

## فصلنامه مطالعات کمی در مدیریت

دوره ۱۱، شماره دو، تابستان ۱۴۰۰، صص ۱۴۱-۱۷۰

تخمین سرمایه مورد نیاز در حوزه بانکداری به منظور پوشش  
 زیان‌های غیرانتظاری ناشی از نکول اعتباری به کمک آزمون استرس  
 مهسا قربانی جزین<sup>۱</sup> و کامیار عسکری<sup>۲</sup>  
 تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶

## چکیده

در سالیان اخیر مطالبات سررسید گذشته و معوق بانک‌ها در مقایسه با کلیه تسهیلات اعطایی در شبکه بانکی کشور به طرز بی سابقه‌ای رشد پیدا کرده است که موجب پایین آمدن اعتبار بانک‌ها و بی‌ثباتی مالی آنها می‌گردد. متغیرهای کلان اقتصادی نقش مهم و پررنگی را در توانایی بازپرداخت مطالبات وام گیرندگان بازی می‌کنند. متغیرهای کلان اقتصادی در این پژوهش شامل نرخ ارز، نرخ تورم، نرخ رشد اقتصادی، نرخ رشد بدهی دولت به بانک‌ها و بیکاری می‌باشند که در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. سپس به کمک مدل خطی ویلسون و رگرسیون چندک، ارزش در معرض ریسک، ریزش انتظاری و زیان انتظاری را به‌دست آورده و به صورت جداگانه زیان غیرانتظاری را از هر دو طریق محاسبه می‌کنیم. در ابتدا براساس سناریو پایه مقدار زیان محاسبه می‌شود و در ادامه با اعمال شوک یک انحراف معیار زیان غیرانتظاری را محاسبه می‌کنیم. نتایج حاکی از آن است که در تمامی سناریوها، روش ریزش انتظاری از ارزش در معرض خطر، سرمایه مورد نیاز را بیشتر برآورد می‌کند. همچنین در سناریو پایه که هنوز هیچ‌گونه شوکی اعمال نشده است، مقدار زیان در رگرسیون چندک ۵۰ درصد بسیار به مدل ویلسون نزدیک است و این‌درحالی است که مقادیر زیان در چندک ۱۰ درصد و ۹۰ درصد متفاوت از مدل ویلسون است.

**کلمات کلیدی:** ارزش در معرض ریسک، ریزش انتظاری، متغیرهای کلان اقتصادی، آزمون استرس و رگرسیون چندک.

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد بیم‌سنجی، دانشگاه علامه طباطبایی، موسسه آموزش عالی بیمه اکو، تهران، ایران. آدرس پست الکترونیکی: mahsa\_ghorbani@atu.ac.ir

۲- استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

بحران‌های مالی می‌تواند به علت نقصان‌های موجود در نظام مالی ایجاد گردد و بر اثر همان نقصان‌ها تشدید نیز گردد. یکی از عوامل تشدید بحران‌های مالی احتمال سرایت این بحران‌ها از بازاری به بازار دیگر است. در بازارهای مالی ایران نیز بحران انتقال نوسانات مالی از بازاری به بازار دیگر وجود دارد که ضرورت استفاده از روش‌های مدیریت ریسک از دیدگاه خرد و کلان در این زمینه به منظور پیشگیری و یا به حداقل رساندن اثرات بحران‌های مالی احساس می‌شود. بانک‌ها و مؤسسات مالی نیز مانند هر بنگاه اقتصادی دیگر با ریسک مواجه هستند. ماهیت فعالیت‌های مالی و سر و کار داشتن آن با مفاهیمی نظیر اعتبار، سیستم‌های پرداخت و نرخ‌های مختلف، این گونه مؤسسات را در برابر ریسک‌های ویژه‌ای قرار می‌دهد و از سوی دیگر روند پرشتاب توسعه فعالیت‌های مالی، نوآوری‌های فنی و پیچیده‌تر شدن سیستم‌های مالی باعث شده اصول مدیریت ریسک به صورت بخشی اجتناب‌ناپذیر از هر مؤسسه مالی درآید. (عبدالشاه، ۲۵، ۱۳۹۶). ثبات در رشد مؤسسات مالی به وقوع نمی‌پیوندد، مگر اینکه مدیریت ریسک منطقی و علمی در آنها اعمال شود. در علم نوین مدیریت ریسک از دیدگاه کلان نیز مطرح گردیده است. به این معنا که از دیدگاه دستگاه‌های نظارتی در حوزه مالی به ویژه بانک‌های مرکزی مدیریت ریسک ابزار اثرگذار برای حفظ ثبات رشد مؤسسات بانکی است. پیش‌بینی احتمال عدم پرداخت، یکی از اساسی‌ترین و ضروری‌ترین اصول مدیریت ریسک در بانک‌ها و مؤسسات مالی است که تحت نام اصول مدیریت ریسک اعتباری در سطح بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته است. از مهم‌ترین وظایفی که بانک‌ها بر عهده دارند مدیریت ریسک اعتباری است زیرا سپرده‌های مردم نزد بانک‌ها یک دارایی بدون ریسک محسوب می‌شود و بانک را نسبت به پرداخت اصل و سود آن در سررسیدهای معین متعهد می‌کند و این در حالی است که وامی که بانک به شرکت‌ها می‌پردازد ممکن است بازپرداخت نشود. بنابراین بررسی ریسک اعتباری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیان ناشی از احتمال اینکه وام گیرنده یا طرف قرارداد نتواند یا نخواهد وام را بازپرداخت نماید، ریسک اعتباری نامیده می‌شود. از نگاه دیگر ریسک اعتباری عبارت از: احتمال رخ دادن زیان در یک معامله اعتباری. مک‌گروهیل در کتاب مدیریت ریسک به نقل از میچل کروهی، ریسک اعتباری را به صورت زیر تعریف کرده است: ریسک عدم پرداخت، در پی تغییر در عواملی که کیفیت اعتباری یک دارایی را شکل می‌دهند به وجود می‌آید.

بر طبق تعریف کمیته بال ریسک اعتباری در ساده‌ترین شکل آن عبارت است از: احتمال اینکه یک وام گیرنده یا شریک به تعهدات خود طبق شرایط توافق شده عمل ننماید (Crouhy&etal,2001,68).

با توجه به مشکلات مطرح شده می‌توان چنین بیان کرد که در صورت عدم بازپرداخت تسهیلات اعطا شده، بانک‌ها با مشکلات فراوانی مواجه می‌گردند لذا این نیاز وجود دارد که عوامل کلانی که بر وام گیرندگان اثر می‌گذارد را شناسایی کرد و اثر هرکدام را بر این وام گیرندگان بررسی کنیم تا مشخص گردد کدام متغیر بیشتر اثرگذار است و تغییرات این متغیرها چقدر توان وام گیرندگان در بازپرداخت وام‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین بانک‌ها می‌بایست در کنار بررسی این متغیرها، مقدار سرمایه احتیاطی لازم برای مواجهه با عدم بازپرداخت وام‌ها را تخمین بزنند تا از این سرمایه احتیاطی همچون سپر محافظتی استفاده کنند تا دوران نکول از خطرات ناشی از آن محفوظ باشند.

ساختار این پژوهش به این ترتیب است که پس از بررسی مطالعات تجربی انجام شده در این حوزه، به توضیح متغیرها و روش اجرای پژوهش خواهیم پرداخت. به برآورد مدل و تجزیه و تحلیل آن می‌پردازیم شوک یک انحراف معیار را به احتمال نکول اعمال می‌کنیم و در پایان به کمک مدل خطی ویلسون و رگرسیون چندک، مقدار زیان را در حالت سناریو پایه و سناریو یک انحراف معیار محاسبه می‌کنیم.

### پیشینه پژوهش

#### ادبیات موضوع

ادبیات تجربی با سرعت فزاینده در حال پژوهش و بررسی علل و پیامدهای شکنندگی بانک در اقتصادهای معاصر هستند. مطالعات صورت گرفته در خصوص بحران بانکی حامی از این است که در بیشتر موارد متکی بر تجربه به‌دست آمده از بحران‌های قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم بود. به ویژه، موضوع پژوهش‌ها، بررسی و مطالعه رکود بزرگ بود، تا اینکه حوادث ورشکستگی‌های متعدد بانکی در دنیا اتفاق افتاد.

درهمن<sup>۱۵</sup> در سال ۲۰۰۵ یک آزمون استرس کلان برپایه بازار برای مخاطرات اعتباری بانک‌های انگلستان اجرا کرد. وی برای محاسبه احتمال نکول از مدل مرتون استفاده کرده است. الگوی مشاهده شده در همه نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که توزیع نه متقارن و نه خطی است. در همه‌ی افق‌های پیش‌بینی احتمال نکول در بهترین شرایط کلان اقتصادی به میانه‌ی PD نسبت به PD در بدترین شرایط کلان اقتصادی نزدیک‌تر است. علاوه‌بر این، نتایج نشان می‌دهد که زمان یک عنصر مهم است زیرا PD یک سال جلوتر بیشتر از دو برابر PD ۶ ماه است. احتمالات تکول صنایع ویژگی‌های مشابهی را نشان می‌دهند اگرچه نامتقارن بودن و غیرخطی بودن برای برخی صنایع بارزتر است. در این پژوهش صرفاً به بررسی اثر عوامل ریسک سیستماتیک روی زیان پرداخته شده و عوامل ریسک ویژه، شبیه‌سازی نمی‌شوند. بنابراین صرفاً به زیان‌های انتظاری پرداخته شده است و نه کل زیان‌ها. برای مثال نتایج نشان می‌دهد که برای چندک ۹۹ درصد، مقدار زیان‌های انتظاری به شرط بدترین شرایط کلان اقتصادی در افق زمانی یک ساله، کمتر از ۲۰ درصد سرمایه است. نتیجه‌ی کلی این است که حتی در بدترین شرایط کلان اقتصادی، زیان‌های انتظاری بانک‌ها به اندازه‌ی کافی بالا نیست که منجر به ورشکستگی بانک‌ها شود. آزمون استرس نشان می‌دهد که عوامل سیستماتیک اثر نامتقارن و غیرخطی روی ریسک اعتباری دارند. آلن و همکاران<sup>۱۶</sup> در سال ۲۰۰۵ اثر نوسانات شدید در ارزش دارایی‌های بانک را روی کفایت سرمایه و احتمال نکول بانک‌های ژاپن بررسی می‌کنند. آنها از رگرسیون چندک برای تجزیه و تحلیل مدل اعتباری ساختاری مرتون جهت ارزیابی این دو متغیر در طول یک دوره‌ی ۱۰ ساله که بحران‌های مالی جهانی را نیز در بر می‌گیرد استفاده کردند. در این پژوهش با استفاده از رگرسیون چندک، نشان داده شده است چگونه ارزش بازاری دارایی‌ها در نقاط مختلف در نتیجه فاصله تا نکول و احتمال نکول برای بانک‌ها که به زمان و چندک وابسته هستند، تغییر می‌کند. با محاسبه‌ی ریسک اعتباری در طول یک سیکل یا با استفاده از مدل‌های ایستا که ریسک را در یک نقطه‌ی مشخص از زمان محاسبه می‌کند، سرمایه‌ی مورد نیاز محاسبه می‌شود.

