



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
سال هشتم / شماره بیست‌ونهم / بهار ۱۳۹۸

کاربرد انواع مدل‌های آزمون استرس برای مدیریت ریسک

مرضیه نوراحمدی

دانشجوی دکتری مدیریت مالی، گرایش مهندسی مالی، دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری.
nourahmadim@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۰۲

چکیده

شبکه‌های مالی کانالی بالقوه برای انتشار شوک‌های بحران‌ها می‌باشند که به عنوان عامل اصلی برای ثبات سیستماتیک در نظر گرفته می‌شوند. اصطلاح آزمون استرس به تکنیک‌ها و روش‌های مختلف برای ارزیابی تأثیر حوادث یا ترکیبی از وقایع اشاره می‌نماید که ممکن است به‌طور معمول برای واحدهای کسب و کار رخ بدهد. روش پژوهش حاضر به روش شناخت تاریخی و به شیوه کتابخانه‌ای و با هدف توسعه و ترویج دانش با استفاده از منابع علمی نظیر کتب و مقالات اجرا شده است. در این پژوهش ضمن بررسی پیشینه پژوهش‌های انجام شده در خصوص آزمون استرس، به کاربرد آزمون استرس در مدیریت ریسک پرداخته و مراحل طراحی پیاده‌سازی آزمون استرس را در قالب نمودار ترسیم نموده و انواع روش‌های مختلف آزمون استرس را معرفی می‌نماییم و بعد از آن مزایا و مشکلات آزمون استرس را بیان نموده و در نهایت به ارائه پیشنهادات در خصوص پیاده‌سازی این روش می‌پردازیم.

واژه‌های کلیدی: آزمون استرس، مدیریت ریسک، تحلیل سناریو.

۱- مقدمه

اگر به تاریخ حیات اقتصادی بشر در این دو قرن اخیر مراجعه نماییم بدون شک می‌توانیم بحران‌های فراوانی را شناسایی کنیم. این بحران‌ها هر کدام به نوبه‌ی خود دارای آثار و تبعاتی هم بر زندگی معیشتی افراد و هم بر حیات سیاسی-اجتماعی نیز داشته‌اند که با توجه به عمق و وسعتی که بحران‌ها داشته‌اند بر سیاست‌گذاری‌های اقتصادی نیز اثراتی داشته است. این بحران‌ها می‌توانند اختلالات مهمی در بازارهای مالی ایجاد کنند و باعث ورشکستگی بسیاری از بنگاه‌های مالی گردند. استفاده از معیارهای مناسب برای اندازه‌گیری ریسک و برآورد آن، از اهمیت تئوریک و عملی در ارتباط با مدیریت ریسک برخوردار می‌باشد.

تکنیک‌های آزمون استرس در سطح فردی بوسیله بانک‌های فعال در سطح بین‌المللی از اوایل دهه ۱۹۹۰ اعمال شده است. آن‌ها به طور کلی در زمینه مدیریت ریسک بانک‌ها به منظور تکمیل تخمین‌های مدل‌های داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به تکنیک‌های ارزش در معرض ریسک استاندارد (VaR) آن‌ها قادر به ارزیابی تأثیر حوادث فرین دلخواهانه می‌باشند. از سال ۱۹۹۶ بانک‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذاری ملزم به توسعه آزمون استرس به عنوان بخشی از مدل‌های داخلی خود برای محاسبه سرمایه مورد نیاز برای ریسک بازار شدند (کواکلیریو^۱، ۲۰۰۹، ص ۱۹).

آزمون استرس ابزاری برای مدیریت ریسک می‌باشد که برای ارزیابی تأثیر بالقوه حوادث یا رویدادها بر مجموعه‌ای از متغیرهای مالی بر روی پرتفلیو می‌پردازد (لوپز^۲، ۲۰۰۵). آزمون استرس ابزاری مهم برای ارزیابی ریسک نظام مالی است. مدل‌هایی که از این آزمون استفاده می‌نمایند در حال تکامل هستند تا بتوانند ویژگی‌های واقع بینانه‌تری را در نظر بگیرند (آناند و همکارش^۳، ۲۰۱۴، ص ۶۱). بحران مالی ۲۰۰۹-۲۰۰۷ نشان داد علاوه بر ریسک ناتوانی در پرداخت تعهدات، ریسک نقدینگی و اثرات متقابل بانک‌ها بر روی هم نیز می‌توانند زیان‌هایی را برای آن‌ها در دوره استرس ایجاد نمایند (آناند و همکارش^۴، ۲۰۱۴، ص ۶۱). آزمون استرس ابزاری برای مدیریت ریسک است که به ارزیابی تأثیر بالقوه حوادث یا رویدادها بر مجموعه‌ای از متغیرهای مالی پرتفوی می‌پردازد (لوپز^۵، ۲۰۰۵). آزمون استرس ورودی لازم برای تصمیم‌گیری در خصوص مسائلی مانند مصون‌سازی، تخصیص پرتفوی و کفایت سرمایه را فراهم می‌نماید (الکساندر و شیدی^۶، ۲۰۰۸).

آزمون‌های استرس برای بررسی دنباله‌های توزیع زیان فراتر از آستانه (معمولاً ۹۹٪) که برای محاسبه ارزش در معرض ریسک استفاده می‌شود، طراحی شده‌اند. از آنجایی که تا پایان سال ۱۹۹۷ موسسات مالی از مدل‌های ارزش در معرض ریسک برای ارزیابی کفایت سرمایه مورد نیاز برای بکارگیری آزمون استرس استفاده می‌نمودند (کمیته بازل در نظارت بانکداری ۱۹۹۶ را ملاحظه نمایید). آزمون استرس برای انواع مختلف ریسک و سطوح تجمع اعم از یک ابزار مالی تا سیستم مالی کل اقتصاد بکار گرفته می‌شود، روش‌های مختلفی برای محاسبه آزمون استرس وجود دارد: روش آزمون استرس تک متغیره و چند متغیره. هم‌چنین می‌توان آزمون استرس را از دیدگاه کلان نیز بررسی نمود که شامل رویکرد جزئی و رویکرد یکپارچه می‌باشد.

از آنجایی که مفهوم آزمون استرس و انواع مدل‌های آزمون استرس در ایران جدید می‌باشد در این پژوهش به مرور کلی و معرفی روش‌های اصلی برای طراحی آزمون استرس با هدف ترویج و توسعه دانش دانش جدید

پرداخته می‌شود. ساختار مقاله حاضر بدین صورت می‌باشد: ابتدا به بررسی پیشینه پژوهش‌های انجام شده در راستای موضوع تحقیق می‌پردازیم. سپس به ادبیات نظری و روش‌های مختلف برای محاسبه آزمون استرس را تشریح نموده و بعد از آن مزایا و معایب آزمون استرس ارائه می‌گردد و نهایتاً در بخش آخر به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات کاربردی در راستای تکمیل پژوهش می‌پردازیم.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

