فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی
سال هفدهم، شماره ٦٦، پاییز ١٣٩٦، صفحات ٥٤-٢٣

آزمون استرس احتمالات نکول صنعت بانکداری ایران با رویکرد پرتفوی اعتباری

فاطمه عبدالشاه* و سعید مشیری**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۰۶

چکیده

به دلیل بالا بودن مطالبات معوق در صنعت بانکداری ایران، برآورد احتمال نکول وام‌گیرندگان برای مدیریت ریسک اعتباری از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مقاله، آزمون استرس احتمالات نکول در صنعت بانکداری ایران با استفاده از رویکرد پرتفوی اعتباری انجام می‌شود. روش مطالعه براساس سیستمی از معادلات و شبیه‌سازی است. در مرحله اول، اثر متغیرهای کلان اقتصادی بر نرخ‌های نکول برآورد می‌شوند. سپس روابط پویای متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از مدل VAR برآورد می‌شوند. با استفاده از سیستم معادلات دو مرحله بالا و ساختار ماتریس واریانس-کواریانس باقیمانده‌ها، شبیه‌سازی احتمالات نکول با روش مونت-کارلو در افق زمانی یک ساله تحت سناریوی پایه و سناریوهای استرس اجرا می‌شود. در انتها، مقدار تاثیر شوک‌های مختلف از مقایسه احتمالات نکول تحت سناریوهای استرس مختلف با سناریوی پایه (سناریوی بدون شوک) محاسبه می‌شود. ابتدا جهت مقایسه مقدار تاثیر شوک‌های مختلف به اندازه یک انحراف معیار به هر کدام از متغیرهای کلان اقتصادی، شوک وارد شده است که این سناریوها لزوما بیانگر بدترین وضعیت که هدف آزمون استرس است، نیستند. بنابراین براساس داده‌های اقتصاد ایران، چهار سناریوی حدی تعریف و تاثیر آن‌ها بررسی شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی حاکی از آن است که شوک نرخ بیکاری مخرب‌ترین عامل برای نرخ‌های نکول بوده است. دومین شوک قوی اثرگذار بر نرخ نکول، شوک نرخ ارز است. شوک نرخ رشد تولید ناخالص داخلی نیز تاثیر قابل توجهی داشته است. شوک نرخ تورم، کم‌اثرترین شوک است. این نتایج با ضرایب حاصل از تخمین معادله نکول و معنی‌داری آنها نیز سازگار هستند. با مقایسه اثرات در چندک‌های مختلف توزیع، مشاهده می‌شود که تمامی شوک‌ها در دنباله پایین نسبت به دنباله بالا، اثر بیشتری به‌جا گذاشته‌اند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که اثرات شوک در دوره دوم افزایش پیدا می‌کند، اما در دوره‌های بعد روند کاهشی داشته است.

طبقه‌بندی JEL: *G21، E44، G32، E17.*

کلیدواژه‌ها: *ریسک اعتباری، آزمون استرس، مدل ویلسون، شبیه‌سازی، صنعت بانکداری.*

---

* دانشجوی دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی:
f.abdolshah@gmail.com
** دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، نویسنده مسئول پست الکترونیکی:
saeedmoshiri@hotmail.com

۱- مقدمه

سبد وام قسمت عمده دارایی‌های بانک های تجاری را تشکیل می‌دهد. از آنجایی که وام‌های پرداخت شده، بانک را در معرض نکول وام‌گیرندگان قرار می‌دهد، شناسایی احتمال نکول وام‌گیرندگان به عنوان بخشی از مدیریت ریسک اعتباری از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به اینکه بالا بودن نسبت مطالبات غیرجاری[1] همواره یکی از معضلات شبکه بانکی در ایران بوده است، اهمیت شبیه‌سازی احتمالات نکول به عنوان جزئی مهم از یک مدیریت کارای ریسک اعتباری برای ایران دوچندان می‌شود.

یکی از روش‌های پیشرفته مدیریت ریسک اعتباری بانک‌ها، آزمون استرس است. در ادبیات اقتصاد مالی، تکنیک‌های آزمون استرس در سطح فردی توسط بانک‌های فعال و بزرگ از نیمه اول دهه ۱۹۹۰ استفاده شده است. این آزمون‌ها به‌طور عمومی در زمینه مدیریت ریسک استفاده شده‌اند تا تخمین‌های به‌دست آمده از مدل‌های داخلی را کامل کنند. در کنار تکنیک‌های ارزش در معرض خطر (VaR)، آزمون‌های استرس، توانایی ارزیابی اثر رویدادهای حدی مانند بحران‌های اقتصادی -که احتمال وقوعشان کم، اما صفر نیست- را دارند.

قوانین احتیاطی بانکداری در دهه‌های اخیر در سطح بین‌المللی، انگیزه‌ای قوی برای ارائه چنین تکنیک‌هایی ایجاد کرده است. به عنوان نمونه، از سال ۱۹۹۶، بانک‌ها و بنگاه‌های سرمایه‌گذاری ملزم شدند که آزمون استرس را به عنوان بخشی از مدل‌های داخلی‌شان برای محاسبه سرمایه موردنیاز برای ریسک بازار ارائه بدهند[2]. اجرای برنامه‌های آزمون استرس کلان اقتصادی مانند برنامه ارزیابی ثبات مالی صندوق بین‌المللی پول-بانک جهانی[3] منجر به ارائه چارچوب‌های جامع برای ارزیابی تاب‌آوری سیستم‌های مالی در مقابل اختلالات نامطلوب شده است. در بحران‌های مالی گذشته نیز آزمون استرس به عنوان ابزاری که می‌تواند اثر بالقوه رویدادهای نامطلوب بر اقتصاد را تعیین کند تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته است.

1- Non Performing Loans

2- Basel Committee on Banking Supervision (2006)

۳-FSAP یک برنامه مشترک IMF و بانک جهانی است که در سال ۱۹۹۹ معرفی شده است. هدف این برنامه افزایش تلاش‌ها برای بهبود سلامت سیستم‌های مالی در کشورهای عضو است. تحت این برنامه، IMF و بانک جهانی تلاش دارند تا نقاط قوت و آسیب‌پذیری‌های هر سیستم مالی را شناسایی کرده تا نحوه مدیریت منابع ریسک را تعیین کنند.

به طور کلی، آزمون‌های استرس کلان، میزان ریسک قرار گرفتن سیستم مالی در معرض شوک‌های شدید، اما ممکن را اندازه می‌گیرد. بنابراین، آزمون‌های استرس می‌توانند به مسئولان و برنامه‌ریزان اقتصادی و پولی و بانکی کمک کنند تا آسیب‌پذیری‌های سیستم مالی را مشخص کنند، زیرا این آزمون ها اطلاعات جلونگری در مورد اثر رویدادهای حدی ممکن ارائه می‌دهند.

در زمینه آزمون استرس موسسات بانکی و پولی، تاکنون مطالعات نظری و تجربی تا حدود زیادی ارائه شده‌اند. مطالعات انجام شده تلاش می‌کنند محدودیت‌های آزمون‌های استرس را رفع کرده و کاربرد آن‌ها در بخش‌های مالی را گسترش دهند. سیستم‌های مالی کشورهای توسعه یافته در معرض ارزیابی مداوم هستند، اما کشورهای درحال توسعه از جمله ایران هنوز از چنین مزیتی برخوردار نیستند و انتظار می‌رود سیستم‌های مالی این کشورهای به شوکهای اقتصادی حساسیت زیادی داشته باشند.

در برخی شرایط، شوک از مشکلاتی در بنگاه‌های مشخص ایجاد می‌شود (شوک ویژه)، اما در برخی موارد نیز ممکن است از عدم توازن‌های کلان اقتصادی یا مشکلاتی ناشی شود که سیستم مالی را به عنوان یک کل تحت تاثیر قرار دهد (شوک سیستماتیک). به طور کلی، صرفنظر از طبیعت شوک، اثرآن مستقیم یا غیرمستقیم به بخش مالی منتقل می‌شود.

در این تحقیق با توجه به اهمیت ریسک و به ویژه ریسک اعتباری، آثار کمی شوک های کلان اقتصادی از جمله رشد GDP، نرخ ارز، نرخ تورم و نرخ بیکاری بر احتمالات نکول وام‌گیرندگان با استفاده از آزمون استرس کلان ریسک اعتباری بررسی می شود.

آزمون استرس ریسک اعتباری به عنوان یک فرآیند چندمرحله‌ای دیده می‌شود؛ در گام اول رابطه بین متغیرهای کلان اقتصادی انتخاب‌شده تخمین زده می‌شوند. خروجی این مرحله سناریوهای کلان اقتصادی هستند. در گام دوم، احتمال نکول روی نتایج شوک‌های کلان اقتصادی رگرس می‌شوند و مسیر احتمالات نکول تحت سناریوهای کلان اقتصادی که خروجی مرحله اول هستند، شبیه‌سازی می‌شود. برای این کار از متغیر مطالبات غیرجاری به عنوان یک تقریبی برای ریسک اعتباری در صنعت بانکداری ایران استفاده می‌شود. آثار شوک‌های کلان بر احتمال نکول بانک‌ها از طریق مقایسه نتایج شبیه‌سازی سناریوهای پایه و استرس در افق یک ساله (چهار فصل) در بخش بانکداری انجام می‌شود. قبل از شبیه‌سازی اثر سناریوی مشخص استرس روی ریسک اعتباری، نیاز است متغیرهای

کلان اقتصادی با ریسک اعتباری مرتبط شوند. دو رویکرد مرتون (۱۹۷۴) و رویکرد ویلسون(۱۹۹۷) برای تولید چنین مدلی وجود دارد که در بخش مبانی نظری توضیح داده خواهند شد.

ساختار مقاله به این صورت است که بخش دوم مروری بر ادبیات تجربی است. در بخش سوم مبانی نظری مدل‌های ریسک اعتباری کلان اقتصادی ارائه شده و در بخش چهارم ساختار داده‌ها توضیح داده می‌شود. در بخش پنجم به تصریح مدل پرداخته می‌شود. بخش ششم نتایج آزمون استرس را برای صنعت بانکداری توضیح می‌دهد و در بخش هفتم، نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲- ادبیات تجربی

۲-۱- مطالعات تجربی بین المللی

در طول ۲۲ سال گذشته، مطالعات متعددی در رابطه با تئوری آزمون استرس کلان و کاربرد تجربی‌اش منتشر شده است. به عنوان بخشی از برنامه ارزیابی ثبات مالی، آزمون-های استرس کلان در FSAP [1] (برنامه مشترک صندوق بین‌المللی پول و بانک جهانی) معرفی شدند. بعد از معرفی FSAP، مقامات و ناظران ملی آزمون استرس را جهت ارزیابی ثبات مالی دوره‌ای خود به‌کار بردند که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. از آنجایی که دامنه مطالعات صورت گرفته در زمینه آزمون استرس، بسیار گسترده است، در این قسمت فقط به آزمون استرس‌های ریسک اعتباری پرداخته شده است.

