



آنالیز نرخ ارز و تولید ناخالص داخلی با استفاده از سیستم فازی_عصبی

الیاس عرب محقی

دانشجوی کارشناسی ارشد هوش مصنوعی، موسسه آموزش عالی سلمان مشهد

Elyas.arabmoh@yahoo.com

چکیده

در این مقاله، تاثیر "گذر از نرخ ارز" (میزان واکنش قیمت‌های بین‌المللی به تغییرات نرخ ارز) بر قیمت‌های وارداتی کل بررسی شده است. نتایج نشان داد گذر از نرخ ارز در بلندمدت مشاهده نشده است. طبق نتایجی گذر از نرخ ارز تا حدی در کشورهای در حال تغییر نسبت به کشورهای توسعه‌یافته بالاتر بوده و میزان گذر از نرخ ارز نیز در حال کاهش است. سپس تاثیر نرخ ارز بر تولید ناخالص داخلی توسط سیستم استنتاج فازی عصبی بررسی شد. مجموعه داده از پایگاه داده EUROSTAT برای ۳۷ کشور جمع‌آوری شده است. این مجموعه داده به دو مجموعه برای آموزش و آزمایش مدل استنتاج فازی عصبی تقسیم شد. هدف کلی، پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی در ارتباط با نرخ ارز است. مدل فازی عصبی با ۳ تابع عضویت Bell شکلی ایجاد شد هرچند بهترین مدل طبق نتایج بدست آمده، می‌باشد و از توابع عضویت خطی برای خروجی استفاده گردید. نتایج نشان داد که مدل فازی عصبی می‌تواند برای پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی براساس مقادیر نرخ ارز استفاده شود.

کلمات کلیدی: نرخ ارز، تولید ناخالص داخلی، استنتاج فازی عصبی، گذر از نرخ ارز



۱- مقدمه

اخیرا بررسی‌های زیادی در مورد نرخ ارز و قیمت‌های مهم در اقتصادهای بین‌المللی صورت گرفته است که ارتباط واضحی بین نرخ ارز و قیمت‌های واردات وجود دارد. با این حال، قیمت‌های واردات در رابطه با استراتژی قیمت‌گذاری برای بازارها مختلف هستند. گذر از نرخ ارز می‌تواند با عنوان تغییر قیمت‌های واردات تعریف شود که ناشی از تغییر یک درصدی نرخ ارز می‌باشد. اگر یک درصد تغییر نرخ ارز بیش از یک درصد بر تغییر قیمت واردات تاثیر گذارد پس گذر نرخ ارز وجود دارد. اگر قیمت‌های واردات کمتر از یک درصد تغییر یابند در این صورت گذر نرخ ارز وجود ندارد.

ثبات قیمت‌های داخلی تحت تاثیر میزان گذر نرخ ارز قرار می‌گیرد. برای مثال، اگر گذر نرخ ارز دارای نرخ پایین باشد بنابراین نرخ تورم پایین می‌باشد. با این حال، اگر گذر نرخ ارز دارای نرخ بالاتری بود، بنابراین عدم تعادل وجود دارد و گذر نرخ ارز طبق برخی بررسی‌ها در حال کاهش است. عوامل مختلفی مانند شوک‌های اقتصادی، نرخ تورم و غیره بر نوسان گذر نرخ ارز تأثیر می‌گذارند. همچنین نوع واردات محصول نیز می‌تواند تحت تاثیر تغییرات آن قرار بگیرد. استراتژی قیمت‌گذاری می‌تواند تأثیر زیادی بر میزان گذر نرخ ارز بگذارد و برای اقتصادهای کوچکی که وابستگی بالایی به واردات از بین‌المللی دارند، مهم است.

گذر نرخ ارز در طول بیش از دو دهه، در حال کاهش بوده است و همگرایی برای کشورهای کلیدی و سایر کشورهایی که کم‌تر مورد توجه قرار می‌گرفتند، ایجاد شده است. عوامل اقتصاد کلان که با تغییر نرخ ارز و تورم شروع می‌شوند، بر میزان گذر از نرخ ارز تأثیر می‌گذارند. در این مقاله ارتباط بین حاکمیت و رشد اقتصادی با تمرکز بر نقش رژیم نرخ ارز بازبینی و بررسی شده است و نتایج نشان داد که ماهیت رژیم نرخ ارز نقش مهمی در تصمیم‌گیری به‌منظور بهبود کیفیت حاکمیت دارد. افت ارزش واقعی (استهلاک) به‌طور قابل توجهی، رشد واقعی تولید ناخالص داخلی سالانه را کاهش می‌دهد. سیاست ثابت و رقابتی نرخ ارز واقعی ممکن است برای این مورد و سایر شکست‌های بازار درست باشد و توسعه این بخش‌ها منجر به رشد سریع اقتصادی شود.

