

برآورد گذر نرخ ارز در ایران: بودسی اثر تغییرات نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف کننده

سید مهدی برکچیان

هیات علمی موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی

m.barakchian@imps.ac.ir

احمد برکیش

پژوهشگر موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی (نویسنده مسئول)

a.barkish@gamil.com

ابوالحسن والی زاده

پژوهشگر موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی

a.valizadeh@imps.ac.ir

هدف از این مطالعه، به دست آوردن یک تصویر نسبتاً دقیق از رابطه میان نرخ ارز و شاخص قیمت مصرف کننده در ایران طی سه دهه گذشته است. نتایج به دست آمده از آزمون علیت گرنجری در فضای بسامدی شواهد قوی از علیت از نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده بدویژه در افق‌های زمانی بلندمدت (بیش از ۵ فصل) ارائه می‌دهد. تحلیل موجک نشان می‌دهد که در هنگام بروز بحران‌های ارزی (همانند آپجه در اوایل دهه ۷۰ و اوایل دهه ۹۰ اتفاق افتاد) متغیر نرخ ارز عاملی بسیار مهم در توضیح پویایی‌های شاخص قیمت مصرف کننده، هم در افق کوتاه‌مدت (بسامدهای بالا) و هم در افق بلندمدت (بسامدهای پایین)، بوده است. نتایج حاصل از مدل حالت-فضا نیز نشان می‌دهد که سیاست ثابت نرخ اسمی ارز در دوره وفور درآمد ارزی، هرچند به صورت مقطعي باعث کاهش گذر نرخ ارز شده اما همواره متعاقب آن و در هنگام تکانه ارزی، جهش در گذر نرخ ارز ظاهر شده است.

طبقه‌بندی JEL: C11, F31, F37

واژگان کلیدی: مدل حالت-فضا، فیلتر کالمون، آزمون برایتانگ-کاندلون، تحلیل موجک، گذر نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده

۱. مقدمه

رابطه میان نرخ ارز و قیمت‌ها، و انتشار سریع تغییرات نرخ ارز بر زنجیره قیمت‌ها همواره یکی از چالش‌برانگیزترین مشکلات پیش روی سیاست‌گذار اقتصادی در ایران به شمار می‌رفته است. این مسئله به ویژه در هنگام افزایش‌های شدید نرخ اسمی ارز برجسته‌تر بوده است. نگاهی به کارنامه عملکرد دولت‌ها به ویژه در هنگام تغییرات شدید ارزی نشان می‌دهد که اگر چه این دولت‌ها در ابتدا این تغییرات را موقعی و گذرا انگاشته‌اند و با توصل به شیوه‌های مختلف سعی در کنترل آن داشته‌اند اما در نهایت تسلیم افزایش‌های نرخ ارز شده‌اند. ریشه این تغییرات شدید را می‌توان تا حد زیادی به شیوه سیاست‌گذاری ارزی نسبت داد. به عنوان نمونه، دلایل تغییر شدید ارزی در سال ۹۱ را باید در کنار عوامل بیرونی مانند تحریم‌ها، در نوع نظام ارزی در پیش گرفته شده توسط دولت و بانک مرکزی جستجو کرد؛ در حقیقت در طول دهه ۸۰ از جانب سیاست‌گذار تلاش شد تا به اتکای درآمدهای عظیم نفتی نرخ اسمی ارز بدون توجه به روندهای سایر متغیرهای اقتصادی ثابت شود؛ این نوع نظام سیاستی که الگوی رایج سیاست‌گذاری ارزی در سال‌های وفور درآمد نفتی در کشور است اگرچه توانست برای یک دوره نسبتاً طولانی به ثابت نرخ اسمی ارز بینجامد اما سرانجام با وارد شدن تکانه‌های حاصل از تحریم‌ها قیمت ارز اسمی در جهت بازگشت نرخ حقیقی ارز به تعادل بلندمدت خود به سمت بالا جهش کرد.

یکی از پیامدهای مهم این گونه تغییرات شدید ارزی افزایش‌های شدید تورم بوده است. تجرب شهودی از رابطه نرخ ارز و تورم در داخل کشور نشان می‌دهد که تغییرات حتی ملایم نرخ ارز می‌تواند به سرعت در طول زنجیره قیمتی منتشر شود که نشانگر اثرات هزینه‌ای نرخ ارز و میان‌تأثیر نرخ ارز بر قیمت‌ها از کanal سمت عرضه است. در هنگام جهش‌های شدید نرخ ارز، افزایش نرخ ارز از طریق افزایش انتظارات تورمی و از کanal تقاضا نیز به افزایش قیمت‌ها می‌انجامد. از این رو در هنگام مطالعه تورم باید حتماً به تأثیر نرخ ارز توجه شود.

در متون اقتصادی برای بررسی میزان انعکاس تغییرات نرخ اسمی ارز بر قیمت‌ها از اصطلاح گذر نرخ ارز^۱ و یا به طور مخفف ERPT استفاده می‌شود. سابقه توجه فزاینده به این موضوع در قالب مطالعات تجربی به دهه ۱۹۷۰ میلادی بازمی‌گردد (گلدبرگ و کنتر، ۱۹۹۷؛ ۱۲۴۴). مطالعات اولیه بیشتر بر درجه گذر نرخ ارز به قیمت‌های وارداتی تمرکز داشتند و بر نقش قدرت بازاری و تبعیض قیمت‌ها در بازارهای بین‌المللی تأکید می‌کردند. از نظر این مطالعات درجه گذر نرخ ارز به قیمت واردات ضرورتاً توسط برخی از عوامل اقتصاد خرد همانند ساختار بازار و کشش تقاضا تعیین می‌شود که نسبت به سیاست پولی برونزما به حساب می‌آیند (چودهری و هوکارا، ۲۰۰۶:۶۱۵). اما برخی از مطالعات جدیدتر همانند تیلور^۲ (۲۰۰۰) قدرت و درجه گذر نرخ ارز را به شرایط تورمی و ساختار سیاستگذاری پولی پیوند می‌زنند. به اعتقاد این مطالعات کاهش قابل ملاحظه گذر نرخ ارز در کشورهای توسعه یافته نتیجه کاهش شدید تورم بعد از دهه ۱۹۹۰ میلادی و در پیش گرفتن نظام گذاری تورمی بوده است. مطالعات انجام شده در دهه اخیر شواهد بسیاری در تأیید این فرضیه ارائه داده‌اند. به اعتقاد این مطالعات گذر نرخ ارز تابعی از رژیم سیاستی است و یک رژیم سیاستی تورم پایین معتبر خود به خود باعث کاهش گذر نرخ ارز خواهد شد (چودهری و هاکورا، ۲۰۰۶:۶۱۵). بر عکس در صورت وجود یک رژیم تورم بالا و فقدان سیاست پولی معتبر می‌توان انتظار بالا بودن میزان گذر نرخ ارز را داشت (بن شیخ و لوهیچی، ۲۰۱۶ و شایتانی^۳ و همکاران، ۲۰۱۳). از این منظر گذر نرخ ارز می‌تواند گویای کیفیت سیاستگذاری پولی باشد.

به دلیل کارکرد مهم تخمین گذر نرخ ارز در رصد و پیش‌بینی تورم، آگاهی از آن برای هر بانک مرکزی به هنگام سیاست گذاری پولی حائز اهمیت است. در کشورهایی با گذر نرخ ارز پایین بانک مرکزی نگرانی‌های کمتری نسبت به تکانه‌های ارزی خواهد داشت؛ بر عکس در کشورهایی با درجات بالای گذر نرخ ارز همانند کشور ما مقامات پولی مدام نگران تغییرات ارزی خواهند بود

1. Exchange Rate Pass-Through
2. Goldberg and Knetter
3. Choudhri, Hakura
4. Taylor
5. Ben Cheikh and Louhichi
6. Shintani et al.

و در نتیجه سیاست‌های بانک مرکزی حتی بیش از آن که ناظر بر هدایت سیاست‌های پولی باشد، متوجه کنترل تغییرات نرخ ارز خواهد شد.

نظر به اهمیت این مسئله و محدود بودن مطالعات انجام شده در این باره در کشور، ما در این مطالعه به بررسی گذر نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده در افق‌های زمانی متفاوت به ویژه در هنگام تغییرات شدید ارزی همانند آنچه در سال‌های ۹۱-۹۲ اتفاق افتاد خواهیم پرداخت تا تصویر روش‌تری از نحوه انتقال تکانه‌های ارزی بر قیمت‌های مصرف کننده و در نتیجه تورم داخلی به دست آوریم. در این راستا در کنار برآورد سری زمانی گذر نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده با استفاده از مدل حالت-فضا، به طور دقیق‌تر رابطه آماری میان دو متغیر را در بسامدهای مختلف مورد بررسی قرار خواهیم داد که یکی از مهمترین وجوده تمایز این مقاله نسبت به ادبیات موجود در ایران است. برای این منظور، نخست رابطه علیت گرنجری میان دو متغیر در حوزه بسامد را برآورد می‌کنیم. استفاده از تحلیل بسامدی برخلاف نمونه‌های سنتی تحلیل علیت گرنجری در حوزه زمان، امکان بررسی علیت در افق‌های زمانی متفاوت را فراهم می‌کند. در مرحله بعد با استفاده از تبدیل موجک نگاه دقیق‌تر به ارتباط پویای میان دو متغیر در فضای زمان-بسامد خواهیم انداخت. لازم به ذکر است استفاده از آزمون برایتانگ-کاندلون برای تحلیل رابطه علیت میان متغیرهای نرخ ارز و شاخص قیمت مصرف کننده در حوزه بسامد برای نخستین بار در این مطالعه صورت گرفته است.

نتایج حاصل از آزمون برایتانگ-کاندلون به وضوح گویای یک رابطه علی گرنجری از نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده در بسامدهای پایین است. علاوه بر این، نتایج به دست آمده از مدل موجک نشان‌دهنده هم حرکتی بالای بین شاخص قیمت مصرف کننده و نرخ ارز در تمامی بازه‌های بسامدی در فاصله زمانی سال‌های ۹۰ به بعد است. این نگرانی وجود دارد که با ادامه روند گذشته سیاستگذاری‌های پولی و ارزی، در سال‌های آتی نیز چنین هم حرکتی ادامه داشته باشد. برآورد گذر نرخ ارز با استفاده از مدل حالت-فضا نیز حاکی از آن است که همواره در دوره‌های بحران ارزی، مقدار گذر نرخ ارز افزایش می‌یابد.

باقیمانده مقاله بدین شرح است؛ در بخش بعد نخست به طور گذرآ برخی از مطالعات صورت گرفته در این حوزه را مرور خواهیم کرد. سپس همراه با ارائه مبانی نظری هر مدل نتایج آن را ارائه خواهیم داد و بخش پایانی نیز به جمع‌بندی اختصاص خواهد داشت.

