



پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان

علمی - پژوهشی

سال هفتم، شماره‌ی ۱۴، نیمه‌ی دوم ۱۳۹۱

بررسی جهش پولی نرخ ارز و پیش‌بینی آن با شبکه‌های عصبی مصنوعی در ایران^۱

* سید عبدالمجید جلالی اسفندآبادی

** سید جعفر حسینی

*** حسین نظام آبادی پور

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۴/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۵

چکیده

یکی از مباحث مهم در اقتصاد کلان، رابطه بین شوک‌های پولی و نوسانات نرخ ارز در قالب تئوری جهش پولی نرخ ارز است. از آن جا که اقتصاد ایران طی سال‌های بعد از انقلاب همواره در معرض گسترش پایه‌ی پولی قرار داشته است، بررسی رابطه بین انبساط‌های پولی و نوسانات نرخ ارز و متعاقباً نقش افزایش درجه‌ی شناورسازی نرخ ارز بر میزان افزایش این نوسان، موضوع و هدف اصلی این مقاله را تشکیل می‌دهد. بر این اساس در بخش اول مقاله اثر یک شوک انبساطی پولی بر نرخ ارز در طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۶ مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که در قالب مدل جهش پولی نرخ ارز، نرخ ارز پس از یک شوک انبساطی پولی، به سطحی بالاتر از مقدار بلندمدت خود جهش می‌کند و در بلندمدت تعدیل می‌شود و در سطحی بالاتر از سطح اولیه خود قرار می‌گیرد. هم‌چنین پیش‌بینی آینده‌ی بازار ارز به وسیله شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان می‌دهد که با افزایش درجه‌ی شناورسازی نرخ ارز، میزان جهش نرخ ارز در اثر یک انبساط پولی افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: شوک‌های پولی، جهش پولی نرخ ارز، اقتصاد ایران، شبکه‌های عصبی، درجه شناورسازی نرخ ارز

طبقه بندی JEL: E4, E5, F3

۱- این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی سید جعفر حسینی در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

* نویسنده مسئول - دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان (jalae44@gmail.com)

** دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد (seyedjafarhoseini@yahoo.com)

*** دانشیار گروه مهندسی برق دانشگاه شهید باهنر کرمان (nezam_h@yahoo.com)

۱- مقدمه

تأثیر سیاست‌های پولی بر نرخ ارز از آن جهت حائز اهمیت است که نرخ ارز به عنوان کانالی در جهت هدایت آثار شوک‌های پولی بر بخش حقیقی اقتصاد شناخته می‌شود. بعد از کسری‌های شدید حساب تراز پرداخت‌های آمریکا در فاصله ی سال‌های ۱۹۷۱ - ۱۹۷۳ و شکست نظام برتون وودز^۱ و حرکت کشورهای صنعتی به سمت سیستم‌های ارزی شناور، نوسانات شدیدی در نرخ ارز مشاهده شد. این نوسانات شدید در نرخ ارز در حالی صورت پذیرفت که سایر متغیرهای اقتصاد کلان نظیر رشد اقتصادی و سطح قیمت‌ها تغییرات چندانی از خود نشان نمی‌دادند. در این زمان رودیگر دورنبوش^۲ توانست با بهره‌گیری از دیدگاه‌های پولی به بسط و توضیح نوسانات به وجود آمده در نرخ ارز، در قالب تئوری جهش پولی نرخ ارز^۳ بپردازد. در تئوری دورنبوش تغییرات غیرقابل پیش‌بینی حجم پول نقش اساسی را در نوسانات نرخ ارز، ایفا می‌کند. بر این اساس در یک سیستم اقتصادی متشکل از بازار کالاها و خدمات، بازار پول و بازار دارایی‌ها، پس از اعمال یک سیاست پولی غیر قابل پیش‌بینی، نرخ ارز در کوتاه‌مدت به سطحی فراتر از نرخ تعادلی جهش می‌کند و در بلندمدت با افزایش درآمد ملی و افزایش سطح قیمت‌ها نرخ ارز به سطح تعادلی خود کاهش می‌یابد. هم چنین بر اساس پدیده ی جهش پولی نرخ ارز، با افزایش درجه ی شناورسازی نرخ ارز، میزان جهش نرخ ارز در نتیجه ی یک انبساط پولی غیرمنتظره افزایش می‌یابد.

شواهد موجود در اقتصاد ایران نشان می‌دهد که به علت ساختار تک محصولی اقتصاد ایران که وابسته به درآمد نفت است، همواره چه در زمان کاهش قیمت نفت و چه در زمان افزایش قیمت نفت، کشور دچار شوک‌های پولی شدیدی بوده است. در مواقع کاهش قیمت نفت به علت بروز کسری بودجه، دولت‌ها به سراغ استقراض از بانک مرکزی رفته و در نتیجه یک شوک پولی انبساطی رخ داده است. در مواقعی که هم قیمت نفت افزایش یافته است، به علت آن که تقاضای مؤثری برای نرخ ارز در بازار ایران وجود ندارد، مقامات پولی برای رهایی از مازاد تراز پرداخت‌های به وجود آمده و هم چنین استفاده از این درآمدهای مازاد نفتی باز هم به افزایش عرضه ی پول داخلی روی

1- Bretton Woods

2- Rudiger Dornbusch

3- Exchange Rate Overshooting

آورده‌اند. از آن جا که انبساط‌های پولی در اقتصاد ایران همواره باعث تغییرات شدیدی در سایر متغیرهای اسمی و حقیقی چه در کوتاه مدت و چه در بلندمدت می‌شود، این سؤال پیش می‌آید که آیا این تحولات چشمگیر در اقتصاد ایران را که ریشه در تغییرات حجم پول و نقدینگی داشته است می‌توان در قالب مدل جهش پولی نرخ ارز توضیح داد؟ از طرف دیگر تغییر سیستم ارزی در ایران همواره جزء مسائل چالش برانگیز بوده است. بنابراین آگاهی از آینده ی نرخ ارز و رابطه ی آن با تغییرات حجم پول و نقدینگی در صورت تغییر سیستم ارزی بسیار حائز اهمیت است. برای این منظور می‌توان از ابزارهای گوناگونی استفاده کرد که استفاده از الگوریتم ژنتیک^۱ و شبکه‌های عصبی^۲ در سال‌های اخیر نتایج مطلوب تری نسبت به روش‌های اقتصادسنجی خصوصاً مدل‌های سری زمانی از خود نشان داده است (هارانگ و آنگ^۳، ۲۰۰۱: ۳۲۰).

بر این اساس در این تحقیق سعی شده است تا مدل جهش پولی نرخ ارز که توسط دورنبوش ارائه شده است مورد آزمون قرار گیرد. هم چنین از آن جا که میزان و درجه ی شناورسازی سیستم ارزی هر کشور طبق تئوری دورنبوش تأثیر مستقیمی بر میزان جهش نرخ ارز خواهد داشت، در این تحقیق با کمک پیش‌بینی شبکه‌های عصبی مصنوعی به آزمون تأثیر افزایش درجه ی شناورسازی نرخ ارز، در میزان جهش نرخ ارز در کوتاه مدت پرداخته می‌شود. بنابراین در این مطالعه سعی شده است تا دو فرضیه ی زیر مورد آزمون قرار گیرد.

الف- پدیده ی جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ایران علیرغم کنترل‌های شدید ارزی وجود دارد.

ب- پیش‌بینی آینده نشان می‌دهد که هر چقدر سیستم ارزی کشور به سمت شناور حرکت کند، پدیده ی جهش پولی نرخ ارز بیش تر نمایان می‌شود.

در ادامه ی مقاله ابتدا مروری بر مطالعات انجام شده داخلی و خارجی انجام خواهد شد. سپس به بررسی پایه‌های نظری پژوهش پرداخته می‌شود و بر پایه ی فرضیه‌ها و چارچوب نظری پژوهش، مدل مقتضی تصریح و تنظیم می‌گردد. آن‌گاه پارامترهای

1- Genetic Algorithm

2- Neural Networks

3-Hwring & Ang

مدل برآورد و نتایج به دست آمده تجزیه و تحلیل می‌شود. بخش پایانی نیز به نتیجه-گیری و پیشنهادهای اجرایی اختصاص یافته است.

۲- مروری بر مطالعات انجام شده

به دلیل اهمیت جهش پولی نرخ ارز و تأثیر آن بر سیاست گذاری‌های اقتصادی، مطالعات نسبتاً جامعی در سطح بین‌المللی انجام گرفته است. از آن جمله می‌توان به کارهای زیر اشاره کرد:

بهمن اسکویی و کارا (۲۰۰۰)، در مطالعه‌ای به بررسی پدیده ی جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ترکیه پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که به علت مثبت بودن ضریب جمله ی تصحیح خطای مدل، پدیده ی جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ترکیه در بلندمدت نیز صادق است.

