

## طراحی یک سیستم هشدار زود هنگام بحران‌های ارزی در ایران: رویکرد رگرسیون لجستیک

محمد نصراللهی<sup>۱</sup>، کاظم یآوری<sup>۲\*</sup>، رضا نجارزاده<sup>۳</sup>، نادر مهرگان<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، گروه اقتصاد، تهران،

m.nasrollahi@modares.ac.ir

۲. دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس، گروه اقتصاد، تهران، kyavari@modares.ac.ir

۳. دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس، گروه اقتصاد، تهران، najarzar@modares.ac.ir

۴. استاد، دانشگاه بوعلی سینا، گروه اقتصاد، همدان، mehregannader@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۴

### چکیده

وقوع مکرر بحران‌های ارزی در سال‌های اخیر، ادبیات هشدار زود هنگام را به کانون توجه محققان بازگردانده است. در سال‌های اخیر مفهومی از یک سیستم هشدار زود هنگام (EWS) توسعه یافته، که باید قادر به شناسایی وقایع پرهزینه نظیر بحران‌های ارزی باشد تا زمان کافی برای کاهش هزینه‌های بحران را برای سیاست‌گذاران به وجود آورد. این پژوهش، تلاش می‌کند تا با به‌کارگیری داده‌های فصلی اقتصاد ایران طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۷ و با استفاده از یک مدل با متغیر وابسته‌ی گسسته، ضمن بررسی عوامل مؤثر بر وقوع بحران ارزی در کشور، یک سیستم هشدار زود هنگام بحران‌های ارزی را با تمام مؤلفه‌های مورد نیاز در مورد اقتصاد ایران طراحی و تبیین کند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم طراحی شده به میزان زیادی عوامل تعیین‌کننده‌ی بحران ارزی را در ایران تبیین کرده و توانایی بالایی در پیش‌بینی این بحران‌ها در دوره‌های زمانی مورد بررسی داشته است. بر اساس نتایج به دست آمده، بحران‌های ارزی در ایران در نتیجه‌ی ترکیب عدم تعادل‌های متفاوتی در بخش‌های واقعی و عمومی، موازنه‌ی خارجی و بخش مالی کشور به وقوع پیوسته‌اند. بر اساس این نتایج، متغیرهای نسبت وام به سپرده، نسبت "بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی" به پایه‌ی پولی، نرخ تورم و رشد تولید صنعتی (به علت وابستگی شدید به واردات)، بیش‌ترین و قوی‌ترین نقش را در افزایش احتمال ایجاد بحران‌های ارزی در ایران داشته‌اند. همچنین، متغیرهای نسبت سپرده‌های بانکی به نقدینگی، نسبت درآمد ارزی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و رشد تولید ناخالص داخلی واقعی، مهم‌ترین نقش را در کاهش احتمال وقوع بحران ارزی در ایران دارند.

طبقه بندی JEL: C25، C53، F31، G01.

واژه‌های کلیدی: بحران‌های ارزی، سیستم هشدار زود هنگام، رگرسیون لجستیک

## ۱- مقدمه

یکی از مشکلات اساسی در نظام پولی بین‌المللی، وقوع هر از چندگاه بحران‌های مختلف از جمله بحران ارزی، بحران بانکی<sup>۱</sup>، بحران بدهی و بحران‌های دوگانه<sup>۲</sup> در کشورهای مختلف جهان می‌باشد که در این بین، بحران‌های ارزی چه از نظر تعداد و چه از نظر اثرات وارد بر اقتصاد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. در حقیقت، پس از ثبات نسبی اقتصاد جهان در دوره‌ی بعد از جنگ جهانی دوم، با فروپاشی سیستم برتون وودز در سال ۱۹۷۱، اقتصاد جهانی با بحران‌های مکرری مواجه شده است (بوردو و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱). بحران در کشورهای آمریکای لاتین در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰ و اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰، بحران ارزی در کشورهای اروپایی در سال‌های ۹۳-۱۹۹۲، مکزیک در سال ۱۹۹۴، آسیای جنوب شرقی در سال‌های ۹۸-۱۹۹۷، روسیه در سال ۱۹۹۸، برزیل در سال ۱۹۹۲، آرژانتین در سال ۲۰۰۱، ترکیه در سال ۲۰۰۶، ایران در سال ۲۰۱۲<sup>۴</sup> و آرژانتین در سال ۲۰۱۴، برخی از شدیدترین این بحران‌ها می‌باشند. یک بحران ارزی که به حمله‌ی سوداگرانه<sup>۵</sup> نیز موسوم است، وضعیتی است که در آن یک پول ضعیف تحت فشارهای شدید فروش قرار گرفته و در نتیجه ذخایر خارجی نگهداری شده توسط بانک مرکزی کشور مورد نظر به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و در نهایت، در حالت‌های حدی، وقتی که تورم کاملاً فراگیر می‌شود، فشار برای فروش به صورت تبدیل وسیع پول داخلی به پول خارجی یا تبدیل به کالاهایی که مردم تصور می‌کنند ارزش آنها حفظ خواهد شد مانند طلا یا مستغلات، ظاهر می‌شود (کاربا، ۲۰۱۵). در یک حمله‌ی موفق سوداگرانه به نرخ ارز، ارزش پول ملی کاهش می‌یابد، در حالی که در یک حمله‌ی ناموفق، نرخ ارز تغییری نمی‌کند، ولی اقتصاد مجبور به پرداخت هزینه‌هایی در قالب خرج کردن از ذخایر ارزی خود و یا بالا بردن نرخ بهره می‌شود (ابراهیمی و توکلیان، ۱۳۹۱).

- 
۱. بحران بانکی حالتی است که در آن تعداد قابل توجهی از بانک‌ها همزمان ورشکست می‌شوند؛ موضوعی که موجب می‌شود تا اعتبارات بانکی و سایر انواع واسطه‌گری‌های مالی به شدت کاهش یابند (نوپ، ۲۰۰۸).
  ۲. منظور از بحران‌های دوگانه (Twin Crises)، بحران‌های همزمان ارزی و بانکی می‌باشد (نوپ، ۲۰۰۸).
  3. Bordo & et. al.
  ۴. مطالعات ورتابیان کاشانی (۱۳۹۲) و شاکری (۱۳۹۲)، به بحران ارزی در ایران در سال ۲۰۱۲ (۱۳۹۱) اشاره داشته‌اند.

5. Speculative Attack
6. Carbaugh

وقوع چنین بحران‌هایی به طور قطع مشکلاتی از قبیل کاهش تولید، افزایش بیکاری، بروز تورم‌های شدید و غیره را برای کشور محل وقوع بحران به وجود خواهد آورد. به عنوان مثال، تجربه نشان می‌دهد که بحران‌های ارزی می‌توانند نرخ رشد تولید ناخالص داخلی یک کشور را تا ۶ درصد یا بیشتر کاهش دهند. این مانند از دست دادن یک یا دو سال رشد اقتصادی در بیش‌تر کشورها است (کاربا، ۲۰۱۵). همچنین، همانند بحران سال ۱۹۹۷ جنوب شرقی آسیا، احتمال سرایت بحران به سایر کشورها نیز وجود دارد. به همین علت، تا اواسط دهه‌ی ۱۹۹۰، مطالعات زیادی به‌منظور یافتن توضیحاتی در مورد عوامل مهم ایجاد این بحران‌ها و اثرات این بحران‌ها بر اقتصاد کشورها صورت گرفته است. اما در سال‌های پس از آن، به دلیل هزینه‌های بالای وقوع چنین بحران‌هایی برای بخش عمومی اقتصاد، سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و حتی عموم مردم، بیش‌تر مطالعات انجام گرفته و با اهمیت در این زمینه به دنبال ایجاد شاخص‌ها و سیستم‌هایی جهت هشدار زودهنگام وقوع این بحران‌ها بوده‌اند تا بتوان نظارت و آگاهی از شرایط مالی و اقتصادی را در این کشورها بهبود بخشیده و پیش از وقوع یک بحران ارزی، از روی علائمی که در اقتصاد ظاهر می‌شود، چنین حادثه قریب‌الوقوعی را پیش‌بینی کرده و برای آن چاره‌اندیشی نمود. در حقیقت، این مطالعات به دنبال طراحی سیستم‌هایی بوده‌اند که قادر باشند وقوع بحران‌های ارزی را در یک بازه زمانی مناسب به صورت آشکار و بدون ابهام به سیاست‌گذاران اقتصادی و فعالان بخش خصوصی اخطار دهد. همچنین برخی از بانک‌های خصوصی سرمایه‌گذاری هم یک چنین سامانه‌هایی را برای بهبود استراتژی‌های مبادلات ارزی خود گسترش داده‌اند (ابراهیمی و توکلیان، ۱۳۹۱). سال‌های مربوط به اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ اولین عصر طلایی ادبیات هشدار زودهنگام بوده و در این سال‌ها، بحث‌های متدولوژیکی گسترده‌ای شامل مطالعات مربوط به مشکلات بانکی، مشکلات ترازپرداخت‌ها و سقوط‌های ارزی<sup>۱</sup> آغاز شده است (کامینسکی و راینهارت<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹ و فرانکل و روز<sup>۳</sup>، ۱۹۹۶). البته، متدولوژی دهه‌ی ۱۹۹۰، به علت توانایی پایین در دادن علامت‌های صحیح در مورد وقوع بحران‌های آینده از اعتبار کافی برای انتقال به نسل دوم مدل‌های هشدار زودهنگام برخوردار نبود. بعد از همه این سال‌ها، بحران اقتصادی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۰۹، ادبیات

۱. بحران‌های ارزی که منجر به تضعیف شدید یا کاهش شدید ارزش پول ملی می‌گردند، گاهی اوقات سقوط پولی (Currency Crush) نامیده می‌شوند (کاربا، ۲۰۱۵).

2. Kaminsky & Reinhart

3. Frankel & Rose

هشدار زودهنگام را بار دیگر به کانون توجه محافل اقتصادی بازگرداند. در ادبیات جدید، نسل دوم مدل‌های هشدار زودهنگام باید سیاست‌گذاران را در جهت کاهش احتمال وقوع بحران یاری نمایند. در حقیقت، بحران‌های اقتصادی سال‌های اخیر مفهومی از یک سیستم هشدار زودهنگام (EWS) را توسعه داد که باید قادر به شناسایی وقایع پرهزینه گوناگون نظیر عدم تعادل‌ها یا بحران‌های مختلف باشد تا فرصت کافی برای کاهش هزینه‌های وقوع چنین بحران‌هایی را در اختیار سیاست‌گذاران قرار دهد. با این حال و با وجود پیشرفت قابل ملاحظه در ادبیات تئوریک و تجربی در این زمینه نسبت به دهه‌های گذشته، وقوع این بحران‌ها در سال‌های اخیر بالاخص در کشورهای نظیر ترکیه، ایران و آرژانتین بر ضرورت بررسی‌های دقیق‌تر و با به‌کارگیری ابزارهای پیشرفته‌تر به خصوص در مورد کشورهای در حال توسعه تأکید داشته و نشان می‌دهد که هنوز یک فضای وسیع برای بهبود و پیشرفت سیستم‌های هشدار زودهنگام وجود دارد.

