

The relationship between economic growth, energy consumption and shadow economy in Iran

Amin Haghnejad*

Mahboobeh Farahati**

Abstract

Understanding the nature of the causal relationship between energy consumption and economic growth is one of the most important and controversial issues in the field of energy economics, which has attracted the attention of researchers and policy makers in the field in the last four decades. Considering the shadow sector of the economy, this study examines Granger-causality between energy consumption, (formal) economic growth, and shadow economy growth for Iran. To this end, the autoregressive distributed lag (ARDL) approach is used to analyze time series data covering the period 1355-1395. The results of cointegration tests and estimation of error correction models indicate that there is a positive bidirectional causal relationship between energy consumption and economic growth in both short-run and long-run, confirming the feedback hypothesis. In addition, there is a positive unidirectional Granger-causality running from shadow economy growth to energy consumption and a negative unidirectional Granger-causality running from shadow economy growth to (formal) economic growth in both short-run and long-run. The findings of this study would have important policy implications for the management of energy consumption and the improvement of economic growth.

* PhD in Economics (Corresponding Author), am.haghnejad@gmail.com

** Assistant Professor of Economics, Semnan University, Semnan, Iran, m.farahati@semnan.ac.ir

Date received: 21/05/2020, Date of acceptance: 14/09/2020

Copyright © 2010, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Keywords: Economic growth, Energy consumption, Shadow economy, ARDL approach, Granger Causality

JEL Classification: O47, Q41, O17, C22

ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و اقتصاد سایه در ایران

امین حق نژاد*

محبوبه فراهتی**

چکیده

شناخت ماهیت ارتباط علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی یکی از مهم‌ترین و بحث برانگیزترین موضوعات در حوزه اقتصاد انرژی است که در چهار دهه اخیر توجه ویژه محققان و سیاست‌گذاران این حوزه را به خود جلب کرده است. این مطالعه با در نظر گرفتن بخش سایه اقتصاد، علیت گرنجری میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه را برای ایران بررسی می‌کند. بدین منظور، رویکرد خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL) برای تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی مربوط به دوره ۱۳۵۵-۱۳۹۴ به کار گرفته شده است. نتایج حاصل از آزمون‌های هم‌انباشتگی و برآورد مدل‌های تصحیح خطا نشان می‌دهند که در هر دو افق زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، یک ارتباط علی دوطرفه مثبت میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی (رسمی) وجود دارد که فرضیه بازخورد را تأیید می‌کند. علاوه بر این، در هر دو افق زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، علیت گرنجری یک‌طرفه مثبت از رشد اقتصاد سایه به مصرف انرژی و علیت گرنجری یک‌طرفه منفی از رشد اقتصاد سایه به رشد اقتصادی (رسمی) برقرار است. یافته‌های این پژوهش دلالت‌های سیاستی مهمی برای مدیریت مصرف انرژی و بهبود رشد اقتصادی دارند.

کلیدواژه‌ها: رشد اقتصادی، مصرف انرژی، اقتصاد سایه، رویکرد ARDL، علیت گرنجری

طبقه‌بندی JEL: O47, Q41, O17, C22

* دکترای اقتصاد (نویسنده مسئول)، am.haghejad@gmail.com

** استادیار اقتصاد، دانشگاه سمنان، m.farahati@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۴

۱. مقدمه

از زمان بروز تکانه‌های قیمتی نفت که از طرفی منجر به رکود اقتصادی کشورهای واردکننده نفت و از طرف دیگر موجب شکل‌گیری درآمدهای مازاد در اقتصادهای صادرکننده نفت و نیز تغییر الگوی مصرف انرژی در آنها گردید، نقش و جایگاه انرژی در اقتصاد اهمیت بیشتری یافته است (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج پژوهش‌های متعدد در سراسر جهان نشان می‌دهند که سرعت روند رشد مصرف انرژی در کشورهای مختلف تا حد زیادی به سطح رشد اقتصادی بستگی دارد (Mehrra, 2007). زمانی که سطح فعالیت‌های اقتصادی به‌طور محسوسی افزایش می‌یابد، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌شود. در این شرایط، تقاضا برای نیروی انسانی متخصص، نیاز به سرمایه و تجهیزات سرمایه‌ای و مصرف مواد خام و انرژی افزایش می‌یابد (آماده و همکاران، ۱۳۸۸). از طرف دیگر، در جهان امروز، انرژی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تولید شناخته می‌شود که می‌تواند نقش کلیدی در رشد اقتصادی کشورها ایفا نماید. بر این اساس، مصرف انرژی نه تنها تحت تأثیر حجم فعالیت‌ها و رشد اقتصادی است، بلکه می‌تواند موجبات رشد و شکوفایی اقتصادی را فراهم آورد. به عبارت دیگر، دیدگاه و پشتوانه نظری برای وجود رابطه علی از مصرف انرژی به رشد اقتصادی و نیز از رشد اقتصادی به مصرف انرژی وجود دارد.

از اواخر دهه ۱۹۷۰ تاکنون، مطالعات تجربی متعددی رابطه علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی را برای کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه بررسی کرده‌اند. به‌طور کلی، شواهد تجربی حاصل از چنین تحقیقاتی نشان می‌دهند که ماهیت ارتباط علی میان این متغیرها می‌تواند از کشوری به کشور دیگر و حتی با گذشت زمان تغییر نماید. علاوه بر این، ناهمگنی نتایج این مطالعات می‌تواند ناشی از تفاوت در متغیرها، مدل‌های تجربی و روش‌های اقتصادسنجی انتخابی باشد. بر این اساس، پژوهشگران سعی می‌کنند با استفاده از داده‌های به‌روز شده و/یا به‌کارگیری مدل‌ها و تکنیک‌ها و ابزارهای جدید اقتصادسنجی نتایج قابل اعتمادتری در خصوص ماهیت ارتباط علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی به‌دست آورند. در این راستا، تعداد محدودی از مطالعات اخیر مشتمل بر کارانفیل (Karanfil, 2008)، باسبایو همکاران (Basbay et al., 2016) و بنکرایم و همکاران (Benkraiem et al., 2019) بخش اقتصاد سایه^۵ را وارد تجزیه و تحلیل ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی نموده‌اند. طبق یک تعریف رایج، اقتصاد سایه متشکل از تمامی فعالیت‌های اقتصادی است که به‌دلیل عدم ثبت، در محاسبه رسمی تولید ناخالص ملی

لحاظ نشده‌اند (Schneider & Williams, 2013). همچنین، اسمیت (Smith, 1997) اقتصاد سایه را به عنوان تولید مبتنی بر بازار کالاها و خدمات قانونی یا غیر قانونی تعریف می‌کند که در زمان برآورد رسمی GDP شناسایی نشده‌اند (پنهان مانده‌اند). بر این اساس، اقتصاد سایه محدود به فعالیت‌های اقتصادی غیر قانونی یا نامشروع از قبیل دزدی و سرقت، خرید و فروش مواد مخدر و قاچاق انسان نمی‌شود؛ بلکه تولید مبتنی بر بازار کالاها و خدمات قانونی که به دلایلی از قبیل خودداری از پرداخت مالیات‌ها، اجتناب از پرداختی‌ها بابت بیمه تأمین اجتماعی، سرپیچی از رعایت برخی از استانداردهای قانونی بازار کار مانند حداقل دستمزد، حداکثر ساعات کار، استانداردهای ایمنی و سرپیچی از رعایت برخی تعهدات اداری از دید ناظران قانونی و مقامات عمومی پنهان شده‌اند را نیز شامل می‌شود (Schneider & Williams, 2013). اشنایدر و انسته (Schneider & Enste, 2013) نیز بر اساس معیار حسابداری درآمد ملی، اقتصاد یک کشور را به دو بخش تفکیک می‌نمایند: بخش رسمی (اقتصاد اولیه) و بخش زیرزمینی (Underground) / غیررسمی (اقتصاد ثانویه). آن بخش از اقتصاد که به تولید ملی مربوط می‌شود، بخش رسمی نامیده می‌شود که متشکل از بخش عمومی (فعالیت‌های اقتصادی دولت) و بخش خصوصی (تولید و فروش مبتنی بر بازار کالاها و خدمات توسط خانوارها و بنگاه‌های خصوصی که تابع قوانین و مقررات و تحت نظارت عمومی بوده و نیز مشمول مالیات می‌شوند) است. در مقابل، اقتصاد زیرزمینی تمامی فعالیت‌های اقتصادی خصوصی را شامل می‌ود که با اینکه ارزش افزوده اقتصادی ایجاد می‌کنند اما نقشی در محاسبه تولید ملی ندارند. با توجه به پامرنه و گرچگاسنر (Pommerehne & Kirchgässner, 1994)، اقتصاد زیرزمینی کلیه کالاها و خدماتی را شامل می‌شود که به‌طور معمول باید در محاسبه تولید ملی لحاظ شوند اما به دلایل خاصی چنین اتفاقی رخ نمی‌دهد. سه دلیل برای عدم ثبت این فعالیت‌ها ذکر شده است: (۱) فعالیت‌های خوداشتغالی برای تأمین نیازهای شخصی که مبادلات بازاری در مورد آنها صورت نمی‌گیرد (اقتصاد خانوار). این مورد فعالیت‌های نوع دوستانه سازمان‌های غیر دولتی را نیز شامل می‌شود. (۲) برخی مبادلات به دلیل مسائل عملی و ضعف روش‌ها نمی‌توانند در حساب‌های ملی ثبت شوند. (۳) اقتصاد سایه که علاوه بر فعالیت‌های اقتصادی مجرمانه و نامشروع، تولید کالاها و خدمات قانونی را شامل می‌شود که با قصد عدم پرداخت مالیات، اجتناب از مشارکت‌های تأمین اجتماعی و سرپیچی از قوانین و مقررات عمومی مانند قانون حداقل دستمزد و حداکثر ساعات کاری به صورت پنهانی صورت می‌گیرد.

با توجه به اشنایدر (Schneider, 2008) و اشنایدر و انسته (Schneider & Enste, 2013)، حداقل دو سوم درآمد حاصل از فعالیت‌های بخش سایه یا غیر رسمی اقتصاد بلافاصله در اقتصاد رسمی هزینه می‌شود. بر این اساس، مصرف‌کنندگان شاغل در بخش سایه اقتصاد سهمی از درآمد غیر رسمی خود را صرف تقاضا برای انرژی می‌نمایند (Benkraiem et al., 2019). از طرف دیگر، کارانفیل (Karanfil, 2008) عقیده دارد در کشورهایی که اقتصاد سایه سهم قابل توجهی از کل فعالیت‌های اقتصادی را به خود اختصاص می‌دهد، به نظر می‌رسد بخش زیادی از مصرف انرژی نقشی در ایجاد ارزش افزوده بخش رسمی اقتصاد نداشته باشد. البته در بخش سایه اقتصاد اغلب از تکنولوژی‌های کاربر (و نه سرمایه‌بر) در فرآیند تولید کالاها استفاده می‌شود (Matthews, 1983). چنین پدیده‌ای را می‌توان این‌گونه توضیح داد که بنگاه‌های فعال در بخش سایه اقتصاد به‌منظور پنهان کردن فعالیت‌هایشان از دید دولت و ناظران عمومی در مقیاس‌های کوچک‌تری تولید می‌کنند. این محدودیت سبب می‌شود نسبت نیروی کار به سرمایه (شدت نیروی کار) در این بخش نسبتاً بالا باشد، چراکه بنگاه‌های مقیاس‌بزرگتر تمایل بیشتری به استفاده از تکنولوژی‌های تولیدی سرمایه‌بر دارند و بالعکس. همچنین، عدم نظارت کامل دولت بر فعالیت‌های بخش غیر رسمی سبب می‌شود هزینه عملیاتی نیروی کار در مقایسه با بخش رسمی پایین‌تر باشد. لذا، نیروی کار در بخش سایه نسبت به بخش رسمی ارزان‌تر است، زیرا کارفرمایان بخش سایه مجبور به پرداخت حداقل دستمزد، حق سنوات یا حق بیمه به‌میزان تعیین شده برای کارفرمایان بخش رسمی نیستند (Basbay et al., 2016). بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف انرژی در بخش غیر رسمی در مقایسه با بخش رسمی اقتصاد به‌دلیل پائین بودن نسبت سرمایه به نیروی کار کمتر است. دلیل این است که انرژی و سرمایه دو عامل تولید مکمل محسوب می‌شوند. بنابراین، پائین‌تر بودن نسبت سرمایه فیزیکی به نیروی کار به‌معنای کاربرد کمتر ماشین‌آلات و تجهیزات و در نتیجه مصرف کمتر انرژی در فرآیند تولید (به‌ازای هر واحد محصول) است. با این وجود، در کشورهای درحال توسعه از قبیل ایران، به دلیل عدم شفافیت و عملکرد ضعیف نهادهای نظارتی انتظار می‌رود نسبت سرمایه به نیروی کار و بنابراین مصرف انرژی در بخش غیر رسمی اقتصاد در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته بالاتر باشد.

