

طراحی مدل هیبریدی هشداردهنده پیش از موعد بحران مالی برای اقتصاد ایران*

محمدحسین قوام^{*۱}

جعفر عبادی^۲

شاپور محمدی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۶

چکیده

از دیرباز همواره بحران‌های مالی باعث ایجاد هزینه‌های هنگفت اقتصادی، اجتماعی و بعضاً سیاسی در کشورهای بحران‌زده گردیده‌اند و در موارد متعددی با گسترش بحران مالی درون‌زای یک کشور به سایر کشورها، هزینه‌های مذکور ابعاد بین‌المللی پیدا کرده‌اند. لذا همواره پیش‌بینی دقیق بروز بحران‌های مالی درون‌زا در کشورهای مختلف، یکی از دغدغه‌های اصلی اقتصاددانان و محققین حوزه‌ی اقتصاد مالی بوده است. در این پژوهش در مرحله اول و دوم بر مبنای بررسی رفتار نرخ تغییرات متغیرهای کلان اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۵۷-۱۳۹۱ در قالب شاخص‌های چهارگانه انحراف معیار، انحراف معیار متحرک، نیم انحراف معیار و نیم انحراف معیار متحرک، و سپس با استفاده از مدل شبکه عصبی "نگاشت خود سازمانده"، ابتدا سال‌های بحرانی گذشته اقتصاد ایران طی دوره مذکور تعیین گردید و در مرحله سوم با استفاده از مدل شبکه عصبی "پیشخور" مقادیر آتی نرخ تغییرات متغیرهای فوق‌الذکر طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۵ مورد پیش‌بینی قرار گرفت و در مرحله چهارم براساس نتایج مراحل یک تا سه و با استفاده از مدل شبکه عصبی "شبکه الگو" بحرانی بودن یا نبودن سال‌های مذکور مورد پیشگویی قرار گرفت. نتایج نهایی این پژوهش نشان می‌دهد که بحران مالی ایران در سال ۱۳۹۱ ریشه در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ دارد و این بحران علی‌رغم ادامه حضور در سال ۱۳۹۲، طی همین سال به تدریج ناپدید و سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ سال‌های غیربحرانی اقتصاد ایران می‌باشد، البته مدل تحقیق هشدار را بر مبنای بازگشت مجدد بحران در سال ۱۳۹۴ به اقتصاد ایران اعلام می‌نماید.

کلید واژه‌ها: بحران مالی، مدل هیبریدی هشدار پیش از موعد، شبکه عصبی، مدل نگاشت خود سازمانده، مدل پیشخور، مدل شبکه الگو، اقتصاد ایران

طبقه‌بندی JEL: G18, G17, C58, C53, C38

Email: ghavam@ut.ac.ir

۱. هیأت علمی دانشکده مدیریت دانشگاه امام صادق (ع) (*نویسنده مسئول)

Email: jebadi@ut.ac.ir

۲. دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

Email: shmohmad@ut.ac.ir

۳. دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

*پژوهش حاضر با حمایت اداره برنامه‌ریزی و کنترل ریسک بانک سپه انجام پذیرفته است.

۱. مقدمه

یک اقتصاد سالم و سرزنده، نیازمند یک سیستم مالی است که منابع مالی را به سمت کارگزاران اقتصادی دارای مولدترین فرصت‌های سرمایه‌گذاری، هدایت نماید. بحران‌های مالی^۱، موجب اختلال در این فرآیند می‌شوند (میشکین^۲ ۱۹۹۵). از این‌رو مطالعه ابعاد مختلف بحران‌های مالی بویژه موضوع شناسایی و پیش‌بینی آن همواره از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است. در بخش دوم تحقیق حاضر، به تبیین مجموعه تحقیق‌ها، پژوهش‌ها و مطالعات گذشته پرداخته و در بخش سوم ما به معرفی شاخص‌های پراکندگی می‌پردازیم. در ادامه انواع مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی که طی مراحل سه‌گانه پیش‌بینی در تحقیق حاضر به کار رفته‌اند، معرفی شده و در بخش چهارم تحقیق، داده‌های تحقیق تبیین گشته و آن‌گاه شاخص‌های پراکندگی برای هر متغیر جهت تعیین انواع سال‌های متلاطم (یا در مواردی بحرانی) محاسبه می‌گردد. سپس نتیجه برآورد مدل‌های تحقیق ارائه شده در بخش پایانی تحقیق، ضمن ارائه خلاصه نتایج تحقیق، پیشنهادات پژوهشی و توصیه‌های سیاستی، ارائه می‌گردد.

۲. ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

۲-۱. تعریف بحران مالی

در سالیان گذشته تلاش‌های بسیاری از سوی اندیشمندان مکاتب اقتصادی مختلف جهت تبیین تمامی یا بخشی از ابعاد پژوهشی حوزه بحران‌های مالی و ارائه یک تعریف جامع و مانع، صورت گرفته است. در این راستا از نظر مینسکی^۳ (۱۹۷۲) و کیندلبرگ^۴ (۱۹۷۸)، بحران‌های مالی^۵ عبارتست از شرایط و یا وضعیتی که در آن اقتصاد یک کشور شاهد تورم یا ضدتورم^۶، شکست بنگاه‌های بزرگ مالی و غیرمالی، اختلال در بازارهای ارز خارجی، کاهش شدید در قیمت دارایی‌ها، و یا ترکیبی از همه این وقایع باشد. از طرف دیگر فریدمن و شوارتز^۷ (۱۹۶۳) معتقدند که بحران مالی عبارتست از وضعیتی که در آن اقتصاد یک کشور (و یا چند کشور)، شاهد وقوع هراس بانکی^۸ و ورشکستگی ناگهانی بانک‌ها باشند. متعاقب ورشکستگی ناگهانی بانک‌ها، انقباض شدید پولی رخ داده و در نهایت اقتصاد دچار کاهش رشد اقتصادی می‌گردد. شوارتز (۱۹۸۶) پدیده‌هایی همچون ورشکستگی در

1. Financial Crisis

2. Mishkin

3. Minsky

4. Kindleberger

5. Financial Crisis

6. Deflation

7. Friedman and Schwartz

8. Banking Panic

کسب و کارها و کاهش شدید در قیمت دارایی‌ها (بدون وقوع هراس بانکی و یا ورشکستگی ناگهانی بانک‌ها) را نه به عنوان بحران مالی، بلکه به عنوان «شبه بحران‌های مالی»^۱ معرفی می‌نمایند. از سوی دیگر میشکین^۲ (۱۹۹۲) بیان می‌نماید که بحران مالی عبارتست از شرایطی که در آن هدایت کارآمد وجوه مالی به سوی پربازده ترین فرصت‌های سرمایه‌گذاری مختل گردیده که این شرایط ناشی از تشدید مشکلات مربوط به مسائل انتخاب معکوس^۳ و مخاطره اخلاقی^۴ در بازارهای مالی است. بنابراین در چهارچوب اقتصاد اطلاعات، بحران مالی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن، اختلال در عملکرد بهینه بازارهای مالی منجر به رکود شدیدی در فعالیت‌ها و رشد اقتصادی می‌شود. در عین حال بونیس و دیگران^۵ (۱۹۹۹) اعتقاد دارند که بحران مالی عبارتست از یک طیف وسیعی از اختلالات شامل کاهش شدید قیمت دارایی‌ها، ورشکستگی مؤسسات و بنگاه‌های بزرگ خدمات مالی و یا نوسان در بازار ارز. این در حالی است که نیمیرا و ساتی^۶ (۲۰۰۴) بیان می‌کنند که بحران‌های مالی رخدادی ناگهانی می‌باشند که اغلب به دنبال شروع یک دوره کاهش رشد تولید کل و یا وقوع رکود ناشی از ادوار تجاری کلاسیکی، اتفاق می‌افتند. در نهایت هانگ و دیگران^۷ (۲۰۱۰) معرفی بحران مالی را به این شکل انجام می‌دهند که بحران مالی عبارتست از زمانی که در آن حجم تأمین مالی فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، به صورت نقطه‌ای بیش از یک مقیاس مشخصی کاهش پیدا کند و یا این که در یک دوره زمانی مشخص و به صورت تجمعی بیش از یک مقیاس تعیین شده‌ای کاسته شود. در پایان لازم به ذکر است که تعریف وضعیت وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران (در تحقیق حاضر) عبارتست از شرایطی که در آن همه یا تعدادی از بازارهای مالی (شامل بازار سرمایه، بازار پول، بازار بیمه و بازار ارز) در کشور دچار تلاطم و نوسان گشته و آثار این نوسانات در سایر بازارها (شامل بازار طلا و بازار کالا) و متغیرهای کلان اقتصادی کشور (شامل نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، نرخ تورم، کسری بودجه، تراز پرداخت‌ها، نرخ رشد نق و نرخ سود تسهیلات بانکی) نیز نمایان می‌گردد. بنابراین وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران شامل شرایط و زمان‌های وقوع بحران پولی، بحران نقدینگی، بحران بانکی، بحران ارزی و بحران تراز پرداخت‌ها می‌گردد. به عبارت دیگر تعریف مفهوم بحران مالی در اقتصاد ایران (در تحقیق حاضر) اعم از وقوع بحران‌های مذکور می‌باشد.

1. Pseudo Financial Crisis

2. Mishkin

3. Adverse Selection

4. Moral Hazard

5. Bonis et al.

6. Niemira and Saaty

7. Haung et al.

۲-۲. مبانی نظری بحران‌های مالی

۲-۲-۱. اقتصاد پولگرایی و بحران مالی

در چهارچوب تئوری‌های حوزه بحران‌های مالی که بر مبنای تئوری‌های اقتصاد پولگرایی بنا شده‌اند، بحران مالی با "هراس بانکی"^۱ مرتبط می‌باشد. در چهارچوب فوق‌الذکر، بحران مالی در صورتی به وقوع می‌پیوندد که هراس بانکی و متعاقب آن هجوم بانکی رخ داده باشد، زیرا هراس بانکی موجب کاهش عرضه پول در جامعه شده و این به مثابه یک سیاست انقباضی توسط سیاست‌گذاران اقتصادی، منجر به کاهش تولید کل و فعالیت‌های اقتصادی می‌گردد (فریدمن و شوارتز^۲، ۱۹۶۳). نکته حائز اهمیت آنست که تئوری‌های پولی بحران مالی، وقایعی همچون سقوط شدید قیمت دارایی‌ها و ورشکستگی ناگهانی بنگاه‌های اقتصادی را به‌تنهایی به‌عنوان وضعیت وقوع بحران مالی تلقی نمی‌کنند و تنها بر شرایطی به‌عنوان شرایط وقوع بحران مالی تأکید می‌نمایند که در آنها هراس بانکی رخ داده باشد (میشکین^۳، ۱۹۹۲). شرایطی که در آنها وقایع مذکور رخ داده و هیچ‌گونه هراس بانکی ایجاد نگردیده باشد، "شبه بحران مالی"^۴ و نه بحران مالی می‌باشد (شوارتز، ۱۹۸۶). طبق نظریات فوق‌الذکر، مداخله دولت در شرایط وقوع شبه بحران‌های مالی می‌توان منجر به کاهش کارایی اقتصاد شده و بنابراین دخالت مذکور نه تنها ضروری نیست بلکه مضر می‌باشد. کاهش کارایی سیستم اقتصادی بر اثر دخالت دولت در هنگام وقوع شبه بحران‌های مالی، ناشی از دو رخداد مهم می‌باشد (میشکین، ۱۹۹۲). در هنگام بروز بحران‌های مالی و پس از قطعی شدن وقوع هراس و هجوم بانکی، بانک مرکزی برای جلوگیری از ورشکستگی بانک‌ها، در نقش آخرین قرض‌دهنده، اقدام به اعطای وام بر مبنای یک نرخ جریمه^۵ به آنها می‌نماید (تورنتون^۶، ۱۸۰۲ و باگهات^۷، ۱۸۷۳). در چهارچوب نظری پولگرایی، ایفای نقش آخرین قرض‌دهنده^۸ توسط بانک مرکزی به‌عنوان بخشی از بدنه حاکمیت و یا همان دولت، تنها در زمانی لازم و قابل توصیه می‌باشد که وقوع هراس و هجوم بانکی در میان سپرده‌گذاران بانکی موجب کاهش شدید حجم پول گردد (میشکین، ۱۹۹۲). نظریه پولگرایی بیان می‌نماید که اجرای یک قاعده پولی معین توسط مقامات پولی می‌توانست که از عمیق‌ترین بحران‌های مالی و اقتصادی مانند بحران و رکود بزرگ^۹ ایالات متحد آمریکا در ۱۹۲۹، جلوگیری نماید (مک کالم، ۱۹۸۹). اقتصاددانان مکتب پولی، عملیات بازار باز را دارای ظرفیت کامل جهت حفظ

1. Bank Panic

2. Friedman and Schwartz

3. Mishkin

4. Pseudo Financial Crisis

5. Penalty Rate

6. Thornton

7. Bagehot

8. Lender of Last Resort Role

9. Great Depression

نرخ رشد عرضه پول در مقدار معین شده، دانسته و از طرف دیگر، اجرای قاعده حفظ رشد عرضه پول بر روی مسیر رشد بلندمدت و تعیین شده را تنها اقدام لازم جهت حفظ تعادل و ثبات اقتصاد معرفی می‌نمایند (فریدمن، ۱۹۸۵).

۲-۲-۲. اقتصاد اطلاعات و بحران مالی

معاملاتی که در بازارهای مالی واقع می‌شوند، همواره در معرض مسأله عدم‌تقارن اطلاعاتی^۱ قرار دارند. عدم‌تقارن اطلاعات به آن معناست که دو طرف معامله، اطلاعات یکسانی نسبت به یکدیگر ندارد. به‌عنوان مثال در بازار وجوه قابل سرمایه‌گذاری، فرد وام‌گیرنده به اطلاعات کاملی نسبت به ریسک و بازدهی احتمالی پروژه سرمایه‌گذاری که قصد دارد منابع مالی قرض گرفته شده را در آن به‌کار بگیرد، دسترسی دارد اما نهاد و یا فرد وام‌دهنده به این اطلاعات به‌طور کامل دسترسی ندارد. مسأله عدم‌تقارن اطلاعات می‌تواند از دو کانال در بازارهای مالی ایجاد اختلال نماید، که عبارتند از انتخاب معکوس^۲ که ناشی از مسأله عدم‌تقارن اطلاعات قبل از اینکه طرفین معامله وارد داد و ستد گردند، می‌باشد و دیگری مخاطرات اخلاقی^۳ که نتیجه عدم‌تقارن اطلاعاتی در زمان پس از وقوع داد و ستد، است (میشکین^۴، ۱۹۹۲). عوامل پنج‌گانه‌ای وجود دارد می‌تواند به وخیم‌تر شدن مسأله انتخاب معکوس و مخاطره اخلاقی در بازارهای مالی منجر شده و موجبات وقوع بحران‌های مالی را فراهم آورند که شامل افزایش نرخ بهره، افول بازار سهام، هراس بانکی، افزایش در نااطمینانی و سقوط پیش‌بینی نشده در سطح قیمت‌ها.

۲-۳. مطالعات کاربردی

در این بخش به بررسی دو دسته از پژوهش‌های کاربردی در حوزه بحران‌های مالی می‌پردازیم. دسته نخست مطالعاتی می‌باشند که مرتبط با پیش‌بینی بحران‌های مالی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند و دسته دوم عبارتست از تحقیقاتی که به بررسی، شناسایی و پیش‌بینی وقوع بحران‌های مالی در ایران پرداخته‌اند.

