فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال دهم / شماره‌ی ۴۴/ بهار ۱۳۹۴/ صفحات ۱۲۳-۹۵

آزمون علّیت بین قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز در ایران با استفاده از روش‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی و تبدیل موجک

ابراهیم هادیان[1]

دانشیار اقتصاد دانشگاه شیراز ehadian@rose.shirazu.ac.ir

زهور نژادحلافی

کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه شیراز zohoorhallafi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۲

چکیده

در این مطالعه، با استفاده از تکنیکی نوین به بررسی رابطه‌ی علّیت بین دو متغیر قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز در اقتصاد ایران در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ پرداخته شده و تلاش شده است با ترکیب دو روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی و تبدیل موجک چگونگی ارتباط بین دو متغیر مذکور مورد آزمون قرار گیرد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که پس از تجزیه‌ی سری‌های زمانی، در سطوح کم‌تر از هشت ماه رابطه‌ی معناداری بین دو متغیر یاد شده مورد تأیید قرار نگرفته، اما در سطوح زمانی بالاتر از هشت ماه مسیر علّیت غیرخطی به‌صورت دو طرفه تأیید شده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر چه در کوتاه مدت به دلیل دخالت‌های دولت در کنترل سطح عمومی قیمت‌ها و نرخ اسمی ارز، رفتار نرخ حقیقی ارز ارتباط معناداری با قیمت نفت ندارد، اما با گذشت زمان همان‌طور که انتظار می‌رود به دلیل وابستگی رو به تزاید اقتصاد ایران به درآمدهای نفتی، قیمت نفت یکی از عوامل مؤثر بر تغییرات نرخ حقیقی ارز به شمار می‌رود.

طبقه‌بندی JEL: C45,C6,Q43,F31

کلید واژه‌ها : نفت و نرخ ارز، تبدیل موجک، شبکه‌ی عصبی، اقتصاد ایران

۱- نویسنده ی مسئول

۱- مقدمه

در برخی شرایط، در مقاطع کوتاه زمانی ارتباط بین قیمت نفت و نرخ ارز، ارتباطی مستقیم و شفاف نیست، به‌ویژه در اقتصادهایی که دخالت دولت در تعیین متغیرهای اقتصادی از جمله نرخ ارز قابل ملاحظه باشد، حاکمیت چنین وضعیتی دور از انتظار نیست. اما جایگزینی روابط مصنوعی به جای روابط طبیعی بین متغیرهای اقتصادی نمی‌تواند مداوم و برای همیشه انجام گیرد. ایجاد روابط مصنوعی هم می‌تواند مانع انتقال نوسانات یک متغیر به دیگری شود و هم می‌تواند اثرگذاری رفتار یکنواخت یکی بر متغیر دیگر اقتصادی را مانع شود، بنابراین بررسی ارتباط متقابل بین دو یا چند متغییر اقتصادی در چنین شرایطی معمولا منجر به نتایج گمراه کننده خواهد شد. هم‌چنین، استفاده از روش‌هایی که تنها به تأیید یا رد روابط خطی بین متغیرهای اقتصادی می‌پردازد نیز یک نوع ساده انگاری در تحلیل روابط بین متغیرها می‌باشد. در میان مطالعات اقتصادی، ارتباط بین قیمت نفت و نرخ ارز در اقتصادهای مختلف دنیا و به‌ویژه اقتصادهای وابسته به نفت در بازه‌های زمانی مختلف و با روش‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفته که در بیش‌تر آن‌ها روش‌های خطی و متداول اقتصاد سنجی به‌کار گرفته شده است و در میان مطالعاتی که به بررسی ارتباط بین دو متغیر قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز پرداخته‌اند، برخی قیمت نفت را علّت تغییرات نرخ حقیقی ارز و برخی نرخ حقیقی ارز را علّت تغییرات قیمت نفت دانسته‌اند.

استفاده از تکنیک تبدیل موجک و شبکه‌های عصبی مصنوعی این امکان را فراهم می‌کند تا ضمن تعدیل نوسانات متغیرها در مقیاس‌های زمانی متفاوت، وجود یا عدم وجود روابط غیر خطی بین متغیرهای مورد مطالعه نیز آزمون شود. بر این اساس، در این مطالعه، در مرحله‌ی اول رابطه‌ی علّی خطی و غیرخطی بین دو متغیر قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز در ایران بررسی می‌شود و سپس در مرحله‌ی دوم با تجزیه‌ی سری‌های زمانی به کمک ابزار موجک، دوباره نوع روابط بین سری‌های زمانی تجزیه شده مورد آزمون قرار می‌گیرد تا ضمن مقایسه با وضعیت پیشین نتایج قابل دفاع تری ارائه شود.

۲- پایه‌های نظری ارتباط بین قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز

تفسیرهای تئوریکی گوناگونی ارتباط بین قیمت نفت و نرخ ارز را توضیح می‌دهند که در ادبیات اقتصادی و مالی، رابطه‌ی بین دلار و قیمت نفت به معنی این است که بین این دو متغیر رابطه‌ی علّیت وجود دارد که در سطوح زمانی مختلف قابل بررسی

می‌باشد. در ادامه ارتباط بین دو متغیر از دو جهت بررسی می‌شود، که درجهت نخست، تأثیرات قیمت نفت از دو کانال رابطه‌ی مبادله و اجزای پایه‌ی پولی بر نرخ ارز تأثیر می‌گذارد و در جهت دوم، تغییرات نرخ ارز عامل مؤثر بر تغییرات قیمت نفت می‌باشد.

تأثیر قیمت نفت بر نرخ ارز از طریق رابطه‌ی مبادله

نخستین مسیری که در آن رابطه‌ی بین قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز مورد توجه قرار می‌گیرد این است که نفت به‌عنوان عامل تعیین‌کننده‌ی رابطه‌ی مبادله در کشورهای وابسته به نفت به شمار می‌رود. در توضیح این کانال ارتباطی از مدلی که مک دونالد[1] (۱۹۹۸)، کامارو و تاماریت[2] (۲۰۰۲)، چن و چن[3] (۲۰۰۷) و کودرت و کوهارد[4] (۲۰۰۸) در تجزیه و تحلیل‌های خود برای بررسی چگونگی اثر نوسانات نرخ حقیقی ارز در بلندمدت به‌کار گرفته‌اند، استفاده می‌کنیم.

$$q = e + P^* - P \qquad (۱)$$

q و e به ترتیب لگاریتم نرخ حقیقی ارز و نرخ اسمی ارز می‌باشند. P و P^* لگاریتم شاخص قیمت مصرف‌کننده‌ی کشور داخلی و کشور خارجی هستند که در این‌جا کشور داخلی کشور صادرکننده‌ی نفت می‌باشد، بنابراین افزایش نرخ اسمی و حقیقی ارز کاهش ارزش اسمی حقیقی پول کشور صادرکننده‌ی نفت را در پی‌خواهد داشت و در نتیجه قدرت خرید کشورهای مورد بررسی کاهش می‌یابد.

با درنظر گرفتن شاخص قیمت مصرف کننده برای کشورهای داخلی و خارجی به‌صورت روابط (۲) و (۳):

$$P = \alpha P^{T} + (1-\alpha)P^{NT} \qquad (۲)$$

$$P^* = \alpha^* P^{T*} + (1-\alpha^*)P^{NT*} \qquad (۳)$$

P^{T} و P^{NT} به‌ترتیب لگاریتم قیمت کالاهای تجاری و غیرتجاری در کشور داخلی و P^{T*} و P^{NT*} نیز به‌ترتیب قیمت کالاهای تجاری و غیرتجاری در کشور خارجی می‌باشد و با جای‌گذاری معادله‌های (۲) و (۳) در معادله‌ی (۱) خواهیم داشت:

$$q = e + P^{T*} - P^{T} + (1-\alpha)\left(P^{T} - P^{NT}\right) - (1-\alpha^*)\left(P^{T*} - P^{TN*}\right) \qquad (۴)$$

1- Mac Donald
2- Camarero and Tamarit
3- Chen and Chen
4- Coudert and Couhard

این معادله دو منبع نوسانات نرخ حقیقی ارز را آشکار می‌کند. یکی قیمت نسبی کالاهای تجاری (رابطه‌ی مبادله)، و دیگری تفاوت در نسبت قیمت کالاهای تجاری به قیمت کالاهای غیرتجاری کشور داخلی و خارجی می‌باشد. بر این اساس، اگر کالاهایی که در تجارت بین‌الملل مبادله‌ی می‌شوند، جانشین کاملی نداشته باشند، فرض برابری قدرت خرید در مورد آن‌ها نقض و قیمت نسبی کالاهای تجاری دو کشور تغییر خواهد کرد که در نتیجه‌ی آن نرخ حقیقی ارز نیز تغییر خواهد نمود (کامارو وتاماریت، ۲۰۰۲). از آن‌جایی‌که نفت یک کالای بدون جانشین در بازارهای جهانی است، افزایش قیمت حقیقی نفت موجب بهبود در رابطه‌ی مبادله‌ی کشورهای صادرکننده‌ی نفت می‌شود و در نتیجه کاهش نرخ حقیقی ارز و افزایش ارزش حقیقی پول این کشورها را در پی دارد. (کاشین و همکاران[1]، ۲۰۰۴).

تأثیر قیمت نفت بر نرخ ارز از طریق اجزای پایه‌ی پولی

در این رویکرد، قیمت نفت از طریق اثرگذاری بر خالص دارایی‌های خارجی که یکی از اجزای پایه‌ی پولی محسوب می‌شود بر نرخ ارز اثر می‌گذارد که به رویکرد پولی نیز معروف است. نرخ ارز، متغیر تعادلی موازنه‌ی پرداخت‌های خارجی و انتقالات مالی بین کشورهاست که نوسانات آن، قدرت رقابت بین‌المللی تولیدات ملی، فرآیند تخصصی منابع داخلی و نیز انتقالات سرمایه‌ای بین‌المللی را متأثر می‌کند. آزمون‌های تجربی مختلفی در زمینه‌ی رهیافت پولی نرخ ارز انجام شده است که برخی از آن‌ها بر ضعف مدل پولی (کلاریدا و گالی[2]، ۱۹۹۴) و برخی دیگر بر قوت مدل پولی (مک دونالد و تیلور[3]، ۱۹۹۴) تأکید کرده‌اند. در عین حال در الگوی پولی، اصلاحاتی نیز انجام گرفته است (ترکی و فراهانی، ۱۳۹۰).