<sup>15</sup>- Mathias Drehmann (2005)

<sup>16</sup>- Allen, DE, Kramadibrata, AR, Powell, RJ & Singh, AK (2010)

باس<sup>۱۷</sup> در سال ۲۰۰۲ مدلی را برای آزمون استرس بانک اتریش معرفی کرد. در مدل او از رویکرد پرتفوی اعتباری<sup>۱۸</sup> (ویلسون ۱۹۹۷) برای آزمون استرس کلان استفاده شده است. در این مطالعه به علت عدم دسترسی به داده‌ها، امکان مدل‌سازی احتمال نکول برای بخش‌های مختلف صنعتی وجود ندارد. بنابراین احتمال نکول کل برای همه‌ی بخش‌های اقتصادی به‌عنوان تابعی از متغیرهای کلان اقتصادی مدل‌سازی می‌شود.

ویرولاین<sup>۱۹</sup> در سال ۲۰۰۴، نیز مدل ویلسون (۱۹۹۷) را در چارچوب آزمون استرس در دوره‌ی ۲۰۰۳:۱-۱۹۸۶:۱ بخش شرکت‌های بزرگ فنلاند به کار برد. وی یک مدل ریسک اعتباری با استفاده از نرخ‌های نکول ویژه‌ی صنعت ارائه داد. داده‌های نکول برای شش صنعت اصلی (۱ کشاورزی، ۲ تولید، ۳ ساخت و ساز، ۴ تجارت، هتل‌ها و رستوران‌ها، ۵ حمل‌ونقل و ارتباطات و ۶ صنایع دیگر استفاده شده است. نرخ‌های نکول با استفاده از تابع لاجستیک مدل‌سازی شدند و مدل رگرسیون به ظاهر نامرتب (SURE) برای تعیین اثر متغیرهای کلان اقتصادی روی نرخ‌های نکول بخشی استفاده شد. متغیرهای با بهترین قدرت توضیح‌دهندگی، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، بدهی بخشی و نرخ‌های بهره هستند.

وونگ و همکاران<sup>۲۰</sup> در سال ۲۰۰۸، آزمون تنش کلان ریسک اعتباری را در بانک‌های هنگ‌کنگ، برای ارزیابی آسیب‌پذیری ریسک کل سبد وام<sup>۲۱</sup> و مخاطرات وام رهنی<sup>۲۲</sup> به کار بردند. این آزمون براساس مدل ویلسون (۱۹۹۷) و اطلاعات فصلی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۶ انجام شد. در مدل به کار رفته، نرخ نکول هر بخش به صورت تابعی از متغیرهای کلان در نظر گرفته می‌شود و فرض می‌کنیم J بخش اقتصادی وجود دارد که بانک‌ها به آنها وام می‌دهد. در این چارچوب، آزمون استرس با مقایسه‌ی تناوب‌های تخمین‌زده شده یا توزیع احتمال زیان‌های اعتباری سناریوی استرس با توزیع احتمال زیان‌های اعتباری سناریوی پایه انجام می‌شود. در ساخت سناریوی پایه هیچ شوک مصنوعی وجود ندارد. مدل برآورد شده برای بانک هنگ‌کنگ، رابطه‌ی معناداری را بین نرخ نکول وام بانک و متغیرهای کلان نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که اگر رشد تولید ناخالص داخلی و

17- Boss (2002)

18- Credit Portfolio View

19- Virolainen (2004)

20- Jim Wong, Ka-fai, and Tom Fong

21- Loan portfolio of banks

22- Mortgage Loans Exposures

سرمایه‌گذاری دارای کاهش و نرخ‌های بهره افزایش پیدا کند نرخ نکول بالاتر است. ضریب نرخ نکول با وقفه  $Y_{t-2}$  مثبت و معنی‌دار است بنابراین خودهمبستگی مثبت در نرخ‌های نکول وجود دارد که نشان می‌دهد که شوک کلان اقتصادی می‌تواند یک اثر بلندمدت روی نرخ نکول ایجاد کند.

وی‌لو و یانگ<sup>۲۳</sup> در سال ۲۰۱۲، رویکرد آزمون استرس و ونگ و همکاران (۲۰۰۸) را برای صنعت بانکداری چین به کار گرفتند. در این مقاله آزمون استرس بر پایه چهار متغیر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، شاخص قیمت مصرف‌کننده، نرخ رشد پول اسمی و شاخص قیمت مسکن به‌عنوان متغیرهای کلان اقتصادی و وام‌های غیرعملیاتی به‌عنوان پراکسی برای ریسک اعتباری است. سپس از مدل VAR برای بررسی رابطه‌ی بین متغیرها استفاده شده است.

کاناس و مولینکس در سال ۲۰۱۷ آزمون استرس کلان را بر روی سیستم‌های بانکی آمریکا اجرا کردند. متدولوژی این پژوهش به این شکل بود که آزمون استرس کلان را با پارامترهای نیمه‌چندک بر روی متغیرهای کلان اقتصادی از جمله تولید ناخالص داخلی اجرا کردند. این نتایج بر روی چندک‌های ۹۰ درصد و ۹۵ درصد تخمین زده شد و حاکی از برآورد مناسب این آزمون برای سلامت بانکی یا عدم سلامت بانکی بود.

کورنت و همکاران در سال ۲۰۱۸ رفتار بانک‌های فدرال رزرو را که تحت آزمون استرس قرار گرفته باشند مورد بررسی و کاوش قرار دادند. نتایج بررسی‌های آن‌ها نشان می‌دهد که بانک‌هایی که تحت آزمون استرس قرار می‌گیرند نرخ سرمایه‌گذاری سالیانه بیشتری به نسبت بانک‌های بدون آزمون استرس دارند و قابلیت اقتناع دولت را بسیار بیشتر خواهند داشت. این پژوهش‌گران پیشنهاد می‌دهند که بهبود عملکرد بانک‌ها در دوران آزمون استرس، بانک‌ها می‌توانند بر روی عملکرد مالی‌شان موارد سیاسی سرمایه‌گذاری کنند.

نیکولاس و پاپانیکائو در سال ۲۰۱۸ پژوهشی انجام دادند که در آن مدلی هشداردهنده زودهنگام برای بانک‌های در معرض نکول در ایالت متحده طراحی کردند. این مدل برای بانک‌های در معرض ورشکستگی طراحی شده بود. و به موجب آن مکانیسمی طراحی گردید تا بانک‌ها را درمقابل ورشکستگی کامل محافظت کنند. این مدل قادر است تا سیگنال‌های هشداردهنده لازم را به بانک‌ها بدهد و آن‌ها را از سلامت مالی و یا عدم مطلع سازد.

در حوزه مطالعات داخلی هم نروزی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی به بررسی عوامل تعیین‌کننده ریسک اعتباری بانک‌های کشور بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بانک‌ها تحت تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی قرار دارد. به طور خاص نرخ سود حقیقی تسهیلات، نرم تورم، بدهی دولت و نرخ بیکاری رابطه مثبت و رشد تولید ناخالص داخلی رابطه منفی با ریسک اعتباری بانک‌ها دارند. به علاوه خصوصیات بانکی نظیر اندازه و سودآوری بانک‌ها اثر منفی و ریسک اعتباری دوره قبل اثر مثبتی بر ریسک اعتباری بانک‌ها دارد. مشیری و عبدالشاه در سال ۱۳۹۶ با استفاده از اطلاعات فصلی متغیرهای کلان اقتصادی و صنعت بانکداری طی دوره ی ۱۳۸۳ تا فصل دوم ۱۳۹۵، زیان‌های ناشی از ریسک اعتباری با استفاده از آزمون استرس برآورد و حداقل سرمایه مورد نیاز بانک‌ها تحت سناریوهای استرس و پایه مشخص کردند. برای تخمین معادله احتمال نکول، علاوه بر مدل خطی ویلسون، رگرسیون چندک نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

صالح آبادی و اللهیاری در سال ۱۳۹۴ با رویکرد به کارگیری آزمون استرس به‌عنوان ابزاری برای مدیریت ریسک در شرایط بحرانی با رویکرد پژوهشی به انجام رسانیدند و در ابتدا به علل طراحی آزمون استرس در مدیریت ریسک پرداخته شده و روش به کارگیری آن در سطح خرد به صورت خلاصه بیان شده است. سپس به چرایی و چگونگی طراحی و اجرای آزمون استرس از دیدگاه کلان و کاربرد آن از دیدگاه نظارتی و مقررات‌گذاری پرداخته است.

همتی و محبی‌نژاد در سال ۱۳۸۸ با استفاده از مدل‌های پانل، به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک اعتباری بانک‌های فعال ایران طی دوره ی ۱۳۷۸-۱۳۸۵ پرداختند. در این مقاله، ابتدا با استفاده از آنالیز واریانس، نوسان‌های ریسک اعتباری بانک‌ها، بین بانک‌های مختلف و طی زمان مقایسه شده است. نتایج حاکی از آن است که تفاوت ریسک اعتباری بین بانک‌های مختلف چشمگیر نیست. در بخش دوم به بررسی اثر وضعیت کلان اقتصادی بر روی ریسک اعتباری بانک‌ها پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد سطح GDP و نرخ تورم با ریسک اعتباری بانک‌ها رابطه منفی داشته و رشد GDP، میزان واردات، ریسک اعتباری دوره گذشته و رشد تسهیلات با ریسک اعتباری بانک‌ها رابطه مثبت دارند.

### روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش پس از انتخاب متغیرهای کلان اقتصادی، مدل‌سازی احتمالات نکول انجام می‌پذیرد. در تخمین احتمالات نکول و به منظور اجتناب از چالش‌های پیش رو در خصوص دسترسی به داده‌ها، از مدل‌های بر پایه بازار و یا مدل‌های بنیادی استفاده می‌شود که در این پژوهش به از مدل‌های بنیادی استفاده می‌شود. سپس نرخ نکول به یک شاخص کلان اقتصادی با استفاده از تابع لاجستیک تبدیل می‌شود. همچنین از طریق یک معادله رگرسیون، آثار متغیرهای کلان اقتصادی بر نرخ نکول برآورد می‌شود. به منظور بررسی روابط بین متغیرهای کلان اقتصادی از مدل ارزش در معرض ریسک<sup>۲۴</sup> استفاده می‌گردد. پس از مشخص کردن سناریوی پایه و استرس، مقدار تاثیر شوک‌های مختلف از طریق مقایسه احتمال نکول تحت سناریوهای استرس مختلف با سناریو پایه محاسبه می‌گردد. جامعه آماری این پژوهش تمامی بانک‌های سراسر کشور می‌باشد و اطلاعات فصلی مورد نیاز از سال ۱۳۸۵ تا فصل سوم ۱۳۹۸ هم از طریق بانک مرکزی اخذ گردیده است. در این پژوهش از روش سناریوسازی براساس استرس یک انجرف معیار استفاده خواهد شد.