از جمله مطالعات دسته نخست می‌توان به مطالعه تام^۵ (۱۹۹۱) اشاره نمود. در این مطالعه ایشان با استفاده از شبکه عصبی با مکانیزم پس انتشار^۶ به پیش‌بینی وقوع بحران مالی در بخش بانکی، در قالب بررسی احتمال ورشکستگی مجموعه‌ای از بانک‌های اسپانیا در دو افق پیش‌بینی یک‌ساله و دو ساله، پرداخته است. همچنین تام و کیانگ^۷ (۱۹۹۲) به بررسی توان پیش‌بینی مدل‌های "تحلیل

1. Asymmetric Information

2. Adverse Selection

3. Moral Hazard

4. Mishkin

5. Tam

6. Back Propagation Neural Network

7. Tam and Kiang

ممیزی خطی"، "لاجیت"، "k- نزدیک‌ترین همسایه"، "جدا کننده دودویی تعاملی"، "شبکه عصبی پیشخور" و "شبکه عصبی با مکانیزم پس انتشار" در حوزه بحران بانکی از منظر ورشکستگی بانک‌ها، پرداخته است. بل^۳ (۱۹۹۷) مدل‌های "شبکه عصبی با مکانیزم پس انتشار" را با مدل "لاجیت" در حوزه پیش‌بینی ورشکستگی بخش بانکی (بانک‌ها) مقایسه کرده و اعلام نمود که در فرآیندهای تصمیم‌سازی پیچیده، مدل شبکه عصبی عملکرد بهتری دارد. اولمدا و فرناندز^۴ (۱۹۹۷) توان پیش‌بینی صحیح ورشکستگی در حوزه بانکی را در قالب مدل‌های دسته‌بندی کننده انفرادی و مدل‌های هیبریدی (مدل‌های ترکیبی متشکل از چند مدل دسته‌بندی کننده)، مورد بررسی قرار داده و آلام و همکاران^۵ (۲۰۰۰) از مدل‌های "خوشه‌بندی فازی"^۶ و "شبکه عصبی نگاشت خود سازمانده" جهت امر دسته‌بندی به‌منظور تشخیص بحران در بخش بانکی به‌صورت ورشکستگی بانک‌ها، استفاده نمودند. سوییسگود و کلارک^۷ (۲۰۰۱) توان مدل‌های "تحلیل ممیزی"، "شبکه عصبی با مکانیزم پس انتشار"، و "قضاوت فردی"^۸ را در پیش‌بینی بحران بانکی در قالب پیش‌بینی ورشکستگی بانک‌ها، تحلیل نموده و کلیک و کاراتاپه^۹ (۲۰۰۷) از مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی در ارتباط با پیش‌بینی بحران در بخش تسهیلات بانکی از منظر نکول وام‌های اعطایی، استفاده نمودند. راوی و پرامود^{۱۰} (۲۰۰۸) از یک مدل "شبکه عصبی مبتنی بر تحلیل مؤلفه‌های اصلی"^{۱۱} استفاده نموده‌اند. بویاسیوگلو و همکاران^{۱۲} (۲۰۰۸) عملکرد مدل‌های مختلف مبتنی بر شبکه عصبی، مدل‌های مبتنی بر "ماشین بردار پشتیبان"^{۱۳} و روش‌های چندمتغیره آماری را در موضوع پیش‌بینی بحران مورد مقایسه قرار داده و جیووانیس^{۱۴} (۲۰۱۰) با استفاده از مدل شبکه عصبی "نگاشت خود سازمانده" و مدل "لاجیت"، به پیش‌بینی بروز یک بحران مالی در اقتصاد آمریکا پرداخته است.

دسته دوم مطالعات مورد اشاره در این بخش، عبارتند از مطالعاتی که موضوع وقوع بحران مالی را در ایران مورد بررسی قرار داده‌اند. در همین راستا، نادری (۱۳۸۲) به ارائه یک سیستم هشدار پیش از موعد جهت پیش‌بینی وقوع بحران مالی (بحران ارزی) در اقتصاد ایران در دوره ۱۳۳۸-۱۳۷۸

1. Interactive Dicotomizer
2. Banking Failures
3. Bell
4. Olmeda and Fernandez
5. Alam *et al*
6. Fuzzy Clustering
7. Swicegood and Clark
8. Human Judgment
9. Celik and Karatepe
10. Ravi and Pramodh
11. Principle Component Neural Network
12. Boyacioglu *et al*
13. Support Vector Machine
14. Giovanis

براساس روش "استخراج علائم"^۱ و مدل "لاجیت" پرداخته است. کنگانی (۱۳۸۴) به موضوع پیش‌بینی بروز بحران ارزی در اقتصادهای وابسته به نفت از جمله ایران پرداخته است. عرفانی (۱۳۸۵) یک مدل هشدار پیش از موعد بحران پولی در اقتصاد ایران را با استفاده از مدل "چرخشی مارکف"^۲ برای دوره زمانی ۱۳۶۷-۱۳۸۳ ارائه نموده است. صیادینیا و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود با استفاده از "روش علامت‌دهی"، مدل لاجیت و شبکه عصبی به ارائه یک سیستم هشداردهنده در جهت شناسایی بحران‌های مالی (پولی-بانکی) برای اقتصاد ایران پرداخته‌اند. شجری و محبی‌خواه (۱۳۸۹) در مطالعه خود با استفاده از "روش علامت‌دهی"^۳، یک مدل احتمالی جهت پیش‌بینی وقوع بحران بانکی و بحران تراز پرداخت‌ها در اقتصاد ایران ارائه و امکان همپوشانی دو بحران بانکی و بحران تراز پرداخت‌ها (بحران دوقلو) را نیز مورد توجه قرار داده‌اند. در ابونوری و عرفانی (۱۳۸۹) در مطالعه خود با استفاده از مدل "چرخشی مارکف"، داده‌های ماهیانه کشورهای عضو اوپک از جمله ایران را طی سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۸۹ مورد بررسی قرار داده و یک مدل هشدار پیش از موعد بحران مالی را برای آنها طراحی نموده‌اند. مشیری و نادعلی (۱۳۸۹) به شناسایی سال‌های بحران بانکی در اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۷ با استفاده از مدل "ساده چرخشی مارکف"^۴ و مدل "گارچ چرخشی مارکف"^۵ و بر مبنای شاخص فشار بازار پول^۶، پرداخته است.

۳. مدل پژوهش

۳-۱. شاخص‌های آماری

در مطالعه حاضر از چهار شاخص پراکندگی استفاده شده که نام، نحوه محاسبه و توضیحات مربوط به آنها در جدول ۱ آمده است:

1. Signal Extraction Method
2. Markov Switching Model
3. Signalling Method
4. Simple Markov Switching Model
5. GARCH Markov Switching Model
6. Money Pressure Index

جدول ۱: شاخص‌های پراکندگی چهارگانه به کار برده شده در تحقیق

نام شاخص پراکندگی	نحوه محاسبه	توضیح ویژگی‌ها و مزایای به کارگیری
Standard Deviation	$S.D = \sqrt{\sum_1^n (X_i - (\sum_1^n X_i / n))^2 / n}$	نوسان متغیر موردنظر در هر دو جهت مثبت و منفی، می‌تواند احتمال بروز بحران را افزایش دهد.
Moving Standard Deviation	$M.S.D(i) = \sqrt{\sum_{i=1, \dots, n}^i (X_i - (\sum_1^i X_i / i))^2 / i}$	۱. نوسان متغیر مورد نظر در هر دو جهت مثبت و منفی، می‌تواند احتمال بروز بحران را افزایش دهد. ۲. تحرک شاخص انحراف معیار، امکان مقایسه تغییرات متغیر موردنظر در سال t را با شاخص انحراف معیار متغیر مذکور طی سال‌های ۱ تا t-۱ و نه کل دوره موردنظر تحقیق، فراهم می‌آورد. بنابراین می‌توان حد آستانه دقیقتر و واقعی‌تری را برای تغییرات متغیر موردنظر در سال t فراهم آورد.
Semi Standard Deviation	$S.S.D = \sqrt{\sum_{i=1, \dots, n}^n (X_i - (\sum_1^n X_i / n))^2 / n}$ if $(X_i - (\sum_1^n X_i / n)) > 0$ or < 0	نوسان متغیر مورد نظر تنها در یکی از دو جهت مثبت یا منفی، می‌تواند احتمال بروز بحران را افزایش دهد.
Moving Semi Standard Deviation	$M.S.S.D(i) = \sqrt{\sum_{i=1, \dots, n}^i (X_i - (\sum_1^i X_i / i))^2 / i}$ if $(X_i - (\sum_1^i X_i / i)) > 0$ or < 0	۱. نوسان متغیر مورد نظر تنها در یکی از دو جهت مثبت یا منفی، می‌تواند احتمال بروز بحران را افزایش دهد. ۲. تحرک شاخص انحراف معیار، امکان مقایسه تغییرات متغیر موردنظر در سال t را با شاخص نیم انحراف معیار متغیر مذکور طی سال‌های ۱ تا t-۱ و نه کل دوره موردنظر تحقیق، فراهم می‌آورد. بنابراین می‌توان حد آستانه دقیق‌تر و واقعی‌تری را برای تغییرات متغیر موردنظر در سال t فراهم آورد.

منبع: ساچل و نایت (۲۰۱۱)، فیوزی (۲۰۰۱) و باند (۲۰۰۰)

۲-۳. شبکه عصبی مصنوعی

مدل‌های شبکه عصبی عبارتند از یک مجموعه تکنیک‌های بسیار جذاب که مکانیزم مغز انسان و سلسله اعصاب آن را شبیه‌سازی می‌کنند. هر مدل شبکه عصبی متشکل از تعدادی "لایه" که تحت الگوهای مشخصی به یکدیگر مرتبطند، تعداد مشخصی "نرون" که در هر لایه قرار گرفته‌اند،

1. Layer
2. Neuron

"الگوریتم آموزش شبکه، و "توابع فعال ساز"^۲ نرون ها است. انواع مدل های شبکه عصبی مورد استفاده در تحقیق حاضر عبارتند از ۱. مدل شبکه عصبی پیشخور: شبکه عصبی پیشخور به دلیل توانایی آن در دسته بندی و تخمین صحیح متغیر وابسته، کاربرد بسیار گسترده ای در موضوع تخمین و پیش بینی در حوزه مالی پیدا کرده است (ولیدو، لیزبوا و واهان^۳، ۱۹۹۹). مدل شبکه عصبی پیشخور از سه بخش اصلی لایه داده، لایه های میانی یا مخفی و لایه خروجی تشکیل شده که هر کدام دارای تعداد مشخصی نرون می باشند. هر نرون در لایه مخفی، یک میانگین گیری وزنی از داده های ورودی انجام می دهد که حاصل این میانگین گیری وزنی به درون یک تابع فعال سازی غیرخطی وارد می گردد. در لایه خروجی نیز یک میانگین گیری وزنی از ستاده های نرون های لایه میانی (مخفی) انجام می گردد که حاصل آن به یک تابع خطی وارد می گردد (هایکین^۴، ۱۹۹۹). ۲. مدل شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده: شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده عبارتست از یک مدل شبکه عصبی که فرآیند آموزش و یادگیری آن به صورت بدون ناظر انجام می پذیرد. این مدل ابتدا توسط کوهونن^۵ در سال ۱۹۸۹ ارائه گردید (جیووانیس، ۲۰۱۰). مدل مذکور در واقع یک تکنیک غیرخطی غیرپارامتریک می باشد که برای خوشه بندی داده ها، مرتب سازی داده ها و تشخیص الگوهای ناشناخته نهفته در داده ها، کاربرد دارد. در مدل فوق الذکر، نرون ها بر روی گره های یک الگوی شبکه ای قرار می گیرند و مکان نرون ها در نهایت بر مبنای خوشه ها و یا الگوهای موجود در داده ها، در قالب یک فرآیند آموزش رقابتی تعیین می گردد (هایکین، ۱۹۹۹). ۳. مدل شبکه عصبی شبکه الگو: مدل شبکه عصبی شبکه الگو عبارتست از یک مدل شبکه عصبی بر مبنای مکانیزم "پس انتشار پیشخور"^۶ که در لایه مخفی (لایه میانی) و لایه خروجی از "تابع انتقال تانژانت سیگموئید"^۷ استفاده می گردد (ویپین و همکاران^۸، ۲۰۱۳). مدل شبکه الگو معمولاً دارای الگوریتم آموزش "گرادیان توام مدرج (شیب توام مقیاس شده)"^۹ و عملکرد آن توسط معیار "میانگین مجذور خطا"^{۱۰} سنجیده می گردد (گابریلسون و

1. Training Algorithm
2. Activation Functions
3. Vellido, Lisboa and Vaughan
4. Haykin
5. Kohonen
6. Feed Forward Back Propagation
7. Tansig Transfer Function
8. Vipin *et al*
9. Scaled Conjugate Gradient Training Algorithm
10. Mean Square Error

همکاران^۱، ۲۰۱۲). مدل شبکه الگو به طور معمول جهت موضوع "تشخیص الگو"^۲ مورد استفاده قرار می گیرد (الآلاف و همکاران^۳، ۲۰۱۳).

۴. ویژگی داده ها و برآورد مدل

۴-۱. معرفی داده ها

در تحقیق حاضر ابتدا بر مبنای وجود، تناسب و اعتبار داده ها، اطلاعات مربوط به ۱۳ متغیر کلان اقتصاد ایران، از بانک سری های زمانی و نماگرهای اقتصادی سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، در قالب داده های سالانه^۴ برای دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۵۷ دریافت گردید. سپس بر مبنای انجام "تحلیل مؤلفه های اصلی"^۵ و وابستگی متغیرها به یکدیگر، تعداد متغیرهای مذکور به ۱۰ متغیر کلان اقتصادی کاهش یافت. متغیرهای ده گانه مذکور عبارتند از: ۱. موازنه کل در تراز پرداخت ها (دلاری) ۲. نقدینگی بر اساس اجزا تشکیل دهنده آن ۳-نرخ سود سپرده سرمایه گذاری یک ساله بانک های دولتی ۴. نرخ سود (مورد انتظار) تسهیلات بانکی در بخش ساختمان و مسکن ۵. تراز بودجه دولت ۶. ارزش صادرات نفت خام و فرآورده های نفتی (ریالی) ۷. نرخ ارز بازار غیررسمی (قیمت یک دلار به ریال) ۸. شاخص کل بهای کالا و خدمات مصرفی ۹. قیمت سکه طلای تمام بهار آزادی بازار غیررسمی (طرح قدیم) ۱۰. تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه بدون نفت^۶.

1. Gabrielsson *et al*
2. Pattern Recognition
3. AL_Allaf *et al*

۴. در ارتباط با استفاده از داده های فصلی به جای داده های سالانه با هدف افزایش تعداد داده ها و افزایش کارایی مدل و اعتبار نتایج حاصل از برآورد آن، لازم به ذکر است که این نکته مورد تأیید قطعی مولفین و مورد ترجیح ایشان بوده است، ولیکن داده های مربوط به متغیرهای ده گانه مدل تحقیق، تنها با تواتر سالانه موجود بوده و استفاده از داده های با تواتر فصلی، منجر به حذف برخی از متغیرهای مهم تحقیق (در صورت حفظ دوره زمانی کنونی تحقیق) و یا منجر به کاهش دوره زمانی مورد بررسی تحقیق (در صورت عدم حذف هیچ یک از متغیرهای مهم تحقیق)، می گردید. لذا مولفین تصمیم به استفاده از داده ها با تواتر سالانه گرفتند.