در روش پولی، نرخ ارز به‌عنوان قیمت نسبی دو پول مطرح می‌شود، به طوری‌که قیمت‌های نسبی تابعی از عرضه و تقاضای اسمی برای آن پول است. براساس مدل پولی انعطاف پذیر[4]، تقاضای داخلی برای پول تابعی از سطح قیمت‌ها (p)، درآمد واقعی (y) و نرخ بهره (i) است.

$$m_t = p_t + ky_t - \theta i_t \qquad (۵)$$

1 -Cashin et al
2- Clarida and Gali
3- McDonald and Taylor
4- Flexible Price Monetary Model

به‌طور مشابه تقاضای خارجی برای پول به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$m_t^* = p_t^* + k^* y_t^* - \theta^* i_t^* \quad (۶)$$

در مدل انعطاف‌پذیر قیمت، فرض می‌شود برابری قدرت خرید همواره برابر است با:

$$s_t = p_t - p_t^* \quad (۷)$$

ازآن‌جایی‌که عرضه‌ی پول داخلی، سطح قیمت‌های داخلی را p_t و عرضه‌ی پول خارجی را سطح پول خارجی، p_t^* را تعیین می‌کند و فرض می‌شود که بازار پول در تعادل است، تابع سطح قیمت‌ها به‌صورت زیر برقرار می‌شود:

$$p_t = m_t - ky_t + \theta i_t \quad (۸)$$

$$p_t^* = m_t^* - k_{yt}^* + \theta_{it}^* \quad (۹)$$

بنابراین نرخ ارز s_t، می‌تواند به صورت زیر بازنویسی شود (لیزاردو و مولیک[1]، ۲۰۱۰):

$$(p_t - p_t^*) = (m_t - m_t^*) - k(y_t - y_t^*) + \theta(i_t - i_t^*) \quad (۱۰)$$

اجزای پایه‌ی پولی از جهت منابع شامل خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی، بدهی دولت به بانک مرکزی و بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی است. از آن‌جایی که درآمدهای درآمدهای نفتی بر خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و خالص بدهی دولت به بانک مرکزی مؤثر بوده، لذا درآمدهای نفتی از طریق تأثیر بر اجزای پایه‌ی پولی بر عرضه‌ی پول تأثیر گذاشته و در نتیجه نرخ ارز را در این کشورها تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آن‌جا که سهمیه‌ی این کشورها و مقدار فروش نفت بر اساس تصمیمات گرفته شده در اوپک انجام می‌شود، این سهمیه تقریبا مشخص بوده و نوسانات کمی دارد، تغییر درآمدهای نفتی در این کشورها ناشی از تغییر قیمت نفت است.

اثرگذاری نرخ ارز برقیمت نفت از کانال تغییر در عرضه و تقاضای نفت

نرخ ارز دلار بر قیمت نفت از طریق تغییر در عرضه و تقاضای نفت اثر می‌گذارد، چرا که دلار ارزی است که توسط تمام مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان خارج از آمریکا دریافت می‌شود. این اثرگذاری به پول رایج مورد استفاده در مبادلات مختلف مرتبط با فعالیت‌های نفتی نیز بستگی دارد. در مبادلات مختلف، خریدهای نفتی به دلار پرداخت می‌شود، بنابراین کاهش یا افزایش ارزش دلار، قیمت نفت نسبت به پول داخلی را برای

1- Lizardo and Mollick

کشورهای دارای نرخ ارز شناور کاهش می‌دهد. این اثر برای کشورهایی مانند چین که دارای سیستم نرخ ارز ثابت به دلار هستند خنثی است (هوشمند و فهیمی دوآب، ۱۳۸۹). در این مطالعه که از نرخ ارز در ایران در مقابل دلار آمریکا استفاده شده است پیش‌بینی می‌شود که علیرغم وجود مبانی نظری در جهت اثرگذاری نرخ ارز بر قیمت نفت، در اقتصاد ایران که سیستم نرخ ارز از نوع مدیریت شده می‌باشد، این کانال چندان مؤثر نباشد. در حقیقت از آن‌جایی‌که سیستم نرخ ارز ایران کاملا انعطاف پذیر نیست تغییرات جهانی دلار روی قیمت دلار در ایران تأثیری جدی نخواهد گذاشت. در ادامه با بررسی نتایج به‌دست آمده به صحت یا عدم صحت این مسأله خواهیم پرداخت.

از بعد تقاضا

مسیر علیت از نرخ ارز به قیمت کالاها (قیمت نفت) را می‌توان بر اساس رویکرد قیمت‌گذاری یک دارایی بر اساس نرخ ارز در نظر گرفت (چن و همکاران، ۲۰۰۸). صرفنظر از هزینه‌ی مبادله، رابطه‌ی زیر بین قیمت نفت بر حسب پول داخلی (O_t)، نرخ ارز (E_t) و قیمت نفت بر حسب پول خارجی (O_t^*) بر مبنای قانون قیمت یکسان[1] به صورت رابطه‌ی (۱۱) برقرار است:

$$O_t = O_t^* . E_t \qquad (۱۱)$$

وجود رابطه‌ی منفی بین ارزش دلار و قیمت دلاری کالاهایی هم‌چون نفت، از قانون تک قیمتی کالاهای قابل مبادله پیروی می‌کند. به‌عبارتی کاهش ارزش دلار قدرت خرید و تقاضای کالای ارزش‌گذاری شده به دلار را افزایش می‌دهد. در مورد نفت این قانون به این‌صورت اعمال می‌شود که، کاهش نرخ ارز منتهی به نفت ارزان‌تر و افزایش نرخ ارز منتهی به نفت گران‌تر شود، لذا هرگونه کاهش ارزش پول ملی به کاهش تقاضا و افزایش ارزش پول ملی، موجب افزایش تقاضا برای نفت می‌شود. از سوی دیگر، هرگونه کاهش یا افزایش در تقاضا برای نفت در سطح بین الملل می‌تواند قیمت آن را نیز تحت تأثیر قرار دهد (اکرم[2]، ۲۰۰۸).

از بعد عرضه

اثر تغییرات نرخ ارز بر قیمت نفت، از کانال عرضه‌ی نفت چندان شفاف نیست. افزایش ارزش قیمت نفت به پول داخلی که از افزایش ارزش پول خارجی ناشی شده است امکان افزایش فعالیت‌های حفاری و استخراج و تولید نفت را بهبود می‌بخشد و در

1- Law of One Price
2- Akram

ادامه قیمت نفت به دلیل امکان افزایش عرضه‌ی نفت تأثیر می‌پذیرد. زمانی‌که قیمت نفت افزایش می‌یابد برخی از مناطق که از هزینه‌های بالاتر برخوردارند اقتصادی شده و فعالیت‌های حفاری در آن‌ها گسترش می‌یابد از سوی دیگر با افزایش ارزش پول خارجی و کاهش ارزش پول داخلی قدرت خرید داخلی کاهش می‌یابد و منابع و فرصت‌های تولید در بخش نفت تغییر می‌کند و این بخش قادر به تأمین نیازهای خود و تولید بیش‌تر نخواهد بود، در نتیجه میزان عرضه‌ی نفت دستخوش تغییر خواهد شد. (کودرت و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین، کاهش ارزش پول خارجی در کشورهای تولیدکننده‌ی نفت، می‌تواند موجب کاهش درآمدها و افزایش تورم شود و کاهش درآمدهای نفتی موجب کاهش بودجه برای فعالیت‌های حفاری با فرض ثابت بودن سایر شرایط شود. (کشاورزیان و همکاران، ۱۳۸۹).

توجه به این مسأله بسیار مهم است که روند تأثیر گذاری نرخ ارز برقیمت نفت و یا سایر کالاهای ارزش‌گذاری شده بر حسب دلار به قدرت ارز مورد بررسی در عرصه‌ی بین‌المللی بستگی دارد. در اقتصادی هم‌چون ایران که دلار در مقابل ریال در عرصه‌ی جهانی قدرت چندانی ندارد، بالطبع تأثیرگذاری آن بر قیمت نفت بسیار ضعیف و سهم تأثیرگذاری آن ناچیز خواهد بود.

۳- علّیت غیر خطی با استفاده از شبکه‌ی عصبی

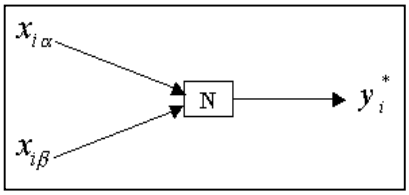
شبکه‌ی عصبی روش دسته بندی گروهی داده‌ها[1]

هنگامی‌که رگرسیون‌های استاندارد با فرم حاصل‌ضرب به جهت پیچیدگی محاسبات و مشکل وابستگی خطی به بن بست رسیده بودند، در سال ۱۹۶۶، ایواخننکو[2] تکنیکی برای ساخت یک چند جمله‌ای بسط یافته با مراتب بالا، به نام الگوریتم روش دسته بندی گروهی داده‌ها یا روش سازمان‌دهی گروهی داده‌ها معرفی کرد. این روش برای سیستم‌های پیچیده با ساختار نامشخص که تحلیل‌گر علاقه‌مند به، به دست آوردن روابط متغیرهای ورودی و خروجی با مراتب بالا می‌باشد، ایده‌آل است. الگوریتم ایواخننکو یک روش اکتشافی است که دانش را از ذات و طبیعت داده‌ها استخراج می‌کند و هم‌چون تحلیل‌های رگرسیونی مبتنی بر یک بنیان ثابت نظری نیست. ایده‌ی اصلی این الگوریتم عبارتست از طراحی یک مدل بهینه‌ی پیچیده که فقط مدل را بر

1- Group Method of Data Handling(GMDH)
2- Ivakhnenko

پایه داده‌ها و اطلاعات طراحی کرده که هیچ‌گونه پیش زمینه‌ی نظری از نحوه‌ی عملکرد داده‌ها از سوی محقق در آن انجام نمی‌گیرد و این کار تنها براساس کشف ارتباط ساده و پیچیده میان داده‌های ورودی و خروجی سیستم انجام می‌گیرد (فارلو[1]، ۱۹۸۱).

شبکه عصبی از نوع روش دسته بندی گروهی داده‌ها، شبکه‌ای خود سازمانده و یک سویه می‌باشد که از چندین لایه و هر لایه نیز از چندین نرون تشکیل یافته است. تمامی نرون‌ها از یک ساختار مشابه برخوردار می‌باشند. همگی آن‌ها دارای دو ورودی و یک خروجی می‌باشند و هر نرون با پنج وزن و یک جمله‌ی اریب عمل پردازش را میان داده‌های ورودی و خروجی برقرار می‌کند. (معینی و همکاران، ۱۳۸۷)



معینی و همکاران، ۱۳۸۷

شکل ۱- ساختار نرون

$$y_{ik}^* = N(x_{i\alpha}, x_{i\beta}) = b^k + w_1^k x_{i\alpha} + w_2^k x_{i\beta} + w_3^k x_{i\alpha}^2 + w_4^k x_{i\beta}^2 + w_5^k x_{i\alpha} x_{i\beta} \quad (۱۲)$$

در رابطه‌ی (۱۲)، $(i=1,2,3,\ldots,N)$ می‌باشد که درآن N تعداد داده‌های ورودی و خروجی بوده و $(k=1,2,3,\ldots,C_m^2)$ و $\alpha, \beta \in \{1,2,3,\ldots,M\}$ می‌باشد که در آن‌ها m تعداد نرون‌های لایه قبلی است.

