

## بررسی عوامل تعیین‌کننده نرخ ارز موثر واقعی در ایران با استفاده از رگرسیون فازی

حسین اصغرپور\*

دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه تبریز، [asgharpourh@yahoo.com](mailto:asgharpourh@yahoo.com)

علی مهدیلو

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، [mehdiloo\\_ali@yahoo.com](mailto:mehdiloo_ali@yahoo.com)

سید میثم اسماعیلی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه، [mex460@yahoo.com](mailto:mex460@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۴

### چکیده

نرخ ارز نقش اساسی در تعیین درجه رقابت بین‌المللی و وضعیت اقتصاد داخلی دارد، لذا شناسایی عوامل موثر بر آن می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های تجاری مفید باشد. با این وجود، اثر متغیرها بر نرخ ارز اغلب با ابهام و نااطمینانی همراه است، لذا استفاده از رگرسیون فازی برای تخمین اثر این متغیرها بر نرخ ارز می‌تواند مفید باشد. زیرا رگرسیون فازی بازه‌ای از مقادیر ممکن را برای ضرایب تخمین می‌زند در حالی که رگرسیون کلاسیک تنها یک مقدار مشخص برای ضرایب محاسبه می‌کند. هدف این پژوهش تعیین عوامل موثر بر نرخ ارز موثر واقعی با استفاده از رگرسیون فازی در ایران و در دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ است. در این راستا، از رشد بهره‌وری، مخارج دولت، سیاست‌های تجاری، قیمت نفت و اسکناس و مسکوک در دست مردم به عنوان عوامل مؤثر بر نرخ ارز استفاده شده است. بر اساس یافته‌ها تأثیر مخارج دولت و نرخ رشد بهره‌وری مثبت و اثر قیمت نفت، اسکناس و مسکوکات در دست مردم و سیاست‌های تجاری منفی است. همچنین اثر اسکناس و مسکوکات و قیمت نفت مبهم است. از این رو از ضرایب بازه‌ای برای تخمین اثرگذاری آنها استفاده شده است. **واژه‌های کلیدی:** نرخ ارز موثر حقیقی، منطق فازی، آزمون هم‌انباشتگی، رگرسیون فازی طبقه‌بندی **JEL:** C16، C22، H50.

\* نویسنده مسئول

## 1- مقدمه

پس از فروپاشی نظام نرخ ارز ثابت (نظام برتن وودز) در سطح جهان و مطرح شدن نظام ارزی شناور (سال‌های 1973 به بعد) توجه اقتصاددانان و مسئولین اقتصادی کشورهای با نظام ارزی شناور به شناسایی و تبیین عوامل موثر بر نرخ ارز معطوف شده و در این زمینه مطالعات متعددی انجام گرفته است. مهم‌ترین علت این امر این بود که نوسانات نرخ ارز نوعی نا اطمینانی در اقتصاد ایجاد کرده و از این کانال اثر منفی بر عملکرد اقتصادی برجای می‌گذارد، لذا به منظور کنترل نوسانات نرخ ارز از یک‌سو و پیش‌بینی تغییرات نرخ ارز از سوی دیگر سبب شد تا تحقیقات گسترده‌ای در رابطه با نرخ ارز و عوامل مهم تأثیرگذار بر آن انجام گیرد. در این راستا، اقتصاددانان برای دستیابی به اهداف نظری و تجربی خود، بیشتر روی مفهوم نرخ ارز واقعی تمرکز نموده‌اند تا نرخ ارز اسمی (دامبوش<sup>1</sup>، 1976).

با توجه به اینکه که نرخ ارز حقیقی در هر کشور از شاخص‌های اساسی و بنیادین در تعیین درجه رقابت بین‌المللی بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در صادرات و واردات و نیز عملکرد اقتصادی کشورها دارد، آشفتگی و نوسان در عملکرد این شاخص از یک طرف مبین عدم تعادل در اقتصاد و از سوی دیگر علت بی‌ثباتی بیشتر محسوب می‌شود و این امر تأثیر منفی بر عملکرد اقتصادی دارد (مجرد و علی‌رازینی، 1386). مطالعات انجام شده در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که تغییرات تعدیل نشده در متغیرهای ساختاری به همراه سیاست‌های ناسازگار پولی و مالی دولت‌ها موجب بروز فاصله بین نرخ ارز تحقق یافته از مقادیر تعادلی آن می‌گردد. از این رو تحلیل رفتار نرخ ارز واقعی موثر و شناسایی عوامل تعیین‌کننده آن به منظور تدوین سیاست‌هایی برای تعدیل و کنترل این شاخص همواره توجه کارشناسان و سیاست‌گذاران اقتصادی را به خود معطوف داشته است. از آنجا که شرایط و ساختار اقتصادی حاکم بر کشورها نقش تعیین‌کننده‌ای در روابط بین متغیرهای اقتصادی دارد، لذا چگونگی اثرپذیری نرخ ارز حقیقی از متغیرهای مهم در اقتصاد ایران، از سئوالات اساسی در حوزه نرخ ارز است که در این تحقیق به آن پاسخ داده خواهد شد.

در علم ریاضیات و آمار کلاسیک گزاره‌ها یا غلط هستند یا صحیح، در این علوم مفاهیم به صورت «صفر و یک» یا «سیاه و سفید» هستند. اما در دنیای واقعی مفاهیم همواره «خاکستری» هستند، یعنی نمی‌توان در رابطه با صحیح یا غلط بودن آنها با قطعیت نظر

<sup>1</sup> Dombusch.

داد. مجموعه‌های فازی برای عضویت و یا عدم عضویت مجموعه‌ها از اعدادی با عنوان درجه‌ی عضویت بهره می‌برند که باعث می‌گردد نتوان با قطعیت در مورد صحت مفاهیم یا عضویت در مجموعه‌ها اظهار نظر کرد. رگرسیون فازی نیز با ترکیب منطق فازی و اقتصادسنجی به دنبال برآورد مفاهیم مبهمی از جمله تأثیر عوامل مؤثر بر نرخ ارز واقعی مؤثر در شرایط مختلف نااطمینانی در اقتصاد می‌باشد. بر خلاف رگرسیون کلاسیک که مقادیر خطا در این نوع رگرسیون‌ها به صورت نقطه‌ای مطرح می‌شوند، در رگرسیون فازی جمله اخلاص به صورت بازه‌ای می‌باشد. این مزیت رگرسیون فازی موجب می‌شود تا بتوان نااطمینانی را نیز در تخمین پارامترها وارد مدل کرد (تاناکا<sup>۱</sup>، ۱۹۸۷). از این رو می‌توان استدلال کرد که نتایج رگرسیون فازی در مقایسه با نتایج رگرسیون معمولی در سیاست‌گذاری‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردار بوده و می‌تواند راهنمای مناسبی برای سیاست‌گذاری تلقی شود.

در مقاله حاضر تلاش شده است تا با استفاده از منطق فازی عوامل مهم تأثیرگذار بر نرخ ارز حقیقی در اقتصاد ایران طی فصول سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۸۹ مورد کنکاش علمی قرار گیرد، تا بدین ترتیب ضمن شناسایی عوامل مهم تأثیرگذار بر نرخ ارز واقعی، سهم و نقش هر یک از عوامل در تبیین نوسانات نرخ ارز واقعی مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج تحقیق در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد. شایان ذکر است که به دلیل ماهیت نرخ ارز حقیقی، عوامل متعددی بر آن تأثیرگذار بوده که شناسایی و لحاظ همه این عوامل در مدل تحقیق میسر نمی‌باشد. از این رو، می‌توان متغیرهایی که در تئوری‌های اقتصادی به عنوان عوامل مؤثر بر نرخ ارز موثر حقیقی بیان شده را به عنوان متغیرهای اصلی مدل شناسایی و مورد استفاده قرار داد. به منظور بیان عوامل بیرونی تأثیرگذار بر نرخ ارز حقیقی که قابل شناسایی نمی‌باشند مانند نااطمینانی‌ها، از رگرسیون فازی و تخمین بازه‌ای استفاده می‌شود.

در این راستا، ادامه مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است:

در بخش اول مبانی نظری تحقیق ارائه شده و در قسمت دوم پیشینه تحقیق به اختصار مرور شده است. در بخش سوم به معرفی و توضیح در مورد رگرسیون فازی پرداخته شده و در بخش چهارم ابتدا الگوی تجربی و اقتصادسنجی تحقیق معرفی شده و در ادامه متغیرهای تحقیق به همراه منابع آماری هر یک از آنها توضیح داده شده است. در بخش

<sup>1</sup> Tanaka.

پنجم مدل اقتصادسنجی برازش شده و نتایج تجربی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نهایتاً بخش ششم به نتیجه گیری اختصاص دارد.

## 2- ادبیات تحقیق

در این بخش تعریف مختصری از نرخ ارز موثر حقیقی ارائه شده و در ادامه به بحث در مورد عوامل اثرگذار بر این متغیر پرداخته شده است.

### 2-1- نرخ ارز موثر حقیقی<sup>1</sup>

شاخص های مختلفی از سوی اقتصاددانان برای اندازه گیری نرخ ارز موثر حقیقی ارائه شده است. این شاخص ها در چارچوب ادبیات نظری (شاخص عددی) بنا نهاده شده اند. مهم ترین این شاخص ها عبارتند از نرخ ارز واقعی مبتنی بر قیمت نسبی کالاهای تجاری به کالاهای غیر تجاری، نرخ ارز واقعی مبتنی بر قیمت های مصرف کننده، نرخ ارز واقعی مبتنی بر ارزش واحد صادرات، نرخ ارز واقعی مبتنی بر هزینه های نرمال شده واحد کار در صنعت و نرخ ارز مبتنی بر سودآوری کالاهای تجاری (هابمیر و مسکویتا<sup>2</sup>، 1999).