با توجه به استدلال‌های فوق، مصرف انرژی و رشد اقتصاد سایه می‌تواند اثرات متقابلی بر یکدیگر داشته باشند. علاوه بر این، مطابق با ادبیات نظری و تجربی موجود، بخش‌های

رسمی و غیر رسمی اقتصاد نیز می‌توانند از طریق کانال‌های ارتباطی مختلف، اثرات متقابلی بر یکدیگر داشته باشند (به‌عنوان مثال، رجوع شود به گیلز (Giles, 1997)؛ گیلز و همکاران (Giles et al., 2002)؛ ایلات و زینس (Eilat & Zinnes, 2002)؛ اشنایدر (Schneider, 2008)؛ دوارته (Duarte, 2017)؛ ساونوریس (Saunoris, 2018)؛ گول و همکاران (Goel et al., 2019a)؛ باکلوتی و بوجلبن (Baklouti & Boujelbene, 2019)).

بنابراین، همان‌طور که باسبای و همکاران (Basbay et al., 2016) اشاره دارند، تجزیه و تحلیل ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی بدون توجه به فعالیت‌های بخش سایه یا غیر رسمی اقتصاد می‌تواند نتایج گمراه‌کننده‌ای را به دست دهد. بر این اساس، مطالعه حاضر به بررسی ارتباط علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران در چارچوب یک مدل سه متغیره با در نظر گرفتن رشد اقتصاد سایه می‌پردازد. در این صورت، نه تنها انتظار می‌رود نتایج قابل اعتمادتری در خصوص ماهیت ارتباط علی مصرف انرژی و رشد اقتصادی به دست آید، بلکه چنین چارچوبی اجازه می‌دهد روابط متقابل رشد اقتصاد سایه و مصرف انرژی و نیز رشد اقتصاد سایه و رشد اقتصادی (رسمی) نیز تجزیه و تحلیل شود. اگرچه تاکنون مطالعات متعددی در مورد ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای ایران انجام شده است، اما هیچ‌یک از آنها فعالیت‌های بخش سایه یا غیر رسمی اقتصاد را وارد تجزیه و تحلیل نکرده‌اند. از این حیث، مطالعه حاضر می‌تواند حائز اهمیت باشد. ایران به‌عنوان یک کشور رو به رشد و برخوردار از منابع وافر انرژی و وجود مخازن بزرگ نفتی و معادن بزرگ زیرزمینی مستلزم برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری دقیق در حوزه اقتصاد انرژی با هدف بهبود رشد اقتصادی توأم با بهینه‌سازی مصرف انرژی است. بنابراین، شناخت ماهیت ارتباط تجربی میان این متغیرها می‌تواند راهنمای مفیدی برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران جهت نیل به این اهداف تلقی شود. از این گذشته، حجم اقتصاد سایه در ایران همانند دیگر کشورهای در حال توسعه به اندازه‌ای بزرگ است که نادیده گرفتن آن در بررسی ارتباط علی میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی می‌تواند منجر به نتایج گمراه‌کننده‌ای شود. در این خصوص، برآوردهای تجربی نشان می‌دهند که در سال‌های اخیر اندازه اقتصاد سایه در ایران از ۲۰ درصد تولید ناخالص داخلی تجاوز کرده است (رجوع شود به مداح و فراهتی، ۱۳۹۸؛ قاسم‌نژاد و دیگران، ۱۳۹۹).

به‌طور کلی، مقاله حاضر شامل شش بخش است. پس از مقدمه، در بخش دوم، ادبیات موضوع مربوط به ارتباط میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه

مرور می‌شود. بخش سوم به روش‌شناسی پژوهش اختصاص یافته است. بخش چهارم به معرفی متغیرها و توصیف داده‌ها می‌پردازد. نتایج و یافته‌های تجربی در بخش پنجم ارائه شده‌اند. نهایتاً، در بخش ششم به نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی پرداخته می‌شود.

۲. ادبیات پژوهش

با توجه به ادبیات موجود، چهار فرضیه مختلف ارتباط متقابل مصرف انرژی و رشد اقتصادی را تبیین می‌نمایند: (۱) فرضیه رشد^{۲۰} که بیان‌گر رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی است. طبق این فرضیه، انرژی به‌عنوان مکمل نیروی کار و سرمایه در فرآیند تولید، نقش مهمی را به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم در رشد اقتصادی ایفا می‌کند. چنانچه این فرضیه تأیید شود، اقتصاد وابسته به انرژی تلقی می‌شود. در چنین شرایطی، سیاست‌های حفظ انرژی که موجب کاهش مصرف انرژی می‌شوند، می‌توانند اثرات نامطلوبی بر رشد اقتصادی داشته باشند (Apergis & Payne, 2009). (۲) فرضیه محافظه‌کار (Conservative hypothesis) که دلالت بر ارتباط علی یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی دارد. این فرضیه زمانی پذیرفته می‌شود که رشد فعالیت‌های اقتصادی (افزایش تولید ناخالص داخلی) منجر به افزایش مصرف انرژی شود (Fallahi, 2011). در این صورت، رشد اقتصادی محدودیتی برای اتخاذ سیاست‌های حفظ انرژی در یک اقتصاد ایجاد نمی‌کند (Chontanawat et al., 2008). همچنین، سیاست‌های حفظ انرژی که منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش کارایی انرژی، کاهش مصرف انرژی و کاهش هدر رفت انرژی می‌شوند، اثرات نامطلوبی بر رشد اقتصادی نخواهند گذاشت (Payne, 2009). با این وجود، ممکن است موانع سیاسی، زیرساختاری یا مدیریتی موجب کاهش مصرف انرژی در یک اقتصاد در حال رشد شوند و یا عوامل سیاسی همراه با مدیریت نادرست و تخصیص ناکافی درآمد یک کشور منجر به ناکارایی گسترده، فقر و کاهش تقاضا برای کالاها و خدمات از جمله مصرف انرژی شوند (Squalli, 2007). (۳) عدم وجود ارتباط علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی که فرضیه خنثایی (Neutrality hypothesis) نامیده می‌شود. این فرضیه دلالت بر این دارد که هیچ‌کدام از سیاست‌های حفظ انرژی و افزایش مصرف انرژی تأثیری بر روند رشد اقتصادی ندارند (Ozturk, 2010). با توجه به این فرضیه، از آنجائی‌که مصرف انرژی جزء کوچکی از تولید کل به‌شمار می‌آید، تأثیر قابل توجهی بر رشد اقتصادی ندارد. بنابراین، همانند فرضیه محافظه‌کار، در این مورد نیز سیاست‌های حفظ

انرژی تأثیر منفی بر رشد اقتصادی ندارند (Apergis & Payne, 2009). (۴) فرضیه بازخورد (Feedback hypothesis) دلالت بر وجود یک رابطه علی دو طرفه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی دارد (Ozturk, 2010). با توجه به این فرضیه، اتخاذ سیاست‌های محافظه‌کارانه در قبال مصرف انرژی، روند رشد اقتصادی را کند می‌نماید.

در چند دهه اخیر، ارتباط تجربی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی به‌کرات برای کشورهای مختلف بررسی شده است. در این خصوص، مطالعات اولیه با فرض مانایی سری‌های زمانی، رویکردهای گرنجر (Granger, 1969) و سیمز (Sims, 1972) را برای تجزیه و تحلیل علیت میان این متغیرها در یک چارچوب خودرگرسیون (Autoregressive) به‌کار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال، کرافت و کرافت (Kraft & Kraft, 1978) با استفاده از داده‌های مربوط به دوره زمانی ۱۹۷۴-۱۹۴۷ برای ایالات متحده نشان می‌دهند که رابطه علیت گرنجر از رشد اقتصادی به مصرف انرژی برقرار است. با این وجود، مطالعات آکارکا و لانگ (Akarca & Long, 1980) برای دوره زمانی ۱۹۷۰-۱۹۵۰ و یو و هوانگ (Yu & Hwang, 1984) برای دوره ۱۹۷۹-۱۹۴۷ نشان می‌دهند که هیچ‌گونه ارتباط علی میان این متغیرها برای ایالات متحده وجود ندارد. به‌دنبال تحقیقات اولیه، طیف وسیعی از مطالعات تجربی، ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی را برای کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه بررسی نموده‌اند. نتایج این مطالعات نسبت به انتخاب کشور یا گروه‌های کشوری، دوره زمانی، روش تجزیه و تحلیل داده‌ها و متغیرها حساسیت نشان می‌دهند. اگرچه تحقیقات تجربی گسترده‌ای در سراسر جهان به مسئله ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند، در جدول (۱) صرفاً برخی از مطالعات مربوط به ایران مرور می‌شوند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ناهمگنی بالایی در نتایج و یافته‌های این مطالعات وجود دارد که می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از قبیل دوره زمانی و روش‌شناسی اقتصادسنجی است.

جدول ۱. بررسی رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران

نویسنده	دوره زمانی	روش	نتیجه
طاهری فرد و رحمانی (۱۳۷۶)	۱۳۷۳-۱۳۴۶	رویکرد هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری	تأثیر بلندمدت مصرف انرژی بر رشد اقتصادی
ملکی (۱۳۷۸)	۱۳۷۶-۱۳۶۰	رویکرد هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری	رابطه علی دو طرفه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در بلندمدت - رابطه علی یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی در کوتاه‌مدت

رابطه علی دو طرفه میان مصرف فرآورده‌های نفتی و رشد اقتصادی در بلندمدت - عدم وجود رابطه علی یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف فرآورده‌های نفتی در کوتاه‌مدت	رویکرد هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری	۱۳۷۸-۱۳۳۸	ابریشمی و مصطفایی (۱۳۸۰)
رابطه علی دو طرفه میان مصرف حامل‌های انرژی (نفت، گاز و برق) و رشد زیر بخش‌های اقتصادی	آزمون علیت همبستگی	۱۳۸۱-۱۳۵۰	نچارزاده و عباس محسن (۱۳۸۳)
رابطه علی دو طرفه میان مصرف برق و رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت	مدل تصحیح خطای برداری	۱۳۸۱-۱۳۵۷	مصطفی پور (۱۳۸۴)
آزمون علیت گرنجر استاندارد: رابطه علی یک طرفه از تقاضای نهایی انرژی به رشد اقتصادی - رابطه علی دو طرفه میان تقاضای واسطه‌ای انرژی و رشد اقتصادی مدل تصحیح خطا: رابطه علی دو طرفه میان تقاضای واسطه‌ای انرژی و رشد اقتصادی و نیز تقاضای نهایی انرژی و رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت	آزمون علیت گرنجر استاندارد و مدل تصحیح خطا (رویکرد ARDL)	۱۳۸۳-۱۳۴۶	بهبودی و همکاران (۱۳۸۵)
علیت یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی	مدل تصحیح خطای برداری و آزمون علیت همبستگی	۱۳۸۴-۱۳۵۰	حسنی صدرآبادی و همکاران (۱۳۸۶)
تأثیر بلندمدت مصرف انرژی و رشد اقتصادی	رویکرد هم‌انباشتگی گریگوری-هانسن	۱۳۸۴-۱۳۴۶	بهبودی و همکاران (۱۳۸۸)
رابطه علی کوتاه‌مدت و بلندمدت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی (کل) و مصرف نهایی انرژی برق به رشد اقتصادی - رابطه علی کوتاه‌مدت از رشد اقتصادی به مصرف نهایی گاز طبیعی - رابطه علی یک طرفه از مصرف نهایی انرژی به رشد ارزش افزوده بخش صنعت - رابطه علی کوتاه‌مدت و بلندمدت یک طرفه از مصرف نهایی انرژی برق به رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی	مدل تصحیح خطا (رویکرد ARDL) و مدل تصحیح خطای برداری	۱۳۸۲-۱۳۵۰	آماده و همکاران (۱۳۸۸)
یک رابطه علی از رشد اقتصادی به مصرف انرژی که در رژیم دوم (دوره ۱۳۸۶-۱۳۶۸) قوی‌تر از رژیم اول است. رابطه علی از مصرف انرژی به رشد اقتصادی در رژیم اول	روش مارکوف سوئیچینگ - خودرگرسیون برداری (MS-VAR)	۱۳۸۶-۱۳۴۶	فلاحی و هاشمی دیزج (۱۳۸۹)
رابطه علی یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی	آزمون علیت تودا-یاماموتو	۱۳۸۴-۱۳۵۰	فطرس و معبودی (۱۳۹۰)
رابطه علی خطی و غیر خطی یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی	آزمون‌های علیت خطی و غیر خطی مبتنی بر مفهوم انتگرال همبستگی	۱۳۸۹-۱۳۴۶	محمدی و همکاران (۱۳۹۱)