در این مقاله، تاثیر گذر نرخ ارز بر قیمت‌های واردات بررسی می‌شود. سپس، از روش محاسبات نرم برای پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی براساس تغییر نرخ ارز استفاده می‌شود. روش‌های محاسبات نرم، راه‌حل‌های تقریبی را برای مشکلات تدوین شده، نشان می‌دهند. مفیدترین برنامه‌ها برای تصمیم‌گیری محاسبات نرم، مدل‌سازی و مشکلات کنترل هستند. محاسبات نرم موازی با ذهن انسان برای یادگیری در محیط غیرتولیدی می‌باشد. بسیاری از ابزارهای مکمل در محاسبات نرم مانند شبکه عصبی مصنوعی، منطق فازی و سیستم استنتاج عصبی-فازی سازگار قرار دارند. مدل شبکه عصبی مصنوعی متشکل از عصب‌های محاسباتی بهم پیوسته بوده که به روش خاصی مرتب و سازمان‌دهی می‌شود که در آن‌جا محاسبه گسترده صورت می‌گیرد. هدف اصلی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، بهینه کردن نمونه داده‌ها برای تصمیم‌گیری بهینه می‌باشد. با این حال، شبکه عصبی نمی‌تواند دانشی را پس از آموزش و یادگیری ذخیره کند. به‌منظور ذخیره دانش، باید مدل منطق فازی در شبکه عصبی مصنوعی ارجاع شود. در روش دیگر، شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی باید ادغام شوند. روش ادغام با عنوان سیستم استنتاج عصبی-فازی شناخته شده است. این سیستم می‌تواند نمونه داده‌های ورودی و خروجی را به شکل قوانین فازی ترسیم کند که بسیار نزدیک به دانش بشری است. به‌علاوه، سیستم استنتاج عصبی-فازی از الگوریتم یادگیری هیبرید استفاده شده است که فرایند آموزش سریع‌تری و راحتی برای داده

¹ Gross Domestic Product – GDP

² Artificial neural network –ANN

³ Fuzzy Logic - FL

⁴ ANFIS



غیرخطی نشان دهد. پس از فرایند آموزش، سیستم استنتاج عصبی- فازی می تواند الگوهای مشابه را با نمونه هایی تشخیص دهد که در طول فرایند آموزش شناخته می شوند.

در این مقاله، تأثیر نرخ ارز بر تولید ناخالص داخلی با مدل سیستم استنتاج عصبی- فازی بررسی شده است. هدف اصلی، پیش بینی تولید ناخالص داخلی در رابطه با نرخ ارز است. هدف اصلی مدل پیش بینی نیز جلوگیری از مدل سازی متعارف سیستم اصلی است هر چند می تواند بدلیل غیرخطی بودن داده ها یک وظیفه بسیار دشوار باشد. از آن جایی که ایجاد مدل پیش بینی مستلزم مجموعه داده است، داده ها از EUROSTAT به دست آمده اند. از سیستم استنتاج عصبی- فازی برای ترسیم ورودی و خروجی یا نرخ ارز و تولید ناخالص داخلی استفاده می شود.

۲- پیشینه پژوهش

قاسملو (۱۳۹۶) در خصوص عوامل مؤثر بر درجه گذار نرخ ارز میان اقتصاددانان دو دیدگاه عمده وجود دارد که دیدگاه اول بر نقش عواملی مانند قدرت بازاری و تبعیض قیمت در بازارهای بین المللی تأکید می ورزد. براساس این، دیدگاه درجه گذار نرخ ارز توسط متغیرهای کشش قیمتی تقاضا و ساختار بازار تعیین می شود که مستقل از نظام های پولی کشورهاست. درجه گذار نرخ ارز را وابسته به شرایط تورمی کشورها می داند و یک تحلیل رایج از گذر نرخ ارز بر تورم داخلی این است که افزایش نرخ ارز به عنوان یکی از عوامل افزایش تورم شناخته می شود پس بنابراین کشورهایی که از تورم بالاتری برخوردارند، همواره دارای درجه گذار نرخ ارزی بیشتری بوده اند (قاسملو، ۱۳۹۶).

افضلی (۱۳۹۷) کاهش ارزش پول ملی، گرایش به بالا بردن سطح قیمت های داخلی دارد که تورم را به وجود می آورد، در اینجا دو سازوکار یکی مستقیم و دیگری غیر مستقیم اثر دارند، مستقیم بدین منظور که قیمت کالاهای وارداتی بر حسب پول داخلی می یابد و غیر مستقیم آن که کالاهای دیگر نیز هر کدام به تناسب خود قیمت شان افزایش می یابد (افضلی، ۱۳۹۷).

