



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۵ / شماره ۴ (پیاپی ۶۰) / زمستان ۱۴۰۵
صفحه ۰۰ تا ۰۰

بهینه سازی پرتفوی اعتباری بانک، مبتنی بر روش سنجش اعتباری

فرخ پوربیزن

گروه مدیریت مالی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.
farrokh.pourbijan@gmail.com

رضا غلامی جمکرانی

گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. (نویسنده مسئول)
gholami@qom-iau.ac.ir

میرفیض فلاح شمس

گروه مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
fallahshams@gmail.com

حمیدرضا کردلویی

گروه مالی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
hamidreza.kordlouie@gmail.com

حسین جهانگیر نیا

گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.
hosein_jahangirnia@qom-iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۹

چکیده

امروزه بانک‌ها به عنوان ارائه دهندگان تسهیلات اعتباری با توجه به داشتن پرتفوی متنوعی از تسهیلات اعطایی، با ریسک اعتباری مواجه‌اند که با توجه به تغییر مداوم در نظام‌های اقتصادی، ابعاد ریسک اعتباری روز به روز گسترده‌تر که نشان دهنده نیاز صنعت بانکداری به ارائه روش‌های جدید محاسبه ریسک اعتباری به منظور مدیریت ریسک اعتباری و در نهایت کاهش نکول دریافت کنندگان تسهیلات و جلوگیری از ورشکستگی بانک‌ها است. لذا هدف تحقیق حاضر بهینه سازی پرتفوی اعتباری بانک مبتنی بر روش سنجش اعتباری است، هدف از مدیریت پرتفوی اعتباری انتخاب پرتفوی بهینه اعتباری بوده که راهنمای بانک برای دستیابی به بیشترین بازده ناشی از اعطای تسهیلات با ریسک متناسب است و جامعه آماری تحقیق حاضر شرکت‌های فعال بورسی بوده که از تسهیلات بانکی استفاده نموده‌اند. در این تحقیق جهت بهینه سازی پرتفوی اعتباری بانک با استفاده از مدل تغییر رژیم مارکوف (MS) به برآورد عوامل اثر گذار بر احتمال نکول مشتریان پرداخته شد و ماتریس انتقال ریسک محاسبه گردید و در ادامه همبستگی بین سری‌های زمانی احتمال نکول با مدل ارزش در معرض ریسک (VAR) محاسبه شده و در نهایت با استفاده از برآورد زیان مورد انتظار حاشیه ای (MES) و بازده مورد انتظار تسهیلات دریافتی وام گیرندگان به انتخاب ترکیب بهینه پرتفوی اعتباری بانک پرداخته شده است. در این تحقیق برای تحلیل آماری از نرم افزارهای Ox-Metrics و Eviews استفاده شده و داده های آماری این تحقیق مبتنی بر داده های حسابداری مشتریان دریافت کننده تسهیلات است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک، ریسک اعتباری، ارزش در معرض خطر، زیان مورد انتظار حاشیه‌ای، زنجیره مارکوف.

۱- مقدمه

امروزه تمامی صنایع با ریسک مواجه هستند که در صورت عدم توجه به آن، با عواقب وخیمی مواجه خواهند شد. بانک‌ها نیز به عنوان موسسات واسطه و جوه، عهده‌دار جمع‌آوری مازاد نقدینگی جامعه و هدایت آن به صورت اعتبارات تخصیص یافته به واحدهای اقتصادی نیازمند نقدینگی هستند. یکی از عوامل مهم سلامت اقتصاد جامعه، کارکرد منظم و دقیق چرخه گردش پول بین بانک و مشتریان اعتباری است زیرا در صورت حبس منابع نزد مشتریان، چرخه گردش پول دچار نقصان شده و در عمل فاقد بازدهی مناسب خواهد شد. اگرچه برای بانک‌ها ریسک عدم بازپرداخت تسهیلات توسط مشتری (ریسک اعتباری)^۱ یکی از مهم‌ترین مخاطرات محسوب می‌شود، لیکن مخاطرات و ریسک‌های دیگری همانند ریسک عملیاتی، نقدینگی، ریسک بازار و... نیز بر روند فعالیت‌های بانک تأثیر عمده‌ای دارند. با توجه به رقابت بسیار شدید و روزافزون بانک‌ها و موسسات مالی و همچنین پر رنگ شدن سایر ریسک‌ها، حیات بانک‌ها با تردید جدی مواجه شده است و همانطور که در بحران اقتصادی اخیر مشاهده شد عدم توجه به ریسک‌های عمده صنعت بانکداری و همچنین عدم اهتمام جدی به مدیریت ریسک جامع، باعث ورشکستگی تعداد بسیار زیادی از بانک‌های کوچک و متوسط شد که به منزله هشدار است برای سایر فعالان این صنعت.

در چند سال اخیر تحولی چشمگیر در مدیریت ریسک ایجاد شده است. این تحول با ایجاد شاخص جدیدی به نام VaR^۲ یا "میزان ارزش در معرض ریسک احتمالی"، آغاز شده است. VaR روشی قابل فهم برای کمی سازی میزان ریسک بازار است. پس از آنکه شرکت جی.پی.مورگان مدل ریسک سنجی را در سال ۱۹۹۴ به منظور اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک معرفی کرد و این مدل به عنوان روش شاخصی برای اندازه‌گیری ریسک بازار مطرح شد. در سال‌های بعد مدل‌های دیگری نظیر نظریه داده‌های پرنوسان، ارزش نهایی، مدل‌های شرطی واریانس ناهمسان مانند مدل GARCH در پژوهش‌های افرادی، نظیر دانیلسون و وریز^۳ (۲۰۰۲)، به عنوان روش‌های سنجش ارزش در معرض ریسک مطرح شد. از آنجایی که بخش اعظمی از اقتصاد و منابع مالی کشور در صنعت بانکداری است و عوامل متعددی می‌تواند منجر به افزایش ریسک اعتباری و در نهایت ورشکستگی این صنعت شود، بر همین اساس پژوهش حاضر در راستای نیاز به غنی‌تر نمودن پژوهش‌های محاسبه ریسک اعتباری و رتبه‌بندی اعتباری به منظور مدیریت ریسک اعتباری و در نهایت ریسک نکول آنها است.

مبانی نظری

ریسک اعتباری

ریسک اعتباری یکی از اصلی‌ترین و با اهمیت‌ترین ریسک‌های مالی در بانک‌ها و موسسات مالی است. با توجه به ماهیت کسب و کار بانک‌ها و بسیاری از موسسات مالی، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد زیان‌های ناشی از بروز ریسک،

^۱ Credit Risk^۲ Value at Risk^۳ Danilson & Veres, 2000

مرتبط با ریسک اعتباری است. به گونه‌ای که می‌توان ریسک اعتباری را عامل اصلی ورشکستگی بانک‌ها معرفی نمود. بروز بحران اقتصادی بزرگ سال ۲۰۰۸ در آمریکا ریشه در افزایش ریسک اعتباری بانک‌ها داشته است. در ایران نیز به دلایل مختلفی از قبیل فقدان نظام اعتبارسنجی مشتریان، تحریم‌های مالی و اقتصادی، ساختار نادرست نظام بانکی باعث شده که همواره حجم مطالبات معوق و مشکوک الوصول بانک‌ها بسیار زیاد و در حد بحرانی باشد. (فلاح شمس، ۱۴۰۱)

رتبه‌بندی اعتباری^۱

ریسک اعتباری اساساً شامل ریسک نکول، زیان ناشی از نکول نرخ باز یافت، مبلغ در معرض ریسک و سررسید می‌شود. در گذشته، سرمایه‌گذاران اوراق قرضه و موسسات مالی غالباً از رتبه‌بندی اعتباری انجام شده از سوی موسسات رتبه‌بندی برای تعیین وضعیت اعتباری ناشرین اوراق قرضه استفاده می‌نمودند. (فلاح شمس، ۱۴۰۱)

ماتریس انتقال^۲

ماتریس انتقال یا ماتریس احتمال انتقال یک ماتریس تصادفی n در n است که از آن برای توصیف انتقال‌های یک زنجیره مارکوف استفاده می‌شود. هر یک از درایه‌های این ماتریس عدد حقیقی غیرمنفی است که احتمال را نشان می‌دهد.

زنجیره مارکوف^۳

زنجیره مارکوف یک فرایند تصادفی گسسته در زمان با خاصیت مارکوف است. خاصیت مارکوف بیان می‌کند که توزیع احتمال شرطی برای سیستم در مرحله بعد فقط به حالت فعلی سیستم بستگی دارد و به حالت‌های قبل بستگی ندارد، با این حال ویژگی‌های آماری سیستم در آینده قابل پیش‌بینی است. تغییرات حالات سیستم انتقال نام دارند و احتمال‌هایی که به این تغییر حالت‌ها نسبت داده می‌شوند احتمال انتقال نام دارند. مجموعه‌ای از حالت‌ها و احتمال انتقال‌ها به طور کامل یک زنجیره مارکوف را مشخص می‌کنند.

ارزش در معرض ریسک^۴

به‌طور کلی می‌توان گفت ارزش در معرض ریسک بیشترین مقدار زیان مورد انتظار را در یک افق زمانی مشخص و در سطح اطمینانی معین اندازه‌گیری می‌نماید.