آزمون استرس عمدتاً برای تعیین موقعیت‌های بحرانی که روابط «ترمال» بازار شکست می‌خورد و معیارهای VaR و ES همراه کننده می‌گردند مناسب می‌باشد (داو،^۷ ۲۰۰۵، ص ۲۹۲). ادبیات اصلی مرتبط با آزمون استرس به سه بخش اصلی تقسیم می‌شود: در بخش اول پژوهش‌گرانی مانند برکویتز^۸ (۱۹۹۹)، ماجنونی^۹ و همکاران (۲۰۰۱)، سورج^{۱۰} (۲۰۰۴) و چیهک^{۱۱} (۲۰۰۷) به ارائه مفاهیم مرتبط با آزمون استرس به عنوان جدید برای مدیریت ریسک مالی پرداختند. بخش دوم، ادبیات تحقیق مرتبط با مدل‌های مبتنی بر سناریو برای آزمون استرس پرتفوی می‌باشد. می‌توان به مواردی مانند تحقیقات کیوپیک^{۱۲} (۱۹۹۸)، بی^{۱۳} (۲۰۰۱)، کیم و فینگر^{۱۴} (۲۰۰۰)، ارگونز و همکارانش^{۱۵} (۲۰۰۱)، بروئر^{۱۶} و همکارانش (۲۰۰۲)، الکساندر و شیدی^{۱۷} (۲۰۰۸)، مک نیل و اسمیت^{۱۸} (۲۰۱۲)، بروئر و سیزار^{۱۹} (۲۰۱۳) اشاره نمود. بخش سوم پژوهش‌ها به دوران بحران مالی ۲۰۰۷-۲۰۰۹ بر می‌گردد که با توجه به پیامدهای گسترده بحران مالی، تحقیقات بیشتری در خصوص آزمون استرس انجام شد. در این زمینه می‌توان به تحقیقات باس^{۲۰} (۲۰۰۸)، الساندرو و همکارانش^{۲۱} (۲۰۰۹)، آیکمن و همکارانش^{۲۲} (۲۰۰۹)، ون دن اند^{۲۳} (۲۰۱۲)، آچاریا و همکارانش^{۲۴} (۲۰۱۴) اشاره نمود. از آزمون استرس می‌توان برای بررسی انواع ریسک‌های مختلف از جمله ریسک بازار (الکساندر و شیدی^{۲۵} ۲۰۰۸ و سانجای باسو^{۲۶} ۲۰۱۱) ریسک اعتباری (فولگلیا^{۲۷} ۲۰۰۸ و راس و اسچول^{۲۸} ۲۰۰۷) و ریسک نقدینگی (ون و همکارانش^{۲۹} ۲۰۰۹ و جابست و همکارانش^{۳۰} ۲۰۱۷ و پاگارتیس و همکارانش^{۳۱} ۲۰۱۷) استفاده نمود. همچنین می‌توان برای محاسبه کیفیت سرمایه بانک‌ها (الدومیاتی و همکارانش^{۳۲} ۲۰۱۶) و ارزیابی عملکرد بانک‌ها (دامپوس و همکارانش^{۳۳} ۲۰۱۶) از آزمون استرس استفاده نمود. ویرولین^{۳۴} (۲۰۰۴) در مقاله «آزمون استرس کلان با مدل ریسک اعتباری اقتصاد کلان برای فنلاند» با استفاده از اطلاعات مربوط به ورشکستگی بخش خصوصی در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۳ مدل ریسک اعتباری اقتصاد کلان را برای بخش مالی فنلاند تخمین زد. وی به ارائه برخی از نمونه‌های بکارگیری مدل آزمون استرس کلان می‌پردازد. الکساندر و شیدی^{۳۵} (۲۰۰۸)، در پژوهش خود رویکرد جدیدی برای آزمون استرس در زمینه مدل‌های ریسک بازاری ارائه نمودند که می‌تواند هر دوی خوشه-بندی نوسان و دنباله پهن را ترکیب نموده و در نظر بگیرد. کاپینوس و میتنیک^{۳۶} (۲۰۱۶) در مقاله خود روشی ساده و صرفه‌جو برای آزمون استرس بانک‌ها با استفاده از رویکرد بالا به پایین پیشنهاد نمودند که تأثیرات ناهمگن شوک‌های متغیرهای کلان اقتصادی بر ارزش بازار بانک‌ها را اندازه‌گیری می‌نماید. رویکرد آن‌ها متکی بر شیوه انتخاب متغیر جهت شناسایی محرک‌های کلان اقتصادی متغیرهای بانکداری و نیز عوامل ترازنامه و صورت سود و زیان و استفاده از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌باشد. برچمن، هندریچ و زادو^{۳۷} (۲۰۱۳) در

مقاله «شبیه‌سازی کاپیولای شرطی برای آزمون استرس ریسک سیستماتیک» به‌منظور بررسی اثرات سرایت‌پذیر میان مؤسسات مالی با استفاده از استخراج ساختار وابستگی اساسی روشی را برای آزمون استرس تدوین نمودند. روش آن‌ها از کاپیولای ارشمیدسی^{۳۸} و واین^{۳۹} مشتق شده بود. مدل ساختار وابستگی و نتایج آزمون استرس بینش جدیدی در رابطه با همبستگی بانک‌ها و بیمه‌گران ارائه می‌کند. سینگ، آلن و رابرت^{۴۰} (۲۰۱۳) در مقاله «ریسک بازار فرین و تئوری ارزش فرین» تئوری ارزش فرین (EVT) را برای مدل ریسک بازار فرین برای شاخص عمومی ASX-ALL و شاخص S&P500 آمریکا بکار گرفتند. آن‌ها نشان دادند که EVT می‌تواند برای سری‌های بازده بازارهای مالی برای پیش‌بینی VaR، CVaR، یا ES (ریزش مورد انتظار) و سطح بازده مورد انتظار و همچنین محاسبه VaR روزانه با استفاده از مدل GARCH و EVT مبتنی بر رویکرد پویا، با موفقیت بکار گرفته شود. بر اساس پژوهش گلداستین و ساپرا^{۴۱} (۲۰۱۴) نتایج آزمون استرس بانک‌ها باید به دو دلیل زیر افشا شوند: اولاً: افشا ممکن است با عملکرد بازار بین بانکی و توزیع ریسک موجود در بازار مواجه شود. دوماً: افشا به بهبود بهره‌وری قیمت و انضباط بازار کمک نماید. سوم: افشا می‌تواند دارای منافع خارج از بازار باشد و منجر به واکنش بیش از حد و ناکارآمدی به اخبار عمومی شود. چهارم: افشا منجر به کاهش انگیزه‌های معامله‌گران برای جمع‌آوری اطلاعات می‌شود. در نتیجه به‌طور کلی افشای نتایج آزمون استرس می‌تواند باعث ثبات مالی گردد.

اسچورمن^{۴۲} (۲۰۱۴) در مقاله «آزمون استرس بانک‌ها» به ارائه چارچوبی برای آزمون استرس بانک‌ها می‌پردازد که چرا آزمون استرس مفید است و چرا در طول بحران مالی اخیر آزمون استرس به ابزاری محبوب برای جامعه نظارتی تبدیل شده است؛ چگونه آزمون استرس انجام (طراحی و اجرا) می‌شود؛ و نهایتاً سطح افشای نتایج آزمون استرس چگونه باید باشد و این که آیا باید در مواقع بحران و زمان‌های عادی متفاوت باشد یا خیر. کولیا^{۴۳} (۲۰۱۶) در مقاله خود از رویکرد نیمه‌پارامتریک مدل ریسک گارچ-کاپیولا برای مدل‌سازی سری‌های زمانی بازده با استفاده از رویکرد آزمون استرس استفاده نموده است. برای توزیع نهایی بازده‌ها از تئوری ارزش فرین استفاده شده و بر بازده‌های فرین تأکید شده است. توزیع مشترک به‌وسیله نظریه دوگانه کاپیولا بر اساس توزیع نهایی و ساختار دوگانه وابستگی ایجاد شده است. عملکرد مدل بر اساس سه دارایی شاخص سهام، نرخ ارز و قیمت کالا ارزیابی شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از طیف گسترده‌ای از مدل‌های ریسک منجر به نتایج متفاوتی از نظر سناریوهای استرس و تأثیر آن بر روی پرتفوی می‌شود. بنابراین استفاده از مدل‌های متفاوت و متنوع منجر به دستیابی به نتایج قابل اعتمادتری از سناریوهای استرس می‌شود و کارایی نتایج آزمون استرس را افزایش می‌دهد. با توجه به اهمیت کاربرد آزمون استرس در مدیریت ریسک بازار، ریسک اعتباری، ریسک نقدینگی، ریسک نرخ ارز و ... در این پژوهش ضمن بررسی انواع روش‌های آزمون استرس به بررسی مزایا و معایب و کاربردهای آن در مدیریت ریسک می‌پردازیم.

در ادامه به ارائه مطالب نظری در خصوص آزمون‌های استرس می‌پردازیم.

۲-۱- ادبیات نظری

۲-۱-۱- تعریف آزمون استرس

آزمون استرس روشی برای اندازه‌گیری شکنندگی پرتفوی یا کل سیستم مالی در مقابل سناریوهای فرضی احتمالی می‌باشد. آزمون استرس، یک آزمون «چه می‌شود اگر...؟» می‌باشد. رویکردی که تخمین می‌زند و بررسی می‌نماید که اگر شرایط ریسکی معینی برای یک شرکت اتفاق بیفتند، چه بر سر سرمایه، سود و زیان یا جریان نقدینگی شرکت یا کل سیستم مالی خواهد آمد. این روش فراتر از محاسبات ساده عددی شوک‌های محتمل می‌باشد. آزمون استرس به طور معمول عملکرد مالی مؤسسات مالی را با توجه به بدهی مالی و نقدینگی ارزیابی می‌نماید (باساری و تورامان^{۴۴}، ۲۰۱۴، ص ۱۳۲).

آزمون استرس می‌تواند آسیب‌پذیری ما را به تعداد زیادی از پدیده‌های بحران‌های مختلف شناسایی کند: **شکست در روابط همبستگی «نرمال»**^{۴۵}: در بحران، همبستگی اغلب متمایل به مقادیر فرین می‌باشد و زیان‌ها بزرگتر از مقداری است که به وسیله VaR بر اساس مفروضات همبستگی نرمال پیش‌بینی شده است.

کاهش ناگهانی نقدینگی^{۴۶}: بازارها می‌توانند در موقعیت‌های بحرانی به‌طور ناگهانی غیرنقدشونده، افزایش چشم‌گیر شکاف‌های قیمت پیشنهادی خرید و فروش^{۴۷} و افزایش مدت زمان اجرای سفارش‌ها و اختلال استراتژی‌های مدیریت ریسک (مثل استراتژی‌های مبتنی بر معاملات پویا) گردند. این وضعیت منجر به زیان‌های بسیار بزرگتری از آن چه پیش‌بینی شده بود می‌گردد.

ریسک‌های تمرکز^{۴۸}: آزمون‌های استرس گاهی اوقات می‌توانند نشان دهند که ممکن است در زمانی که شرایط غیرمعمول بحران را مورد توجه قرار می‌دهیم مواجهه بسیار بیشتری با یک عامل ریسک خاص نسبت به آنچه که قبلاً درک کرده‌ایم داشته باشیم. معیارهای VaR و ES می‌توانند چنین تمرکزی را نادیده بگیرند زیرا آن‌ها تمایلی به پرداختن به شرایط بحرانی ندارند.