نامنی (۱۳۹۷) انواع کالاهایی که بخش عظیمی از مصرف کل اقتصاد را به خود اختصاص می دهند روی هم رفته سه دسته هستند که عبارتند از: اول، آن دسته از کالاهایی که بیشتر جنبه صادراتی دارند (زیرا به تولیدکنندگان باید پول بیشتری داده شود تا کالایشان را به جای آن که صادر کند، در بازار داخلی فروش رسانند). دوم، کالاهای تولید شده در داخل که با واردات یا سایر کالاهایی که قیمتشان به سبب کاهش ارزش پول ملی افزایش یافته است، در حال رقابت هستند (زیرا تولیدکنندگان دیگر مجبور نیستند برای رقابت، قیمت های خود را چندان پایین نگه دارند). سوم، کالاهای تولید شده در داخل کشور که مواد اولیه خود را از واردات یا کالاهای جانشین واردات و یا کالاهای صادراتی تأمین می کنند (زیاد بالا بودن قیمت مواد اولیه باعث می شود هزینه تولید این کالاها بالا رود) (نامنی، ۱۳۹۷).

بنابراین در مجموع می توان نتیجه گرفت که تورم نیز هم هزینه زندگی کارگران را بالا می برد و هم هزینه های تولید را بالا می برد که تولیدکنندگان نیز برای باقی ماندن در عرصه تجارت، قیمت کالاها و خدمات را افزایش می دهند و به طور بالقوه دور بیهوده و باطلی از افزایش هزینه ها و افزایش قیمت ها دامن گیر کشور می شود. در این صورت سیاست کاهش ارزش پول با هدف کاهش تورم سیاست های تعدیل در تناقض است.

(Mileva and Stracca, 2017) اثر تغییرات نرخ ارز واقعی بر رشد اقتصادی براساس داده های متوسط پنج ساله بررسی شده است بر خلاف مطالعات گذشته، از ابزارهای خارجی برای مقابله با عواقب آن و به نرخ واقعی ارز استفاده کرده اند ابزارهای خاص استفاده شده در مطالعه عبارتند از: (۱) جریان های سرمایه جهانی با تعاملات مالی کشورهای مختلف و (۲) نرخ رشد ذخایر رسمی ارتباط



برقرار می کنند که دریافتند کاهش رشد ارز، باعث افزایش تولید ناخالص واقعی شده است که نتیجه بدست آمده این تأثیرات را فقط برای کشورهای در حال توسعه و تولید کالا و واردات آن‌ها تأیید می کند.

(Fraj and Maktouf, 2018) رابطه بین حکومت داری و رشد اقتصادی را با توجه به نقش رژیم در نرخ ارز بررسی کرده اند و دیدگاه نظری متعارف این است که افزایش کیفیت حکمرانی، بر رشد اقتصادی تأثیر می گذارد، در حالی که در سال های اخیر نشان می دهد که برخی از کشورها دارای حکومت ضعیف دارای رشد اقتصادی بیشتری هستند حال نشان داده اند که تأثیر حکومت داری بر رشد اقتصادی تحت تأثیر عوامل متعددی مانند هزینه های بالقوه مرتبط با انتخاب نرخ ارز است.

(Guzman and Ocamp, 2018) ادعا کردند که نرخ واقعی ارز پایدار و رقابتی برای توسعه اقتصادی مناسب است زیرا که تعادل اقتصادی، برای سرمایه گذاران واز جمله کسانی که پس انداز کرده اند حفظ می شود و به طور معمول اقتصاد کلان را افزایش می دهد و اثربخشی پایدار و نرخ ارزی رقابتی توسعه می دهد که با ارتقای این سیاست، اقتصاد به موفقیت خوبی دست می یابد.

۳- روش پژوهش و داده ها

۳-۱- داده

جدول ۱ داده های نرخ ارز و تولید ناخالص داخلی این مطالعه را نشان می دهد. داده ها از مجموعه داده EUROSTAT مرتب شده اند. نرخ ارز با عنوان ورودی و تولید ناخالص داخلی با عنوان خروجی برای روش سیستم استنتاج عصبی- فازی استفاده شده اند.