¹ Credit Rating

² Transition Matrix

³ Markov chain

⁴ Value at Risk (VaR)

زیان مورد انتظار حاشیه ای^۱

معیار MES با عنوان زیان مورد انتظار حاشیه‌ای که مشتق شده از زیان مورد انتظار (ES) است در واقع نشان دهنده متوسط زیان در شرایط بحرانی است. یعنی بر خلاف VaR که حداکثر زیان را در شرایط عادی بیان می‌کند، ES با فرض اینکه شرکت در شرایط بحرانی قرار داشته باشد، متوسط زیان در حالت بحرانی را اندازه می‌گیرد.

پیشینه پژوهش

دوگری وافتاکیس (۲۰۰۸) در مقاله خود با نام «مقایسه تجربی مدل‌های مختلف برای تخمین ارزش در معرض ریسک» به ارزیابی تعدادی از روش‌های ارزش در معرض ریسک برگزیده با کمک داده‌های روزانه شاخص سهام لندن برای یک دوره ده ساله، پرداخته‌اند.

مانسم و برسلمی^۲ (۲۰۱۲) به بررسی امکان استفاده از بسط CF برای تعیین ارزش در معرض ریسک دارایی‌ها پرداختند و نشان دادند چگونه تقریب کورنیش-فیشر سنجش دقیق‌تر و سریع‌تر نسبت به روش‌های پیشین انجام می‌دهد.

جماعت (۱۳۸۹)، در مقاله خود با نام «مدیریت ریسک اعتباری در سیستم بانکی با رویکرد داده‌کاوی» با بررسی روش‌های محاسبه ریسک اعتباری، تکنیک‌های داده‌کاوی را از مناسب‌ترین روش‌ها برای مدل‌سازی مشتریان جهت بررسی ریسک اعتباری آنها یافت.

رهنمای رودپشتی (۱۳۹۹)، در مقاله خود با نام «مقایسه ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای سهام بین‌المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی» ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای بین‌المللی سهام را مقایسه و میزان ریزش مورد انتظار آنان را ارزیابی کرد. نتایج نشان داد که سنجش‌های ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار شاخص بازار مالی دبی و شاخص بورس اوراق بهادار تهران، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را در دنباله چپ و در دنباله راست به خود اختصاص داده‌اند.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی است. زیرا هدف آن بهینه‌سازی پرتفوی اعتباری بانک مبتنی بر روش سنجش اعتباری می‌باشد. برای این منظور ابتدا با استفاده از یک مدل لاجیت چندگانه به برآورد احتمال نکول در جامعه آماری پرداخته شده است. و در ادامه همبستگی بین سری‌های زمانی احتمال نکول با مدل ارزش در معرض ریسک (VAR) محاسبه شده و در نهایت با استفاده از برآورد زیان مورد انتظار حاشیه‌ای (MES) و بازده مورد انتظار تسهیلات دریافتی وام‌گیرندگان به انتخاب ترکیب بهینه پرتفوی اعتباری بانک پرداخته شده و در نهایت مرکز کارای پرتفوی بهینه ترسیم شده است.

^۱ Marginal Expected Shortfall (MES)

^۲ Manesme&Barthelemy, 2012

برآورد مدل و آزمون فرضیه‌ها

هدف این مقاله بهینه سازی پرتفوی اعتباری بانک مبتنی بر روش سنجش اعتباری است. جامعه آماری مطالعه حاضر شرکت های فعال بورسی بوده که از تسهیلات بانکی استفاده نموده اند. دوره زمانی این مطالعه مربوط به بازه ۱۳۸۱/۱۲/۲۹ الی ۱۳۹۸/۱۲/۲۷ است.

بررسی آماره های توصیفی

نظر به اینکه عملکرد مدل های مختلف سری زمانی، با توجه به داده های مختلف می تواند تحت تأثیر قرار گیرد، پیش از انجام هر اقدامی، به بررسی آماره های توصیفی متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق در قالب جدول (۱) می پردازیم، آماره های توصیفی و آزمون های آماری بر روی لگاریتم متغیرهای تحقیق شامل جریان نقدی، بهترین قیمت خرید و فروش، بازدهی، جمع دارایی، نسبت آبی و جاری، جمع کل بدهی ها، سود خالص، حقوق صاحبان سهام، سود عملیاتی و متوسط قیمت سهم انجام می شود.

جدول (۱): آماره های توصیفی متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
لگاریتم سود عملیاتی	۱.۲۵۴	۰.۵۸۹	۰.۸۵	۳.۴۲۵
لگاریتم سود خالص	۲.۶۶	۰.۱۸۳	۰.۴۳	۴.۵۶
حقوق صاحبان سهام	۲.۹۸	۰.۲۳۰	۰.۵۵	۳.۸۷
لگاریتم جریان نقدی	۲.۲۳	۰.۲۸۳	۰.۱۸	۵.۴۸
بهترین قیمت خرید	۱.۵۷	۰.۱۹۸	۰.۲۳	۴.۲۹
بهترین قیمت فروش	۱.۸۷	۰.۸۷۰	۰.۳۹	۵.۸۳
بازدهی	۰.۲۳	۰.۳۷۴	۰.۴۱	۶.۰۹
لگاریتم جمع دارایی	۲.۹۸	۰.۰۹۸	۰.۵۸	۳.۲۸
نسبت آبی	۰.۸۳	۰.۱۷۳	۰.۶۵	۴.۵۹
نسبت جاری	۰.۹۸	۰.۲۲۸	۰.۳۸	۶.۹۹
لگاریتم جمع کل بدهی ها	۲.۸۵	۰.۴۸۷	۰.۵۸	۳.۸۵
لگاریتم متوسط قیمت سهم	۱.۳۷	۰.۵۵۶	۰.۶۳	۴.۰۸

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

با توجه به جدول فوق مشاهده می شود که نوسانات متغیرهای مورد استفاده در این مقاله نسبتاً بالا بوده و همچنین براساس معیارهای چولگی و کشیدگی، توزیع مشاهدات نرمال نبوده است.

برآورد مدل لاجیت و محاسبه احتمال نکول

از مدل های رگرسیونی برای برازش متغیرهای وابسته دو تایی بر سایر متغیرهای مستقل می توان استفاده کرد. اگر از این مدل ها به عنوان روش های تعیین اعتبار استفاده شود، هدف آن دسته بندی مشتریان به دو گروه زیر با استفاده از خصوصیات اعتباری وام گیرندگان است:

(۱) وام گیرندگان توانا در پرداخت دیون

(۲) وام گیرندگان ناتوان در پرداخت دیون

استفاده از مدل های غیر خطی مانند روش حداکثر درستنمایی برای بهینه کردن آن توابع به این معنا است که مدل های رگرسیونی محاسبه احتمالات عضویت و همچنین احتمالات نکول را به صورت مستقیم از مدل ممکن می سازند. این خصوصیات برای کالیبره کردن مدل رتبه بندی مناسب است. از بین مدل های رگرسیونی مدل های لاجیت و پروبیت را می توان نام برد که در این بخش از مدل لاجیت به صورت زیر استفاده شده است. در بخش اول این تحقیق با استفاده از نسبت های مالی به برآورد مدل لاجیت چندگانه به منظور محاسبه رتبه بندی شرکت ها و احتمال نکول آنها پرداخته می شود.

جدول (۲): مولفه های ورودی به مدل

نوع متغیر	فیلد مربوط	نوع متغیر	فیلد مربوط
Sassets	جمع دارایی جاری	Debt	کل بدهی
Sdebt	جمع بدهی جاری	Totalassets	کل دارایی
Cash	موجودی نقد	Equity	جمع حقوق صاحبان سهام
Pland	سود (زیان) انباشته	Ldebt	تسهیلات مالی بلندمدت
Capital	سرمایه	Profit	سود ناخالصی
		Netprofit	سود خالص

با توجه به مولفه های ورودی به مدل در جدول (۲)، متغیرها بر اساس نسبت های مالی در جدول (۳) صورت زیر تعریف شده اند:

جدول (۳): معرفی متغیرهای تحقیق

نام متغیر	صورت کسر	مخرج کسر
$X1=(Debt/Totalassets)$	کل بدهی ها	کل دارایی ها
$X3=(Debt/Equity)$	کل بدهی ها	جمع حقوق صاحبان سهام
$X4=(Ldebt/Totalassets)$	تسهیلات مالی بلندمدت	کل دارایی ها
$X11=(Sassets/Sdebt)$	جمع دارایی جاری	بدهی جاری
$X14=((Sassets-Sdebt)/ Totalassets)$	جمع دارایی های جاری - جمع بدهی های جاری	کل دارایی ها
$X15=(Sdebt/Totalassets)$	جمع بدهی های جاری	کل دارایی ها

نام متغیر	صورت کسر	مخرج کسر
X16=(Cash/Totalassets)	موجودی نقد	کل دارایی ها
X20=(Cash/Sdebt)	موجودی نقد	جمع بدهی جاری
X27=(Netprofit/Totalassets)	سود خالص	کل دارایی ها
X30=(Netprofit/Equity)	سود خالص	جمع حقوق صاحبان سهام
X34=(Log(Totalassets))	لگاریتم کل دارایی ها	-

با توجه به معرفی متغیرهای مالی در جدول فوق، مدل اول برآورد شده در ساختار مدل لاجیت با توجه متغیرهای معرفی شده، احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات بر اساس رابطه زیر محاسبه می شود:

$$P_i = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i}}$$

چنانچه ساختار مدل دارای k وضعیت ممکن باشد تعداد k-1 مدل رگرسیونی برآزش خواهد شد. در این معادله P دارای دو حالت احتمال نکول و عدم نکول برای وام گیرندگان است. در این راستا برای هر یک از شرکت های نمونه یک مدل لاجیت چندگانه برآورد شده و ریسک اعتباری آن مورد محاسبه قرار گرفته است که در جدول زیر ضرایب برآورد شده برای یک شرکت نمونه آورده است و بر اساس چنین ساختاری در جدول (۴) رتبه بندی شرکت های صورت گرفته شده است.