وزن‌ها بر اساس روش‌های کم‌ترین مربعات خطا محاسبه شده و سپس به عنوان مقادیر مشخص و ثابت در داخل هر نرون جای‌گذاری می‌شود. ویژگی بارزی که در این نوع از شبکه‌ها مشاهده می‌شود حاکی از آن است که نرون‌های مرحله‌ی قبلی و یا لایه‌ی قبلی (m) عامل و یا مولد تولید نرون‌های جدید به تعداد $C_m^2 = \frac{m(m-1)}{2}$ می‌باشند، که از میان نرون‌های تولید شده، لزوماً بایستی تعدادی از آن‌ها حذف شوند تا بدین وسیله از واگرایی شبکه جلوگیری به عمل آید.

1- Farlow

معیار گزینش و حذف مجموعه‌ای از نرون‌ها در یک لایه، درصد مجموع مربعات خطا (r_j^2) میان مقادیرخروجی واقعی (y_i) و خروجی نرون j ام (y_{ij}^*) می‌باشد.

$$r_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(y_i - y_{ij}^*\right)^2}{\sum_{i=1}^{N} y_i^2} \qquad (۱۳)$$

در رابطه‌ی بالا $j \in \{1,2,3,\dots,C_m^2\}$ می‌باشد که در آن m تعداد نرون‌های گزینش شده در لایه‌ی قبلی است.

رابطه‌ای که بین متغیرهای ورودی و خروجی توسط این نوع از شبکه‌های عصبی برقرار می‌شود به صورت تابع غیرخطی ولترا[1] به صورت رابطه‌ی زیر است: (ابریشمی و همکاران، ۱۳۸۷)

$$\hat{y} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} \alpha_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \qquad (۱۴)$$

۴- بررسی علّیت با استفاده از شبکه‌ی عصبی

یکی از نقدهایی که بعضی از محقّقان نسبت به شبکه‌های عصبی مطرح می‌کنند این است که این روش تنها برای پیش‌بینی[2] اقتصاد مفید است و کمکی به تبیین[3] اقتصاد نمی‌کند. در این مطالعه با کاربرد علّیت با استفاده از شبکه‌ی عصبی که برای علیت میان متغیرها در اقتصاد و سایر علوم استفاده می‌شود، در حقیقت یک هم‌گرایی میان شبکه عصبی و بخش تبیین اقتصاد ارائه خواهد شد (نوری، ۱۳۸۸).

به طور مثال برای تبیین رابطه‌ی علّی میان دو متغیر X و Y، ابتدا وقفه‌های این دو را تشکیل داده و به عنوان متغیرهای ورودی،[4] به شبکه عصبی می‌دهیم و سپس با استفاده از این شبکه به پیش‌بینی X و Y در سطح جاری متغیر می‌پردازیم. بعد از پیش‌بینی متغیر خروجی[5] توسط شبکه، این امکان برای محقق فراهم می‌آید که متغیرهای ورودی را براساس تأثیر آن‌ها در پیش‌بینی متغیر خروجی طبقه‌بندی کند، در این شرایط اگر وقفه‌های متغیر دوم X در بالای این طبقه‌بندی قرار بگیرد و یا به عبارت دیگر موجب این شود که بر دقت پیش‌بینی متغیر خروجی Y بیافزاید می‌توان

1- Volterra
2- Prediction
3- Explanation
4- Input Variable
5- Output Variable

بیان کرد که X علّیت غیرخطی Y است. همین شرایط را برای متغیر X در نظر خواهیم گرفت و علّیت از Y به X را بررسی می‌کنیم.

۵- تبدیل موجک[1]

با توجه به مطالعات انجام گرفته[2]، نشان داده شده که با منتقل کردن یک سری زمانی به سایر فضاها خواصی از آن سری زمانی دیده می‌شود که در فضای زمان، امکان رویت و بررسی آن‌ها نبوده است. در بررسی‌های انجام گرفته، تحلیل یک سری زمانی در فضاهای غیر از زمان، امکان بررسی بهتر و شفاف‌تری از سری زمانی را فراهم می‌کند (بهرادمهر، ۱۳۸۹).

ایده‌ی نمایش یک تابع بر حسب مجموعه‌ای از توابع، نخستین بار توسط فوریه[3] در سال ۱۸۰۶ برای نمایش توابع به‌کارگرفته شد. در سال ۱۹۰۹، هار[4]، نخستین کسی بود که به موجک‌ها اشاره کرد. تبدیل موجک با استفاده از توابع پایه‌ای[5]، یک سری زمانی را به فضاهای فرکانس می‌برد و سپس سری زمانی را در زمان و مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهد. (نمازی،۱۳۸۳).

تبدیل گسسته موجک

موجک‌ها دو نوع اصلی موجک پدر[6](مقیاس‌گر) و موجک مادر[7] (جزئیات) می‌باشند. موجک پدر به‌طور خاص یکنواختی، مسیر حرکت (روند) سیگنال را نشان می‌دهد و موجک مادر نویزها و جزئیات سری را استخراج می‌کند. موجک‌ها از نقطه نظر گسسته یا پیوسته بودن، تقارن و برخی ویژگی‌های دیگر انواع مختلفی را دارند اما در همه‌ی تبدیلات، ما به دو تابع موجک پدر و مادر نیاز داریم. به‌عنوان مثال موجک هار از نوع موجک‌های پیوسته است و برای تجزیه‌ی سری‌های پیوسته مناسب است و موجک دابیشز از نوع موجک‌های گسسته است و در تجزیه‌های گسسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آن جایی‌که سری‌های اقتصادی از نوع گسسته هستند در این مطالعه نیز

1-Wavelet

۲- بیش‌تر مطالعات در مباحث اقتصادی توسط رمزی انجام گرفته شده است.

3- Fourrier
4- Haar
5- Basis Function
6 -Father Wavelet
7- Mother Wavelet

برای تجزیه از تبدیل گسسته استفاده می‌شود، بنابراین به معرفی تبدیل گسسته‌ی موجک می‌پردازیم. در رابطه‌ی (۱۵)، خصوصیت کلی موجک پدر و مادر ارائه شده است (کرولی[1]، ۲۰۰۵) :

$$\int \phi(t)dt = 1 \qquad \int \psi(t)dt = 0 \qquad (۱۵)$$

خصوصیت مقیاس و زمان که در تابع موجک مطرح می‌شود مهم‌ترین قابلیت این تبدیل را ایجاد می‌کند:

$$\psi(t) = \frac{1}{\sqrt{s}}\psi(\frac{t-u}{s}) \qquad (۱۶)$$

S نمایان‌گر مقیاس و u انتقال تابع را نشان می‌دهد و t معرف زمان است. موجک با تکیه‌گاه (مقیاس) گسترده‌ی اطلاعاتی درباره‌ی سری زمانی در مقیاس بزرگ می‌دهد و موجک با مقیاس کوچک رفتار سری را در مقیاس‌های کوچک‌تری بررسی می‌کند.

ضرایب موجک به شکل تقریبی به‌صورت رابطه‌ی (۱۷) تعریف می‌شوند (بروک و گوا[2]، ۱۹۹۶):

$$S_{J,k} \approx \int X(t)\phi_{J,k}(t)dt \qquad j = 1,2,\dots,J \qquad (۱۷)$$
$$d_{J,k} \approx \int X(t)\psi_{J,k}(t)dt$$

J، بالاترین مقیاس در تجزیه است، بنابراین، یک نمایش چند تفکیکی از سیگنال X(t) به شکل زیر به‌دست می‌آید:

$$X(t) = \sum_k s_{J,k}\phi_{J,k}(t) + \sum_k d_{J,K}\psi_{J,k}(t) + \sum_k d_{J-1,k}\psi_{J-1,k}(t) + \cdots + \sum_k d_{1,k}\psi_{1,k} \qquad (۱۸)$$

که قسمت اول، بخش روند یا تجزیه شده به‌وسیله‌ی موجک پدر در آخرین سطح را نشان می‌دهد و بقیه‌ی قسمت‌ها اجزای سری را در سطوح مختلف نشان می‌دهند.

مفهوم اقتصادی فرکانس و مقیاس با کاربرد تحلیل موجک

مفهوم تجزیه‌ی چند تفکیکی با استفاده از تجزیه‌ی گسسته‌ی موجک و دریافت این مسأله که فرکانس‌های به‌دست آمده در چه بازه‌ی زمانی اتفاق می‌افتد حائز اهمیت است. توضیح این مسأله با کاربرد داده‌های متفاوت انجام می‌گیرد. کرولی (۲۰۰۵)، در جدولی به شکل زیر بازه‌های زمانی مرتبط به فرکانس‌های مختلف را شرح می‌دهد. نکته‌ی قابل توجه در این است که در تجزیه‌ی گسسته نقاط به‌صورت زوج (با توان ۲) انتخاب می‌شود و این مسأله در رابطه‌ی اصلی تابع موجک، نیز قابل مشاهده است.

1- Crowly (2005)
2- Bruce and Gao

رابطه‌ی مقیاس و تحلیل فرکانسی تا سطح تجزیه‌ی پنجم در جدول زیر آورده شده است و این ارتباط تا سطوح بالاتر نیز برقرار است. در این مطالعه از داده‌های ماهانه استفاده شده و تا سطح سوم تجزیه صورت گرفته است که مفهوم فرکانسی این تجزیه نیز در جدول قابل مشاهده می‌باشد. جزئیات[1]، در هر سطرجدول معرف هر یک از سطوح تجزیه است که رابطه‌ی معکوسی با فرکانس دارد. به‌عبارتی در سطح اول تجزیه بالاترین میزان فرکانس (نوسانات) را داریم و در سطوح بالاتر به اجزای هموارتری می‌رسیم.

جدول ۱- مفهوم فرکانس چند تفکیکی در سطوح مختلف

مقیاس	تحلیل فرکانسی سالیانه	تحلیل فرکانسی ماهانه	تحلیل فرکانسی روزانه
D1	۱ - ۲	۱ - ۲	۱ - ۲
D2	۲ - ۴	۲ - ۴	۲ - ۴
D3	۴ -۸	۴ -۸	۴ -۸
D4	۸ -۱۶	۸ -۱۶	۸ -۱۶
D5	۱۶ -۳۲	۱۶ -۳۲	۱۶ -۳۲

مأخذ: کرولی (۲۰۰۵)

۶- مروری بر مطالعات پیشین

مروری بر مطالعات پیشین، در سه بخش کلی انجام گرفته است که مطالعات انجام گرفته را از جهت متغیرهای مورد مطالعه، روش موجک و روش غیرخطی به صورت زیر بررسی می‌کند:

۱- مطالعاتی که به بررسی ارتباط بین تغییرات قیمت نفت و نرخ ارز پرداخته‌اند.

