

Estimating the Volume of Underground Economy and its Asymmetric Impact on Energy Consumption in Iran

Shahryar Zaroki*

Associate Professor in Economics, Faculty of Economic, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Mohammad Abdi Seyyedkolaee

Assistant Professor in Economics, Faculty of Economic, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Mohsen Poursaeidi

Master of Science in Energy Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Extended Abstract

Introduction:

In this study, in order to analyze the effect of underground economy on energy consumption, linear and non-linear methods have been used in data processing and model estimation. The majority of available estimation methods is the linear method. In the linear method, the absolute size of the effect of the explanatory variable in its increasing trend is not different from its decreasing trend. In other words, in an estimate of the effect of the underground economy on energy consumption, it is customary to interpret that if the energy consumption increases by φ unit with the increase of the underground economy, then with the decrease of the underground economy, the energy consumption will also decrease by the amount of φ unit. But what happens in reality may not be like this, and the effect of increasing the underground economy on energy consumption is different from the effect of decreasing it. This issue led to the analysis of the asymmetric effect of the underground economy on energy consumption in Iran, while estimating the size of the underground economy in Iran's economy with the Tanzi method, according to previous studies. To achieve such processing, it is necessary to use asymmetric models. Based on this, using Shin and et al. (2014), the self-explanatory method with nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) has been used to explain asymmetry. It is necessary to explain that in the present study, in addition to the analysis of the asymmetric effect of the

* Corresponding Author: sh.zaroki@umz.ac.ir

How to Cite: Zaroki, Sh. Abdi Seyyedkolaee, M. Poursaeidi, M. (2022). Estimating the Volume of Underground Economy and its Asymmetric Impact on Energy Consumption in Iran. Journal of Economic Policies and Research, 1 (1): 68-111.

underground economy on energy consumption, the asymmetry of the effect of the real price of energy is also focused on.

Methodology:

The main goal of the current research is to investigate the asymmetry of the effect of the underground economy on energy consumption. Shin and et al. (2014) have been used in specifying the model. In the study of Shin and et al. (2014), the discussion of the asymmetry of the coefficient of an influencing factor on the dependent variable in the conditions of prosperity and recession has been raised. They introduced a new method using the study of Pesaran and et al. (2001), which was named NARDL. In the current study, the logarithm of energy consumption is a dependent variable, and the logarithm of the volume of the underground economy is the constant price of 2013, the logarithm of the real price index of total energy, the efficiency index of financial development, i.e. the debt of the private sector to the banking system in relation to the GDP, and the rate of urbanization are explanatory variables of the model. In order to estimate the size of the underground economy, the Tanzi approach has been used. According to Tanzi's idea, in the monetary method, the basic assumption is that in the informal economy, all exchanges are done with cash because they remain secret. In this approach, to estimate the size of the underground economy as well as to estimate its effect on energy consumption, the ARDL method has been used.

Conclusions:

The results of the estimation of the underground economy based on Tanzi's approach indicate that from 1978 to the end of the war, although the size of the underground economy has been accompanied by ups and downs, it has decreased significantly from 218.6 thousand billion rials to 74.1 thousand billion rials. After the war, the volume of the underground economy increased and this increasing trend continued until 1992 and reached the figure of 131.6 thousand billion Rials. Then, with a decrease again in the last year of the sixth presidential term, it increased and in the seventh term until the end of the eleventh presidential term, this increasing trend continued more or less. Finally, this increasing trend reached its peak in the last year of the 11th presidential term by recording the figure of 1681.7 thousand billion Rials during the studied period. After that, with the beginning of the twelfth government, the increasing trend stopped and decreased to 752.3 thousand billion rials in 2018. The results of the description of research variables in the whole period and 7 sub-periods; And the calculation of the growth of the

