



## بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری مبتنی بر اطلاعات حسابداری و اطلاعات بازار از دیدگاه ذی نفعان

محمد روشندل<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۷/۲۱ فریدون رهنمای رودپشتی<sup>۲</sup>

میرفیض فلاح<sup>۳</sup>

هاشم نیکومرام<sup>۴</sup>

### چکیده

این پژوهش به بررسی تطبیقی ریسک اعتباری بانک‌ها از منظر ذی نفعان از طریق دو الگوی مبتنی بر اطلاعات حسابداری (لاجیت<sup>۱</sup> و شاخص ثبات مالی<sup>۲</sup>-Z-score) و یک الگوی مبتنی بر اطلاعات بازار (مرتون - KMV)<sup>۳</sup> می‌پردازد. هدف این مقاله، بررسی کارایی مدل‌هایی است که یا از داده‌های تاریخی حسابداری یا بر اساس اطلاعات قیمت سهم، ریسک اعتباری بانک را برآورد می‌کند. قیمت سهم یا از اطلاعات بازار استخراج شده یا بر اساس مدل گوردون برآورد می‌گردد. در مدل مرتون، با توجه به قیمت یا ارزش برآوردی هر سهم، ارزش حقوق صاحبان سهام تعیین می‌شود و با برآورد ارزش روز دارایی‌ها طبق مدل و مقایسه آن با ارزش بدهی‌ها، ریسک اعتباری بانک مشخص می‌گردد. در مدل لاجیت، تغییرات نسبت مطالبات غیرجاری بانک با نسبت مزبور در صنعت مقایسه گردیده و ریسک اعتباری به‌عنوان متغیر دوگانه صفر (ریسک کم) و یک (ریسک بالا) لحاظ می‌گردد. در مدل نمره Z از تغییرات در نسبت بازده دارایی‌ها و نسبت حقوق صاحبان سهام به مجموع دارایی‌ها و انحراف معیار بازده دارایی‌ها استفاده می‌شود و در صورتی که نسبت‌های مذکور بالا و انحراف معیار بازده دارایی‌ها پایین باشد، بانک از ثبات مالی بالاتری برخوردار است. متغیرهای مستقل تحقیق با بهره‌گیری از تجارب سایر پژوهشگران، به پنج گروه نسبت‌های اهرمی، کارایی مدیریت، کیفیت سودآوری، سلامت مالی و نقدینگی تقسیم شده‌اند. در این تحقیق، نمونه‌ای از بانک‌ها طی دوره پایان ۱۳۸۶ لغایت ۱۳۹۶ انتخاب گردیده و به موجب نتایج آزمون آماره راک، هر سه الگوی مرتون، لاجیت و نمره Z بالاتر از میانه (۰/۵) قرار دارند و کارا هستند و کارایی آنها به ترتیب ۹۹/۴۸ درصد، ۹۸/۳۸ درصد و ۹۲/۶۸ درصد می‌باشد. نتیجه آنکه مدل آینده‌نگر، کارایی بیشتری در مقایسه با مدل‌های گذشته‌نگر دارد.

### کلمات کلیدی

ریسک اعتباری، ذی نفعان، لاجیت، شاخص ثبات مالی - نمره Z، مرتون - KMV

- ۱- گروه مدیریت مالی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. roushandel@gmail.com
- ۲- گروه حسابداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. roodposhti.rahnama@gmail.com
- ۳- گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. fallahshams@gmail.com
- ۴- گروه مدیریت مالی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. nikoomaram@srbiau.ac.ir

ریسک اعتباری را می‌توان مهم‌ترین و قدیمی‌ترین ریسک در سیستم مالی دانست. امروزه سنجش ریسک اعتباری بانک، مورد توجه جدی ذی‌نفعان مالی قرار گرفته است. آنها بانک را به‌عنوان یک واحد سرمایه‌پذیر در نظر گرفته که ضروری است دارایی‌ها از کیفیت مطلوب برخوردار بوده و بازدهی مناسب از دارایی‌های حاصل گردیده و توان بازپرداخت سپرده‌ها وجود داشته باشد. در صورتی که بانک از حجم بالایی از دارایی‌های غیرجاری برخوردار بوده که جریان وجوه نقدی را به همراه نداشته باشد و نتواند بدهی‌های خود را در موعد مقرر پرداخت نماید، ریسک ناتوانی در ایفای تعهدات<sup>۴</sup> و ریسک ورشکستگی<sup>۵</sup> بانک افزایش می‌یابد. وقوع مشکلات متعدد ناشی از بحران مالی طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۸ اهمیت به‌کارگیری مدل‌های مختلف ریسک اعتباری را افزایش داده است و نتایج ریسک اعتباری برای سرمایه‌گذاران و ذی‌نفعان اهمیت بسزایی پیدا کرده؛ زیرا شرکت‌ها بر مبنای آن رتبه‌بندی می‌شوند و عمدتاً هرگونه تصمیم سرمایه‌گذاران برای خرید سهام و اعطای اعتبار بر مبنای آن صورت می‌گیرد. بر اساس تئوری ذی‌نفعان، شرکت نه تنها در قبال سهامداران، بلکه در قبال سایر گروه‌هایی که تحت تأثیر فعالیت‌های شرکت قرار دارند، متعهد و پاسخگو است؛ لذا شرکت‌ها باید به‌گونه‌ای مدیریت شوند که نتایج حاصله برای تمام ذی‌نفعان حداکثر گردد. بامفیلد<sup>۶</sup> (۲۰۱۶)، سنجش ریسک اعتباری با سایر متغیرها همانند بازدهی سهام در ارتباط است. به‌عنوان نمونه، در مطالعه ارتباط بین ریسک اعتباری و اثرات آن، محققان از شاخص‌های متفاوتی استفاده نمودند. در همین ارتباط، آوامو<sup>۷</sup> (۲۰۰۷) از مدل رتبه‌بندی اعتباری، آبینزانو و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) از مدل بلک و شولز، آگاروال و تافلر<sup>۹</sup> (۲۰۰۸) از مدل نمره Z آلتمن استفاده نمودند و نتایج به‌عنوان متغیر دوگانه<sup>۱۰</sup> برای تمایز بین شرکت‌های سالم و درمانده<sup>۱۱</sup> طبقه‌بندی شدند. از زمان تحقیق بورز<sup>۱۲</sup> (۱۹۶۶)، یک سری شاخص‌های ریسک اعتباری ارائه شده‌اند. اغلب مدل‌های کلاسیک مبتنی بر اطلاعات حسابداری همانند نمره Z آلتمن<sup>۱۳</sup> (۱۹۶۸) یا نمره O اووالسون<sup>۱۴</sup> (۱۹۸۰) می‌باشند. در سایر مدل‌ها مانند مودیز KMV یا مدل مرتون بلک شولز از قیمت سهام به‌عنوان معیار سنجش ریسک اعتباری استفاده می‌شود (آبینزانو و همکاران<sup>۱۵</sup>، ۲۰۱۸).

در مدیریت ریسک اعتباری، برآورد صحیح از احتمال نکول<sup>۱۶</sup> (PD) بسیار مهم است. مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری<sup>۱۷</sup> (CRM) به‌طور عمده برای این هدف مورد استفاده قرار می‌گیرند و مشتریان را به گروه‌های ریسکی تقسیم‌بندی می‌کنند. طی سالیان متوالی از روش نمره‌دهی اعتباری مبتنی بر اطلاعات حسابداری استفاده می‌گردید. در این روش، اطلاعات مالی با اطلاعات غیرمالی ترکیب شده و به‌صورت ریسک اعتباری یک شرکت نشان داده می‌شود. تحقیقات گسترده در این خصوص توسط توماس<sup>۱۸</sup>

## بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

(۲۰۰۰)، پاپاجرو جیو و همکاران<sup>۱۹</sup> (۲۰۰۸) و عبدو و پوینتون<sup>۲۰</sup> (۲۰۱۱) صورت گرفته است. علی‌رغم موفقیت و شهرت آنها، مدل‌های نمره‌دهی اعتباری اغلب ایستا بوده و مبتنی بر داده‌های حسابداری تاریخی می‌باشد که تشریح‌کننده گذشته و حال یک شرکت می‌باشند و در پیش‌بینی وضعیت آینده شرکت به‌طور مناسب ممکن است توانایی نداشته باشند (آلمن و ساندرز<sup>۲۱</sup>، ۱۹۹۷؛ آگروال و تافلر<sup>۲۲</sup>، ۲۰۰۸).

نواقص مدل‌های نمره‌دهی اعتباری مبتنی بر حسابداری باعث ایجاد روش‌های جایگزین دیگری گردید که در این میان، مدل‌های ساختاری مورد اقبال بیشتری قرار گرفته است. مدل‌های ساختاری مبتنی بر روش ارزش باقیمانده<sup>۲۳</sup> بلک شولز و مرتون می‌باشد و از اطلاعات بازار برای سنجش احتمال نکول استفاده می‌کنند (نیکلیس و همکاران<sup>۲۴</sup>، ۲۰۱۵).

در بازارهای کار<sup>۲۵</sup>، تمام اطلاعات مرتبط با وضعیت جاری شرکت و انتظارات پیشرفت‌های آتی شرکت در قیمت‌های سهام منعکس می‌گردند (آگروال و تافلر<sup>۲۶</sup>، ۲۰۰۸). علاوه بر این، داده‌های بازار دائم به روز می‌شوند و سرمایه‌گذاران اطلاعات به روز شده را در ارتباط با عملکرد یک شرکت در نظر می‌گیرند. این ویژگی‌های داده‌های بازار و مدل‌های مرتبط با آنها نشان‌دهنده عملکرد بهتر آنها در ارتباط با پیش‌بینی نکول و سنجش ریسک اعتباری است. نتایج بررسی‌های صورت گرفته توسط هلیجیست<sup>۲۷</sup> (۲۰۰۸) و آگروال و تافلر (۲۰۰۸)، مبین این موضوع است و از نظر آنان مدل‌های بازاری عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های مبتنی بر حسابداری دارا هستند. از نظر لی و میو<sup>۲۸</sup> (۲۰۱۰) و یه و همکاران<sup>۲۹</sup> (۲۰۱۲)، مدل‌های بازاری باعث ایجاد سیستم‌های ترکیبی ارتقا یافته سنجش ریسک اعتباری می‌گردند. علی‌رغم قدرت پیش‌بینی‌کننده خوب و مبنای تئوریک قوی، مدل‌های بازاری، محدود به شرکت‌های پذیرفته شده در بورس هستند. از نظر دایر و همکاران<sup>۳۰</sup> (۲۰۰۴) مدل KMV مودیز که در کشورهای مختلف با نتایج مثبت مورد استفاده قرار گرفته است، یک کاربرد تجاری دارد. آلمن و همکاران در سال (۲۰۱۱) از داده‌های شرکت‌های آمریکایی برای بررسی توسعه بالقوه مدل‌های رگرسیونی چندمتغیره که برآوردکننده احتمال نکول در مدل‌های بازاری باشد را مورد استفاده قرار داد. آنها به این نتیجه رسیدند که هر دو روش باید به‌عنوان منبع اطلاعات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرد (نیکلیس و همکاران، ۲۰۱۲).