۲. گذر نرخ ارز: مرواری بر ادبیات

آگاهی از درجه گذر نرخ اعمالی مهم در طراحی سیاست‌های پولی یک کشور به شمار می‌رود. تصور می‌شود که پایین بودن میزان گذر نرخ ارز به مقامات پولی آزادی عمل بیشتری برای دنبال کردن یک سیاست پولی مستقل می‌دهد و پیاده‌سازی هدف گذاری تورم را آسان‌تر می‌نماید (چودهری و هاکورا، ۲۰۰۶ و فرانکل^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج بخش عمده‌ای از مطالعات تجربی انجام شده در این حوزه نشان از ناقص بودن انعکاس تغییر نرخ ارز بر روی قیمت‌های داخلی دارد. دو رویکرد عمدۀ برای توضیح این پدیده پیشنهاد شده است (کامپا و گلدبرگ^۲، ۲۰۰۵). رویکرد اقتصاد خردی که سابقه طولانی‌تری در مطالعات دارد ناقص بودن گذر نرخ ارز را به عواملی همانند "رفتار قیمت‌گذاری برای بازار"^۳ بنگاه‌ها، اهمیت کالاهای غیرتجاری در مصرف، جانشینی کالاهای در واکنش به تغییرات نرخ ارز و ... نسبت می‌دهد (دوروسک و یتمان^۴، ۲۰۱۰) و رویکرد اقتصاد کلانی که از دهه ۹۰ میلادی وارد مطالعات شد ناکامل بودن انتقال نرخ ارز بر قیمت‌ها را نشان گرفته از بعضی دلایل مانند چسبندگی‌های اسمی که منجر به واکنش کند قیمت‌ها در برابر تغییرات نرخ ارز در کوتاه‌مدت می‌شود می‌داند. در این چارچوب تیلور (۲۰۰۰) درجه گذر نرخ ارز را به وضعیت تورمی داخلی و خصوصاً به وجود هدف گذاری تورمی پیوند می‌زند. مطالعه‌وى نشان می‌دهد که کاهش میزان گذر نرخ ارز در اوخر دهه ۱۹۹۰ میلادی در آمریکا عمدتاً به دلیل کاهش شدید تورم در آن دوران بوده است. وی بر این اساس نتیجه گرفته است که رابطه‌ای قوی و مثبت

1. Frankel et al.

2. Campa and Goldberg

3. قیمت‌گذاری برای بازار (Pricing To Market) مرتبط با رفتار قیمتی شرکت صادرکننده خارجی در تقابل با تغییرات نرخ ارز است، به این صورت که اگر بازار مرتبط با محصولات وارداتی در کشور، بزرگ و رقابتی باشد شرکت صادراتی برای از دست ندادن سهم بازاری خود بخشی از تغییرات نرخ ارز را جذب می‌کند.

4. Devereux and Yetman

میان اثر گذر نرخ ارز و ماندگاری تورم وجود دارد؛ بدین معنا که کاهش نرخ تورم به خودی خود به کاهش گذر نرخ ارز خواهد انجامید (تیلور، ۲۰۰۰: ۹۰). در نتیجه، اعتبار مقامات پولی در جامعه که از طریق موقفيت در ایجاد یک رژیم نرخ تورم پایین نمود می‌یابد نقش مهمی در این ارتباط ایفا می‌کند. این فرضیه در مطالعات مختلف مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج مطالعه تکثمانو^۱ (۲۰۱۰) برای چهارده کشور OECD فرضیه تیلور را تأیید می‌کند. به طور مشابه گاگن و اهریگ^۲ (۲۰۰۴) نیز با استفاده از داده‌های ۳۰ کشور صنعتی در فاصله سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۳ نشان داده‌اند که پس از اتخاذ چارچوب هدف گذاری تورمی گذر نرخ ارز کاهش می‌یابد.

اگرچه عمدۀ مطالعات انجام‌شده در این حوزه عموماً بر کشورهای توسعه یافته متمرکز بوده‌اند اما در طول یک و نیم دهه اخیر توجه به وضعیت گذر نرخ ارز در میان کشورهای دیگر نیز فروزنی یافته است. چودهری و هاکورا (۲۰۰۶) فرضیه تیلور را برای نمونه‌ای تقریباً جامع متشکل از ۷۱ کشور توسعه یافته و در حال توسعه در فاصله سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۰ آزمون کردۀ‌اند و شواهد قوی از ارتباط مثبت و معنادار میان گذر نرخ ارز و نرخ تورم شاخص قیمت مصرف کننده به دست آورده‌اند. مطالعه آنها نشان می‌دهد که در توضیح ERPT بین کشورها نقش متغیر محیط تورمی بر دیگر متغیرها تسلط دارد. از این رو این مطالعه را می‌توان تأییدی قوی بر فرضیه تیلور برای کشورهای در حال توسعه دانست. نتایج مطالعه شیخ و زاید^۳ (۲۰۲۰) برای تعدادی از اقتصادهای نوظهور (کشورهای اروپای شرقی که به تازگی به اتحادیه اروپا پیوسته‌اند) در فاصله سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۵ نیز حکایت از همبستگی شدید میزان گذر نرخ ارز با محیط تورمی دارد. مطابق مطالعه آن‌ها رژیم‌های تورمی مهمترین عامل اقتصاد کلان تعیین کننده درجه گذر نرخ ارز است.

همچنین نتایج مطالعات متعدد برای کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که بعد از اتخاذ استراتژی هدف گذاری تورمی گذر نرخ ارز در این کشورها کاهش یافته است که از آن جمله

1. Takhtamanova

2. Gagnon and Ihrig

3. Cheikh and Zaied

می توان به مطالعات دوبی^۱ (۲۰۱۶) برای آفریقای جنوبی، وینکلراید^۲ (۲۰۱۴) برای پرو، کولیبالی و کمپ^۳ (۲۰۱۰) برای تعدادی از کشورهای در حال توسعه و فام و همکاران^۴ (۲۰۲۰) برای چند کشور آسه‌آن اشاره کرد.

نتایج مطالعه فرانکل و همکاران (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که روند کاهشی گذر نرخ ارز در دهه ۹۰ برای کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته بسیار شدیدتر بوده است. بر اساس این نتایج دیگر نمی‌توان ناکامل بودن و کند بودن گذر نرخ ارز را صرفاً منحصر به کشورهای صنعتی دانست (فرانکل و همکاران، ۲۰۱۲: ۱). متغیرهای نهایی معنادار در مطالعه آنها که توضیح دهنده تغییرات گذر نرخ ارز هستند عبارتند از درآمد سرانه، محیط تورمی، نوسانات نرخ ارز و درجه باز بودن اقتصاد. مطالعه کازرزی و همکاران^۵ (۲۰۰۷) برای مجموعه‌ای از کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که درجه گذر نرخ ارز برای کشورهایی که به ثبات اقتصادی دست یافته و در آن سطح باقی‌مانده‌اند تفاوت معناداری با کشورهای توسعه یافته ندارد. اگرچه برای کشورهای در حال توسعه که به لحاظ اقتصادی ناپایدارند هنوز میزان گذر نرخ ارز بسیار بالاتر است. نتیجه مطالعه آنها از یک سو تأییدی بر فرضیه تیلور است و از سوی دیگر آن را می‌توان برخلاف دیدگاه رایج در نظر گرفت که اعتقاد به بالا بودن همیشگی گذر نرخ ارز در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته دارد.

علیرغم اهمیت این موضوع، مطالعات محدودی در این باره در کشور انجام شده است. شجری و همکاران (۱۳۸۵) با کمک سیستم‌های فازی عصبی به بررسی اثر گذاری سیاست پولی، ارزی و درجه باز بودن اقتصاد بر گذر نرخ ارز در ایران پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها حاکی از تأثیر گذاری مثبت شاخص سیاست پولی (با پراکسی اعتبارات داخلی) و افزایش درجه باز بودن اقتصادی بر گذر نرخ ارز است. همچنین نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که افزایش شکاف نرخ ارز آزاد و اسمی موجب افزایش گذر نرخ ارز خواهد شد. کازرونی و همکاران (۱۳۹۱) نیز با به کارگیری مدل

1. Dube

2. Winkelried

3. Coulibaly, Kempf

4. Pham et al.

5. Ca'Zorzi et al.

GARCH و استفاده از رهیافت پارامتر متغیر در طول زمان تأثیر بی‌ثباتی نرخ اسمی ارز به همراه برخی از متغیرهای دیگر را بر گذرنرخ ارز به شاخص قیمت وارداتی بررسی کردند. نتایج کلی مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که بی‌ثباتی نرخ ارز موجب تشدید درجه گذرنرخ ارز در اقتصاد ایران می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر راسخی و منتظری (۱۳۹۴) اثر بی‌ثباتی اقتصاد کلان بر گذرنرخ ارز را با استفاده از الگوهای EGARCH و رگرسیون انتقال ملایم (STR) در فاصله سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ در قالب یک الگوی دو رژیمی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. مطابق نتایج مطالعه آنها بی‌ثباتی اقتصاد کلان، که آنها به عنوان پراکسی برای آن از بی‌ثباتی نرخ ارز استفاده کردند، اثر مثبت و معناداری بر گذرنرخ ارز ایران طی دوره زمانی مورد مطالعه داشته است. ابراهیمی و مدنی زاده (۱۳۹۵) نیز در مطالعه خود تغییرات گذرنرخ ارز و عوامل مؤثر بر آن در ایران را با استفاده از مدل SVAR مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج مطالعه آنها حکایت از رابطه مثبت درجه باز بودن اقتصاد و گذرنرخ ارز دارد. علاوه بر این مطابق نتایج مطالعه آنها حرکت به سمت نظام تک نرخی ارز (و کاهش اختلاف نرخ ارز رسمی و غیررسمی) باعث افزایش گذرنرخ ارز خواهد شد. همچنین کاهش نوسانات تورم و نرخ ارز می‌تواند باعث کاهش گذرنرخ ارز شود. با این حال مطابق نتایج به دست آمده توسط آنها در دوره‌های با تورم پایین کاهش گذرنرخ ارز در ایران رخ نمی‌دهد.

همراستا با پژوهش‌های انجام شده در کشور مشاهدات عینی و ملموس شهر و ندان ایرانی حاکی از آن است که گذرنرخ ارز به قیمت‌ها به ویژه در دوران بحران‌های ارزی بالاست. هدف پژوهش حاضر در کنار مطالعه رابطه میان نرخ ارز و شاخص قیمت مصرف‌کننده بررسی توزیع اثرات نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف‌کننده در گستره زمان‌بسامد و به دست آوردن تصویری نسبتاً دقیق از سرعت انتقال این اثرات در فضای دو بعدی زمان‌بسامد می‌باشد.

۳. آزمون علیت گرنجری در حوزه بسامد (آزمون برایتانگ - کاندلون)

با توجه به اینکه هدف اصلی این مطالعه بر تحلیل و واکاوی ارتباط بین دو متغیر نرخ ارز و شاخص قیمت مصرف‌کننده در افق‌های زمانی متفاوت تمرکز دارد، بنابراین در تحلیل رابطه علیت میان این دو متغیر به جای بهره‌گیری از نمونه‌های سنتی تحلیل علیت گرنجری در حوزه زمان از آزمون علیت

گرنجری حوزه بسامد ارائه شده توسط برایتانگ و کاندلون (۲۰۰۶) برای یک بسامد خاص که بهبود یافته روش گیوک^۱ (۱۹۸۲) و هوسا یا^۲ (۱۹۹۱) می‌باشد، استفاده شده است. تفاوت بین این آزمون‌ها از نوع نگرش آنها نسبت به تفکیک رابطه علیت در افق‌های زمانی نشات می‌گیرد. در تحلیل علیت حوزه بسامدی برایتانگ - کاندلون برخلاف روش‌های دسته اول که رابطه علیت را به طور همزمان برای کل بازه بسامدی آزمون می‌کنند امکان مطالعه رابطه علیت میان متغیرها در طیف‌های بسامدی متفاوت فراهم می‌شود (لمنس^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). از این رو استفاده از این روش می‌تواند تصویری جدید از ارتباط میان متغیرهای مورد بررسی در افق‌های زمانی متفاوت ارائه کند. مطالعات مختلف انجام شده در چند سال اخیر استفاده از آزمون علیت برایتانگ - کاندلون در حوزه بسامدی را نسبت به روش‌های معمول در حوزه زمان، برتر توصیف کرده‌اند که از جمله این مطالعات می‌توان به لمنس و همکاران (۲۰۰۸)، کراتچل و اشمیت^۴ (۲۰۱۲) و میرمد و دادزویچت^۵ (۲۰۱۱) اشاره کرد.