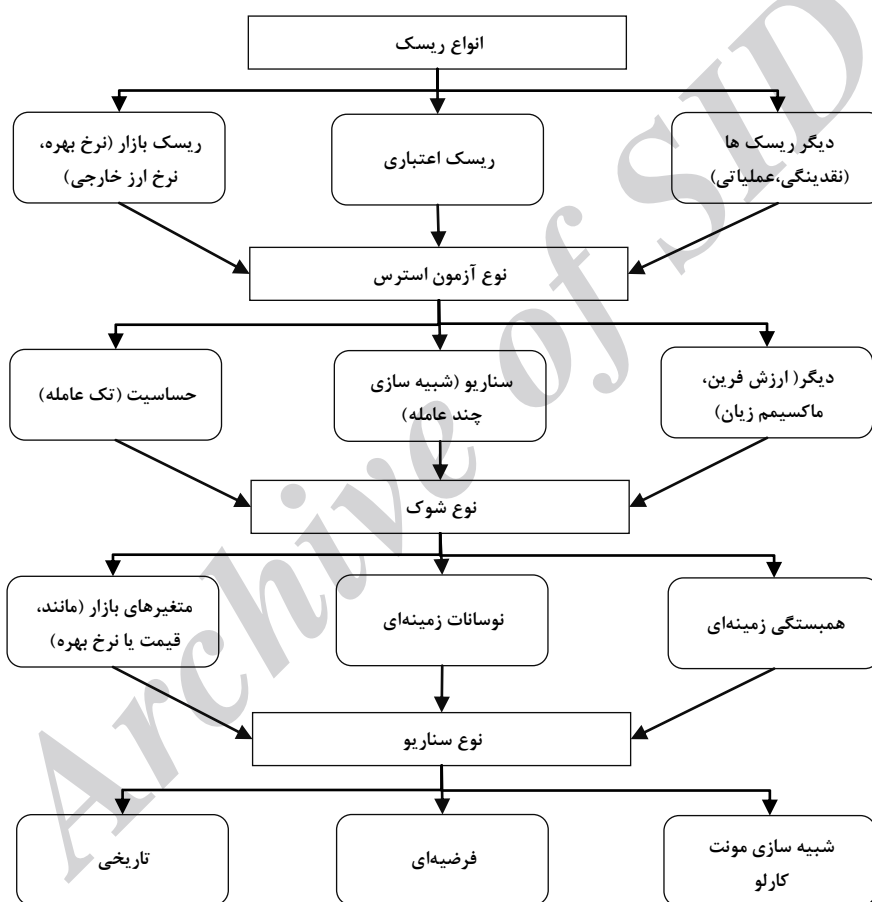
ریسک‌های کلان اقتصادی: آزمون استرس همچنین برای اندازه‌گیری میزان مواجهه با عوامل کلان اقتصادی از قبیل وضعیت چرخه کسب و کار، شرایط اقتصادی کشوری خاص و ... مناسب می‌باشد (داو، ۲۰۰۵، ص ۲۹۲).

به‌طور کلی، می‌توانیم بین دو روش اصلی آزمون استرس تمایز قائل شویم:

- ۱) تجزیه و تحلیل سناریو (یا چه می‌شود اگر...)، در این روش ما تأثیر سناریوی خاصی (برای مثال، سقوط در بازار سهام خاص) را بر روی پرتفوی ارزیابی می‌نماییم. تأکید بر تعیین سناریو و انجام دادن شاخه‌های آن است.
- ۲) آزمون استرس فنی^{۴۹}، در این روش تعدادی (و اغلب تعداد زیادی) از احتمالات ریاضی و آماری (برای مثال افزایش و کاهش عوامل ریسک بازار برای تعداد معینی از انحراف معیار) برای تعیین مخرب‌ترین ترکیب حوادث و زبانی که ایجاد می‌نماید ارزیابی می‌گردد (داو، ۲۰۰۵، ص ۲۹۳).

۲-۱-۲- توالی مراحل طراحی آزمون استرس

در نمودار (۱)، مراحل اجزای مختلف تصمیم آزمون استرس نمایش داده شده است. آزمون استرس با تعیین نوع ریسک‌ها و مدل مناسب شروع می‌شود. آزمون‌های استرس می‌توانند بر روی ریسک‌های فردی^۵ مانند ریسک اعتباری یا ریسک نرخ بهره تمرکز نمایند یا می‌توانند چندین ریسک را شامل گردند. جزء بعدی آزمون استرس پس از مشخص نمودن سناریوها تعیین دامنه عوامل در هر سناریو می‌باشد.

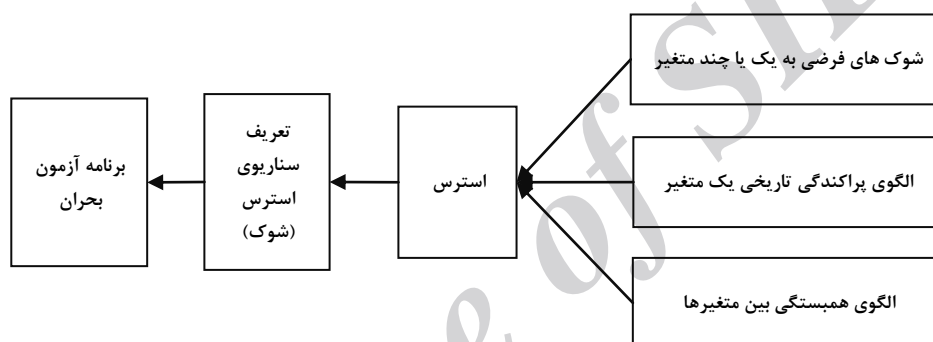


نمودار (۱) انواع آزمون استرس

(بلاشکی و همکارانش ۵۱، ۲۰۰۱، ص ۵)

آزمون‌های استرس می‌توانند شامل تأثیر تغییر در یک عامل ریسک (تحلیل حساسیت) یا اثر حرکت همزمان گروهی از عوامل ریسک (تحلیل سناریو) باشد. سناریوها می‌توانند هم برای حرکات در متغیرهای انفرادی بازار (مانند قیمت) و هم تغییرات در روابط اساسی میان بازارهای مختلف دارای (مانند همبستگی‌ها و نوسانات) طراحی شوند. آزمون استرس می‌تواند بر اساس سناریو تاریخی (به‌کارگیری شوک‌هایی که در گذشته رخ داده‌اند) یا بر اساس سناریو فرضی (در نظر گرفتن تغییرات محتمل در شرایطی که هیچ پیشینه تاریخی ندارد) انجام شود (بلاشکی و همکارانش^{۵۲}، ۲۰۰۱، ص ۴).

مواردی که باید در تعریف آزمون استرس یا شوک مد نظر قرار گیرند به صورت نمودار (۲) می‌باشد:



نمودار (۲) رهنمود انجام آزمون بحران، ص ۱۹

۳-۱-۲- آزمون استرس در مقررات بانکی

تکنیک آزمون استرس به‌طور گسترده به‌وسیله فعالیت‌های بین‌المللی بانک‌ها در اوایل دهه ۱۹۹۰ شروع شد و در حال حاضر گستره آن به بیشتر موسسات مالی هم می‌رسد. سرپرستان و ناظران بانکی استفاده از آزمون استرس را به عنوان مولفه‌ی اساسی مدل‌های درونی برای نظارت بر ریسک بازار می‌دانند. کمیته نظارت بر بانکی بازل نیاز به آزمون استرس را برجسته نمود. (بلاشکی و همکارانش^{۵۳}، ۲۰۰۱، ص ۷-۸)

فرایند آزمون استرس در بانک‌ها شامل موارد زیر می‌شود:

- (۱) ایجاد سناریوهای فرین فرضی^{۵۴}
- (۲) محاسبه سود و زیان متعلق به بیانیه^{۵۵} (ص ۱۱۷، چادری^{۵۶})

۴-۱-۲- نقش آزمون استرس در مدیریت ریسک

آزمون استرس اطلاعاتی در خصوص منابع ریسک پرتفلیو که برای تصمیم‌گیران بازار در تمام سطوح مدیریت موسسات مالی مرتبط می‌باشد، فراهم می‌نماید. در سطوح معاملات، آزمون استرس احتمال آسیب-

پذیری موقعیت یا محصول خاص را نشان می‌دهد. در سطوح مدیریتی آزمون استرس مقایسه ریسک‌های مختلف و افشاء آن‌ها را امکان‌پذیر می‌نماید و محدودیت‌های ریسک و کنترل را برجسته می‌نماید. در سطوح اجرایی آزمون استرس پروفایل ریسک موسسه را با چشم‌انداز ریسک مد نظر مالکان مقایسه می‌نماید، به تصمیم‌گیری در خصوص تخصیص بهینه سرمایه میان موسسات کمک می‌نماید (بلاشکی و همکارانش، ۲۰۰۱، ص ۸).

