تحقیقات اقتصادی / دوره ۵۲، شمارهٔ ۴، زمستان ۹۶/ ص ۹۶۲-۹۳۵

برآورد توزیع زیان اعتباری صنعت بانکداری ایران با استفاده از آزمون استرس

سعید مشیری[۱]، فاطمه عبدالشاه*[۲]

۱. دانشیار دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده اقتصاد، تهران، saeedmoshiri@hotmail.com

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده اقتصاد، f.abdolshah@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۵

چکیده

میزان بالای مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول در بانک‌های ایران، نشان‌دهنده‌ی حجم بالای ریسک اعتباری در سیستم بانکی است. در این مقاله با استفاده از اطلاعات فصلی متغیرهای کلان اقتصادی و صنعت بانکداری طی دوره‌ی ۱۳۸۳ تا فصل دوم ۱۳۹۵، زیان‌های ناشی از ریسک اعتباری با استفاده از آزمون استرس برآورد و حداقل سرمایه موردنیاز بانک‌ها تحت سناریوهای استرس و پایه مشخص می‌شوند. گام اول در ارزیابی ریسک اعتباری، تخمین احتمال نکول است. ابتدا، با استفاده از شبیه‌سازی مونت-کارلو، احتمالات نکول در افق زمانی یک ساله تحت سناریوی پایه و سناریوهای استرس شبیه‌سازی می‌شوند. سپس توزیع زیان پرتفوی با استفاده از مقادیر در معرض نکول و زیان ناشی از نکول محاسبه می‌شود. برای این هدف نیز ابتدا یک پرتفوی فرضی ساخته می‌شود که مقادیر در معرض نکول برای هر وام به‌صورت تصادفی با توزیع یکنواخت تعیین شده‌اند و مقدار زیان ناشی از نکول نیز مقدار ثابت در نظر گرفته شده است.

برای تخمین معادله‌ی احتمال نکول، علاوه بر مدل خطی ویلسون، رگرسیون‌های چندک نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهند توزیع‌های زیان برای تمامی سناریوها، چوله به سمت راست هستند. مقدار زیان در رگرسیون چندک ۵۰٪ بسیار نزدیک به مدل ویلسون است، اما مقدار زیان در رگرسیون‌های چندک ۱۰٪ و ۹۰٪ با مدل ویلسون متفاوت است. در حقیقت مدل ویلسون، زیان چندک ۰/۱ را بیش‌تر از حد و زیان چندک ۰/۹ را کمتر از حد تخمین زده است.

طبقه‌بندی JEL: E17, G32 ,C21 , E44 , G21:

واژه‌های کلیدی: ریسک اعتباری، توزیع زیان، مدل ویلسون، رگرسیون چندک، آزمون استرس

---

*. نویسنده‌ی مسئول، تلفن تماس: ۰۹۱۷۳۳۷۳۰۲۶

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

ریسک اعتباری براساس رویکرد حالت نکول[1]، ریسک تغییرات در ارزش پرتفوی اعتباری ناشی از نکول طرف مقابل را نشان می‌دهد. در چند سال گذشته میزان بالای مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول، نشان‌دهنده حجم بالای ریسک اعتباری در سیستم بانکی بوده است، به گونه‌ای که در برخی از بانک‌ها، میزان مطالبات معوق بسیار بیش‌تر از کل سرمایه بانک می‌باشد[2]. از آنجایی که در ایران، بانک‌ها به علت کم عمق بودن بازارهای مالی هنوز نقش خود را به‌عنوان مهم‌ترین تأمین‌کننده‌ی مالی حفظ کرده‌اند، پیامدهای اثرات زیان‌بار بر پرتفوی آنها، به سرعت در اقتصاد جامعه و به ویژه بر تولید منعکس می‌شود. بنابراین مدیریت کارای ریسک اعتباری ناشی از نکول وام‌گیرندگان، جزئی مهم از یک روش جامع مدیریت ریسک و شرط اساسی موفقیت بلندمدت هر بانک محسوب می‌شود.

مدیران بانک‌ها به برآوردهایی از مقدار ضرر بالقوه نیاز دارند تا بتوانند سرمایه‌ی کافی را برای جبران ریسکهایی که با آن مواجه می‌شوند در نظر بگیرند و پاسخگوی نقدینگی موردنیاز مشتریان و طلبه‌کاران باشند. در حال حاضر آزمون استرس به‌عنوان یکی از ابزارهای مدیریت ریسک در بسیاری از مؤسسات مالی به کار گرفته می‌شود تا تعیین شود که سناریوهای استرس، ارزش پرتفوی را چقدر تحت تأثیر قرار می‌دهد. آزمون استرس به سیاست‌گذاران اجازه می‌دهد که تاب‌آوری[3] بانک‌ها را در مقابل شوک‌های کلان اقتصادی ارزیابی کرده و سرمایه‌ی مورد نیاز برای مقابله با چنین شوک‌هایی را برآورد کنند. در اختیار داشتن سرمایه‌ی کافی نه تنها بانک‌ها را از خطر ورشکستگی مالی نجات می‌دهد، بلکه از ایجاد بحران اقتصادی در سطح کلان نیز جلوگیری می‌کند. این آزمون در کشورهای توسعه‌یافته‌ی گوناگونی برای سیستم بانکداری استفاده شده است.

در سال ۱۹۹۶، کمیته‌ی نظارت بانکی بال اطلاعیه‌ای در ارتباط با نیاز بانک‌ها به آزمون استرس به‌عنوان بخشی از مدل‌های داخلی‌شان برای محاسبه سرمایه مورد نیاز

---

1. Default Mode Approach

۲. براساس اطلاعات بانک مرکزی

3. Resilience

Archive of SID

www.SID.ir

برای ریسک بازار منتشر کرد. بر همین اساس هر ساله مؤسسات مالی متعددی در سایر کشورها، آزمون استرس را اجرا می‌کنند. در این سند، BCBS بیان می‌کند:

"بانک‌هایی که از روش مدل‌های داخلی برای ارزیابی میزان سرمایه‌ی لازم برای مقابله با ریسک‌های مختلف[1] بهره می‌برند باید برنامه‌ریزی دقیق و جامعی برای انجام آزمون استرس داشته باشند. آزمون استرس به‌منظور شناسایی رویدادها یا اثراتی که می‌توانند بانک‌ها را به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار دهد یک جزء کلیدی ارزیابی موقعیت سرمایه‌ی بانک‌ها به شمار می‌رود."

آزمون استرس از دو جنبه دارای اهمیت است: اول از جهت تغییرات حدی که در متغیرهای کلان اقتصادی اعمال می‌شود و دوم، بررسی تأثیر تغییرات حدی بر پرتفوی بانک‌ها. در این تحقیق، با توجه به اهمیت ریسک و به ویژه ریسک اعتباری، آثار کمی شوک‌های 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 می‌شود. آزمون استرس کلان ریسک اعتباری با تأکید بر توزیع‌های آن درچهارچوب سناریوهای کلان اقتصادی انجام می‌گیرد. بهره‌مندی از مزیت‌های آزمون استرس منوط به استفاده از رویکردهای مناسب است. از آنجایی که سناریوهای آزمون استرس شامل شوک‌های حدی، اما ممکن است، به نظر می‌رسد رویکردهای خطی نمی‌توانند برآورد درستی از زیان‌های ناشی از رویدادهای حدی ارائه کنند، زیرا اثرات چنین شوک‌هایی نامتقارن هستند، از این رو در این تحقیق در کنار مدل ریسک اعتباری خطی ویلسون (۱۹۷۷)، رگرسیون غیرخطی چندک نیز برای پیش‌بینی زیان‌های بانک‌ها به کار گرفته می‌شود.

ساختار مقاله به‌صورت زیر است: در بخش دوم، مروری بر ادبیات تجربی انجام می‌گیرد. در بخش سوم، مبانی نظری مدل موردنظر ارائه می‌شود. در بخش چهارم به روش‌شناسی تحقیق پرداخته می‌شود. بخش پنجم، ساختار داده‌ها را توضیح می‌دهد. بخش ششم، نتایج آزمون استرس را برای صنعت بانکداری نشان می‌دهد و در بخش هفتم یک نتیجه‌گیری کلی ارائه می‌شود.

---

۱. ذخیره‌ی سرمایه

Archive of SID

www.SID.ir

۲- ادبیات تجربی

۲-۱- مطالعات تجربی بین‌المللی

در بحران‌های مالی گذشته، آزمون استرس که می‌توانست اثر بالقوه رویدادهای نامطلوب را روی اقتصاد تعیین کند، تا حد زیادی مورد بحث بوده است. تحقیقات تلاش کرده‌اند که محدودیت‌های آزمون استرس را برطرف کرده و کاربردهای آن را در بخش‌های مالی گسترش دهند. آزمون استرس شامل دو قسمت است: ۱) مدل مربوط به ریسک اعتباری و هم‌چنین سیستم کلان اقتصادی و ۲) شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای ایجاد توزیع زیان. بنابراین قبل از شبیه‌سازی، ابتدا باید مدل‌های مربوط به مرحله‌ی اول مشخص شوند. در ادبیات موجود، دو رویکرد مدل مرتون و مدل ویلسون در مدل‌سازی آزمون استرس ریسک اعتباری مدنظر قرار گرفته است. از آنجایی که دامنه‌ی مطالعات انجام گرفته بسیار گسترده است، در زیر فقط مطالعات مربوط به آزمون‌های استرس مبتنی بر مدل ویلسون که هدف این مقاله نیز می‌باشد ارائه می‌شوند.