در مطالعه‌ای دیگر پیردزیوچ^۱ (۲۰۰۵)، اشاره به این نکته می‌کند که عاملین اقتصادی همواره از یک قانون تقریبی برای پیش‌بینی نرخ ارز مورد نظر خود، به صورت مقایسه ی نرخ ارز فعلی با یک نرخ ارز میان‌مدت استفاده کرده‌اند. او نتیجه گرفته است که مدت زمانی که هر فرد صرف اشتباه خود در پیش‌بینی نرخ ارز میان‌مدت می‌کند، باعث تأخیر در جهش پولی نرخ ارز می‌شود. ضمناً به علت همبستگی شدید بین دو نرخ ارز حقیقی و اسمی، جهش نرخ ارز حقیقی رخ خواهد داد ولی هم زمانی و یا فاصله ی زمانی بین این دو جهش به شدت اصلاح انتظارات کارگزاران اقتصادی بستگی دارد.

هافمن و همکاران^۲ (۲۰۰۷) به بررسی بزرگی و میزان جهش نرخ ارز در اثر یک شوک غیرمنتظره پولی در یک اقتصاد باز کوچک با توجه به وجود اطلاعات ناقص در بازار دارایی‌ها پرداخته‌اند. نتایج کار آنان نشان می‌دهد که هر چه سطح پایداری و دوام شوک پولی کاهش یابد، اقتصاد سریع تر به مسیر با ثبات خود بر می‌گردد. هم چنین میزان و بزرگی جهش نرخ ارز حقیقی رابطه ی کاملاً مثبتی با میزان پایداری شوک پولی دارد؛ در حالی که در مورد نرخ ارز اسمی کاملاً برعکس است. در قسمت بعدی تحقیق، آنان با در نظر گرفتن اطلاعات ناقص در بازار دارایی‌ها نتیجه گرفته‌اند که چهار

1-Peirdzioch

2-Haffmann. et al

متغیر میزان سکون و لختی سیاست‌های اقتصادی^۱، درجه ی واکنش تولید حقیقی به تورم، میزان درجه ی باز بودن اقتصاد^۲ و درجه ی انتقال نرخ ارز^۳ مهم ترین متغیرهای اقتصادی افزایش جهش پولی نرخ ارز هستند.

در ایران نیز مطالعاتی محدود پیرامون پدیده ی جهش پولی نرخ ارز صورت گرفته است که مهم ترین آن ها عبارتند از: مزینی (۱۳۸۳) به بررسی جهش پولی نرخ ارز و اثر نوسانات ارزی بر رابطه ی مبادله و قیمت نسبی کالاهای قابل مبادله به غیرقابل مبادله در ایران پرداخته است. وی با استفاده از روش‌های خودرگرسیون برداری^۴ و مدل خودتوضیح با وقفه‌های گسترده^۵ مشاهده کرده است که نرخ ارز اسمی پس از یک شوک انبساطی پولی به سطحی بالاتر از مقدار بلندمدت خود جهش کرده و در بلندمدت تعدیل شده و در سطحی بالاتر از سطح اولیه خود قرار گرفته است.

در زمینه ی استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی نرخ ارز نیز می‌توان به تحقیقات خارجی و داخلی متعددی اشاره کرد. از آن جمله: مطالعه ی لیزی و چیاو^۶ (۱۹۹۹) بیان کننده ی این است که تفاوت معناداری بین پیش‌بینی شبکه‌های عصبی و مدل آشوب وجود ندارد. اما پیش‌بینی هر دو مدل، در مقایسه با پیش بینی مدل گام تصادفی، تفاوت معناداری از خود نشان می‌دهد. اینس و ترافالیس^۷ (۲۰۰۶) برای پیش-بینی نرخ ارز ابتدا با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی سعی در شناخت خواص آماری داده‌ها و انتخاب داده‌های مناسب برای پیش‌بینی کرده‌اند. سپس با استفاده از شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی داده‌های گزینش شده مبادرت ورزیده اند. نتایج حاکی از آن است که شبکه ی عصبی^۸ SVR در ترکیب با هر نوع از روش‌های انتخاب داده، به دلیل ساختار موجود در آن، جواب‌های بهتری نسبت به شبکه ی^۹ MLP از خود نشان می‌دهد. در خاتمه نیز محققان از دو روش میانگین متحرک انباشته ی خود همبسته^{۱۰}

-
- 1- Policy Inertia
 - 2- Degree of Openness
 - 3- Exchange Rate Pass-through
 - 4- Vector Autoregression
 - 5- Auto-Regressive Distributed Lag
 - 5-Lisi & Schiavo
 - 6-Ince & Trafalis
 - 8- Support Vector Regressive
 - 9- Multi layer Perceptron
 - 10- Autoregressive Integration Moving Average (ARIMA)

و خودرگرسیون برداری برای پیش‌بینی نرخ ارز استفاده کرده‌اند که جواب‌های آنان نسبت به شبکه‌های عصبی بسیار ضعیف‌تر بوده است.

در ایران نیز احمدی (۱۳۸۵) به مقایسه ی روش‌های مختلف پیش‌بینی سری زمانی نرخ ارز با سه ابزار مختلف شبکه‌های عصبی، تبدیل موجک^۱ و فرایند میانگین متحرک متحرک انباشته ی خود همبسته پرداخته است. او در این تحقیق به این نتیجه رسیده است که در پیش‌بینی یک گام به جلو و شش گام به جلو تا ده گام به جلو، مدل شبکه‌های عصبی از سایر مدل‌ها بهتر عمل می‌کند. اما در پیش‌بینی‌های دو گام به جلو تا پنج گام به جلو، مدل شبکه‌های عصبی و مدل موجک تفاوت چندانی با یک دیگر نداشته و هر دو مدل بهتر از مدل اقتصادسنجی جواب می‌دهند. مشیری و سیفی (۱۳۸۷) نیز در مطالعه‌ای به بررسی روند حرکت نرخ ارز و بازدهی آن (نرخ تغییر آن) در ایران پرداخته‌اند. در این تحقیق با استفاده از آزمون‌های ANN^۲ و BDS^۳ غیرخطی بودن روند حرکتی نرخ ارز در ایران تأیید شده است و سپس آزمون‌های لیاپانوف نمایی^۴ نمایی^۴ و همبستگی ابعاد^۵ حرکت آشوب^۶ و تصادفی نرخ ارز و بازدهی آن در ایران را تأیید کرده‌اند. به نظر محققان دلیل این امر دخالت‌های طولانی مدت بانک مرکزی در بازار ارز است. با توجه به این مسأله در مرحله ی بعد مشخص شده است که شبکه‌های عصبی عملکرد بهتری در پیش‌بینی این بازار نسبت به مدل‌های خطی و غیر خطی سری زمانی نظیر میانگین متحرک انباشته ی خودهمبسته و مدل‌های تعمیم‌یافته ی خودهمبسته واریانس ناهمسان شرطی^۷ دارند و این به علت نامشخص بودن تصریح مدل نرخ ارز و بازدهی آن در بازار ایران است.

۳- مبانی نظری

پیش‌فرض‌های اصلی در مدل جهش پولی نرخ ارز وجود کشوری کوچک (از لحاظ اقتصادی) با تحرک کامل سرمایه، سیستم ارزی شناور و انتظارات عقلایی کارگزاران آن

1- Wavelet

2 - Artificial Neural Networks

3 - Brock, Dechert, and Scheinkman Test

4 - Lyapunov Exponents Test

5 - Correlation Dimension Test

6 - Chaos

7- Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic (GARCH)

۴۱..... بررسی جهش پولی نرخ ارز و پیش بینی آن با شبکه های عصبی

است. تحرک کامل سرمایه در واقع تضمین کننده ی برابری بازدهی سرمایه در داخل با خارج در هر لحظه از زمان خواهد بود. بازدهی سرمایه ی داخلی را می توان به صورت تفاضل نرخ بهره داخلی از کاهش انتظاری ارزش پول ملی دانست. بازدهی سرمایه در خارج نیز تحت تأثیر نرخ بهره خارجی خواهد بود. بنابراین خواهیم داشت:

$$r = r^* + x \quad (1)$$

در این رابطه r نرخ بهره در داخل کشور، r^* نرخ بهره در خارج کشور و x برابر با کاهش انتظاری نرخ ارز است. کاهش انتظاری نرخ ارز برابر با تفاوت نرخ ارز تعادلی بلندمدت با نرخ ارز موجود است. در مدل دورنبوش این نرخ، معادل نرخ ارزی است که از روش برابری قدرت خرید استخراج شود. بنابراین خواهیم داشت:

$$x = \theta(\bar{e} - e) \quad (2)$$

در این جا منظور از \bar{e} نرخ ارز تعادلی بلندمدت و e نرخ ارزی یا کوتاه مدت است. θ نیز برابر با ضریب تعدیل است. در مدل دورنبوش بازار پول از طریق تغییرات نرخ بهره نوسان در نرخ ارز را شکل می دهد. نرخ بهره داخلی نیز با شرایط تعادل در بازار پول، یعنی برابری عرضه و تقاضای پول تعیین می شود. تقاضا برای پول بستگی به نرخ بهره داخلی و درآمد حقیقی خواهد داشت. عرضه ی پول نیز برونزا فرض شده و توسط مقامات پولی کشور تعیین می شود.