۱-۳ روش‌شناسی

برایتانگ و کاندلون در گام نخست یک بردار دوبعدی z حاوی $x(t)$ و $y(t)$ در زمان‌های $t=1, \dots, T$ را در نظر می‌گیرند که فرض می‌شود دارای یک فرم VAR $\Theta(L)$ مرتبه محدود به صورت زیر است (برایتانگ و کاندلون، ۲۰۰۶: ۳۶۴):

$$\Theta(L)z_t = \varepsilon_t \quad (1)$$

که در آن $L^k z_t = z_{t-k}$ چندجمله‌ای وقفه‌ای^۲ و $\Theta(L) = I - \Theta_1 L - \dots - \Theta_p L^p$ است.

همچنین فرض می‌شود بردار خطای ε نویه سفید با میانگین صفر و ماتریس واریانس - کواریانس $E(\varepsilon \varepsilon')$ است که در آن \sum مثبت معلوم است. نمایش MA سیستم (با فرض اینکه سیستم ماناست) به صورت زیر است:

-
1. Geweke
 2. Hosoya
 3. Lemmings et al.
 4. Krätschell, and Schmidt
 5. Mermod, & Dudzevičiūtė

$$\begin{aligned} z_t &= \Phi(L)\varepsilon_t = \begin{bmatrix} \Phi_{11}(L) & \Phi_{12}(L) \\ \Phi_{21}(L) & \Phi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \\ &= \Psi(L)\eta_t = \begin{bmatrix} \Psi_{11}(L) & \Psi_{12}(L) \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (۲)$$

که در آن $\Phi(L) = \Theta(L)^{-1}$ و $G = \Phi(L)G^{-1}$ و $\Psi(L) = \Phi(L)G^{-1}$ ماتریس پایین مثلثی حاصل از تجزیه کالسکی^۱ است، به طوری که روابط $E(\eta_t\eta_t') = I$ و $\eta_t = G\varepsilon_t$ برقرار است. حال در ادامه آنها برای انجام آزمون علیت از شیوه گیوک (۱۹۸۲) و هوسویا (۱۹۹۱) به صورت زیر استفاده کرده‌اند:

$$M_{y \rightarrow x}(\omega) = \log \left[1 + \frac{|\Psi_{12}(e^{-i\omega})|^2}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] \quad (۳)$$

برای عدم وجود علیت از y به x باید شرط $|\Psi_{12}(e^{-i\omega})| = 0$ برآورده شود؛ اما چون این رابطه یکتابع غیرخطی پیچیده است؛ تخمین آن بسیار مشکل خواهد بود. برای ساده‌سازی این عبارت با توجه به برقراری رابطه $\Psi(L) = \Phi(L)G^{-1}\Psi_{12}$ را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\Psi_{12}(L) = -\frac{g^{22} * \theta(L)}{|\theta(L)|} \quad (۴)$$

که در این رابطه g^{22} عنصر پایین قطر^{۲۲} G و $|\theta(L)|$ دترمینان (L) است؛ بنابراین بررسی عدم وجود علیت از y به x در بسامد ω به آزمون برقراری شرط زیر منتج خواهد شد:

$$|\theta_{12}(e^{-i\omega})| = \left| \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) - \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) * i \right| = 0. \quad (۵)$$

در گام نهایی با فرض $\beta_j = \theta_{12,j}$ ، فرضیه صفر عدم وجود علیت می‌تواند به صورت زیر آزمون شود:

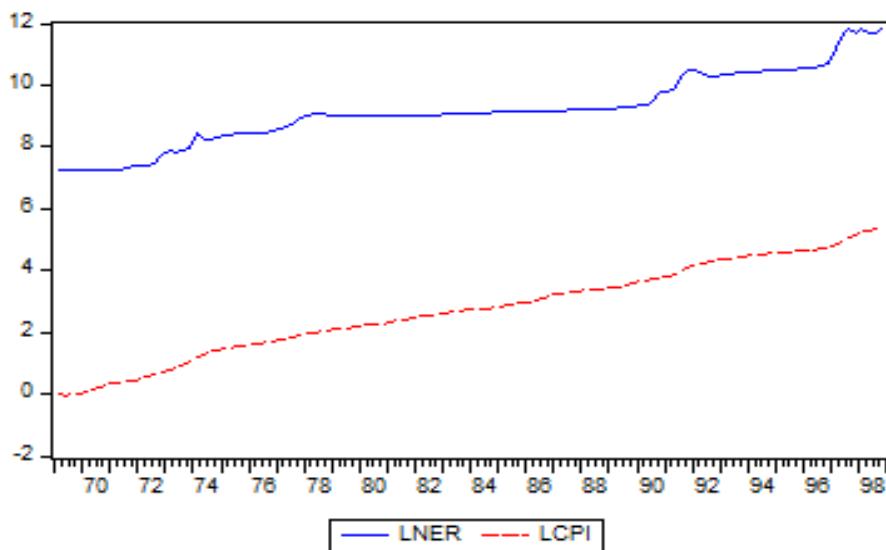
$$H_0: R(\omega)\beta = 0 \quad (۶)$$

که در آن $R(\omega)\beta = [\beta_1, \dots, \beta_p]'$ به صورت زیر است:

$$R(\omega) = \begin{bmatrix} \cos(\omega) & \cos(2\omega) & \dots & \cos(p\omega) \\ \sin(\omega) & \sin(2\omega) & \dots & \sin(p\omega) \end{bmatrix} \quad (۷)$$

لازم به ذکر است متغیرهای مورد استفاده در این بحث و بخش بعدی شامل داده‌های فصلی نرخ ارز بازار غیررسمی و شاخص قیمت مصرف کننده در فاصله زمانی فصل اول ۱۳۷۰ تا فصل

چهارم ۱۳۹۸ هستند که سری زمانی آنها از بانک مرکزی استخراج شده است. در شکل (۱) نمودار مربوط به دو سری زمانی برای دوره مورد مطالعه ترسیم شده است.



شکل ۱. نمودار مربوط به سری زمانی لگاریتم شاخص قیمت مصرف‌کننده و لگاریتم نرخ ارز

۲-۳. نتایج تجربی

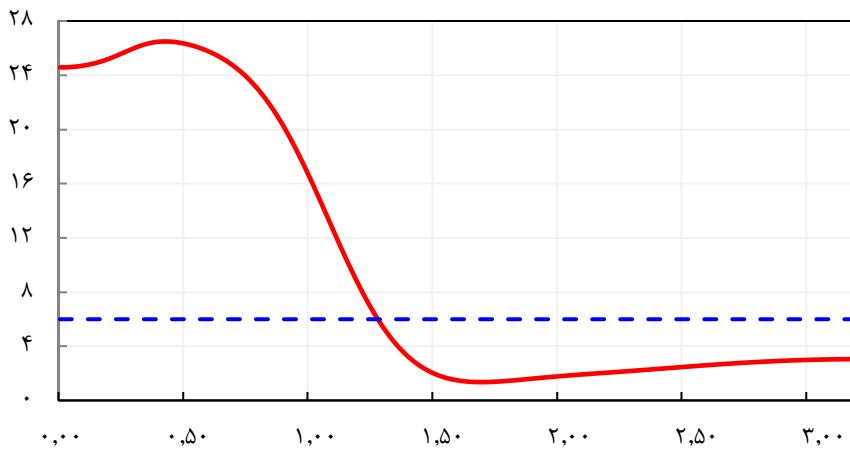
برای تحلیل علیت در حوزه بسامد با استفاده از روش برایانگ و کاندلون (۲۰۰۶) در اولین گام باید تعداد وقفه‌های مدل VAR انتخاب شود. این کار یکی از مهمترین مراحل در این آزمون به شمار می‌رود، چرا که ساختار پویای مدل را مشخص می‌کند (لمنس و همکاران، ۲۰۰۸). تعداد وقفه بهینه بر اساس معیارهای آکاییک و شوارتز، معادل ۲ به دست می‌آید، با این حال حداقل تعداد وقفه لازم برای انجام کارای تحلیل بسامدی ۳ وقفه می‌بایشد (کراتچل و اشمیت، ۲۰۱۲) و برایانگ و شراییر^۱، (۲۰۱۸، ۳:۲۰). با در نظر گرفتن این شرط چون کمترین مقدار آکاییک بعد از وقفه ۲ در وقفه ۵ اتفاق می‌افتد، بنابراین تعداد وقفه‌ها را ۵ انتخاب می‌کنیم. نتایج آزمون برای علیت از نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف‌کننده و همچنین علیت از شاخص قیمت مصرف‌کننده به نرخ ارز به ترتیب در شکل‌های (۲) و (۳) نمایش داده شده است. در این شکل‌ها خط قرمز رنگ (پیوسته) نمایانگر

1. Breitung and Schreiber

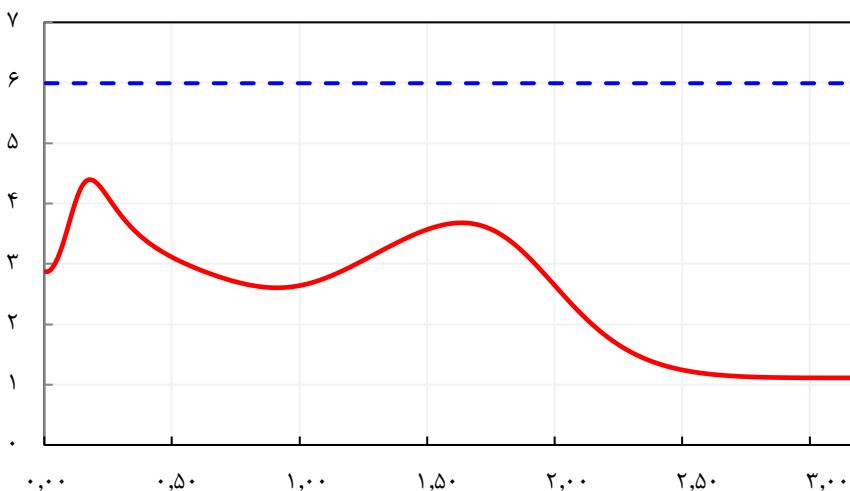
مقدار آماره آزمون و خط آبی‌رنگ (منقطع) افقی نشان دهنده مقادیر بحرانی ۵ درصد به ازای $\in (0, \pi)$ هستند. همان‌طور که شکل (۲) که نمایانگر آزمون علیت از نرخ ارز به قیمت است به وضوح نشان می‌دهد حداقل مقدار آماره آزمون برای تمامی بسامدهای شامل مقادیر بزرگتر از صفر تا حدود ۱/۲۵ که تقریباً متناظر با طول سیکل بیشتر از پنج فصل هستند ($T = 2\pi/\omega$) از مقدار بحرانی خود فراتر می‌رود. بنابراین برای تمامی بسامدهای این بازه فرضیه صفر عدم وجود علیت گرنجری رد می‌شود. این نتایج حاکی از آن است که نرخ ارز می‌تواند به پیش‌بینی تغییرات شاخص قیمت مصرف کننده در افق‌های زمانی بلندمدت کمک کند، اما در مورد شکل (۳) که نمایانگر علیت از شاخص قیمت مصرف کننده به نرخ ارز است، مقدار آماره آزمون به ازای تمامی بسامدها پایین‌تر از مقدار بحرانی خود در سطح ۵ درصد قرار گرفته است. بنابراین برخلاف رابطه قبلی در اینجا نمی‌توان فرضیه صفر عدم وجود رابطه علیت از شاخص قیمت به نرخ ارز را در هیچ‌کدام از بسامدهای بازه موردنظر رد کرد. اگرچه همان‌طور که نمودار مربوطه نشان می‌دهد مقدار آماره آزمون در تمامی بازه بسامد در یک سطح قرار نداشته و با حرکت به سمت بسامدهای پایین‌تر مقدار آن رو به افزایش می‌گذارد به‌گونه‌ای که در ابتدای بازه بسامدی مقدار آن حتی به مقدار بحرانی سطح ده درصد (۴/۶۱) نیز نزدیک می‌شود. این موضوع بیانگر آن است که در افق‌های بسیار طولانی‌مدت، تغییرات شاخص قیمت مصرف کننده حاوی اطلاعاتی برای پیش‌بینی نرخ ارز است که مؤید نظریه برابری قدرت خرید در تعیین نرخ ارز بلندمدت است. بر طبق این نظریه، اگرچه سیاستگذار می‌تواند با بهره‌گیری از درآمدهای هنگفت نفتی، علیرغم نرخ‌های بالای تورم، برای مدتی نرخ اسمی ارز را ثابت و نرخ حقیقی ارز را تضعیف کند، اما نهایتاً انباشت تفاضل تورم داخلی و خارجی سبب می‌شود که در بلندمدت نیروهای اقتصادی برای بازگرداندن نرخ حقیقی ارز به تعادل، فعال شوند و در نتیجه نرخ اسمی ارز نیز متناظر با تورم افزایش یابد.