variables among the sub-periods shows that first, according to the expectation, energy consumption in Iran's economy has had an increasing trend in all the sub-periods. In terms of growth, the highest growth rate is observed in the movement from the sub-war period to the first plan and the lowest growth in the fifth plan and three years of the sixth plan. Second, the average volume of the underground economy at constant prices is equal to 269.4 thousand billion rials, and its minimum was recorded in the first plan and its maximum in the first three years of the sixth plan. In general, the movement trend of the volume of the underground economy has been an almost increasing trend during the period under review. In terms of growth, the highest growth of the volume of the underground economy was in the fourth plan and the lowest in the first plan. Third, the movement trend of the real energy price index shows that after the war, until the years of the fourth plan, it experienced an almost decreasing trend, and after that, with the implementation of the subsidy targeting policy, it started to move in an increasing direction. The highest growth rate was in the fifth program. In general, except for the discussion of the targeting of subsidies, in most cases the real price of energy has experienced a low growth and has a lower growth compared to the price of other goods and services.

The results of the estimation of the model in a linear (symmetric) format in the long run showed that the underground economy does not have a significant effect on energy consumption in Iran's economy. Also, the price of energy corresponds to the function of energy demand, with an inverse effect on energy consumption, and it is inelastic. As expected, the rate of urbanization has a direct effect on energy consumption. The most important thing is that in terms of elasticity, unlike the previous two factors, energy consumption in Iran's economy is elastic respect to the rate of urbanization and the size of the effect is significant. However, unlike the short run period, the efficiency of financial development does not have a significant effect on energy consumption in the long run.

The results of the estimation of the model in a non-linear (asymmetrical) method indicate that the underground economy has an asymmetric effect on energy consumption in the long run. In a way that, contrary to the non-significance of the effect of increases in the underground economy on energy consumption, decreases in the underground economy have a direct effect on energy consumption, and of course, it is inelastic. Like the underground economy, the real price of energy has an asymmetric effect on energy

consumption. With the difference that this factor is effective in both increases and decreases, and of course it is inelastic. Also, the effect size of reductions in the real price of energy on energy consumption is twice the effect of increases in it.

Based on the results, it is suggested that firstly, considering the direct impact of energy consumption on the reduction in the volume of the underground economy, policy makers should adopt appropriate solutions based on economic transparency in order to reduce the volume of the underground economy. Second, considering the inverse impact of energy consumption on the real price of energy, and especially its more unfavorable impact on reductions in energy prices, it is suggested that correct and targeted pricing of energy should be done seriously.

Keywords: Underground Economy, Energy Consumption, Asymmetric, Iran.

JEL Classification: Q43, O17, C22.



برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی و تاثیر نامتقارن آن بر مصرف انرژی در ایران

شهریار زروکی *

دانشیار گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

محمد عبدی

استادیار گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

سیدکلایی

محسن پورسعیدی

دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

چکیده

در مطالعه حاضر ابتدا بر مبنای رهیافت تانزی و با استفاده از داده‌ها و اطلاعات در دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹۸ حجم اقتصاد زیرزمینی برآورد شد. سپس به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل تجربی تاثیر اقتصاد زیرزمینی و سایر متغیرها بر مصرف انرژی در اقتصاد ایران از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی خطی (ARDL) و غیرخطی (NARDL) استفاده شد. یافته‌های حاصل از برآورد الگوی متقارن (خطی) در بلندمدت نشان می‌دهد که اقتصاد زیرزمینی با اثر معناداری بر مصرف انرژی همراه نیست ولی برآورد غیرخطی بیانگر اثر نامتقارن اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی است. به نحوی که افزایش‌ها در اقتصاد زیرزمینی با اثر معنادار بر مصرف انرژی همراه نیست ولی کاهش‌ها در آن اثری مستقیم داشته و با کاهش یک درصدی در حجم اقتصاد زیرزمینی، مصرف انرژی به میزان ۰/۳۱ درصد افزایش می‌یابد. در هر دو قالب متقارن و نامتقارن قیمت حقیقی انرژی با اثری معکوس بر مصرف انرژی همراه است. نرخ شهرنشینی نیز مطابق انتظار با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه است. بر مبنای نتایج حاصله پیشنهاد می‌شود که سیاستگذاران با اتخاذ سیاست‌های مناسب و با ارتقای سطح شفافیت اقتصادی در کاهش حجم اقتصاد زیرزمینی تلاش نمایند. همچنین پیشنهاد می‌شود در قیمت‌گذاری انرژی به نامتقارنی در اثرگذاری این عامل بر مصرف انرژی توجه شود.

