اثرات غیر خطی نوسانات نرخ ارز بر صادرات غیر نفتی

عصمت مجرد، محمود صبوحی و ملیحه کوهستانی[1]

چکیده

بر اساس تئوری‌های اقتصادی برخی از متغیرهای کلان اقتصادی (از قبیل بیکاری و نرخ ارز) دارای رفتار غیر خطی هستند و از آن جهت ممکن است

اقتصاد ایران و بررسی وجود اثرات غیر خطی در روابط علی بین آن ها پرداخته شد. بدین منظور، اعتبار فرضیه وجود رابطه‌ی غیر خطی بین نرخ ارز و صادرات غیر نفتی با استفاده از مدل انتقال ملایم[2] (STAR) بررسی شد. نتایج مطالعه اثرات غیر خطی نوسانات نرخ ارز بر صادرات غیر نفتی را تایید می کند. نتایج مدل انتقال ملایم (STAR) نشان داد که جریان غیر خطی علیت گرنجر از نرخ ارز به صادرات غیر نفتی و بالعکس وجود دارد. بنابراین توصیه می‌شود که تصمیم‌گیران اقتصادی وجود رابطه‌ی غیر خطی در ارتباط پویای بین نرخ ارز و صادرات غیر نفتی را برای تعیین سطح آستانه ای از منافع بالقوه توسعه صادرات غیر نفتی در برنامه‌ریزی‌های آینده مورد توجه قرار دهند.

طبقه بندی JEL: C4, F4, F43, M21.

واژه‌های کلیدی: نرخ ارز، صادرات غیر نفتی، مدل غیر خطی انتقال ملایم، علیت گرنجر.

مقدمه

نوسانات نرخ ارز منجر به افزایش نا اطمینانی و ریسک فعالیت های تجاری و کاهش حجم تجارت می گردد. نوسانات نرخ ارز معلول مشکلات ساختاری اقتصاد ، تورم، کمبود مواد اولیه صنعتی، کاهش عرضه ارز درنتیجه نقصان صادرات است. اهمیت نرخ ارز به عنوان ابزار محرک در رشد تجارت و سیاست های تجاری مبنای بحث و جدل در میان اقتصاددانان در چند دهه اخیر بوده است. از عوامل مهم دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار، رونق صادرات است که مهمترین هدف سیاستگذاری در بخش تجارت خارجی را تشکیل می دهد. در اقتصاد ایران با توجه به اهمیت وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای ارزی حاصل از صدور نفت خام، و نقش صادرات غیرنفتی در کاهش این وابستگی و نیز جایگاه آن در برنامه های توسعه اقتصادی کشور، بررسی عوامل تعیین کننده صادرات غیرنفتی و ارائه راهکارهای لازم برای توسعه آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بدین منظور، کنترل ارز، به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده صادرات غیرنفتی، در جهت رونق صادرات غیرنفتی گامی مهم در مسیر رشد و توسعه اقتصادی کشور تلقی می گردد. از طرفی آشفتگی و نوسان در رفتار نرخ واقعی ارز، تاثیر منفی بر دیگر بخش های اقتصادی از جمله

[1] به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل و کارشناس اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

Email:sm_mojarad@yahoo.com

[2] smooth transition autoregressive

صادرات دارد. از این رو، تحلیل رفتار نرخ واقعی ارز و بررسی عوامل تعیین کننده آن برای تعدیل این شاخص به منظور افزایش درجه رقابت بین المللی کشور و در نتیجه رونق صادرات، همواره بخش قابل توجهی از مطالعات اقتصادی را به خود اختصاص داده است (جنوبی، ۱۳۸۶).

بازرگانی کشور طی سال های برنامه های اول تا سوم توسعه مسیر پر فراز و نشیبی را طی کرده و در این میان موضوع صادرات غیر نفتی چه از جنبه اقتصادی و نگاه به مقولاتی از قبیل ایجاد اشتغال مولد و چه از جنبه سیاسی به عنوان ابزار ایجاد و تداوم ارتباط با مجموعه ملل جهان و ایجاد برخی وابستگی های متقابل کالایی، در خور اهمیت و توجه بوده است.

وقوع جهش ها و تحولات شگرف در صادرات غیر نفتی کشور طی چند سال اخیر ثمره تداوم سیاست های تسهیل و مانع زدایی از فرایند صادرات و توجه به ظرفیت سازی و زیرساخت سازی برای تولیدات صادراتی بوده است. تغییرات بسیار زیاد در شرایط محیط سیاسی و خارجی کشور و مطرح شدن عناصر تأثیرگذار نو یا روندهای جدید روابط سیاسی و تحولات پر تنش در عرصه روابط بین الملل ناشی از یک جانبه گرایی آمریکا در منطقه و جبهه گیری در قبال موضوع دستیابی ایران به دانش هسته‌ای، همگی بر ضرورت نگاهی دوباره به سند توسعه ویژه گسترش صادرات غیر نفتی برای تطبیق آن با شرایط جدید تاکید دارد. روند متغیرهای سیاسی و اقتصادی کشور و جهان نشانگر آن است که فرصتها و تهدیدهای جدیدی برای صادرات غیرنفتی ایران در حال شکل گیری است. افزایش فشارهای غرب درخصوص تحریم، تثبیت نرخ ارز و برخورداری از نرخ تورم دو رقمی بستر نامطمئنی را برای صادرات غیرنفتی در طی سال های آینده به همراه خواهد داشت(سازمان توسعه تجارت ایران، ۱۳۸۶).