لازم به ذکر است برای سنجش حساسیت مدل به تغییرات وقفه‌های VAR می‌توان آزمون فوق را به ازای مقادیر وقفه ۶ و ۷ که به ترتیب کمترین مقدار آکاییک را بعد از وقفه ۵ داشتند نیز انجام

داد که چون نتایج به دست آمده تفاوت چندانی با این حالت نداشتند از آوردن نتایج آنها صرف نظر شده است.



شکل ۲. نتایج آزمون برایتانگ و کاندلون (۲۰۰۶) - علیت از نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف‌کننده



شکل ۳. نتایج آزمون برایتانگ و کاندلون (۲۰۰۶) - علیت از شاخص قیمت مصرف‌کننده به نرخ ارز

اگرچه استفاده از آزمون فوق، یک استنباط اولیه از رابطه بین دو متغیر در افق‌های زمانی مختلف (بسامد) به ما می‌دهد با این حال با توجه به وجود دوره‌های کاملاً متمایز در رفتار نرخ ارز طی دهه‌های گذشته به نظر می‌رسد که تنها تمرکز بر تفکیک علیت در افق‌های زمانی مختلف – یعنی بسامدهای مختلف – کفایت لازم را نداشته باشد. به عبارت دیگر، نتایج علیت به دست آمده برای افق‌های زمانی متفاوت کوتاه مدت و بلندمدت، همانند آزمون علیت سنتی گرنجری، با فرض ثبات همبستگی بین دو متغیر در طول مشاهدات مختلف (ولی در بسامدهای یکسان) به دست می‌آیند و این در حالی است که ممکن است هم حرکتی میان این دو متغیر در طول سال‌های مختلف با هم متفاوت باشند. بطور مشخص، نتایج به دست آمده در آزمون فوق نشان می‌دهد که نرخ ارز در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت، حاوی اطلاعاتی برای پیش‌بینی تغییرات شاخص قیمت مصرف کننده نیست در حالی که بر اساس مشاهدات عینی به نظر می‌رسد در دوران بحران ارزی، تغییرات ارز با سرعت در تغییرات تورم مصرف کننده منعکس می‌شود. به همین دلیل برای دستیابی به یک تصویر دقیق‌تر از رابطه میان این متغیر در طول سال‌های گذشته علاوه بر بحث افق‌های زمانی (بحث بسامد) باید خود متغیر زمان را نیز در مباحث وارد کرد. بدین منظور در ادامه از تحلیل موجک استفاده می‌کنیم.

۴. تحلیل موجک

تبديل موجک اگرچه مشابهت‌هایی با تبدیل فوریه دارد، اما به دلیل برخورداری از برخی ویژگی‌های خاص استفاده از آن در این مطالعه دارای ترجیح است. نخست اینکه همبستگی موجک^۱ به دست آمده در این شیوه امکان تجزیه و تحلیل سه‌بعدی عناصر زمان، بسامد و قدرت همبستگی میان عناصر سری زمانی را به طور همزمان فراهم می‌آورد (لوح ۲۰۱۳^۲). این موضوع با توجه به توزیع ناهمگن اثرگذاری نرخ ارز بر شاخص قیمت‌ها و تغییر جهت آن در طول کل بازه زمانی، مدل مذکور را در جایگاه برتری نسبت به مدل‌های مشابه برای بررسی رابطه نرخ ارز و قیمت قرار

1. Wavelet coherency

2. Loh

می‌دهد. علاوه بر این چون این روش برای سری‌های زمانی که مانا نیستند و یا به طور محلی مانا هستند نیز قابل کاربرد است (روئف و وان ساچز^۱، ۲۰۱۱) از این رو مشکلات ناشی از نامانایی متغیرها که ممکن است در برخی مدل‌های دیگر بروز کنند در اینجا وجود نخواهد داشت.

تبديل موجک با استفاده از توابع پایه‌ای^۲ یک سری زمانی را به فضای بسامد برد و آن را به صورت تابعی از مقیاس-زمان نشان می‌دهد. در این تبدیل نیز همانند تبدیل فوریه، سری زمانی در یک تابع (تابع موجک) ضرب می‌شود و تبدیل به طور جداگانه برای قسمت‌های مختلف سری زمانی در بعد زمان محاسبه می‌شود، اما برخلاف تبدیل فوریه که از توابع پایه‌ای سینوسی بهره می‌برد. تجزیه موجک دارای توابع پایه‌ای پیوسته و ناپیوسته متفاوت است که همگی آنها دارای انژی محدود^۳ هستند. به صورت واضح‌تر یک موجک، شکل موج مانندی است که دارای طول زمانی محدود است و می‌تواند برای تبدیل سری زمانی زودگذر و نامانا نیز مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۱. تبدیل موجک پیوسته

تبديل موجک پیوسته سری زمانی $x(t)$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$W_{x;\psi}(\tau, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi_{\tau,s}^*(t) dt. \quad (8)$$

علامت (*) در این رابطه بیانگر مزدوج مختلط عبارت است. توابع پایه‌ای در عبارت فوق نیز از انتقال و انبساط موجک مادر مطابق رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\psi_{\tau,s}(t) := \frac{1}{\sqrt{|s|}} \psi_{\tau,s}\left(\frac{t-\tau}{s}\right), s, \tau \in R, s \neq 0, \quad (9)$$

که در آن τ پارامتر انتقال است که موقعیت مکانی موجک را کنترل می‌نماید و s عامل مقیاس‌بندی و یا انبساط است که عرض موجک را کنترل می‌نماید. بدین صورت که به ازای $|s| > 1$ موجک بازشده و به ازای $|s| < 1$ موجک فشرده می‌شود. برای اینکه تابع ψ یک موجک مادر باشد باید دو شرط ضروری را برآورده سازد. نخست ψ یک تابع مربع انتگرال‌پذیر^۴ باشد

-
1. Roueff & Von Sachs
 2. Basis Function
 3. Finite Energy
 4. Square integrable function

($\psi(t)$) دوم رابطه تکنیکی زیر که عموماً شرط مقبولیت نامیده می‌شود در مورد آن

برقرار باشد:

$$0 < C_\psi = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|\hat{\psi}(f)|^2}{|f|} df < +\infty \quad (10)$$

که در آن ($\hat{\psi}$) تبدیل فوریه موجک مادر ($\psi(t)$) است. همان‌طور که رابطه مذکور نشان می‌دهد C_ψ مستقل از f بوده و تنها وابسته به موجک مادر می‌باشد. اهمیت شرط مقبولیت تضمین امکان بازیابی سری $x(t)$ از تبدیل موجک پیوسته خود می‌باشد. سری زمانی $x(t)$ با داشتن تبدیل موجک

پیوسته (τ, δ) به صورت زیر بازیابی می‌شود:

$$x(t) = \frac{1}{C_\psi} \int_{-\infty}^{+\infty} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} W_{x;\psi}(\tau, s) \psi_{\tau,s}(t) d\tau \right] \frac{ds}{s^2}, s \neq 0 \quad (11)$$

عمومی‌ترین شکل موجک مادر مورد استفاده برای تبدیل موجک پیوسته موجک مورلت^۱ می‌باشد که نخستین بار توسط گوپیلود و همکاران^۲ (۱۹۸۴) ارائه شده است. این موجک به صورت زیر

تعریف می‌شود:

$$\psi(t) = \pi^{-\frac{1}{4}} e^{i\omega_0 t} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (12)$$

همان‌طور که رابطه بالا نشان می‌دهد تابع موجک مورلت حاصل ضرب یک موج سینوسی مختلط در یک پوش گوسی است. در رابطه فوق $\pi^{-\frac{1}{2}}$ عامل نرمال است و واحد بودن انرژی موجک را تضمین می‌کند و پارامتر w_0 نیز عدد موجک می‌باشد و تعداد نوسانات در طول پوش گوسی را کنترل می‌نماید. افزایش مقدار w_0 موجب تمرکز مکانی بسامدی بهتر و در عین حال تمرکز مکانی زمانی ضعیف‌تر خواهد شد و برعکس. در عمل معمولاً مقدار w_0 برابر ۶ انتخاب می‌شود تا تعادل مناسبی میان رزولوشن زمانی و بسامدی برقرار شود. همچنین از آنجایی که طول موج موجک مورلت برابر با $\frac{4\pi s}{\omega_0 + \sqrt{2 + \omega_0^2}}$ است؛ بنابراین با چنین انتخابی مقیاس موجک تقریباً برابر با دوره فوریه خواهد شد که این امر تفسیر تحلیل موجک را تسهیل خواهد نمود (اگویار و سوارز، ۱۴: ۲۰۱۴، ۳۵۲).

1. Morlet Wavelet

2. Goupillaud et al.

3. Aguiar-Conraria and Soares

مزیت دیگر موجک مورلت مختلط آن است که امکان تحلیل اختلاف فاز یعنی ارتباطات پسینی-پیشینی میان سری‌های زمانی را میسر می‌سازد.

