

پیش‌بینی بحران‌های بانکی: سیستم هشدار زودهنگام پویا^۱

سید صالح اکبر موسوی

دکتری علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز

salehmousavi68@gmail.com

بهزاد سلمانی (نویسنده مسئول)

استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز

behsalmani@gmail.com

جعفر حقیقت

استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز

jhaghighat79@gmail.com

حسین اصغرپور

استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز

asgharpurh@gmail.com

نوع مقاله: علمی - پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۳

چکیده:

هدف مطالعه حاضر، پیش‌بینی احتمال وقوع بحران بانکی در چارچوب سیستم هشدار زودهنگام پویا است. بدین منظور، از داده‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۶ منتخبی از ۱۰ کشور با درآمد متوسط بالا، استفاده شده و الگوی تحقیق به روش لاجیت ایستا و پویا تخمین زده شد. نتایج تحقیق نشان داد که الگوی لاجیت پویا بهتر از ایستا است. بر این اساس، متغیرهای نسبت نقدینگی گسترده، نسبت اعتبار داخلی به GDP و شاخص قیمت سهام به عنوان هشداردهنده‌های زودهنگام بحران بانکی شناسایی شدند. همچنین متغیر پویای الگو (بحرانی بانکی با وقفه) بیانگر آن است که در صورت وقوع بحران در یک سال قبل، احتمال وقوع بحران در سال جاری نیز وجود دارد؛ که این موضوع، احتمال تداوم و ماندگاری بحران‌های بانکی طی سال‌های متوالی را نشان می‌دهد. در ادامه نتایج ارزیابی سیستم هشدار نشان داد که توان پیش‌بینی الگوی پویا در هر دو حالت پیش‌بینی درون و برون نمونه‌ای، بهتر از الگوی ایستا است.

طبقه‌بندی JEL: G21, G01, C52, C25

کلید واژه‌ها: سیستم هشدار زودهنگام، بحران بانکی، الگوی پانل لاجیت پویا، پیش‌بینی

^۱. مقاله حاضر، مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول در دانشگاه تبریز است.

۱. مقدمه

از اواخر دهه ۱۹۹۰، موضوع بحران‌های مالی بیش از گذشته مطرح شد و مطالعات بسیاری در این زمینه صورت گرفت. این مطالعات در حوزه‌های مختلفی مانند بررسی دلایل وقوع بحران‌ها^۱، تاریخ‌گذاری بحران‌ها^۲، طراحی سیستم‌های هشدار زودهنگام^۳، بررسی ویژگی‌های مختلف و طرح موضوعات جانبی پیرامون بحران‌ها^۴ و تجزیه و تحلیل مشکلات آتی ناشی از آنها^۵ بوده‌اند؛ که در این بین، سهم بیشتر آنها به مطالعاتی اختصاص دارد که به طراحی سیستم‌های هشدار زودهنگام پرداختند. هدف این سیستم‌ها که تاکنون سه نسل از آنها معرفی شده^۶، شناسایی متغیرهای اثرگذار بر بحران، بررسی احتمال وقوع آن، بررسی احتمال تغییر وضعیت بین دوره‌های آرام و بحرانی و تجزیه و تحلیل غیرخطی بحران بوده است.

نسل دوم این سیستم‌ها، از رگرسیون لجستیک (الگوهای لاجیت یا پروبیت) استفاده می‌کند که هدف آن، بررسی احتمال وقوع بحران‌ها است. تاکنون دو تعدیل مهم در این نسل انجام شده است. یکی از این تعدیل‌ها، در نظر گرفتن سیستم‌های هشدار زودهنگام در قالب الگو لاجیت پویاست که تداوم و ماندگاری بحران‌ها را طی سال‌های متوالی نشان می‌دهد^۷. ماندگاری بحران‌های بانکی موجب خواهد شد تا هزینه‌های مقابله با بحران نیز بیشتر شده و زیان‌های بیشتری به نظام بانکی و اقتصاد کشورها وارد شود. همچنین الگوسازی پویا منجر به ارتقاء قدرت توضیح‌دهندگی سیستم هشدار شده و دقت پیش‌بینی بحران‌ها را افزایش می‌دهد. از این رو، زمانی که سیستم هشدار زودهنگام بحران به شکل پویا الگوسازی می‌شود، این امکان وجود خواهد داشت تا بتوان بحران‌ها را به درستی از

^۱ برای مطالعه بیشتر، به بوجینوو (۲۰۱۴) رجوع کنید.

^۲ برای مطالعه بیشتر، به کاپریو و همکاران (۲۰۰۵)، دمیرجیک-کانت و دتراجیچ (۲۰۰۵)، رینهارت و روگوف (۲۰۰۹)، لیون و والنسیا (۲۰۲۰)، هاگن و هو (۲۰۰۷) و جینگ و همکاران (۲۰۱۴) رجوع کنید.

^۳ برای مطالعه بیشتر، به دیویس و کریم (۲۰۰۸)، بارل و همکاران (۲۰۱۰)، خالولی و سامی نبی (۲۰۱۳)، کین و لیو (۲۰۱۴)، کوستا (۲۰۱۶)، لانگ و اشمیت (۲۰۱۶)، عثمان و همکاران (۲۰۱۸) و بسیاری از مطالعات دیگر رجوع کنید.

^۴ برای مطالعه بیشتر، به بوسایر و فراترشر (۲۰۰۶) و کاندلون و همکاران (۲۰۱۴) رجوع کنید.

^۵ برای مطالعه بیشتر به لیون و والنسیا (۲۰۲۰) رجوع کنید.

^۶ برای مطالعه بیشتر در خصوص نسل اول سیستم‌های هشدار زودهنگام، به کامینسکی، لیزوندو و رینهارت (۱۹۹۸)، نسل دوم به برگ و پاتیلو (۱۹۹۹) و نسل سوم به اباید (۲۰۰۳) و فراترشر (۲۰۰۳) رجوع کنید.

^۷ تعدیل دیگر، استفاده از الگو لاجیت چند جمله‌ای به جای دو جمله‌ای جهت مقابله با تورش پس از بحران است.

قبل شناسایی کرده و با اتخاذ سیاست‌های مناسب، جلوی مشکلات آتی ناشی از آنها را گرفت یا حداقل مقدار زیان‌های وارده به اقتصاد کشور را کاهش داد.

با توجه به مطالب فوق، پژوهش حاضر در نظر دارد سیستم هشدار زودهنگام بحران بانکی را بر اساس نسل دوم این سیستم‌ها و اضافه کردن عنصر پویایی به الگو، برای انتخابی از کشورهای با درآمد متوسط بالا^۱ (آفریقای جنوبی، ایران، برزیل، تایلند، ترکیه، روسیه، کلمبیا، مالزی، مکزیک و موریس)، با استفاده از داده‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۶ طراحی کند. بر همین اساس، پژوهش حاضر در پنج بخش سازمان‌دهی شده است. در ادامه در بخش دوم، به مرور پیشینه تحقیق پرداخته شده است. در این بخش نسل دوم سیستم‌های هشدار زودهنگام به طور کامل بررسی می‌شود. در ادامه، به برخی از مطالعات مهم خارجی و داخلی در زمینه بحران‌های بانکی اشاره شده است. در بخش سوم، روش انجام تحقیق معرفی شده و در بخش بعدی، نتایج تحقیق به همراه تحلیل‌های مربوطه ارائه شده است. در بخش پنجم و پایانی نیز به نتایج مهم تحقیق اشاره می‌شود.

۲. پیشینه تحقیق

بحران بانکی بر اساس وقایعی نظیر تعطیلی بانک‌ها، ادغام، هجوم گسترده بانکی^۲، مسدود شدن دارایی‌های بانک و یا هزینه‌های نجات بانک^۳ در قالب رویکرد مطالعه رویدادی و نیز محاسبه شاخص فشار بازار پول در قالب رویکرد شاخص فشار تعریف می‌شود.

بحران‌های بانکی به دو نوع غیرسیستماتیک و سیستماتیک تقسیم‌بندی می‌شوند. بحران بانکی سیستماتیک زمانی اتفاق می‌افتد که بحران یک بانک خاص به کل سیستم بانکی کشور سرایت کرده و نظام بانکداری کشور را مختل کند. از دلایل وقوع این بحران‌ها، می‌توان به دلایل کلان بین‌المللی، کلان ملی، نظام بانکداری و بخش بانکی اشاره کرد؛ که هر کدام از آنها، خود به دلایل جزئی‌تر تقسیم می‌شوند^۴.

در طی دهه ۱۹۹۰، در سه گروه از کشورها بحران اتفاق افتاده است: اقتصادهای در حال گذار، آمریکای لاتین و کشورهای جنوب شرق آسیا. موضوعی که مطالعه در خصوص انواع مختلف بحران‌های مالی را جدی‌تر از قبل مطرح کرد، بحران سال ۱۹۹۷ در کشورهای

^۱. Upper Middle-Income Countries

^۲. Bank Runs

^۳. Rescue Operation

^۴. برای مطالعه بیشتر، به (Bojinov (2014) رجوع کنید.

جنوب شرقی آسیا بود.^۱ در این برهه از زمان، نیاز برای الگوی که بتواند بحران را قبل از وقوع آن تشخیص دهد و بتواند سیاست‌گذاران را از وقوع آن آگاه سازد، بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسید. به دنبال بروز این بحران‌ها، اولین تلاش‌ها برای الگوسازی آنها در قالب سیستم‌های هشدار زودهنگام انجام شد. سیستم‌های مذکور، می‌توانند بحران را قبل از وقوع شناسایی کرده و سیگنال مناسب را برای جلوگیری از وقوع یا کاستن اثرات آن صادر کنند. تاکنون سه نسل از این نوع سیستم‌ها، معرفی شده است.

کامینسکی، لیزوندو و رینهارت^۲ در سال ۱۹۹۸، اولین نسل از ادبیات سیستم‌های هشدار زودهنگام را در خصوص بحران‌های ارزی پیشنهاد کردند. این نسل از سیستم‌های هشدار زودهنگام بر پایه روش علائم^۳ استوار بود. روش علائم، اساساً شامل نظارت بر سیر تکاملی تعدادی از شاخص‌های اقتصادی است که تمایل دارند به صورت سیستماتیک، رفتار متفاوتی قبل از بحران داشته باشند.

نسل دوم این سیستم‌ها که از رگرسیون لجستیک استفاده می‌کند، برای اولین بار توسط برگ و پاتیلو در سال ۱۹۹۹ معرفی شد. این محققین با هدف الگوسازی بحران کشورهای جنوب شرق آسیا در سال ۱۹۹۷، ضمن بررسی عملکرد نسل اول سیستم‌های هشدار، الگو پروبیت چند متغیره را برای اولین بار جهت بررسی احتمال وقوع بحران ارزی پیشنهاد کردند. در این روش، احتمال وقوع بحران، در قالب متغیر وابسته به شکل گسسته (برای سال بحرانی عدد ۱ و غیر آن، عدد ۰) بیان می‌شود.^۴ بعد از معرفی نسل دوم سیستم‌های هشدار زودهنگام، الگو لاجیت بیشتر از الگو پروبیت در مطالعات تجربی مورد استفاده قرار گرفت. به طوری که این نسل از سیستم‌های هشدار زودهنگام را عمدتاً با الگو لاجیت یاد می‌کنند. نسل سوم این سیستم‌ها، از الگو مارکوف سویچینگ بهره می‌برند. در این نسل، رفتار متغیرها به شکل غیرخطی مطرح شده و سال‌های بحرانی، به صورت درون‌زا تعیین می‌شوند.^۵

^۱ آنچه که این بحران را از سایر بحران‌های گذشته متمایز می‌کند، بحث سرایت‌پذیری آن بود که به سرعت به دنبال کاهش ارزش پول تایلند شروع شده و به کشورهای اطراف سرایت کرد.