توجه به صادرات غیرنفتی به عنوان محرک اصلی اقتصاد کشور در ایجاد رشدی پایدار، گسترش فرصتهای شغلی و محو فقر حائز اهمیت می باشد. توسعه صادرات غیر نتی می‌تواند به طور مستقیم عاملی برای رشد اقتصاد باشد. بدین علت که افزایش تقاضا خارجی برای محصولات داخلی منجر به رشد تولید ناخالص داخلی و از این طریق افزایش اشتغال و درآمد می‌شود. همچنین رشد صادرات غیر نفتی از طرق مختلف بر نرخ ارز و افزایش ارز خارجی ، افزایش انگیزه در استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته به منظور رقابت در بازار خارجی موثر است (هلپمن و کروگمن،۱۹۸۵).

حال با توجه به اهمیت موضوع، سوال اصلی در مطالعه حاضر این است که آیا نوسانات نرخ ارز در تحریک صادرات غیر نفتی دارای رفتار غیر خطی است یا خیر؟ و بلعکس.

بدین منظور با استفاده از مدل انتقال ملایم[3] (STAR)، فرض وجود رابطه‌ی غیر خطی از نرخ ارز به صادرات غیر نفتی و همچنین از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز برای اقتصاد ایران بررسی شد.

برخی از تلاش‌هایی را که تاکنون در این زمینه صورت گرفته می‌توان در مطالعه‌ی تریس ویرتا و همکاران (۲۰۰۵) یافت که به منظور پیش بینی متغیرهای کلان اقتصادی مدل‌های خطی، اتورگرسیو انتقال ملایم و شبکه عصبی را برای کشورهای G7 بررسی و مقایسه نمودند. به منظور پیش بینی متغیر های سری زمانی ماهانه از قبیل نرخ بهره، حجم تولیدات صنعتی، نرخ تورم، حجم صادرات و واردات و نرخ بیکاری برای دوره زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ استفاده شد. نتایج نشان می دهد که مدل غیر خطی انتقال ملایم پیش بینی های دقیقتری را نسبت به مدل اتورگرسیو خطی نشان می دهد.

جانتیلا و کارهنن (۲۰۱۱) به تجزیه و تحلیل ارتباط غیر خطی بین متغیر های کلان اقتصادی و نرخ ارز کشور های صنعتی کانادا، فرانسه، ایتالیا، آلمان و انگلستان با استفاده از مدل تصحیح خطا پرداختند. یافته ها نشان داد که اختلافات نرخ تورم نسبت به نرخ تورم آمریکا منجر به رفتار های غیر خطی در نرخ ارز کشور های مورد مطالعه می گردد. علاوه بر این سایر متغیر ها در مدل پولی و همچنین نرخ بهره نسبی در تعیین تغییرات نرخ ارز زمانی که اختلافات نرخ تورم بسیار بزرگ و یا کوچک می باشد؛ موثر است.

[3] smooth transition autoregressive

سلیز (۲۰۰۹) به منظور بررسی رفتار واقعی نرخ ارز، فرضیه وجود ریشه واحد را در مقابل فرضیه مدل غیر خطی انتقال ملایم نمایی (ESTAR) برای چهار کشور شمال اروپا از قبیل سوئد، دانمارک، فنلاند و نروژ مقایسه نمود. نتایج نشان داد که آزمون وجود ریشه واحد در نرخ ارز چهار کشور رد نشد و همچنین با استفاده از مدل انتقال ملایم نمایی فرض وجود رفتار غیر خطی در نرخ ارز کشور های سوئد و نروژ در سطح معنی داری یک درصد رد شد.

هژبر کیانی و نیک اقبالی (۱۳۷۹) به بررسی اثر عدم تعادل نرخ ارز بر عرضه صادرات محصولات کشاورزی پرداختند. با بررسی اثر متغیر های نوسانات نرخ واقعی ارز و انحراف نرخ واقعی ارز نسبت به مسیر تعادلی بلند مدت آن نشان می دهد که این متغیر ها اثر منفی بر عرضه صادرات محصولات کشاورزی دارند؛ لذا تلاش در جهت تثبیت نرخ واقعی ارز و نزدیک کردن نرخ واقعی ارز به میزان تعادلی آن می‌تواند به گسترش و توسعه صادرات محصولات کشاورزی کمک نماید.

مهر آرا و سرخوش (۱۳۸۹) با استفاده از الگوی سری زمانی غیر خطی(STAR) به تبیین آثار غیر خطی متغیر های کلان قتصادی بر رشد اقتصادی با تاکید بر نرخ ارز در اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۸۶- ۱۳۳۸ پرداختند. در تصریح معادله رشد تولید، تکانه های مثبت و منفی نرخ ارز در نظر گرفته شد. نتایج بدست آمده زمینه ی فرضیه اصلی مطالعه مبنی بر عدم تقارن تکانه های مثبت و منفی نرخ ارز دلالت بر آن دارد که تکانه های منفی اثرات به مراتب بیش تری بر کاهش رشد اقتصادی نسبت به تکانه های مثبت دارد.

حسینی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی اثر انحراف نرخ ارز بر شاخص های حمایت از تولیدکنندگان گندم طی دوره ۸۶-۱۳۶۸ پرداختند. به منظور محاسبه انحراف نرخ ارز، ابتدا نرخ ارز تعادلی با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری و نرخ واقعی ارز نیز با استفاده از نظریه برابری قدرت خرید محاسبه شد. سپس با استفاده از شاخص های حمایت از تولید کننده، اثر انحراف نرخ واقعی ارز از مقدار تعادلی آن بر مقدار حمایت از تولیدکنندگان گندم بررسی شد. نتایج نشان داد که نرخ ارز واقعی از نرخ ارز تعادلی طی دوره مورد بررسی انحراف داشته و این انحراف شاخص های حمایت از تولیدکنندگان گندم را تحت تاثیر رار داده است.

