



فصلنامه راهبرد مدیریت مالی

دانشگاه الزهرا

سال یازدهم، شماره چهل و دوم، پاییز ۱۴۰۲

صفحات ۲۱۸-۱۹۳



مقاله پژوهشی

مدلسازی ریسک اعتباری با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ<sup>۱</sup>

سیدفضل‌اله انیران<sup>۲</sup>، سیدعلی نبوی چاشمی<sup>۳</sup>، علی ثریایی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۳

### چکیده

یکی از عوامل مهم مشکلات سیستم بانکی، عدم توجه کافی به ریسک اعتباری است. نادیده گرفتن توان اعتباری متقاضیان و تسهیلات تکلیفی، بانکها را با حجم قابل توجهی از دارایی‌های مشکل‌دار و انبوهی از تسهیلات غیرجاری روبه‌رو کرده و توان تامین مالی آنها را به شدت کاهش داده است. روش‌های هوشمندی همچون مدل سوئیچینگ چندمتغیره به دلیل رفتار مبتنی بر تجزیه چندگانه، امکان یافتن پاسخ‌های مناسب برای پیش‌بینی میزان ریسک را فراهم می‌نمایند. هدف از این پژوهش مدلسازی ریسک اعتباری برخی از بانک‌های ایرانی با استفاده از روش مارکوف سوئیچینگ می‌باشد. به منظور جلوگیری از ضررهای احتمالی بانکها، مطالعه متغیرهایی که تاثیر بسزایی در ایجاد شرایط پرخطر و بحرانی دارند، مهم است. این مسئله را می‌توان از طریق مدل مارکوف دو رژیمی که روشی مفید برای توصیف فرآیندی که طی آن متغیرها در یک سری حالت‌ها در زمان پیوسته مورد سنجش فرار می‌گیرند، مدل‌سازی کرد. بنابراین در این پژوهش با تحلیل متغیرهای مستقلی همچون متغیرهای اقتصادی خرد و کلان، عوامل مالی، شوک‌های خارجی و شاخص درماندگی مالی با استفاده از روش سوئیچینگ چندمتغیره به شناسایی، امتیاز دهی و تعیین تاثیر هر یک از متغیرهای مستقل مورد بررسی در کنترل ریسک اعتباری و در نتیجه پیش‌بینی ریسک اعتباری در بانکها پرداخته می‌شود. در این راستا سه فرضیه تعیین شد و از داده‌های سالانه بانک‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران در بازه سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۸ برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شد. نتایج حاصل از آزمایشات در نرم‌افزار MATLAB نشان از عملکرد مناسب دقت پیش‌بینی ریسک روش مبتنی بر مارکوف سوئیچینگ چندمتغیره دارد.

**واژگان کلیدی:** ریسک اعتباری، پیش‌بینی، مدل مارکوف سوئیچینگ چندمتغیره.

**طبقه‌بندی موضوعی:** G01, G21, G32

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/JFM.2023.33353.2427

۲. دانشجو، گروه مالی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. Email: aniran1969@gmail.com

۳. دانشیار، گروه مالی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. (نویسنده مسئول) Email: anabavichashmi2003@gmail.com

۴. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. Email: ali.sorayaee@gmail.com

## مقدمه

از نظر بلینی<sup>۱</sup>، فرایند مدیریت ریسک اعتباری، فرایندی متشکل از مراحل شناسایی، ارزیابی، تجزیه تحلیل و نظارت پی در پی بر ریسک اعتباری با در نظر گرفتن شرایط متغیر محیطی از جمله شرایط سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و... می‌باشد. امروزه یکی از مهمترین موضوعات در مدیریت توان مالی بانکها و پیشگیری از ورشکستگی بانکها، بحث کنترل ریسک اعتباری از جوانب مختلف می‌باشد. از این‌رو، افزایش یا کاهش برخی از متغیرهای تاثیرگذار بر توان مالی بانکها از جمله عوامل اقتصادی خرد و کلان، عوامل مالی و شوک‌های خارجی می‌تواند بانک‌ها را با چالش‌های جدی و پیامدهای خطرناک ناشی از ریسک اعتباری مواجه کند.

عوامل مختلفی در شناسایی راه‌های تعدیل منابع مالی نقش دارند بطوریکه بکارگیری این عوامل می‌تواند موجب کاهش ریسک‌های اعتباری و پیشگیری از عدم مدیریت درست و به موقع ریسک اعتباری در بانکها گردند. این عوامل به چهار دسته کلی از جمله متغیرهای خرد اقتصادی، کلان اقتصادی، عوامل مالی و شوک‌های خارجی تجزیه می‌شوند. بکارگیری روش‌های آماری یا هوشمندی که بتواند به تحلیل و بررسی روابط میان این عوامل به منظور تصمیم‌گیری در جهت ارائه راهبردی برای تعدیل تامین مالی و کنترل ریسک اعتباری در بانکها بپردازد، امری مهم بوده و نیاز به مطالعه و بررسی عمیقی دارد (بلینی، ۲۰۱۹).

روش‌های معمول از جمله رگرسیون برای پیش‌بینی و کنترل ریسک اعتباری دارای چالشهایی هستند که استفاده از آنها، تا حدی فرآیند پیش‌بینی و سنجش میزان ریسک‌ها را با مشکلاتی همچون توانایی پایین در برقراری تعادل و عدم تضمین یافتن پاسخ مناسب برای مسئله مواجه می‌کند. این مشکلات به دلیل رفتار سیستماتیک و قطعی این نوع روش‌ها رخ می‌دهد. برای مرتفع کردن این مشکلات، روش مارکوف سوئیچینگ چندمتغیره معرفی شدند. روش مارکوف سوئیچینگ چندمتغیره به دلیل رفتار مبتنی بر تجزیه چندگانه، امکان یافتن پاسخ‌های مناسب را فراهم می‌کند و مشکل روش‌های معمول رگرسیون از جمله حساسیت به میزان ضرایب کنترل‌کننده متغیرهای مستقل را ندارد (بلینی، ۲۰۱۹).

بنابراین، برای جلوگیری از پیامدهای خطرناک ناشی از ریسک اعتباری باید به کنترل این ریسک پرداخت. در این راستا فرایند کنترل و مدیریت ریسک اعتباری مطرح می‌گردد. از این‌رو، در این پژوهش با تحلیل متغیرهای تاثیرگذار با استفاده از روش سوئیچینگ چندمتغیره به امتیازدهی به عوامل مختلف موثر در کنترل ریسک اعتباری، درجه‌بندی آنها و در نتیجه، پیش‌بینی ریسک پرداخته می‌شود. به عنوان نوآوری جدید، از شاخص درماندگی مالی در کنار برخی دیگر از عوامل مالی از جمله تورم، کسری بودجه، اعتبارات، صادرات و نسبت M2 به ذخایر ارزی به عنوان متغیر مالی استفاده شد. در این راستا، از مدل مارکوف سوئیچینگ دو رژیم با مشخصات همبستگی برای تحلیل متغیرهای اقتصادی و مالی مورد بررسی و ارزیابی تاثیر هر یک در سنجش ریسک اعتباری استفاده می‌شود. تکنیک سوئیچینگ چندمتغیره مبتنی بر شاخص‌های عملکردی برای پیش‌بینی میزان ریسک اعتباری در بانک،

راهبردی مناسب برای افزایش تامین مالی و مدیریت ریسک اعتباری در بانکها است و از این تکنیک در جهت بررسی و تحلیل روابط میان متغیرهای مختلف و تاثیرگذار در تعدیل تامین مالی برای پیش‌بینی میزان ریسک اعتباری در بانکها استفاده می‌گردد.

برای انجام این پژوهش، ابتدا به بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش در سالهای اخیر پرداخته می‌شود. سپس، فرضیه‌ها مطرح شده و روش پژوهش از جمله روش مارکوف سوئیچنگ چندمتغیره برای ارزیابی ریسک اعتباری به واسطه تحلیل روابط میان برخی از متغیرهای مالی و اقتصادی خرد و کلان پرداخته می‌شود و در ادامه با استفاده از آمارهای توصیفی و استنباطی به تحلیل نتایج حاصل از پژوهش و تصمیم برای رد یا تایید فرضیه‌های مطرح شده، پرداخته می‌شود و در نهایت، به نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه شده است.

### مبانی نظری

امروزه مهمترین مبحث در نظام بانکداری، بحث ارزیابی و سنجش ریسک اعتباری می‌باشد. امروزه افزایش روز افزون سپرده‌گذاری در بانکها، فعالان اقتصادی و شرکت‌های بانکی را با چالش‌های جدی مواجه نموده است. یکی از چالش‌های مهم در بحث سپرده‌گذاری و تخصیص سرمایه بانکی، عدم بازپرداخت بدهی و بازده پایین می‌باشد که این مشکل به نوبه خود می‌تواند منجر به ورشکستگی بانک گردد و بعضاً در برخی موارد اگر درصد کمی از اعتبارهای اعطایی قابل وصول نباشد، بانک با خطر ورشکستگی روبرو خواهد شد. طی ۱۵ سال گذشته، تحولات عمده در بازارهای مالی موجب پیچیده تر شدن رویکردهای ارزیابی و مدیریت ریسک از جمله ریسک اعتباری شده است. تعریفی کلاسیک از ریسک اعتباری در صنعت بانکداری کشورهای توسعه‌یافته، از روابط میان بانکدار و مشتری ناشی می‌شود. به طور مثال، افزایش ریسک اعتباری می‌تواند باعث ورشکستگی یک موسسه مالی یا منجر به تخلیه قابل‌توجهی از سرمایه و ارزش خالص گردد و تاثیر منفی بر رشد و توانایی رقابت با سایر بانکها بگذارد (تران<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). از این‌رو، ارزیابی و کنترل ریسک اعتباری همواره به یکی از چالش‌های مهم در صنعت بانکداری و همچنین سایر واسطه‌های مالی تبدیل شده است و همچنان یکی از مهمترین اولویت‌های اصلی در امور بانکی است که مستقیماً در بحران مالی دخیل است. این پژوهش رابطه‌های میان برخی از شاخص‌های اقتصادی و مالی را از جنبه میزان تاثیرگذاری آنها بر تخمین ریسک اعتباری به روش مارکوف سوئیچینگ بررسی کرده است و با هدف شناسایی شاخص‌هایی که باعث ایجاد شرایط پرریسک می‌شوند، دوره‌های ریسک از جمله دوره‌های کم ریسک و پر ریسک را مشخص می‌کند. روش‌های هوشمندی همچون مدل سوئیچینگ چندمتغیره به دلیل رفتار مبتنی بر تجزیه چندگانه و زیربخش‌سازی خودکار راه‌حلهای امکان‌یافتن پاسخ‌های مناسب برای پیش‌بینی میزان ریسک را فراهم می‌نمایند و از مزایای مهمی همچون سادگی و دقت پیش‌بینی خارج از نمونه برخوردار است. از این‌رو، در این پژوهش مدلسازی ریسک اعتباری برخی از بانک‌های ایرانی با استفاده

از روش مارکوف سوئیچینگ مد نظر می‌باشد. به منظور جلوگیری از ضررهای احتمالی بانکها، مطالعه متغیرهایی که تاثیر بسزایی در ایجاد شرایط پرخطر و بحرانی دارند، مهم است. این مسئله را می‌توان از طریق مدل مارکوف دو رژیم که روشی مفید برای توصیف فرایندی که طی آن متغیرها در یک سری حالت‌ها در زمان پیوسته مورد سنجش فرار می‌گیرند، مدل‌سازی کرد. بنابراین روش مارکوف سوئیچینگ با تکیه بر روند تغییر رژیم می‌تواند منجر به زیر بخش سازی بیشتر راه حل‌ها و در نتیجه تحلیل جزئی تر آنها گردد و در نتیجه این خود باعث می‌شود که انتظار بیشتری از مدل سوئیچینگ در مقایسه با روش‌هایی همچون رگرسیون برای ارزیابی و پیش‌بینی ریسک اعتباری داشته باشیم، زیرا رگرسیون از طرفی قادر به پرداختن به شاخص‌های داده از جنبه درونی و بیرونی نیست اما سوئیچینگ این قابلیت را دارد. منظور از ساختار درونی و بیرونی شاخص‌های داده یعنی پرداختن به مقادیر داده‌ها از تمام جوانب ممکن است و از طرفی محدودیت‌های روش رگرسیون را ندارد. در رگرسیون فرض بر این است که رابطه علت و معلولی بین متغیرها بدون تغییر باقی می‌ماند. این فرض ممکن است همیشه خوب نباشد و بنابراین برآورد مقادیر یک متغیر که بر اساس معادله رگرسیون ساخته شده است ممکن است منجر به نتایج اشتباه و گمراه‌کننده شود و یا حتی اگر داده‌های بیشتری در نظر گرفته شود، رابطه عملکردی که بین دو یا چند متغیر بر اساس برخی داده‌های محدود ایجاد می‌شود، ممکن است خوب نباشد (داس و روی<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱).