^۲ Kaminsky, Lizondo and Reinhart

^۳ Signal Extraction

^۴ برای مطالعه بیشتر، به برگ و پاتیلو (۱۹۹۹a) و (۱۹۹۹b) رجوع کنید.

^۵ برای مطالعه بیشتر، به اباید (۲۰۰۳) و فراتزشر (۲۰۰۳) رجوع کنید.

در این بین، بیشترین تعدیلی که برای سیستم‌های هشدار در مطالعات تجربی انجام شد، مربوط به نسل دوم این سیستم‌هاست. یکی از این تعدیل‌ها، مقابله با تورش پس از بحران^۱ است. تعدیل دوم، در نظر گرفتن پویایی این سیستم‌هاست. در ادبیات موضوع، اغلب از وقفه‌های متغیرهای کلان اقتصادی به‌عنوان شاخص‌های پیشرو بحران در الگوها استفاده می‌شود؛ و این حالت، یک حالت پایه برای این الگوها بود. به‌عبارت دیگر، تا به حال فقط برای متغیرهای برون‌زا وقفه در نظر گرفته می‌شد. کاندلون و همکاران (۲۰۱۴) برای اولین بار در مقاله‌ای تحت عنوان سیستم‌های هشدار زودهنگام بحران ارزی: چرا بایستی پویا باشند؟ نسخه پویایی از سیستم‌های هشدار زودهنگام ارائه کردند. طبق الگو مذکور، پویایی برای متغیر بحران (متغیر وابسته الگو) نیز در نظر گرفته می‌شود که متغیر درون‌زای الگو است. زمانی که الگو به‌شکل پویا تخمین زده می‌شود، تداوم و ماندگاری بحران‌ها در الگو لحاظ شده و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز، بهتر و دقیق‌تر از حالت ایستا خواهد بود.

در ادامه به مرور برخی از مطالعات خارجی و داخلی می‌پردازیم که با استفاده از نسل دوم سیستم‌های هشدار زودهنگام و انواع الگوهای لاجیت و پروبیت، به بررسی احتمال وقوع بحران‌های بانکی پرداختند.

کاندلون^۲ و همکاران (۲۰۱۴)، در مطالعه خود برای اولین بار پویایی را وارد ادبیات سیستم‌های هشدار زودهنگام کردند. محققین با استفاده از داده‌های ماهانه ۲۰۱۱-۱۹۸۵ برای ۱۶ کشور و بکارگیری الگو لاجیت، ۴ الگو مختلف که اولی ایستا و بقیه پویا بود، تخمین زدند. همچنین پویایی در الگو به دو شکل مختلف در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که توانایی پیش‌بینی سیستم در حالت پویا بهتر از حالت ایستای آن در هر دو حالت پیش‌بینی درون و برون نمونه‌ای است.

لانگ و اش‌میت^۳ (۲۰۱۶) سیستم هشدار زودهنگامی را برای بحران بانکی سیستماتیک طراحی کردند. برای این منظور، از داده‌های ماهانه ۲۰۱۰-۱۹۷۵ برای ۷۰ کشور که در مجموع ۹۵٪ تولید دنیا را پوشش می‌دهند؛ و روش پانل لاجیت استفاده کردند. تمام مشاهدات دوره بحران و پس از بحران به خاطر تورش پس از بحران^۴ حذف گردید. در ادامه، ۵۴ الگو مختلف پانل لاجیت با اثرات ثابت تخمین زده شد. نتایج نشان داد که قیمت‌داری یک شاخص هشدار زودهنگام خوب برای بحران بانکی است. در عوض بازار

^۱. تورش پس از بحران برای اولین بار توسط بوسایر و فراتزشر (۲۰۰۶) مطرح شد. این تورش بدین خاطر مهم است که رفتار متغیرهای مستقل (شاخص‌های پیشرو بحران) در طی زمان‌های آرام در مقایسه با دوره‌های بحران یا بهبود پس از آن، بسیار متفاوت است. برای مطالعه بیشتر، به بوسایر و فراتزشر (۲۰۰۶) رجوع کنید.

^۲. Candelon

^۳. Lang and Schmidt

^۴. Post-crisis Bias

ارز خارجی، شاخص خوبی برای بحران بانکی پیشرو در آینده نیست. نتایج پیش‌بینی نیز، نشان‌دهنده قدرتمند بودن الگو در این زمینه است.

آنتونس^۱ و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه خود به پیش‌بینی بحران‌های بانکی پرداختند. بدین منظور محققین از داده‌های فصلی ۲۲ کشور اروپایی در طی دوره زمانی ۲۰۱۲:۴-۲۰۱۷:۱ و الگو اقتصادسنجی پروبیت به دو شکل ایستا و پویا استفاده کردند. چهار متغیر شکاف اعتبار به GDP، نسبت بدهی خدمات، نرخ رشد سالانه قیمت مسکن و شاخص قیمت سهام در بررسی‌های اولیه، دارای بهترین عملکرد بودند. این چهار متغیر به همراه متغیر وابسته بحران با وقفه‌های مختلف ۴ تا ۱۲ فصلی به دو شکل پروبیت ایستا و پویا تخمین زده شد. نتایج حاکی از آن است که چهار متغیر مذکور، از مفیدترین و مناسب‌ترین شاخص‌ها برای سیگنال‌دهی بحران‌های نوظهور هستند. اضافه کردن مولفه پویایی به الگوسازی چندمتغیره بحران‌های بانکی سیستماتیک، دقت پیش‌بینی الگوها را در هر دو حالت درون‌نمونه‌ای و برون‌نمونه‌ای به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود داد.

فیلیپوپولو^۲ و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود، سیستم هشدار زودهنگام بحران بانکی را برای ۱۱ کشور منطقه یورو طراحی کردند. ارزیابی اعتبار پیش‌بینی شاخص‌های ریسک موجود در پایگاه داده^۳ MPDB بانک مرکزی اروپا (ECB^۴) و نیز استفاده از متغیرهایی که در سایر مطالعات گذشته به کار نرفتند، جز اهداف اصلی این تحقیق بوده است. برای انجام تحقیق از داده‌های فصلی ۲۰۱۶:۴-۱۹۹۱:۱ و الگو اقتصادسنجی لاجیت استفاده شد. نتایج نشان داد که اکثر شاخص‌های ریسک موجود در پایگاه داده MPDB، برای پیش‌بینی ۱ تا ۴ سال قبل از وقوع بحران بانکی سیستماتیک در کشورهای منطقه یورو مهم هستند. سیستم هشدار ساخته شده جلونگر بوده و از نظر توانایی پیش‌بینی، دارای موفقیت قابل توجهی است. طبق نتایج تخمین، متغیرهای مربوط به حوزه بانکی مانند دارایی‌ها، بودجه، نقدینگی و سایر متغیرهای بانکی به طور متوسط از متغیرهای کلان اقتصادی مهم‌تر هستند. همچنین نتایج نشان داد زمانی که الگو بدون داده‌های پس از بحران تخمین زده می‌شود، عملکرد بهتری دارد.

کاردوت-مارتین^۵ و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه خود به بررسی تاثیر نسبت‌های سرمایه، بر وقوع بحران‌های بانکی در اتحادیه اروپا در طی سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۸ پرداختند. بدین

1. Antunes

2. Filippopoulou

۳. برای دسترسی به این پایگاه داده، به <http://sdw.ecb.europa.eu/browse.do?node=9689335> رجوع کنید.

4. European Central Bank

5. Cardot-Martin

منظور از دو معیار نسبت سرمایه بانک به کل دارایی‌ها و نسبت سرمایه نظارتی بانک به ریسک موزون دارایی‌ها (RWA^1) و مدل‌سازی پروبیت استفاده شد. نتایج نشان داد که هر دو معیار مذکور، بر احتمال وقوع بحران بانکی تاثیر منفی داشته و باعث کاهش احتمال وقوع آن می‌شوند. این نتیجه نسبت به تحلیل حساسیت‌های مختلفی که به صورت گنجاندن متغیرهای کنترلی مختلف صورت گرفت؛ استحکام خوبی داشت. همچنین در ادامه، محققین نشان دادند که نسبت سرمایه نظارتی بانک به ریسک موزون دارایی‌ها همیشه بر کاهش احتمال وقوع بحران موثر است؛ در حالی که نسبت سرمایه بانک به کل دارایی‌ها، فقط زمانی که فراتر از سطح آستانه ۱۰ تا ۱۲ درصدی باشد، بر کاهش احتمال وقوع بحران بانکی اثرگذار خواهد بود.

چن و اسوریدزنکا^۲ (۲۰۲۱) طی یک مطالعه، به بررسی تاثیر روند صعودی و نزولی متغیرهای مالی، به عنوان شاخص‌های هشداردهنده زود هنگام بحران بانکی پرداختند. بدین منظور از داده‌های ۳۴ اقتصاد پیشرفته و ۲۵ اقتصاد نوظهور طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۶۰ و مدل‌سازی لاجیت استفاده شد. نتایج برآورد و تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که قدرت پیش‌بینی متغیرهای مالی هم‌ردیف متغیرهای حقیقی و حتی در بسیاری از موارد، بهتر از آنها بوده است. در همین راستا، قیمت سهام و پس از آن، قیمت مسکن، جزء بهترین هشداردهنده‌های بحران بانکی بودند. در مقابل، اعتبار بانکی که به طور گسترده به عنوان یک پیش‌بینی کننده قوی بحران مطرح است Y هشدارهای روشنی از وقوع بحران بانکی ارائه نداد.

مشیری و نادعلی (۱۳۹۲) در دومین مطالعه خود در خصوص بحران‌های بانکی، به شناسایی عوامل موثر بر بروز این بحران‌ها پرداختند^۳. در این مطالعه، با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۵۲، دو الگو برآورد شد. در الگو اول، متغیر وابسته به شکل مجازی تعریف شد که در آن، سال‌های بحرانی عدد ۱ و بقیه سال‌ها عدد ۰ به خود گرفتند. در الگو دوم، احتمالات وقوع بحران بانکی، خود به عنوان متغیر وابسته وارد الگو شد. الگوهای فوق در قالب الگوهای لاجیت با متغیر وابسته مجازی و متغیر تناسبی^۴ (به ترتیب) تصریح و برآورد شدند. نتایج تخمین‌ها نشان داد که احتمال تجربه بحران بانکی با نرخ تورم رابطه U شکل داشته و زمانی که نرخ تورم در کشور خیلی بالا یا خیلی پایین

1. Risk Weighted Assets

2. Chen and Svirydzenka

۳. مطالعه اول این محققین در سال ۱۳۸۹ تحت عنوان شناسایی بحران‌های بانکی در ایران، انجام شد. در این مطالعه، ضمن تعیین دوره‌های بحران بانکی در ایران، عوامل موثر بر بحران نیز شناسایی شد.

4. Proportion Variable

باشد، احتمال وقوع بحران نیز بالا خواهد بود. همچنین احتمال وقوع بحران بانکی با نرخ سود حقیقی رابطه عکس و با با متغیر نسبت اعتبارات اعطایی بانک‌ها به بخش خصوصی نسبت به تولید ناخالص داخلی رابطه مستقیم دارد. در بین متغیرهای دیگری که در این مطالعه بررسی شد، متغیرهای رشد اقتصادی، تغییرات نرخ ارز اسمی، نرخ رشد نقدینگی و نرخ رشد اعتبارات، بر احتمال بروز بحران بانکی در اقتصاد ایران تاثیر معنی‌دار نداشته است. همچنین الگوهای برآورد شده، حدود ۹۰ درصد توانستند بحران‌ها را به درستی پیش‌بینی کرده و سیگنال صحیح صادر کنند.