روش تحقیق

مدلسازی غیر خطی

یک روش استاندارد برای تحلیل روابط علی در داده های زمان سری استفاده از نظریه‌ی علیت گرنجر است. در این روش وقفه های یک متغیر در معادله ی متغیر دیگر می باشد. اگر متغیر x بتواند قدرت پیش بینی متغیر y را افزایش دهد؛ در اینصورت متغیر x علت گرنجری متغیر y خواهد بود. همچنین اگر مقادیر گذشته متغیر y بتواند قدرت پیش بینی x را بهبود دهد؛ در اینصورت متغیرy علت گرنجری متغیر x خواهد بود. نظریه‌ی علیت گرنجر بین سری‌های زمانی y و x را می توان توسط تخمین مدل خطی زیر آزمون نمود:

$$y_t = \sum_{j=1}^{p} \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \beta_j x_{x-j} + e_t \quad (۱)$$

$$x_t = \sum_{j=1}^{p} \gamma_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_j y_{t-j} + v_t \quad (۲)$$

به طوری که، e_t و v_t جزء اخلال سفید و متغیرهای y_t و x_t سری‌های زمانی ایستا می‌باشند. اگر برخی از ضرایب β_j مخالف صفر باشند؛ یک رابطه‌ی علی یک طرفه از x_t به y_t وجود دارد. به عبارتی فرض صفر مبنی بر عدم علیت ($H_0 : \sum_{j=1}^{p} \beta_j = 0$) در

مقابل فرض آلترناتیو ($H_1 : \sum_{j=1}^{p} \beta_j \neq 0$) رد شود و بلعکس، اگر فرض صفر مبنی بر عدم علیت ($H_0 : \sum_{j=1}^{p} \delta_j = 0$) در مقابل فرض آلترناتیو ($H_1 : \sum_{j=1}^{p} \delta_j \neq 0$) رد شود؛ علیت یک طرفه از y_t به x_t وجود دارد. زمانی که فرض صفر برای هر دو معادله‌ی x_t و y_t رد شود؛ رابطه‌ی علیت دو طرفه بین دو سری وجود دارد. یک روش مستقیم آزمون علیت گرنجر استفاده از آماره‌ی استاندارد F برای آزمون فرض صفر می باشد. اشکال اصلی آماره‌ی استاندارد F در آزمون علیت این است که در این آزمون، فرضیه صفر مدلی خطی با پارامترهای تغییرناپذیر در طول زمان فرض شده است. با این حال، نادیده گرفتن پویایی‌های غیر خطی بین دو سری ایستای x_t و y_t می‌تواند نتایج نادرست و گمراه کننده‌ی را منجر شود و در نتیجه باعث خطای پیش بینی گردد. به عبارت دیگر، زمانی که روابط علی بین متغیرها در طول زمان تغییر می‌کند؛ مدل خطی ابزار مناسبی در تحلیل‌های اقتصاد سنجی نمی-باشد. شوک های بزرگ اقتصادی مانند شوک‌های قیمت نفت می‌تواند این موضوع را توجیه کند. بدین منظور برای مدلسازی رفتار غیر خطی متغیرها، از مدل اتو رگرسیو انتقال ملایم (STAR) استفاده شد (تریس ویرتا، ۱۹۹۴؛ ۱۹۹۸):

$$y_t = \sum_{j=1}^{p} \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \beta_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \beta_j^* x_{t-j} F\left(\theta_j, \mu_j; x_{t-d}\right) + \varepsilon_t \quad (۳)$$

$$x_t = \sum_{j=1}^{p} \gamma_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_j^* y_{t-j} F\left(\lambda_j, c_j; y_{t-d}\right) + \vartheta_t \quad (۴)$$

به طوری که، $F\left(\theta_j, \mu_j; x_{t-d}\right)$ و $F\left(\lambda_j, c_j; y_{t-d}\right)$ توابع انتقال در معادلات فوق هستند. در توابع انتقال، d پارامتر تاخیر، $\theta_j\left(\theta_j > 0\right)$ و $\lambda_j\left(\lambda_j > 0\right)$ پارامترهای یکنواختی جهت تعیین سرعت انتقال از یک رژیم به دیگر رژیم می‌باشد. به منظور کاهش پیچیدگی مدل STAR فرض می‌شود که $\theta=\theta_1=\theta_2=...=\theta_j$، $\lambda=\lambda_1=\lambda_2=...=\lambda_j$ و $\mu=\mu_1=\mu_2=...=\mu_j$ و $c=c_1=c_2=...=c_j$ باشد. این فرض هیچگونه تغییری در رفتار غیر خطی دو سری زمانی ایجاد نمی‌کند.

دو نوع تابع انتقال برای تخمین مدل وجود دارد. اول این که، تابع توزیع تجمعی لجستیک برای تابع انتقال در نظر گرفت. به طوری که اثرات نامتقارن انحرافات مثبت و منفی تعیین شود. در این صورت، مدل STAR لجستیک حالت تعمیم یافته‌ای از مدل اتورگرسیو استاندارد است که در آن تابع انتقال به صورت لجستیک می باشد (گرنجر و تریس ویرتا، ۱۹۹۳):

$$F\left(\theta, \mu; x_{t-d}\right) = \frac{1}{1+\exp\left\{-\theta\left(x_{t-d}-\mu\right)\right\}} \quad (۵)$$

$$F\left(\lambda, c; y_{t-d}\right) = \frac{1}{1+\exp\left\{-\lambda\left(y_{t-d}-c\right)\right\}} \quad (۶)$$

محدودیت $\theta > 0$ و $\lambda > 0$ نشان می‌دهد که توابع انتقال حول x_{t-d} و y_{t-d} در حال افزایش است. در حالت حدی اگر θ و λ به سمت صفر یا بی نهایت میل کند؛ مدل LSTAR[4] تبدیل به یک مدل خطی می‌شود.