همان‌طور که اشاره شد یکی از راهکارهای هوشمندانه ارزیابی ریسک اعتباری، بکارگیری مدل‌های زنجیره‌ای مارکوف یا مدل سوئیچینگ می‌باشد که یک فرایند تصادفی مبتنی بر ماتریس‌های گذار و احتمال انتقال است. مدل مارکوف سوئیچینگ با تحلیل روابط میان متغیرهای تاثیر گذار بر ریسک اعتباری به ارزیابی و تصمیم‌گیری در جهت وضعیت نرمال یا غیر نرمال بانک‌ها می‌پردازد. در این پژوهش برخی از متغیرهای مالی و عوامل اقتصادی خرد و کلان به عنوان متغیرهای مستقل و تصمیم‌گیرنده در مدل هوشمندانه تغییر رژیم مارکوف برای ارزیابی ریسک اعتباری در نظر گرفته شده است که در بخش جامعه آماری به تعریف جزئی هر یک از متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده پرداخته می‌شود. به عبارت دیگر، مدل هوشمندانه مارکوف سوئیچینگ با تحلیل خصوصیت‌های (متغیرهای مستقل) داده‌های بانکی از جمله مشخصه‌های مالی و اقتصادی خرد و کلان مربوط به هر یک از معاملات و وام‌های تخصیص یافته به مشتریان به تصمیم‌گیری برای تعیین حالت رژیم همچون حالت نرمال یا غیرنرمال (ریسک) می‌پردازد. در این پژوهش با الهام از ایده اولیه محقق همیلتون به بررسی مدل مارکوف سوئیچینگ دو رژیم برای ارزیابی ریسک اعتباری پرداخته می‌شود. به طوریکه، متغیرهای اقتصادی و مالی از جمله کفایت سرمایه، کیفیت دارایی، نقدینگی سیستم بانکی، نرخ رشد تولید داخلی واقعی، تورم، کسری بودجه، نسبت  $M2$  به ذخایر ارزی، اعتبارات خصوصی، اعتبارات دولتی، دو شاخص درماندگی مالی، شوک‌های خارجی و نرخ ارز به ترتیب متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده در مدل مارکوف سوئیچینگ مورد بررسی در این پژوهش هستند و مشخصه نرمال یا غیرنرمال (ریسک) وضعیت بانک به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود.

## مروری بر پیشینه پژوهش

در راستای پژوهش مورد بررسی، اخیراً محققان به روش‌های هوشمند برپایه آمار برای پیش‌بینی ریسک اعتباری گرایش یافته‌اند و در مدل‌هایشان از شاخصهای نوین‌تری برای ارزیابی ریسک اعتباری استفاده کرده‌اند، به طور مثال برخی از روش‌های ارائه شده ریسک اعتباری که بر مبنای رتبه بندی و امتیازدهی هستند از شاخص‌های مهمی همچون امتیاز فایکو برای ارزیابی تسهیلات اعطایی و به دنبال آن ارزیابی ریسک اعتباری بهره می‌برند (آب‌هیشک<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰). در ادامه به بررسی برخی از پژوهش‌ها جدید صورت گرفته در حوزه ارزیابی ریسک اعتباری به واسطه تکنیک‌های هوشمندانه پرداخته می‌شود.

(رحمان<sup>۲</sup> و چارفدین<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰) این مطالعه به بررسی رابطه برخی از عوامل توسعه مالی و رشد اقتصادی تاثیر گذار بر بخش بانکی در پاکستان در طی دوره ۱۹۷۵-۲۰۱۷ با استفاده از روش سوئیچینگ مارکوف می‌پردازد. در این راستا از روش تجزیه و تحلیل مولفه اصلی و با در نظر گرفتن بدهی‌های نقدینگی به عنوان درصد تولید ناخالص داخلی، اعتبار خصوصی به عنوان درصد تولید ناخالص داخلی و دارایی‌های بانکهای تجاری به عنوان نسبت دارایی‌های بانکهای تجاری به علاوه دارایی‌های بانک مرکزی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را تولید کرده و سپس، به تحلیل روابط میان این شاخص‌ها در جهت سنجش ریسک اعتباری پرداختند. نتایج حاصل از یافته‌های پژوهش آنها نشان می‌دهد توسعه مالی در رشد اقتصادی پایین و بالا در پاکستان به رشد اقتصادی کمک منفی کرده و بالطبع، تاثیر منفی بر ریسک اعتباری دارد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران بانکی ممکن است سیاست‌های توسعه مالی را مجدداً مورد بازبینی قرار دهند تا بخش مالی به روند رشد اقتصادی پاکستان و شرایط بحران بانکی کمک مثبت کند.

(آیینده<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۲۰) این مطالعه به مدلسازی رفتار بانک مرکزی نیجریه می‌پردازد. به منظور ثبت رفتارهای پیشین و پسین مقامات پولی کشور، از رویکرد رگرسیون پویای مارکوف سوئیچینگ با مطالعه داده‌های بانکی در دوره ۱۹۸۱ الی ۲۰۱۷ استفاده شد. در این مطالعه مشخص شد که عرضه پول در نیجریه درون زا است و در نتیجه نشان داد که بانک مرکزی نیجریه به طور متقابل عمل کرده است نه اینکه در دوره مورد بررسی به برخی قوانین سیاست پولی پایبند باشد. نتایج نشان داد که عوامل خطر سیاسی به ویژه در دوره رژیم نرخ بهره بالا به طور قابل توجهی رفتار بانک را متعادل می‌کند. با یا بدون در نظر گرفتن اثرات خطرات سیاسی در نظر گرفته شده، رژیم نرخ بهره پایین، پایدارتر از رژیم نرخ بهره بالا بود. براساس این یافته‌ها، پیشنهاد آنها بر مبنای کنترل تورم به عنوان یکی از استراتژی‌های سیاست مقامات پولی در نیجریه می‌باشد.

(دی لئون<sup>۵</sup>، ۲۰۲۰) این مطالعه به بررسی شناسایی عوامل کلان اقتصادی موثر بر ریسک اعتباری و سپس تحلیل رابطه میان ریسک اعتباری و عوامل کلان اقتصادی و تاثیر آن بر سودآوری ۲۰ بانک منتخب از کشورهای اندونزی، مالزی، تایلند و فیلیپین با در نظر گرفتن داده‌های بانکی دوره ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷

1. Abhishek
2. Rahman
3. Charfeddine
4. Ayinde
5. De Leon

می‌پردازد. برای این منظور از مدل اثرات تصادفی و سپس رگرسیون حداقل مربعات معمولی استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان‌دهنده تاثیر مستقیم و مثبت رشد تولید ناخالص داخلی، کفایت سرمایه، اعتبارات داخلی ریسک اعتباری بر ریسک اعتباری است. همچنین، نشان داده شد که ارتباط میان رشد تولید ناخالص داخلی و ریسک اعتباری بر میزان بازده حقوق صاحبان سهام در سطح ۵ درصد از اهمیت تأثیر منفی می‌گذارد و نرخ تورم را ۰/۳۲۳ درصد افزایش می‌دهد. از نظر نفوذ، تورم بیشترین تأثیر را بر بازده حقوق صاحبان سهام و پس از آن رشد تولید ناخالص داخلی و ریسک اعتباری دارد. ریسک اعتباری و رشد تولید ناخالص داخلی بر میزان بازده دارایی‌ها در سطح ۵ درصد از اهمیت منفی تأثیر می‌گذارد. بازده حقوق صاحبان سهام همچنین تحت تأثیر افزایش نرخ تورم قرار گرفت. این مطالعه کمک کننده بانک‌ها و مدیران بانک‌ها، سپرده‌گذاران، سرمایه‌گذاران، سیاست‌گذاران و دولت‌ها در شناسایی عوامل موثر بر ریسک اعتباری و سودآوری بانک‌ها می‌باشد.

(سوسینلی<sup>۱</sup> و دیگران، ۲۰۱۸)، به موضوع ریسک اعتباری در بانک‌های اروپایی پرداخته‌اند. آنها از طریق بررسی رویکردهای مبتنی بر رتبه بندی داخلی معتبر در بانک‌ها، به ارتقای روش‌های مدیریت کارا ریسک اعتباری پرداختند. تجزیه و تحلیل تجربی آنها مبتنی بر مجموعه داده‌های پانلی ۱۷۷ بانک اروپایی غربی از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵، پس از بحران‌های مالی و اقتصادی می‌باشد و آنها دریافته‌اند که بانک‌هایی که از تکنیک رتبه بندی داخلی استفاده می‌کنند، قادر به کنترل و مهار افزایش ریسک اعتباری ناشی از رکود اقتصادی می‌باشند و این استراتژی نسبت به بانک‌هایی که رویکرد استاندارد دارند مطلوبتر می‌باشد. (حسن<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۸)، در پژوهشی به ارزیابی ریسک نقدشوندگی، ریسک اعتباری و ثبات در بانک‌های اسلامی و متعارف پرداخته‌اند. هدف از پژوهش آنها، ارائه یک مدل ارزیابی کامل از ریسک نقدینگی بانک‌های اسلامی در مقایسه با بانک‌های متعارف بود. در ابتدا رابطه بین ریسک نقدینگی و اعتباری بررسی می‌شود. با استفاده از رویکرد معادلات ساختاری، بر روی یک مجموعه داده‌های ۵۲ بانک اسلامی و متعارف که برای دوره ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۵ انتخاب شده بود دریافته‌اند که ریسک اعتباری و ریسک نقدینگی رابطه منفی با یکدیگر دارند.

(چان<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۸)، به ارزیابی رابطه بین تکنیک‌های مدیریت ریسک اعتباری و عملکرد مالی موسسات تامین مالی خرد پرداختند. به طور خاص، مطالعه آنها به بررسی این موضوع می‌پردازد که آیا رابطه ای میان مشخصه‌هایی همچون شناسایی ریسک اعتباری، ارزیابی ریسک اعتباری، نظارت بر ریسک اعتباری، کاهش ریسک اعتباری و عملکرد مالی موسسات تامین مالی خرد در موسسه ای با ۶۰ عضو در دپارتمان اعتبارات و تامین مالی، وجود دارد یا خیر. علاوه برای این تاثیر شاخص‌های اقتصادی همچون کفایت سرمایه، کیفیت و نرخ رشد تولید داخلی واقعی بر ریسک اعتباری را مورد بررسی قرار دادند و به تاثیر مثبت این شاخص‌های بر ریسک اعتباری پی بردند.

1. Cucinelli
2. Hassan
3. Chan



علی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۸)، به مطالعه بررسی میزان تاثیر کیفیت حاکمیت شرکت بر ریسک نکول با تاکید بر نقش فرصت های رشد و نقدینگی سهام پرداختند. مجموعه ای از ریسک های نکول، یک محیط تجاری متمایز، یافته های پژوهش مبهم و بی نتیجه ادبیات پژوهش، کشور استرالیا را بعنوان موضوعی جالب بدل کرده است که باعث شده است تا محققان به دنبال بررسی رابطه بین حاکمیت شرکتی و ریسک نکول باشند. محققان با استفاده از یک گروه بزرگ از ۱۰۸۶ شرکت غیر مالی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳، متوجه شدند که شرکت هایی با حاکمیت شرکتی مطلوبتر رابطه معنی دار با فرصت های رشد بیشتر دارند و در کنار این به بررسی عوامل موثر بر ریسک اعتباری نیز پرداختند و نشان دادند که متغیرهای مالی همچون تورم، کسری بودجه و نسبت M2 تأثیری منفی و شاخص های نرخ رشد تولید واقعی، کیفیت دارایی و اعتبارات داخلی و خارجی تأثیری مثبت بر ریسک اعتباری دارد.