با توجه به این که در این پژوهش از داده های صندوق بین المللی پول<sup>3</sup> استفاده شده است و این نهاد داده های مربوط به نرخ ارز موثر حقیقی را بر اساس قیمت های مصرف کننده محاسبه می کند در ادامه به توضیح نرخ ارز واقعی مبتنی بر قیمت های مصرف کننده پرداخته می شود.

### 2-2- نرخ ارز موثر واقعی مبتنی بر شاخص قیمت های مصرف کننده<sup>4</sup>

نرخ ارز موثر حقیقی مبتنی بر شاخص قیمت های مصرف کننده غالباً به عنوان شاخصی برای رقابت پذیری استفاده می شود. با فرض اینکه تمام کالاهای تجاری همگن بوده و در نتیجه قیمت آنها به واسطه تجارت بین المللی بین کشورها یکسان باشد، شاخص نرخ ارز موثر حقیقی مبتنی بر شاخص قیمت مصرف کننده، اطلاعاتی را در مورد ارزیابی نسبی قیمت کالاهای غیرقابل تجارت در کشور خودی و کشورهای خارجی ارائه می دهد. بنابراین، این شاخص را می توان به عنوان معیاری از جایابی نسبی بین بخش کالاهای قابل تجارت و کالاهای غیرقابل تجارت در کشور خودی و کشورهای خارجی، تفسیر کرد.

<sup>1</sup> Real Effective Exchange Rate

<sup>2</sup> Habermeier, K., Mesquita, M.

<sup>3</sup> International Money Fund

<sup>4</sup> Bahmani Oskooee (2005)

یکی از مزیت‌های مهم نرخ ارز موثر حقیقی مبتنی بر شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده آن است که این شاخص برای بسیاری از کشورهایی که شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده آنها در دسترس است، می‌تواند محاسبه گردد. برای محاسبه شاخص نرخ ارز موثر حقیقی مبتنی بر شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده از رابطه (1) استفاده می‌شود:

$$REER_{CPI} = \pi_{j \neq i} \left( \frac{E_i CPI_j}{E_j CPI_i} \right) W_{ij} \quad (1)$$

که در رابطه فوق:

$E_i$ : نرخ اسمی ارز برای ایران (یعنی یک دلار آمریکا بر حسب واحد پول ملی ایران)

$E_j$ : نرخ اسمی ارز برای کشورهای شریک عمده تجاری ایران (یعنی یک دلار آمریکا بر حسب واحدهای پول ملی کشورهای خارجی)

$CPI_i$ : شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده (یا شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی) ایران

$CPI_j$ : شاخص قیمت مصرف‌کننده در کشورهای شریک عمده تجاری ایران

$W_{ij}$ : وزن شرکای عمده تجاری ایران

روش محاسبه به این ترتیب است که ابتدا شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده ایران و چهارده شریک منتخب عمده تجاری (آلمان، ژاپن، ایتالیا، انگلستان، فرانسه، آمریکا، ترکیه، هلند، بلژیک، سوئیس، اسپانیا، سوئد، استرالیا و کانادا) را بر اساس یک سال پایه (100=1383) تنظیم نموده، سپس نرخ اسمی ارز ایران را در شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده شرکای تجاری و نرخ ارز شرکای تجاری را در شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده ایران ضرب می‌نمایند آنگاه حاصل ضرب نرخ اسمی ارز ایران در شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده شرکای تجاری را بر حاصل ضرب نرخ اسمی ارز شرکای تجاری در شاخص قیمت‌های مصرف‌کننده ایران تقسیم نموده و نتایج به دست آمده را برای به دست آوردن میانگین هندسی، به توان وزن‌های مربوطه آن رسانده و حاصل آنها را در هم ضرب نموده و در نهایت اعداد به دست آمده را به صورت شاخص در می‌آورند (زینلا و دومینیکی،<sup>1</sup> 1997).

## 2-3- عوامل حقیقی تعیین‌کننده نرخ ارز موثر حقیقی

در ادبیات نظری مدل‌سازی رفتار نرخ ارز حقیقی، مهم‌ترین عوامل حقیقی که به عنوان عوامل مؤثر بر روند نرخ ارز حقیقی تعادلی (ERER) یا بلندمدت بر آنها تأکید شده است عبارتند از رشد بهره‌وری، رابطه مبادله تجاری، قیمت حقیقی نفت، جریان‌ات ورود و خروج سرمایه، سیاست‌های تجاری، اندازه دولت، انباشت سرمایه، نرخ بهره جهانی و ترجیحات

<sup>1</sup> Zanello and Dominique.

مصرف کنندگان. در این مقاله با توجه به مشکلات موجود در جمع آوری اطلاعات آماری، تنها برخی از این متغیرها مورد توجه است که در ادامه بحث، ساز و کار انتقال اثرات تغییر در این عوامل بر نرخ ارز حقیقی تشریح می‌گردد (دامبوش، 1976).

#### 2-4-الف- رشد بهره‌وری

هر فرآیندی که بتواند در یک کشور رشد بهره‌وری بخش قابل مبادله را نسبت به بخش غیرقابل مبادله تسریع نماید (در مقایسه با سایر کشورهای جهان)، منجر به تقویت نرخ ارز حقیقی تعادلی بلندمدت خواهد شد<sup>1</sup>. افزایش بهره‌وری در تولید کالاهای قابل مبادله منجر به افزایش بهره‌وری نهایی نیروی کار در این بخش خواهد شد؛ این امر افزایش دستمزدها در این بخش را به همراه داشته و با فرض تحرک کامل نیروی کار در میان بخش‌ها، منجر به کاهش عرضه و به تبع آن افزایش قیمت کالاهای غیر قابل مبادله و یا به عبارت دیگر، تقویت نرخ ارز حقیقی تعادلی بلندمدت خواهد شد.

با اینکه رشد بهره‌وری عمدتاً در بخش‌های قابل مبادله اتفاق می‌افتد، اما این به معنای نفی رشد بهره‌وری در بخش غیرقابل مبادله نیست. چه بسا رشد بهره‌وری در بخش غیر قابل مبادله سریع‌تر از بخش قابل مبادله باشد. بعلاوه رشد بهره‌وری، اثرات درآمدی مثبتی نیز به همراه دارد. این اثر تقاضای کالاهای غیر قابل مبادله را افزایش داده و منجر به تقویت نرخ ارز حقیقی تعادلی بلند مدت می‌گردد. از آنجا که رشد بهره‌وری به طور مستقیم قابل اندازه گیری نیست، در مطالعات تجربی معمولاً از متغیرهای جانشین<sup>2</sup> برای نشان دادن رشد بهره‌وری استفاده می‌گردد.

#### 2-4-ب- قیمت حقیقی نفت

اگر چه آثار تغییر قیمت حقیقی نفت معمولاً از طریق رابطه تجاری بر نرخ ارز حقیقی تعادلی بلندمدت انتقال می‌یابد، اما به لحاظ اهمیتی که این متغیر از دهه 1970 در صحنه اقتصاد بین‌الملل داشته است، در اغلب مطالعات به عنوان متغیر برون‌زایی که آثار شوک‌های خارجی را بر اقتصاد داخل منتقل می‌سازد، مورد توجه قرار گرفته است (دونالد<sup>3</sup>، 1997).

<sup>1</sup> اثر بالاسا- ساموئلسن

<sup>2</sup> Proxy

<sup>3</sup> Donald.

فرایند انتقال آثار تغییرات قیمت حقیقی نفت بر نرخ ارز حقیقی همانند تغییرات رابطه مبادله تجاری است. با افزایش قیمت حقیقی نفت، نرخ ارز حقیقی کشورهای وارد کننده نفت تضعیف می‌گردد، در حالی که نرخ ارز حقیقی کشورهای صادر کننده نفت تقویت می‌شود (آمانو و نوردن<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸). اهمیت بخش نفت در برخی از کشورهای صادر کننده نفت به قدری است که با افزایش درآمدهای نفتی، اقتصاد این کشورها با "پدیده بیماری هلندی"<sup>۲</sup> مواجه می‌گردد (پیریتا<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹). در واقع، با افزایش قیمت نفت و تقویت نرخ ارز حقیقی کشورهای صادر کننده نفت، نه تنها قابلیت رقابت‌پذیری آنها در صحنه اقتصاد بین‌الملل افزایش نمی‌یابد، بلکه با بروز بیماری هلندی، بخش غیرقابل مبادله اقتصاد آنها با رونق چشمگیری مواجه می‌شود که این امر در بلندمدت مانع شکل‌گیری بخش قابل مبادله در این کشورها گردیده و از این طریق توان رقابت‌پذیری آنها را تضعیف می‌نماید.<sup>۴</sup>

#### 2-4-ج- سیاست‌های تجاری

اعمال سیاست‌های حمایتی، خواه به صورت موانع تعرفه‌ای و خواه به صورت موانع غیر تعرفه‌ای، قیمت نسبی کالاهای وارداتی را افزایش می‌دهد. در نتیجه با فرض جانشین بودن کالاهای غیر قابل مبادله و کالاهای وارداتی، تقاضای کالاهای غیرقابل مبادله افزایش می‌یابد. بالطبع با افزایش تقاضای کالاهای غیرقابل مبادله، قیمت این کالاها افزایش یافته و نرخ ارز تعادلی بلندمدت تقویت می‌گردد. از طرف دیگر با اعمال سیاست‌های حمایتی، واردات کاهش یافته و کسری (مازاد) حساب تجاری کاهش (افزایش) می‌یابد که این امر تقویت نرخ ارز حقیقی تعادلی بلندمدت را تشدید می‌نماید (ادوارد<sup>۵</sup>، ۱۹۹۸). در مطالعات تجربی برای اندازه‌گیری شدت سیاست‌های حمایتی، از متغیرهای جانشین استفاده می‌گردد که برخی از آنها عبارتند از: نسبت ارزش کل صادرات و واردات بر تولید ناخالص داخلی، نسبت درآمد تعرفه‌ای بر ارزش کل واردات و خالص دارایی‌های خارجی. لازم به ذکر است خالص دارایی‌های خارجی در واقع برآیند حساب تراز پرداختها می‌باشد (فروت و راگاف<sup>۶</sup>، ۱۹۹۶).