دوم اینکه، می‌توان تابع انتقال را به صورت تابع نمایی بیان نمود که برای تعیین اثرات نامتقارن تمامی انحرافات کوچک و بزرگ مناسب می باشد. در این حالت، تابع انتقال مدل ESTAR[5] به صورت نمایی است (گرنجر و تریس ویرتا، ۱۹۹۳):

[4] Logistic smooth transition autoregressive

[5] Exponential smooth transition autoregressive

$$F(\theta,\mu;x_{t-d})=1-\exp\{-\theta(x_{t-d}-\mu)^2\} \quad (۷)$$

$$F(\lambda,c;y_{t-d})=1-\exp\{-\lambda(y_{t-d}-c)^2\} \quad (۸)$$

توابع انتقال نمایی بین مقادیر صفر و یک محدود شده‌اند ($F:R\to[0,1]$). ضرایب مدل ESTAR حول نقطه‌ی $x_{t-d}=\mu$ (و یا $y_{t-d}=c$) متقارن هستند. اگر x_{t-d} به سمت μ میل کند؛ تابع انتقال به سمت صفر میل خواهد کرد و مدل ESTAR تبدیل به یک مدل خطی می‌شود که در آن رفتار x_{t-j} بر اساس ضریب β_j تغییرخواهد کرد. اگر x_{t-d} از μ دور شود؛ تابع انتقال به سمت یک میل خواهد کرد و مدل ESTAR تبدیل به یک مدل خطی می شود که در آن رفتار x_{t-j} بر اساس ضریب $\beta_j+\beta_j^*$ تغییرخواهد کرد.

هر دو نوع مدل STAR برای آزمون علیت خطی و غیر خطی بین متغیر های x_t و y_t استفاده شدند. اگر فرض صفر مبنی بر عدم علیت ($H_0:\sum_{j=1}^{p}\beta_j=0$) در مقابل فرض آلترناتیو ($H_1:\sum_{j=1}^{p}\beta_j\neq 0$) رد شود؛ علیت خطی یک طرفه از x_t به y_t وجود دارد. زمانی که فرض صفر برای هر دو معادله‌ی x_t و y_t رد شود؛ رابطه‌ی علیت خطی دو طرفه وجود خواهد داشت. در مورد علیت غیر خطی از x_t به y_t، زمانی که صفر مبنی بر عدم علیت ($H_0:\sum_{j=1}^{p}\beta_j+\sum_{j=1}^{p}\beta_j^*=0$) در مقابل فرض آلترناتیو ($H_1:\sum_{j=1}^{p}\beta_j+\sum_{j=1}^{p}\beta_j^*\neq 0$) رد شود؛ رابطه‌ی علیت غیر خطی از x_t به y_t وجود خواهد داشت. همچنین فروض صفر و آلترناتیو برای علیت خطی و غیر خطی از y_t به x_t، به صورت زیر بیان می‌شود:

$$H_0:\sum_{j=1}^{p}\delta_j=0 \quad \text{و} \quad H_1:\sum_{j=1}^{p}\delta_j\neq 0 \quad (۹)$$

$$H_0:\sum_{j=1}^{p}\delta_j+\sum_{j=1}^{p}\delta_j^*=0 \quad \text{و} \quad H_1:\sum_{j=1}^{p}\delta_j+\sum_{j=1}^{p}\delta_j^*\neq 0 \quad (۱۰)$$

بنابراین آماره‌ی استاندارد F برای آزمون فرض صفر در حالت علیت خطی و غیر خطی به کار می رود. به راحتی می توان تحلیل دو متغیره سری های زمانی را به صورت چند متغیره تعمیم داد:

$$y_t=\sum_{j=1}^{p}\alpha_j y_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\beta_j x_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\beta_j^* x_{t-j}F(\theta_j,\mu_j;x_{t-d})+w_j\mathbf{Z}_{t-j}+\varepsilon_t \quad (۱۱)$$

$$x_t=\sum_{j=1}^{p}\gamma_j x_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\delta_j y_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\delta_j^* y_{t-j}F(\lambda_j,c_j;y_{t-d})+q_j\mathbf{Z}_{t-j}+\vartheta_t \quad (۱۲)$$

به طوریکه: $\mathbf{Z}_t=[Z_{t1},Z_{t2},...,Z_{tN}]$

در این مطالعه، به سه دلیل از مدل STAR استفاده شد: اول، در این مدل تغییرات بین رژیم‌ها یکنواخت (نه گسسته) است. دوم، می‌تواند علیت در دو رژیم تغییر کند. سوم، این مدل اجازه می‌دهد برخی از معادلات مدل به شکل خطی و برخی دیگر به شکل غیر خطی باشند.

آزمون غیر خطی بودن

پیش از آنکه به بررسی کلی مدل STAR پرداخته شود؛ لازم است غیر خطی بودن الگوی داده ها آزمون شود. برای تشخیص مدل های انتقال ملایم تریس ویرتا (۱۹۹۴) چارچوبی را طراحی نموده که غالباً می‌توان از آن جهت تشخیص رفتار های غیر خطی بهره جست. بعلاوه از این روش می توان جهت تعیین اینکه کدامیک از مدل های LSTAR و یا ESTAR بهتر روی داده ها

برازش می شود؛ استفاده نمود. این آزمون مبتنی بر یک بسط سری تیلور از مدل عمومی STAR می باشد. در مدل LSTAR و ESTAR می‌توان تابع انتقال را به صورت زیر بیان نمود:

$$F(\theta,\mu;x_{t-d})=\frac{1}{1+\exp\{-\theta(x_{t-d}-\mu)\}}\equiv\frac{1}{1+\exp(-h_{t-d})} \quad (۱۳)$$

$$F(\theta,\mu;x_{t-d})=1-\exp\{-\theta(x_{t-d}-\mu)^2\}\equiv 1-\exp(-h_{t-d}^2) \quad (۱۴)$$