در این میان، پابندی مقامات پولی ایران به نظام نرخ ارز ثابت یا شناور مدیریت شده، که در برخی از سالها دامنه نوسانات نرخ ارز در این نظام شناور مدیریت شده به شدت تحت کنترل بوده و به نوعی نظام نرخ ارز ثابت را تداعی کرده، اقتصاد کشور را در معرض بحرانهای ارزی متعددی قرار داده است به طوری که در سه دهه اخیر بحرانهای مختلف ارزی در ایران به وقوع پیوسته است (ابراهیمی و توکلیان، ۱۳۹۱). با توجه به هزینه‌های سنگینی که بحران‌های ارزی بر اقتصاد کشور تحمیل می‌کنند، طراحی یک سیستم هشدار زودهنگام برای آگاهی پیش از موعد از وقوع بحران‌های ارزی بر اساس شاخص‌های اقتصادی که حاوی اطلاعات مفید در ارتباط با التهاب‌های ممکن‌الوقوع در بازار ارز هستند، می‌تواند به مقامات پولی و مالی کشور این امکان را بدهد که بتوانند با چاره‌اندیشی به موقع و انجام اقداماتی همچون کنترل پایه‌ی پولی، تعدیل تدریجی نرخ ارز و ...، از حملات سوداگرانه و سقوط ناگهانی ارزش پول داخلی جلوگیری کرده و در صورت وقوع، با کارایی بیشتری آنها را تحت کنترل درآورند. به همین منظور، در این تحقیق تلاش خواهد شد با به‌کارگیری داده‌های فصلی اقتصاد ایران طی دوره‌ی زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۳ و با استفاده از یک مدل با متغیر وابسته گسسته، ضمن بررسی عوامل مؤثر بر وقوع بحران ارزی در کشور، مدل مناسبی جهت هشدار زودهنگام بحران ارزی در اقتصاد ایران طراحی شود.

## ۲. مروری بر ادبیات تحقیق

همان طور که بیان شد، وقوع مکرر بحران‌های ارزی در نقاط مختلف دنیا، منجر به بروز بحث‌های فراوانی در خصوص تصریح تئوریک مدلهای بحران و تحلیل‌های تجربی شده است که سعی در معرفی عوامل تعیین کننده‌ی بحران‌ها، اثرات این بحران‌ها بر اقتصاد و ایجاد شاخص‌ها و سیستم‌هایی جهت هشدار زودهنگام وقوع این بحران‌ها داشته‌اند.

موج اول بحران‌ها در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰ و اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰، سبب ایجاد علاقه به شاخص‌های پیشرو (بیلسون<sup>۱</sup>، ۱۹۷۹) و مدلهای تکنیکی (کروگمن<sup>۲</sup>، ۱۹۷۹) برای توضیح این بحران‌ها شد. کروگمن (۱۹۷۹) و فلاد و گاربر<sup>۳</sup> (۱۹۸۴)، نسل اول چنین مدلهایی را بسط داده‌اند که بر نقش بنیادهای اقتصادی در توضیح بحران‌ها تأکید داشته و در آنها یک بحران ارزی به مشکلات پایدار و رو به رشد اقتصاد کلان مربوط می‌شود. وقتی که چنین مشکلاتی بروز کنند، سرمایه‌گذاران، پول داخلی را مورد حمله‌ی سوداگرانه قرار می‌دهند و موجب کاهش ارزش آن می‌شوند. بروز بحران ارزی سال‌های ۹۳-۱۹۹۲ در اروپا، منجر به توسعه‌ی مدلهای جدید بحران به‌خصوص توسط اُبستفلد<sup>۴</sup> (۱۹۹۴ و ۱۹۹۶) شده است که بر نقش انتظارات در بروز بحران‌ها تأکید داشته‌اند. در این مدلهای معروف نسل دوم، یک بحران می‌تواند بدون وجود وخامت در بنیان‌های اقتصاد کلان ایجاد شود، بنابراین حتی اگر سیاست‌های اقتصادی با نظام نرخ ارز ثابت سازگار باشند، ممکن است در صورتی که سرمایه‌گذاران انتظاراتشان را نسبت به قابلیت پایداری نرخ ارز تغییر دهند، یک حمله‌ی سوداگرانه رخ دهد. برخلاف مدلهای نسل اول، که در آنها فرض می‌شود سیاست‌گذاران رفتار مکانیکی علیه یک حمله سوداگرانه بروز می‌دهند (فروش ذخایر ارزی و سپس انتشار پول داخلی هنگامی که موجودی ذخایر به اتمام رسیده است)، سیاست‌گذاران در مدلهای نسل دوم، رفتاری بهینه کننده را از طریق تنظیم سیاست خود با تغییر انتظارات سرمایه‌گذاران بروز می‌دهند، اما این عکس‌العمل بین دولت و سرمایه‌گذاران، تعادلی چندگانه را ایجاد می‌کند که می‌تواند منجر به وقوع بحران‌های ارزی شود. با این همه، وقوع بحران جنوب شرقی آسیا در سال ۱۹۹۷، منجر به تحول دوباره‌ی مدلهای بحران شد، چرا که

1. Bilson
2. Krugman
3. Flood & Garber
4. Obstfeld

تئوری‌های مشهور بحران قادر به درک اتفاقات پشت سر هم در این بحران که با کاهش ارزش بات تایلند در جولای ۱۹۹۷ آغاز شد، نبودند. پس از وقوع این بحران، چندین مطالعه‌ی تئوریک به منظور توضیح ماهیت این بحران‌های سخت و مسری که از ضعف بخش‌های بانکی و مالی در یک اقتصاد آزاد منتج می‌شود، انجام شد (کامینسکی و راینهارت، ۱۹۹۹؛ کروگمن، ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹؛ رادلیت و ساچز<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸؛ کارستی و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹؛ آقیون و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰؛ و چانگ و ولاسکو<sup>۴</sup>، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱).

در این میان، به دلیل هزینه‌های بالای وقوع چنین بحران‌هایی برای اقتصاد کشورها، از سال‌های انتهایی قرن بیستم مطالعات وسیعی با هدف تعیین عوامل کلیدی بروز این بحران‌ها به منظور پیش‌بینی بحران‌های آتی و به‌خصوص طراحی سیستم‌های هشدار زودهنگام وقوع این بحران‌ها انجام شده است تا عاملان اقتصادی نظیر سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران را در مورد وقوع یک بحران در آینده نزدیک با خبر کنند (کامینسکی و همکاران، ۱۹۹۸؛ برگ و پاتیلو<sup>۵</sup>، ۱۹۹۹؛ عزیز و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۰؛ کارامازا و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۰؛ باسیر و فراتچر<sup>۸</sup>، ۲۰۰۶؛ باسیر، ۲۰۰۷ و سایرین). نسل اول سیستم‌های هشدار زودهنگام توسط کامینسکی و همکاران (۱۹۹۸)، با استفاده از یک رویکرد علامت‌دهی<sup>۹</sup> ارائه شده است. آنها از یک پایگاه داده‌ای بزرگ شامل ۱۵ متغیر شاخص که در بردارنده‌ی موقعیت خارجی، بخش مالی، بخش واقعی، ساختار نهادی و سیاست مالی یک کشور خاص بود، استفاده کرده‌اند. یک شاخص، وقوع بحران را علامت خواهد داد هنگامی که شاخص هشداردهنده به حد آستانه مشخص می‌رسد. تخمین این آستانه در مرکز چنین تحلیل‌هایی قرار دارد و باید به نحوی تعیین شود که نسبت اخلاص در علامت‌دهی<sup>۱۰</sup> (NSR) را حداقل کند. در این مطالعات، EWS برای هر کشور از جمع وزنی شاخص‌های فردی که وزن‌ها نسبت معکوس NSR هستند، ساخته می‌شود. البته، متدولوژی دهه‌ی ۱۹۹۰ از اعتبار کافی برای انتقال به نسل دوم مدل‌های EW برخوردار نبوده است. به طور خاص، بسیاری از مطالعات پیشین نسبت‌های بسیار

1. Radelet & Sachs
2. Corsetti & et. al.
3. Aghion & et. al.
4. Chang & Velasco
5. Berg & Pattillo
6. Aziz & et. al.
7. Caramazza & et. al.
8. Bussiere & Fratzscher
9. Signaling Approach
10. Noise- to- Signal

بالایی از اخلاص در علامت‌دهی را در پیش‌بینی بحران‌های آینده گزارش داده‌اند (برگ و پاتیلو، ۱۹۹۹). برگ و پاتیلو (۱۹۹۹)، نسل دوم سیستم‌های هشدار زودهنگام را با استفاده از مدل‌هایی با متغیر وابسته گسسته (مدل‌های لاجیت و پروبیت<sup>۱</sup>) و در مقایسه با روش علامت‌دهی ارائه کرده‌اند. در این مدل‌ها، احتمال وقوع بحران مورد بررسی قرار گرفته و در صورتی که احتمال به حد آستانه معینی برسد، اخطار وقوع بحران صادر می‌شود. این محققان نشان داده‌اند که روش مورد استفاده‌ی آنها از جنبه‌های مختلف نسبت به روش علامت‌دهی برتری دارد. این مطالعه، راه را برای تعداد زیادی از مطالعات تجربی در این زمینه هموار کرده است (کومار و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳؛ فیوارتس و کالوتیچو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷؛ برگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ فریدون، ۲۰۰۸؛ آری<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲؛ کاملی<sup>۵</sup>، ۲۰۱۶ و سایرین). البته، ایرادهایی نیز بر این مطالعات وارد شده است. به عنوان مثال، مقادیر آستانه بحران‌هایی که در این مطالعات مورد بررسی قرار گرفته‌اند، به طور برون‌زا ثابت بوده و هیچ چارچوب آماری رسمی برای بررسی بهبود نسبت اخلاص (Noise) به علامت‌دهی (Signal) ارائه نمی‌شود. به علاوه، این مطالعات از این واقعیت که ناآرامی‌هایی که به موقعیت‌های خاص ساختاری مربوط می‌شوند، متفاوت از آنهایی هستند که در دوره‌های آرام هدایت می‌شوند، بهره نبرده‌اند. همچنین، به‌کارگیری مدل‌های لاجیت و پروبیت (همانند رویکرد علامت‌دهی)، نیازمند یک قضاوت کارشناسی در مورد وقوع یا عدم وقوع بحران هستند. در تلاش برای بهبود این مدل‌ها، باسیپر و فراتچر (۲۰۰۶)، یک EWS لاجیت چندجمله‌ای را ارائه نموده و محققانی نظیر ابیاد<sup>۶</sup> (۲۰۰۳)، مارتینز پریا<sup>۷</sup> (۲۰۰۲)، فراتچر (۲۰۰۳)، بویینت و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۰۵)، سیپولینی و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۰۸)، فورد و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۰) و ... از مدل‌های مارکوف-سوئیچینگ استفاده کرده‌اند. البته اگرچه این رویکردها متفاوت به نظر می‌رسند، از اشکالات مشابهی در رابطه با ارزیابی‌شان رنج می‌برند و استفاده‌ی عملی از این مدل‌ها با توجه به وجود یک بده-بستان بین هشدارهای غلط (هشدار صادر شود اما بحرانی

1. Logit & Probit Models
2. Kumar & et. al.
3. Fuertes & Kalotychou
4. Ari
5. Comelli
6. Abiad
7. Martinez-Peria
8. Boinet & et. al.
9. Cipollini & et. al.
10. Ford & et. al.