از رایج‌ترین دلایل بحران در بانک‌ها بالا بودن نسبت مطالبات غیرجاری به مانده کل تسهیلات است. از عوامل اثرگذار بر نرخ نکول می‌توان به متغیرهای کلان اقتصادی، شرایط داخلی بانک‌ها و نحوه مدیریت آنها اشاره کرد که در این پژوهش احتمال نرخ نکول تنها تابعی از متغیرهای کلان اقتصادی در نظر گرفته می‌شود.

گام اول در ارزیابی در معرض ریسک اعتباری قرارگرفتن و زیان‌های بالقوه‌ای که نهادهای مالی با آن‌ها روبه رو می‌شوند، تخمین احتمال نکول است. احتمالات نکول همچنین به‌عنوان ابزار اولیه در ارزیابی ریسک سیستماتیک و آزمون استرس سیستم‌های مالی به کار می‌روند. بنابراین، پیش‌بینی‌های ریسک اعتباری از اهمیت زیادی برای فعالان صنعت مالی و پولی و همچنین قانون‌گذاران به ویژه تحت چارچوب جدید کفایت سرمایه (کمیته بال ۲) برخوردار است و بانک‌ها را تشویق به اندازه‌گیری احتمال نکول می‌کند. برای انجام آزمون استرس ریسک اعتباری ابتدا باید احتمالات نکول مدل‌سازی شود. برآورد احتمالات نکول به دلیل محدودیت‌های داده‌های در دسترس می‌تواند یک



چالش اساسی باشد، اما تعداد زیادی از مدل‌ها وجود دارند که بر این محدودیت‌ها غلبه کرده‌اند. این مدل‌ها می‌توانند در دو گروه کلی دسته‌بندی می‌شود: مدل‌های بر پایه بازار<sup>۲۵</sup> و مدل‌های بنیادی<sup>۲۶</sup>. مدل‌های بر پایه بازار بر اساس تئوری قیمت‌گذاری اختیار مرتون ساخته شده‌اند و به سرمایه‌گذاری اوراق بهادار متکی هستند و مدل‌های بنیادی متکی به عوامل اقتصادی و بازار سیستماتیک، حسابداری و یا اطلاعات رتبه‌بندی هستند. مدل‌های بنیادی جهت تخمین احتمالات نکول برای بنگاه‌ها و صنایع انواع مختلفی دارند. این مدل‌ها به ویژه زمانی که بنگاه‌ها، اوراق بهادار قابل معامله ندارند یا سرمایه‌گذاری بازار ثانویه به دلیل نقدینگی پایین، قابل اتکاء نیستند، مفید هستند. مدل‌های بنیادی برای تخمین احتمالات نکول همراه با وام‌ها نیز مناسب هستند. تخمین این مدل‌ها معمولاً با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی مانند داده‌های پانل و سری زمانی و مدل‌های متغیر وابسته کیفی مانند پروبیت و لاجیت انجام می‌شود. بیشتر پژوهش‌ها در حوزه مدل‌سازی ریسک اعتباری کلان اقتصادی بر اساس رویکرد مرتون<sup>۲۷</sup> (مدل بر پایه بازار) و ویلسون<sup>۲۸</sup> (مدل بر پایه کلان اقتصادی که از گروه مدل‌های بنیادی است) است. این پژوهش بر اساس مدل ویلسون خواهد بود.

در مدل ویلسون، ابتدا نرخ نکول با استفاده از تابع لاجستیک تبدیل به یک شاخص کلان اقتصادی شده و سپس آثار متغیرهای کلان اقتصادی بر آن از طریق یک معادله رگرسیون خطی برآورد می‌شود. در صورتی که متغیر حاصل از تبدیل لاجستیکی نرخ نکول دارای ریشه واحد بوده و مانا نباشد، از رویکرد مقاله باس (۲۰۰۲) پیروی کرده و تغییر سالانه این متغیر بر متغیرهای توضیحی رگرس خواهد شد. همچنین در این رساله به جای AR برای بررسی روابط بین متغیرهای کلان اقتصادی از مدل VAR استفاده می‌شود تا تعاملات بین متغیرهای کلان اقتصادی نیز در نظر گرفته شوند. با اعمال تغییرات ذکر شده در مدل ویلسون، سیستم معادله‌ها به صورت معادله‌های زیر ارائه می‌شود.

$$p_t = \frac{1}{1 + e^{-(y_{t-1} + \Delta y_t)}} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$y_{t-1} + \Delta y_t = \ln \left( \frac{p_t}{1 - p_t} \right) \quad (\text{رابطه ۲})$$

<sup>25</sup> Market-Based Models

<sup>26</sup> Fundamental-Based Models

<sup>27</sup> Merton (1974)

<sup>28</sup> Wilson(1997)

۱۵۰ / ..... نااطمینانی قیمت نفت و بازدهی بورس اوراق بهادار تهران ...

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} + \dots + \beta_k x_{k,t} + \varepsilon_t \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{j=1}^q \gamma_j X_{t-j} + v_t \quad (\text{رابطه ۴})$$

$$E = \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ v_t \end{bmatrix} \approx N(0, \Sigma), \Sigma = \begin{bmatrix} \sum_{\varepsilon} & \sum_{\varepsilon, v} \\ \sum_{v, \varepsilon} & \sum_v \end{bmatrix} \quad (\text{رابطه ۵})$$

$P_t$  احتمال نکول و  $y_t$  شاخص کلان اقتصادی در زمان  $t$  است. این شاخص می‌تواند بیانگر وضعیت کلی اقتصاد باشد که توسط عوامل کلان اقتصادی تحت بررسی تعیین می‌شود. برداری از  $k$  متغیر کلان اقتصادی  $(x_{1,t}, \dots, x_{k,t})$  است.

متغیرهای کلان اقتصادی در این پژوهش عبارتند از: نرخ بیکاری، تورم، رشد بدهی دولت به بانک‌ها، نرخ ارز و نرخ رشد اقتصادی.

تخمین احتمال نکول اولین قدم برای بررسی زیان قابل انتظار موسسات مالی است. برای این کار از شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده خواهد شد. (عبدالشاه و مشیری، ۱۳۹۶) و (Allen & et al; 2010). پس از شبیه‌سازی و با استفاده از مقادیر EAD و LGD توزیع زیان پورتنفوی به‌دست خواهد آمد. در شبیه‌سازی سناریو پایه از وضعیت اولیه  $t$  شروع می‌کنیم و با شبیه‌سازی مونت کارلو یک پیش‌بینی برای احتمال نکول در زمان  $t+1$  ایجاد می‌شود. برای هر شبیه‌سازی، نسبت‌های جدید احتمال نکول به‌دست خواهد آمد و با استفاده از این احتمالات، توزیع زیان را خواهیم داشت.

در مواقعی که هدف توزیع کامل شرطی است، بهترین قدم برای پیشبرد آنالیز رگرسیون، روش رگرسیون چندک<sup>۲۹</sup> است. رگرسیون چندک یکی از روش‌های تحلیل رگرسیون است و در علم آمار و اقتصادسنجی به‌کار می‌رود که در آن بر خلاف رگرسیون خطی که هدف تخمین میانگین متغیر وابسته است، یک یا چند چندک متغیر وابسته محاسبه می‌شود. رگرسیون چندک معمولاً با داده‌های پرت بهتر از رگرسیون معمولی کار می‌کند و پیش‌فرض‌های کمتری دارد. من جمله اینکه توزیع شرطی متغیر وابسته ضرورتاً لازم نیست توزیعی طبیعی باشد. (Koenker Roger, 2005)

هر رگرسیون چندک نقطه‌ای یکتا و منحصر به فرد از یک توزیع شرطی را مشخص می‌کند و کنار هم قرار دادن همه این رگرسیون‌ها، موجب داشتن یک توزیع کامل تر از توزیع شرطی می‌شود. در آزمون استرس رگرسیون چندک از رابطه زیر که نمایان گر چندک شرطی توزیع  $Y$  استفاده می‌شود:

$$Q_{\theta}(Y | x'_i) = x'_i \beta_{\theta}, i = 1, \dots, n \quad (\text{رابطه ۶})$$

که در آن  $y_i = x'_i \beta_{\theta} + \varepsilon_{\theta i}$  و  $x'_i = (1 \ x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{iK})$ ،  $\beta_{\theta} = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_K)$  بردارهایی از مقادیر و پارامترهای معلوم است و  $\varepsilon_{\theta i}$  یک متغیر تصادفی مشاهده نشدنی است. توزیع احتمالات نکول پس از روشن شدن وضعیت مدل‌سازی ریسک اعتباری و سیستم کلان اقتصادی، مشخص شده تا براساس آن توزیع زیان ساخته شود. از مدل ریسک اعتباری<sup>۳۰</sup> برای مشخص ساختن توزیع زیان استفاده می‌شود. مدل ریسک اعتباری به منظور تعیین میزان ریسک اعتباری که با اعتبارات معوق سر و کار داشته باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور به حداقل رسانیدن سطح ریسک اعتباری، قرض‌دهندگان می‌بایست ریسک اعتباری را با دقت بالایی پیش‌بینی کنند. موارد زیر فاکتورهای لازم برای قرض‌دهندگان است تا بر اساس آن سطح ریسک اعتباری مدیریت شود:

- ۱- احتمال نکول<sup>۳۱</sup> که در روابط  $PD_i$  می‌باشد.

۲- زیان ناشی از نکول<sup>۳۲</sup> که در روابط  $LGD_i$  می‌باشد.

۳- ارزش در معرض نکول<sup>۳۳</sup> که در روابط  $EAD_i$  می‌باشد.