(مدنی تنکابنی و همکاران، ۱۳۹۹) این مطالعه به برآورد اثر متغیرهای تاب آوری اقتصاد کلان بر ریسک اعتباری نظام بانکی با استفاده از داده های سالیانه ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۶ برای ۱۲۵ کشور در قالب مدل رگرسیون گشتاور تعمیم یافته پرداخت. نتایج نشان می دهد شاخص های حکمرانی خوب، انعطاف پذیری بازار و همچنین توسعه انسانی بر ریسک اعتباری تأثیر منفی و معنی دار داشته است. تأثیر شاخص های بی ثباتی اقتصاد کلان و هزینه های شروع کسب و کار بر ریسک اعتباری، موافق انتظار مثبت و معنی دار است. افزون بر این مجموع نرخ های تورم و بیکاری، توسعه انسانی، مطالبات غیر جاری بانکی در سال گذشته و ثبات سیاسی بیشترین درجه اثرگذاری را داشته اند. در ضمن اثر متقاطع ثبات سیاسی و حکمرانی خوب با بی ثباتی اقتصاد کلان، ریسک اعتباری نظام بانکی را کاهش داده است. اثر مطالبات غیر جاری در دوره قبل و نسبت حاشیه سود به درآمد ناخالص، مثبت و اثر نسبت کفایت سرمایه نیز منفی و معنی دار برآورد شده است.

(رستم زاده و همکاران، ۱۳۹۷) به بررسی میزان اثرگذاری متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک اعتباری صنعت بانکداری ایران طی سال های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ با بهره گیری از آزمون استرس پرداختند. ابتدا با استفاده از مدل خود توضیحی با وقفه های توزیعی گسترده متغیرهای کلان اقتصادی تاثیرگذار بر ریسک اعتباری شناسایی و میزان تاثیرگذاری هر یک بر این متغیر مشخص شده است. بر این اساس متغیرهای نرخ تورم، نرخ ارز، نرخ بیکاری و شاخص مسکن در مجموع تاثیر 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. در ادامه با بهره گیری از آزمون استرس، شبیه سازی وضعیت های بحرانی و پیش بینی مقادیر ریسک اعتباری در ۴ فصل سال ۱۳۹۶ انجام شده که این امر در قالب سه سناریو با عناوین سناریوهای استرس خفیف، استرس شدید و ابر استرس صورت گرفته است که در هر کدام، شوک های متفاوتی بر متغیرهای تاثیرگذار بر ریسک اعتباری اعمال می شود. نتایج به دست آمده از آزمون استرس نشان دهنده افزایش نرخ ارز، افزایش نرخ تورم، کاهش رشد اقتصادی و همچنین انباشت مقادیر گذشته ریسک اعتباری، باعث افزایش سریع و در سناریوهایی با شوک های شدیدتر، منجر به افزایش افسار گسیخته ریسک اعتباری در دوره های بعد باشد.

(حیدری و همکاران، ۱۳۹۰، ۲۱۹:۱۹۱) در تحقیقی تحت عنوان "بررسی اثر شاخص‌های کلان اقتصادی بر مطالبات معوق بانک‌ها" به این نتیجه رسید که شرایط اقتصاد کلان و دخالت‌های دولت و بانک مرکزی در اقتصاد به همراه ادوار تجاری که در بستر اقتصاد جهانی شکل می‌گیرد، می‌تواند باعث تحریک سودآوری شرکت‌ها و گیرندگان انفرادی وام‌ها شده و مجموع تسهیلات و مطالبات معوق سیستم بانکی را تحت تاثیر قرار دهد. تاثیر شوک متغیرهای اقتصادی که از اجرای سیاست‌های پولی و مالی نظیر تورم، رشد ناخالص داخلی بدون نفت، حجم نقدینگی و نرخ سود تسهیلات به وجود می‌آید که دارای بیشترین تاثیرات بر روی مطالبات معوق سیستم بانکی نسبت به سایر متغیرهای کلان اقتصادی هستند. براساس مطالعه پیشینه پژوهش، واضح است که بانک‌ها نقش مهمی در هر اقتصادی ایفا می‌کنند. همچنین تسهیلات اعتباری و سپرده‌هایی که از خدمات سنتی به بانک‌ها در نظر گرفته می‌شود به عنوان واسطه بین واحدهای مازاد و کسری عمل می‌کند. با این حال، انواع تسهیلات اعتباری مستقیم و غیر مستقیم سودآورترین سرمایه‌گذاری برای بانک است. در این مورد، بانک‌ها پول سپرده‌گذاران را در زمینه تسهیلات اعتباری که منبع درآمد مهمی برای بانک هستند را به اجرا و سرمایه‌گذاری در می‌آورند که در این حین ممکن است از انواع مختلفی خطرات بانکی رنج ببرند که این به نوبه خود بر سود بانک‌ها تأثیر بسزایی می‌گذارد. ریسک اعتباری به عنوان خطرات عمده برای بانک‌های تجاری در نظر گرفته می‌شود. این ریسک همان ریسک عدم پرداخت است که در پی تغییر در عواملی که کیفیت اعتباری یک دارایی را شکل می‌دهند، بوجود می‌آید. این پژوهش به دنبال شناسایی شاخص‌های موثر بر ریسک اعتباری با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ و همچنین ارائه توصیه‌های مناسب برای پیشگیری از رخداد چنین ریسک‌هایی است. ایده نوین این پژوهش تعریف و بکارگیری دو شاخص درماندگی در کنار برخی از شاخص‌های اقتصادی و مالی دیگر برای سنجش ریسک اعتباری با مدل سوئیچینگ مارکوف دو رژیم است و ایده دیگر نیز در بکارگیری مدل سوئیچینگ مارکوف دو رژیمی با مشخصات همبستگی برای ارزیابی ریسک اعتباری خلاصه می‌شود که بیشتر به اهمیت روش مارکوف سوئیچینگ پرداخته شد.

### فرضیه‌های پژوهش

- فرضیه اول: شاخص‌های اقتصادی تاثیر معنی‌داری بر ریسک اعتباری دارند.  
فرضیه دوم: شاخص‌های مالی تاثیر معنی‌داری بر ریسک اعتباری دارند.  
فرضیه سوم: شوک‌های خارجی تاثیر معنی‌داری بر ریسک اعتباری دارند.

### روش شناسایی پژوهش

در این بخش به معرفی متغیرها، جامعه آماری و روش پژوهش پرداخته می‌شود.

#### ۱- جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش حاضر، کلیه بانک‌های تجاری و تخصصی دولتی، بانک‌های غیر دولتی و موسسات اعتبارات غیر بانکی است که طی دوره زمانی پژوهش دارای مجوز از بانک مرکزی ایران و پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار



تهران می‌باشد و نمونه آماری پژوهش با توجه به قلمرو موضوعی پژوهش شامل کلیه بانکهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بوده که قبل از سال ۱۳۹۰ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده اند و داده‌های بانکی در بازه سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۸ برای ارزیابی روش پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

## ۲- متغیرهای پژوهش

استخراج شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش بر مبنای مطالعه و بررسی پژوهش‌ها علمی اخیر در زمینه سنجش ریسک اعتباری بانک‌ها و بهره‌گیری از شاخص‌های پر استفاده در پژوهش‌ها اخیر و همچنین تجزیه و تحلیل واریانس می‌باشد. بطوریکه پس از لیست کردن شاخص‌های پر استفاده و رایج در پژوهش‌ها اخیر، از تحلیل‌های آماری همچون تجزیه و تحلیل واریانس برای شناسایی اثرات متغیرها استفاده شد. متغیرهای پیش‌بینی کننده مدل در جدول ۱ معرفی شده است. همانطور که واضح است در بخش عوامل مالی، از متغیر مستقلی با نام متغیر درماندگی مالی نیز بهره گرفته شده است. در این پژوهش به عنوان ایده ای نوین به محاسبه دو شاخص درماندگی مالی بر اساس چندین متغیر دیگر از جمله متغیرهای اقتصادی خرد، دارایی‌های خالص، بدهی‌ها و دارایی‌های ارزی به منظور محاسبه متغیر درماندگی مالی و بهره‌گیری از آن در کنار متغیرهای رایج دیگر از جمله متغیرهای اقتصادی خرد و کلان، عوامل مالی دیگر و شوک‌های ارزی برای پیش‌بینی میزان ریسک اعتباری بانک‌ها استفاده شد. در ادامه علاوه به شرح نحوه محاسبه شاخص درماندگی مالی پرداخته می‌شود.

جدول ۱. متغیرهای پژوهش

تعریف عملیاتی	نام	نوع
نسبت کل سرمایه به کل دارایی	کفایت سرمایه	متغیرهای اقتصادی خرد
نسبت کل وام‌ها به کل دارایی‌ها	کیفیت دارایی	
نسبت کل سپرده‌ها به کل وام‌ها	نقدینگی سیستم بانکی	
نرخ رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت	نرخ رشد تولید داخلی واقعی	متغیرهای اقتصادی کلان
نرخ تورم	تورم	
نسبت کسری بودجه به GDP	کسری بودجه	
نسبت M2 به ذخایر ارزی خارجی	نسبت M2 به ذخایر ارزی	عوامل مالی
نسبت اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی به GDP	اعتبارات خصوصی	
نسبت اعتبارات اعطایی به بخش دولتی به GDP	اعتبارات دولتی	
متغیری است که به صورت همزمان ریسک‌های نقدینگی، ریسک اعتباری و ریسک نرخ ارز را در نظر می‌گیرد	دو شاخص درماندگی مالی	شوک‌های خارجی
متغیر مجازی: برای فصول دوره تحریم از فصل اول ۱۳۹۰ تا فصل چهارم ۱۳۹۳ و از فصل سوم ۱۳۹۶ تا پایان فصل ۱۳۹۷ برای دوره تحریم با عدد ۱ و برای فصل اول ۱۳۹۴ لغایت فصل سوم ۱۳۹۶ به عنوان لغو تحریم‌ها عدد ۰	تحریم‌های بانکی	
نرخ واقعی ارز	نرخ ارز	

منبع: یافته‌های پژوهش

فرمول محاسبه دو متغیر درماندگی مالی که به عنوان یکی از متغیرهای پیش‌بینی کننده (متغیر مستقل) از عوامل مالی در نظر گرفته شده است، در فرمول ۱-۵ و ۲-۵ نشان داده شده است. متغیر درماندگی مالی براساس متغیرهایی همچون؛ بدهی، دارایی خالص، دارایی ارزی و متغیرهای اقتصادی خرد بدست می‌آید و مقدار در بازه ۰ الی ۱ دارد که به ترتیب به معنای ریسک‌پذیری عادی، متوسط و بالا است. بنابراین، متغیر درماندگی اول و دوم براساس شاخص درماندگی اول و دوم در فرمول ۱-۵ و ۲-۵ محاسبه و به دست می‌آید.

شاخص درماندگی اول BSF1:

$$BSF_1 = \frac{\frac{(CAR_t - \mu_{CAR})}{\sigma_{CAR}} + \frac{(AQ_t - \mu_{AQ})}{\sigma_{AQ}} + \frac{(BSL_t - \mu_{BSL})}{\sigma_{BSL}} + \frac{(Real\ GDP_t - \mu_{Real\ GDP})}{\sigma_{Real\ GDP}}}{\frac{(Deb_t - \mu_{Deb})}{\sigma_{Deb}} + \frac{(Fea_t - \mu_{Fea})}{\sigma_{Fea}}} \quad / 6 \quad (5-1)$$

شاخص درماندگی دوم BSF2:

$$BSF_2 = \frac{\frac{(CAR_t - \mu_{CAR})}{\sigma_{CAR}} + \frac{(NA_t - \mu_{NA})}{\sigma_{NA}} + \frac{(BSL_t - \mu_{BSL})}{\sigma_{BSL}}}{\frac{(Real\ GDP_t - \mu_{Real\ GDP})}{\sigma_{Real\ GDP}} + \frac{(Fea_t - \mu_{Fea})}{\sigma_{Fea}}} \quad / 5 \quad (5-2)$$

نمادهای CAR، AQ، BSL، Real GDP، Deb، Fea، NA به ترتیب کفایت سرمایه، کیفیت دارایی، نقدینگی سیستم بانکی نرخ رشد تولید داخلی واقعی، بدهی، دارایی خالص و دارایی ارزی می‌باشد.