با هدف تعیین مدل مطلوب سنجش ریسک اعتباری و اینکه کارایی کدام یک از مدل‌های گذشته‌نگر یا آینده‌نگر بیشتر است، در این پژوهش دو مدل مبتنی بر اطلاعات حسابداری شامل نمره  $Z$  و لجیت و مدل KMV مرتون مبتنی بر اطلاعات بازاری مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مقاله دو هدف را دنبال می‌کند. نخست کارایی هر مدل مورد اشاره مورد بررسی قرار گیرد و دوم ارزیابی دو به دوی مدل‌ها با یکدیگر و شناسایی کاراترین مدل از بین سه مدل مزبور مورد سنجش قرار می‌گیرد.

### مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

از نظر آندریکوپولوس و وبر<sup>۳۱</sup> (۲۰۱۴) ذی‌نفعان را می‌توان به چهار گروه تقسیم کرد: ذی‌نفعانی که شرکت را تأسیس می‌کنند، اشخاصی که با شرکت روابط تجاری دارند، ذی‌نفعان مالی و ذی‌نفعان جامعه. روهیت<sup>۳۲</sup> (۲۰۱۰) ذی‌نفعان را تمام کسانی می‌داند که می‌توانند بر فعالیت شرکت تأثیرگذار بوده و یا تحت تأثیر فعالیت‌های شرکت قرار گیرند. وی ذی‌نفعان را به دو گروه ذی‌نفعان اصلی و ذی‌نفعان ثانویه تفکیک می‌کند که گروه نخست بدون وجود آنها تداوم فعالیت شرکت امکان‌پذیر نمی‌باشد و شامل کارکنان، اعتباردهندگان، عرضه‌کنندگان و مشتریان می‌باشد. گروه دوم که بر بسیاری از فعالیت‌های شرکت اثرگذار هستند، از جمله اصحاب رسانه، دولت، جامعه و محیط، جزء این دسته هستند. از سوی دیگر، نظام حاکمیت شرکتی در بانک به معنای توزیع اختیارات و به‌کارگیری مکانیزم‌های مناسب توسط هیئت مدیره و هیئت عامل و سهامداران به‌منظور پاسخگویی به دیگر ذی‌نفعان نظیر سپرده‌گذاران، مشتریان، کارکنان و غیره می‌باشد. در این راستا، مدیران ارشد بانک باید ساختاری را به‌منظور توسعه اهداف بانک و منافع کلیه ذی‌نفعان فراهم نموده و بر عملکرد بانک نظارت و کنترل داشته باشند. بر اساس تئوری ذی‌نفعان، مدیران بانک نه تنها در قبال سهامداران، بلکه در قبال سایر ذی‌نفعان از جمله سپرده‌گذاران که سپرده‌های آنها تحت تأثیر فعالیت‌های بانک قرار دارند، باید متعهد و پاسخگو باشند. از نظر سازمان همکاری اقتصادی و توسعه<sup>۳۳</sup>، حاکمیت شرکتی شامل یک مجموعه روابط بین مدیریت شرکت، اعضای هیئت مدیره، سهامداران و سایر ذی‌نفعان می‌باشد. در همین ارتباط، مدیریت ریسک اعتباری صحیح می‌تواند به استقرار حاکمیت شرکتی مناسب و تأمین خواسته‌های ذی‌نفعان کمک نماید. کلیه ذی‌نفعان با بهره‌مندی از نتایج حاصل از سنجش ریسک اعتباری یا رتبه‌بندی اعتباری دقیق می‌توانند از ثبات و سلامت مالی، امکان ایفای تعهدات به‌موقع و کسب سودآوری مناسب بانک اطمینان حاصل کنند. امروزه با استفاده از مدل‌های ریاضی و آماری جدید و پیشرفته می‌توان دارایی‌ها، حقوق صاحبان سهام و بدهی‌های یک بانک را به ارزش روز برآورد نمود و خروجی آنها را در رتبه‌بندی‌های شرکت‌های معتبر اس‌اند‌پی، مودیز و فیچ مشاهده کرد.

در گذشته، اغلب مدل‌های ریسک اعتباری مبتنی بر اطلاعات مالی و حسابداری بود؛ اما از زمان انتشار مقاله، تئوری ساختار سرمایه توسط مودیلیانی و میلر<sup>۳۴</sup> در سال ۱۹۵۸، مدل‌های ساختاری ریسک اعتباری مورد توجه قرار محققان قرار گرفته است. در این مدل‌ها، عمدتاً به بررسی ارتباط بین بدهی و ارزش حقوق صاحبان سهام می‌پردازند. بر اساس تئوری قیمت‌گذاری بلک و شولز، مرتون در سال ۱۹۷۴ نخستین مدل ساختاری را معرفی کرد و حقوق صاحبان سهام و بدهی‌ها را با استفاده از تجزیه تحلیل

### بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

ارزش باقیمانده ارزش گذاری نمود. طبق مدل مرتون، ارزش باقیمانده بدهی<sup>۳۵</sup> معادل خرید حق اختیار یک اوراق قرضه بدون ریسک و فروش حق اختیار فروش بر ارزش دارایی‌های شرکت است. به‌طور مشابه، ارزش باقیمانده حقوق صاحبان سهام<sup>۳۶</sup> معادل حق اختیار خرید ارزش دارایی‌های شرکت تلقی می‌گردد. طبق این مدل، نکول زمانی است که ارزش بازاری دارایی‌های شرکت به کمتر از اسمی بدهی‌ها تنزل یابد (آوینو و سالوادور<sup>۳۷</sup>، ۲۰۱۶).

در مدل‌های ساختاری، از آنجایی که ارزش سهام یک شرکت که معادل یک حق اختیار می‌باشد به‌طور مثبتی با نوسان‌پذیری دارایی‌های اصلی در ارتباط است؛ لذا سهامدار مدیر منصوب خود را تشویق به افزایش ریسک دارایی می‌نماید (جنسن و مک‌کلینگ<sup>۳۸</sup>، ۱۹۷۶؛ گالای و ماسولیس<sup>۳۹</sup>، ۱۹۷۶). به هر حال، اعتباردهندگان منطقی در زمان تعیین وضعیت اعتباری شرکت این مشوق‌ها را مدنظر قرار می‌دهند. از نظر بریلی و همکاران<sup>۴۰</sup> (۱۹۷۷)، کمپبل و کراکو<sup>۴۱</sup> (۱۹۸۰)، دیاموند<sup>۴۲</sup> (۱۹۸۴) و فاما<sup>۴۳</sup> (۱۹۸۵)، بانک‌ها در تعیین شرایط اعتباری و انعقاد قراردادها به خوبی عمل کرده و شرایط متقاضیان وام را مورد بررسی قرار می‌دهند تا پروسه انتقال ریسک به بانک را محدود کنند. بنا بر نظر نگال و پورناندام<sup>۴۴</sup> (۲۰۱۵)، از آنجایی که اغلب دارایی‌های بانک وام‌های ریسکی می‌باشند، ارزش آنها چندان مشخص نیست. بنابراین، ارزش حقوق صاحبان سهام یک بانک معادل یک حق اختیار بر دارایی‌های بانک به روشی که در مدل ساختاری به‌طور تلویحی اعلام می‌کند نمی‌باشد. در مقابل، حقوق صاحبان سهام و اعتباردهندگان مطالبه‌گران باقیمانده بر ارزش دارایی‌های بدهکاران (مدیون) بانک می‌باشند. بنابراین، ارزش سهم بانک به لحاظ اقتصادی یک حق اختیار بر حق اختیار تلقی می‌گردد (بلک و کاکس<sup>۴۵</sup>، ۱۹۷۶). طی سالیان گذشته، تحقیقات زیادی در خصوص ارزیابی مدل‌های ریسک اعتباری صورت گرفته است. برخی از مهم‌ترین این تحقیقات که از مدل‌ها و متغیرهای مربوطه در این پژوهش استفاده شده به‌طور خلاصه شرح ذیل تشریح می‌گردند:

در پژوهشی که توسط نیکلیس و همکاران<sup>۴۶</sup> (۲۰۱۲) با استفاده از داده‌هایی از شرکت‌های بورسی و غیربورسی کشور یونان در طی دوره ۲۰۰۵-۲۰۱۰ تحت عنوان «ترکیب مدل‌های مبتنی بر بازار و حسابداری برای نمره‌دهی اعتباری با استفاده از برنامه طبقه‌بندی مبتنی بر ماشین‌های بردار پشتیبان» انجام شد، از مدل مرتون- بلک و شولز و نسبت‌های حسابداری شامل نسبت‌های سودآوری (نسبت بازده دارایی‌ها و نسبت سود به فروش)، نسبت‌های بدهی (نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها و نسبت هزینه بهره به فروش)، نسبت‌های نقدینگی (نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری و نسبت فروش به کل بدهی‌ها)، نسبت کارایی مدیریت شامل نسبت گردش حساب‌های دریافتی به منظور ترکیب مدل‌های

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

مبتنی بر بازار و مبتنی بر حسابداری به منظور رتبه‌بندی اعتباری استفاده گردید. نتیجه اینکه مدل مرتون- بلک و شولز، کارایی بیشتری نسبت به مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری سنتی دارند که از داده‌های نکول تاریخی استفاده می‌کنند. هرچند سنجش مدل مرتون مبتنی بر اطلاعات بازار و قیمت سهام بوده و برای شرکت‌های بورسی مورد استفاده قرار می‌گرفت؛ اما اظهار داشتند می‌توان با استفاده از داده‌های مالی از این مدل برای سنجش ریسک اعتباری شرکت‌های غیربورسی نیز بهره‌برداری کرد.

کاند<sup>۴۷</sup> (۲۰۱۸) در تحقیقی با عنوان «آیا شاخص‌های ریسک اعتباری می‌توانند نکول‌های بانک را توضیح دهند؟» اعلام نمود که مدل‌های سنجش ریسک اعتباری در راستای پیش‌بینی صحیح نکول طراحی شده‌اند. در این تحقیق، به نقد برخی از روش‌های ریسک اعتباری از جمله مدل رگرسیون لاجیت پرداخته شد. تانگ<sup>۴۸</sup> (۲۰۱۵) از یک مدل رگرسیون لاجیت برای سنجش ریسک اعتباری استفاده نموده و احتمال نکول (PD) را از طریق تابع رگرسیون لجستیک پس از استانداردسازی رگرسیون‌هایی که به‌طور نرمال توزیع شده‌اند، استخراج نمود. تانگ برخی نسبت‌های مالی را در تشریح نکول مؤثر دانست که مهم‌ترین آن، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام می‌باشد. کاند روش مزبور را مورد انتقاد قرار داد و اظهار داشت که توزیع رگرسیون‌ها ممکن است تغییر کنند و خروجی مدل ممکن است با تغییر سطح اطمینان متفاوت باشد. وی با استفاده از متغیرهایی چون وجه نقد، حقوق صاحبان سهام، وام‌ها، مطالبات غیرجاری، نسبت هزینه/درآمد و نسبت بازده دارایی‌ها و با اطلاعات جمع‌آوری شده از ۲۲، ۷۵۱ بانک، قدرت برآوردکننده متغیرهای ریسک سیستماتیک<sup>۴۹</sup> (SRM) را با استفاده از تغییرات کوواریانس MES<sup>۵۰</sup>، Var در زمینه نکول‌های بانکی مورد ارزیابی قرار داد و به این نتیجه رسید که متغیرهای مستقل مورد استفاده در مدل از جمله NPL و نرخ بازده دارایی‌ها در برآورد احتمال نکول مؤثر هستند.