زیان کل پرتفوی که در روابط  $L$  است برابر است با:

$$L = \sum_{i=1}^M L_i = \sum_{i=1}^M D_i \cdot LGD_i \cdot EAD_i \quad (\text{رابطه ۷})$$

(۷)

<sup>30</sup> Credit Risk Models

<sup>31</sup> Probability of Default (POD)

<sup>32</sup> Loss Given Default

<sup>33</sup> Exposure at Default

## ۱۵۲ / ..... نااطمینانی قیمت نفت و بازدهی بورس اوراق بهادار تهران ...

با توجه به مطالعات پیشین انجام گرفته توسط ایوان بابوچک و جانچار در سال ۲۰۰۵، هاراث و شوموی در سال ۲۰۰۸، کاسترو در سال ۲۰۱۳، چالبی و اف تی تی در سال ۲۰۱۴ و کوئنکر در سال ۲۰۱۶، هیچ مدلی برای ارتباط دادن مقدار در معرض نکول و زیان ناشی از نکول به متغیرهای کلان اقتصادی وجود ندارد. بنابراین زیان ناشی از نکول را ثابت و مقدار در معرض نکول را یک متغیر تصادفی با توزیع یکنواخت در نظر می‌گیریم. (Koenker, 2016) بنابراین موارد زیر به منظور تهیه گزارش ریسک قابل محاسبه خواهند بود:

زیان قابل انتظار:

$$E(L) = \sum_{i=1}^M PD_i \cdot LGD_i \cdot EAD_i \quad (\text{رابطه ۸})$$

انحراف معیار:

$$SD(L) = \left( \sum_{i,j=1}^M EAD_i \cdot EAD_j \cdot LGD_i \cdot LGD_j \cdot \text{cov}(D_i, D_j) \right)^{1/2} \quad (\text{رابطه ۹})$$

احتمال نکول یک متغیر مهم برای بانک‌ها به منظور تخمین است و در مدل‌های پرتفوی نیز بسیار حائز اهمیت است. تخمین احتمال نکول اولین قدم برای بررسی زیان قابل انتظار موسسات مالی است. برای این کار از شبیه‌ساز مونت کارلو استفاده شده است. (عبدالشاه و مشیری، ۱۳۹۶)، (Allen& etal;2010)

پس از شبیه‌سازی و با استفاده از مقادیر LGD و EAD توزیع زیان پورتفوی به دست می‌آید. در شبیه‌سازی سناریو پایه از وضعیت اولیه t شروع می‌کنیم و با شبیه‌سازی مونت کارلو یک پیش‌بینی برای احتمال نکول در زمان t+1 ایجاد می‌شود. در مطالعات انجام گرفته توسط پاورا و جوکیوول در سال ۲۰۰۳، راش و شول در سال ۲۰۱۳، گام‌های شبیه‌سازی ۵۰۰۰ بار، روبن و مانوئل در سال ۲۰۱۴، ۱۰۰۰۰ بار و کاناس و مولینکس در سال ۲۰۱۷ و کورنت و دیگران در سال ۲۰۱۸ گام‌های شبیه‌سازی ۱۰۰۰۰ بار بوده است و لذا با توجه به پژوهش‌های که اخیراً به انجام رسیده است، گام‌های شبیه‌سازی در این پژوهش ۱۰۰۰۰ بار است. به عبارتی ۱۰۰۰۰ بار تحقق سیستم داریم. برای هر شبیه‌سازی، نسبت‌های جدید احتمال نکول به دست می‌آید و با استفاده از این احتمالات، توزیع زیان

محاسبه شده است. به دست آوردن توزیع زیان شامل گام‌های زیر است که از مطالعات روبان و مانوئل در سال ۲۰۱۴ پیروی شده است:  
 ۱- یک پرتفوی فرضی شامل ۷۰۰۰ وام ایجاد می‌شود.

۲- مقادیر در معرض نکول (EAD) برای هر وام به صورت تصادفی با توزیع یکنواخت تعیین می‌شود. مقدار در معرض نکول برای هر وام به شکلی انتخاب شده است که مقدار کل در معرض نکول پرتفوی فرضی به مقدار در معرض نکول بانک‌های تجاری ایران در سال ۱۳۹۸ برسد. براساس اطلاعات بانک مرکزی مقدار در معرض نکول بانک‌های تجاری در حدود ۲۳۵ هزار میلیارد تومان بوده است.<sup>۳۵</sup>

۳- براساس رویکرد IRB<sup>۳۶</sup>، زیان ناشی از نکول (LGD) ۴۵ درصد فرض شده است که در این پژوهش نیز از این رویکرد پیروی می‌شود.

۴- توزیع زیان برای افق زمانی یکساله به دست آمده است.

ریسک پرتفوری اعتباری معمولاً به وسیله دو پارامتر مهم ترسیم می‌شود.

• زیان انتظاری<sup>۳۷</sup> (EL)

• زیان غیر انتظاری<sup>۳۸</sup> (UL)

این دو پارامتر مشخص کننده تابع توزیع احتمال زیان پرتفوی هستند.

زیان انتظاری متوسط توزیع زیان پرتفوی است که یک بنگاه در ذات طبیعی تجاری خود دارا است. به طور طبیعی نهادهای مالی این نوع از زیان‌های خود را به کمک ذخایر کاهش می‌دهند.

<sup>۳۵</sup> در زمان انجام تحقیق، اطلاعات تا آذر ۹۸ در دسترس بود که این مقدار برابر ۲۳۴/۹ هزار میلیارد بوده است که در ادامه تحقیق ۲۳۵ هزار میلیارد تومان در نظر گرفته شده است.

<sup>۳۶</sup> Internal ratings-based approach (credit risk)

<sup>۳۷</sup> Expected Loss

<sup>۳۸</sup> Unexpected Loss

#### ۱۵۴ / ..... نااطمینانی قیمت نفت و بازدهی بورس اوراق بهادار تهران ...

زیان‌های غیرانتظاری زیان‌هایی هستند که به صورت نامعین رخ می‌دهند و طبیعتاً با سیاست‌های تامین ذخایر غیرقابل پوشش هستند. این زیان‌های به طور معمول با استفاده از انحراف معیار زیان‌ها و با سطح اطمینان مشخص محاسبه می‌گردد. زیان غیر انتظاری یک پرتفوی در سطح اطمینان  $\alpha \in (0,1)$  به قرار زیر است:

$$UL_{\alpha} = VaR_{\alpha} - EL \quad (\text{رابطه ۱۰})$$

به عبارتی زیان غیرانتظاری تفاوت بین ارزش در معرض و زیان انتظاری است. ارزش در معرض ریسک حداکثر زیان مورد انتظار در سطح اطمینان مشخص و طی یک دوره مشخص (یک تا ده روزه) است. ارزش در معرض خطر با درصد گرفتن از تابع توزیع زیان کل در سطح اعتماد معین به دست می‌آید. ارزش در معرض ریسک برای یک سطح اطمینان مشخص  $\alpha \in (0,1)$ :

$$VaR_{\alpha} = \inf \{l | F_L(l) \geq \alpha\} \quad (\text{رابطه ۱۱})$$

به دلایل عملی، در هنگام ساختن مدل ارزش در معرض ریسک، محدودیت‌های بسیاری در نظر گرفته می‌شود. از نقطه نظر آماری، روش VaR، مدیران ریسک را مقید می‌سازد تا در مفروضات مرتبط با عوامل ریسک را فرآیندهای ساده‌سازی را به کار ببرند به عبارتی بیشتر پارامترهای بازار به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که با شرایط نرمال بازار تطابق داشته باشد. معمولاً چنین فرض می‌شود که توزیع احتمال نرخ بازده، نرمال است و این یعنی رفتاری هموار در تمام زمان‌ها دارد و هیچ‌گونه امکان پرش و دیگر رخدادها وجود ندارد. پس VaR قادر به پاسخگویی در موارد حدی نیست. VaR فقط قادر است حداکثر ضرر را در شرایط نرمال محاسبه کند. با توجه به موارد ذکر شده و نظر به اینکه رخدادهای به وقوع پیوسته در شرایط حقیقی و واقعی با وضعیت نرمال سازگاری ندارد، لذا می‌بایست جایگزینی برای VaR پیدا شود.

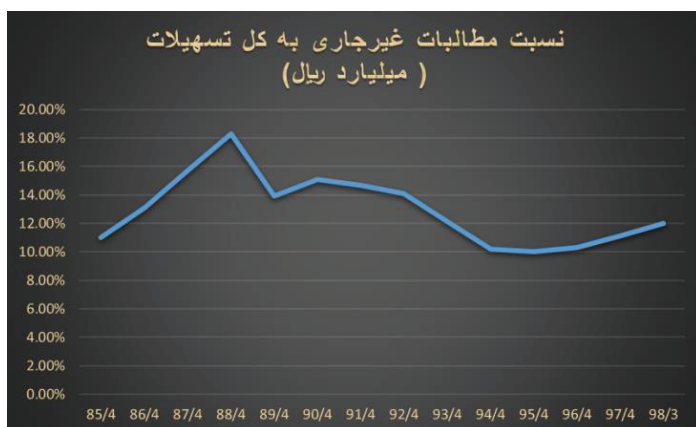
کمیت‌های بال ریزش مورد انتظار<sup>۳۹</sup> را پیشنهاد کرد. ریزش مورد انتظار متوسط زیان موسسه مالی را زمانی که از سطح ارزش در معرض خطر فراتر رود، اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین قادر است وضعیت را هم در حالت نرمال و هم در حالت استرس بررسی کند. ریزش انتظاری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$ES_{\alpha} = E(L | L \geq VaR_{\alpha}) \quad (\text{رابطه ۱۲})$$

<sup>39</sup> Expected Shortfall or Expected tail loss

تمامی برآوردها و محاسبات از طریق نرم‌افزارهای اکسل<sup>۴۰</sup>، ایویوز<sup>۴۱</sup> و آر<sup>۴۲</sup> به انجام رسیده است. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل آن در این پژوهش از نسبت تسهیلات غیرجاری به کل تسهیلات به‌عنوان متغیر پروکسی برای نرخ نکول استفاده خواهد شد. در نمودار زیر سری زمانی این نسبت مهم را در سال‌های ۸۵ تا ۹۸ آورده شده است.

نمودار ۱- سری زمانی نسبت مطالبات غیرجاری به کل تسهیلات

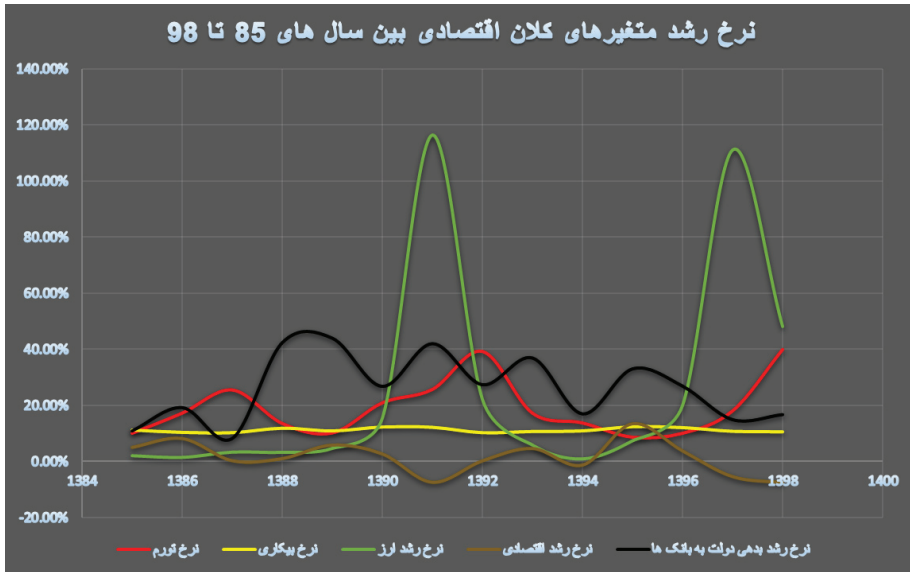


ماخذ: بانک مرکزی ج.ا.ا.