5. Principle Component Analysis

۶. پیرامون ترکیب متغیرهای کلان اقتصادی انتخاب شده برای تحقیق حاضر، ذکر چند نکته لازم به نظر می رسد: ۱. در ارتباط با علت عدم لحاظ متغیرهای مربوط به شاخص و یا بازدهی بورس اوراق بهادار تهران در تحقیق حاضر، لازم به ذکر است داده های مربوط به شاخص و یا بازدهی بورس اوراق بهادار تهران برای کل دوره زمانی مورد نظر تحقیق یعنی سال ۱۳۵۸-۱۳۹۱، وجود ندارد. ۲. به دلیل عدم استفاده از متغیر شاخص و یا بازدهی بورس اوراق بهادار تهران، می بایست از متغیرهایی استفاده نمود که بیانگر بازدهی و یا عملکرد بازارهای رقیب بازار بورس می باشند، زیرا اگر تمامی بازارهای رقیب بازار بورس مورد رصد قرار گیرد، آنگاه وضعیت بازار بورس نیز به صورت غیرمستقیم رصد می گردد. به عبارت شفاف تر می توان بیان نمود که نقدینگی خارج شده از بازارهای رقیب مذکور، به بازار بورس سرازیر و همچنین نقدینگی خارج شده از بازار بورس، به بازارها رقیب بازار بورس، سرازیر می گردد. رونق و رکود در بازارهای رقیب به ترتیب به معنی ورود نقدینگی (در شرایط رونق بازارهای رقیب) و خروج نقدینگی (در شرایط رکود بازارهای رقیب) به بازارهای مذکور و بنابراین به ترتیب به معنی خروج نقدینگی (در شرایط رکود بازار بورس) و ورود نقدینگی (در شرایط رونق بازار بورس) به بازار بورس می باشد. ۳. تعریف نهایی و بومی بحران مالی در اقتصاد ایران در تحقیق حاضر، همان گونه که در بخش ۲-۱ مقاله بیان گردیده و در زیرنویس شماره ۲۶ نیز مورد تأکید قرار گرفته، به معنی مرحله ظهور کامل بحران مالی یعنی ظهور کامل تلاطم های ناشی از وقوع بحران مالی، در تمامی بازارهای مالی و بازارهای کالا و خدمات غیر مالی کشور، می باشد. بنابراین هر یک از متغیرهای کلان اقتصادی کشور که اطلاعات مربوط به یک بازار و یا یک بخش اقتصادی خاص را به صورت مستقل از (ادامه در صفحه بعد)

از سوی دیگر با هدف مانا کردن متغیرها، حذف عامل "رشد زمانی" و بررسی تغییرات متغیرها، در مرحله نخست برحسب وجود داده‌های مربوط به شاخص‌های قیمتی مناسب، تلاش گردید تمامی متغیرهای مذکور به متغیرهای واقعی تبدیل گردد که تنها متغیر تراز بودجه دولت با تقسیم بر شاخص کالا و خدمات مصرفی، واقعی شده و در عین حال، متغیر تولید ناخالص داخلی از ابتدا به قیمت سال پایه از منبع اصلی، دریافت گردید. در مرحله دوم تمامی متغیرها، به جز دو متغیر نرخ سود سپرده سرمایه‌گذاری یک‌ساله بانک‌های دولتی و نرخ سود (مورد انتظار) تسهیلات بانکی در بخش ساختمان و مسکن، به صورت نرخ رشد تبدیل گردید و بنابراین دوره زمانی داده‌ها به صورت ۱۳۵۸-۱۳۹۱ تغییر می‌یابد. علت عدم محاسبه نرخ رشد دو متغیر فوق‌الذکر، تولید اولیه دو متغیر به صورت نرخ رشد می‌باشد.^۲ براساس تئوری‌ها و نظریات اقتصادی و با در نظر گرفتن شرایط بومی اقتصاد ایران، جهت‌های تلاطم (نوسان در جهت کاهش، افزایش و یا هر دو) هریک از متغیرهای ده گانه نهایی تحقیق، که می‌تواند به معنی افزایش احتمال بروز بحران مالی در اقتصاد ایران تلقی شود، عبارتست از نرخ رشد متغیرهای موازنه کل در تراز پرداخت‌ها (دلاری)، نرخ رشد تراز بودجه دولت (واقعی شده شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی)، نرخ رشد میزان صادرات نفت خام و فرآورده‌های نفتی (ریالی) و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه بدون نفت در جهت منفی (کاهش)، متغیرهای نرخ سود سپرده سرمایه‌گذاری یک ساله بانک‌های دولتی و نرخ رشد شاخص کل بهای کالا و خدمات مصرفی در جهت مثبت (افزایش)، و متغیرهای نرخ رشد نقدینگی براساس اجزا تشکیل دهنده آن، نرخ سود

سایر متغیرها و به صورت یکتا، بیان می‌کنند، می‌بایست حتماً در مدل لحاظ گردد. ۴- با توجه به آنچه در نکته ۳ در بالا بیان گردید، لازم به ذکر است که با هدف دریافت و بررسی اطلاعات مربوط به کلیه بازارها و بخش‌های اقتصاد ایران، مقادیر تمامی متغیرهایی را که می‌توانستند این اطلاعات را منتقل نمایند و داده‌های آنها برای دوره زمانی تحقیق یعنی ۱۳۵۸-۱۳۹۱ موجود بوده است، از بانک سری‌های زمانی اقتصادی و نماگرهای اقتصادی سایت رسمی بانک مرکزی جمهوری اسلامی دریافت گردید. این متغیرها شامل ۱۳ متغیر کلان اقتصادی می‌باشد، با هدف انتخاب متغیرهای مستقل (که به صورت انحصاری بیانگر اطلاعات مربوط به یکی از بازارها و یا بخش‌های اقتصادی کشور می‌باشند) و به عبارت دیگر با هدف حذف متغیرهایی (از مجموعه ۱۳ متغیر مذکور) که بیان‌گر اطلاعات دارای همپوشانی با اطلاعات بیان شده توسط سایر متغیرها می‌باشند، "تحلیل مؤلفه‌های اصلی" یا همان "Principle Component Analysis" در مورد متغیرهای ۱۳ گانه فوق‌الذکر انجام گرفت و ۱۰ متغیر به‌عنوان متغیرهای اصلی تحقیق، تعیین گردید. ۵. بنابراین با توجه به آنچه در قالب نکات ۱ الی ۴ در بالا بیان گردید و با تأکید بر تعریف نهایی و بومی‌مورد نظر تحقیق حاضر از وضعیت وقوع بحران مالی در اقتصاد کشور (به معنی مرحله ظهور کامل بحران و انتقال و گسترش اثرات آن به تمامی بازارهای مالی و غیرمالی کشور) لحاظ تمامی متغیرهای مهم و مستقل کلان اقتصادی کشور (به شرط وجود داده در دوره زمانی تحقیق ۱۳۵۸-۱۳۹۱) ضروری به نظر می‌رسد، بنابراین می‌بایست تمامی متغیرهای ده‌گانه مذکور، به عنوان متغیرهای اصلی و نهایی در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گیرند.

1. Time Trend

۲. نرخ سود تسهیلات بخش مسکن و نرخ سود تسهیلات یک‌ساله بانک‌های دولتی، از آنجا که از ابتدا به صورت "نرخ" محاسبه می‌گردد، آن‌گاه "نرخ نرخ" دارای یک معنی کاربردی برای تحقیق حاضر نمی‌باشد. نرخ سود تسهیلات عبارتست از نرخ تغییرات در "درآمد منهای هزینه‌ها" و بنابراین لحاظ نرخ تغییرات درجه دوم سود تسهیلات بانکی، در مقابل لحاظ نرخ تغییرات درجه اول سایر متغیرها، باعث ناهمگونی و ناهماهنگی آماری می‌گردد.

(مورد انتظار) تسهیلات بانکی در بخش ساختمان و مسکن، نرخ رشد قیمت ارز بازار غیررسمی (قیمت یک دلار به ریال)، و نرخ رشد قیمت سکه طلای تمام بهار آزادی بازار غیررسمی (طرح قدیم) در هر دو جهت (یعنی هر دو وضعیت کاهش و افزایش)^۱.

۲-۴. تبیین مدل هیبریدی هشدار پیش از موعد بحران مالی: مراحل چهارگانه پیش‌بینی بروز بحران مالی در اقتصاد ایران

در سال‌های اخیر، طراحی و استفاده از "مدل‌های هیبریدی" به میزان قابل‌توجهی گسترش یافته است. مدل هیبریدی عبارتست از مدلی که خود از ترکیب چند مدل متفاوت (که هر کدام به‌تنهایی قابلیت کاربرد دارند) تشکیل یافته است. علت گسترش روزافزون کاربرد مدل‌های هیبریدی این است که مدل‌های مذکور به شرط طراحی مناسب (ترکیب منطقی، کارا و مناسب مدل‌های انفرادی با در نظر گرفتن نقاط قوت و ضعف هریک از آنها)، می‌توانند در عین دارا بودن نقاط قوت تمامی مدل‌های ترکیب شده، به‌طور همزمان فاقد نقاط ضعف کاربرد انفرادی مدل‌های مورد استفاده، باشند. لذا در تحقیق حاضر پیش‌بینی بحران مالی در اقتصاد ایران با استفاده از مدل هیبریدی هشداردهنده پیش از موعد بحران مالی، متشکل از شاخص‌های پراکندگی و انواع مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، در دستور کار قرار گرفته است. در بخش بعدی به تبیین مراحل چهارگانه پیش‌بینی بحران مالی در قالب مدل مذکور پرداخته می‌شود.

۱-۲-۴. مرحله اول: تعیین سال‌های هسته بحران؛ محاسبه شاخص‌های چهارگانه پراکندگی

در این مرحله، تعیین سال‌های هسته بحران (سال‌های اصلی بحرانی) در اقتصاد ایران بر مبنای تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال، انجام می‌پذیرد. معیار معرفی شدن یک متغیر در یک سال معین به‌عنوان متغیر متلاطم، بالاتر بودن قدر مطلق نرخ رشد متغیر مذکور در آن سال از حد آستانه تعریف شده در این تحقیق است. آستانه بحرانی در نظر گرفته شده برای نوسان هر یک از متغیرهای تحقیق، ضریب واحد (۱) از هر یک از شاخص‌های پراکندگی چهارگانه، پیرامون متغیر موردنظر است. البته در بسیاری از مطالعات انجام شده در سطح بین‌المللی، حد آستانه مذکور $2/5$ یا 3 انحراف معیار در نظر گرفته شده و در مطالعات داخلی نیز این آستانه به‌طور معمول $1/5$ انحراف معیار لحاظ شده است

۱. آن‌چه در اینجا مدنظر می‌باشد صرفاً جهت تغییرات است به این معنی که نوسانات یک متغیر کلان (و به عبارت دقیق‌تر، نوسانات نرخ رشد یک متغیر کلان) در کدام جهت خاص می‌تواند برای نظام اقتصادی و مالی منفی تلقی گردد، مستقل از این موضوع که میزان تغییرات چقدر باشد. به طور مثال کاهش نرخ رشد تولید ناخالص داخلی هر چند به صورت بسیار اندک می‌تواند یک رویداد منفی تلقی شود و احتمال وقوع بحران را افزایش دهد و این در شرایطی است که ممکن است این تغییر به قدری اندک باشد (و این افزایش احتمال به قدری کوچک باشد) که به هیچ وجه نتواند از حد آستانه تعیین شده فراتر رود و به هیچ شکلی نتواند نشانگر وقوع بحران مالی تلقی گردد.

(نادری، ۱۳۸۲) و البته این در حالی است که پیرامون اقتصاد ایران به علت اقتصاد دولتی و درآمدهای نفتی، احتمال وقوع بحران به مراتب کمتر از کشورهای دارای اقتصاد آزاد است و لذا حد آستانه را می‌توان کمتر از ۱/۵ انحراف معیار در نظر گرفت که در برخی موارد کاهش حد آستانه مذکور می‌تواند به بهبود و افزایش دقت نتایج کمک نماید (صیادینا و همکاران، ۱۳۸۹). در ادامه لازم به ذکر است که در مطالعات نادری (۱۳۸۲)، نیلی و کنعانی (۱۳۸۴)، ابونوری و عرفانی (۱۳۸۵)، صیادینا و همکاران (۱۳۸۹) و مطالعه شجری و محبی‌خواه (۱۳۸۹)، حد آستانه مذکور به ترتیب ۱/۵، ۱/۵، ۱/۵، ۱/۲۵ و ۱/۱ انحراف معیار در نظر گرفته شده است. در نهایت به منظور کاهش احتمال انتخاب سال‌های غیربحرانی به عنوان سال‌های بحرانی در اقتصاد ایران، حد آستانه متلاطم تلقی شدن یک متغیر برای پژوهش جاری، ضریب واحد (۱) از هر یک از شاخص‌های پراکندگی چهارگانه تحقیق از جمله انحراف معیار^۱، در نظر گرفته شده است، زیرا هرچه حد آستانه متلاطم تلقی شدن متغیرها، دارای مقدار بالاتری باشد، مثلاً حد آستانه به صورت ۱/۵، ۲ و یا ۳ انحراف معیار تعیین گردد، آن‌گاه تعداد مواردی که قدر مطلق تغییرات متغیرهای مدل از حد آستانه فراتر رفته، کاهش یافته و آن‌گاه در مجموع، تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال کاهش می‌یابد و به این ترتیب سال‌های کمتری به عنوان سال‌های متلاطم اقتصادی و یا سال‌های بحرانی، اعلام می‌گردد و این به معنی افزایش