جدول (۴): مدل رتبه بندی وام گیرندگان

سطح اول		سطح دوم	
متغیر	ضریب	متغیر	ضریب
عرض از مبدا	۰.۲۶۶	عرض از مبدا	۰.۸۸۸
X1	۰.۹۸۷	X1	۰.۴۳۵
X3	۱.۰۰۹	X3	۱.۰۰۷
X15	۱.۲۲۶	X15	۱.۲۶۸
X27	-۰.۸۱۵	X27	-۰.۷۸۸
X34	-۰.۹۷۰	X34	-۰.۹۳۴

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

جدول (۴) نتیجه برآورد یک مدل دو سطحی است که با توجه به احتمال نکول و عدم نکول وام گیرندگان نسبت به تعهدات خود، مدل در دو بخش برآورد گردیده و ضرایب بخش اول و دوم به منظور نشان دادن اثر هر یک از متغیرهای مستقل بر وابسته خواهد بود. در این جدول متغیرها به شرح زیر هستند:

- متغییر (X1) بیانگر "نسبت بدهی به دارایی" است و با احتمال نکول وام گیرنده رابطه مستقیم دارد.
- متغییر (X3) بیانگر "نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام" است و با احتمال نکول وام گیرنده رابطه مستقیم دارد.
- متغییر (X15) بیانگر "نسبت بدهی جاری به دارایی جاری" است و با احتمال نکول وام گیرنده رابطه مستقیم دارد.
- متغییر (X27) بیانگر "نسبت سود خالص به کل دارایی" است و با احتمال نکول وام گیرنده رابطه معکوس دارد.
- متغییر (X34) بیانگر "لگاریتم دارایی" است و با احتمال نکول وام گیرنده رابطه معکوس دارد.

به عنوان مثال در مدل فوق ضریب متغیر X1 (نسبت کل بدهی به کل دارایی) مثبت و معنی دار بوده است. از این نسبت برای بررسی ساختار سرمایه ای بنگاه استفاده می شود. بنابر تئوری ساختار سرمایه ۱، میان احتمال نکول و بدهی شرکت رابطه مستقیم وجود دارد زیرا ساختار سرمایه ای بنگاه در موفقیت شرکت در تأمین منابع مالی از وجوه خارجی تأثیرگذار است. نسبت کل بدهی مبین میزان اطمینان بستانکاران در مورد وصول مطالباتشان از بنگاه اقتصادی مورد بررسی می باشد. بررسی این نسبت به این سوال پاسخ می دهد که کل بدهی‌ها در تاریخ ترازنامه چه سهمی از مالکیت صاحبان سهام را در بر می گرفته است. بدیهی است هر چه این نسبت بزرگتر باشد بستانکاران تأمین کمتری خواهند داشت و زمانیکه این نسبت بیش از عدد یک شود، نشانگر شرایط نامطلوب برای بستانکاران است و به معنی عدم دستیابی بستانکاران به مطالباتشان در صورت ورشکستگی بنگاه های اقتصادی است. همچنین از این نسبت می توان برای سنجش میزان علاقه‌مندی سهام داران به بنگاه اقتصادی استفاده نمود. مثلاً در مورد شرکت هایی که با وجود برخورداری از توانایی‌های حرفه‌ای بالا با حقوق صاحبان سهام اندکی برخورداری و بنابراین بخش عمده‌ای از دارایی‌های بنگاه را از محل ایجاد بدهی فراهم نموده اند، به هنگام اعطای تسهیلات می‌بایست دقت بیشتری از سوی بانک انجام پذیرد چرا که هر چند در صورت سودآوری عملیات بنگاه، شرایط مطلوب است، لکن بانک از حاشیه امنیت پائینی برخوردار است.

برآورد ماتریس انتقال ریسک با مدل MS^2

مدل تغییر رژیم مارکوف مبتنی بر این موضوع است که اتفاقاتی ممکن است در طول زمان رخ بدهد که این اتفاقات باعث تغییر پارامتر در طول زمان می‌شوند. به‌طور مثال ممکن است رابطه بین دو متغیر در رژیم‌های مختلف متفاوت باشد. یعنی در رژیم ۱ مثبت و در رژیم ۲ منفی باشد. در اینصورت بهتر است که از مدل‌های غیرخطی برای تخمین پارامترهای جامعه استفاده کرد. در مدل‌های غیرخطی پارامترهای مدل در طول زمان ثابت نیستند. مدل جابه‌جایی مارکوف نیز از انواع این مدل‌ها محسوب می‌شود. چرا که پارامترها با توجه به تغییر رژیم تغییر می‌کنند.

¹ Capital Structure Theory

² Markov Switching

در مدل خودرگرسیون برداری بر مبنای مدل مارکوف، پارامترهای مدل به عنوان تابعی از متغیر s_t در نظر گرفته می‌شوند. نکته مهم در این مدل‌ها وابسته بودن باقیمانده به تغییر رژیم است. دلیل این امر تغییر واریانس معادله تخمین زده شده در رژیم‌های نوسانات پایین و نوسانات بالا است. نتایج تخمین مدل کلاسیک رگرسیون با دو رژیم در جدول زیر آورده شده است. فرض کنید که s_t یک متغیر تصادفی است که می‌تواند تنها مقادیر صحیح $\{1, 2, \dots, N\}$ را اختیار کند. همچنین فرض کنید احتمال اینکه متغیر تصادفی s_t مقدار j را در زمان t بگیرد تنها به مقادیر گذشته بستگی داشته باشد.

$$P\{s_t = j | s_{t-1} = i, s_{t-2} = k, \dots\} = P\{s_t = j | s_{t-1} = i\} = P_{ij}$$

در این صورت به فرآیند بالا، زنجیره مارکوف n حالتی گفته می‌شود که توابع انتقال آن به صورت $\{P_{ij}\}$ $i, j = 1, 2, \dots, N$ می‌باشد. تابع انتقال P_{ij} احتمال انتقال از حالت i به حالت j را نشان می‌دهد. همچنین رابطه زیر همواره برقرار می‌باشد.

$$P_{i1} + P_{i2} + \dots + P_{iN} = 1$$

توابع انتقال را در یک ماتریس $N \times N$ به نام P نشان می‌دهند.

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{21} & \dots & P_{N1} \\ P_{12} & P_{22} & \dots & P_{N2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{1N} & P_{2N} & \dots & P_{NN} \end{pmatrix}$$

بردار ξ_t را به صورت یک بردار تصادفی $1 \times N$ که درایه‌ی j ام آن برابر است با یک اگر $s_t = j$ باشد و در غیر این صورت درایه‌ی j ام مقدار صفر را اختیار می‌کند. در نتیجه وقتی که $s_t = 1$ است بردار ξ_t برابر با ستون اول ماتریس I_N (ماتریس واحد $N \times N$) است و وقتی که $s_t = 2$ است برابر با ستون دوم ماتریس I_N است. و به همین ترتیب ادامه می‌دهیم تا بردار ξ_t به صورت زیر به دست بیاید.

$$\xi_t = \begin{cases} (1.0.0. \dots .0)' \\ (0.1.0. \dots .0)' \\ \vdots \\ (0.0.0. \dots .1)' \end{cases}$$

اگر $s_t = i$ باشد، ξ_{t+1} با احتمال P_{ij} مقدار یک را اختیار می‌کند. در نتیجه امید شرطی ξ_{t+1} به شرط $s_t = i$ را می‌توانیم به شکل زیر بنویسیم.

$$E(\xi_{t+1} | s_t = i) = \begin{pmatrix} P_{i1} \\ P_{i2} \\ \vdots \\ P_{iN} \end{pmatrix}$$

بردار بالا ستون i ام ماتریس P است. علاوه بر این، وقتی که $s_t = i$ است، بردار ξ_t ستون i ام ماتریس I_N است. در این حالت می‌توان معادله بالا را به صورت زیر نوشت:

$$E(\xi_{t+1} | \xi_t) = P \xi_t$$

و باتوجه به ویژگی مارکوف که در ابتدای بحث بیان شد، می‌توان معادله بالا را به صورت زیر نوشت.

$$E(\xi_{t+1} | \xi_t, \xi_{t-1}, \dots) = P\xi_t$$

که طبق نظریه رگرسیون معادله بالا یک معادله رگرسیونی است. در نتیجه می‌توانیم آن را به صورت زیر نوشت.

$$\begin{aligned} \xi_{t+1} &= P\xi_t + v_{t+1} \\ v_{t+1} &= \xi_{t+1} - E(\xi_{t+1} | \xi_t, \xi_{t-1}, \dots) \end{aligned}$$