با توجه به نمودار زیر می‌توان چنین بیان کرد که در بین متغیرهای کلان اقتصادی، نرخ بیکاری از ثبات بیشتری برخوردار بوده است و سایر متغیرها خصوصاً نرخ ارز نوسانات شدیدی داشته اند.

نمودار ۲- رشد متغیرهای کلان اقتصادی در سال‌های ۸۵ تا ۹۸

<sup>40</sup> Excel  
<sup>41</sup> E-Veivs  
<sup>42</sup> R



ماخذ: بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و پژوهش‌ها میدانی

ویژگی‌های آماری متغیرها بین سال‌های ۹۸-۱۳۸۵ در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های آماری متغیرهای پژوهش در سال‌های ۸۵ تا ۹۸

نام متغیر	شرح	حداقل مقدار	میانگین	انحراف معیار	حداکثر مقدار
PD	احتمال نکول	۰.۱۲	۰.۲۱	۰.۰۵	۰.۲۹
Y	تبدیل لاجستیکی نرخ نکول	-۲.۱۲	-۱.۵۹	۰.۲۵	-۱.۲۴
IR	درصد نرخ تورم	۰.۰۹	۰.۱۹	۰.۱۰	۰.۴۰
UR	درصد نرخ بیکاری	۰.۱۰	۰.۱۱	۰.۰۱	۰.۱۲
ER	درصد نرخ ارز	۰.۰۱	۰.۲۶	۰.۳۸	۱.۱۶
ECR	درصد نرخ رشد اقتصادی	-۰.۰۸	۰.۰۲	۰.۰۶	۰.۱۳
GR	درصد رشد بدهی دولت	۰.۰۸	۰.۲۶	۰.۱۲	۰.۴۴

ماخذ: بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و محاسبات محقق

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره گردید، گام اول آزمون استرس تخمین مدل VAR می‌باشد که در فرآیند شبیه‌سازی اثر سناریوهای استرس بر مطالبات معوق از آن بهره گرفته می‌شود. درجه وقفه بهینه مدل



VAR براساس ملاک‌هایی از قبیل شوارتز-بیزین (SC) (برای وقفه یک)، آکائیک (AIC) (برای وقفه چهار)، خطای نهایی پیش‌بینی (FPE) (برای وقفه چهار) و حنان کوئین (HQ) (برای وقفه دو) مشخص شده است. با توجه به اینکه تعداد مشاهدات برای هر متغیر محدود است و نظر به اینکه معیار شوارتز وقفه بهینه را کمتر از حد مجاز و معیار آکائیک بیشتر از حد مجاز برآورد می‌کند. لذا از وقفه دو استفاده می‌کنیم. برای بررسی ایستایی متغیرهای کلان اقتصادی نیز از دو آزمون دیکی-فولر و فیلیپس پرون استفاده کردیم. مقدار احتمال برای تمامی متغیرها کمتر از ۰,۰۵ است یعنی ضرایب لااقل در سطح ۰,۰۵ معنی‌دار است. همچنین از طریق آماره  $F$  و  $t$  می‌توان به معنی‌دار بودن ضرایب رسید. برای بررسی خودهمبستگی متغیرها نیز از آزمون دوربین-واتسون استفاده نمودیم و با توجه به بررسی این آزمون در سطح و همچنین در تفاضل، عدم وجود خودهمبستگی به اثبات رسید. برای بررسی اعتبار نتایج آماری حاصل از مدل VAR از آزمون ثبات استفاده گردیده است. ثبات یک مدل VAR به میرا یا ماندگاری تاثیر یک تکانه به جمله اختلال وابسته است. به عبارتی، چنانچه اثر یک تکانه به جمله اختلال در طول زمان میرا باشد، مدل با ثبات است و درمقابل اگر اثرگذاری یک تکانه ماندگار باشد، آن مدل بی ثبات خواهد بود و بی ثباتی یک مدل VAR موجب بی اعتباری نتایج حاصله خواهد بود. به همین خاطر از آزمون CUSUM برای بررسی اعتبار نتایج حاصله مدل VAR استفاده می‌کنیم. چنانچه در نمودارهای این آزمون، حاصل جمع انباشته<sup>۴۳</sup> که نتیجه آزمون است در محدوده پنج درصدی خطوط بحرانی قرار گیرد، مدل ایستا است و در غیر این صورت مدل غیرایستا<sup>۴۴</sup> خواهد بود (Brown, Durbin, Evans, 1975). نتایج حاصل حاکی از ثبات این آزمون است که در پیوست ۱ آورده شده است.

با استفاده از آزمون جارك برا، نرمال بودن توزیع جمله اختلال بررسی گردید و با توجه به اینکه این مقدار برابر ۱/۵۹ است و از ۰/۰۵ بزرگتر است لذا فرض نرمال بودن جمله اختلال رد نمی‌شود. آماره دوربین واتسون هم عدم وجود خودهمبستگی را بین جملات اختلال بررسی و آن را تایید کرد. نتایج حاصل از تخمین رگرسیون‌های چندک کاملاً مطابق انتظار است.

انتخاب سناریو در آزمون استرس از مهم‌ترین بعدهای این آزمون می‌باشد که می‌بایست رویدادهای حادی را مورد بررسی قرار دهد. سناریوهای کلان در فصل سوم سال ۱۳۹۸ بررسی خواهد شد و به

<sup>43</sup> Cumulative sum

## ۱۵۸ / ..... نااطمینانی قیمت نفت و بازدهی بورس اوراق بهادار تهران ...

موجب آن نتایج حاصله را برای افق زمانی یک ساله یعنی فصل چهارم ۱۳۹۸ تا فصل سوم ۱۳۹۹ محاسبه می‌کنیم. سناریوهای کلان با اضافه یا کم کردن یک، دو و سه انحراف معیار به منظور پیش‌بینی سیستم VAR برای فصل سوم ساخته می‌شود. تمرکز بر روی سناریوهای تک متغیره است و در هر کدام فقط به یک متغیر کلان شوک وارد می‌شود و سایر متغیرها با شرط مقادیر گذشته‌شان شبیه‌سازی می‌شوند. استفاده از سناریوهای چندمتغیره این مشکل را دارد که امکان بررسی اثرگذاری هر شوک را ممکن نمی‌سازد، لذا در این پژوهش فقط از سناریوهای تک متغیره استفاده گردیده است. در جدول ۲ سناریوهای آزمون استرس آورده شده است.

جدول ۲- سناریوهای آزمون استرس<sup>۴۵</sup>

متغیرهای کلان اقتصادی	نرخ رشد اقتصادی ٪	نرخ رشد ارز ٪	نرخ رشد بدهی دولت ٪	نرخ تورم ٪	نرخ بیکاری ٪
مقدار در فصل سوم ۱۳۹۸	-۷.۵۹	۱۴.۰۰	۵.۷۸	۴۰.۰۰	۱۰.۷۰
شوک یک انحراف معیار	۶۳.۲۵	۱۴.۰۰	۱.۹۷	۳.۵۴	۱۰.۷۰۰
شوک دو انحراف معیار	۱۲۶.۵۰	۲۸.۰۰	۳.۹۳	۷.۰۸	۲۱۴.۰۰
شوک سه انحراف معیار	۱۸۹.۷۵	۴۲.۰۰	۵.۹۰	۱۰.۶۲	۳۲۱.۰۰

ماخذ: یافته‌های پژوهش

مقدار شوک وارد شده به هر متغیر به اندازه یک انحراف معیار است و سناریو یک انحراف معیار شوک و سناریو پایه هر دو در یک محور رسم شده‌اند تا کار تحلیل اثرگذاری را تسهیل کند. رشد اقتصادی به‌عنوان یک متغیر از متغیرهای کلان اقتصادی است که در اقتصاد کشور فقط شوک‌های منفی آنها اثرگذار است لذا در این پژوهش تمامی شوک‌های ناشی از این دو متغیر منفی در نظر گرفته می‌شود و برای سایر متغیرها شوک مثبت وارد می‌کنیم.

### نتایج حاصل از مدل ویلسون

پیوست ۲ نمودارهای چگالی کرنل<sup>۴۶</sup> نرخ‌های نکول می‌باشد و برای افق زمانی یکساله ( $h=4$ ) در نظر گرفته شده است.<sup>۴۷</sup> مقدار شوک وارد شده به هر متغیر به اندازه یک انحراف معیار است و سناریو

<sup>۴۵</sup> نحوه محاسبه شوک‌ها بدین صورت است که مقدار جدید متغیر کلان در فصل چهارم را از مقدار آن در فصل سوم کم کرده و عدد به‌دست آمده که همان انحراف معیار است بر فصل سوم تقسیم می‌گردد.

<sup>۴۶</sup> kernel density

<sup>۴۷</sup> این نمودارها به کمک نرم افزار R رسم گردیده‌اند.

یک انحراف معیار شوک و سناریو پایه هر دو در یک محور رسم شده‌اند تا کار تحلیل اثرگذاری را تسهیل کند. رشد اقتصادی به‌عنوان یک متغیر از متغیرهای کلان اقتصادی است که در اقتصاد کشور فقط شوک‌های منفی آن اثرگذار است لذا در این پژوهش تمامی شوک‌های ناشی از این متغیر منفی در نظر گرفته می‌شود و برای سایر متغیرها شوک مثبت وارد می‌کنیم. تمامی شوک‌های نشان داده شده، شوک‌های تک متغیره ای هستند که به مدل تحمیل می‌شود تا براساس آن تاثیر عوامل مختلف بر توزیع زیان مشخص گردد. برطبق این نمودارها، تمامی شوک‌ها بر نرخ نکول موثر است.