جدول ۱- داده های نرخ ارز و تولید ناخالص داخلی

ردیف	کشور	نرخ ارز		تولید		ناخالص		داخلی
		حداکثر	میانگین	حداقل	میانگین	حداکثر	میانگین	
۱	استرالیا	۰,۶۹۶۶۶۶	۱,۹۳۳۴۴۳	۲۵۰۲۹,۰۳	۱,۱۴۹۳۹۳	۱۱۸۱۲۱۸	۳۸۶۰۲۱,۴	
۲	اتریش	۰,۶۸۲۶۷۵	۱,۸۸۹۴۹۴	۲۸۶۲۸۸,۰۷	۱,۰۲۳۰۶۴	۴۴۱۳۸۹,۳	۱۹۳۱۸۷,۴	
۳	بلژیک	۰,۶۸۲۶۷۵	۱,۴۷۱۹۴۲	۳۷۵۵۴,۵۶	۰,۹۲۰۲۷۹	۵۲۶۴۳,۰۵	۲۳۵۵۷۰,۴	
۴	کانادا	۰,۹۷۸۰۳۳	۱,۵۶۹۳۱۸	۹۸۷۵۳,۸۶	۱,۲۱۲۵۱۲	۱۶۲۵۳۶۱	۷۳۱۱۵۳,۶	
۵	جمهوری چک	۱۷,۰۷۱۶۷	۳۸,۵۹۸۴۲	۱۱۹۵۳۵,۲	۲۵,۹۱۱۴۱	۳۶۷۱۷۱,۷	۲۱۹۱۰۳,۶	
۶	دانمارک	۵,۰۹۸۱۳۱	۱۰,۵۹۶۳۹	۱۶۶۲۵,۰۱	۶,۶۸۵۵۷	۲۸۰۸۳۸,۷	۱۱۶۹۹۶,۳	
۷	فنلاند	۰,۶۱۸۷۰۷	۱,۱۱۷۵۱	۱۵۶۴۷,۲۷	۰,۷۹۲۳۳۹	۲۳۸۳۷۶,۱	۱۱۰۱۸۲,۱	
۸	فرانسه	۰,۶۴۴۱۸۵	۱,۳۶۹۷۸۹	۸۴۴۹۷,۲۱	۰,۸۳۹۱۶	۲۷۶۵۵۴۳	۱۰۷۸۰۷۲	
۹	آلمان	۰,۶۸۲۶۷۵	۱,۸۷۱۳۲۸	۳۱۴۵۷۰,۱	۱,۰۱۶۸۷	۴۰۳۰۳۹۹	۱۸۴۷۹۷۲	
۱۰	یونان	۰,۰۸۶۹۴۱	۱,۱۱۷۵۱	۶۸۴۷,۸۶۶	۰,۴۵۹۰۲۷	۳۴۱۸۱۷,۸	۱۴۳۷۱۴,۷	
۱۱	مجارستان	۷۴,۷۳۵۳۸	۲۸۶,۴۹	۸۵۴۷۹,۳۷	۱۹۷,۷۰۷۷	۲۶۲۰۴۱,۸	۱۶۲۸۳۴,۵	
۱۲	ایسلند	۰,۸۸	۱۳۱,۹۱۸۷	۷۹۴,۵۹۱۲	۵۶,۴۷۸۸۷	۱۶۸۰۶,۸۹	۶۹۹۹,۸۱۴	
۱۳	ایرلند	۰,۳۲۲۷۸۶	۱,۲۰۰۶۸۳	۷۹۰۴,۶۷۱	۰,۷۹۶۸۰۴	۳۳۹۴۷۷,۵	۹۹۸۶۰,۳۷	
۱۴	ایتالیا	۰,۳۰۱۰۹۲	۱,۱۱۷۵۱	۱۹۵۰۸۲,۴	۰,۷۰۳۱۶۱	۲۳۲۶۳۰,۵	۱۱۹۹۳۰۰	
۱۵	ژاپن	۷۹,۷۹۰۴۶	۳۵۰,۶۷۷۷	۱۹۵۲۱,۸۲	۱۶۵,۹۱۰۲	۵۳۶۹۴۷۹	۲۶۲۹۷۰۲	
۱۶	کره	۳۱۰,۵۵۵۸	۱۴۰,۱,۴۳۷	۱۹۵۲۱,۸۲	۸۴۹,۴۴۹۵	۱۸۷۲۱۳۲	۶۶۱۱۴۰,۴	