<sup>۱</sup> Amano & Norden.

<sup>۲</sup> Dutch disease

<sup>۳</sup> Piritta

<sup>۴</sup> برای آشنایی با بیماری هلندی مراجعه شود به: (Martin 1998).

<sup>۵</sup> Edwards

<sup>۶</sup> Froot, and Rogoff

## 2-4-5- اندازه دولت

تصمیمات دولت از طریق نحوه تخصیص مخارج بین کالاهای قابل مبادله و غیرقابل مبادله، و نوع مالیات‌های وضع شده، نرخ ارز حقیقی تعادلی بلند مدت را متأثر می‌سازد (مانگاردینی و راینر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹). افزایش مخارج دولت برای کالاهای غیر قابل مبادله که از طریق وضع " مالیات یکجا"<sup>۲</sup> تأمین مالی می‌گردد، قیمت کالاهای غیر قابل مبادله را افزایش داده و نیرویی در جهت تقویت نرخ ارز تعادلی بلند مدت وارد می‌سازد. از طرف دیگر، مصارف بخش خصوصی برای کالاهای غیرقابل مبادله، هم به دلیل افزایش قیمت این کالاهای، و هم به دلیل وضع مالیات جدید (کاهش تقاضای ناشی از وضع مالیات، کالاهای قابل مبادله را نیز شامل می‌شود) کاهش می‌یابد، که این امر نیرویی در جهت تضعیف نرخ ارز حقیقی تعادلی بلند مدت وارد می‌سازد. حال بسته به آنکه خالص افزایش تقاضای کالاهای غیر قابل مبادله مثبت یا منفی باشد، نرخ ارز تعادلی بلند مدت می‌تواند تقویت و یا تضعیف گردد. البته از آنجا که افزایش تقاضای دولت برای کالاهای غیرقابل مبادله معمولاً بیش از کاهش تقاضای بخش خصوصی برای این کالاهاست<sup>۳</sup> لذا تقویت نرخ ارز حقیقی تعادلی بلند مدت، به ویژه در کشورهای در حال توسعه که دولت نقش مسلط دارد محتمل تر است (سباستین<sup>۴</sup>، ۱۹۹۱).

## 3- مطالعات تجربی

در ایران و جهان، مطالعات مختلفی در زمینه نرخ ارز انجام شده است اما، در ذیل به منتخبی از مطالعاتی که به بررسی عوامل موثر بر آن پرداخته، اشاره می‌شود:

طیبی و زمانی (۱۳۹۱) به بررسی تاثیر باز بودن اقتصادی بر نرخ ارز از طریق الگوهای ARCH و هایو (۲۰۰۲) طی سالهای ۱۹۷۵-۲۰۰۹ در کشورهای OECD و ایران پرداخته- اند. نتایج نشان می‌دهد که باز بودن اقتصادی نوسانات نرخ ارز را در کشورهای OECD که اغلب دارای رژیم ارزی شناور هستند، تعدیل می‌کند. این نتایج برای ایران هم که دارای رژیم ارزی مدیریت شده است نیز مورد تایید قرار می‌گیرد.

<sup>۱</sup> Mongardini and Rayner (2009)

<sup>۲</sup> lump sum Tax

<sup>۳</sup> زیرا میل نهایی به مصرف بخش دولتی معمولاً بزرگتر از بخش خصوصی است

<sup>۴</sup> Edwards Sebastian.(1991).



طیبری و زری حسینی (1391) به آزمون اثر بالاسا-ماموئلسون در اقتصاد ایران در بازه زمانی 1980-2008 پرداخته‌اند. نتایج حاصل از برآورد الگوی اثر بالاسا - ساموئلسون با استفاده از روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده نشان می‌دهد که بهره‌وری نسبی بخش قابل تجارت دارای ضریب مثبت و معنادار در سطح اهمیت 5 درصد بوده و در بلندمدت و بهره‌وری نسبی بخش غیرقابل تجارت دارای ضریب منفی در همان سطح اهمیت در کوتاه-مدت و بلندمدت هستند. این نتایج به طور کلی با نظریه اقتصادی یعنی، اثر بالاسا - ساموئلسون مطابقت دارد.

همتی و مباحثریور (1390) در مطالعه‌ای به بررسی اثر شوک‌های حقیقی و اسمی طی بازه 1369 تا 1387 و با استفاده از مدل VAR ساختاری بر نرخ ارز حقیقی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که شوک‌های حقیقی نقش غالب را در توضیح تغییرات نرخ حقیقی ارز ایفا می‌کنند.

تقوی و محمدی (1390) پولی بودن نوسانات نرخ ارز و تراز پرداخت‌ها را در اقتصاد ایران مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که رهیافت پولی نرخ ارز اگر چه درستی علامت ضرایب و معنی‌داری آنها را از لحاظ آماری رد نمی‌کند ولی به دلیل ارضا نکردن محدودیت ضرایب مدل پولی از اعتبار قوی برخوردار نیست.

کازرونی و همکاران (1389) به بررسی عوامل مؤثر بر بی‌ثباتی نرخ واقعی ارز با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه طی دوره زمانی 1350 تا 1384 پرداخته‌اند. برای این منظور، از مدل GARCH در برآورد شاخص بی‌ثباتی نرخ ارز واقعی استفاده شده و مدل تحقیق به وسیله روش هم‌انباشتگی جوهانسن تخمین زده شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان دهنده این است که تأثیر متغیرهای درجه باز بودن تجاری و تغییرات تولید ناخالص داخلی سرانه بر بی‌ثباتی نرخ واقعی ارز منفی بوده و اثر متغیرهای مخارج دولتی و نرخ تورم نیز بر بی‌ثباتی نرخ ارز واقعی مثبت و معنی‌دار است.

نجفی و پرقندان (1387) طی مطالعه‌ای به تعیین عوامل اساسی مؤثر بر نرخ ارز واقعی در اقتصاد ایران طی دوره 1352 تا 1386 پرداخته‌اند. در این مطالعه از یک الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترده استفاده شده است. نتایج بدست آمده از مطالعه آنها نشان می‌دهد که متغیرهای مخارج دولتی، جریان ورودی سرمایه و درآمدهای نفتی در کوتاه مدت بر نرخ ارز واقعی اثر منفی و متغیر درجه باز بودن اقتصاد اثر مثبت دارد. اما در بلندمدت متغیرهای هزینه‌های دولتی، جریان ورودی سرمایه، درآمدهای نفتی و رابطه مبادله تجاری

دارای اثر منفی بر نرخ ارز واقعی می‌باشند و متغیرهای درجه باز بودن اقتصاد و نرخ بهره حقیقی جهانی بر نرخ ارز واقعی ایران اثر مثبت دارد. از میان مطالعات خارجی کاپوراله، چیفری، گیراردی<sup>1</sup> (2011) با استفاده از تکنیک شبیه سازی پویا و در قالب مدل اقتصاد کلان دو کشوری به بررسی تأثیر شوک‌های مالی روی نرخ ارز حقیقی در شش کشور آمریکای لاتین با استفاده از داده‌های فصلی در دوره 1980 تا 2006 پرداخته‌اند. آنها در مطالعه با استفاده از ساختار تصحیح خطای برداری و تکنیک های شبیه سازی پویا (مانند تجزیه واریانس و توابع ضربه-واکنش) به بررسی اثر پویای شوک‌ها بر روی نرخ ارز حقیقی مبادرت نموده‌اند. مطابق با نتایج شوک‌های مالی نیروی محرک مهم برای نوسانات نرخ ارز بوده و یکی از تعیین کننده‌های پویای آن محسوب می‌شود.

بنتریکس و لن<sup>2</sup> (2009) با استفاده از روش پنل VAR برای یازده کشور عضو اتحادیه پولی اروپا (EMU) طی دوره 1970 تا 2006 و با استفاده از داده های سالیانه به بررسی رابطه بین مخارج دولت و نرخ ارز حقیقی پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده برای کشورهای با نظام-های ارزی متفاوت نشان دهنده آن است که کشورهای با نظام نرخ ارز ثابت در مواجهه با شوک مخارج دولت با افزایش در ارزش حقیقی نرخ ارز واقعی روبرو هستند ولی کشورهای که دارای نظام شناور ارزی هستند با کاهش ارزش واقعی در نرخ ارز حقیقی مواجه می‌باشند.