### بررسی نتایج حاصل از مدل ویلسون و رگرسیون چندک (QR)

جدول ۳ میزان تغییرات نرخ نکول در رگرسیون چندک با درصدهای متفاوت را در مقابل مدل ویلسون نشان می‌دهد. آنچه که از این جدول قابل درک است این است که پیش‌بینی‌های حاصل از مدل ویلسون نزدیکی زیادی به رگرسیون چندک ۵۰ درصد دارد و با رگرسیون‌های ۱۰ درصد و ۹۰ درصد تفاوت بیشتر و آشکارتری دارد.

جدول ۳- میزان تغییرات نرخ نکول در رگرسیون چندک با درصدهای متفاوت و مدل ویلسون

نرخ بیکاری	نرخ تورم	نرخ رشد نسبت بدهی	نرخ رشد ارز	نرخ رشد اقتصادی	wilson vs. QR	
۰.۰۳۱	۰.۱	۰.۱۶۹	-۰.۱۳۱	۰.۱۹	حداقل	مدل ویلسون
۰.۰۳۴	۰.۱۱۶	۰.۱۹۵	-۰.۱۱	۰.۲۱۱	میانگین	
۰.۰۵۳	-۰.۰۷۶	-۰.۱۴۹	۰.۰۵۱	-۰.۱۵۵	انحراف معیار	
۰.۰۳۹	۰.۱۴	۰.۲۲۲	-۰.۰۹۴	۰.۲۳۸	حداکثر	
۰.۰۰۳	۰.۰۰۵	۰.۰۰۹	-۰.۰۰۴	۰.۰۴۵	حداقل	رگرسیون چندک ۱۰٪
۰.۰۰۳۳۵	۰.۰۰۹	۰.۱۱۵	-۰.۰۰۵	۰.۰۶۶	میانگین	
۰.۰۰۵	۰.۰۰۵	-۰.۰۰۴	۰.۰۰۱	-۰.۰۰۵	انحراف معیار	
۰.۰۰۵	۰.۰۱	۰.۱۳	-۰.۰۰۹	۰.۰۹۶	حداکثر	
۰.۰۳۳	۰.۱۱	۰.۱۶۷	-۰.۱۳	۰.۱۷	حداقل	رگرسیون چندک ۵۰٪
۰.۰۳۳۲	۰.۱۲۱	۰.۱۸۸	-۰.۱۱	۰.۱۹۱	میانگین	
۰.۰۵۱	-۰.۰۶۳	-۰.۱۳۷	۰.۰۴۹	-۰.۱۴	انحراف معیار	
۰.۰۳۹۹	۰.۱۳۳	۰.۲۱۶	-۰.۰۹	۰.۲۲	حداکثر	
۰.۱۱	۰.۲۵	۰.۲۵۵	-۰.۲۴۴	۰.۳۱	حداقل	رگرسیون چندک ۹۰٪
۰.۱۶۶	۰.۲۹	۰.۳۱	-۰.۲۲	۰.۳۱۵	میانگین	
۰.۰۲۲	۰.۱۱	-۰.۱۴۴	۰.۰۳۳	۰.۱۲۲	انحراف معیار	
۰.۱۹۴	۰.۳۵	۰.۳۳۱	-۰.۲۰۵	۰.۳۵	حداکثر	

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در پیوست ۴، مقدار زیان های انتظاری و زیان های غیرانتظاری ناشی از ریسک اعتباری تحت سناریوهای مختلف، براساس یک انحراف معیار شوک آورده شده است.

در این جدول ارزش در معرض خطر (VaR)، ریزش انتظاری (ES) و زیان انتظاری آورده شده است و زیان غیرانتظاری<sup>۴۸</sup> از دو طریق ارزش در معرض خطر و ریزش انتظاری محاسبه گردیده است. لازم به ذکر است که توزیع زیان مشابه احتمال نکول در افق یک ساله شبیه سازی شده است.

با توجه به نتایج جدول در پیوست ۴، در تمامی سناریوها، روش ریزش انتظاری از ارزش در معرض خطر، سرمایه مورد نیاز را بیشتر برآورد می کند. در سناریو پایه که هنوز هیچ گونه شوکی اعمال نشده است، مقدار زیان در رگرسیون چندک ۵۰ درصد بسیار به مدل ویلسون نزدیک است و این در حالی است که مقادیر زیان در چندک ۱۰ درصد و ۹۰ درصد متفاوت از مدل ویلسون است. همان گونه که از جدول نیز مشخص است تمامی شوک های وارد بر سناریو پایه به جز شوک رشد نرخ ارز مقدار زیان بیشتری تولید می کنند. اثرگذارترین شوک نرخ رشد اقتصادی است و کم اثرترین آن نرخ بیکاری. دلیل کم شدن مقدار زیان در اثر شوک نرخ رشد ارز، تاثیرگذاری منفی این متغیر می باشد.

همچنین همانگونه که قبل تر هم اشاره گردید، مقدار سرمایه مورد نیاز بانک ها که زیان غیرانتظاری است به دو روش در جدول آورده شده است:

- زیان انتظاری - ارزش در معرض خطر = زیان غیر انتظاری
- زیان انتظاری - ریزش انتظاری = زیان غیر انتظاری

با توجه به اینکه مدل VaR، قادر به پاسخگویی موارد حدی نیست و فقط در شرایط نرمال قابل استفاده است، روشن است که برای بالا بردن میزان قابلیت اتکای نتایج، مدل ES که شرایط را هم در وضعیت نرمال و هم وضعیت استرس بررسی می کند، پیشنهاد می شود.

### نتیجه گیری و پیشنهاد

با توجه به یافته های پژوهش، با کاهش نرخ رشد اقتصادی، میزان اعتماد به سرمایه گذاری کاهش یافته و میزان درآمدهای حاصل از آن را پایین می آورد و لذا احتمال نکول افراد افزایش می یابد. بنابراین توزیع نرخ نکول به سمت راست می رود. افزایش نرخ ارز باعث کاهش ارزش پولی می گردد که

<sup>۴۸</sup> مقدار سرمایه اقتصادی که بانک ها باید حفظ کنند.

موجب کاهش واردات و افزایش صادرات می‌گردد. به نظر می‌رسد که افزایش صادرات تاثیر مثبت تری در مقابل کاهش واردات داشته باشد و موجب ارز آوری بیشتر گردد. از طرفی کاهش ارزش پولی ممکن است قدرت خرید مردم را به طور چشمگیر کاهش دهد و این منجر به افزایش نکول آنها گردد. از سوی دیگر افزایش صادرات موجب افزایش درآمد ارزی دولت و به تبع آن کاهش نکول گردد. در مجموع با توجه به انتقال توزیع نرخ نکول به سمت چپ، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در کل افزایش نرخ ارز موجب کاهش نکول می‌گردد. با افزایش نرخ تورم احتمال نکول افزایش می‌یابد. نرخ تورم از چند بعد می‌تواند بر روی نرخ نکول اثرگذار باشد. از یک سو با افزایش نرخ تورم، میزان دارایی گروهی از مردم افزایش می‌باید و لذا احتمال نکول این افراد کاهش پیدا می‌کند. از سوی دیگر افزایش نرخ تورم برای بیشتر مردم موجب کاهش توان خرید آنها و بنابراین افزایش احتمال نکول می‌شود و با توجه به نتایج، افزایش تورم و کاهش قدرت خرید و بازپرداخت مردم بیشتر بر نرخ نکول اثر می‌گذارد و لذا توزیع نرخ نکول را به راست انتقال می‌دهد. با افزایش میزان بیکاری در جامعه، طبیعتاً میزان دریافتی افراد کاهش یافته و این خود دلیل اصلی برای عدم بازپرداخت تسهیلات است. بنابراین افزایش بیکاری افزایش نکول را به همراه دارد. در مقایسه با سایر متغیرهای کلان اقتصادی، نرخ بیکاری کمترین تاثیر را بر روی احتمال نکول دارد. در هنگامی که دولت میزان بدهی‌های خود را به بانک‌ها کاهش دهد احتمال نکول را کاهش داده است و برعکس زمانی که بدهی‌های خود افزایش یابد تابع توزیع نکول به سمت راست خواهد رفت. بنابراین افزایش بدهی دولت افزایش احتمال نکول را در پی خواهد داشت.

همچنین نتایج برآورد حاکی از این مسئله است که مدل ویلسون تاثیر شوک‌ها بر زیان اعتباری را در چندک‌های بالا کمتر از حد و در چندک‌های پایین بیشتر از حد تخمین می‌زند. بنابراین می‌توان چنین بیان کرد که مدل ویلسون به‌عنوان یک مدل خطی، تصویر صحیحی از میزان تاثیر شوک‌های کلان اقتصادی بر وضعیت توزیع زیان مشروط به نکول بانک‌ها ارائه نمی‌دهد. البته ذکر این نکته هم ضروری است که میزان سرمایه مورد نیاز بانک‌ها براساس دو مدل ویلسون و رگرسیون چندک تفاوت قابل ملاحظه‌ای باهم ندارند.

پیشنهادها:

درآمد عمده بانک‌های ایرانی از طریق اعطای اعتبارات صورت می‌گیرد و کاهش در عرضه اعتبارات سیستم بانکی را با کاهش درآمد و به موجب آن کاهش سود بانکی مواجه می‌کند. از سوی دیگر دادن تسهیلات نیز همواره با خطر نکول وام گیرندگان همراه است. وجود ریسک و مواجهه با آن اساس بنیادین هر کسب و کار و تجارتي است و سودآوری و توسعه حوزه کاری از لحاظ تنوع در خدمت‌رسانی بدون ریسک پذیری امکان ندارد بنابراین ضرورت فرهنگ‌سازی مدیران برای ریسک‌پذیری به شدت احساس می‌گردد. در فرآیند مدیریت ریسک، مدیران نقش کلیدی را ایفا می‌کنند. آن‌ها باید ریسک‌های اثرگذار را شناسایی کنند و شاخص‌های عددی و بااعتبار برای اندازه‌گیری آن‌ها تدوین کنند و با روش‌هایی نظیر آزمون استرس آن را تحلیل کنند و بازده تعدیل شده نسبت به ریسک سرمایه را اندازه‌گیری کنند. با انجام این کار تمامی بانک‌ها قادر خواهند بود تمام فرآیندهای کسب و کار خود را براساس بازده تعدیل شده سرمایه اقتصادی و منابع خود، مدیریت کنند. به همان میزان که بانک‌ها می‌بایست سرمایه کافی برای جبران ریسک‌های پیشرو را در نظر بگیرند، باید آگاهی کافی در خصوص ضرورت تشخیص، اندازه‌گیری، مراقبت و کنترل ریسک اعتباری را داشته باشند و بهترین راه برای این کار اصول و مقررات کمیته بال است که می‌توان به‌عنوان نقشه راه از آن در مواجهه با ریسک اعتباری استفاده کرد.