کلیدواژه‌ها: اقتصاد زیرزمینی، مصرف انرژی، نامتقارن، ایران.

طبقه‌بندی JEL: Q43، O17، C22.

مقدمه

در اکثر کشورها انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید و همچنین به‌عنوان یکی از کالاها و خدمات مورد نیاز در مصرف نهایی، از نظر اقتصادی دارای اثرات قابل توجهی است. در این راستا طی دو دهه اخیر از انرژی در کنار سایر عوامل تولید نظیر کار، سرمایه و مواد اولیه نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در حیات اقتصادی کشورها بر عهده دارد. تأمین و به‌کارگیری صحیح انرژی یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که بر میزان پیشرفت اقتصادی و ثبات سیاسی و اجتماعی کشورها مؤثر است. برخورداری از منابع انرژی، استفاده صحیح از این منابع، بهره‌برداری از انرژی‌های نو و همچنین توسعه‌یافتگی زیرساخت‌ها به‌طور مستقیم بر رشد، استقلال و پیشرفت یک کشور تأثیرگذار است. نظر به این‌که ایران کشوری در حال توسعه و غنی به‌لحاظ منابع انرژی است، مطالعه‌ی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی می‌تواند در شناخت بهتر متغیرهای اساسی و تأثیرگذار، کمک نماید. مطالعه این عوامل علاوه بر آن‌که منجر به درک عمیق‌تری از سازوکار مصرف انرژی کشور می‌شود، می‌تواند به صاحب‌نظران در به‌تصویر کشیدن موقعیت فعلی و آینده این کشور در مدیریت نااطمینانی‌ها، تبیین الگوی مصرف انرژی و چگونگی روند افزایشی تقاضا برای آن، به‌منظور تأمین سطح مناسب و کافی انرژی یاری برساند. بر این مبنا تحقیق حاضر درصدد شناسایی عوامل اصلی و تأثیرگذار بر مصرف انرژی است. این مهم به‌ویژه برای کشور ایران که در بخش‌های مختلف اقتصادی با اتلاف انرژی روبرو است می‌تواند دورنمای مناسبی ترسیم نماید.

درک این‌که چه عواملی ممکن است به‌عنوان علل کلیدی، مصرف انرژی را تحت تاثیر قرار دهد، یک روش مهم پژوهش است. هنگامی که از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی

صحبت می‌شود باید به این نکته که نیاز به انرژی ناشی از نیاز به کالا و خدمات می‌باشد توجه کنیم. بنابراین نیازهای مختلف به کالاهای مختلف است که تقاضا و مصرف انرژی را تعیین می‌کند. در کشورهای در حال توسعه نیز، عواملی از قبیل رشد جمعیت، توسعه شهرنشینی، افزایش سطح زندگی و رفاه، موجب شده که دامنه‌ی مصرف انرژی گسترش یابد، که این به طور نسبی کم‌تر از کشورهای توسعه یافته می‌باشد (Behboudi and et al., 2009). یکی از مهم‌ترین عوامل تولید، انرژی است و با توجه به مطالعات تجربی در این زمینه رشدهای بالاتر فشار فزاینده‌ای بر مصرف انرژی وارد می‌کنند. به‌عنوان مثال در کشورهای در حال توسعه با رشد تولیدات (غالباً تولیدات صنعتی) و ایجاد زیرساخت‌ها و کارخانه‌های جدید، مصرف انرژی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، باید توجه داشت که گسترش و توسعه بخش غیررسمی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد هر کشور نیز می‌تواند مصرف انرژی کشور را تحت تاثیر قرار دهد. کاهش فعالیت‌های زیرزمینی در اقتصاد هر کشور مهم و حیاتی بوده و با توجه به آنکه مطالعات موجود در این زمینه، پیوند بین اقتصاد زیرزمینی و مصرف انرژی را تایید می‌کند؛ بررسی بیشتر ارتباط بین اقتصاد زیرزمینی با مصرف انرژی نیز اهمیت می‌یابد. وجود یک بخش زیرزمینی در واقع انعکاسی از انگیزه‌ی افراد برای پنهان کردن فعالیت‌های اقتصادی‌شان است. چرا که این فعالیت‌ها اگر در بخش رسمی انجام شود کمتر رضایت‌بخش بوده و یا شروع چنین فعالیت‌هایی غیرقانونی می‌باشد. با توجه به این که گستردگی فعالیت‌های مربوط به اقتصاد زیرزمینی باعث بروز مشکلاتی در بخش حساب‌های ملی و متغیرهای کلان اقتصادی می‌شود، مطالعه و ارزیابی آثار و پیامدهای گسترش این بخش و چگونگی تاثیرگذاری آن بر مصرف انرژی ضرورت می‌یابد.