۴-۲. تبدیل موجک متقابل^۱، همبستگی موجک، اختلاف فاز

مشابه تحلیل فوریه می‌توان چندین معیار را برای حوزه موجک تعریف نمود. به عنوان نمونه طیف توانی موجک^۲ (که گاهی اوقات دوره نگار موجک^۳ نیز نامیده می‌شود) برای سری زمانی $x(t)$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$(WPS)_x(\tau, s) = |W_x(\tau, s)|^2 \quad (13)$$

که می‌توان آن را معیاری برای اندازه‌گیری واریانس محلی $x(t)$ در هر بسامد تعییر نمود. علاوه بر این با فرض اینکه $W_x(\tau, s)$ و $W_y(\tau, s)$ به ترتیب تبدیل موجک x و y هستند، می‌توان تبدیل موجک متقابل بین دو سری زمانی را به صورت زیر نوشت:

$$W_{xy}(\tau, s) = W_x(\tau, s)W_y^*(\tau, s) \quad (14)$$

که علامت * بیانگر مزدوج مختلط است. مبنی بر رابطه فوق توان موجک متقابل^۴ نیز به صورت $|W_{xy}(\tau, s)|$ تعریف می‌شود که کوواریانس محلی بین دو سری زمانی $x(t)$ و $y(t)$ در هر زوج مرتب زمان و بسامد را به تصویر می‌کشد؛ بنابراین آن را می‌توان معیاری کمی از مشابهت میان دو سری زمانی تعییر کرد. رابطه دیگر در تحلیل موجک ضریب مربع همبستگی موجک است که برای دو سری زمانی x و y از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R^2(\tau, s) = \frac{|S(s^{-1}W_{xy}(\tau, s))|^2}{S(s^{-1}|W_x(\tau, s)|^2)S(s^{-1}|W_y(\tau, s)|^2)} \quad (15)$$

(.) در رابطه فوق عملگر هموارسازی در مقیاس و زمان می‌باشد. همانند تبدیل فوریه هموارسازی الزاماً است؛ زیرا در غیر این صورت مقدار همبستگی برای تمامی زمان‌ها و مقیاس‌ها یک به دست می‌آید.

1. Cross-Wavelet Transform
2. Wavelet Power Spectrum
3. Wavelet Periodogram
4. Cross-Wavelet Power

از طرف دیگر همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد با توجه به اینکه موجک مورلت یک تابع مختلط است تبدیل موجک پیوسته این نوع موجک نیز به صورت مختلط بوده و می‌تواند به دو بخش حقیقی و موهومی تقسیم‌بندی شود. با تقسیم این دو بخش بر هم‌دیگر اختلاف فاز میان سری زمانی (t)^x و (t)^y به صورت زیر تعریف می‌شود (بلوم فیلد^۱ و همکاران، ۲۰۰۴):

$$\phi_{xy} = \tan^{-1} \left(\frac{\Im\{S(s^{-1}W_{xy;\psi}(\tau,s))\}}{\Re\{S(s^{-1}W_{xy;\psi}(\tau,s))\}} \right) \quad (16)$$

در رابطه فوق $\tilde{\zeta}$ و $\tilde{\eta}$ به ترتیب بخش‌های موهومی و حقیقی تبدیل موجک متقابل هموار شده می‌باشند. از ابزار اختلاف فاز برای نمایش همبستگی مثبت و منفی و ارتباط پسینی و پیشینی میان سری‌های زمانی استفاده می‌شود. بدین صورت که جهت راست فلش به معنی هم‌فاز بودن دو سری زمانی است و بر عکس چپ بودن جهت فلش بر غیر‌هم‌فاز بودن و یا ارتباط منفی دو سری زمانی با یکدیگر دلالت دارد. همچنین در صورتی که $\phi_{xy} \in (0, \pi/2)$ و $\phi_{xy} \in (-\pi, -\pi/2)$ باشد سری زمانی x پیشرو است؛ ولی برای حالت $\phi_{xy} \in (-\pi/2, 0)$ و $\phi_{xy} \in (\pi/2, \pi)$ سری زمانی y پیشرو خواهد بود (آگیوار^۲ و همکاران، ۲۰۱۲: ۵۶-۲۰). با محاسبه اختلاف فاز از رابطه فوق و با در نظر گرفتن رابطه تقریبی $\frac{1}{f} \approx \delta$ می‌توان وقفه زمانی یا اختلاف زمانی میان دو سری زمانی (t)^x و (t)^y را به صورت زیر به دست آورد:

$$(\Delta T)_{xy}(\tau, s) = \frac{\phi_{xy}(\tau, s)}{2\pi f} = \frac{\phi_{xy}(\tau, s) \cdot s}{2\pi} \quad (17)$$

۴-۳. نتایج تجربی تبدیل موجک

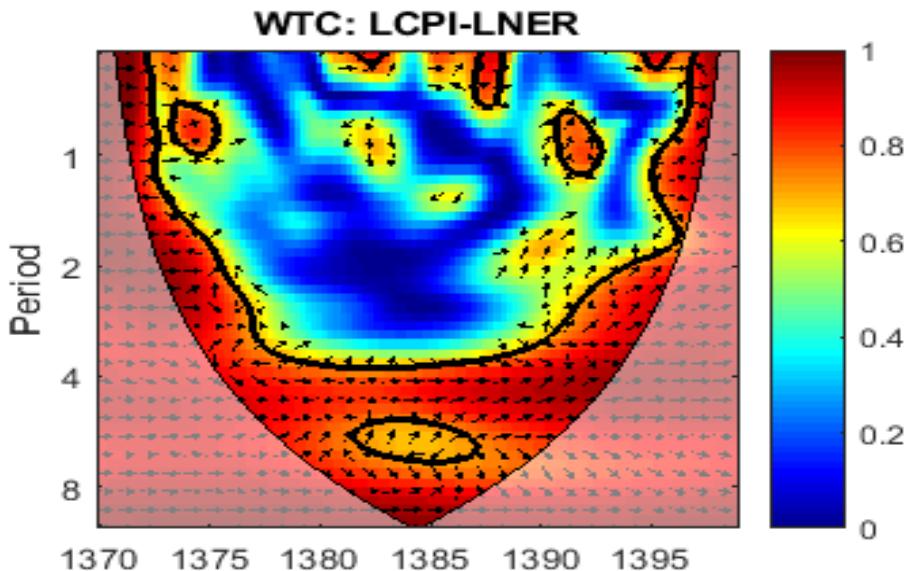
در شکل (۴) همبستگی موجک (از طریق تفاوت رنگ) و اختلاف فاز شاخص قیمت مصرف کننده و نرخ ارز (از طریق جهت پیکان‌ها) نمایش داده شده است. در این شکل محور افقی نمایانگر زمان و محور عمودی نشان‌دهنده دوره (period) یا همان معکوس بسامد است (در محور عمودی، هر واحد معادل یک سال است). شدت همبستگی متناظر با هر رنگ نیز با طیف رنگی در کنار نمودار

1. Bloomfield
2. Aguiar-Conraria

اصلی نشان داده شده است. خطوط همتراز ضخیم محصور کننده مناطق پر رنگ‌تر مشخص کننده سطح معناداری ۵٪ هستند که از طریق شبیه‌سازی مونت کارلو به دست می‌آیند و خطوط سیاه بلند نیز نمایانگر مرز منطقه متأثر از اثرات لبه یا (COI) هستند (تفسیر نتایج داخل این مناطق باید با دقت و احتیاط همراه باشد). همان‌طور که از این شکل مشخص است برای افق‌های زمانی کوتاه‌مدت (زیر یکسال) در چند ناحیه محدود و کوچک، همبستگی بالایی بین دو متغیر قابل مشاهده است. این بازه‌ها شامل سال‌های ابتدایی دهه ۷۰، سال‌های ۷۳ تا اواخر ۷۵، سال‌های ابتدایی دهه ۸۰، حوالی سال ۸۸، سال‌های ابتدایی دهه ۹۰ و سال‌های ۹۶ به بعد هستند. محدوده‌های مورد اشاره عموماً به لحاظ زمانی مصادف با تلاطم‌های فضای ارزی در کشور بوده‌اند. از این مسئله می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که هنگام بروز تلاطم‌های ارزی حداقل در باندهای بسامدی بسیار کوتاه‌مدت انتظار بر این است که هم حرکتی میان شاخص قیمت مصرف کننده و نرخ ارز تقویت شود. البته برای بازه‌های زمانی شامل سال‌های ابتدایی دهه ۷۰ و انتهایی دهه ۹۰ این همبستگی قوی کم و بیش به محدوده‌های بسامدی دیگر نیز گسترش یافته است که با توجه به اختلاف فاز بین متغیرها در این محدوده‌ها می‌توان گفت هم حرکتی بین دو متغیر در این بازه‌ها تقریباً همزمان بوده است (جهت پیکان‌ها افقی است). انتظار بر این است که در صورت ادامه این شرایط تغییرات شدید نرخ ارز در سال‌های بعد با سرعت و شدت بالایی در کوتاه‌مدت به شاخص قیمت مصرف کننده انتقال یابد. نکته دیگر اینکه تقریباً در باندهای بسامدی بیش از چهار سال که آن را در این مطالعه بلندمدت^۱ می‌نامیم ناحیه معنادار، بخش مهمی از کل بازه زمانی (نیمه دهه ۷۰ تا نیمه دهه ۹۰) را در بر می‌گیرد که این امر گویای هم حرکتی قوی دو متغیر در این محدوده بسامدی است. برای مشاهده جزئیات بیشتر در

۱. تعریف بلندمدت در مطالعات مختلف متغیر بوده است و مطالعات مختلف محدوده‌های مختلفی را به عنوان بلندمدت به کار برده‌اند. به عنوان مثال جاگر (۲۰۰۳) بسامدهایی که مربوط به نوسانات بیشتر از ۸ سال هستند را به عنوان بلندمدت در نظر گفته است. بناتی (۲۰۰۹) و اسن مانخ و گرلچ (۲۰۰۸) نیز به ترتیب بسامدهای مرتبط با نوسانات طولانی‌تر از ۳۰ سال و ۴ سال را به عنوان بلندمدت در نظر گرفته‌اند. در این مطالعه با توجه به طول بازه زمانی مورد مطالعه و تصویری به دست آمده از بخش قبل و این بخش بازه زمانی بزرگ‌تر از چهار سال به عنوان بلندمدت در نظر گرفته شده است.

بسامدهای بالا می‌توان از داده‌های با تواتر ماهانه که تفکیک پذیری بسیار بیشتری در دوره‌های کوتاه دارند استفاده کرد که نتایج آن در پیوست آمده است.



شکل ۴. نمایش همبستگی موجک و اختلاف فاز شاخص قیمت مصرف‌کننده و نرخ ارز

نتیجه حاصل از تبدیل موجک هم‌راستا با نتایج به دست آمده در بخش قبل است. در آنجا نشان داده شد که رابطه علیت میان دو متغیر در بسامدهای بالا (منتظر با دوره‌های کوتاه مدت‌تر) به نسبت ضعیف‌تر بوده و با کاهش بسامد رابطه علیت میان دو متغیر به تدریج رو به فزونی می‌گذارد به طوری که در انتهای باند بسامدی بسیار پایین (متراffد با دوره‌های بلندمدت‌تر) رابطه علیت قوی‌ای بین دو متغیر پدیدار می‌شود. در تبدیل موجک نیز این نتیجه به صراحت به دست می‌آید. در واقع تبدیل موجک را می‌توان تصویر سه بعدی مدل قبلی در نظر گرفت که بعد سومی به نام زمان یا سال‌های مورد مطالعه به آن افزوده شده است؛ بنابراین اگر فرضاً به صورت معکوس عمل کنیم و سال‌های مورد مطالعه یا بعد سوم را از تحلیل موجک حذف نماییم، تقریباً به نتایج قبلی می‌رسیم. یعنی اگر فرض نماییم یک شخص از روی محور y نمودار ۴ به صورت تک‌بعدی به مدل می‌نگرد به گونه‌ای

که محور سال را نبیند قاعدتاً با حرکت از بسامد بالا (یا دوره‌های کوتاه مدت‌تر) به سمت بسامدهای پایین (یا دوره‌های بلندمدت‌تر) هم حرکتی بین دو متغیر را از یک مقطعی به بعد بسیار بالا می‌بیند. از سوی دیگر، اگرچه بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون علیت گرنجری در عمدۀ باندهای بسامدی کوتاه‌مدت‌تر، هم حرکتی بین دو متغیر ضعیف است اما وقتی بعد زمان (سال) نیز به تحلیل اضافه می‌شود مشخص می‌شود که در معدودی از سال‌های مورد مطالعه در بازه‌های بسامدی کوتاه مدت نیز هم حرکتی میان دو متغیر بسیار قوی بوده که این دوره‌ها عموماً مصادف با دوره‌های التهابات ارزی بوده‌اند.