همانطور که از ظاهر معادله بالا می‌بینید، معادله بالا یک معادله خودرگرسیونی از مرتبه اول است. در گام دوم پس از مشخص شدن احتمال نکول مشتریان، ماتریس انتقال ریسک شرکت‌ها محاسبه شده است. نتایج حاصل از تخمین مدل در جدول (۴) آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اثرات نسبت‌های مالی بر نکول طی دوره زمانی مورد مطالعه، قابل تفکیک به دو رژیم است که ضرایب شوک‌ها نیز از لحاظ آماری معنی‌دار هستند. با توجه به اینکه عرض از مبدأ رژیم ۱ کمتر از عرض از مبدأ رژیم ۲ هست، لذا می‌توان گفت که در رژیم ۲ نکول اعتبارات بیشتر از نکول اعتبارات در رژیم یک بوده است. تاثیر متغیرهای نسبت بدهی به دارایی و نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام بر احتمال نکول مثبت و معنی‌دار بوده است و منجر به افزایش احتمال نکول شرکت‌ها می‌شود. مجموع ضرایب وقفه‌های نسبت بدهی به دارایی و نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام در رژیم ۱ به ترتیب برابر با ۰.۱۸۷ و ۰.۱۹۷ در رژیم ۲ برابر با ۰.۲۶۵ و ۰.۱۹۸ است. اثرات وقفه‌های متغیرهای نسبت سود خالص به کل دارایی و لگاریتم دارایی در رژیم ۱ به ترتیب برابر با ۱.۲۶۳ و ۰.۹۷۹ بوده و در رژیم دوم برابر با ۱.۲۸۵ و ۱.۳۱۹ بوده است. همانطور که مشاهده می‌شود، شوک نسبت‌های مالی در دو رژیم، دارای اثرات یکسانی نبوده است، که نشان دهنده عدم تقارن است. بررسی انحراف معیار تخمین زده شده در دو رژیم نیز نشان می‌دهد که واریانس رژیم ۱ کمتر از رژیم ۲ است. به منظور بررسی میزان ثبات رژیم‌ها و همچنین احتمالات انتقال هر رژیم به رژیم دیگر ماتریس احتمال انتقال (ماتریس انتقال ریسک) استخراج شده است.

جدول (۵): نتایج حاصل از تخمین مدل

رژیم ۲		رژیم ۱		متغیر
ضریب	سطح معنی داری	ضریب	سطح معنی داری	
۰.۰۰۰	۳.۴۱۵	۰.۰۰۰	۱.۳۲۵	عرض از مبدأ
۰.۰۰۰	۰.۱۷۸	۰.۰۰۱	۰.۱۲۴	نسبت بدهی به دارایی
۰.۰۰۰	۰.۱۶۴	۰.۰۰۲	۰.۱۱۲	وقفه اول نسبت بدهی به دارایی
۰.۰۰۴	۰.۱۰۱	۰.۰۰۰	۰.۰۷۵	وقفه دوم نسبت بدهی به دارایی
۰.۰۰۲	۰.۱۴۷	۰.۰۰۰	۰.۱۵۴	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام
۰.۰۰۰	۰.۱۰۹	۰.۰۰۲	۰.۱۱۰	وقفه اول نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام
۰.۰۰۱	۰.۰۸۹	۰.۰۰۱	۰.۰۸۷	وقفه دوم نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام
۰.۰۰۰	۰.۰۹۶	۰.۰۰۲	۰.۰۹۲	نسبت بدهی جاری به دارایی جاری
۰.۰۰۰	۰.۰۷۳	۰.۰۰۰	۰.۰۷۸	وقفه اول نسبت بدهی جاری به دارایی جاری

رژیم ۲		رژیم ۱		متغیر
سطح معنی داری	ضریب	سطح معنی داری	ضریب	
۰.۰۰۳	۰.۰۸۱	۰.۰۰۱	۰.۰۵۸	وقفه دوم نسبت بدهی جاری به دارایی جاری
۰.۰۰۰	-۰.۹۳۲	۰.۰۰۰	-۰.۸۷۵	نسبت سود خالص به کل دارایی
۰.۰۰۴	-۰.۷۳۹	۰.۰۰۰	-۰.۷۳۱	وقفه اول نسبت سود خالص به کل دارایی
۰.۰۰۱	-۰.۵۴۶	۰.۰۰۴	-۰.۵۳۲	وقفه دوم نسبت سود خالص به کل دارایی
۰.۰۰۰	-۰.۹۴۳	۰.۰۰۰	-۰.۸۷۶	لگاریتم دارایی
۰.۰۰۱	-۰.۸۵۴	۰.۰۰۱	-۰.۶۳۴	وقفه اول لگاریتم دارایی
۰.۰۰۶	-۰.۴۶۵	۰.۰۰۵	-۰.۳۴۵	وقفه دوم لگاریتم دارایی
۱.۱۲۰		۰.۶۸۴		انحراف معیار
۰.۵۸۱۲				P_{11}
۰.۶۲۴۵				P_{22}
۵.۶۵۴				آماره آکائیک
۶.۳۵۱				آماره شوارتز

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

در ادامه به آزمون های تشخیصی در خصوص جملات اخلاص مدل رگرسیونی برآورد شده پرداخته شده است که نتایج آن در جدول (6) گزارش شده است.

جدول (6): نتایج حاصل از آزمون های تشخیصی جملات اخلاص مدل رگرسیونی

سطح معنی داری	آماره آزمون	آزمون
۰.۱۹۸	۱۲.۴۵	پورتمن تائو
۰.۸۲۴	۰.۰۳۹	ARCH

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

در مدل برآورد شده نتایج آزمون پورتمن تائو بیانگر عدم وجود خودهمبستگی در جملات اخلاص مدل برآورد شده است. آزمون نرمالیتی گزارش شده نیز بیانگر نرمال بودن توزیع جملات اخلاص بوده است. همچنین نتایج حاصل از آزمون ARCH بیانگر عدم وجود واریانس ناهمسانی در جملات اخلاص مدل رگرسیونی است. با توجه به برآورد صورت گرفته به محاسبه ماتریس همبستگی نکول شرکت های نمونه مورد مطالعه در جدول (7) پرداخته شده است:

جدول (7): نتایج حاصل از ماتریس همبستگی نکول شرکت های نمونه

کسرام	غدام	وآذر	دهدشت	ثغرب	ممسنی	چکارن	سشرق	خساپا
کسرام	1.000	0.504	0.751	0.823	0.709	0.342	0.481	0.477
غدام	0.504	1.000	0.286	0.480	0.248	-0.387	-0.211	0.363
وآذر	0.751	0.286	1.000	0.794	0.908	0.047	0.294	0.300
دهدشت	0.823	0.480	0.794	1.000	0.868	0.190	0.342	0.397
ثغرب	0.709	0.248	0.908	0.868	1.000	0.309	0.443	0.425
ممسنی	0.342	0.190	0.047	0.309	1.000	0.647	0.731	0.700
چکارن	0.481	-0.387	0.294	0.190	0.647	1.000	0.904	0.928
سشرق	0.477	0.363	0.300	0.397	0.425	0.928	1.000	0.916
خساپا	0.477	0.363	0.300	0.397	0.425	0.928	0.916	1.000

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

در ادامه نتایج حاصل از ماتریس انتقال بر اساس مقادیر واقعی و پیش بینی شده در جدول (۸) گزارش شده است.

جدول (۸): مقادیر برآورد شده در خصوص ماتریس انتقال بر اساس مقادیر واقعی و پیش بینی

Value		Actual Value	
		Good	Bad
Value Predicted	Good	۱۴۷,۵۶۲	۲۴۴
	Bad	۴,۲۴۸	۲,۵۳۸

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

نتایج بدست آمده از مدل بیانگر این است دقت مدل در شرایط مقادیر واقعی و پیش بینی شده بالا بوده و در نهایت با توجه به مدل های برآورد شده، ماتریس انتقال ریسک برای ریسک اعتباری در جدول (۹) محاسبه شده است.

با استفاده از نتایج بدست آمده می توان احتمال انتقال ریسک بین رتبه های اعتباری مختلف را برای دوره های زمانی مختلف مشاهده کرد که به عنوان مثال اگر یک شرکت برای یک دوره رتبه اعتباری AA داشته باشد و رتبه آن به BB کاهش یابد برابر با ۰.۲۵۲ است.