آبینزانو و همکاران<sup>۵۱</sup> (۲۰۱۸) تحت عنوان «مسابقه در میان گل‌ها: بهترین انتخاب برای ارزیابی ریسک اعتباری» از هشت مدل متفاوت ریسک اعتباری نمره Z آلتمن، نمره O اوهالسون، هنان و هنوک<sup>۵۲</sup>، زمیجوسکی<sup>۵۳</sup>، اختلاف بازده‌های اوراق قرضه<sup>۵۴</sup>، اختلاف بازده‌های سوآپ نکول اعتباری<sup>۵۵</sup>، بلک شولز مرتون و رتبه‌بندی اعتباری مودیز را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که مدل بلک شولز مرتون، نسبت به سایر مدل‌ها از کارایی بیشتری برخوردار هستند.

از منظر مدل‌های ساختاری، ارزش حقوق صاحبان سهام به‌عنوان یک حق اختیار بر ارزش دارایی‌های شرکت می‌باشد. طبق تحقیق پلگ و راویو<sup>۵۶</sup> (۲۰۱۶) تحت عنوان «پویایی‌های ریسک بانکی جایی که دارایی‌ها، ادعاهای باقیمانده نسبت به بدهی پرمخاطره هستند» اظهار نمود که حقوق صاحبان سهام، یک حق اختیار دارایی محسوب نمی‌گردد؛ بلکه در واقع، حق اختیار نسبت به دارایی‌های بدهکاران شرکت

## بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

می‌باشد. ایجاد مشوق‌های افزایش ریسک دارایی‌ها توسط سهامداران و از طریق مدیران منصوب صورت می‌گیرد و در صورتی که سرمایه بانک از کیفیت بالایی برخوردار باشد، انگیزه‌های افزایش ریسک و هزینه‌های ورشکستگی توسط سهامداران کاهش می‌یابد. هرچند طبق تئوری نمایندگی، سهامدار خواهان انتقال ریسک به سایرین می‌باشد (جنسن و ملکینگ<sup>۵۷</sup>، ۱۹۷۶)؛ اما به موجب تحقیق پلگ سهامدار خواهان انتقال ریسک در شرایطی است که بدهکاران در شرایط درماندگی مالی قرار می‌گیرند و ارزش دارایی‌های آنها کمتر از ارزش اسمی بدهی بدهکار قرار دارد. نتیجه این تحقیق با نتایج تحقیق ادماتی و همکاران<sup>۵۸</sup>، مایلز و همکاران<sup>۵۹</sup> (۲۰۱۳) و تورنر<sup>۶۰</sup> (۲۰۱۰) در خصوص لزوم تقویت کفایت سرمایه بانک همخوانی دارد و به نحوی که با افزایش سطح لایه سرمایه نظارتی، انگیزه سهامداران به انتقال ریسک کاهش می‌یابد و در نتیجه هزینه بیمه سپرده و احتمال نکول کاهش می‌یابد. نتیجه آنکه با افزایش سطح اهرم بانک و با وارد شدن شوک منفی به ارزش دارایی‌های بدهکاران، احتمال نکول بانک افزایش می‌یابد. آویندو و سالوادور<sup>۶۱</sup> (۲۰۱۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «ادعاهای باقیمانده و پوشش ریسک اعتباری با حق اختیارات سهام» اعلام نمود. جسک<sup>۶۲</sup> (۱۹۷۹) یک مدل ساختاری ریسک اعتباری معرفی کرد که قیمت‌گذاری حق اختیار بر حق اختیار می‌باشد (حق اختیارات ترکیبی)؛ به نحوی که اگر قیمت یک سهم به‌عنوان یک حق اختیار خرید ارزش شرکت لحاظ شود، حق اختیار سهم معادل یک حق اختیار در حق اختیار می‌باشد. بنا بر تحقیق وی، ارزش باقیمانده حقوق صاحبان سهام، معادل حق اختیار خرید دارایی‌های شرکت است و نکول زمانی رخ می‌دهد که ارزش شرکت به کمتر از آستانه نکول که تابعی از بدهی شرکت است، برسد. آویندو و سالوادور در این پژوهش به نسبت‌های پوششی اختلاف بازده‌های اعتباری<sup>۶۳</sup> بر حق اختیارات سهم مبتنی بر پایه مدل ریسک اعتباری مرتون و مدل قیمت‌گذاری حق اختیار ترکیبی جسک دست پیدا کردند. آنان نسبت‌های پوششی مدل را برای یک تعداد شرکت‌های شمال آمریکا برای سوآپ‌های نکول اعتباری و حق اختیارات سهم مورد آزمایش قرار دادند. نتیجه آنکه نرخ سوآپ نکول اعتباری با توجه به بازده‌های حق اختیار تغییر می‌کند.

تعارض‌های نمایندگی، نقش مهمی در تدوین بسیاری از تئوری‌های شرکتی داشته‌اند و در تحقیقات متعدد، ارتباط بین برنامه‌های جبران خدمات مدیریتی، ریسک‌پذیری و ذی‌نفعان مورد بررسی قرار گرفته است. به لحاظ تئوری، برنامه‌های جبران خدمات باید در راستای حل و فصل اهداف متعارض ذی‌نفعان شرکت اجرا شود. در شرکت‌های آمریکایی، از قراردادهای حق اختیار برای جبران خدمات مدیریتی استفاده می‌گردد (هال و مرفی<sup>۶۴</sup>، ۲۰۰۳؛ هیز<sup>۶۵</sup>، ۲۰۱۲)

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

برنامه‌های جبران خدمات مبتنی بر حق اختیار باعث ایجاد انگیزه‌های ریسک‌پذیری مدیریتی می‌گردد. به هر حال، طبق تئوری نئوکلاسیک‌ها، مشوق‌های ریسک‌پذیری ممکن است منجر به مشکل جایگزینی دارایی شود؛ به نحوی که صاحبان سهام با هزینه اعتباردهندگان به‌طور نامناسبی منتفع شوند (جنسن و مک‌لینگ، ۱۹۷۶). دلیل آن واضح است. هنگامی که مدیران تشویق به ریسک‌پذیری بیشتری شوند، آنها در پروژه‌های متهورانه‌تری سرمایه‌گذاری می‌کنند که باعث افزایش بازده حقوق صاحبان سهام می‌گردد که این وضعیت ریسک ورشکستگی شرکت را نیز افزایش می‌دهد. با وجود این، وجود میزانی ریسک برای شرکت به‌منظور کسب سود لازم است تا مانع از ورشکستگی گردد. در تحقیقی که توسط کوهارکی و واتسون<sup>۶۶</sup> در سال ۲۰۱۸ صورت گرفت، اثر مشوق‌های ریسک‌پذیری از منظر اعتباردهندگان مورد بررسی قرار گرفته است و اعلام نمودند که پژوهش‌های قبلی با اتکا بر این فرضیه شکل گرفته است که مشوق‌های ریسک‌پذیری باعث افزایش ارزش شرکت نخواهند شد؛ در حالی که این احتمال وجود دارد که مشوق‌های ریسک‌پذیری بر واریانس و میانگین ارزش شرکت اثرگذار بوده و خالص ارزش دارایی‌ها را افزایش دهد. نتیجه این تحقیق مبین تأثیر منفی کاهش مشوق‌های ریسک‌پذیری بر کاهش رتبه‌بندی اعتباری شرکت و بازده‌های سوآپ نکول اعتباری می‌باشد. به عبارت دیگر، هرچند افزایش مشوق‌های ریسک‌پذیری باعث افزایش ریسک دارایی‌ها می‌گردد؛ اما بازده مورد انتظار دارایی‌ها را افزایش داده و ریسک اعتباری را کاهش می‌دهد. در نتیجه، این مشوق‌ها می‌تواند با کاهش احتمال نکول و افزایش ارزش شرکت به‌طور واقعی، به نفع اعتباردهندگان باشد.

### **روش‌شناسی پژوهش**

پژوهش مزبور بر حسب هدف، در زمره تحقیقات کاربردی قرار دارد و بر حسب نحوه گردآوری داده‌ها، در زمره تحقیقات همبستگی قرار دارد که رابطه بین متغیرها تحلیل می‌شود. در این پژوهش، ۱۸ نمونه<sup>۶۷</sup> از ۳۱ بانک با توجه به محدودیت فعالیت حداقل ۷ سال انتخاب شده‌اند. در واقع، به‌منظور اجرای مدل KMV مرتون لازم است قیمت هر سهم مشخص گردد. بنابراین، بانک‌هایی که دارای سابقه فعالیت حداقل ۷ سال هستند، در نمونه ذکر شده است. همچنین، برخی از بانک‌ها نیز که دارای فعالیت بیش از ۷ سال بوده؛ ولی به واسطه دولتی بودن در بازار بورس فعالیت ندارند. قیمت بازاری هر سهم بانک از رابطه تخمین  $P/E$  صنعت ضربدر در قیمت برآوردی هر سهم تعیین شده است. لذا نمونه تحقیق شامل کلیه بانک‌های دولتی و نیز برخی از بانک‌های عضو سازمان بورس اوراق بهادار و فرابورس می‌باشد که ۷ سال از تأسیس آنها گذشته است. این پژوهش مبتنی بر روش تحقیق میدانی می‌باشد. در این پژوهش، جهت آزمون فرضیه‌های آماری از روش‌های تجزیه و تحلیل رگرسیون، تجزیه و تحلیل واریانس و آماره



### بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

آزمون راک استفاده شده است. برای پردازش اطلاعات گردآوری شده، از نرم افزار اکسل و جهت تحلیل آماری داده های پردازش شده از نرم افزار تخصصی (SPSS) بهره برداری شده است. با توجه به اینکه پردازش بسیاری از داده ها در اکسل صورت گرفته و امکان انتقال اطلاعات از اکسل به نرم افزار SPSS وجود دارد، از این نرم افزار استفاده شده است. همچنین با توجه به اینکه در خروجی نرم افزار SPSS می توان ضریب همبستگی، ضریب تعیین، خطای استاندارد میانگین، آماره دوربین واتسون، آماره راک و جدول تحلیل واریانس (ANOVA) را استخراج نمود، از این نرم افزار استفاده شده است.

#### مدل فرضیه اول (لاجیت)

مدل لاجیت در این پژوهش از تحقیقات آسیس و چاری<sup>۶۸</sup> (۲۰۱۸) و آلفو و همکاران<sup>۶۹</sup> (۲۰۰۴) بهره گرفته است. در این روش، با استفاده از مدل ارائه شده جرجینا<sup>۷۰</sup> (۲۰۱۵)، از نسبت مطالبات غیر جاری<sup>۷۱</sup> به عنوان شاخصی که می تواند صفر (ریسک اعتباری پایین) و یک (ریسک اعتباری بالا) اختیار کند، استفاده می شود.

در این مدل، فرض می شود که ریسک اعتباری پایین  $P_i(CR = 0)$  و ریسک اعتباری بالا  $1 - P_r(CR = 1)$  از تابع توزیع لاجیت با توزیع گسسته و دامنه تغییر صفر تا یک پیروی می نماید. بنابراین، احتمال وقوع متغیر پاسخ ( $Y_i$ ) مقادیر صفر و یک اختیار می کند. هدف این مدل، یافتن ضرایب متغیرهای مستقل و آزمون معناداری ضرایب مزبور می باشد.

$$Z_i = \ln \left| \frac{Pr(CR_{jt} = 1 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_{27} > 0)}{1 - Pr(CR_{jt} = 0 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_{27} > 0)} \right|$$

به عبارتی، احتمال ریسک اعتباری بالا یا پایین بر اساس رابطه ی زیر محاسبه می شود:

$$Y_{sjt} = \pi_i(CR = 0 \vee CR = 1 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{s,j,t} + \varepsilon_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{s,j,t} + \varepsilon_i}} = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

رگرسیون لاجیت به صورت  $Y_{sjt} = \ln \left( \frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{s,j,t} + \varepsilon_i$  تعریف می شود.