۳- روش شناسی آزمون‌های استرس و انواع آن

در این بخش به بررسی روش‌های مختلف برای طراحی موقعیت آزمون استرس می‌پردازیم. برای آزمون استرس دو روش آزمون استرس تک‌متغیره و چندمتغیره وجود دارد. رویکرد دیگر برای آزمون استرس وجود دارد، دیدگاه کلان می‌باشد که شامل رویکرد جزئی و رویکرد یکپارچه می‌باشد. هم‌چنین رویکرد دیگر آزمون استرس دیدگاه بالا-پایین و پایین-بالا می‌باشد. در زیر به تشریح این روش‌ها می‌پردازیم:

۳-۱- آزمون استرس تک‌متغیره^{۵۷}

آزمون استرس تک‌متغیره به عنوان تجزیه و تحلیل حساسیت نیز شناخته می‌شود و هدف آن شناسایی اثر مجزای تحت استرس قرار دادن یا شوک دادن به یک عامل ریسک پرتفوی می‌باشد. این تجزیه و تحلیل عمدتاً بدون مرتبط ساختن آن شوک‌ها به یک رخداد اساسی یا یک پیامد واقعی انجام می‌گیرد. اگرچه استفاده از این روش بسیار آسان است، ولی نتایج آن به احتمال زیاد گمراه‌کننده می‌باشد، بدلیل این‌که آزمون استرس تک-متغیره وابستگی بین عوامل مختلف ریسک را نادیده می‌گیرد (آپلی، ۲۰۱۱، ص ۴).

۳-۲- آزمون استرس چند متغیره

آزمون استرس چندمتغیره تأثیر تغییرات همزمان در تعدادی از متغیرها را بررسی می‌نماید. بر خلاف آزمون استرس تک‌متغیره، آزمون استرس چندمتغیره به دلیل این‌که ساختار وابستگی عوامل ریسک را در نظر می‌گیرد نتایج واقعی‌تری ارائه می‌نماید. بنابراین این روش قادر به توصیف تأثیر کل سناریوها به تغییرات عوامل ریسک متعدد می‌باشد، به همین دلیل به این روش تجزیه و تحلیل سناریو نیز می‌گویند (بوهن و همکاران^{۵۸}، ۲۰۰۶، ص ۱۵). سناریوها ممکن است شامل تغییرات مطلق یا نسبی متغیرها باشد. سناریو مطلق همیشه در هر شرایطی درجه شدت یکسانی دارد. در سناریو نسبی، استرس نسبت به موقعیت جاری داده می‌شود به این معنی که در حالت رکود شدیدتر خواهد بود. در بازنگری‌های در پیمان بازل سه در خصوص چارچوب ریسک بازار، بانک‌ها باید برای پرتفوی خود یک سری از سناریوهای شبیه‌سازی استرس را در نظر بگیرند و نتایج را به مقامات نظارتی گزارش دهند. سناریوهای آزمون استرس چندمتغیره می‌تواند براساس بحران‌های تاریخی^{۵۹}، شرایط فرضی^{۶۰} و یا سناریوی هیبریدی^{۶۱} طراحی شود.

۳-۲-۱- آزمون استرس تاریخی^{۶۲}

ایجاد سناریو با استفاده از داده‌های تاریخی احتمالاً شهودی‌ترین رویکرد می‌باشد زیرا حوادث در واقعیت اتفاق می‌افتند و بنابراین بازتکرار آن‌ها منطقی هستند. با این روش، دامنه‌ای از تغییرات عامل ریسک مشاهده شده در میان یک دوره تاریخی را به پرتفوی وارد می‌نماییم تا به درکی از ریسک آن در صورت تکرار چنین موقعیتی برسیم (بلاشکی و همکاران^{۶۳}، ۲۰۰۱، ص ۶). سناریوهای بالقوه می‌توانند شامل تغییرات قیمتی بزرگ سقوط سهام در سال ۱۹۸۷، بحران مالی آسیا در سال ۱۹۹۷، نوسانات بازار مالی روسیه در سال ۱۹۹۸، ترکیدن حساب سهام تکنولوژی در سال ۲۰۰۰ یا بحران مالی اخیر در سال ۲۰۰۷ باشند. توزیع سود و زیان پرتفوی بر اساس سناریوی شبیه‌سازی تاریخی به‌سادگی به‌وسیله توزیع تجربی سود و زیان‌های گذشته این پرتفوی بدست می‌آید. پیاده‌سازی این روش غیرشرطی ناپارامتریک می‌تواند بدون هیچ‌گونه مشکل عمده‌ای انجام شود زیرا نه نیازی به برآورد آماری توزیع چندمتغیره تغییرات عامل ریسک و نه نیازی به فرض ساختار وابستگی آن‌ها می‌باشد. بنابراین این رویکرد به‌طور کامل بر مسائل ریسک مدل غلبه می‌کند (آپلی، ۲۰۱۱، ص ۵).

متأسفانه این تکنیک دارای اشکالات اساسی است. با وجودی که این تکنیک اجازه دنباله‌های پهن را می‌دهد ولی تخمین چندک‌های فرین مشکل هستند زیرا هرگونه تخمین ماورای مشاهدات تاریخی به‌ویژه در مورد سری داده‌های تجربی کوتاه‌مدت غیردقیق می‌باشند. تخمین‌های چندک از طریق شبیه‌سازی سناریوی تاریخی به‌طور قابل توجهی پرنوسان^{۶۴} می‌باشند زیرا این روش به مشاهدات بزرگ وارد شده به نمونه بسیار حساس می‌باشد. رفع این دو مساله به‌وسیله در نظر گرفتن نمونه داده‌های طولانی‌تر منجر به نادیده گرفتن ماهیت خوشه‌بندی نوسانات می‌گردد. تلاش برای رفع این مشکل با تعمیم این تکنیک توسط برازش توزیع‌های تک‌متغیره پارامتریک برای توزیع عامل ریسک تجربی، برازش خوبی برای ناحیه دنباله فراهم نمی‌سازد (دامارتا و مک‌نیل^{۶۵}، ۲۰۰۵، ص ۵). به‌عنوان راه حلی برای این مشکل، مک‌نیل و فری (۲۰۰۰، ص ۲۷۳) پیشنهاد توسعه این روش را به‌وسیله مدل‌سازی ناحیه دنباله^{۶۶} به‌طور جداگانه بر اساس تئوری ارزش فرین نمودند که منجر به برآوردهای پارامتریک از دنباله‌ها می‌شود و به درستی با توزیع تجربی مطابقت دارد. به‌رحال، از آنجایی که سناریوهای تاریخی صرفاً به گذشته توجه می‌کنند، به احتمال زیاد تحولات اخیر و آسیب‌پذیری‌های فعلی را نادیده می‌گیرند.

۳-۲-۲- سناریو فرضیه‌ای

سناریوهای فرضی^{۶۷} محدود به تکرار گذشته نمی‌باشند و انعطاف بیشتری برای تدوین حوادث بالقوه دارند. کمیته ناظران بانکی اروپا (۲۰۱۰، ص ۱۱) بیان نمود که «تحلیل سناریوهای فرضی آینده‌نگر^{۶۸} به‌عنوان بخش محوری مجموعه آزمون‌های استرس هستند که مؤسسات مالی باید آن را در برنامه‌های آزمون استرس خود وارد کنند». سناریوها می‌توانند با شوک وارد کردن به ترکیبات اختیاری عوامل بازار، نوسانات و وابستگی ایجاد گردند. این رویکرد به شناسایی حساسیت پرتفوی به ترکیبات خاص عوامل ریسک تحت فشار قرار گرفته کمک می‌نماید. بر خلاف سناریوی تاریخی، آزمون‌های استرس با سناریوهای فرضی ممکن است در درون چارچوبی پویا با

استفاده از توزیع‌های شرطی قرار داده شوند که این کار برای محاسبه معیارهای ریسک بازار بسیار مناسب می‌باشد (مک نیل و همکارانش^{۶۹}، ۲۰۰۰، ص ۲). سناریو فرضی ممکن است برای پیش‌بینی حوادث خاصی که برای پرتفوی رخ می‌دهد توسعه پیدا نماید به عنوان مثال پرواز به کیفیت^{۷۰} (بلاشکی و همکاران^{۷۱}، ۲۰۰۱ ص ۶). بر اساس نظر برکویتز^{۷۲} (۱۹۹۹، ص ۴) سناریوهای فرضی اجازه شبیه‌سازی ویژه موارد ذیل را می‌دهد:

الف) شوک‌هایی که مضمون هستند که با فراوانی بیشتری نسبت به آن چه مشاهدات تاریخی می‌گویند

رخ می‌دهند.

ب) شوک‌هایی که هنوز رخ نداده‌اند.

ج) شکست الگوهای آماری.

د) شوک‌هایی که منعکس‌کننده شکست‌های ساختاری هستند.

در حالی که سناریوهای متعلق به دسته (ب) را می‌توان به عنوان موارد فرین دسته (الف) دید، دسته (ج) به شکست‌های ساختاری از قبیل افزایش همبستگی‌ها در زمان بحران اشاره می‌کند (برای مثال لانگین^{۷۳}، ۲۰۰۱ ص ۶۷۶-۶۴۹ و سانندوال و فرانکا^{۷۴}، ۲۰۱۰، ص ۲۶-۱ را ببینید). دسته (د) شکست‌های ساختاری سیستماتیک مانند تغییر از نرخ ارز ثابت به شناور را توصیف می‌نماید.