ابونوری و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود، وقوع بحران‌های بانکی را برای ۱۵۸ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۸ مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور، ابتدا شاخص فشار بازار پول اصلاح شده برای کشورهای مورد مطالعه محاسبه شده و از این طریق سال‌های بحرانی شناسایی شدند. در ادامه به منظور بررسی عوامل موثر بر وقوع بحران، الگو لاجیت تخمین زده شد. نتایج برآوردها بر اساس ضرایب معنی‌دار برخی از متغیرها نشان داد که متغیر نسبت هزینه به درآمد سیستم بانکی، نسبت اعتبار داخلی به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی و تورم، موجب افزایش احتمال وقوع بحران بانکی می‌شود. همچنین وجود رابطه U شکل بین تورم و احتمال وقوع بحران بانکی تایید شد. با توجه به اثرات نهایی محاسبه شده برای متغیرهای معنی‌دار الگو، متغیر تورم نقش مهمی در احتمال وقوع بحران بانکی دارد.

حاجی شاهرودی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه خود به طراحی سیستم پیش هشداردهنده بحران بانکی نظام‌مند برای اقتصاد ایران پرداختند. بدین منظور از داده‌های فصلی طی بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۵۷ و روش مارکوف سوپچینگ استفاده شد. سال‌های ۱۳۵۸، ۱۳۶۴، ۱۳۷۱، ۱۳۷۲، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به شکل درون‌زا به عنوان سال‌های احتمالی بحران شناسایی شدند. در نهایت با در نظر گرفتن روابط غیرخطی بین متغیرهای الگو و به منظور ارزیابی احتمال وقوع بحران بانکی، الگو به روش لاجیت تخمین زده شد. نتایج نشان داد که الگو برآورد شده به خوبی توانسته بحران بانکی سال ۱۳۷۲ را یک سال قبل از وقوع شناسایی کند.

ابوالحسنی و صمدی (۱۳۹۹)، در مطالعه خود به پیش‌بینی وقوع بحران بانکی در ایران پرداختند. بدین منظور از داده‌های ۱۹ بانک ایران در طی دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۹۶ استفاده شد. محققین برای پیش‌بینی وقوع بحران بانکی از مدل‌سازی پروبیت به دو شکل ساده و پویا برای دو دوره زمانی استفاده کردند. همچنین از متغیرهای شاخص کل بورس، شاخص قیمت زمین، نسبت اعتبار به تولید ناخالص داخلی، نسبت اهرم، سود و سرمایه

هر بانک که نشان‌دهنده وضعیت اقتصاد کشور و بانک‌هاست؛ بهره گرفته شد. نتایج پیش‌بینی نشان داد که نرخ پیش‌بینی صحیح در مدل پروبیت پویا، بیشتر از نرخ پیش‌بینی مدل پروبیت ساده است. به عبارت دیگر، مدل پروبیت پویا، توانایی بیشتری در پیش‌بینی بحران‌های بانکی دارد.

اکبر موسوی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه خود به برآورد احتمال وقوع بحران بانکی در ۱۳ کشور منتخب با درآمد متوسط بالا پرداختند. بدین منظور، محققین با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۰ و مدل‌های لاجیت دوجمله‌ای و چندجمله‌ای، سیستم هشدار زودهنگامی را بر اساس نسل دوم این سیستم‌ها، طراحی کردند. نتایج تخمین مدل لاجیت دو جمله‌ای نشان داد که سه شاخص پیشرو بحران نسبت نقدینگی گسترده، شاخص قیمت سهام و تورم، از عوامل اصلی وقوع بحران در کشورهای مورد مطالعه است. این متغیرها در مجموع حدود ۱۷ درصد از احتمال وقوع بحران بانکی را توضیح می‌دهند. در ادامه برای مقابله با تورش پس از بحران، مدل لاجیت چندجمله‌ای نیز تخمین زده شد. نتایج این مدل نیز، هشداردهنده بودن سه شاخص پیشرو فوق را تایید می‌کند. همچنین از بین سه متغیر فوق، تنها متغیر شاخص قیمت سهام با احتمال ۱۲/۶ درصد، باعث خروج اقتصاد از بحران بانکی و تغییر وضعیت آن از دوره بحران/بهبود به سمت دوره آرام می‌شود. مقایسه عملکرد درون نمونه‌ای مدل‌ها نیز حاکی از دقت پیش‌بینی بالای مدل لاجیت چندجمله‌ای است.

با توجه به مطالب فوق، در مطالعه حاضر برای اولین بار سیستم هشدار زودهنگام پویا طراحی می‌شود. طراحی سیستم‌های مذکور به شکل پویا، ضمن اینکه تداوم و ماندگاری بحران را نشان می‌دهد؛ منجر به ارتقاء توان پیش‌بینی الگو نیز می‌شود. در این مطالعه پیش‌بینی‌های درون و برون نمونه انجام شده، که در هیچ یک از مطالعات داخلی در حوزه بحران‌ها به این موضوع اشاره نشده است.

۳. روش تحقیق

هدف اصلی این پژوهش، طراحی سیستم هشدار زودهنگام پویای بحران بانکی برای منتخبی از کشورهای با درآمد متوسط بالاست. بدین منظور از نسل دوم سیستم‌های هشدار زودهنگام استفاده می‌شود. به طوری که الگو به دو حالت لاجیت ایستا و پویا تخمین زده شده و نتایج آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. در ادامه جهت ارزیابی قدرت پیش‌بینی الگو، عملکرد درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای در حالت‌های ایستا و پویا بررسی می‌شود. بر این اساس، الگو اقتصادی تحقیق به پیروی از مطالعه لانگ و اشمیت (۲۰۱۶) به شکل زیر است:

$$BCrisis = f(Biligdp, Bliqr, Demdep, Domcred, Govdef, Rsplcu, Infl) \quad (1)$$

در ادامه به تعریف هر یک از متغیرهای تحقیق می‌پردازیم:

بحران بانکی (BCrisis): متغیر وابسته بحران، کلیدی‌ترین متغیر الگو است. تاکنون دو رویکرد مطالعه رویدادی^۱ و شاخص فشار بازار پول^۲ برای تعیین تاریخ‌های بحرانی در ادبیات موضوع مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از مهم‌ترین مطالعات در خصوص تاریخ‌گذاری بحران‌های مالی، مطالعه لیون و والنسیا^۳ (۲۰۲۰) است که توانسته با استفاده از رویکرد مطالعه رویدادی، تاریخ‌های بحران‌های مالی مانند بحران ارزی، بانکی و بدهی را برای اکثر کشورهای دنیا ارائه کند. در مطالعه حاضر، تاریخ‌های بحران بانکی برای ۷ کشور از کشورهای نمونه مورد مطالعه، از مطالعه لیون و والنسیا (۲۰۲۰) استخراج شده است.^۴ به دلیل اینکه پایگاه داده مذکور، تاریخ‌های بحرانی را برای سایر کشورهای نمونه تحقیق ارائه نکرده؛ یا در صورت ارائه، وجود محدودیت‌هایی مانند عدم دسترسی به داده‌های سایر متغیرهای توضیحی، مانع از استفاده آنها شده است؛ لذا برای ۳ کشور دیگر نیز، به پیروی از جینگ^۵ و همکاران (۲۰۱۴)، از طریق محاسبه شاخص فشار بازار پول، تاریخ بحران بانکی تعیین شده است.^۶ برای سال‌های بحرانی عدد ۱ و برای سایر سال‌ها، عدد ۰ در تخمین‌ها لحاظ شده است.

نسبت بدهی‌های سرمایه‌ای بانکی به GDP (Biligdp): متغیر بدهی‌های سرمایه‌ای بانکی نشان‌دهنده بدهی بانک‌ها و موسسات سپرده‌گذاری (به غیر از بانک مرکزی) به کشورهای خارجی است که در قسمت سایر بدهی‌های حساب مالی تراز پرداخت‌ها گزارش می‌شود. مقدار این متغیر، به تولید ناخالص داخلی اسمی تقسیم شده است. انتظار می‌رود با افزایش نسبت مذکور، احتمال وقوع بحران بانکی افزایش یابد.

نسبت نقدینگی گسترده^۷ (Bligr): بیانگر نسبت مجموع ذخایر بانک‌ها و مطالبات دولتی به مجموع ذخایر بانک‌ها، دارایی‌های خارجی بانک‌ها، مطالبات دولت و مطالبات بخش خصوصی است. هرچه نقدینگی کمتر باشد، احتمال اینکه بانک‌ها با ریسک نقدینگی مواجه شوند، افزایش یافته و به دنبال آن، احتمال وقوع بحران بانکی بیشتر می‌شود.

1. Event Study

2. Money Market Pressure Index

3. Leaven and Valencia

۴. برای مطالعه بیشتر در خصوص نحوه تاریخ‌گذاری شروع و پایان بحران‌ها، به لیون و والنسیا (۲۰۲۰) رجوع کنید.

5. Jing

۶. برای سه کشوری که تاریخ بحران بانکی آنها با استفاده از شاخص فشار بازار پول تعیین شده، تنها یک سال به عنوان سال بحرانی در نظر گرفته شده است. برای مطالعه بیشتر، به جینگ و همکاران (۲۰۱۴) رجوع کنید.

7. Broad Liquidity

سپرده‌های دیداری حقیقی^۱ (Demdep): این متغیر نشان‌دهنده سپرده‌های دیداری بانک‌ها و موسسات مالی به قیمت سال پایه ۲۰۱۰ است. انتظار می‌رود با افزایش این متغیر، احتمال وقوع بحران بانکی کاهش یابد.

نسبت اعتبار داخلی به GDP (Domcred): بیانگر نسبت خالص اعتبارات اعطائی بانک مرکزی به دولت و سایر بخش‌ها از جمله بخش خصوصی، به تولید ناخالص داخلی اسمی است. افزایش در این نسبت، نشان‌دهنده احتمال بالاتر وقوع بحران است.

نسبت مخارج-درآمد دولت (Govdef): نسبت تمامی مخارج دولتی مانند خرید کالاها و خدمات و ... به کل عایدی‌های دولت؛ مانند مالیات‌ها که عمده‌ترین منبع کسب درآمد دولت است و سایر درآمدهایی که ممکن است وجود داشته باشد؛ گفته می‌شود. در دوره پیش از بحران، کسری مالی دولت، به دلیل افزایش مخارج و کاهش درآمدها، بیشتر می‌شود که این موضوع، احتمال وقوع بحران بانکی را افزایش می‌دهد.

قیمت‌های حقیقی سهام (Rsplcu): قیمت حقیقی سهام میانگین وزنی نسبت‌های قیمتی سهام با وزنی برابر ارزش سهام در سال پایه ۲۰۱۰ است. با افزایش شاخص قیمت سهام، احتمال وقوع بحران بانکی کمتر می‌شود. لذا انتظار می‌رود علامت ضریب این متغیر در برآوردها، منفی باشد.

نرخ تورم (Infl): نشان‌دهنده درصد تغییرات در شاخص قیمت مصرف‌کننده است که به روش لاسپیترز محاسبه می‌شود. سال پایه برای این متغیر، سال ۲۰۱۰ است. در اکثر مطالعات، افزایش تورم، توأم با افزایش احتمال بحران بانکی بوده است.