باس[1] (۲۰۰۲) بر پایه مدل ریسک اعتباری ویلسون، چارچوبی را برای آزمون استرس ریسک اعتباری بانک‌های اتریش فراهم کرده، که تاکنون این چارچوب در آزمون‌های استرس ریسک اعتباری بسیاری از کشورها به کار رفته است. در این مدل، احتمال نکول کل، به‌عنوان تابعی از متغیرهای کلان اقتصادی مدل‌سازی می‌شود. سپس با شبیه‌سازی مسیری از احتمالات نکول آینده ارائه می‌شود تا اینکه توزیع زیان مشخص شود.

وونگ و همکاران[2] (۲۰۰۸)، آزمون تنش کلان ریسک اعتباری را در بانک‌های هنگ کنگ، برای ارزیابی آسیب‌پذیری ریسک کل سبد وام[3] و مخاطرات وام رهنی[4] به‌کار برده‌اند. این آزمون براساس مدل ویلسون (۱۹۹۷) و اطلاعات فصلی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۶ انجام شده است. 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 قیمت‌های دارایی، کاهش و نرخ‌های بهره افزایش پیدا کند نرخ نکول بالاتر است.

---

1. Michael Boss
2. Jim Wong, Ka-fai, and Tom Fong
3. Loan portfolio of banks
4. Mortgage Loans Exposures

Archive of SID

www.SID.ir

وی‌لو و یانگ[1] (۲۰۱۲)، رویکرد آزمون استرس وونگ و همکاران (۲۰۰۸) را برای صنعت بانکداری چین به کار گرفته‌اند. در این مقاله آزمون استرس برپایه‌ی چهار متغیر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، شاخص قیمت مصرف‌کننده، نرخ رشد پول اسمی و شاخص قیمت مسکن به‌عنوان متغیرهای کلان اقتصادی و وام‌های غیر عملیاتی به‌عنوان پراکسی برای ریسک اعتباری می‌باشد. سپس از مدل VAR برای بررسی رابطه‌ی بین متغیرها استفاده شده است.

یکی از چالش‌های اصلی آزمون استرس ارائه شده در مطالعات تجربی بالا این است که مدل‌های استفاده شده در فرم خطی تصریح شده‌اند. از آنجایی که آزمون‌های استرس، شوک‌های کوچک را بررسی نمی‌کنند و محتمل نیز نیست که فرایند تولید داده‌ها لگاریتم خطی[2] باشد، مطالعات دیگری، با مبنا قرار دادن مدل ویلسون، رابطه‌ی ریسک اعتباری و متغیرهای کلان اقتصادی را در قالب یک گرسیون چندک بررسی کرده‌اند تا ایرادات وارده شده مدل خطی ویلسون را برطرف کنند.

ریکاردو و وانگر[3] (۲۰۱۱)، ارتباط ریسک اعتباری کلان را با متغیرهای کلان از طریق مدل‌های ویلسون (۱۹۹۷) و روش رگرسیون چندک[4] (کوانکر و اکسایو[5] ۲۰۰۲) بررسی کرده‌اند. آزمون استرس روی بخش خانوارهای برزیل در افق یک ساله نشان می‌دهد که شوک نرخ بیکاری مخرب‌ترین تأثیر را دارد، در حالی که شوک به تورم و نرخ بهره در بلندمدت اثرات بیش‌تری دارند. با اجرای دو رویکرد آزمون استرس، نتایج نشان می‌دهد رویکرد رگرسیون چندک براساس مقایسه‌ی فاصله‌ی عمودی بین دم‌های توزیع‌های تجمعی ریسک اعتباری شرطی و غیرشرطی دقیق‌تر عمل می‌کند. در این مقاله روش جایگزین رگرسیون چندک برای مدل ویلسون معرفی می‌شود که تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی وابسته به سطح چندک شرطی (τ) متغیر وابسته است.

فرانسیسکو و همکاران[6] (۲۰۱۴)، با استفاده از صورت‌های مالی تلفیقی شرکت‌های شرکت‌های هلدینگ بانکی و گزارش‌های تلفیقی از شرایط و درآمد بانک‌های تجاری منتشر شده توسط فدرال رزرو برای ایجاد یک پانل متوازن برای ۱۵ شرکت هلدینگ

1. Wei Lu & Zhiwei Yang
2. Log-Linear
3. Ricardo Schechtman and Wanger Piazza Gaglianone (2011)
4. Quantile Regression
5. Koenker and Xiao (2002)
6. Covas, Francisco, Ben Rump, and Egon Zakrajsek (2014)

Archive of SID

www.SID.ir

بانکی در طول دوره‌ی ۱۹۹۷:۱ تا ۲۰۱۱:۴، دو نوع آزمون استرس برای پیش‌بینی زیان پرتفوهای وام اجرا کرده‌اند: مدل خودرگرسیونی چندک اثرات ثابت[1] (FE-QAR) و مدل پانل پویای خطی اثرات ثابت[2](FE-OLS). نتایج نشان می‌دهند که تصریح خطی به‌طور قابل ملاحظه‌ای زیان‌های وام‌ها را کمتر از حد تخمین می‌زند. هم‌چنین نتایج حاکی از آن هستند که پیش‌بینی‌های چگالی کفایت سرمایه از مدل چندک نسبت به مدل خطی به‌طور قابل ملاحظه‌ای دم‌های چپ سنگین‌تری[3] دارند.

آلن و همکاران[4] (۲۰۱۰)، اثر نوسانات شدید در ارزش دارایی‌های بانک را روی کفایت سرمایه و احتمال نکول (PD) بانک‌های ژاپن بررسی می‌کنند. آنها از رگرسیون چندک برای تجزیه و تحلیل مدل اعتباری ساختاری مرتون برای ارزیابی این دو متغیر در طول یک دوره‌ی ۱۰ساله که بحران‌های مالی جهانی را نیز در بر می‌گیرد استفاده کرده‌اند. در این تحقیق 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 برآورد می‌شود.

۲-۲- ادبیات تجربی در ایران

مطالعات انجام گرفته در ایران فقط با استفاده از آزمون‌های واکنش آنی به بررسی تأثیر شوک‌های کلان اقتصادی بر یکی از متغیرهای بانکی پرداخته‌اند که در زیر به آنها اشاره می‌شود.

حیدری و همکاران (۱۳۹۱)، با استفاده از دستگاه معادلات همزمان، به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی و سایر متغیرها بر ترازنامه ی یکی از بانک های خصوصی پرداخته‌اند. توابع واکنش آنی برای معادلات همزمان پویا مطابق روش انجام شده در گرین[5] به‌دست آمده است. نتایج آزمون تنش نیز نشان می‌دهد که تغییر در متغیرهای

1. Fixed Effects Quantile Autoregressive
2. Fixed Effects Ordinary Least Square
3. Heavier
4. Allen, DE, Kramadibrata, AR, Powell, RJ & Singh, AK (2010)
5. William Green (2002)

Archive of SID

www.SID.ir

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 تأثیر قرار دهند.

همتی و محبی‌نژاد (۱۳۸۸)، با استفاده از مدل‌های پانل، به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک اعتباری بانک‌های فعال ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۵-۱۳۷۸ پرداخته‌اند. 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 دوره‌ی 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 بر روی مطالبات معوق بانک‌ها در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۷-۱۳۷۹ پرداخته‌اند. آن‌ها به‌منظور بررسی اثر واکنش مطالبات معوق به شوک‌های اقتصادی، از تابع واکنش آنی و تجزیه واریانس‌ها به‌عنوان ابزاری برای تحلیل آزمون تنش با استفاده از مدل‌های ARDL و VAR استفاده کرده‌اند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که دخالت مستقیم دولت و یا بانک مرکزی مانند تغییر در نرخ سود تسهیلات، نقدینگی و تورم سبب افزایش مطالبات معوق بانک‌ها می‌شود.

۳- مبانی نظری

اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ در بانک CIBC[1] کانادا، روش جدید به نام پوشه‌های استرس[2] شکل گرفته است. پوشه‌های استرس از ترکیب عوامل استرس‌زا[3] با بدترین شوک‌های

1. Canadian Imperial Bank Of Commerce
2. Stress Envelopes
3. Stress Categories

Archive of SID

www.SID.ir

آنها، برای تمام بازارهای ممکن، تشکیل شده است. در این روش هفت عامل استرس‌زا شامل نرخ بهره، نرخ ارز، قیمت سهام، قیمت کالا، بازه‌ی اعتبار، بازه‌ی سوآپ[1] و وگا[2] (تلاطم)، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. برای هر عامل استرس‌زا تعداد شوک‌هایی که امکان وقوع آن وجود دارد، به‌دست می‌آید. برای نرخ بهره شش شوک در نظر گرفته شده است، که این شوک‌ها بیانگر تغییرات اعمال شده در سطح نرخ بهره و هم‌چنین تغییر شکل منحنی بهره می‌باشد. در مورد بازه‌ی اعتبار و سهام، تنها یک شوک وجود دارد: گسترده شدن بازه‌ی اعتبار و کاهش قیمت سهام. برای سایر عوامل استرس‌زا دو شوک در نظر گرفته شده است، افزایش یا کاهش قیمت یا بازه[3]. در حقیقت پوشه‌ی استرس تغییر ارزشی است که با وقوع شوک در هر کدام از عوامل مذکور در بازار مربوط به آن شکل می‌گیرد. آزمون استرس شکل تکامل یافته‌ی روش مذکور است.