$$\frac{m}{p} = y^e \exp(-\lambda r) \quad (3)$$

$\frac{m}{p}$ عرضه حقیقی پول، y برابر با درآمد حقیقی، r نرخ بهره داخلی و λ و ϕ پارامترهای مدل هستند. با گرفتن لگاریتم از طرفین رابطه خواهیم داشت:

$$-\lambda r + \phi y = m - p \quad (4)$$

در تئوری جهش پولی نرخ ارز، مقدار متغیر y نیز به صورت برونزا تعیین می شود. از کنار هم قرار گرفتن روابط (۲)، (۳) و (۴) رابطه ای بین نرخ ارز فعلی، سطح قیمت ها و نرخ ارز بلندمدت، با توجه به تصفیه ی کامل بازار پول و برابری بهره پوشش داده نشده به دست می آید.

$$p - m = -\phi y + \lambda r^* + \lambda \theta (\bar{e} - e) \quad (5)$$

اگر این رابطه برای زمانی که سیستم اقتصادی در یک تعادل بلندمدت است، بسط داده شود خواهیم داشت:

$$\bar{p} = m + (\lambda r^* - \varphi y) \quad (۶)$$

در این رابطه \bar{p} سطح قیمت‌ها در بلند مدت را نشان می‌دهد. رابطه ی (۶) با توجه به برابری نرخ بهره داخلی با نرخ بهره جهانی در بلندمدت به دست آمده است. هم چنین سطح قیمت‌ها نیز برابر مقدار بلندمدت خود خواهد بود. بنابراین، انتظارات کاملاً تعدیل شده است و نرخ ارز در سطح تعادلی خود قرار خواهد داشت. پس عبارت $\lambda\theta(\bar{e} - e)$ برابر با صفر خواهد بود. چنان چه معادله ی (۶) در معادله ی (۵) جای گذاری شود، رابطه‌ای مهم و کلیدی در تئوری دورنبوش حاصل خواهد شد که بیان کننده ی ارتباط بین نرخ ارز فعلی با نرخ ارز تعادلی و تفاوت سطح قیمت‌های فعلی با سطح قیمت‌های تعادلی خواهد بود.

$$e = \bar{e} - (1/\lambda\theta)(p - \bar{p}) \quad (۷)$$

بر اساس این رابطه در مقادیر مشخص و داده شده‌ای از سطح قیمت‌های تعادلی و نرخ ارز در بلندمدت، مقدار فعلی نرخ ارز به عنوان تابعی از سطح قیمت‌ها به دست می‌آید. همان‌طور که از معادله ی (۷) مشخص است یک افزایش در سطح عمومی قیمت‌ها باعث کاهش نرخ ارز می‌شود. این کاهش در نرخ ارز تا آن جا ادامه می‌یابد که عبارت $(1/\lambda\theta)(p - \bar{p})$ به سمت صفر میل کند. یعنی سطح قیمت‌های فعلی به سطح قیمت‌های تعادلی برسد. این فرایند، مهم‌ترین بخش مرحله دوم تئوری دورنبوش است که مبین اثر غیرمستقیم یک شوک پولی غیر منتظره بر سیستم اقتصادی است. تقاضا برای کالاهای داخلی نیز در این مدل تابعی از قیمت نسبی کالاها $(e - p)$ ، نرخ‌های بهره و درآمد حقیقی است. تابع تقاضا را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\ln D = \alpha + \delta(e + p^* - p) + \sigma y - \sigma r \quad (۸)$$

در رابطه ی بالامقادیر e و p و p^* به صورت لگاریتم طبیعی بیان شده‌اند. از آن جا که بنا به فرض کشور مورد نظر کشوری کوچک است، p^* برابر با صفر خواهد بود. حال اگر تورم را به عنوان نسبتی از اضافه تقاضای موجود در جامعه فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$p = \pi \ln D / y = \pi(\alpha + \delta(e - p) + (\gamma - 1)y - \sigma r) \quad (۹)$$

در بلند مدت $p = p^*$ و $r = r^*$ خواهد بود. در نتیجه با توجه به رابطه ی (۹) خواهیم داشت:

$$\alpha + \delta(e - p) + (\gamma - 1)y - \sigma r = 0 \rightarrow \bar{e} = \bar{p} + \frac{1}{\delta}[\sigma r + (1 - \gamma)y - \alpha] \quad (10)$$

مهم‌ترین دلالت رابطه ی (۱۰) این است که نرخ ارز حتی در بلندمدت نیز، هم به متغیرهای پولی و هم به متغیرهای حقیقی ارتباط دارد. هم چنین رابطه ی موجود بین نرخ ارز و نرخ بهره همگن از درجه ی صفر بوده که بیان کننده ی عدم وجود توهم پولی^۱ است. با توجه به رابطه ی (۱۰) و شرط برابری نرخ بهره پوشش داده نشده که در رابطه ی (۱) تصریح شده است، خواهیم داشت:

$$p = -\pi[(\delta + \sigma\theta)/\theta\lambda + \delta](p - \bar{p}) = -v(p - \bar{p}) \quad (11)$$

$$v = \pi[(\delta + \sigma\theta)/\lambda\theta + \delta] \quad (12)$$

معادله ی (۱۱)، یک معادله ی دیفرانسیل درجه ی اول است که با حل آن مسیر پویای حرکت قیمت‌ها به دست خواهد آمد. با حل معادله ی (۱۱) خواهیم داشت:

$$p(t) = \bar{p} + (p_0 - \bar{p})\exp(-vt) \quad (13)$$

منظور از t در این جا متغیر پیوسته ی زمان است. معادله ی (۱۳) نشان‌دهنده ی مسیر همگرایی قیمت‌ها به سطح بلندمدت خود با سرعت v است. حال با جای گذاری این رابطه در رابطه ی (۷)، مسیر پویای حرکت نرخ ارز نیز به دست می‌آید.

$$e(t) = \bar{e} - (1/\lambda\theta)(p_0 - \bar{p})\exp(-vt) \rightarrow e(t) = \bar{e} - (e_0 - \bar{e})\exp(-vt) \quad (14)$$

معادله ی (۱۴) مسیر پویای حرکت نرخ ارز جهش یافته $-e_0$ به سمت نرخ ارز تعادلی $-\bar{e}$ را نشان می‌دهد. با توجه به روابط (۱۳) و (۱۴) می‌توان گفت چنان چه سطح قیمت‌های اولیه کمتر از سطح قیمت‌های تعادلی باشد، نرخ ارز به سمت نرخ ارز تعادلی کاهش می‌یابد و بالعکس اگر سطح قیمت‌های اولیه بیش تر از سطح قیمت‌های تعادلی باشد نرخ ارز افزایش می‌یابد. یعنی حرکت پویای این دو مسیر در جهت عکس یک دیگر است. البته سرعت افزایش در سطح قیمت‌ها کمتر از سرعت کاهش در نرخ ارز خواهد بود. این از آن جهت است که یک افزایش و جهش در نرخ ارز به نرخ فراتر از نرخ ارز تعادلی، باعث به وجود آمدن اضافه ی تقاضا در بازار کالاها می‌شود. این اضافه تقاضا صرفاً از طریق افزایش سطح قیمت‌های داخلی جبران نخواهد شد، بلکه قسمتی از آن نیز از طریق افزایش نرخ بهره و در نتیجه کاهش مانده‌های حقیقی پول، از بین خواهد رفت.

۴- تصریح مدل متناسب با اقتصاد ایران

با توجه به مباحث مطرح شده در تئوری دورنبوش و پیشینه ی تحقیق، اگر تئوری مقداری پول، برای دو کشور ایران و آمریکا (با توجه به آن که نرخ ارز مورد استفاده در این مقاله، نرخ برابری ریال ایران با دلار آمریکا ست) به تفکیک نوشته شود، خواهیم داشت:

$$P_{IR}Y_{IR} = M_{IR}V_{IR} \quad (۱۵)$$

$$P_{US}Y_{US} = M_{US}V_{US} \quad (۱۶)$$

P بیان کننده ی شاخص قیمت، Y درآمد ملی، M حجم پول و V سرعت گردش پول در هر کشور است. IR و US نیز نشانه ی دو کشور ایران و آمریکا است. در تئوری جهش پولی نرخ ارز، نرخ ارز در بلندمدت از تئوری برابری قدرت خرید تبعیت می کند. بنابراین اگر تئوری مقداری پول در هر کشور را با توجه به رابطه ی برابری قدرت خرید بازنویسی کنیم داریم:

$$\log EX = (\log M_T - \log M_{US}) - (\log Y_T - \log Y_{US}) + (\log \pi_{IR} - \log \pi_{US}) \quad (۱۷)$$

در رابطه ی فوق، EX نرخ ارز اسمی در بازار سیاه است. از آن جا که آمار مشخصی در باره ی سرعت گردش پول وجود ندارد، استفاده از متغیر نرخ تورم به جای سرعت گردش پول می تواند بهترین جانشین باشد. این رویکرد در مطالعات مشابه نیز مورد استفاده قرار گرفته است (پسران، ۲۰۰۰: ۵۷).