۱. پیرامون انتخاب ضریب واحد (۱) از انحراف معیار به عنوان حد آستانه تعیین تلاطم متغیرها (از منظر شاخص پراکندگی انحراف معیار)، لازم به ذکر است که طبق "قانون اعداد بزرگ" و بر مبنای "قضیه حد مرکزی"، اگر تعداد معینی از متغیرها وجود داشته باشد که دارای توزیع آماری با میانگین و واریانس معین باشند و در عین حال مستقل از هم توزیع شده باشند، آن‌گاه با افزایش تعداد متغیرهای مذکور به صورت نامحدود (افزایش حجم نمونه)، توزیع مجموع آنها به سمت توزیع نرمال گرایش می‌یابد (خشنود، ۱۳۷۵). بیشتر رویه‌های آزمون در حوزه مطالعات اقتصادسنجی (و مطالعات آماری) مبتنی بر "قضیه حد مرکزی" انجام می‌گردد. در مرحله عمل هیچ‌گاه دسترسی به حجم نامحدود داده‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد و این در حالی است که جهت استناد به "قضیه حد مرکزی"، انحصاراً نیازی به حجم نامحدود نمونه‌ای نمی‌باشد بلکه می‌توان بر مبنای تعداد محدود نمونه به این قضیه استناد نمود به شرط آنکه تعداد یا حجم نمونه به قدر کافی بزرگ باشد. برای تعیین دقیق این تعداد یا حجم به مقدار کافی بزرگ داده‌ها، هیچ معیار و قاعده صریحی وجود ندارد بلکه این مسئله تا حدود زیادی به صورت تجربی، شهودی و مبتنی بر متغیرهای تحقیق موردنظر، تعیین می‌گردد (بروکز، ۲۰۰۸). در اغلب مطالعاتی که در حوزه تجربی و با استفاده از جوامع آماری گوناگون و بر مبنای نمونه‌گیری از جامعه آماری اصلی پیرامون بحران‌های مالی در سطح بین المللی صورت پذیرفته است، همواره تعداد یا حجم محدودی از نمونه‌ها در دسترس بوده و استناد مطالعات به "قضیه حد مرکزی" بوده است. بنابراین می‌توان تک‌تک متغیرهای تحقیق حاضر را نیز که دارای حجم نمونه‌ای ۳۴ تایی می‌باشند، متغیرهایی با توزیع تقریبی نرمال تلقی نمود. در ادامه باید اشاره نمود که بر طبق توزیع نرمال، اگر بازه نمونه‌ای به میزان مثبت و منفی یک انحراف معیار از دو طرف میانگین متغیر موردنظر (متغیر دارای توزیع نرمال) را در نظر بگیریم، آن‌گاه این بازه شامل ۶۸٪ حجم نوسانات متغیر مورد نظر حول میانگین می‌باشد. در تحقیق حاضر با اتخاذ "یک انحراف معیار" به عنوان حد آستانه متلاطم تشخیص دادن یک متغیر، در واقع در هر سال، آن متغیرهایی به عنوان متغیر متلاطم معرفی می‌گردد که نوسان آن متغیرها حول میانگین خود، از بازه "مثبت و منفی یک انحراف معیار حول میانگین توزیع" فراتر رود و این به این معنی است که احتمال وقوع نوسان موردنظر به شرط متلاطم نبودن متغیر مذکور در سال مورد بررسی (یا به عبارت دیگر به شرط یکسان بودن میانگین مقادیر متغیر موردنظر با میانگین توزیع کل نمونه (که به معنی متلاطم نبودن متغیر موردنظر در سال مورد بررسی است))، ۲۲٪ است، به عبارت دیگر تنها ۲۲٪ احتمال دارد که نوسان متغیر موردنظر از بازه فوق فراتر رفته و بیرون بیافتد و به احتمال ۶۸٪ اگر متغیر در یک سال معین متلاطم باشد، قدر مطلق نوسانات آن در خارج از بازه مذکور قرار می‌گیرد:

$$\text{Prob. } [x \in (\mu \pm \sigma) \mid x \text{ is a volatile variable}] = 68\%$$

احتمال غیربحرانی تلقی شدن برخی از سال‌های متلاطم و یا بحرانی، می‌باشد.^۱ در این راستا برای هریک از متغیرهای مذکور، چهار شاخص پراکندگی مورد اشاره در جدول شماره ۱ در بخش ۳-۱ تحقیق حاضر، محاسبه گردیده است. همان‌گونه که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود، هر یک از شاخص‌های پراکندگی مذکور به‌گونه‌ای بر مبنای شاخص پراکندگی "انحراف معیار"^۲ ساخته شده‌اند. در ادامه، بر مبنای محاسبه ضریب واحد از هر یک از شاخص‌های پراکندگی برای هر یک از متغیرهای تحقیق به‌صورت انفرادی، به‌عنوان حد آستانه متلاطم تلقی شدن یک متغیر و مقایسه قدر مطلق تغییرات هر یک از متغیرها^۳ در هر سال با حدود آستانه مربوطه برای تمامی متغیرهای تحقیق مطابق آنچه در جدول ۴ آمده است، تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال بر مبنای هر یک از شاخص‌های چهارگانه پراکندگی محاسبه گردیده است و در نهایت میانگین ۴ مقدار حاصل شده، یعنی مقادیر چهارگانه تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال بر مبنای حدود آستانه چهارگانه (ضریب واحد از شاخص‌های پراکندگی چهارگانه)، محاسبه گردیده است. با توجه به میانگین محاسبه شده در جدول ۴، سال‌هایی که طبق معیارهای فوق‌الذکر، سال‌های اصلی بحرانی (سال‌های هسته بحران)^۴ تلقی می‌گردند، عبارتند از سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۵، ۱۳۷۴ و ۱۳۹۱. همه سال‌های مذکور، به‌طور میانگین (چهار شاخص پراکندگی) دارای بیش از سه متغیر متلاطم می‌باشند، به‌عبارت دیگر حد آستانه تعیین یک سال به‌عنوان سال "هسته بحران" عبارتست از دارا بودن به‌طور میانگین حداقل سه متغیر متلاطم.^۵

۱. با توجه به داده‌های رسمی متغیرهای کلان اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۵۷-۱۳۹۱ در صورتی که حد آستانه ۲ یا سه انحراف معیار تعیین گردد، آن‌گاه نوسانات اکثر متغیرهای تحقیق در تمامی سال‌های مورد بحث همواره کمتر از حد آستانه قرار گرفته و به‌عنوان متغیرهای غیرمتلاطم معرفی شده و بنابراین هیچ یک از سال‌های تحقیق را نمی‌توان به‌عنوان سال‌های بحرانی اقتصاد ایران معرفی نمود (البته از منظر شاخص انحراف معیار به‌عنوان یکی از چهار شاخص پراکندگی مورد استفاده در تحقیق حاضر) و این با واقعیت‌های شهودی اقتصاد ایران در تناقض می‌باشد. در نهایت و با در نظر گرفتن تمام توضیحات فوق، از منظر شاخص پراکندگی انحراف معیار، حدآستانه متلاطم متغیرها در تحقیق حاضر "ضریب واحد (یک) از انحراف معیار" تعیین گردیده است.

2. Standard Deviation (S.D)

۳. لازم به ذکر است که قدر مطلق آن تغییراتی لحاظ و مقایسه می‌گردد که جهت آنها مبین افزایش احتمال بروز بحران مالی تلقی می‌گردد.
۴. سال‌های هسته بحران، سال‌هایی هستند که به‌طور میانگین، حداقل سه متغیر متلاطم داشته باشند. ستون میانگین در جدول شماره ۲ بیانگر میانگین تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال براساس هریک از شاخص‌های پراکندگی چهارگانه می‌باشد.
۵. پیرامون انتخاب حدود آستانه مربوطه در تحقیق حاضر، بیان چند نکته ضروری به‌نظر می‌رسد: ۱. در تحقیق حاضر، حدود آستانه استفاده شده برای تعیین متغیرهای متلاطم در هر سال، عبارتست از ضریب واحد (۱) از هر یک از شاخص‌های چهارگانه تحقیق، بنابراین در تحقیق حاضر بر مبنای هر یک از شاخص‌های چهارگانه، یک حد آستانه معین (به‌صورت ضریب واحد از شاخص پراکندگی موردنظر) وجود دارد. ۲. پیرامون اتخاذ ضریب ۱ از چهار شاخص‌های پراکندگی مورد استفاده در تحقیق و به‌ویژه ضریب ۱ از شاخص "انحراف معیار" به‌عنوان حد آستانه متلاطم تلقی شدن هر یک از متغیرهای ده‌گانه تحقیق در هر سال، لازم به ذکر است که اتخاذ این ضریب برای شاخص‌های چهارگانه مذکور از جمله شاخص انحراف معیار، بر مبنای روش کالیبراسیون (Calibration) انجام شده است. بر مبنای این روش، ضرایب مدل‌ها (از جمله حدود آستانه) بر مبنای شواهد و واقعیت‌های مورد قبول و قطعی در فضای واقعی اقتصاد، تعیین می‌گردد. به‌عبارت دیگر ضرایب مذکور به‌گونه‌ای تعیین می‌گردد که پس از اعمال این ضرایب، نتایج مدل منطبق با واقعیت‌های و شواهد قطعی پیرامون موضوع و مسأله مورد نظر مدل در ارتباط با اقتصاد یک کشور یا گروهی از کشورها، باشد. البته روش کالیبراسیون در سایر علوم غیر از علوم اقتصاد و مالی نیز کاربرد دارد. ۳. اتخاذ ضرایب (ادامه در صفحه بعد)

جدول ۲: تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال بر مبنای ضریب واحد از هر یک از شاخص‌های پراکندگی چهارگانه به عنوان حد آستانه تعیین تلاطم، میانگین تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال براساس شاخص‌های چهارگانه مذکور، سال‌های اصلی و یا هسته بحران (سال‌های با میانگین بیش از سه متغیر متلاطم) و انواع سال‌ها بر مبنای دارا بودن تعداد مختلف متغیرهای متلاطم

انواع سال‌ها بر مبنای تعداد متفاوت متغیرهای متلاطم در هر سال ^۱	سال‌های بحرانی (سال‌های هسته بحران)	میانگین	S.D	M.S.D	S.S.D	M.S.S.D	شاخص‌های پراکندگی سال
۱		۴.۵	۳	۷	۴	۴	۱۳۵۹
۵		۲.۵	۱	۴	۱	۴	۱۳۶۰
۱۰		۱	۱	۱	۱	۱	۱۳۶۱
۹		۱.۲۵	۱	۲	۱	۱	۱۳۶۲
۲	⊙	۴	۴	۴	۴	۴	۱۳۶۳
۱۰		۱	۱	۱	۱	۱	۱۳۶۴
۳	⊙	۳.۲۵	۲	۵	۲	۴	۱۳۶۵
۱۱		۰.۷۵	۰	۱	۰	۲	۱۳۶۶
۴		۳	۲	۲	۲	۶	۱۳۶۷
۱۰		۱	۱	۱	۱	۱	۱۳۶۸
۹		۱.۲۵	۰	۲	۰	۳	۱۳۶۹
۶		۲.۲۵	۱	۳	۱	۴	۱۳۷۰
۹		۱.۲۵	۱	۱	۱	۲	۱۳۷۱
۶		۲.۲۵	۱	۳	۱	۴	۱۳۷۲
۶		۲.۲۵	۳	۲	۳	۱	۱۳۷۳
۳	⊙	۳.۲۵	۳	۵	۳	۲	۱۳۷۴
۷		۱.۷۵	۲	۱	۲	۲	۱۳۷۵
۶		۲.۲۵	۱	۲	۱	۵	۱۳۷۶
۷		۱.۷۵	۱	۱	۱	۴	۱۳۷۷
۱۲		۰.۵	۰	۰	۰	۲	۱۳۷۸

واحد از هر یک از شاخص‌های پراکندگی چهارگانه به عنوان حد آستانه متلاطم تلقی شدن هر یک از متغیرهای ده گانه تحقیق (متلاطم تلقی شدن هر یک از متغیرها براساس حد آستانه مربوط به هر یک از شاخص‌های پراکندگی) و همچنین اتخاذ معیار دارا بودن حداقل ۳ متغیر متلاطم بر مبنای میانگین تعداد متغیرهای متلاطم (یعنی میانگین تعداد متغیرهای متلاطم براساس هر یک از چهار شاخص پراکندگی و چهار حد آستانه مربوطه)، برای هر سال معین به عنوان حد آستانه جهت معرفی سال مورد نظر به عنوان سال "هسته بحران" (سال اصلی بحران)، همگی براساس روش کالیبراسیون صورت گرفته است. ۴. اتخاذ دو حد آستانه مذکور در بند ۳ (یعنی حد آستانه متلاطم معرفی شدن متغیرها و حد آستانه "هسته بحران" معرفی شدن هر سال بر مبنای میانگین تعداد متغیرهای متلاطم در سال مورد نظر)، باعث گردیده است که در مرحله اول مدل چهار مرحله‌ای هشدار پیش از موعد بحران در تحقیق حاضر، سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۵، ۱۳۷۴ و ۱۳۹۱، به عنوان سال‌های "هسته بحران" در اقتصاد ایران معین گردند و این نتیجه با واقعیت‌های اقتصاد ایران سازگار است زیرا در سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۶۵، نقطه اوج جنگ تحمیلی و افزایش شدید هزینه‌های آن و درگیری کل توان اقتصادی کشور پیرامون مخارج جنگ و افزایش تحریم‌ها و حتی کاهش صادرات نفت کشور به علت حمله‌های وسیع به چاه‌های نفت، سکوها‌های نفتی، مخازن نفت، پایانه‌های نفتی و حتی نفت کش‌های کشور، بوده است. سال ۱۳۷۴ مصادف با ظهور اثرات متلاطم کننده اجرای سیاست‌های تعدیل و افزایش نرخ ارز و افزایش شدید نرخ تورم و در عین حال کاهش منابع ارزی کشور و در نهایت هم شکست سیاست‌های مذکور و چند نرخی شدن ارز در کشور، بوده است. در سال ۱۳۹۱ نیز کشور بر اثر تشدید تحریم‌ها در کنار اجرای برخی از سیاست‌های اقتصادی، شاهد افزایش شدید نرخ ارز و طلا و جهش نرخ تورم و منفی شدن نرخ رشد تولید ناخالص داخلی بوده است. ۵. بنابراین بر مبنای روش کالیبراسیون (Calibration)، با توجه به تطابق نتایج خروجی مرحله اول مدل تحقیق با واقعیت‌ها و شواهد قطعی اقتصاد ایران، اتخاذ دو حد آستانه مذکور (حد آستانه تعیین تلاطم متغیرها و حد آستانه تعیین سال‌های هسته بحران)، مناسب و صحیح بوده است.

۱. ستون آخر در جدول شماره ۲ بیان گر انواع مختلف سال‌ها براساس تعداد مختلف متغیرهای متلاطم در هر سال به صورت میانگین (بیان شده در ستون میانگین در جدول ۲) می‌باشد. به عنوان مثال طبق مقادیر بیان شده در ستون میانگین در جدول شماره ۲، نوع اول سال‌های مذکور عبارتست از مجموعه سال‌هایی که ۴/۵ متغیر متلاطم دارند که عبارتست از سال ۱۳۵۹. سال‌های نوع دوم سال‌هایی است که دارای ۴ متغیر متلاطم می‌باشند که عبارتند از سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۱. نوع سوم سال‌های دارای ۳/۲۵ متغیر متلاطم هستند که عبارتند از سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۴. به همین ترتیب انواع بعدی سال‌ها وجود دارند که به تناسب بالا رفتن عدد مربوط به نوع سال‌ها، تعداد متغیرهای متلاطم در آنها کاهش می‌یابد.