- مطالعات داخلی و خارجی که نشان‌دهنده‌ی تأثیر پذیری نرخ ارز از قیمت نفت هستند و قیمت نفت علت می‌باشد (جدول ۲).

- مطالعات داخلی و خارجی که نشاندهنده‌ی تأثیرپذیری قیمت نفت از نرخ ارز هستند و نرخ ارز علت می‌باشد (جدول ۳).

۲- مطالعات داخلی و خارجی که در چند دهه‌ی اخیر از ابزار موجک در مطالعات خود استفاده کرده‌اند (جدول ۴).

۳- مطالعاتی که از علّیت بر مبنای شبکه‌ی عصبی استفاده کرده‌اند (جدول ۵).

1- Detail (D1, D2, D3,…)

جدول ۲- مطالعات داخلی و خارجی که نشان‌دهنده‌ی علّیت از قیمت نفت به نرخ ارز می‌باشند

مطالعه	قیمت نفت	نرخ ارز	دوره	روش	علّیت	ارتباط
رضایی و مولایی ۱۳۸۴	قیمت حقیقی نفت	نرخ حقیقی ارز رسمی (دلار در مقابل ریال)	۱۳۷۴-۱۳۵۰	الگوی خود بازگشت با وقفه‌های توضیحی	از قیمت نفت به نرخ ارز وجود دارد.	رابطه‌ی مثبت در بلندمدت
شکیبایی و همکاران (۱۳۸۷)	قیمت حقیقی نفت	نرخ حقیقی ارز	۲۰۰۶/۱۲-۱۹۹۵/۱	آزمون هم‌جمعی تابلویی	علّیت از قیمت نفت به نرخ ارز وجود دارد.	تأیید وجود رابطه‌ی بلندمدت
بزازان و همکاران (۱۳۸۸)	قیمت حقیقی نفت خام	نرخ ارز واقعی دلار	۲۰۰۸ - ۱۹۷۵	هم‌انباشتگی جوهانسن – جوسیلیوس و ARDL	علّیت تنها از قیمت نفت به نرخ ارز مشاهده می‌شود.	تأیید رابطه‌ی بلندمدت در سطح اطمینان نه چندان قوی و قابل اعتماد
آمانو و ون نردن (۱۹۹۸ الف)	قیمت حقیقی نفت	نرخ حقیقی مؤثر ارز	۱۹۹۳-۱۹۷۲	مدل تصحیح خطا	از نفت به نرخ ارز	وجود رابطه‌ی بلندمدت (ارتباط مثبت)
بنسی- کور و همکاران (۲۰۰۷)	قیمت حقیقی نفت	نرخ حقیقی مؤثر دلار	۲۰۰۴ - ۱۹۷۴	آزمون هم‌جمعی و آزمون علّیت	از قیمت نفت به نرخ ارز	رابطه‌ی منفی وجود دارد.
لیزاردو و مولیک (۲۰۱۰)	قیمت حقیقی نفت	نرخ حقیقی ارز	۲۰۰۴-۱۹۷۴	تصحیح خطا و آزمون علّیت	از قیمت نفت به نرخ ارز	رابطه‌ی مثبت وجود دارد

جدول ۳- مطالعات داخلی و خارجی که نشان‌دهنده‌ی علّیت از نرخ ارز به قیمت نفت می‌باشند

مطالعه	قیمت نفت	نرخ ارز	دوره‌ی زمانی	روش	مسیر علّیت	رابطه
کشاورزیان (۱۳۸۹)	قیمت اسمی نفت	نرخ اسمی دلار در مقابل یورو	۱۹۹۹-۲۰۰۹	تصحیح خطای برداری و روش گارچ	از نرخ ارز به قیمت نفت وجود دارد	ارتباط منفی وجود دارد
یوسفی و ورجنتو (۲۰۰۴)	قیمت نفت خام اوپک	نرخ مؤثر دلار	۱۹۸۹-۱۹۹۹	مدل گشتاورهای تعمیم یافته	از نرخ ارز به قیمت نفت وجود دارد	ارتباط منفی وجود دارد
ژانگ و وی (۲۰۱۰)	داده‌ی ماهانه‌ی قیمت حقیقی نفت	داده ماهانه‌ی نرخ حقیقی دلار آمریکا	۲۰۰۰-۲۰۰۸	هم‌جمعی و تحلیل علّیت	از نرخ ارز به قیمت نفت وجود دارد	ارتباط مثبت وجود دارد

جدول ۴- مطالعات داخلی و خارجی که از ابزار موجک استفاده کرده‌اند

مطالعه	زمینه‌ی استفاده از شبکه‌ی عصبی	مهم‌ترین یافته
ابریشمی و همکاران (۱۳۸۷)	مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت بنزین	پیش‌بینی و پایداری نتایج با دقت بالای ۹۶ درصد
ابریشمی و همکاران (۱۳۸۹)	بررسی ارتباط تورم و رشد بهره‌وری	عدم وجود رابطه‌ی معناداری در روش خطی نسبت به روش غیر خطی
مهر آرا و همکاران (۲۰۱۰)	پیش‌بینی شاخص سهام بازار تهران بر مبنای شبکه‌ی عصبی	بهبود نتایج بر مبنای شبکه‌ی عصبی در مقایسه با دیگر روش‌ها
ابریشمی و همکاران(۲۰۱۳)	رابطه‌ی رشد و تورم در ایران	تأیید علّیت غیرخطی از تغییرات قیمت (تورم) به رشد اقتصادی

جدول ۵- مطالعات داخلی و خارجی که از روش غیرخطی بر مبنای شبکه‌ی عصبی استفاده کرده‌اند

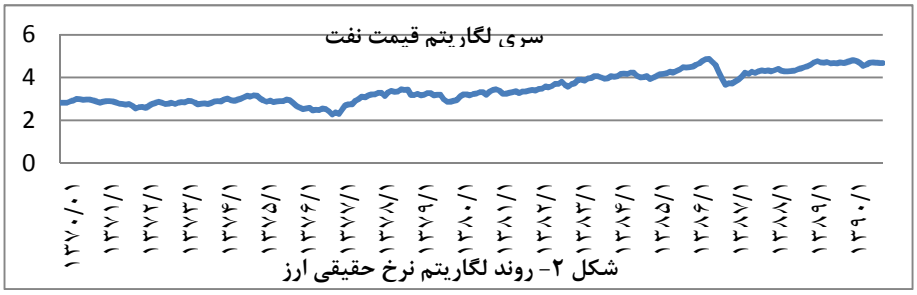
مطالعه	زمینه‌ی استفاده از موجک	مهم‌ترین یافته
بهرادمهر (۱۳۸۹)	پیش‌بینی قیمت نفت	کاهش معیار خطای پیش‌بینی در روش ترکیبی نسبت به حالتی که تنها از شبکه‌ی عصبی استفاده می‌شود
ابریشمی و همکاران (۱۳۸۹)	بررسی ارتباط تورم و رشد بهره‌وری	عدم وجود رابطه‌ی معناداری میان سری‌های اصلی و در روش علّیت خطی و وجود رابطه‌ی علّی معنی‌دار میان سری‌های تجزیه شده‌ی متغیرها در سطوح تجزیه شده
رمزی و همکاران (۱۹۹۵)	بررسی رفتار بازار سهام آمریکا	کشف اطلاعات گسترده تری با استفاده از موجک در بازار سهام آمریکا
رمزی و لمپارت (۱۹۹۸)	رابطه‌ی بین درآمد و مخارج	بهبود عملکرد رگرسیون مقیاس (با استفاده از تحلیل موجک) نسبت به رگرسیون
فرانکویس بنهمد (۲۰۱۱)	تعیین علّیت بین قیمت نفت و نرخ دلار آمریکا	کشف نتایج جدیدتری در نحوه‌ی ارتباط بین دو متغیر در سطوح مختلف زمانی
ابریشمی و همکاران (۱۳۸۷)	مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت بنزین	پیش‌بینی و پایداری نتایج با دقت بالای ۹۶ درصد
ابریشمی و همکاران (۱۳۸۹)	بررسی ارتباط تورم و رشد بهره‌وری	عدم وجود رابطه‌ی معناداری در روش خطی نسبت به روش غیر خطی
مهر آرا و همکاران (۲۰۱۰)	پیش‌بینی شاخص سهام بازار تهران بر مبنای شبکه‌ی عصبی	بهبود نتایج بر مبنای شبکه‌ی عصبی در مقایسه با دیگر روش‌ها
ابریشمی و همکاران (۲۰۱۳)	رابطه‌ی رشد و تورم در ایران	تأیید علّیت غیرخطی از تغییرات قیمت (تورم) به رشد اقتصادی

از بررسی مطالعات انجام گرفته در زمینه‌ی تحلیل ارتباط دو متغیر نرخ ارز و قیمت نفت در بازه‌های زمانی مختلف و با انواع نرخ‌های ارز مشاهده می‌شود که در بیش‌تر مطالعات داخلی و خارجی مسیر مشاهده شده از سمت قیمت نفت به نرخ ارز بوده است و تعداد کمی از مطالعات رابطه‌ی عکس را تأیید کرده‌اند. هم‌چنین می‌توان گفت که تاکنون مطالعات برای بررسی ارتباط این دو متغیر بیش‌تر از تکنیک‌های خطی استفاده کرده‌اند که در این مطالعه سعی شده است تا رابطه را با استفاده از تکنیک غیرخطی بازبینی شود. به‌عبارت دیگر، در این مطالعه در مرحله‌ی اول با استفاده از تکنیک شبکه‌ی عصبی مسیر علّیت بین دو متغیر بررسی می‌شود و در مرحله‌ی دوم به منظور دست‌یابی به اطلاعات دقیق‌تر از سری‌های زمانی پس از تجزیه‌ی دو سری با استفاده از ابزار موجک مسیر علّیت خطی و غیرخطی بازبینی می‌شود. تفاوت دیگر این مطالعه نسبت به سایر مطالعات پیشین این است که این مطالعه برای کشور ایران که از صادرکنندگان بزرگ نفت در دنیا محسوب می‌شود انجام می‌گیرد و هم چنین نرخ دلار در مقابل ریال ایران را بررسی می‌شود.