فرازمند و همکاران (۱۳۹۲)	۱۳۸۹-۱۳۵۵	مدل تصحیح خطا (رویکرد ARDL) و آزمون علیت تودا- یاماموتو	علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی
آقایی (۱۳۹۵)	۱۳۸۹-۱۳۵۳	رویکرد ARDL آستانه‌ای	اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در کل کشور و نیز بخش‌های مختلف
صالحی سربیزن (۱۳۹۶)	۲۰۱۳-۱۹۶۷	مدل ماروکف سوئیچینگ- خودرگرسیون (MS-AR) و علیت گرنجری	رابطه علی دو طرفه میان مصرف نفت و رشد اقتصادی در رژیم اقتصادی اول- عدم وجود رابطه علی میان این متغیرها در رژیم اقتصادی دوم
مرتضوی و همکاران (۱۳۹۷)	۱۳۹۵-۱۳۶۵	حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) و روش میانگین گروهی (MG)	اثر مثبت و معنی‌دار رشد اقتصادی بر مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت
مرادقلی و همکاران (۱۳۹۹)	۱۳۹۵-۱۳۳۹	مدل تصحیح خطای نامتقارن (رویکرد ARDL نامتقارن) و آزمون علیت حاتمی- جی	رویکرد ARDL نامتقارن: در بلندمدت، افزایش مصرف انرژی رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد اما کاهش مصرف انرژی تأثیری بر رشد اقتصادی ندارد (عدم تقارن). در کوتاه‌مدت، افزایش (کاهش) مصرف انرژی موجب افزایش (کاهش) رشد اقتصادی می‌شود. ضمناً، افزایش مصرف انرژی نسبت به کاهش آن تأثیرگذاری بیشتری دارد (عدم تقارن). آزمون علیت حاتمی- جی: رابطه علی از شوک مثبت رشد اقتصادی به شوک مثبت مصرف انرژی- رابطه علی از شوک منفی مصرف انرژی به شوک مثبت رشد اقتصادی

منبع: یافته‌های پژوهش

ارتباط میان مصرف انرژی و اندازه اقتصاد سایه نیز در مطالعات کارانفیل (Karanfil, 2008)، باسبای و همکاران (Basbay et al., 2016) و بنکرایم و همکاران (Benkraiem et al., 2019) بررسی شده است. کارانفیل (Karanfil, 2008) با تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۷۰ برای ترکیه نشان می‌دهد که یک ارتباط هم‌انباشتگی و نیز علیت گرنجری میان مصرف انرژی و GDP بخش رسمی وجود دارد. سپس، وی با در نظر گرفتن بخش غیررسمی اقتصاد نتیجه می‌گیرد که هیچ‌گونه هم‌انباشتگی یا رابطه علی میان مصرف انرژی و GDP کل (مجموع GDP رسمی و غیر رسمی) وجود ندارد. در مطالعه دیگر، باسبای و همکاران (Basbay et al., 2016) تأثیر اندازه اقتصاد سایه (به‌عنوان نسبی از GDP رسمی) بر شدت مصرف انرژی (نسبت مصرف انرژی به GDP کل) را برای ۱۵۹ کشور جهان و زیر مجموعه‌های مختلفی از این کشورها با استفاده از داده‌های مربوط به دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۰ بررسی می‌نمایند. نتایج مطالعه آنان نشان می‌دهند که (۱) برای کل نمونه، اندازه اقتصاد سایه تأثیر منفی و معنی‌داری بر شدت مصرف انرژی دارد که می‌تواند

ناشی از کاربرد بودن فعالیت‌های غیر رسمی اقتصاد باشد، (۲) برای گروه‌های کشوری مختلف مشتمل بر کشورهای صادر کننده نفت، کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (Organisation for economic co-operation and development) و کشورهای جی ۲۰ این نتیجه تأیید می‌شود. با این وجود، ارتباط میان متغیرها برای کشورهای جی ۷ که بخش غیر رسمی کوچکتری دارند، معنی‌دار نیست، (۳) ارتباط میان اندازه اقتصاد غیر رسمی و شدت مصرف انرژی برای اقتصادهایی با بخش‌های غیر رسمی خیلی بزرگ یا کوچک قوی‌تر است و (۴) برای کشورهای جی ۲۰ و نیز کشورهایی که دارای بخش غیر رسمی کوچکی هستند، اندازه اقتصاد غیر رسمی اثر نامتقارنی بر شدت مصرف انرژی دارد. بنکرایم و همکاران (Benkraiem et al., 2019) یک تابع تقاضای (مصرف) انرژی برای بولیوی با استفاده از داده‌های فصلی مربوط به دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۶۰ برآورد می‌کنند. نتایج حاصل از برآورد مدل‌های ARDL نامتقارن نشان می‌دهند که در بلندمدت، GDP رسمی و نیز GDP غیر رسمی اثرات مثبت و معنی‌داری بر مصرف انرژی دارند. ضمناً، این اثرات غیر خطی (نامتقارن) هستند؛ به گونه‌ای یک درصد افزایش در GDP رسمی یا غیررسمی نسبت به یک درصد کاهش در این متغیرها تأثیر بزرگتری بر مصرف انرژی دارد. علاوه بر این، در کوتاه‌مدت، GDP رسمی یا غیر رسمی تأثیر منفی بر مصرف انرژی دارد. همچنین، فرضیه صفر دال بر خطی (متقارن) بودن اثرات این متغیرها در سطح اطمینان قابل قبولی رد می‌شود. نتایج آزمون‌های علیت در مطالعه بنکرایم و همکاران (Benkraiem et al., 2019) شواهدی دال بر وجود علیت دوطرفه میان مصرف انرژی و GDP رسمی و عدم وجود ارتباط علی میان GDP غیر رسمی و مصرف انرژی ارائه می‌دهند. نهایتاً، شوک‌های مثبت به GDP رسمی و غیر رسمی اثرات مثبتی بر مصرف انرژی دارند، اما در حالت عکس چنین نیست.

در ادامه بحث، ادبیات موضوع مربوط به ارتباط میان بخش‌های رسمی و غیر رسمی اقتصاد مرور می‌شود. به لحاظ نظری، دو دیدگاه متضاد در خصوص نحوه اثرگذاری اقتصاد سایه یا غیررسمی بر رشد اقتصادی رسمی وجود دارد. بر اساس دیدگاه نخست، بخش غیر رسمی از طریق کانال‌های مختلفی مانع رشد و توسعه اقتصادی می‌شود. اولاً، از آنجائی که مالیات‌ها و مقررات محرک‌های اصلی فعالیت در بخش سایه اقتصاد محسوب می‌شوند، رشد این بخش با کاهش توانایی دولت برای وصول مالیات‌ها همراه است. از طرف دیگر، کاهش درآمدهای مالیاتی دولت هزینه‌های مختلفی بر بخش رسمی اقتصاد تحمیل می‌نماید.

به‌عنوان مثال، با کاهش درآمدهای مالیاتی، توانایی دولت برای ارائه کالاهای عمومی (از قبیل زیر ساخت‌ها و دیگر نهاده‌های عمومی) که نقش مؤثری در رشد اقتصادی دارند، کاهش می‌یابد. همچنین، کاهش درآمدهای مالیاتی منجر به افزایش کسری بودجه عمومی می‌شود. در این صورت، دولت ممکن است با به‌کارگیری روش‌های تأمین مالی تورم‌زا، به رشد اقتصادی لطمه بزند. علاوه بر این، با کاهش درآمدهای دولت، بار مالیاتی فعالان بخش رسمی اقتصاد سنگین‌تر می‌شود که می‌تواند منجر به تضعیف انگیزه و اخلاق مالیاتی، اختلال در نظم و قوانین مالیاتی و ترغیب فرار مالیاتی شود. دوماً، اقتصاد غیر رسمی با ایجاد فرصتی برای دور زدن قوانین و فرار مالیاتی، رقابت ناعادلانه‌ای در جهت تخصیص نادرست (ناکارا) منابع از بخش رسمی به بخش غیر رسمی اقتصاد به‌وجود می‌آورد. به‌عنوان مثال، ریسک بالاتر فعالیت‌های غیر رسمی (زیر زمینی) و دسترسی محدود به بازارهای مالی موجب سرمایه‌گذاری در مقیاس‌های کوچک با افق‌های زمانی محدودتر می‌شود. به‌عبارت دیگر، واحدهای تولیدی فعال در بخش غیر رسمی اقتصاد به منظور پنهان کردن فعالیت‌هایشان از دید دولت و مقامات ناظر، در مقیاس‌های نسبتاً کوچک ایجاد می‌شوند. این مسئله باعث می‌شود از صرفه‌های ناشی از مقیاس بهره‌مند نشوند. سوماً، هرچه بخش غیر رسمی اقتصاد بزرگ‌تر باشد، آمارهای منتشر شده در خصوص شاخص‌های رسمی از قبیل بیکاری، نیروی کار، درآمد، رشد اقتصادی و مصرف که مبنای تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و سیاست‌های کلان اقتصادی قرار می‌گیرند از اعتبار کمتری برخوردارند. طبیعتاً، سیاست‌های مبتنی بر آمارهای رسمی نادرست، ناکارا و یا حتی زیان‌بار هستند (اشنایدر و انسته (Schneider & Enste, 2000)؛ الیت و زینس (Eilat & Zinnes, 2002)؛ اشنایدر و انسته (Schneider & Enste, 2013)؛ ساونوریس (Saunoris, 2017)).

بر اساس دیدگاه دوم، اقتصاد سایه یک بخش کارا، رقابتی و مکمل بخش رسمی اقتصاد تلقی می‌شود که می‌تواند رشد اقتصادی را تسریع نماید. در این خصوص، اشنایدر (Schneider, 2005, 2010) تأکید می‌کند که یک بخش رسمی کاملاً مجزا از بخش غیر رسمی اقتصاد هرگز کارایی لازم را نخواهد داشت. وی استدلال می‌کند که فشارهای رقابتی ناشی از بخش سایه اقتصاد منجر به تخصیص کارا تر منابع در اقتصاد رسمی می‌شوند. با توجه به باجادا و اشنایدر (Bajada & Schneider, 2009) و اشنایدر و انسته (Schneider & Enste, 2013)، بخش سایه اقتصاد نیروی کار را از بخش رسمی جذب می‌نماید. این فرآیند موجب رقابت بیشتر در بخش رسمی و اشتغال‌زایی برای سهمی از افراد بیکار جامعه

(علی‌الخصوص در کشورهای در حال توسعه) می‌شود. اشنایدر (Schneider, 2008)، اشنایدر و انسته (Schneider & Enste, 2013) و گول و همکاران (Goel et al., 2019b) بحث می‌کنند که حداقل دو سوم درآمد (ارزش افزوده) حاصل از فعالیت‌های غیر رسمی بلافاصله در بخش رسمی اقتصاد خرج می‌شود که می‌تواند از طریق ایجاد تقاضا برای کالاها و خدمات و افزایش درآمدهای مالیاتی دولت اثر مطلوبی بر رشد اقتصادی داشته باشد. علاوه بر این، اقتصاد سایه محیطی برای تولید کالاها و خدماتی است که محصول بنگاه‌ها و واحدهای صنعتی مقیاس کوچک هستند. لذا، این بخش نقش مکمل برای اقتصاد رسمی ایفا می‌کند. نهایتاً، به دلیل عدم وجود قوانین و مقررات دست و پاگیر و فشارهای مالیاتی، بخش اقتصاد سایه فضای مناسبی برای رشد نوآوری است (Saunoris, 2017). البته این موضوع بیشتر در مورد کشورهای در حال توسعه مصداق دارد.