راون و همکاران<sup>3</sup> (2007) با استفاده از مدل خود بازگشت برداری ساختاری (SVAR) و داده های فصلی مربوط به چهار کشور صنعتی (آمریکا، انگلستان، کانادا و استرالیا) طی دوره زمانی 1975 تا 2005 نشان داده‌اند که افزایش در خریدهای دولتی (مخارج دولتی) منجر به افزایش در سطح تولید و مصرف خصوصی و بدتر شدن تراز تجاری و کاهش ارزش نرخ واقعی ارز می‌شود.

شناتز و همکاران<sup>4</sup> (2005) در مقاله‌ای با عنوان بهره‌وری و نرخ ارز دلار-یورو، اثرات بهره‌وری بر روی نرخ ارز دلار-یورو را بررسی کرده‌اند. این مقاله با توجه به اثر بالاسا-

<sup>1</sup> Caporale, Ciferri and Girardi

<sup>2</sup> Benetrix & Lane

<sup>3</sup> Ravn

<sup>4</sup> Schnatz, et al.

ساموئلسون، بر نقش تفاوت بهره‌وری در تعیین نرخ واقعی ارز تمرکز کرده است. به منظور تخمین ضرایب الگو در این مقاله از روش جوهانسون استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری از اواسط دهه 1990 توانسته است حداکثر 18 درصد از کاهش ارزش یورو در مقابل دلار را توضیح دهد.

بررسی مطالعات منتخب فوق و سایر مطالعات صورت گرفته در این زمینه نشان می‌دهد که عوامل متعددی بر نرخ ارز موثر می‌باشد که در کمتر مطالعه‌ای می‌توان اثرپذیری نرخ ارز از این تعداد متغیر مهم و اثرگذار در سطح کلان (که بر اساس تئوری‌ها و مطالعات متعدد گرد هم آمده) را مشاهده نمود. در این مطالعه با بکارگیری رگرسیون فازی تلاش شده تا مهمترین متغیرهای موثر بر نرخ ارز حقیقی موثر تعیین شود.

#### 4- رگرسیون فازی

##### 4- الف - معرفی منطق فازی

انسانها عناصر هوشمند طبیعت هستند که همواره در تلاش برای درک محیط خود بوده و در این راه اغلب با عدم قطعیت و حتمیت مواجه هستند. مفاهیم مبهم و نادقیق بسیاری در اطراف ما وجود دارند که آنها را به صورت روزمره در قالب عبارتهای مختلف بیان می‌کنیم. در واقع، هراسانی بر اساس عوامل گوناگون و بر پایه تفکر استنتاجی خود جملات را تعریف و تعیین می‌کند که الگوبندی آنها به زبان و فرم ریاضی کاری مشکل به نظر می‌آید (صادقی، 1382). برای مثال به این جمله دقت کنید:

« آسمان ابری است » هیچ کمیتی برای ابری بودن آسمان موجود نیست تا اندازه آن را اندازه بگیریم، بلکه این یک حس کیفی است.

نظریه مجموعه‌های فازی<sup>1</sup> در سال 1965 توسط پروفیسور « لطفی عسگرزاده<sup>2</sup> » (رئیس دانشگاه برکلی) معرفی شد. نظریه مجموعه‌های فازی، نظریه‌ای است که در شرایط ابهام و عدم اطمینان کاربرد دارد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و عبارات نا دقیق را با زبان ریاضی بیان کند و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد.

##### 4-ب - معرفی رگرسیون فازی<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fuzzy Set Theory

<sup>2</sup> Lotfi A. Zadeh

<sup>3</sup> Fuzzy Regression

رگرسیون فازی توسط تاناکا و همکارانش<sup>1</sup> پیشنهاد شده است. مفهوم اساسی تئوری فازی و رگرسیون فازی این است که جمله خطا از باقیمانده‌های بین مقادیر تخمین زده شده و مقادیر اصلی یا مشاهده‌ها تولید نمی‌شود، بلکه به دلیل نبود قطعیت در عوامل مدل به کار گرفته می‌شوند. در رگرسیون خطی کلاسیک، به ازای هر سری از متغیرهای ورودی تنها یک مقدار مشخص برای متغیر خروجی محاسبه می‌گردد، در حالی که رگرسیون فازی بازه-ای از مقادیر ممکن را برای متغیر خروجی تخمین می‌زند. این مقادیر به وسیله یک توزیع امکانی که به صورت تابع عضویت<sup>2</sup> نشان داده می‌شود، مشخص می‌شوند. بنابراین، برخلاف رگرسیون کلاسیک که مبتنی بر تئوری احتمال می‌باشد، رگرسیون فازی بر اساس تئوری امکان و تئوری مجموعه‌های فازی پایه گذاری شده است. به طور کلی در شرایطی که موارد زیر اتفاق افتد از رگرسیون فازی استفاده می‌شود (کوره پزان، 1387):

- 1) ناکافی بودن تعداد داده‌ها و مشاهدات آماری،
  - 2) عدم تبعیت خطاها از توزیع نرمال،
  - 3) مبهم بودن نحوه ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته،
  - 4) وجود ابهام در ارتباط با یک پیشامد،
  - 5) نادرست بودن فرضیات خطی سازی.
- برای برآزش یک مدل رگرسیون خطی فازی سه دسته مدل وجود دارد:
- 1) مدل‌های رگرسیون امکانی فازی،
  - 2) مدل‌های رگرسیون کمترین مربعات فازی،
  - 3) مدل‌های رگرسیون مبتنی بر تحلیل بازه‌ای.

مدل‌های رگرسیون امکانی، بهترین معادله رگرسیون را با مینیمم کردن میزان فازی بودن به دست می‌آورند در حالی که مدل‌های رگرسیون مجموع مربعات، با مینیمم کردن مجموع مربعات خطاها یعنی اختلاف بین خروجی‌های مشاهداتی و محاسباتی این کار را انجام می‌دهند و در نهایت مدل‌های رگرسیون مبتنی بر تحلیل بازه‌ای، ضرایب و داده‌های معادله رگرسیون را به صورت اعداد بازه‌ای در نظر می‌گیرند. مدل رگرسیون خطی فازی در حالت کلی به این ترتیب است:

<sup>1</sup> Tanaka, H & S. Uejima & K. Asai (1982)

<sup>2</sup> Membership function

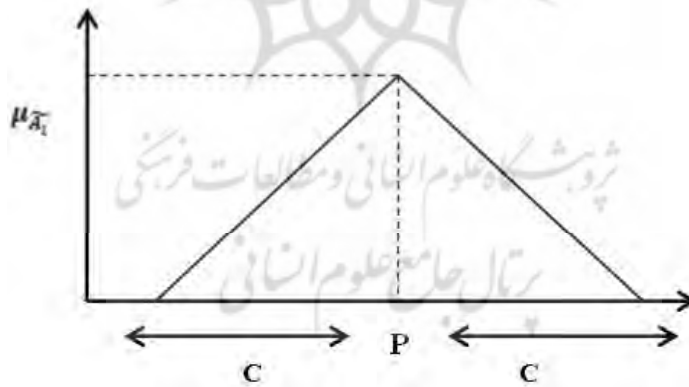
$$\tilde{Y} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 x_1 + \tilde{A}_2 x_2 + \dots + \tilde{A}_n x_n = \sum_{i=1}^n \tilde{A}_i x_i = \tilde{X} \tilde{A}_i \quad (2)$$

به طوری که  $\tilde{A}_i$  ضرایب این معادله که اعداد فازی بوده و متغیرهای ورودی اعداد معمولی می‌باشند. با توجه به رابطه بالا برای هر  $n$  متغیر ورودی، یک عدد فازی مانند  $\tilde{Y}$  به عنوان خروجی به دست آورده می‌شود هدف این است که بر اساس یک مجموعه از داده‌های مشاهده‌ای، ضرایب فازی مربوط به این رابطه به گونه‌ای به دست آورده شود که معادله مزبور بهترین برازش را بر روی داده‌ها داشته باشد. به دلیل اینکه تابع عضویت مثلثی در اقتصاد دارای کاربرد فراوان بوده و در اغلب مطالعات اقتصادی از آن بهره گرفته شده‌است، از این رو در مطالعه حاضر نیز از این تابع عضویت استفاده می‌شود. تابع عضویت ضرایب معادله رگرسیون به صورت رابطه (3) تعریف می‌گردد<sup>1</sup>:

$$\mu_{\tilde{A}_i}(a_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|p_i - a_i|}{c_i} & p_i - c_i \leq a_i \leq p_i + c_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

به طوری که  $p_i$  مرکز عدد فازی و  $c_i$  پهنای تابع عضویت می‌باشند. بنابراین،  $\tilde{A}_i$  یک عدد فازی برای نشان دادن مقدار "تقریباً برابر  $p_i$ " بوده و  $c_i$  نشانگر میزان فازی بودن آن می‌باشد که این مفهوم به شکل  $\tilde{A}_i = (p_i, c_i)$  نمایش داده می‌شوند. بنابراین، داریم:

$$\tilde{Y} = (p_0, c_0) + (p_1, c_1)x_1 + (p_2, c_2)x_2 + \dots + (p_n, c_n)x_n \quad (4)$$



نمودار (1): درجه عضویت فازی

<sup>1</sup> در بحث منطق فازی توابع عضویت مختلفی وجود دارد که برای آشنایی بیشتر می‌توان به کتاب کوره پزان دزفولی (1387) مراجعه کرد.