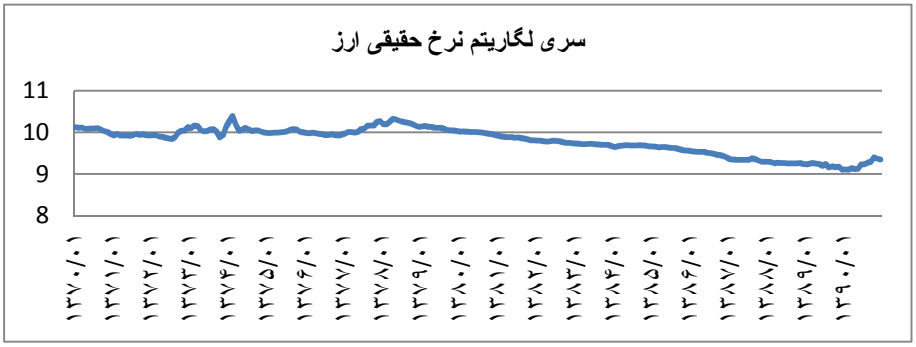
۷- نتایج تجربی

در این مطالعه در تبیین علّیت از تکنیک شبکه‌ی عصبی استفاده شده و یکی از مزایای مهم این روش عدم نیاز به بررسی مواردی هم‌چون ایستایی است. در صورتی‌که در علّیت انگل- گرنجر در ابتدا ایستایی متغیرها باید بررسی شده و در صورت عدم وجود ایستایی آن‌ها تنها با فرض وجود رابطه‌ی هم‌جمعی آزمون بررسی شود، بنابراین در این مطالعه بدون نیاز به انجام پیش آزمون‌هایی از این قبیل، رابطه‌ی علّیت بررسی می‌شود. پس از آن، با استفاده از تبدیل موجک نیز رابطه‌ی علّی بین دو متغیر بررسی خواهد شد. در این مطالعه سری زمانی ماهانه‌ی دو متغیر کلان نرخ حقیقی ارز دلار در مقابل ریال و قیمت جهانی نفت در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. داده‌ی نرخ غیر رسمی ارز و شاخص قیمت مصرف‌کننده در ایران از بانک مرکزی و داده‌های شاخص قیمت مصرف‌کننده و قیمت نفت از سایت رسمی بانک فدرال رزرو به دست آمده‌اند. به منظور یکنواختی بیش‌تر سری‌های زمانی از لگاریتم هر دو سری استفاده شده است. لگاریتم‌گیری سبب ساکن شدن در واریانس و نرمال شدن داده‌ها می‌شود. در شکل‌های (۲) و (۳) روند لگاریتم قیمت نفت اوپک و نرخ حقیقی ارز نشان داده شده و همان‌طور که قابل مشاهده است، در نگاه کلی لگاریتم قیمت نفت

روند افزایشی و نرخ حقیقی ارز روند کاهشی داشته است. نرخ ارز در سال‌های ۷۶ و ۸۴ تغییرات شدیدی نسبت به کل روند سری داشته است که یک دلیل اصلی وجود این نقطه را می‌توان به تغییر دولت در این سال‌ها نسبت داد. در سری قیمت نفت نیز، از اوایل سال ۱۹۹۹(۱۳۷۸)، در سیستم نرخ گذاری روی بشکه‌های نفت تغییر و تحولاتی ایجاد شد و اوپک در میزان تولید خود تغییراتی را ایجاد کرد، به طوری که در آوریل سال۱۳۷۸، ۱/۷۱۹ میلیون بشکه کاهش در میزان تولیداتش به وجود آورد وهم‌چنین، از اوایل سال ۱۹۹۱ تا اواسط ۱۹۹۹ تولید اوپک به ۳ میلیون بشکه در هر روز رسید که همین میزان تولید بهانه خوبی شد تا قیمت نفت به عددی بالغ بر ۲۵ دلار برای هر بشکه برسد و نسبت به ابتدای سال ۱۹۹۱ قیمت نفت از ۱۰ دلار به حدود ۲۵ دلار افزایش یابد. افزایش چشم‌گیر دیگر هم‌زمان با شروع بحران‌های مالی جهانی از اواخر سال ۲۰۰۷ (۱۳۸۶) اتفاق افتاده است که به دنبال این بحران‌ها، تقاضای نفت و به دنبال آن قیمت‌های این ماده کاهش یافت و اوپک سهمیه‌ی تولید روزانه‌ی خود را کاهش داد.



شکل ۲- روند لگاریتم نرخ حقیقی ارز



شکل ۳- روند لگاریتم قیمت نفت

بررسی علّیت با استفاده از شبکه‌ی عصبی روش دسته بندی گروهی داده‌ها[1]

نتایج نشان‌دهنده‌ی کاهش سه معیار خطا با لحاظ وقفه‌ها در دو مدل هستند و هم‌چنین میزان این کاهش معنی‌دار است. به‌عبارت دیگر وجود ارتباط یک‌طرفه از قیمت نفت به نرخ حقیقی ارز در اقتصاد با هر دو روش خطی و غیر خطی تأیید شده است و این مسأله حاکی از استحکام رابطه‌ی موجود می‌باشد. نتایج آماره‌ی آزمون در سطح ۹۵ درصد اطمینان در ادامه گزارش شده است[2].

جدول ۶- معیارهای پیش‌بینی برای نرخ ارز

مدل GMDH	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه‌های قیمت نفت	۰/۰۳۹۷۰۴	۰/۰۲۶۶۳۴	۰/۲۸۸۶۳۵
با وقفه‌های قیمت نفت	*۰/۰۲۷۸۳۰	*۰/۰۱۹۴۶۹	*۰/۲۱۰۶۹۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- معیارهای پیش‌بینی برای قیمت نفت

مدل GMDH	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	۰/۰۸۹۵۳۶	*۰/۰۶۳۵۰۷	*۰/۰۶۳۵۰۷
با وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	*۰/۰۸۴۹۵۹	۰/۰۶۷۲۲۹	۱/۵۳۷۳۴۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۸- آزمون‌های آماری معیارهای پیش‌بینی

آزمون گرنجر- نیوبلد	قیمت نفت به نرخ ارز	نرخ ارز به قیمت نفت
آماره‌ی آزمون	۴/۸۱۵۱۹۸	۰/۰۲۶۴۴۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در بیش‌تر مطالعات انجام گرفته در زمینه‌ی ارتباط قیمت نفت و نرخ ارز، قیمت نفت عامل تغییرات نرخ ارز بوده است[3] و در رابطه با بررسی ارتباط بین دو متغیر در اقتصاد

1- Group Method of Data Handling (GMDH)

۲- محاسبه‌ی آماره‌ی مذکور با استفاده از برنامه‌ی نوشته شده در Eviews، توسط جناب آقای مهدی نوری (۱۳۸۶) به‌دست آمده است.

۳- در این میان می‌توان به مطالعات، آمانو ون نردن (۱۹۸۸)، چادهوری و دانیل (۱۹۸۸)، کودرت و همکاران (۲۰۰۸) و لیزاردو ومولیک (۲۰۱۰) اشاره کرد.

ایران، می‌توان اظهار کرد که وجود یک رابطه‌ی علّی از قیمت نفت به نرخ ارز با توجه به این که قیمت نفت توسط اوپک تعیین می‌شود و این قیمت به لحاظ تأثیر نفت بر اقتصاد کشور، بر بخش‌های مختلف کلان اقتصاد اثر می‌گذارد نتیجه‌ای قابل انتظار است. از سوی دیگر همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، رابطه‌ی علّیت از نرخ ارز به قیمت نفت رد می‌شود. در حقیقت وجود چنین نتیجه‌ای با توجه به تأثیر ناچیز نرخ ارز ایران بر قیمت جهانی نفت قابل پیش‌بینی بوده است، که در این‌جا نتایج به دست آمده مطابقت چنین مسأله‌ای را با دنیای واقعی تأیید می‌کند.

بررسی علّیت با استفاده از تجزیه موجک

با استفاده از برنامه‌ای که در نرم‌افزار MATLAB به منظور تجزیه‌ی گسسته‌ی دو سری زمانی نوشته شده، تلاش شده است دو سری زمانی براساس فرکانس‌های متفات تجزیه شود تا اطلاعاتی فراتر از آن‌چه در سری اصلی موجود است نمایان گردد. معمولا تجزیه نباید تا جایی ادامه پیدا کند که ویژگی‌های اصلی سری زمانی از بین برود و اطلاعات مفیدی را از دست داد. به این منظور توصیه می‌شود که تا جایی تجزیه را ادامه بدهیم که دو خصوصیت میانگین و انحراف از معیار سری تقریب[1] (هموارسازی شده) با سری اصلی تغییر چندانی نداشته باشد. مشخصات آماری سری‌های هموار شده (که جزئیات از آن‌ها کم شده است) در مقایسه با سری اصلی در جدول (۹) ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میانگین داده‌ها نسبت به حالت قبل از تجزیه تفاوت چندانی ندارد و انحراف معیار نیز کاهش یافته است، که این امر دلالت بر این دارد که اطلاعاتی به غیر از نویز از داده‌ها خارج نشده است.

جدول ۹- مشخصات آماری دو سری زمانی قیمت نفت و نرخ ارز قبل و بعد از هموارسازی با موجک

سری زمانی	*میانگین	*انحراف معیار
قیمت نفت	۳/۵۰۴۴۳۵	۰/۷۰۱۵۳۳
نرخ ارز	۹/۷۹۵۱۵۶	۰/۳۲۰۰۴۵
قیمت نفت (هموارسازی شده)	۳/۵۰۴۴۳۳	۰/۷۰۰۸۸۹
نرخ ارز (هموارسازی شده)	۹/۷۹۴۸۵۵	۰/۳۱۸۰۵۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