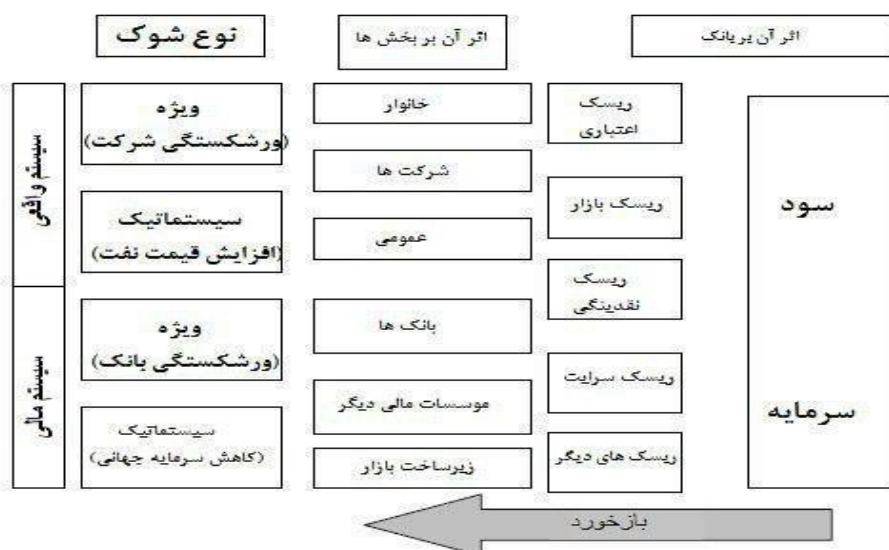
۳-۲-۳- سناریو هیبریدی^{۷۵}

سومین روش برای ایجاد سناریو از اطلاعات واکنش عوامل ریسک تاریخی به استرس استفاده می‌نماید ولی محدود به تکرار صرف گذشته نمی‌شود. در سناریوهای هیبریدی، فقط حرکات تاریخی بازار برای تنظیم فرآیند (شرطی یا غیرشرطی) عامل ریسک و ارزیابی شرایط کلی بازار در میان دوره شوک بکار می‌روند. برخلاف سناریوهای تاریخی، شوک‌ها ممکن است به طور آشکار مرتبط با یک رویداد خاص و یا زمان خاص نباشند اما می‌توانند به طور دلخواهانه برای بدست آوردن سناریوهای جدید دومرتبه مرتب شوند. چنین سناریویی برای مثال می‌تواند شامل ترکیبی از ساختار وابستگی تنظیم شده برای بحران مالی اخیر به همراه توزیع تغییرات عوامل ریسک ناشی از نکول روسیه در سال ۱۹۹۸ باشد (بوهن و همکاران، ۲۰۰۶، ص ۱۸). در حالی که ترکیبات احتمالی زیادی حتی بیشتر از سناریوهای فرضی وجود دارد، طراحی سناریو همیشه مستلزم تبادل بین واقع-گرایی و قابل درک بودن سناریو می‌باشد به این معنی که تفسیر نتایج ایجاد شده به وسیله سناریوهای پیشرفته-تر مشکل‌تر می‌باشد (لوپز، ۲۰۰۵، ص ۲). هدف از سناریوهای هیبریدی ترکیب نقاط قوت سناریوهای تاریخی با برخی از انعطاف‌پذیری‌های سناریوهای فرضی می‌باشد. با این وجود، این روش همچنان به گذشته گرایش دارد. در واقع کمیته ناظران بانکداری اروپایی (۲۰۱۰، ص ۱۱) در طراحی سناریوها ملزم نموده است که تغییرات سیستماتیک و ویژه پرتفوی در زمان حال و آینده نزدیک نیز مورد توجه قرار گیرد زیرا مشخص شده است که اتکای صرف به حوادث تاریخی کافی نمی‌باشد. از این رو سناریوی فرضی با این الزام بهترین مطابقت را دارد.

۳-۳- آزمون استرس از دیدگاه کلان

آزمون استرس در سطح موسسات به‌طور وسیعی توسط بانک‌های بین‌المللی از اوایل دهه ۱۹۹۰ به‌کار برده می‌شوند. مقررات گذاران بانکی استفاده از آزمون استرس را برای کنترل ریسک‌های بازار و اعتبار تجویز می‌نمایند. در مقابل، آزمون استرس کلان اخیراً به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی آسیب‌پذیری کل نظام مالی به‌کار برده می‌شود. این آزمون بخش مهمی از برنامه‌های ارزیابی بخش مالی (FSAP) تشکیل می‌دهد که توسط صندوق بین‌المللی پول و بانک جهانی در اواخر دهه ۱۹۹۰ پایه‌گذاری شد و جزو لاینفک ابزارهای سیاستگذاران در عرصه ثبات مالی به‌شمار می‌رود (صالح آبادی و الهیاری ۱۳۹۵، ص ۲۱۶).

در نمودار زیر گستره شوک‌های اقتصاد نشان داده شده است. می‌توانیم ابتدا شوکی که توالی یا شکنندگی اقتصاد را آشکار می‌نماید ملاحظه کنیم. این شوک‌ها اغلب نتیجه شرایط خاص شرکت یا شرایط خاص اقتصاد کلان یا اینکه در نتیجه کمبودهای کلی سیستم می‌باشد. اثر این شوک می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم باشد (باساری و تورمن^{۷۶}، ۲۰۱۴، ص ۱۳۳).



نمودار (۳)، کوآگلیاریلو^{۷۷}، ۲۰۰۹، ص ۲۱

بخش تحقیقاتی آزمون استرس کلان را می‌توان به ۴ دسته تقسیم نمود:

- ۱) شناسایی آسیب پذیری خاص یا حوزه های نگرانی
- ۲) ساخت سناریو در چارپوب سازگار با اقتصاد کلان
- ۳) تجزیه و تحلیل عددی
- ۴) در نظر گرفتن تفسیر

این فرایند شامل مشارکت کنندگان بسیاری می‌باشد که در نمودار زیر ترسیم شده است: همان‌طور که در نمودار می‌بینیم بخش اول بیشتر مرتبط با ابزارهای مالی و اعتبار داده‌ها می‌باشد. بخش دوم، تعیین آسیب پذیری اصلی سیستم مالی و ریسک‌های اساسی و شناسایی نقاط استرس واقعی می‌باشد. علاوه بر این در این مرحله برای ارزیابی و شناسایی احتمال ریسک‌ها و تبدیل شوک‌ها به سناریوهای مناسب نیازمند فرضیه‌هایی می‌باشیم (باساریر و تورمن، ۲۰۱۴، ص ۱۳۴).



نمودار (۴) مشارکت کنندگان اصلی آزمون استرس

(باساریر و تورمن، ۲۰۱۴، ص ۱۳۴) و کوآکلیاریلو^{۷۸}، ۲۰۰۹، ص ۲۶

۳-۳-۱- کاربردهای آزمون استرس سطح کلان برای نهادهای نظارتی

- ۱) ارزیابی میزان پایداری نظم مالی در مقابل بحران‌های مالی و اقتصادی
- ۲) بررسی ارتباط و نحوه تأثیر بخش‌های مختلف نظام مالی بر یکدیگر در صورت وقوع بحران‌ها
- ۳) نقاط ضعف نظام مالی در صورت وقوع بحران‌ها
- ۴) چونگی افزایش میزان پایداری نظام مالی در برابر بحران‌ها (صالح آبادی و الهیاری، ۱۳۹۵، ص ۲۳۲).

دو نوع رویکرد اصلی روش شناختی را در زمینه آزمون استرس می‌توان در نظر گرفت:

۳-۳-۲- رویکرد جزئی

که از طریق پیش‌بینی تعدادی از نماگرهای صحت مالی (مثل وام‌های وصول نشده، نسبت‌های سرمایه و مبالغ در معرض ریسک نرخ ارز و یا بهره) تحت سناریوهای مختلف بحران‌های اقتصاد کلان، میزان آسیب‌پذیری بخش مالی را نسبت به هر یک از عوامل ریسک ارزیابی می‌نمایند (صالح آبادی و الهیاری ۱۳۹۵، ص ۲۱۶).

۳-۳-۳- رویکرد یکپارچه

که تحلیل حساسیت نظام مالی را نسبت به چندین عامل ریسک ترکیب کرده و تخمین واحدی را از توزیع احتمال مجموع زبان‌های واقع شده در یک سناریوی بحران معین، ارائه می‌نماید (صالح آبادی و الهیاری ۱۳۹۵، ص ۲۱۶).