در مطالعه‌ی حاضر جهت تبیین و تحلیل اثر اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی، همگام با روش خطی در برآورد الگو، از روش غیرخطی نیز در پردازش داده‌ها استفاده شده است. غالب الگوهای موجود در تحلیل و برآورد، خطی است. در الگوهای خطی، اندازه‌ی مطلق اثرگذاری متغیر توضیحی در روند افزایشی با روند کاهشی آن متفاوت نیست. به عبارتی دیگر، در یک برآورد خطی تحلیل اثر حجم اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی چنین تفسیری متعارف است که اگر با افزایش حجم اقتصاد زیرزمینی، مصرف انرژی به اندازه ϕ واحد افزایش یابد، آنگاه با کاهش حجم اقتصاد زیرزمینی نیز مصرف انرژی به میزان ϕ واحد کاهش خواهد یافت. ولی آنچه که در واقعیت رخ می‌دهد ممکن است این‌گونه نباشد و اثر افزایش حجم اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی، متفاوت با اثر کاهش آن باشد. این موضوع، نگارندگان مقاله را بر آن داشت تا با توجه به مطالعات صورت گرفته، ضمن برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی در اقتصاد ایران با رهیافت تانزی، اثر نامتقارن حجم اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی در ایران نیز تبیین شود. برای دستیابی به چنین پردازشی لازم است تا از الگوهای نامتقارن استفاده شود. بر این اساس، با استفاده از مطالعه‌ی Shin (2014) & et al. از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی^۱ در تبیین و تشریح نامتقارنی استفاده شده است. لازم به توضیح است که در مطالعه‌ی حاضر در کنار تحلیل اثر نامتقارن اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی، بر نامتقارنی اثر قیمت حقیقی انرژی نیز تمرکز شده است. بر این اساس، در ادامه مقاله به این صورت سازمان‌دهی شده است که در بخش دوم ادبیات پژوهش ارائه می‌شود. بخش سوم به تصریح الگوی پژوهش، برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی و توصیف داده‌ها اختصاص یافته است. برآورد متقارن و نامتقارن از الگوی پژوهش در بخش چهارم ارائه و به تفسیر نتایج پرداخته شده است. ارائه یافته‌های پژوهش نیز پایان بخش مطالعه حاضر است.

¹ Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL)