در بخش بعد اثر تغییرات نرخ ارز بر تغییرات شاخص قیمت مصرف کننده، یعنی گذر نرخ ارز، را به دست خواهیم آورد. لازم به ذکر است همان‌طور که شکل (۴) نشان می‌دهد برای توضیح تغییرات تورم به ویژه در بسامدهای بالا جز در بخشی از زمان‌های محدود که هم حرکتی بین دو متغیر تورم و نرخ ارز بالاست استفاده از نرخ ارز به تنهایی کفایت لازم را نخواهد داشت و لازم است متغیرهای دیگر مؤثر بر شاخص قیمت‌ها نیز به همراه نرخ ارز در مدل وارد شوند.

۵. تخمین گذر نرخ ارز زمان-متغیر با استفاده از مدل حالت-فضا

در ادامه برای به دست آوردن یک برآورد از تحولات گذر نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده در طول سه دهه گذشته از مدل استاندارد زیر که به لحاظ نظری بر اساس قانون قیمت واحد^۱ و با افزودن متغیرهایی برای کنترل تقاضای کل کشور وارد کننده و وضعیت هزینه‌ای کشورهای صادر کننده به دست می‌آید استفاده می‌کنیم (برای آگاهی بیشتر در مورد این مدل نگاه کنید به کامپا و گلدبرگ (۲۰۰۵)، هندری^۲ (۱۹۹۵)، سکاینی^۳ (۲۰۰۶)، قوش و راجان^۴ (۲۰۰۷)، قوش^۵ (۲۰۱۳) و لوپز و پروی^۶ (۲۰۱۹)).

1. Law of one price

2. Hendry

3. Sekine

4. Ghosh and Rajan

5. Ghosh

6. López-Villavicencio and Pourroy

$$\begin{aligned} \Delta \log P_t = & \beta_0 + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta \log P_{t-i} + \phi_t \Delta \log E_t + \lambda \Delta \log P_{t-1}^* \\ & + \rho \Delta \log Y_{t-1} + G\varepsilon_t \\ \phi_t = & \phi_{t-1} + Cv_t \end{aligned} \quad (18)$$

در این رابطه P_t شاخص قیمت (شاخص قیمت مصرف کننده)، E_t نرخ ارز بازار غیررسمی، Y_t شاخص قیمت جهانی که در اینجا از شاخص قیمت تولید کننده کشورهای OECD به عنوان جانشینی برای آن استفاده شده، λ تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت و $G\varepsilon_t$ جمله خطأ با ویژگی‌های استاندارد است.

ϕ_t مقدار گذر نرخ ارز کوتاه‌مدت و $(\sum_{i=1}^k \gamma_i)$ اندازه گذر نرخ ارز در بلندمدت است. داده‌های مورد استفاده به صورت فصلی بوده و به جز شاخص قیمت تولید کننده کشورهای OECD که به طور مستقیم از سایت داده کشورهای OECD استخراج شده است بقیه آنها از مجموعه داده بانک مرکزی اخذ شده‌اند. لازم به ذکر است داده‌ها قبل از استفاده در مدل لگاریتم گیری (طبیعی) شده‌اند.

معادلات (18) تشکیل یک مدل حالت-فضا را می‌دهند که آن را می‌توان با به کارگیری الگوریتم بازگشتی فیلتر کالمون تخمین زد. عموماً از این روش برای تخمین مدل‌های زمان-متغیر مانند دستگاه معادلاتی که در اینجا با آن مواجه هستیم استفاده می‌شود. روش فیلتر کالمون بدین صورت است که در گام نخست برای هر نقطه از زمان t مبتنی بر اطلاعات تا آن لحظه ماتریس کواریانس شرطی $\Omega_{t|t-1}$ و بردار حالت انتظاری $\phi_{t|t-1}$ مطابق روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} \phi_{t|t-1} &= \phi_{t-1|t-1} \\ \Omega_{t|t-1} &= \Omega_{t-1|t-1} + CQC' \\ \Delta \log P_{t|t-1} = & \beta_0 + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta \log P_{t-i} + \phi_{t|t-1} \Delta \log E_t + \lambda \Delta \log P_{t-1}^* \\ & + \rho \Delta Y_{t-1} + G\varepsilon_t \end{aligned} \quad (19)$$

عبارات فوق پیش‌بینی‌های تک مرحله‌ای بوده که گذشته‌نگر بوده و به مقادیر فعلی تغییرات قیمت کاری ندارند. در مرحله بعدی که به مرحله بهروزرسانی معروف است با استفاده از اطلاعات فعلی متغیر وابسته، بردار خطأ و ماتریس میانگین مربوطات خطای پیش‌بینی به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$\begin{aligned}\hat{v}_{t|t} &= \Delta \log p_t - \Delta \log p_{t|t-1} \\ \sum t|t &= (\Delta \log E_t) \Omega_{t-1|t-1} (\Delta \log E_t)' + GQG'\end{aligned}\quad (20)$$

و در انتها بردار حالت انتظاری شرطی و کواریانس شرطی با به کار گیری اطلاعات لحظه t به روز می شود:

$$\begin{aligned}\phi_{t|t-1} &= \phi_{t-1|t-1} + \Omega_{t|t-1} (\Delta \log E) \sum_{t|t}^{-1} \hat{v}_{t|t} \\ \Omega_{t|t} &= \Omega_{t|t-1} - \Omega_{t|t} (\Delta \log E) \sum_{t|t}^{-1} (\Delta \log E)' \Omega_{t|t-1}\end{aligned}\quad (21)$$

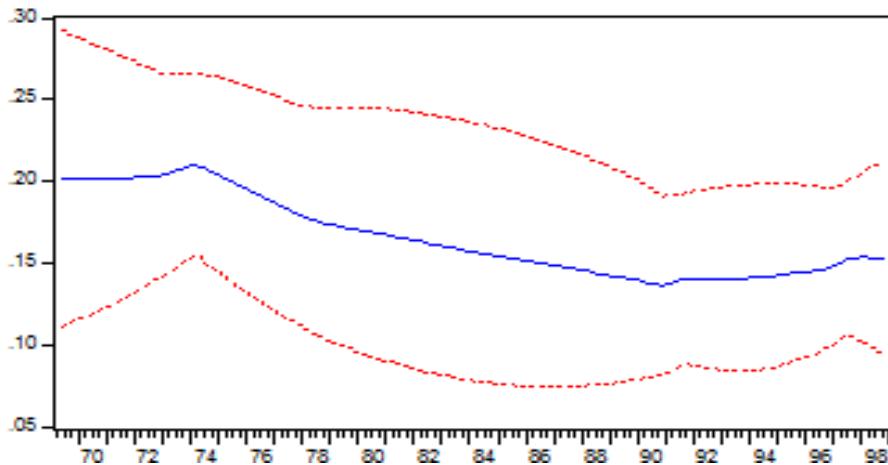
مجموع معادلات ذکر شده تشکیل فیلتر کالمن را می دهد. در ادامه معادله (18) را به ازای مقادیر وقفه های مختلف متغیرهای توضیحی (حداکثر چهار وقفه) برآورد نمودیم و مدل منتخب را بر اساس حداقل مقدار آکاییک و معناداری ضرایب برگزیدیم. در مدل منتخب، متغیر نرخ ارز بدون وقفه در مدل ظاهر می شود. نتایج برآورد ضرایب مدل منتخب در قسمت بالایی جدول (۱) آمده است. در قسمت پایین این جدول نیز آخرین مقدار متغیر حالت و ویژگی های آماری مربوطه ارائه شده است. همچنین در شکل (۵) نتایج گذر آنی نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده حاصل از به کار گیری مدل منتخب ترسیم شده است. همان طور که شکل مذکور نشان می دهد مقدار گذر نرخ ارز به دست آمده در تمام بازه مورد بررسی معنادار است.

جدول ۱. نتایج تخمین مدل حالت-فضا

| | ضرایب | خطای معیار | آماره z | احتمال |
|----------------|---|------------|-----------|--------|
| β | ۰/۰۰۹۶۲۸ | ۰/۰۰۵۱۸۲ | ۱/۸۵۸۰۷۶ | ۰/۰۶۳۲ |
| γ_1 | ۰/۳۰۰۶۷۵ | ۰/۰۶۴۵۲۶ | ۴/۶۵۹۷۸۷ | ۰/۰۰۰۰ |
| γ_2 | ۰/۱۱۸۱۵۵ | ۰/۰۸۷۸۶۱ | ۱/۳۴۴۸۰۶ | ۰/۱۷۸۷ |
| γ_3 | ۰/۰۷۷۳۷۹ | ۰/۰۸۴۴۰۲ | ۰/۹۱۶۷۹۰ | ۰/۳۵۹۳ |
| γ_4 | ۰/۱۱۳۶۷۵ | ۰/۰۶۸۸۰۷ | ۱/۶۵۲۰۸۱ | ۰/۰۹۸۵ |
| λ | ۰/۳۳۶۹۲۲ | ۰/۱۷۵۰۵۵ | ۱/۹۲۴۶۶۵ | ۰/۰۵۴۳ |
| ρ | -۰/۰۵۲۹۱۸ | ۰/۰۲۱۸۳۹ | -۲/۴۲۳۱۲۷ | ۰/۰۱۵۴ |
| | انحراف جذر میانگین مربعات مقدار نهایی حالت | آماره z | احتمال | |
| $\phi_{T+1 T}$ | ۰/۱۵۲۴۰۳ | ۰/۰۳۱۱۰۵ | ۴/۸۹۹۶۲۸ | ۰/۰۰۰۰ |

توضیحات: نتایج برآورد مدل (۱۸) با استفاده از فیلتر کالمون. در بخش بالایی جدول β , λ و ρ به ترتیب عرض از مبدأ و ضرایب وقفه‌های تفاضلی قیمت داخلی، قیمت خارجی و تولید ناخالص داخلی هستند. داده‌های مربوط به متغیرهای قیمت داخلی (CPI)، تولید ناخالص داخلی و نرخ ارز از بانک مرکزی اخذ شده‌اند و داده‌های قیمت خارجی (شاخص قیمت تولید کننده) از سایت OECD استخراج شده‌اند. داده‌های مورد استفاده فصلی بوده و شامل بازه زمانی فصل اول ۱۳۷۰ تا فصل چهارم ۱۳۹۸ می‌باشند. بخش پایینی جدول نیز آخرین مقدار متغیر حالت به همراه سطح معناداری آن را نشان می‌دهد.