آزمون استرس ریسک اعتباری به‌طور قابل ملاحظه‌ای توسط قوانین کمیته بال (۲) که در سال ۲۰۰۴ معرفی شده و در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ در کشورهای اصلی وارد شده، مورد توجه قرار گرفته است. برای انجام آزمون استرس ریسک اعتباری ابتدا باید احتمالات نکول مدل‌سازی شود. برآورد احتمالات نکول به دلیل محدودیت‌های داده‌های دردسترس 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 برپایه بازار[4] و مدل‌های بنیادی[5]. 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 می‌باشند. مدل‌های بنیادی به‌منظور برآورد 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 برآورد احتمالات نکول همراه با وام‌ها نیز مناسب هستند. برآورد این مدل‌ها معمولا با استفاده از مدل‌های اقتصاد سنجی مانند داده‌های

1. Swap Spreads
2. Vega
3. Spread
4. Market-Based Models
5. Fundamental-Based Models

Archive of SID

www.SID.ir

پانل و سری زمانی و مدل های متغیر وابسته‌ی کیفی مانند پروبیت و لاجیت انجام می‌شود.

بیش‌تر تحقیقات در حوزه‌ی مدل‌سازی ریسک اعتباری کلان اقتصادی براساس رویکرد مرتون[1] (مدل برپایه بازار) و ویلسون[2] (۱۹۹۷) (مدل برپایه کلان اقتصادی که از گروه مدل‌های بنیادی است) است. این رویکردها در آزمون استرس ریسک اعتباری کشورهای مختلف استفاده شده است. مدل ساختاری مرتون (۱۹۷۴) با استفاده از اصول قیمت‌گذاری اختیارات معاملات بلک‌شولز (۱۹۷۴) بنا نهاده شده و سپس توسط شرکت کی‌اموی[3] در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ توسعه پیدا کرده است، به همین دلیل در بیش‌تر مطالعات آن را به‌عنوان مدل کی‌اموی- مرتون معرفی می‌کنند. در این چارچوب فرایند نکول (احتمال نکول) شرکت به‌وسیله‌ی ارزش دارایی‌های شرکت تعیین می‌گردد و 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[4].

نقص مدل‌های از نوع مرتون این است که متکی به داده‌های بازاری است که دلالت بر وجود بازارهای دارایی عمیق و نقد دارد که قیمت‌ها و شاخص‌های دیگر (مانند فراریت[5]) را ارائه می‌دهد، بنابراین بنگاه‌های غیرمالی و خانوارها که در بازار بورس نیستند، وارد نمی‌شوند، در حالی که بخش بزرگی از پرتفوی بانک‌ها را می‌سازند. هم‌چنین در این مدل فقط از اطلاعات ویژه‌ی بنگاه استفاده می‌شود.

گروه دیگر مدل‌ها که به‌طور گسترده‌ای استفاده شده‌اند، براساس رویکرد پرتفوی اعتباری (CPV)[6] می‌باشند که توسط ویلسون پیشنهاد شده است. به دلیل رابطه‌ی غیرخطی بین نرخ‌های نکول و متغیرهای کلان اقتصادی، فرایند نکول با استفاده از یک مدل لاجیت تبدیل به y_t می‌شود:

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

---

1. Merton (1974)
2. Wilson (1997)
3. Kealhofer Merton Vasicek model

۴. برای توضیحات بیشتر به مقاله باراس و شاموی (۲۰۰۸) مراجعه شود.

5. Volatilities

درجه‌ی تغییرپذیری سری قیمت‌ها در طول زمان

6. Credit Portfolio View

Archive of SID

www.SID.ir

$p_{s,t}$ احتمال نکول یک قرض‌گیرنده و $y_{s,t}$ شاخص ویژه‌ی بخش s در زمان t است. این شاخص می‌تواند بیانگر وضعیت کلی اقتصاد باشد که توسط عوامل کلان اقتصادی تحت بررسی تعیین می‌شود:

$$y_{s,t} = \beta_{s,0} + \beta_{s,1}x_{s,1,t} + \beta_{s,2}x_{s,2,t} + \cdots + \beta_{s,k}x_{s,K,t} + \varepsilon_{s,t} \qquad (۲)$$

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

$$\varepsilon_{s,t} \sim N(0, \sigma_{s,\varepsilon}) \quad \text{یا} \quad \varepsilon_t \sim N(0, \Sigma_\varepsilon) \qquad (۳)$$

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

$$x_{s,k,t} = \gamma_{k,0} + \sum_{j=1}^{p} \gamma_{k,j} x_{s,k,t-j} + v_{s,k,t}, \quad k = 1, \dots, K \qquad (۴)$$

$x_{s,k,t}$ متغیر کلان اقتصادی kام در بخش s در زمان t است. $\gamma_{kj} = (j = 0, 1, \dots, p)$ پارامترهای تخمین زده شده و $v_{s,k,t}$ جمله‌ی اخلال فرایند خودرگرسیونی است که متغیر تصادفی مستقل با توزیع نرمال است:

$$v_{s,k,t} \sim N(0, \sigma_{k,v}) \text{ یا } v_t \sim N(0, \Sigma_v) \qquad (۵)$$

سیستم معادلات ۱،۲و۴ و فروض ۳و ۵، 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 به‌کار رود. با استفاده از شبیه‌سازی مونت-کارلو، پرتفوی زیان اعتباری تحت شرایط کلان اقتصادی تخمین زده می‌شود.

۴- روش شناسی تحقیق

۴-۱- مدل‌های ریسک اعتباری

این تحقیق، آزمون استرس کلان ریسک اعتباری را با تأکید بر توزیع‌های آن به شرط سناریوهای کلان اقتصادی بررسی می‌کند. با توجه به این که سناریوهای آزمون استرس شامل شوک‌های حدی، اما ممکن است و اثرات چنین شوک‌هایی معمولاً

Archive of SID

www.SID.ir

نامتقارن می‌باشد، به نظر می‌رسد رویکردهای خطی نمی‌توانند روش مناسبی برای اجرای این آزمون‌ها باشند. آزمون استرس باید به دم‌های توزیع، توجه دقیق داشته باشد. از این رو، در این تحقیق در کنار مدل ریسک اعتباری خطی ویلسون (۱۹۹۷)، رگرسیون غیرخطی چندک نیز برای پیش‌بینی زیان‌های بانک‌ها به کار گرفته می‌شود.

در مدل ویلسون، ابتدا نرخ نکول با استفاده از تابع لاجستیک تبدیل به‌یک شاخص کلان اقتصادی شده و سپس آثار متغیرهای کلان اقتصادی بر آن از طریق یک معادله رگرسیون خطی برآورد می‌شود. از آنجایی که در این مقاله متغیر حاصل از تبدیل لاجستیکی نرخ نکول دارای ریشه‌ی واحد بوده و مانا نیست، از رویکرد مقاله‌ی باس (۲۰۰۲) پیروی کرده و تغییر سالانه‌ی این متغیر بر متغیرهای توضیحی رگرس می‌شود[1]. 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 شود. با اعمال تغییرات ذکر شده در مدل ویلسون، سیستم معادلات به‌صورت زیر ارائه می‌شود.

$$p_t = \frac{1}{1+e^{-(y_{t-1}+\Delta y_t)}} \qquad (۶)$$

$$y_{t-1} + \Delta y_t = \ln\left(\frac{p_t}{1-p_t}\right) \qquad (۷)$$

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} + \cdots + \beta_k x_{k,t} + \varepsilon_t \qquad (۸)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{j=1}^{q} \gamma_j X_{t-j} + v_{k,t} \qquad (۹)$$

$$E = \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ v_t \end{bmatrix} \sim N(0,\Sigma) \ , \ \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_\varepsilon & \Sigma_{\varepsilon,v} \\ \Sigma_{v,\varepsilon} & \Sigma_v \end{bmatrix} \qquad (۱۰)$$

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. X_t برداری از k متغیر کلان اقتصادی $(x_{1,t}, \dots, x_{K,t})$ است. متغیرهای کلان (X) مورد استفاده در این مقاله عبارتند از: رشد GDP، نرخ بیکاری، نرخ ارز و نرخ تورم.

---

۱. پیوست: جدول (۵): آزمون‌های ریشه ی واحد: با توجه به نتایج حاصل از هر دو آزمون ADF و PP در سطح و تفاضل مرتبه‌ی اول، از تفاضل مرتبه‌ی اول تمامی متغیرها استفاده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

قبل از اینکه معادلات توصیف شده در سیستم معادلات ۱ تا ۵ در آزمون استرس کلان اقتصادی استفاده شوند، باید ضرایب $\beta_i = (i = 1, \dots, K)$ و $\gamma_j = (j = 1, \dots, q)$ تخمین زده شده و ماتریس کوواریانس Σ محاسبه شود.