بطوریکه در مدل LSTAR، $h_{t-d}=\theta(x_{t-d}-\mu)$ و در مدل ESTAR، $h_{t-d}=\theta^{\frac{1}{2}}(x_{t-d}-\mu)$ می باشد.
حال برای تابع انتقال با فرض اینکه $h_{t-d}=0$ باشد؛ تقریب درجه سوم سری تیلور ایجاد می شود. این کار معادل تشکیل بسط سری تیلور با فرض $\theta=0$ ($\lambda=0$) می باشد. با محاسبه‌ی مشتقات جزئی $\partial F/\partial h_{t-d}$ و مرتبه‌ی دوم و سوم آن، بسط تیلور بصورت حاصلضرب رگرسورهای معین در توان‌های مختلف x_{t-d} (y_{t-d} در معادله‌ی ۲) بدست می‌آید. بنابراین با استفاده از رگرسیون کمکی[۶] زیر می‌توان آزمون وجود الگوی STAR را بررسی نمود:

$$e_t=\sum_{j=1}^{p}\alpha_j y_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\beta_j x_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\beta_{1j}^{*}x_{t-j}x_{t-d}+\sum_{j=1}^{p}\beta_{2j}^{*}x_{t-j}x_{t-d}^2 \quad (۱۵)$$
$$+\sum_{j=1}^{p}\beta_{3j}^{*}x_{t-j}x_{t-d}^3+w_j Z'_{t-j}+\varepsilon_t$$

$$v_t=\sum_{j=1}^{p}\gamma_j x_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\delta_j y_{t-j}+\sum_{j=1}^{p}\delta_{1j}^{*}y_{t-j}y_{t-d}+\sum_{j=1}^{p}\delta_{2j}^{*}y_{t-j}y_{t-d}^2 \quad (۱۶)$$
$$+\sum_{j=1}^{p}\delta_{3j}^{*}y_{t-j}y_{t-d}^3+q_j Z'_{t-j}+\vartheta_t$$

معادله‌ی کمکی مدل ESTAR زیر مجموعه‌ای از معادله‌ی کمکی LSTAR محسوب می‌شود. اگر مدل ESTAR مناسب تشخیص داده شود؛ می‌توان تمامی جملات که دارای توان سوم x_{t-d}^3 و y_{t-d}^3 می‌باشند از معادلات فوق حذف نمود.
فرض صفر مبنی بر خطی بودن مدل در معادلات فوق به صورت زیر است:

$$H_0=\beta_{1j}^{*}=\beta_{2j}^{*}=\beta_{3j}^{*}=0 \quad j=1,2,...,P \qquad H_0=\delta_{1j}^{*}=\delta_{2j}^{*}=\delta_{3j}^{*}=0 \quad j=1,2,...,P \quad (۱۷)$$

بنابراین مراحل انجام آزمون تشخیص وجود الگوی STAR به صورت زیر می باشد:
مرحله ۱- تخمین بخش خطی مدل (مدل خطی در معادلات ۱ و ۲) به منظور تعیین وقفه‌ی P و حصول به دنباله‌ی پسماندها $e(t)$.
مرحله ۲- آزمون خطی و یا غیر خطی بودن مدل: با تخمین معادلات کمکی (معادلات ۱۵ و۱۶) و بررسی معناداری آن از طریق آزمون $LM=T(RSSR-USSR)/RSSR$ با مقدار بحرانی χ^2 و درجه آزادی 3p. مقدار $RSSR$ و $USSR$ به ترتیب مجموع مجذور مربع پسماندها در حالت مقید و غیر مقید و T تعداد مشاهدات می‌باشد. اگر مقدار محاسبه شده LM بیشتر از مقدار بحرانی χ^2 جدول باشد؛ فرض صفر خطی بودن را رد نموده و فرض رقیب وجود مدل انتقال ملایم پذیرفته می‌شود. به منظور

[6] Auxiliary regressions

تشخیص مقدار مناسب پارامتر تاخیر، معادلات ۱۵ و ۱۶ با استفاده از کلیه‌ی مقادیر معقول d بررسی می‌شود. آن مقدار از d که بهترین برازش را به همراه داشته باشد؛ بهترین برآورد از d خواهد بود.

مرحله ۳- انتخاب بین مدل‌های LSTAR و ESTAR: در صورت پذیرفته شدن مدل غیر خطی، با استفاده از آزمون LM، فروض زیر (۱۸، ۱۹ و ۲۰) آزمون می‌شود. اگر فرض ۱۸ پذیرفته شود و فرض ۱۹ رد شود؛ مدل دارای الگوی ESTAR خواهد بود. اگر فرض ۱۸ و ۱۹ پذیرفته شود و فرض ۲۰ رد شود؛ مدل دارای الگوی LSTAR خواهد بود.

$$H_0^1 = \beta_{3j}^* = 0, \quad H_0^1 = \delta_{3j}^* = 0 \tag{۱۸}$$

$$H_0^2 = \beta_{2j}^* = \beta_{3j}^* = 0, \quad H_0^2 = \delta_{2j}^* = \delta_{3j}^* = 0 \tag{۱۹}$$

$$H_0^3 = \beta_{1j}^* = \beta_{2j}^* = \beta_{3j}^* = 0, \quad H_0^3 = \delta_{1j}^* = \delta_{2j}^* = \delta_{3j}^* = 0 \tag{۲۰}$$

روش جستجوی شبکه ای برای برآورد مدل های غیر خطی

یکی از روش های ساده و قابل اعتماد برای یافتن ریشه های معادلات غیر خطی روش جستجو شبکه‌ای[۷] می‌باشد. در این روش محاسبه‌ی پارامتر های معادله بر روی شبکه ای از مقادیر و جستجوی نقطه بهینه موضعی بر روی خانه‌های شبکه می‌باشد. برای تعیین مقدار پارامتر θ (یا λ) در تابع انتقال مدل‌های غیر خطی ۱۱ و ۱۲، یک بازه از مقادیر θ (یا λ) مشخص می‌شود که این بازه می‌تواند به مجموعه‌ای از بازه‌ها تقسیم گردد.