با توجه به ادبیات نظری فوق، اثر کلی اقتصاد سایه (غیر رسمی) بر رشد اقتصاد رسمی مبهم است. چنین ابهامی در نتایج مطالعات تجربی نیز مشهود است. برخی مطالعات از قبیل لویزا (Loayza, 1996)، ایلات و زینس (Eilat & Zinnes, 2000)، اشنایدر و همتر (Schneider & Hametner, 2014) و باکلوتی و بوجلبن (Baklouti & Boujelbene, 2019) شواهدی دال بر تأثیر منفی اقتصاد سایه بر اقتصاد رسمی ارائه می‌دهند. در مقابل، مطالعاتی مانند آدام و گینزبرگ (Adam & Ginsburgh, 1985)، باتاچاریا (Bhattacharyy, 1999)، گیلمن و سیراکی (Gillman & Cziraky, 2004)، نبی و دراین (Nabi & Drine, 2009)، ویلیامز و اشنایدر (Williams & Schneider, 2016) و ساونوریس (Saunoris, 2018) از دیدگاه دوم که فعالیت‌های اقتصاد سایه منجر به رشد اقتصاد رسمی می‌شوند، حمایت می‌کنند. اشنایدر (Schneider, 2005) در مطالعه خود نشان می‌دهد که تأثیر اقتصاد غیر رسمی بر رشد اقتصادی برای کشورهای در حال توسعه منفی و برای کشورهای در حال گذر و OECD مثبت است. گول و همکاران (Goel et al., 2019b) نیز نشان می‌دهند که قبل از جنگ جهانی دوم، اقتصاد سایه تأثیر منفی بر رشد اقتصادی ایالات متحده داشته است، اما پس از جنگ این تأثیر مثبت شده است.

به‌لحاظ نظری، رشد اقتصادی نیز می‌تواند از طریق کانال‌های مختلف اثرات منفی و مثبتی بر فعالیت‌های اقتصاد غیر رسمی داشته باشد؛ به‌طوری‌که اثر کلی مبهم است. به‌عنوان مثال، بردیو و همکاران (Berdiev et al., 2015) و گول و نلسون (Goel & Nelson, 2016) استدلال می‌کنند که رشد اقتصاد رسمی موجب افزایش هزینه فرصت فعالیت در بخش

ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و اقتصاد سایه در ایران (امین حق نژاد و محبوبه فراحتی) ۱۰۱

سایه اقتصاد می‌شود که می‌تواند اندازه این بخش را محدود نماید. از طرف دیگر، گول و همکاران (۲۰۱۹a) بحث می‌کنند که رشد اقتصاد رسمی می‌تواند تقاضا برای کالاها و خدمات واحدهای تولیدی مقیاس کوچک در بخش غیر رسمی اقتصاد را افزایش دهد. افزایش تقاضا به نوبه خود منجر به رونق این بخش می‌شود. تحقیقات تجربی نیز نتایج ناهمگنی در خصوص نحوه تأثیرگذاری رشد اقتصاد رسمی بر اقتصاد غیر رسمی به دست داده‌اند. به عنوان مثال، گیلز (Giles, 1997) و گیلز و همکاران (Giles et al., 2002) شواهدی دال بر ارتباط علی یک طرفه مثبت از رشد اقتصادی به رشد اقتصاد غیر رسمی برای نیوزلند و ایالات متحده ارائه می‌دهند. سرانو و گادا (Serrano & Gadea, 2005) نتیجه می‌گیرند که یک ارتباط علی دوطرفه مثبت میان رشد اقتصادهای پنهان و قانونی در اسپانیا وجود دارد. بیرینسی (Birinci, 2013) نشان می‌دهد که یک ارتباط علی یک طرفه مثبت از اقتصاد غیر رسمی به رشد اقتصادی برای کشورهای OECD وجود دارد. دوارته (۲۰۱۷) در مطالعه خود نتیجه می‌گیرد که هیچ‌گونه ارتباط علی میان اندازه اقتصاد غیر رسمی و رشد اقتصادی برای اسپانیا وجود ندارد. گول و همکاران (Goel et al., 2019a) نشان می‌دهند که رشد اقتصادی تأثیر معنی‌داری بر اندازه اقتصاد غیر رسمی در ایالات متحده ندارد. سوارز و افانسو (Soares & Afonso, 2019) یک ارتباط علی دوطرفه مثبت میان رشد اقتصاد رسمی و رشد اقتصاد پنهان برای پرتغال تشخیص داده‌اند.

مطالعات تجربی که در این بخش مرور شده‌اند، ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی یا رشد اقتصادی و اندازه اقتصاد سایه (غیر رسمی) را برای کشورهای مختلف بررسی کرده‌اند. پژوهش حاضر این روابط را به‌طور همزمان در چارچوب یک مدل سه-متغیره برای اقتصاد ایران مورد مطالعه قرار می‌دهد. البته رویکرد مشابهی توسط کارانفیل (Karanfil, 2008) برای اقتصاد ترکیه به کار گرفته شده است. وی نتیجه می‌گیرد که هیچ‌گونه هم‌انباشتگی یا رابطه علی میان مصرف انرژی و GDP کل (به‌عنوان مجموع GDP رسمی و غیر رسمی) وجود ندارد. اگرچه GDP رسمی و GDP غیر رسمی هر دو ارزش پولی مجموعه‌ای از کالاها و خدمات را اندازه‌گیری می‌کنند، اما می‌توان تجمیع آنها را از چند جنبه مورد نقد قرار داد: اولاً، همان‌طور که بحث شد، به‌لحاظ نظری ارتباط تنگاتنگی میان فعالیت‌های اقتصادی بخش‌های رسمی و غیررسمی وجود دارد. بنابراین، تجمیع GDP رسمی و GDP غیر رسمی که اثرات بالقوه متقابلی بر یکدیگر دارند، می‌تواند از نظر اقتصادسنجی مسئله‌ساز باشد. دوماً، این چارچوب اجازه نمی‌دهد ارتباط میان رشد

اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد غیر رسمی تجزیه و تحلیل شود. سوماً، با توجه به نامطلوب بودن رشد اقتصاد غیر رسمی و مطلوب بودن رشد اقتصادی (رسمی)، نتایج بررسی ارتباط علی میان مصرف انرژی و GDP کل نمی‌تواند دلالت‌های روشنی برای سیاست‌گذاران داشته باشند. در مطالعه دیگر، باسبای و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر اندازه اقتصاد سایه (به‌عنوان نسبی از GDP رسمی) بر شدت مصرف انرژی (نسبت مصرف انرژی به GDP کل) را برای ۱۵۹ کشور جهان با استفاده از داده‌های مربوط به دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۰ بررسی می‌نمایند. آنان نتیجه می‌گیرند که هرچه اندازه اقتصاد سایه بزرگتر باشد، شدت مصرف انرژی کمتر است.

۳. روش‌شناسی اقتصادسنجی

هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی ارتباط متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه در ایران است. برای این منظور، رویکرد خود رگرسیونی با وقفه توزیعی (Autoregressive distributed lag (ARDL)) جهت آزمون هم‌انباشتگی، استخراج روابط هم‌انباشتگی و بررسی ماهیت ارتباط علی میان متغیرها در چارچوب مدل تصحیح خطا (Error Correction Model) به کار گرفته می‌شود. رویکرد ARDL توسط پسران و دیگران (Pesaran et al., 1996)، پسران و شین (Pesaran & Shin, 1998) و پسران و دیگران (Pesaran et al., 2001) معرفی شده است. به‌عنوان یک مزیت اصلی، در مواردی که ترکیبی از متغیرهای $I(0)$ و $I(1)$ مورد مطالعه باشد، امکان به‌کارگیری آزمون باند (Bounds test) مبتنی بر مدل ARDL برای تجزیه و تحلیل هم‌انباشتگی میان آنها وجود دارد.

در این بخش، نحوه استفاده از رویکرد ARDL برای تجزیه و تحلیل هم‌انباشتگی و علیت گرنجری میان متغیرهای فرضی y_t, x_1, \dots, x_k تشریح می‌شود. در مرحله اول باید درجه انباشتگی متغیرها را با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد تعیین نمود. چنانچه مشخص شود که حداکثر درجه انباشتگی متغیرها بزرگتر از یک نیست، در گام بعدی، تعداد وقفه‌های بهینه متغیرها در مدل $ARDL(p, q)$ زیر تعیین می‌شود:

$$y_t = \alpha + \sum_{j=1}^p \phi_j y_{t-j} + \sum_{j=0}^q \theta'_j x_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

که x_t یک بردار $1 \times k$ از رگرسورهای چندگانه و θ_j یک بردار $1 \times k$ از ضرایب مربوطه است. برای این منظور، می‌توان از معیارهای اطلاعاتی (Information criterion)

استاندارد استفاده کرد. همچنین، می‌توان بنا بر تشخیص، عرض از مبدأ را از مدل فوق حذف کرد یا یک روند زمانی یا متغیرهای مجازی را به آن افزود. گام بعدی، به‌کارگیری آزمون باند جهت تشخیص وجود یا عدم وجود ارتباط هم‌انباشتگی یا بلندمدت میان متغیرها است. برای این منظور، نخست، مدل رگرسیونی (۱) در یک فرم تصحیح خطا به صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$\Delta y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \theta' x_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \phi_j' \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

که $\theta = \sum_{j=0}^q \theta_j$ ، $j = 1, \dots, p-1$ برای $\gamma_j = -\sum_{i=j+1}^p \phi_i$ ، $\phi = \sum_{j=1}^p \phi_j - 1$ و $\phi_0 = \theta_0$ برای $\phi_j = -\sum_{i=j+1}^q \theta_j$ ، $j = 1, \dots, q-1$ سپس فرضیه صفر عدم وجود هم‌انباشتگی میان متغیرها ($\theta = 0$ و $\rho = 0$) آزمون می‌شود. چنانچه این فرضیه از نظر آماری رد شود، یک ارتباط هم‌انباشتگی میان متغیرهای مدل وجود دارد. برای بررسی این فرضیه، آزمون والد به‌کار گرفته می‌شود. در این آزمون، مقدار محاسبه شده آماره F با مقادیر بحرانی باند که توسط پسران و همکاران (Pesaran et al., 2001) گزارش شده‌اند، مقایسه می‌شود. چنانچه مقدار آماره آزمون بزرگتر از باند (مقدار بحرانی) بالا باشد، یک ارتباط هم‌انباشتگی یا بلندمدت میان متغیرها وجود دارد. چنانچه وجود رابطه هم‌انباشتگی (بلندمدت) میان متغیرها تشخیص داده شود، می‌توان این رابطه را در فرم زیر برآورد نمود:

$$y_t = \beta_0 + \beta' x_t + u_t. \quad (3)$$

ضرایب بلندمدت متغیرهای توضیحی بر اساس معادلات رگرسیونی (۱) و (۲)

به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\beta = \frac{\sum_{j=0}^q \theta_j}{1 - \sum_{j=1}^p \phi_j} = -\frac{\theta}{\rho} \quad (4)$$

عرض از مبدأ نیز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\beta_0 = \frac{\alpha}{1 - \sum_{j=1}^p \phi_j} = -\frac{\alpha}{\rho}. \quad (5)$$

بنابراین، می‌توان پس از برآورد معادله (۱) یا (۲)، بر اساس روابط (۴) و (۵) برآوردهایی را برای ضرایب بلندمدت به دست آورد. خطای استاندارد هر یک از ضرایب برآورد شده را نیز می‌توان با استفاده از روش دلتا (Delta) محاسبه کرد. علاوه بر این، می‌توان مدل تصحیح خطای (۲) را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\Delta y_t = \rho ECT_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \phi_j' \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (6)$$

به طوری که ECT_t بیانگر جزء پسماند رابطه بلندمدت (۳) است که به عنوان عبارت تصحیح خطا (Error correction term (ECT)) شناخته می شود. ضریب وقفه اول این عبارت (ρ) نیز سرعت تعدیل (Speed of adjustment) نامیده می شود. این ضریب بیان می کند که در هر دوره زمانی چه سهمی از انحراف (مثبت یا منفی) متغیر وابسته از مسیر تعادلی بلندمدت تصحیح می شود. بر این اساس، در کاربردهای تجربی، معنی داری آماری ضریب ρ به عنوان نشانه علیت گرنجری بلندمدت از متغیرهای $x_t = (x_{1t}, \dots, x_{kt})$ به متغیر y_t تفسیر می شود. از طرف دیگر، ضرایب ϕ_j واکنش کوتاه مدت متغیر y_t نسبت به تغییرات متغیرهای x_t و وقفه هایشان را نشان می دهند. بر این اساس، جهت آزمون علیت گرنجری کوتاه مدت از متغیر x_{it} ($i = 1, \dots, k$) به متغیر y_t می توان آزمون والد را برای اهمیت آماری ضرایب این متغیر و وقفه هایش به کار گرفت. چنانچه فرضیه صفر $H_0: \phi_{i,0} = \phi_{i,1} = \dots = \phi_{i,q-1} = 0$ در سطح اطمینان قابل قبولی رد شود، یک ارتباط علی کوتاه مدت از x_{it} به y_t وجود دارد. در مقابل، رد این فرضیه دلالت بر عدم وجود رابطه علی در جهت مورد نظر دارد. این رویکرد در مطالعات متعددی جهت بررسی روابط علی میان متغیرهای اقتصادی به کار گرفته شده است (به عنوان مثال، رجوع شود به ابوکی و دیگران (Abokyi et al., 2019)؛ کاهول (Kahouli, 2017)؛ سکر و دیگران (Seker et al., 2015)؛ شهباز و دیگران، (Shahbaz et al., 2014)؛ شهباز و دیگران، (Shahbaz et al., 2011)).