فرمول شماره ۱- تفاضل نسبت مطالبات غیر جاری آزمودنی از نسبت مطالبات غیر جاری صنعت:

$$\Delta NPLR_{sjt} = NPLR_{sjt} - NPLR_{sjt}$$

$$NPLR_{sjt} = \frac{NCL_{sjt}}{NCL_{sjt} + CL_{sjt}} \text{ میانگین مطالبات غیر جاری آزمودنی:}$$

$$NPLR_{sjt} = \frac{NC_{it}}{NCL_{sjt} + CL_{sjt}} \text{ میانگین مطالبات غیر جاری صنعت:}$$

و مجموع مطالبات غیر جاری شامل مطالبات سررسید گذشته، معوق و مشکوک الوصول برابر با

$$NCL_{sjt} = ODL_{sjt} + PDL_{sjt} + DL_{sjt} \text{ می باشد.}$$

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

تابع علامت تفاضل نسبت مطالبات غیر جاری آزمودنی از نسبت مطالبات غیر جاری صنعت:

$$Sign(\Delta NPLR_{sjt}) : \begin{cases} +1 \xrightarrow{Define} \Delta NPLR_{sjt} > 0 \\ 0 \xrightarrow{Define} \Delta NPLR_{sjt} = 0 \\ -1 \xrightarrow{Define} \Delta NPLR_{sjt} < 0 \end{cases}$$

ریشه دوم تفاضل نسبت مطالبات غیر جاری آزمودنی از نسبت مطالبات غیر جاری صنعت:

$$Sqrt|\Delta NPLR_{sjt}| = \sqrt{|\Delta NPLR_{sjt}|}$$

فرمول شماره ۲- تعدیل شده ریسک اعتباری آزمودنی زام در دوره tام:

$$Adj(\Delta NPLR_{sjt}) = Sign(\Delta NPLR_{sjt}) \times \sqrt{|\Delta NPLR_{sjt}|}$$

نتیجه حاصل از محاسبه فرمول شماره دو به شرح ذیل است:

$$CR : \begin{cases} 1 \xrightarrow{if} Adj(\Delta NPLR_{sjt}) > Medium(\Delta NPLR_{sit}) \\ 0 \xrightarrow{if} Adj(\Delta NPLR_{sjt}) < Medium(\Delta NPLR_{sit}) \end{cases}$$

رابطه غیر خطی رگرسیون لاجیت برای آزمون فرضیه اول پژوهش به شرح ذیل است:

$$Z_i = Ln \left| \frac{Pr(CR_{jt} = 1 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_{27} > 0)}{1 - Pr(CR_{jt} = 0 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_{27} > 0)} \right| = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_{50} x_{50e}$$

شامل متغیرهای مستقل  $x_1$  تا  $x_{46}$  و متغیرهای کنترلی  $x_{47}$  تا  $x_{50}$  می باشد. اندیکس  $z$  اشاره به

بانک نمونه، اندیکس  $t$  مربوط به سال مورد مطالعه و اندیکس  $S$  مربوط به فصل مورد نظر می باشد.

### مدل فرضیه دوم (شاخص ثبات مالی - Z-Score)

مدل مزبور از تحقیقات نورال و ورتینگتون<sup>۷۲</sup> (۲۰۱۶)، قسان و فاجین<sup>۷۳</sup> (۲۰۱۶)، عابدیفر و همکاران<sup>۷۴</sup>

(۲۰۱۳) وراجی و حسایی<sup>۷۵</sup> (۲۰۱۳) بهره گرفته است.

مطابق با پژوهش آقایان کیهاک و هس<sup>۷۶</sup> (۲۰۰۸)، شاخص نمره  $Z$  به شرح ذیل به عنوان شاخص

ثبات مالی برای پوشش ریسک ناشی از کاهش ارزش خالص دارایی ها مورد استفاده قرار گرفت.

$$Z - score_{s,j,t} = \left( ROA_{s,j,t} + \frac{E_{s,j,t}}{A_{s,j,t}} \right) S.D(ROA)$$

$ROA$  = بازده دارایی ها که از طریق تقسیم سود خالص بر کل دارایی ها حاصل می گردد.

$E/A$  = کل حقوق صاحبان سهام تقسیم بر کل دارایی ها

$S.D(ROA)$  = انحراف معیار بازده دارایی ها در طول سه سال گذشته است.

## بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

شاخص نمره Z از تابع توزیع نرمال تبعیت می کند بنابراین، فاصله اطمینان به شرح ذیل است:

$$\hat{\mu} - z_{\alpha/2} \cdot \sigma_x \leq \mu \leq \hat{\mu} + z_{\alpha/2} \cdot \sigma_x$$

آنگاه  $\varepsilon = z_{\alpha/2} \cdot \sigma_x$  و  $\mu \pm \varepsilon$  می باشد. به عبارت دیگر،  $\varepsilon = Z_{score} \cdot \sigma_{ROA}$  است.

که  $z_{\alpha/2} = \frac{\mu}{\sigma_x}$  که  $\mu = ROA$  و  $\sigma_x = \sigma_{ROA}$  می باشد. در صورت بروز شرایط ذیل، نکول اتفاق می افتد:

$$P_r(\mu \leq E) \rightarrow p_r\left(\mu \leq \frac{Equity}{Asset \times Z_{score}}\right)$$

به هر ترتیب، در صورتی که ارزش دارایی های جامعه کمتر از ارزش بدهی های آن باشد، احتمال نکول

از طریق رابطه  $p(\mu \leq E) = \int_{-\infty}^k \phi(\mu) d\mu$  تعیین می شود.

بنابراین، می توان از طریق معیار ذیل به سنجش دقیق ناتوانی در ایفای تعهدات آزمودنی پرداخت.

$$p_r(r_i \leq -e_i) = p_r\left(\frac{r_i - \mu_r}{\sigma_r} \leq z\right) = \varphi r_i(-Z)$$

رابطه خطی رگرسیون مولد گشتاوری پیرسون برای آزمون فرضیه دوم پژوهش به شرح ذیل است:

$$Z - score_{s,j,t} = \left(ROA_{s,j,t} + \frac{E_{s,j,t}}{A_{s,j,t}}\right) S.D(ROA) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_{50} x_{50\varepsilon}$$

### مدل فرضیه سوم (مرتون - KMV)

مدل مزبور، از تحقیقات آوینو و سالوادور (۲۰۱۶)، نیکلیس و همکاران (۲۰۱۲) و بومیدین<sup>۷۷</sup> (۲۰۱۱)

بهره گرفته است. طبق مدل مرتون کل ارزش بازاری دارایی های شرکت به صورت (معادله ۱) فرض می گردد.

$$dV_A = \mu V_A dt + \sigma V_A \quad (\text{معادله ۱})$$

$V_A$  برابر با ارزش دارایی های شرکت است.  $\sigma_A$  برابر با انحراف معیار نرخ بارده دارایی ها یا نوسان پذیری

دارایی ها است.  $\mu$  برابر با نرخ دوره ای بازده مورد انتظار دارایی می باشد. همچنین فرض می گردد که

شرکت اوراق قرضه با تخفیف با سررسید در دوره های T منتشر کرده و حقوق صاحبان سهام حق اختیار

خریدی بر ارزش دارایی اصلی شرکت با یک قیمت توافقی در سررسید (که با  $V_A$  نشان داده می شود)

برابر با ارزش اسمی بدهی شرکت (X) و زمان تا سررسید (T) است. لذا نکول زمانی است که ارزش

بازاری دارایی ها کمتر از ارزش دفتری بدهی ها باشد، در این صورت ارزش حقوق صاحبان سهام منفی

می گردد. طبق این مدل، ارزش جاری حقوق صاحبان سهام ( $V_E$ ) می تواند با فرمول قیمت گذاری حق

اختیار خرید بلک و شولز بیان شود.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

$$V_E = V_A N(d_1) + X \cdot e^{-rT} N(d_2) \quad (\text{معادله ۲})$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{T} \quad \text{و} \quad d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{X}\right) + (r + 0.5 \sigma_A^2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \quad (\text{معادله ۳})$$

$r$  برابر با نرخ بهره بدون ریسک است.  $\sigma_A$  انحراف معیار نرخ بازده ارزش دارایی‌ها و  $N$  تابع توزیع نرمال تجمعی است. پژوهشگران طی سالیان گذشته با تغییر برخی از مفروضات درصدد عملیاتی نمودن مدل مزبور شدند. در همین ارتباط، نیکلیس و همکاران با استفاده از مدلی برگرفته از مدل مرتون (KMV) به شرح ذیل درصدد سنجش احتمال نکول برآمدند. مرتون فرض می‌کند که ارزش حقوق صاحبان سهام تابعی از ارزش شرکت و زمان می‌باشد.

$$\sigma_E = \left(\frac{V_A}{E}\right) + \frac{\partial E}{\partial V} \sigma_A \quad (\text{معادله ۴})$$

در مدل بلک-شولز-مرتون، می‌توان  $\frac{\partial E}{\partial V} = N(d_1)$  دانست. بنابراین، تحت مفروضات مدل مرتون، نوسان‌پذیری‌های شرکت و حقوق صاحبان سهام برابر است با:

$$\sigma_E = \left(\frac{V_A}{E}\right) + N(d_1) \sigma_A \quad (\text{معادله ۵})$$

بنابراین، فاصله تا نکول (DD) و احتمال نکول (PD) را می‌توان به شرح ذیل محاسبه کرد.

$$PD_{sjt} = N(-DD_{jt}) \quad \text{و} \quad DD_{jt} = \frac{\ln\left(\frac{V_{A,t}}{X_t}\right) + (\mu - 1/2 \sigma_A^2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \quad (\text{معادله ۶})$$

$V_A$  برابر با ارزش دارایی‌ها،  $\sigma_A$  نوسان‌پذیری دارایی‌ها،  $X_t$  کل بدهی‌ها،  $\mu$  بازده مورد انتظار دارایی‌ها،  $T$  دوره زمانی و  $N$  توزیع احتمال تجمعی است. فاصله تا نکول به تعداد انحراف معیار ارزش بازاری شرکت از نقطه نکول تعریف می‌گردد. فاصله تا نکول بالاتر نشان می‌دهد که ارزش دارایی‌ها از نقطه نکول فاصله دارد و بنابراین، احتمال نکول را کاهش می‌دهد به‌منظور حل معادله ۶ لازم است معادلات ۲ و ۵ به‌طور همزمان حل گردد که در مدل KMV این معادلات به‌طور عددی و ساده قابل حل نمی‌باشد. لذا می‌توان با اجرای معادله ذیل این مشکل را حل کرد. نخست اینکه برای ارزش اولیه شرکت فرض می‌گردد که  $\sigma_v = \sigma_E [E/(E+F)]$  و ارزش بازاری بدهی هر بانک با ارزش اسمی بدهی آن یکسان منظور می‌گردد. از آنجایی که بانک‌هایی که در معرض ورشکستگی بیشتری بوده، دارای ریسک بدهی بیشتری هستند و

### بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

ریسک بدهی آنها با ریسک ارزش حقوق صاحبان سهام آنها همبستگی دارند، لذا انحراف معیار بدهی شرکت به صورت  $\sigma_D = 0.05 + 0.25 * \sigma_E$  محاسبه می‌گردد. در معادل مزبور ۵ درصد به منظور نشان دادن انحراف معیار ساختار افزوده می‌گردد. همچنین ۲۵ درصد ضربدر انحراف معیار حقوق صاحبان سهام افزوده می‌گردد تا انحراف معیار کل شرکت محاسبه گردد:

$$\sigma_v = \frac{E}{E+D} \sigma_E + \frac{D}{E+D} (0.05 + 0.25 * \sigma_E)$$

سپس نرخ بازده مورد انتظار ارزش دارایی‌های شرکت برابر است با نرخ بازده دارایی‌های شرکت در یک سال گذشته شرکت یا  $\mu = r_{it-1}$ ؛ لذا با استفاده از تخمین  $\mu$  با توجه به بازده‌های گذشته، فاصله تا

$$\text{نکول برابر با } DD_{jt} = \frac{\ln(E+F/F) + (r_{it-1} - 0.5 * \sigma_v^2) T}{\sigma_v \sqrt{T}} \text{ و احتمال نکول } (-DD) \text{ می‌باشد.}$$

رابطه خطی رگرسیون مولد گشتاوری پیرسون برای آزمون فرضیه سوم پژوهش به شرح ذیل است:

$$PD_{jt} = (-DD) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_{50} x_{50} + \varepsilon$$

### **متغیرهای پژوهش**

تحقیقاتی توسط کاد (۲۰۱۸)، ایستون<sup>۷۸</sup> (۲۰۱۸)، زو و پنگ<sup>۷۹</sup> (۲۰۱۸)، فرناندرز<sup>۸۰</sup> (۲۰۱۷)، پائول وود<sup>۸۱</sup> (۲۰۱۲) و نیکلیس و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص مدل‌های ریسک اعتباری صورت گرفته است و با توجه به مباحث تئوریک و پژوهش‌های صورت گرفته، متغیرهایی را در مدل‌های تحت بررسی مورد استفاده قرار دادند. لذا در این پژوهش، از ۴۶ متغیر مستقل و ۴ متغیر کمکی استفاده شده است که برگرفته از تحقیقات مزبور می‌باشد.

### **متغیرهای مستقل**

#### **نسبت‌های مالی گروه اهرمی (بدهی)**

$x_1$  = مجموع دارایی‌ها به حقوق صاحبان سهام؛  $x_2$  = مجموع بدهی‌ها به مجموع دارایی‌های قابل بازیافت؛  $x_3$  = سود خالص عملیاتی به هزینه‌های تأمین مالی؛  $x_4$  = مطالبات غیر جاری به مجموع بدهی‌ها؛  $x_5$  = مطالبات سررسید شده به مجموع سپرده‌ها؛  $x_6$  = مطالبات معوق به مجموع سپرده‌ها؛  $x_7$  = مطالبات مشکوک الوصول به مجموع سپرده‌ها؛  $x_8$  = دارایی‌های ثابت به مجموع بدهی‌ها و  $x_9$  = بدهکاران موقت به مجموع سپرده‌ها

نسبت‌های مالی گروه کارایی مدیریت (کیفیت دارایی‌ها)

$x_{10}$  = متوسط نرخ رشد فصلی مطالبات غیرجاری؛  $x_{11}$  = درآمدهای مشاع به کل درآمد؛  $x_{12}$  = درآمدهای غیرمشاع به کل درآمد؛  $x_{13}$  = نسبت ذخیره‌گیری؛  $x_{14}$  = درآمدهای مشاع آزمودنی به مجموع درآمدهای مشاع شبکه بانکی؛  $x_{15}$  = ارقام زیر خط به مجموع دارایی‌ها؛  $x_{16}$  = تسهیلات و مطالبات به مجموع دارایی‌ها؛  $x_{17}$  = تسهیلات و تعهدات کلان به سرمایه نظارتی؛  $x_{18}$  = هزینه‌ها به درآمد (کارایی) و  $x_{19}$  = بدهکاران موقت به مجموع دارایی‌ها

نسبت‌های مالی گروه سنجش نقدینگی

$x_{20}$  = مطالبات غیرجاری به مجموع تسهیلات و مطالبات؛  $x_{21}$  = مطالبات سررسید شده به مجموع تسهیلات و مطالبات؛  $x_{22}$  = مطالبات معوق به مجموع تسهیلات و مطالبات؛  $x_{23}$  = مطالبات مشکوک الوصول به مجموع تسهیلات و مطالبات؛  $x_{24}$  = دارایی‌های نقد و شبه نقد به بدهی‌های کوتاه مدت؛  $x_{25}$  = متوسط دوره وصول مطالبات/تسهیلات؛  $x_{26}$  = متوسط دوره بازپرداخت سپرده‌های سرمایه‌گذاری مدت‌دار؛  $x_{27}$  = سپرده‌های کوتاه‌مدت به مجموع سپرده‌ها  $x_{28}$  = تسهیلات کوتاه‌مدت به تسهیلات بلند مدت؛  $x_{29}$  = نسبت تمرکز سپرده‌ها و  $x_{30}$  = بازده دارایی‌های عملیاتی.

نسبت‌های مالی گروه کیفیت سود آوری

$x_{31}$  = بازده دارایی‌ها؛  $x_{32}$  = بازده حقوق صاحبان سهام؛  $x_{33}$  = وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی پس از کسر سودپرداختی بابت تأمین مالی به مجموع حقوق صاحبان سهام؛  $x_{34}$  = وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی به مجموع تسهیلات اعطایی؛  $x_{35}$  = وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی به مجموع درآمدهای مشاع و غیرمشاع؛  $x_{36}$  = سود خالص به مجموع درآمدهای مشاع و غیرمشاع؛  $x_{37}$  = سود خالص عملیاتی به وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی؛  $x_{38}$  = سود خالص عملیاتی به مجموع دارایی‌های قابل بازیافت

نسبت‌های مالی گروه سلامت مالی

$x_{39}$  = سود انباشته به حقوق صاحبان سهام؛  $x_{40}$  = کفایت سرمایه  $x_{41}$  = سرمایه اصلی به دارایی‌ها و تعهدات موزون به ریسک؛  $x_{42}$  = ذخیره مطالبات غیرجاری به سرمایه پرداخت شده؛  $x_{43}$  = سرمایه تکمیلی به دارایی‌ها و تعهدات موزون به ریسک؛  $x_{44}$  = ارقام زیر خط به حقوق صاحبان سهام؛  $x_{45}$  = حقوق صاحبان سهام به مجموع دارایی‌های تکمیلی؛  $x_{46}$  = وضعیت باز ارزی به سرمایه نظارتی

متغیرهای کمکی تحقیق

$x_{47}$  = چرخه عمر بانک: لگاریتم نپرین دوره فعالیت آزمودنی از بدو تأسیس تاکنون؛  $x_{48}$  = اندازه

### بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

بانک: لگاریتم مجموع دارایی‌ها؛  $X_{49}$  = نوع مالکیت: دولتی، نیمه‌دولتی (خصولتی) و خصوصی؛  $X_{50}$  = شاخص رقابت پذیری: مجموع درآمدهای مشاع و غیرمشاع آزمودنی مورد نظر به مجموع درآمدهای مشاع و غیرمشاع نظام بانکی به توان دو

#### متغیرهای وابسته

در این تحقیق، متغیر وابسته  $(Y_{sijt})$ ، ریسک اعتباری  $(CR)$  بانک بوده که ریسک ناتوانی در ایفای تعهدات بانک در قبال سپرده‌گذاران، تأمین‌کنندگان مالی و سایر ذی‌نفعان می‌باشد. نحوه محاسبه متغیر وابسته، از طریق سه مدل لاجیت، شاخص ثبات مالی و مرتون-KMV بررسی می‌گردد.

#### نتایج آزمون استنتاج آماری فرضیه‌های پژوهش

با توجه به غیرخطی بودن و دوگانه صفر و یک مدل لاجیت، نخست کارآمدی احتمال نکول (PD) از دو روش صفر و اشباع شده بررسی گردیده و پس از اینکه کارایی احتمال نکول از طریق مدل‌های آماری ذیل به اثبات رسید، کلیه متغیرهای مستقل به مدل رگرسیون پیرسون وارد شده و اقدام به آزمون معناداری مدل لاجیت می‌گردد تا کارایی یا عدم کارایی این مدل مشخص شود. به‌منظور آزمون معناداری ضرایب متغیرهای مستقل در مدل رگرسیون لاجیت، از آماره آزمون والد و برای آزمون متغیرهای مستقل خطی از آماره P-Value و آماره  $t$  استفاده می‌گردد.

#### آزمون استنتاج آماری مدل یکنوا (تهی) لاجیت برای فرضیه اول پژوهش

لاجیت مدل احتمال خطی فاز تهی (Null) یا غیراشباع شده (Unsatuated) به‌صورت تابع ثابت است که دارای ضریب عرض از مبدا  $(\beta = 0)$  می‌باشد و متغیرهای برآوردگر وارد مدل نمی‌شود. مدل تابع احتمال خطی لاجیت در مدل تهی به‌صورت  $P_i(Y_i/X_1, X_2, \dots, X_m = 0) = \frac{\exp(\beta)}{1 + \exp(\beta)}$  می‌باشد.

جدول ۱: طبقه‌بندی در گام صفر (تهی)

مشاهده شده فاز صفر	پیش‌بینی شده		
	ریسک اعتباری		درصد
	۰	۱	صحیح
ریسک اعتباری پایین	۰	۴۴۸	۱۰۰
ریسک اعتباری بالا	۱	۲۹۰	۰
متوسط درصد کل			۶۰/۷

طبق جدول مزبور، از ۷۳۸ مورد مشاهده، مدل در فاز صفر ۴۴۸ مورد را که دارای ریسک اعتباری پایین می‌باشد را صحیح تشخیص داده و از ۲۹۰ مورد از مشاهدات که ریسک اعتباری بالا تعیین شده را

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

دارای ریسک اعتباری پایین برآورد نموده است. در این گام، خطای نوع اول صفر و خطای نوع دوم ۲۹۰ می‌باشد. همچنین ضریب کارایی برابر با ۶۰/۷ درصد و ضریب خطا برابر با ۳۹/۳ درصد می‌باشد.

جدول ۲: آزمون طبقه‌بندی صحت پیش‌بینی مدل

پیش‌بینی شده		گام اشباع شده	
درصد صحیح	ریسک اعتباری		مشاهده شده
	۱	۰	
۹۴/۶	۲۴	۴۲۴	۰
۹۰/۷	۲۶۳	۲۷	۱
۹۳/۱			درصد کل

طبق جدول، قدرت صحت پیش‌بینی مدل در گام اشباع شده محاسبه شده که ۹۳/۱ درصد از تغییرات متغیر وابسته تحت تأثیر متغیرهای مستقل قرار دارد. ضمن کارایی مدل اشباع شده ۹۳/۱ درصد می‌باشد. لذا تخمین کارآمدی احتمال نکول از روش اشباع شده که ۵۰ متغیر برآوردگر در مدل لاجیت وارد شده‌اند، از کارایی بیشتری برخوردار می‌باشد. به موجب اطلاعات مزبور، خطای نوع اول ۳/۲۶ درصد و خطای نوع دوم ۳/۶۶ درصد است.

جدول ۳: برازش مدل (قدرت برآورد مدل)

ضریب تعیین Nagelkerke	ضریب تعیین Snell&Cox	گام اشباع شده
۰/۸۶۹	۰/۶۴۱	

در جدول ۳، قدرت برآورد مدل از طریق دو روش ضریب تعیین کاکس و اسنیل و نجل کرک در گام مزبور محاسبه شده است که به ترتیب حدود ۶۴ و ۸۷ درصد از تغییرات احتمال وقوع متغیر وابسته تحت تأثیر متغیرهای مستقل قرار دارد. در این گام، متغیرهای برآوردگر وارد مدل می‌شود.