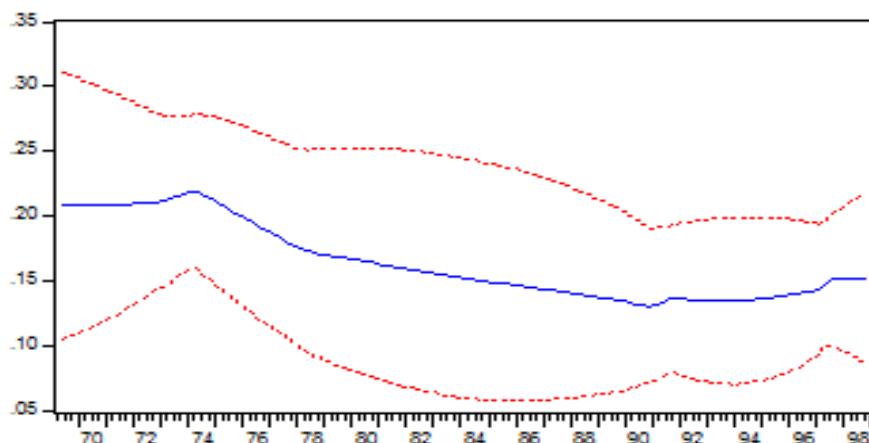
مأخذ: یافته‌های پژوهش



شکل ۵. نمودار گذر آنی نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف‌کننده به همراه نمودار $\pm 2\text{RMSE}$

برمبانی نتایج به دست آمده در شکل (۵) تحولات گذر نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف‌کننده را می‌توان به چندین دوره مجزا تفکیک کرد؛ دوره اول که شامل سال‌های ابتدایی دهه ۷۰ می‌باشد، شاهد افزایش ناگهانی گذر نرخ ارز در یک مقطع کوتاه و با شیب زیاد هستیم که علت آن می‌تواند تلاطمات ارزی در آن مقطع زمانی باشد. به همین دلیل است که روند افزایشی شروع شده از سال ۷۰ چندانی نداشته و نهایتاً با فروکش کردن تب و تاب ارزی، گذر نرخ ارز نیز رو به کاهش

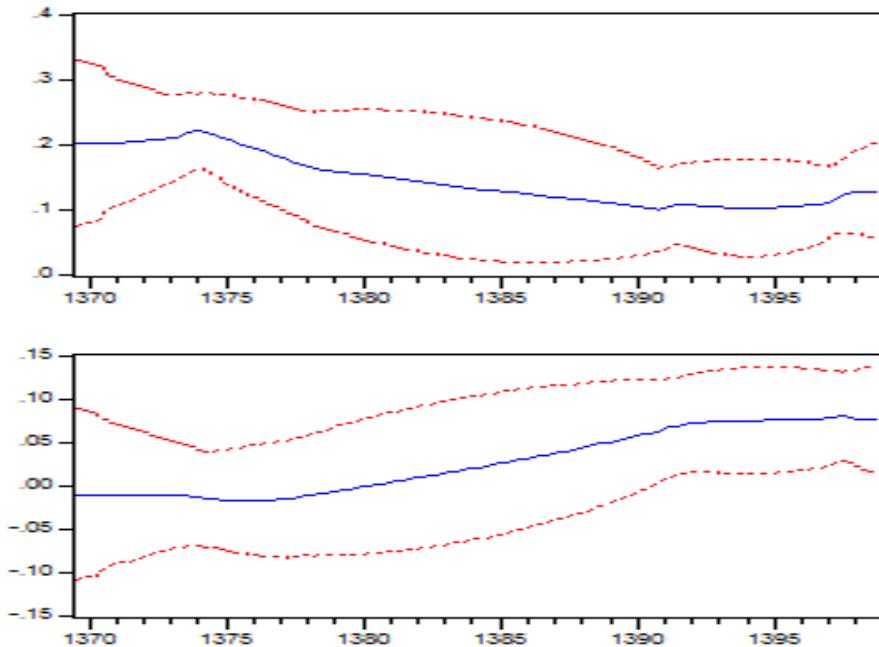
می‌گذارد. روند کاهنده تدریجی برای مدت طولانی بر رفتار گذر نرخ ارز حاکم بوده به نحوی که در فصل سوم سال ۹۰ به کمترین مقدار خود در طول یک دهه منتهی به آن می‌رسد. این مسئله را (به طور خاص برای سال‌های نیمه دوم دهه ۸۰) می‌توان به عواملی همچون سیاست دولت برای ثابت نگهداشتن نرخ اسمی ارز در سایه درآمدهای عظیم نفتی در طول این سال‌ها و در نتیجه شکل‌گیری انتظارات آتی عوامل اقتصادی بر پایه آن نسبت داد. در نهایت در فصل چهارم سال ۹۰ با وارد شدن نخستین تکانه‌های حاصل از تحریم‌ها که زمینه را برای ناتوانی سیاست‌گذار در کنترل نرخ اسمی ارز و جهش ناگهانی نرخ ارز متعاقب آن فراهم کرد گذر نرخ ارز ناگهان با تغییر جهت قبلی خود روند جدیدی را به سمت بالا شروع می‌کند که تا فصل سوم سال ۹۱ ادامه داشته است. با پایان این مقطع دوره‌ای کوتاه از ثبات نسبی گذر نرخ ارز شروع می‌شود که دوامی نداشته و با ورود به سال ۹۷ و به وجود آمدن شرایطی مشابه اواخر سال ۹۰ مجددًا گذر نرخ ارز همان‌طور که انتظار می‌رفت رو به بالا جهش می‌کند.



شکل ۶. نمودار گذر آنی نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف‌کننده با حذف ضرایب بدون معنا به همراه نمودارهای $\pm 2\text{RMSE}$

برای تحلیل حساسیت نتایج به دست آمده، مدل منتخب با حذف متغیرهای غیر معنادار (شکل ۶) و همچنین به ازای یک وقفه بیشتر برای نرخ ارز (شکل ۷) نیز برآورد شده است. همان‌طور که این شکل‌ها نشان می‌دهند روند گذر نرخ ارز با نتایج به دست آمده از مدل پایه تفاوتی ندارند. لازم به

تایید است که همان‌طور که شکل (۷) نشان می‌دهد ضریب وقفه نرخ ارز در این مدل معنادار نیست و لذا برای تحلیل گذرا نرخ ارز، تمرکز بر رفتار ضریب اول نرخ ارز (همzman) قرار می‌گیرد که تفاوتی با ضریب به دست آمده از مدل پایه ندارد. مشابه این نتایج برای مدل‌های با وقفه‌های بیشتر برای متغیر نرخ ارز نیز به دست می‌آید که در اینجا گزارش نشده است.



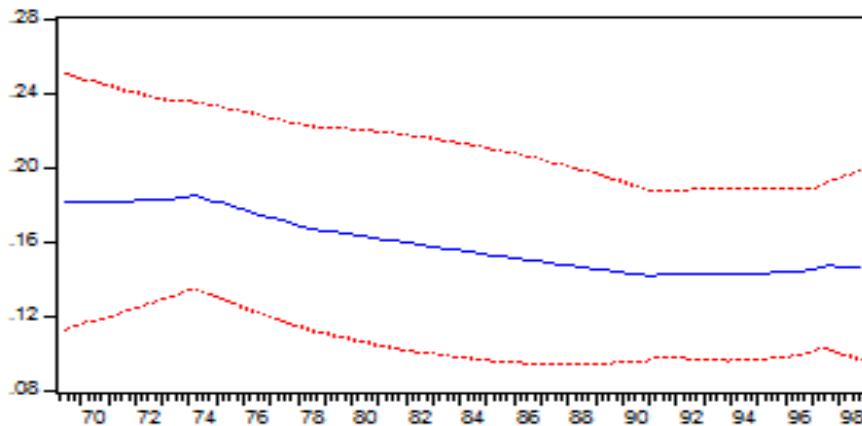
شکل ۷. نمودار گذرا نرخ ارز: برآورد ضریب همزمان نرخ ارز (نمودار بالا) و ضریب وقفه اول نرخ ارز (نمودار پایین)

نتایج به دست آمده از مدل به کار گرفته شده در این مطالعه تا حدود زیادی با نتایج به دست آمده از مطالعه ابراهیمی و مدنی زاده (۹۵) منطبق است، اگرچه روند حرکتی به دست آمده برای برخی از بازه‌های خاص مانند سال‌های ابتدایی دهه ۹۰ (به طور دقیق فصل چهارم ۹۰ تا فصل سوم ۹۱) که مصادف با دوره شروع و افزایش تحریم‌ها هستند با مطالعه آنها متفاوت است، به این صورت که نتایج به دست آمده از مطالعه آنها نشانگر نزولی بودن گذرا نرخ ارز در این بازه است در حالی

که در این مطالعه مقدار گذر نرخ ارز از فصل چهار^{۹۰} به بعد صعودی است. نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با یافته‌های اصلی مطالعات کازرونی و همکاران (۱۳۹۱) و راسخی و منتظری (۱۳۹۴) نیز - که حاکی از افزایش درجه گذر نرخ ارز در اثر افزایش بی ثباتی اقتصاد کلان است - سازگاری دارد؛ همان‌طور که در بخش تحلیل موجک نیز نشان داده شد به نظر می‌رسد در هنگام تکانه‌های شدید ارزی، هم‌حرکتی میان دو متغیر بسیار قوی‌تر شده و نرخ ارز به عامل مهمی در توضیح پویایی‌های تورم تبدیل می‌شود به طوری که می‌توان گفت در این بازه‌ها تغییرات آن باشد و سرعت بیشتری به شاخص قیمت‌ها منتقل می‌گردد.

همان‌طور که برخی از مطالعات نشان داده‌اند نادیده گرفتن نقش سیاست‌گذاری پولی (یا متغیرهای پولی) در معادله میان قیمت و نرخ ارز می‌تواند به تصریح نادرست در معادله درنظر گرفته شده برای اندازه‌گیری گذر نرخ ارز منجر شود (پارسلی و پورپرت^۱، ۱۹۹۸:۹۵۹). از طرف دیگر نتایج مطالعات انجام شده در داخل کشور نیز مؤید اهمیت متغیرهای پولی در تبیین تحولات تورم بوده‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعه عطیریانفر و برکچیان (۱۳۹۱) اشاره کرد. به همین دلیل، برای تحلیل حساسیت نتایج، متغیرهای کل‌های پولی را به معادله (۱۸) اضافه کرده و آن معادله را مجدداً تخمین می‌زنیم. در این مطالعه هر سه متغیر M_0 ، M_1 ، M_2 در سه تصریح مختلف در نظر گرفته شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تخمین گذر نرخ ارز در هر سه تصریح مذکور مشابه تخمین به دست آمده از مدل پایه (بدون حضور متغیر پولی) است. در شکل (۸) نتایج به ازای متغیر M_0 ترسیم شده است.

1. Parsley and Poppert



شکل ۸. نمودار گذر آنی نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده با اضافه کردن متغیر پولی به همراه نمودارهای $\pm 2\text{RMSE}$

در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده در این بخش به نظر می‌رسد که گذر نرخ ارز در ایران یک روند با ثبات و یکسان در طول دهه‌های مختلف نداشته و مقدار و روند آن بسته به دوره‌های مختلف سیاسی و اقتصادی متفاوت بوده است؛ بنابراین برآورده یک مقدار ثابت برای گذر نرخ ارز در طول سال‌های مختلف برای توصیف رابطه میان نرخ ارز و شاخص قیمت‌ها –آن‌طور که در مطالعات کشورهای مختلف مرسوم است- و استفاده از آن در امر تحلیل اقتصادی و سیاست‌گذاری به خطأ منجر خواهد شد.

علاوه بر این نتایج حاصل از مدل فوق حکایت از بالا بودن گذر نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف کننده در عمدۀ دوره‌های زمانی بازه مورد مطالعه دارد. به نظر می‌رسد بخشی از بالا بودن گذر نرخ ارز در کشور ما به نوع تلقی عوامل اقتصادی از سیستم نرخ ارز بر می‌گردد. عوامل اقتصادی در کشور ما بر اساس تجربه به دست آمده تغییرات به سمت بالا و ناگهانی ارزی را دائمی تلقی نموده و سعی می‌کنند در مواجهه با این تکانه‌ها به سرعت قیمت‌هایشان را به سمت بالا تعدیل نمایند. البته کاهش اعتماد به سیاست‌گذاران –که از نیمه دهه ۸۰ آغاز شده و همچنان ادامه دارد- نیز می‌تواند نقش غیر قابل انکاری در بالا بودن میزان گذر نرخ ارز داشته باشد (ایکنگرین^۱، ۲۰۱۳).