جدول (۱) طبقه‌بندی شماتیک روش‌های فعلی آزمون استرس کلان

رویکرد یکپارچه تلفیق عوامل ریسک چندگانه در یک توزیع زبان پرتفوی	رویکرد جزئی مدل‌های پیش‌بینی هر یک از نماگرهای صحت مالی	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ مدل‌سازی اقتصاد سنجی کلان؛ ویلسون (۱۹۹۷) ✓ مدل ساختاری خرد؛ مرتون (۱۹۷۴) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ سری‌های زمانی یا داده‌های پنبلی ✓ مدل‌های ساختاری یا خلاصه شده 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ مولفه‌های اصلی مدل سازی
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ادغام تحلیل‌های ریسک بازار و ریسک اعتبار ✓ شبیه‌سازی تغییر در کل توزیع زبان بر اثر شوک اقتصادی بر هر یک از اجزاء ریسک ✓ در استخراج تأثیرات غیر خطی شوک‌های کلان بر ریسک اعتبار به کار می‌رود. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ شهودی و با هزینه محاسباتی کم ✓ توصیف گسترده‌تر سناریوی بحران ✓ موازنات سیاست پولی 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ موافقان
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ارزش مخاطره موسسات مختلف را نمی‌توان با یکدیگر جمع نمود. ✓ بیشتر مدل‌ها تا کنون فقط بر ریسک اعتبار متمرکز بودند و معمولاً محدود به لفق زمانی 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ اکثراً از توابع خطی استفاده می‌کنند. ✓ عدم ثبات پارامتر در افق‌های زمانی بلندتر ✓ در نظر نگرفتن اثرات بازخور ✓ ذخایر زبان وام و وام‌های وصول نشده ممکن 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ مخالفان

رویکرد جزئی مدل های پیش بینی هر یک از نماگرهای صحت مالی	رویکرد یکپارچه تلفیق عوامل ریسک چندگانه در یک توزیع زیان پرتفوی
است از نماگرهای اخلال‌گر در ریسک اعتباری باشد.	کوتاه مدت هستند. ✓ مطالعات موجود اثرات بازخورد و یا عدم ثبات پارامتر را در افق زمانی بلند مدت در نظر نگرفته‌اند.

(صالح آبادی و الهیاری ۱۳۹۵، ص ۲۲۰)

۳-۴- رویکرد سیستم جامع

جدول (۲) مقایسه مدل‌ها و رویکردهای آزمون استرس (آنانند و همکارانش^{۷۹}، ۲۰۱۴، ص ۲)

آزمون استرس بالا-پایین ^{۸۰}	آزمون استرس پایین-بالا ^{۸۱}	خصوصیات کلیدی
بوسیله مقامات اجرا می‌شود	بوسیله بانک‌های شخصی اجرا می‌شود	آزمون برای
ریسک توانگری	ریسک توانگری	ریسک توانگری ^{۸۲} ، ریسک نقدینگی و ریسک سرریز ^{۸۳}
مقامات از یک مدل مشترک برای تولید نتایج برای بانک‌های مختلف استفاده می‌نمایند که امکان مقایسه نتایج میان بانک‌ها را برای درک بهتر آسیب‌پذیری مربوط به شوک‌های خاص فراهم می کند. این آزمون‌ها بر مبنای بین‌بانکی ^{۸۴} انجام می‌شود، اما نتایج می‌تواند برای تعیین اثر "نوعی" ^{۸۵} سناریوهای استرس خاص در بخش بانکی جمع‌آوری گردد.	مدل‌های بانکی اطلاعات زیادی در مورد جزئیات داده‌های پرتفوی خودشان دارند و اطلاعاتی در مورد محرک‌های خاص نتایج آزمون استرس فراهم می‌کنند. بانک‌ها دارای مدل‌های مختلف کسب و کار هستند و در معرض ریسک‌هایی هستند: مدل‌های آزمون استرس آن‌ها این خصوصیات را در نظر می‌گیرد.	مزایا منابع ریسک موثر بر بانک به صورت سازگار در نظر گرفته شوند. تست‌ها بر مبنای بین‌بانکی انجام می- شود، اما تعاملات بین بانک‌ها در نظر گرفته می‌شود. این چارچوب می‌تواند به عنوان یک مدل بالا-پایین یا "ترکیبی" با ورودی- های آزمون استرس پایینی استفاده شود.
آزمون‌ها اطلاعات اندکی در مورد محرک‌های نتایج آزمون استرس پایین- بالا ارائه می‌نماید. این رویکرد مستلزم مقادیر زیادی از اطلاعات ترازنامه می‌باشد.	تعامل بانک‌ها با یکدیگر در طول دوره‌های استرس و تاثیر روابط شبکه‌ای در نظر گرفته نمی‌شود. ریسک نقدینگی به صراحت در نظر گرفته نمی‌شود (فراتر از اثر افزایش	محدودیت‌ها

آزمون استرس بالا-پایین ^{۸۰}	آزمون استرس پایین-بالا ^{۸۱}	خصوصیات کلیدی
ریسک توانگری	ریسک توانگری	ریسک توانگری ^{۸۲} ، ریسک نقدینگی و ریسک سرریز ^{۸۳}
بوسیله بانک‌های شخصی اجرا می‌شود	بوسیله مقامات اجرا می‌شود	
هزینه‌های مالی در طول دوره استرس)	متغیرهای کلان بانکی و شاخص های بانکی فراهم می‌نماید، و این باعث می‌شود که شناسایی خصوصیات بانک‌های مختلف دشوارتر گردد. ریسک نقدینگی به صراحت تعیین نمی‌گردد (فراتر از اثرات افزایش هزینه‌های مالی در طول دوره استرس ^{۸۴}) تعاملات بین بانک‌ها به صراحت در نظر گرفته نمی‌شوند: از این رو، هیچ اثر سر-ریزی ^{۸۵} وجود ندارد.	

۴- مزایا و معایب آزمون استرس

۴-۱- مزایا آزمون استرس

آزمون استرس (ST) برای نشان دادن آسیب‌پذیری پرتفلیو (و محاسبات VaR) مناسب می‌باشد در غیر این صورت ریسک‌ها و منابع خطا پنهان می‌ماند. اسکتر^{۸۸} (۱۹۹۸) پنج راه برای آزمون استرس پیشنهاد نمود که بدین وسیله آزمون استرس می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت ریسک فراهم نماید که بدون بکارگیری این موارد ممکن است مدیریت ریسک موثر برای ما غیر قابل دسترس باشد را ارائه نمود:

- ✓ از آنجایی که حوادث معمولاً غیر محتمل هستند، شانس این که داده‌هایی که از روش VaR و ES برای پیش بینی استفاده می‌نمایند، اطلاعات زیادی در این خصوص به آن‌ها بدهند، کم می‌باشد.
- ✓ در دوره زمانی کوتاه اغلب از روش VaR بجای آزمون استرس استفاده می‌گردد بنابراین مهم است که از آزمون استرس برای دوره زمانی طولانی‌تر استفاده گردد (داو، ۲۰۰۵، ص ۲۹۳).
- ✓ اگر حوادث استرس نادر باشند، به احتمال زیاد این حوادث در دنباله VaR قرار می‌گیرند و VaR به ما اطلاعاتی در خصوص این حوادث نادر نمی‌دهد. ES اندکی نسبت به VaR بهتر می‌باشد چون به ما در خصوص مقادیر دنباله زیان (میانگین) اطلاعاتی می‌دهد اما حتی ES نیز نمی‌تواند به ما در خصوص رویدادهای بد مورد انتظار اطلاعاتی کامل بدهد.
- ✓ فرضی که به ما کمک می‌نماید تا موقعیت‌های غیر خطی که ممکن است در گستره ای از زمان در بازار رخ بدهد را ارزش گذاری نماییم آزمون استرس می‌باشد، بنابراین آزمون استرس با ارزیابی مجدد

کامل می‌تواند به طور قابل توجهی اطلاعات بیشتری نسبت به یک تقریب مرتبه دوم از VaR ارائه نماید.

✓ آزمون استرس می‌تواند ویژگی‌های غیر معمول از یک سناریو استرس (برای مثال، همبستگی رادیکال و ...) را در نظر بگیرد و به آشکار نمودن حوادثی که VaR آن‌ها را نادیده می‌گرفت کمک می‌نماید. (داو، ۲۰۰۵، ص ۲۹۴)

۲-۴- معایب آزمون استرس

ما باید بتوانیم سناریوها رو دنبال کنیم، پیامدهای ناشی از سناریوها می‌تواند پیچیده باشد مانند: محرک‌های حوادثی که رخ می‌دهد، و تاثیر تعداد متغیرها؛ هر کدام از تاثیرات این متغیرها روی تعدادی از متغیرهای دیگر اثر می‌گذارد و هر یک از این تاثیرات متغیرهای دیگر روی متغیرهای دیگری تاثیر می‌گذارد و به همین ترتیب ... بنابراین محرک‌های حوادث می‌تواند منجر به احتمالات زیادی گردد و اگر دقت کافی در این خصوص نشود تعداد احتمالات غیر قابل مدیریت می‌گردند.