ادبیات پژوهش

ادبیات نظری پژوهش

اقتصاد غیررسمی که اقتصاد سایه، اقتصاد پنهان یا اقتصاد زیرزمینی نیز نامیده می‌شود؛ به‌عنوان مجموعه‌ای از فعالیت‌های اقتصادی تعریف می‌شود که خارج از چارچوب بوروکراتیک مؤسسات بخش دولتی و خصوصی انجام می‌شود (Hart, 2008). Ithrig & Moe (2004) اقتصاد غیررسمی را به‌عنوان بخشی توصیف می‌کنند که کالاهای قانونی تولید می‌کند ولی با مقررات دولتی مطابقت ندارد. در تعریف دیگری، (Tanzi 1999) این بخش را در تولید و توزیع کالاها و خدماتی سهم می‌داند که در حساب‌های رسمی از درآمد ملی یک کشور محاسبه نمی‌شود. (Matthews 1983) اقتصاد غیررسمی را غالباً به‌عنوان یک بخش با کاربری بالا و نه یک بخش سرمایه‌بر توصیف می‌کند که البته به‌عنوان بخشی بدون دسترسی به مرزهای تکنولوژیکی در تولید است. یکی از توضیحات مربوط به این پدیده آن است که بخش غیررسمی به منظور اجتناب و فرار از بررسی و نظارت دقیق دولت، در مقیاس اندک فعالیت می‌کند. بر این اساس، به دلیل محدودیت در مقیاس‌های اقتصادی، تولید در بخش غیررسمی با سرمایه کمتر و شدت کار بالاتر صورت می‌پذیرد. توضیح دیگر در مورد شدت کار بالاتر، پایین بودن هزینه‌های عملیاتی نیروی کار در بخش غیررسمی تحت نظارت ناقص است. به‌عنوان مثال، نیروی کار در بخش غیررسمی ارزان‌تر از بخش رسمی است، زیرا کارفرمایان غیررسمی مجبور نیستند حداقل دستمزد را برای کارمندان خود تا حدی که کارفرمایان رسمی انجام می‌دهند پرداخت کنند. همچنین، پرداختی برای بیمه نیز صورت نمی‌دهند. از آن‌جا که مصرف انرژی در فعالیت‌های سرمایه‌بر بیشتر از فعالیت‌های کاربر است در نتیجه، با توجه به شدت پایین سرمایه در بخش غیررسمی، انتظار بر آن است که با افزایش حجم اقتصاد غیررسمی، مصرف انرژی کاهش یابد. به عبارت دیگر، از آن‌جا که بخش غیررسمی جهت جلوگیری

از بازرسی توسط سازمان‌های نظارتی باید در مقیاس کوچک فعالیت کند، تکیه کمتری به سرمایه داشته و فعالیت‌ها در آن بیشتر بر استفاده از نیروی کار متمرکز است. مطالعات در سطح خرد در حوزه اقتصاد غیررسمی نیز نشان می‌دهد که شدت سرمایه در بخش غیررسمی به نسبت پایین‌تر از بخش رسمی است. از اینرو و با توجه مصرف کمتر انرژی در فعالیت‌های با شدت کار بالا، افزایش اندازه بخش غیررسمی احتمالاً منجر به پایین آمدن مصرف انرژی خواهد شد. از سویی دیگر، بخش غیررسمی قادر به اجتناب از هزینه‌های مرتبط با مصرف انرژی است و در برخی موارد، حتی می‌تواند در کشورهایی با قوانین محدود، نهادهای ضعیف و قدرت نظارت محدود، به انرژی غیرقانونی و آزاد اعتماد کند. بر این اساس، تأسیسات بخش غیررسمی در چنین اقتصادهایی ممکن است انگیزه زیادی برای تکیه بر فرایندهای تولید مبتنی بر صرفه‌جویی انرژی نداشته باشند و از اینرو تا زمانی که تولیدشان را افزایش می‌دهند، می‌توانند از انرژی زیاد و بدون هزینه‌های زیاد استفاده کنند. این مکانیسم می‌تواند رابطه مثبتی بین اندازه بخش غیررسمی و مصرف انرژی ایجاد کند (Basbay & et al. 2016).