به دلیل استفاده از مدل رگرسیون کمترین مجموع مربعات فازی<sup>1</sup> در ادامه به شرح این روش پرداخته شده است. یکی از رویکردهای حل مسایل رگرسیون خطی فازی استفاده از روش کمترین مربعات است که هدف، مینیمم کردن اختلاف بین داده‌های مشاهداتی و محاسباتی می‌باشد. برای این کار روش ترکیبی رگرسیون کلاسیک و رگرسیون فازی که توسط ساویچ و پدريچ<sup>2</sup> پیشنهاد گردیده است مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش همان‌طور که اشاره شد ترکیبی از روش کمترین مربعات معمولی و رویکرد مینیمم کردن میزان فازی بودن است. برای ساختن یک رگرسیون فازی دو گام وجود دارد:

**گام اول-** در این گام ضرایب رگرسیون کلاسیک را برای داده‌هایی که وجود داشته و قابل مشاهده هستند محاسبه می‌کنیم. سپس ضرایب به دست آمده را برابر مرکز ضرایب معادله رگرسیون فازی قرار می‌دهیم. بدین شکل مقدار  $p_i$  ها معلوم می‌گردد.

**گام دوم-** در این گام نیز با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی رابطه (5) پهنای هر یک از ضرایب  $c_i$  محاسبه می‌شود.

$$\text{minimize} \quad 0 = mc_0 + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_i |x_{ij}| \quad (5)$$

$$p_0 + \sum_{i=1}^n p_i x_{ij} - (1-h)[c_0 + \sum_{i=1}^n c_i x_{ij}] \leq y_i \quad (6)$$

$$p_0 + \sum_{i=1}^n p_i x_{ij} + (1-h)[c_0 + \sum_{i=1}^n c_i x_{ij}] \geq y_i \quad (7)$$

همواره برای بهینه‌یابی (چه بیشینه‌سازی و چه کمینه‌یابی) از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌گردد. در برنامه‌ریزی خطی معادله هدف با توجه به محدودیت‌هایی که تحت عنوان معادلات فرعی (قیود مسأله) شناخته می‌شوند بهینه‌یابی می‌گردد، برای این منظور ابتدا فضای جواب‌های ممکن یافته شده و سپس برداری که توان بهینه‌یابی مدل را دارد، انتخاب خواهد شد. نرم افزار lingo 11 توان محاسبه معادلات با قیدهای زیاد را داراست که در این مقاله نیز از این نرم افزار استفاده گردیده است. در مدل بالا  $m$  تعداد مشاهدات و  $h$  میزان فازی بودن را نشان داده و توسط کاربر تعیین می‌شود، و با افزایش آن، میزان فازی بودن کاهش می‌یابد. به بیان ساده‌تر  $h$  بیانگر ابهام موجود در مدل می‌باشد و با افزایش آن بازه به دست آمده برای ضرایب کوچک‌تر خواهد شد.

## 5- داده‌های مطالعه

<sup>1</sup> The minimum sum of squares

<sup>2</sup> Savic and Pedrycz

جهت ارائه یک تصویر کلی از عوامل اثر گذار بر نرخ ارز حقیقی از لگاریتم نرخ ارز واقعی موثر (REER) به عنوان متغیر وابسته و از نرخ رشد بهره‌وری (GREFFI)، مخارج دولت (GOVEXPEN)، شدت سیاست‌های تجاری (TRADE POLICI)، قیمت جهانی نفت (POIL) و میزان اسکناس و مسکوک موجود در دست مردم (MONEY) به عنوان متغیرهای توضیحی استفاده گردیده است. داده‌های این مطالعه بر اساس امکان دسترسی سال‌های 1381/فصل اول تا سال 1389/فصل چهارم را شامل می‌شود. هرچند سعی بر این بوده که تا حد امکان، اطلاعات و داده‌های آماری مورد استفاده از یک منبع استخراج شوند، ولی متأسفانه به دلیل کمبود اطلاعات مورد نیاز مجبور به استفاده از منابع مختلف شده‌ایم به طوری که، اکثر اطلاعات از سایت رسمی بانک مرکزی ایران و داده مربوط به نرخ ارز و قیمت نفت از سایت IMF وابسته به صندوق بین‌المللی پول<sup>1</sup> استخراج شده است. پس از تخمین حالات مختلفی از مدل و بررسی آن در نهایت مدل لگاریتمی به عنوان بهترین خروجی تشخیص داده شد که به صورت رابطه (8) برآورد خواهد گردید:

(8)

$$LREER = F(LGREFFI, LGOVEXPEN, LTRADE POLICI, LPOIL, LMONEY)$$

شایان ذکر است که تمامی متغیرهای بکارگرفته شده در این پژوهش بر اساس مطالعات تجربی قبلی بوده و متغیرهای قابل محاسبه جایگزین شاخص‌های اثرگذار بر نرخ ارز موثر حقیقی گردیده است بطوری که به جای رشد بهره‌وری از لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه استفاده گردیده است.<sup>2</sup> لگاریتم مخارج دولت که از مجموع مخارج جاری و عمرانی دولت تشکیل گردیده<sup>3</sup>، لگاریتم شدت سیاست‌های تجاری که از نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی<sup>4</sup> و لگاریتم قیمت جهانی نفت که از میانگین قیمت نفت برنت دریای شمال و وست تگزاس<sup>5</sup> محاسبه گردیده و بکارگیری لگاریتم متغیر میزان اسکناس و مسکوک موجود در دست مردم می‌باشد.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> International Money Fund

<sup>۲</sup> این متغیر از مطالعات بالاسا و ساموئلسن (1964) بر گرفته شده است.

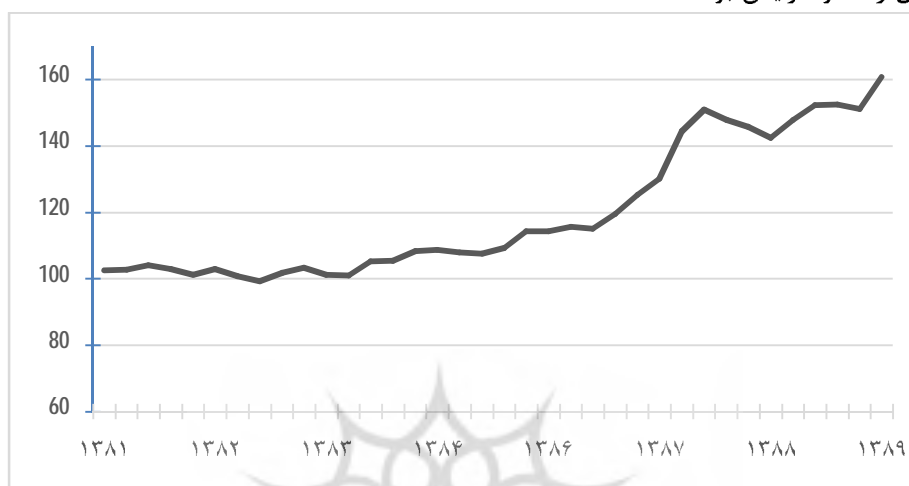
<sup>۳</sup> این متغیر از مطالعات مارش و تاکریچ (1994) بر گرفته شده است.

<sup>۴</sup> این متغیر از مطالعات ادواردز (1998) بر گرفته شده است.

<sup>۵</sup> این متغیر از مطالعات پی ریت تا (1999) بر گرفته شده است.

<sup>۶</sup> این متغیر از مطالعات مک دونالد (1997) بر گرفته شده است.

در ادامه روند حرکت نرخ ارز موثر حقیقی در طول بازه مورد بررسی، رسم گردیده است. آنچه از نمودار شماره 2 برمی آید این نکته است که در طول زمان، نرخ ارز موثر حقیقی در حال رشد و افزایش بوده است.



نمودار (2): روند حرکت نرخ ارز موثر حقیقی

### 6- یافته‌های تجربی

در این تحقیق برای بیان رابطه بین نرخ ارز حقیقی مؤثر و متغیرهای تأثیرگذار بر آن به صورت فازی، از روش کمترین مربعات مبتنی بر مینیمم کردن میزان فازی بودن استفاده می‌شود. به طوری که ابتدا مقدار ضرایب با استفاده از روش هم‌انباشتگی جوهانسون-جوسیلیوس برآورد شده و سپس به عنوان مرکز ضرایب قرار داده می‌شود. در نهایت با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی ذکر شده، پهنای هرکدام از ضرایب فازی به منظور وجود ابهام در مدل محاسبه می‌شود. در زیر مراحل انجام به همراه نتایج توضیح داده شده است:

#### مرحله اول: تخمین ضرایب با استفاده از رگرسیون کلاسیک

همان‌طور که قبلاً گفته شد در رگرسیون فازی ابتدا لازم است ضرایب رگرسیون کلاسیک تخمین زده شود. برای این منظور در تحقیق حاضر از آزمون هم‌انباشتگی جوهانسون-جوسیلیوس به منظور وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل استفاده شده است. مطابق ادبیات هم‌انباشتگی جوهانسون-جوسیلیوس ابتدا لازم است درجه انباشتگی متغیرهای مدل بررسی شود. برای تعیین درجه جمعی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد دیکی-فولر و فیلیپس-پرون استفاده می‌شود که نتایج حاکی از این واقعیت می‌باشد که تمامی



متغیرهای مورد مطالعه در بازه مورد بررسی  $I(1)$  می‌باشند، بنابراین به دلیل جمعی از درجه یک بودن تمامی متغیرها می‌توان از روش جوهانسون - جوسیلیوس استفاده کرد. در این روش با استفاده از آماره آزمون اثر و آزمون حداکثر مقدار ویژه، به بررسی وجود و یا عدم وجود بردار یا بردارهای هم‌انباشته‌گی میان متغیرهای الگو پرداخته می‌شود. آزمون حداکثر مقدار ویژه، وجود  $r$  بردار هم‌انباشته کننده را در برابر وجود  $r+1$  بردار هم‌انباشته کننده مورد آزمون قرار می‌دهد.  $r$  بردار هم‌انباشته کننده زمانی پذیرفته می‌شود که کمیت آماره آزمون از مقدار بحرانی آن کوچکتر باشد. آزمون اثر، وجود حداکثر  $r$  بردار هم‌انباشته را در مقابل وجود بیشتر از  $r$  بردار هم‌انباشته آزمون می‌نماید.