۴. معرفی متغیرها و داده ها

مطالعه حاضر به تجزیه و تحلیل هم انباشتگی و بررسی ماهیت ارتباط علی میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه (غیر رسمی) در ایران با استفاده از داده های مربوط به دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۵۵ می پردازد. برای این منظور، تولید ناخالص داخلی (GDP) بخش رسمی بر حسب قیمت های سال پایه ۱۳۸۳ به عنوان شاخص رشد اقتصادی استفاده می شود. داده های مربوط به این متغیر از ناگرهای اقتصادی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران به دست آمده اند. همچنین، تولید ناخالص داخلی در بخش سایه اقتصاد به عنوان شاخص رشد اقتصاد سایه در نظر گرفته می شود. داده های مربوط به این متغیر برگرفته از مقاله مداح و فراهتی (۱۳۹۸) هستند^۱. لازم به ذکر است که این متغیر به عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی حقیقی محاسبه شده است و بنابراین به صورت ارزش حقیقی تعریف می شود. نهایتاً، برای مصرف انرژی، داده های مصرف نهایی انرژی بر

ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و اقتصاد سایه در ایران (امین حق نژاد و محبوبه فراهتی) ۱۰۵

حسب میلیون تن معادل نفت خام مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از ترازنامه انرژی وزارت نیرو گردآوری شده‌اند. همه متغیرها به صورت لگاریتمی به کار گرفته شده‌اند. در ادامه پژوهش، متغیرهای مصرف انرژی، رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه (غیر رسمی) بر حسب لگاریتم طبیعی به ترتیب با نمادهای LEC، LOGDP و LHGDP نشان داده می‌شوند. برخی از آماره‌های توصیفی برای این متغیرها در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول ۲. آماره‌های توصیفی داده‌های مربوط به متغیرها

متغیر	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
LEC	۴۰	۴/۲۵۷۴۴۶	۰/۶۵۰۰۴۱	۳/۱۲۸۵۳۱	۵/۱۹۶۲۸۵
LOGDP	۴۰	۱۴/۰۱۰۰۵	۰/۳۴۹۶۰۱	۱۳/۴۳۹۹۵	۱۴/۵۸۴۶۶
LHGDP	۴۰	۱۲/۱۷۰۷۷	۰/۴۷۹۱۷۹	۱۱/۵۹۶۵۵	۱۳/۳۷۰۴۳

منبع: محاسبات پژوهش

۵. نتایج تجربی

در این بخش، ابتدا وضعیت مانایی سری‌های زمانی با استفاده از آزمون‌های رایج دیکی-فولر تعمیم‌یافته (Augmented Dickey-Fuller) و فیلپس-پرون (Phillips-Perron) بررسی می‌شود. نتایج آزمون نخست در جدول (۳) گزارش شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در تصریح‌های اول (با عرض از مبدأ و بدون روند زمانی) و سوم (بدون عرض از مبدأ و روند زمانی)، فرضیه صفر ریشه واحد برای همه متغیرهای سطح نمی‌تواند در سطح اطمینان قابل قبولی رد شود. در مقابل، این فرضیه برای تفاضل مرتبه اول متغیرها در سطوح معنی‌داری ۱٪، ۵٪ یا ۱۰٪ رد می‌شود. با این وجود، در تصریح دوم (با عرض از مبدأ و روند زمانی)، فرضیه صفر ریشه واحد در سطح معنی‌داری ۵٪ یا ۱۰٪ برای همه متغیرها رد می‌شود. بر اساس این نتایج، شرط لازم برای به‌کارگیری رویکرد هم‌انباشتگی بانده مبنی بر اینکه حداکثر ریشه واحد برای متغیرها باید معادل یک باشد، تأمین می‌شود. علاوه بر این، جهت حصول اطمینان بیشتر از نتایج، آزمون ریشه واحد فیلپس-پرون که شکست‌های ساختاری احتمالی متغیرها را در نظر می‌گیرد، به کار گرفته شده است. نتایج این آزمون در جدول (۴) گزارش شده است. باتوجه به این جدول، فرضیه صفر ریشه واحد برای همه متغیرهای سطح (به‌استثنای تصریح دوم برای متغیر LOGDP) نمی‌تواند رد شود. در مقابل،

این فرضیه برای تفاضل مرتبه اول متغیرها در سطح معنی داری ۱٪ رد می‌شود. به عبارت دیگر، متغیرهای مورد نظر $I(1)$ هستند که شرط لازم برای به کارگیری رویکرد هم‌انباشتگی باند مبتنی بر مدل ARDL را تأمین می‌نمایند.

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته برای متغیرهای مدل

تفاضل اول				سطح			
p-value	آماره آزمون	تصریح	متغیر	p-value	آماره آزمون	تصریح	متغیر
۰/۰۳۸۳	-۳/۰۶۲۹	C	ΔLEC	۰/۰۵۸۲۱	-۱/۳۷۸۰	C	LEC
۰/۰۱۰۹۴	-۳/۱۵۳۸	C/T		۰/۰۶۷۱	-۳/۳۹۷۶	C/T	
۰/۰۹۸۴	-۱/۶۱۹۸	No		۱/۰۰۰۰	۶/۳۶۴۸	No	
۰/۰۰۰۴۵	-۳/۹۲۴۶	C	$\Delta LOGDP$	۰/۰۸۴۴۱	-۰/۶۶۲۵	C	LOGDP
۰/۰۱۵۳	-۴/۰۴۷۸	C/T		۰/۰۲۶۴	-۳/۸۲۲۰	C/T	
۰/۰۰۰۳	-۳/۸۹۶۵	No		۰/۰۸۵۲۹	۰/۶۵۳۱	No	
۰/۰۰۰۰	-۶/۸۷۳۰	C	$\Delta LHGDP$	۰/۰۹۳۵۴	-۰/۱۵۸۲	C	LHGDP
۰/۰۰۰۰	-۷/۱۲۴۴	C/T		۰/۰۴۶۲	-۳/۵۹۰۴	C/T	
۰/۰۰۵۶۰	-۱/۸۹۷۷	No		۰/۰۹۷۵۷	۱/۶۸۴۱	No	

منبع: یافته‌های پژوهش. نمادهای C، C/T و No به ترتیب نشانگر تصریح‌های با عرض از مبدأ و بدون روند زمانی، با عرض از مبدأ و روند زمانی و بدون عرض از مبدأ و روند زمانی هستند. مقادیر احتمال آماره (p-value) بر حسب مقادیر بحرانی دیکی-فولر محاسبه شده‌اند. فرضیه صفر بیانگر وجود ریشه واحد است.

جدول ۴. نتایج آزمون ریشه واحد فیلیپس-پرون برای متغیرهای مدل

تفاضل اول				سطح			
p-value	آماره آزمون	تصریح	متغیر	p-value	آماره آزمون	تصریح	متغیر
۰/۰۰۰۰	-۶/۲۹۸۱	C	ΔLEC	۰/۶۲۳۴	-۱/۲۹۲۶	C	LEC
۰/۰۰۰۰	-۶/۲۹۷۸	C/T		۰/۰۴۷۷۳	-۲/۱۹۸۲	C/T	
۰/۰۰۰۴	-۳/۷۹۷۳	No		۱/۰۰۰۰	۶/۲۱۵۶	No	
۰/۰۰۶۳	-۳/۷۹۳۵	C	$\Delta LOGDP$	۰/۰۹۱۱۹	-۰/۳۲۴۶	C	LOGDP
۰/۰۲۰۰	-۳/۹۳۵۶	C/T		۰/۰۳۷۰	-۳/۶۶۵۷	C/T	
۰/۰۰۰۴	-۳/۷۹۶۱	No		۰/۰۸۷۱۶	۰/۷۴۶۹	No	
۰/۰۰۰۰	-۶/۸۶۹۰	C		۰/۰۹۵۸۷	۰/۰۶۴۰	C	

ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و اقتصاد سایه در ایران (امین حق نژاد و محبوبه فراحتی) ۱۰۷

۰/۰۰۰۰	-۷/۱۳۴۲	C/T	$\Delta LHGD P$	۰/۳۵۱۶	-۲/۴۴۶۰	C/T	$LHGD P$
۰/۰۰۰۰	-۶/۴۲۴۲	No		۰/۹۸۷۴	۱/۹۸۹۹	No	

منبع: یافته‌های پژوهش. نمادهای C, C/T و No به ترتیب نشانگر تصریح‌های با عرض از مبدأ و بدون روند زمانی، با عرض از مبدأ و روند زمانی و بدون عرض از مبدأ و روند زمانی هستند. مقادیر احتمال آماری (p-value) بر حسب مقادیر بحرانی مک کینون محاسبه شده‌اند. فرضیه صفر بیانگر وجود ریشه واحد است.

در مرحله دوم، مدل‌های ARDL با در نظر گرفتن هر یک از متغیرها به‌عنوان وابسته (درون‌زا) تصریح و برآورد می‌شوند. به‌منظور تعیین تعداد وقفه‌های بهینه برای متغیرهای توضیحی در هر یک از این مدل‌ها از معیار اطلاعاتی آکائیک (Akaike information criterion (AIC) و معیار اطلاعاتی شوارتز (Schwarz information criterion (SIC) استفاده شده است. هردو معیار تصریح‌های $ARDL(1,3,0)$ ، $ARDL(3,1,0)$ و $ARDL(1,0,0)$ را برای مدل‌هایی به ترتیب با LEC ، $LOGDP$ و $LHGD P$ به‌عنوان متغیر وابسته پیشنهاد می‌کنند، که از این پس به عنوان مدل‌های اول، دوم و سوم نام‌گذاری می‌شوند. نتایج برآورد این مدل‌ها در جدول (۵) ارائه شده است.

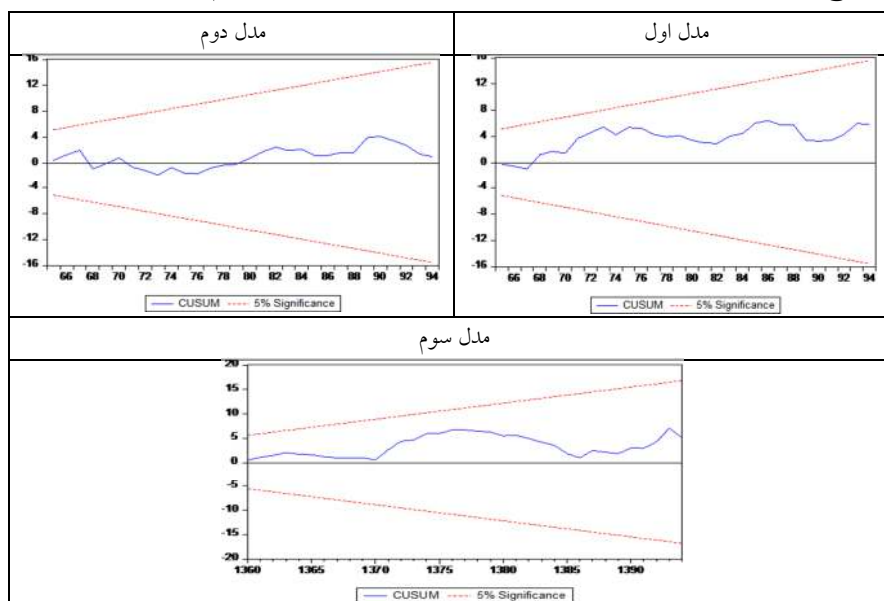
جدول ۵. نتایج برآورد مدل‌های ARDL

متغیر وابسته					
$LHGD P_t$		$LOGDP_t$		LEC_t	
ضریب	رگرسور	ضریب	رگرسور	ضریب	رگرسور
۰/۸۱۲۹*** (۰/۱۱۰۱۷)	$LHGD P_{t-1}$	۰/۸۳۹۵*** (۰/۱۱۳۲۱)	$LOGDP_{t-1}$	۰/۸۲۳۷*** (۰/۰۳۰۹۷)	LEC_{t-1}
۰/۱۳۹۹ (۰/۰۸۹۱۵)	LEC_t	-۰/۵۰۶۱*** (۰/۱۴۳۲۶)	$LOGDP_{t-2}$	۰/۵۷۹۷*** (۰/۰۷۳۱۸)	$LOGDP_t$
۰/۱۵۸۰ (۰/۱۴۵۲۸)	$LOGDP_t$	۰/۳۹۸۷*** (۰/۰۹۳۵۲)	$LOGDP_{t-3}$	-۰/۴۲۶۲*** (۰/۱۰۹۴۵)	$LOGDP_{t-1}$
-۰/۲۵۵۹ (۱/۱۸۸۴۸)	C	۱/۱۶۷۱*** (۰/۱۴۷۳۲)	LEC_t	۰/۲۸۳۷** (۰/۱۰۸۴۲)	$LOGDP_{t-2}$
-	-	-۰/۹۰۱۴*** (۰/۱۴۲۷۵)	LEC_{t-1}	-۰/۲۸۳۰*** (۰/۰۶۵۶۲)	$LOGDP_{t-3}$
-	-	-۰/۰۷۹۷* (۰/۰۴۰۳۲)	$LHGD P_t$	۰/۰۶۲۲** (۰/۰۲۷۹۹)	$LHGD P_t$