۲۱۹۸۶,۴۴	۸۸۵۷۴,۸۹	۱۹۹۳,۱۴۵	۰,۸۹۴۱۷۳	۱,۴۷۱۹۴۲	۰,۰۱۲۵	لوکزامبورگ	۱۷
۸۸۹۲۲۹,۵	۲۲۶۶۳۵,۰	۸۸۵۷,۸۹	۵,۷۵۰۷۴۷	۱۸,۶۶۴۰۶	۰,۰۱۲۵	مکزیک	۱۸
۳۸۲۱۷۲	۸۶۰۶۸۸,۸	۵۱۹۳۶,۱۳	۱,۰۰۳۹۵۸	۱,۶۴۲۶۸۴	۰,۶۸۲۶۷۵	هلند	۱۹
۷۱۶۶۲,۳۴	۱۸۰۹۹۵,۱	۱۰۸۷۵,۰۶	۱,۴۴۷۵۶۶	۲,۳۷۸۷۵۱	۰,۷۱۵۴۰۳	نیوزیلند	۲۰
۱۳۳۲۷۵,۳	۳۴۰۶۱۹,۸	۱۳۰۵۷,۸۳	۶,۶۳۴۲۵۸	۸,۹۹۱۶۵۴	۴,۹۳۹۲۲۵	نروژ	۲۱
۵۵۲۴۸۸,۱	۱۰۳۹۷۴۴	۲۲۶۲۴۸,۷	۳,۰۰۹۶۹۴	۴,۳۴۶۰۷۵	۰,۰۹۵	لهستان	۲۲
۱۴۸۸۱۸,۷	۳۱۶۰۲۷,۳	۱۸۳۲۰,۸۶	۰,۶۳۵۴۳۵	۱,۱۱۷۵۱	۰,۱۲۲۲۸۱	پرتغال	۲۳
۹۶۳۶۱,۹۴	۱۶۵۴۲۴	۳۹۵۶۳,۴۵	۱,۰۲۱۰۶۹	۱,۶۰۵۰۸۶	۰,۷۰۹۰۶۹	اسلواکی	۲۴
۷۳۸۲۹۱,۱	۱۶۸۷۶۱۳	۹۴۸۳۹,۱۹	۰,۷۱۰۳۶۲	۱,۱۱۷۵۱	۰,۳۴۵۰۲۳	اسپانیا	۲۵
۱۸۰۹۷۰,۶	۴۸۵۲۸۴,۱	۱۸۱۹۱,۳۳	۶,۴۱۹۲	۱۰,۳۲۹۱۴	۴,۱۵۲۱۹۲	سوئد	۲۶
۲۲۶۱۸۱,۵	۵۳۴۹۰۲,۷	۴۴۸۶۹,۲۴	۱,۷۵۱۵۴۴	۴,۳۷۲۹۵	۰,۸۸۸۰۴۲	سوئیس	۲۷
۶۳۰۱۱۷,۱	۲۰۰۷۴۶۶	۶۲۸۹۳,۰۶	۰,۶۱۷۸۰۳	۳,۰۲۰۱۳۵	۰,۰۰۰۰۱۱	ترکیه	۲۸
۱۰۵۲۱۶۸	۲۷۹۸۰۶۰	۱۱۴۵۰۰,۸	۰,۵۴۶۱۱۴	۰,۷۷۹۲۴۶	۰,۳۵۷۱۴۳	بریتانیا	۲۹
۸۰۵۷۴۱۵	۱۸۶۲۴۴۷۵	۱۰۷۵۸۸۴	۱	۱	۱	ایالات متحده آمریکا	۳۰
۱۹۲۷۴۸,۷	۴۱۵۳۹۸,۴	۴۱۴۸۰,۳۷	۴۷۴,۱۹۵۱	۶۹۱,۳۹۷۵	۱۹۲,۹۳	شیلی	۳۱
۵۳۴۱۵۳۴	۱۹۷۰۹۷۸۸	۳۰۶۸۶۱,۵	۵,۹۸۷۶۹۲	۸,۶۱۸۷۴۳	۱,۴۹۸۳۸۶	جمهوری چین	۳۲
۴۵۶۱۹۷,۸	۶۸۸۸۱۷,۳	۲۶۶۰۷۳,۶	۲۲۶۴,۳۷۹	۳۰۵۴,۱۲۲	۱۷۹۶,۸۹۶	کلمبیا	۳۳
۲۲۱۹۱,۱۹	۳۹۱۳۵,۹۷	۸۴۲۱,۷۳۹	۰,۸۳۹۸۱۷	۱,۱۱۷۰۵۲	۰,۶۸۳۴۹۹	استونی	۳۴
۱۳۱۴۱۹,۹	۳۱۸۴۰۸,۸	۲۲۳۷۰,۸۵	۲,۶۷۶۹۴۶	۴,۷۳۷۸۲۵	۰,۰۰۱۰۴۵	اسرائیل	۳۵
۲۲۲۱۸۹۲	۳۷۶۸۷۷۲	۸۶۷۶۰۵,۸	۲۸,۳۸۱۳۷	۶۷,۰۵۵۹۳	۴,۵۵۹۱۵	روسیه	۳۶
۴۴۳۰۳,۴۴	۶۷۵۷۴,۵۳	۲۲۴۰۸,۲۹	۰,۷۱۳۵۸۹	۱,۰۱۲۹۷۳	۰,۱۱۵۰۵۳	اسلونی	۳۷

۲-۳- سیستم استنتاج عصبی - فازی

سیستم استنتاج عصبی - فازی، مدل استنتاج فازی اجرا شده در چارچوب شبکه عصبی را نشان می‌دهد. بدین منظور از شبکه عصبی سازگار استفاده می‌شود. سیستم استنتاج عصبی - فازی می‌تواند نمونه داده‌های ورودی و خروجی را با استفاده از الگوریتم یادگیری هیبرید ترسیم کند. نگاشت، براساس قوانین فازی و توابع عضویت از نمونه داده‌ها می‌باشد. در طول آموزش، توابع عضویت دو روش را ارتقا می‌دهند. یک روش شامل برگشت به عقب تمام پارامترها و روش دوم شامل روش هیبرید است که فقط حاوی پارامترهای مربوط به توابع عضویت ورودی و برآورد حداقل مجذور برای پارامترهای مربوط به توابع عضویت خروجی می‌باشد. فرایند آموزش زمانی پایان می‌یابد که تمام دوره‌ها یا مراحل آموزشی تکمیل شده و یا زمانی که حداقل خطای جذر میانگین مربعات بین خروجی مطلوب و خروجی تولیدشده به دست آید. در این مطالعه، مدل سیستم استنتاج عصبی - فازی با سه تابع عضویت Bell شکل ایجاد می‌شود که هرچند بهترین مدل طبق نتایج به دست آمده، می‌باشد و از توابع عضویت خطی برای خروجی استفاده می‌شوند.