هنگامی که توزیع شرطی کامل مدنظر باشد، اینکه تنها رفتار میانه (LAD) یا میانگین شرطی (OLS) توصیف شود، چندان رضایت بخش نیست. یک پیشرفت راهگشا در آنالیز رگرسیونی، روش رگرسیون چندک (QR)[1] است که توسط کوانکر و باست[2] (۱۹۷۸) پیشنهاد شده است. این روش اجازه می‌دهد تا توابع چندک مختلف از یک توزیع شرطی برآورد شود. هر رگرسیون چندک یک نقطه‌ی منحصر به فرد (دم یا مرکز) از توزیع شرطی را مشخص می‌کند. قرار دادن رگرسیون‌های چندک مختلف در کنار یکدیگر، توزیع کامل‌تری از توزیع شرطی اصلی را فراهم می‌کند. رویکرد آزمون استرس رگرسیون چندک شامل معادله‌ی مربوط به رگرسیون چندک به جای معادله‌ی (۸) و سایر معادلات مدل ویلسون است[3]. نتایج این دو رویکرد قابل مقایسه هستند.

پس از مراحل مدل‌سازی ریسک اعتباری و سیستم کلان اقتصادی، از شبیه‌سازی مونت کارلو برای مشخص کردن توزیع احتمالات نکول استفاده می‌شود تا اینکه در مرحله‌ی بعد توزیع زیان مشخص شود. برای مشخص کردن توزیع زیان، از چارچوب مقررات بال ۲ با عنوان "رویکرد مبتنی بر رتبه‌بندی داخلی"[4] برای ریسک اعتباری، استفاده می‌شود. در رویکرد IRB بال ۲، حداقل سرمایه‌ی مورد نیاز از طریق توزیع زیان‌های ناشی از نکول در پرتفوهای وام بانک‌ها، تعیین می‌شود. تحت رویکرد IRB، بانک‌ها باید تخمین‌هایی از احتمال نکول(PD)[5]، زیان ناشی از نکول (LGD)[6] و مقدار در معرض نکول (EAD)[7] که در حقیقت اجزای زیان اعتباری هستند ارائه دهند. در این تحقیق نیز این رویکرد مبنا قرار می‌گیرد و بر PD و LGD و EAD تأکید می‌شود که سه عامل تعیین کننده‌ی توزیع زیان اعتباری هستند. از آنجایی که هیچ مدلی برای ارتباط LGD و EAD به متغیرهای کلان اقتصادی وجود ندارد و هم‌چنین به علت نبود داده، LGD ثابت و EAD یک متغیر تصادفی با توزیع یکنواخت در نظر گرفته می‌شود.

---

1. Quantile Regression
2. Koenker & Bassett (1978)
۳. برای توضیحات بیشتر به مقاله ریکاردو و وانگر (۲۰۱۱) مراجعه شود.
4. Internal Rating Based approach
5. Probability of Default
6. Loss Given Default
7. Exposure At Default

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۲- شبیه‌سازی و آزمون استرس

گام اول در ارزیابی قرارگرفتن در معرض ریسک اعتباری و زیان‌های بالقوه‌ای که نهادهای مالی با آنها روبرو می‌شوند، تخمین احتمال نکول است. با استفاده از مدل‌های تجربی احتمال نکول و متغیرهای کلان اقتصادی در مرحله‌ی قبل، مقادیر احتمالات نکول با استفاده از مونت-کارلو، شبیه‌سازی می‌شوند[۱]. در نهایت با استفاده از این احتمالات نکول و مقادیر LGD و EAD توزیع زیان پرتفوی محاسبه می‌شود. مشخص کردن توزیع زیان[۲] شامل گام‌های زیر است:

- یک پرتفوی فرضی از ۷۰۰۰ وام ساخته می‌شود.
- مقادیر در معرض نکول (EAD) برای هر وام به‌صورت تصادفی با توزیع یکنواخت تعیین می‌شوند. مقدار درمعرض نکول هر وام و تعداد وام‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که مقدار کل در معرض نکول پرتفوی فرضی به مقدار درمعرض نکول بانک‌های ایران در سال ۱۳۹۵ که تقریبا معادل ۱۰۰ هزار میلیارد تومان[۳] بوده است برسد.
- زیان ناشی از نکول (LGD) در رویکرد IRB مقدار ۴۵ درصد فرض شده است، بنابراین در این مطالعه، این متغیر در سطح ۴۵ درصد تعیین می‌شود.
- احتمالات نکول شبیه‌سازی شده برای مقادیر در معرض نکول در پرتفوی اختیاری استفاده شده و توزیع زیان برای افق زمانی یکساله به‌دست می‌آید.

ریسک پرتفوی اعتباری معمولا توسط دو پارامتر مهم زیان انتظاری[۴] (EL) و زیان غیرانتظاری[۵] (UE) که مشخص‌کننده‌ی تابع توزیع احتمال زیان پرتفوی هستند ترسیم می‌شود. در حقیقت زیان غیرانتظاری تفاوت بین ارزش در معرض خطر (VaR) و زیان انتظاری است. سرمایه‌ی ریسک اعتباری مقدار سرمایه‌ی اقتصادی (EC)[۶] است که‌یک نهاد باید جهت پوشش این زیان‌های غیرانتظاری حفظ کند.

برای مشخص کردن توزیع زیان، با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو، گام‌های شبیه‌سازی برای هر سناریوی استرس، ۱۰۰۰۰ بار تکرار می‌شود. آزمون استرس با

---

۱. برای توضیحات بیشتر به مقاله باس (۲۰۰۲) مراجعه شود.
۲. برای توضیحات بیشتر به مقاله روبان و مانوئل (۲۰۱۴) مراجعه شود.
۳. سایت بانک مرکزی

4. Expected Loss
5. Unexpected Loss
6. Economic Capital

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه‌ی زیان‌های سناریوی پایه[1] و سناریوهای استرس اجرا می‌شود. در این مقاله سناریوهای کلان، در مقطع دوم سال ۱۳۹۵ ساخته شده و نتایج آن برای مقطع دوم ۱۳۹۶ (افق زمانی یک ساله) محاسبه می‌شود.

۵- ساختار داده‌ها

در این مقاله با استفاده از اطلاعات فصلی متغیرهای کلان اقتصادی و صنعت بانکداری طی دوره‌ی ۱۳۸۳ تا فصل دوم ۱۳۹۵، آزمون استرس ریسک اعتباری اجرا می‌شود. آزمون استرس ریسک اعتباری به دنبال شناسایی زیان‌های ناشی از نکول وام‌گیرندگان است. از آنجایی که نسبت مطالبات معوق به کل وام‌ها، تنها داده‌ای است که اطلاعات آن در سایت بانک مرکزی دردسترس است، بنابراین از این متغیر به‌عنوان پراکسی برای نرخ نکول استفاده شده است.

براساس ضریب تعیین و معنی‌داری ضریب و هم‌چنین براساس نتایج تأثیر این متغیرها در رگرسیون تک متغیره و چند متغیره[2]، در نهایت متغیر نرخ بیکاری، رشد تولید ناخالص داخلی، نرخ تورم و نرخ ارز به‌عنوان عوامل کلیدی مؤثر بر متغیر وابسته انتخاب شده‌اند. تمامی اطلاعات مربوطه از سایت مرکز آمار ایران و بانک مرکزی جمع‌آوری شده است.

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

متغیر	توصیف	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر
PD	احتمال نکول	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۳۲	۰/۲۲
Y	تبدیل لاجستیکی نرخ نکول	-۲/۲۹	-۱/۷۷	۰/۲۵	-۱/۲۷
UR	نرخ بیکاری (درصد)	۹/۵	۱۱/۳۸	۱/۲۳	۱۴/۶
gdpr	نرخ رشد تولید ناخالص داخلی (درصد)	-۶/۶	۲/۹۳	۴/۲	۱۲/۳۴
ER	نرخ ارز (هزارریال)	۸/۵۹	۱۷/۸	۱۱	۳۵/۸
IR	نرخ تورم (درصد)	۷/۲	۱۸/۱۲	۸/۶	۴۳

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

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

۲. رویکرد استفاده شده در مقاله باس (۲۰۰۲)

Archive of SID

www.SID.ir

تمامی متغیرهای برون‌زا، به جز نرخ ارز به‌صورت نرخ رشد هستند. به دلیل بالا بودن نرخ ارز، مقدار ریالی این متغیر بر ۱۰۰۰ تقسیم شده است تا در بازه‌ی مشابه سایر متغیرها قرار بگیرد.

۶- نتایج

۶-۱- برآورد مدل‌های ویلسون و رگرسیون چندک (QR)

تمامی تخمین‌ها و شبیه‌سازی‌ها در نرم‌افزار R انجام شده است. در جدول (۲) نتایج تخمین توسط مدل ویلسون و رگرسیون چندک (QR) در چندک‌های ۱۰٪، ۵۰٪ و ۹۰٪ ارائه شده است. در همه‌ی تصریح‌ها، علامت مطابق با انتظار است. علائم در مدل ویلسون و رگرسیون‌های چندک یکسان، اما معنی‌داری آنها متفاوت می‌باشد.