قبل از شبیه‌سازی اثر سناریوی استرس در مواجهه با ریسک اعتباری، ارتباط متغیرهای کلان (رشد GDP، نرخ‌های بهره، بیکاری، نرخ ارز، تورم و...) با معیارهای ریسک اعتباری از طریق مدل‌های ماهواره‌ای باید بررسی شود. چندین رویکرد برای تعیین چنین مدل‌هایی وجود دارد که معمولا مدل‌های ریسک اعتباری کلان نامیده می‌شوند.

درهمن [2] (۲۰۰۵) یک رابطه غیرخطی بین شوک‌های کلان اقتصادی و ریسک اعتباری در مدل‌های ریسک اعتباری ارائه داد. چنین مطالعاتی، مدل‌های ریسک اعتباری کلان نوع مرتون را برپایه مدل‌سازی بازدهی دارایی ارائه دادند تا نرخ نکول را تخمین بزنند.

1- Financial Sector Assessment Program
2- Drehman, M

مرتون[1] (۱۹۷۴) مدلی را طراحی کرد که انواع مختلف نهادهای مالی را قیمت‌گذاری کرد. ایده مدل نوع مرتون این است که رویداد نکول را به عنوان کاهش بازدهی دارایی در زیر آستانه تعیین شده، تعریف می‌کند.

مطالعات دیگری، رویکرد معرفی شده توسط ویلسون (۱۹۹۷)[2] را دنبال کردند. مدل ویلسون یکی از معدود مدل‌هایی است که به طور واضح نرخ نکول را با متغیرهای کلان اقتصادی مرتبط می‌کند و بر پایه تابع لاجستیک است که در تحلیل رگرسیون استفاده می‌شود. در مدل رگرسیون به طور تجربی نشان داده شده است که توابع لاجستیکی غیرخطی برای تحلیل روابط در مدل، نسبت به توابع خطی مناسب‌تر هستند.

باس[3] (۲۰۰۲) مدلی را برای آزمون استرس بانک اتریش معرفی کرد. در مدل او از رویکرد پرتفوی اعتباری[4] (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 به عنوان تابعی از متغیرهای کلان اقتصادی مدل‌سازی می‌شود.

ویرولاین[5] (۲۰۰۴)، مدل ویلسون (۱۹۹۷) را در چارچوب آزمون استرس در دوره ۲۰۰۳:۲- ۱۹۸۶:۱ برای بخش شرکت‌های بزرگ فنلاند به‌کار برد. وی یک مدل ریسک اعتباری با استفاده از نرخ‌های نکول ویژه‌ی صنعت ارائه داد. داده‌های نکول برای صنایع اصلی کشاورزی، تولید، ساخت‌وساز، تجارت، هتل‌ها و رستوران‌ها، حمل‌ونقل و ارتباطات و صنایع دیگر استفاده شده است. نرخ‌های نکول با استفاده از تابع لاجستیک مدل‌سازی شدند و مدل رگرسیون به ظاهر نامرتبط (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 نرخ های بهره هستند.

درهمن و همکاران[6] (۲۰۰۷) با استفاده از داده‌های کلی اعتبار شرکت‌های بزرگ در انگلستان، انتقال غیرخطی شوک‌های کلان اقتصادی را به احتمال نکول در چارچوب

1- Merton
2- Wilson
3- Boss
4- Credit Portfolio View
5- Virolainen
6- Drehmann, M., A. Patton and S. Sorense

VAR بررسی کردند. مدل‌سازی ریسک اعتباری آن‌ها برپایه مدل مرتون (۱۹۷۴) است. آن‌ها نشان دادند که غیرخطی بودن برای سطح و شکل تابع واکنش آنی ریسک اعتباری به دنبال شوک‌های کوچک و بزرگ عوامل اهمیت دارد. نتیجه اصلی مقاله آن‌ها این است که مدل‌های خطی منجر به بیش‌برآوردی اثر شوک‌های پولی کوچک و کم‌برآوردی اثر شوک‌های بزرگ روی ریسک اعتباری می‌شود. آن‌ها با استفاده از یک مدل VAR غیرخطی بررسی می‌کنند چگونه شوک‌های کلان اقتصادی بر نرخ انحلال کل اثر می‌گذارند. شوک‌ها روی سه عامل کلان اقتصادی رشد GDP، تورم و نرخ بهره متمرکز شده‌اند. مدل‌های VAR غیرخطی با وجود داشتن مزیت، به علت زیاد شدن تعداد پارامترها و محدودیت داده‌ها خیلی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

وونگ و همکاران[1] (۲۰۰۸)، آزمون تنش کلان ریسک اعتباری را در بانک‌های هنگ کنگ برای ارزیابی آسیب‌پذیری ریسک کل سبد وام[2] و مخاطرات وام رهنی[3] به‌کار بردند. این آزمون براساس مدل ویلسون (۱۹۹۷) و اطلاعات فصلی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۶ انجام شد. در مدل به‌کار 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 می‌دهند. چارچوب کار به اینگونه است که ابتدا یک مدل تجربی با سیستم معادلات ریسک اعتباری و متغیرهای کلان در نظر گرفته می‌شود. سپس از شبیه‌سازی مونت کارلو، توزیع نرخ‌های نکول (به عنوان نماینده زیان ناشی از وام‌دهی) بدست می‌آید. مدل برآورد شده برای بانک هنگ‌کنگ، رابطه معناداری را بین نرخ نکول وام بانک و متغیرهای کلان نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که اگر رشد تولید ناخالص داخلی و قیمت‌های دارایی کاهش و نرخ‌های بهره افزایش پیدا کند، نرخ نکول بالاتر است.

وی‌لو و یانگ[4] (۲۰۱۲)، رویکرد آزمون استرس وونگ و همکاران (۲۰۰۸) را برای صنعت بانکداری چین به‌کار 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 به عنوان متغیرهای کلان اقتصادی و وام‌های غیرعملیاتی به عنوان پراکسی

1- Jim Wong, Ka-fai, and Tom Fong
2- Loan portfolio of banks
3- Mortgage Loans Exposures
4- Wei Lu and Zhiwei Yang

برای ریسک اعتباری است، سپس از مدل VAR برای بررسی رابطه بین متغیرها استفاده شده است.

فرانسیسکو و همکاران[1] (۲۰۱۲)، یک مدل آزمون تنش کلان ریسک اعتباری برای بخش بانکی برزیل به‌کار بردند. در این بررسی از دو مدل کلان و خرد استفاده شده و به جای توزیع احتمال نکول نیز توزیع وام غیرجاری به کار رفته است. مدل کلان رابطه بین متغیرهای کلان را بررسی و سناریوهای اقتصاد کلان را در چارچوب یک مدل خودرگرسیون برداری (VAR) شبیه‌سازی می‌کند.

سورگ و ویرولاین[2] (۲۰۰۶)، دو رویکرد مهم آزمون استرس را بحث کردند: یکی تجزیه و تحلیل سنجی داده‌های ترازنامه (مدل‌های ترازنامه‌ای) و دیگری مدل‌های ارزش در معرض خطر. در مدل‌های ترازنامه‌ای، متغیرهای کلان با اقلام ترازنامه مرتبط می‌شوند، سپس ضرایب به‌دست آمده برای شبیه‌سازی اثر شوک روی سیستم استفاده شده‌اند. مدل-های ارزش در معرض خطر با تعیین حساسیت پرتفولیو به منابع مختلف ریسک، تحلیل عاملی ریسک را با تخمین توزیع زیان ترکیب می‌کنند.

پسران و همکاران[3] (۲۰۰۶) با بکارگیری مدل مرتون، رویکرد جدیدی برای مدل‌سازی ریسک اعتباری ارائه دادند. آن‌ها برای مدل‌سازی ریسک اعتباری از بردار خودرگرسیونی جهانی (GVAR) استفاده کردند که یک مدل فصلی جهانی برآورده شده در طول دوره ۱۹۷۹:۱-۱۹۹۹:۱ برای ۲۵ کشور را دربرمی‌گیرد که در هشت منطقه گروه‌بندی شدند.

مدل GVAR از مدل‌های VECM برآورده شده برای تک تک کشورها یا مناطق تشکیل می‌شود که در یک مدل جهانی ترکیب می‌شوند تا تعاملات بین کشوری و درون کشوری هم در نظر گرفته شوند. این مدل از متغیرهای کلان اقتصادی مانند تولید ناخالص داخلی، تورم، نرخ‌های بهره کوتاه‌مدت، شاخص سهام، نرخ‌های ارز، ترازهای واقعی پول و قیمت نفت استفاده می‌کند. در این مقاله ریسک اعتباری پرتفوی وام شرکت ارزیابی شده و در معرض دامنه گسترده‌ای از شوک‌های اقتصاد جهانی قرار می‌گیرد. نشان داده می‌شود که اثرات چنین شوک‌هایی روی زیان‌ها، نامتقارن هستند که منعکس‌کننده طبیعت

1- Francisco Vazquez, Benjamin M, Tabak and Marcos Souto
2- Sorg and Virolainen
3- Pesaran, M. H., T. Schuerman, B. J. Treutler and S. M. Weiner

غیرخطی مدل ریسک اعتباری است. احتمال نکول(PD) [1] بنگاه به عنوان تابعی از عوامل ریسکی در نظر گرفته شده و با استفاده از مدل مرتون برآورد می‌شود.

سیمون و رالوس [2] (۲۰۰۹) مدلی برپایه کلان اقتصادی برای تخمین احتمالات نکول به‌کار بردند. آن‌ها پس از بررسی رابطه بین متغیرهای کلان اقتصادی و رفتار نکول بنگاه‌های هلند، رفتار نکول را براساس سناریوی استرس دو مقطع حساس رشد GDP براساس چارچوب کمیته بال۲ ارزیابی کردند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که نرخ نکول یک رابطه متقاعدکننده با رشد GDP و قیمت نفت و تاحدی کمتر با نرخ بهره و ارز دارد. همچنین تجزیه و تحلیل سناریوی رشد صفر GDP در دو مقطع است و بیانگر این است که اثر این سناریو بر نرخ نکول قابل ملاحظه نیست.

۲-۲- ادبیات تجربی در ایران

حیدری و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از دستگاه معادلات همزمان به بررسی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی و سایر متغیرها بر ترازنامه یکی از بانک‌های خصوصی پرداخته‌اند. متغیرهای نسبت تسهیلات به دارایی‌ها، نسبت دارایی‌های با نقدشوندگی بالا به کل دارایی‌ها، نسبت بدهی‌های کوتاه‌مدت به کل بدهی‌ها از ترازنامه انتخاب شدند. توابع واکنش آنی برای معادلات همزمان پویا مطابق روش انجام شده در گرین [3] به‌دست آمده است. نتایج آزمون استرس نیز نشان می‌دهد که تغییر در متغیرهای برون‌زای ترازنامه‌ای مانند نسبت سپرده‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت و متغیرهای کلان همانند شاخص قیمت مسکن و نرخ رشد ارزش افزوده بخش صنعت و خدمات و شاخص قیمت مصرف‌کننده می‌توانند به شدت شاخص‌های سلامت مالی را برای بانک مزبور تحت تاثیر قرار دهند. تغییرات حدی در متغیرهای برونزای ترازنامه‌ای و اقتصاد کلان باعث کاهش شدید در نسبت تسهیلات اعطایی می‌شود که این را می‌توان به معنای رو آوردن بانک موردنظر به دارایی‌های با قدرت نقدشوندگی بالا دانست.