ریسک‌پذیری عادی: تا زمانی که بانکها از ریسک‌پذیری بیش از حد خودداری می‌کنند BSFI در امتداد میانگین خود (که برابر صفر است) حرکت خواهد کرد. تا زمانی که این شاخص انحراف معنی دار و قابل توجهی از صفر نداشته باشد از نظر تاریخی مبنی بر وجود یک مشکل در بخش بانکی در کوتاه مدت نیست.

ریسک‌پذیری متوسط: در این حالت شاخص BSFI به بالاتر از صفر افزایش می‌یابد اما از  $(\sigma)$  انحراف معیار BSFI در طول دوره مورد بررسی است، کمتر می‌باشد ( $0 < BSFI < \sigma$ ) تا زمانی که BSFI در این محدوده باقی بماند، احتمال بروز هر نوعی از مشکلات سیستم بانکی در آینده بسیار ضعیف و یا غیر ممکن می‌باشد. هرچند این مرحله نیازی نظارت فوری نیست. اما توصیه آن است که مقامات از نزدیک مراقب جهت و سرعت BSFI باشند.

ریسک‌پذیری بالا: در این حالت شاخص BSFI به سرعت افزایش یافته و با بالاتر از  $(\sigma)$  رسیده و می‌توان گفت که در این حالت سیستم بانکی در حال تجربه یک حباب است. در این مرحله به عنوان فاز هشداردهنده مشکلات سیستم بانکی تعبیر می‌شود.

جدول ۲. محاسبه شاخص BSFI

رفتار بانک	جهت تغییر شاخص BSFI	ریسک بانکی
پذیرش ریسک بالا	افزایش معنی دار به بالای $\sigma$	شروع به افزایش
پذیرش ریسک متوسط	نوسان بین $\sigma$ و $-\sigma$	سقوط نبود ریسک
ریسک گریزی	سقوط به زیر $-\sigma$	تداوم افزایش و ریسک بالا

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۳- روش پژوهش

امروزه روش‌های آماری از جمله رگرسیون برای پیش‌بینی و کنترل ریسک اعتباری رایج شده‌اند، روش‌های رگرسیون دارای چالش‌هایی هستند که استفاده از آنها، تا حدی فرایند پیش‌بینی و سنجش میزان ریسک‌ها را با مشکل مواجه می‌کند. روش‌های هوشمندی همچون مدل سوئیچینگ چندمتغیره به دلیل رفتار مبتنی بر تجزیه چندگانه، امکان یافتن پاسخ‌های مناسب را فراهم می‌کند. از متغیرهای معرفی شده در جدول ۱ به عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده در مدل سوئیچینگ بهره گرفته می‌شود. یکی از ایده‌های نوین این پژوهش، استفاده از متغیر شاخص درمانگی مالی به عنوان یکی از عوامل مالی در کنار متغیرهای رایج دیگر می‌باشد، برای استفاده از شاخص درمانگی مالی به عنوان یکی از متغیرهای پیش‌بینی کننده از متغیرهای همچون دارایی‌های ارزی، ذخایر خالص واقعی، بدهی‌ها و متغیرهای اقتصادی خرد استفاده شد. زنجیره مارکوف<sup>۱</sup> یک فرایند تصادفی گسسته در زمان با خاصیت مارکوف است که در هر مرحله در حالت خاص و مشخصی قرار دارد و به صورت تصادفی در هر مرحله تغییر حالت می‌دهد. مراحل اغلب به عنوان لحظه‌های زمانی در نظر گرفته می‌شوند ولی می‌توان آن‌ها را فاصله فیزیکی یا هر متغیر گسسته دیگری در نظر گرفت. 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. چون سیستم به صورت تصادفی تغییر می‌کند به‌طور کلی پیش‌بینی حالت زنجیره مارکوف در نقطه‌ای خاص در آینده غیرممکن است. با این حال ویژگی‌های آماری سیستم در آینده قابل پیش‌بینی است که در بسیاری از کاربردها همین ویژگی‌های آماری بسیار حائز اهمیت است.

یکی از معروف‌ترین زنجیره‌های مارکوف که موسوم به «پداده‌روی می‌خواره» است یک پداده‌روی تصادفی است که در آن در هر قدم موقعیت با احتمال برابر به اندازه  $+1$  یا  $-1$  تغییر می‌کند. در هر مکان دو انتقال ممکن وجود دارد یکی به عدد صحیح بعدی ( $+1$ ) و یکی به عدد صحیح قبلی ( $-1$ ). احتمال هر انتقال فقط به حالت کنونی بستگی دارد. اگر بخواهیم رفتار ایستایی  $\lambda_t$  را مطالعه کنیم مقدار آن توسط فرآیند خود رگرسیون مرتبه اول طی دوره  $t = 1, 2, \dots$  به صورت زیر خواهد بود (آیینده و همکاران، ۲۰۲۰):

$$Y_t = c_1 + p_1 y_{t-1} + \xi_t \quad (1)$$

به طوریکه  $\xi_t \sim N(0, \delta^2)$  است حال فرض کنید که یک جهش با تغییر ساختاری در زمان  $t_1$  برای این متغیر رخ دهد، در این صورت مدل جدید برای توصیف رفتار  $y_t$  برای دوره  $t = t_1 + 1, t_1 + 2, \dots$  به این شکل خواهد بود:

$$Y_t = c_2 + p_2 y_{t-1} + \xi_t \quad (2)$$

با استفاده متغیر مجازی  $D$  این دو مدل را می‌توان به صورت یک معادله نوشت، فرآیند تغییرات متغیر  $y_t$  در مدل زیر قابل مشاهده می‌باشد.

$$Y_t = c_2 + p_2 y_{t-1} + \partial D_t + y D_{t-1} + \xi_t \quad (3)$$

در مدل فوق، متغیر مجازی  $D$  برای دوره‌های  $t_1 \leq r$  مقدار صفر و برای دوره‌های  $r > t_1$  مقدار یک را اخذ می‌کند. از روش دیگری نیز، می‌توان برای توضیح دادن رفتار این متغیر استفاده کرد:

$$Y_t = c s_t + p s_t y_{t-1} + \xi_t \quad (4)$$

بطوری که  $s_t$  معادل با ۱ و ۲ بوده و به ترتیب نشان‌دهنده دوره قبل و بعد از تغییر  $y_t$  است. به عبارت دیگر، دوره  $t_1 \leq r$ ، توسط  $s_t = 1$  و برای دوره بعد از جهش  $r > t_1$ ، توسط  $s_t = 2$  نشان داده شده است. با این وجود، این مدل‌ها دارای سه ضعف می‌باشند، اول آنکه تاریخ دقیق جهش بایستی مشخص باشد تا بتوان از متغیر مجازی استفاده کرد، ولی در بیش تر موارد این اطلاعات در دسترس نمی‌باشد. دوم آنکه پیش‌بینی رفتار  $y_t$  با استفاده از این مدل وجود ندارد. سوم اینکه باید  $s_t$  یک متغیر قطعی تلقی شده و کاملاً قابل پیش‌بینی باشد، که فرض واقع بینانه ای نیست. لذا برای اینکه چنین مشکلاتی حل شده و فرایند ایجاد داده‌ها تکمیل گردد، بهتر است برای  $s_t$  شرط احتمال وضع شود. در مدل مارکوف سوئیچینگ، مکانیسم انتقال توسط متغیر وضعیت غیرقابل مشاهده  $s_t$  کنترل می‌شود (فلاحی و همکاران، ۲۰۰۷). این متغیر وضعیت از زنجیره مرتبه اول مارکوف پیروی می‌کند. به عبارت دیگر مقدار متغیر وضعیت در دوره  $t$  تنها به مقدار آن دوره  $t - 1$  بستگی دارد. می‌توان مدل‌های انتقال برای متغیر  $y_t$  را به صورت رابطه ۵ بیان کرد.

$$y_t = \begin{cases} c_1 + p_1 y_{t-1} + \xi_t, & s_t = 1 \\ c_2 + p_2 y_{t-1} + \xi_t, & s_t = 2 \end{cases} \quad (5)$$

بنابراین، مدل فوق دو ساختار پویای مختلفی را نشان می‌دهد که به مقدار متغیر وضعیت  $s_t$  بستگی دارد. در نظر گرفتن فرض‌های متفاوت برای  $s_t$ ، مدل‌های متفاوتی ایجاد می‌شود. وقتی  $s_t$  برای  $t = 1, 2, \dots$  مقدار یک و برای دوره  $t = t_1 + 1, t_1 + 2, \dots$  مقدار ۲ را اخذ کند، این مدل، مدلی با یک تغییر ساختاری در زمان  $t_1$  است. زمانی که  $s_t$  متغیر مستقل تصادفی برنولی باشد، این مدل نشان‌دهنده مدل انتقال تصادفی کوانت (۱۹۷۲) است. اگر  $s_t$  به عنوان متغیر شاخص در نظر گرفته شود به طوری که مقدار آن برای  $\theta \leq c$  برابر ۱ ( $s_t = 1$ ) و برای  $\theta > c$  برابر ۲ ( $s_t = 2$ ) باشد، ( $c$  مقدار آستانه ای است)، این مدل را مدل آستانه‌ای می‌نامند. وقتی  $c$

فرایند مارکوف را دنبال کند، این مدل را مدل مارکوف سویچینگ نامند. با فرض اینکه متغیر  $y_t$  با فرایند خودرگرسیون مرتبه  $p$  و یا  $m$  رژیم مدل سازی شود، خواهیم داشت:

$$y_t = \sum_{i=1}^m [\sum_{j=1}^p (\beta_{ij} + y_{t-j}) + u_{it}] I_i(s_{t=1}) \quad (6)$$

$$I_t(s_{t-1}) = \begin{cases} s_t = i \rightarrow 1 \\ s_t = i \rightarrow 0 \end{cases}$$

در مدل مارکوف سویچینگ، ویژگی های  $y_t$ ، متغیر  $\xi_t$  و متغیر وضعیت  $s_t$  تعیین می شود. متغیرهای وضعیت، تغییرات دائمی و مکرر را در الگوی مدل ایجاد می کنند. برای داشتن پویایی کامل متغیرها، تشریح احتمالات حرکت متغیر  $s_t$  از یک وضعیت به وضعیت دیگر ضروری است. زنجیره مرتبه اول مارکوف این احتمالات را نشان می دهد:

$$p_r[s_t = j | s_{t-1} = i, s_{t-2} = k, \dots, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots] = p_r[s_t = j | s_{t-1} = i] = p_{ij} \quad (7)$$

انتقال بین وضعیت ها با رژیم ها را می توان با استفاده از ماتریس احتمال انتقال نشان داد. در مدل ساده که تنها دو رژیم دارد، این ماتریس به صورت رابطه ۸ می باشد:

$$p = \begin{bmatrix} p_r(s_t = 1 | s_{t-1} = 1) & p_r(s_t = 1 | s_{t-1} = 2) \\ p_r(s_t = 2 | s_{t-1} = 1) & p_r(s_t = 2 | s_{t-1} = 2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} \quad (8)$$

