-1292.
21. Abdou, H, El-Masry, A., Pointon, J. 2007. On the applicability of credit scoring models in Egyptian banks. Banks and Bank Systems, 2(1), 4.
22. Abdou, H. A, and Pointon, J. 2011. Credit scoring, statistical techniques and evaluation criteria: A review of the literature. Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, 18(2-3), 59-88.
23. Altman, E. I. 1968. Financial ratios , discriminate analysis and the prediction of corporate bankruptcy. Journal of Finance, 23 (September), 589-609.
24. Beaver W.H. 1967. Financial ratios as predictors of failure. Journal of Accounting Research, 4, 71-102.

25. Bryant, K. 2001. An agricultural loan evaluation expert system. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 21(2001), 75-85.
26. Caouette, J, E. Altman, P. Narayanan .1998. *Managing credit risk: the next great financial challenge*. John Wiley & Sons, New York.
27. Chen, F. L, Li, F. C. 2010. Combination of feature selection approaches with SVM in credit scoring. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 4902-4909.
28. Christoph, j. 2004. *Express Credit And Bank Default Risk An Application Of Default Predictions Models To Banks From Emerging Market Economics* ,International Conference On Emerging Market And Global Risk Management , University Of Westminster, London, UK..
29. Desai V. S, Crook, J. N, Overstreet, G. A. J. 1996. A comparison of neural networks and linear rating models in the credit union environment. *European Journal of Operational Research*, 95, 24-37
30. Elmer, Peter J., & David M. Borowski. 1988. An expert system and neural networks approach to financial analysis. *Financial Management*, 12, 66-76.
31. Etemadi, H, Rostamy, A, Dehkordi, H. F. 2009. A genetic programming model for bankruptcy prediction: Empirical evidence from Iran. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 3199-3207.
32. Glantz, Morton .2003. *Managing bank risk*. Academic Press.
33. Hanwen, C, Jeff, Z, Chen, G, Lobo, W. 2008. *Effects of Audit Quality on Cost of Equity Capital and Earnings Management: Evidence from China*.
34. Hamadani, A. Z, Shalbazadeh, A, Rezvan, T, Moghadam, A. 2013. An integrated genetic-based model of naive Bayes networks for credit scoring. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 4(1), 85.
35. Huang, C. L, Chen, M. C, & Wang, C. J. 2007. Credit scoring with a data mining approach based on support vector machines. *Expert systems with applications*, 33(4), 847-856.
36. Imbierowicz, B, Rauch, C. 2014, *The Relationship between Liquidity Risk and Credit Risk in Banks* , *Journal of Banking & Finance*, 40(1), 242-256.
37. Kang Li, Niskanen,J, Kolehmainen,M, Niskanen,M. 2016. *Financial Innovation: Credit Default Hybrid Model for SME Lending*, *Expert Systems with Applications*.
38. Kozeny, V. 2015. Genetic algorithms for credit scoring: Alternative fitness function performance comparison. *Expert Systems with Applications*, 42(6), 2998-3004.
39. Lee, T.S, Chiu, C.C, & Lu, C.J, Chen, I.F. 2002. Credit scoring using the hybrid neural discriminant technique. *Expert Systems with Application*, 23(3), 245- 254.
40. Lee, TS, & 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.
41. Lin, S. L. 2009. A new two-stage hybrid approach of credit risk in banking industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 8333-8341.
42. Liang, D, Tsai, C. F, Wu, H. T. 2015. The effect of feature selection on financial distress prediction. *Knowledge-Based Systems*, 73, 289-297.
43. Morgan, J.P. 1998. *Credit metrics-technical document*. New York, J.P. Morgan & Co. Incorporated.
44. Nikolaidoua,E, Vogiazasb,S. 2017, *Credit risk determinants in Sub-Saharan banking systems: Evidence from five countries and lessons learnt from Central East and South East European countries* *Review of Development Finance*, 52-63.
45. Oreski, S, Oreski, G. 2014. Genetic algorithm-based heuristic for feature selection in credit risk assessment. *Expert systems with applications*, 41(4), 2052-2064.
46. Saunders, A., Allen, L. 2002. *Credit risk measurement*, Second Edition. New York, John Wiley & Sons.25-37
47. Soydaner, D, & Kocadağlı, O. 2015. *Artificial Neural Networks with Gradient Learning Algorithm for Credit Scoring*. *Istanbul University Journal of the School of Business*,44(2), 003-012.
48. Tang,T, Caib,F, Ouyanga,Y. 2019.*Applying a nonparametric random forest algorithm to assess the credit risk of the energy industry in China*, *Technological Forecasting and Social Change* Volume 144, Pages 563-572.

49. Treacy, William F, Carey Mark S. 1998. Credit risk rating at large U.S banks. *Journal of Banking and Finance*, 24, 167-201.
50. Tsai, C.-F, and Wu, J. W. 2008. Using neural network ensembles for bankruptcy prediction and credit scoring. *Expert Systems with Applications*, 34(4), 2639-2649.
51. West, D. 2000. Neural network credit rating models. *Journal of Computers & Operations Research*, 27, 1131-1152.
52. Wang,D, Zhang,Z, Bai,R, ,Mao,Y.2018. A hybrid system with filter approach and multiple population genetic algorithm for feature selection in credit scoring *Journal of Computational and Applied Mathematics* Volume 329, Pages 307-321.
53. Xiaohua,F, Li,Y, Xin,B, Zhang,W. 2014. the Effect of Annual Report Readability on Cost of Debt. 2015 Canadian Academic Accounting Association (CAAA) Annual Conference. December 14, 2014.
54. Zhang, X., Guo, D., Xiao, Y., & Wang, M. 2017. Do Spatial Spillover Effects of Non-performing Loans for Commercial Banks Exist? Evidence from Chinese Provinces. *Emerging Markets Finance and Trade*, 53(9): 2039-2051.
55. Zhao, Z, Xu, S, Kang, B. H, Kabir, M. M. J., Liu, Y., Wasinger, R. 2015. Investigation and improvement of multi-layer perception neural networks for credit scoring. *Expert Systems with Applications*, 42(7), 3508-3516.