طبق انتظار، نرخ بیکاری دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر نرخ نکول است. علامت این متغیر مطابق با انتظار می‌باشد. با افزایش نرخ بیکاری، افراد، منبع درآمد خود را برای بازپرداخت تسهیلات‌شان از دست داده و در نتیجه احتمال اینکه نکول کنند افزایش پیدا می‌کند. انتظار می‌رود رشد GDP که وضعیت کلی اقتصاد را نشان می‌دهد، تأثیر منفی بر احتمال نکول بگذارد. افزایش نرخ رشد GDP، منجر به افزایش اعتماد و افزایش اعتماد منجر به فعالیت اقتصادی بیش‌تر می‌شود. بنابراین هنگامی که قرض‌گیرندگان در شرایط اقتصادی بهتر هستند، نرخ‌های نکول کاهش پیدا می‌کند. درصورتی که نرخ رشد اقتصادی کاهش پیدا کند نیز شرایط برعکس شده و احتمال اینکه افراد توانایی‌شان را برای بازپرداخت به‌دلیل شرایط نامطلوب اقتصادی از دست بدهند بالاتر می‌رود.

تأثیر نرخ ارز بر احتمال نکول، منفی و معنی‌دار است، یعنی با افزایش نرخ ارز، نرخ‌های نکول کاهش پیدا کرده است. افزایش نرخ ارز از چند جهت می‌تواند بر نرخ‌های نکول تأثیر منفی بگذارد که می‌توانند مرتبط با نیروهای بین‌المللی یا داخلی باشند. افزایش نرخ ارز یا به عبارتی کاهش ارزش پول داخلی بدین 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 تأثیر مثبت دارد و منجر به افزایش صادرات می‌شود. افزایش صادرات، تأثیر 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

Archive of SID

www.SID.ir

درآمدهای ارزی دولت می‌شود. با افزایش درآمد، دولت قادر است بدهی‌هایش را به افراد و بخش‌های خصوصی پرداخت کند که تقریباً بخش عمده‌ای از تسهیلات نیز به این گروه از افراد پرداخت شده است.

تأثیر نرخ تورم بر احتمال نکول، مثبت، اما بی‌معنی است. اگرچه نرخ تورم بالاتر در طول دوره‌ی بازپرداخت وام‌ها، منجر به کاهش هزینه‌ی واقعی بدهی شده و هم‌چنین سبب افزایش ارزش دارایی‌های افراد می‌شود، اما احتمال دارد منابع در دسترس خانوارها با پس‌انداز اندک برای بازپرداخت را نیز کاهش دهد. با توجه به تأثیر مثبت تورم، می‌توان گفت اثر دوم قوی‌تر بوده و بنابراین با کاهش منابع جهت بازپرداخت، احتمال نکول افزایش پیدا کرده است.

جدول ۲. تخمین مدل ویلسون و رگرسیون‌های چندک طی دوره‌ی ۹۵-۱۳۸۳

	ویلسون (OLS)	رگرسیون چندک QR (۰/۱)	رگرسیون چندک QR(۰/5)	رگرسیون چندک QR(۰/9)
عرض از مبدأ	***-۲/۱۹۳	***-۳/۲۵۹	***-۱/۶۷۵	***-۱/۸۰۶
نرخ بیکاری	*۰/۰۵۴۶	۰/۰۸۱	*۰/۰۱۲	**۰/۰۵۸
نرخ رشد GDP	*۰/۰۲۲۳	۰/۰۰۵	*-۰/۰۲	**-۰/۰۲۱
نرخ ارز	***-۰/۰۱۲	-۰/۰۰۱	**-۰/۰۱۳	***-۰/۰۱۷
نرخ تورم	۰/۰۰۴	*۰/۰۱۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۳
ضریب تعیین ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۶۱ ۰/۵۵			
آماره‌ی F مقدار احتمال	۱۵/۹۷۷ ۲e-۵			

کدهای معنی‌داری: ۱ ‘ ’ ۰/۱ ‘ . ’ ۰/۰۵ ‘*’ ۰/۰۱ ‘**’ ۰/۰۰۱ ‘***’.

متغیر وابسته شکل تغییریافته لجستیکی احتمال نکول است.

سپس مدل VAR نیز تخمین زده می‌شود. براساس معیار شوارتز[1]، یک وقفه به‌عنوان بهترین تصریح انتخاب می‌شود. معیار خوبی برازش (ضریب تعیین)، برای نرخ ارز و نرخ تورم بالاست، اما برای نرخ بیکاری پایین است و آماره‌ی F، معناداری هر چهار

۱. پیوست: جدول (۶): تعیین وقفه بهینه

Archive of SID

www.SID.ir

رگرسیون را تأیید می‌کند. هم‌چنین نتایج حاصل از آزمون ثبات حاکی از آن است که مدل VAR شرط ثبات را داراست، یعنی همه‌ی ریشه‌ها درون دایره‌ی واحد قرار می‌گیرند[۱].

۶-۲- آزمون استرس

۶-۲-۱- سناریوهای استرس

در این مقاله، سناریوهای کلان برای فصل دوم سال ۱۳۹۵ بررسی و نتایج آن‌ها برای فصل سوم ۱۳۹۵ تا فصل دوم ۱۳۹۶ (افق زمانی یک ساله) محاسبه می‌شوند. سناریوهای کلان با اضافه‌یا کم کردن یک، دو یا سه انحراف معیار به پیش‌بینی سیستم VAR برای فصل دوم سال ۱۳۹۵ ساخته می‌شوند. در انتها، براساس داده‌های ایران یکی از حالت‌های حدی بررسی می‌شود. در اینجا فقط بر سناریوهای تک متغیره که در آن‌ها تنها به‌یکی از متغیرها شوک وارده شده است تمرکز می‌شود.

۶-۲-۲- احتمالات نکول

ابتدا به اندازه‌ی یک انحراف معیار به هر کدام از متغیرها شوک وارد می‌شود. شوک‌های وارد شده به نرخ بیکاری، نرخ ارز و نرخ تورم، مثبت و شوک وارد شده به نرخ رشد تولید ناخالص داخلی منفی است. دلیل این امر نیز این است که اقتصاد ایران شوک‌های منفی زیادی برای رشد GDP تجربه کرده است. در این مقاله با این دید، تمام شوک‌های وارد شده به GDP، منفی در نظر گرفته می‌شود. این سناریوها "بدترین حالت" را برای کل مدل نشان نمی‌دهند، بلکه آنها فقط شوک‌های تک متغیره تحمیل شده به مدل هستند تا مقدار تأثیر عامل‌های مختلف را بر توزیع زیان مشخص کنند. نمودار (۱)، دنباله بالای تابع توزیع تجمعی احتمال نکول تخمین زده شده توسط مدل ویلسون و رگرسیون‌های چندک را تحت همه‌ی سناریوهای تک متغیره استرس نشان می‌دهد. نتایج مدل ویلسون با چندک ۵۰٪ تفاوت قابل ملاحظه‌ای ندارد، اما با چندک‌های ۱۰٪ و ۹۰٪ بسیار تفاوت است. مدل ویلسون، تأثیر شوک را در دنباله‌ی پایین، بیش ازحد و در دنباله‌ی بالا کمتر از حد نشان می‌دهد. با مقایسه‌ی فاصله‌ی افقی بین توزیع‌های تجمعی برای هر کدام از شوک‌ها، به نظر می‌رسد به جز نرخ رشد

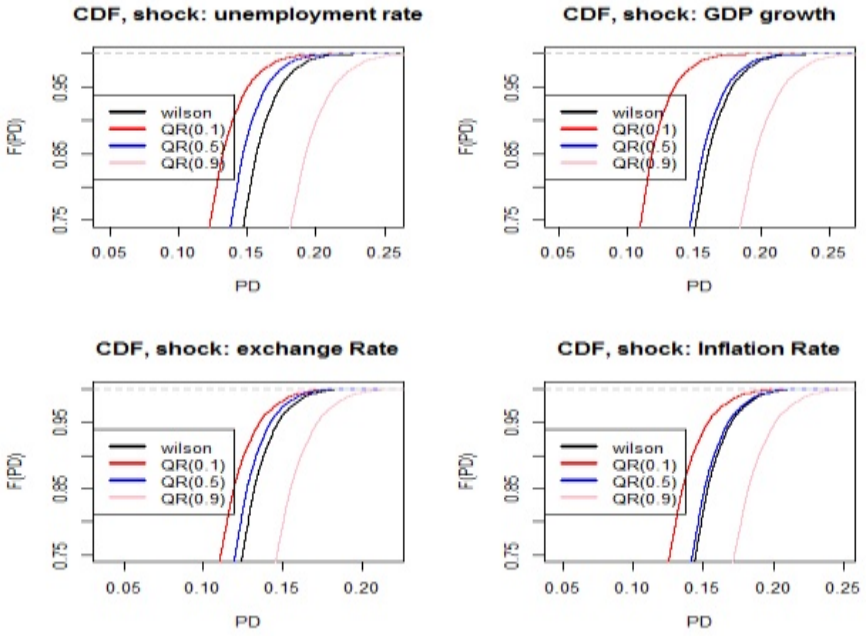
---

۱. نتایج آزمون ثبات و هم‌چنین توابع واکنش آنی مدل VAR به علت صرفه‌جویی در حجم مقاله، در اینجا ارایه نشده‌اند، ولی از طریق نویسندگان قابل دسترس هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

GDP، برای سایر شوک‌ها، فاصله‌ی افقی مدل ویلسون با رگرسیون چندک ۰/۱ کمتر از رگرسیون چندک ۰/۹ است. در حقیقت بدین مفهوم است که مدل ویلسون برای دنباله‌های بالای احتمالات نکول، به مراتب تخمین‌های ضعیف‌تری از اثرات شوک‌ها ارائه می‌دهد.