همتی و محبی‌نژاد (۱۳۸۸) با استفاده از مدل‌های پانل، به بررسی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک اعتباری بانک‌های فعال ایران طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۸ پرداختند. در این

1- Probability of Default
2- Simons, D and F. Rolwes
3- William Green

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 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.

حیدری و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای با عنوان «اثر شوک‌های کلان اقتصادی بر مطالبات معوق بانک‌ها» به بررسی اثر شوک‌های کلان اقتصادی روی مطالبات معوق بانک‌ها در دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۷۹ پرداختند. آن‌ها به منظور بررسی اثر واکنش مطالبات معوق به شوک‌های اقتصادی از تابع واکنش آنی و تجزیه واریانس‌ها به عنوان ابزاری برای تحلیل آزمون تنش با استفاده از مدل‌های ARDL و VAR استفاده کردند. از آنجا که در توابع واکنش آنی و تجزیه واریانس، متغیرهای رشد اقتصادی بدون نفت، نرخ تورم، نقدینگی و نرخ سود تسهیلات دارای تاثیرات بیشتری بر افزایش نسبت مطالبات معوق بوده‌اند برای سناریوسازی از تغییرات متغیرهای نامبرده استفاده شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که دخالت مستقیم دولت و یا بانک مرکزی مانند تغییر در نرخ سود تسهیلات، نقدینگی و تورم باعث افزایش مطالبات معوق بانک‌ها می‌شود.

۳- مبانی نظری

گام اول در ارزیابی در معرض ریسک اعتباری قرارگرفتن و زیان‌های بالقوه‌ای که نهادهای مالی با آن‌ها روبه‌رو می‌شوند، تخمین احتمال نکول است. احتمالات نکول همچنین به عنوان ابزار اولیه در ارزیابی ریسک سیستماتیک و آزمون استرس سیستم‌های مالی به‌کار 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 بال۲) برخوردار است و بانک‌ها را تشویق به اندازه‌گیری احتمال نکول می‌کند.

تخمین احتمالات نکول به دلیل محدودیت‌های داده‌های در دسترس می‌تواند یک چالش اساسی باشد. تعداد زیادی از مدل‌ها وجود دارند که بر این محدودیت‌ها غلبه کرده-

اند. این مدل‌ها در دو گروه کلی دسته‌بندی می‌شود: مدل‌های برپایه بازار[1] و مدل‌های بنیادی[2]. مدل‌های برپایه بازار براساس تئوری قیمت‌گذاری اختیار مرتون ساخته شده‌اند و به قیمت‌های 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 قیمت‌های 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 معمولا با استفاده از مدل‌های اقتصاد سنجی مانند داده‌های پانل و سری زمانی و مدل‌های متغیر وابسته کیفی مانند پروبیت و لاجیت انجام می‌شود.

۳-۱- مدل‌های بر پایه بازار: مدل مرتون

مدل ساختاری مرتون با استفاده از اصول قیمت‌گذاری اختیارات معاملات بلک‌شولز (۱۹۷۴) بنا نهاده شد و سپس توسط شرکت کی‌ام‌وی[3] در اواخر دهه ۱۹۸۰ توسعه پیدا کرد و به همین دلیل در اکثر مطالعات آن را به عنوان مدل کی‌ام‌وی-مرتون[4] معرفی می‌کنند. در این چارچوب فرآیند نکول (احتمال نکول) شرکت به‌وسیله ارزش دارایی‌های شرکت تعیین می‌شود. بنابراین، ریسک نکول با تغییر در ارزش دارایی‌های شرکت مرتبط است. در این مدل، زمانی نکول اتفاق می‌افتد که ارزش بازار دارایی‌های شرکت کمتر از ارزش بدهی‌ها باشد. در نقطه نکول، ارزش بازار و ارزش دفتری بدهی‌ها یکی شده و ادامه بسیاری از معاملات و خدمات با ایجاد بدهی همراه می‌شود.

مدل کی‌ام‌وی-مرتون[5] (۲۰۰۸) ارزش بازاری بدهی را با بکارگیری مدل قیمت‌گذاری اوراق قرضه مرتون (۱۹۷۴) تخمین می‌زند. مدل مرتون دو فرض مهم دارد؛ فرض اول این است که ارزش کل یک بنگاه فرض می‌شود که حرکت برونی هندسی[6] را دنبال می‌کند،

1- Market-Based Models
2- Fundamental-Based Models
3- Kealhofer Merton Vasicek Model
4- KMV-Merton Model
5- Bharath, S. and T. Shumway
6- Geometric Brownian Motion

یعنی: $dV = \mu V dt + \sigma_V V dW$ که در آن V ارزش کل بنگاه، μ بازدهی ترکیبی انتظاری V، σ_V نوسان ارزش بنگاه و dW فرآیند استاندارد وینر است.

فرض دوم و مهم دیگر مدل مرتون این است که بنگاه فقط یک نوع اوراق قرضه با سررسید در دوره‌های T منتشر کرده است. تحت این فرضیات، حقوق صاحبان سهام بنگاه یک اختیار خرید بر ارزش پایه‌ای بنگاه با قیمت سررسید برابر ارزش اسمی بدهی بنگاه و زمان سررسید T است. علاوه بر این، ارزش حقوق صاحبان سهام به عنوان تابعی از ارزش کل بنگاه می‌تواند به وسیله فرمول بلک‌شولز- مرتون توصیف شود. براساس برابری قیمت اختیار خرید- فروش، ارزش بدهی بنگاه برابر با ارزش اوراق قرضه بدون ریسک منهای ارزش اختیار فروش بنگاه با قیمت سررسید برابر ارزش اسمی بدهی و زمان سررسید T است.

مدل مرتون نشان می‌دهد که ارزش حقوق صاحبان سهام یک بنگاه درمعادله (۱) صدق می‌کند که در آن E ارزش بازاری حقوق صاحبان سهام بنگاه، F ارزش اسمی بدهی بنگاه، r نرخ بدون ریسک لحظه‌ای، و $N(\cdot)$ تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد هستند. d_1 و d_2 از طریق معادله‌های (۲) و (۳) محاسبه می‌شوند.

$$E = VN(d_1) - e^{-rT} FN(d_2) \qquad (۱)$$

$$d_1 = \frac{\ln(V/F) + (r + 0.5\sigma_V^2)T}{\sigma_V \sqrt{T}} \qquad (۲)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_V \sqrt{T} \qquad (۳)$$

بیشتر اقتصاددانان مالی معادله (۱) را به عنوان معادله ارزش‌گذاری اختیار بلک-شولز-مرتون می‌شناسند.

مدل کی‌ام‌وی-مرتون از دو معادلهی مهم استفاده می‌کند: معادله اول، معادله مرتون- بلک‌شولز (معادله (۱)) است که بیانگر ارزش حقوق صاحبان سهام بنگاه به عنوان تابعی از ارزش بنگاه است. معادله دوم، نوسان ارزش بنگاه را به نوسان ارزش حقوق صاحبان سهامش مرتبط می‌کند. با فرض برقراری فرضیات مرتون، ارزش حقوق صاحبان سهام بنگاه تابعی از ارزش بنگاه و زمان است بنابراین به‌طور مستقیم لم ایتو[1] را دنبال می‌کند (معادله (۴)).

1- Ito's lemma

$$\sigma_E = \left(\frac{V}{E}\right)\frac{\partial E}{\partial V}\sigma_V \qquad (۴)$$

در معادله بلک-شولز-مرتون (معادله (۱))، می‌توان نشان داد که $\frac{\partial E}{\partial V} = N(d_1)$ برقرار است. بنابراین، تحت فرضیات مدل مرتون، نوسانات بنگاه و حقوق صاحبان سهامش با معادله (۵) مرتبط می‌شوند.

$$\sigma_E = \left(\frac{V}{E}\right)N(d_1)\sigma_V \qquad (۵)$$

مدل کی‌ام‌وی- مرتون در اساس از این دو معادله غیرخطی (۱) و (۵) استفاده می‌کند تا ارزش و نوسان حقوق صاحبان سهام را تبدیل به احتمال نکول کند. معادله های (۱) و (۵) باید با روش‌های عددی برای مقادیر V و σ_V حل شود. هنگامی که این راه‌حل عددی محاسبه شد فاصله تا نکول را می‌توان از معادله (۶) محاسبه کرد که در آن μ برآوردی از بازدهی انتظاری سالانه دارایی‌های بنگاه است.

$$DD = \frac{\ln(V/F) + \left(\mu + ۰.۵\sigma_V^۲\right)T}{\sigma_V\sqrt{T}} \qquad (۶)$$

احتمال نکول ضمنی که گاهی اوقات تعداد نکول انتظاری نامیده می‌شود به صورت معادله (۷) محاسبه می‌شود.

$$\pi_{KMV} = N\left(-\left(\frac{\ln(V/F) + \left(\mu + ۰.۵\sigma_V^۲\right)T}{\sigma_V\sqrt{T}}\right)\right) = N(-DD) \qquad (۷)$$

اگر فرضیات مدل مرتون برقرار باشد، مدل کی‌ام‌وی- مرتون باید نتایج بسیار دقیقی از نکول ارائه کند. در حقیقت اگر مدل مرتون به طور کامل برقرار باشد احتمال نکول ضمنی تعریف شده در بالا (π_{KMV}) باید برای پیش‌بینی‌های نکول کافی باشد.

۳-۲- رویکرد برپایه کلان اقتصادی (مدل ویلسون)

رویکرد بر پایه کلان اقتصادی، عنصر اصلی رویکرد پرتفوی اعتباری (CPV)مک کینزی است که اولین بار توسط ویلسون در دو مقاله پایه‌ای ارائه شده است (ویلسون ۱۹۹۷a و

لم ایتو عنصر کلیدی انتگرال ایتو است که برای تعیین مشتق یک تابع وابسته به زمان با فرآیند تصادفی استفاده می‌شود.

۱- d_1 در معادله (۲) تعریف شده است.