اتفاق نیافتند) و بحران‌های پیش‌بینی نشده (هیچ هشدارى صادر نشود اما بحران مشاهده گردد)، مورد تردید قرار می‌گیرد. علاوه بر این، هیچ یک از رویکردهای فوق قادر نیستند هزینه‌های واقعی بحران را بر اقتصاد به حساب آورند و نحوه‌ی انتشار این بحران‌ها در اقتصاد را نیز نشان نمی‌دهند.

در این میان و در چند سال گذشته، به منظور محاسبه‌ی هزینه‌های واقعی بروز چنین بحران‌هایی بر اقتصاد، مدل‌های پیوسته‌ی بحران (با متغیرهای وابسته پیوسته) ارائه شده است که امکان توضیح هزینه‌های واقعی وارد بر اقتصاد و نحوه‌ی انتشار بحران در اقتصاد را فراهم می‌کنند (رز و اسپیکل<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱؛ فرانکل و ساراولوس<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲). مدل پیوسته نیازی به یک قضاوت کارشناسی در مورد وقوع و یا عدم وقوع بحران نداشته و نیازمند تعیین زمان شروع و پایان بحران نیست. همچنین در یک مدل پیوسته بر روی هزینه‌های واقعی اقتصادی که با داده‌ها اندازه‌گیری شده تمرکز دارد. اما هزینه‌های واقعی لزوماً نمایشگر فوری بحران‌ها نیستند اگر چه به میزان زیادی میزان انتشار بحران در اقتصاد و نتایج قابل اندازه‌گیری نهایی بر اقتصاد را مشخص می‌کنند. بنابراین مهم‌ترین ضعف این رویکرد، عدم ارسال یک علامت آشکار و بدون ابهام در مورد زمان وقوع بحران برای سیاست‌گذاران است. البته، برای برطرف کردن این معضل، بیکی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲)، در مطالعه‌ی خود، مدل‌های لاجیت را در کنار یک مدل با متغیرهای وابسته پیوسته برای گروهی از کشورهای توسعه‌یافته مورد استفاده قرار داده‌اند.

همچنین اگر چه بیش‌تر مطالعات فوق با رویکرد چند کشوری یک دیدگاه کلی از بحران‌های ارزی را در سطح جهان ارائه می‌دهند، اما هماهنگی کافی بین این مطالعات در خصوص عوامل کلیدی تعیین‌کننده‌ی بحران‌ها وجود ندارد. این نتیجه، به‌خاطر نمونه‌ی متفاوت کشورهای و یا دوره‌های زمانی مختلف مورد استفاده در این مطالعات می‌باشد. همچنین، همان‌طور که آبیاد (۲۰۰۳) و ادیسون<sup>۴</sup> (۲۰۰۳) از لحاظ تجربی نشان داده‌اند، از آن جایی که کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته ویژگی‌های ساختاری متفاوتی دارند، منشاء بحران می‌تواند از یک گروه نسبت به گروه دیگر از کشورها متفاوت باشد. به‌علاوه، اگر چه متغیرهای یکسانی بر احتمال وقوع بحران در گروهی از کشورهای همگن تأثیر می‌گذارد، درجه‌ی تأثیرگذاری این متغیرها بر احتمال

1. Rose & Spiegel
2. Frankel & Saravelos
3. Babecký & et. al.
4. Edison



وقوع یک بحران می‌تواند از کشوری به کشور دیگر متفاوت باشد. همچنین، برگ و همکاران (۲۰۰۵) نشان داده‌اند که عدم تجانس میان کشورها، منجر به پیش‌بینی ضعیف درون نمونه و خارج از نمونه در مطالعات تجربی چندکشوری شده است. به این دلایل، در چند سال گذشته مطالعاتی نیز در مورد کشورهای خاص از قبیل ترکیه، چین، آفریقای جنوبی و ... به انجام رسیده است (آری، ۲۰۱۲؛ پنگ و باجونا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸؛ کِنَدلیک و اسکيوفیل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸ و ...).

و افزون بر همه اینها، در خلال این سال‌ها، رویکردهای دیگری همچون استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>۳</sup> (ANN) (ناگ و میترا<sup>۴</sup> (۱۹۹۹)، کرکوسکا<sup>۵</sup> (۲۰۰۱)، گوش و گوش<sup>۶</sup> (۲۰۰۲)؛ سیویم و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۴ و سایرین)، رویکرد مدل‌سازی عصبی-فازی (لین و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۰۸) و روش درخت تصمیم (سیویم و همکاران، ۲۰۱۴) نیز برای پیش‌بینی وقوع بحران‌های ارزی و توسعه‌ی سیستم‌های هشدار زودهنگام این بحران‌ها به کار گرفته شده‌اند که البته فراوانی استفاده از آنها کم‌تر از روش‌های معمول در این زمینه است.

در مورد ادبیات هشدار زودهنگام و بحران ارزی در ایران نیز مطالعاتی انجام شده است. عادل‌رانی و رانکوهی (۱۳۸۱)، در مطالعه‌ای برای بررسی عوامل مؤثر در بروز و یا تشدید بحران‌های ارزی با توجه به اثرات خاص کشورها، ضمن بررسی دوباره‌ی نقش مجموعه‌ای از متغیرهای کلان اقتصادی در بروز و یا تشدید بحران‌های ارزی، به بررسی نقش عوامل برون‌زایی پرداخته است که به صورت پیشینه تاریخی یا موهبت در شکل‌دهی نهادهای اقتصادی و اجتماعی هر کشور از قبیل مؤسسات مالی و حتی دولت حاکم دخالت دارند و می‌توانند با تأثیر گذاشتن بر رفتار و عملکرد این نهادها در بروز بحران‌های ارزی و مالی نقش داشته باشند. این محقق، با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل داده‌های پانل، از میان این دسته از عوامل، نقش سیستم قانونی و مبنای حقوقی کشورهای مختلف و نحوه‌ی تأثیرگذاری آنها بر رفتار نهادهای مالی و اتکاء کشورها به درآمدهای حاصل از منابع طبیعی را در کنار شاخص‌های اقتصاد کلان و نیز توسعه‌ی سیستم واسطه‌گری مالی، توسعه‌ی بازارهای سهام و ارتباط با سیستم مالی بین‌المللی،

1. Peng & Bajona
2. Knedlik & Scheufele
3. Artificial Neural Networks
4. Nag & Mitra
5. Krkoska
6. Ghosh & Ghosh
7. Sevim & et. al.
8. Lin & et. al.

بر شاخص بحران ارزی مورد بررسی قرار داده و بر نقش اثرات خاص هر کشور در این زمینه تأکید کرده است. نادری (۱۳۸۲)، در مطالعه‌ی خود با استفاده از روش‌های مرسوم استخراج علائم و برآورد احتمال بحران، یک سیستم هشدار پیش از موعد برای بحران‌های مالی (در حقیقت بحران‌های ارزی) در اقتصاد ایران ارائه کرده که قادر است بحران‌های مالی را از قبل هشدار دهد. این سیستم برای رخداد بحران مالی سال ۱۳۷۲ شبیه‌سازی شده که بنا بر ادعای محقق، نتایج این شبیه‌سازی علائم مناسبی را قبل از وقوع بحران ارائه می‌دهد. نیلی و کنعانی (۱۳۸۴)، در مقاله‌ی خود با استفاده از ایده‌ی الگوی KLR، نقش متغیرهایی چون تغییرات نرخ واقعی ارز، تغییرات حجم ذخایر ارزی و تغییرات متغیرهای پولی نسبت به ذخایر ارزی را در پیش‌بینی بحران‌های ارزی در کنار شوک‌های نفتی در اقتصادهای وابسته به منابع نفت مورد ارزیابی قرار داده‌اند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، اگر تغییرات قیمت نفت، تغییرات ذخایر ارزی و تغییرات نسبت حجم پول به حجم ذخایر ارزی به طور همزمان اعلان هشدار کنند، احتمال بروز بحران ارزی به ۱۰۰ درصد می‌رسد. شجری و محبی‌خواه (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ی خود به پیش‌بینی بحران‌های بانکی و ارزی با استفاده از روش علامت‌دهی KLR و نیز بررسی امکان وجود بحران دوگانه در ایران در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۶۷ پرداخته‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، دو متغیر قیمت سهام و نرخ بهره‌ی واقعی به ترتیب معتبرترین شاخص‌ها برای پیش‌بینی بحران ارزی می‌باشند. همچنین، قیمت سهام به همراه نرخ ارز واقعی، مناسب‌ترین شاخص برای پیش‌بینی بحران ارزی و پیش‌بینی بحران‌های دوگانه شناخته شده‌اند. طیبی و محمدزاده (۱۳۸۹) نیز در پژوهشی با عنوان "اثر کنترل سرمایه بر وقوع بحران ارزی در کشورهای در حال توسعه"، با بیان این که نظرات متفاوتی در خصوص سودمندی آزادسازی سرمایه برای کشورهای در حال توسعه وجود دارد و با هدف بررسی تجربی این موضوع در مورد ۷۰ کشور منتخب در حال توسعه در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۶، به برآورد مدلی با رویکرد اقتصادسنجی داده‌های تابلویی پروبیت پرداخته‌اند، که شامل متغیر کنترل‌های حساب سرمایه بوده است. نتایج حاصل نشان دهنده‌ی اثر معنی‌دار کنترل سرمایه در کاهش بحران ارزی در کشورهای مورد مطالعه بوده است. بر این اساس، کشورهایی که از کنترل سرمایه بیشتری در برنامه‌های اصلاحی خود استفاده کرده‌اند، با بحران‌های ارزی کمتری نیز مواجه شده‌اند. صیادنیا طیبی و همکاران

(۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای به تبیین یک سیستم هشداردهنده جهت شناسایی بحران‌های مالی (بانکی و ارزی) در ایران پرداخته‌اند، بدین گونه که این سیستم هشداردهنده در صورت احتمال وقوع بحران در آینده باید بتواند یک سیگنال در حال حاضر مبنی بر احتمال وقوع بحران در آینده ارسال کند. در همین راستا، ابتدا شاخص‌های هشدار شامل نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، نرخ تورم، نرخ بهره‌ی حقیقی، شاخص بورس، نرخ ارز مؤثر و انحراف نرخ ارز رسمی و غیررسمی، نسبت بدهی خارجی به دارایی خارجی و نسبت حساب‌های جاری به تولید ناخالص داخلی از طریق روش سیگنالی انتخاب شده و سپس این متغیرها از طریق مدل‌های لاجیت و شبکه عصبی مورد سنجش قرار گرفته‌اند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، سال‌های ۱۳۵۹، ۱۳۶۶، ۱۳۷۳، ۱۳۷۴ به عنوان سال‌های بحرانی انتخاب شده و شاخص‌هایی همچون نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، نرخ بهره‌ی حقیقی، نرخ تورم و انحرافات ارزی به عنوان شاخص‌های هشدار شناسایی شده‌اند. ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)، با هدف طراحی یک سامانه هشداردهی زودهنگام بحران‌های ارزی در کشور، با استفاده از یک مدل مارکوف-سوئیچینگ، با ماتریس احتمال گذار متغیر و با بهره‌گیری از شاخص‌های هشداردهی، تلاش کرده‌اند تا دوره‌های بحران ارزی در اقتصاد ایران را در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۹-۱۳۶۷ شناسایی کنند. این مطالعه، با استفاده از رویکرد عام به خاص، از بین ۱۹ شاخص هشداردهی معرفی شده برای شناسایی و پیش‌بینی بحران، شاخص‌های نرخ رشد GDP حقیقی، نسبت کسری بودجه به GDP، انحراف لگاریتم نرخ ارز حقیقی مؤثر از روند آن، نسبت کسری حساب جاری به GDP، رشد درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت و نسبت تغییر در M2 به تغییر در ذخایر ارزی بانک مرکزی را به عنوان شاخص‌های اصلی انتخاب کرده‌اند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که مدل طراحی شده در دوره‌های زمانی نیمه‌ی دوم ۱۳۶۷ و نه ماهه‌ی اول ۱۳۶۸، سه ماهه‌ی اول ۱۳۶۹، نیمه‌ی دوم ۱۳۷۲، سال ۱۳۷۳، نیمه‌ی اول ۱۳۷۴، سه ماهه‌ی سوم ۱۳۷۵ و سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸، وقوع بحران ارزی را هشدار داده است.

### ۳. روش‌شناسی تحقیق

هدف مدل‌های هشدار زودهنگام، پیش‌بینی بحران‌هاست. یعنی دوره‌های بحران، آغاز بحران‌ها و یا حتی در صورت امکان طول مدت آنها. از این رو، به‌کارگیری این مدل‌ها برای پیشگیری از وقوع بحران‌های ارزی ضروری و حیاتی است. به‌منظور اجرای درست این کار، دو موضوع باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. تصریح مدل‌های EWS

و ارزیابی آنها. به زبان اقتصادسنجی، تصریح EWS تابعی را تعریف می‌کند که شاخص‌های پیشروی مختلفی را به وقوع بحران‌ها پیوند می‌دهد، در حالی که ارزیابی EWS شامل روش‌هایی است که به ارزیابی اعتبار مدل‌های هشدار زودهنگام منتهی می‌شود. با این شرایط، تصریح تکنیکی یک مدل هشدار زودهنگام نیازمند سه عنصر است:

الف- تعریف بحران. لازمه‌ی طراحی یک سیستم هشدار زودهنگام داشتن یک تعریف مناسب از بحران است. در مطالعات مختلف تعاریف مختلفی از بحران ارائه شده است. در برخی از مطالعات، بحران به یک حمله موفقیت‌آمیز سوداگرانه اطلاق می‌شود که در آن نرخ ارز به طور قابل ملاحظه‌ای، مثلاً ۲۵ درصد ارزش اسمی یا بیش‌تر، افزایش یابد (فرانکل و رز، ۱۹۹۶). در برخی دیگر از مطالعات تعریف وسیع‌تری از بحران ارزی ارائه شده است که شامل حملات سوداگرانه‌ی ناموفق نیز می‌شود. در این مطالعات، برای تعریف بحران از یک شاخص فشار بازار ارز<sup>۱</sup> استفاده می‌شود که میانگین وزنی از تغییرات نرخ ارز و از دست رفتن ذخایر ارزی کشور و در برخی از مواقع تغییرات نرخ بهره است (ایخنگرین و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵). چنین شاخصی بر این پایه استوار است که اگر حمله‌ای به پول یک کشور اتفاق بیافتد، یا نرخ ارز افزایش می‌یابد و یا بانک مرکزی برای حمایت از پول داخلی مجبور به فروش ذخایر ارزی خود یا افزایش نرخ بهره می‌شود. همچنین، در این تعریف روشی برای تعیین زمان وقوع بحران و به ویژه تعیین زمان دقیقی که بحران خاتمه می‌یابد، ضروری است. در هر صورت، در مورد نحوه‌ی تشخیص بحران در ادبیات مربوطه راه‌کارهایی پیشنهاد شده است. به طور مثال، فراتر رفتن یک متغیر (مانند رشد نرخ ارز) و یا یک شاخص به‌خصوص (مانند شاخص فشار بازار ارز) از یک مقدار آستانه‌ای مانند کاهش شدید ارزش پول رایج در یک کشور در یک زمان معین (فرانکل و رز، ۱۹۹۶؛ کامینسکی و راینهارت، ۱۹۹۹ و کامینسکی، ۲۰۰۶) و یا اظهار وقوع بحران توسط کارشناسان یک نهاد رسمی و یا مقالات معتبر پژوهشی (کاپریو و کلاینجبیل<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳ و لیون و والنسیا<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸) و یا ترکیبی از این موارد.

ب- انتخاب مجموعه‌ای از شاخص‌های پیشروی وقوع بحران به عنوان متغیرهای توضیحی مدل که در ادبیات مربوطه راه‌هایی از قبیل استفاده از تئوری اقتصادی و یا

1. Exchange Market Pressure Index
2. Eichengreen & et.al.
3. Caprio & Klingebiel
4. Leaven & Valencia

رویکرد داده‌کاوی در این خصوص مطرح می‌باشد. شاخص‌های پیشرو متغیرهایی هستند که تغییرات در آنها می‌تواند هشدار بر وقوع بحران در آینده باشد. این شاخص‌ها شامل طیف وسیعی از متغیرهای اقتصاد کلان و متغیرهای مالی می‌باشند که در مطالعات مختلف در سال‌های اخیر به کار گرفته شده‌اند و وضعیت اقتصاد را در بخش‌های حقیقی، پولی و بخش خارجی نشان داده و بر پایه‌ی این برداشت استوارند که قبل از وقوع هر بحران ارزی در اقتصاد، برخی از متغیرها همچون نسبت حجم نقدینگی به ذخایر ارزی، رابطه‌ی مبادله، نسبت حجم اعتبارات داخلی به تولید ناخالص ملی و متغیرهایی از این دست شروع به حرکت‌های نامعمول می‌کنند که از روی حرکت این متغیرها با احتمال مشخصی می‌توان وقوع بحران را پیش‌بینی کرد. همچنین، در برخی از مدل‌ها از متغیرهای سیاستی نیز به عنوان متغیر توضیحی استفاده شده است. متغیرهای سیاستی نیز به طور غیرمستقیم و از طریق شاخص‌های پیشروی معرفی شده در بالا بر وقوع بحران تأثیر می‌گذارند. برخی از این متغیرهای سیاستی عبارتند از: ذخایر بانک مرکزی، نسبت نقدینگی به ذخایر ارز خارجی، نرخ بهره‌ی سیاستی و ...

ج- یک ارتباط تابعی بین این شاخص‌های پیشرو و احتمالات وقوع بحران. این که چگونه می‌توان از روی حرکت شاخص‌های پیشرو، وقوع بحران را پیش‌بینی کرد و چگونه حرکتی در این متغیرها می‌تواند بحران را به دنبال داشته باشد، نیازمند به‌کارگیری یک متدولوژی آماری برای ایجاد هشدار بحران‌ها است که بخش مهمی از سامانه‌های هشدار زودهنگام را تشکیل می‌دهد. بنابراین تصریح یک مدل هشدار زودهنگام نیازمند تعریف یک تابع است که شاخص‌های پیشرو را به وقوع بحران‌ها مرتبط می‌کند. همان‌طور که قبلاً بیان شده است، مهم‌ترین رویکردهای موجود در این زمینه در ادبیات مربوطه، روش علامت‌دهی KLR، رویکرد رگرسیون‌های لاجیت-پروبیست، روش مارکوف-سوئیچینگ و به میزان کم‌تر استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشند. در مقاله‌ی حاضر، تلاش می‌شود با استفاده از رویکرد رگرسیون لجستیک، به طراحی یک سیستم هشدار زودهنگام بحران‌های ارزی در ایران پرداخته شود. در این مدل گسسته، متغیر وابسته به صورت پیش‌آمدهای "بلی/خیر" برای وقوع بحران‌ها تعریف می‌شود، به این صورت که این متغیر در صورت وقوع بحران ارزی با عدد ۱ و در غیر این صورت با عدد صفر کدگذاری می‌شود. در این مدل‌ها، احتمال وقوع بحران مورد بررسی قرار می‌گیرد و در صورتی که احتمال به حد آستانه معینی برسد اخطار وقوع بحران صادر می‌شود.

### ۱.۳. مدل و متغیرهای تحقیق

همان طور که در قسمتهای قبلی بیان شده است، دو مورد از عناصر لازم برای تصریح تکنیکی یک مدل هشدار زودهنگام، داشتن یک تعریف مناسب از بحران و نیز انتخاب مجموعه‌ای از شاخص‌های پیشروی وقوع بحران و برخی متغیرهای سیاستی به عنوان متغیرهای توضیحی مدل می‌باشد.

در مدل لاجیت- پروبیت، تعریف مناسب بحران، متغیر وابسته‌ی مدل را شکل خواهد داد. همان طور که بیان شد، در این مورد در ادبیات مربوطه راه‌کارهایی پیشنهاد شده است. به طور مثال، فراتر رفتن یک متغیر و یا یک شاخص به‌خصوص از یک مقدار آستانه‌ای و یا اظهار وقوع بحران توسط کارشناسان یک نهاد رسمی و یا مقالات معتبر پژوهشی و یا ترکیبی از این موارد.

در مطالعه‌ی حاضر نیز برای تعریف متغیر وابسته‌ی گسسته مورد نظر، از ترکیبی از این موارد استفاده خواهد شد. به همین منظور، به صورت زیر عمل می‌شود:

الف- بررسی متغیر رشد نرخ ارز (ger). در این حالت ابتدا نرخ رشد متغیر نرخ ارز محاسبه شده و در صورتی که مقدار این نرخ در یکی از فصل‌ها از حد آستانه‌ای معادل  $\mu_{ger} + \sigma_{ger}$  و یا  $\mu_{ger} + 1.5\sigma_{ger}$  (میانگین نرخ رشد نرخ ارز به اضافه ۱ و ۱/۵ برابر انحراف معیار آن) فراتر رود، بیانگر وقوع بحران در آن فصل بوده و به آن فصل مقدار یک اختصاص می‌یابد. در غیر این صورت، به فصل‌ها مقدار صفر داده می‌شود، یعنی؛

$$C_t = \begin{cases} 1 & \text{if } ger_t > \mu_{ger} + \sigma_{ger} \text{ or } \mu_{ger} + 1.5\sigma_{ger} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

نتایج حاصل را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد.