انواع سال‌ها بر مبنای تعداد متفاوت متغیرهای متلاطم در هر سال ^۱	سال‌های بحرانی (سال‌های هسته بحران)	میانگین	S.D	M.S.D	S.S.D	M.S.S.D	شاخص‌های پراکندگی سال
۵		۲.۵	۲	۲	۲	۴	۱۳۷۹
۱۲		۰.۵	۰	۰	۰	۲	۱۳۸۰
۹		۱.۲۵	۱	۱	۱	۲	۱۳۸۱
۱۳		۰.۲۵	۰	۰	۰	۱	۱۳۸۲
۱۳		۰.۲۵	۰	۰	۰	۱	۱۳۸۳
۱۱		۰.۷۵	۰	۰	۰	۳	۱۳۸۴
۹		۱.۲۵	۰	۰	۰	۵	۱۳۸۵
۸		۱.۵	۱	۱	۲	۲	۱۳۸۶
۶		۲.۲۵	۱	۱	۲	۵	۱۳۸۷
۷		۱.۷۵	۲	۱	۲	۲	۱۳۸۸
۱۲		۰.۵	۰	۰	۰	۲	۱۳۸۹
۶		۲.۲۵	۲	۳	۲	۲	۱۳۹۰
۲	⊙	۴	۴	۴	۴	۴	۱۳۹۱

منبع: یافته‌های تحقیق

۲-۲-۴. مرحله دوم: خوشه‌بندی سال‌های بحرانی و غیربحرانی؛ برآورد مدل شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده

در این مرحله به دنبال خوشه‌بندی انواع سال‌های بحرانی و غیربحرانی توسط مدل شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده می‌باشیم. در این بخش داده‌های سال‌های ۱۳۵۸-۱۳۹۱ (اطلاعات مربوط به ۱۰ متغیر نهایی تحقیق در هر سال) را به مدل مذکور داده و مدل را جهت خوشه‌بندی و تعیین سال‌های یکسان یا مشابه، بر مبنای تشابه در نوسان ده متغیر مذکور، برآورد می‌نماییم. پس از برآورد مدل و تعیین خوشه‌های حاوی سال‌های مشابه، خوشه‌هایی که حاوی سال‌های بحرانی تعیین شده در جدول ۳ یعنی سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۵، ۱۳۷۴ و ۱۳۹۱ می‌باشند، خوشه‌های بحران مالی تلقی و خوشه‌هایی که فاقد سال‌های مذکور می‌باشند، خوشه‌های غیربحرانی تلقی می‌گردند. بنابر ویژگی‌های مدل شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده، می‌توان نتیجه گرفت که تمامی سال‌های موجود در خوشه‌های بحرانی، سال‌های وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران می‌باشند. به عبارت دیگر، در این مرحله، فرآیند شناسایی سال‌های وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران کامل می‌گردد. حداکثر تعداد خوشه‌های متمایزی که مدل نگاشت خودسازمانده می‌تواند سال‌های موردنظر را در قالب آنها خوشه‌بندی نماید، عبارتند از تعداد نرون‌های موجود در مدل. در این مرحله، انتخاب ابعاد و تعداد نرون‌های اولیه جهت برآورد مدل نگاشت خودسازمانده، بر مبنای تعداد انواع سال‌های اقتصاد ایران در دوره زمانی ۱۳۵۸-۱۳۹۱ (که در ستون ۸ در جدول ۲ بیان شده) براساس مقادیر متفاوت میانگین تعداد متغیرهای متلاطم در هر سال (که در ستون ۶ در جدول ۳ بیان گردیده)، انجام پذیرفته است. تعداد نرون‌های اولیه انتخابی برای مدل ۱۴ نرون می‌باشد که با توجه به خوشه بندی حاصل از برآورد مدل اولیه و به جهت افزایش قدرت تمایزدهندگی مدل، این ابعاد تا ۲۰ نرون (به صورت شبکه ۴×۵

نرون) افزایش یافت. بنابراین نتایج بیان شده در جدول ۵ حاصل از برآورد یک مدل شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده با ۲۰ نرون (شبکه ۴×۵ نرون) با دفعات آموزش ۱۰۰۰ مرتبه توسط "نرم افزار متلب (۲۰۱۲)"، می‌باشد. ابعاد و شکل ساختاری چینش نرون‌ها در مدل شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده در بخش ضمایم مقاله و در قالب نمودار ۵ آورده شده است. همانگونه که در جدول ۳ بیان شده، نتایج حاصل از برآورد مدل تحقیق نشان می‌دهد که خوشه‌های شماره ۳، ۴ و ۱۵، خوشه‌های بحرانی و سایر خوشه‌ها، خوشه‌های غیربحرانی می‌باشند. بنابراین (برطبق نتایج مدل شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده) تمامی سال‌های موجود در خوشه‌های ۳، ۴ و ۱۵، سال‌های وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران و سایر سال‌های دوره زمانی تحقیق، سال‌های غیربحرانی می‌باشند.

جدول ۳: سال‌های بحرانی و غیر بحرانی بر مبنای خوشه بندی حاصل از برآورد مدل شبکه عصبی خودسازمانده

وضعیت بحران	سال‌های موجود در هر خوشه	خوشه‌ها	وضعیت بحران	سال‌های موجود در هر خوشه	خوشه‌ها
غیر بحران	۱۳۶۹	۱۱	غیر بحرانی	۱۳۹۰	۱
غیر بحرانی	۱۳۶۴، ۱۳۶۶، ۱۳۶۸	۱۲	غیر بحرانی	۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۲، ۱۳۸۴	۲
-	-	۱۳	بحرانی	۱۳۷۴، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰، ۱۳۸۲	۳
غیر بحرانی	۱۳۷۰	۱۴	بحرانی	۱۳۸۸، ۱۳۸۹، ۱۳۹۱	۴
بحرانی	۱۳۶۳، ۱۳۶۵، ۱۳۶۷	۱۵	غیر بحرانی	۱۳۷۳	۵
غیر بحرانی	۱۳۵۹، ۱۳۶۰، ۱۳۶۱	۱۶	غیر بحرانی	۱۳۷۱، ۱۳۷۲	۶
غیر بحرانی	۱۳۸۱	۱۷	غیر بحرانی	۱۳۸۵	۷
-	-	۱۸	غیر بحرانی	۱۳۸۷، ۱۳۸۶	۸
غیر بحرانی	۱۳۵۷	۱۹	غیر بحرانی	۱۳۷۶	۹
غیر بحرانی	۱۳۶۲	۲۰	غیر بحرانی	۱۳۷۷	۱۰

منبع: یافته‌های تحقیق

طبق بررسی مطالعات پیشین پیرامون بحران‌های مالی در اقتصاد ایران و نتایج حاصله از مراحل اول و دوم مدل هشدار پیش از موعد، می‌توان دوره‌های بحران مالی (و سال‌های دقیق وقوع بحران) در اقتصاد ایران را به شرح ذیل شناسایی، معرفی و تبیین نمود. دوره نخست بحران مالی در اقتصاد ایران (۱۳۶۷-۱۳۶۳): در دوره سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۷، ایران درگیر جنگ تحمیلی هشت ساله و اقتصاد کشور شاهد از بین رفتن منابع و امکانات سرمایه‌ای، خسارت سنگین به تأسیسات زیربنایی و هزینه‌های بسیار سنگین اداره جنگ بوده است. در این سال‌ها، صادرات نفت ایران به دلیل حملات متعدد به نفت کش‌ها، امکانات پالایشگاهی و سکوه‌های نفتی، با مشکلات جدی مواجه گردید. از

طرف دیگر قیمت فروش نفت خام نیز از ۲۸ دلار به ۱۳ دلار در هر بشکه کاهش یافت.^۱ آثار فشارهای ناشی از جنگ بر اقتصاد کشور به سطحی می‌رسد که (طبق شاخص‌های طراحی شده و مدل شبکه عصبی نگاشت خود سازمانده در تحقیق حاضر) اقتصاد ایران در سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۵ و ۱۳۶۷ وارد بحران می‌گردد. در همین راستا می‌توان به کاهش شدید تراز تجاری ایران (حجم دلاری موازنه پرداخت‌ها) در سال‌های مذکور به ترتیب با نرخ رشد منفی ۲۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ درصد اشاره نمود. در سال ۱۳۶۳ درآمد حاصل از فروش نفت خام کشور به صورت ناگهانی بیش از بیست درصد کاهش یافته، کسری بودجه کشور در حدود ۳۵ درصد افزایش و ارزش پول ملی در حدود ۲۹٪ سقوط می‌نماید. تولید ناخالص داخلی در سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۶۷ (به ترتیب با نرخ ۰.۸٪ و ۷٪-) دچار کاهش قابل توجهی می‌گردد. به علاوه در دو سال مذکور، اقتصاد ایران دارای تورم ۲۳٪ و ۲۹٪ بوده و این درحالی است که در سال ۱۳۶۵ در عین کاهش ۱۷ درصدی صادرات نفتی، بازار طلا و ارز نیز دچار نوسان در قالب افزایش ۴۷ درصدی قیمت طلا (سکه طلا) و سقوط ۲۰ درصدی ارزش پول ملی شده‌اند.^۲ لازم به ذکر است علاوه بر تحقیق حاضر، در مطالعه نادری (۱۳۸۲) سال ۱۳۶۷ به صورت سال بحران مالی، در مطالعه عرفانی (۱۳۸۵) سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۶۷ به عنوان سال‌های رکود، در مطالعه مشیری و نادعلی (۱۳۸۹) سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۵ و ۱۳۶۷ به عنوان سال‌های وقوع بحران بانکی و در مطالعه شجری و محبی (۱۳۸۹) سال ۱۳۶۷ (سه ماهه چهارم) به عنوان سال بحرانی از نوع بحران ارزی در اقتصاد ایران معرفی گردیده‌اند. تمامی مطالعات مذکور می‌توانند به عنوان شواهدی دال بر صحت سال‌های بحران مالی تشخیص داده شده در اقتصاد ایران توسط تحقیق حاضر، تلقی گردند. در ادامه لازم به ذکر است که علی‌رغم اینکه طبق نتایج مدل "شبکه عصبی نگاشت خودسازمانده"، سال ۱۳۶۶ به عنوان سال غیربحرانی معرفی گردیده، اما با در نظر گرفتن مقادیر متغیرهای کلان اقتصاد کشور در سال ۱۳۶۶، می‌توان سال مذکور را نیز به عنوان سال وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران در نظر گرفت. طی سال مذکور، اقتصاد کشور در کنار نرخ رشد منفی تولید ناخالص داخلی (۳٪)، با تلاطم‌های عمده بازار طلا و ارز نیز، به صورت افزایش قابل توجه قیمت طلا (با نرخ ۷۳٪) و افزایش نرخ ارز (با نرخ ۳۳٪)، مواجه بوده است. کسری بودجه کشور در سال فوق‌الذکر ۲۰٪ درصد رشد نموده و نرخ تورم نیز به ۲۸٪ رسیده است.^۳ از طرف دیگر در مطالعه عرفانی (۱۳۸۵) سال ۱۳۶۶ به عنوان سال رکود شدید اقتصادی، صیادنی و دیگران (۱۳۸۹) سال ۱۳۶۶ به عنوان سال بحران مالی، در مطالعه مشیری و نادعلی (۱۳۸۹)، سال ۱۳۶۶ به عنوان سال بحران بانکی در اقتصاد ایران اعلام

۱. بانک داده‌های سری زمانی سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

۲. محاسبه شده بر مبنای بانک داده‌های سری زمانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

۳. همان

گردیده است. بنابراین می‌توان گفت که در دوره نخست بحران مالی در اقتصاد ایران، سال‌های دقیق وقوع بحران به صورت تفکیکی عبارتند از سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۵، ۱۳۶۶ و ۱۳۶۷. دوره دوم بحران مالی در اقتصاد ایران (۱۳۷۴-۱۳۷۳): پس از دوره ۱۳۶۹-۱۳۶۸ که به گونه‌ای می‌توان آن را زمان اتمام دوره رکود اقتصادی ۱۳۶۷-۱۳۶۴ دانست، از سال ۱۳۷۰، آهنگ نزولی اقتصاد ایران مجدداً آغاز می‌گردد (عرفانی ۱۳۸۵). از اواخر سال ۱۳۷۲، با اجرای سیاست‌های آزادسازی مالی و یکسان‌سازی نرخ ارز، بازار ارزی کشور دچار بی‌ثباتی گشته و شاهد نوسانات شدیدی بوده است (شجری و محبی‌خواه، ۱۳۸۹). سیاست مذکور در صحنه عمل با شکست مواجه شد زیرا پس از اجرای آن در سال ۱۳۷۲، نرخ ارز کشور در سال ۱۳۷۳ از حالت تک‌نرخ خارج شده و شاهد چندین نوع نرخ بوده است (مانند نرخ ارز واریزنامه‌ای، نرخ ارز صادراتی، نرخ ارز دولتی) و در سال ۱۳۷۴ عملاً این سیاست کنار گذاشته شد. در دوره مذکور، بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی با نوسانات زیادی مواجه بوده تا آنجا که در سال ۱۳۷۳ بدهی‌های فوق‌الذکر شاهد یک رشد ۲۸۰٪ درصدی بوده است (مشیری و نادعلی، ۱۳۸۹). طبق شاخص‌های محاسبه شده و نتایج مدل شبکه عصبی نگاشت خود سازمانده در مطالعه حاضر، وقایع فوق‌الذکر موجب ورود اقتصاد ایران به وضعیت بحران مالی در سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ گردیده است. بررسی مقادیر متغیرهای کلان اقتصادی در سال‌های مذکور، نشان می‌دهد که در سال ۱۳۷۴، تراز پرداخت‌های کشور با کاهش ۱۳ درصدی مواجه و کسری بودجه دولت ۵۰٪ افزایش یافته است. در این سال بازار ارز و بازار طلا تلاطم‌های بزرگی را به ترتیب در قالب افزایش ۵۴ و ۴۵ درصدی قیمت ارز و سکه طلا تجربه نموده و نرخ تورم کشور به مرز ۴۹٪ رسیده است.^۱ اما به نظر می‌رسد که در سال ۱۳۷۵ بحران مالی واقع شده در سال ۱۳۷۴، رو به زوال گذاشته، زیرا اکثر متغیرهای کلان اقتصادی، وضعیت غیربحرانی را نشان می‌دهند از جمله نرخ رشد ۷ درصدی تولید ناخالص داخلی، کاهش ۶ درصدی قیمت (سکه) طلا و کاهش ۱۲ درصدی کسری بودجه کشور در کنار افزایش ۶ درصدی صادرات نفت خام و فراورده‌های نفتی.^۲ بنابراین می‌توان سال ۱۳۷۵ را سال غیربحرانی (و هشدار مدل تحقیق پیرامون بروز بحران مالی در سال مذکور را یک هشدار غیردقیق) در نظر گرفت. از سوی دیگر هیچ یک از مطالعات انجام شده پیرامون بحران‌های مالی در اقتصاد ایران (که در تحقیق حاضر، یافته و بررسی شده‌اند)، سال ۱۳۷۵ را سال بحرانی اقتصاد ایران معرفی ننموده و این درحالی است سال ۱۳۷۴ در مطالعات عرفانی ۱۳۸۵، شجری و محبی‌خواه ۱۳۸۹، مشیری و نادعلی ۱۳۸۹، ابونوری و عرفانی ۱۳۸۹ و صیادنیا و دیگران ۱۳۸۹، به ترتیب به عنوان سال وقوع بحران ارزی، بحران بانکی-پولی، بحران بانکی، بحران نقدینگی-بانکی و بحران مالی در اقتصاد