۱۹۹۷b). فرآیند نکول به عنوان یک فرایند پروبیت، مدل‌سازی شده است که عوامل کلان اقتصادی را به احتمال نکول شرکت‌ها مرتبط می‌کند. به دلیل رابطه غیرخطی بین نرخ‌های نکول و متغیرهای کلان اقتصادی، فرآیند نکول با استفاده از یک مدل پروبیت تبدیل به y_t می‌شود (معادله (۸)) که در آن $p_{s,t}$ احتمال نکول یک قرض‌گیرنده و $y_{s,t}$ شاخص ویژه بخش اقتصادی s در زمان t است. این شاخص می‌تواند بیانگر وضعیت کلی اقتصاد باشد که توسط عوامل کلان اقتصادی تحت بررسی تعیین می‌شود (معادله (۹)).

$$p_{s,t} = \frac{1}{1+e^{-y_{s,t}}} \qquad (8)$$

$$y_{s,t} = \beta_{s,0} + \beta_{s,1}x_{s,1,t} + \beta_{s,2}x_{s,2,t} + \ldots + \beta_{s,k}x_{s,K,t} + \varepsilon_{s,t} \qquad (9)$$

$x_{s,t} = \left(x_{s,1,t}, x_{s,2,t}, \ldots, x_{s,K,t}\right)$ مجموعه‌ای از متغیرهای کلان اقتصادی برای بخش s در زمان t و $\beta = \left(\beta_{s,0}, \beta_{s,1}, \ldots, \beta_{s,k}\right)$ پارامترهایی است که جهت و اندازه اثر این عوامل را بر شاخص و در نهایت بر احتمال نکول بخشی نشان می‌دهد. این پارامترها به صورت خطی تخمین زده شده‌اند. $\varepsilon_{s,t}$ جمله اخلال است که می‌تواند به عنوان یک شوک تصادفی به شاخص بخش s در زمان t معرفی شود. جمله اخلال فرض می‌شود که متغیر تصادفی مستقل با توزیع نرمال است (معادله (۱۰)).

$$\varepsilon_{s,t} \sim N\left(0, \sigma_{s,\varepsilon}\right) \text{ یا } \varepsilon_t \sim N\left(0, \Sigma_\varepsilon\right) \qquad (10)$$

برای اضافه کردن جزء پویا به مدل، فرض شده است هر متغیر کلان اقتصادی یک فرایند خودرگرسیونی AR(p) را دنبال می‌کند (معادله (۱۱)).

$$x_{s,k,t} = \gamma_{k,0} + \sum_{j=1}^{p}\gamma_{k,j}x_{s,k,t-j} + v_{s,k,t} \qquad k = 1,\ldots,K \qquad (11)$$

$x_{s,k,t}$، متغیر کلان اقتصادی kام در بخش s در زمان tاست. $\gamma_j = \left(j = 0,1,\ldots,p\right)$ پارامترهای تخمین زده شده $v_{s,k,t}$ و جمله اخلال فرآیند خودرگرسیونی است که متغیر تصادفی مستقل با توزیع نرمال است (معادله (۱۲)).

$$v_{s,k,t} \sim N\left(0, \sigma_{k,v}\right) \qquad v_t \sim N\left(0, \Sigma_v\right) \qquad (12)$$

سیستم معادله‌های (۸)، (۹) و (۱۱) و و فرض‌های (۱۰) و (۱۲)، ارتباط نرخ نکول و عوامل کلان اقتصادی را توصیف می‌کند. مدل برآورد شده می‌تواند برای شبیه‌سازی مسیر نرخ نکول در آینده به ازای مقادیر معین عوامل کلان اقتصادی استفاده شود.

نقص مدل‌هایی از نوع مرتون، متکی بودن به داده‌های بازاری است که دلالت بر وجود بازارهای دارایی عمیق و نقد دارد که قیمت‌ها و شاخص‌های دیگر (مانند فراریت[1]) را ارائه می‌دهد. بنابراین، بنگاه‌های غیرمالی و خانوارها که در بازار بورس نیستند، وارد نمی‌شوند، در حالی که بخش اعظمی از پرتفوی بانک‌ها را می‌سازند. همچنین در این مدل فقط از اطلاعات ویژه بنگاه استفاده می‌شود. در این مطالعه به علت محدودیت‌های مدل مرتون که در مطرح شد، مدل ویلسون مورد استفاده قرار گرفته است.

٤- ساختار داده

با استفاده از اطلاعات فصلی متغیرهای کلان اقتصادی و صنعت بانکداری طی دوره ۱۳۸۳ تا فصل دوم ۱۳۹۵، آزمون استرس ریسک اعتباری اجرا شده است. از آنجایی که تخمین احتمالات نکول، گام اول در ارزیابی ریسک اعتباری است، این مقاله بر شبیه‌سازی احتمالات نکول در دوره‌های آینده متمرکز شده است. نسبت مطالبات معوق به کل وام‌ها تنها داده‌ای است که اطلاعات آن در سایت بانک مرکزی در دسترس است، بنابراین از این متغیر به عنوان پراکسی برای نرخ نکول استفاده شده است.

اطلاعات متغیرهای کلیدی کلان اقتصادی رشد تولید ناخالص داخلی، تولید ناخالص داخلی، درآمد نفتی، ارزش افزوده بخش نفت، رشد درآمد نفتی، شاخص قیمت سهام، نرخ ارز، نرخ بیکاری، نرخ تورم، شاخص قیمت مسکن، رشد نقدینگی و نرخ رشد نقدینگی جمع‌آوری شدند تا در بین آن‌ها موثرترین عوامل بر احتمال نکول[2] انتخاب شود. ابتدا تاثیر هر کدام از این متغیرها روی نرخ نکول در رگرسیون تک متغیره بررسی شد[3]. براساس ضریب تعیین و معنی‌داری ضریب و همچنین براساس نتایج تاثیر این متغیرها در رگرسیون چند متغیره، در نهایت متغیر نرخ بیکاری، رشد تولید ناخالص داخلی، نرخ تورم

1- Volatilities درجه تغییرپذیری سری قیمت‌ها در طول زمان

۲- اگر حجم وام‌های پرداخت شده جهت بازپرداخت وام‌های قبلی، قابل ملاحظه باشد، امکان اینکه تورش ایجاد شود، وجود دارد. به نظرمی رسد حجم وام‌هایی با این هدف اندک بوده و شناسایی آن‌ها هم امکان‌پذیر نیست. در هر حال، در صورت وجود چنین وام‌هایی در حجم زیاد و با توجه به استمرار شرایط نامناسب اقتصادی، تورش نتایج به سمت پایین است، یعنی احتمال نکول کمتر برآورد خواهد شد.

۳- رویکرد استفاده شده در مقاله باس (۲۰۰۲)

و نرخ ارز به عنوان عوامل کلیدی موثر بـر متغیـر وابسـته انتخـاب شـدند. تمـامی اطلاعـات مربوطه از سایت مرکز آمار ایران و بانک مرکزی جمع آوری شده است.

جدول (۱)- معرفی و ویژگی‌های آماری متغیرها (۱۳۹۵-۱۳۸۳)

متغیر	توصیف	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
PD	احتمال نکول	۰/۰۹	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۳۲
Y	تبدیل لاجستیکی نرخ نکول	-۲/۲۹	-۱/۲۷	-۱/۷۷	۰/۲۵
UR	نرخ بیکاری (درصد)	۹/۵	۱٤/٦	۱۱/۳۸	۱/۲۳
Gdpr	نرخ رشد تولید ناخالص داخلی (درصد)	-٦/٦	۱۲/۳٤	۲/۹۳	٤/۲
ER	نرخ ارز (هزارریال)	۸/۵۹	۳۵/۸	۱۷/۸	۱۱
IR	نرخ تورم (درصد)	۷/۲	٤۳	۱۸/۱۲	۸/٦

منابع: بانک مرکزی ایران، مرکز آمار ایران و محاسبات محققان

تمامی متغیرهای برون‌زا به‌جز نرخ ارز به صورت نرخ رشد هستند. به دلیل بالا بودن نرخ ارز، مقدار ریالی این متغیر بر هزار تقسیم شده است تا در بازه مشابه سایر متغیرها قرار بگیرد.

میانگین احتمال نکول طی دوره مورد مطالعه برابر ۱۵ درصد بوده و تقریبا توزیع متقارنی داشته است. در میان متغیرهای کلان، نرخ بیکاری از ثبات نسبی بیشتری برخوردار است، اما نرخ تورم، نرخ ارز و رشد اقتصادی نوسانات شدیدی داشته‌اند. نرخ تورم از ۷ تا ۴۳ درصد، نرخ ارز از ۸۵۹ تا ۳۵۸۰ تومان و رشد اقتصادی بین ۶/۶- تا ۱۲ درصد در نوسان بوده‌اند.

۵- تصریح مدل

مدل پایه‌ای آزمون استرس کلان ارائه شده در این مقاله براساس رویکرد پرتفوی اعتباری (CPV) مک‌کینزی است که اولین بار توسط ویلسون در دو مقاله پایه‌ای[1] ارائه شده است که در مبانی نظری ارائه شد.

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

1- Wilson (1997a, 1997b)

رگرسیون خطی برآورد می‌شود. از آنجایی که در این مقاله متغیر حاصل از تبدیل لاجستیکی نرخ نکول دارای ریشه واحد بوده و مانا نیست از رویکرد مقاله باس (۲۰۰۲) پیروی کرده و تغییر سالانه این متغیر بر متغیرهای توضیحی رگرس می‌شود[۱]. همچنین در این مقاله به جای مدل 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 (۱۳) تا (۱۷) ارائه می‌شود.

$$p_t = \frac{۱}{۱+e^{-(y_{t-۱}+\Delta y_t)}} \qquad (۱۳)$$

$$y_{t-۱} + \Delta y_t = ln\left(\frac{p_t}{۱-p_t}\right) \qquad (۱۴)$$

$$\Delta y_t = \beta_۰ + \beta_۱ x_{۱,t} + \beta_۲ x_{۲,t} + \ldots + \beta_k x_{k,t} + \varepsilon_t \qquad (۱۵)$$

$$X_t = \gamma_۰ + \sum_{j=۱}^{q} \gamma_j X_{t-j} + v_t \qquad (۱۶)$$

$$E = \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ v_t \end{bmatrix} \sim \mathrm{N}(۰, \Sigma),\ \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_\varepsilon & \Sigma_{\varepsilon,v} \\ \Sigma_{v,\varepsilon} & \Sigma_v \end{bmatrix} \qquad (۱۷)$$

p_t احتمال نکول و y_t شاخص کلان اقتصادی در زمان tاست. این شاخص می‌تواند بیانگر وضعیت کلی اقتصاد باشد که توسط عوامل کلان اقتصادی تحت بررسی تعیین می‌شود. X_t برداری از kمتغیر کلان اقتصادی $\left(x_{۱,t},\ldots,x_{K,t}\right)$ است. متغیرهای کلان $\left(X\right)$ مورد استفاده در این مقاله عبارتند از: رشد GDP، نرخ بیکاری، نرخ ارز و نرخ تورم. انتظار می‌رود متغیر نرخ بیکاری دارای تاثیر مثبت بر احتمال نکول و رشد GDP تاثیر منفی داشته باشد. در رابطه با تاثیر نرخ‌های ارز و تورم، آثار مورد انتظار می‌توانند مثبت یا منفی باشند.

۱- پیوست- جدول(۵): آزمون‌های ریشه‌واحد

نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد فصلی نیز دلالت بر مانا نبودن داده دارد. به همین دلیل از تفاضل‌گیری فصلی استفاده شده است.

قبل از اینکه معادله‌های توصیف شده در سیستم معادله‌های (۱۳) تا (۱۷) در آزمون استرس کلان اقتصادی استفاده شوند باید ضرایب $\beta_i = i = ۱,\ldots,K$ و $\gamma_j = (j = ۱,\ldots,q)$ تخمین زده شده و ماتریس کوواریانس $\sum$ محاسبه شود.