همه متغیرهای توضیحی فوق، برگرفته از مطالعه لانگ و اشمیت (۲۰۱۶) است. داده‌های مورد نیاز، به روش اسنادی و کتابخانه‌ای از پایگاه داده صندوق بین‌المللی پول^۲ (۲۰۲۰) استخراج شده که منبع دقیق آنها در جدول پیوست آمده است. داده‌های تحقیق، به صورت سالانه بوده و بازه زمانی ۲۰۱۷-۱۹۹۶ را شامل می‌شود^۳. دلیل انتخاب بازه زمانی مذکور این است که این دوره، بحران‌های به وقوع پیوسته در اواخر دهه ۱۹۹۰ و بحران جهانی اخیر در سال ۲۰۰۸-۲۰۰۷ را پوشش می‌دهد. نمونه مورد مطالعه، با توجه به

^۱. Demand Deposits

^۲. International Monetary Fund

^۳. با توجه به اینکه تخمین سیستم‌های هشدار پویا در نرم افزار R قابل انجام است و کدنویسی مخصوص آن، برای پانل متوازن طراحی شده است. بنابراین به ناچار بازه زمانی مطالعه محدودتر شده است.

محدودیت داده‌ها^۱، منتخبی از ۱۰ کشور با درآمد متوسط بالاست^۲ که درآمد ناخالص ملی سرانه آنها بین ۳۹۵۶ تا ۱۲۲۳۵ دلار است (بانک جهانی، ۲۰۲۰). این کشورها عبارتند از: آفریقای جنوبی، ایران، برزیل، تایلند، ترکیه، روسیه، کلمبیا، مالزی، مکزیک و موریس. از دلایل انتخاب نمونه تحقیق می‌توان به تجربه مشترک برخی از کشورهای نمونه تحقیق در بحران‌های به وقوع پیوسته در اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی و همچنین تجربه بحران بانکی در کشورهای دیگر از جمله ایران، اشاره کرد.

به منظور جمع‌بندی و خلاصه‌سازی داده‌ها از نرم‌افزار Excel و جهت برآورد الگو تحقیق نیز، از نرم‌افزار R استفاده شده است. برای برآورد رابطه ۱، از الگو لاجیت در دو حالت ایستا و پویا استفاده خواهد شد که در ادامه به توضیح مختصر هر یک از این الگوها می‌پردازیم.

۳-۱. لاجیت ایستا (تصریح ایستای سیستم هشدار زودهنگام)

در الگو لاجیت، متغیر وابسته به شکل گسسته بوده و مقدار ۰ و ۱ به خود می‌گیرد^۳. در پژوهش حاضر، برای سال‌های بحرانی عدد ۱ و برای سال‌های غیر بحرانی، عدد ۰ اختصاص می‌یابد. بنابراین دو احتمال برای وقوع یا عدم وقوع بحران به شکل زیر داریم:

$$pr(BCrisis_{i,t} = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(X_{i,t-1}\beta)}} \quad (۲)$$

$$pr(BCrisis_{i,t} = 0) = \frac{1}{1 + e^{(X_{i,t-1}\beta)}}$$

بر این اساس، نسبت زیر را به‌عنوان نسبت احتمال وقوع حادثه موردنظر (p) به احتمال وقوع حالت مخالف (1-p) در نظر می‌گیریم تا نشان دهیم احتمال وقوع حادثه مورد نظر ما نسبت به عدم احتمال آن، چقدر مزیت و برتری دارد:

$$\frac{p}{1-p} = e^{X_{i,t-1}\beta} \quad (۳)$$

^۱ نبود داده به صورت کلی برای ۸ کشور از گروه کشورهای با درآمد متوسط بالا یکی از محدودیت‌های تحقیق است. محدودیت دوم عدم تطابق سال‌های بحرانی و بازه زمانی داده‌های موجود برای متغیرهای توضیحی الگو است؛ که در این حالت، به ناچار برخی از کشورها از الگو حذف می‌شوند. محدودیت سوم به خاطر تنظیم داده‌های تحقیق به شکل پانل متوازن است که موجب شده تا برخی از کشورها در تخمین حضور نداشته باشند. بدیهی است در صورتی که به داده‌های کشورهای بیشتری دسترسی داشته باشیم، اعتبار نتایج تحقیق افزایش خواهد یافت.

^۲ اسامی کشورهای مذکور، در سایت بانک جهانی موجود بوده و از آدرس زیر قابل دسترسی است:

<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>

^۳ برای مطالعه بیشتر، به کتب اقتصادسنجی نویسندگان مختلف نظیر گجراتی، بالتاجی، گرین، اندرس و ... رجوع کنید.

حال با یک لگاریتم‌گیری ساده از طرفین جهت تبدیل به الگو رگرسیون خطی و اضافه کردن جمله خطا، خواهیم داشت (حقیقت و اکبرموسوی، ۱۳۹۷، ص: ۳۰۸):

$$L = \ln\left(\frac{P}{1-p}\right) = X_{i,t-1}\beta + u_{i,t} \quad (۴)$$

۲-۳. لاجیت پویا (تصریح پویای سیستم هشدار زودهنگام)

کاپی و سائیکونن^۱ (۲۰۰۸) برای اولین بار نسخه پویایی از الگوهای لاجیت ارائه دادند که از روش تخمین حداکثر راستنمایی دقیق^۲، برای برآورد آن استفاده می‌شد. طبق الگو مذکور، پویایی برای متغیر بحران (متغیر وابسته الگو) نیز در نظر گرفته می‌شود که متغیر درون‌زای الگو است. در نظر گرفتن عنصر پویایی در متغیر وابسته الگو به سه حالت زیر ممکن است:

$$(۱) \text{ از طریق متغیر وابسته به شکل وقفه‌دار آن } Y_{t-1}$$

$$(۲) \text{ از طریق شاخص } \pi_{t-1} \text{ به شکل وقفه‌دار آن}$$

$$(۳) \text{ ترکیبی از دو حالت فوق (حالت پیچیده)}$$

برای اولین بار، کاندلون و همکاران (۲۰۱۴) از الگوسازی پویای فوق، در طراحی سیستم‌های هشدار زودهنگام استفاده کردند. الگو آنها برای حالت پانل الگو لاجیت دوجمله‌ای پویا به شکل زیر است:

$$\Pr(BCrisis_{i,t} = 1) = F(\eta_i + \alpha BCrisis_{i,t-1} + X_{i,t-1}\beta + \delta\pi_{i,t-1}) \quad \begin{matrix} t = 0, \dots \\ i = 1, \dots \end{matrix} \quad (۵)$$

که در آن، N تعداد کشورها در پانل، T تعداد مشاهدات سری زمانی برای هر کشور و η_i ، ناهمگنی مشاهده نشده دائمی بین کشورها را نشان می‌دهد.

۴. برآورد مدل

در این بخش نتایج تحقیق ارائه می‌شود. در ابتدا تاریخ‌های بحران بانکی برای کشورهای مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. سپس الگو اقتصادی تحقیق (رابطه ۱)، به صورت لاجیت ایستا و پویا تخمین زده شده و نتایج آن تفسیر می‌شود. در قسمت سوم و پایانی، عملکرد درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای الگوهای لاجیت تخمین زده شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

^۱. Kauppi and Saikkonen

^۲. Exact Maximum Likelihood (ELM)

^۳. متغیر شاخص، احتمال متغیر وابسته است که با یک وقفه در مدل حضور دارد. برای مطالعه بیشتر به کاپی و سائیکونن (۲۰۰۸) رجوع کنید.

۴-۱. تاریخ‌های بحران بانکی

تاریخ‌های بحرانی بانکی برای ۷ کشور، از مطالعه لیون و والنسیا (۲۰۲۰) استخراج شده و برای ۳ کشور نیز به روش شاخص فشار بازار پول تعیین شده است. در جدول ۱، تاریخ‌های بحران بانکی آمده است.

جدول (۱): اریخ‌های بحران بانکی برای کشورهای مورد مطالعه

بر اساس مطالعه لیون و والنسیا (۲۰۲۰)		بر اساس شاخص فشار بازار پول	
نام کشور	سال‌های بحرانی	نام کشور	سال‌های بحرانی
برزیل	۱۹۹۶-۱۹۹۸	آفریقای جنوبی	۲۰۰۱
تایلند	۱۹۹۷-۲۰۰۰	ایران ^۱	۲۰۰۸
ترکیه	۲۰۰۰-۲۰۰۱	موریس	۲۰۰۲
روسیه	۱۹۹۸		

منبع: لیون و والنسیا (۲۰۲۰) و یافته‌های تحقیق

۴-۲. نتایج برآورد الگو

بعد از تعیین سال‌های بحرانی، الگو تجربی تحقیق (رابطه ۱) به روش لاجیت ایستا و دو حالت اول و دوم لاجیت پویا (متغیر وابسته به شکل وقفه‌دار (الگو ۲) و شاخص به شکل وقفه‌دار (الگو ۳)) برآورد شده و نتایج آن در جدول ۲، آمده است.

جدول (۲): نتایج تخمین لاجیت ایستا و پویا

نام متغیرها	لاجیت پویا		
	الگو (۱)	الگو (۲)	الگو (۳)
Intercept	۱/۳۷۸۹ (۴/۱۸۷۱)	۲/۱۱۷۳ (۴/۰۳۵۶)	۲/۵۶۳۴ (۴/۲۹۲۵)
Biligdp	-۵/۹۶۶۲ (۲۲/۷۸۲۰)	۲/۷۶۶۷ (۲۴/۲۳۳۵)	-۱۰/۴۰۵۰ (۹/۵۳۵۴)
Bliqr	-۶/۴۲۸۷ (۴/۸۲۶۰)	-۵/۹۷۳۲** (۴/۳۷۰۹)	-۹/۰۸۵۵*** (۳/۱۷۶۳)

^۱ کشور ایران همان طور که در مطالعات مختلف نیز اشاره شده (شجری و محبی خواه (۱۳۸۹)، زارعی و کمیجانی (۱۳۹۴)، ابونوری و همکاران (۱۳۹۷) و (حاجی شاهرودی و همکاران (۱۳۹۸))، با بحران بانکی روبرو بوده است. در مطالعه نادعلی و همکاران (۱۳۸۹) نیز بیان شده که ایران شرایط بحران بانکی را داشته، اما به دلیل حمایت دولت، هیچ وقت این شرایط منجر به بروز بحران آشکار در اقتصاد نشده است. در بحران ۲۰۰۱ کشور آرژانتین نیز، با حمایت دولت، از تعطیلی بانک‌ها جلوگیری شد (لیون و والنسیا، ۲۰۱۳، ص: ۲۲۷).

Demdep	۰/۰۰۲۱*** (۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۱۸** (۰/۰۰۰۰۸)	۰/۰۰۰۸** (۰/۰۰۰۰۶)
Domcred	۰/۵۵۸۹ (۳/۴۷۶۷)	۱/۲۹۱۴* (۲/۹۸۴۰)	۲/۹۵۱۵** (۱/۵۰۵۴)
Govdef	-۰/۸۱۸۹ (۲/۹۳۸۹)	-۳/۲۳۸۵ (۲/۹۰۷۴)	-۳/۹۳۱۶ (۳/۴۹۱۲)
Rsplcu	-۵/۹۴۱۱*** (۱/۵۸۰۵)	-۲/۹۹۹۹*** (۱/۱۸۷۹)	-۳/۲۵۲۲*** (۰/۸۱۱۵)
Infl	-۰/۰۰۳۲ (۰/۰۲۲۳)	۰/۰۱۳۰ (۰/۰۲۱۹)	۰/۰۳۳۵ (۰/۰۳۰۶)
$BCrisis_{t-1}$		۲/۱۷۴۹*** (۰/۵۷۷۰)	
$Index \pi_{t-1}$			-۰/۷۶۳۳ (۱/۴۲۶۹)
تعداد مشاهدات	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰
تعداد کشورها	۱۰	۱۰	۱۰
معیار اطلاعاتی BIC	۱۷۰/۱۱۶۷	۱۷۱/۳۹۳۷	۱۷۳/۸۳۱۸
مقدار حداکثر راستنمایی	-۳۹/۶۰۷۹	-۳۷/۵۷۲۸	-۳۸/۷۹۱۹

منبع: یافته‌های تحقیق

* سطح معنی‌داری ۱۰٪، ** سطح معنی‌داری ۵٪ و *** سطح معنی‌داری ۱٪

مقادیر داخل پرانتز، نشان‌دهنده انحراف معیارهای ضرایب تخمینی است. در تخمین‌ها، از تصحیح دریسکول و کرای (۱۹۹۸) برای در نظر گرفتن وابستگی بین مقاطع استفاده شده است. در هر سه تخمین جدول ۲، متغیرهای توضیحی با وقفه یک ساله حضور دارند.