$$\theta \in [a,b]$$
$$\{[a,\theta_1],[\theta_1,\theta_2],...,[\theta_m,b]\}$$

بعد از برآورد معادلات غیر خطی ۱۱ و ۱۲ به روش حداقل مربعات غیر خطی[۸] در هر بازه، مقدار θ (یا λ) در بازه‌ای با حداقل مجموع مجذور پسماندها انتخاب خواهد شد. فرآیند تقسیم بازه اصلی به زیر بازه‌های کوچکتر آنقدر تکرار[۹] می‌شود تا مقدار بهینه-ی موضعی بدست آید.

داده‌ها: اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه از قبیل نرخ ارز اسمی داخلی، ارزش واقعی صادرات غیر نفتی ایران بر حسب میلیون دلار، شاخص قیمت عمده فروشی در آمریکا، شاخص قیمت مصرف کننده در ایران، ارزش تولید ناخالص داخلی و رابطه مبادله تجاری است. برای کشور ایران در دوره زمانی ۱۳۸۷- ۱۳۳۸ از پایگاه اینترنتی بانک مرکزی ایران، بانک جهانی، مرکز آمار ایران و سایر منابع اطلاعاتی گرفته شد.

نتایج و بحث

محاسبه نرخ ارز واقعی بر حسب نظریه برابری قدرت خرید

نرخ ارز واقعی بر اساس نظریه برابری قدرت خرید به صورت زیر بدست می آید:

$$RR = \frac{WPI_{us}}{CPI_{ir}} * NR$$

[7] Grid search

[8] Nonlinear least squares

[9] Iteration

با توجه به اینکه برآیند مجموعه تحولات پولی، مالی و تجاری به نحوی در بازار موازی ارز انعکاس می یابد و از سوی دیگر به جهت اینکه پول رایج ایالت متحده آمریکا سهم بزرگی در مبادلات بین المللی دارد و به طور عمده در سیاست های ارزی از دلار به عنوان ارز مرجع استفاده می شود؛ بنابراین نرخ ارز اسمی برای دلار در این مطالعه برای محاسبه نرخ ارز حقیقی به کار گرفته شد. که درآن WPI_{us} شاخص قیمت عمده فروشی در آمریکا، CPI_{ir}شاخص قیمت مصرف کننده در ایران و NR نرخ ارز رسمی داخلی است (هژبر کیانی و نیک اقبالی،۱۳۷۹).

آزمون علیت خطی و غیر خطی

ابتدا مدل خطی برای تعیین وقفه بهینه‌ی p برآورد گردید. وقفه‌ی بهینه برای هر یک از متغیرها متفاوت می‌باشد. با این حال، با استفاده ار معیار شوارتز بیزین (SBC) حداکثر طول وقفه ۲ انتخاب شد. جدول ۱ نتایج آزمون علیت خطی بین نرخ ارز و صادرات غیر نفتی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم علیت گرنجری از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز رد می‌شود و رابطه‌ی خطی از از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز وجود دارد. نتایج آزمون فرضیه‌ی رابطه علی از نرخ ارز به صادرات غیر نفتی نشان می دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم علیت خطی از نرخ ارز به صادرات غیر نفتی پذیرفته شد و بنابراین رابطه‌ی علی از نرخ ارز به صادرات غیر نفتی وجود ندارد. بنابراین احتمال وجود رفتارهای غیر خطی در رابطه بین نرخ ارز و صادرات غیر نفتی است. در چنین حالتی برآورد مدل خطی منجر به حصول نتایج نادرست می گردد. بنابراین، آزمون خطی و یا غیر خطی بودن مدل بررسی شد. نتایج آزمون وجود مدل غیر خطی در جدول ۲ ارائه شده است. برای معادله صادرات غیر نفتی (RLX)، فرض خطی بودن رد شد. بنابراین، با توجه به رفتار غیر خطی بایستی از مدل‌های غیر خطی استفاده نمود. همچنین در معادله نرخ ارز (XLR)، فرض خطی بودن رد شد در حالی که بر طبق نتایج جدول ۱، فرض وجود علیت خطی از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز رد نمی‌شود. بنابراین برای مدلسازی رفتار غیر خطی متغیرها، از مدل‌های اتو رگرسیو انتقال ملایم (STAR) استفاده شد. برای تشخیص مقدار مناسب پارامتر تاخیر، معادلات ۱۵ و ۱۶ با استفاده از کلیه‌ی مقادیر معقول d بررسی شد. آن مقدار از d که بهترین برازش را به همراه داشت ؛ بهترین برآورد از d می‌باشد که مقدار آن در ستون آخر جدول۲ مشخص شد. به منظور انتخاب بین مدل‌های LSTAR و ESTAR از آزمون LM استفاده شد. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است برای معادله نرخ ارز، مدل LSTAR با پارامتر تاخیر ۲ مناسب است. به همین ترتیب برای معادله صادرات غیر نفتی مدل ESTAR با پارامتر تاخیر ۱ مناسب می باشد. پس از شناسایی وجود رابطه غیر خطی بین نرخ ارز و صادرات غیر نفتی می‌توان مدل‌های غیر خطی ۱۱ و ۱۲ را به کار برد.

جدول (۱) آزمون علیت خطی بین نرخ ارز (R) و صادرات غیر نفتی (X)

XLR $X \rightarrow R$	RLX $R \rightarrow X$
۲/۴۴(۰/۱)*	۰/۰۰۷(۰/۹۰)

توجه: مقادیر داخل پرانتز سطح معنی داری (p-value) را نشان می‌دهد که معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ با نماد های (*)، (**) و (***) مشخص شدند.