که در آن،  $p_{ij}$  ( $i, j = 1, 2$ )، احتمالات انتقال  $s_t = j$  را نشان می دهد، بطوریکه  $s_{t-1} = i + p_{i1}$  و  $p_{i2} = 2$  می باشد. همانطور که قبلا ذکر شد،  $y_t$  مستقیما قابل مشاهده است، اما متغیر وضعیت غیر قابل مشاهده بوده و مقدار آن تنها بر اساس مقدار تحقق یافته  $y_t$  قابل استنتاج است که به صورت  $\varepsilon_{it} = pr[s_t = 1 | \Omega_t; \theta]$  نشان داده می شود. که در آن  $i = 1, 2$  و  $\Omega_t$  نشان دهنده مجموعه اطلاعات (مجموعه مشاهدات در دسترس دوره  $t$ ) بوده و  $\theta$  بردار پارامترها برای تخمین را نشان می دهد. برای استنباط بایستی یک روش تکراری برای دوره  $t$  ( $t=1, 2, \dots, T$ )، هنگامی که مقدار قبلی احتمال  $\varepsilon_{it-1} = pr[s_t = 1 | \Omega_{t-1}; \theta]$  به عنوان داده در مدل استفاده می شود. بدین منظور، تابع چگالی احتمال تحت وضعیت های مختلف مورد نیاز است که بصورت رابطه ۹ قابل بررسی است:

$$\eta_{it} = f(y_t | s_t = i, \Omega_{t-1}; \theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(y_t - c_1 - p y_{t-1})^2}{2\sigma^2}\right] \quad (9)$$

چگالی شرطی نیز به صورت رابطه ۱۰ قابل محاسبه است:

$$(y_t | \Omega_{t-1}; \theta) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 p_{ij} \xi_{jt-1} \eta_{it} \quad (10)$$

بنابراین داریم:

$$\xi_{it} = \frac{\sum_{j=1}^2 p_{ij} \xi_{jt-1} \eta_{it}}{f(y_t | \Omega_{t-1}; \theta)}, \quad (11)$$

با استفاده از این نتایج می توان لگاریتم احتمال شرطی داده های مشاهده شده را برای مقدار داده شده

$\theta$  بدست آورد:

$$\log f(y_1, y_2, \dots, y_T | y_0; \theta) = \sum_{t=1}^T \log f(y_t | \Omega_{t-1}; \theta) \quad (12)$$

برای برآورد  $\theta$  از بهینه سازی استفاده می‌شود تا لگاریتم احتمال شرطی با بکارگیری مقدار اولیه  $z_j^0$ ، حداکثر گردد. فرض کنید که زنجیره مارکوفارگودیک است، در اینصورت احتمالات غیر شرطی قرارگیری در وضعیت  $z_j$  به عنوان مقادیر اولیه بکار گرفته می‌شود که به صورت رابطه ۱۳ قابل تعریف است:

$$\varepsilon_j = pr[s = j] = \frac{1-p_{ii}}{2-p_{ii}-p_{jj}} \quad (13)$$

بعد از تخمین ضرایب مدل و محاسبه ماتریس انتقال، می‌توان احتمال وضعیت  $z_j$  را در هر دوره زمانی بر اساس اطلاعات کل نمونه (مطالعات ۱ تا T) محاسبه کرد که این مجموعه از احتمالات به عنوان احتمالات هموار شده شناخته می‌شود. علاوه بر اسن می‌توان احتمال وضعیت  $z_j$  را در هر دوره زمانی با استفاده مشاهدات ۱ تا t (نقطه مورد بررسی) محاسبه کرد که به احتمالات فیلتر شده معروف است. مدل‌های مارکوف سوئیچینگ می‌تواند با توجه به این که کدام قسمت مدل اتورگرسو وابسته به رژیم باشد و تحت تاثیر آن انتقال یابد به انواع مختلف طبقه‌بندی می‌شود. آنچه در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، حالت مدل مارکوف سوئیچینگ عرض از مبدا (MSI)<sup>۱</sup> می‌باشد.

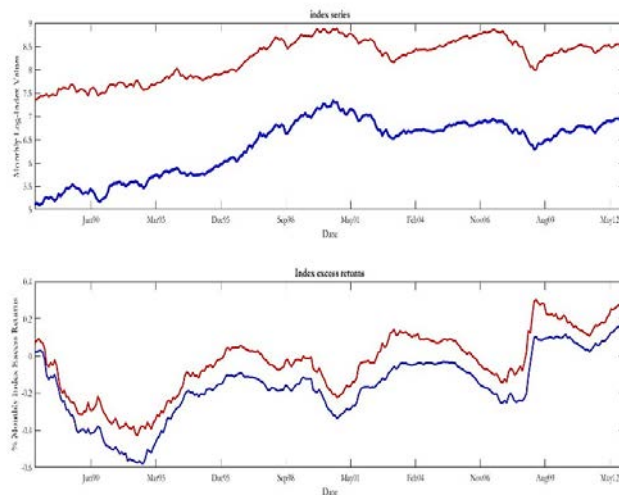
### تجزیه تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها

در این بخش، آزمایشات مربوط به ارزیابی روش ریسک اعتباری در نظام بانکی با استفاده از روش پیشنهادی سوئیچینگ چندمتغیره با تکیه بر عوامل پیش‌بینی کننده ای از جمله، عوامل اقتصادی خرد و کلان، عوامل مالی و عوامل شوک ارزی پرداخته می‌شود. هر یک از عوامل پیش‌بینی کننده دارای چندین متغیر مستقل اند از جمله مهمترین آن‌ها متغیر درمادگی مالی از زیربخش عوامل مالی است که در کنار متغیرهای تاثیر گذار در زیرمجموعه عوامل دیگر می‌تواند کمک بسزایی در پیش‌بینی میزان ریسک اعتباری داشته باشد. برای اثبات موثر بودن متغیر درمادگی مالی پیشنهادی در بخش ۵، قبل از تحلیل نتایج حاصل از مدل سوئیچینگ به تحلیل نتایج حاصل از شاخص درمادگی مالی محاسبه شده به تنهایی پرداخته می‌شود.

پیش‌بینی ریسک اعتباری نیازمند شناسایی و تاریخ گذاری دوره بحران مالی است. معمولاً دو روش عمده برای شناسایی دوره بحران بانکی از جمله روش مبتنی بر رویداد و روش مبتنی بر شاخص وجود دارد. روش مبتنی بر رویداد شناسایی بحران، بحران بانکی سیستمیک را تنها پس از وقوع برخی از وقایع مشخص همانند معاملات بانکی، تعطیلی، ادغام، تجدید ساختار سرمایه، دارایی‌های غیر گردش، مطالبات غیر جاری و مطالبات معوق مشخص می‌کند. اما این روش محدودیتهای مختلفی دارد. شناسایی بحران در شرایطی که به اندازه کافی شدید شود و موجب بروز برخی از وقایع شود می‌تواند منجر به تاخیر در تشخیص بحران شود (هاگن و هو، ۲۰۰۳). علاوه بر این عدم قطعیت‌های وابسته به اتفاقات ذاتی، تغییرات طبیعی و نداشتن آگاهی در مورد اتفاقات و روند آن و همچنین عدم قطعیت به دلیل ناتوانی در تصمیم‌گیری درست نیز در این تعاریف وجود دارد. بنابراین، این روش درجات مختلف شدت ریسک را مشخص نمی‌کند. علاوه بر این، روش مبتنی بر رویداد، آغاز و پایان یک بحران را به وضوح مشخص نمی‌کند. بعلاوه یک مطالعه مبتنی بر

رویداد که معمولاً از داده‌های سالانه استفاده می‌کند، یک سال تمام را به عنوان بحران نشان می‌دهد، حتی اگر این بحران ممکن است در تنها چند ماه از آن سال رخ داده باشد. با این حال، روش مبتنی بر شاخص مورد استفاده برای شناسایی بحران بانکی که راهبردی در جهت تاریخگذاری بحران ارزی بر اساس شاخص‌های فشار بازار ارز ارائه می‌دهد، نسبت به رویکرد مبتنی بر رویداد دارای چندین مزیت است که در ادامه به شرح جزئیات پرداخته می‌شود. روش مبتنی بر شاخص گذاری برای شناسایی بحران بانکی نیاز به دانش قبلی ندارد و بنابراین احتمال تأخیر در تشخیص بحران خیلی کمتر است. یکی دیگر از مورد توجه‌ترین ویژگی‌های روش شاخص گذاری این است که می‌تواند بر اساس سری زمانی ماهانه عمل کند که این به نوبه خود دلالت بر زمان‌بندی‌های خاص بحران دارد و همچنین، به دلیل پر استفاده بودن و مزیت روش‌های مبتنی بر شاخص بخش بانکی، اخیراً برخی از اقتصاددانان اقدام به توسعه روش‌های خود بر اساس رویکرد شاخص‌های مبتنی بر ریسک بخش بانکی نموده‌اند.

شاخص  $BSF^2$  ایجاد شده برای برای بانک‌های ایرانی موجود در بورس اوراق بهادار ایران در شکل ۱ نشان داده شده است. از شکل مشاهده واضح است که الگوهای حرکت هر دو شاخص (BSF-1 و BSF-2) مشابه هستند. شاخص BSF-1 حاوی تمام متغیرهای موجود در عوامل اصلی تأثیرگذار بر ریسک اعتباری از جمله متغیرهای کفایت سرمایه، کیفیت دارایی، نقدینگی، تورم، کسری بودجه، نسبت M2 به ذخایر ارزی، تحریم بانکی، نرخ ارز، اعتبارات دولتی می‌باشد در حالی که شاخص BSF2 علاوه بر متغیرهای مذکور، متغیرهای فرعی دیگری از جمله صادرات، واردات، نرخ استرداد پول و نرخ بهره واقعی را در نظر می‌گیرد. از این رو، با مشاهده این نمودار می‌توان استدلال کرد که معاملات بانکی نقش چندانی در تجربه وضعیت آشفتنگی کشور در بخش بانکی ایران و ارزیابی ریسک اعتباری ندارد.



شکل ۱. روند شاخص‌های BSF برای پیش‌بینی ریسک

1. Exchange Market Pressure
2. Banking System Fragility

شاخص BSF ساخته شده نشان می‌دهد که بخش بانکی در ایران، ۳۰ مرحله ریسک متوسط و ۱۵ مرحله از ریسک بالا (از جمله دوره بحران جهانی اخیر) را در طول دوره مطالعه تجربه می‌کند. متغیرهای در نظر گرفته شده برای ساختن شاخص BSF عبارتند از: تمام سپرده های بانکی، اعتباری، سرمایه‌گذاری بانکها در اوراق بهادار تأیید شده، کل بدهی ارز خارجی سیستم بانکی (که شامل سپرده های ثابت قابل برگشت خارجی و وامهای ارزی خارجی) و ذخایر بانکی خالص (که شامل مانده های بانک مرکزی، پول نقد در دسترس، وام و پیش پرداختهای بانکی) از بانکهای تجاری، تمام تسهیلات اعتباری به بخش دولتی و خصوصی، است. متغیرهای مورد استفاده برای پیش‌بینی بحران بخش بانکی در ایران، بخش واقعی، بخش مالی و بانکی ایران را تحت پوشش قرار می‌دهد. متغیرهای در نظر گرفته شده عبارتند از بازده در صورتحساب خزانه در هر ماه، نرخ متوسط وزن دار شده از مقدار پول استرداد، شاخص قیمت سهام، سپرده های کل دارائی، اعتبار بانکها به بخش تجاری، نسبت M2 به ذخایر ارزی، تورم، پول ذخیره و کسری بودجه، کفایت سرمایه، کفایت داراییها، نرخ رشد تولید داخلی، صادرات ذخایر ارزی، صادرات، نرخ ارز و تحریمهای بانکی می‌باشد.