درباره ارتباط اندازه بخش غیررسمی و مصرف انرژی می‌توان دو مکانیسم نظری مختلف را تبیین نمود. مکانیسم اول مبتنی بر مطالعه Dhawan & et al. (2010) است که رابطه‌ی بین بهره‌وری و قیمت انرژی را بررسی نمودند. آن‌ها یک مدل تعادل عمومی تصادفی پویا طراحی نمودند که در آن از انرژی ضمن آن که به عنوان سرمایه‌گذاری از کل درآمد در نظر گرفته می‌شود، در تولید نیز به عنوان یک نهاد به همراه نیروی کار و سرمایه فیزیکی استفاده می‌شود. در این مجموعه، انرژی به عنوان عامل تولید مورد نیاز تولیدکنندگان است و توسط سرمایه‌گذاری خانوارها تامین شود. (Basbay & et al. 2016) با اضافه کردن یک بخش دوم و بنابراین یک تابع تولید اضافی که بخش غیررسمی را نشان می‌دهد،

الگوی Dhawan & et al. (2010) را گسترش دادند. Dhawan & et al. (2010) بیان می‌دارند که با شرط اینکه تولید بخش غیررسمی انرژی کمتری نسبت به تولید بخش رسمی داشته باشد، ارتباط معکوس بین مصرف انرژی و اندازه بخش غیررسمی نتیجه خواهد شد. به نحوی که بخش غیررسمی بزرگتر که از تمایل بیشتر خانوارها برای تامین نیروی کار در بخش غیررسمی ناشی می‌شود؛ اندازه بخش غیررسمی را افزایش و اندازه بخش رسمی را کاهش می‌دهد. این امر ظرفیت درآمدی اقتصاد را محدود می‌کند و در نتیجه سرمایه‌گذاری در انرژی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، از آنجایی که بخش غیررسمی انرژی‌بری کمتری دارد، مصرف انرژی کل اقتصاد را نیز کاهش خواهد یافت.

مکانیسم دوم با بسط الگوی تعادل عمومی پویای Elgin & Oztunali (2014-a) ارائه شده است. Elgin & Oztunali (2014-a) در مطالعه خود یک الگوی تعادل عمومی پویا را برای توضیح رابطه U معکوس بین چندین شاخص آلودگی و اقتصاد غیررسمی طراحی کردند. آنها بخش غیررسمی را به عنوان یک بخش با کاربری بالا در نظر می‌گیرند و برای سادگی فرض می‌کنند که عملکرد تولید در بخش غیررسمی فقط نیروی کار را به کار گرفته و از سرمایه فیزیکی استفاده نمی‌کند. در ارتباط با سرمایه‌بر بودن بخش غیررسمی، Basbay & et al. (2016) بیان می‌دارند که مطمئناً مفهوم صرفه‌جویی به مقیاس به ویژگی‌های تکنولوژیکی تولید مربوط می‌شود که در هزینه متوسط منعکس می‌شود. با این حال، اگرچه به طور کلی عدم صرفه‌جویی به مقیاس به احتمال زیاد سرمایه را نسبتاً بیشتر از نیروی کار تحت تأثیر قرار می‌دهد، ولی این استدلال که اقتصاد غیررسمی باید با سرمایه کمتری تلقی شود نیازمند تعدیل است. زیرا نمی‌توان مشاهداتی مستقیم در مورد سرمایه داشت، ولی در مورد انرژی به عنوان یک نهاد مکمل می‌توان مشاهداتی را ثبت نمود. اگرچه هزینه‌های نیروی کار در بخش غیررسمی به وضوح کمتر از بخش رسمی