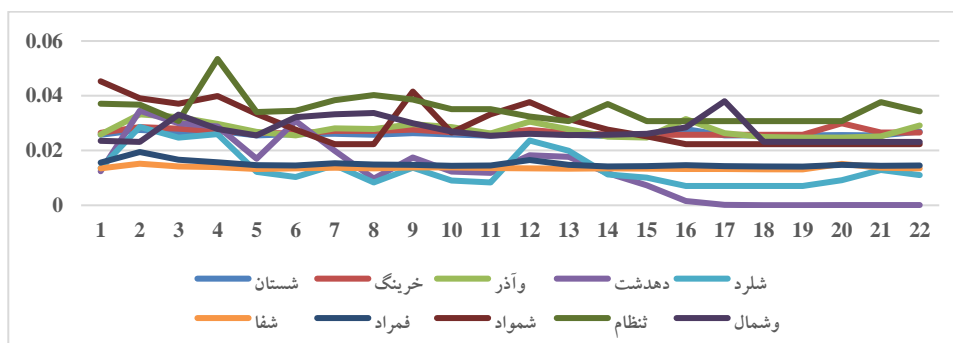
جدول (۹): ماتریس انتقال ریسک وام گیرندگان

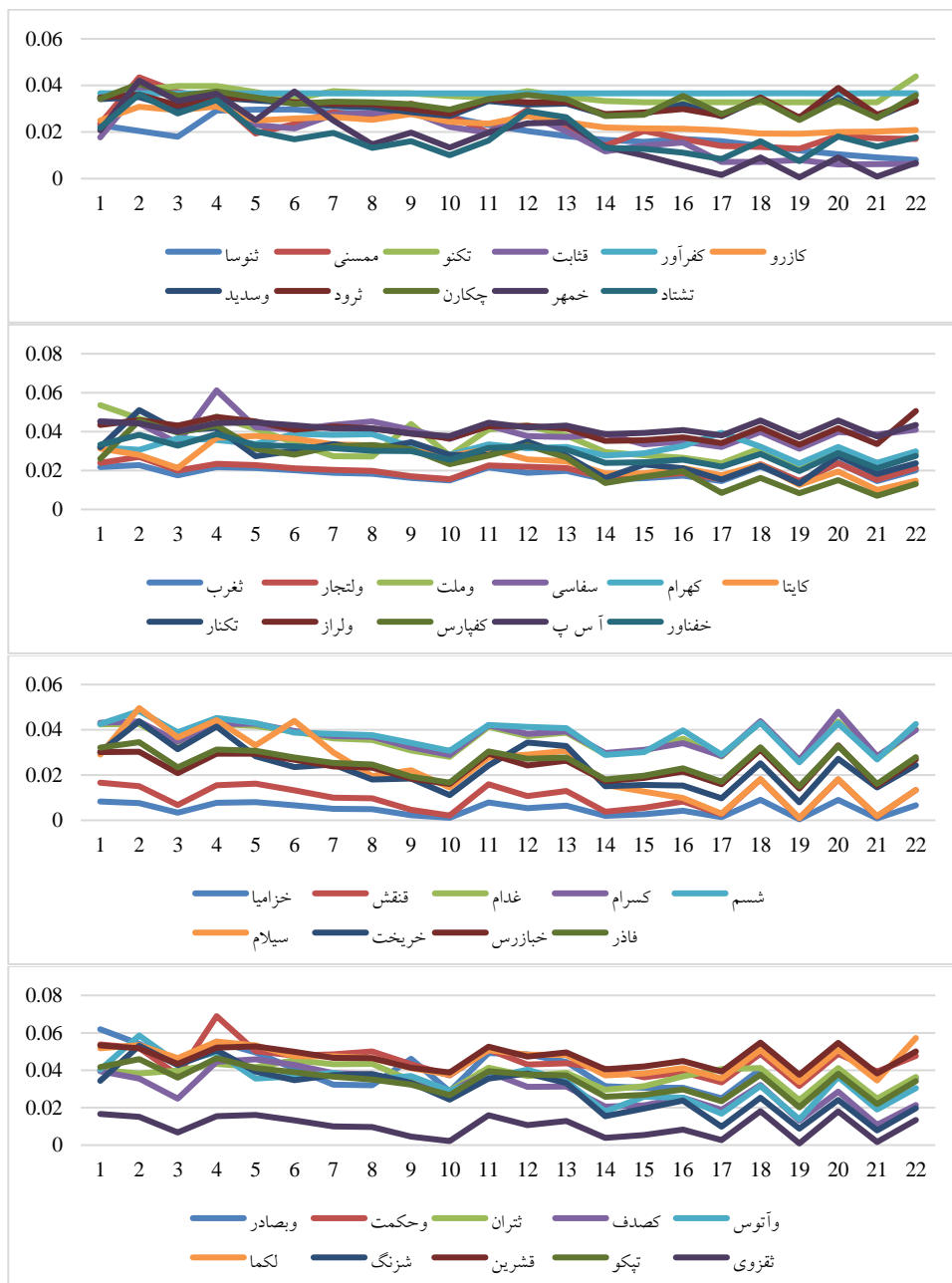
رتبه اعتباری	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C
AAA	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
AA	۰	۰.۰۹۹	۰.۱۴۹	۰.۱۶۱	۰.۲۵۲	۰.۳۳۹	۰	۰	۰
A	۰	۰.۰۴۲	۰.۰۸۹	۰.۱۱۸	۰.۱۲۵	۰.۱۳۱	۰.۲۱۸	۰.۲۷۷	۰
BBB	۰	۰.۰۸۳	۰.۱۴۵	۰.۲۴۱	۰.۱۷۵	۰.۱۰۴	۰.۱۰۹	۰.۱۴۳	۰
BB	۰	۰	۰.۰۴۵	۰.۰۹۸	۰.۱۲۵	۰.۱۳۸	۰.۲۹۳	۰.۳۰۱	۰
B	۰	۰	۰.۰۵۶	۰.۰۹۶	۰.۱۳۱	۰.۱۹۴	۰.۲۳۵	۰.۲۸۸	۰
CCC	۰	۰	۰.۰۳۴	۰.۰۶۷	۰.۱۴۶	۰.۲۱۹	۰.۲۳۵	۰.۲۷۳	۰
CC	۰	۰	۰.۰۲۹	۰.۰۳۳	۰.۱۱۰	۰.۲۲۲	۰.۲۸۸	۰.۳۱۸	۰
C	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

برآورد همبستگی بین سری های زمانی احتمال نکول با مدل VAR

در ادامه با استفاده از روش ارزش در معرض خطر برای شرکت ها به محاسبه همبستگی زمانی احتمال نکول شرکت ها و تغییر در رتبه بندی احتمال نکول آنها پرداخته شده است.





شکل (1): برآورد همبستگی زمانی سری زمانی احتمال نکول شرکت ها

جدول (۱۰): مقایسه رتبه بندی مشتریان با استفاده از مدل پیشین و مدل جدید (در حالت معنی داری ضرایب)

نام شرکت	امتیاز کل	رتبه قبلی	امتیاز کل در مدل جدید	رتبه جدید
شستان	0.7	BB	0.89	A
خرینگ	0.37	C	0.74	BB
وآذر	0.65	B	0.86	A
دهدشت	0.67	B	0.84	BBB
شگرد	0.77	BBB	0.87	A
شفا	0.83	BBB	0.88	A
فمراد	0.65	B	0.42	CC
شمواد	0.63	B	0.84	BBB
ثنظام	0.64	B	0.86	A
وشمال	0.75	BB	0.89	A
ثنوسا	0.77	BBB	0.38	C
ممسنی	0.72	BB	0.37	C
تکنو	0.71	BB	0.84	BBB
قنابت	0.72	BB	0.85	BBB
کفرآور	0.79	BBB	0.87	A
کازرو	0.82	BBB	0.89	A
وسدید	0.85	A	0.92	AA
ثرود	0.6	B	0.28	D
چکارن	0.87	A	0.92	AA
خمهر	0.84	A	0.9	A
تشتاد	0.66	B	0.37	C
ثغرب	0.69	BB	0.86	A
ولتجار	0.78	BBB	0.39	C
وملت	0.38	C	0.77	BBB
سفاسی	0.47	CC	0.7	BB
کهرام	0.51	CC	0.86	A
کایتا	0.55	CCC	0.78	BBB
تکنار	0.53	CCC	0.76	BBB

با توجه به محاسبات صورت گرفته مشاهده می شود که رتبه بندی شرکت ها دچار تغییر شده است و این موضوع می تواند در بهینه سازی شرکت ها و محاسبه بازدهی وام ها دچار تغییرات شود.

۴.۸ برآورد زیان مورد انتظار حاشیه ای (MES)

معیار MES با عنوان زیان مورد انتظار حاشیه‌ای که مشتق شده از زیان مورد انتظار (ES) است در واقع نشان دهنده متوسط زیان در شرایط بحرانی است. یعنی بر خلاف VaR که حداکثر زیان را در شرایط عادی بیان می‌کند، ES با فرض اینکه شرکت در شرایط بحرانی قرار داشته باشد، متوسط زیان در حالت بحرانی را اندازه می‌گیرد. بنابراین معیار MES با مشروط کردن شرایط به بحرانی بودن بازار مالی، متوسط بازدهی مورد انتظار سهام یک شرکت را اندازه می‌گیرد. شرایط بحرانی بازار مالی نیز بسته به ویژگی‌های هر اقتصاد متفاوت است که در کشورهایی که بازار سهام قابلیت نوسان بیشتری در روز دارد، افت بیشتر از ۲٪ در بازار مالی به‌عنوان شرایط بحرانی در نظر گرفته می‌شود. با محاسبات صورت گرفته به برآورد زیان مورد انتظار شرکت‌ها بر اساس روش میانگین - واریانس پرداخته شده است. در ادامه مقدار میانگین و انحراف معیار این زیان مورد انتظار در جدول (۱۱) نمایش داده شده است:

جدول (۱۱): زیان مورد انتظار شرکت‌های مورد بررسی نمونه تحقیق

نام شرکت	میانگین	انحراف معیار	نام شرکت	میانگین	انحراف معیار
شستان	۰.۰۱۹۴	۰.۰۰۳۷	کفرآور	۰.۰۲۶۳	۰.۰۰۲۱
خرینگ	۰.۰۱۰۶	۰.۰۰۲۱	کازرو	۰.۰۱۷۶	۰.۰۰۳۴
وآذر	۰.۰۱۳۵	۰.۰۰۱۸	وسدید	۰.۰۰۹۸	۰.۰۰۰۵
دهدشت	۰.۰۱۲۱	۰.۰۰۱۷	ثرود	۰.۰۲۵۳	۰.۰۰۲۹
شلرد	۰.۰۰۸۲	۰.۰۰۱۲	چکارن	۰.۰۱۸۲	۰.۰۰۴۳
شفا	۰.۰۰۲۸	۰.۰۰۱۲	خمهر	۰.۰۲۸۳	۰.۰۰۱۶
فمراد	۰.۰۰۵۱	۰.۰۰۷۳	تشتاد	۰.۰۰۴۵	۰.۰۰۱۳
شمواد	۰.۰۱۲۸	۰.۰۰۳۴	ثغرب	۰.۰۱۸۳	۰.۰۰۳۲
ثنظام	۰.۰۱۴۱	۰.۰۰۷۳	ولتجار	۰.۰۲۸۱	۰.۰۰۲۷
وشمال	۰.۰۰۴۶	۰.۰۰۰۱	وملت	۰.۰۳۲۳	۰.۰۰۱۹
ثنوسا	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۱۲	سفاسی	۰.۰۰۷۴	۰.۰۰۱۲
ممسنی	۰.۰۰۸۲	۰.۰۰۳۳	کهرام	۰.۰۱۲۹	۰.۰۰۱۸
تکنو	۰.۰۱۲۱	۰.۰۰۸۳	کاپتا	۰.۰۱۷۶	۰.۰۰۳۲
قثابت	۰.۰۰۸۹	۰.۰۰۴۲	تکنار	۰.۰۳۸۲	۰.۰۰۲۸

در بخش انتهایی با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود که مقادیر زیان مورد انتظار محاسبه شده برای تمامی شرکت‌ها نمونه دارای میانگین‌هایی متفاوت از صفر بوده است و به عبارت دیگر در انتخاب سبد بهینه برای بانک‌ها در ارائه تسهیلات به شرکت‌ها باید نمونه به گونه‌ای انتخاب شود که بازدهی ناشی از وام‌ها دارای کمترین زیان مورد انتظار با حداقل انحراف معیار باشد.

جدول (۱۲): زبان غیر منتظره شرکت های مورد بررسی نمونه تحقیق

سال	خسایا	سشرق	ثغرب	چکارن	ممسنی	دهدشت	وآذر	غدام	کسرام
1394Q1	0.0201	0.0017	0.0148	0.0274	0.0150	0.0069	0.0059	0.0197	0.0093
1394Q2	0.0213	0.0139	0.0175	0.0286	0.0163	0.0052	0.0071	0.0264	0.0120
1394Q3	0.0208	0.0163	0.0140	0.0171	0.0095	0.0035	0.0042	0.0269	0.0176
1394Q4	0.0191	0.0154	0.0113	0.0276	0.0064	0.0021	0.0049	0.0196	0.0181
1395Q1	0.0185	0.0149	0.0171	0.0194	0.0155	0.0060	0.0067	0.0063	0.0166
1395Q2	0.0217	0.0178	0.0162	0.0092	0.0063	0.0064	0.0053	0.0063	0.0237
1395Q3	0.0233	0.0165	0.0148	0.0152	0.0051	0.0020	0.0056	0.0132	0.0232
1395Q4	0.0245	0.0204	0.0172	0.0130	0.0050	0.0035	0.0045	0.0167	0.0235
1396Q1	0.0239	0.0139	0.0136	0.0121	0.0032	0.0020	0.0046	0.0098	0.0175
1396Q2	0.0241	0.0139	0.0165	0.0174	0.0177	0.0037	0.0059	0.0215	0.0127
1396Q3	0.0242	0.0142	0.0152	0.0173	0.0128	0.0021	0.0050	0.0213	0.0091
1396Q4	0.0217	0.0067	0.0112	0.0101	0.0073	0.0023	0.0046	0.0131	0.0122
1397Q1	0.0186	0.0042	0.0105	0.0059	0.0054	0.0014	0.0044	0.0092	0.0093
1397Q2	0.0205	0.0052	0.0161	0.0012	0.0026	0.0019	0.0050	0.0062	0.0095
1397Q3	0.0183	0.0052	0.0118	0.0002	0.0028	0.0016	0.0042	0.0063	0.0098

جدول (۱۳): نتایج پس آزمایی ریزش مورد انتظار

سطح اطمینان VaR	مدل ES	MCSim CD	MCSim EVD	MCSim SVD
آماره های آزمون	آماره LR	۰.۰۳۴۵۳	۰.۰۴۶۷۳	۰.۰۱۱۹۸
	سطح معنی داری	۰.۰۷۸۳	۰.۰۶۳۲	۰.۱۹۸۲
	نتیجه آزمون	عدم رد	عدم رد	عدم رد

با توجه به نتایج جدول (۱۳)، از آنجا که روش های مورد استفاده در این مطالعه در تمامی سطوح اطمینان مورد بررسی برای محاسبه ارزش در معرض ریسک نتایج قابل قبولی در آزمون نسبت شکست ها داشتند، می توان نتیجه گرفت این روش ها برای برآورد ریزش موردانتظار از دقت کافی برخوردار هستند. پس آزمایی روش های موردبررسی محاسبه ریزش موردانتظار در سطح ۹۵ درصد همانند نتایج پس آزمایی روش های محاسبه ریزش موردانتظار در سطح اطمینان ۹۹ درصد حاکی از این موضوع است که روش های شبیه سازی بر اساس روش مرسوم دارای دقت کافی برای محاسبه ریزش مورد انتظار هستند.

۴.۹ انتخاب ترکیب بهینه پرتفوی اعتباری بانک

بر اساس نظریه ی مارکویتز در صورتیکه شخصی N دارایی را نگهداری کند که $\Gamma_{i,t}$ و $\sigma_{i,t}^2$ به ترتیب بیانگر بازدهی موردانتظار و واریانس بازدهی موردانتظار آامین سرمایه گذاری در لحظه ی t باشد، $X_{i,t}$ نسبت سرمایه گذاری شده در سهام i ام در لحظه t و همچنین $\rho_{ij,t}$ برابر ضریب همبستگی بین آامین و j امین سرمایه گذاری در لحظه ی t باشد، بازدهی موردانتظار و واریانس سبد سرمایه گذاری به صورت زیر تعریف می شود

$$r_{p,t} = \sum_{i=1}^N r_{i,t} X_{i,t} \quad (1)$$

$$\sigma_{p,t}^2 = \sum_{i=1}^N X_{i,t}^2 \sigma_{i,t}^2 + \sum_{i \neq j} 2X_{i,t} X_{j,t} \sigma_{i,t} \sigma_{j,t} \rho_{ij,t} \quad (2)$$

در این صورت بر اساس نظریه سبد سهام مارکوویتز، بهینه‌سازی سبد سهام با دو رویکرد حداقل‌سازی ریسک در سطح معینی از بازدهی مورد انتظار و همچنین حداکثرسازی بازدهی مورد انتظار در سطح ثابتی از ریسک به صورت زیر تعریف می‌شود:

الف) رویکرد حداقل‌سازی ریسک سبد

$$\text{Min } \sigma_{p,t}^2 \quad (3)$$

s. t.

$$\sum_{i=1}^N r_{i,t} X_{i,t} = R \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{i,t} = 1 \quad (5)$$

$$X_{i,t} \geq 0, \quad i = 1, \dots, N \quad (6)$$

ب) رویکرد حداکثرسازی بازدهی مورد انتظار سبد

$$\text{Max } r_{p,t} \quad (7)$$

s. t.

$$\sigma_{p,t}^2 = B \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{i,t} = 1 \quad (9)$$

$$X_{i,t} \geq 0, \quad i = 1, \dots, N \quad (10)$$

بنابراین با توجه به محاسبات صورت گرفته در مورد مقایسه عملکرد شرکت‌ها می‌توان سبدهای دارایی را به صورتی که در هر سال دارای بالاترین بازدهی باشد، انتخاب کرد.

جدول (۱۴): پرتفوی اعتباری بانک

ریسک سبد	بازده سبد	نوع تسهیلات	ردیف
۳.۴۲	۵.۸۹	(وملت، تکنار، ثرود، کفرآور، و آذر، خرینگ)	۱
۳.۵۳	۶.۲۵	(و آذر، ثرود، خرینگ، خمهر، تنظیم)	۲
۳.۵۹	۶.۴۸	(چکارن، شمواد، فمراد، کاپتا، ثغرب)	۳

ردیف	نوع تسهیلات	بازده سبد	ریسک سبد
۴	(کهرام، ولتجار، تکنو، ن نظام، خمهر)	۶.۷۸	۳.۶۷
۵	(سفاسی، وشمال، دهدشت، شستان، تشتاد)	۷.۲۳	۳.۷۲
۶	(وسدید، کازرو، نوسا، فمراد، شلرد)	۷.۵۳	۳.۸۹
۷	(دهدشت، کایتا، قثابت، وشمال، کهرام)	۸.۱۰	۴.۱۸

با توجه به نرخ بازده سیستم بانکی سهم بهینه تسهیلات بانکی محاسبه شده است که در جدول فوق سهم بهینه تسهیلات در پرتفوی حداقل ریسک مربوطه بوده است بطوری که پرتفوی بهینه در ردیف اول به ریسک گریزترین حد سیستم بانکی مربوط بوده است و با حرکت به سمت پایین درجه ریسک گریزی سیستم کاهش و درجه ریسک پذیری آن افزایش یافته است. نتایج بدست آمده بیانگر این موضوع است که در انتخاب ترکیب بهینه تسهیلات اعطایی سیستم بانکی ترکیبی که شامل تسهیلات اعطایی به شرکت های (وملت، تکنار، ثرود، کفرآور، و آذر، خریدگ) است دارای ریسک کمتری بوده و ترکیبی که شامل تسهیلات اعطایی به شرکت های (دهدشت، کایتا، قثابت، وشمال، کهرام) است دارای بازده بیشتری بوده است. در جدول زیر وزن های برآورد شده برای یک پرتفوی نمونه آورده شده است.