۱. همان

۲. همان

ایران معرفی گردیده که نشانه تایید هشدار مدل تحقیق حاضر توسط مطالعات گذشته پیرامون بحرانی بودن سال ۱۳۷۴ می باشد. از طرف دیگر علی رغم عدم معرفی سال ۱۳۷۳ توسط مدل تحقیق حاضر به عنوان سال بحرانی، مقادیر متغیرهای کلان اقتصادی کشور در سال مذکور بویژه افزایش ۱۴۰ درصدی کسری بودجه و نرخ تورم ۳۵ درصدی در کنار بازارهای متلاطم طلا و ارز (افزایش ۸۴ درصدی قیمت سکه طلا و ۴۵ درصدی نرخ ارز) و نرخ رشد پایین تولید ناخالص داخلی (۱٪)، بیانگر بیان شروع بحران مالی سال ۱۳۷۴ از سال ۱۳۷۳ و به عبارت دیگر بحرانی بودن سال ۱۳۷۳ در کنار سال ۱۳۷۴ می باشد. لازم به ذکر است که در مطالعات نادری ۱۳۸۲، عرفانی ۱۳۸۵، شجری و محبی خواه ۱۳۸۹، مشیری و نادعلی ۱۳۸۹، ابونوری و عرفانی ۱۳۸۹ و صیادنیا و دیگران ۱۳۸۹، سال ۱۳۷۳ به ترتیب به عنوان سال وقوع بحران پولی، بحران ارزی، بحران بانکی-پولی، بحران بانکی، بحران نقدینگی-بانکی و بحران مالی در اقتصاد ایران معرفی گردیده که بیانگر اجماع مطالعات گذشته بر بحرانی بودن سال مذکور در اقتصاد ایران می باشد. به علاوه لازم به ذکر است بر مبنای نتایج حاصل از مدل تحقیق حاضر، سال های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۲ از منظر وقوع بحران، مشابه سال ۱۳۷۴ معرفی گردیده اند. با ملاحظه مقادیر مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی در سال های مذکور، می توان شاهد یک آرامش نسبی در بازارهای ارز و طلا بود. در سال ۱۳۸۰، نرخ ارز ۲٪ کاهش و قیمت طلا ۵٪/۵ افزایش یافته و در عین حال شاهد نرخ تورم ملایم ۱۱٪ و یک رشد اقتصادی مطلوب با نرخ ۵٪/۵ هستیم.^۲ بنابراین نمی توان سال ۱۳۸۰ را به عنوان سال بحران مالی در اقتصاد ایران تلقی نمود. در همین راستا قیمت طلا در سال ۱۳۸۲، ۲۳٪ درصد رشد یافته اما اگر این تلاطم محدود در بازار طلا در سال ۱۳۸۲ را کنار آرامش بازار ارز (رشد ۴ درصدی نرخ ارز) و نرخ متعادل ۱۵٪ درصدی تورم و در نهایت در کنار نرخ بسیار خوب رشد اقتصادی (حدود ۷٪) در سال مذکور قرار دهیم^۳، نمی توان سال ۱۳۸۲ را نیز به عنوان سال وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران پذیرفت. در نتیجه می توان هشدار بحران در سال های فوق الذکر توسط مدل تحقیق را به عنوان یک پیش هشدار جهت ورود به دوران وقوع یک شبه بحران و یا بحران ملایم بانکی در دوره ۱۳۸۰-۱۳۸۶ تلقی و تفسیر نمود.^۴ به عنوان جمع بندی می توان اعلام نمود که سال های دقیق وقوع بحران در دوره دوم وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران، به صورت تفکیکی عبارتست از ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴. دوره سوم بحران مالی در اقتصاد ایران (۱۳۹۱-۱۳۸۹): در دوره زمانی مذکور، اقتصاد ایران با افزایش بی سابقه تحریم های اقتصادی و مالی

۱. همان

۲. همان

۳. همان

۴. مشیری و نادعلی (۱۳۸۹) در مطالعه خود دوره ۱۳۸۰-۱۳۸۶ را به عنوان سال های وقوع بحران بانکی در اقتصاد ایران معرفی نموده اند.

روبه‌رو گردید. به‌دلیل تحریم‌های مذکور درآمد حاصل از صادرات نفت خام و فرآورده‌های نفتی به‌شدت کاهش یافت به‌گونه‌ای که کشور در بسیار از موارد نمی‌توانست نفت خود به فروش برساند و در بسیاری موارد نیز پس از فروش نمی‌توانست پول آن را دریافت نماید. درعمل بسیاری از کشورهای خریدار نفت ایران تنها حاضر به پرداخت پول نفت در قالب ارزهای ملی خود بودند و پرداخت پول نفت به ارزهای معتبر و مرسوم بین‌المللی به‌دلیل تحریم‌های مالی و بانکی گسترده، برای آنها امکان‌پذیر نبود. در این دوره به‌دلیل تحریم بانک‌های ایرانی، شعب آنها در خارج از کشور غیرفعال گردید و بانک‌های بین‌المللی نیز علاوه‌بر بلوکه کردن حساب‌های ارزی ایران، حاضر به همکاری با کشور نبودند. در این شرایط دولت به اجبار و به‌دلیل عدم توانایی در دریافت درآمد حاصل از فروش نفت، مجبور به واردات کالا از کشورهای خریدار نفت خود می‌گردید. از سوی دیگر به‌دلیل تحریم‌های بیمه‌ای ایران، بسیاری از شرکت‌های بیمه‌ای بین‌المللی نیز حاضر به بیمه نفت کشتی‌های ایرانی و خارجی انتقال دهنده نفت ایران نبودن که این مسئله نیز به نوبه خود صادرات نفت ایران را با مشکل مضاعف مواجه نمود. از طرف دیگر به‌دلیل انجام پروژه‌های عمرانی وسیع توسط دولت در کشور (که تأمین مالی آنها توسط بانک مرکزی از طریق انتشار پول انجام گرفته است)، نرخ رشد نقدینگی در کشور افزایش یافت و به‌دلیل رکود در بخش تولید (به‌دلیل کاهش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی که خود ناشی از بدبینی سرمایه‌گذاران به دورنمای فضای کسب‌وکار می‌باشد)، این نقدینگی سرگردان، علاوه‌بر افزایش نرخ تورم، با هدف فعالیت‌های سفته‌بازانه به سوی بازار ارز و بازار طلا سرازیر شده و موجب ایجاد تلاطم‌های بی‌سابقه در بازارهای مذکور گردید. کاهش منابع ارزی کشور بر اثر تحریم‌ها و نقدینگی گسیل شده به سوی بازار ارز، موجبات افزایش شدید نرخ ارز و در مرحله بعد افزایش شدید قیمت طلا را فراهم نموده و زمینه دور جدید افزایش نرخ تورم را فراهم آورد. تدبیر دولت در افزایش بی‌سابقه نرخ سود بانکی به جهت جلوگیری از خروج منابع پولی از بانک‌ها و بازگرداندن نقدینگی‌های سفته‌بازانه از بازارهای ارز و طلا نیز در این دوره مؤثر واقع نگردید. طبق خروجی مدل تحقیق حاضر، سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۱ به‌عنوان سال‌های بحرانی معرفی گردیده‌اند. در سال ۱۳۸۸، بازارهای ارز و طلا دارای آرامش نسبی (به‌ترتیب با رشد ملایم ۳ و ۶ درصدی) و درعین حال رشد قیمت‌ها دارای نرخ رشد ملایم ۱۰ درصدی در کنار نرخ رشد اقتصادی ۳/۷ درصدی و کاهش ۳۹ درصدی کسر بودجه، بوده است.^۱ بنابراین آنچه بیان شد، نمی‌توان نشانه‌های بروز بحران در سال ۱۳۸۸ را تأیید نمود ولیکن از سال ۱۳۸۹، با تلاطم در بازار طلا که ناشی از افزایش حدود ۴۲٪ درصدی قیمت (سکه طلا) در بازار طلا و افزایش ۱۱۶ درصدی کسری بودجه، نشانه‌های مذکور به تدریج ظهور کرده و قابل مشاهده می‌باشد. در سال ۱۳۹۰، در کنار افزایش تلاطم در بازار طلا در قالب افزایش

۱. محاسبه شده بر مبنای بانک داده‌های سری زمانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

حدود ۶۸ درصدی قیمت طلا، تلاطم بازار ارز نیز با افزایش حدود ۲۸ درصدی نرخ ارز آغاز می‌گردد و همه این تلاطم‌ها همراه با افزایش نرخ تورم به ۲۵٪ و کاهش نرخ رشد اقتصادی به ۳٪ (نسبت به سال ۱۳۸۹) صورت گرفته است.^۱ در نتیجه علی‌رغم این که طبق نتایج مدل تحقیق حاضر، سال ۱۳۹۰ به‌عنوان سال بحرانی معرفی نگردیده، اما براساس تحولات اقتصادی و مقادیر متغیرهای کلان اقتصادی، می‌توان سال ۱۳۹۰ را به‌عنوان سال وقوع بحران مالی در اقتصاد ایران تلقی نمود. در سال ۱۳۹۱ تلاطم‌های بازار ارز و طلا شدت بی‌سابقه‌ای یافته و نرخ ارز رشد ۹۲ درصدی و قیمت سکه طلا رشد حدود ۷۴ درصدی را تجربه می‌نماید. در این سال نرخ تورم به ۳۰٪ درصد رسیده و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی منفی (۳٪-) می‌گردد.^۲ بر مبنای آنچه بیان شد، می‌توان جمع‌بندی نمود که سال‌های دقیق وقوع بحران طی دوره سوم بحران مالی در اقتصاد ایران به‌صورت تفکیکی عبارتست از ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱.

در این جا ذکر یک نکته حائز اهمیت می‌باشد که طی فرآیند بررسی نتایج حاصل از اجرای مراحل اول و دوم مدل تحقیق، سعی گردید تا این نتایج یعنی تعیین سال‌های بحرانی و غیربحرانی، با توجه به دو معیار ۱. واقعیت‌های اقتصاد ایران بویژه مقادیر متغیرهای کلان اقتصاد کشور در هر یک از سال‌های مذکور و ۲- نتایج مطالعات داخلی پیشین که با موضوع شناسایی و تبیین بحران‌های مالی در ایران، مورد ارزیابی قرار گیرد. بر طبق بررسی و ارزیابی انجام شده با توجه به دو معیار فوق‌الذکر، نتایج حاصل از مراحل اول و دوم مدل تحقیق، در ۷ مورد از میان ۳۴ مورد (یعنی ۷ سال از میان ۳۴ سال مربوط به دوره‌ی زمانی ۱۳۵۸-۱۳۹۱) مورد تعدیل قرار گرفت. بنابراین می‌توان گفت که مدل هشدار پیش از موعد بحران مالی، در ۲۶ مورد (از میان ۳۴ مورد) توانسته بحرانی بودن و یا نبودن سال‌های دوره زمانی تحقیق را به درستی شناسایی و تشخیص دهد و به این به معنای توانایی ۷۴ درصدی مدل مذکور در تعیین سال‌های بحرانی و غیر بحرانی گذشته اقتصاد ایران می‌باشد. در نهایت سال‌های بحرانی شناسایی شده در اقتصاد ایران، بر مبنای نتایج حاصل از اجرای مراحل اول و دوم پیش بینی بحران در تحقیق حاضر و بررسی مطالعات پیشین با موضوع وقوع بحران‌های مالی در اقتصاد ایران، در جدول ذیل آورده شده است.

۱. همان

۲. همان

جدول ۴: سال‌های بحرانی اقتصاد ایران بر مبنای برآورد مدل تحقیق حاضر و بررسی مطالعات پیشین با موضوع وقوع بحران‌های مالی در اقتصاد ایران

شماره	دوره زمانی وقوع بحران	سال‌های بحرانی
۱	دوره نخست بحران مالی در اقتصاد ایران: (۱۳۶۷-۱۳۶۳)	۱۳۶۳، ۱۳۶۵، ۱۳۶۶، ۱۳۶۷
۲	دوره دوم بحران مالی در اقتصاد ایران: (۱۳۷۴-۱۳۷۳)	۱۳۷۳، ۱۳۷۴
۳	دوره سوم بحران مالی در اقتصاد ایران: (۱۳۹۱-۱۳۸۹)	۱۳۸۹، ۱۳۹۰، ۱۳۹۱

منبع: یافته‌های تحقیق

۳-۲-۴. مرحله سوم: پیش‌بینی مقادیر آتی متغیرهای تحقیق؛ برآورد مدل شبکه عصبی پیشخور

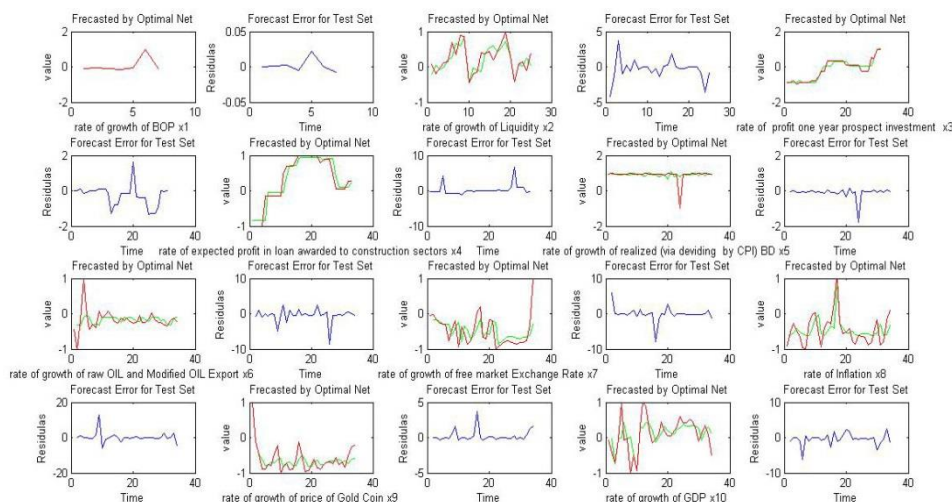
در این مرحله به پیش‌بینی مقادیر آتی هر یک از متغیرهای ده‌گانه تحقیق طی سال‌های افق پیش‌بینی مطالعه یعنی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۵ بر مبنای مدل شبکه عصبی پیشخور و با استفاده از نرم‌افزار متلب^۱ (۲۰۱۲)، پرداخته می‌شود. در این راستا (جهت پیش‌بینی هریک از متغیرها) در ابتدا مدل را با استفاده از داده‌های مربوط به دوره ۱۳۷۹-۱۳۵۸ پیرامون هر یک از متغیرهای مطالعه، آموزش می‌دهیم. در این فرآیند آموزش از "تابع آموزش"^۲ مبتنی بر "الگوریتم لونبرگ-ماکارد"^۳ استفاده می‌گردد. با استفاده از نگارش کدهای برنامه نویسی در نرم‌افزار متلب، تعداد ۱۰۰ مدل شبکه عصبی با تعداد نرون‌ها و وقفه‌های مختلف (مدل‌هایی با لحاظ از حداقل ۱ تا حداکثر ۱۰ وقفه برای داده‌های ورودی مدل و لحاظ تعداد حداقل ۱ تا حداکثر ۱۰ نرون در لایه مخفی مدل) را با استفاده از نمونه آماری فوق‌الذکر برآورد می‌نماییم و بر مبنای حداقل شاخص "ریشه میانگین مجذور خطا" برای عملکرد هر یک از مدل‌ها در پیش‌بینی مقدار هر یک از متغیرها برای دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۱، مدل بهینه انتخاب و آنگاه مدل با استفاده از کل مجموعه داده‌ها آموزش و براساس آن، مقادیر آتی هر یک از متغیرها برای افق پیش‌بینی ۱۳۹۲-۱۳۹۵ پیش‌بینی می‌گردد. نمودار ۶ بیانگر پیش‌بینی انجام شده توسط مدل بهینه برای هریک از متغیرهای تحقیق و مقادیر واقعی آنها برای دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۱ و میزان خطاهای پیش‌بینی مدل برای دوره مذکور است. در ادامه، جدول ۵ حاوی مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل برای متغیرهای ده‌گانه تحقیق برای افق ۱۳۹۲-۱۳۹۵ می‌باشد.^۴

1. MATLAB software2012b

2 . Training Function

3. Levenberg-Marquardt Algorithm

۴. در ارتباط با مدل "پیش‌خور"، نمودارهای موجود در نمودار ۶ (نمودارهای شماره اول و سوم و... از ردیف نخست تا ردیف چهارم و در جهت چپ به راست) که مربوط به خروجی فرآیند آموزش مدل پیرامون پیش‌بینی مقادیر تک‌تک متغیرهای مدل (خطوط کم رنگ) و مقادیر واقعی متغیرها در دوره آموزش مدل (خطوط پررنگ) و همچنین نمودارهای مربوط به خطای پیش‌بینی شبکه "پیش



نمودار ۱: مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل شبکه عصبی پیش‌خور برای هر یک از متغیرهای ده‌گانه تحقیق طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۱ به صورت خطوط سبز رنگ (خطوط کم رنگ)، مقادیر واقعی متغیرهای تحقیق طی دوره مذکور به صورت خطوط قرمز رنگ (خطوط پر رنگ) و مقادیر خطای پیش‌بینی مدل در دوره موردنظر به صورت خطوط آبی رنگ (از سمت راست و به ترتیب از ردیف نخست تا ردیف چهارم، نمودارهای اول، سوم، پنجم و... مربوط به مقادیر پیش‌بینی شده و واقعی متغیرها و نمودارهای دوم، چهارم، ششم و... مربوط به خطای پیش‌بینی مدل می‌باشد)

منبع: یافته‌های تحقیق

خور" در طی فرآیند آموزش (نمودارهای شماره دوم، چهارم، ... از ردیف نخست تا ردیف چهارم و در جهت چپ به راست)، بیانگر این واقعیت است مدل شبکه پیش‌خور توانسته در ارتباط با فهم الگوی تولید داده‌ها به صورت موفق عمل نماید. به عبارت دیگر نزدیکی خطوط مربوط به مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی تک‌تک متغیرها در کنار نوسان مقادیر خطای مدل در **دامنه محدود** و به صورت **قرینه** در حول مقدار خطای صفر، بیانگر موفقیت مدل در فهم الگوی تولید داده‌ها می‌باشد.