در رابطه ی (۱۷) π بیان کننده ی نرخ تورم در هر اقتصاد است که بر اساس شاخص قیمت های خرده فروشی، محاسبه شده است. شکل خلاصه شده ی معادله ی مورد استفاده برای آزمون پدیده ی جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ایران، به صورت زیر نمایش داده می شود:

$$ex = a + bm_t + cy_t + d \inf_t + \varepsilon_t \quad (۱۸)$$

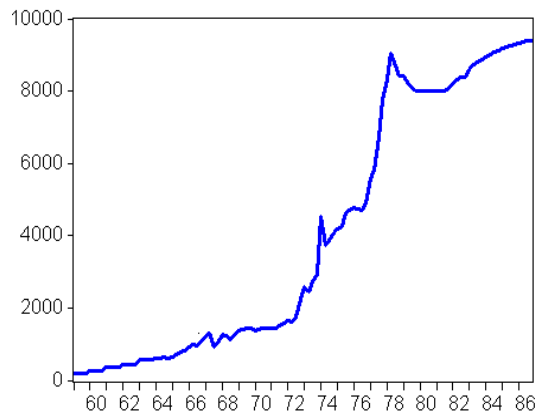
در رابطه ی (۱۸) m ، y و \inf به ترتیب بیان کننده ی تفاوت لگاریتم حجم پول، لگاریتم درآمد ملی و لگاریتم نرخ تورم در دو اقتصاد ایران و آمریکا است. هم چنین ex نیز معرف لگاریتم نرخ ارز در بازار موازی است. با توجه به مبانی تئوریک توضیح داده شده در قسمت قبل، انتظار بر این است که $b > 0$ ، $c < 0$ و $d > 0$ باشند. آن چه در این

۴۵..... بررسی جهش پولی نرخ ارز و پیش بینی آن با شبکه های عصبی ...

مقاله بسیار حایز اهمیت است مقدار و علامت ضریب b ، است. زیرا در مقاله ی حاضر بررسی رابطه بین تغییرات نسبی حجم پول با جهش نرخ ارز مورد نظر است. بنابراین در نمودارهای شماره های یک و دو روند حرکتی نرخ ارز در بازار آزاد و حجم نقدینگی در اقتصاد ایران نشان داده شده است.

نمودار شماره ی یک - روند تغییرات نرخ ارز در اقتصاد ایران در طی سال های

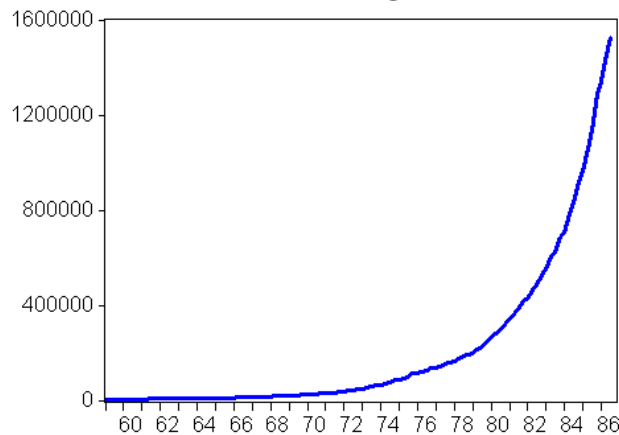
۱۳۸۶-۱۳۵۹



مأخذ: بانک مرکزی ایران واحد: دلار/ریال

نمودار شماره ی دو - روند تغییرات حجم نقدینگی در اقتصاد ایران در

طی سال های ۱۳۸۶-۱۳۵۹



مأخذ: بانک مرکزی ایران واحد: میلیارد ریال

۴-۱ - شاخص شناورسازی در اقتصاد ایران

در تئوری‌های اقتصادی همواره هنگامی که ساز و کاری غیر از ساز و کار بازار در تعیین قیمت تعادلی یک کالا نقش داشته باشد، از بازاری به نام بازار سیاه یا بازار موازی نام برده می‌شود. این قاعده در مورد کالایی به نام ارز نیز صادق است. بنابراین به موازات نرخ رسمی اعلام شده از سوی مقامات پولی یک کشور، نرخ دیگری نیز در مورد بازار ارز وجود دارد که عمدتاً تحت تأثیر عرضه و تقاضای بازار تعیین می‌شود. حال هر چه این نرخ رسمی به سمت نرخ بازار سیاه میل کند، بیان‌کننده ی کاهش دخالت مقامات پولی یک کشور در تعیین نرخ ارز است. بدین منظور از شاخصی تحت عنوان درجه ی شناور سازی نرخ ارز استفاده می‌شود.

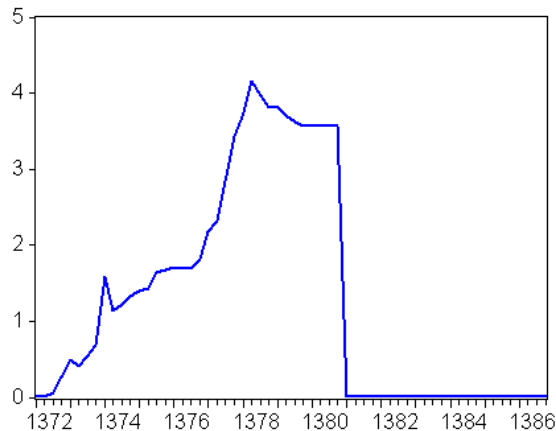
$$D-F = \frac{ex_b - ex_f}{ex_f} \quad D-F > 0 \quad (19)$$

حداقل مقدار $D-F$ برابر با صفر خواهد بود. هر چقدر این شاخص به سمت عدد صفر میل کند مبین حرکت سیستم ارزی به سمت سیستم ارزی شناور است و بالعکس هر چقدر این شاخص از عدد صفر فاصله بگیرد بیان‌کننده ی دخالت بیش تر مقامات پولی یک کشور در بازار ارز است. بر اساس تئوری جهش پولی نرخ ارز، میزان تغییرات این شاخص با میزان جهش پولی نرخ ارز، رابطه‌ای معکوس خواهد داشت. بدین صورت که با کاهش فاصله میان نرخ ارز موجود در بازار سیاه و نرخ ارز رسمی میزان جهش پولی نرخ ارز در اثر تغییرات ناگهانی حجم پول افزایش خواهد یافت. زیرا ساز و کار بازار بر تعیین نرخ ارز حکفرما خواهد شد. از آن جا که همواره یکی از مباحث مطرح شده در اقتصاد ایران حرکت نظام ارزی کشور به سمت سیستم ارزی شناور است، بنابراین توجه به تغییرات آتی این شاخص و تغییرات آتی حجم پول می‌تواند بسیار حایز اهمیت باشد. با نگاهی بر روند سیاست‌گذاری‌های ارزی در ایران طی دو دهه ی اخیر، خصوصاً بین دو دوره ی یکسان سازی نرخ ارز و دوره ی بعد از یکسان سازی دوم نرخ ارز، متوجه خواهیم شد که قبل و بعد از سال ۱۳۸۱ که سیاست یکسان‌سازی دوم نرخ ارز در اقتصاد ایران روی داد، تغییرات قابل توجهی در این شاخص روی داده است. نمودار شماره ی سه نحوه ی تغییرات شاخص شناور سازی نرخ ارز را در فاصله ی سال-های (۱۳۷۲-۱۳۸۶) نشان می‌دهد. بر این اساس از سال ۱۳۸۱ به بعد، کاهش چشمگیری در روند تغییرات این شاخص پدید آمده است. بنابراین سال ۱۳۸۱ را می-

توان به عنوان زمانی که این شاخص دچار شکست ساختاری اساسی شده است در نظر گرفت.

نمودار شماره ی سه - روند تغییرات شاخص شناورسازی در اقتصاد ایران طی

سال های ۱۳۷۲-۱۳۸۶



مأخذ: محاسبات تحقیق

علت اصلی این شکست ساختاری را بایستی در نحوه ی اجرای سیاست دوم یکسان سازی نرخ ارز در سال ۱۳۸۱ جستجو کرد. در این سیاست تمامی نرخ های ارز در سطحی که تا پیش از آن در بورس حاکم بود یکسان سازی شد. بنابراین از سال ۱۳۸۱ به بعد عملاً نرخ ارز توسط عوامل مؤثر در بازار تعیین می شد. نکته ای که باید توجه کرد این است که هیچ گاه یک سیستم ارزی به صورت کاملاً آزاد و شناور وجود نخواهد داشت و همواره دولت ها سعی خواهند کرد به نحوی از نوسانات بیش از اندازه ی نرخ ارز که موجب بروز نااطمینانی در اقتصاد می شود جلوگیری کنند.

۴-۲- شبکه های عصبی مصنوعی

شبکه های عصبی مصنوعی به دلیل قابلیت بالای تجزیه و تحلیل سیستم های غیر خطی، خیلی سریع به عنوان یک ابزار قدرت مند، برای تجزیه و تحلیل داده ها و مدل سازی روابط غیر خطی به ویژه روابط غیر خطی با فرم تبعی ناشناخته، مطرح شدند.

در این تحقیق جهت پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی مورد استفاده در آزمون جهش پولی نرخ ارز، از شبکه ی عصبی پرسپترون چندلایه استفاده شده است. الگوریتم مورد استفاده در آن، الگوریتم پس انتشار خطا است. این الگوریتم بر اساس قانون پس انتشار یا دلتای تعمیم یافته^۱ به آموزش شبکه ی پرسپترون چندلایه بر اساس مشاهدات دریافتی اقدام می کند. گاه برای افزایش سرعت یادگیری از الگوریتم‌های جانشین در شبکه ی عصبی MLP استفاده می‌شود. یکی از معروف ترین این الگوریتم ها، الگوریتم (LM)^۲ است که در این تحقیق نیز برای یادگیری سریع تر شبکه از آن استفاده شده است.