۵-۱- نتایج برآورد معادلات

تمامی برآوردها و شبیه‌سازی در نرم‌افزار R انجام شده است. نتایج حاصل از برازش مدل خطی احتمال نکول (معادله ۱۵) در جدول (۲) نمایش داده شده است. براساس نتایج تخمین، نرخ بیکاری دارای تاثیر مثبت بر نرخ نکول بوده و این تاثیر از نظر آماری نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. نرخ تورم نیز دارای تاثیر مثبت است، اما تاثیرش از نظر آماری معنی‌دار نیست. تاثیر رشد تولید ناخالص داخلی و نرخ ارز، منفی و معنی‌دار است؛ یعنی با افزایش این دو متغیر، احتمال نکول کاهش پیدا می‌کند. سپس مدل VARنیز تخمین زده می‌شود. درجه وقفه بهینه براساس ملاک‌هایی از قبیل شوراتز- بیزین (SC)، آکائیک (AIC)، خطای نهایی پیش‌بینی (FPE) و حنان کوئین (HQ) مشخص شده است[۱]. معیار شوارتز، وقفه یک را به عنوان وقفه بهینه تعیین می‌کند و سایر معیارها، وقفه چهار را به عنوان وقفه بهینه تعیین می‌کنند. از آنجایی که تعداد مشاهدات برای هر متغیر نیز محدود است، معیار شوارتز را مبنا قرار داده و از وقفه یک استفاده می‌کنیم.

ثبات یک مدلVAR به میرا یا ماندگار بودن تاثیر یک تکانه به جمله اختلال بستگی دارد. اگر تاثیر تکانه به جمله اختلال در طول زمان میرا باشد، مدل باثبات و اگر تاثیر تکانه ماندگار باشد، مدل بی‌ثبات است. به عبارت دقیق‌تر، اگر مقدار مطلق همه ریشه‌ها کمتر از یک باشد؛ یعنی درون دایره واحد قرار بگیرند، VAR تخمین زده شده باثبات (مانا) است. اگر VAR باثبات نباشد، نتایج حاصله (برای مثال خطای استاندارد تابع واکنش‌آنی) معتبر نیستند. نتایج آزمون ثبات مدل حاکی از این است که VAR شرط ثبات را دارا است[۲].

۱- پیوست- جدول(۸): تعیین وقفه بهینه

۲- پیوست- نمودار (۶): ثبات مدل VAR

جدول (۲)- نتایج حاصل از تخمین معادله ریسک اعتباری طی دوره ۹۵-۱۳۸۳

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	مقدار احتمال
عرض از مبدا	-۲/۱۹۳	۰/۳٤۲	-۵۵/۹۵	۰/۰۰۰۰***
نرخ بیکاری	۰/۰۵٤	۰/۰۲٦٦	۰/۰٤۹	۰/۰٤٦ *
GDPنرخ رشد	-۰/۰۲۲	۰/۰۱۰	-۲/۱۸	۰/۰۳٤ *
نرخ ارز	-۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	-۳/٦۱۸	۰/۰۰۰۷ ***
نرخ تورم	۰/۰۰٤	۰/۰۰٤	۰/۹۵۱	۰/۳٤
ضریب تعیین				۰/٦۱
ضریب تعیین تعدیل شده				۰/۵۵
آماره F				۱۵/۹۷۷
مقدار احتمال				۲e-۵

کدهای معنی‌داری: '***' ۰/۰۱, '**' ۰/۰۵ '*', ۰/۱, ' ' ۱

متغیر وابسته شکل تغییریافته لاجستیکی احتمال نکول است.

۵-۲- شبیه‌سازی مدل و آزمون استرس

ماتریس ۵، وابستگی درونی شوک‌های متغیرهای کلان و اثرآن‌ها بر شاخص کلان را نشان می‌دهد. در شبیه‌سازی سناریوی پایه، پس از تخمین سیستم معادلات بالا با شروع از یک وضعیت اولیه $x_t = \left(x_{1,t},\ldots,x_{k,t}\right)$ و با شبیه‌سازی مونت‌کارلو، احتمال نکول در $t+1$ پیش‌بینی می‌شود. به این صورت که:

الف- بردار $z_{t+1}\left(k+1\right)$ با توزیع نرمال (میانگین صفر و انحراف معیار یک) از اعداد تصادفی ساخته می‌شود. z برداری از متغیرهای تصادفی است.

ب- بردار $E_{t+1}\left(k+1\right)$ از شوک‌ها یا جملات اخلال در معادله‌های (۳) و (۴) بر اساس $E_{t+1} = Az_{t+1}$ محاسبه می‌شود که A ماتریس $\left(k+1\right)*\left(k+1\right)$ از تجزیه چولسکی ماتریس کوواریانس $\sum$ در معادله (۵) است. برای مثال، ماتریس توسط $\sum = AA'$ تعیین می‌شود.

ج- طبق معادله (۴)، جملات اخلال جهت شبیه‌سازی مقادیر جدید متغیرهای کلان اضافه می‌شوند و از این طریق پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی را در $t+1$ به‌دست می‌آوریم $x_{t+1} = \left(x_{1,t+1}, x_{2,t+1},\ldots,x_{k,t+1}\right)$.

د- با استفاده از مقادیر شبیه‌سازی شده، متغیرهای کلان در گام قبلی و با اضافه کردن جمله اخلال، طبق معادله (۱) و (۳) پیش‌بینی احتمال نکول p_{t+1} محاسبه می‌شود.

بعد از یک گام زمانی با جایگزینی متغیرهای جاری برای زمان t توسط پیش‌بینی‌های متناوب برای زمان $t+1$ و تکرار کردن گام‌های الف تا د، احتمال نکول برای زمان $t+2$ به‌دست می‌آید. این روش می‌تواند تکرار شود تا به افق زمانی H برسیم. بنابراین، این روش مسیری از احتمالات نکول آینده $(p_{t+1}, p_{t+2}, ..., p_{t+H})$ را می‌دهد. گام‌های بالا ۱۰ هزار بار انجام می‌شود و در هر شبیه‌سازی نسبت‌های جدید احتمال نکول به‌دست می‌آید. بعد از ۱۰ هزار بار شبیه‌سازی، پیش‌بینی‌های مختلف از احتمال نکول در مقطع آخر محاسبه می‌شود. در این مرحله می‌توانیم توزیع احتمالات نکول در سناریوی پایه[1] و سناریوهای استرس را به‌دست آوریم و نتیجه شوک‌های مختلف را با سناریوی پایه مقایسه کنیم.

در این مقاله، سناریوهای کلان را در مقطع دوم سال ۱۳۹۵ ساخته و نتایج‌شان را برای مقطع سوم ۱۳۹۵ تا مقطع دوم ۱۳۹۶ (افق زمانی یک ساله) محاسبه می‌کنیم. با توجه به افزایش خطا در نتایج شبیه سازی برای افق‌های طولانی در اکثر مطالعات تجربی نیز افق یک‌ساله انتخاب شده است.

جدول(۳)- سناریوهای آزمون استرس[2]

متغیر کلان اقتصادی	نرخ بیکاری (درصد)	رشد تولید ناخالص داخلی (درصد)	نرخ ارز (هزارریال)	نرخ تورم (درصد)
آخرین مشاهده (فصل دوم ۱۳۹۵)	۱۲/۷	۸/۲۵	۳۵/۳۳٤	۹
شوک یک انحراف معیار	۹/۷	۵۲	۳۱	۹٦
شوک دو انحراف معیار	۱۹	۱۰۳	٦۲	۱۹۳
شوک سه انحراف معیار	۲۹	۱٥٦	۹۳	۲۸۹

۱- سناریوی پایه سناریوی است که شوکی به سیستم وارد نشده است و سناریوی استرس، سناریویی است که به متغیرهای کلان اقتصادی شوک وارد شده است.

۲- در این جدول، درصد تغییرات متغیرها در ازای یک، دو و سه انحراف معیار محاسبه شده است. برای مثال، در مورد یک انحراف معیار شوک به نرخ بیکاری در فصل دوم سال ۱۳۹۵، مقدار جدید متغیر در فصل سوم ۱۳۹۵ منهای مقدار متغیر در فصل دوم شده که همان مقدار یک انحراف معیار است. سپس انحراف معیار بر مقدار نرخ بیکاری در فصل دوم تقسیم شده است.

یک جنبه مهم آزمون استرس، انتخاب سناریو است. سناریوهای استرس باید رویدادهای حدی را بررسی کنند. در این مقاله، ابتدا سناریوهای کلان با اضافه یا کم کردن یک، دو یا سه انحراف معیار به پیش‌بینی سیستم VAR برای مقطع دوم سال ۱۳۹۵ ساخته می‌شوند و سپس براساس داده‌های ایران حالت‌های حدی بررسی می‌شود. در اینجا به طور عمده تمرکز بر سناریوهای تک متغیره است که در هر کدام از آن‌ها فقط به یک متغیر کلان اقتصادی شوک وارد می‌شود و سایر متغیرها به شرط مقادیر گذشته‌شان شبیه-سازی می‌شوند. دلیل تاکید برسناریوهای تک متغیره، شناسایی میزان تاثیر هر شوک است. اگر در هر سناریو بر چند متغیر شوک وارد شود تعیین این که هر شوک چه مقدار از تغییرات را توضیح می‌دهد امکان‌پذیر نیست.

٦- نتایج آزمون استرس کلان اقتصادی

در این قسمت به دنبال پاسخ به سوالات زیر هستیم:

۱- شوک‌های موثر بر نرخ نکول کدامند؟

۲- آیا تاثیر شوک‌ها در چندک‌های مختلف متفاوت است؟

۳- آیا با افزاش مقدار شوک، اثرات شوک به صورت فزاینده افزایش پیدا می‌کند؟

نمودار (۱) چگالی نرخ‌های نکول همه‌ی سناریوهای بررسی شده را برای افق زمانی یک‌ساله (h=۴) با استفاده از مدل ویلسون نشان می‌دهد. مقدار شوک وارد شده به هر متغیر به اندازه یک انحراف معیار است که تابع چگالی کرنل هر متغیر تحت سنایوی یک انحراف معیار شوک[1] و سناریوی پایه[2] در یک محور مختصات رسم شده‌اند تا مقدار تاثیر شوک روشن شود.