از آنجا که پارامترهای مدل غیر خطی بصورت حاصلضرب می‌باشند؛ نمی‌توان از روش OLS آن‌ها را برآورد نمود. بنابراین از روش حداقل مربعات غیر خطی برای حصول به برآوردهای درستی از پارامترها استفاده شد. بر طبق روش حداقل مربعات غیر خطی نمی‌توان پارامتر های θ و μ (یا λو c) را به طور همزمان برآورد نمود. به منظور برآورد این مدل ها، برای تعیین پارامتر θ (یا λ) از روش جستجوی شبکه‌ای استفاده شد. مقدار پارامتر θ (یا λ) در بازه‌ی $[0.01,50]$ با افزایش در فواصل ۰/۰۱ جستجو شد. مقدار θ (یا λ) در بازه‌ای با حداقل مجموع مجذور پسماندها انتخاب خواهد شد. برای تعیین مقدار μ (یا c)، مقادیر $|x(t-d)|$ و $|y(t-d)|$ مرتب نموده و ۱۵ درصد از بالاترین و پایین ترین مشاهدات حذف شد (کانر و هانسن، ۲۰۰۱).

جدول (۲) آزمون وجود الگوی غیر خطی STAR و تشخیص نوع مدل غیر خطی

پارامتر تاخیر d	نوع مدل	H_0^2	H_0^2	H_0^1
معادله نرخ ارز (XLR)				
۲	LSTAR	۱۳/۶۲(۰/۰۰۰۶)***	۸/۵۲(۰/۰۴)**	(۰/۰۲)** ۳/۷۱
معادله صادرات غیر نفتی (RLX)				
۱	ESTAR	۵/۸۶(۰.۱)*	۲/۰۹(۰/۲۷)	۱/۰۳(۰/۳)

منبع: یافته‌های مطالعه

جدول ۳ خلاصه‌ای از نتایج آزمون علیت غیر خطی گرنجر را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که علیت غیر خطی از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز در کشور وجود دارد. همانگونه که در جدول ۱ مشاهده شد، علیت خطی از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز در رژیم اول وجود دارد. بنابراین با تغییر رژیم (تغییر وضعیت خطی به وضعیت غیرخطی) رابطه‌ی علیت از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز افزایش مضاعفی داشته است. به عبارت دیگر، بر مبنای سطح معنی‌داری، اثر صادرات غیر نفتی بر نرخ ارز پس از عبور از سطح آستانه بیشتر است. جدول۴ نتایج تخمین مدل‌های غیر خطی ESTAR و LSTAR را نشان می دهد. برای معادله نرخ ارز (XLR) نتایج نشان می‌دهد که انتقال به رژیم جدید زمانی صورت می‌گیرد که صادرات غیر نفتی بیش از آستانه‌ی ۱۲ میلیارد دلار برای اقتصاد ایران است. با این حال سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر کم است و مقدار ضریب θ حدود ۰/۰۷ است. به عبارت دیگر، هنگامی که اقتصاد از مقدار آستانه عبور می‌کند؛ برای یک مدت زمان طولانی در آن وضعیت (رژیم) باقی می‌مانند. در مقایسه با نتایج جدول ۱ هر چند مدل خطی نشان می‌دهد که علیت از صادرات غیر نفتی به نرخ ارز وجود دارد؛ اما در مدل غیر خطی این رابطه‌ی علی قوی‌تر به نظر می‌رسد. برای معادله نرخ ارز (XLR) نتایج نشان می‌دهد که نرخ ارز تاثیر قابل توجهی بر صادرات غیر نفتی دارد و علیت غیر خطی از نرخ ارز به صادرات غیر نفتی وجود دارد. بنابراین زمانی نرخ ارز محرک رشد صادرات غیر نفتی است که نرخ ارز بیش از آستانه‌ی ۷۶۵۸ ریال باشد. در مقایسه با نتایج جدول ۱ مشاهده شد رابطه‌ی علیت خطی از رشد نرخ ارز به صادرات غیر نفتی وجود ندارد. در حالی که علیت غیر خطی RLX وجود دارد. همچنین قابل ذکر است که انتقال از یک رژیم به دیگر در مدل RLX نسبت به مدل XLR سریعتراست. در نهایت نتایج مقایسه‌ی علیت گرنجر خطی و غیر خطی (جدول ۵) با استفاده از معیار شوارتز بیزین موید آن است که تخمین مدل LSTAR و ESTAR نسبت به مدل خطی در توصیف رفتار غیر خطی بین صادرات و نرخ ارز ارجحیت دارد.

جدول (۳) آزمون علیت غیر خطی بین نرخ ارز (R) و صادرات غیر نفتی (X)

RLX $R \to X$	XLR $X \to R$
۶/۵۸(۰/۰۰)***	۲/۱۹(۰/۰۹)*

منبع: یافته‌های مطالعه

جدول (۴) تخمین مدل‌های غیر خطی ESTAR و LSTAR

پارامترها	معادله نرخ ارز (XLR)	پارامترها	معادله صادرات غیر نفتی (RLX)
ضریب X_{t-1}	۰/۳۸(۰/۰۵)	ضریب R_{t-1}	۰/۹۱(۰/۰۰)
ضریب X_{t-2}		ضریب R_{t-2}	۱/۰۶(۰/۳)
ضریب $X_{t-1}F(\theta,\mu;X_{t-d})$	۵/۰۲(۰/۰۶)	ضریب $R_{t-1}F(\lambda,c;R_{t-d})$	۲/۶۷(۰/۰۰۴)
ضریب $X_{t-2}F(\theta,\mu;X_{t-d})$	۱/۷۲(۰/۰۹)	ضریب $R_{t-2}F(\lambda,c;R_{t-d})$	۰/۱۳(۰/۰۱۵)
$\hat{\theta}$	۰/۰۷	$\hat{\lambda}$	۰/۱۱
$\hat{\mu}$	۱۲/۶۸	$\hat{c}$	۷۶۵۸