۵- نتایج تجربی تحقیق

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از آمارهای سری زمانی منتشر شده از سوی بانک مرکزی ایران است. دوره ی مورد بررسی نیز از فصل اول سال ۱۳۷۰ (۱:۱۳۷۰) تا فصل دوم سال ۱۳۸۶ (۲:۱۳۸۶) در نظر گرفته شده است. در مورد متغیرهای اقتصادی آمریکا نیز از آمارهای منتشر شده توسط فدرال رزرو^۳ در فاصله ی ۲:۱۹۹۱ تا ۳:۲۰۰۷ استفاده شده است. باید توجه کرد که همواره سال میلادی یک فصل، از سال شمسی جلوتر است. لذا در آمارهای فدرال رزرو، منظور از فصل اول، فصل چهارم سال شمسی است. نتایج بررسی متغیرهای موجود در مدل نشان‌دهنده ی این مطلب است که نظریه ی برابری قدرت خرید در اقتصاد ایران صادق است^۱. بنابراین می‌توان با استفاده از الگوی تصریح شده در قسمت قبلی به آزمون جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ایران پرداخته شود.

۵-۱- نتایج خودرگرسیون برداری

استفاده از روش خود رگرسیون برداری (VAR) و تکنیک‌های هم‌جمعی از دو جهت برای ما حائز اهمیت است. اولاً با توجه به مباحث قبلی، پر واضح است که در هر اقتصادی، یک یا چند فرض از فروض تئوری دورنبوش نقض می‌شود. بنابراین محققان برای برآورد مدل، مجبور به اعمال قیودی بر مدل می‌شوند. حال اگر تئوری جهش پولی نرخ ارز تأیید نشود، همواره این سؤال وجود خواهد داشت که آیا تأیید نشدن این تئوری

1- Generalized Data Rule

2- Levernberg - Marguardt

3- Federal Reserve

به علت تحمیل قیود مختلف به مدل است یا حقیقتاً تئوری دورنبوش با واقعیات اقتصادی جامعه سازگار نیست. بنابراین در این موارد سیمز^۱ (۱۹۸۰) استفاده از مدل VAR و تکنیک های هم جمعی را پیشنهاد می کند. استفاده از مدل های VAR اولاً باعث می شود که از تمام اطلاعات موجود در مدل استفاده شود؛ ثانیاً محقق را از اعمال برخی قیود و پیش فرض ها درباره ی انتخاب متغیر درونزا و برونزا رهایی می بخشد تا دچار مشکل تصریح مدل نشود. این روش در اکثر تحقیقات سال های اخیر تئوری جهش پولی نرخ ارز که در فصل دوم مورد بررسی قرار گرفت، مورد استفاده قرار گرفته است. بر این اساس پس از انجام آزمون های مانایی و اطمینان حاصل کردن از ضرایب الگوی مدل VAR با کمک توابع واکنش نسبت به وقوع جهش نرخ ارز در اثر افزایش غیر منتظره حجم پول قضاوت می شود. رویکرد همگرایی مورد استفاده در این تحقیق نیز، استفاده از روش خود توضیح برداری با وقفه های گسترده (ARDEL) است. در این روش از ابتدا متغیر وابسته را نرخ ارز در نظر گرفته و سپس با توجه به ضرایب و علایم تأخیری حجم پول، در ارتباط با جهش نرخ ارز قضاوت می شود. برای تشخیص همگرایی سیستم اقتصادی مورد نظر در این روش از ضریب مدل تصحیح خطا استفاده می شود. مدل ARDEL در برابر مدل VAR دارای این مزیت است که اگر درجه ی مانایی متغیرهای مورد استفاده در مدل یکسان نباشد، باز هم علایم و ضرایب این مدل معتبر خواهد بود و آزمون های t و F به قوت خود باقی خواهد ماند. ولی در تکنیک VAR اهمیت درجه ی جمعی متغیرها و یکسان بودن یا نبودن آن ها همواره مورد اختلاف بوده است. برخی از محققان مانند سیمز، واتسن^۲ و اندرز^۳ معتقد هستند که آزمون های t و F در باره ی مجموعه ای از متغیرهای مانا و نامانا در مدل VAR معتبر و در نتیجه استناد به توابع واکنش آن ها نیز درست خواهد بود. اما برخی دیگر چون رانکل^۴ نتایج به دست آمده از این روش را دچار اشکال می دانند و در استناد به توابع واکنش آن تردید می کنند (نوفرستی، ۱۳۷۸: ۱۱۷). در مقابل مزیت عمده ی مدل VAR نسبت به مدل ARDEL را می توان در چند معادله ای بودن آن بیان کرد. به عبارت بهتر در مدل

1 - Sims
 2- Watson
 3- Enders
 4- Runkle

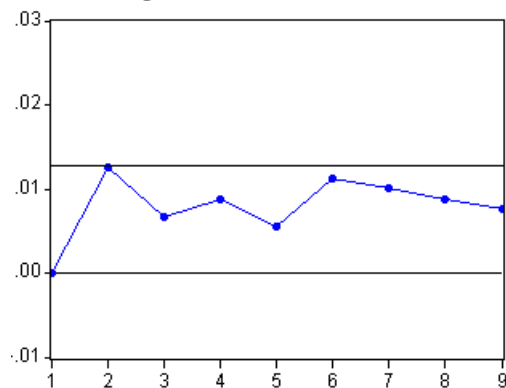
ARDEL نمی‌توان از تمامی اطلاعات موجود در مدل استفاده کرد و از همان ابتدا یک متغیر را بایستی به صورت متغیر وابسته در نظر گرفت. در واقع مدل ARDEL یک مدل تک معادله‌ای است؛ اما مدل VAR حالت چند معادله‌ای و سیستمی را دارا است. بنابراین در این گونه موارد استفاده از هر دو مدل در کنار یک دیگر می‌تواند تکمیل کننده ی نتایج باشد. خصوصاً همان طور که مشاهده خواهد شد، متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق دارای درجه ی انباشتگی یکسانی نخواهند بود. پس در این تحقیق از هر دو روش برای آزمون جهش پولی نرخ ارز استفاده شده است. در روش خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده، از ابتدا متغیر وابسته را نرخ ارز در نظر گرفته و سپس با توجه به ضرایب و علایم تأخیری حجم پول، در ارتباط با جهش نرخ ارز قضاوت می‌شود. برای تشخیص همگرایی سیستم اقتصادی مورد نظر در این روش از ضریب مدل تصحیح خطا استفاده می‌شود. بر این اساس ابتدا به آزمون پدیده ی جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ایران با استفاده از روش VAR پرداخته می‌شود. در این جا از آزمون های دیکی - فولر تعمیم یافته و فیلیپس - پرون برای بررسی آزمون ریشه واحد متغیرهای الگو استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول شماره ی یک (پیوست) مشاهده می‌شود. لازم به توضیح است که از بین متغیرهای متعدد پولی، حجم نقدینگی (M2) بهترین نتایج را نشان می‌دهد. بنابراین در این تحقیق، از لگاریتم این متغیر به عنوان متغیر پولی استفاده می‌شود. هم چنین متغیر درآمد ملی در اقتصاد ایران به صورت سالانه تولید می‌شود. بنابراین بایستی از یک متغیر جانشین که داده‌های آن به صورت فصلی موجود است، استفاده کرد. از آن جا که آمارهای تولید ناخالص داخلی در اقتصاد ایران و آمریکا به صورت فصلی موجود است، لذا از این متغیر در هر دو اقتصاد به صورت جانشین استفاده شده است. نتایج بررسی مانایی متغیرهای موجود در مدل تصریح شده در رابطه ی (۱۸) نشان دهنده ی این مطلب است که تمام متغیرها به جز تفاضل نرخ تورم در دو کشور، نامانا است و با یک بار تفاضل گیری مانا می‌شوند.