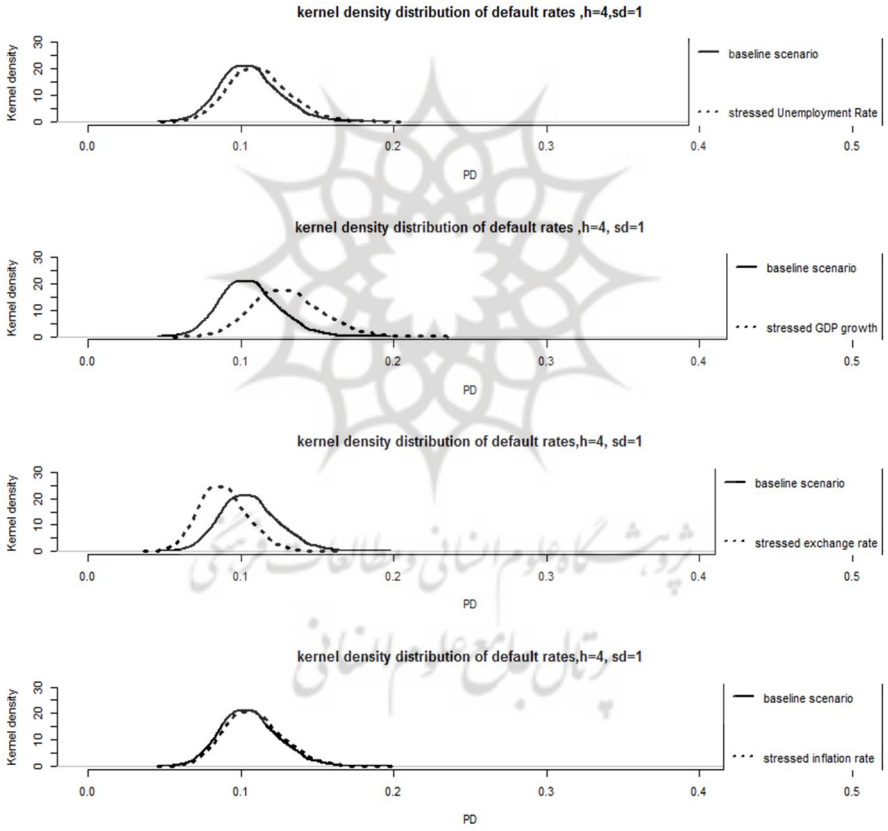
در نمودار اول به اندازه یک انحراف معیار شوک مثبت به نرخ بیکاری، در نمودار دوم به اندازه‌ی یک انحراف معیار شوک منفی به رشد تولید ناخالص داخلی و در نمودارهای سه و چهار هر کدام به اندازه یک انحراف معیار شوک مثبت به نرخ ارز و نرخ تورم وارد شده است. دلیل شوک منفی به رشد تولید ناخالص داخلی این است که اقتصاد کشور

1- Stressed Scenario
2- Baseline Scenario

بیشتر شوک منفی رشد تولید ناخالص داخلی را تجربه کرده است. بنابراین در این مقاله تمام شوک‌های وارد شده به متغیر رشد تولید ناخالص داخلی منفی است.

نمودار (۱) نشان می‌دهد که هر چهار شوک بر نرخ نکول موثر هستند. برای مقایسه میزان تاثیر شوک‌ها باید دقت کرد که یک انحراف معیار شوک به چهار متغیر همانطور که در جدول(۴) ارائه شده است به مفهوم درصد تغییرات متفاوت متغیرها است. بنابراین، تنها براساس میزان انتقال منحنی‌های بالا نمی‌توان نتیجه گرفت کدام شوک موثرتر است.

نمودار(۱)- چگالی کرنل نرخ‌های نکول تحت یک انحراف معیار شوک در افق یک ساله



شوک نرخ تورم (افزایش ۹۷ درصدی) منجر به انتقال اندک توزیع نرخ نکول به سمت راست شده است، به این معنی که شوک نرخ تورم منجر به افزایش کمی در نرخ‌های نکول می‌شود. تاثیر اندک این شوک با ضریب بی‌معنی نرخ تورم در جدول (۲) نیز سازگار است؛ از یک طرف، با افزایش نرخ تورم، برخی افراد به خاطر افزایش ارزش دارایی‌هایشان سود می‌برند، بنابراین احتمال نکول این افراد کاهش می یابد و از سوی دیگر، هزینه واقعی بدهی افراد کاهش پیدا می‌کند. همچنین از طرف دیگر، بیشتر افراد جامعه به خاطر گران‌تر شدن کالا متحمل زیان می‌شوند و در نتیجه توانایی بازپرداخت بدهی‌هایشان کاهش پیدا کرده و احتمال نکول افزایش پیدا می‌کند. نتیجه نهایی اثر تورم بر نرخ نکول، برآیندی از بزرگی این دو نیرو است. نتایج نشان می‌دهد در ایران اثر دوم تورم بر اثر اول پیشی گرفته و احتمال نکول افزایش پیدا کرده است، هر چند این اثر در مقایسه با سایر شوک‌ها اندک است.

شوک نرخ بیکاری در ظاهر منجر به انتقال اندکی در توزیع به سمت راست شده است، اما باید توجه شود که فقط به میزان ۹/۷ درصد به متغیر، شوک وارد شده است که در مقایسه با شوک وارد شده به سه متغیر دیگر (۵۲، ۳۱ و ۹۶ درصد) کمتر است. با افزایش نرخ بیکاری، افراد منبع درآمد خود را جهت بازپرداخت تسهیلات‌شان از دست داده و در نتیجه احتمال اینکه نکول کنند افزایش پیدا می‌کند. با توجه به مقدار شوک وارد شده و مقدار انتقال نمودار بالا به نظر می‌رسد نرخ بیکاری مخرب‌ترین شوک برای نرخ‌های نکول است. ضریب بالا و معنی‌دار نرخ بیکاری در جدول (۲) نیز این نتیجه را تایید می‌کند.

شوک مثبت نرخ ارز (افزایش ۳۱ درصدی) دارای تاثیر قابل ملاحظه‌ای است و توزیع را به سمت چپ منتقل کرده است، یعنی با افزایش نرخ ارز، نرخ‌های نکول کاهش پیدا کرده است. افزایش نرخ ارز از چند جهت می‌تواند بر نرخ‌های نکول تاثیر منفی بگذارد که می‌توانند مرتبط با نیروهای بین‌المللی یا داخلی باشند. افزایش نرخ ارز یا به عبارت دیگر، کاهش ارزش پول داخلی به این معنی است که قرض‌گیرندگان باید مقدار کمتری نسبت به آنچه قرض گرفته‌اند، پرداخت کنند. بنابراین، از این جهت منجر به کاهش نرخ‌های نکول می‌شود. هم‌چنین کاهش ارزش پول داخلی بر بخش‌های صادراتی تاثیر مثبت دارد و منجر به افزایش صادرات می‌شود. افزایش

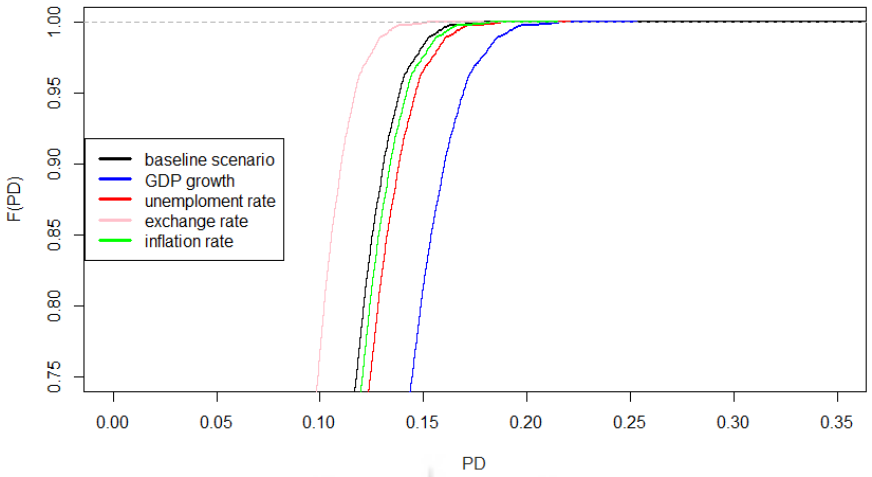
صادرات، تاثیر مثبت بر شرایط اقتصادی کشور داشته و می‌تواند منجر به کاهش نکول وام‌ها نیز شود. از بعد داخلی نیز می‌توان گفت افزایش نرخ ارز منجر به افزایش درآمدهای ارزی دولت می شود. با افزایش درآمد، دولت قادر است بدهی‌هایش را به افراد و بخش‌های خصوصی پرداخت کند که به طور تقریبی بخش عمده‌ای از تسهیلات نیز به این گروه از افراد پرداخت شده است.

در رابطه با شوک منفی نرخ رشد GDP (کاهش ۵۲ درصدی) نیز می‌توان گفت تاثیر آن بالاست و منجر به انتقال توزیع به سمت راست شده است، یعنی با کاهش نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، نرخ‌های نکول افزایش پیدا کرده است. به‌طور عمومی افزایش نرخ رشد اقتصادی، همراه با بهبود شرایط اقتصادی است. بهبود شرایط اقتصادی افراد نیز منجر به تسهیل در بازپرداخت بدهی‌هایشان خواهد شد. درصورتی که نرخ رشد اقتصادی کاهش پیدا کند نیز شرایط برعکس شده و احتمال اینکه افراد تواناییشان را برای بازپرداخت به خاطر شرایط نامطلوب اقتصادی از دست بدهند، بالاتر می‌رود.

از چگالی‌ها، می‌توان توابع توزیع تجمعی (CDFs) را ساخت که در نمودار(۲) براساس شوک یک انحراف معیار رسم شده‌اند. در این نمودار، دم‌های توابع توزیع تجمعی نرخ‌های نکول برای سناریوهای مختلف نمایش داده شده است. اثر سناریوها می‌تواند با فاصله‌ی افقی بین توزیع‌های تجمعی اندازه‌گیری شود.

در نمودار زیر دنباله پنج درصد (بالا) رسم شده است. با توجه به مقدار نرخ نکول در سطح اطمینان ۹۵ درصد نسبت به سناریوی پایه، می‌توان نتیجه گرفت نرخ تورم کم‌اثرترین شوک بر نرخ نکول بوده است، زیرا اگرچه مقدار شوکی که به متغیر وارد شده است، بیشتر از سایر متغیرها است، اما فاصله افقی آن با خط سیاه که سناریوی پایه را نشان می‌دهد، کمتر از سایر متغیرها است. نرخ بیکاری با توجه به مقدار شوک، موثرترین عامل بر نرخ نکول است. منحنی سورمه‌ای حالتی را نشان می‌دهد که به تمامی متغیرها به اندازه یک انحراف معیار شوک وارد شود. همانطور که در نمودار مشخص است شوک‌های چندمتغیره منجر به افزایش نرخ نکول شده‌اند.

نمودار (٢)- دم‌های توزیع تجمعی تحت یک انحراف معیار شوک در افق یک ساله



در جدول (۴) درصد تغییرات نرخ‌های نکول در سناریوهای استرس نسبت به سناریوی پایه در چندک‌های مختلف ارائه شده است. در چندک ۱۰ درصد با یک انحراف معیار شوک به نرخ بیکاری، نرخ نکول ۶/۳ درصد تغییر می‌کند در حالی که در چندک ۹۹ درصد این تغییر به ۵/۸ درصد کاهش پیدا کرده است. شوک منفی به نرخ رشد GDP در حالی که در چندک ۱۰ درصد منجر به افزایش نرخ نکول به مقدار ۹/۱ درصد شده است، اما در چندک ۹۹ درصد، نرخ نکول را ۸/۳ درصد تغییر داده است. شوک مثبت نرخ ارز نیز مانند سایر متغیرها در دم‌های پایین نسبت به دم‌های بالاتر تاثیر بیشتری داشته است. برای نرخ تورم نیز شرایط به همین گونه بوده و مقدار تاثیر از ۳/۶ به ۳/۳ درصد در چندک ۹۹ درصد رسیده است.