نمودار ۱. دنباله‌ی بالای توزیع تجمعی احتمال نکول تخمین زده شده توسط مدل ویلسون و رگرسیون چندک (QR)

توضیحات: تأثیر سناریوهای با شوک یک انحراف بر احتمال نکول در مدل ویسلون و رگرسیون‌های چندک ۱۰٪، ۵۰٪ و ۹۰٪ ((QR(۰/۱)، QR(۰/۵) و QR(۰/۹)) نشان داده شده است. نمودار بالا سمت چپ: دنباله‌ی بالای تابع توزیع تجمعی احتمال نکول تحت شوک نرخ بیکاری. نمودار بالا سمت راست: دنباله‌ی بالای تابع توزیع تجمعی احتمال نکول تحت شوک نرخ رشد GDP، نمودار پایین سمت چپ: دنباله‌ی بالای دنباله‌ی تابع توزیع تجمعی احتمال نکول تحت شوک نرخ ارز. نمودار پایین سمت راست: دنباله‌ی بالای تابع توزیع تجمعی احتمال نکول تحت شوک نرخ تورم.

۶-۲-۳- زیان‌های ناشی از ریسک اعتباری

هدف اصلی در این بخش، استفاده از آزمون استرس برای اندازه‌گیری سرمایه‌ی مورد نیاز بانک‌ها تحت سناریوهای استرس است که نه تنها با چنین شوک‌هایی مقابله

Archive of SID

www.SID.ir

کنند، بلکه از اقتصاد حقیقی نیز حمایت کنند، بنابراین با استفاده از این آزمون، اطلاعات جلونگری برای بهبود شرایط ثبات مالی ارائه می‌شود.

جدول (۳)، مقدار زیان‌های انتظاری و غیرانتظاری ناشی از ریسک اعتباری را تحت سناریوهای مختلف نشان می‌دهد. از آنجایی که احتمال نکول در افق یکساله شبیه‌سازی شده است، توزیع زیان نیز در همان افق یکساله بررسی می‌شود. مقدار زیان‌ها بر حسب هزار میلیارد تومان می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهند توزیع‌های زیان برای تمامی سناریوها، چوله به سمت راست هستند. در سناریوی پایه که هیچ شوکی اعمال نشده است، مقدار زیان در رگرسیون چندک ۵۰٪ بسیار نزدیک به مدل ویلسون است، اما مقدار زیان در رگرسیون‌های چندک ۱۰٪ و ۹۰٪ با مدل ویلسون متفاوت می‌باشد. در حقیقت مدل ویلسون، زیان چندک ۰/۱ را بیش‌تر از حد و زیان چندک ۰/۹ را کمتر از حد تخمین زده است. دلیل این امر نیز به خطی بودن مدل ویلسون برمی‌گردد، بنابراین مدل‌های خطی تقریب صحیحی از زیان‌های اعتباری به خصوص در دنباله‌ها ارائه نمی‌دهند.

همه‌ی سناریوها به جز سناریوی مربوط به نرخ ارز نسبت به سناریوی پایه، زیان بیش‌تری تولید می‌کنند. دلیل زیان کمتر نرخ ارز نسبت به سناریوی پایه نیز به تأثیر منفی این متغیر بر احتمال نکول برمی‌گردد.

با مقایسه‌ی مقدار زیان غیرانتظاری در سناریوهای استرس و سناریوهای پایه‌ی حاصل از مدل ویلسون، مشخص می‌شود که نرخ ارز مؤثرترین شوک برای صنعت بانکداری بوده است و بعد از آن نرخ رشد GDP با فاصله‌ی اندکی قرار می‌گیرد. نرخ بیکاری از لحاظ میزان اثرگذاری در جایگاه سوم قرار دارد و نرخ تورم نیز کم‌اثرترین عامل است. رگرسیون‌های چندک ۹۰٪ و ۵۰٪ نیز تا حدود زیادی این نتایج را تأیید می‌کنند.

در رابطه با مقدار سرمایه مورد نیاز بانک‌ها در سناریوهای پایه و استرس، باید مقدار زیان غیرانتظاری که تفاوت بین ارزش در معرض خطر و زیان انتظاری است، محاسبه شود، که مقدار آن در جدول (۵) گزارش شده است. مقدار زیان غیرانتظاری در مدل ویلسون نسبت به رگرسیون چندک ۹۰٪ کمتر و نسبت به رگرسیون چندک ۱۰٪ بیش‌تر است، بنابراین همان‌طور که در بالا اشاره شد، مدل ویلسون سرمایه‌ی لازم برای دنباله‌های پایین را بیش از حد و برای دنباله‌های بالا را کمتر از حد تخمین می‌زند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. زیان‌های ناشی از ریسک اعتباری ناشی از یک انحراف معیار شوک[1]

		ویلسون (OLS)	رگرسیون چندک QR (۰/۱)	رگرسیون چندک QR(۰/5)	رگرسیون چندک QR(۰/9)
شوک یک انحراف معیار					
نرخ بیکاری	ارزش در معرض خطر	۲۱/۴۸	۱۸/۸۸	۲۰/۳۷	۲۵/۲
	زیان انتظاری	۶/۸	۵/۹۸	۶/۴۲	۸/۲۴
	زیان غیرانتظاری۲	۱۴/۶۸	۱۲/۹	۱۳/۹۵	۱۶/۹۶
رشد تولید ناخالص داخلی	ارزش در معرض خطر	۲۱/۹۹	۱۷/۳۷	۲۱/۵۶	۲۵/۵۱
	زیان انتظاری	۶/۹۶	۵/۴۲	۶/۸۱	۸/۳۶
	زیان غیرانتظاری	۱۵/۰۳	۱۱/۹۵	۱۴/۷۵	۱۷/۱۵
نرخ ارز	ارزش در معرض خطر	۱۸/۶۴	۱۷/۴۲	۱۷/۹۲	۲۱/۲۵
	زیان انتظاری	۵/۷۹	۵/۴۲	۵/۶۱	۶/۷۳
	زیان غیرانتظاری	۱۲/۸۵	۱۲	۱۲/۳۱	۱۴/۵۲
نرخ تورم	ارزش در معرض خطر	۲۱/۰۴	۱۹/۲۲	۲۰/۸۵	۲۳/۹۹
	زیان انتظاری	۶/۶۶	۶/۰۹	۶/۵۸	۷/۸۲
	زیان غیرانتظاری	۱۴/۳۸	۱۳/۱۳	۱۴/۲۷	۱۶/۱۷
سناریوی پایه	ارزش در معرض خطر	۴۲/۲	۶۵/۱۷	۱۶/۲	۹۳/۲۳
	زیان انتظاری	۴۵/۶	۵۱/۵	۳۴/۶	۸/۷
	زیان غیرانتظاری	۱۳/۹۷	۱۲/۱۴	۱۳/۸۲	۱۶/۱۳

۶-۲-۴- سناریوی "بدترین حالت"

سناریوهای با شوک یک انحراف معیار، بدترین وضعیت اقتصادی ایران را نشان نمی‌دهند. در قسمت بالا برای مقایسه تأثیر شوک‌ها، فقط به اندازه‌ی یک انحراف معیار به هر کدام از متغیرها شوک وارد شده است. در این قسمت با توجه به شوک‌هایی که اقتصاد ایران در سال‌های اخیر تجربه کرده است چند سناریوی حدی بررسی می‌شوند. با توجه به داده‌های ایران، به نظر می‌رسد ایران شوک ۳ انحراف معیار برای نرخ بیکاری،

۱. واحد تمام متغیرها به صورت هزار میلیارد تومان است.

۲. زیان غیرانتظاری، مقدار سرمایه‌ی اقتصادی است که بانک‌ها باید حفظ کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

نرخ رشد GDP و نرخ ارز و شوک یک انحراف معیار برای تورم را تجربه کرده است. باید توجه شود که سناریوهای انتخاب شده هنوز هم تاحدی فرضی هستند و ارائه‌ی دقیقی از رویدادهای تاریخی به‌شمار نمی‌روند.