1- Approximation

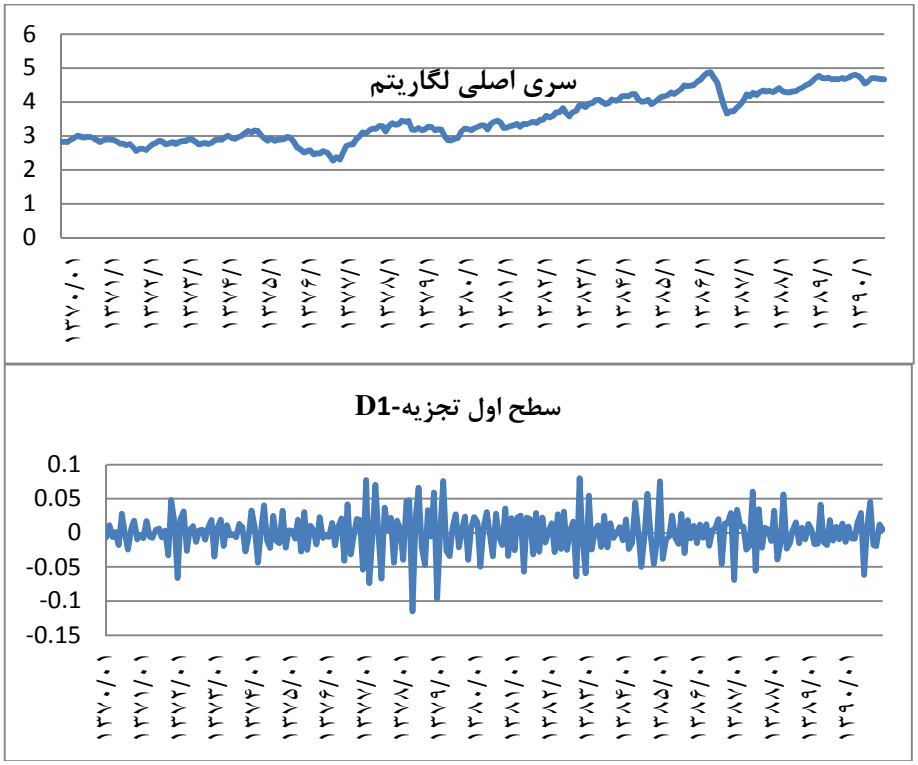
شکل‌های (۴) و (۵)، اجـزای تجزیـه شـده‌ی سـری قیمـت نفـت و نـرخ ارز و رونـد بلندمدت آن‌ها را که از تجزیه موجک به‌دست آمده را نشان می‌دهند. در سری‌های بـه-دست آمده از تجزیه‌ی موجک، سری جزئیات اول (D_1) تغییرات ۱ الی۲ مـاه (دو ماهـه) را نشان می‌دهد و حاوی برداشت‌های ۲ ماهه از سری زمانی است. این مقیاس از بقیـه‌ی سطوح نوسان‌های بیش‌تری داشته و تغییرات سریع‌تری را نشان می‌دهد. در مقیاس دوم (D_2)، تغییرات ۲ الی ۴ ماه نشان داده شده است که نسبت بـه مقیـاس قبلـی نوسـانات کم‌تری را در خود دارد و در مقیاس سوم برداشت‌های ۸ ماهه از سـری زمـانی را نشـان می‌دهد و فرکانس کم‌تری نسبت به دو سری قبلی دارد. در نهایت سری تقریب به‌دسـت آمده روند اصلی سری زمانی را نشان می‌دهد که تغییرات سریع در سری‌های قبلی را در خود ندارد و ویژگی‌های ۲ ماهه، ۴ ماهه و ۸ ماهه از آن کم شده است.

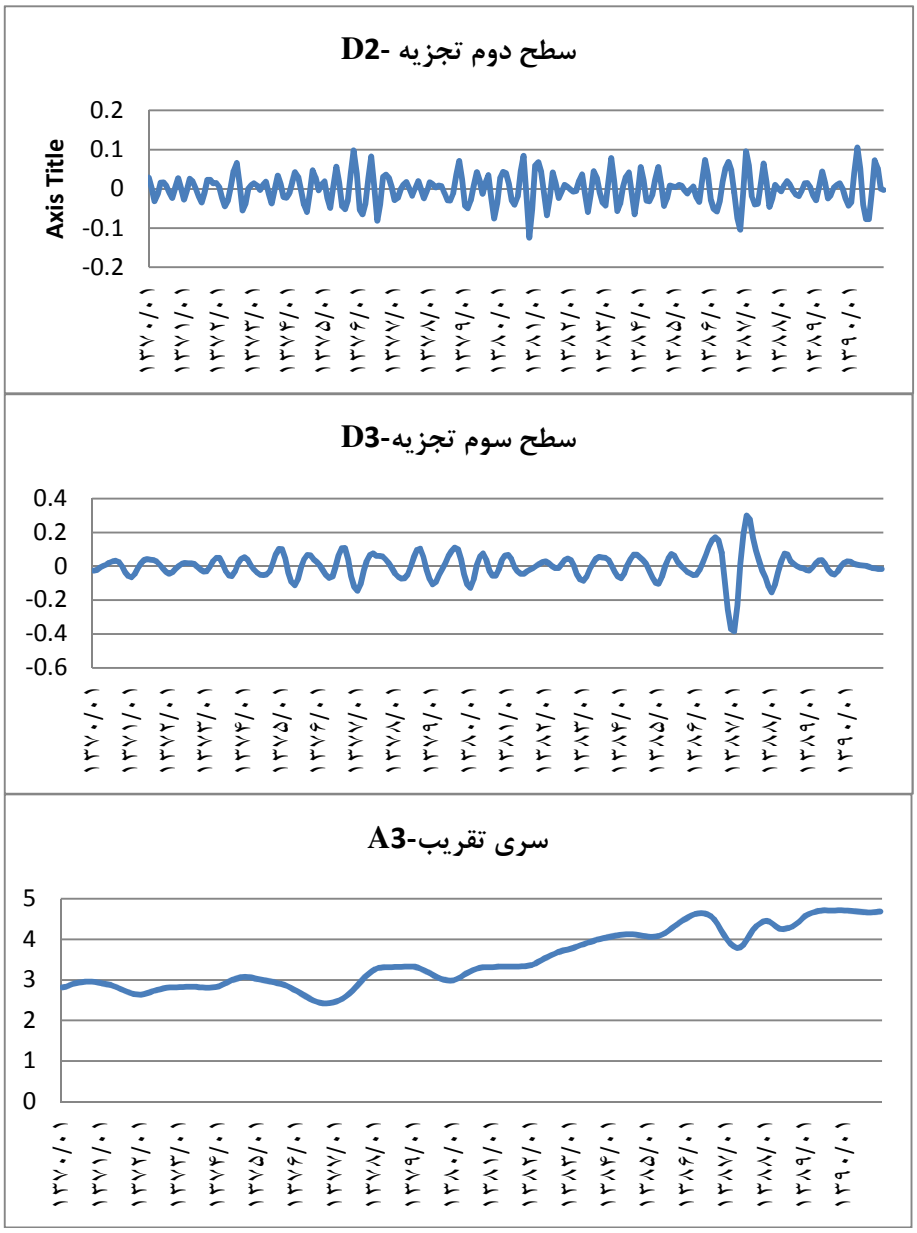
نتایج علّیت غیرخطی در سطوح تجزیه شده

با استفاده از برنامه‌ای که در نرم‌افزار MATLAB به منظـور تجزیـه‌ی گسسـته‌ی دو سری زمانی نوشته شده، تلاش می‌شود دو سری زمـانی براسـاس فرکـانس‌هـای متفـات تجزیه شود تا اطلاعاتی فراتر از آن‌چه در سری اصلی موجود است نمایـان شـود. تجزیـه نباید تا جایی ادامه پیدا کند که ویژگی‌های اصلی سری زمانی از بـین رفتـه و اطلاعـات مفیدی را از دست برود. به این منظور توصیه می‌شود تا جایی تجزیه ادامه داده شود کـه دو خصوصیت میانگین و انحراف از معیار سری تقریب (هموارسازی شده) با سری اصلی تغییر چندانی نداشته باشد (بهرادمهر، ۸۹). با توجه به اهمیت حفظ ویژگـی‌هـای اصـلی سری تقریب و سری اصلی، در این مطالعه تا ۳ سطح ایـن تجزیـه انجـام شـده اسـت. از سویی کرولی (۲۰۰۵)، در مطالعه‌ی خود چنین استنتاج می‌کند که تعداد سطوح تجزیه حداکثر برابر با، $N \gg 2^j$ باشد، که N تعداد مشاهدات و j تعداد سطوح را نشان می‌دهد، بنابراین در این مطالعه که داده‌ی ماهیانه‌ی سال‌های ۹۰-۷۰ بررسی شـده اسـت تعـداد ۲۵۲ مشاهده داریم که تعداد سطوح تجزیه شده حداکثر باید شش سطح باشـند کـه در نهایت با بررسی ویژگی انحراف معیار و میانگین سری‌ها قبل و بعد از تجزیه سری‌هـا بـه سه سطح تجزیه شده‌اند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین برداشت کرد که در مقیاس‌های زمـانی ۸ ماه و بالاتر، قیمت نفت می‌تواند علّت تغییرات نـرخ ارز باشـد. بـا توجـه بـه موقعیـت اقتصادی ایران در اوپک و وابستگی اقتصاد آن به نفت این نتیجه تا حـدود زیـادی قابـل

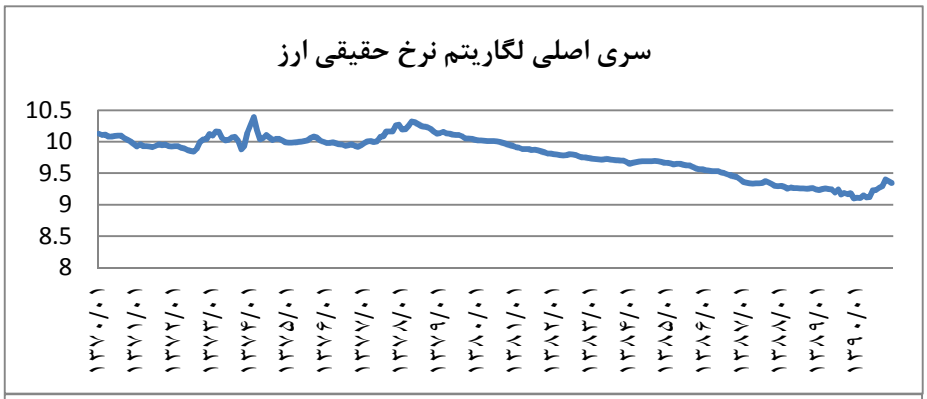
انتظار بوده است که در این مطالعه روش غیرخطی و خطی از همان ابتدا و روش خطی پس از نویززدایی سری هم چنان این نتیجه را تأیید کرده است. از سوی دیگر در دوره‌های دو ماهه و فرکانس‌های بالا علّیت به صورت دوطرفه رد شده است. در مقیاس D3 علّیت غیرخطی دو طرفه تأیید شده است، بنابراین دو متغیر در این مقیاس و بالاتر از آن بر یکدیگر اثر می‌گذارند. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که دلار در مقابل ریال در یک دوره‌ی مالی کامل (۸ ماه) می‌تواند بر قیمت نفت تأثیر بگذارد که با توجه به موقعیت اقتصادی موجود می‌توان این مسیر علّیت را به این شکل تفسیر کرد که ابتدا دلار در عرصه‌ی بین المللی تغییر کرده و بعد بر نرخ ارز ایران اثر می‌گذارد و در نهایت قیمت نفت را متأثر می‌کند. مقادیری که علامت‌گذاری شده است، نشان‌دهنده‌ی مقادیر کم‌تر تابع خطا هستند که نشان می‌دهند پیش‌بینی بهبود یافته است.