در کار با سناریو، اغلب (نه لزوماً همیشه) خواهان در نظر گرفتن عکس‌العمل‌های ریسک‌های مختلف می‌باشیم. در حالی که اغلب انجام دادن تجزیه و تحلیل سناریو به طریقی که تمام روابط همبستگی مفروض در بدترین شرایط را در نظر بگیرد مفید می‌باشد، در حقیقت ما اغلب نیاز به چنین مفروضاتی نداریم و برعکس، اغلب خواهان این هستیم که روابط متقابل بین متغیرهای مختلف را در نظر بگیریم. آزمون استرس باید بیشترین مقدار زمانی که ممکن است زمانی که یک قیمت افزایش پیدا کند و سایر قیمت‌ها کاهش پیدا کنند را نشان دهد و در حالی که قیمت دو دارایی دارای همبستگی قوی با یکدیگر باشند. آزمون استرس این همبستگی که دو قیمت با یکدیگر همزمان کاهش یا افزایش پیدا می‌کنند را نادیده می‌گیرد و ممکن است زمانی بیشتر از مقدار زمانی که در حقیقت باید رخ بدهد را برای ما برآورد نماید. در استفاده از آزمون استرس، ما باید اگر چنین شرایطی وجود دارد روابط همبستگی را نیز در نظر بگیریم.

در طراحی سناریو، باید موقعیت‌هایی که اغلب قیمت‌ها نمی‌توانند به‌طور مستقل از یکدیگر حرکت نمایند را نیز در نظر گرفت، به دلیل این که با این شرایط حالت آربیتراژ صفر را نقض می‌نماید. برای انجام آزمون استرس معقول، نیاز به حذف تمام حرکات مشترکی که مغایر با آربیتراژ صفر هستند می‌باشیم (داو، ۲۰۰۵، ص ۲۹۶). آزمون استرس می‌تواند مشکلات محاسباتی زیادی هم داشته باشد:

(۱) تست‌های استرس از لحاظ محاسباتی گران می‌باشد و ملاحظات محاسباتی محدودیتی بر تعداد دفعاتی که می‌تواند انجام شود تحمیل می‌نماید. این مشکل اغلب زمانی رخ می‌دهد که در طول آزمون استرس از روش‌های فشرده مانند شبیه‌سازی استفاده می‌شود.

(۲) مشکلات زیادی در ادغام بازارها و عوامل ریسک اعتباری در تحلیل استرس وجود دارد، بررسی اخیر BIS آزمون استرس در موسسات مالی گزارش نموده که شرکت‌های مورد بررسی، دارای سیستم‌های کاملاً یکپارچه بازار و ریسک اعتباری برای آزمون استرس داشته‌اند (داو، ۲۰۰۵، ص ۳۹۶).

۵- نتیجه گیری و بحث

آزمون استرس ابزاری برای مدیریت ریسک بازار، نرخ بهره، نرخ ارز، ریسک اعتباری و ریسک نقدینگی می باشد. آزمون استرس یک روش توسعه یافته تر نسبت به روش‌های پیشین تحلیل ریسک می باشد. این روش پویایی بیشتری نسبت به روش‌های مبتنی بر تحلیل داده‌ها نشان می دهد. آزمون استرس یک ابزار مهم بویژه برای آزمون ساختار مالی بانک می باشد (باساری و تورمن، ۲۰۱۴، ص ۱۴۲).

مهم ترین کاربرد آزمون استرس برای بانک‌ها می باشد، برای این منظور می توان به پژوهش‌های (ایهک)^۸ (۲۰۰۵)، کواگلیرو^۹ (۲۰۰۹)، ماینو و تینتچو^{۱۱} (۲۰۱۳)، باس و همکارانش^{۱۲} (۲۰۰۶)) اشاره نمود. این که یک بانک چه مقدار سرمایه و نقدینگی برای پشتیبانی از فعالیت‌های ریسکی خود نیاز دارد؟ در دوران بحران مالی اخیر برای پاسخ به این سوال از رویکردهای استاندارد، مانند، نسبت سرمایه تنظیمی، که دیگر معتبر نبودند استفاده می شد، اما امروزه برای نظارت گسترده از ابزارهای آزمون استرس استفاده می گردد (اسچورمن^{۱۳}، ۲۰۱۴).

آزمون استرس می تواند برای مدیریت ریسک نقدینگی، اعتباری، عملیاتی، بازار، ریسک نرخ بهره، ریسک نرخ ارز خارجی، کفایت سرمایه بانک‌ها و موسسات مالی استفاده شود. برای تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار نیز می تواند استفاده شود.

از آنجایی که مفهوم انواع مدل‌های آزمون استرس در ایران جدید می باشد، در این پژوهش ضمن بررسی پیشینه پژوهش‌های انجام شده در خصوص آزمون استرس، به کاربرد آزمون استرس در مدیریت ریسک پرداخته و مراحل طراحی پیاده سازی آزمون استرس را در قالب نمودار ترسیم نموده و انواع روش‌های مختلف آزمون استرس را معرفی نمودیم و چشم اندازی از مدل‌ها و روش‌های موجود برای آزمون استرس با هدف توسعه و ترویج دانش ارائه گردید و بعد از آن مزایا و مشکلات آزمون استرس را بیان نمودیم.

پژوهشگران می توانند در پژوهش‌های آتی به عملیاتی نمودن هر کدام از این کاربردها برای موسسات پرداخته و روش‌های مختلف آزمون استرس را برای ریسک نقدینگی، عملیاتی و ... بانک‌ها و موسسات مالی استخراج نموده و به محاسبه آن به طور مشخص و عملی بپردازند.

فهرست منابع

- * رهنمود انجام آزمون بحران، سال ۱۳۹۲، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مدیریت کل مقررات، مجوزهای بانکی و مبارزه با پول شویی اداره مطالعات و مقررات بانکی.
- * صالح آبادی، علی و الهیاری، میثم، ۱۳۹۵، "کاربرد آزمون استرس از دیدگاه نظارتی و مقررات گذاری بر موسسات مالی"، دانش سرمایه گذاری، ش ۱۹، سال پنجم.
- * Acharya, V., Engle, R., & Pierret, D. (2014). Testing macroprudential stress tests: The risk of regulatory risk weights. *Journal of Monetary Economics*, 65, 36-53.
- * Aikman, D., Alessandri, P., Eklund, B., Gai, P., Kapadia, S., Martin, E., ... & Willison, M. (2009). Funding liquidity risk in a quantitative model of systemic stability.

- * Alessandri, P., Gai, P., Kapadia, S., Mora, N., & Puhr, C. (2009). A framework for quantifying systemic stability. *International Journal of Central Banking*, 5(3), 47-81.
- * Alexander, C., & Sheedy, E. (2008). Developing a stress testing framework based on market risk models. *Journal of Banking & Finance*, 32(10), 2220-2236.
- * Anand, K., Bédard-Pagé, G., & Traclet, V. (2014). Stress testing the Canadian banking System: a System-wide approach. *Financial System Review*, 61.
- * Aragonés, J. R., Blanco, C., & Dowd, K. (2001). Incorporating Stress Tests into Market Risk Modeling (Digest Summary). *Derivatives Quarterly*, 7(3), 44-49.
- * Basu, S. (2011). Comparing simulation models for market risk stress testing. *European Journal of Operational Research*, 213(1), 329-339.
- * Bee, M. (2001). Mixture models for VaR and stress testing.
- * Berkowitz, J. (1999). A coherent framework for stress-testing.
- * Blaschke, W., Peria, M. S. M., Majnoni, G., & Jones, M. T. (2001). Stress testing of financial systems: an overview of issues, methodologies, and FSAP experiences (Vol. 1). International Monetary Fund.
- * Boss, M., Fenz, G., Krenn, G., Pann, J., Puhr, C., Scheiber, T., ... & Ubl, E. (2008). Stresstests für das österreichische FSAP-Update 2007: Methodik, Szenarien und Ergebnisse. OENB Finanzmarktsstabilitätsbericht, 15, 72-99.
- * Boss, M., Krenn, G., Puhr, C., & Summer, M. (2006). Systemic risk monitor: A model for systemic risk analysis and stress testing of banking systems. *Financial Stability Report*, 11, 83-95.
- * Brechmann, E. C., Hendrich, K., & Czado, C. (2013). Conditional copula simulation for systemic risk stress testing. *Insurance: Mathematics and Economics*, 53(3), 722-732.
- * Breuer, T., & Csiszár, I. (2013). Systematic stress tests with entropic plausibility constraints. *Journal of Banking & Finance*, 37(5), 1552-1559.
- * Breuer, T., Krenn, G., & Pistovcák, F. (2002). Stress tests, maximum loss, and value at risk. In *Regulierung oder Deregulierung der Finanzmärkte* (pp. 301-313). Physica-Verlag HD.
- * Bühn, A., & Klauk, K. (2006). Stresstests-Einführung und Grundlagen. *Stresstests in Banken: Von Basel II bis ICAAP*, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 11-22.
- * Čihák, M. (2007). Introduction to applied stress testing. *IMF Working Papers*, 1-74.
- * Demarta, S., & McNeil, A. J. (2005). The t copula and related copulas. *International statistical review*, 73(1), 111-129.
- * Doumpos, M., Zopounidis, C., & Fragiadakis, P. (2016). Assessing the financial performance of European banks under stress testing scenarios: a multicriteria approach. *Operational Research*, 16(2), 197-209.
- * Dowd, K. (2005). *Measuring market risk*. John Wiley & Sons.
- * ěihák, M. (2005). Stress testing of banking systems. *Czech Journal of Economics and Finance (Finance a uver)*, 55(9-10), 418-440.
- * Eldomiaty, T. I., Bahie Eldin, A., & Azzam, I. (2016). Determinants of Capital Adequacy Ratios Under Basel III: Stress Testing and Sensitivity Analysis on Egyptian Banks.
- * Foglia, A. (2008). Stress testing credit risk: a survey of authorities' approaches.
- * Goldstein, I., & Sapra, H. (2014). Should banks' stress test results be disclosed? An analysis of the costs and benefits. *Foundations and Trends® in Finance*, 8(1), 1-54.
- * Jobst, A. A., Ong, L. L., & Schmieder, C. (2017). Macprudential Liquidity Stress Testing in FSAPs for Systemically Important Financial Systems.
- * Kapinos, P., & Mitnik, O. A. (2016). A top-down approach to stress-testing banks. *Journal of Financial Services Research*, 49(2-3), 229-264.
- * Kim, J., & Finger, C. C. (2000). A stress test to incorporate correlation breakdown. *Journal of Risk*, 2, 5-20.