-	-	۱/۷۰۷۲*** (۰/۴۲۶۲۵)	C	-۰/۹۰۲۸** ۰/۰۳۳۳۶۷	C
---	---	------------------------	---	-----------------------	---

منبع: یافته‌های پژوهش. تعداد وقفه‌ها با استفاده از معیارهای اطلاعاتی آکائیک و شوارتز تعیین شده‌اند. اعداد داخل پرانتز بیانگر انحراف معیار ضریب برآوردی هستند. علائم **، *** و * به ترتیب نشانگر اهمیت آماری در سطح معنی‌داری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ هستند.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، همه ضرایب مدل‌های اول و دوم به لحاظ آماری معنی‌دار هستند. با این وجود، در مورد مدل سوم فقط ضریب وقفه نخست متغیر وابسته معنی‌دار است. یک مسئله مهم در خصوص رویکرد ARDL، ثبات و پایداری پارامترهای مدل در طول زمان است. در مطالعه حاضر، تکنیک رایج حاصل جمع تجمعی (CUSUM) که توسط براون و دیگران (Brown et al., 1975) پیشنهاد شده است، جهت بررسی پایداری مدل‌های مورد نظر به کار گرفته می‌شود. نتایج این آزمون برای مدل‌های اول، دوم و سوم در نمودار (۱) ارائه شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، فرضیه صفر پایداری مدل نمی‌تواند در سطح معنی‌داری ۵٪ رد شود و پارامترهای هر سه مدل از ثبات لازم برخوردارند.



نمودار ۱. آزمون پایداری CUSUM

منبع: یافته‌های پژوهش.

مسئله مهم دیگر در خصوص برآورد مدل‌های ARDL به خود همبستگی اجزاء خطای این مدل‌ها مربوط می‌شود. یک آزمون رایج برای تشخیص وجود یا عدم وجود خود همبستگی سریالی، آزمون دوربین-واتسون (Durbin-Watson) است. با این وجود، این آزمون فقط زمانی معتبر است که متغیرهای توضیحی اکیداً برون‌زا باشند. این در حالیست که در مدل‌های ARDL، وقفه یا وقفه‌های متغیر وابسته که برون‌زای ضعیف محسوب می‌شوند، در سمت راست معادلات رگرسیونی ظاهر می‌شوند. به این دلیل، آزمون جایگزین دوربین (Durbin's alternative test) به کار گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهند که آماره آزمون به ترتیب مقادیر ۰/۰۰۲، ۰/۱۶۳ و ۰/۴۶۶ برای مدل‌های اول تا سوم به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به اینکه این آماره از توزیع کای-دو با یک درجه آزادی پیروی می‌کند، مقادیر احتمال آماری مربوطه برای این مدل‌ها به ترتیب برابر با ۰/۹۶۰۲، ۰/۶۸۶۲ و ۰/۴۹۴۹ به دست می‌آیند که بیانگر عدم رد فرضیه صفر (عدم وجود خود همبستگی سریالی) هستند.

ضرایب مدل‌های ARDL مبنای محاسبه ضرایب بلندمدت (بردارهای هم‌انباشتگی) قرار می‌گیرند، اما نخست باید آزمون هم‌انباشتگی باند جهت تشخیص وجود یا عدم وجود ارتباط هم‌انباشتگی میان متغیرها برای هر یک از مدل‌ها انجام شود. نتایج آزمون هم‌انباشتگی در جدول (۶) گزارش شده است. با توجه به جدول، نتایج آزمون هم‌انباشتگی باند دلالت بر وجود ارتباط هم‌انباشتگی میان متغیرها در مدل‌های اول و دوم و عدم وجود ارتباط هم‌انباشتگی میان متغیرها در مدل سوم دارند.

جدول ۶. نتایج آزمون هم‌انباشتگی باند مبتنی بر رویکرد ARDL

مقادیر بحرانی						سطح معنی‌داری	آماره F	متغیر وابسته
KS		NAR		PSS				
I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)			
۲/۸۰۳	۳/۶۳۱	۲/۸۴۵	۳/۶۲۳	۲/۶۳	۳/۳۵	۱۰٪		
۳/۴۱۳	۴/۳۵۱	۳/۴۷۸	۴/۳۳۵	۳/۱۰	۳/۸۷	۵٪	۳۴/۸۳۷۷	LEC
۴/۸۷۳	۶/۰۵۶	۴/۹۴۸	۶/۰۲۸	۴/۱۳	۵/۰۰	۱٪		
۲/۸۰۳	۳/۶۳۱	۲/۸۴۵	۳/۶۲۳	۲/۶۳	۳/۳۵	۱۰٪		
۳/۴۱۳	۴/۳۵۱	۳/۴۷۸	۴/۳۳۵	۳/۱۰	۳/۸۷	۵٪	۱۵/۷۵۳۹	LOGDP
۴/۸۷۳	۶/۰۵۶	۴/۹۴۸	۶/۰۲۸	۴/۱۳	۵/۰۰	۱٪		
۲/۸۳۸	۳۵۸۹	۲/۸۴۵	۳/۶۲۳	۲/۶۳	۳/۳۵	۱۰٪		

۳/۴۳۹	۴/۲۷۹	۳/۴۷۸	۴/۳۳۵	۳/۱۰	۳/۸۷	۵٪	۲/۷۲۶۰	LHGDP
۴/۸۵۹	۵/۸۸۴	۴/۹۴۸	۶/۰۲۸	۴/۱۳	۵/۰۰	۱٪		

منبع: یافته‌های پژوهش. نمادهای PSS، NAR و KS به ترتیب نشانگر مقادیر بحرانی گزارش شده توسط پسران و همکاران (۲۰۰۱)، نارایان (Narayan, 2005) و کریپفگانز و اشنايدر (Kripfganz & Schneider, 2020) هستند.

در گام بعدی، ضرایب بلندمدت (روابط هم‌انباشتگی) برای مدل‌های اول و دوم برآورد و نتایج به دست آمده در بخش بالایی جدول (۷) گزارش شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، متغیرهای رشد اقتصادی رسمی (LOGDP) و رشد اقتصاد سایه (LHGDP) در بلندمدت اثرات مثبت و معنی‌داری بر مصرف انرژی (LEC) دارند. علاوه بر این، در بلندمدت، مصرف انرژی (LEC) تأثیر مثبت و معنی‌دار و رشد اقتصاد سایه (LHGDP) تأثیر منفی و معنی‌داری بر رشد اقتصادی رسمی (LOGDP) دارند.

جدول ۷. نتایج برآورد ضرایب بلندمدت و مدل‌های تصحیح خطا (ECM)

ضرایب بلندمدت (بردارهای هم‌انباشتگی)							
LOGDP _t				LEC _t			
p-value	انحراف معیار	ضریب	رگرسور	p-value	انحراف معیار	ضریب	رگرسور
۰/۰۰۰۰	۰/۱۷۰۳۳	۰/۹۹۱۸۱	LEC _t	۰/۰۰۰۰	۰/۱۸۱۳۷	۰/۸۷۴۱۸	LOGDP _t
۰/۰۹۶۸	۰/۱۷۳۶۰	-۰/۲۹۷۵۸	LHGDP _t	۰/۰۱۲۶	۰/۱۳۲۸۲	۰/۳۵۲۶۱	LHGDP _t
۰/۰۰۰۰	۰/۷۲۲۸۱	۶۳۷۲۳	C	۰/۰۰۰۹	۱/۳۸۴۳	-۵/۱۲۱۱	C
مدل‌های تصحیح خطا (ECM)							
ΔLOGDP _t				ΔLEC _t			
p-value	انحراف معیار	ضریب	رگرسور	p-value	انحراف معیار	ضریب	رگرسور
۰/۲۶۰	۰/۰۹۳۶۰	۰/۱۰۷۴۴	ΔLOGDP _{t-1}	۰/۰۰۰	۰/۰۷۳۱۷	۰/۵۷۹۷۳	ΔLOGDP _t
۰/۰۰۰	۰/۰۹۳۵۲	-۰/۳۹۸۶۵	ΔLOGDP _{t-2}	۰/۹۹۳	۰/۰۶۷۴۰	-۰/۰۰۰۶۲	ΔLOGDP _{t-1}
۰/۰۰۰	۰/۱۴۷۳۲	۱/۱۶۷۱۱	ΔLEC _t	۰/۰۰۰	۰/۰۶۵۶۲	۰/۲۸۳۰۳	ΔLOGDP _{t-2}
۰/۰۵۷	۰/۰۴۰۳۲	-۰/۰۷۹۷۳	ΔLHGDP _t	۰/۰۳۴	۰/۰۲۷۱۰	۰/۰۶۲۱۶	ΔLHGDP _t
۰/۰۰۰	۰/۰۵۳۱۲	-۰/۲۶۷۹۱	ECT _{t-1} ⁰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۰۹۷	-۰/۱۷۶۲۹	ECT _{t-1} ^E

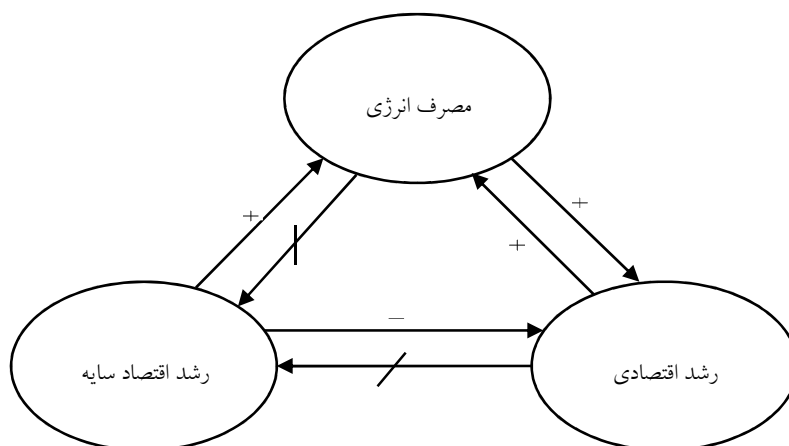
منبع: یافته‌های پژوهش. Δ عملگر تفاضل است و ECT_{t-1}^E و ECT_{t-1}⁰ به ترتیب نشانگر وقفه‌های اول عبارات تصحیح خطا برای مدل‌های اول و دوم هستند. این عبارات همان پسماندهای مربوط به روابط هم‌انباشتگی گزارش شده در بخش بالایی جدول هستند.

نهایتاً، مدل‌های تصحیح خطا (ECM) جهت شناسایی سرعت تعدیل انحرافات از تعادل بلندمدت و تجزیه و تحلیل علیت گرنجری برآورد شده‌اند. نتایج به‌دست آمده در قسمت پائین جدول (۷) ارائه شده‌اند. با توجه به این نتایج، در مدل نخست اگر انحرافی از مسیر تعادلی بلندمدت به‌وجود آید، در هر دوره زمانی ۱۷/۶۲۹ درصد آن تصحیح می‌شود. از طرف دیگر، در مدل دوم در هر دوره زمانی ۲۶/۷۹۱ درصد از یک انحراف تعادلی بلندمدت تعدیل می‌شود. از آنجائی که ضریب ECT_{t-1}^E در مدل اول از نظر آماری معنی‌دار است، رشد اقتصادی رسمی (LOGDP) و رشد اقتصاد سایه (LHGDP) در بلندمدت علت گرنجری مثبت مصرف انرژی (LEC) هستند. لازم به‌ذکر است که علامت رابطه علی بر حسب علامت ضریب بلندمدت تعیین می‌شود. همچنین، معنی‌داری ضریب ECT_{t-1}^O در مدل دوم اشاره بر این دارد که مصرف انرژی (LEC) علت گرنجری مثبت و رشد اقتصاد سایه (LHGDP) علت گرنجری منفی رشد اقتصادی رسمی (LOGDP) هستند.