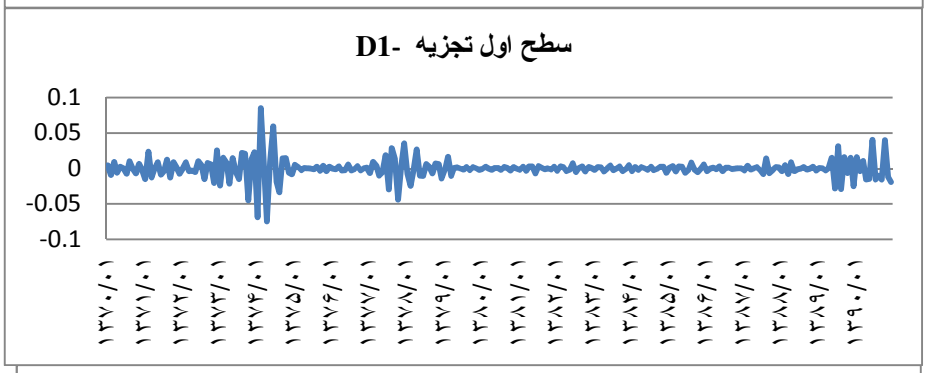


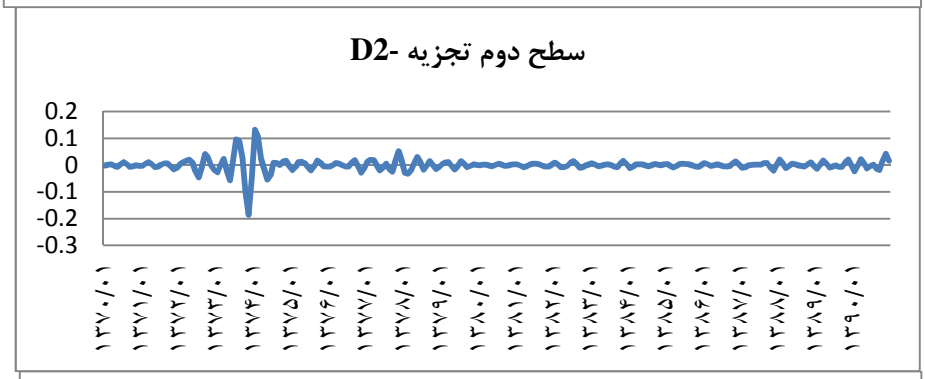


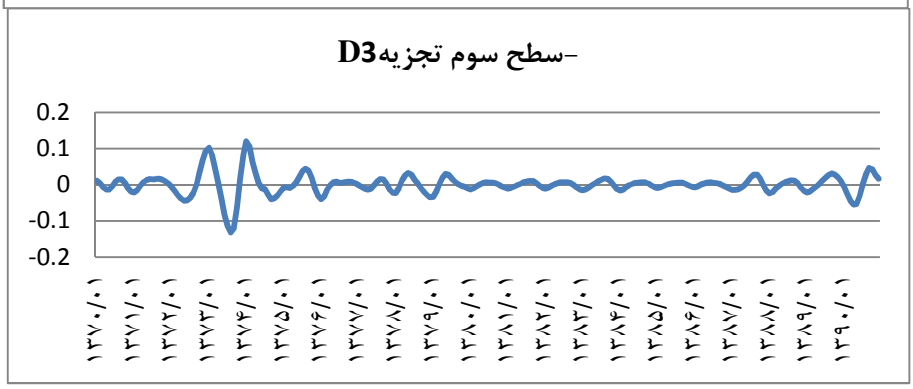
ماخذ: محاسبات محقق

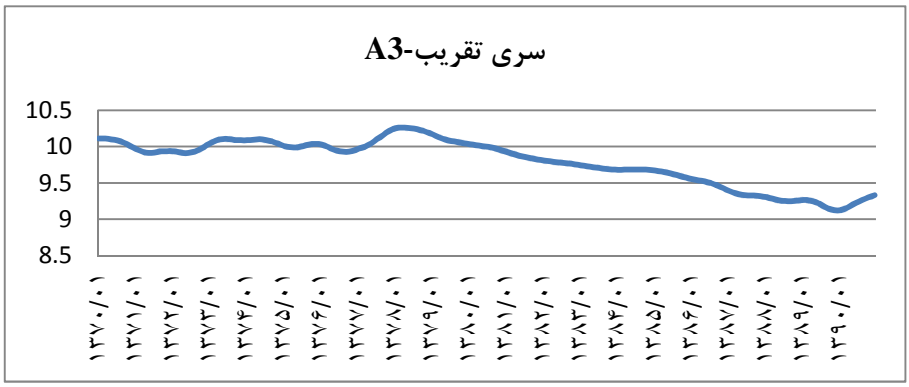
شکل ۴- سری‌های اصلی و تجزیه شده‌ی قیمت نفت


سری اصلی لگاریتم نرخ حقیقی ارز
10.5
10
9.5
9
8.5
8


سطح اول تجزیه -D1
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1


سطح دوم تجزیه -D2
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3


-سطح سوم تجزیهD3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2



ماخذ: محاسبات محقق

شکل ۵- سری‌های اصلی و تجزیه شده‌ی نرخ حقیقی ارز

جدول ۱۰- معیارهای پیش‌بینی، استفاده از نرم‌افزار MATLAB

مدل GMD در پیش‌بینی قیمت نفت	RMSE	MAE	MAPE	مدل GMD در پیش‌بینی نرخ ارز	RMSE	MAE	MAPE
D1				**D1**			
بدون وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	۰/۰۱۲۶۳۲	۰/۰۱۰۱۹۶	۷۳/۴۵۸۹۴	بدون وقفه‌های قیمت نفت	۰/۰۰۶۹۸۷	*۰/۰۰۴۳۰۸	*۰/۰۰۴۳۰۸
با وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	*۰/۰۱۲۶۰۵	*۰/۰۰۹۷۱۹	*۶۸/۵۳۳۰۲	با وقفه‌های قیمت نفت	*۰/۰۰۶۹۲۱	۰/۰۰۴۳۸۶	۰/۰۰۶۹۲۱
D2				D2			
بدون وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	۰/۰۱۸۳۶۶	۰/۰۱۳۹۳۸	*۰/۰۱۳۵۸۰	بدون وقفه‌های قیمت نفت	*۰/۰۰۴۷۴۷	*۰/۰۰۳۵۶۹	*۰/۰۰۳۵۶۹
با وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	*۰/۰۱۷۹۷۱	*۰/۰۱۳۵۸۰	۲۹۷/۶۵۸۷	با وقفه‌های قیمت نفت	۰/۰۰۵۲۰۶	۰/۰۰۳۹۳۲	۱۵۴/۳۹۶۷
D3				D3			
بدون وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	۰/۰۱۹۹۱۷۴	۰/۰۳۷۹۵۰	*۰/۰۲۳۴۰۸	بدون وقفه‌های قیمت نفت	۰/۰۰۲۹۴۳	۰/۰۰۲۱۶۳	۲۹/۷۱۷۱۱
با وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	*۰/۰۴۴۲۱۳	*۰/۰۲۳۴۰۸	۱۰۸/۶۷۵۹	با وقفه‌های قیمت نفت	*۰/۰۰۲۷۳۰	*۰/۰۰۱۹۸۳	*۲۶/۴۶۹۸۰
A3				A3			
بدون وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	*۰/۰۲۶۹۳۵	۰*/۰۲۲۸۰۶	*۰/۰۲۲۸۰۶	بدون وقفه‌های قیمت نفت	۰/۰۰۳۹۸۷	*۰/۰۰۲۸۳۹	*۰/۰۰۲۸۳۹
با وقفه‌های نرخ حقیقی ارز	۰/۰۵۳۴۳۰	۰/۰۵۰۵۶۸	۱/۱۳۴۳۰۶	با وقفه‌های قیمت نفت	۰/۰۰۳۹۰۰	۰/۰۰۲۸۴۴	*۰/۰۳۰۷۴۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۱- آماره‌ی پیش‌بینی، با استفاده از برنامه‌ی نوشته شده در Eviews

فرضیه مقابل	آماره گرنجر نیوبلد	P-value	نتیجه مقایسه $RMSE_2$ و $RMSE_1$
D1- Oil→ RER	۰/۱۹۸۵۳۱	۰/۸۴۳۳۱۳	$RMSE_۲ = RMSE_۱$
RER → Oil	۰/۰۳۲۲۱۸	۰/۹۷۴۴۰۷	$RMSE_۲ = RMSE_۱$
D2- Oil→RER	-۳/۲۰۵۷۵۲	۰/۰۰۲۱۷۶	$RMSE_۲ \rangle RMSE_۱$
RER → OIL	۱/۰۴۴۴۴۲	۰/۴۳۳۴۰۹	$RMSE_۲ = RMSE_۱$
D3- Oil→RER	۲/۷۲۷۰۵۶	۰/۰۰۸۴۰۲	$RMSE_۲ \langle RMSE_۱$
RER →OIL	۶/۷۳۵۵۱۹	۰۹E-۷/۵۷	$RMSE_۲ \langle RMSE_۱$
A3-Oil →RER	۰/۲۸۳۱۵۲	۰/۷۸۰۴۷۹	$RMSE_۲ = RMSE_۱$
RER →Oil	-۱/۳۶۸۹۱۹	۰/۱۷۶۲۱۴	$RMSE_۲ = RMSE_۱$

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مطالعه با استفاده از روش‌های شبکه‌ی عصبی و تبدیل موجک به بررسی رابطه‌ی علّی بین قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز در اقتصاد ایران پرداخته شده است. امروزه بیش‌تر کارشناسان اقتصادی بر این باورند که روابط بین متغیرها از پیچیدگی انکارناپذیری برخوردار می‌باشند. از این‌رو اهمیت تحقیق حاضر به‌طور عمده براین نکته استوار می‌باشد که پذیرش تنها یک رابطه‌ی ساده و خطی بین متغیرهای اقتصادی ما را از نقش قابل ملاحظه‌ی آن‌ها در تبیین رفتار اقتصادی غافل خواهد کرد. بررسی علّیت بین قیمت نفت و نرخ حقیقی ارز با استفاده از شبکه‌ی عصبی نشان داده است که علّیت یک‌طرفه از قیمت نفت به نرخ حقیقی ارز به صورت غیرخطی تأیید می‌شود که چنین نتیجه‌ای در بیش‌تر مطالعات انجام گرفته قابل پذیرش بوده است. در ادامه‌ی این مطالعه پس از استفاده از روش تبدیل موجک این رابطه به‌گونه‌ای دیگر مورد تأیید قرار گرفته است. در مقیاس‌های زمانی ۸ ماه و بالاتر، قیمت نفت می‌تواند علّت تغییرات نرخ حقیقی ارز در ایران باشد، اما در مقابل در مقیاس‌های زمانی محدودتر چنین رابطه‌ای قابل دستیابی نمی‌باشد. در کل با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین برداشت کرد که در مقیاس‌های زمانی ۸ ماه و بالاتر، قیمت نفت می‌تواند علّت تغییرات نرخ ارز باشد. با توجه به موقعیت اقتصادی ایران در اوپک و وابستگی اقتصاد آن به نفت این نتیجه تا حدود زیادی قابل پیش‌بینی بوده است که در این مطالعه روش غیرخطی و خطی از همان ابتدا مؤید این نتیجه بوده و روش خطی پس از نویززدایی سری هم‌چنان

این نتیجه را تأیید کرده است. از سوی دیگر در کوتاه‌مدت و فرکانس‌های بالا علّیت به صورت دوطرفه رد شده است. در مقیاس D3 علّیت غیرخطی دوطرفه تأیید شده است، بنابراین دو متغیر در این مقیاس و بالاتر ای آن بر یکدیگر اثر می‌گذارند و از یکدیگر اثر می‌پذیرند، که می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که دلار در مقابل ریال در یک دوره‌ی مالی کامل (۸ ماه) می‌تواند بر قیمت نفت تأثیر بگذارد که با توجه به دنیای اقتصادی موجود از نقطه‌نظر اقتصادی می‌توان این مسیر علّیت را به این شکل تفسیر کرد که ابتدا دلار در عرصه‌ی بین‌المللی تغییر کرده و بعد بر نرخ ارز ایران اثر می‌گذارد و در نهایت قیمت نفت را متأثر می‌کند.