زمانی که الگو به روش لاجیت ایستا تخمین زده شده (الگو ۱)، متغیرهای سپرده دیداری حقیقی و شاخص قیمت سهام هر دو در سطح یک درصد معنی‌دار هستند. اما سپرده‌های دیداری حقیقی علامت مورد انتظار را ندارد^۱. بنابراین تنها شاخص قیمت سهام یک هشدار دهنده بحران بانکی مناسب در حالت ایستا به شمار می‌رود. با توجه به رابطه معکوس بین شاخص قیمت سهام و بحران بانکی (متغیر وابسته)، افزایش در شاخص قیمت سهام در زمان $t-1$ منجر به کاهش احتمال وقوع بحران بانکی در زمان t خواهد شد. در الگو ۲، متغیر وابسته با وقفه یک ساله ($BCrisis_{t-1}$) و در الگو ۳، شاخص وقفه‌دار ($Index \pi_{t-1}$) با وقفه یک ساله، به عنوان متغیر توضیحی وارد تخمین شدند^۲. وجود هر یک از این دو متغیر، منجر به پویایی الگو می‌شود. اگر یکی از این دو ضریب، معنی‌دار باشد؛ بیانگر آن است که الگو لاجیت ایستای سنتی تورش‌دار بوده و تفسیر نتایج آن

^۱. با توجه به اینکه این متغیر علامت مورد انتظار را ندارد؛ لذا در هیچ یک از الگوها نتایج آن تفسیر نمی‌شود.

^۲. اضافه کردن این دو متغیر، نوآوری مطالعه کاپی و سایکونن (۲۰۰۸) است.

ممکن است گمراه‌کننده باشد (نیسرا^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). در الگو ۲، نسبت نقدینگی گسترده، نسبت اعتبار داخلی به GDP و شاخص قیمت سهام، ضمن اینکه معنی‌دار هستند، علامت مورد انتظار را نیز دارند. افزایش در دو متغیر هشداردهنده نسبت نقدینگی گسترده و شاخص قیمت سهام در سال $t-1$ ، منجر به کاهش احتمال وقوع بحران بانکی در سال t می‌شود. همچنین با توجه به رابطه مثبت بین نسبت اعتبار داخلی به GDP و بحران بانکی، افزایش نسبت مذکور احتمال وقوع بحران بانکی را در سال آینده پیش‌رو افزایش خواهد داد. متغیر وابسته وقفه‌دار نیز به شدت معنی‌دار بوده و علامت آن مثبت است. این موضوع نشان‌دهنده آن است که در صورتی که در یک سال با بحران بانکی روبرو شویم، سال بعد نیز احتمال وقوع بحران وجود دارد. که این حالت، احتمال تداوم و ماندگاری بحران بانکی را در سال‌های متوالی نشان می‌دهد. الگو ۳ هم نشان‌دهنده یک الگو پویاست. اما در این الگو، متغیر شاخص وقفه‌دار معنی‌دار نیست.

مقدار معیار اطلاعاتی BIC، به عنوان معیار خوبی برازش الگو است. الگوی به عنوان الگو برتر انتخاب می‌شود که مقدار این معیار در آن کمتر از سایر الگوها باشد. چون یکی از متغیرهایی پویایی (در اینجا متغیر وابسته وقفه‌دار) معنی‌دار است، بنابراین استفاده و تفسیر نتایج الگو ایستا نادرست خواهد بود. از طرفی بین دو الگو پویا نیز، مقدار معیار BIC در الگو ۲ کمتر است. همچنین مقدار حداکثر راستنمایی در الگو ۲ بیشتر از بقیه الگوهاست. لذا الگو ۲ را به عنوان یک الگو پویای مناسب انتخاب کرده و مبنای تحلیل‌های بعدی قرار می‌دهیم.

طبق نتایج تخمین الگو ۲، یکی از متغیرهای هشداردهنده بحران بانکی، متغیر نسبت نقدینگی گسترده است. این نسبت خود از مجموع مطالبات دولت و ذخایر بانک‌ها (صورت کسر) به مجموع مطالبات دولت و بخش خصوصی، ذخایر بانک‌ها و دارایی‌های خارجی بانک‌ها (مخرج کسر) تشکیل شده است. هر کدام از این متغیرها، به عنوان متغیرهای کلیدی و با اهمیت در ترازنامه بانک‌های مرکزی هستند^۲. تغییر در هر یک از آنها، منجر به تغییر در پایه پولی شده، که آن هم به نوبه خود ضریب فزاینده پولی را تغییر خواهد داد؛ و از این رو نسبت نقدینگی گسترده نیز تغییر می‌یابد. بر این اساس، هر چه نقدینگی کمتر باشد، احتمال اینکه بانک‌ها با ریسک نقدینگی و هجوم بانکی مواجه شوند، افزایش یافته که همین امر، می‌تواند زمینه‌ساز بروز بحران بانکی باشد.

^۱ Naceur

^۲ مطالبات دولت و ذخایر بانک‌ها، هم در صورت و هم در مخرج کسر حضور دارد و برای پی بردن به نحوه اثرگذاری آنها، از مشتق مرتبه اول استفاده می‌شود.

متغیر هشداردهنده بعدی که معنی‌دار هم بوده، متغیر نسبت اعتبار داخلی به GDP است. این متغیر به حالت‌های مختلفی در ادبیات موضوع مورد استفاده قرار گرفته است.^۱ نسبت اعتبار داخلی به GDP می‌تواند به عنوان شاخصی برای شکنندگی سیستم بانکی بکار رود. این نسبت برای نشان دادن اعتبار بیش از حد که علت اصلی حباب‌های قیمت دارایی و وام‌های غیرقابل وصول بانکی^۲ است، استفاده می‌شود. افزایش در این نسبت بیانگر احتمال بالای وقوع بحران بانکی است (آری و کرجیبوزان^۳، ۲۰۱۸).

متغیر معنی‌دار بعدی، شاخص قیمت سهام است. قیمت سهام همواره به عنوان یکی از هشداردهنده‌های بحران‌های مختلف مالی، به خصوص بحران بانکی در ادبیات موضوع بوده است. قیمت سهام در دوره آرام قبل از بحران حالت عادی دارد. به طوری که نوسانات آن در حد نرمال در جریان است. اما نرخ‌های رشد آنها در دوره پیش از بحران حالت نزولی به خود می‌گیرد. کاهش قیمت‌های سهام که طبیعتاً منجر به کاهش شاخص قیمت سهام می‌شود؛ منجر به افزایش نااطمینانی و نگرانی سرمایه‌گذارانی می‌شود که قیمت سهام به کمتر از سطح مورد انتظار آنها سقوط کرده است. این شوک ناگهانی منفی، نوسانات را افزایش داده و به هراس و وحشت در بازارهای سهام منجر می‌شود. از طرفی مشاهده ضررهای قابل توجه، باعث کاهش اعتماد سرمایه‌گذاران به بازار سرمایه خواهد شد. در نتیجه، تغییر قیمت سهام (به طور کلی قیمت دارایی)، باعث بروز نرخ‌های تورم فزاینده شده که آن هم به نوبه خود، احتمال وقوع بحران بانکی را افزایش می‌دهد.

نتایج مطالعه حاضر در خصوص متغیر هشدار دهنده نسبت نقدینگی گسترده، با مطالعه لانگ و اشمیت^۴ (۲۰۱۶) سازگار است. نتیجه این تحقیق در خصوص متغیر نسبت اعتبار داخلی به GDP با مطالعات کامینسکی، لیزوندو و رینهارت (۱۹۹۸)، دیویس و کریم (۲۰۰۸)، کایانو و همکاران (۲۰۱۴)، کاندلون^۵ و همکاران (۲۰۱۴)، لانگ و اشمیت (۲۰۱۶) و بسیاری از مطالعات دیگر سازگار است. نتیجه متغیر شاخص قیمت سهام در این تحقیق با مطالعات کامینسکی، لیزوندو و رینهارت^۶ (۱۹۹۸)، کین و لو^۷ (۲۰۱۴)، لانگ و اشمیت (۲۰۱۶) و کودرت و ایدر^۸ (۲۰۱۸) سازگار است.

^۱ در مطالعات مختلف به شکل نسبت (همانند مطالعه حاضر)، شکاف اعتبار داخلی از GDP، نرخ رشد و ... به کار رفته است.

^۲ Non-performing Loan

^۳ Ari and Cergibozan

^۴ Lang and Schmidt

^۵ Candelon

^۶ Kaminsky, Lizondo and Reinhart

^۷ Qin and Luo

^۸ Coudert and Idier

۴-۳- ارزیابی عملکرد الگوهای ایستا و پویا

در این بخش، به منظور ارزیابی قدرت پیش‌بینی سیستم‌های هشدار طراحی شده، از روش پیشنهادی کاندلون و همکاران (۲۰۱۲) که مخصوص این سیستم‌ها بوده، استفاده شده است. روش ارزیابی محققین فوق، بر اساس دو مرحله کلی است. در مرحله اول برای سیستم هشدار مفروض، نقطه برش بهینه^۱ (آستانه) تعیین می‌شود که بین دوره‌های آرام و بحرانی، بهترین تفکیک را ایجاد می‌کند. در مرحله دوم، معیارها و آزمون‌های متنوعی برای مقایسه الگوهای جایگزین معرفی می‌شود.

سیستم‌های هشدار زودهنگام، شانس وقوع یک بحران خاصی را در طی یک دوره زمانی معین، با یک احتمالی نشان می‌دهند. بنابراین ارزیابی درون نمونه‌ای (یا برون نمونه‌ای) آنها، بر اساس مقایسه مستقیم احتمال وقوع بحران با تاریخ واقعی آن است. مرحله اول ارزیابی هر سیستم هشدار، تعیین یک نقطه برش بهینه C است که دوره‌های بحرانی و آرام پیش‌بینی شده را از هم تفکیک می‌کند. انتخاب یک نقطه برش پایین، تعداد بحران-هایی که درست پیش‌بینی شدند را افزایش خواهد داد، اما تعداد علامت‌های غلط نیز در این حالت افزایش می‌یابد (خطای نوع دوم). در مقابل، انتخاب یک مقدار آستانه‌ای بالاتر، تعداد علامت‌های ارسال شده غلط را کاهش خواهد داد، اما تعداد بحران‌های پیش‌بینی نشده را افزایش می‌دهد (خطای نوع اول) (کاندلون و همکاران، ۲۰۱۲).

در ادبیات موضوع، دو روش رویکرد امتیازدهی اعتباری^۲ و میزان دقت^۳ برای تعیین نقطه برش بهینه مطرح شده است^۴. در این قسمت، جهت تعیین نقطه برش بهینه از رویکرد امتیازدهی اعتباری استفاده شده که طبق آن، نقطه برش بهینه از تقاطع دو منحنی حساسیت^۵ و ویژگی^۶ بدست می‌آید^۷. بر این اساس، نقطه برش بهینه برای الگو ایستا (الگو ۱) برابر ۰/۰۶۵ و برای الگو پویا (الگو ۲) برابر ۰/۰۳۰ تعیین شد^۸. در ادامه با استفاده از

1. Optimal Cut-off

2. Credit-Scoring Approach

3. Accuracy Measures

۴. برای مطالعه بیشتر، به کاندلون و همکاران (۲۰۱۲) رجوع کنید.