شاخصهای مورد استفاده در این مطالعه بر اساس در دسترس بودن داده‌های مربوطه آنها در طول فصل اول سال ۱۳۹۰ تا فصل چهارم ۱۳۹۸، در تکرار ماهانه (بازه ماه بجای سال) هستند. تمام داده‌های مورد استفاده از داده‌های ارشیو در سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ ثبت شده از مخزن بورس اوراق بهادار تهران برگرفته شده است. مدل بهینه پس از بررسی با معیارهای ارزیابی شایستگی از جمله معیار اطلاعاتی آکائیکه<sup>۱</sup> و معیار آماره خوبی برازش pseudo\_r2 بدست می‌آید که در آن مدل بهینه با حداقل مقدار AIC و حداکثر مقدار آماری pseudo\_r2 انتخاب می‌شود. به عبارت دیگر، مقایسه میان مدلها با استفاده از معیار آکائیکه انجام گرفت. معیار آکائیکه توسط Akaike در سال ۱۹۴۷ ارائه شد که مشخص می‌کند کدام مدل برای برازش داده‌ها مناسب تر است. فرمول محاسبه آماری این معیار در رابطه ۱ معرفی شده است.

$$AIC = -2 * \text{Log} (\text{likelihood}) + 2 (P + K) \quad (1)$$

بطوریکه در رابطه فوق، P تعداد کل پارامترها، K ضرایب ثابت برای مدل نمایی برابر ۱ و برای مدل وایبل و لگ نرمال معادل با ۲ خواهد بود. مقدار AIC کمتر به معنی برازش بهتر مدل خواهد بود. همچنین منظور از  $\log(\text{likelihood})$  بیشینه لگاریتم درست نمایی است.

از آنجائیکه مدل مارکوف سوئیچینگ صرفاً مناسب کار با داده‌های غیرخطی می‌باشد، قبل از هرچیز نیاز به تعیین و اثبات غیرخطی بودن داده‌ها می‌باشد، برای این منظور از آزمون LR بهره گرفت شد. بدین صورت که مقدار آماره این آزمون از مقادیر بحرانی در سطح اطمینان بیشتر باشد، می‌توان ادعا کرد که مدل خطی در آن سطح از اطمینان، مدل مناسبی محسوب نمی‌شود و باید از مدل مارکوف سوئیچینگ بهره برد. از این‌رو، آزمون LR، آزمون آماری برای مقایسه شاخص‌های برازش میان دو مدل که یکی از آنها در دیگری



آشیا نه می کند، بکار می رود. این آزمون با تابع ۲ قابل محاسبه است که توزیعی شبیه به توزیع خی دو با درجه آزادی برابر با تفاوت میان پارامترهای مدل کلی و مدل کاهش یافته دارد.

$$LR = (-2LL^{reduced\ model}) - (-2LL^{general\ model}) \quad (۲)$$

بر اساس نتایج آزمون LR میان مدل سوئیچینگ و رگرسیون تفاوت معنی داری وجود دارد و بدین معنا که مدل سوئیچینگ چندمتغیره برازش بهتری با داده ها دارد و این برازش بهتر حاصل شانس و تصادف نیست. همچنین، نتیجه آزمون LR نشان دهنده این است که فرضیه صفر مبتنی بر خطی بودن مدل رد شده و بالعکس غیرخطی بودن رابطه میان متغیرها به تایید می رسد، از این رو، در ادامه از روش غیرخطی سوئیچینگ مارکوف برای برآورد مدل استفاده می گردد.

برای تعیین تعداد وقفه های بهینه از معیار آکائیک استفاده شد که این معیار، وقفه بهینه را در نظر می گیرد. نتایج حاصل از تعداد وقفه ها و رژیم هایی که برای مدل مارکوف سوئیچینگ می باید در نظر گرفت، از معیار آکائیک حاصل می گردد. مدل بهینه با ضرایب قابل توجه در سطح ۵ درصد در مقادیر AIC و PseudoR2 به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۸۷ حاصل شد. محاسبات اماری از جمله مقدار میانگین، انحراف استاندارد، کواریانس هر از هر مدل تخمین زده شده برای پیش بینی ریسک در بخش بانکی ایران در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل از معیار آکائیک نشان دهنده مناسب بودن مدل سه رژیمه برای شناسایی و تخمین ریسک است و همچنین مدل سوئیچینگ چندمتغیره از طریق آزمون LR مورد مقایسه قرار گرفته اند.

**جدول ۳. دقت حاصل از آزمون ای آکائیک، LR و Pseudo R-squared**

مقدار آماره	روش
۰/۸۸	معیار Pseudo R-squared
۰/۶۵	معیار Akaike
۱۸۰/۲۶	معیار LR

منبع: یافته های پژوهش

از نتایج حاصل از مدل پیشنهادی مشاهده می شود که افزایش نسبت دارایی ارزی به بدهی ارزی (نسبت FCL - FCA)، تحریم، واردات، نرخ استرداد پول، نرخ بهره واقعی، افزایش شاخص قیمت سهام و تورم، افزایش کسری بودجه احتمال ریسک بالا در بخش بانکی را افزایش می دهد در حالیکه کاهش نسبت M2 به ذخایر ارزی، صادرات، کاهش اعتبارات خصوصی و نسبت اعتبار بین بخش تجاری و سپرده های داخلی، احتمال ریسک زیاد در بخش بانکی را نیز افزایش می دهد. آماره های حاصل از عملکرد پیش بینی مدل در طبقه بندی مراحل مختلف ریسک در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. تخمین مدل سوئیچینگ برای پیش‌بینی ریسک اعتباری در سیستم بانکی ایران

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره Z	مدل پیشنهادی
کفایت سرمایه	-۲/۰۱	۰/۶۰	-۰/۲۱	۰/۰۱۹۰
کیفیت دارایی	۳/۱۲	۱/۵۶	۲/۲۳	۰/۲۴۸
نقدینگی سیستم بانکی	۰/۳۷	۰/۱۵	۲/۱۷	۰/۰
نرخ رشد تولید داخلی واقعی	-۴/۱۰	۱/۷۱	-۲/۴۰	۰/۰۱۶۴
تورم	۱۱/۹۱	۵/۳۵	۲/۲۳	۰/۰۲۶۰
کسری بودجه				
نسبت M2 به ذخایر ارزی	-۳۲/۰۰	۱۴/۳۴	-۲/۲۳	۰/۰۲۵۶
اعتبارات دولتی	۷۱۱/۵۵	۳۱۲/۱۴	۲/۲۸	۰/۰۲۲۶
اعتبارات خصوصی	-۱۴۰/۴۵۴	۶۱۷/۷۰	-۲/۲۷	۰/۰۲۳۱
نسبت بدهی دارایی به ارز خارجی	۵۷/۳۱	۲۵/۷۸	۲/۲۲	۰/۰۲۶۲
صادرات	-۰/۴۷	۰/۲۲	-۰/۲۰۹	۰/۰۳۷۴
نرخ پول استرداد،	۱۰/۲۳	۴/۵۷	۲/۲۳	۰/۰۲۵۶

منبع: یافته‌های پژوهش

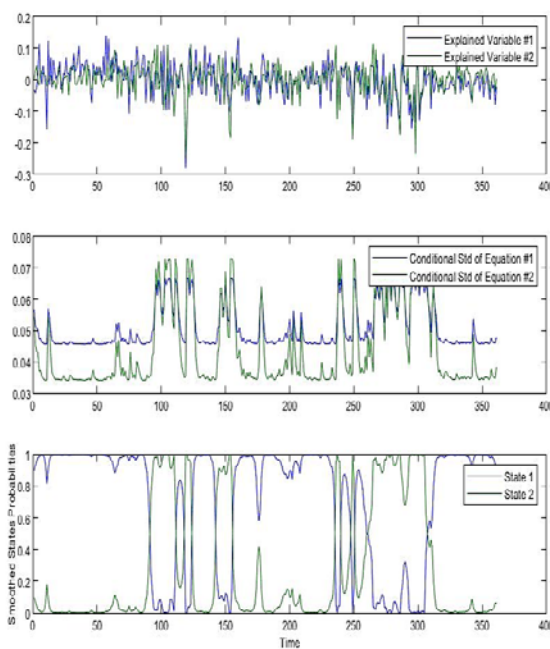
جدول ۵ نتیجه حاصل از آزمون ریشه واحد برای سنجش مانایی را نشان می‌دهد. مقدار بحرانی آماره در سطح اطمینان ۱٪ برابر ۰/۲۴۰ می‌باشد. از این‌رو، معنی‌داری متغیرهای مورد بررسی در سطح ۱ درصد سنجیده شده است. یافته‌ها نشان دهنده این است که فرضیه صفر مبتنی بر مانایی برای هیچ یک از متغیرها در سطح معنی‌دار یک درصد رد نمی‌شود. از این‌رو، همانطور که از جدول ۵ مشخص است، تمامی متغیرهای مورد بررسی در مدل سوئیچینگ در سطحی مانا هستند و می‌توان از آنها بدون تفاضل گیری استفاده کرد.

جدول ۵. نتیجه آزمون ریشه واحد

متغیر	با عرض از مبدا	
	میزان آماره	نتیجه آزمون
کفایت سرمایه	۰/۱۸۰	مانا
کیفیت دارایی	۰/۱۱۰	مانا
نقدینگی سیستم بانکی	۰/۱۹۰	مانا
نرخ رشد تولید داخلی واقعی	۰/۱۰۰	مانا
تورم	۰/۰۸۰	مانا
کسری بودجه	۰/۱۷۰	مانا
نسبت M2 به ذخایر ارزی	۰/۲۰۰	مانا
اعتبارات دولتی	۰/۰۶۵	مانا
اعتبارات خصوصی	۰/۳۱۰	مانا
سبب بدهی دارایی به ارز خارجی	۰/۱۸۸	مانا
صادرات	۰/۱۲۵	مانا
نرخ پول استرداد	۰/۲۰۰	مانا

منبع: یافته‌های پژوهش

احتمالات پیش‌بینی در مراحل مختلف بحران بخش بانکی با استفاده از مدل سوئیچینگ پیشنهادی در شکل ۲ ارائه شده است. از ارقام می‌توان مشاهده کرد که مدل قادر به پیش‌بینی احتمال وجود مراحل مختلف بحران بانکی است. همچنین، مشاهده می‌شود که در دوره ریسک متوسط و زیاد در بخش بانکی، احتمال عدم‌پیشانی در دوره پیش‌بینی شده توسط مدل بسیار کم است. به طور مشابه، در دوره غیرشکننده، احتمالات پیش‌بینی وضعیت شکننده از نظر منطقی بسیار کم است. با این حال، عملکرد مناسب پیش‌بینی یک مدل برای نمونه‌های درونی تضمین یافتن پیش‌بینی مناسب برای داده‌های خارج از نمونه را نمی‌دهد، از این‌رو، برای ارزیابی عملکرد پیش‌بینی مدل، آزمایش پیش‌بینی خارج از نمونه مدل نیز انجام شده است. عملکرد خارج از نمونه مدل ساخته شده از طریق احتمالات پیش‌بینی شده مراحل مختلف بحران تولید شده در دوره ساخت مدل بعدی ارزیابی می‌شود. از شکل ۲ می‌توان دریافت که بیشتر دوره ریسکی (هم متوسط و هم زیاد) با احتمال زیاد توسط مدل بجز دوره پنجم از سال ۹۶ در مورد ریسک متوسط پیش‌بینی شده است و فصل چهارم ماه، برای ریسک بالا. بنابراین، این مدل می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد احتمال بروز بحران و در نتیجه ارزیابی ریسک اعتباری براساس عوامل موثر بر بحران مالی در بخش بانکی ارائه دهد.



شکل ۲. پیش‌بینی نقاط و حالات مختلف ریسک در بخش بانکی ایران

مدل بهینه ارائه شده برای پیش‌بینی عوامل در شرایطی که ریسک بالا و متعاقباً اتخاذ آن منجر به ریسک بالایی می‌شود و همچنین نشان دادن مراحل مختلف ریسک و بحران بانکی منتهی از آن در بخش

بانک‌های عضو بورس اوراق بهادار ایران استفاده می‌شود. پنجره سیگنالینگ برای پیش‌بینی بحران ۶ ماه در این مطالعه گرفته شده است. این مدل به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا با ایجاد سیگنال‌هایی در مورد وضعیت با ریسک بالا و همچنین شرایط قریب الوقوع بحران، اقدامات اصلاحی را برای جلوگیری از بروز ورشکستگی بانک‌ها ارائه کند.