ب- محاسبه‌ی شاخص فشار بازار ارز (IMP). در این حالت ابتدا شاخص فشار بازار ارز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$IMP_t = \frac{1}{CV_{ER}} \left( \frac{ER_t - ER_{t-1}}{ER_{t-1}} \right) - \frac{1}{CV_{IR}} \left( \frac{IR_t - IR_{t-1}}{IR_{t-1}} \right) + \frac{1}{CV_r} (r_t - r_{t-1})$$

که در آن، ER نرخ ارز بازار، IR میزان ذخایر بین‌المللی کشور و r نرخ سود سپرده‌های کوتاه مدت بانکی<sup>۱</sup> بوده و  $CV_{ER}$ ،  $CV_{IR}$  و  $CV_r$  به ترتیب ضریب تغییرات نرخ ارز بازار، ذخایر بین‌المللی کشور و نرخ سود سپرده‌های کوتاه مدت بانکی در دوره‌ی زمانی مورد بررسی هستند. در این شرایط، در صورتی که مقدار این شاخص در یکی از

۱. نرخ سود علی‌الحساب سپرده‌های سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت عادی بانک‌های دولتی.

فصل‌ها از حد آستانه‌ای معادل  $\mu_{IMP} + \sigma_{IMP}$  و یا  $\mu_{IMP} + 1.5\sigma_{IMP}$  (میانگین شاخص به اضافه ۱ و ۱/۵ برابر انحراف معیار آن) فراتر رود، بیانگر وقوع بحران در آن فصل بوده و به آن فصل مقدار یک اختصاص می‌یابد. در غیر این صورت، به فصل‌ها مقدار صفر داده می‌شود، یعنی؛

$$C_t = \begin{cases} 1 & \text{if } IMP_t > \mu_{IMP} + \sigma_{IMP} \text{ or } \mu_{IMP} + 1.5\sigma_{IMP} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

نتایج حاصل را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد.

ج- استفاده از مطالعات معتبر پژوهشی. در این مورد از بحران‌های گزارش شده در مطالعات ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)، صیادنیا طیبی و همکاران (۱۳۸۹) و لیون و والنسیا (۲۰۰۸) استفاده شده است. نتایج حاصل را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد.

د- در نهایت، گزارش وقوع بحران در این مطالعه در صورتی معتبر تلقی گردید که حداقل دو منبع یا روش محاسبه نسبت به وقوع بحران در یک زمان اتفاق نظر داشته باشند. نتایج حاصل در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. گزارش وقوع بحران ارزی در ایران بر اساس شاخص‌ها و منابع مختلف

نتیجه	لیون و والنسیا (۲۰۰۸)	صیادنیا طیبی و همکاران (۱۳۸۹)	ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	$\mu_{IMP} + 1.5\sigma_{IMP}$	$\mu_{IMP} + \sigma_{IMP}$	$\mu_{ger} + 1.5\sigma_{ger}$	$\mu_{ger} + \sigma_{ger}$
۶۸:۰۱			۶۸:۰۱			۶۸:۰۱	۶۸:۰۱
۷۲:۰۴	۷۲:۰۴		۷۲:۰۴			۷۲:۰۴	۷۲:۰۴
۷۴:۰۱		۷۴:۰۱	۷۴:۰۱	۷۴:۰۱	۷۴:۰۱	۷۴:۰۱	۷۴:۰۱
							۷۷:۰۳
							۷۷:۰۴
۹۰:۰۴					۹۰:۰۴	۹۰:۰۴	۹۰:۰۴
							۹۱:۰۲
۹۱:۰۳				۹۱:۰۳	۹۱:۰۳	۹۱:۰۳	۹۱:۰۳
							۹۱:۰۴

توضیحات: هیچ کدام از مطالعات معرفی شده در این تحقیق به بررسی بحران‌های ارزی در دهه‌ی ۱۳۹۰ در ایران نپرداخته‌اند. همچنین، بحران‌های ارزی معرفی شده از این مطالعات، تنها بحران‌های تأیید کننده‌ی تحقیق حاضر بوده و سایر بحران‌های معرفی شده توسط آنها که مربوط به دوره‌های زمانی متفاوتی بوده‌اند، در این جدول نیامده است.

در این شرایط، همان طور که از جدول ۱ مشاهده می‌شود، در مدل لاجیت مورد استفاده، در تعریف متغیر وابسته، به فصل اول سال ۱۳۶۸، فصل چهارم سال ۱۳۷۲، فصل اول سال ۱۳۷۴، فصل چهارم سال ۱۳۹۰ و فصل سوم سال ۱۳۹۱ مقدار یک و به سایر فصول مورد بررسی مقدار صفر اختصاص داده می‌شود.

در مورد شاخص‌های پیشروی وقوع بحران و متغیرهای سیاستی به عنوان متغیرهای توضیحی مدل در این تحقیق، با توجه به ادبیات مربوطه از متغیرهای رشد تولید صنعتی، نسبت دارایی‌های خارجی به بدهی‌های خارجی بانک مرکزی، نسبت نقدینگی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی، نرخ تورم<sup>۱</sup>، رشد تولید ناخالص داخلی واقعی، نسبت کسری بودجه به تولید ناخالص داخلی واقعی، نسبت "بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی" به پایه‌ی پولی، نسبت وام به سپرده‌ی بانک‌های تجاری، نسبت سپرده‌های بانکی به نقدینگی، رشد "اعتبارات داخلی بانک مرکزی"<sup>۲</sup>، نسبت اعتبارات داخلی بانک مرکزی به پایه‌ی پولی، رشد درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت و نسبت درآمد ارزی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی استفاده شده است. این شاخص‌ها و متغیرهای سیاستی و علامت‌های انتظاری آنها در مدل طراحی شده را می‌توان در جدول ۲ مشاهده کرد. اطلاعات مربوط به این متغیرها از بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی ج.ا.ا. و نماگرهای آماری منتشر شده توسط این نهاد استخراج شده‌اند.

- 
۱. در این تحقیق برای محاسبه نرخ تورم از رشد شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی در مناطق شهری کشور به قیمت‌های سال ۱۳۸۳ استفاده شده است.
  ۲. اعتبارات داخلی بانک مرکزی یک کشور بیانگر اعتبارات اعطایی بانک مرکزی آن کشور به دولت و بانک‌های تجاری همان کشور می‌باشد.



جدول ۲. شاخص‌های پیشروی وقوع بحران و متغیرهای سیاستی به عنوان متغیرهای توضیحی مدل

علامت انتظاری	منبع	متغیرها و علامت اختصاری
<b>- متغیرهای بخش واقعی و عمومی</b>		
- (در صورت وابستگی شدید تولید صنعتی به واردات از خارج، +)	بیبکی و همکاران (۲۰۱۲)، آری (۲۰۱۲)، کامینسکی و همکاران (۱۹۹۸)، برگ و پاتیلو (۱۹۹۹)، فریدون (۲۰۰۸)، ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	رشد تولید صنعتی (gind)
+	فرانکل و رز (۱۹۹۶)، برگ و پاتیلو (۱۹۹۹)، ادیسون (۲۰۰۳)، فورد و همکاران (۲۰۰۷)، آری (۲۰۱۲)، ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	نسبت نقدینگی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی (m2ir)
+	بیبکی و همکاران (۲۰۱۲)، آری (۲۰۱۲)، ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)، صیادنیا طیبی و همکاران (۱۳۸۹)	نرخ تورم (inf)
-	ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)، صیادنیا طیبی و همکاران (۱۳۸۹)	رشد تولید ناخالص داخلی واقعی (ggdp)
+	آری (۲۰۱۲)، ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	نسبت کسری بودجه به تولید ناخالص داخلی واقعی (bdgdp)
+	کامینسکی و همکاران (۱۹۹۸)، برگ و پاتیلو (۱۹۹۹)، ادیسون (۲۰۰۳)، فریدون (۲۰۰۸)	رشد اعتبارات داخلی بانک مرکزی (gdc)
<b>- متغیرهای موازنه خارجی</b>		
-	ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	رشد درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت (goilr)
-	ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	نسبت درآمد ارزی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی (oilrir)
-	فرانکل و رز (۱۹۹۶)، برگ و پاتیلو (۱۹۹۹)، فریدون (۲۰۰۸)، صیادنیا طیبی و همکاران (۱۳۸۹)	نسبت دارایی‌های خارجی به بدهی‌های خارجی بانک مرکزی (irid)
<b>- متغیرهای بخش مالی</b>		
+	آری (۲۰۱۲)، ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	نسبت "بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی" به پایه‌ی پولی (bdh)
+	آری (۲۰۱۲)	نسبت وام به سپرده‌ی بانک‌های تجاری (ld)
-	آری (۲۰۱۲)، ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	نسبت سپرده‌های بانکی به نقدینگی (dm2)
+	آری (۲۰۱۲)، ابراهیمی و توکلیان (۱۳۹۱)	نسبت اعتبارات داخلی بانک مرکزی به پایه‌ی پولی (dch)

مدل معرفی شده در این تحقیق با استفاده از داده‌های فصلی متغیرهای مورد بررسی در فاصله‌ی زمانی ۱۳۹۳:۰۴-۱۳۶۷:۰۱ تخمین زده خواهد شد. البته باید توجه داشت که در طراحی این مدل‌ها، تعیین وقفه‌های زمانی برای شاخص‌های پیشرو به منظور داشتن زمان برای سیاست‌گذاران جهت پاسخ به اخطارهای داده شده توسط سیستم هشدار زود هنگام ضروری است. به همین منظور، متغیرهای توضیحی معرفی شده در بالا را با یک وقفه (به عنوان افق پیش‌بینی) در تحلیل اقتصادسنجی خود وارد می‌کنیم. در این میان، انتخاب یک دوره پیش‌بینی سه ماهه (یک دوره‌ای) ممکن است از دیدگاه سیاست‌گذاران ارزی نامناسب باشد، چرا که زمان کافی برای پاسخگویی را از آنها خواهد گرفت. در حقیقت، آنها علاقمند به افق‌های طولانی‌تری در این مورد هستند که البته دقت پیش‌بینی را کاهش خواهد داد. به همین علت، افق‌های پیش‌بینی طولانی‌تر (با دو و چهار وقفه) نیز در این تحقیق مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### ۲.۳. آزمون مدل تحقیق