5. Sensitivity

6. Specificity

۷. حساسیت نشان‌دهنده نسبت دوره‌های بحرانی است که به درستی توسط سیستم هشدار شناسایی می‌شوند. در

حالی که ویژگی، بیانگر نسبت دوره‌های آرامی است که توسط الگو به درستی شناسایی می‌شوند.

۸. جهت ذخیره فضا، نمودارها نشان داده نشده است. نتایج نزد نویسنده مقاله محفوظ است.

این مقادیر، در دو جدول ۳ و ۴ به ترتیب، به ارزیابی درون نمونه‌ای^۱ الگو لاجیت ایستا^۲ و پویا می‌پردازیم.

جدول (۳): عملکرد درون نمونه‌ای لاجیت ایستا

کل	$BCrisis_{i,t} = 0$	$BCrisis_{i,t} = 1$	
۶۳	۴۸	۱۵	هشدار ارسال شده
۱۴۷	۱۴۲	۵	هشدار ارسال نشده
۲۱۰	۱۹۰	۲۰	کل
٪ ۷۵	درصد بحران‌هایی که به درستی شناسایی شدند.		
٪ ۷۶/۱۹	درصد هشدارهای غلط به کل هشدارها.		
٪ ۲۳/۸۰	احتمال وقوع بحران به شرط اینکه هشدار مناسبی ارسال شود.		
٪ ۳/۴۰	احتمال وقوع بحران به شرط اینکه هشدار مناسبی ارسال نشود.		
٪ ۷۴/۷۶	دقت پیش‌بینی		

منبع: یافته‌های تحقیق (نقطه برش بهینه: ۰/۰۶۵)

در جدول ۳، ۶۳ بار هشدار مبنی بر وقوع بحران بانکی ارسال شده که از این تعداد، ۱۵ مورد بحران را قبل از وقوع آن هشدار دادند؛ که معادل ۲۳/۸۰ درصد است. از طرفی در ۱۴۲ مورد نیز هشدار مبنی بر وقوع بحران ارسال نشده و بحرانی هم صورت نگرفته است. مجموع این دو حالت صحیح نسبت به کل حالت‌ها، برابر ۷۴/۷۶ درصد است که نشان‌دهنده دقت پیش‌بینی مناسب الگو است. همچنین از کل ۲۰ سال بحرانی ممکن، ۱۵ مورد به درستی شناسایی شدند که معادل ۷۵ درصد بوده و رقم قابل توجهی است.

جدول (۴): عملکرد درون نمونه‌ای لاجیت پویا

کل	$BCrisis_{i,t} = 0$	$BCrisis_{i,t} = 1$	
۵۲	۳۵	۱۷	هشدار ارسال شده
۱۵۸	۱۵۵	۳	هشدار ارسال نشده
۲۱۰	۱۹۰	۲۰	کل
٪ ۸۵	درصد بحران‌هایی که به درستی شناسایی شدند.		
٪ ۶۷/۳۰	درصد هشدارهای غلط به کل هشدارها.		
٪ ۳۲/۶۹	احتمال وقوع بحران به شرط اینکه هشدار مناسبی ارسال شود.		
٪ ۱/۸۹	احتمال وقوع بحران به شرط اینکه هشدار مناسبی ارسال نشود.		
٪ ۸۱/۹۰	دقت پیش‌بینی		

منبع: یافته‌های تحقیق (نقطه برش بهینه: ۰/۰۳۰)

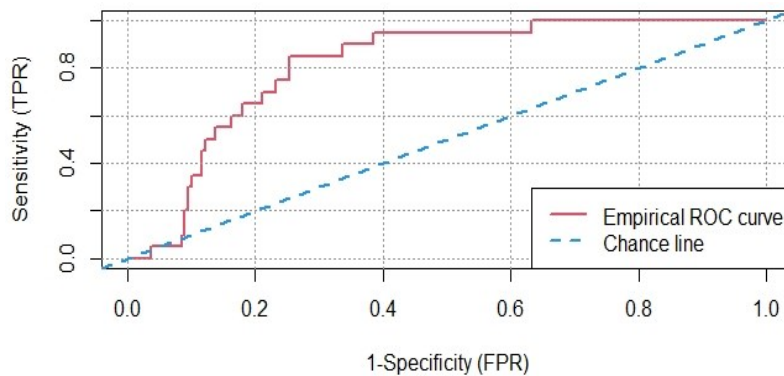
^۱ پیش‌بینی درون نمونه‌ای برای ارزیابی مدل در تشخیص بحران‌ها و هشداردهی مناسب آنها صورت می‌گیرد. در این پیش‌بینی، هر چه مقدار هشدارهایی که منجر به بحران شده و همچنین بحران‌هایی که اتفاق نیفتاده و هشدار هم در این خصوص ارسال نشده بیشتر باشد، توان پیش‌بینی الگو بالا خواهد بود. دو مورد فوق، جزء حالت‌های صحیح پیش‌بینی هستند.

^۲ نتایج الگو ایستا، صرفاً جهت مقایسه با الگو پویا ارائه می‌شود.

در جدول ۴، ۵۲ بار هشدار مبنی بر وقوع بحران بانکی ارسال شده که از این تعداد، ۱۷ مورد بحران را قبل از وقوع آن هشدار دادند (معادل ۳۲/۶۹ درصد). این مقدار نسبت به حالت لاجیت ایستا، حدود ۹ درصد بیشتر شده است. از طرفی در ۱۵۵ مورد نیز هشدار مبنی بر وقوع بحران ارسال نشده و بحرانی هم صورت نگرفته است (۱۳ مورد بیشتر از حالت ایستا). مجموع این دو حالت صحیح نسبت به کل حالت‌ها، برابر ۸۱/۹۰ درصد است. این مقدار نسبت به مقدار مشابه برای الگو لاجیت ایستا، ۷/۱۴ درصد بیشتر شده است. بنابراین زمانی که تداوم بحران‌ها در الگو لحاظ شده و الگو به روش لاجیت پویا تخمین زده شود، دقت پیش‌بینی الگو افزایش می‌یابد. همچنین از کل ۲۰ بحران ممکن، ۱۷ مورد به درستی شناسایی شدند (معادل ۸۵ درصد) که ۱۰ درصد نسبت به حالت ایستا بیشتر است. درصد هشدارهای غلط به کل هشدارها نیز، در الگو پویا نسبت به الگو ایستا کاهش یافته است.

در مرحله دوم ارزیابی، از منحنی ROC^۱ و سطح زیر آن (AUC^۲)، استفاده می‌کنیم^۳. منحنی ROC یک ابزار گرافیکی است که قدرت پیش‌بینی یک سیستم هشدار را بیان می‌کند. به عبارت دقیق‌تر، این منحنی مبادله بین حساسیت و ویژگی را به شکل زوج مرتب‌های $(Se(c), 1 - Sp(c))$ به ازای نقاط برش مختلف c نشان می‌دهد. نمودار ۱ و ۲، به ترتیب نشان‌دهنده منحنی ROC برای حالت‌های ایستا و پویای الگو تحقیق است.

نمودار (۱): منحنی ROC برای لاجیت ایستا (الگو ۱)

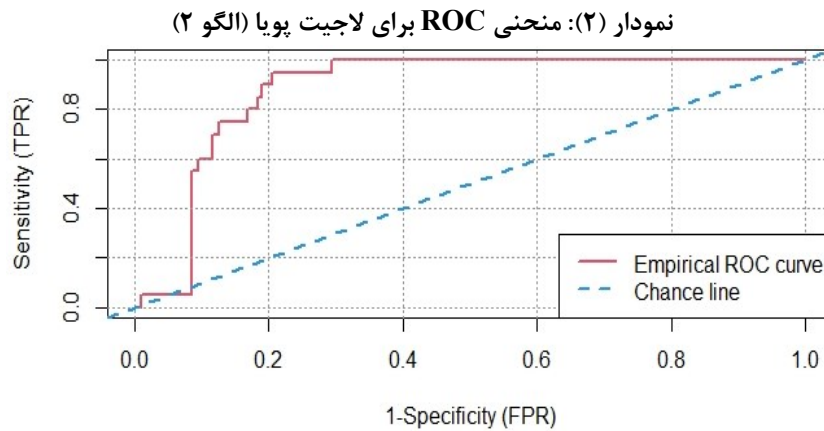


منبع: یافته‌های تحقیق

^۱. Receiving Operating Characteristic

^۲. Area Under the Roc Curve

^۳. این معیار برای اولین بار توسط مهندسان برق و مهندسان رادار در طی جنگ جهانی دوم، برای تشخیص اهداف دشمن در میدان جنگ توسعه داده شده و سپس در پزشکی، یادگیری ماشین و ادبیات امتیازدهی اعتباری استفاده شد.



قدرت پیش‌بینی سیستم هشدار، توسط سطح زیر منحنی ROC بیان می‌شود. یک سطح زیر منحنی ROC نزدیک به ۱، نشان می‌دهد که الگو تحت بررسی به الگو کامل‌تر نزدیک شده است. در مقابل، مقدار ۰/۵ مربوط به یک حدس کاملاً تصادفی است. بر این اساس، سطح زیر منحنی برای حالت ایستا برابر ۰/۸۱ و برای حالت پویا برابر ۰/۸۸ محاسبه شده که به ترتیب، خوب و عالی محسوب می‌شوند. در ادامه، به منظور مقایسه سطح زیر دو منحنی ROC، از آزمون ناپارامتریک دی لونگ^۱ و همکاران (۱۹۸۸) استفاده شده است. فرضیه صفر این آزمون مبنی بر برابر بودن سطح زیر منحنی‌های ROC است. نتایج این آزمون در جدول ۵ آمده است:

جدول (۵): آزمون برابری سطح زیر دو منحنی ROC

احتمال	آماره آزمون	سطح زیر منحنی ROC (AUC)	نوع الگو
۰/۰۲۹۰	۴/۷۶۵۰	۰/۸۱	لاجیت ایستا (نمودار ۱)
		۰/۸۸	لاجیت پویا (نمودار ۲)

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به مقدار احتمال آمار آزمون، فرضیه صفر فوق رد شده و نشان می‌دهد که عملکرد دو الگو متفاوت بوده، به طوری که قدرت پیش‌بینی الگو در حالت پویا بیشتر از ایستا است.

^۱. DeLong

برای بررسی عملکرد برون نمونه‌های^۱ الگوی تخمینی، دو حالت را بررسی می‌کنیم. در حالت اول، از رویکرد پیش‌بینی عقب‌نگر^۲ استفاده کرده و می‌خواهیم ببینیم الگوی برآورد شده و متغیرهای هشداردهنده معرفی شده آن، توان پیش‌بینی بحران‌های گذشته را دارند یا خیر. برای این منظور، از دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۹۸ برای تخمین استفاده کرده و دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ را برای پیش‌بینی در نظر می‌گیریم.

در سال ۱۹۹۶، دو کشور برزیل و مکزیک و در سال ۱۹۹۷، سه کشور تایلند، مالزی و مکزیک دچار بحران بانکی شدند^۳. بنابراین ۵ سال بحرانی از ۲۰ سال بحرانی ممکن^۴، در این دو سال اتفاق افتاده است. بر این اساس، نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای در هر دو حالت ایستا و پویا، برای هر یک از کشورهای مورد مطالعه در بازه زمانی دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ در نمودار ۳ آمده است.