با توجه به نقش غیرقابل انکار بانک‌ها در اقتصاد کشور، پیشنهاد می‌گردد که برای انجام آزمون استرس برنامه‌ریزی دقیق و جامع انجام پذیرد. آزمون استرس قادر به ارائه اطلاعات جلوگیری از اثر رویدادهای شدید ممکن می‌باشد. آزمون استرس به بانک‌ها این توانایی را می‌دهد که در دوران مواجهه با شوک‌های اقتصادی سرمایه مورد نیاز را تامین کنند و در مقابل این شوک‌ها تاب آور باشند. نکته مهم دیگر اینکه بانک‌ها باید تمامی حوزه‌هایی را که در آن احتمال قرارگیری در معرض ریسک اعتباری وجود دارد را شناسایی نمایند. همچنین پیش از اتخاذ هرگونه فرآیند مراقبتی باید نتایج آزمون استرس را همچون نقشه راهی در نظر داشته باشند. مشکلی دیگر در خصوص اعتباردهی بانک‌ها این است که در زمان اعطای تسهیلات، در حد کفایت، اثرات چرخه‌های تجاری را در نظر نمی‌گیرند که با انجام آزمون استرس که توانایی لحاظ کردن تاثیرات دوره‌ای فعالیت‌های اقتصادی را دارند، می‌توانند تصمیم‌گیری‌های متقن و کامل‌تری داشته باشند.

علاوه بر ریسک اعتباری، ریسک های دیگری نیز وجود دارد که سایر پژوهشگران می توانند در صورت دسترسی به این داده ها پژوهشی مشابه انجام دهند. پس از دسترس به داده های ماهانه پژوهشگران می توانند نسبت به انجام پژوهشی مشابه اقدام کنند و نتایج آن را با این رساله مقایسه کنند.

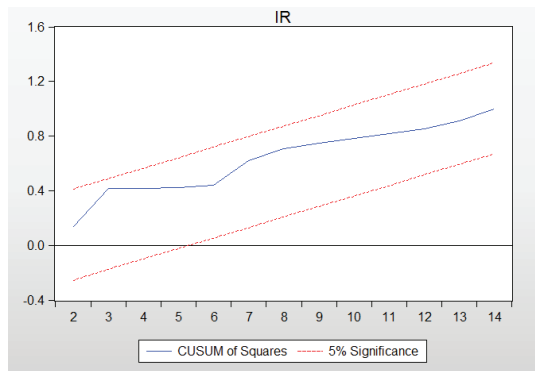
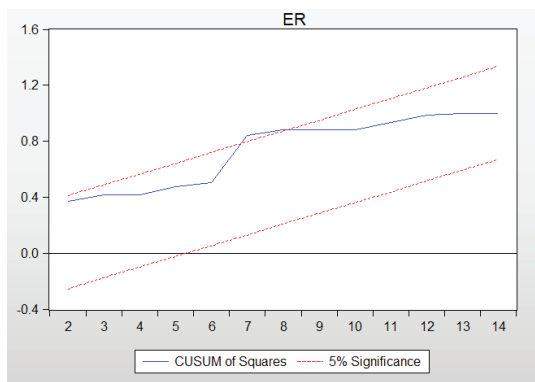
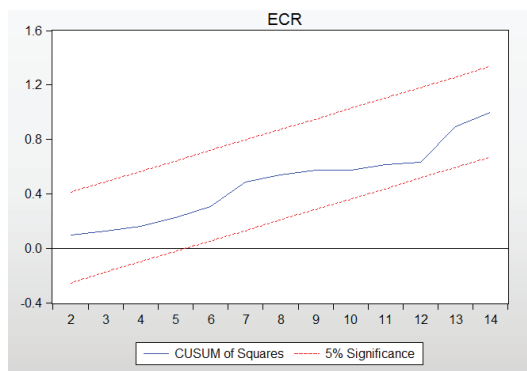
### منابع

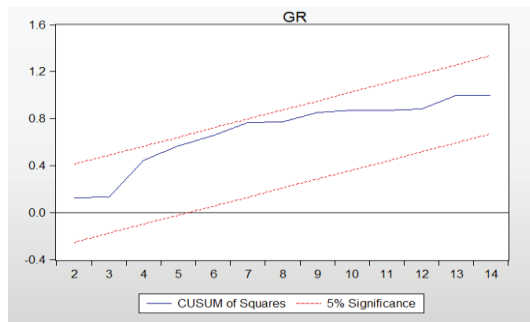
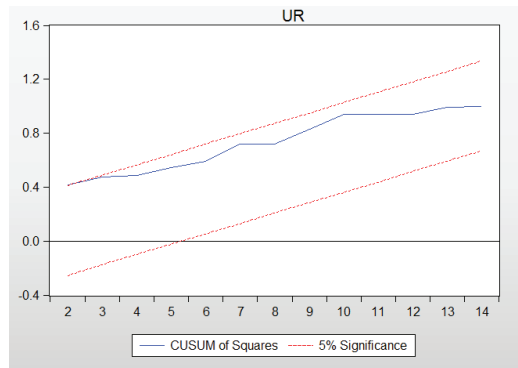
- ۱- صالح آبادی، علی و اللهیاری، میثم، (۱۳۹۴)، کاربرد آزمون استرس از دیدگاه نظارتی و مقررات گذاری بر موسسات مالی، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری سال پنجم/ شماره نوزدهم/ پائیز ۱۳۹۳.
- ۲- عبدالشاه، فاطمه و مشیری، سعید (۱۳۹۶)، آزمون استرس احتمالات نکول صنعت بانکداری ایران با رویکرد پرتفوی اعتباری، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال هفدهم، شماره ۶۶، پاییز ۱۳۹۶، ۵۴-۲۳.
- ۳- نوروزی، پیام، (۱۳۹۳)، تاثیر متغیرهای کلان بر ریسک اعتباری بانکها در ایران، فصلنامه پژوهش های پولی- بانکی، شماره ۲۰، ۲۵۷-۲۳۷.
- ۴- همتی، عبدالناصر و محبی نژاد، شادی، (۱۳۸۸)، ارزیابی تاثیر متغیرهای کلان بر ریسک اعتباری بانکها، پژوهشنامه اقتصادی، ویژه نامه بانک، شماره ششم، زمستان ۱۳۸۸.
- 5- A. Kanas, P. Molyneux, Macro stress testing the U.S. banking system, Journal of International Financial Markets, Institutions & Money (2017),doi:https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.006
- 6- Allen,D, E,Boffey, R. R, and R. Powell, (2005), A Quantile Monte Carlo approach to measuring extreme credit risk, Working Paper Series, Edith Cowan University.
- 7- Boss,M. (2002), A Macroeconomic Credit Risk Model for Stress Testing the Austrian Credit Portfolio, Financial Stability Report 4,Oesterreichische National Bank.
- 8- Koenker, Roger (2005). Quantile Regression. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-60827-5.
- 9- Boss,M. (2002), A Macroeconomic Credit Risk Model for Stress Testing the Austrian Credit Portfolio, Financial Stability Report 4,Oesterreichische National Bank.
- 10- Crouhy,M.,Galai,D. and Mark,R (2001), A Comparative Analysis of Current Credit Risk Models, Journal of Banking&Finance, Vol.24, PP:59-117
- 11- Drehman,M (2005), A Market Based Macro Stress Test for the Corporate Credit Exposure of UK Banks, London:bank of England, Available Via the internet: http://www.bis.org/bcbs/events/rtfo5 Drehman.pdf.
- 12- Marcia Millon Cornett , Kristina Minnick , Patrick J. Schorno , Hassan Tehranian , An Examination of Bank Behavior around Federal Reserve Stress Tests, Journal of Financial Intermediation (2018), doi: 10.1016/j.jp.2018.05.001.

- 13- Nikolaos I. Papanikolaou, (2018), A dual early warning model of bank distress, Economics Letters 162 (2018) 127–130.
- 14- Virolainen, K. (2004), Macro Stress Testing with a Macroeconomics Credit Risk Model for Finland, Bank of Finland Discussion Papers, 11.
- 15- Wei,L.,Zhiwei Yang, (2012), Stress Testing of Commercial Bank's Exposure to Credit Risk: A study based on write-off nonperforming loan, Asian Social Science, Vol.8,No.10.
- 16- Wong, Jim, Ka-Fai choi, and Tom Fong, (2008), A Framework for Stress Testing Bank's Credit Risk, The Journal of Risk Model Validation (3-23), Vol.2, No.1.

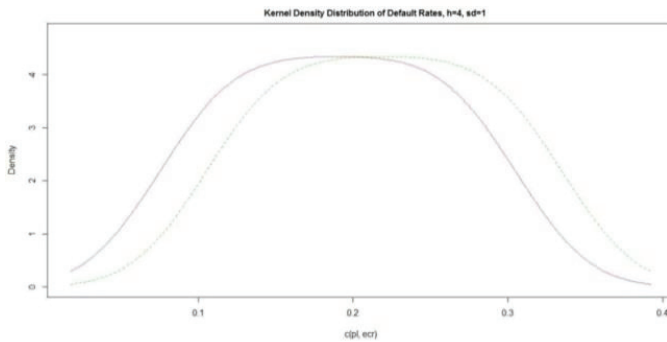


پیوست ۱- نتایج آزمون ثبات مدل VAR

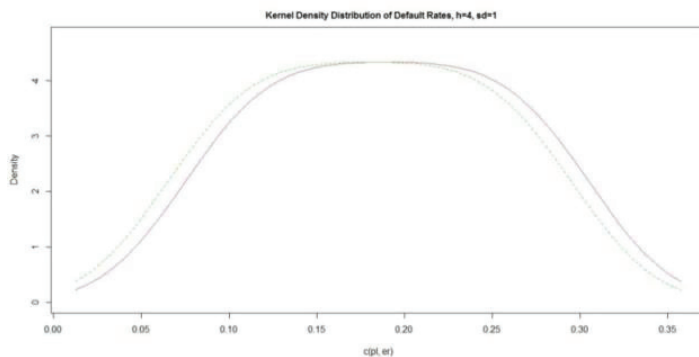




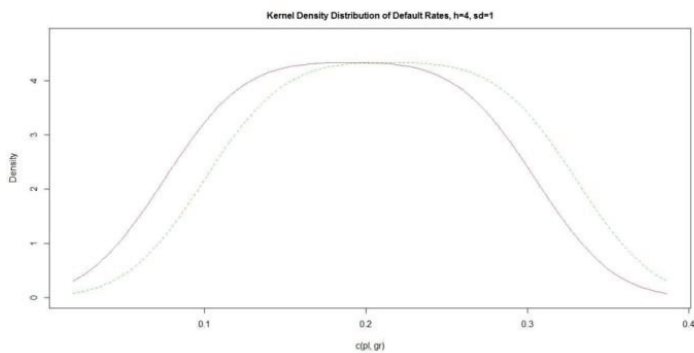
پیوست ۲- نتایج شوک‌های تحت یک انحراف معیار