نتایج ارائه شده در جدول (۴) نشان می‌دهد هنگامی که مقدار شوک افزایش پیدا می‌کند، مقدار تاثیر شوک به صورت کاهنده افزایش پیدا می‌کند. برای مثال، هنگامی که شوک نرخ بیکاری از یک انحراف معیار به دو انحراف افزایش پیدا کرده است، تاثیر شوک در تمامی چندک‌ها ۱۰۳ درصد افزایش یافته است. اما هنگامی که شوک از دو به سه افزایش پیدا کرد، مقدار تاثیر شوک ۵۳ درصد افزایش یافته است. برای سایر شوک‌ها نیز افزایش، کاهشی بوده است.

جدول(٤)- درصد تغییرات نرخ نکول تحت سناریوهای استرس مختلف نسبت به سناریوی پایه

	شوک نرخ بیکاری	شوک نرخ رشد GDP	شوک نرخ ارز	شوک نرخ تورم
یک انحراف معیار شوک				
میانگین	۰/۰٦۱	۰/۰۸۸	-۰/۱۱۲	۰/۰۳۵
چندک ۱۰ درصد	۰/۰٦۳	۰/۰۹۱	-۰/۱۱۵	۰/۰۳٦
چندک ۵۰ درصد	۰/۰٦۲	۰/۰۸۹	-۰/۱۱۲	۰/۰۳۵
چندک ۹۵ درصد	۰/۰۵۹	۰/۰۸۵	-۰/۱۰۸	۰/۰۳۳
چندک ۹۹ درصد	۰/۰۵۸	۰/۰۸۳	-/۱۰٦	۰/۰۳۳
دو انحراف معیار شوک				
میانگین	۰/۱۲۵	۰/۱۸۳	-۰/۲۱۲	۰/۰۷
چندک ۱۰ درصد	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۱۷	۰/۰۷۳
چندک ۵۰ درصد	۰/۱۲٦	۰/۱۸٤	-۰/۲۱۳	۰/۰۷۱
چندک ۹۵ درصد	۰/۱۲۰	۰/۱۷۵	-/۲۰٦	۰/۰٦۸
چندک ۹۹ درصد	۰/۱۱۸	۰/۱۷۱	-/۲۰۲	۰/۰٦٦
سه انحراف معیار شوک				
میانگین	۰/۱۹۳	۰/۲۸۵	-۰/۳۰۲	۰/۱۰۷
چندک ۱۰ درصد	/۲۰	۰/۲۹٦	-۰/۳۰۹	۰/۱۱۱
چندک ۵۰ درصد	۰/۱۹٤	۰/۲۸۷	۰/۳۰۳	۰/۱۰۸
چندک ۹۵ درصد	۰/۱۸۵	۰/۲۷۲	-۰/۲۹٤	۰/۱۰۳
چندک ۹۹ درصد	۰/۱۸	۰/۲٦٤	-۰/۲۹۰	۰/۱۰۰

از آنجایی که آزمون استرس رویدادهای حدی را بررسی می‌کند در این قسمت با نگاهی به داده‌های ایران به ارائه‌ی چند سناریوی استرس می‌پردازیم. به نظر می‌رسد ایران شوک سه انحراف معیار برای نرخ بیکاری، نرخ رشد GDP و نرخ ارز و شوک یک انحراف معیار برای تورم را تجربه کرده است. باید توجه شود پایه رویکرد سناریوسازی، داده‌های تاریخی اقتصاد ایران بوده، اما اندکی هم به سناریوهای فرضی توجه شده است. برای مثال، برخی از رویدادهای تاریخی که به نظر می‌رسد امکان وقوع مجدد آن‌ها با توجه به شرایط اقتصاد ایران در آینده وجود ندارد، تعدیل شده‌اند.

۱- افزایش ۳۰ درصدی نرخ بیکاری (مشاهده شده در فصل سوم سال ۱۳۸۷)

۲- کاهش ۱۵۰ درصدی نرخ رشد تولید ناخالص داخلی (مشاهده شده در سال ۱۳۹۱ نسبت به سال ۱۳۹۰)

۳- افزایش ۹۰ درصدی در نرخ ارز (مشاهده شده در فصل چهارم سال ۱۳۹۱ نسبت به دوره‌ی مشابه سال قبل)

۴- افزایش ۱۰۰ درصدی در نرخ تورم (مشاهده شده در فصل اول سال ۱۳۹۲ نسبت به دوره‌ی مشابه سال قبل)

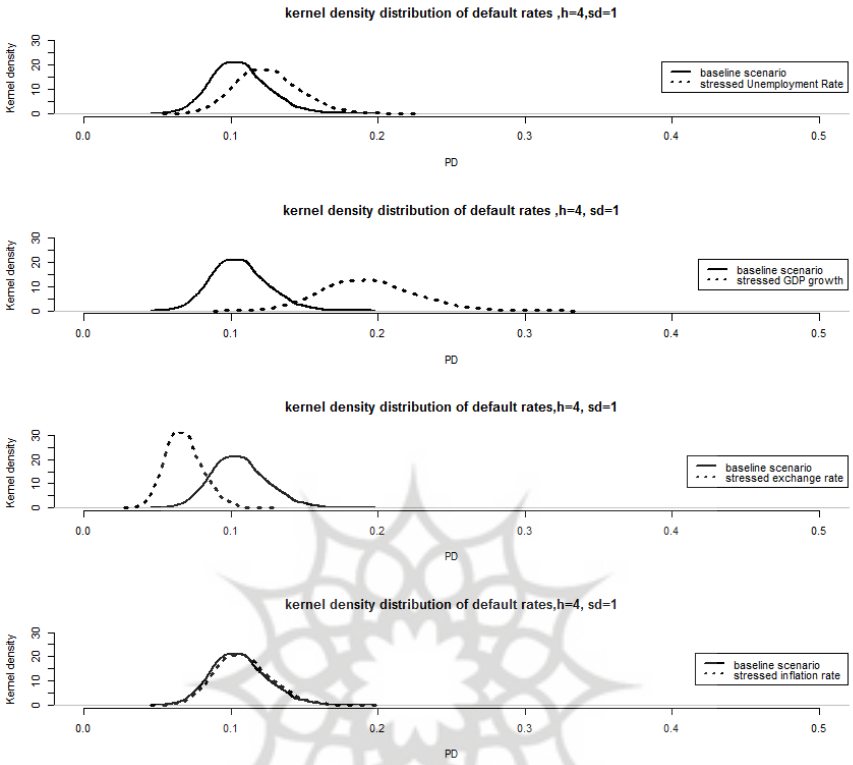
با اجرای شبیه‌سازی مونت‌کارلو و ۱۰ هزار بار شبیه‌سازی برای هر سناریو، نتایج زیر در رابطه با این سناریوهای حدی برای ایران به‌دست می‌آید. نمودار (۳) تغییرات توزیع نرخ نکول را برای سناریوهای حدی نشان می‌دهد که بازهم افق یک ساله فرض شده است. همانطور که در بالا توضیح داده شد شوک نرخ بیکاری با توجه به مقدار تغییرات آن، بیشترین اثر را بر توزیع احتمال نکول دارد. این شوک براساس جدول (۴) منجر به ۱۹درصد تغییر در میانگین توزیع نرخ نکول شده است.

شوک نرخ ارز، دومین شوک قوی اثرگذار بر نرخ نکول است و منجر به کاهش ۳۰ درصد در میانگین توزیع نرخ نکول شده است. اگرچه شوک منفی رشد تولید ناخالص داخلی نیز منجر به افزایش ۲۸درصدی شده، اما مقدار این شوک نیز نسبت به نرخ ارز بالاتر بوده است.

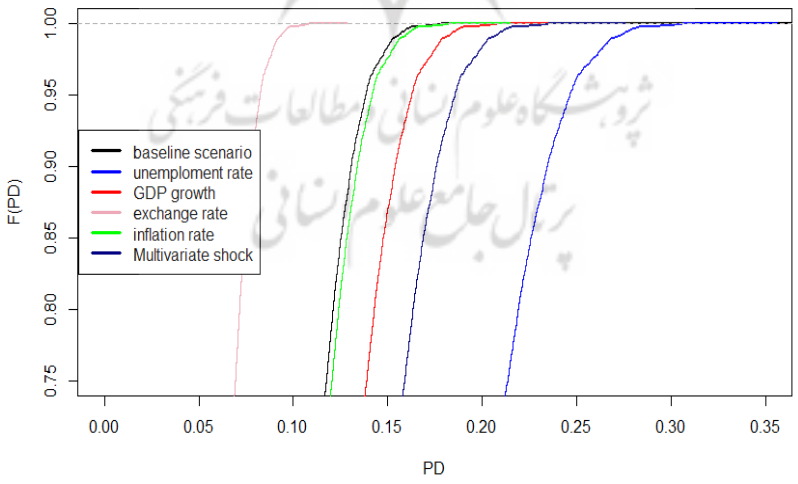
با توجه به نمودار (۴) اگر همه شوک‌ها با هم رخ دهند (منحنی سورمه‌ای) نرخ نکول افزایش پیدا کرده و در سطح اطمینان ۷۵ درصد به طور تقریبی ۱۶ درصد است در حالی که در این سطح اطمینان، نرخ نکول در سناریوی پایه به طور تقریبی ۱۴ درصد بوده است.

پرتال جامع علوم انسانی

نمودار(۳)- توزیع کرنل نرخ‌های نکول تحت سناریوهای حدی در اقتصاد ایران در افق یک ساله



نمودار(٤)- دم‌های توزیع تجمعی تحت سناریوهای حدی در اقتصاد ایران در افق یک ساله



۷- نتیجه‌گیری

شناسایی احتمالات نکول وام‌گیرندگان جزئی مهم از یک مدیریت کارای ریسک اعتباری و شرط اساسی موفقیت بلندمدت هر بانک محسوب می‌شود.

یکی از روش‌های پیشرفته مدیریت ریسک اعتباری بانک‌ها، آزمون استرس است. در این مقاله آزمون استرس احتمالات نکول برای صنعت بانکداری ایران با استفاده از رویکرد پرتفوی اعتبار ویلسون اجرا می‌شود. در مدل تجربی ساخته شده، ابتدا نرخ‌های نکول روی متغیرهای کلان اقتصادی رگرس می‌شوند، سپس رابطه بین متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از مدل VAR تخمین‌زده می‌شود. از جملات اخلال به‌دست آمده در دو گام قبلی استفاده کرده و ماتریس کواریانس برای سیستم معادلات ساخته می‌شود.

با استفاده از سیستم معادلات و ساختار کواریانس باقیمانده‌ها، شبیه‌سازی مونت-کارلو جهت شبیه‌سازی مسیر احتمالات نکول در افق زمانی یک ساله تحت سناریوی پایه و سناریوهای استرس اجرا می‌شود. مقدار تاثیر شوک‌های مختلف از مقایسه احتمالات نکول تحت سناریوهای استرس مختلف با سناریوی پایه (سناریوی بدون شوک) محاسبه می‌شود. سناریوهای استرس رویدادهای حدی را بررسی می‌کنند.