طبق تاریخ‌های بحرانی ارائه شده در جدول ۱، کشورهای کلمبیا، آفریقای جنوبی و موریس در هر دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷، بحران بانکی را تجربه نکردند. برای این سه کشور، در هر دو الگوی ایستا و پویا (با توجه به نقطه برش بهینه ۰/۰۶۵ و ۰/۰۳۰ آنها به ترتیب)، هیچ بحران بانکی پیش‌بینی نشده که با واقعیت هم مطابقت دارد. کشورهای ایران، روسیه، ترکیه در دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ بحران بانکی را تجربه نکردند. نتایج پیش‌بینی الگوی ایستا و پویا، برای کشور ایران در هر دو سال مذکور، وقوع بحران بانکی را به اشتباه پیش‌بینی کرده است. با این حال، احتمال وقوع بحران در حالت پویا نسبت به حالت ایستا، کمتر است. نتایج پیش‌بینی الگوی ایستا برای کشور روسیه، سال ۱۹۹۶ را به اشتباه سال وقوع بحران پیش‌بینی کرده، اما نتیجه سال ۱۹۹۷ آن مبنی بر عدم وقوع بحران، صحیح است. نتایج پیش‌بینی الگوی پویا برای این کشور، در هر دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷، نشان‌دهنده عدم وقوع بحران بانکی بوده؛ که با واقعیت نیز مطابقت دارد. برای کشور ترکیه، نتایج پیش‌بینی الگوی ایستا در هر دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷، اشتباه بوده؛ اما نتایج پیش‌بینی الگوی پویا برای این کشور در دو سال مذکور، صحیح بوده و عدم وقوع بحران را نشان می‌دهد.

در کشورهای مالزی و تایلند، بحران بانکی در سال ۱۹۹۷ اتفاق افتاده است. طبق نتایج پیش‌بینی الگو ایستا برای دو کشور مذکور (با توجه به نقطه برش ۰/۰۶۵)، هر دو سال

^۱ پیش‌بینی برون نمونه‌ای در یک افق زمانی محدود، بحران‌های خارج از دوره زمانی مورد مطالعه (قبل یا بعد از آن) را پیش‌بینی می‌کند.

^۲ Retrospective Forecasting

^۳ بحران کشورهای جنوب شرق آسیا در سال ۱۹۹۷، از تایلند شروع شد.

^۴ برای اطلاع از تاریخ‌های بحران بانکی، به جدول ۱ رجوع کنید.

۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ به عنوان سال بحرانی پیش‌بینی شده، که فقط نتیجه سال ۱۹۹۷ آن صحیح است. این در حالی است که الگوی پویا برای کشور مالزی فقط سال ۱۹۹۷ را به عنوان سال بحرانی پیش‌بینی کرده، که کاملاً با واقعیت نیز مطابقت دارد. برای کشور تایلند نیز، الگوی پویا هر دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ را به عنوان سال بحران بانکی پیش‌بینی کرده، که فقط نتیجه سال ۱۹۹۷ آن صحیح است.

نمودار (۳): پیش‌بینی وقوع بحران بانکی در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷

(ایستا ■ پویا ■)



منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول ۱، برای کشور برزیل، سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ به عنوان سال بحران بانکی شناسایی شده است. الگوی ایستا هر دو سال مذکور را به اشتباه، سال عدم وقوع بحران پیش‌بینی کرده است. اما نتیجه الگوی پویا برای کشور برزیل در سال ۱۹۹۶، وقوع بحران بانکی را به درستی پیش‌بینی کرده؛ اما نتیجه پیش‌بینی آن برای سال ۱۹۹۷، صحیح نبوده است. برای کشور مکزیک نیز، فقط ۱۹۹۶ سال بحرانی است؛ که توسط هیچ یک از الگوهای ایستا و پویا پیش‌بینی نشده است. اما نتیجه هر دو الگو برای سال ۱۹۹۷ این کشور، مبنی بر عدم وقوع بحران، صحیح بوده است.

نتایج پیش‌بینی‌ها، چه در کشورهایی که طی این دو سال دچار بحران بانکی شده‌اند و چه کشورهایی که این بحران را تجربه نکرده‌اند، نشان می‌دهد که در مجموع، قدرت پیش‌بینی در حالت پویا بهتر از پیش‌بینی به روش ایستا است. چرا که در کل از ۲۰ مورد پیش‌بینی شده^۱، الگوی ایستا ۱۰ و الگوی پویا ۱۵ مورد را به شکل صحیح پیش‌بینی کرده‌اند.

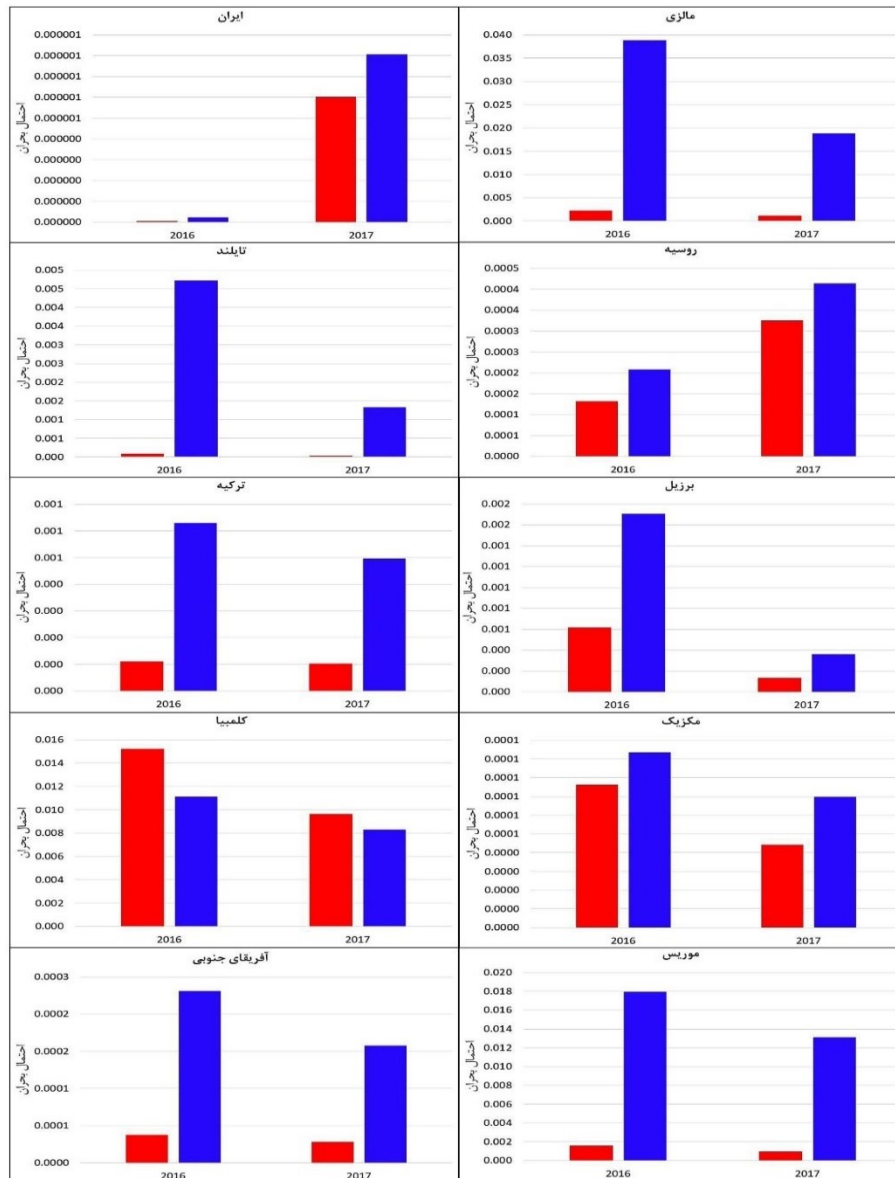
در حالت دوم، از رویکرد پیش‌بینی جلونگر استفاده می‌کنیم. برای این منظور، دوره زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۵ را برای تخمین و دو سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ را برای پیش‌بینی در نظر می‌گیریم. با توجه به نتایج تاریخ‌های بحرانی که در جدول ۱ ارائه شده، هیچ بحران بانکی برای کشورهای مورد مطالعه در این دو سال اتفاق نیفتاده است. بنابراین پیش‌بینی بحران بانکی برای این دو سال نیز، قاعدتاً نباید هیچ بحران بانکی را نشان دهد. نتایج پیش‌بینی برای سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷، در نمودار ۴ آمده است.

همان‌طور که از نتایج پیش‌بینی ارائه شده در نمودار ۴ مشخص است، تمامی پیش‌بینی‌های هر دو الگوی ایستا و پویا برای دو سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ در تمامی کشورها، عدم وقوع بحران بانکی را نشان می‌دهند، که با واقعیت نیز مطابقت دارد. در این بین، تنها در حالت پیش‌بینی پویا، برای کشور مالزی در سال ۲۰۱۶، به اشتباه بحران بانکی شناسایی شده است. در این مورد نیز، نقطه برش بهینه ۰/۰۳۰ بوده و احتمال وقوع بحران برابر ۰/۰۳۹ است. بنابراین با احتمال ناچیزی، این پیش‌بینی اشتباه رخ داده است.

^۱. با توجه به اینکه ۱۰ کشور در پیش‌بینی حضور دارند و دو سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ نیز مورد بررسی است؛ بنابراین، برای هر یک از حالت‌های ایستا و پویا در مجموع ۲۰ مورد ممکن وجود خواهد داشت.

نمودار (۴): پیش‌بینی وقوع بحران بانکی در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷

(ایستا ■ پویا)



منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج پیش‌بینی‌ها در مطالعه حاضر، با نتایج مطالعات کاندلون و همکاران (۲۰۱۴)، آنتونس^۱ و همکاران (۲۰۱۸)، نیسر و همکاران (۲۰۱۹) و هاسه و لجاونی^۲ (۲۰۲۰) در

1. Antunes

2. Hasse & Lajaunie

خصوص قدرت پیش‌بینی الگو لاجیت پویا سازگار بوده، و برتری قدرت پیش‌بینی پویا را تایید می‌کند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تاکنون در ادبیات موضوع، سه نسل از سیستم‌های هشدار زودهنگام معرفی شده‌اند که تمرکزشان بر الگوسازی ایستا بود. زمانی که این سیستم‌ها به شکل ایستا الگوسازی و برآورد می‌شوند، موضوع تداوم بحران‌ها نادیده گرفته می‌شود. از سوی دیگر، قدرت پیش‌بینی الگو در حالت پویا بهتر از حالت ایستا است. از این رو در مطالعه حاضر، سیستم هشدار زودهنگام بحران بانکی برای منتخبی از کشورهای با درآمد متوسط بالا طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۹۶، با استفاده از الگو اقتصادسنجی لاجیت ایستا و پویا طراحی شد. بر اساس نتایج تخمین الگو لاجیت ایستا، تنها متغیر شاخص قیمت سهام به عنوان متغیر هشداردهنده بحران معرفی می‌شود. اما زمانی که الگو به دو روش پویا تخمین زده می‌شود، معنی‌داری ضرایب بهتر است. برای نشان دادن متغیر پویایی از متغیر وابسته (بحران بانکی) با وقفه و شاخص با وقفه استفاده شد؛ که با توجه به معنی‌داری متغیر وابسته با وقفه، پویایی الگو تایید شد. براساس الگوی لاجیت پویا، سه متغیر نسبت نقدینگی گسترده، نسبت اعتبار داخلی به GDP و شاخص قیمت سهام به عنوان هشداردهنده‌های بحران بانکی در کشورهای مورد مطالعه معرفی شدند. در صورت تغییر در هر یک از متغیرهای فوق در سال $t-1$ ، احتمال وقوع بحران بانکی در سال t وجود خواهد داشت. همچنین معنی‌داری متغیر وابسته وقفه‌دار بحران بانکی نشان می‌دهد که در صورتی که در سال $t-1$ بحران بانکی اتفاق بیافتد، در سال t نیز احتمال وقوع آن وجود دارد. از این رو، تداوم و ماندگاری بحران در سال‌های متوالی بیان می‌شود. لذا به مقامات پولی کشورهای مورد مطالعه توصیه می‌شود توجه ویژه‌ای به تغییرات سه متغیر هشداردهنده فوق صورت گیرد. همچنین با توجه به پویایی بحران‌ها، برنامه‌های جامعی برای مدیریت بحران در سال‌های متوالی اخذ شود.