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 ۹۱ نسبت به سال ۹۰)
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 ۹۲ نسبت به دوره‌ی مشابه سال قبل)

شبیه‌سازی برای هر کدام از سناریوهای استرس به تعداد ۱۰۰۰۰ بار اجرا می‌شود تا توزیع زیان مشخص شده و سرمایه‌ی مورد نیاز بانک‌ها برای مقابله با این سناریوها محاسبه شوند. در جدول زیر مقدار سرمایه‌ی اقتصادی مورد نیاز گزارش شده است. در حقیقت این سرمایه، حداقل سرمایه‌ای است که بانک‌ها باید حفظ کنند تا بتوانند در مقابل این شوک‌ها تاب‌آور باشند، یعنی توانایی انجام وظایف خود را داشته باشند.

جدول (۴)، مقدار سرمایه‌ی مورد نیاز بانک‌ها برای سناریوهای بالا را نشان می‌دهد. همان‌طور که در قسمت‌های قبل گفته شد، بانک‌ها برای مقابله با زیان‌های غیرانتظاری نیاز به سرمایه دارند، بنابراین ارزش در معرض خطر و زیان‌های انتظاری برای محاسبه‌ی زیان‌های غیرانتظاری که همان میزان سرمایه‌ی اقتصادی است که بانک‌ها باید حفظ کنند برآورد می‌شوند. در جدول (۶) فقط مقدار سرمایه (تفاوت بین ارزش در معرض خطر و زیان انتظاری) که هدف اصلی مقاله است، گزارش شده است.

مقدار سرمایه‌ی مورد نیاز در سناریوی مربوط به نرخ تورم، در چهار رگرسیون، تفاوت معنی‌داری با سناریوهای پایه ندارد، بدین معنی که شوک نرخ تورم عامل مؤثری بر زیان بانک‌ها نیست، اما بین رگرسیون‌های مختلف، تأثیر شوک نرخ تورم متفاوت است. در رگرسیون‌های با چندک بالاتر، بانک‌ها نیاز به سرمایه‌ی بیش‌تری برای مقابله با شوک‌ها دارند.

اگر یک شوک مثبت نرخ ارز اتفاق بیفتد، بانک‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای به حفظ سرمایه‌ی کمتری نیاز خواهند داشت. این تفاوت در رگرسیون چندک ۰/۹ بیش‌تر است،

Archive of SID

www.SID.ir

در حالی که در سناریوی پایه این رگرسیون نیاز به حفظ حدود ۱۶ هزار میلیارد تومان سرمایه دارد، ولی در سناریوی استرس به حدود ۱۰ هزار میلیارد تومان سرمایه نیاز است. براساس مدل ویلسون نیز تقریبا همین مقدار سرمایه مورد نیاز می‌باشد. در رابطه با شوک‌های نرخ بیکاری و رشد GDP، همان‌طور که نتایج شوک یک انحراف معیار نیز نشان می‌دهد، رشد تولید ناخالص داخلی، عامل مؤثرتری نسبت به نرخ بیکاری بوده است. در رابطه با توجیه تأثیر متغیرها بر سرمایه بانک‌ها، می‌توان توجیه‌های مربوط به تأثیر این متغیرها بر نرخ نکول را که در بالا توضیح داده شده است، ارائه داد.

جدول ۴. حداقل سرمایه مورد نیاز برای مقابله با سناریوهای حدی

	ویلسون (OLS)	رگرسیون چندک QR (۰/۱)	رگرسیون چندک QR(۰/5)	رگرسیون چندک QR(۰/9)
نرخ بیکاری	۱۵/۷	۱۴/۶۷	۱۴/۲۸	۱۷/۹۱
رشد تولید ناخالص داخلی	۱۶/۵۷	۱۳/۴۲	۱۶/۱۸	۱۸/۱۴
نرخ ارز	۱۰/۱۱	۱۱/۴۴	۹/۴۱	۱۰/۷۸
نرخ تورم	۱۴/۳۸	۱۳/۱۳	۱۴/۲۷	۱۶/۱۷
سناریوی پایه	۱۳/۹۷	۱۲/۱۴	۱۳/۸۲	۱۶/۱۳

۷- نتیجه‌گیری

در این مقاله، هدف، تخمین زیان‌های ناشی از ریسک اعتباری با استفاده از آزمون استرس است تا بتوان حداقل سرمایه موردنیاز بانک‌ها را برآورد کرد. آزمون استرس ریسک اعتباری به‌عنوان یک فرایند چندمرحله‌ای دیده می‌شود. در گام اول رابطه‌ی بین متغیرهای کلان اقتصادی انتخاب شده 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 مرحله‌ی اول هستند، شبیه‌سازی می‌شود. در گام سوم با استفاده از مقادیر LGD و EAD، توزیع زیان پرتفوی محاسبه می‌شود. ارزش درمعرض خطر[1] جهت

1. Value at Risk

Archive of SID

www.SID.ir

برآورد سرمایه‌ی مورد نیاز بانک‌ها که زیان‌های اعتباری تحت سناریوهای استرس را پوشش دهند محاسبه می‌شود. از آنجایی که VaR حداکثر زیان را محاسبه می‌کند، در این مرحله می‌توان زیان غیر انتظاری را به‌دست آورد که تفاوت بین VaR و زیان انتظاری (ارزش انتظاری توزیع زیان) است.

یک جنبه‌ی مهم آزمون استرس، انتخاب سناریو است. سناریوهای استرس باید شوک‌های حدی ولی محتمل‌الوقوع را دربربگیرند. در این مقاله، ابتدا سناریوهای با شوک یک انحراف معیار به هر کدام از متغیرهای کلان بررسی می‌شود که ممکن است شوک‌های حدی نیز نباشند. دلیل بررسی این سناریوها، مقایسه‌ی نتایج چهار رگرسیون برای شوک‌های برابر به هر چهار متغیر است. در مرحله‌ی دوم با توجه به داده‌های اقتصادی ایران، چهار سناریو که حاوی شوک‌های حدی هستند بررسی شده و سرمایه‌ی مورد نیاز در هر سناریو با استفاده از شبیه‌سازی مونت-کارلو محاسبه می‌شود.

نتایج حاصل از برازش مدل احتمال نکول نشان می‌دهد نرخ بیکاری دارای تأثیر مثبت بر نرخ نکول بوده و این تأثیر از نظر آماری نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. نرخ تورم نیز دارای تأثیر مثبت است، ولی تأثیرش از نظر آماری معنی‌دار نیست. تأثیر 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 نشان می‌دهد که مدل ویلسون، تأثیر شوک را در دنباله‌ی پایین، بیش ازحد و در دنباله‌ی بالا کمتر از حد نشان می‌دهد. با مقایسه‌ی فاصله‌ی افقی بین توزیع‌های تجمعی برای هر کدام از شوک‌ها، به نظر می‌رسد به جز نرخ رشد GDP، برای سایر شوک‌ها، فاصله‌ی افقی مدل ویلسون با رگرسیون چندک ۰/۱ کمتر از رگرسیون چندک ۰/۹ است. در حقیقت بدین مفهوم است که مدل ویلسون برای دنباله‌های بالای احتمالات نکول، به مراتب تخمین‌های ضعیف‌تری از اثرات شوک‌ها ارائه می‌دهد.

نتایج نشان می‌دهند توزیع‌های زیان برای تمامی سناریوها، چوله به سمت راست هستند. مقدار زیان در رگرسیون چندک ۵۰٪ بسیار نزدیک به مدل ویلسون است، اما مقدار زیان در رگرسیون‌های چندک ۱۰٪ و ۹۰٪ با مدل ویلسون متفاوت است. در حقیقت مدل ویلسون، زیان چندک ۰/۱ را بیش‌تر از حد و زیان چندک ۰/۹ را کمتر از حد تخمین زده است. با مقایسه‌ی مقدار زیان غیرانتظاری در سناریوهای استرس و

Archive of SID

www.SID.ir

سناریوهای پایه حاصل از مدل ویلسون مشخص می‌شود که نرخ ارز مؤثرترین شوک برای صنعت بانکداری بوده و بعد از آن نرخ رشد GDP با فاصله‌ی اندکی قرار می‌گیرد. نرخ بیکاری از لحاظ میزان اثرگذاری در جایگاه سوم قرار دارد و نرخ تورم نیز کم‌اثرترین عامل است. رگرسیون‌های چندک ۹۰٪ و ۵۰٪ نیز تا حدود زیادی این نتایج را تأیید می‌کنند.