جدول (1): نتایج حاصل از آزمون اثر برای تعیین تعداد بردارهای هم‌انباشته

آزمون اثر		آماره آزمون	مقدار بحرانی سطح اطمینان 95%
فرضیه صفر	فرضیه مقابل		
$r=0$	$r \geq 1$	169/75	151/26
$r \leq 1$	$r \geq 2$	110/81	96/21
$r \leq 2$	$r \geq 3$	47/85	51/09
$r \leq 3$	$r \geq 4$	24/79	25/93
$r \leq 4$	$r \geq 5$	8/49	9/54
$r \leq 5$	$r \geq 6$	2/08	3/84

منبع: محاسبات محقق

جدول (2): نتایج آزمون حداکثر مقدار ویژه برای تعیین تعداد بردارهای هم‌انباشته

آزمون اثر		آماره آزمون	مقدار بحرانی سطح اطمینان 95%
فرضیه صفر	فرضیه مقابل		
$r=0$	$r=1$	92/37	78/12
$r \leq 1$	$r=2$	75/07	55/05
$r \leq 2$	$r=3$	33/87	45/11
$r \leq 3$	$r=4$	25/16	27/58
$r \leq 4$	$r=5$	16/39	21/13
$r \leq 5$	$r=6$	7/45	14/26

منبع: محاسبات محقق

با توجه به وجود شش متغیر در مدل و نتایج آزمون اثر و آزمون حداکثر مقدار ویژه، وجود حداکثر دو رابطه هم‌انباشتگی پذیرفته می‌شود. بر اساس این دو بردار در جدول 3 رابطه هم‌انباشتگی بین نرخ ارز حقیقی مؤثر با مخارج دولتی، حجم نقدینگی، قیمت نفت، سیاست‌های تجاری و نرخ رشد بهره‌وری تخمین زده شده است.

جدول (3): بردار هم‌انباشتگی آزمون جوهانسون-جوسیلیوس

REER	C	LGRI	LGOV	LTD	LOP	LMON
1	0/776	0/098	0/104	-0/271	-0/098	-0/345
t	*2/34	*3/02	*2/78	*-4/19	** -1/87	*-2/52

\*\* معنی دار در سطح 1 درصد، \* معنی دار در سطح 5 درصد.

منبع: خروجی نرم افزار Eviews6

بر اساس نتایج جدول 3، ضریب مثبت تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه و مخارج دولت بیانگر این واقعیت است که با افزایش این متغیرها نرخ ارز موثر حقیقی افزایش می‌یابد. یعنی با افزایش تولید، صادرات افزایش و واردات کاهش خواهد یافت و افزایش در مخارج دولت و بسترسازی برای پیشرفت و توسعه جامعه هم کمک شایانی به افزایش نرخ ارز در جامعه خواهد کرد. اما در مقابل با افزایش قیمت جهانی نفت، شدت سیاست‌های تجاری و حجم اسکناس و مسکوک موجود در دست مردم نرخ ارز موثر حقیقی کاهش می‌یابد. افزایش قیمت جهانی نفت، متعاقباً افزایش قیمت نفت ایران را در پی خواهد داشت که این امر باعث افزایش عرضه ارز و کاهش آن خواهد گردید همچنین افزایش شدت سیاست‌های تجاری یا به عبارتی افزایش درجه باز بودن اقتصاد، باعث کمک به افزایش بی‌رویه صادرات و کاهش واردات به داخل کشور و کاهش نرخ ارز می‌گردد. همچنین با توجه به نظام نرخ ارز حاکم بر جامعه که نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده است، افزایش در عرضه پول و تورم، تقاضا برای کالاها و خدمات را در کشور افزایش می‌دهد که این خود منجر به کاهش صادرات و افزایش واردات می‌شود.

### مرحله دوم: به دست آوردن پهنای ضرایب با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی

در نحوه تأثیر عوامل مؤثر بر نرخ ارز حقیقی مؤثر این امکان وجود دارد که عوامل دیگری نظیر بحران، رکود، ساختار اقتصادی کشور و... بر نرخ ارز حقیقی مؤثر اثرگذار باشند. در

نتیجه ضرایب بردار هم‌انباشتگی، با در نظر گرفتن عوامل بیرونی ممکن است دچار تغییر شود. برای اینکه بتوان از تمامی عوامل در مدل استفاده کرد، به ناچار باید تأثیر عوامل بیرونی نیز در نظر گرفته شود. این در حالی است که برخی از آنها غیرقابل اندازه‌گیری و غیرقابل شناسایی می‌باشند از جمله شرایط مدیریتی کشور، سیاست‌های اقتصادی و یا اثر تحریم را می‌توان نام برد لذا به همین دلیل منطقی است تا بازه‌ای برای نرخ ارز حقیقی به دست آید تا حتی المقدور، تأثیر این عوامل در نظر گرفته شود. این بازه، تغییرات ممکن برای نرخ ارز را با وجود ابهامات موجود محاسبه می‌کند. برای محاسبه پهنای هر کدام از بازه‌ها که به صورت متقارن در نظر گرفته شده است باید یک مدل برنامه‌ریزی خطی تشکیل داده شود و با استفاده از آن میزان ابهام و فازی بودن ضرایب را به دست آورد. برای برآورد رگرسیون فازی در گام اول ضرایب به دست آمده در مرحله قبل را به عنوان مرکز بازه قرار داده و با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی ذکر شده پهنای بازه ضرایب محاسبه می‌شود، برای این موضوع، با تغییر ضرایب ابهام  $(h=0/1, 0/2, \dots, 0/9)$  و جای‌گذاری در مدل برنامه‌ریزی خطی ذکر شده بازه تغییرات محاسبه می‌شود. به این ترتیب معادلات مختلفی با در نظر گرفتن ضرایب ابهام مختلف به دست خواهند آمد که دارای مرکز بازه یکسان و پهنای متفاوت خواهند بود. در جدول (4) معادلات محاسبه شده ارائه شده است:

جدول (4): نتایج رگرسیون فازی

	H	0/1	0/2	0/3	0/4	0/5
CONS	P	0/776	0/776	0/776	0/776	0/776
	C	119/1	59/52	39/68	29/76	23/80
LGRI	P	0/098	0/098	0/098	0/098	0/098
	C	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00
LGOV	P	0/104	0/104	0/104	0/104	0/104
	C	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00
LTD	P	-0/271	-0/271	-0/271	-0/271	-0/271
	C	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00
LOP	P	-0/098	-0/098	-0/098	-0/098	-0/098
	C	0/004	0/004	0/004	0/004	0/004
LMON	P	-0/345	-0/345	-0/345	-0/345	-0/345
	C	0/0027	0/0027	0/0027	0/0027	0/0027
	H	0/6	0/7	0/8	0/9	-
CONS	P	0/776	0/776	0/776	0/776	
	C	19/84	17/00	14/88	13/22	
LGRI	P	0/098	0/098	0/098	0/098	
	C	0/00	0/00	0/00	0/00	
LGOV	P	0/104	0/104	0/104	0/104	
	C	0/00	0/00	0/00	0/00	
LTD	P	-0/271	-0/271	-0/271	-0/271	
	C	0/00	0/00	0/00	0/00	
LOP	P	-0/098	-0/098	-0/098	-0/098	
	C	0/004	0/004	0/004	0/004	
LMON	P	-0/345	-0/345	-0/345	-0/345	
	C	0/0027	0/0027	0/0027	0/0027	

منبع: محاسبات محقق

در جدول (4)،  $p$  نشان دهنده مرکز بازه که بیانگر ضریب بردار هم‌انباشتگی می‌باشد و  $c$  نیز پهنای ضرایب را نشان می‌دهد. برای هر کدام از متغیرهای مورد نظر نتایج برنامه‌ریزی خطی انجام شد بوسیله  $lingo11$  در جدول (4) گزارش شده است و همان طور که گویا می‌باشد، پهنای بازه برای عرض از مبدأ، حجم اسکناس و مسکوکات در دست مردم و قیمت نفت غیر صفر بوده و برای دیگر متغیرها پهنای بازه صفر می‌باشد. همچنین با تغییر ضریب ابهام ( $h$ )، طول بازه ضرایب تغییر کرده است. بر اساس نتایج، تأثیر متغیرهای مخارج دولت، سیاست‌های تجاری و نرخ رشد بهره‌وری بر روی نرخ ارز حقیقی عدد ثابت بوده است و ابهامی در میزان تأثیر این متغیرها وجود ندارد. اما متغیرهای عرض از مبدأ، حجم اسکناس و مسکوکات و قیمت نفت دارای تأثیر مبهمی می‌باشند که برای لحاظ نمودن این ابهام، شدت تأثیر این متغیرها دیگر یک عدد نبوده بلکه به صورت بازه ضرایب به دست می‌آید و تغییر هر کدام از این متغیرها با فرض ثبات سایر متغیرها در داخل این بازه خواهد بود. همچنین از طرفی با بزرگتر شدن ضریب ابهام طول بازه برای معادلات کوچکتر شده است که این امر گویای آن است که معادلات دارای ابهام کمتری هستند.