1. Eichengreen

۶. نتیجه‌گیری

طی چند دهه گذشته یکی از چالش برانگیزترین مشکلات پیش روی بانک مرکزی ایران نوسانات ارزی و گذر نرخ ارز به سطح عمومی قیمت‌ها بوده است. شواهد تجربی نشان می‌دهد که هرگونه تغییر ارزی به سرعت در طول زنجیره‌های قیمتی منتشر می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع تأثیرگذاری نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف کننده در این مطالعه به بررسی رابطه میان این دو متغیر و مدل‌سازی آن در افق‌های زمانی مختلف پرداختیم. نتایج به دست آمده از آزمون علیت گرنجری در حوزه بسامد برایانگ و کاندلون نشان می‌دهد که یک رابطه علیت گرنجری از نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده به ویژه در افق‌های زمانی بلندمدت برقرار است. چنین نتایجی البته با جزئیات بیشتر با استفاده از تبدیل موجک در فضای زمان–بسامد نیز به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده از این مدل، هم حرکتی قوی میان این دو متغیر تنها محدود به افق‌های بلندمدت نمی‌شود بلکه در بسامدهای بسیار بالا در برخی از بازه‌های زمانی که عموماً با بحران‌های ارزی تطابق دارد نیز این هم حرکتی قابل توجه مشاهده می‌شود. علاوه بر این، بر اساس نتایج به دست آمده از مدل حالت-فضا مشاهده می‌شود که میزان گذر نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف کننده در دوره‌های التهابات ارزی افزایش یافته است.

منابع

- ابراهیمی، سجاد و سید علی مدنی‌زاده (۱۳۹۵). "تغییرات گذر نرخ ارز و عوامل مؤثر بر آن در ایران". فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران. شماره ۱۸، صص ۱۴۷-۱۷۰.
- راسخی، سعید و مجتبی متظیری (۱۳۹۴). "اثر بی ثباتی اقتصاد کلان بر عبور نرخ ارز: شواهدی از رگرسیون انتقال ملائم (STR)". فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۲۲، صص ۷-۳۱.
- شجری، هوشتگ؛ طبیی، سید کمال و سید عبدالجید جلایی (۱۳۸۵). "عبور نرخ ارز و رابطه آن با سیاستهای پولی و درجه باز بودن اقتصاد در ایران به روش سیستم‌های فازی عصبی". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۶، صص ۱۵۳-۱۷۹.
- عطريانفر، حامد و سید مهدی برکچیان (۱۳۹۰). "ارزیابی محتوای اطلاعاتی متغیرهای اقتصادی برای پیش‌بینی نرخ تورم در ایران". فصلنامه پول و اقتصاد، شماره ۸، صص ۱-۴۱.

کازرونی، علیرضا؛ فشاری، مجید و پهزاد سلمانی (۱۳۹۱). "تأثیر بی ثباتی نرخ ارز بر درجه عبور نرخ ارز در ایران رهیافت TVP". *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران*، شماره ۲، صص ۱۱۴-۸۵.

Aguiar-Conraria L., Martins M.M. and M.J. Soares (2012). "The yield curve and the macro-economy across time and frequencies". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36(12), pp. 1950-1970.

Aguiar-Conraria L. and M.J. Soares (2014). "The Continuous Wavelet Transform: Moving beyond Uni-and bivariate Analysis". *Journal of Economic Surveys*, 28(2), pp.344-375.

Assenmacher-Wesche K. and S. Gerlach (2008) "Money Growth Output Gaps and Inflation at low and high Frequency: Spectral Estimates for Switzerland", *Journal of Economic Dynamics & Control*, No. 32, pp. 411-435.

Benati L. (2009) "Long-run Evidence on Money Growth and Inflation", ECB Working paper series No. 1027.

Breitung J. and B. Candelon (2006). "Testing for short-and long-run causality: A frequency-domain approach". *Journal of Econometrics*, 132(2), pp. 363-378.

Breitung J. and S. Schreiber (2018). "Assessing Causality and Delay within a Frequency Band". *Econometrics and statistics*, No. 6, pp. 57-73.

Campa J.M. and L.S. Goldberg (2005). "Exchange Rate Pass-through into Import Prices". *Review of Economics and Statistics*, 87(4), pp. 679-690.

Ca'Zorzi M., Hahn E. and M. Sánchez (2007). Exchange rate pass-through in emerging markets.

Cheikh N.B. and W. Louhichi (2016). "Revisiting the Role of Inflation Environment in Exchange Rate Pass-through: A Panel Threshold Approach". *Economic Modelling*, No. 52, pp. 233-238.

Cheikh N.B. and Y.B. Zaied (2020). "Revisiting the Pass-through of Exchange Rate in the Transition Economies: New Evidence from new EU Member States". *Journal of International Money and Finance*, No. 100, 102093.

Choudhri E.U. and D.S. Hakura (2006). "Exchange rate pass-through to domestic prices: does the inflationary environment matter?". *Journal of International Money and Finance*, 25(4), pp. 614-639.

Coulibaly D. and H. Kempf (2010). Does inflation targeting decrease exchange rate pass-through in emerging countries?

De Boef S. and L. Keele (2008). "Taking time seriously". *American Journal of Political Science*, 52(1), pp. 184-200.

Devereux M.B. and J. Yetman (2010). "Price Adjustment and Exchange rate Pass-through". *Journal of International Money and Finance*, 29(1), pp. 181-200.

Dube S. (2016). Exchange Rate pass-through (ERPT) and Inflation-targeting (IT): Evidence from South Africa. *Economia Internazionale/International Economics*, 69(2), pp. 119-148.

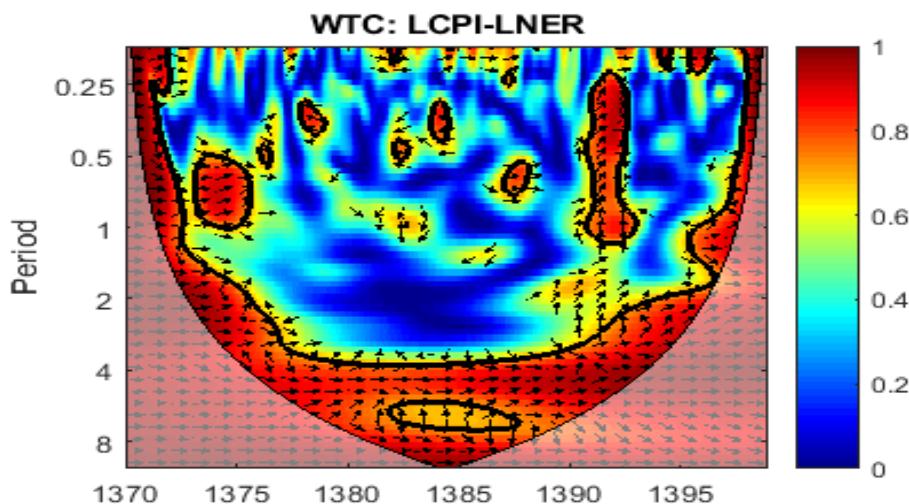
Edwards S. (2006). *The relationship between exchange rates and inflation targeting revisited* (No. w12163). National Bureau of Economic Research.

Eichengreen B. (2013). "Can Emerging Markets Float? Should they Inflation Target?". *Exchange rates, capital flows and policy*, No. 10.

Frankel J., Parsley D. and S.J. Wei (2012). "Slow Pass-through Around the World: a New Import for Developing Countries?". *Open Economies Review*, 23(2), pp. 213-251.

- Gagnon J.E. and J. Ihrig** (2004). "Monetary Policy and Exchange Rate Pass-through". *International Journal of Finance & Economics*, 9(4), pp. 315-338.
- Ghosh A.** (2013). "Exchange Rate Pass through, macro Fundamentals and Regime Choice in Latin America". *Journal of Macroeconomics*, No. 35, pp. 163-171.
- Ghosh A. and R.S. Rajan** (2007). "How high is Exchange Rate Pass-through in India? Has it changed over time?". *The Journal of International Trade & Economic Development*, 16(3), pp. 373-382.
- Goldberg P.K. and M.M. Knetter** (1996). *Goods Prices and Exchange Rates: What have we learned?* (No. w5862). National Bureau of Economic Research.
- Hendry D. F.** (1995). *Dynamic Econometrics*. Oxford University Press on Demand.
- Jaeger A.** (2003) "The ECB's Money Pillar: an Assessment", International Monetary Fund Working Paper no. 82.
- Krätschell K. and T. Schmidt** (2012). Long-run Trends or Short-run Fluctuations—What Establishes the Correlation between Oil and Food Prices?.
- Lemmens A., Croux C. and M.G. Dekimpe** (2008). "Measuring and Testing Granger Causality over the Spectrum: An Application to European Production Expectation Surveys". *International Journal of Forecasting*, 24(3), pp. 414-431.
- Loh L.** (2013). "Co-movement of Asia-Pacific with European and US Stock Market Returns: A Cross-time-frequency Analysis". *Research in International Business and Finance*, No. 29, pp. 1-13.
- López-Villavicencio, A. and M. Pourroy** (2019). "Does Inflation Targeting always Matter for the ERPT? A Robust Approach". *Journal of Macroeconomics*, No. 60, pp.360-377.
- Mermod A.Y. and G. Dudzevičiūtė** (2011). "Frequency Domain Analysis of Consumer Confidence, Industrial Production and Retail Sales for Selected European Countries". *Journal of Business Economics and Management*, 12(4), pp. 589-602.
- Pham T.A.T., Nguyen T.T., Nasir M.A. and T.L.D. Huynh** (2020). "Exchange Rate Pass-through: A Comparative Analysis of Inflation Targeting & Non-targeting ASEAN-5 countries". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, forthcoming.
- Parsley D.C. and H.A. Popper** (1998). "Exchange Rates, Domestic Prices and Central bank Actions: Recent US Experience". *Southern Economic Journal*, pp. 957-972.
- Rodrik D.** (2008). "The Real Exchange Rate and Economic Growth". *Brookings papers on economic activity*, 2008(2), pp. 365-412.
- Roueff F. and R. Von Sachs** (2011). "Locally Stationary Long Memory Estimation". *Stochastic Processes and their Applications*, 121(4), pp. 813-844.
- Shintani M., Terada-Hagiwara A. and T. Yabu** (2013). "Exchange Rate pass-through and Inflation: A Nonlinear time Series Analysis". *Journal of International Money and Finance*, No. 32, pp. 512-527.
- Takhtamanova Y.F.** (2010). "Understanding Changes in Exchange rate Pass-through". *Journal of Macroeconomics*, 32(4), pp. 1118-1130.
- Taylor J.B.** (2000). "Low Inflation Pass-through, and the Pricing Power of firms". *European economic review*, 44(7), pp. 1389-1408.
- Winkelried D.** (2014). "Exchange rate Pass-through and Inflation Targeting in Peru". *Empirical Economics*, 46(4), pp. 1181-1196.

پیوست



شکل ۸. نمایش همبستگی موجک و اختلاف فاز شاخص قیمت مصرف‌کننده و نرخ ارز در تواتر ماهانه