در این مقاله، ابتدا سناریوهای کلان با اضافه یا کم کردن یک، دو یا سه انحراف معیار به پیش‌بینی سیستم VAR در مقطع دوم سال ۱۳۹۵ ساخته می‌شوند و نتایج‌شان را برای مقطع سوم ۱۳۹۵ تا مقطع دوم ۱۳۹۶ (افق زمانی یک ساله) محاسبه می‌کنیم. سپس براساس داده‌های ایران اثر چند سناریوی حدی نیز بررسی می‌شود. در اینجا بیشتر تمرکز بر سناریوهای تک متغیره است که در هر کدام از آن‌ها فقط به یک متغیر کلان اقتصادی شوک وارد می‌شود و سایر متغیرها به شرط مقادیر گذشته‌شان شبیه‌سازی می‌شوند. دلیل تاکید برسناریوهای تک متغیره، شناسایی میزان تاثیر هر شوک است.

پس از ساخت سناریوها با استفاده از شبیه‌سازی مونت-کارلو، ۱۰ هزار بار پیش‌بینی‌های مختلف برای احتمالات نکول در افق زمانی یک ساله تحت سناریوی پایه و سناریوهای استرس ساخته می‌شود. مقدار تاثیر شوک‌های مختلف از مقایسه احتمالات نکول سناریوهای استرس مختلف با سناریوی پایه (سناریوی بدون شوک) محاسبه می‌شود.

نتایج حاصل از برازش مدل احتمال نکول نشان می‌دهد نرخ بیکاری دارای تاثیر مثبت بر نرخ نکول بوده و این تاثیر از نظر آماری نیز در سطح پنج درصد معنی‌دار است. نرخ

تورم نیز دارای تاثیر مثبت است، اما تاثیرش از نظر آماری معنی‌دار نیست. تاثیر رشد تولید ناخالص داخلی و نرخ ارز منفی و معنی‌دار است، یعنی با افزایش این دو متغیر، احتمال نکول کاهش پیدا می‌کند.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی حاکی از آن است که شوک نرخ بیکاری مخرب‌ترین عامل برای نرخ‌های نکول بوده است. دومین شوک قوی اثرگذار بر نرخ نکول، شوک نرخ ارز است. شوک نرخ رشد تولید ناخالص داخلی نیز تاثیر قابل توجهی داشته است. شوک نرخ تورم، کم‌اثرترین شوک است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی با ضرایب حاصل از تخمین معادله نکول و معنی‌داری آن‌ها نیز سازگار بوده است. با مقایسه اثرات در چندک‌های مختلف توزیع، مشاهده می‌شود که تمامی شوک در دنباله پایین نسبت به دنباله بالا اثر بیشتری به‌جا گذاشته‌اند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که اثرات شوک در دوره دوم افزایش پیدا می‌کند، اما در دوره‌های بعد روند کاهشی داشته است.

آزمون استرس به عنوان تکنیک جدید با محدودیت‌های و چالش‌های زیادی روبه‌رو است. در ایران، مشکل اصلی آزمون استرس کلان، محدودیت داده است که برای احتمال نکول فقط ۵۰ مشاهده در دسترس است که دقت تخمین‌ها را کاهش می‌دهد. به علت محدودیت داده، مجبور به استفاده از داده‌های تجمعی بانک ها شده‌ایم در نتیجه امکان بررسی همبستگی بین بانک‌ها وجود نداشته است. این امر می‌تواند منجر به کمتر از حد تخمین زدن مقدار نکول شود، زیرا مشکلات و شکست یک بانک می‌تواند از طریق تعاملات بین بانکی به سایر بانک‌ها نیز منتقل شود.

اگرچه پژوهش های تجربی زیادی در رابطه با آزمون استرس در سطح بین المللی وجود دارد، اما در ایران، مطالعه چندانی در این زمینه صورت نگرفته است و مطالعات انجام شده نیز بر انجام آزمون‌های واکنش آنی و تجزیه واریانس برای بررسی شوک‌ها تمرکز کرده‌اند. در این مقاله به منظور معرفی آزمون استرس در زمینه ریسک اعتباری از مدل ریسک اعتباری ویلسون که یک مدل خطی است، استفاده شده است. امید است که در آینده از مدل‌های غیرخطی نیز برای اجرای آزمون استرس استفاده شود.

پیوست

جدول(۵)- آزمون های ریشه واحد

	دیکی-فولر (سطح)	دیکی-فولر (تفاضل)	فیلیپس پرون (سطح)	فیلیپس پرون (تفاضل)
تبدیل لاجستیکی احتمال نکول	۰/٦۰۲	۰/۲۷۳	۰/٦۸٤	۰/۰۱
رشد GDP	۰/۱۸۵	۰/۲۸۵	۰/۰٤۹	۰/۰۱
نرخ تورم	۰/۵٦۷	۰/۰۱	۰/۵۹	۰/۰۳
نرخ ارز	۰/۵٤۲	۰/۰٦۹	۰/۷۸۲	۰/۰۱
نرخ بیکاری	۰/۷٦۱	۰/۱۳۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱

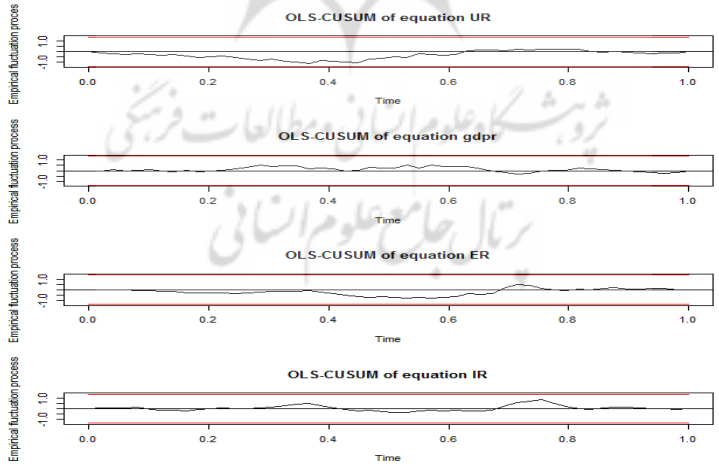
نکته: مقادیر P-values برای آزمون‌های دیکی-فولر و فیلیپس پرون در سطح و تفاضل مرتبه اول ارائه شده است. با توجه بـه ایـن جـدول به‌جز نرخ بیکاری که با آزمون PP در سطح ماناست بقیه متغیرها در سطح مانا نیستند و باید از تفاضل مرتبه اول آنها استفاده کرد.

جدول(٦)- تعیین وقفه بهینه

	وقفه بهینه	۱	۲	۳	٤	۵
آکائیک	٤	-۵/۹۳٤	-٦/۳۲	-٦/۲۵	-٦/۸۸	-٦/۷۸
حنان-کوئین	٤	-۵/٦۳۵	-۵/٤۷۸	-۵/٤۷۸	-۵/۸٦	-۰/۵۲٤
شوارتز	۱	-۵/۱۳۱	-٤/۱٦۹	-٤/۱٦۹	-٤/۱۵	-۳/٤۰۹
معیار خطای نهایی پیش‌بینی	٤	۰/۰۰۲٦	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۵

AIC: Akaike information criterion; SC: Schwarz Information Criterion; and HQ: Hannan-Quinn Information Criterion

نمودار(۵)- آزمون ثبات مدل VAR



منابع

الف- فارسی

حیدری هادی، زهرا زواریان و ایمان نوربخش (۱۳۸۸)، «بررسی اثر شاخص‌های کلان اقتصادی بر مطالبات معوق بانک‌ها»، *فصلنامه پول و اقتصاد*، شماره ۴.

حیدری، هادی، سوده صابریان‌رنجبر و فرهاد نیلی (۱۳۹۱)، «تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ترازنامه بانک‌ها با رویکرد آزمون تنش (مطالعه موردی یکی از بانک‌های خصوصی)»، *فصلنامه پول و اقتصاد*، شماره ۸.

همتی، عبدالناصر و شادی محبی‌نژاد (۱۳۸۸)،«ارزیابی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک اعتباری بانک‌ها»، *پژوهشنامه اقتصادی*، ویژه نامه بانک، شماره ۶، زمستان ۱۳۸۸.

ب- انگلیسی

Bharath, S and T. Shumway (2008), *Forecasting Default with the KMV-Merton Model*, University of Mochigan.

Boss, M. (2002), "A Macroeconomic Credit Risk Model for Stress Testing the Austrian Credit Portfolio", Financial Stability Report 4, Oesterreichische Nationalbank.

CGFS (2000), "Stress Testing by Large Financial Institutions: Current Practice and Aggregation Issues", Bank for International Settlements

CGFS (2005), "Stress Testing at Major Financial Institutions: Survey Result and Practice", Bank for International Settlement.

Chan-Lau, J. A, (2013), "Market-Based Structural Top-Down Stress Tests of the Banking System", International Monetary Fund, WP/13/88.

Chan-Lau, J. A. (2006),"Fundamentals-Based Estimation of Default Probabilities: A Survey." IMF Working Paper No. 06/149.

Crouhy, M., D. Galai and R. Mark (2000), *Risk Management*, Mc-Graw Hill.

Dimitris N. (2002), *Stress Testing Risk Management Strategies for Extreme Events*, Euromoney Books.

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 Drehamann.pdf.

Drehmann, M., A. J. Patton, and S. Sorensen (2009), "Non-Linearities and Stress Testing," in Proceedings of the Fourth Joint Central

Bank Research Conference on Risk Measurement and Systemic Risk, pp. 213–301, Frankfurt, Germany, European Central Bank.

Drehmann, Mathias, (2007), *Macroeconomic Stress-Testing Banks: A Survey of Methodologies*, in Stress-testing the Banking System, Edited by Mario Quagliariello, 39-29. London: Cambridge University Press.

Foglia, A. (2009), "Stress Testing Credit Risk: A Survey of Authorities Approaches", *Internarional Journal of Central Banking*, Vol. 5 No. 3, September 2009.

Jordà, O. (2005), "Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections", *American Economic Review*,Vol. 75, No.1, PP: 121-112.

Green, W. (2002), "Econometric Analisis", 5thed, NewYork: McgrawHill.

Merton, Robert C., (1974), "On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates," *Journal of Finance*, Vol. 29, No. 2, pp. 449–70.

Pesaran, M. H., T. Schuerman, B. J. Treutler and S. M. Weiner (2002), "Macroeconomic Dynamics and Credit Risk: a Global Perspective", *Journal of Money Credit and Banking*, Vol. 31, No. 5.

Quagliariello, Mario, (2009), *Stress-Testing The Banking System: Methodologies and Applications*, Cambridge University Press.

Simons, D & Rolwes, F, (2009), "Macroeconomics Default Modeling and Stress Testing", *International Journal of Central Banking*, September.

Sorge, M. & K. Virolainen (2006), "A Comparative Analysis of Macro Stress-Testing Methodologies with Application to Finland", *Journal of Financial Stability* 2: pp. 113-151.

Virolainen, K. (2004), "Macro Stress Testing with a Macroeconomic Credit Risk Model for Finland", Bank of Finland Discussion Papers, 11.

Wei, L., Zhiwei Yang (2012), "Stress Testing of Commercial Banks' Exposure to Credit Risk: A Study based on Write-off Nonperforming loans", *Asian Social Acience*, Vol. 8, NO. 10.

Wilson, T. C. (1779a), Portfolio Credit Risk (I), Risk, September.

Wilson, T. C. (1779b), Portfolio Credit Risk (II), Risk, October.

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.