#### مرحله سوم: ارزیابی معادلات برآزش شده

بعد از به دست آوردن معادلات فازی، حال نوبت به تعیین بهترین معادله با استفاده از معیارهای عملکرد است. در بخش‌های قبلی به لزوم محاسبه ضرایب بازه‌ای اشاره گردید که پهنای این بازه می‌تواند در بعضی از موارد باعث استنتاج بهتر و در بعضی از موارد موجب سردرگمی بیشتر شود، در نتیجه بهتر است با استفاده از معیار ارزیابی برای معادلات به دست آمده، بهترین حالت استخراج گردد. مدل‌های رگرسیون فازی با شاخص‌ها و آماره-های گوناگونی ارزیابی می‌شوند یکی از این شاخص‌های ارزیابی رگرسیون فازی شاخص اطمینان<sup>1</sup> است که با رابطه (9) بیان می‌شود (خدایی، 1388):

$$IC = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (9)$$

که  $SSE$  و  $SST$  بیانگر مجموع مجذور خطا و مجموع مجذور کل است و به صورت رابطه (10) و (11) محاسبه می‌شوند:

$$SSE = 2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \tilde{Y}_i^a)^2 \quad (10)$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \tilde{Y}_i^L)^2 + \sum_{i=1}^n (Y_i - \tilde{Y}_i^R)^2 \quad (11)$$

<sup>1</sup> Index of confidence

معمولاً در انتخاب مدل بهینه ضرایب ابهام مختلف (h) را در نظر گرفته و مدلی را انتخاب می کنند که دارای IC بزرگ باشد. همچنین میزان کل ابهام نیز می تواند معیار مناسبی جهت انتخاب مدل بهینه باشد. جدول (5) مقادیر مربوط به IC را نشان می دهد. مقدار ابهام کل از مدل برنامه ریزی خطی و با توجه به رابطه (12) برای هر یک از معادلات محاسبه می شود:

$$O = mc_0 + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_i \text{abs}(x_{ij}) \quad (12)$$

جدول (5): ارزیابی مدل های برازش شده

H	SSE/SST	IC	O ابهام کل
0/1	0/00013	0/99987	13326/2
0/2	0/000521	0/99947	6663/098
0/3	0/001172	0/998828	4442/065
0/4	0/003515	0/996485	3331/0649
0/5	0/005457	0/994543	2665/0239
0/6	0/007815	0/992185	2221/033
0/7	0/105533	0/989447	1903/742
0/8	0/013686	0/986314	1665/774
0/9	0/017212	0/982787	1480/0688

منبع: محاسبات محقق

همانطور که مشاهده می شود به منظور ارزیابی مدل های حاصل از رگرسیون فازی، شاخص اطمینان و مقدار ابهام کل مدل برای ضرایب ابهام (h) مختلف را باید مد نظر قرار داد. با بزرگ شدن مقدار h، سطح اعتبار<sup>1</sup> مدل کاهش می یابد از طرفی افزایش ضریب ابهام موجب کاهش ابهام کل مدل نیز می شود، در نتیجه افزایش ضریب ابهام دارای یک تأثیر مثبت و یک تأثیر منفی است. به همین دلیل باید سطحی از ضریب ابهام را انتخاب کرد تا مدل

<sup>1</sup> . سطح اعتبار مدل در مدل های فازی با  $R^2$  رگرسیون های کلاسیک و معمولی مترادف می باشد. برای مطالعه بیشتر به مطالعه تاناکا و همکاران (1982) مراجعه گردد.

مورد نظر هم دارای اعتبار کافی باشد و هم ابهام مدل نیز حداقل گردد. از این‌رو می‌توان سطح  $h=0/5$  را به عنوان سطح معقولی از ابهام و اعتبار مدل در نظر گرفت، زیرا بیان‌گر یک حالت بهینه و میانه برای اعتبار و ابهام مدل است. سطح  $h$ های کوچکتر از  $0/5$  دارای IC بزرگتری بوده و اگر  $h$ های بزرگتر از  $0/5$  در نظر گرفته شود، مقدار ابهام در مدل کمتر خواهد بود. البته باید توجه داشت که شرایط حاکم بر اقتصاد نیز در انتخاب ضریب ابهام نقش مؤثری دارد، در فضای آرام همراه با ثبات و اطمینان میزان ابهام زیاد مهم نیست و مدل بر اساس اعتبار انتخاب شده و از ضریب ابهام کوچکتر استفاده می‌شود. برعکس در شرایطی که اقتصاد کشور در مواجهه با شرایط غیرقابل پیش‌بینی زیادی باشد، میزان ابهام اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و در نتیجه از ضرایب ابهام بزرگ‌تر استفاده می‌شود.

### 7- نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی بر آن شد تا عوامل مؤثر بر نرخ ارز حقیقی مؤثر شناسایی و میزان تأثیر این عوامل در شرایط ابهام و نااطمینانی با رگرسیون فازی مورد بررسی قرار گیرند. در این راستا از تئوری‌های اقتصادی در زمینه نرخ ارز حقیقی مؤثر برای شناسایی عوامل مؤثر بر نرخ ارز استفاده شد. بعد از انتخاب متغیرهای توضیحی مناسب، به منظور برآورد رگرسیون فازی، در مرحله اول مرکز ضرایب با استفاده از روش هم‌انباشتنی جوهانسون-جوسیلیوس برآورد شده و سپس با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی خطی پهنای ضرایب محاسبه شد. یافته‌های تجربی در زمینه علامت تأثیر عوامل بسیار سازگار با تئوری‌های موجود است، به طوری که تأثیر مخارج دولت و نرخ رشد بهره‌وری مثبت و قیمت نفت، حجم اسکناس و مسکوکات در دست مردم و سیاست‌های تجاری دارای اثر منفی است. از طرفی بر اساس نتایج تحقیق، در نحوه اثرگذاری متغیرهای قیمت نفت و حجم اسکناس و مسکوکات ابهام وجود دارد، به طوری که میزان اثرگذاری این متغیرها در یک بازه مشخص محاسبه می‌شود و برای در نظر گرفتن تأثیر دیگر متغیرها فقط یک عدد کافی است.

پهنای بازه‌ها با تغییر ضریب ابهام دچار تغییر می‌شوند، به همین خاطر پس از به دست آوردن رگرسیون فازی برای  $0/9, \dots, 0/2, 0/1$  به ارزیابی معادلات برای رسیدن به بهترین معادله مورد نظر اقدام شد. زیرا که با افزایش ضریب ابهام میزان اعتبار مدل کاهش و مقدار ابهام کل مدل افزایش می‌یابد. در نتیجه برای انتخاب مدل بهینه باید به میزان ضریب ابهام بسیار دقت نمود.

اگر شرایط در اقتصاد به نحوی باشد که هیچ گونه تحریم، تکانه نفتی، شرایط رونق و یا رکود حاد، و یا عوامل برونزای دیگری وجود نداشته و متغیرهای کلان دارای ثبات نسبی باشند، در این صورت می توان فضای اقتصاد را با دقت بیشتری پیش بینی کرد. به همین منظور نیازی برای افزایش طول بازه هرکدام از ضرایب معادله (10) وجود ندارد، چون در شرایط مذکور خطای پیش بینی کاهش می یابد و با قطعیت بیشتری می توان در مورد ضرایب و نحوه اثرگذاری آنها نظر داد، در نتیجه سطح اعتبار مدل مهم تر از میزان ابهام بوده و از ضرایب کوچکتر استفاده می شود.

از طرف دیگر، اگر شرایط اقتصادی کشور به نحوی باشد که نتوان آینده را با قطعیت بیشتری پیش بینی کرد، (که این امر می تواند نتیجه تحریم ها، تکانه های نفتی، وجود انتظارات سوداگری در اقتصاد، و یا رکود و تورم حاد باشد) در این شرایط به منظور پیش بینی نرخ ارز حقیقی مؤثر و یا بررسی عوامل مؤثر بر نرخ ارز حقیقی، باید بازه ضرایب به نحوی انتخاب گردد که بتواند پاسخ گوی این شرایط باشد. بدین منظور باید طول بازه ضرایب معادله (10) افزایش یابد تا در برگیرنده نرخ های احتمالی بیشتری باشد، در نتیجه با وجود شرایط مذکور از ضرایب ابهام بزرگتری استفاده خواهد شد که موجب می گردد ابهام کل مدل افزایش یابد، و در عوض نرخ های زیادی در بازه پیش بینی قرار می گیرند. برای حالت میانه و وسط نیز می توان از  $h=0/5$  استفاده کرد. با در نظر گرفتن  $h=0/5$  میزان اعتبار مدل که با شاخص IC بیان می شود و به نوعی از جنس  $R^2$  در رگرسیون کلاسیک می باشد به میزان  $IC=0/994543$  به دست آمد که نشان دهنده قدرت بالای مدل است.