جدول ۵: مقادیر پیش‌بینی شده برای متغیرهای ده‌گانه تحقیق طی افق زمانی ۱۳۹۲-۱۳۹۵ توسط مدل شبکه عصبی پیش‌خور

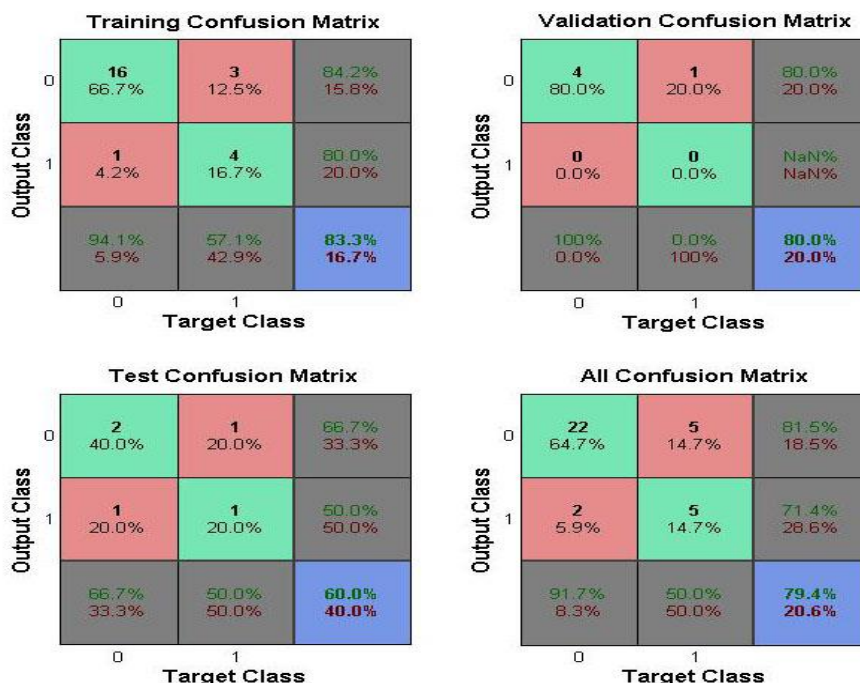
سال و متغیرهای مدل	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
نرخ رشد موازنه در تراز پرداختها (دلاری)	-۱۲۸۵۶	۴۹۸۵۴	-۷۴۰۷۳	-۳۷۰۳۱۶
نرخ رشد نقدینگی براساس اجزاء تشکیل دهنده آن	۰.۲۹۵۱۸	۰.۲۳۴۵	۰.۲۸۷۷۲	۰.۳۰۶۴۷
نرخ سود سپرده یرمایه گذاری یک ساله بانکهای دولتی	۱۷.۱۱۰۷	۱۷.۱۱۱	۱۷.۱۱۰۷	۱۷.۱۱۰۷
نرخ سود (مورد انتظار) تسهیلات بانکی در بخش ساختمان و مسکن	۱۱.۷۸۱۳	۱۱.۶۶۶	۱۱.۶۰۸۶	۱۱.۵۸۰۷
نرخ رشد تراز بودجه دولت (واقعی شده توسط شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی	-۷.۳۰۲۸	-۲۸.۶۱	-۲۸.۷۷۶	-۲۸.۷۷۶
نرخ میزان صادرات نفت خام و فرآورده های نفتی (ریالی)	۰.۰۲۴۳۹	۰.۰۷۵۳	۰.۰۸۲۰۲	۰.۰۸۲۲۶
نرخ رشد قیمت ارز بازار غیررسمی (قیمت یک دلار به ریال)	۰.۱۸۶۳۶	۰.۲۲۴۲	۰.۲۴۸۴۷	۰.۲۶۳۰۴
نرخ رشد شاخص کل بهای کالا و خدمات مصرفی	۰.۳۰۸۸۲	۰.۳۱۸۲	۰.۳۴۳۴۶	۰.۴۳۳۵۷
نرخ رشد قیمت سکه طلای تمام بهار آزادی بازار غیررسمی (طرح قدیم)	۰.۳۲۷۹۲	۰.۳۹۴۴	۰.۲۸۵۸۱	۰.۲۸۳۳۵
نرخ رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه بدون نفت	-۰.۰۷۸	۰.۰۵۶۱	۰.۰۵۱۹۸	۰.۰۵۰۰۳

منبع: یافته‌های تحقیق

۴-۲-۴. مرحله چهارم: پیش‌بینی نهایی بروز بحران مالی؛ برآورد مدل شبکه عصبی شبکه الگو

در این مرحله با استفاده از مدل شبکه عصبی شبکه الگو، به پیش‌بینی نهایی بروز یا عدم بروز بحران مالی در اقتصاد ایران طی دوره زمانی افق پیش‌بینی تحقیق یعنی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۵ می‌پردازیم. برای این منظور می‌بایست مدل شبکه الگو را جهت انجام پیش‌بینی مذکور آموزش دهیم. بنابراین ابتدا با استفاده از نتایج مراحل اول و دوم مدل هشدار پیش از موعد بحران مالی، مجموعه "داده‌های هدف" تحقیق را مشخص می‌نماییم. مجموعه داده‌های هدف عبارتست از یک بردار افقی با ابعاد

۱×۳۴ که سال‌های بحرانی و غیربحرانی را (بر مبنای نتایج مراحل اول و دوم) برای دوره زمانی ۱۳۵۸-۱۳۹۱ مشخص می‌نماید. از سوی دیگر مجموعه "داده‌های ورودی" مدل نیز عبارتست از اطلاعات مربوط به متغیرهای ده‌گانه مدل طی دوره‌ی زمانی ۱۳۵۸-۱۳۹۱. در نهایت با استفاده از داده‌های هدف و داده‌های ورودی، به آموزش مدل شبکه الگو می‌پردازیم. در این راستا ۹ مدل شبکه عصبی با ابعاد متفاوت (با لحاظ تعداد حداقل ۲ و حداکثر ۱۰ نرون در مدل‌های مذکور) را با استفاده از داده‌های ورودی و هدف، آموزش داده و بر مبنای معیار حداقل "میانگین مجذور خطا" (مربوط به عملکرد مدل در فرآیند آموزش نسبت به داده‌های کل دوره ۱۳۵۸-۱۳۹۱)، مدل بهینه را انتخاب می‌نماییم. علت استفاده از حداقل ۲ نرون در لایه مخفی (لایه میانی) مدل شبکه الگو، نیاز به دسته‌بندی داده‌های ورودی (مربوط به سال‌های موردنظر تحقیق) مدل در لایه مخفی به حداقل دو گروه بحرانی و غیربحرانی می‌باشد. نتایج حاصل از فرآیند آموزش مدل "شبکه الگو" بهینه (یعنی آن مدل "شبکه الگو" با ابعاد و تعداد نرون‌های معین که طی فرآیند آموزش، به حداقل "میانگین مجذور خطا" دست یافته است)، در نمودار ۶ آورده شده است. همان‌گونه که در نمودار ۶ بیان شده است، توان انجام دسته‌بندی صحیح توسط مدل بهینه مذکور، ۷۹٪ می‌باشد. به عبارت دیگر، مدل شبکه الگوی بهینه می‌تواند از هر ۳۴ داده ورودی تحقیق (مربوط به ۳۴ سال موردنظر تحقیق)، ۲۵ مورد را به صورت صحیح، شناسایی و دسته‌بندی نماید.



نمودار ۶: ماتریس ترکیبی نتایج مدل شبکه عصبی شبکه الگو

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه براساس مدل "شبکه الگو" بهینه (مدل شبکه عصبی با ابعاد و تعداد بهینه نرون‌ها)، به پیش‌بینی بحران در سال‌های آتی می‌پردازیم. به این منظور، مدل بهینه را با استفاده از داده‌های حاصل از پیش‌بینی انجام شده در مرحله سوم برای مقادیر متغیرهای ده‌گانه برای افق زمانی ۱۳۹۲-۱۳۹۵، به عنوان داده‌های ورودی، "شبیه‌سازی" نموده و آنگاه محصول این شبیه‌سازی عبارتست از پیش‌بینی بروز یا عدم بروز بحران مالی برای دوره افق پیش‌بینی تحقیق. نتایج حاصل از آموزش، انتخاب ابعاد بهینه مدل، شبیه‌سازی و برآورد مدل شبکه الگو، در جدول ۶ آورده شده است. مطابق آنچه در جدول ۶ ذکر شده، بحران مالی که در مراحل اول تا سوم مدل هشدار پیش از موعد، وقوع آن در سال ۱۳۹۱ تأیید گردیده، در سال ۱۳۹۲ نیز ادامه یافته، اما از شدت بحران مذکور طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ به گونه‌ای کاسته می‌شود که می‌توان سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ را سال‌های غیربحرانی تلقی نمود، البته مدل تحقیق هشدار را بر مبنای بازگشت مجدد بحران به اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۴، اعلام می‌نماید. لازم به ذکر است که صحت و وقوع پیش‌بینی تحقیق حاضر، ناظر به سه فرض: ۱. ثبات شرایط بین‌المللی (عدم وقوع تحریم‌های جدید، بحران‌های اقتصادی-مالی جهانی

و منطقه‌ای...، ۲. عدم وقوع بی‌نظمی‌های سیاست‌گذاری، عدم اتخاذ سیاست‌های پیش‌بینی نشده و اتخاذ نشدن سیاست‌های اقتصادی پیشگیرانه توسط دولت و ۳. عدم وقوع بلایای بسیار گسترده طبیعی (از قبیل زلزله، سیل، طوفان، خشکسالی و ...) می‌باشد. به عبارت دیگر، پس از تکمیل یک تحقیق، مطالعه و یا پژوهش در حوزه پیش‌بینی وقوع بحران مالی (از جمله مطالعه حاضر)، می‌توان شاهد دو وضعیت متفاوت بود. وضعیت نخست عبارتست از بروز بحران در سال‌هایی که پیش‌تر طی مطالعات مورد اشاره، سال‌های مذکور به عنوان سال‌های غیربحرانی اعلام گردیده است که این می‌تواند به علت نقض سه فرض مذکور باشد. در وضعیت دوم می‌توان شاهد پیشگیری از بروز بحران توسط سیاست‌گذاران اقتصادی، در سال‌هایی بود که توسط تحقیقات انجام شده به عنوان سال‌های بحران، پیش‌بینی شده است. به عبارت دیگر سیاست‌گذاران اقتصادی می‌توانند با اتخاذ سیاست‌های فعال اقتصادی و مالی، از بروز بحران مالی در سال‌های بحرانی پیش‌بینی شده‌اند، جلوگیری کرده و در واقع از وقوع بحران پیشگیری نمایند.

جدول ۶: نتایج پیش‌بینی مدل شبکه الگو پیرامون وجود یا عدم وجود بحران مالی طی دوره‌ی ۱۳۹۵-۱۳۹۲

سال‌های افق پیش‌بینی تحقیق	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
پیش‌بینی مدل شبکه عصبی محاسبه بردار یادگیرنده	وجود بحران مالی	عدم وجود بحران مالی	وجود بحران مالی	عدم وجود بحران مالی

منبع: یافته‌های تحقیق

در راستای توضیح، توجیح و تفسیر نتایج حاصل از شبیه‌سازی "مدل شبکه الگو" بر مبنای وقایع احتمالی آتی اقتصاد ایران، می‌توان بیان نمود که آنچه می‌توان جهت توضیح و تفسیر نتایج حاصل از طراحی و به کارگیری مدل هشدار پیش از موعد بحران مالی برای اقتصاد ایران طی افق ۱۳۹۵-۱۳۹۲ بیان نمود، به این شرح است که حجم بالایی نقدینگی که موجب جهش سطح عمومی قیمت‌ها و افزایش شدید نرخ تورم در سال ۱۳۹۱ گردید و در عین حال، تحریم‌هایی که شدت گرفتن آن‌ها در کنار سرازیر شدن وجوه (نقدینگی) سرگردان در اقتصاد کشور با هدف سفته‌بازی به سمت بازار ارز و طلا، باعث افزایش شدید نرخ ارز و قیمت طلا در سال مذکور گردیده بود، در سال ۱۳۹۲ نیز فضای اقتصاد کشور را در وضعیت شبه‌بحرانی نگه می‌دارد^۱. اما پیش‌بینی می‌شود که با اجرای سیاست سال‌های اقتصادی هدفمند و مؤثر در ارتباط با کنترل نرخ تورم و در عین حال ایجاد تحرک در بخش تولید، روند کاهش شدت بحران در سال ۱۳۹۲، منجر به خروج کشور در سال ۱۳۹۳ از شرایط بحران مالی گشته و شاخص‌های اقتصادی کشور دچار بهبود شود. به عبارت دیگر پیش‌بینی می‌شود که با

۱. لازم به ذکر است که در ارتباط با سال ۹۲ نیز که به پایان رسیده، تا زمان نگارش تحقیق حاضر، داده‌های ۱۲ ماهه متغیرهای ده‌گانه تخمین طی سال ۱۳۹۲ توسط بانک مرکزی به‌طور رسمی و کامل منتشر نشده است.