علت اصلی این موضوع را می‌توان دخالت‌های دولت در سیاست‌های ارزی و نفتی به حساب آورد که تا مدت محدودی خواهد توانست ارتباط واقعی بین این دو متغیر را تغییر دهد، اما قدرت سیاست‌گذاری دولت نیز آنقدر نیست که بتواند چنین روابطی را برای مدت طولانی برقرار سازد. با توجه به یافته‌های تحقیق، موارد زیر را می‌توان به عنوان پیشنهادهای سیاستی در نظر گرفت.

۱- ابزار موجک خصوصیات قابل توجهی در زمینه‌ی کشف و بررسی روابط را داراست و همان‌طور که رمزی اشاره می‌کند، این ابزار در بخش پیش‌بینی و کشف روابط تأثیرگذار است، بنابراین بازبینی مجدد بسیاری از مطالعات انجام گرفته و مقایسه‌ی نتایج قبلی با نتایج به‌دست آمده از کاربرد این ابزار ممکن است متفاوت باشد و یا این که نکات جدیدی را ارائه دهد که پیش از این مورد توجه نبوده است.

۲- با توجه به عضویت ایران در سازمان اوپک و گیرنده بودن قیمت نفت در اقتصاد ایران و هم‌چنین اثرات گسترده‌ی تغییرات قیمت نفت بر اقتصاد ایران، از جمله متغیر نرخ ارز، که نتایج این مطالعه هم این نتیجه را تأیید کرده است، سیاست‌گذاران باید سیاست‌های سازگار نفتی و ارزی را هم‌زمان در دستور کار خود قرار دهند.

فهرست منابع

ابریشمی، حمید، مهرآرا، محسن، نوری، مهدی و محسن محقق (۱۳۸۹). " رابطه‌ی میان تورم و رشد بهره‌وری در اقتصاد ایران با رویکرد علّیت موجکی "، فصل‌نامه‌ی مدل‌سازی تجربی و نظری اقتصادی، سال اول، شماره‌ی ۱.

ابریشمی، حمید، معینی، علی، مهرآرا، محسن، احراری، مهدی و فاطمه سلیمانی‌کیا (۱۳۸۷). "*مدل سازی و پیش‌بینی قیمت بنزین با استفاده از شبکه‌ی عصبی GMDH*"، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دوازدهم، شماره‌ی ۳۶، پاییز ۸۷، صص۵۸-۳۷.

بزازان، فاطمه، علی‌نژاد مهربانی، فرهاد و صیدی‌زاد مهناز (۱۳۸۸)، *بررسی رابطه‌ی بلند مدت قیمت نفت خام و نرخ ارز واقعی دلار آمریکا؛ به دو روش جوهانسن – جوسیلیوس و ARDL*، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصادی انرژی، سال ششم، شماره‌ی ۲۲، پاییز ۸۸، صص ۱۱۷-۹۳.

بهرادمهر، نفیسه (۱۳۸۹)، *پیش‌بینی قیمت نفت خام با استفاده از هموارسازی موجک و شبکه‌ی عصبی مصنوعی*، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، شماره‌ی ۱۸، صص ۹۸- ۸۱.

ترکی، لیلا و مریم فراهانی (۱۳۹۰). "ارزیابی اثر تغییرات قیمت نفت بر بی ثباتی نرخ ارز در کشورهای عضو اوپک (۲۰۰۹-۱۹۸۲) " فصل‌نامه‌ی اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال اول، شماره‌ی ۲، بهار۱۳۹۱، صص ۷۱- ۵۹.

رضایی، حسین و محمد علی مولایی (۱۳۸۴). "*ارزیابی نوسانات قیمت نفت بر نرخ ارز*"، نشریه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی"، بهار ۱۳۸۴، شماره‌ی ۳۳، صص ۷۲- ۵۹.

شکیبایی، علیرضا، افلاطونی، عباس و لیلی نیکبخت (۱۳۸۷). " بررسی رابطه‌ی بلند مدت بین نرخ ارز و قیمت‌های نفت در کشورهای عضو اوپک "، مجله‌ی علمی دانش و توسعه (علمی – پژوهشی)، سال پانزدهم، شماره‌ی ۲۵، صص ۸۵-۶۷.

کشاورزیان، مریم، زمانی، مهرزاد و هدی پناهی نژاد (۱۳۸۹)، *اثر سرریز نرخ دلار آمریکا برروی قیمت نفت خام*، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال هفتم، شماره‌ی ۲۷، زمستان ۸۹، صص ۱۵۴-۱۳۱.

معینی، علی، مهرآرا، محسن و مهدی احراری (۱۳۸۷)، *محاسبه‌ی هوشمند حداکثر درآمد در بازار پیش خرید و پیش‌فروش نفت*، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصادی انرژی، سال پنجم، شماره‌ی ۱۹، زمستان ۱۳۸۷، صص۲۲-۱.

مهرآرا، محسن، بهرادمهر، نفیسه، احراری، مهدی و محسن محقق (۱۳۸۸). *" پیش‌بینی بی‌ثباتی قیمت نفت با استفاده از شبکه‌ی عصبی GMDH". فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هفتم، تابستان ۸۹، صص ۱۱۲-۸۹.

نوری، مهدی. (۱۳۸۸). *"بررسی تجربی رابطه‌ی میان تورم و رشد بهره‌وری در اقتصاد ایران "*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی دانشگاه تهران.

هوشمند، محمد و رضا فهیمی دوآب (۱۳۸۹). *"تخمین رابطه‌ی بلندمدت قیمت حقیقی نفت خام و ارزش واقعی دلار آمریکا "*، مجله‌ی دانش و توسعه، سال هفدهم، شماره‌ی ۳۰، بهار ۱۳۸۹.

Abrishami, Hamid, M. Mohaghegh and M. Nouri (2013) "*Inflation-Growth Nexus in Iran: Introduction and Applying the GMDH Causality Test*" Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, Vol. 47, PP. 203-218 .

Akram, Q. F. (2008), *Commodity Prices, Interest Rates and the Dollar*, Working papers, Norges Bank .

Amano, R. A. and S. Van Norden (1998a), *Oil Prices and the Rise and Fall of the U. S. Real Exchange Rate*, Journal of International Money and Finance, Vol. 17, pp. 299-316 .

Amano, R. A. and S. Van Norden (1998b), *Exchange Rates and Oil Prices*, Journal of International Money and Finance, Vol. 6, pp. 683-694 .

Benassy-Quere, A., V. Mignin, and A. Penot (2007)" .*China and the Relationship between the Oil Price and the Dollar* ".Energy Policy., Vol. 35, pp. 5795-5805 .

Bruce, A. and H. -Y. Gao (1996), *Applied Wavelet Analysis with S-PLUS*. New York, NY, USA: Springer-Verlag .

Camarero, M. and C, Tamarit (2002a), *A Panel Cointegration Approach to the Estimation of the Peseta Real Exchange Rate*, Journal of Macroeconomics., Vol. 24, pp, 371–393 .

Cashin, P., L. F. Céspedes and R. Sahay (2004), *Commodity Currencies and the Real Exchange Rate*, Journal of Development Economics, Vol. 75, pp. 239 –268 .

Chaudhauri, K. and C. Daniel (1998), *Long-run Equilibrium Real Exchange Rate and Oil Prices*, Economic Letters, No. 58, pp. 231-238 .

Chen, S. S. and Chen, H. C (2007), *Oil Prices and Real Exchange Rates*, Energy Economics. Vol. 24, pp. 390-404 .

Chen, Y. -C., K. S. Rogoff and B. Rossi (2008), *Can Exchange Rates Forecast Commodity Prices*? The Quarterly Journal of Economics, Vol. 125, PP. 1145-1194 .

Clarida, Richard H. and Jordi Gali (1994), "*Sources of Real Exchange Rate Fluctuations: How Important are Nominal Shocks*?" Working Paper No.4658. NBER, Cambridge, MA .

Coudert, V and C. Couharde (2008), *Real Equilibrium Exchange Rate in China. Is the Renminbi Undervalued*, Journal of Asian Economies, Vol. 18, pp. 568 - 594 .

Crowly, M. Patric (2005), *an* Intuitive Guide to Wavelets for Economists .

Farlow, s. j (1981), *the GMDH Algorithm for Ivakhnenko*, the American Statistician, Vol. 35, Nom. 4, pp. 210- 215 .

Francois Benhmad(2011), *Modeling Nonlinear Granger Causality between the Oil Price and U. S. Dollar: A Wavelet Based Approach*, Economic Modelling, Vol. 29 PP. 1505–1514

Ivakhenko, A. G (1966), *Group Method of Data Handling a Rival of the Method of Stochastic Approximations*, Automatic Control, Vol. 13. PP. 43-71 .

Lizardo, R and A. Mollick (2010), *Oil Price Fluctuations and U. S Dollar Exchange Rates*, Energy Economics, Vol. 32, PP. 399- 408 .

McDonald, Ronald and Mark P. Taylor (1994), "*The Monetary Model of the Exchange Rate: Long-run Relationships, Short-run Dynamics and How to Beat a Random Walk*", Journal of International Money and Finance, No. 13, PP. 276-290 .

Macdonald, R. (1998), *What Determines Real Exchange Rates*? *The Long and Short of It,* Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, No 8, PP, 117–153 .

Ramsey, J. B., G. Zaslavsky and D. Usikov (1995), *an Analysis of US Stock Price Behavior Using Wavelet,* Fractals 3(2), PP. 377-389 .

Ramsey, J. B., Lampart, C. (1998*)" .The Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets: Expenditure and Income* ." Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics. No. 3(1), PP. 23- 42 .

Yousefi, A. and T. S. Wirjanto (2003)" . *Exchange Rate of the U. S. Dollar and the J Curve: The Case of Oil Exporting Countries* ."Energy Economics. No. 25, PP. 741-765 .

Zhang, Y. J. and Y. M., Wei (2010) " . *The Crude Oil Market and the Gold Market: Evidence for Cointegration, Causality and Price Discovery* ." . Resources Policy. Vol, 35, PP. 168–177 .