در نهایت، لازم است عملکرد پیش‌بینی مدل‌های لاجیت مورد بررسی به‌نحو مناسبی آزمون شود. عملکرد پیش‌بینی یک سیستم هشدار زود هنگام، از طریق توانایی آن در پیش‌بینی صحیح و زود هنگام دوره‌های واقعی بحران در نمونه مورد بررسی و نیز خارج از نمونه‌ی مورد بررسی اندازه‌گیری می‌شود. برای ارزیابی عملکرد یک سیستم هشدار زود هنگام، احتمال پیش‌بینی شده یک بحران که از این سیستم استخراج شده با احتمال یک بحران واقعی مقایسه خواهد شد. البته، از آن جایی که احتمال پیش‌بینی شده‌ی یک عامل پیوسته است، یک گام ضروری در این زمینه تعیین یک سطح احتمال آستانه‌ای<sup>۱</sup> به‌صورتی است که احتمال پیش‌بینی شده‌ی بالاتر از آن، علامتی را به سیاست‌گذاران ارسال کند (باسپیر و فراتچر، ۲۰۰۲). بنابراین، یکی از نکات مطرح در این زمینه تعیین این سطح احتمال آستانه‌ای بهینه می‌باشد. انتخاب یک مقدار آستانه‌ای پایین، تعداد بحران‌هایی که درست پیش‌بینی شده‌اند 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 شده‌ی غلط را کاهش خواهد داد، اما تعداد بحران‌های پیش‌بینی نشده را افزایش می‌دهد (خطای نوع اول). معمولاً مدل‌سازان این مسأله را با تعریف یک احتمال آستانه‌ای بر اساس اهمیت نسبی هر یک

1. Cut-off level

از خطاهای نوع اول و نوع دوم برطرف می‌کنند. به اعتقاد چوی<sup>۱</sup> (۲۰۰۲)، محققان ممکن است به طور طبیعی یک آستانه احتمال ۵۰ درصدی را انتخاب کنند. البته، اسکویول و لارین<sup>۲</sup> (۲۰۰۰) در این زمینه بیان می‌دارند که با توجه به تعداد نامتناسب دوره‌های بحران و عدم بحران، انتخاب یک مقدار آستانه‌ای ۵۰ درصد، قدرت پیش‌بینی مدل‌های EWS را کاهش خواهد داد. به همین علت، در این تحقیق، سطوح آستانه‌ای ۵۰٪، ۴۰٪ و ۲۵٪ جهت ارزیابی عملکرد پیش‌بینی مدل EWS مورد نظر تحقیق مورد استفاده قرار خواهند گرفت. همچنین، تلاش خواهد شد به منظور بررسی توانایی سیستم طراحی شده، ابتدا مدل‌ها در دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰:۰۴-۱۳۶۷:۰۱ مورد برازش و بررسی عملکرد قرار گرفته و سپس با استفاده از همان متغیرهای پیشرو و با برخی تغییرات جزئی و به منظور در نظر گرفتن بحران ارزی سال ۱۳۹۱، مدل‌ها در دوره‌ی زمانی ۱۳۹۳:۰۴-۱۳۶۷:۰۱ نیز مورد برازش قرار گرفته و عملکرد پیش‌بینی آنها بررسی می‌شود.

#### ۴. نتایج تخمین مدل‌های تحقیق

جدول ۳، نتایج حاصل از تخمین مدل‌های رگرسیون لجستیک مورد نظر این تحقیق را با وقفه‌های ۳، ۶ و ۹ ماهه در متغیرهای توضیحی در دوره‌های زمانی ۱۳۹۰:۰۴-۱۳۶۷:۰۱ و ۱۳۹۳:۰۴-۱۳۶۷:۰۱ ارائه داده است.<sup>۳</sup> همچنین، جدول ۴، عملکرد پیش‌بینی این مدل‌ها را در وقفه‌های گوناگون نشان می‌دهد. بر اساس نتایج ارائه شده در جداول ۳ و ۴، بیش‌تر ضرایب تخمین زده شده در مدل‌های مورد نظر از نظر آماری در سطوح بالایی معنی‌دار بوده و به‌طور عمده و در بیش‌تر وقفه‌ها از علامت‌های منطبق با انتظارات تئوریک برخوردارند. البته، به‌طور طبیعی و به علت پویایی سیستم طراحی شده و همچنین، وجود هم‌خطی ناقص بین متغیرهای پیشروی مورد بررسی، در برخی از وقفه‌ها، علامت‌ها برخلاف انتظارات تئوریک هستند. تنها در مورد متغیر نسبت نقدینگی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی (M2IR) علامت به دست آمده در تمام وقفه‌ها و تمام مدل‌ها برخلاف انتظارات

1. Chui

2. Esquivel & Larrain

۳. در تخمین‌های ارائه شده در جدول ۳، عدم وجود موارد ناهمساز (Outlier Cases) در متغیرهای تحقیق در نظر گرفته شده است. همچنین، وجود هم‌خطی بین متغیرهای مورد نظر بررسی شده و هم‌خطی شدید بین این متغیرها مشاهده نشده است.

تئوریک، منفی است و نشان دهنده‌ی اثرات کاهنده افزایش این نسبت در احتمال وقوع بحران ارزی در ایران می‌باشد که می‌توان علت این امر را نوع ترکیب نقدینگی و نسبت بسیار بالای حجم سپرده‌ها در ترکیب نقدینگی در بیش‌تر سال‌های مورد بررسی دانست، که می‌تواند اثرات کاهنده‌ای بر احتمال وقوع بحران ارزی داشته باشد. در تأیید این یافته، می‌توان به علامت منفی نسبت سپرده‌های بانکی به نقدینگی ( $DM_2$ ) در تمام مدل‌های مورد بررسی اشاره کرد.

همچنین، همان‌طور که در جداول ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، با توجه به آماره‌های  $R^2$  مک فادن، LR و هاسمر-لمشو/اندروز، مدل‌های اول، سوم، چهارم و ششم برآورد شده که جهت هشدار وقوع بحران ۳ و ۹ ماه قبل از بروز آن طراحی شده‌اند، از قدرت تبیین بسیار بالایی برخوردار بوده و برازش مناسبی نیز دارند.

جدول ۳. تخمین مدل‌های لاجیت و پروبیت سیستم هشدار زود هنگام با وقفه‌های ۳، ۶ و ۹ ماهه

متغیرها	مدل اول (t-1)	مدل دوم (t-2)	مدل سوم (t-3)	مدل چهارم (t-1)	مدل پنجم (t-2)	مدل ششم (t-3)
	۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴	۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴	۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴	۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴	۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴	۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴
<b>- متغیرهای بخش واقعی و عمومی</b>						
رشد تولید صنعتی (gind)	۰/۱۴۹۹ (۲/۷۹۲۸)	۰/۰۸۵۹ (۱/۴۵۱۷)	۰/۰۷۹۶ (۲۷/۲۰۷)			
نسبت نقدینگی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی (m2ir)	-۰/۰۹۸۴ (-۱/۳۵۵۸)	-۰/۴۸۰۵ (-۲/۳۱۷۹)	-۱/۷۸۸۶ (-۶/۱۳۴۶)		-۰/۲۹۲۰ (-۲/۸۱۵۰)	-۰/۹۶۳۸ (-۲/۳۵۰۵)
نرخ تورم (inf)	-۰/۵۹۶۴ (-۱/۴۷۴۰)	۲/۰۴۸۰ (۵/۴۵۲۵)	۲/۰۷۲۴ (۱۹/۷۰۵)		-۰/۷۱۳۸ (-۱/۷۸۹۵)	۱/۵۰۹۱ (۱/۸۵۳۶)
رشد تولید ناخالص داخلی واقعی (ggdp)	-۰/۵۶۹۳ (-۶/۳۷۷۳)	-۰/۰۶۹۷ (-۱/۶۲۷۵)	۰/۹۱۱۶ (۵/۶۰۴۳)	-۰/۱۶۳۶ (-۱۲/۷۷۴)	-۰/۰۴۰۱ (-۱/۵۸۲۲)	۰/۶۸۱۲ (۱/۸۷۷۲)
نسبت کسری بودجه به تولید ناخالص داخلی واقعی (bdgdp)	-۷۱/۷۱۸۰ (-۲/۰۹۳۵)	۱۱۰/۳۲۸۱ (۵/۲۴۷۵)	۲۶۳/۵۱۸ (۲۴/۵۷۱)	-۱۲۱/۴۱۶ (-۲/۷۳۵۸)		۱۴/۵۵۲۴ (۲/۱۳۵۲)
رشد اعتبارات داخلی بانک مرکزی (gdc)	۹/۹۳*۵-۵ (۰/۰۷۴۳)	-۰/۰۱۴۲ (-۱/۵۸۳۸)	۰/۰۸۰۹ (۲۳/۶۱۶)	۰/۰۰۷۶ (۲/۳۶۴۲)		-۰/۰۴۲۳ (-۲/۰۲۹۲)
<b>- متغیرهای موازنه خارجی</b>						
رشد درآمدهای ارزی	۰/۰۰۲۰		-۰/۱۲۵۱		-۰/۰۰۵۳	-۰/۰۸۲۶