در این مقاله به موضوع ریسک اعتباری پرداخته شده است، ولی محدودیت‌هایی در مطالعه وجود دارد. به‌عنوان نمونه، بانک‌ها با ریسک‌های مختلفی غیر از ریسک اعتباری، مانند ریسک عملیاتی و ریسک بازار، نیز روبرو بوده و از ناحیه‌ی آن‌ها متحمل زیان می‌شوند، بنابراین مقدار سرمایه محاسبه شده در این مقاله فقط حداقل سرمایه‌ی موردنیاز برای پوشش ریسک اعتباری است. سه دلیل اصلی متمرکز شدن بر ریسک اعتباری، جدید بودن موضوع در ایران، محدودیت داده‌ها و اهمیت بالاتر ریسک اعتباری نسبت به سایر ریسک‌ها است. براساس مطالعات انجام گرفته، در بحران‌های مالی، بیش‌ترین زیان از ناحیه‌ی ریسک اعتباری به بانک‌ها تحمیل شده است، بنابراین مقدار سرمایه موردنیاز برای این نوع ریسک نیز بیش‌تر است. در زمینه‌ی ریسک اعتباری، نیز به علت محدودیت داده، مقادیر برخی از متغیرها به‌صورت تصادفی انتخاب شده است که همین امر دقت تخمین سرمایه‌ی محاسبه شده را کاهش می‌دهد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات دیگری با استفاده از رویکردهای تجمیع ریسک، مقدار کل سرمایه‌ی موردنیاز بانک‌ها برآورد شود. هم چنین، استفاده از داده‌های بانک‌ها به‌صورت داده‌های پانل، که متاسفانه درحال حاضر دردسترس محققان نیست، می‌تواند در افزایش دقت برآوردهای انجام شده مؤثر باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست

جدول ۵. آزمون‌های ریشه‌ی واحد

	دیکی- فولر (سطح)	دیکی- فولر (تفاضل)	فیلیپس پرون (سطح)	فیلیپس پرون (تفاضل)
تبدیل لاجستیکی احتمال نکول	۰/۶۰۲	۰/۲۷۳	۰/۶۸۴	۰/۰۱
رشد GDP	۰/۱۸۵	۰/۲۸۵	۰/۰۴۹	۰/۰۱
نرخ تورم	۰/۵۶۷	۰/۰۱	۰/۵۹	۰/۰۳
نرخ ارز	۰/۵۴۲	۰/۰۶۹	۰/۷۸۲	۰/۰۱
نرخ بیکاری	۰/۷۶۱	۰/۱۳۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱

توضیحات: مقادیر P-values برای آزمون‌های دیکی-فولر و فیلیپس پرون در سطح و تفاضل مرتبه‌ی اول ارائه شده است. با توجه به جدول بالا به جز نرخ بیکاری که با آزمون PP در سطح ماناست، بقیه متغیرها در سطح مانا نیستند و باید از تفاضل مرتبه‌ی اول آنها استفاده کرد.

جدول ۶. تعیین وقفه‌ی بهینه

	وقفه‌ی بهینه	۱	۲	۳	۴	۵
آکائیک	۴	-۵/۹۳۴	-۶/۳۲	-۶/۲۵	-۶/۸۸	-۶/۷۸
حنان-کوئین	۴	-۵/۶۳۵	-۵/۴۷۸	-۵/۴۷۸	-۵/۸۶	-۰/۵۲۴
شوارتز	۱	-۵/۱۳۱	-۴/۱۶۹	-۴/۱۶۹	-۴/۱۵	-۳/۴۰۹
معیار خطای نهایی پیش‌بینی	۴	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۵

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

منابع

۱. امیری، فاطمه (۱۳۸۶). آزمون استرس ریسک نرخ بهره با استفاده از روش دیـرش در یکی از بانک‌های خصوصی، دانشگاه صنعتی شریف، کارشناسی ارشد.

۲. بامنی مقدم، محمد و خوش گویان فرد، علیرضا، (۱۳۸۳). کاربرد رگرسیون چندک در شناسایی شکل توزیع رفاه مورد انتظار جوانان، فصلنامه‌ی علمی پژوهشـی رفـاه اجتماعی، سال چهارم، شماره ۱۵، صفحات ۴۳-۵۶.

Archive of SID

www.SID.ir

۳. حیدری، هادی، زواریان، زهرا و نوربخش، ایمان (۱۳۸۸). بررسی اثر شاخص‌های کلان اقتصادی بر مطالبات معوق بانک‌ها، فصلنامه‌ی پول و اقتصاد، شماره‌ی ۴.
۴. حیدری، هادی، صابریان رنجبر، سوده و نیلی، فرهاد (۱۳۹۱). تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ترازنامه‌ی بانک‌ها با رویکرد آزمون تنش (مطالعه‌ی موردی یکی از بانک‌های خصوصی)، فصلنامه‌ی پول و اقتصاد، شماره‌ی ۸.
۵. قالیباف اصل، حسن و افشار، منیژه (۱۳۹۳). بررسی کاربرد استفاده از مدل KMV در پیش‌بینی ریسک ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و مقایسه مدل با نتایج مدل رتبه‌ی Z آلتمن، مجله‌ی مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره‌ی بیست ویکم، ۸۸-۷۵.
۶. همتی، عبدالناصر و محبی‌نژاد، شادی (۱۳۸۸)، ارزیابی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک اعتباری بانک‌ها، پژوهشنامه‌ی اقتصادی، ویژه‌ی نامه بانک، شماره‌ی ۶، ۵۹-۳۳.

7. Allen, D. E., Boffey, R. R., & Powell, R. (2011). A Quantile Monte Carlo approach to measuring extreme credit risk", Working Paper Series, Edith Cowan University.
8. Allen, D. E., Kramadibrata, AR., Powell, RJ., & Singh, AK. (2010). "Using quantile regression to estimate capital buffer requirements for Japanese banks", Proceedings of the Globalization, Monetary Integration and Exchange Rate Regimes in East Asia Conference, Perth.
9. Bharath, S., & Shumway, T. (2008). "Forecasting Default with the KMV-Merton Model", University of Mochigan .
10. Boss, M. (2002). "A Macroeconomic credit risk model for stress testing the Austrian credit portfolio", Financial Stability Report 4, Oesterreichische Nationalbank .
11. Basel Committee on Banking Supervision (2006). International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework Comprehensive Version.
12. CGFS (2000). "Stress testing by large financial institutions: current practice and aggregation issues", Bank for International Settlements
13. CGFS (2005). "Stress testing at major financial institutions: survey result and practice", Bank for International Settlement
14. Chan-Lau, J. A. (2013). "Market-Based Structural Top-Down Stress Tests of the Banking System", International Monetary Fund, WP/13/88 .

Archive of SID

www.SID.ir

15. Chan-Lau, J. A. (2006). “Fundamentals-Based Estimation of Default Probabilities: A Survey. ” IMF Working Paper No. 06/149 .
16. Covas, F., Rump, B., & Egon Z. (2014). “Stress-testing US bank holding companies: A dynamic panel quantile regression approach.” International Journal of Forecasting 30(3), 691-713 .
17. Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2000). “Risk management”, Mc-Graw Hill.
18. Dimitris, N. (2002). “Stress Testing risk management strategies for extreme events”, Euromoney Books.
19. 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.
20. Drehmann, M., Patton, A. J., & Sorensen, S. (2009). “Non-Linearities and Stress Testing,” in Proceedings of the Fourth Joint Central Bank Research Conference on Risk Measurement and Systemic Risk, Frankfurt, Germany, European Central Bank, pp. 213–301.
21. Drehmann, M. (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.
22. Foglia, A. (2009). “Stress Testing Credit Risk: A survey of Authorities Approaches”, Internarional Journal of Central Banking, 5(3).
23. Vazquez, F., Tabak, B., M., & Souto, M. (2012). “A Macro Stress Test Model of Credit Risk for the Brazilian Banking Sector, Journal of Financial Stability, 8(2), 69– 83.
24. Jordà, O. (2005). “Estimation and inference of impulse responses by local projections”, American Economic Review, 75 (1), 121-112 .
25. Koenker, R. (2004). “Quantile Regression for Longitudinal Data,” Journal of Multivariate Analysis, 91(1), 74–89 .
26. Koenker, R., & Xiao, Z. (2002). “Inference on the Quantile Regression Process”, Econometrica 70 (4), 1583-1612 .
27. Merton, R. C. (1974). “On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates”, Journal of Finance, 29, 449–70 .
28. Merton, Robert C. (1974). “On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates,” Journal of Finance, 29(2), 449–70 .
29. Pesaran, M. H., Schuerman, T., Treutler, B. J., & Weiner, S. M. (2002). “Macroeconomic Dynamics and Credit Risk: a Global Perspective”, Journal of Money Credit and Banking, 31 (5).

Archive of SID

www.SID.ir

30. Quagliariello, M. (2009). "stress-Testing The Banking System: Methodologies and Applications", Cambridge university Press.
31. Ricardo, S., & Wanger, P. (2011). "Macro Stress testing of credit Risk Focused on the Tails", Working Paper Series, Banko central Do Brasil.
32. Ruben, G. C., & Manuel, M. (2014). "Estimating the distribution of total default losses on the Spanish financial system".
33. Simons, D., & Rolwes, F. (2009). "Macroeconomics Default Modeling and Stress Testing", International Journal of Central Banking.
34. Virolainen, K. (2004). "Macro Stress Testing with a Macroeconomic Credit Risk Model for Finland", Bank of Finland Discussion Papers, 11.
35. Wei, L., & Yang, Z. (2012). "Stress testing of Commercial banks' Exposure to Credit Risk: A study based on write-off Nonperforming loans", Asian social acience, 8(10).
36. Wilson, T. C. (1779a). "Portfolio Credit Risk (I)", Risk.
37. Wilson, T. C. (1779b). "Portfolio Credit Risk (II)", Risk.
38. Wong, J., Choi, K., & Fong, T. (2008). "A Framework for Stress Testing Bank's Credit Risk," The Journal of Risk Model Validation 2(1), 3–23.

Archive of SID

www.SID.ir