در سیستم استنتاج عصبی - فازی پنج لایه وجود دارد و هر لایه دارای تابع خاصی در طول آموزش یا در طول ترسیم داده می‌باشد. به طور ساده، تصور می‌شود که دو ورودی X و Y و یک خروجی f وجود دارد. از دو قانون در روش اگر، آنگاهی برای مدل تاکاگی سوگنو بصورت زیر استفاده شده است:

$$f_1 = p_{1x} + q_{1x} + r_1 \text{ باشد سپس } B1, y, \text{ و } A1, x, \text{ اگر } 1: \text{ قانون}$$



قانون ۲: اگر x ، A_2 و y ، B_2 باشد سپس $f_2 = p_{2y} + q_{2y} + r_2$ که A_1 ، A_2 و B_1 ، B_2 از توابع عضویت هر ورودی X و Y یا بخشی از فرضیات هستند، درحالی که r_1 ، q_1 ، p_1 و r_2 ، q_2 ، p_2 از پارامترهای خطی در بخش برآیند مدل استنتاج فازی تاکاگی- سوگنو می‌باشند. اولین و چهارمین لایه شامل گره سازگار بوده درحالی که سایر لایه‌ها حاوی گره ثابت است. اولین لایه شامل پارامتر غیرخطی فرضیات بوده درحالی که چهارمین لایه حاوی پارامترهای برآیند خطی است. به منظور ارتقای این پارامترها، به روش یادگیری نیاز بوده که می‌تواند هر دوی این پارامترها را آموزش داده و با محیط آن سازگار باشد. از الگوریتم هیبرید در این مطالعه برای آموزش این پارامترها استفاده می‌شود. جدول ۲ مشخصات اصلی فرایند یادگیری هیبرید سیستم استنتاج عصبی- فازی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- فرایند یادگیری هیبرید

مسیر روبه عقب	مسیر روبه جلو	نوع روش
شیب نزولی	ثابت	پارامترهای فرضیه
ثابت	برآورد حداقل مربعات برگشتی	پارامترهای برآیند
نرخ خطا	خروجی گره	سیگنال

۳-۳- مدل اقتصاد سنجی گذر نرخ ارز^۱

برآورد گذر نرخ ارز در قیمت‌های واردات براساس مدل‌های شناخته شده است. اخیراً نرخ ارز اسمی به دلیل آزادی تجاری تغییر یافته و منجر به تغییر قیمت‌های واردات شده است:

$$\beta = \frac{\text{COV}(\text{Ln}p_{m'})}{\text{Var}(\text{Lne})} \quad (1)$$

که pm' قیمت‌های واردات با تخصیص ارز صادرکنندگان نشان داده و e نرخ تبادل ارز اسمی است. ارزیابی تجربی گذر نرخ ارز می‌تواند بصورت زیر بیان شود:

$$\text{ln}p_t^{x,j} = a_0 + a_1 \text{ln}mc_t^{x,j} + a_2 \text{ln}e_{it} + a_3 \text{ln}\mu_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

که $\text{ln}p_t^{x,j}$ بیانگر قیمت‌های واردات در ارز محلی و تابع $\text{ln}e_{it}$ یا نرخ ارز موثر اسمی است؛ $\text{ln}mc_t^{x,j}$ بیانگر هزینه‌های نهایی تولید صادرکنندگان، $\text{ln}\mu_t$ تقاضای داخلی، ε_t ضریب اختلال خطا و a_0 یک ثابت است.

۴- نتایج

۴-۱- نتایج تجربی

¹ exchange rate pass-through (ERPT)



جدول ۳ نتایج کشش متغیرها را در بلندمدت نشان می‌دهد. نرخ ارز موثر اسمی قابل توجه نیست و تاثیری بر افزایش قیمت‌های وارداتی کل ندارد، برای مثال گذر از نرخ ارز وجود ندارد. همچنین، تولید ناخالص داخلی تقاضای داخلی قابل توجه نبوده و بر افزایش قیمت‌های وارداتی کل در بلندمدت تاثیری ندارد. جدول ۳ نتایج کشش متغیرها را در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد. تولید ناخالص داخلی تقاضای داخلی قابل توجه بوده و بر افزایش قیمت‌های وارداتی کل در کوتاه‌مدت تاثیر می‌گذارد.