در ادامه به منظور ارزیابی قدرت پیش‌بینی الگو، عملکرد الگوهای ایستا و پویا به شکل درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پیش‌بینی درون نمونه‌ای الگو نشان داد که دقت پیش‌بینی در حالت پویا (۸۱/۹۰ درصد) نسبت به حالت ایستا (۷۴/۷۶ درصد) بهتر است. این مورد توسط سطح زیر منحنی های ROC نیز تایید شد. سپس برای ارزیابی عملکرد برون نمونه‌ای الگوهای ایستا و پویا، سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ برای پیش‌بینی عقب‌نگر و سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ برای پیش‌بینی جلونگر انتخاب شدند.

نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای نیز، نشان‌دهنده برتری پیش‌بینی‌های پویا نسبت به حالت ایستا بوده است.

منابع:

- ابوالحسنی، محمد جواد و صمدی، سعید (۱۳۹۹)، ارزیابی مدل‌های پانل پروبیت ساده و پویا در پیش‌بینی بحران‌های بانکی، فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی، ۱۳(۴۵): ۳۹۳-۴۳۴.
- ابونوری، اسمعیل، مهرگان، نادر و صفری، نفیسه (۱۳۹۷)، شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع بحران‌های سیستم بانکی کشورهای منتخب جهان با استفاده از مدل پانل لاجیت، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۶(۸۸): ۷-۳۸.
- اکبر موسوی، سید صالح، سلمانی، بهزاد، حقیقت، جعفر و اصغریور، حسین (۱۴۰۰)، برآورد احتمال وقوع بحران بانکی با نسل دوم سیستم‌های هشدار زودهنگام: یک مطالعه بین‌کشوری، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۶(۸۸): ۹-۴۳.
- حاجی شهوردی، دنیا، زمردیان، غلامرضا، فلاح شمس لیلاستانی، میر فیض و حنیفی، فرهاد (۱۳۹۸)، طراحی سیستم پیش‌هشداردهنده بحران بانکی نظام‌مند در بازار مالی ایران (با کاربردی زنجیره‌های مارکوفی)، فصلنامه اقتصاد مالی، ۱۳(۴۷): ۱۳۵-۱۵۳.
- حقیقت، جعفر، اکبرموسوی، سید صالح (۱۳۹۷). اقتصادسنجی کاربردی پیشرفته همراه با نرم‌افزارهای JMulTi، EViews 10 و Stata15.1، تهران: انتشارات نور علم.
- زارعی، ژاله و کمیجانی، اکبر (۱۳۹۴)، شناسایی و پیش‌بینی بحران‌های بانکی در ایران. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، ۹(۲۹): ۱-۲۳.
- شجری، پرستو، محبی خواه، بیتا (۱۳۸۹)، پیش‌بینی بحران‌های بانکی و تراز پرداخت‌ها با استفاده از علامت‌دهی KLR (مطالعه موردی ایران)، فصلنامه پول و اقتصاد، ۴: ۱۵۲-۱۱۵.
- مشیری، سعید و نادعلی، محمد (۱۳۸۹)، شناسایی بحران‌های بانکی در اقتصاد ایران، فصلنامه مفید، ۷۸: ۵۹-۸۸.
- مشیری، سعید و نادعلی، محمد (۱۳۹۲)، شناسایی عوامل مؤثر در بروز بحران بانکی در اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهش‌نامه اقتصادی، ۱۳(۴۸): ۱-۲۷.
- Abiad, M. A. (2003), Early warning systems: A survey and a regime-switching approach (No. 3-32), International Monetary Fund.
- Antunes, A., Bonfim, D., Monteiro, N. & Rodrigues, P. M. (2018), Forecasting banking crises with dynamic panel probit models, International Journal of Forecasting, 34(2): 249-275.
- Ari, A. & Cergibozan, R. (2018), Currency crises in Turkey: An empirical assessment, Research in International Business and Finance, 46: 281-293.

- Berg, A & Pattillo, C. (1999a), Predicting currency crises: The indicators approach and an alternative, *Journal of international Money and Finance*, 18(4): 561-586.
- Berg, A. & Pattillo, C. (1999b), Are currency crises predictable? A test, *IMF Staff papers*, 46(2): 107-138.
- Bojinov, B. (2014), Causes of banking crises in modern world (No. 56034), University Library of Munich, Germany.
- Bussiere, M. & Fratzscher, M. (2006), Towards a new early warning system of financial crises, *Journal of International Money and Finance*, 25(6): 953-973
- Caggiano, G., Calice, P. & Leonida, L. (2014), Early warning systems and systemic banking crises in low-income countries: A multinomial logit approach, *Journal of Banking & Finance*, 47: 258-269.
- Candelon, B., Dumitrescu, E. I. & Hurlin, C. (2012), How to evaluate an early-warning system: Toward a unified statistical framework for assessing financial crises forecasting methods, *IMF Economic Review*, 60(1): 75-113.
- Candelon, B., Dumitrescu, E. I. & Hurlin, C. (2014), Currency crisis early warning systems: Why they should be dynamic, *International Journal of Forecasting*, 30(4): 1016-1029.
- Caprio, G., Klingebiel, D., Laeven, L. & Noguera, G. (2005), Banking crisis database. Systemic Financial Crises, 341- 360. In Honohan, P., & Laeven, L. (Eds.), *Systemic financial crises: Containment and resolution*, Cambridge University Press.
- Cardot-Martin, R., Labondance, F. & Refait-Alexandre, C. (2021), Capital ratios and banking crises in the European Union, *International Economics*.
- Chen, S. & Svirydenka, K. (2021), Financial Cycles–Early Warning Indicators of Banking Crises?, *International Monetary Fund, Working Paper No 21/116*.
- Costa, N. (2016), Early Warning Systems for systemic banking crises: an empirical analysis, University of Padua.
- Coudert, V. & Idier, J. (2018), Reducing model risk in early warning systems for banking crises in the euro area, *International economics*, 156: 98-116.
- Davis, E. P. & Karim, D. (2008), Comparing early warning systems for banking crises, *Journal of Financial stability*, 4(2): 89-120.
- DeLong, E. R., DeLong, D. M. & Clarke-Pearson, D. L. (1988), Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach, *Biometrics*, 44(3): 837-845.
- Demirgüç-Kunt, A. & Detragiache, E. (2005), Cross-country empirical studies of systemic bank distress: a survey, *National Institute Economic Review*, 192(1): 68-83.

- Driscoll, J. C. & Kraay, A. C. (1998), Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data, *Review of economics and statistics*, 80(4): 549-560.
- Filippopoulou, C., Galariotis, E. & Spyrou, S. (2020), An early warning system for predicting systemic banking crises in the Eurozone: A logit regression approach, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 172: 344-363.
- Fratzscher, M. (2003), On currency crises and contagion, *International Journal of Finance & Economics*, 8(2): 109-129.
- Hasse, J. B. & Lajaunie, Q. (2020), Does the Yield Curve Signal Recessions? New Evidence from an International Panel Data Analysis (No. 2013), Aix-Marseille School of Economics, France.
- Jing, Z., de Haan, J., Jacobs, J. & Yang, H. (2014), Identifying banking crises using money market pressure: New evidence for a large set of countries, *Journal of Macroeconomics*, 43: 1-51.
- Kaminsky, G., Lizondo, S. & Reinhart, C. M. (1998), Leading indicators of currency crises. *Staff Papers*, 45(1): 1-48.
- Kauppi, H., & Saikkonen, P. (2008), Predicting US recessions with dynamic binary response models, *The Review of Economics and Statistics*, 90(4): 777-791.
- Khallouli, W. & Nabi, M. S. (2013), Banking soundness and financial crises' predictability: a case study of Turkey, *International Economics*, 135: 62-78.
- Laeven, L. & Valencia, F. (2013), Systemic banking crises database, *IMF Economic Review*, 61(2): 225-270.
- Laeven, L. & Valencia, F. (2020), Systemic Banking Crises Database II, *IMF Economic Review*, 1-55.
- Lang, M. & Schmidt, P. G. (2016), The early warnings of banking crises: Interaction of broad liquidity and demand deposits, *Journal of International Money and Finance*, 61: 1-29.
- Naceur, S. B., Candelon, B. & Lajaunie, Q. (2019), Taming financial development to reduce crises, *Emerging Markets Review*, 40: 100618.
- Othman, N., Abdul-Majid, M. & Abdul-Rahman, A. (2018), Determinants of Banking Crises in ASEAN Countries, *Journal of International Commerce, Economics and Policy*, 9(03): 1850009.
- Qin, X. & Luo, C. (2014), Capital account openness and early warning system for banking crises in G20 countries, *Economic Modelling*, 39: 190-194.
- Reinhart, C. M. & Rogoff, K. S. (2009), *This time is different: Eight centuries of financial folly*, Princeton university press.

The International Monetary Fund, International Finance Statistics, Available: <https://data.imf.org/?sk=4c514d48-b6ba-49ed-8ab9-52b0c1a0179b>, (Accessed, June 2020).

The World Bank, Available: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>, (Accessed, June 2020).

Von Hagen, J. & Ho, T. K. (2007), Money market pressure and the determinants of banking crises, Journal of Money, Credit and Banking, 39(5): 1037-1066.

پیوست:

جدول ۱: منبع متغیرهای تحقیق

نام متغیر	نماد	توضیح	منبع
متغیر بحران بانکی	BCRISIS		لیون و والنسیا (۲۰۲۰) و یافته‌های تحقیق
نسبت اعتبار داخلی به GDP	DOMCRED		(IFS Line 32) / (IFS Line 99b)
نسبت نقدینگی گسترده	BLIQR	(ذخایر بانکی+مطالبات دولت) / (ذخایر بانکی+داراییهای خارجی بانکی+مطالبات دولت و بخش خصوصی)	(IFS Line 20+22a) / (IFS Line 20+21+22)
سپرده‌های دیداری حقیقی	DEMDEP		(IFS Line 24) / (IFS Line 64)
نسبت بدهی سرمایه‌ای به GDP	BILIGDP	با استفاده از IFS Line ae برحسب پول ملی تبدیل شده است.	(IFS Line 78bud) × (IFS Line ae) / (IFS Line 99b)
نسبت مخارج-درآمد دولتی	GOVDEF		(IFS Line 82) / (IFS Line 81)
نام متغیر	نماد	توضیح	منبع
شاخص قیمت سهام	RSPLCU		(IFS Line 62)
تورم	INFL	برحسب شاخص قیمت مصرف‌کننده (سال پایه: ۲۰۱۰)	(IFS Line 64)
تولید ناخالص داخلی (GDP)			(IFS Line 99b)

* برای مطالعه بیشتر، به سالنامه‌های آماری IFS رجوع کنید. آخرین سالنامه منتشر شده مربوط به سال ۲۰۱۸ بوده و از آدرس زیر قابل دسترسی است:

<https://data.imf.org/api/document/download?key=62729942>