متغیرها	مدل اول (t-1)	مدل دوم (t-2)	مدل سوم (t-3)	مدل چهارم (t-1)	مدل پنجم (t-2)	مدل ششم (t-3)
	۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴			۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۳:۰۴		
حاصل از صادرات نفت (goilr)	(۲/۹۷۹۶)		(-۵/۳۵۶۲)		(-۲/۴۲۵۷)	(-۱/۹۲۹۶)
نسبت درآمد ارزی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی (oilrir)	-۴/۱۰۹۴ (-۳/۹۸۷۰)	-۲/۳۹۵۲ (-۱/۵۵۶۸)	۱۵/۵۶۴۵ (۶/۴۵۱۶)	-۱۳۷/۶۷۱ (-۲۴/۷۴۷)	-۳/۴۵۸۹ (-۱/۶۶۵۳)	۱۱/۶۶۰۳ (۲/۵۴۳۰)
نسبت دارایی‌های خارجی به بدهی‌های خارجی بانک مرکزی (irid)			۲/۳۵۰۱ (۶/۴۰۱۹)	-۶/۷۴۳۱ (-۲۶/۸۶۹)	-۰/۳۸۷۷ (-۱/۷۳۰۰)	۲/۳۱۴۷ (۲/۲۱۱۱)
<b>- متغیرهای بخش مالی</b>						
نسبت "بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی" به پایه‌ی پولی (bdh)	۱۲/۱۹۴۳ (۴/۵۴۴۰)			۲۷۵/۶۷۸ (۲۶/۰۰۱)	۳/۲۳۵۴ (۱/۰۳۷۲)	
نسبت وام به سپرده‌ی بانک‌های تجاری (ld)	۱۹/۳۲۵۰ (۳/۲۲۱۹)	۱۴/۷۴۶۸ (۱/۶۹۱۵)	۱۹۵/۰۴۹ (۵/۸۰۰۳)	۲۱۱/۶۳۰ (۲۷/۰۳۷)	۹/۱۷۸۲ (۱/۰۷۹۶)	۹۷/۸۷۱۱ (۲/۱۱۳۷)
نسبت سپرده‌های بانکی به نقدینگی (dm2)	-۸۰/۹۵۹۲ (-۳/۱۰۷۶)	-۸۸/۸۳۳۵ (-۲/۳۶۵۹)	-۴۵۴/۴۹۵ (-۵/۵۷۶۸)	-۱۸۱۲/۸۵ (-۲۷/۴۵۶)	-۱۰۳/۳۹۲ (-۲/۳۳۱۶)	-۱۱۷/۷۸۹ (-۲/۴۲۰۷)
نسبت اعتبارات داخلی بانک مرکزی به پایه‌ی پولی (dch)	۱/۴۸۶۸ (۱/۳۴۹۵)			۹۲/۲۸۱ (۲۳/۱۸۲)	-۱/۲۲۰۴ (-۰/۶۰۸۶)	
<b>- عرض از مبدا</b>	۴۴/۱۳۴۲ (۲/۲۳۳۹)	۷۱/۶۶۳۵ (۲/۳۹۳۵)	۱۹۴/۵۰۶ (۵/۱۹۴۶)	۱۳۳۳/۹۵ (۲۷/۵۰۲)	۹۰/۸۳۸۲ (۲/۳۹۰۱)	-۱۶/۲۸۱۸ (-۰/۷۴۴۰)
تعداد مشاهدات	۹۴	۹۳	۹۲	۱۰۶	۱۰۵	۱۰۴
$R^2$ مک فادن	۰/۹۲۱۷	۰/۴۵۱۷	۰/۹۷۰۳	۰/۹۹۹۶	۰/۵۳۰۵	۰/۹۰۸۹
آماره‌ی LR	۳۰/۴۹۱۳ (۰۰۰۷)	۱۴/۹۰۵۰ (۰/۰۹۳۶)	۳۱/۹۳۰۰ (۰/۰۰۰۲)	۴۰/۲۸۴۷ (۰/۰۰۰۰)	۲۱/۳۲۷۴ (۰/۰۴۵۸)	۳۶/۴۵۰۵ (۰/۰۰۰۱)
آماره‌های هاسمر - لمشو/اندروز	۰/۰۴۰۱ (۱/۰۰۰۰)	۷/۰۴۶۶ (۰/۵۳۱۶)	۳/۴۹۲۵* (۰/۹۶۷۴)	۲/۳۲۲۱* (۰/۹۹۳۲)	۷/۳۶۴۳ (۰/۴۹۷۹)	۷/۸۹۰۹* (۰/۶۳۹۵)

منبع: محاسبات تحقیق.

توضیحات: همه‌ی مدل‌های مورد بررسی فوق به غیر از مدل دوم از نوع پروبیت بوده و مدل دوم از نوع لاجیت است. اعداد داخل پرانتز در مورد پارامترهای تخمین زده شده، آماره‌ی Z مربوط به آنها بوده و اعداد داخل پرانتز در آماره‌ی LR و آماره‌های هاسمر - لمشو/اندروز، prob مربوط به این آماره‌هاست. \* آماره‌ی اندروز.

علاوه بر این، عملکرد پیش‌بینی مدل‌های اول، سوم، چهارم و ششم بسیار مناسب می‌باشد، چرا که در سطوح احتمال آستانه‌ای ۰.۵۰٪، ۰.۴۰٪ و ۰.۲۵٪، تمام این مدل‌ها ۱۰۰٪ دوره‌های بحران و نیز تمام دوره‌های فاقد بحران را به درستی پیش‌بینی کرده‌اند. البته، باید توجه داشت که قدرت تبیین و عملکرد پیش‌بینی مدل‌های دوم و پنجم که جهت هشدار وقوع بحران ۶ ماه قبل از بروز آن طراحی شده‌اند، نیز مناسب بوده و قابل قبول می‌باشد.

جدول ۴. عملکرد پیش‌بینی مدل‌های لاجیت و پروبیت سیستم هشدار زود هنگام با وقفه‌های ۳، ۶ و ۹ ماهه

سطح احتمال آستانه‌ای	مدل اول (t-1)	مدل دوم (t-2)	مدل سوم (t-3)	مدل چهارم (t-1)	مدل پنجم (t-2)	مدل ششم (t-3)
۱۳۶۷:۰۱ - ۱۳۹۰:۰۴						
- سطح احتمال آستانه‌ای ۰.۵۰٪						
درصد و تعداد دوره‌های پیش‌بینی شده‌ی فاقد بحران صحیح	۱۰۰٪ ۹۰	۹۸/۸۸٪ ۸۸	۱۰۰٪ ۸۸	۱۰۰٪ ۱۰۱	۹۹٪ ۹۹	۱۰۰٪ ۹۹
درصد و تعداد دوره‌های پیش‌بینی شده‌ی بحرانی صحیح	۱۰۰٪ ۴	۵۰٪ ۲	۱۰۰٪ ۴	۱۰۰٪ ۵	۶۰٪ ۳	۱۰۰٪ ۵
- سطح احتمال آستانه‌ای ۰.۴۰٪						
درصد و تعداد دوره‌های پیش‌بینی شده‌ی فاقد بحران صحیح	۱۰۰٪ ۹۰	۹۸/۸۸٪ ۸۸	۱۰۰٪ ۸۸	۱۰۰٪ ۱۰۱	۹۹٪ ۹۹	۱۰۰٪ ۹۹
درصد و تعداد دوره‌های پیش‌بینی شده‌ی بحرانی صحیح	۱۰۰٪ ۴	۷۵٪ ۳	۱۰۰٪ ۴	۱۰۰٪ ۵	۸۰٪ ۴	۱۰۰٪ ۵
- سطح احتمال آستانه‌ای ۰.۲۵٪						
درصد و تعداد دوره‌های پیش‌بینی شده‌ی فاقد بحران صحیح	۱۰۰٪ ۹۰	۹۷/۷۵٪ ۸۷	۱۰۰٪ ۸۸	۱۰۰٪ ۱۰۱	۹۹٪ ۹۹	۱۰۰٪ ۹۹
درصد و تعداد دوره‌های پیش‌بینی شده‌ی بحرانی صحیح	۱۰۰٪ ۴	۷۵٪ ۳	۱۰۰٪ ۴	۱۰۰٪ ۵	۸۰٪ ۴	۱۰۰٪ ۵

منبع: محاسبات تحقیق

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

وقوع مکرر بحران‌های ارزی در سال‌های اخیر، ادبیات هشدار زود هنگام را به کانون توجه محققان بازگرداند. در سال‌های اخیر، مفهومی از یک سیستم هشدار زود هنگام (EWS) توسعه یافته است که باید قادر به شناسایی وقایع پرهزینه نظیر بحران‌های ارزی باشد تا زمان کافی را برای سیاست‌گذاران برای کاهش هزینه‌ها به وجود آورد. اما با وجود پیشرفت‌های قابل ملاحظه در ادبیات تئوریک و تجربی در این زمینه در دهه‌های گذشته، بحران‌های ارزی اخیر نشان می‌دهد که هنوز یک فضای وسیع برای بهبود و پیشرفت سیستم‌های هشدار زود هنگام وجود دارد. این پژوهش، تلاش کرده تا با به‌کارگیری داده‌های فصلی اقتصاد ایران طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۷ و با استفاده از یک مدل با متغیر وابسته گسسته، ضمن بررسی عوامل مؤثر بر وقوع بحران ارزی در کشور، یک سیستم هشدار زود هنگام بحران‌های ارزی را با تمام مؤلفه‌های مورد نیاز در مورد اقتصاد ایران طراحی و تبیین کند. در این میان، با وجود فقدان بسیاری از متغیرها مورد نیاز در تواترهای ماهانه و فصلی در یک دوره‌ی زمانی طولانی در اقتصاد ایران، نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم طراحی شده به میزان زیادی عوامل تعیین‌کننده‌ی بحران ارزی را در ایران تبیین کرده و توانایی بالایی در پیش‌بینی این بحران‌ها در دوره‌های زمانی مورد بررسی داشته است.

بر اساس نتایج به دست آمده از تخمین مدل‌های معرفی شده در این سیستم، بحران‌های ارزی در ایران در نتیجه‌ی ترکیب عدم تعادل‌های متفاوتی در بخش‌های واقعی و عمومی، موازنه‌ی خارجی و بخش مالی کشور به وقوع پیوسته‌اند. بر اساس این نتایج، متغیرهای نسبت وام به سپرده، نسبت "بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی" به پایه‌ی پولی، نرخ تورم و رشد تولید صنعتی (به علت وابستگی شدید به واردات) بیشترین و قوی‌ترین نقش را در افزایش احتمال ایجاد بحران‌های ارزی در ایران داشته‌اند. همچنین متغیرهای نسبت سپرده‌های بانکی به نقدینگی، نسبت درآمد ارزی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و رشد تولید ناخالص داخلی واقعی مهم‌ترین نقش را در کاهش احتمال وقوع بحران ارزی در ایران دارند. این نتایج می‌تواند سیاست‌گذاران اقتصادی کشور را در جهت کنترل وقوع بحران‌های ارزی یاری کند، چرا که می‌توان با کنترل عملکرد وام‌دهی بانک‌ها به خصوص از طریق کنترل درجه‌ی تنزیل و در نتیجه مهار تورم و همچنین، سیاست‌های تشویق‌کننده‌ی پس‌انداز، کاهش وابستگی تولید به واردات، مدیریت بهینه‌ی درآمدهای ارزی کشور و دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و نیز تقویت رشد اقتصادی، به مقابله با وقوع چنین بحران‌هایی پرداخت.

این مطالعه می‌تواند از طریق استفاده از متغیرهای توضیحی بیشتر از قبیل سایر متغیرهای سیاستی، شاخص‌های سرایت بحران، متغیرهای وضع مالی دولت، متغیرهای وضع مالی بخش خصوصی و همچنین استفاده از سایر روش‌های آماری و اقتصادسنجی تقویت شود و مورد مقایسه و داوری بیشتری قرار گیرد.