منبع: یافته‌های مطالعه

جدول (۵) مقایسه مدل خطی و غیر خطی بر مبنای معیار شوارتز بیزین

معادله نرخ ارز (XLR)		معادله صادرات غیر نفتی(RLX)	
مدل خطی	مدل غیر خطی	مدل خطی	مدل غیر خطی
۴۰/۶۹	۳۴/۱۰	۲۸/۳۲	۲۳/۱۷

منبع: یافته‌های مطالعه

نتایج علیت غیر خطی می‌تواند در زمینه‌ی تصمیم گیری های اقتصادی مورد توجه مدیران قرار گیرد. تخمین سایر متغیرهای

مقدار پارامتر های θ و μ (یا λ و c) از روش جستجوی شبکه‌ای بدست آمد سطح معنی داری برای آن‌ها گزارش نشده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این مطالعه، بررسی اثرات غیر خطی نوسانات نرخ ارز بر صادرات غیر نفتی است. بدین منظور، اعتبار فرضیه وجود

مدل انتقال ملایم (STAR) بررسی شد. نتایج مطالعه، وجود رابطه‌ی غیر خطی بین نرخ ارز و صادرات غیر نفتی را تایید نمود. نتایج آزمون نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن مدل رد شد. بنابراین برای مدلسازی رفتار غیر خطی متغیرها، از مدل‌های اتو رگرسیو انتقال ملایم LSTAR و ESTAR استفاده شد. همچنین بر طبق مدل انتقال ملایم (STAR)، سطح آستانه‌ای که در آن منافع بالقوه‌ای از توسعه صادرات غیر نفتی وجود دارد؛ تعیین شد. بنابراین توصیه می‌شود که تصمیم‌گیران اقتصادی وجود رابطه‌ی غیر خطی در ارتباط پویای بین نرخ ارز و صادرات غیر نفتی را برای تعیین سطح آستانه ای از منافع بالقوه توسعه صادرات غیر نفتی در برنامه‌ریزی‌های آینده مورد توجه قرار دهند.

منابع

جنوبی، پ. (۱۳۸۶) نقش واقعی نرخ ارز در تعاملات اقتصادی کشور.

حسینی، س.ص. گیلان پور، ا. و ایروانی، س. (۱۳۸۹) اثر انحراف نرخ ارز بر شاخص های حمایت از تولیدکنندگان گندم، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳ (۲۴):۳۹۳-۴۰۳.

سازمان توسعه تجارت ایران. (۱۳۸۶) خلاصه مدیریتی سند راهبردی توسعه صادرات غیر نفتی جموری اسلامی ایران. دفتر برنامه ریزی تجاری.

مهر آرا، م. و ا. سرخوش (۱۳۸۹) آثار غیر خطی متغیر های کلان اقتصادی بر رشد اقتصادی با تاکید بر نرخ ارز (مورد ایران)، مجله تحقیقات اقتصادی، ۹۳: ۲۰۱-۲۲۸.

هژبر کیانی، ک. و س. نیک اقبالی (۱۳۷۹) بررسی اثر عدم تعادل نرخ ارز بر عرضه صادرات محصولات کشاورزی، مجله تحقیقات اقتصادی، ۵۶: ۳۹-۵۳.

Granger, C.W.J. T. Terasvirta (1993) Modeling Non-Linear Economic Relationships. Oxford University Press, Oxford.

Helpman, E. and P. Krugman (1985) Market structure and Foreign Trade. MIT Press, Cambridge, MA.

Junttila, J. and M. Korhonen (2011) Npnlinearity and time- variation in the monetary model of exchange rate, Journal of Macroeconomics, 33: 288–302.

Sollis, R. (2009) A simple unit root test against asymmetric STAR nonlinearity with an application to real exchange rates in Nordic countries, Economic Modeling, 26: 118–125.

Terasvirta, T. (1994) Specification, estimation and evaluation of smooth transition autoregressive models, Journal of the American Statistical Association 89, 208–218.

Terasvirta, T. (1998) Modeling economic relationships with smooth transition regressions, In: Ullah, A., David, E. (Eds.), Handbook of Applied Economic Statistics.Marcel Dekker, NY, pp. 507–552.

Terasvirta, T., Dijk, D. and M.C. Medeiros (2005) Linear models, smooth transition auto regressions, and neural networks for forecasting macroeconomic time series: A re-examination, International Journal of Forecasting, 21: 755– 774.

Nonlinear effects of exchange rate fluctuations on the non-oil exports

Smat Mojarad, Mahmoud Sabouhi, Malihe Kouhestani

Abstract

Based on economic theories of macro-economic variables (such as unemployment and exchange rates) are a non-linear behavior and it may be stated incorrectly in a linear pattern, leading to inaccurate and misleading results can be achieved.#The present study examines the relationship between exchange rates and non-oil exports in the Iranian economy and non-linear effects in the causal relations between them were discussed. Therefore, the validity of the theory of nonlinear relationship between exchange rates and non-oil exports using smooth transition autoregressive model (STAR) was investigated. Nonlinear effects of exchange rate fluctuations on the study results confirm that non-oil exports. Smooth transition model results (STAR) showed that the nonlinear Granger causality from exchange rates to non-oil exports and vice versa there. It is recommended that economic decision-makers in a dynamic non-linear relationship between exchange rates and non-oil exports to the threshold level of the potential benefits of non-oil exports should be considered in future planning.

JEL Classification: C4, F4, F43, M21.

Keywords: Exchange rates, non-oil exports, Nonlinear smooth transition model, Granger causality.