جدول (۱۵): وزن برآوردی پرتفوی نمونه

ردیف	تسهیلات	وزن مارکویتز
۱	وملت	۱۶.۴۰
۲	تکنار	۱۹.۴۴
۳	ثرود	۲۲.۴۸
۴	کفرآور	۲۵.۰۹
۵	و آذر	۲۶.۹۸
۶	خریدگ	۲۴.۸۷

نتیجه گیری

امروزه بانکها به عنوان شرکت های ارائه دهنده تسهیلات به مشتریان با توجه به ماهیت فعالیت و داشتن پرتفوی گوناگونی از اعتبارات اعطایی، با انواع مختلفی از ریسکها به ویژه ریسک اعتباری مواجه اند که با توجه به تغییرات مداوم در عوامل محیطی و نظام های اقتصادی در طول زمان، اهمیت شناسایی ریسک اعتباری روز به روز بیشتر خواهد شد.

جامعه آماری مطالعه حاضر شرکت های فعال بورسی بوده که از تسهیلات بانکی استفاده نموده اند. در این راستا در این مقاله بمنظور بهینه سازی پرتفوی اعتباری بانک مبتنی بر روش سنجش اعتباری مراحل زیر انجام شد:

(۱) شرکت هایی که در وضعیت اعتبارات دریافتی خود دچار نکول شده اند بررسی شد.

- ۲) وضعیت نسبت های مالی این شرکت ها استخراج شد.
- ۳) رتبه اعتباری و احتمال نکول این شرکت ها با استفاده از یک مدل تغییر رژیم مارکوف محاسبه شد.
- ۴) ماتریس انتقال ریسک با مدل (MS) به منظور سرایت و انتقال نکول بین شرکت های وام گیرنده محاسبه شد.
- ۵) همبستگی زمانی بین سری های زمانی احتمال نکول با مدل ارزش در معرض ریسک (VAR) برآورد شد.
- ۶) زیان مورد انتظار حاشیه ای (MES) برآورد شد.
- ۷) انتخاب ترکیب بهینه پرتفوی اعتباری بانک انجام شد.

نتایج بدست آمده از مدل برآورد شده با مدل تغییر رژیم مارکوف بیانگر این بود که با استفاده از نسبت های مالی امکان پیش بینی احتمال نکول مشتریان وجود داشته است و می توان در مدل برآورد شده ماتریس احتمال انتقال را محاسبه کرد. با توجه به نتایج بدست آمده در جدول زیر در خصوص برآورد مدل تغییر رژیم مارکوف می توان بیان کرد که امکان پیش بینی احتمال نکول متقاضیان تسهیلات وجود داشته و خطای این مدل کم بوده است.

جدول (5): نتایج حاصل از تخمین مدل

رژیم ۲		رژیم ۱		متغیر
سطح معنی داری	ضریب	سطح معنی داری	ضریب	
۰.۰۰۰	۳.۴۱۵	۰.۰۰۰	۱.۳۲۵	عرض از مبداء
۰.۰۰۰	۰.۱۷۸	۰.۰۰۱	۰.۱۲۴	نسبت بدهی به دارایی
۰.۰۰۰	۰.۱۶۴	۰.۰۰۲	۰.۱۱۲	وقفه اول نسبت بدهی به دارایی
۰.۰۰۴	۰.۱۰۱	۰.۰۰۰	۰.۰۷۵	وقفه دوم نسبت بدهی به دارایی
۰.۰۰۲	۰.۱۴۷	۰.۰۰۰	۰.۱۵۴	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام
۰.۰۰۰	۰.۱۰۹	۰.۰۰۲	۰.۱۱۰	وقفه اول نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام
۰.۰۰۱	۰.۰۸۹	۰.۰۰۱	۰.۰۸۷	وقفه دوم نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام
۰.۰۰۰	۰.۰۹۶	۰.۰۰۲	۰.۰۹۲	نسبت بدهی جاری به دارایی جاری
۰.۰۰۰	۰.۰۷۳	۰.۰۰۰	۰.۰۷۸	وقفه اول نسبت بدهی جاری به دارایی جاری
۰.۰۰۳	۰.۰۸۱	۰.۰۰۱	۰.۰۵۸	وقفه دوم نسبت بدهی جاری به دارایی جاری
۰.۰۰۰	-۰.۹۳۲	۰.۰۰۰	-۰.۸۷۵	نسبت سود خالص به کل دارایی
۰.۰۰۴	-۰.۷۳۹	۰.۰۰۰	-۰.۷۳۱	وقفه اول نسبت سود خالص به کل دارایی
۰.۰۰۱	-۰.۵۴۶	۰.۰۰۴	-۰.۵۳۲	وقفه دوم نسبت سود خالص به کل دارایی
۰.۰۰۰	-۰.۹۴۳	۰.۰۰۰	-۰.۸۷۶	لگاریتم دارایی
۰.۰۰۱	-۰.۸۵۴	۰.۰۰۱	-۰.۶۳۴	وقفه اول لگاریتم دارایی
۰.۰۰۶	-۰.۴۶۵	۰.۰۰۵	-۰.۳۴۵	وقفه دوم لگاریتم دارایی
۱.۱۲۰		۰.۶۸۴		انحراف معیار

متغیر	رژیم ۱		رژیم ۲	
	ضریب	سطح معنی داری	ضریب	سطح معنی داری
P_{11}		۰.۵۸۱۲		
P_{22}		۰.۶۲۴۵		
آماره آکائیک		۵.۶۵۴		
آماره شوارتز		۶.۳۵۱		

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

نتایج بدست آمده بیانگر این بود که با استفاده از روش ارزش در معرض خطر و همچنین استفاده از همبستگی زمانی بین سری های زمانی احتمال نکول شرکت ها می توان مقادیر حداکثر زیان مورد انتظار ناشی از ریسک اعتباری را در پورتفوی اعتبارات بانک ها مورد بررسی قرار داد. با توجه به نتایج جدول زیر مشاهده گردید که با استفاده از مدل های ارزش در معرض ریسک امکان پیش بینی حداکثر زیان ناشی از ریسک اعتباری در پورتفوی اعتبارات بانک وجود دارد.

مقایسه رتبه بندی مشتریان با استفاده از مدل پیشین و مدل جدید (در حالت معنی داری ضرایب)

نام شرکت	امتیاز کل	رتبه قبلی	امتیاز کل در مدل جدید	رتبه جدید
شستان	0.7	BB	0.89	A
خرینگ	0.37	C	0.74	BB
وآذر	0.65	B	0.86	A
دهدشت	0.67	B	0.84	BBB
شلرد	0.77	BBB	0.87	A
شفا	0.83	BBB	0.88	A
فمراد	0.65	B	0.42	CC
شمواد	0.63	B	0.84	BBB
ثنظام	0.64	B	0.86	A
وشمال	0.75	BB	0.89	A
ثنوسا	0.77	BBB	0.38	C
ممسنی	0.72	BB	0.37	C
تکنو	0.71	BB	0.84	BBB
قثابت	0.72	BB	0.85	BBB
کفرآور	0.79	BBB	0.87	A
کازرو	0.82	BBB	0.89	A

رتبه جدید	امتیاز کل در مدل جدید	رتبه قبلی	امتیاز کل	نام شرکت
AA	0.92	A	0.85	وسدید
D	0.28	B	0.6	ثرود
AA	0.92	A	0.87	چکارن
A	0.9	A	0.84	خمهر
C	0.37	B	0.66	تشتاد
A	0.86	BB	0.69	ثغرب
C	0.39	BBB	0.78	ولتجار
BBB	0.77	C	0.38	وملت
BB	0.7	CC	0.47	سفاسی
A	0.86	CC	0.51	کهرام
BBB	0.78	CCC	0.55	کایتا
BBB	0.76	CCC	0.53	تکنار

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

در نهایت نتایج بدست آمده بیانگر این موضوع بود که با استفاده از رویکردهای اعتبارسنجی مورد استفاده در این مطالعه می‌توان با استفاده از روش‌های سنتی میانگین - واریانس با محاسبه بازدهی وام‌ها و نکول آنها به بهینه‌سازی پورتفوی اعتبارات بانک‌ها پرداخت. در نهایت لازم به ذکر است که مدل سنجش اعتباری با توجه به شاخص‌های برآورد شده در جدول زیر امکان بهینه‌سازی در پرتفوی اعتبارات بانک را بوجود می‌آورد.