برای آزمون علیت گرنجری کوتاه‌مدت از رشد اقتصادی به مصرف انرژی، یک آزمون فرضیه مشترک برای معنی‌داری توأم ضرایب متغیرهای $\Delta LOGDP_t$ ، $\Delta LOGDP_{t-1}$ و $\Delta LOGDP_{t-2}$ در مدل تصحیح خطای اول انجام می‌شود. مقدار آماره آزمون (F) معادل ۲۷/۹۷ و مقدار احتمال آماری (p-value) نزدیک به صفر به‌دست آمده‌اند. در نتیجه، رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت علت گرنجری مصرف انرژی است. ضمناً، همه ضرایب معنی‌دار دارای علامت مثبت هستند، که نشانه مثبت بودن علامت رابطه علی است. همچنین، با توجه به معنی‌داری و مثبت بودن ضریب $\Delta LHGDP_t$ در این مدل، رشد اقتصاد سایه در کوتاه‌مدت علت گرنجری مثبت مصرف انرژی است. از طرف دیگر، ضرایب ΔLEC_t و $\Delta LHGDP_t$ در مدل تصحیح خطای دوم از نظر آماری معنی‌دار بوده و به‌ترتیب دارای علامت‌های مثبت و منفی هستند. این نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، مصرف انرژی و رشد اقتصاد سایه به‌ترتیب علت گرنجری مثبت و منفی رشد اقتصادی رسمی هستند.

همان‌طور که نشان داده شد، وقتی رشد اقتصاد سایه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود (مدل سوم)، نتایج آزمون هم‌انباشتگی باند دلالت بر عدم وجود هم‌انباشتگی میان متغیرها دارند. بر این اساس، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در بلندمدت علت گرنجری رشد اقتصاد سایه نیستند. با این وجود، لازم است علیت گرنجری کوتاه‌مدت را خارج از چارچوب مدل تصحیح خطا بررسی نمود. برای این منظور، با توجه به اینکه همه متغیرها $I(1)$ هستند، یک معادله خودرگرسیون برای تفاضل اول متغیرها تصریح شده

است. در این معادله، متغیر $\Delta LHGDP_t$ به‌عنوان وابسته و وقفه‌های $\Delta LHGDP_t$ ، ΔLEC_t و $\Delta LOGDP_t$ به‌عنوان متغیرهای توضیحی در نظر گرفته شده‌اند. معیار اطلاعاتی شوارتز و آکائیک یک وقفه برای هر یک از متغیرها پیشنهاد می‌کند. پس از برآورد مدل، آزمون فرضیه در خصوص معنی‌داری ضرایب متغیرهای ΔLEC_{t-1} و $\Delta LOGDP_{t-1}$ جهت تشخیص وجود یا عدم وجود ارتباط علی انجام شده است. مقدار آماره آزمون (t) برای ضرایب این متغیرها به ترتیب معادل $0/36263-$ و $1/0731$ (با مقادیر احتمال آماری $0/719$ و $0/291$) به دست آمده است. بنابراین، نمی‌توان فرضیه صفر عدم معنی‌داری این ضرایب را در سطح اطمینان قابل قبولی رد کرد. بر این اساس، در کوتاه‌مدت، علیت گرنجری از مصرف انرژی و رشد اقتصادی رسمی به رشد اقتصاد سایه برقرار نیست. لازم به ذکر است که با در نظر گرفتن تعداد وقفه‌های بیشتر برای متغیرهای تفاضلی و سپس انجام آزمون فرضیه مشترک نتایج مشابهی حاصل می‌شود. شکل (۱) جهت و علامت روابط علی میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه را به نمایش می‌گذارد.



شکل ۱. نتایج آزمون علیت گرنجری کوتاه‌مدت و بلندمدت

منبع: یافته‌های پژوهش. فلش‌ها جهت رابطه علی را نشان می‌دهند و علائم +، - و \neq به ترتیب نشان دهنده علیت مثبت، علیت منفی و عدم وجود رابطه علی در جهت مورد نظر هستند. جهت و علامت روابط علی در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت یکسان هستند.

همان‌طور که نشان داده شد، ماهیت علیت میان این متغیرها در افق‌های زمانی کوتاه-مدت و بلندمدت یکسان است. با توجه به شکل (۱)، یک ارتباط علی دوطرفه مثبت میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد، یک ارتباط علی یک‌طرفه مثبت از رشد اقتصاد

ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و اقتصاد سایه در ایران (امین حق نژاد و محبوبه فراهتی) ۱۱۳

سایه به مصرف انرژی وجود دارد و یک ارتباط علی یک طرفه منفی از رشد اقتصاد سایه به رشد اقتصادی وجود دارد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

شناخت ماهیت ارتباط علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی یکی از مهم‌ترین و چالش برانگیزترین موضوعاتی است که در چهار دهه اخیر مورد توجه روز افزون محققان و سیاست‌گذاران حوزه اقتصاد انرژی قرار گرفته است. با توجه به ادبیات نظری موجود، چهار فرضیه مختلف رشد، محافظه‌کار، بازخورد و خشتایی ارتباط متقابل این متغیرها را تبیین می‌نمایند. از اواخر دهه ۱۹۷۰ تاکنون، مطالعات تجربی متعددی رابطه علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی را برای کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه در سراسر جهان بررسی کرده‌اند. به‌طور کلی، شواهد تجربی حاصل از چنین تحقیقاتی نشان می‌دهند که ماهیت ارتباط علی میان این متغیرها می‌تواند از کشوری به کشور دیگر و حتی با گذشت زمان تغییر نماید. علاوه بر این، نتایج این مطالعات از حساسیت بالایی نسبت به انتخاب متغیرها، مدل‌های تجربی و روش‌های اقتصادسنجی برخوردارند. بر این اساس، پژوهشگران سعی می‌کنند با به‌کارگیری داده‌های به‌روز شده و/یا مدل‌ها و تکنیک‌های جدید اقتصادسنجی نتایج قابل اعتمادتری در خصوص ماهیت ارتباط علی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی به دست آورند.

مطالعه حاضر با در نظر گرفتن بخش سایه اقتصاد، ارتباط میان این متغیرها را برای ایران بررسی می‌کند. با توجه به ادبیات نظری موجود، رشد اقتصاد سایه نه تنها با مصرف انرژی، بلکه با رشد اقتصادی (رسمی) ارتباط متقابل تنگاتنگی دارد. بنابراین، تجزیه و تحلیل ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی رسمی بدون توجه به فعالیت‌های بخش سایه یا غیر رسمی اقتصاد می‌تواند نتایج گمراه‌کننده‌ای را به دست دهد. در بخش تجربی مطالعه حاضر، رویکرد ARDL برای تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی مربوط به دوره ۱۳۹۴-۱۳۵۵ به کار گرفته شده است. به‌طور مشخص، آزمون‌های ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم‌یافته و فیلیپس-پرون، آزمون هم‌انباشتگی باند مبتنی بر مدل ARDL و مدل‌های تصحیح خطا برای بررسی وضعیت مانایی متغیرها، تشخیص وجود یا عدم وجود ارتباط هم‌انباشتگی میان متغیرها، استخراج بردارهای هم‌انباشتگی (روابط بلندمدت) و تجزیه و تحلیل علیت گرنجری کوتاه‌مدت و بلندمدت مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

نتایج آزمون‌های ریشه واحد نشان می‌دهند که همه متغیرها دارای یک ریشه واحد یا I(1) هستند. بنابراین، آزمون‌های هم‌انباشتگی باند جهت تشخیص ارتباط هم‌انباشتگی میان متغیرها به کار گرفته شده‌اند. نتایج این آزمون‌ها نشان می‌دهند که وقتی مصرف انرژی یا رشد اقتصادی (رسمی) به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود، یک ارتباط هم‌انباشتگی میان متغیرها وجود دارد. با توجه به بردارهای هم‌انباشتگی، رشد اقتصادی و رشد اقتصاد سایه در بلندمدت اثرات مثبت و معنی‌داری بر مصرف انرژی دارند. از طرف دیگر، مصرف انرژی و رشد اقتصاد سایه به ترتیب اثرات مثبت و منفی معنی‌داری بر رشد اقتصادی دارند. نهایتاً، نتایج تجزیه و تحلیل علیت گرنجری (آزمون فرضیه آماری در خصوص معنی‌داری ضریب عبارت تصحیح خطا و پویایی‌های کوتاه‌مدت) نشان می‌دهند که رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه علت گرنجری مثبت مصرف انرژی هستند. علاوه بر این، مصرف انرژی و رشد اقتصاد سایه به ترتیب علت گرنجری مثبت و منفی رشد اقتصادی هستند. در مورد مدلی که رشد اقتصاد سایه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است، آزمون هم‌انباشتگی باند دلالت بر عدم وجود ارتباط بلندمدت میان متغیرها دارد. بنابراین، با توجه به اینکه همه متغیرها I(1) هستند، با استفاده از روش استاندارد گرنجر، صرفاً علیت کوتاه‌مدت میان متغیرها در چارچوب یک مدل خودرگرسانی برای تفاضل مرتبه اول متغیرها بررسی شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، متغیرهای مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت نیز علت گرنجری رشد اقتصاد سایه نیستند.

به طور خلاصه، نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که یک ارتباط علی دو طرفه مثبت میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد، که فرضیه بازخورد را تأیید می‌کند. علاوه بر این، ارتباط علی یک طرفه مثبتی (منفی) از رشد اقتصاد سایه به مصرف انرژی (رشد اقتصادی) شناسایی شده است. ضمناً، نتایج تجزیه و تحلیل علیت گرنجری برای افق‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت یکسان هستند. این یافته‌ها دو کاربرد سیاستی مهم دارند: اولاً، ارتباط علی دو طرفه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی دلالت بر وابستگی اقتصاد ایران به منبع انرژی دارد؛ به طوری که انرژی به عنوان یک عامل تولید مکمل برای دیگر عوامل تولید از قبیل سرمایه و نیروی کار نقش مهمی در رشد تولید ناخالص داخلی بازی می‌کند. از طرف دیگر، رشد فعالیت‌های اقتصاد رسمی منجر به افزایش تقاضا برای انرژی می‌شود. بر این اساس، اجرای سیاست‌های محافظه‌کارانه جهت کاهش مستقیم مصرف انرژی می‌تواند اثرات نامطلوبی بر فرآیند رشد و توسعه اقتصادی داشته باشد. لذا، با توجه به اهمیت

ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و اقتصاد سایه در ایران (امین حق نژاد و محبوبه فراحتی) ۱۱۵

انرژی، بهینه‌سازی مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های ذخیره ساز انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، سیاست‌های مناسبی برای دستیابی به رشد اقتصادی پایدار تلقی می‌شوند. دواماً، با توجه به اینکه رشد اقتصاد سایه علت منفی رشد اقتصادی (رسمی) و علت مثبت مصرف انرژی است، سیاست‌گذاری مناسب در جهت کاهش اندازه اقتصاد سایه نه تنها رشد اقتصادی را بهبود می‌دهد، بلکه موجب ذخیره انرژی می‌شود. البته قبل از هر چیز لازم است محرک‌ها و موانع فعالیت‌های بخش سایه اقتصاد شناسایی شوند.

پی‌نوشت‌ها

۱. در این مقاله، اندازه اقتصاد سایه در ایران طی سال‌های (۱۳۹۴-۱۳۵۵) با استفاده از روش تقاضای پول برآورد شده است. در این چارچوب، ایده اصلی این است که فعالان بخش سایه اقتصاد به منظور پنهان نگه داشتن فعالیت‌های اقتصادی خود از دید ناظران قانونی و نهادهای رسمی، معاملاتشان را با استفاده از پرداخت‌های نقدی انجام می‌دهند. بنابراین، با توجه به رابطه مستقیم تقاضای پول با سطح تولید، پس از تفکیک و برآورد تقاضای پول برای دو بخش رسمی و سایه اقتصاد، نسبت آنها به عنوان معیاری برای نسبت تولید یا اندازه این دو بخش به کار گرفته می‌شود.

کتاب‌نامه

- ابریشمی، حمید و مصطفایی، آذر (۱۳۸۰). بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده نفتی در ایران. مجله دانش و توسعه، ۱۴، ۴۵-۱۱.
- آرمن، سید عزیز، زارع، روح الله (۱۳۸۸). مصرف انرژی در بخش‌های مختلف و ارتباط آن با رشد اقتصادی در ایران: تحلیل علیت بر اساس روش تودا و یاماموتو. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۶(۲۱)، ۹۲-۶۷.
- آقایی، مجید (۱۳۹۵). بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی به تفکیک حامل‌های مختلف انرژی و بخش‌های مختلف اقتصادی، کاربردی از آزمون کرانه‌ای ARDL. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۴۹، ۱۶۱-۱۰۳.
- آماده، حمید، قاضی، مرتضی و عباسی فر، زهره (۱۳۸۸). بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، ۴۴(۱)، ۳۸-۱.
- بهبودی، داوود، اصغرپور، حسین و قزوینیان، حسن (۱۳۸۸). شکست ساختاری مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران (۱۳۴۶-۱۳۸۴). فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۹(۳)، ۸۳-۵۴.