با توجه به کارایی ۹۳/۱ درصدی روش اشباع شده در مقایسه با کارایی ۶۴/۷ درصدی روش تهی، متغیرهای برآوردگر بیشترین تأثیر را در برآورد ریسک اعتباری دارا می‌باشند.

آزمون فرضیه ۱- پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک با اتکای به مدل لاجیت از کارایی لازم برخوردار است.

پس از تعیین کارایی احتمال نکول برابر با ۹۲/۸ درصد، با استفاده از مدل رگرسیون پیرسون و تکنیک‌های آماری ذیل اقدام به آزمون کارایی مدل لاجیت می‌گردد.



**بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام**

جدول ۴: خلاصه برخی از آماره‌های رگرسیون خطی گشتاوری پیرسون و سطح زیر منحنی راک

منحنی راک	دوبین - واتسون	خطای استاندارد میانگین	ضریب تعیین تعدیل شده	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	مدل
۰/۹۸۳۸	۱/۰۰۹	۰/۲۰۸۵	۰/۷۷۱	۰/۷۸۶	۰/۸۸۶	لاجیت

طبق جدول ۴، خطای استاندارد میانگین مدل لاجیت برابر با ۰/۲۰۸۴۸ می‌باشد که نسبتاً کم بوده و حاکی از اعتبار مطلوب مدل است؛ اما آماره دوربین واتسون برابر با ۱/۰۰۹ می‌باشد که از سطح استاندارد ۱/۵، اندکی فاصله دارد و نشان می‌دهد بین خطای جملات خطا (پسماند) به میزان کمی همبستگی دوره‌ای وجود دارد. با توجه به اینکه بخشی از ضریب تعیین مدل (۰/۷۸۶) به دلیل هم خطی بین متغیرهای برآوردگر ممکن است کاذب باشد و بین در دوره‌های متوالی همبستگی وجود داشته باشد، از آماره راک استفاده می‌گردد. منحنی راک، نرخ مثبت درست (حساسیت) در برابر نرخ مثبت نادرست (ویژگی) را می‌سنجد. حساسیت آزمون، نسبت نرخ مثبت درست به مجموع نرخ مثبت درست و نرخ منفی نادرست می‌باشد و ویژگی آزمون، نسبت نرخ منفی درست به مجموع نرخ منفی درست و نرخ مثبت نادرست است. چنانچه یک رده‌بندی دارای نرخ مثبت درست (۱) و نرخ منفی درست برابر با (۱) باشد، می‌توان رده‌بندی را ایده‌آل دانست که دارای کمترین اشتباه می‌باشد و مقدار حساسیت و ویژگی آزمون برابر با ۱۰۰ درصد است.

جدول ۵: مقدار سطح زیر منحنی راک

حد بالا و پایین سطح زیر منحنی راک در فاصله اطمینان ۹۵ درصد	انحراف معیار سطح زیر منحنی راک	سطح زیر منحنی راک	تعداد مشاهدات
۰/۹۹۰۱	۰/۰۰۳۲	۰/۹۸۳۸	۷۳۸

با تقسیم سطح زیر منحنی بر انحراف معیار آن، مقدار آماره ملاک آزمون راک (Z) برابر با ۳۰۷/۴۳ حاصل می‌گردد. با توجه به اینکه ارزش قدر مطلق نمره (Z) محاسباتی بزرگتر از ارزش بحرانی آن در بازه‌ی اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد (  $Z_{obs} > 1/96$  ) است، بنابراین، فرضیه  $H_0$  رد می‌شود و فرضیه  $H_1$  پذیرفته می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت مدل از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد و ضرایب متغیرهای مستقل تفاوت معناداری از صفر دارد.

$$\begin{cases} H_0 = ACU_{Logit} = ACU_{Z-score} = ACU_{KMV} \\ H_1 = ACU_{Logit} \neq ACU_{Z-score} \neq ACU_{KMV} \end{cases}$$

جدول ۶: تحلیل واریانس (ANOVA) مدل لاجیت

منشاء تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	ضریب اهمیت
رگرسیون	۱۰۹/۷۱۸	۴۸	۲/۲۸۶	۵۲/۵۸	۰/۰۰۰
باقیمانده	۲۹/۹۴۸	۶۸۹	۰/۴۳		
کل	۱۳۹/۶۶۷	۷۳۷			

از آنجایی که سطح معناداری یا ارزش احتمال آماری F محاسباتی کمتر از سطح خطای ۵ درصد است، بنابراین می‌توان گفت مدل از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد و ضرایب متغیرهای مستقل تفاوت معناداری از صفر دارد و بین متغیرهای پیش‌بین (مستقل) و متغیر وابسته ارتباط خطی وجود دارد.

$$\begin{cases} H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{50} \\ H_1 = \text{حداقل یکی از } \beta_j \text{ ها مخالف صفر} \end{cases}$$

فرضیه شماره ۲ - پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک با اتکای به مدل شاخص ثبات مالی (نمره Z) از کارایی لازم برخوردار است.

جدول ۷: خلاصه برخی از آماره‌های رگرسیون خطی گشتاوری پیرسون شاخص ثبات مالی - نمره Z

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای استاندارد میانگین	دوبین-واتسون
شاخص ثبات مالی	۰/۸۴۸	۰/۷۱۹	۰/۶۹۹	۰/۸۱۶۴۴	۱/۰۷۴

آماره دوربین واتسون برابر با ۱/۰۷۴ می‌باشد که مبین بین خطای پسماند همبستگی دوره‌ای کم می‌باشد. با توجه به اینکه در مدل مزبور همبستگی بین باقی‌مانده‌های مدل وجود داشته باشد و با توجه به اینکه ممکن است بخشی از ضریب همبستگی و ضریب تعیین به واسطه همبستگی خطی بین متغیرها کاذب باشد، از آماره راک برای سنجش کارایی مدل استفاده می‌گردد.

جدول ۸: تحلیل واریانس (ANOVA) مدل شاخص ثبات مالی

منشاء تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	ضریب اهمیت
رگرسیون	۱۱/۷۳۹	۴۸	۰/۲۴۵	۳۶/۶۸۸	۰/۰۰۰
باقیمانده	۴/۵۹۳	۶۸۹	۰/۰۰۷		
کل	۱۶/۳۳۲	۷۳۷			

طبق جدول فوق، مدل برآوردی از اعتبار لازم برخوردار است و بین متغیرهای پیش‌بین (مستقل) و

متغیر وابسته، ارتباط خطی وجود دارد. از آنجایی که سطح معناداری یا ارزش احتمال آماری F

### بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

محاسباتی کمتر از سطح خطای ۵ درصد است، بنابراین مدل از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد و ضرایب متغیرهای مستقل تفاوت معناداری از صفر دارد.

$$\begin{cases} H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{50} \\ H_1 = \text{حداقل یکی از } \beta_j \text{ ها مخالف صفر} \end{cases}$$

نتیجه آنکه  $H_0$  پذیرفته می‌شود؛ زیرا یکی از بتاها مخالف صفر است. به عبارت دیگر، از آنجایی که ضریب اهمیت کمتر از بتای ۵ درصد می‌باشد، لذا  $H_1$  رد می‌شود.

جدول ۹: خلاصه آماره راک برای مدل شاخص ثبات مالی نمره Z

تعداد مشاهدات	سطح زیر منحنی راک	انحراف معیار سطح زیر منحنی راک	مجانب نرمال در فاصله اطمینان ۹۵ درصد
۷۳۸	۰/۹۲۶۸	۰/۰۰۹۶	۰/۹۰۷۹۱

مقدار آماره ملاک آزمون راک (Z) برابر با ۹۲/۶۸ می‌باشد. برای آزمون فرضیه بالا با توجه به اینکه ارزش قدر مطلق نمره (Z) محاسباتی بزرگتر از ارزش بحرانی آن در بازه‌ی اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد ( $Z_{OBS} > 1/96$ ) است، فرضیه  $H_0$  رد می‌شود و فرضیه  $H_1$  پذیرفته می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت مدل از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد و ضرایب متغیرهای مستقل تفاوت معناداری از صفر دارد.

$$\begin{cases} H_0 = ACU_{Logit} = ACU_{Z-score} = ACU_{KMV} \\ H_1 \neq ACU_{Logit} \neq ACU_{Z-score} \neq ACU_{KMV} \end{cases}$$

فرضیه شماره ۳-پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک با اتکای به مدل مرتون - KMV از کارایی لازم برخوردار است.

جدول ۱۰: خلاصه برخی از آماره‌های رگرسیون خطی گشتاوری پیرسون مرتون - KMV

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای استاندارد میانگین	دوبین-واتسون
KMV	۰/۷۹۵	۰/۶۳۱	۰/۶۰۶	۰/۱۳۰۷۶	۰/۷۲۳

طبق جدول مزبور، ضریب همبستگی برابر با ۷۹/۵ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده همبستگی بالای بین متغیرهای مستقل و کنترلی با متغیر وابسته می‌باشد. ضریب تعیین در مدل لاجیت برابر با ۶۳/۱ درصد می‌باشد که نشان می‌دهد ۶۳/۱ درصد از تغییرات در مدل لاجیت تحت تأثیر متغیرهای مستقل و کنترلی می‌باشد که در مدل وارد شده است. ضریب تعیین تعدیل شده در مدل لاجیت برابر با ۶۰/۶ درصد می‌باشد که نشان می‌دهد ۶۰/۶ درصد از تغییرات در مدل لاجیت تحت تأثیر متغیرهای مستقل

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

و کنترلی واقعی می‌باشد که در مدل وارد شده است. خطای استاندارد میانگین مدل لاجیت برابر با ۰/۱۳۰۷۶ می‌باشد که نسبتاً کم می‌باشد. در مدل لاجیت آماره دوربین واتسون برابر با ۰/۷۲۳ می‌باشد که نشان‌دهنده بیانگر همبستگی بین باقی مانده‌های مدل می‌باشد.

جدول ۱۱: خلاصه آماره راک برای مدل مرتون - KMV

تعداد مشاهدات	سطح زیر منحنی راک	انحراف معیار سطح زیر منحنی راک	مجانِب نرمال در فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
۷۳۸	۰/۹۹۴۸	۰/۰۰۲۰	۰/۹۹۰۹۸	۰/۹۹۸۶۳

مقدار آماره ملاک آزمون راک ( $Z$ ) برابر با ۹۹/۴۸ می‌باشد. برای آزمون فرضیه بالا با توجه به اینکه ارزش قدر مطلق نمره ( $Z$ ) محاسباتی بزرگتر از ارزش بحرانی آن در بازه‌ی اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد ( $Z_{obs} > 1/96$ ) است، فرضیه  $H_0$  رد می‌شود و فرضیه  $H_1$  پذیرفته می‌شود. یعنی مدل از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد و ضرایب متغیرهای مستقل تفاوت معناداری از صفر دارد.

$$\begin{cases} H_0 = ACU_{Logit} = ACU_{Z-score} = ACU_{KMV} \\ H_1 \neq ACU_{Logit} \neq ACU_{Z-score} \neq ACU_{KMV} \end{cases}$$

جدول ۱۲: تحلیل واریانس (ANOVA) برای مدل مرتون - KMV

منشاء تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	ضریب اهمیت
رگرسیون	۲۰/۱۷۲	۴۸	۰/۴۲۰	۲۴/۵۷۸	۰/۰۰۰
باقیمانده	۱۱/۷۸۱	۶۸۹	۰/۱۷		
کل	۳۱/۹۵۳	۷۳۷			

طبق جدول، بین متغیرهای پیش‌بین و متغیر وابسته ارتباط خطی وجود دارد. از آنجایی که سطح معناداری یا ارزش احتمال آماری F محاسباتی کمتر از سطح خطای ۵ درصد است، بنابراین می‌توان گفت مدل از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد و ضرایب متغیرهای مستقل تفاوت معناداری از صفر دارد.

$$\begin{cases} H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{50} \\ H_1 = \text{حداقل یکی از } \beta_j \text{ ها مخالف صفر} \end{cases}$$

با توجه به اینکه ضریب اهمیت کمتر از بتای ۵ درصد می‌باشد، لذا  $H_0$  رد می‌شود.

بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

فرضیه شماره ۴- پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک با اتکای به مدل لاجیت در قیاس با مدل شاخص ثبات مالی (نمره  $Z$ ) از کارایی فزاینده‌تری برخوردار است.

جدول ۱۳: خلاصه آماره راک برای مدل شاخص ثبات مالی و لاجیت

مدل	تعداد مشاهدات	سطح زیر منحنی راک	انحراف معیار سطح زیر منحنی راک	مجانِب نرمال در فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
شاخص ثبات مالی	۷۳۸	۰/۹۲۶۸	۰/۰۰۹۶	۰/۹۰۷۹۱	۰/۹۴۵۶۰
لاجیت	۷۳۸	۰/۹۸۳۸	۰/۰۰۳۲	۰/۹۷۷۴۸	۰/۹۹۰۱۰

جدول فوق نشان می‌دهد که سطح زیر منحنی راک برای مدل شاخص ثبات مالی ۹۲/۶۸ درصد و برای مدل لاجیت برابر با ۹۸/۳۸ درصد محاسبه شده است. همچنین خطای استاندارد برآورد دو کمیت اخیر نیز به ترتیب ۰/۰۰۹۶ و ۰/۰۰۳۲ می‌باشد. از آنجایی که  $Z$ های مزبور یکسان نمی‌باشد،  $Z_{FSI} = 96.54$  و  $Z_{Logit} = \frac{0.9838}{0.0032} = 307.437$  لذا فرضیه  $H_0$  مبنی بر برابر بودن سطح زیر منحنی در دو مدل پذیرفته نمی‌شود و می‌توان گفت مدل لاجیت نسبت به مدل شاخص ثبات مالی از کارآمدی بیشتری در پیش‌بینی احتمال نکول بهره‌مند است.

فرضیه شماره ۵- پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک با اتکای به مدل لاجیت در قیاس با مدل مرتون-KMV از کارایی فزاینده‌تری برخوردار است.

جدول ۱۴: خلاصه آماره راک برای مدل لاجیت و مرتون

مدل	تعداد مشاهدات	سطح زیر منحنی راک	انحراف معیار سطح زیر منحنی راک	مجانِب نرمال در فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
لاجیت	۷۳۸	۰/۹۸۳۸	۰/۰۰۳۲	۰/۹۷۷۴۸	۰/۹۹۰۱۰
مرتون	۷۳۸	۰/۹۹۴۸	۰/۰۰۲	۰/۹۹۰۹۸	۰/۹۹۸۶۳

سطح زیر منحنی راک برای مدل لاجیت ۹۸/۳۸ درصد و برای مدل مرتون برابر با ۹۹/۴۸ درصد محاسبه شده است. از آنجایی که  $Z$ های مزبور یکسان نمی‌باشد،  $Z_{KMV} = 497.4$  و  $Z_{Logit} = 307.437$  لذا فرضیه  $H_0$  مبنی بر برابر بودن سطح زیر منحنی در دو مدل پذیرفته نمی‌شود و می‌توان گفت مدل مرتون نسبت به مدل لاجیت از کارآمدی بیشتری در پیش‌بینی احتمال نکول بهره‌مند است.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

فرضیه شماره ۶- پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک با اتکای به شاخص ثبات مالی در قیاس با مدل مرتون - KMV از کارایی فزاینده‌تری برخوردار است.

جدول ۱۵: خلاصه آماره راک برای مدل شاخص ثبات مالی و مرتون

مدل	تعداد مشاهدات	سطح زیر منحنی راک	انحراف معیار سطح زیر منحنی راک	مجانِب نرمال در فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
				۰/۹۰۷۹۱	۰/۹۴۵۶۰
شاخص ثبات مالی	۷۳۸	۰/۹۲۶۸	۰/۰۰۹۶	۰/۹۰۷۹۱	۰/۹۴۵۶۰
مرتون	۷۳۸	۰/۹۹۴۸	۰/۰۰۲۰	۰/۹۹۰۹۸	۰/۹۹۸۶۳

سطح زیر منحنی راک برای مدل شاخص ثبات مالی ۹۲/۶۸ درصد و برای مدل مرتون برابر با ۹۹/۴۸ درصد محاسبه بوده از آنجایی که  $Z$ های مزبور یکسان نمی‌باشد،  $Z_{FSI} = 96.54$  و  $Z_{KMV} = 497.4$  لذا فرضیه  $H_0$  مبنی بر برابر بودن سطح زیر منحنی در دو مدل رد می‌شود و می‌توان گفت مدل مرتون نسبت به مدل شاخص ثبات مالی از کارآمدی بیشتری در پیش‌بینی احتمال نکول بهره‌مند است.

فرضیه شماره ۷- پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک بر اساس مدل مبتنی بر بازار در قیاس با مدل‌های مبتنی بر اطلاعات حسابداری از کارایی فزاینده‌تری برخوردار است.

جدول ۱۶: خلاصه آماره راک برای مدل لاجیت، شاخص ثبات مالی

مدل	تعداد مشاهدات	سطح زیر منحنی راک	انحراف معیار سطح زیر منحنی راک	مجانِب نرمال در فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
				۰/۹۷۷۴۸	۰/۹۹۰۱۰
لاجیت	۷۳۸	۰/۹۸۳۸	۰/۰۰۳۲	۰/۹۷۷۴۸	۰/۹۹۰۱۰
شاخص ثبات مالی	۷۳۸	۰/۹۲۶۸	۰/۰۰۹۶	۰/۹۰۷۹۱	۰/۹۴۵۶۰
مرتون	۷۳۸	۰/۹۹۴۸	۰/۰۰۲۰	۰/۹۹۰۹۸	۰/۹۹۸۶۳

سطح زیر منحنی راک برای مدل لاجیت ۳۸، ۹۸ درصد، شاخص ثبات مالی ۹۲/۶۸ درصد و برای مدل مرتون برابر با ۹۹/۴۸ درصد محاسبه شده و از آنجایی که  $Z$ های مزبور یکسان نمی‌باشد،  $Z_{Logit} = 307.437$  و  $Z_{FSI} = 96.54$  و  $Z_{KMV} = 497.4$  لذا فرضیه  $H_0$  مبنی بر برابر بودن سطح زیر منحنی در سه مدل پذیرفته نمی‌شود و می‌توان گفت مدل مرتون به‌عنوان یکی از مدل‌های مبتنی بر بازار در مقایسه با دو مدل لاجیت و شاخص ثبات مالی به‌عنوان مدل‌های مبتنی بر اطلاعات حسابداری از کارآمدی بیشتری در پیش‌بینی احتمال نکول بهره‌مند است.

## بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

### نتیجه‌گیری و پیشنهاد

همان‌طور که اشاره شد، ذی‌نفعان طیف گسترده‌ای از اشخاص و گروه‌هایی هستند که بر شرکت تأثیرگذار بوده و از شرکت تأثیر می‌پذیرند. ذی‌نفعان مد نظر در این پژوهش، عمدتاً ذی‌نفعان مالی شامل سپرده‌گذاران، سهامداران، اعتباردهندگان می‌باشد تا بتوانند ثبات و سلامت مالی بانک را ارزیابی کنند. سنجش ریسک اعتباری به معنای ارزیابی توان بانک در ایفای به‌موقع تعهدات خود می‌باشد. در ریسک اعتباری، بانک به‌عنوان واحد سرمایه‌پذیر علاوه بر بررسی کیفیت ارقام سمت راست ترازنامه (دارایی‌ها)، ارقام سمت چپ ترازنامه از جمله سررسید بدهی‌ها و سودآوری و ارتباط بین دارایی‌ها با بدهی‌ها بررسی می‌گردد. در این پژوهش، ابتدا تحقیقات تطبیقی ریسک اعتباری سایرین مورد مطالعه قرار گرفت و تلاش شد برخی از این مدل‌ها در بانک‌های ایرانی مورد ارزیابی قرار گیرد.

در همین ارتباط، لفلر<sup>۸۲</sup> (۲۰۰۴) مدل‌های KMV و رتبه‌بندی را مورد مقایسه قرار داد و شواهدی دال بر برتری یک مدل نسبت به مدل دیگری دست پیدا نکرد. به هر حال، وی نسبت به مقایسه مدل‌های بازاری مزبور با مدل‌های مبتنی بر حسابداری اقدامی انجام نداد. کلهوفر<sup>۸۳</sup> (۲۰۰۳) مدل KMV را با مدل رتبه‌بندی اس‌اند پی مقایسه نمود. هلیجست<sup>۸۴</sup> (۲۰۰۴)، مدل‌های Z آلتمن و O اووالسو را با مدل مرتون-بک و شولز مقایسه نمود. از سوی دیگر، گرگوی<sup>۸۴</sup> (۲۰۰۶) مدل بلک و شولز-مرتون را با مدل حسابداری نمره Z مقایسه کرد و هیلشر و ویلسون<sup>۸۵</sup> (۲۰۱۶) مدل رتبه‌بندی اعتباری را با مدل ساده مبتنی بر اطلاعات حسابداری مقایسه نمود. نتیجه تمام تحقیقات مزبور مبین آن است که مدل‌های مبتنی بر بازار در مقایسه با مدل‌های مبتنی بر حسابداری از عملکرد بهتری به‌منظور شناسایی احتمال نکول برخوردار هستند.

در این پژوهش، سنجش ریسک اعتباری با استفاده از مدل‌های مالی مبتنی بر اطلاعات حسابداری (گذشته نگر) و مدل مبتنی بر اطلاعات بازار (آینده نگر) بررسی گردید تا کارایی هر یک از آنها مشخص شود...

ضریب همبستگی، ضریب تعیین و ضریب تعدیل شده هر سه مدل نسبتاً بالا است. همچنین جدول خطای استاندارد میانگین<sup>۸۶</sup> هر سه مدل نسبتاً کم بوده که حاکی از اعتبار مطلوب مدل‌ها است. همچنین خروجی جداول تحلیل واریانس هر سه مدل نشان‌دهنده اعتبار مطلوب آنها است و بین متغیرهای پیش‌بین (مستقل) و متغیر وابسته ارتباط خطی وجود دارد و از آنجایی که سطح معناداری یا ارزش احتمال آماری F محاسباتی کمتر از سطح خطای ۵ درصد است. بنابراین، مدل از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد و ضرایب متغیرهای مستقل تفاوت معناداری از صفر دارد.