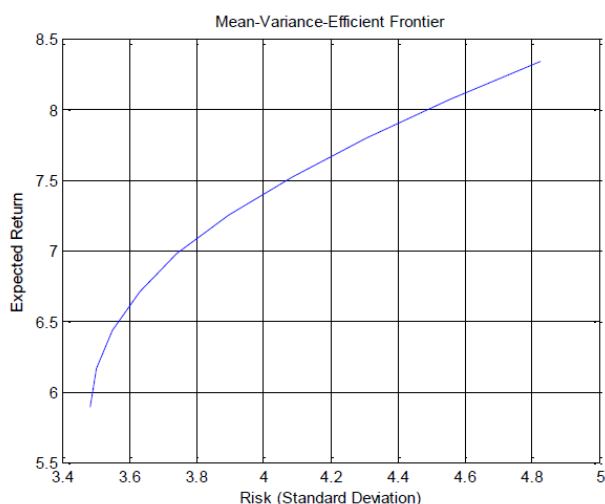
زیان غیر منتظره شرکت‌های مورد بررسی نمونه تحقیق

سال	خسایا	سشرق	ثغرب	چکارن	ممسنی	دهدشت	وآذر	غدام	کسرام
1394Q1	0.0201	0.0017	0.0148	0.0274	0.0150	0.0069	0.0059	0.0197	0.0093
1394Q2	0.0213	0.0139	0.0175	0.0286	0.0163	0.0052	0.0071	0.0264	0.0120
1394Q3	0.0208	0.0163	0.0140	0.0171	0.0095	0.0035	0.0042	0.0269	0.0176
1394Q4	0.0191	0.0154	0.0113	0.0276	0.0064	0.0021	0.0049	0.0196	0.0181
1395Q1	0.0185	0.0149	0.0171	0.0194	0.0155	0.0060	0.0067	0.0063	0.0166
1395Q2	0.0217	0.0178	0.0162	0.0092	0.0063	0.0064	0.0053	0.0063	0.0237
1395Q3	0.0233	0.0165	0.0148	0.0152	0.0051	0.0020	0.0056	0.0132	0.0232
1395Q4	0.0245	0.0204	0.0172	0.0130	0.0050	0.0035	0.0045	0.0167	0.0235
1396Q1	0.0239	0.0139	0.0136	0.0121	0.0032	0.0020	0.0046	0.0098	0.0175
1396Q2	0.0241	0.0139	0.0165	0.0174	0.0177	0.0037	0.0059	0.0215	0.0127
1396Q3	0.0242	0.0142	0.0152	0.0173	0.0128	0.0021	0.0050	0.0213	0.0091
1396Q4	0.0217	0.0067	0.0112	0.0101	0.0073	0.0023	0.0046	0.0131	0.0122
1397Q1	0.0186	0.0042	0.0105	0.0059	0.0054	0.0014	0.0044	0.0092	0.0093

سال	خسایا	سشرق	ثغرب	چکارن	ممسنی	دهدشت	وآذر	غدام	کسرام
1397Q2	0.0205	0.0052	0.0161	0.0012	0.0026	0.0019	0.0050	0.0062	0.0095
1397Q3	0.0183	0.0052	0.0118	0.0002	0.0028	0.0016	0.0042	0.0063	0.0098

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

در شکل زیر مرز کارای پرتفوی اعتباری نظام بانکی را نشان می‌دهد. این نمودار، مکان هندسی تمامی سبدهای کارا است و ارتباط بین بازده مورد انتظار پرتفوی اعتباری و ریسک پرتفوی اعتباری را نشان می‌دهد. در نقطه شروع، شیب نسبتاً بالای این نمودار این مفهوم را می‌رساند که بازده بیشتر فقط با افزایش ناچیز ریسک، امکان پذیر است. اما با حرکت در طول نمودار به سمت بالا ملاحظه می‌شود شیب نمودار آرام آرام کاهش می‌یابد و در نهایت در انتهای نمودار کمترین مقدار شیب را شاهد هستیم که این حالت این مفهوم را می‌رساند که در ریسک های بالاتر برای کسب کمی بازده بیشتر، باید ریسک به میزان قابل توجهی افزایش یابد.



شکل (2): مرز کارای پرتفوی اعتباری نظام بانکی

فهرست منابع

ابراهیمی، بابک و محمودی، رضوان (۱۳۹۵)، بررسی و انتخاب بهترین ترکیب داری و بدهی بانک های ایرانی، تهران، دانشگاه خاتم، پژوهشکده فنی و مهندسی.
 دائی کریمزاده، سعید (۱۳۹۵)، ترکیب بهینه تسهیلات مشارکتی بانکهای تجاری ایران در بخشهای اقتصادی با استفاده از نظریه فرا مدرن سبد سرمایه‌گذاری، مدیریت دارایی و تأمین مالی، ۴(۴)، ۱۷-۲۸.

صالحی، فهیمه؛ جعفری اسکندری، میثم و صالحی، مجتبی (۱۳۹۳)، بهینه‌سازی سبد تسهیلات اعطایی موسسات مالی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی بانک تجارت)، فصلنامه توسعه مدیریت پولی و بانکی، ۲، ۳، ۱-۲۲.

مشهدی بان ملکی، محمدرضا، سوری، علی، ابراهیمی، محسن، مهرآرا، محسن، ماجد، وحید (۱۳۹۹)، ترکیب بهینه سبد دارایی بانک‌ها در واکنش به شرایط اقتصادی (مطالعه موردی بانک تجارت). فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۹(۳۵)، ۱۵۵-۱۷۳.

منصوری، علی و آذر، عادل (۱۳۸۱)، طراحی و تبیین مدل کارآمد تخصیص تسهیلات بانکی رویکرد شبکه‌های عصبی، رگرسیون لجستیک و خطی، مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی.

مهرآرا، محسن و صادقیان، صغری (۱۳۸۷)، تعیین ترکیب بهینه وام در بخش‌های اقتصادی: (مطالعه موردی بانک سامان)، اقتصاد مالی، ۲، ۵، ۱۱۶-۱۳۴.

- Basel Committee on Banking Supervision, Principal for Management of Credit Risk September 2000.
- Campbell, R. Harvey, John C. Liechty, Merrill W. Liechty, and Peter Mueller. (2010). Portfolio Selection with Higher Moments, University of Texas M.D. Anderson Cancer Center, Houston, TX 77030, USA.
- Edwin, J. Elton, Martin, J. Gruber, Stephen, J. Brown, William, N. Goetzmann. (2010). Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. Business & Economics, 752 pages.
- Jim, V. (2016). Business Cycle Based Portfolio Optimisation, Tilburg School of Economics and Management, Tilburg University, MSc Finance thesis November.
- Korn, R. (1997). Optimal Portfolios: Stochastic Models for optimal investment and Risk management in continuous time, World Scientific, Singapore.
- Marcucci, J., Quagliariello, M. (2006). "Is bank portfolio riskiness procyclical?, Evidence from Italy using a vector autoregression", Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, Volume 18, Issue 1, 46-63.
- Pim Van Vliet, (2011). "Dynamic Strategic Asset Allocation: Risk and Return Across Economic Regimes", SSRN Electronic Journal, Vol. 12, 360-375.
- Saunders, A. and Allen, L (2002), Credit Risk Measurement. Second Edition, New York: John Wiley and Sons.
- Siegel (1991). "Investment Portfolio Management Using the Business Cycle Approach", Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania E-mails: 1 Audrius.Dzikevicius@vgtu.lt (corresponding author); 2 jarvet@gmail.com Received 27 July 2012; accepted 25 October 2012.
- Treacy, William F; Carey Mark S. (1998), Credit risk rating at large U.S. banks, Federal Reserve Bulletin, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S).
- Wilson T., (1997), Credit Risk Modeling: A New Approach, New York: Mc Kinsey Inc.
- Zhang, Y., Li, X. & Guo, S. (2018). "Portfolio selection problems with Markowitz's mean-variance framework: a review of literature". Fuzzy Optim Decis Making, 17, 125-158.

Optimizing The Bank's Credit Portfolio, Based on The Credit Assessment Method

Farrokh Pourbijan

Department of Financial Management, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran.
farrokh.pourbijan@gmail.com

Reza Gholami-Jamkarani

Department of Accounting, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran. (Corresponding Author)
gholami@qom-iau.ac.ir

Mirfeiz Fallah shams

Department of Finance, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
fallahshams@gmail.com

Hamidreza Kordlouie

Department of Finance, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
hamidreza.kordlouie@gmail.com

Hossein Jahangirnia

Department of Accounting, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran.
hosein_jahangirnia@qom-iau.ac.ir

Abstract

Today, banks as providers of credit facilities, due to having a diverse portfolio of granted facilities, are facing credit risk, which due to the continuous change in economic systems, the dimensions of credit risk are getting wider day by day, which shows the need of the banking industry to provide methods. The new thing is to calculate the credit risk in order to manage the credit risk and finally reduce the default of the recipients of the facilities and prevent the bankruptcy of the banks. Therefore, the purpose of this research is to optimize the bank's credit portfolio based on the credit assessment method, the goal of credit portfolio management is to select the optimal credit portfolio that is a guide for the bank to achieve the highest return from granting facilities with risk and the statistical population of this research is active companies. It was a stock exchange that used bank. In this research, in order to optimize the bank's credit portfolio, using the Markov Regime Change (MS) model, the factors affecting the probability of customer default were estimated, and the risk transfer matrix was calculated, and then the correlation between the time series of the probability of default with the value model in Risk exposure (VAR) has been calculated and finally, by using the estimation of marginal expected loss (MES) and the expected return on the facilities received by the borrowers, the optimal composition of the bank's credit portfolio has been chosen. In this research, Ox-Metrics and Eviews software were used for statistical analysis, and the statistical data of this research is based on the accounting data of customers who receive facilities.

Keywords: risk management, credit risk, value at risk, expected marginal loss, Markov chain.