جدول ۳- نتایج تجربی در بلندمدت

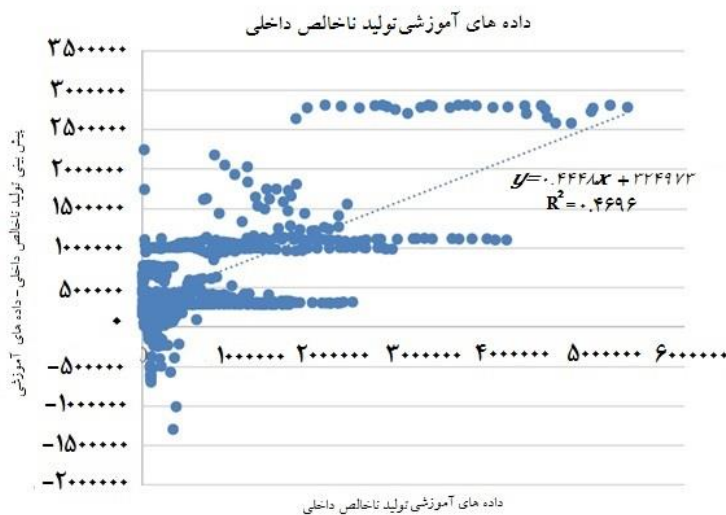
متغیر	ضریب	مجذور میانگین مربعات خطا
نرخ ارز موثر اسمی	۰,۲۵	۰,۱۸
تولید ناخالص داخلی	-۰,۲۱	۰,۷۶

جدول ۴- نتایج تجربی در کوتاه مدت

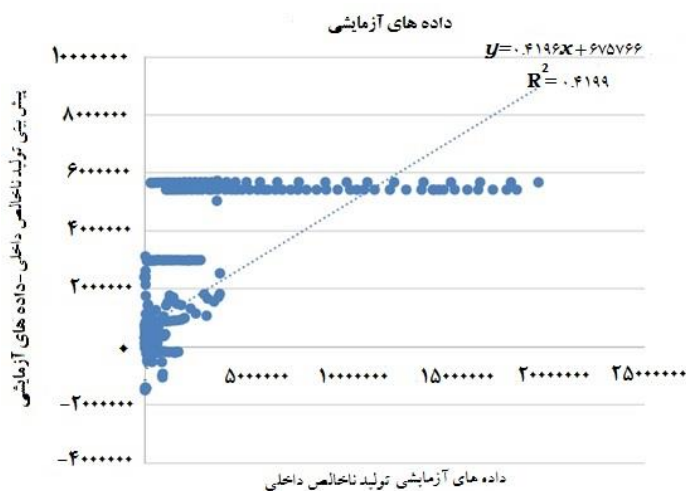
متغیر	ضریب	مجذور میانگین مربعات خطا
نرخ ارز موثر اسمی	۰,۰۲	۰,۰۷۸
تولید ناخالص داخلی	۱,۲۳	۰,۰۳

۲-۴- نتایج سیستم استنتاج عصبی - فازی

از روش سیستم استنتاج عصبی- فازی برای پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی با توجه به مقادیر نرخ ارز برای ۳۶ کشور استفاده می‌شود. ۵۰٪ داده‌ها برای آموزش این سیستم و مابقی داده‌ها نیز برای آزمون آن مورد استفاده قرار می‌گیرند. اشکال ۱ و ۲ پیش‌بینی سیستم استنتاج عصبی- فازی را از تولید ناخالص داخلی در مقایسه با مقادیر واقعی آن نشان می‌دهند. به طوری که از مقادیر نرخ ارز به عنوان پارامتر ورودی استفاده می‌شود. جدول ۵ نتایج آماری را برای پیش‌بینی سیستم استنتاج عصبی- فازی از تولید ناخالص داخلی در رابطه با مقادیر نرخ ارز نشان می‌دهد. شکل ۳ نیز پیش‌بینی سیستم استنتاج عصبی- فازی از عبور نرخ ارز را در رابطه با نرخ ارز نشان داده که در آن جا می‌توان به دو مورد اشاره کرد. در اولین مورد (شکل ۳ الف))، تولید ناخالص داخلی در طول افزایش نرخ ارز نیز افزایش می‌یابد. در دومین مورد (شکل ۳ ب))، تولید ناخالص داخلی در طول کاهش نرخ ارز، کاهش پیدا می‌کند.



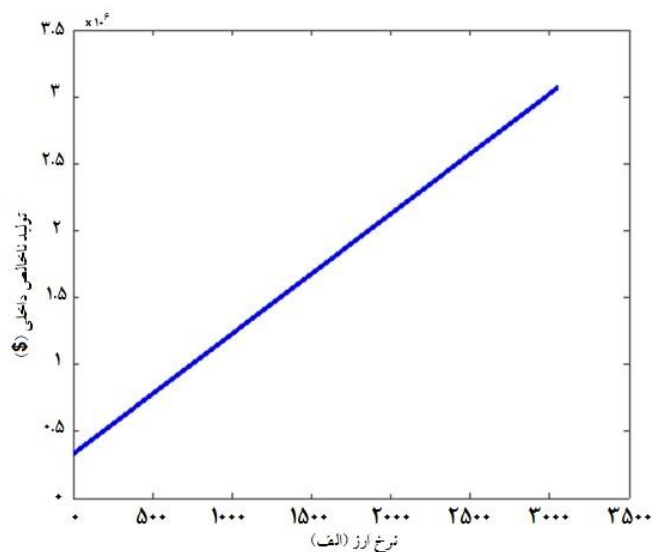
شکل ۱- داده های آموزشی و پیش بینی مقادیر تولید ناخالص داخلی