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره پنجاه / بهار ۱۴۰۱

اما آماره دوربین واتسون هر سه مدل از سطح استاندارد ۱/۵ اندکی فاصله دارد که نشان می‌دهد بین خطای جملات خطا (پسماند) به میزان کمی همبستگی دوره‌ای وجود دارد. با توجه به اینکه بخشی از ضریب تعیین هر سه مدل به دلیل هم خطی بین متغیرهای برآوردگر ممکن است کاذب باشد و بین در دوره‌های متوالی همبستگی وجود داشته باشد، از آماره راک استفاده گردید. از آنجایی که ارزش قدر مطلق نمره (Z) محاسباتی هر سه مدل بزرگتر از ارزش بحرانی آن در بازه‌ی اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد، لذا طبق آماره راک، هر سه مدل از اعتبار بالایی برخوردار هستند.

نتیجه اینکه به موجب آماره راک، مدل آینده‌نگر KMV مرتون ارزیابی صحیح‌تری نسبت به برآورد نکول بانک دارا می‌باشد و لذا نمی‌توان ثبات و سلامت مالی بانک را صرفاً به بررسی اطلاعات تاریخی (بهای تمام شده) محدود نمود و لازم است بر اساس تعیین ارزش بازاری دارایی‌ها، توان مالی بانک در پرداخت بدهی‌هایش مشخص گردد. به نظر می‌رسد که علت ارزیابی دقیق‌تر این مدل نسبت به مدل‌های حسابداری، ارزیابی توان بازپرداخت بدهی‌ها بر اساس برآورد ارزش بازاری دارایی‌های بانک باشد. بر همین اساس، مدل‌های جدید سنجش ریسک اعتباری را می‌توان در زمره مدل‌های اصلاح شده مرتون در نظر گرفت که بر اساس تعیین ارزش روز سهام بانک، می‌توان ارزش بازاری دارایی‌ها را به دست آورد و متعاقباً توان بانک در پرداخت بدهی‌هایش را ارزیابی نمود. همان‌طور که ملاحظه گردید، مدل مبتنی بر اطلاعات بازار مرتون - KMV در مقایسه با مدل‌های مبتنی بر اطلاعات حسابداری (مدل‌های لاجیت و شاخص ثبات مالی) از کارایی بیشتری در برآورد نکول برخوردار می‌باشد که نشان‌دهنده سنجش بهتر و دقیق‌تر ریسک ناتوانی بانک با استفاده از برآورد ارزش روز حقوق صاحبان سهام و ارزش روز دارایی‌های بانک می‌باشد. در همین ارتباط، در کشورهای پیشرفته، مدل‌های ریاضی و آماری پیشرفت‌های به‌منظور ارزیابی بسیار دقیق ریسک اعتباری شرکت‌ها طراحی و بکار گرفته شده‌اند که نتیجه آنها را می‌توان در رتبه‌بندی بسیار دقیق شرکت‌ها توسط شرکت‌های معتبر بین‌المللی رتبه‌بندی مانند مودیز، فیچ و S & P مشاهده نمود. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد که پژوهش‌های آتی با رویکرد به‌کارگیری از آخرین مدل‌هایی باشد که شرکت‌های رتبه‌بندی مزبور مورد استفاده قرار می‌دهند.



- 1) Koharki, Kevin, Watson, Luke «Risk Can Be Good: The Trade-off Between Agency Conflicts, CEO Risk-Taking Incentives, and Credit Risk» - SSRN.3200110, (2019). pp: 1-9
- 2) Cihak, Martin, Demirgüç Kunt, Asli, Feyen, Erik, Levie, Ross, (2012) «Benchmarking Financial Systems around the World» Policy Research Working Paper , PP 5-15
- 3) Nurul, MD Kabir, Wothington Andrew (2015). «Do Islamic Banks Have Higher Credit Risk? » Pacific-Basin Finance Journal 34. PP5-35
- 4) Niklis ,Dimitrios ,Doumpos ,Michael , Zopounidis ,Constantin. (2012). «Combining Market & Accounting based Models for Credit Scoring Using a Classification Scheme Based on Support Vector Machine» Technical University of Crete, Applied Mathematics and Computation, Volume 234, PP 1-8
- 5) Peleg, Sharon, Raviv, Luke Alon «Bank Risk Dynamics Where Assets are Risky Debt Claims» European Financial Management, DOI: 10.1111/eufm.12102- (2016). pp: 2-6
- 6) Abinzano, Isabel, Gonzalez, Ana, Muga, Luis «Race across mud: The best choice measuring credit risk» SSRN.195907 - (2018). pp: 1-10
- 7) Boumediene, Aniss «Is Credit Risk Really Higher in Islamic Banks? » SSRN.1689885 - (2011). pp: 1-10
- 8) Avino, David, Salvador, Enrique «Contingent Claims and Hedging of Credit Risk with Equity Options» SSRN.3184004, (2018). pp: 1-30
- 9) Ghassan, Hassan, Fachin, Stefano «Tims Series Analysis of Financial stability of bank: Evidence from Saudi Arabia» ,Review of Financial Economics, Volume 31, November 2016
- 10) . pp: 1-13
- 11) Gonzalo, Asis, Chari Anusha «In Search of Distress Risk in Emerging Markets» SSRN.169707 (2018). pp: 1-35
- 12) Paul Wood, Anthony «The Performance of Insolvency Prediction and Credit Risk Models in the UK: A Comparative Study, Development and Wider Application», The British Accounting Review- (2013). pp: 100-131
- 13) Gherghina, Ștefan Cristian «Corporate Governance Ratings and Firm Value: Empirical Evidence from the Bucharest Stock Exchange»- International Journal of Economics and Financial Issues-Vol. 5, No. 1, 2015, pp.97-110
- 14) Fernandez, Pablo «Optimal Capital Structure: Problems with the Harvard and Damodaran Approaches», Economics. (2002), PP: 1-39
- 15) Zhu, Xiaoquan, Peng, Hongfeng «The nexus of judicial efficiency, social burden and default risk: Cross-country evidence», Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, (2018) University of Beijing. pp: 1-40

- 16) Easton, Peter D, Hill, Mary S, Taylor, Gary K «Credit Spreads, Debt Maturity and Assets Other Than Those Included in Book Value». SSRN.3184823 (2018), pp: 39
- 17) Kund, Arndt- Gerrit «Can Systemic Risk Measures Explain Bank Defaults? ». Department of bank management. University of Cologne, SSRN.3099426 (2018),), pp: 1-27
- 18) Rajhi, Wassim, Hassairi, Slim «Islamic Banks and Financial Stability: A Comparative Empirical Analysis between Mena and Southeast Countries». SSRN.2010126, (2013), pp: 150-160
- 19) Abedifar, Pejman, Molyneux, Philip, Tarazi, Amine «Risk in Islamic Banking». *Review of Finance*, Volume 17, (2013), PP1-40
- 20) Alfo, Marco, Caiazza, Stefano, Trovato, Giovanni, «Extending Logistic Approach to Risk Modelling through Semiparametric Mixing», *journal of Financial Services Research*, (2005) ,PP1-10
- 21) Schnure Baumfield,Victoria. (2016) «Stakeholder Theory from a Management Perspective: Bridging the Shareholder/Stakeholder Divide» *Australian Journal of Corporate Law*. PP1-8
- 22) Key, Andrew. (2010) «Stakeholder Theory in Corporate Law: Has It Got What It Takes? ». Working Paper. SSRN.1531065, PP6-30
- 23) Andrikopoulos, Panagiotis. (2014) «A practice approach to modelling stakeholder attributes and their dynamic behavior», SSRN.2742712, PP7-13
- 24) Rohit, Arora. (2010) «Structure and Reform of Corporate Governance in the United Kingdom in Relation to the Shareholder Versus the Stakeholder Theory», SSRN.1683987, PP 10-45.

یادداشت‌ها :

- 
- ۱ Logit
- ۲ Financial Stability Index (Z-score)
- ۳ KMV- Merton
- ۴ Insolvency Risk
- ۵ Bankruptcy Risk
- ۶ Baumfield
- ۷ Avramov
- ۸ Abinzano et al
- ۹ Agarawal & Taffler
- ۱۰ Binary

- ۱۱ Distressed & Healthy
- ۱۲ Beaver's
- ۱۳ Altman's
- ۱۴ Ohalsons
- ۱۵ Abinzano et al
- ۱۶ Probability of Default
- ۱۷ Credit Rating Models
- ۱۸ Thomas
- ۱۹ Paoageorgiou et al
- ۲۰ Abdou & Pinton
- ۲۱ Altman&Saunders
- ۲۲ Agarwal&Taffler
- ۲۳ Contingent Claims
- ۲۴ Niklis et al
- ۲۵ Efficient Markets
- ۲۶ Agarwal&Taffler
- ۲۷ Hillegeist et al
- ۲۸ Li & Miu
- ۲۹ Yeh et al
- ۳۰ Dwyer et al
- ۳۱ Andrikopoulos & Webber
- ۳۲ Rohit
- ۳۳ OECD
- ۳۴ Modigliani & Miller
- ۳۵ debt Claims
- ۳۶ Equity Claims
- ۳۷ Contingent Claims
- ۳۸ Jensen & Meckling
- ۳۹ Galai & Masulis
- ۴۰ Brealey et al

۴۱ Campbel & Kracaw

۴۲ Diamond

۴۳ Fama

۴۴ Negal & Purnanandam

۴۵ Black & Cox

۴۶ Niklis et al

۴۷ Kund

۴۸ Tong

۴۹ Systemic Risk Measures

۵۰ Marginal Expected Shortfall تکنیکی در مدیریت ریسک اعتباری که زیان مورد انتظار ارزش یک سهم را برآورد می‌کند

۵۱ Abinzano et al

۵۲ Hannan & Hanweck

۵۳ Zmijewski

۵۴ Bond Spreads اشاره به اختلاف بازده‌های دو اوراق قرضه یا دو طبقه اوراق قرضه دارد

۵۵ Credit Risk Swaps Spreads سواپ نکول اعتباری نوعی مبادله است که فروشنده تبادل در صورت زیان در وام با هر اتفاق اعتباری دیگر، زیان خریدار را جبران می‌کند

۵۶ Peleg & Raviv

۵۷ Jensen & Meckling

۵۸ Admati et al

۵۹ Miles et al

۶۰ Turner

۶۱ Avino & Salvador

۶۲ Geske

۶۳ Hedge Ratios of Credit Spreads اشاره به نسبت‌های پوششی برای اختلاف بازده‌های اوراق خزانه و اوراق قرضه شرکت دارد

۶۴ Hall & Murphy

۶۵ Hayes

۶۶ Koharki & Watson

بررسی تطبیقی الگوهای ریسک اعتباری.../روشندل، رهنمای رودپشتی، فلاح و نیکومرام

---

۶۷ شامل بانک‌های اقتصاد نوین، پارسیان، پاسارگاد، تجارت، توسعه صادرات، رفاه کارگران، سامان، سپه، سرمایه، سینا، صادرات، صنعت و معدن، کارآفرین، کشاورزی، مسکن، ملی، ملت و پست بانک

۶۸ Asis & Chari

۶۹ Alfo et al

۷۰ Gherghina

۷۱ None Performing Loans Ratio

۷۲ Nurul & Worthington

۷۳ Ghassan & Fachin

۷۴ Abedifar et al

۷۵ Rajhi & Hassairi

۷۶ Cihak & Hesse

۷۷ Boumediene

۷۸ Easton

۷۹ Zhu & Peng

۸۰ Fernandez

۸۱ Paul Wood

۸۲ Loffler

۸۳ Kealhofer

۸۴ Gharghori

۸۵ Hilsher & Wilson