نتایج جدول شماره ی دو (پیوست) نشان می‌دهد که افزایش در تفاضل حجم نقدینگی ایران نسبت به حجم نقدینگی آمریکا، بلافاصله و پس از یک دوره ی کوتاه باعث افزایش نرخ ارز می‌شود. علامت منفی موجود در وقفه ی دوم بیان کننده ی این نکته است که نرخ ارز جهش یافته، در دوره ی دوم کاهش یافته و به سمت نرخ ارز

تعادلی حرکت می کند. این دقیقاً مطابق با تئوری جهش پولی نرخ ارز است. در مورد متغیر درآمد ملی و نرخ تورم نیز، علایم معادله ی مورد نظر با تئوری دورنبوش سازگار است. به عبارت بهتر، افزایش در نرخ رشد اقتصادی ایران نسبت به نرخ رشد اقتصادی آمریکا از جهش نرخ ارز جلوگیری می کند. هم چنین افزایش در تفاضل نرخ تورم داخل با خارج که به نوعی بیان کننده ی کاهش نرخ بهره حقیقی در داخل کشور است، به افزایش تقاضای نرخ ارز و خروج سرمایه از کشور و در نتیجه جهش نرخ ارز می انجامد. این نتایج دقیقاً با تئوری جهش پولی نرخ ارز سازگار است. حال می توان با کمک گرفتن از توابع واکنش، نتایج را به طور دقیق تری بررسی کرد. نمودار شماره ی چهار به خوبی جهش نرخ ارز در نتیجه یک تغییر ناگهانی در حجم نقدینگی را نشان می دهد. همان طور که مشخص است بر اثر یک شوک پولی نرخ ارز بلافاصله در دوره ی بعدی دچار جهش می شود و به سمت نرخ فراتر از نرخ تعادلی ارز حرکت می کند. اما تداوم این افزایش در حجم پول در دوره های بعدی به کاهش نرخ ارز منجر می شود. این کاهش نرخ ارز تا شش دوره ی بعد از اعمال شوک اولیه، به صورت نوسانی است؛ اما از دوره ی ششم به بعد روند کاهش نرخ ارز به سمت نرخ تعادلی، یک نواخت می شود. این نوسان در تعدیل نرخ ارز می تواند ناشی از طولانی شدن تصحیح خطای انتظارات کارگزاران اقتصادی باشد.

نمودار شماره ی چهار - واکنش نرخ ارز به یک تغییر ناگهانی به اندازه ی یک انحراف

معیار در حجم نقدینگی



ماخذ: محاسبات تحقیق

۵-۲- نتایج آزمون به روش خودتوضیح با وقفه های گسترده

الگوی ARDEL سعی می کند با در نظر گرفتن واکنش های پویای کوتاه مدت موجود بین متغیرها، به بررسی رابطه ی همگرایی موجود بین متغیرها بپردازد. هم چنین الگوی تصحیح خطا نیز به منظور بررسی چگونگی واکنش بی تعادلی کوتاه مدت به تعادل بلندمدت ارائه می شود. با توجه به مطالب بیان شده، فرم ARDEL رابطه ی (۱۸) به صورت زیر است:

$$ex_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i ex_{t-i} + \sum_{j=0}^{q1} \theta_{1j} m_t + \sum_{j=0}^{q2} \theta_{2j} y_t + \sum_{j=0}^{q3} \theta_{3j} inf_t + u_t \quad (20)$$

در رابطه ی (۲۰) تعریف متغیرها و دوره ی زمانی مورد بررسی نیز همانند قبل است. با بررسی آماره ی t در مدل مورد نظر با مقادیر بحرانی، یک رابطه ی تعادلی بلندمدت بین نرخ ارز و متغیرهای توضیحی در مدل تصریح شده تأیید می شود. با توجه به تأیید رابطه ی تعادلی بلندمدت، حال می توان الگوی تعادلی بلندمدت را برآورد کرد. جدول شماره ی یک نشان می دهد که ضرایب بلندمدت تمامی متغیرها از لحاظ آماری معنادار است. هم چنین علامت آن ها نیز از لحاظ تئوری قابل قبول است.

جدول شماره ی یک - ضرایب مربوط به الگوی بلندمدت معادله جهش پولی نرخ

ارز			
متغیر	مقدار ضریب	انحراف معیار	p-value
m	۰/۸۵۵۰۹	۰/۰۶۲۷۱۹	۰/۰۰
y	-۴/۷۶۷۶	۰/۷۴۵۸۷	۰/۰۰
inf	۰/۲۲۱۹۹	۰/۱۱۰۳۳	۰/۰۰
c	۱۵/۵۸۶۸	۱/۵۴۴۲	۰/۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

همان طور که مشخص است علامت ضرایب برآورد شده مطابق با انتظار است. نتایج نشان می دهد که یک درصد تغییر در حجم نقدینگی نسبت به حجم نقدینگی آمریکا در بلندمدت، باعث افزایش ۰/۸۵ درصد نرخ ارز می شود. این ضریب بیان کننده ی نقش قابل توجه پول در نوسانات نرخ ارز در ایران است. نکته ی قابل توجه این است که یک

درصد افزایش در نرخ رشد اقتصادی نسبت به نرخ رشد اقتصادی آمریکا اثر شدیدی در کاهش نرخ ارز در بلندمدت خواهد گذاشت و ۴/۷۶ درصد نرخ ارز را کاهش می دهد. هم چنین یک درصد افزایش در نرخ تورم نسبی در بلندمدت باعث افزایش ۰/۲۲ درصدی نرخ ارز می شود.

برای بررسی تعدیل عدم تعادل های کوتاه مدت نرخ ارز به سمت تعادل بلندمدت بایستی از معادله ی تصحیح خطای مدل ARDEL استفاده شود. باید توجه داشت که این متغیر تنها با یک وقفه ی مثبت ظاهر شده است که حکایت از افزایش نرخ ارز ناشی از انبساط پولی دارد و این وضعیت برای قضاوت در خصوص جهش نرخ ارز کافی نیست. البته دلالتی بر عدم تحقق جهش پولی نرخ ارز هم بیان نمی کند به عبارت بهتر، در قالب مدل تصحیح خطا که متغیرها به صورت تفاضلی هستند؛ چنان چه افزایش اولیه ی حجم پول، نرخ ارز را افزایش و تداوم افزایش حجم پول به کاهش نرخ ارز منجر شود، این وضعیت سازگار با تئوری دورنبوش خواهد بود. در این رابطه، ضریب (۱- ecm) بیان کننده ی سرعت تعدیل تعادل های کوتاه مدت نرخ ارز در این سیستم، به سمت تعادل بلندمدت است. علامت منفی این ضریب مبین همگرایی این مدل اقتصادی است که موجب استحکام مدل مزبور می شود. بر این اساس، حدود بیست درصد از بی تعادلی های کوتاه مدت نرخ ارز در قالب مدل جهش پولی نرخ ارز، در طول یک دوره تصحیح می شود. هم چنین نتایج حاصل از جدول شماره ی دو حاکی از آن است که ضرایب تمامی متغیرهای مورد استفاده در مدل، هم از لحاظ آماری معنادار هستند و هم علایم مورد انتظار در آن ها دیده می شود.

جدول شماره ی دو - ضرایب مربوط به الگوی تصحیح خطای مدل جهش پولی نرخ

ارز			
متغیر	مقدار ضریب	انحراف معیار	p-value
dm	۰/۱۷۲۲۵	۰/۰۴۴۰۲۰	۰/۰۰
dy	-۰/۵۲۷۷۹	۰/۱۱۰۸۴	۰/۰۰
$dy(-1)$	۰/۳۴۸۸۰	۰/۱۱۶۹۶	۰/۰۰۴
$d \inf$	۰/۰۴۴۷۱۹	۰/۰۱۹۳۴۱	۰/۰۲۴
dc	۳/۱۳۹۸	۰/۷۴۸۳۷	۰/۰۰
$ecm(-1)$	-۰/۲۰۱۴۴	۰/۰۵۰۰۴۴	۰/۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

برای آزمون تأثیرات شناورسازی نرخ ارز بر جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ایران، از یک متغیر مجازی نیز استفاده شده است. ابتدا با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، پیش‌بینی متغیرهای مورد استفاده در رابطه ی (۱۸) برای دوره ی ۱۳۸۰-۱۳۸۹ انجام شده است. از آن جا که تعداد داده‌های فصلی موجود برای هر متغیر متفاوت است، بنابراین تعداد داده‌های آموزش هر متغیر نیز متفاوت است. اما از آن جا که برای آزمون فرضیه ی دوم تحقیق می‌بایست از داده‌های پیش‌بینی شده استفاده شود، بنابراین تعداد داده‌های پیش‌بینی شده تمامی متغیرها یکسان است. برای این منظور ابتدا یک پیش‌بینی درون نمونه‌ای انجام شده است. این پیش‌بینی به این جهت انجام می‌شود که مشخص شود آیا شبکه ی عصبی مورد نظر به خوبی توانسته است آموزش ببیند یا خیر؟ در مرحله ی دوم برای یک دوره ی سه ساله از پیش‌بینی‌های خارج نمونه‌ای شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. استفاده از پیش‌بینی‌های خارج نمونه‌ای علاوه بر آن که ما را در آزمون دوم تحقیق کمک خواهد کرد، باعث خواهد شد قدرت پیش‌بینی شبکه ی عصبی مورد نظر مورد ارزیابی قرار گیرد. زیرا امکان دارد یک شبکه ی عصبی دچار پدیده ی یادگیری بیش از حد^۱ یا برازش بیش از حد^۲ شود. در این حالت شبکه همگرا شده است، اما قدرت تعمیم داده‌های آموزش دیده را از دست داده است. برای پیدا کردن وزن‌های بهینه در مرحله ی آموزش از معیار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شده است. این معیار برابر است با:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (21)$$

در رابطه ی (۲۱) \hat{y}_i مقدار خروجی شبکه ی عصبی و y_i مقدار خروجی مطلوب است. n نیز برابر با تعداد مشاهدات مورد استفاده در فرایند آموزش است. در مرحله ی بعد و پس از پیدا کردن مقادیر بهینه ی وزن‌ها و اریب‌های شبکه، بایستی نتایج حاصل از آموزش شبکه‌های عصبی تست شود. برای این منظور با استفاده از داده‌های فصلی سال-های ۱۳۸۰-۱۳۸۶ به پیش‌بینی درون نمونه‌ای شبکه ی عصبی پرداخته می‌شود و نتایج آن با نتایج مطلوب مقایسه می‌شود. برای ارزیابی نتایج حاصل از پیش‌بینی‌های

1- Overtraining

2- Overfitting

درون نمونه‌ای شبکه‌های عصبی علاوه بر معیار RMSE از معیار دیگری به نام میانگین قدرمطلق خطا (MAE) نیز استفاده شده است.

$$MAE = \frac{\sum |\hat{y}_i - y_i|}{n} \quad (22)$$

نتایج حاکی از قدرت بالای شبکه ی عصبی مورد نظر در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی مورد استفاده در تحقیق است. بنابراین می‌توان به پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی به صورت خارج نمونه‌ای اقدام کرد. جدول شماره ی سه نتایج حاصل از پیش‌بینی متغیر نرخ ارز در ۱۴ فصل پس از فصل دوم سال ۱۳۸۶ را نشان می‌دهد.