از طرف دیگر در این مطالعه طول بازه برای ضرایب متغیرهای نرخ رشد بهره وری، مخارج دولت و سیاست های تجاری صفر بدست آمد. در نتیجه در نحوه تأثیرگذاری این متغیرها ابهام وجود ندارد و می توان به برآورد نقطه ای برای بیان اثرات این متغیرها اکتفا کرد. در طرف مقابل طول بازه ضرایب قیمت نفت و حجم مسکوکات در دست مردم معنی دار می باشد و بهتر است برای در نظر گرفتن اثر این عوامل از ضریب بازه ای بهره برد.

### فهرست منابع

1. تقوی، مهدی و محمدی، مرتضی (1390). بررسی عوامل مؤثر بر نرخ ارز و تراز پرداخت ها در اقتصاد ایران (یک رهیافت پولی). فصلنامه اقتصاد مقداری، 8(1)، 51-72.
2. پور مقیم، جواد (1384). اقتصاد بین المللی (2). انتشارات سمت، تهران.



3. خدایی، ابراهیم (1388). رگرسیون خطی فازی و کاربردهای آن در پژوهش‌های علوم اجتماعی. مجله سنجش، 16(1)، 1-16.
4. صباغ کرمانی. مجید و شقایق شهری، وحید (1384). عوامل موثر بر نرخ ارز واقعی در ایران (هیافت خودرگرسیون برداری). پژوهشنامه اقتصادی، 5(1)، 37-76.
5. شکیبایی، علیرضا و صادقی، حسین (1382). مدل سازی اقتصاد زیرزمینی با روش منطق فازی. مجله تحقیقات اقتصادی، 62، 175-194.
6. طیبی، کمیل و اسماعیلی رزی، حسین (1391). تاثیر بهره وری بخشی بر نرخ واقعی موثر ارز در اقتصاد ایران (آزمون اثر بالاسا-سامویلسون). تحقیقات اقتصادی، 47(99)، 41-60.
7. طیبی، کمیل و زمانی، زهرا (1391). اثر باز بودن اقتصادی بر تلاطم نرخ ارز: تجربه کشورهای OECD و ایران. فصلنامه تحقیقات اقتصادی راه اندیشه، 2(5)، 1-23.
8. کوره پزان دزفولی، امین (1387). اصول تئوری مجموعه‌های فازی. انتشارات جهاد دانشگاهی امیرکبیر، تهران.
9. کازرونی، علیرضا و فشاری، مجید و ایمان پور نمین، آرام (1389). اثر باز بودن اقتصاد بر بی ثباتی نرخ واقعی ارز (مطالعه موردی ایران). فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، 57، 65-85.
10. مجرد، محمدجعفر و علی رازینی، ابراهیم (1386). رقابت پذیری مبتنی بر نرخ ارز موثر واقعی در ایران. پژوهشنامه اقتصادی، 26، 131-178.
11. نجفی، بهاء‌الدین و پرقندان، ابوالقاسم (1387). عوامل مؤثر بر نرخ ارز واقعی در اقتصاد ایران. مجله سیاسی اقتصادی، 270، 258.
12. همتی، عبدالناصر و مباشرپور، علیرضا (1390). منابع نوسان نرخ‌های اسمی و حقیقی ارز در یک اقتصاد متکی به نفت: مورد ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، 28، 135-151.

13. Agustín S. Benetrix & Philip R. Lane. (2000). Fiscal Shocks and The Real Exchange Rate. IIS Discussion Paper, No.286.

14. Amano, R. A. and S. van Norden. (1998). Oil Prices and the Rise and Fall of the US Real Exchange Rate. In: Journal of International Money and Finance 17. 299-316.

15. Alessandro Z & Dominique D (1997). A Primer on the IMF's Information Notice System. IMF Working Paper No. 97/71. May 1997.
16. Balassa, B. (1964). The purchasing power parity doctrine: a reappraisal. *The Journal of Political Economy* 72, 584- 596.
17. Bahmani-Oskooee, M & Rehman, H (2005). Stability of the money demand function in Asian developing countries. *Applied Economics*. 37, (7), 773-792.
18. Caporale, G, Ciferri, M, Girardi, A (2011). Fiscal shocks and real exchange rate dynamics: Some evidence for Latin America. *Journal of International Money and Finance*, 30(2011), 5(September), 709-723.
19. Dornbusch R. (1976). Expectations and exchange rate dynamics. *Journal of Political Economy*, 84, 6,1161-1175.
20. Edwards,S (1998). Capital Flows, Real Exchange Rates, and Capital Controls: Some Latin American Experiences. NBER Working Paper No.6800,Issued in November.
21. Edwards Sebastian (1991). Economic Liberalization and the Equilibrium Real Exchange rate in Developing Countries. NBER Working Paper No.2179,Issued in April.
22. Froot, Kenneth A. , & Kenneth R (1991). The EMS, the EMU, and the Transition to a Common Currency. NBER Macroeconomics Annual, Cambridge, MA: 269-317.
23. Joannes M & Brett R (2009). Grants, Remittances, and the Equilibrium Real Exchange Rate in Sub-Saharan African Countries. IMF Working Paper, WP/09/75, April 2009
24. Haberneier,K. & Mesquita, M. (1999). Long-Run Exchange Rate Dynamics: A Panel Data Study. IMF Working Paper WP/99/50,International Monetary Fund, Washington
25. Hau, H., (2002). Real Exchange Rate Volatility and Economic Openness: Theory and Evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 34 (3), 611-630.
26. Kacprzyk, M. (2007). *Fuzzy Regression Analysis*, Om nitech Press, Warsaw and Physical Verlag. Heidelberg, 47 -60.
27. Khashei, M. (2005). Forecasting and analysis of Esfahan Steel Company productions price in Tehran Metals Exchange using Artificial Neural Networks. Master of Science Thesis, Isfahan University of Technology
28. MacDonald R (1997). What Determine Real Exchange Rates? The Long and Short of It". IMF wp//97//21.
29. Martin, F (1998). Taxes, Leverage and the National Return on Foreign Investment. In *Essays in Honor of Erich Streissler*, B.F.Butschek and

- G.Tichy (eds) (Stuttgart: Lucius and Lucius) Previously distributed as NBER Working Paper 4851.
30. Marsh, Ian. W & Tokarick, Stephen. P (1994). Competitiveness Indicators: A Theoretical and Empirical Assessment. IMF Working Paper, No. WP/94/29, March.
  31. Piritta, S (1999). Algeria-The Real Exchange Rate, Export Diversification, and Trade Protection. Policy Development and Review Department, International Monetary Fund. April.
  32. Ravn, M. , Schmitt-Grohe, S. & Uribe, M. (2007) . Explaining the Effects of Government Spending Shocks on Consumption and Real Exchange Rate. NBER Working Papers 13328, National Bureau of Economic Research, Inc.
  33. Samuelson, P. (1964). Theoretical notes on trade problem. Review of Economics and Statistics 46, 1-60.
  34. Schnatz, B., Visselaar, F., Osbat, C. (2004). Productivity and the ('synthetic') Eurodollar exchange rate. Review of World Economics 140, 130.
  35. Savic, d & Pedrycz, W (2007). Claim reserving with fuzzy regression and Taylor's separation method. Insurance Mathematics & Economics. Volume: 40, 145- 163.
  36. Tanaka, H. (1987). Fuzzy data analysis by possibility linear models. Fuzzy Sets and Systems, 24(3), 363- 375.
  37. Tanaka, H. & Ishibuchi, H. (1992). Possibility regression analysis based on linear programming, in: Jurnal of Eropan research. Vol 2.

## پیوست:

## نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته و فیلیپس پرون

آماره	LREER	LGREFFI	LGOVEXPEN	LTRADE POLICI	LPOIL	LMONEY
$\tau\mu$ (ADF)	-0/984	-1/387	-1/541	-2/452	-1/581	-1/286
$\tau T$ (ADF)	-0/566	-0/742	-1/691	-2/676	-3/088	-1/469
$\tau\mu$ (PP)	-0/992	-0/954	-3/898	-2/395	-1/313	-2/364
$\tau T$ (PP)	-0/710	-1/108	*-12/510	-2/553	-2/122	*-8/025
	$\Delta$ REER	$\Delta$ GREFFI	$\Delta$ GOVEXPEN	$\Delta$ TRADE POLICI	$\Delta$ POIL	$\Delta$ MONEY
$\tau\mu$ (ADF)	*-4/128	*-3/675	*-13/679	*-6/602	*-5/066	*-7/002
$\tau T$ (ADF)	*-4/425	*-3/678	*-13/652	*-6/686	*-5/029	*-7/039
$\tau\mu$ (PP)	*-4/032	*-3/637	*-11/911	*-7/489	*-5/052	*-7/017
$\tau T$ (PP)	*-4/186	*-3/588	-	*-7/660	*-5/313	-

توجه: L لگاریتم در مبنای عدد نپر و  $\Delta$  تفاضل مرتبه اول متغیر را نشان میدهد.

$\tau\mu$  آماره آزمون ریشه واحد برای مدل با عرض از مبدا و بدون روند،

$\tau T$  آماره آزمون ریشه واحد برای مدل با عرض از مبدا و روند،

ADF آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته و PP آزمون ریشه واحد فیلیپس پرون می باشد.

اعداد داخل پرانتز در آزمون، ADF تعداد وقفه ها می باشند که با معیار شوارتز تعیین می شوند. در آزمون PP اعداد

داخل پرانتز توسط بارتلت-کرنر تعیین شده است.

\* به معنی مانا بودن متغیرها در سطح 10٪ می باشد