### منابع

۱. ابراهیمی، ایلناز و توکلیان، حسین (۱۳۹۱). طراحی یک سامانه‌ی هشداردهی زود هنگام بحران‌های ارزی در ایران با استفاده از رویکرد مارکوف سوئیچینگ، مجموعه‌ی مقالات بیست و دومین همایش سالانه سیاست‌های پولی و ارزی، پژوهشکده‌ی پولی و بانکی، صص ۱۹-۱.
۲. شاکری، عباس (۱۳۹۲). تحلیل وضعیت اقتصادی کشور (بررسی بحران ارزی اخیر و راهکارهای مهار آن)، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دفتر مطالعات اقتصادی، شماره‌ی مسلسل ۱۳۰۰۹.
۳. شجری، پرستو و محبی خواه، بیتا (۱۳۸۹). پیش‌بینی بحران‌های بانکی و تراز پرداخت‌ها با استفاده از روش علامت‌دهی KLR (مطالعه‌ی موردی: ایران)، مجله‌ی اقتصاد و پول، شماره‌ی ۴.
۴. صیادنیا طیبی، عزت اله، شجری، هوشنگ، صمدی، سعید و ارشدی، علی (۱۳۸۹). تبیین یک سیستم هشدار دهنده‌ی جهت شناسایی بحران‌های مالی در ایران، فصلنامه‌ی پول و اقتصاد، سال دوم، شماره‌ی ۶، صص ۲۱۱-۱۶۹.
۵. طیبی، سیدکامیل و محمدزاده، عباس (۱۳۸۹). اثر کنترل سرمایه بر وقوع بحران ارزی در کشورهای در حال توسعه، پژوهش‌های اقتصادی ایران، دوره‌ی ۱۳، شماره‌ی ۴۳، صص ۱۸۷-۱۶۱.
۶. عادل‌رانکوهی، نسترن (۱۳۸۱). بررسی عوامل مؤثر در بروز و یا تشدید بحران‌های ارزی با توجه به اثرات خاص کشورها، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، مؤسسه‌ی عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
۷. نادری، مرتضی (۱۳۸۲). ارزیابی سیستم هشدار پیش از موعد برای بحران‌های مالی در اقتصاد ایران، پژوهش‌های اقتصادی ایران، دوره‌ی ۵، شماره‌ی ۱۷، صص ۱۷۴-۱۴۷.
۸. نیلی، مسعود و کنعانی، علیرضا (۱۳۸۴). پیش‌بینی بحران‌های ارزی در اقتصادهای وابسته به منابع نفتی با استفاده از الگوی (KLR)، پانزدهمین کنفرانس



سالانه‌ی سیاست‌های پولی و ارزی، تهران، پژوهشکده‌ی پولی و بانکی، صص ۱۰۸-۷۱.

۹. ورتابیان کاشانی، هادی (۱۳۹۲). تحلیل منشأ نوسانات نرخ ارز طی سال‌های (۱۳۸۹-۱۳۹۱)، فصلنامه‌ی سیاست‌های مالی و اقتصادی، سال اول، شماره‌ی ۴، صص ۱۵۴-۱۳۱.

10. Abiad, A.G. (2003). Early Warning Systems: A Survey and a Regime-Switching Approach. IMF Working Paper 03-32, Washington, DC.
11. Aghion, P., Bacchetta, P., & Banerjee, A. (2000). A Simple Model of Monetary Policy and Currency Crises. *European Economic Review* 44, 728-738.
12. Ari, A. (2012). Early Warning Systems for Currency Crises: The Turkish Case. *Economic Systems*, 36, 391-410.
13. Aziz, J., Caramazza, F., & Salgado, R. (2000). Currency Crises: In Search of Common Elements. IMF Working Paper 00-67, Washington, DC.
14. Babecký, J., Havránek, T., Matějů, J., Rusnák, M., Šmídová, K., & Vašíček, B. (2012). Leading Indicators of Crisis Incidence: Evidence from Developed Countries. Czech National Bank, mimeo.
15. Berg, A., & Pattillo, C. (1999). Predicting Currency Crises: The Indicators Approach and an Alternative. *Journal of International Money and Finance* 18, 561-586.
16. Berg, A., Borensztein, E., & Pattillo, C. (2005). Assessing Early Warning Systems: How Have They Worked in Practice? IMF Staff Papers 52, 462-502.
17. Berg, J.B., Candelon, B., & Urbain, J.P. (2008). A Cautious Note on the Use of Panel Models to Predict Financial Crises, *Economics Letters* 101, issue 1, 80-83.
18. Bilson, J.F.O. (1979). Leading Indicators of Currency Devaluations. *Columbia Journal of World Business*, 14, 62-76.
19. Boinet, V., Napolitano, O., & Spagnolo, N. (2005). Was Currency Crisis in Argentina Self-fulfilling?. *Review of World Economics*, 141, pp. 357-368.
20. Bordo, M.D., Eichengreen, B., Klingebiel, D., & Martinez-Peria, M.S. (2001). Financial Crises: Lessons from the Last 120 Years, *Economic Policy*, 32, 51-82.
21. Bussiere, M., & Fratzscher, M. (2006). Towards a New Early Warning System of Financial Crises. *Journal of International Money and Finance*, 25(6), 953-973.
22. Bussiere, M. (2007). Balance of Payment Crises in Emerging Markets: How Early Were the 'Early' Warning Signals? European Central Bank Working Paper 713, Frankfurt/Main.
23. Caprio, G., & Klingebiel, D. (2003). Episodes of Systemic and Borderline Financial Crises. World Bank, January 22. <http://go.worldbank.org/5DYGICS7B0>.

24. Caramazza, F., Ricci, L., & Salgado, R. (2000). Trade and Financial Contagion in Currency Crises. IMF Working Paper 00-55, Washington, DC.
25. Carbaugh, R. (2014), International Economics, South-Western College Pub, 15th Edition.
26. Chang, R., & Velasco, A. (1998). Financial Crises in Emerging Markets: A Canonical Model. New York University Economic Research Reports 98-21, New York.
27. Chang, R., & Velasco, A. (2001). A Model of Financial Crises in Emerging Markets. The Quarterly Journal of Economics 116, 489–517.
28. Chui, M. (2002). Leading Indicators of Balance-of-Payments Crises: A Partial Review. Bank of England Working Paper 171, London.
29. Cipollini, A., Mouratidis, K., & Spagnolo, N. (2008). Evaluating Currency Crises: the Case of the European Monetary System. Empirical Economics, 35, pp. 11-27.
30. Comelli, F. (2016). Comparing the Performance of Logit and Probit Early Warning Systems for Currency Crises in Emerging Market Economies. Journal of Banking and Financial Economics, 2 (6), pp. 5-22.
31. Corsetti, G., Pesenti, P., & Roubini, N. (1999). Paper tigers? A model of the Asian crisis. European Economic Review 43, 1211–1236.
32. Edison, H.J. (2003). Do Indicators of Financial Crises Work? An Evaluation of an Early Warning System. International Journal of Finance and Economics 8, 11–53.
33. Eichengreen, B., Rose, A., & Wyplosz, C. (1995). Exchange Market Mayhem: The Antecedents and Aftermath of Speculative Attacks. Economic Policy 21, 249-312.
34. Esquivel, G., & Larrain, F. (2000). Explaining Currency Crises. El Trimestre Económico 67, 191–237.
35. Feridun, M. (2008) "Exchange Market Pressure and Currency Crises in Turkey: An Empirical Investigation", Unpublished PhD thesis, Loughborough University, UK.
36. Flood, R.P., & Garber, P.M. (1984). Collapsing Exchange Rate Regimes: Some Linear Examples. Journal of International Economics 17, 1–13.
37. Ford, J., Horsewood, N., & Lim, G.C. (2010). Fundamentals, Bank Fragility and Currency Volatility: A study of Indonesia and Taiwan. University of Birmingham, UK, department of economics.
38. Ford, J., Santoso, B., & Horsewood, N. (2007) Asian Currency Crises: Do Fundamentals Still Matter? A Markov Switching Approach to Causes and Timing. University of Birmingham, UK, department of economics.
39. Frankel, J.A., & Rose, A.K. (1996). Currency Crashes in Emerging Markets: An Empirical Treatment. Journal of International Economics, 41(3-4), 351–366.

40. Frankel, J.A., & Saravelos, G. (2012). Can Leading Indicators Assess Country Vulnerability? Evidence from the 2008–09 Global Financial Crisis. *Journal of International Economics*, 87(2), 216–231.
41. Fratzscher, M. (2003). On Currency Crises and Contagion, *International Journal of Finance and Economics*, 8(2), 109-129.
42. Fuertes, A.M., & Kalotychou, E. (2007). Optimal Design of Early Warning Systems for Sovereign Debt Crises, *International Journal of Forecasting*, 23(1), 85-100.
43. Ghosh, S., & Ghosh, A. (2002). Structural Vulnerabilities and Currency Crises. IMF Working Paper WP/02/09, Washington D.C.
44. Kaminsky, G.L., & Reinhart, C.M. (1999). The Twin Crises: The Causes of Banking and Balance-of-Payments Problems. *American Economic Review*, 89(3), 473–500.
45. Kaminsky, G.L., Lizondo, S., & Reinhart, C.M. (1998). The Leading Indicators of Currency Crises. IMF Staff Papers, 45(1), 1–48.
46. Knedlik, T., & Scheufele, R. (2008). Forecasting Currency Crises: Which Methods Signaled the South African Crises of June 2006?. *South African Journal of Economics* Vol. 76:3, 367-383.
47. Knoop, T.A. (2008). *Modern Financial Macroeconomics: Panics, Crashes and Crises*. Blackwell Publishing, 15th Edition.
48. Krkoska, L. (2001). Assessing Macroeconomic Vulnerability in Central Europe. *Post- Communist Economies*, 13(1), pp. 41-55.
49. Krugman, P. (1979). A Model of Balance-of-Payments Crises. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 11(3), 311–325.
50. Krugman, P. (1998). What happened to Asia? Mimeo, MIT, Cambridge, MA.
51. Krugman, P. (1999). Balance Sheets, the Transfer Problem, and Financial Crises. *International Tax and Public Finance*, 4, 459-472.
52. Kumar, M., Moorthy, U., & Perraudin, W. (2003). Predicting Emerging Market Currency Crashes. *Journal of Empirical Finance* 10, 427-454.
53. Leaven, L., & Valencia, F. (2008), *Systemic Banking Crises: A New Database*, IMF Working paper 224, International Monetary Fund, Washington.
54. Lin, C.S., Khan, H.A., Chang, R.Y., & Wang, Y.C. (2008). A New Approach to Modeling Early Warning Systems for Currency Crises: Can a Machine-Learning Fuzzy Expert System Predict the Currency Crises Effectively? *Journal of International Money and Finance*, 27, pp. 1098–1121.
55. Martinez-Peria, M.S. (2002). A Regime-Switching Approach to the Study of Speculative Attacks: a Focus on EMS Crises. *Empirical Economics* 27–2, 299–334.
56. Nag, A., & Mitra, A. (1999). Neural Networks and Early Warning Indicators of Currency Crisis. Reserve Bank of India Occasional Papers 20(2), pp. 183-222.

57. Obstfeld, M. (1994). Logic of currency crises. NBER Working Paper 4640, Cambridge, MA.
58. Obstfeld, M. (1996). Models of currency crises with self-fulfilling features. *European Economic Review* 40, 1037–1047.
59. Peng, D., & Bajona, C. (2008). China's Vulnerability to Currency Crisis: A KLR Signals Approach. *China Economic Review*, 19, 138–151.
60. Radelet, S., & Sachs, J. (1998). The onset of the East Asian financial crisis. NBER Working Paper 6680, Cambridge, MA.
61. Rose, A.K., & Spiegel, M.M. (2011). Cross-Country Causes and Consequences of the 2008 Crisis: An Update. *European Economic Review*, 55(3), 309–324.
62. Sevim, C., Oztekin, A., Bali, O., Gumus, S., & Guresen, E. (2012). Developing an Early Warning System to Predict Currency Crises. *European Journal of Operational Research*, 237, pp. 1095–1104.

Archive of SID