جدول شماره ی سه - نتایج پیش بینی خارج نمونه ای نرخ ارز به وسیله ی شبکه های

عصبی														
نام متغیر	فصل ۱	فصل ۲	فصل ۳	فصل ۴	فصل ۵	فصل ۶	فصل ۷	فصل ۸	فصل ۹	فصل ۱۰	فصل ۱۱	فصل ۱۲	فصل ۱۳	فصل ۱۴
ex_f	۹۳۲۷	۹۳۶۰	۹۳۳۰	۹۳۱۸	۹۳۷۱	۹۳۹۳	۹۴۳۲	۹۴۵۴	۹۴۷۲	۹۴۸۱	۹۴۸۶	۹۴۸۸	۹۴۸۹	۹۴۹۰
ex_b	۹۴۱۷	۹۴۲۷	۹۴۴۹	۹۴۶۲	۹۴۷۷	۹۴۸۹	۹۵۰۰	۹۵۰۹	۹۵۱۶	۹۵۲۲	۹۵۲۷	۹۵۳۲	۹۵۳۵	۹۵۳۸

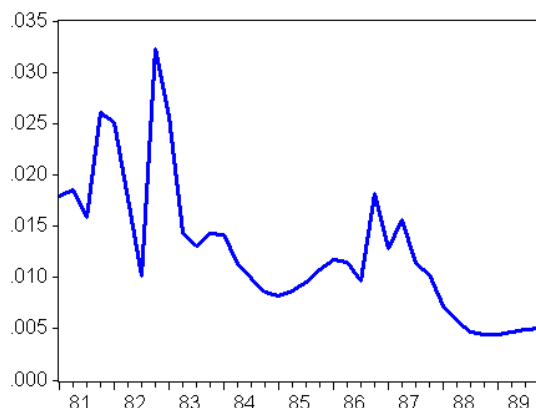
مأخذ: محاسبات تحقیق

۵-۳- روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده در آزمون فرضیه ی دوم

همان طور که دربخش قبل بیان شد، سال ۱۳۸۱ را می‌توان به عنوان سالی که در آن شکست ساختاری در شاخص شناورسازی نرخ ارز رخ داده است در نظر گرفت. پیش‌بینی‌های حاصل از شبکه‌های عصبی نیز این مطلب را تأیید می‌کنند. بدین صورت که نتایج حاصل از پیش‌بینی شبکه‌های عصبی حاکی از کاهش نسبی این شاخص در دوره‌های آتی است. برای این منظور با استفاده از مقادیر پیش‌بینی شده ی نرخ ارز به وسیله ی شبکه‌های عصبی (اعم از درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای) به بررسی روند حرکتی شاخص $D-F$ در اقتصاد ایران پرداخته شده است. نمودار شماره ی پنج تغییرات بعد از سال ۱۳۸۱، که مربوط به متغیرهای پیش‌بینی شده توسط شبکه‌های عصبی است را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بر اساس پیش‌بینی شبکه-های عصبی از ابتدای سال ۱۳۸۱ این شاخص به نحو چشمگیری کاهش یافته و حتی در پاره‌ای از اوقات به سمت صفر نزدیک شده است. از سال دوم پیش‌بینی خارج نمونه‌ای به بعد، نتایج حاصل از پیش‌بینی به سمت یک مسیر یک نواخت همگرا می‌شود. این نشانه ی دقت پیش‌بینی است. زیرا در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی

همگرایی هر متغیر در بلندمدت بسیار حائز اهمیت است. بنابراین زمانی که شاخص از روند یکنواختی تبعیت کند به عنوان خاتمه ی پیش‌بینی در نظر گرفته شده است. با توجه به نمودار شماره ی سه پیش‌بینی شبکه‌های عصبی در مورد تغییرات شاخص شناورسازی در فاصله سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۶ با داده‌های واقعی تقریباً هم‌خوانی دارد. بنابراین می‌توان به نتایج پیش‌بینی‌های خارج نمونه‌ای آن نیز اعتماد کرد. پس می‌توان دو دوره ی برابر ولی کاملاً متفاوت از لحاظ سیستم ارزی را در نظر گرفته و تئوری جهش پولی نرخ ارز را مجدداً آزمون نماییم.

نمودار شماره ی پنج - نمودار تغییرات شاخص $D-F$ در طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۸۹



برای بررسی فرضیه ی دوم تحقیق، مجدداً با استفاده از روش ARDEL رابطه ی (۱۸) را بازنویسی می‌کنیم ولی یک متغیر مجازی نیز تعریف می‌کنیم.

$$ex = a + bm_t + cy_t + d \inf_t + eD.m_t + fD.y_t + g D.\inf_t + \varepsilon_t \quad (23)$$

$$D = \begin{cases} 1 & t \geq 1381 \\ 0 & t < 1380 \end{cases}$$

چنان‌چه ضریب حاصل از متغیر مجازی حجم پول در معادله ی ecm از لحاظ آماری معنادار و منفی شود، بیان‌کننده ی این مطلب است که با حرکت سیستم ارزی کشور به سمت سیستم ارزی شناور، جهش پولی نرخ ارز افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از برآورد ضرایب الگوی بلندمدت در این حالت نیز به خوبی هم از لحاظ علائم و هم از

لحاظ مقادیر موافق انتظار است^۱. نتایج حاصل از الگوی تصحیح خطای مدل مورد نظر نیز در جدول شماره ی چهار مشاهده می شود. جدول شماره ی چهار نیز همانند الگوی پویای کوتاه مدت بیانگر تأثیرات قابل توجه شناورسازی سیستم ارزی کشور بر جهش پولی نرخ ارز است. نکته ی قابل توجه این است که با افزایش شاخص شناورسازی نرخ ارز و حرکت سیستم ارزی ایران به سمت سیستم ارزی شناور، تعدیل بی تعادلی های به وجود آمده در نرخ ارز طولانی تر می شود. به عبارت بهتر، در دوره ی اول تنها ۰/۱۹ درصد از بی تعادلی های کوتاه مدت از بین می رود که این بیان کننده ی سرعت کندتر تعدیل نرخ ارز جهش یافته است.

جدول شماره ی چهار - ضرایب مربوط به الگوی تصحیح خطای مدل جهش پولی

نرخ ارز در آزمون فرضیه ی دوم

نام متغیر	مقدار ضریب	انحراف معیار	p-value
<i>dm</i>	۰/۱۶۶۸۰	۰/۰۵۹۸۱۲	۰/۰۰۷
<i>dy</i>	-۰/۳۲۴۰۲	۰/۰۷۳۳۷۲	۰/۰۰
<i>d inf</i>	۰/۰۵۴۴۰۹	۰/۰۲۶۸۸۳	۰/۰۴۷
<i>dc</i>	۱/۷۲۲۹	۰/۳۸۲۴۳	۰/۰۰
<i>d(D.m)</i>	-۰/۱۴۷۷۰	۰/۰۵۳۸۳۲	۰/۰۰۸
<i>d(D.y)</i>	۰/۳۱۵۰۹	۰/۰۹۹۵۷۰	۰/۰۰۲
<i>d(D.inf)</i>	-۰/۰۶۱۷۰۵	۰/۰۴۰۲۹۲	۰/۱۳۱
<i>ecm(-1)</i>	-۰/۱۹۵۲۹	۰/۰۵۶۱۶۳	۰/۰۰۱

ماخذ: محاسبات تحقیق

۶- نتیجه گیری

تأثیر سیاست های پولی بر متغیرهای حقیقی اقتصاد از کانال نرخ ارز در سیستم های شناور بسیار حائز اهمیت است. رودیگر دورنبوش در سال ۱۹۷۶ با ارائه ی مقاله ای، نشان داد که سیاست های پولی در زمانی که غیرمنتظره باشند می توانند بر اقتصاد تأثیر بگذارند و این تأثیر در کوتاه مدت صرفاً باعث جهش نرخ ارز به نرخی فراتر از نرخ تعادلی خواهد شد. در بلندمدت نیز با کاهش یافتن نرخ ارز به سمت نرخ تعادلی، می توان به بهای تحمل سطح قیمت های بالاتر، سطح بالاتری از درآمد را انتظار داشت. در این مقاله نیز سعی شده است تا به آزمون وجود این پدیده در اقتصاد ایران و تأثیر

۱- برای رعایت اختصار نتایج ذکر نشده است.