این مدل نشان می‌دهد که افزایش عواملی از جمله تورم، تحریم بانکی، کسری بودجه و همچنین افزایش عوامل فرعی دیگری از جمله نسبت بدهی‌داری به ارزش خارجی، واردات، نرخ پول استرداد، نرخ بهره واقعی، افزایش در شاخص قیمت سهام، تورم و کسری بودجه احتمال شرایط با ریسک بالایی را در بخش بانکی کشور ایران ایجاد می‌کند. درحالی‌که در کاهش عواملی از جمله نسبت M2 به ذخایر ارزی، کفایت سرمایه، کیفیت داری، اعتبارات خصوصی و دولتی و نسبت اعتبار به بخش تجاری و سپرده‌های داخلی و علاوه کاهش عوامل فرعی از جمله صادرات و فارکس نیز احتمال بروز بحران و شرایط ریسک‌های بالا در بخش بانکی را افزایش می‌دهد.

برای بررسی سه فرضیه‌ها و تایید و رد آنها از آزمون چاو استفاده شد. آزمون چاو برای بررسی اثر مقاطع مختلف لازم است آزمون معنی دار بودن گروه انجام شود.

H0: اثرات گروه‌ها وجود ندارند.

H1: اثرات گروه‌ها وجود دارند.

در صورتی که مقدار محاسبه شده F کمتر از F جدول باشد فرض صفر پذیرفته می‌شود و فقط یک عرض از مبدأ لازم است استفاده گردد. ولی در صورتی که مقدار F محاسبه شده از بیشتر از F جدول باشد، فرضیه صفر رد و اثرات گروه پذیرفته می‌شود و باید عرض از مبدأهای مختلفی را برآورد و استفاده نمود. نتایج مربوط به آزمون F برای مدل مارکوف سوئیچینگ پژوهش حاضر در جدول ۶ نشان داده شده است که حاکی از تایید هر سه فرضیه از جمله تاثیر معنی‌دار شاخص‌های اقتصادی، مالی و شوک ارزی بر تعیین ریسک اعتباری می‌باشد.

جدول ۶. آزمون چاو

نتیجه آزمون	احتمال	آماره F	مدل مورد بررسی
تایید فرض H1 تایید فرضیه اول	۱/۸۹	۱/۵۱	مارکوف سوئیچینگ
تایید فرض H1 تایید فرضیه دوم	۲/۵۹	۲/۱۸	مارکوف سوئیچینگ
تایید فرض H1 تایید فرضیه سوم	۳/۲۱	۲/۹۹	مارکوف سوئیچینگ

منبع: یافته‌های پژوهش پژوهش

جدول ۷ نشان دهنده برازش مدل با بررسی خصوصیات آماری هر متغیر و آماره T در مدل مورد بررسی مارکوف سوئیچینگ است. همانطور که ملاحظه می‌شود، هر سه فرضیه مورد بررسی مبتنی بر تاثیر معنی‌دار بودن تمام شاخص‌های اقتصادی، شاخص‌های مالی و همچنین شاخص شوک خارجی بر ریسک

اعتباری مورد تایید قرار می گیرد. شاخص های اقتصادی تاثیر معنی دار و معکوسی بر ریسک اعتباری دارند بطوریکه با افزایش مقادیر این متغیرها با افزایش ریسک مواجه هستیم. شاخص های مالی از جمله تورم، شاخص های درماندگی مالی و کسری بودجه رابطه مستقیمی با ریسک دارند به طوریکه افزایش مقادیر این متغیرها موجب افزایش ریسک می گردد. متغیر شوک خارجی نیز ارتباط معکوسی با ریسک دارد و متغیرهای اعتبارات دولتی و خصوصی، نسبت بدهی دارایی به ارز خارجی و صادرات رابطه منفی با ریسک دارند.

**جدول ۷. برازش مدل سوئیچینگ**

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره تی	احتمال	نتیجه	نوع رابطه
کفایت سرمایه	-۰/۰۳۰	۰/۰۰۹	-۳/۰۷۷	۰/۰۰۲۴	تایید	معکوس
کیفیت دارایی	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۴	-۳/۲۷۰	۰/۰۰۱۳	تایید	معکوس
نقدینگی سیستم بانکی	-۰/۰۶۰۵	۰/۰۵۹	-۱۰/۱۴	۰/۰۰۰	تایید	معکوس
نرخ رشد تولید داخلی واقعی	-۰/۰۴۰۰	۰/۰۳۴	-۸/۲۵	۰/۰۰۰	تایید	معکوس
تورم	۰/۲۸۳	۰/۱۲۵	۲/۲۷۰	۰/۰۲۴۳	تایید	مستقیم
کسری بودجه	۰/۰۳۳	۰/۰۱۱	۲/۹۲۶	۰/۰۰۳۹	تایید	مستقیم
نسبت M2 به ذخایر ارزی	۰/۰۵۶	۰/۰۱۴۸	۳/۸۴۰۷	۰/۰۰۰۲	تایید	معکوس
اعتبارات دولتی	-۰/۰۱۷	۰/۰۰۳۲	-۵/۳۵۶	۰/۰۰۱	تایید	معکوس
اعتبارات خصوصی	-۰/۰۱۷	۰/۰۰۳۲	-۵/۳۵۶	۰/۰۰۰	تایید	معکوس
نسبت بدهی دارایی به ارز خارجی	-۰/۰۹۹	۰/۰۰۴۲	-۱۱/۳۵۶	۰/۰۰۰	تایید	معکوس
صادرات	-۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۲	-۲/۲۰۰	۰/۰۰۰	تایید	معکوس
نرخ پول استرداد	-۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۶	-۱/۳۵۶	۰/۰۰۰	تایید	معکوس
شاخص درماندگی	۰/۲۷۵	۰/۰۷۰	۳/۹۲۲	۰/۰۰۰۱	تایید	مستقیم

منبع: یافته های پژوهش پژوهش

علاوه بر این، برازش مدل رگرسیون با در نظر گرفتن شاخص های اقتصادی و مالی در این پژوهش صورت گرفت. جدول ۷ به بررسی یافته های حاصل از برازش رگرسیون غیرخطی برای تخمین ریسک اعتباری می پردازد. نتایج حاصل از رگرسیون در خصوص تاثیر شاخص های اقتصادی و مالی بر ریسک اعتباری با مدل سوئیچینگ مطابقت دارد و حاکی از تایید فرضیه اول تا سوم حاکی از معنی دار بودن شاخص های اقتصادی، مالی و شوک ارزی بر ریسک اعتباری است. نتایج برآورد اثرات ثابت نشان می دهد که نسبت کفایت سرمایه، کیفیت دارایی، نرخ رشد تولید واقعی، نقدینگی، اعتبارات داخلی و خارجی بر ریسک اعتباری به طور مثبت تأثیر معنی داری دارد. مقدار احتمال کمتر از ۰,۰۵ حاکی از سطح معنی دار است. نتایج حاصل از آزمون همبستگی رگرسیون با ضریب تعیین  $R^2 = 92/12$  نشان از همبستگی مثبت ۰/۹۲ درصدی برای ریسک اعتباری است.

جدول ۷. برازش مدل رگرسیون

متغیر	ضریب	احتمال	نتیجه	نوع رابطه
کفایت سرمایه	-۲۰/۲۵۰۱	۰/۰۰۰۰	تایید	مثبت
کیفیت دارایی	-۱۵/۲۰۱۴	۰/۰۰۰۰	تایید	مثبت
نقدینگی سیستم بانکی	۰/۶۲۴۵۲	۰/۰۰۰۰	تایید	مثبت
نرخ رشد تولید داخلی واقعی	۴/۸۴۵۲-۰۷	۰/۰۰۰۰	تایید	مثبت
تورم	-۰/۰۸۲۱۱	۰/۱۱۲۷	تایید	منفی
کسری بودجه	۰/۱۰۵۲۱۴	۰/۰۰۰۱	تایید	مثبت
نسبت M2 به ذخایر ارزی	-۴۲۶۵۲۲۱	۰/۰۰۰۲	تایید	مثبت
اعتبارات دولتی	۰/۴۲۰۱۱	۰/۰۰۰۱	تایید	مثبت
اعتبارات خصوصی	-۰/۴۲۶۵۱	۰/۰۰۰۰	تایید	مثبت
نسبت بدهی دارایی به ارز خارجی	۰/۳۱۲۶۰۷	۰/۰۳۶۰	تایید	مثبت
صادرات	۰/۰۶۵۴۱۲	۰/۲۳۴۷	تایید	منفی
نرخ پول استرداد	۰/۵۱۱۲۲	۰/۱۹۵۴	تایید	منفی
شاخص درماندگی	۰/۱۳۸۰	۰/۰۰۰۳	تایید	مثبت

منبع: یافته‌های پژوهش

### بحث و نتیجه گیری

از آنجائیکه شیوع آشفتگی های مالی در طی چند دهه اخیر، بانکها را دچار آسیب نموده و موجب ورشکستگی برخی از آنها شده، شناسایی منابع بروز ریسک نقش مهمی از در جهت تصمیم گیری برای کاهش شدت بحرانها دارد. از این رو، تمرکز این پژوهش بر روی ریسک اعتباری بانکها است زیرا یکی از مهمترین اجزای ترازنامه بانک، تسهیلات غیر جاری است و توانایی پیش بینی این مهم با استفاده از برخی از شاخص های اقتصادی و مالی می تواند بانکها را در مدیریت مناسب تر ریسک اعتباری پشتیبانی دهد. بدین معنا که بانکها با در نظر گرفتن شاخص های مورد بررسی در این پژوهش قادر به پیش بینی ریسک اعتباری و کنترل آن هستند و به عبارت دیگر، نسبت به آن عکس العمل نشان می دهند. بنابراین در این پژوهش به بررسی تاثیر متغیرهای خرد و کلان اقتصادی، عوامل مالی و شوکهای خارجی در شناسایی ریسک اعتباری در سیستم بانکی در طی دوره زمانی ۹۰ الی ۹۸ در چهارچوب مدل سوئیچینگ چندمتغیره پرداخته می شود. یکی از متغیرهای جدید مورد بررسی در بخش عوامل مالی، متغیر درماندگی مالی می باشد، به طوری که ابتدا در مرحله اول به محاسبه و ارزیابی شاخص ریسک با استفاده از روش درماندگی مالی در سیستم بانکی ایران طی دوره زمانی مورد بررسی پرداخته و سپس، در مرحله دوم، برای سنجش تاثیر متغیر درماندگی مالی در کنار متغیرهای مالی دیگر و متغیرهای خرد و کلان اقتصادی و شوکهای ارزی بر روی میزان ریسک اعتباری بانکها از مدل مارکوف سوئیچینگ چندمتغیره چند رژیم بهره گرفته شد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص ریسک سیستم بانکی ایران طی دوره مورد بررسی نشان از هفت دوره ریسک پذیری بیش از حد، پنج دوره ریسک پذیری متوسط و در بقیه دورهها ثبات وجود دارد.

مطالعه حاضر یافته‌های تجربی جالب و مفیدی را ارائه می‌دهد که نشان از مطابقت با یافته‌های پژوهش پیشین در ایران دارد و به مطالعات تجربی مرتبط کمک می‌کند و دلیل این مهم را می‌توان در متکی بودن اقتصاد ایران به بانک‌ها دانست بطوریکه زمانیکه وضعیت اقتصادی مناسب باشد، سرمایه‌گذاری بانک‌ها رو به افزایش می‌یابد و نرخ رشد شاخص‌های اقتصادی افزایش و شاخص‌های مالی کاهش می‌یابد. اول از همه بکارگیری روش تجزیه و تحلیل واریانس در انتخاب متغیرهای مهم پژوهش کمک می‌کند، ثانیاً، استفاده از روش مارکوف سوئیچینگ برای حالت‌های چرخه ریسک (به منظور بررسی احتمال انتقال میان رژیم‌های نوع ریسک با در نظر گرفتن شاخص‌های موثر) نشان می‌دهد که بیشتر احتمالات گذار که منعکس کننده افزایش ریسک است، در دوران بکارگیری شاخص درماندگی مالی به‌همراه شاخص‌های دیگر بیشتر نمود پیدا می‌کند. سوماً، شواهد تجربی از بکارگیری متغیرهای اقتصادی و مالی به عنوان شاخص‌های موثر حمایت می‌کند که می‌تواند به طرز موثری در ماتریس‌های گذار که حالت‌های مختلف ریسک را در طی دو رژیم در مارکوف سوئیچینگ بررسی می‌کند، مشارکت کند. در نهایت، با مقایسه شرایط بحران بانکی و ریسک در هر رژیم و بررسی مقادیر شاخص‌های اقتصادی و مالی نشان می‌دهد که هر چه وضعیت شاخص‌های اقتصادی بدتر باشد، ریسک اعتباری مربوطه بالاتر است و بنابراین، یافته‌ها نشان از تایید هر سه فرضیه در خصوص تاثیر شاخص‌های اقتصادی، مالی و شوک ارزی بر ریسک اعتباری دارد. نتایج یافته‌ها حاکی از ارتباط معکوس شاخص‌های اقتصادی و مالی همچون کفایت سرمایه، کیفیت دارایی، نقدینگی، نرخ رشد تولید واقعی، نسبت M2 اعتبارات دولتی و خصوصی، نسبت بدهی دارایی به ارزش خارجی، صادرات و نرخ پول استرداد و ارتباط مستقیم شاخص‌هایی همچون تورم، کسری بودجه و شاخص درماندگی با ریسک اعتباری است.