- * Koliai, L. (2016). Extreme Risk Modelling: An EVT–Pair-copulas Approach for Financial Stress Tests. *Journal of Banking & Finance*.
- * Kupiec, P. (2002). Stress Testing in a Value at Risk Framework¹. *Risk management: value at risk and beyond*, 76.
- * Longin, F., & Solnik, B. (2001). Extreme correlation of international equity markets. *The journal of finance*, 56(2), 649-676.
- * Lopez, J. A. (2005). Stress tests: Useful complements to financial risk models. *FRBSF Economic Letter*.
- * Maino, R., & Tintchev, K. (2013). Stress Testing Interconnected Banking Systems. In *Advances in Financial Risk Management* (pp. 148-180). Palgrave Macmillan UK.
- * Majnoni, G., Peria, M. S. M., Blaschke, W., & Jones, M. T. (2001). Stress testing of financial systems: an overview of issues, methodologies, and FSAP experiences. *International Monetary Fund*.
- * McNeil, A. J., & Frey, R. (2000). Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series: an extreme value approach. *Journal of empirical finance*, 7(3), 271-300.
- * McNeil, A. J., & Smith, A. D. (2012). Multivariate stress scenarios and solvency. *Insurance: Mathematics and Economics*, 50(3), 299-308.
- * Pagratis, S., Topaloglou, N., & Tsionas, M. (2017). System stress testing of bank liquidity risk. *Journal of International Money and Finance*, 73, 22-40.
- * Quagliariello, M. (2009). *Stress-testing the Banking System*. Cambridge University Press.
- * Rösch, D., & Scheule, H. H. (2007). Stress-testing credit risk parameters: an application to retail loan portfolios.
- * Sandoval, L., & Franca, I. D. P. (2012). Correlation of financial markets in times of crisis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 391(1), 187-208.
- * Schuermann, T. (2014). Stress testing banks. *International Journal of Forecasting*, 30(3), 717-728.
- * Singh, A. K., Allen, D. E., & Robert, P. J. (2013). Extreme market risk and extreme value theory. *Mathematics and computers in simulation*, 94, 310-328.
- * Sorge, M. (2004). Stress-testing financial systems: an overview of current methodologies.
- * Van Den End, J. W. (2009). Liquidity stress-tester: a model for stress-testing banks' liquidity risk. *CESifo Economic Studies*, 56(1), 38-69.
- * van den End, J. W. (2012). Liquidity stress-tester: do Basel III and unconventional monetary policy work?. *Applied Financial Economics*, 22(15), 1233-1257.
- * Virolainen, K. (2004). Macro stress testing with a macroeconomic credit risk model for Finland.

یادداشت‌ها

¹ Quagliariello, M.

² Lopez, J. A.

³ Anand, K., Bédard-Pagé, G., & Traclet, V.

⁴ Anand, K., Bédard-Pagé, G., & Traclet, V.

⁵ Lopez, J. A.

⁶ Alexander, C., & Sheedy, E.

⁷ Dowd, K. (2005).

⁸ Berkowitz, J.

⁹ Majnoni, G., Peria, M. S. M., Blaschke, W., & Jones, M. T.

¹⁰ Sorge, M.

- ¹¹ Čihák, M.
¹² Kupiec, P.
¹³ Bee, M.
¹⁴ Kim, J., & Finger, C. C.
¹⁵ Aragonés, J. R., Blanco, C., & Dowd, K.
¹⁶ Breuer, T., Krenn, G., & Pistovcák, F.
¹⁷ Alexander, C., & Sheedy, E.
¹⁸ McNeil, A. J., & Smith, A. D.
¹⁹ Breuer, T., & Csiszár, I.
²⁰ Boss, M., Fenz, G., Krenn, G., Pann, J., Pühr, C., Scheiber, T., ... & Ubl, E.
²¹ Alessandri, P., Gai, P., Kapadia, S., Mora, N., & Pühr, C.
²² Aikman, D., Alessandri, P., Eklund, B., Gai, P., Kapadia, S., Martin, E., ... & Willison, M.
²³ van den End, J. W.
²⁴ Acharya, V., Engle, R., & Pierret, D.
²⁵ Alexander, C., & Sheedy, E.
²⁶ Basu, S.
²⁷ Foglia, A.
²⁸ Rösch, D., & Scheule, H. H.
²⁹ Van Den End, J. W.
³⁰ Jobst, A. A., Ong, L. L., & Schmieder, C.
³¹ Pagratis, S., Topaloglou, N., & Tsionas, M.
³² Eldomiatty, T. I., Bahie Eldin, A., & Azzam, I.
³³ Doumpos, M., Zopounidis, C., & Fragiadakis, P.
³⁴ Virolainen, K.
³⁵ Alexander, C., & Sheedy, E.
³⁶ Kapinos, P., & Mitnik, O. A.
³⁷ Brechmann, E. C., Hendrich, K., & Czado, C.
³⁸ Archimedean
³⁹ vine copulas
⁴⁰ Singh, A. K., Allen, D. E., & Robert, P. J.
⁴¹ Goldstein, I., & Sapra, H.
⁴² Schuermann, T.
⁴³ Koliai, L.
⁴⁴ Basarir, Ç., & Toraman, C.
⁴⁵ Breakdowns in 'normal' correlation relationships
⁴⁶ Sudden decreases in liquidity
⁴⁷ Bid-ask spreads
⁴⁸ Concentration risks
⁴⁹ Mechanical stress tests
⁵⁰ Individual risks
⁵¹ Blaschke, W., Majnoni,
⁵² Blaschke, W., Majnoni,
⁵³ Blaschke, W., Majnoni,
⁵⁴ creation of hypothetical extreme scenarios
⁵⁵ computation of corresponding hypothetical profit and loss (p&l) statements.
⁵⁶ Choudhry, M.
⁵⁷ Univariate Stress Tests
⁵⁸ Bühn, A., & Klauck, K.
⁵⁹ historical crisis
⁶⁰ hypothetical circumstances
⁶¹ hybrid scenario
⁶² Historical Scenario
- ⁶³ Blaschke, W., Peria, M. S. M., Majnoni, G., & Jones, M. T.

⁶⁴ volatile

⁶⁵ Demarta, S., & McNeil, A. J.

⁶⁶ Tail area

⁶⁷ Hypothetical scenarios

⁶⁸ Forward-looking hypothetical scenario analysis

⁶⁹ McNeil, A. J., & Frey, R.

^{۷۰} پرواز به کیفیت (flight-to-quality) یک پدیده بازار مالی است. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که سرمایه‌گذاران سرمایه‌گذاری‌های پرریسک-شان را می‌فروشند و در عوض سرمایه‌گذاری‌های ایمن‌تری نظیر اوراق خزانه با طلا می‌خرند.

⁷¹ Blaschke, W., Peria, M. S. M., Majnoni, G., & Jones, M. T.

⁷² Berkowitz, J.

⁷³ Longin, F., & Solnik, B.

⁷⁴ Sandoval, L., & Franca, I. D. P.

⁷⁵ Hybrid Scenario

⁷⁶ Basarir, Ç., & Toraman, C.

⁷⁷ Quagliariello, M. (Ed.).

⁷⁸ Quagliariello, M. (Ed.).

⁷⁹ Anand, K., Bédard-Pagé, G., & Traclet, V. (2014). Stress testing the Canadian banking System: a System-wide approach. *Financial System Review*, 61.

⁸⁰ Top-down stress test

⁸¹ Bottom-up stress test

⁸² Solvency risk

⁸³ spillover effects

⁸⁴ bank-by-bank

⁸⁵ typical

⁸⁶ beyond the effects of rising funding costs in times of stress

⁸⁷ spillover effects.

⁸⁸ Schachter

⁸⁹ Ěihák, M.

⁹⁰ Quagliariello, M.

⁹¹ Maino, R., & Tintchev, K.

⁹² Boss, M., Krenn, G., Pühr, C., & Summer, M.

⁹³ Schuermann, T. (2014).