بهبودی، داوود، متفکر آزاد، محمد علی و خلیل پور، افشین (۱۳۸۵). بررسی رابطه تقاضای نهایی و واسطه‌ای انرژی با رشد اقتصادی در ایران طی دوره ۱۳۸۳-۱۳۴۶. پژوهشنامه اقتصاد کلان، ۶(۲۲)، ۳۶-۱۳.

حسنی صدرآبادی، محمدحسین، عمادالاسلام، هدیه و کاشمیری، علی (۱۳۸۶). بررسی رابطه علی مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی ایران طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۴. پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی، ۷(۲۴)، ۵۸-۳۱.

صالحی سربیزن، مرتضی (۱۳۹۶). بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف نفت و تولید ناخالص داخلی ایران: رویکرد تغییر رژیم‌های اقتصادی. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۷(۲۷)، ۱۲۴-۱۱۱.

طاهری فرد، احسان و رحمانی، علی (۱۳۷۶). بررسی رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و موجودی سرمایه برای کشور ایران طی سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۴۶، دومین همایش ملی انرژی ایران، تهران.

فرازمند، حسن، کامران پور، سعیده و قربان نژاد، مجتبی (۱۳۹۲). ارتباط بین توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ایران؛ رویکرد آزمون باند و علیت تودا و یاماموتو. اقتصاد مقداری، ۱۰(۱)، ۵۸-۳۳.

فطرس، محمد حسن و معبودی، رضا (۱۳۹۰). رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، ۱(۱)، ۲۱۱-۱۸۹.

فلاحی، فیروز و هاشمی دیزج، عبدالرحیم (۱۳۸۹). رابطه علیت بین GDP و مصرف انرژی در ایران با استفاده از مدل‌های مارکوف سوئیچینگ. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۷(۲۶)، ۱۳۱-۱۵۲.

قاسم‌نژاد، توحید، محمدزاده، یوسف و رضازاده، علی (۱۳۹۹). تأثیر اندازه دولت بر رابطه بین اقتصاد سایه و نابرابری درآمد در ایران: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم (STR). تحقیقات اقتصادی، ۵۵(۱)، ۲۱۴-۱۸۷.

محمدی، تیمور، ناظمیان، حمید و نصرتیان نسب، محسن (۱۳۹۱). رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ایران (تحلیلی از مدل‌های علیت خطی و غیرخطی). فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، ۲(۵)، ۱۷۰-۱۵۳.

مداح، مجید و فراهتی، محبوبه (۱۳۹۸). تحلیل تجربی اثر مستقیم بیکاری بر اقتصاد سایه در ایران (رویکرد تقاضای پول). تحقیقات اقتصادی، ۱۲۷، ۴۴۱-۴۱۹.

مرادقلی، فاطمه، زمانیان، غلامرضا و هاتفی مجومرد، مجید (۱۳۹۹). تأثیر مصرف انرژی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی ایران؛ مبتنی بر رهیافت غیرخطی و نامتقارن. فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۸(۲۹)، ۵۳-۷.

مرتضوی، سید ابوالقاسم، الهی، مهدی و اسعدی، محمد علی (۱۳۹۷). تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران، فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، ۵(۳)، ۱-۲۰.

ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و اقتصاد سایه در ایران (امین حق نژاد و محبوبه فراهتی) ۱۱۷

مصطفی پور، منوچهر (۱۳۸۴)، بررسی رابطه مصرف برق و رشد اقتصادی در ایران (۱۳۵۷-۱۳۸۱)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
ملکی، رضا (۱۳۸۳)، بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید داخلی در ایران. مجله برنامه و بودجه، ۹(۶)، ۸۱-۱۲۱.
نجارزاده، رضا و عباس محسن، اعظم (۱۳۸۳). رابطه بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۲، ۸۰-۸۶.

- Abokyi, E., Appiah-Konadu, P., Abokyi, F., & Oteng-Abayie, E. F. (2019). Industrial growth and emissions of CO₂ in Ghana: The role of financial development and fossil fuel consumption. *Energy Reports*, 5, 1339-1353.
- Adam, M. C., & Ginsburgh, V. (1985). The effects of irregular markets on macroeconomic policy: Some estimates for Belgium. *European Economic Review*, 29(1), 15-33.
- Akarca, A. T., & Long, T. V. (1980). On the relationship between energy and GNP: A reexamination. *Journal of Energy Development*, 5, 326-331.
- Apergis, N., & Payne, J.E. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*, 31, 211-216.
- Bajada, C., & Schneider, F. (2009). Unemployment and the shadow economy in the OECD. *Revue Economique*, 60 (5), 1033-1067
- Baklouti, N., & Boujelbene, Y. (2019). The economic growth-inflation-shadow economy trilogy: Developed versus developing countries. *International Economic Journal*, 33(4), 679-695.
- Basbay, M. M., Elgin, C., & Torul, O. (2016). Energy consumption and the size of the informal economy. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 10(2016-14), 1-28.
- Benkraiem, R., Lahiani, A., Miloudi, A., & Shahbaz, M. (2019). The asymmetric role of shadow economy in the energy-growth nexus in Bolivia. *Energy Policy*, 125, 405-417.
- Berdiev, A. N., Pasquesi-Hill, C., & Saunoris, J. W. (2015). Exploring the dynamics of the shadow economy across US states. *Applied Economics*, 47(56), 6136-6147.
- Bhattacharyya, D. K. (1999). On the economic rationale of estimating the hidden economy. *The Economic Journal*, 109(456), F348-F359.
- Birinci, S. (2013). Trade openness, growth, and informality: Panel VAR evidence from OECD economies. *Economics Bulletin*, 33(1), 694-705.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 37(2), 149-163.
- Chontanawat, J., Hunt, L.C., & Pierse, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth? Evidence from a systematic study of over 100 countries. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 209-220.

- Duarte, P. (2017). The relationship between GDP and the size of the informal economy: Empirical evidence for Spain. *Empirical Economics*, 52(4), 1409-1421.
- Eilat, Y. and Zinnes, C. (2000). The evolution of the shadow economy in transition countries: Consequences for economic growth and donor assistance, CAER II Discussion Paper No. 83, Harvard Institute for International Development, Cambridge, MA.
- Eilat, Y., & Zinnes, C. (2002). The shadow economy in transition countries: Friend or foe? A policy perspective. *World Development*, 30(7), 1233-1254.
- Fallahi, F. (2011). Causal relationship between energy consumption (EC) and GDP: A Markov-switching (MS) causality. *Energy*, 36 (7), 4165-4170.
- Giles, D. E. (1997). Causality between the measured and underground economies in New Zealand. *Applied Economics Letters*, 4(1), 63-67.
- Giles, D. E., Tedds, L. M., & Werkneh, G. (2002). The Canadian underground and measured economies: Granger causality results. *Applied Economics*, 34(18), 2347-2352.
- Gillman, M., & Czirák, D. (2004). Inflation and endogenous growth in underground economies. *wiiw Balkan Observatory Working Papers No. 50*, The Vienna Institute for International Economic Studies, wiiw.
- Goel, R. K., & Nelson, M. A. (2016). Shining a light on the shadows: Identifying robust determinants of the shadow economy. *Economic Modelling*, 58, 351-364.
- Goel, R. K., Saunoris, J. W., & Schneider, F. (2019a). Drivers of the underground economy for over a century: A long term look for the United States. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 71, 95-106.
- Goel, R. K., Saunoris, J. W., & Schneider, F. (2019b). Growth in the shadows: Effect of the shadow economy on US economic growth over more than a century. *Contemporary Economic Policy*, 37(1), 50-67.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Kahouli, B. (2017). The short and long run causality relationship among economic growth, energy consumption and financial development: Evidence from South Mediterranean Countries (SMCs). *Energy Economics*, 68, 19-30.
- Karanfil, F. (2008). Energy consumption and economic growth revisited: Does the size of unrecorded economy matter?. *Energy Policy*, 36(8), 3029-3035.
- Kirchgässner, G., & Pommerehne, W. (1994). Schattenwirtschaft als wirtschafts-und sozialpolitische Herausforderung. *das wirtschaftsstudium*, 23(10), 848-860.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.
- Kripfganz, S., & Schneider, D. C. (2019). Response surface regressions for critical value bounds and approximate p-values in equilibrium correction models. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. <https://doi.org/10.1111/obes.12377>.
- Loayza, N.V., 1996. The economics of the informal sector: A simple model and some empirical evidence from Latin America. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 45, 129– 162.

- Matthews, K. (1983). National income and the black economy. *Economic Affairs*, 3(4), 261-267.
- Nabi, M. S., & Drine, I. (2009). External debt, informal economy and growth. *Economics Bulletin*, 29(3), 1695-1707.
- Narayan, P.K. (2005): The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, 37 (17), 1979-1990.
- Ouattara, B (2004). The impact of project aid and programme aid inflows on domestic savings: A case study of Côte d'Ivoire. In Centre for the Study of African Economies Conference on Growth, Poverty Reduction and Human Development in Africa (pp. 21-22).
- Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy-growth nexus. *Energy policy*, 38(1), 340-349.
- Payne, J.E. (2009). On the dynamics of energy consumption and output in the US. *Applied Energy*, 86 (4), 575-577.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1998). An autoregressive distributed-lag modelling approach to cointegration analysis. *Econometric Society Monographs*, 31, 371-413.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (1996). Testing for the existence of a long-run relationship, *Cambridge Working Papers in Economics No. 9622*, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Pesaran, M.H., Shin, Y., Smith, R.J., 2001. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics* 16, 289-326.
- Saunoris, J. W. (2018). Is the shadow economy a bane or boon for economic growth?. *Review of Development Economics*, 22(1), 115-132.
- Schneider, F. (2005). Shadow economies around the world: What do we really know?. *European Journal of Political Economy*, 21(3), 598-642.
- Schneider, F. (2008). The shadow economy in Germany: A blessing or a curse for the official economy?. *Economic Analysis and Policy*, 38(1), 89-111.
- Schneider, F. (2010). The influence of public institutions on the shadow economy: An empirical investigation for OECD countries. *Review of Law & Economics*, 6(3), 441-468.
- Schneider, F., & Enste, D. H. (2000). Shadow economies: Size, causes, and consequences. *Journal of economic literature*, 38(1), 77-114.
- Schneider, F., & Enste, D. H. (2013). *The shadow economy: An international survey*. New York: Cambridge University Press.
- Schneider, F., & Hametner, B. (2014). The shadow economy in Colombia: Size and effects on economic growth. *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*, 20(2), 293-325.
- Schneider, F., & Williams, C. C. (2013). *The shadow economy*. London: The Institute of Economic Affairs.
- Seker, F., Ertugrul, H. M., & Cetin, M. (2015). The impact of foreign direct investment on environmental quality: A bounds testing and causality analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.
- Serrano, J. M., & Gadea, M. D. (2005). What causes the hidden economy in Spain?. *Applied Financial Economics Letters*, 1(3), 143-150.

- Shahbaz, M., Arouri, M., & Teulon, F. (2014). Short-and long-run relationships between natural gas consumption and economic growth: Evidence from Pakistan. *Economic Modelling*, 41, 219-226.
- Shahbaz, M., Tang, C. F., & Shabbir, M. S. (2011). Electricity consumption and economic growth nexus in Portugal using cointegration and causality approaches. *Energy policy*, 39(6), 3529-3536.
- Sims, C. A. (1972). Money, income, and causality. *The American economic review*, 62(4), 540-552.
- Smith, P. M. (1997). Assessing the size of the underground economy: The statistics Canada perspective. In Lippert, O., & Walker, M. (Eds.), *The underground economy: global evidence of its size and impact*, Chapter 2. (pp. 11-37). The Fraser Institute.
- Soares, C., & Afonso, Ó. (2019). The non-observed economy in Portugal: The monetary model and the MIMIC model. *Metroeconomica*, 70(1), 172-208.
- Squalli, J. (2007). Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses for OPEC members. *Energy Economics*, 29, 1192-1205.
- Williams, C. C., & Schneider, F. (2016). *Measuring the Global Shadow Economy: The prevalence of informal work and labour*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, Inc.
- Yu, E.S.H., & Hwang, B.K. (1984). The relationship between energy and GNP: Further results. *Energy Economics*. 6: 186-190.