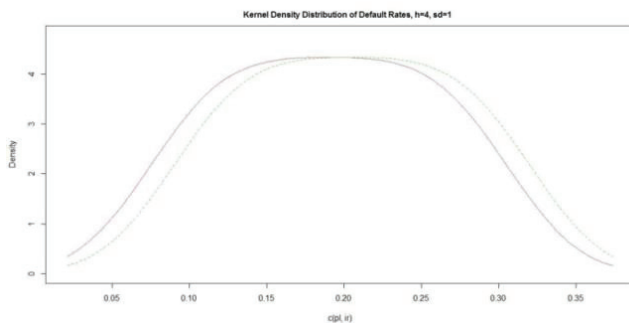
نمودارهای چگالی کرنل (خط صاف: سناریو پایه، خط چین: سناریو استرس برپایه نرخ رشد اقتصادی)



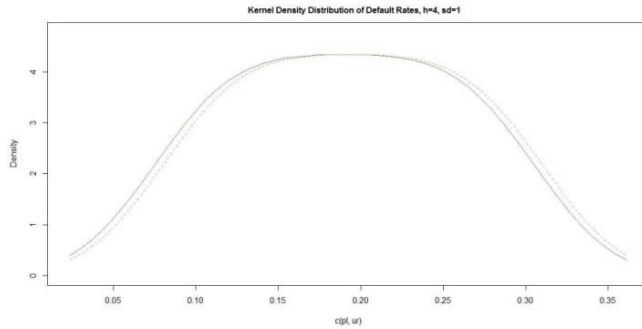
نمودارهای چگالی کرنل (خط صاف: سناریو پایه، خط چین: سناریو استرس برپایه نرخ رشد ارز)



نمودارهای چگالی کرنل (خط صاف: سناریو پایه، خط چین: سناریو استرس برپایه نرخ رشد بدهی دولت)



نمودارهای چگالی کرنل (خط صاف: سناریو پایه، خط چین: سناریو استرس برپایه نرخ تورم)



نمودارهای چگالی کرنل (خط صاف: سناریو پایه، خط چین: سناریو استرس برپایه نرخ بیکاری)

پیوست ۳- زیان های ناشی از ریسک اعتباری (یک انحراف معیار شوک)<sup>۴۹</sup>

رگرسیون چندک ۹۰٪	رگرسیون چندک ۵۰٪	رگرسیون چندک ۱۰٪	مدل خطی ویلسون		
۹۳,۷۸۸,۶۲	۹۱,۸۵۷,۶۸	۸۸,۲۷۱,۶۴	۹۱,۹۴۹,۶۳	ارزش در معرض ریسک VaR	سناریو پایه
۱۰۶,۵۴۷,۷۸	۱۰۳,۹۵۹,۴۵	۹۹,۰۶۳,۴۵	۱۰۳,۹۴۹,۰۵	ریزش انتظاری (S)E	
۳۲,۳۰۰,۸۸	۳۰,۶۰۶,۱۷	۲۸,۲۱۴,۱۰	۳۰,۶۶۷,۵۰	زیان انتظاری (L)E	
۶۱,۵۸۷,۷۴	۶۱,۲۵۱,۵۱	۶۰,۰۵۷,۵۴	۶۱,۲۸۲,۱۳	زیان غیرانتظاری براساس VaR	
۷۴,۳۴۶,۹۰	۷۳,۳۵۳,۲۸	۷۰,۸۴۹,۳۵	۷۳,۲۸۱,۵۵	زیان غیرانتظاری براساس (S)E	
۱۰۵,۸۹۰,۳۷	۱۰۳,۷۱۰,۳۸	۹۹,۶۶۱,۵۳	۱۰۳,۸۱۴,۰۹	ارزش در معرض ریسک VaR	نرخ رشد اقتصادی
۱۲۰,۲۹۵,۸۸	۱۱۷,۳۷۳,۵۷	۱۱۱,۸۴۵,۸۳	۱۱۷,۳۶۱,۸۳	ریزش انتظاری (S)E	
۳۶,۳۵۵,۸۳	۳۴,۵۵۵,۳۵	۳۱,۸۵۴,۶۳	۳۴,۶۳۴,۶۰	زیان انتظاری (L)E	
۶۹,۵۳۴,۵۵	۶۹,۱۵۴,۹۳	۶۷,۸۰۶,۹۰	۶۹,۱۸۹,۵۰	زیان غیرانتظاری براساس VaR	
۸۳,۹۴۰,۰۵	۸۳,۸۱۸,۲۲	۷۹,۹۹۱,۳۰	۸۳,۷۳۷,۲۴	زیان غیرانتظاری براساس (S)E	
۹۰,۷۶۳,۱۸	۸۸,۸۹۴,۵۲	۸۵,۴۲۴,۱۷	۸۸,۹۸۳,۵۱	ارزش در معرض ریسک VaR	نرخ رشد ارز
۱۰۳,۱۱۰,۷۵	۱۰۰,۶۰۵,۹۲	۹۵,۸۶۷,۸۵	۱۰۰,۵۹۵,۸۶	ریزش انتظاری (S)E	
۳۱,۱۶۳,۱۴	۲۹,۶۱۸,۸۷	۲۷,۳۰۳,۹۷	۲۹,۶۷۸,۲۳	زیان انتظاری (L)E	
۵۹,۶۰۱,۰۴	۵۹,۲۷۵,۶۶	۵۸,۱۲۰,۳۰	۵۹,۳۰۵,۲۸	زیان غیرانتظاری براساس VaR	
۷۱,۹۴۸,۶۲	۷۰,۹۸۷,۰۵	۶۸,۵۶۳,۸۸	۷۰,۹۱۷,۶۳	زیان غیرانتظاری براساس (S)E	

<sup>۴۹</sup> واحد تمام متغیرها میلیارد تومان است

۱۰۲,۵۲۸.۷۸	۱۰۰,۴۱۷.۸۹	۹۶,۴۹۷.۶۷	۱۰۰,۵۱۸.۴۱	ارزش در معرض ریسک VaR	نرخ رشد بدهی دولت
۱۱۶,۴۷۶.۹۶	۱۱۳,۶۴۷.۴۲	۱۰۸,۲۹۵.۱۶	۱۱۳,۶۳۶.۰۶	ریزش انتظاری (S)E	
۳۵,۲۰۱.۶۷	۳۳,۴۵۸.۳۵	۳۰,۸۴۳.۳۷	۳۳,۵۲۵.۴۰	زیان انتظاری (L)E	
۶۷,۳۲۷.۱۰	۶۶,۹۵۹.۵۴	۶۵,۶۵۴.۳۰	۶۶,۹۹۳.۰۰	زیان غیرانتظاری براساس VaR	
۸۱,۲۷۵.۲۹	۸۰,۱۸۹.۰۷	۷۷,۴۵۱.۷۹	۸۰,۱۱۰.۶۶	زیان غیرانتظاری براساس (S)E	
۹۷,۸۲۲.۵۴	۹۵,۸۰۸.۵۴	۹۲,۰۶۸.۲۷	۹۵,۹۰۴.۴۵	ارزش در معرض ریسک VaR	نرخ تورم
۱۱۱,۱۳۰.۴۸	۱۰۸,۴۳۰.۸۲	۱۰۳,۳۲۴.۲۴	۱۰۸,۴۱۹.۹۸	ریزش انتظاری (S)E	
۳۳,۵۸۵.۸۶	۳۱,۹۲۲.۵۶	۲۹,۴۲۷.۶۱	۳۱,۹۸۶.۵۳	زیان انتظاری (L)E	
۶۴,۲۳۶.۶۸	۶۳,۸۸۵.۹۸	۶۲,۶۴۰.۶۶	۶۳,۹۱۷.۹۲	زیان غیرانتظاری براساس VaR	
۷۷,۵۴۴.۶۲	۷۶,۵۰۸.۲۶	۷۳,۸۹۶.۶۳	۷۶,۴۳۳.۴۵	زیان غیرانتظاری براساس (S)E	
۹۵,۱۳۳.۲۶	۹۳,۱۷۴.۶۳	۸۹,۵۳۷.۱۸	۹۳,۲۶۷.۹۰	ارزش در معرض ریسک VaR	نرخ بیکاری
۱۰۸,۰۷۵.۳۴	۱۰۵,۴۴۹.۹۰	۱۰۰,۴۸۳.۷۱	۱۰۵,۴۳۹.۳۶	ریزش انتظاری (S)E	
۳۲,۶۶۲.۵۴	۳۱,۰۴۴.۹۶	۲۸,۶۱۸.۶۰	۳۱,۱۰۷.۱۸	زیان انتظاری (L)E	
۶۲,۴۷۰.۷۲	۶۲,۱۲۹.۶۷	۶۰,۹۱۸.۵۸	۶۲,۱۶۰.۷۲	زیان غیرانتظاری براساس VaR	
۷۵,۴۱۲.۸۱	۷۴,۴۰۴.۹۴	۷۱,۸۶۵.۱۱	۷۴,۳۳۲.۱۸	زیان غیرانتظاری براساس (S)E	

**Estimating the capital required in the field of banking to cover  
unexpected losses due to credit default using stress test  
more about estimate**

**Mahsa Gorbani Jazin<sup>۵۰</sup> and Kamyar Askari<sup>۵۱</sup>**

**Abstract:**

In recent years, the past due and overdue receivables of banks have grown at an unprecedented rate compared to all the facilities granted in the country's banking network which lowers the credit of banks and their financial instability. Macroeconomic variables play an important role in the ability of borrowers to repay their claims. Macroeconomic variables in this study include exchange rate, inflation rate, economic growth rate, growth rate of government debt to banks and unemployment, which have been studied in the period 1385 to 1398. Then, with the help of Wilson linear model and multiple regressions, we obtain the risk value, expected loss and expected loss, and separately calculate the unexpected loss in both ways. First, the amount of loss is calculated based on the baseline scenario, and then by calculating the shock, we calculate a standard deviation of the unexpected loss. The results show that in all scenarios, the expected method of declining value at risk overestimates the required capital. Also in the baseline scenario where no shock has been applied yet the amount of loss in 50% multiple regression is very close to the Wilson model and this is while large values in the 10% and 90% quotas are different from the Wilson model.

**Keywords:** Value at risk, Expected fall, Macroeconomic variables, Stress test, Quantitative Regression

---

<sup>50</sup>Corresponding Author, Masters Student of Actuary, Allame Tabatabaei University, Eco Insurance Institute of Higher Education, Tehran, Iran. Email Address: mahsa\_ghorbani@atu.ac.ir

<sup>51</sup>PhD in Financial Management, Department of Economics and Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.