به علاوه، یافته‌های ناشی از روش سوئیچینگ چندمتغیره مبتنی بر متغیر درماندگی مالی و متغیرهای اقتصادی و شوک‌های ارزی نشان از تاثیر متغیرهای خرد اقتصادی از جمله کاهش عواملی از جمله کفایت سرمایه، کیفیت دارایی و نقدینگی بانک و کاهش عوامل متغیرهای کلان اقتصادی از جمله رشد تولید داخلی و افزایش مواردی چون تورم و کسری بودجه بر افزایش ریسک دارد و متغیرهای مورد بررسی مذکور نقش مهمی در عوامل مهم بحران و در نتیجه موقعیت‌های ریسک در سیستم بانکی ایران دارند. بنابراین آن دسته از بانک‌هایی که دولتی اند، باتوجه به ساختار دولتی بودنشان و حمایت‌های مالی دولت از آنها کمتر با چالش‌هایی همچون ورشکستگی، تعطیلی یا هجوم سپرده‌گذاران برای خروج سپرده‌های خود از بانک مواجه خواهند شد. بعلاوه، در این پژوهش از روش مارکوف سوئیچینگ دو رژیمی به تعیین تأثیر برخی از شاخص‌های اقتصادی و مالی در جهت تخمین ریسک اعتباری پرداخته شد. میزان دقت نهایی روش مارکوف سوئیچینگ بر روی داده‌های معاملات بانک‌های مورد بررسی همگرایی مناسبی داشته است مزیت روش مورد بررسی در زیر بخش سازی خودکار نمونه معاملات براساس شاخص‌های مورد بررسی موثر بر ریسک اعتباری می‌باشد. همچنین این زیر بخش سازی، امکان می‌دهد که راه‌حلهای مسئله‌قادر به یافتن ارتباط میان هر یک از متغیرهای مالی و اقتصادی مورد بررسی با ریسک اعتباری باشند. با استفاده از داده‌های در بازه سال ۹۰ الی ۹۸ مربوط به بانکهای عضو بورس اوراق بهادار نشان داده شد که ریسک

اعتباری بانک‌ها به شدت تحت تاثیر برخی از متغیرهای خرد و کلان اقتصادی، متغیرهای مالی و عوامل ارزی است. به طور خاص متغیرهای کفایت سرمایه، کیفیت دارایی، نقدینگی سیستم بانکی، نرخ رشد تولید داخلی واقعی، نسبت M2 به ذخایر ارزی، اعتبارات دولتی و خصوصی، نسبت بدهی دارایی به ارزش خارجی، صادرات و نرخ پول استرداد رابطه معکوس و معنی داری بر ریسک اعتباری بانک‌ها دارند و از طرفی متغیرهایی همچون تورم، کسری بودجه، شاخص درماندگی رابطه ای مستقیم و معنی داری با ریسک اعتباری بانک‌ها دارند و به عبارتی تاثیر تمام متغیرهای مورد بررسی که زیر مجموعه متغیرهای اقتصادی کلان، عوالم مالی و شوک ارزی اند، بر ریسک اعتباری بانک‌های ایران با استفاده از مدل سوئیچینگ محاسبه گردید.

نتایج حاصل از روش مارکوف سوئیچینگ پیشنهادی نشان دهنده آسیب پذیری سیستم بانک‌های ایران در اثر افزایش عوامل شوک‌های ارزی همچون نرخ ارز، تحریم و عوامل متغیرهای کلان اقتصادی از جمله تورم و کاهش کسری بودجه دولت، کفایت سرمایه، کیفیت دارایی و نرخ رشد ناخالص داخلی واقعی می‌باشد. از طرفی افزایش نرخ رشد تولید ناخالص داخلی واقعی، کفایت سرمایه، کیفیت دارایی و کاهش نرخ ارز، تحریم و تورم می‌تواند از موقعیت های بحرانی کاهش داده و ریسک اعتباری را کاهش دهد که این یافته ها هم راستا با مطالعات صورت گرفته در این زمینه است. نتایج حاصل از آزمون ها نشان می‌دهد که روش مارکوف سوئیچینگ در مقایسه با روش رگرسیون ساده با تخمین دقیق تری مواجه است به طوریکه به هریک از متغیرهای اقتصادی و مالی مورد بررسی ضریب موثری اختصاص داده براساس تمام متغیرهای در نظر گرفته شده، به پیش‌بینی در جهت تصمیم‌گیری برای تخمین ریسک اعتباری بانک‌ها می‌پردازد اما در روش رگرسیون معمول قادر به برقراری تعادل در وزن‌دهی برای تعیین تاثیر دقیق هر یک از شاخص‌های اقتصادی و مالی مورد بررسی بکار رفته در این پژوهش نیست.

همچنین، با مشاهده نتایج دقت پیش‌بینی حاصل از رابطه میان ریسک اعتباری و بررسی شاخص درماندگی مالی، مشاهده می‌شود که در طی چندسال اخیر بانک‌ها در اقتصاد ایران دچار تحول و در معرض ریسک بالایی قرار داشته‌اند. بنابراین، نتایج حاصل از یافته‌های پژوهش این پژوهش کمک می‌کند تا مدیران بانکی با شناخت عوامل موثر بر ریسک اعتباری و همچنین تاثیر ریسک اعتباری بر میزان بازده سرمایه‌گذاری، نسبت به شرایط ریسکی واکنش نشان داده و با نظارت مکرر بر ریسک اعتباری از وقوع خطرات ناشی از آن در بانک‌ها جلوگیری کنند. بنابراین بنظر می‌رسد مدیران با توجه به مشخصه ها و ساختار حاکم بر فعالیت بانکها در اقتصاد ایران و توجه بر متغیرهای تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری بانک‌ها و ایجاد شرایط ریسکی و اتخاذ راهکارهای مناسب از سوی مقامات پولی قادر به شناسایی ریسک اعتباری و پیشگیری از آن باشند. بنابراین، بنظر می‌رسد با در نظر گرفتن یافته‌های پژوهش حاصل از روش پیشنهادی این پژوهش و همچنین، با توجه به مشخصه‌ها و ساختار حاکم بر فعالیت بانکها در اقتصاد ایران و توجه بر متغیرهای تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری و بحران بانک‌ها و ایجاد شرایط ریسکی و اتخاذ راهکارهای مناسب از سوی مقامات پولی بتوان به شناسایی ریسک اعتباری و پیشگیری از آن پرداخت. از این‌رو، باتوجه به نتایج و بحث و تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته در بخش یافته‌ها، توصیه‌هایی در ادامه ارائه می‌شود:



۱. نتیجه پژوهش نشان می‌دهد که برخی شاخص‌های برجسته‌ای وجود دارند که می‌توانند به عنوان شاخص هشداردهنده اولیه بحران بانکی عمل کنند. این مطالعه همچنین، می‌تواند گذار از دوره آرام به دوره پر ریسک، مدت شرایط بحرانی و احتمال شوک‌های ریسک بانکی را تشخیص دهد. بنابراین این مهم باید مورد توجه مقامات بانکی برای تدوین سیاست پیش‌بینی شرایط بحرانی و ریسک اعتباری باشد. علاوه بر این، سایر ذینفعان باید غیر فردگرا باشند و با گمانه‌زنی‌هایی که فقط به نفع گروه‌های خاصی است، وضعیت اقتصادی را تشدید نکنند.

۲. چرخه اقتصادی همچنان در چرخه‌های بحران و سکون ادامه خواهد داشت. بنابراین، همه طرفها به ویژه مقامات کلان بانکی و پولی باید بیشتر آگاه باشند و سریعتر در پیش‌بینی بحران و متعاقبا شرایط پر ریسک عمل کنند. با این حال، برای سایر ذینفعان به همان اندازه مهم است که شخصا به دنبال منافع شخصی نباشند و از وضعیت اقتصادی آگاه باشند و به بهبود ثبات اقتصادی کمک کنند.

#### ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده‌سازی مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

تعهد کپی‌رایت: طبق تعهد نویسندگان حق کپی‌رایت رعایت شده است.



## References

- Abhishek, K. (2020). Project Semester Report Credit Risk Analyses in Banking Sector. Thapar University, Patiala.
- Ali, S., Liu, B., Su, J. J. J. I. R. o. E., & Finance. (2018). Does corporate governance quality affect default risk? The role of growth opportunities and stock liquidity. 58, 422-448.
- Ayinde, T. O., Bankole, A. S., & Adeniyi, O. J. C. B. R. (2020). Modelling central bank behaviour in Nigeria: A Markov-switching approach.
- Bellini, T. (2019). IFRS 9 and CECL Credit Risk Modelling and Validation: A Practical Guide with Examples Worked in R and SAS: Academic Press.
- Chan, S. L., Chin, K. Y., Heah, J. T., Leow, Y. S., & Siew, L. O. (2018). The effect of Credit Risk Management (CRM) on the profitability of commercial banks in Malaysia. UTAR,
- Cucinelli, D., Di Battista, M. L., Marchese, M., Nieri, L. J. J. o. B., & Finance. (2018). Credit risk in European banks: The bright side of the internal ratings based approach. 93, 213-229.
- Das, S., & Roy, S. S. J. D. (2021). Predicting regime switching in BRICS currency volatility: a Markov switching autoregressive approach. 1-16.
- De Leon, M. J. B., & Systems, B. (2020). The impact of credit risk and macroeconomic factors on profitability: the case of the ASEAN banks. 15(1), 21-29.
- Hassan, M. K., Khan, A., Paltrinieri, A. J. R. i. I. B., & Finance. (2019). Liquidity risk, credit risk and stability in Islamic and conventional banks. 48, 17-31.
- Heydari, H., Zavarian, Z., & Nourbakhsh, I. (2010). " Studying the Effect of Macroeconomic Indices on Non-Performing Loan, *Journal of Monetary and Banking Researches*, 2(4), 191-219. (In Persian).
- Madani Tonekaboni, S.S., Adibpour, M., Mahmoodzadeh, M., & Ghavidel, S. (2020). " The Effect of Macroeconomic Resilience on Bank Credit Risk (Cross-Country Study)". *The Journal of Economic Studies and Policies Semi-Annual*, 7(13),121-152. (In Persian).
- Rahman, A., Khan, M. A., & Charfeddine, L. J. S. O. (2020). Does Financial Sector Promote Economic Growth in Pakistan? *Empirical Evidences From Markov Switching Model*. 10(4), 2158244020963064.
- Rostamzadeh P, Shahnazi R, Neisani M S. (2018). "Identification of Factors Affecting on Credit Risk in the Iran Banking Industry of Iran Using Stress Test. *Journal of Economic Modeling Research*, 9 (32) ,91-128. (In Persian).
- Tran, C. S., Nicolau, D., Nayak, R., Verhoeven, P. J. J. o. R., & Management, F. (2021). Modeling Credit Risk: *A Category Theory Perspective*. 14(7), 298.

## COPYRIGHTS



This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can't change them in any way or use them commercially.