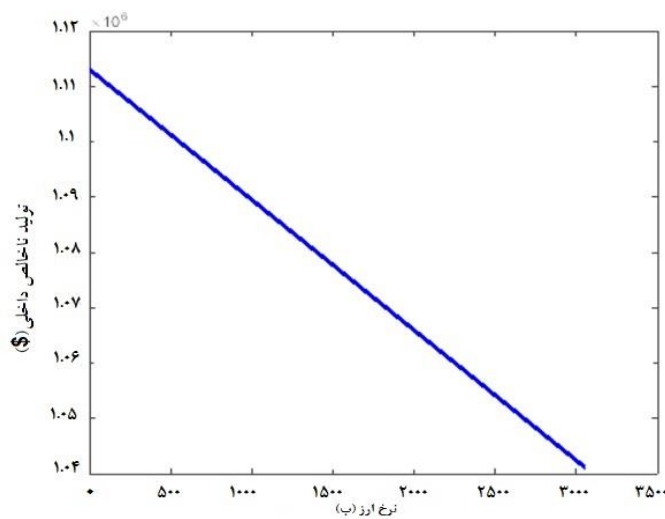
شکل ۲- مقایسه بین داده های آزمایشی و پیش بینی شده بهای تولید ناخالص داخلی

جدول ۵- نتایج آماری پیش بینی سیستم استنتاج عصبی - فازی از گذر نرخ ارز

	داده های آموزشی	داده های آزمایشی
برآورد	۰,۶۸۵۲۶۱	۰,۶۴۸۰۲۷
ضریب تشخیص	۰,۴۶۹۶	۰,۴۱۹۹
مجدور میانگین مربعات خطا	۶۶۳۱۰۲,۲	۲۱۶۸۴۴۴



شکل ۳- (الف) - پیش بینی سیستم استنتاج عصبی - فازی از تولید ناخالص داخلی در رابطه با نرخ ارز



شکل ۳- (ب) - پیش بینی سیستم استنتاج عصبی - فازی از تولید ناخالص داخلی در رابطه با نرخ ارز - دو مور

۵- نتیجه گیری



تأثیر گذر نرخ ارز بر قیمت‌های واردات باید به‌عنوان یک مسئله بسیار مهم درک‌شده تا حل مشکل عدم تعادل تجاری در بسیاری از کشورها باید مورد بررسی قرار گیرد. همچنین این تأثیر برای ایجاد نرخ ارز بهینه و مدیریت سیاست پولی اهمیت دارد. از این‌رو در این مطالعه، تأثیر گذر نرخ ارز بر قیمت‌های وارداتی کل، تجزیه‌وتحلیل شد که در کوتاه‌مدت، یک گذر از نرخ ارز وجود دارد اما در بلندمدت، گذر از نرخ ارز وجود ندارد.

سپس تأثیر نرخ ارز بر تولید ناخالص داخلی با سیستم استنتاج عصبی- فازی سازگار بررسی شد. هدف اصلی، پیش‌بینی گذر نرخ ارزی بر اساس نرخ ارز انجام شد که نتایج نشان داد، مدل سیستم استنتاج عصبی- فازی می‌تواند برای پیش‌بینی این گذر براساس مقادیر نرخ ارز به کار برده شود و نتایج خوبی بدست آمد و در آینده می‌توان بروی این سیستم با توجه به فرضیات جدیدی کارهایی نظیر جلوگیری از پول‌شویی‌های سالانه و مبلغ دقیق پول‌های وارداتی با استفاده از یک سیستم هوشمند پیش‌بینی کرد که نیاز به حمایت و پشتیبانی دارد.



۶- مراجع

۱. قاسملو، خاطره (۱۳۹۶). بررسی تأثیر نرخ ارز واقعی بر متغیرهای کلان اقتصادی، کنفرانس مدیریت مالی تهران، دانشکده علوم اقتصادی، دانشگاه شهید بهشتی، ۹۸-۱۱۴.
 ۲. افضلی، مریم (۱۳۹۷). نوسانات ارزی و تبعات آن در اقتصاد، فصلنامه تازه های اقتصاد، دوره دهم، شماره ۱۴۰، پاییز ۱۳۹۷، ۸۸-۹۱.
 ۳. نامنی، احمد (۱۳۹۷). بررسی اثر کاهش اسمی پول بر متغیرهای کلان اقتصادی، کنفرانس مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۳۷-۴۴.
- 4. Mileva, E., & Stracca, L. (2017). The real exchange rate and economic growth: Revisiting the case using external instruments. *Journal of International Money and Finance*, 73, 386-398.
 - 5. Fraj, S. H., Maktouf, S. (2018). Governance and economic growth: The role of the exchange rate regime. *International Economics*.
 - 6. Guzman, M., Ocampo, J. A. (2018). Real exchange rate policies for economic development. *World Development*, 110, 51-62