اجرای سیاست‌های ضدتورمی از جمله کنترل رشد بی‌رویه حجم نقدینگی، نرخ تورم در سال ۱۳۹۳ دچار کاهش شده (و یا در بدترین حالت، افزایش محسوسی نیابد) و در عین حال با ایجاد امید و بهبود افق کسب و کار و سرمایه‌گذاری در اقتصاد کشور در کنار هدایت هدفمند وجوه مالی بخش خصوصی به سمت سرمایه‌گذاری در بخش تولید به ویژه با افزایش نقش بازار سرمایه از یک طرف و اصلاح کارکرد سیستم بانکی و اعطای تسهیلات به فعالیت بخش تولید از طرف دیگر، تولید ناخالص داخلی کشور با نرخ رشد مثبت مواجه گردد. در عین حال با رونق بخش تولید و افزایش بازدهی انتظاری این بخش در کنار ایجاد انتظار در مردم پیرامون کاهش احتمالی نرخ ارز و طلا به علت کاهش تلاطم در این بازارها و به تبع آن کاهش فرصت‌های سودآوری فعالیت‌های سفته‌بازان، نقدینگی موجود از بازار ارز و طلا خارج گشته و عرضه ذخیره‌های طلا و ارز که در دست مردم می‌باشد، افزایش یافته و رشد نرخ طلا و ارز در بازار آزاد کشور کاهش یابد (و یا در بدترین حالت، افزایش محسوسی ننماید). ولیکن برای سال ۱۳۹۴، مدل تحقیق هشدارهایی را در جهت احتمال بازگشت بحران (البته با شدتی به مراتب خفیف‌تر از سال ۱۳۹۱) بیان می‌نماید. در جهت توضیح و توجیح این هشدار می‌توان بیان کرد که وقوع مجدد بحران در سال ۱۳۹۴ می‌تواند به دو شرط، به واقعیت نزدیک شود (و یا به عبارت دیگر، احتمال آن افزایش یابد): شرط اول آن که مسئولین و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور بدون در نظر گرفتن این واقعیت که اقتصاد کشور در تمامی سال‌های پس از پیروزی انقلاب، همواره با تحریم‌های اقتصادی مواجه بوده و محو کامل این تحریم‌ها در سال‌های آتی دور از ذهن به نظر می‌رسد (زیرا نظام به دلیل رویکردها و آرمان‌های سیاسی و ایدئولوژیک خود همواره با تزارحم‌های بسیاری در سطح بین‌المللی مواجه بوده و خواهد بود و نتیجه طبیعی این تزارحم‌ها، اعمال تحریم‌های اقتصادی بوده و در عین حال وجود دائم تحریم‌ها در تاریخ ۳۳ سال کشور پس از پیروزی انقلاب نیز مؤید این مسأله می‌باشد)، به طراحی و تدبیر جدی را پیرامون مقام سازی اقتصادی کشور نپردازند و صرفاً امید به رفع کامل تحریم‌ها داشته و لذا هیچ‌گونه تمهیدی را در مقابل شوک‌های احتمالی ناشی از تثبیت تحریم‌های موجود و یا تشدید آن‌ها ننمایند. شرط دوم نیز عبارت است از اینکه مذاکرات هسته‌ای به نتیجه نرسیده و شکست آن اعلام شود و بنابراین تثبیت تحریم‌ها (در بهترین حالت و نه تشدید آن‌ها) منجر به وارد شدن یک شوک روانی مجدد به بازارهای مالی و غیرمالی به‌ویژه بازار ارز گشته و نوسانات و تلاطم جدیدی را در این بازارها ایجاد نمایند. در ارتباط با سال ۱۳۹۵ نیز می‌توان بیان نمود که ظهور اثرات میان مدت و بعضاً بلندمدت سیاست‌های ضدتورمی و ضدکودی دولت در سال ۱۳۹۲ و استمرار این سیاست‌ها در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ و در عین حال فروکش کردن شوک روانی احتمالی وارد شده به بازار ارز و کاهش تلاطم‌های احتمالی ناشی از شوک مذکور در بازار ارز از یک طرف و شفاف شدن افق کسب و کار و سرمایه‌گذاری در اقتصاد کشور از بعد تعیین وضعیت تحریم‌ها که خود ناشی از معلوم شدن نتیجه نهایی مذاکرات و متعاقب آن رفع ابهام و تردید پیرامون

تثبیت تحریم‌های موجود و یا کاهش و رفع آن‌ها می‌باشد از طرف دیگر، می‌تواند باعث فاصله گرفتن سال ۱۳۹۵ از شرایط و وضعیت وقوع بحران مالی در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ و حتی ۱۳۹۴ گردد.

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر یک مدل هشدار پیش از موعد بحران مالی برای اقتصاد ایران، دارای چهار مرحله و با ساختار هیبریدی متشکل از شاخص‌های آماری و انواع مدل‌های شبکه عصبی، ارائه گردیده است. در تحقیق حاضر و طی مراحل اول و دوم مدل مذکور، ابتدا به تعیین سال‌های وقوع بحران در اقتصاد ایران پرداخته شده است. طبق نتایج حاصله از اجرای مراحل اول و دوم مدل هشدار پیش از موعد و بررسی نتایج حاصل از مطالعات پیشین با موضوع بررسی و تبیین وقوع بحران‌های مالی - اقتصادی در اقتصاد ایران، دوره‌های وقوع بحران در اقتصاد ایران به شرح ذیل می‌باشند: دوره نخست بحران مالی: سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۶۳ (سال‌های دقیق وقوع بحران: ۱۳۶۳، ۱۳۶۵، ۱۳۶۶ و ۱۳۶۷)؛ دوره دوم بحران مالی: سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۷۳ (سال‌های دقیق وقوع بحران: ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴)؛ دوره سوم بحران مالی: سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۹ (سال‌های دقیق وقوع بحران: ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱). سپس در قالب مرحله سوم به پیش‌بینی مقادیر آتی متغیرهای تحقیق طی دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۹۵ پرداخته شد و در نهایت طی مرحله چهارم مدل هشدار پیش از موعد بحران (و بر مبنای نتایج حاصل از مراحل اول، دوم و سوم)، وجود یا عدم وجود بحران مالی طی سال‌های دوره ۱۳۹۲-۱۳۹۵ مورد پیش‌بینی قرار گرفت. طبق نتایج حاصل از به‌کارگیری و برآورد مدل هشدار پیش از موعد بحران مالی در اقتصاد ایران، دوره سوم بحران مالی در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱، تا سال ۱۳۹۲ ادامه می‌یابد اما در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ از شدت آن به‌گونه‌ای کاسته می‌گردد که می‌توان سال‌های مذکور را سال‌های غیربحرانی نامید، البته مدل تحقیق هشدار را مبنی بر بازگشت مجدد بحران در سال ۱۳۹۴ به اقتصاد ایران اعلام می‌نماید. بنابراین طبق پیش‌بینی مدل هشدار پیش از موعد بحران مالی، سال ۱۳۹۲ سال بحران مالی و سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ سال‌های غیربحرانی (عدم وجود بحران مالی) اقتصاد ایران خواهد بود.

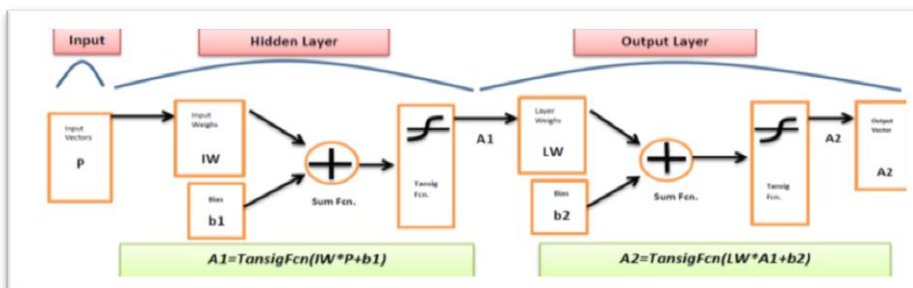
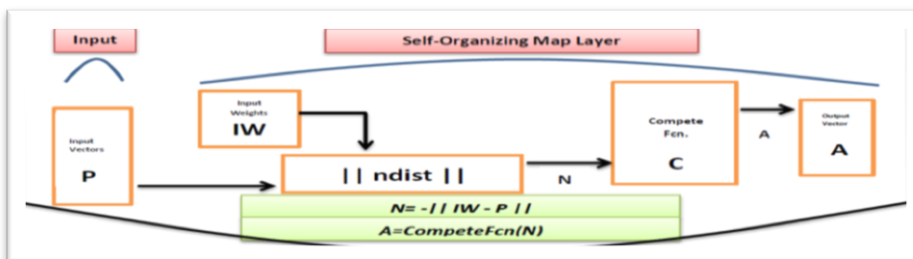
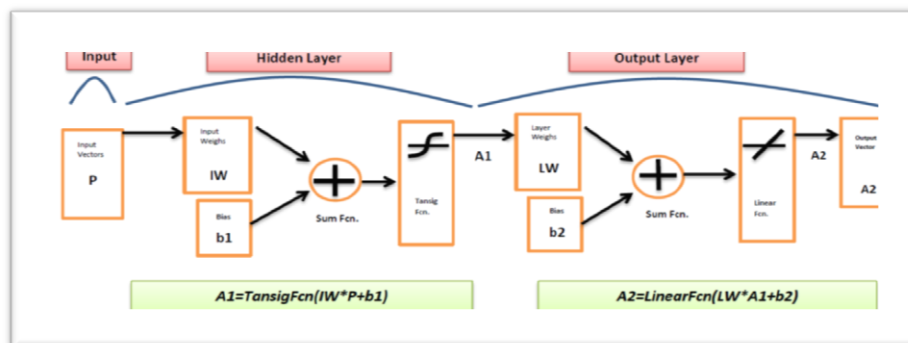
منابع

- ابونوری، اسماعیل و عرفانی، علیرضا (۱۳۸۷)؛ "الگوی چرخشی مارکف و پیش‌بینی احتمال وقوع بحران نقدینگی در کشورهای عضو اوپک"، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۸: ۱۵۳-۱۷۴.
- شجری، پرستو و محبی‌خواه، بیتا (۱۳۸۹)؛ "پیش‌بینی بحران‌های بانکی و تراز پرداخت‌ها با استفاده از علامت دهی کی-ال-آر (مطالعه موردی ایران)"، فصلنامه پول و اقتصاد، شماره ۴: ۱۱۵-۱۵۲.
- صیادنی‌ا، عزت‌الله؛ شجری، هوشنگ؛ صمدی، سعید و ارشدی، علی (۱۳۸۹)؛ "تبیین یک سیستم هشداردهنده جهت شناسایی بحران‌های مالی در ایران"، فصلنامه پول و اقتصاد، شماره ۶: ۱۶۹-۲۱۱.
- عرفانی، علیرضا (۱۳۸۵)؛ "بحران پول رایج و اقتصاد ایران: یک سیستم هشدار پیش از وقوع"، رساله دکتری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مازندران.
- کنعانی، علیرضا (۱۳۸۴)؛ "پیش‌بینی بحران‌های ارزی در اقتصادهای وابسته به منابع نفت با استفاده از ایده الگوی کی-ال-آر"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.
- مشیری، سعید و نادعلی، محمد (۱۳۸۹)؛ "شناسایی بحران‌های بانکی در اقتصاد ایران"، سیاست‌های اقتصادی، شماره ۷۸: ۷۸-۵۹.
- نادری، مرتضی (۱۳۸۲)؛ "ارائه سیستم هشدار پیش از موعد بحران‌های مالی برای اقتصاد ایران"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۱۷: ۱۴۷-۱۵۴.
- "نماگرهای اقتصادی"، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، تاریخ‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۱، شماره‌های ۲۱-۷۱.
- نیلی، مسعود، کنعانی، علیرضا (۱۳۸۴)؛ "پیش‌بینی بحران‌های ارزی در کشورهای وابسته به نفت با استفاده از الگوی کی-ال-آر"، پانزدهمین کنفرانس سیاست‌های پولی و ارزی، ۷۱-۱۰۸، پژوهشکده پولی و بانکی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، تهران.
- Ahmad AL_Allaf, O.N., Tamimi, A.A., Abdalkader, S.A. (2013); "Pattern Recognition Neural Network for Improving the Performance of Iris Recognition System", International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.4.
- Alam, P., Booth, D., Lee, K., Thordarson, T. (2000); "The use of fuzzy clustering algorithm and self-organizing neural networks for identifying potentially failing banks: an experimental study", Expert Systems with Applications, vol.18:185-99.
- Bell, T.B. (1997); "Neural nets or the logit model? A comparison of each model's ability to predict commercial bank failures", International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol.6: 249-64.
- Bonis, R.D., Giustiniani, A. and Gomel, G. (1999); "Crises and Bail Outs of Banks and Countries: Linkages, Analogies, and Differences", The World Economy, vol.22: 55-86.
- Boyacioglu, M.A., Kara, Y., Baykan, O.K. (2008); "Predicting bank financial failures using neural networks, support vector machines and multivariate statistical methods: a comparative analysis in the sample of savings deposit insurance fund (SDIF) transferred banks in Turkey", Expert Systems with Applications, vol.36(2).

- Celik, A.E., Karatepe, Y. (2007), "Evaluating and forecasting banking crises through neural network models: an application for Turkish banking sector", *Expert Systems with Applications*, vol.33: 809–15.
- Fabozzy, J.F. (2001); "Bond Portfolio Management", ebook: <http://www.amazon.com/Bond-Portfolio-Management-2nd-Edition/dp/book-citations/1883249368>.
- Friedman, M. and Schwartz, A.J. (1963); "A Monetary History of United States, 1837-1960, Princeton University Press, Princeton.
- Gabrielsson, P., König, R. and Johansson, U. (2012); "Hierarchical Temporal Memory-Based Algorithmic Trading of Financial Markets", Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, USA.
- Giovanis, E. (2010); "Application of logit model and self-organizing maps (SOMs) for the prediction of financial crisis periods in US economy", *Journal of Financial Economic Policy*, vol.2(2): 98-125.
- Haung, W., Zheng, H. and Chia, W.M. (2010); "Financial crisis and heterogenous interacting agents", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol.34: 1105-1132.
- Mishkin, F. (1992); "Anatomy of Financial Crisis", *Journal of Evolutionary Economy*; vol 2, 115-130.
- Niemira, M.P. and Saaty, T.L. (2004); "An Analytic Network Process model for financial-crisis forecasting", *International Journal of Forecasting*, vol.20: 573-587.
- Olmeda, I., Fernandez, E. (1997); "Hybrid classifiers for financial multicriteria decision making: the case of bankruptcy prediction", *Computational Economics*, vol.10: 317-35.
- Ravi, V., Pramodh, C. (2008); "Threshold accepting trained principal component neural network and feature subset selection: application to bankruptcy prediction in banks", *Applied Soft Computing*, vol.8(4): 1539–48.
- Satchell, S., Knight, J. (2011); "Forecasting Volatility in the Financial Markets", Butterworth-Heinemann, ebook: <http://www.worldcat.org/title/forecasting-volatility-in-the-financial-markets/oclc/173502876/editions?referer=di&editionsView=true>.
- Schwartz, A. J. (1986); "Real and Pseudo Financial Crisis", *Financial Crisis and the World Banking System*, McMillan.London: 11-31.
- Swicegood, P., Clark, J. A. (2001); "Off-site monitoring systems for predicting bank underperformance: a comparison of neural networks, discriminant analysis, and professional human judgment", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol.10: 169-86.
- Tam, K.Y. (1991); "Neural network models and the prediction of bank bankruptcy", *Omega: The International Journal of Management Science*, vol.19(5): 429-45.
- Tam, K.Y., Kiang, M. (1992); "Predicting bank failures: a neural network approach", *Decision Sciences*, vol.23: 926-47.
- Thornton, H. (1802); "An Enquiry into the Nature and Effects of the Paper Credit of Great Britain".

- Bagehot, W. (1873); *Lombard Street: A Description of the Money Market*. HS King, London.
- Vellido, A., Lisboa, P.J.G., Vaughan, J. (1999); "Neural networks in business: a survey of applications: 1992-1998", *Expert Systems with Applications*, vol.17: 51-70.
- Vipin, Dass, S. and Rajni (2013); "Character Recognition using Neural Network", *International Journal of Advance Trends in Computer Science and Technology*, Vol.2, No.3.

ضمائم



نمودار ۱: ساختار مدل‌های شبکه عصبی (به ترتیب از بالا به پایین) پیشخور، نگاشت خودسازمانده و شبکه الگو منبع: طراحی مولف، یافته‌های تحقیق و استاد خودآموز نرم افزار متلب