افزایش درجه ی شناورسازی نرخ ارز بر آن پرداخته شود. بر این اساس با توجه به نتایج حاصل از تخمین رابطه ی (۱۸) با یک افزایش در حجم نقدینگی در اقتصاد ایران نسبت به اقتصاد آمریکا، نرخ ارز به نرخی فراتر از نرخ ارز تعادلی جهش می کند. این نتایج را می توان در قالب توابع واکنش معادلات VAR به خوبی مشاهده کرد. برای اطمینان حاصل کردن از نتایج آزمون پدیده ی جهش پولی نرخ ارز در اقتصاد ایران از روش ARDEL نیز بهره گرفته شده است. نتایج حاصل از تخمین سیستم اقتصادی حاصل شده از رابطه ی (۱۸) و در قالب معادلات پویای کوتاه مدت و تصحیح خطای برآورد شده، بیان کننده ی آن است که پدیده ی جهش نرخ ارز در اثر یک افزایش ناگهانی در حجم نقدینگی در اقتصاد ایران نسبت به اقتصاد آمریکا رخ می دهد. اما از آن جا که وقفه ی بهینه به دست آمده در معادله ی تصحیح خطای نرخ ارز، یک است نمی توان با استفاده از روش ARDEL نسبت به بازگشت این نرخ به نرخ تعادلی بلندمدت اظهار نظر کرد. هم چنین وجود یک رابطه ی بلندمدت میان متغیرهای موجود در سیستم اقتصادی نیز تأیید می شود. در مجموع با توجه به دو روش VAR و تکنیک همگرایی ARDEL می توان بیان کرد که فرضیه ی اول تحقیق مبنی بر آن که در اقتصاد ایران علیرغم کنترل های شدید ارزی باز هم پدیده ی جهش پولی نرخ ارز وجود دارد، تأیید می شود. هم چنین با توجه به نتایج حاصل شده از تخمین مدل (۲۳) برای سال های ۱۳۷۲-۱۳۸۰ و پیش بینی های انجام شده توسط شبکه های عصبی در فاصله ی سال-های ۱۳۸۱-۱۳۸۹، مشاهده می شود که در قالب تکنیک همگرایی ARDEL، با افزایش درجه ی شناورسازی سیستم ارزی در کشور، جهش نرخ ارز در اثر تغییرات ناگهانی حجم نقدینگی در اقتصاد ایران نسبت به اقتصاد آمریکا، افزایش خواهد یافت. هم چنین سرعت تعدیل سیستم اقتصادی مورد نظر نیز کاهش خواهد یافت. بنابراین فرضیه ی دوم مقاله مبنی بر این که با حرکت سیستم ارزی به سمت شناور شدن جهش پولی نرخ ارز در ایران افزایش می یابد، نیز تأیید می شود. بنابراین اگرچه در طی سال های اخیر به دلیل درآمدهای سرشار نفتی و دولتی بودن اقتصاد، از نوسانات بیش از اندازه ی نرخ ارز جلوگیری شده است، برای کاهش نقش دولت در اقتصاد و هم چنین موافقی که قیمت نفت و بالتبع آن درآمدهای ارزی دولت کاهش می یابد، بایستی از تغییرات ناگهانی نقدینگی و بی نظمی های پولی دوری جست. در غیر این صورت در چنین شرایطی، حتی

بررسی جهش پولی نرخ ارز و پیش بینی آن با شبکه های عصبی ... ۵۹

با دخالت های بیش از اندازه ی مقامات پولی در سیستم ارزی کشور، پول ملی دچار کاهش شدیدی خواهد شد.

پیوست ها:

جدول شماره ی یک - بررسی مانایی متغیرهای موجود در مدل جهش پولی نرخ ارز

نام متغیر	مقدار آماره		مقدار بحرانی در سطح ده درصد		مقدار بحرانی در سطح پنج درصد		مقدار بحرانی در سطح یک درصد	
	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF
m_t	-۱۳/۸۷۰۰	-۳/۸۳۰۷	-۳/۱۴۶۶	-۳/۴۴۴۴	-۳/۴۴۳۷	-۴/۰۲۹۵	-۴/۰۲۷۹	-۴/۰۲۷۹
y_t	-۱۶/۳۰۰۸	-۴/۱۸۶۳	-۳/۱۶۱۹	-۳/۴۷۲۵	-۳/۴۷۰۰	-۴/۰۸۸۷	-۴/۰۸۳۳	-۴/۰۸۳۳
inf_t	-۳/۶۶۱۵	-۳/۶۶۱۷	-۳/۱۶۸۰	-۳/۴۸۳۹	-۳/۴۸۰۴	-۴/۱۱۳۰	-۴/۱۰۵۵	-۴/۱۰۵۵
ex	-۱۱/۸۱۲۹	-۴/۰۱۴۵	-۳/۱۵۱۶	-۳/۴۵۲۳	-۳/۴۵۱۱	-۴/۰۴۶۰	-۴/۰۴۳۶	-۴/۰۴۳۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

آزمون های فوق با وارد کردن مقدار ثابت و روند در معادله ی ریشه واحد محاسبه شده اند.

جدول شماره ی دو - نتایج حاصل از تخمین معادله جهش پولی نرخ ارز به روش VAR

متغیر	$ex(-1)$	$ex(-2)$	$m(-1)$	$m(-2)$	$y(-1)$	$y(-2)$	$\text{inf}(-1)$	$\text{inf}(-2)$	C
ضریب	۰/۸۵۱۲۱۴	۰/۱۲۸۳۲۴	۰/۵۰۸۹۸۴	-۰/۵۰۸۳۶۹	-۰/۵۰۵۸۴	-۰/۰۹۰۹۶۳	-۰/۰۳۸۷۴۴	-۰/۰۷۴۵۹	۰/۱۲۵۶۲۰
آماره t	۶/۴۳۲۵۵	۰/۹۵۰۹۵	۱/۸۸۷۰۴	-۱/۸۷۱۹۳	-۰/۷۸۴۵۵	۱/۴۳۸۹۴	۰/۹۲۹۵۷	۰/۱۸۹۵۶	۰/۲۹۰۶۱

F آماره: ۵۸۵/۶۰۰۸

مأخذ: محاسبات تحقیق

یادداشت ها:

۱- برای بررسی تجربی این موضوع می توان به پایان نامه کارشناسی ارشد سید جعفر حسینی در دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان رجوع کرد.

منابع و مأخذ:

- Ahmadi, Ahmad, (2006) *Prediction of Exchange Rate with Use of Neural Networks and Wavelet*, MSc Thesis, Economics College, University of Tehran.
- Asghari Oskoei, M.R, (2002) «Time Series Prediction by Neural Networks», Iranian Economic Research, Vol. 12. pp.69-96.
- Mozayani, A.H, (1994) *Exchange Rate Overshooting and the Effect of Exchange Rate Fluctuations on Terms of Trade and Relative Price of*

Tradable and Nontradable goods: The Case of Iran, Ph.d Thesis, School of Humanities, Tarbiat Modares University.

- Nofaresti, Mohammad, (1999) Unit *Root and Co-Integration in Econometrics*, Rasa, Publication, Iran.

1-Bahmani-oskooee, Mohsen & Kara, Orhan (2000) «Exchange Rate Overshooting in Turkey», *Economic Letters*, Vol. 68, pp 89- 93.

-Dornbusch, Rudiger (1976) «Exchange Rate Expectation and Monetary Policy» *Journal of International Economics*, Vol. 6, pp. 231-244.

-Haffmann, Mathias, Sondergaard, Jens & Westelius, Niklas.J. (2007) *The Timing and Magnitude of Exchange Rate Overshooting*, Working Paper.

-Hwang, Brian.H. & Ang. H.T. (2001) « A Simple Neural Network for ARMA(p,q) Time series», *Omega*, Vol. 29, pp. 319-333.

-Ince, Huseyin & Trafalis, Theodore. B. (2006) «A Hybrid Model for Exchange Rate Prediction», *Decision Support System*, Vol. 42, pp. 1054-1062.

-Lisi, Francesco & Schiavo, Rosa.A (1999) «A Comparison Between Neural Networks and Chaotic Models for Exchange Rate Prediction», *Computational Statistics & Data Analysis*, Vol. 30, pp. 87-102.

-Pesaran, Hashem.M. (2000) *Economic Trends and Macroeconomic Policies in Post-Revolutionary Iran*, Cambridge University Press, Cambridge.

-Pesaran, M.H., & Shin, Yongcheol (1999) *An Autoregressive Distributed Lag Modeling Approach to Cointegration Analysis*, in (ed) S. Storm, *Econometric and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, 1999, Chapter 11, Cambridge: Cambridge University Press.

-Pierdzioch, Christian (2005) «Noise Trading and Delayed Exchange Rate Overshooting», *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 58, pp. 133-156.

- Moshiri, Saeed & Seifi, Forough (2008) «Nonlinearity in Exchange Rates and Forecasting», *Iranian Economic Review*, Vol.13, No.21 pp. 83-105