است ولی مطمئناً ممکن است مزایای بیشتری در استفاده از سرمایه در بخش غیررسمی نسبت به بخش رسمی وجود داشته باشد. این مزایا می‌تواند شامل هزینه‌های احتمالاً پایین‌تر مربوط به نگهداری و گارانتی تجهیزات باشد. با این وجود، مطالعات در سطح خرد در مورد بخش غیررسمی با استفاده از داده‌های سطح شرکت‌ها، به طور کلی نشان می‌دهد که شدت سرمایه در بخش غیررسمی بسیار کمتر از بخش رسمی است. به هر سوی در مکانیسم دوم، (Elgin & Oztunali (2014-a and 2014-b) استدلال می‌کنند که رابطه غیرخطی بین بخش غیررسمی و آلودگی ممکن است به دلیل وجود دو مجرای مختلف باشد. در مجرای نخست، بخش غیررسمی بزرگتر (کوچکتر) با شدت سرمایه کمتر (بالاتر) و در نتیجه آلودگی کمتر (بیشتر) همراه است. ولی در مجرای دوم، بخش غیررسمی بزرگتر (کوچکتر) نیز می‌تواند با آلودگی بیشتر (کمتر) همراه باشد. با این منطق که بخش غیررسمی از اغلب مقررات دولت از جمله مقررات و استانداردهای زیست محیطی پیروی نمی‌کند. بر این اساس، مجرای اول، اثر مقیاس غیررسمی و مجرای دوم را اثر مقررات‌زدایی نامیده می‌شود. در مورد آلودگی، برای سطوح پایین‌تر اقتصاد غیررسمی، اثر مقررات‌زدایی بر اثر مقیاس غالب است. در حالی که برای سطوح بزرگتر از اقتصاد غیررسمی عکس آن صادق است. (Basbay & et al. (2016) با بسط استدلالات Elgin & Oztunali (2014-a and 2014-b) و تعمیم آن از آلودگی به مصرف انرژی اظهار داشتند که این دو اثر در زمینه بخش غیررسمی و مصرف انرژی نیز وجود دارد. به نحوی که اثر مقررات‌زدایی در این زمینه نشان می‌دهد که یک اقتصاد غیررسمی بزرگتر باید با سطح بالاتری از مصرف انرژی همراه باشد. زیرا مصرف‌کنندگان انرژی به هنگام فعالیت بخش غیررسمی ممکن است تمایل به استفاده بیش از حد انرژی داشته باشند. در تایید این نکته می‌توان به رویکرد (Kaufman-Kaliberda (1996) در تخمین حجم اقتصاد غیررسمی

اشاره داشت که در برآورد بخش غیررسمی فرض می‌کنند اقتصاد غیررسمی به طور غیرقانونی بیش از حد از برق استفاده می‌کند. از سوی دیگر، اثر مقیاس حاکی از آن است که اندازه بخش غیررسمی و مصرف انرژی رابطه‌ای منفی با یکدیگر دارد. این مجدد به این دلیل است که سرمایه‌بری در بخش غیررسمی کمتر است و این ویژگی مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. با این حال بسته به برآیند این دو اثر، می‌توان یک رابطه مثبت یا منفی بین مصرف انرژی و اندازه بخش غیررسمی انتظار داشت.

ادبیات تجربی پژوهش

در این بخش مروری بر برخی مطالعات داخلی و خارجی انجام می‌شود. با توجه به متغیر وابسته در مطالعه حاضر، یعنی مصرف انرژی، تلاش شده است تا عموماً بر مطالعاتی تمرکز شود که در آنها به تحلیل عوامل موثر بر مصرف انرژی پرداخته شده است. بر این مبنا مطالعات در دو قالب گزارش می‌شود. در قالب نخست تمرکز بر مطالعاتی است که در فضای عوامل موثر بر مصرف انرژی است. در قالب دوم نیز مطالعاتی گزارش می‌شود که در آن تمرکز بر تحلیل اثر اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی قرار دارد.

مطالعات تجربی در قالب نخست:

Jalalabadi & Rakhshan (2005) در مطالعه خود به تحلیل مصرف حامل‌های انرژی با استفاده از الگوی خودرگرسیون برداری در دوره زمانی ۱۳۸۰-۱۳۴۶ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش قیمت یک حامل انرژی، حداقل دو سال طول می‌کشد تا میزان مصرف آن تغییر چشم‌گیری پیدا کند و این به دلیل آن است که درجه جایگزینی بین حامل‌های انرژی در ایران بسیار پایین است.

Gholizade and Barati (2011) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی خانگی و برق مصرفی خانوار در ایران در دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۷۳ پرداختند. تکنیک مورد استفاده در

این پژوهش تجزیه شاخص دیویزیای میانگین لگاریتمی جمع پذیر است. همچنین، از این روش برای تجزیه انرژی برق مصرفی خانوار و بررسی نقش بهره‌وری انرژی در تغییرات مصرف انرژی خانگی استفاده می‌شود. بررسی چهار اثر درآمدی خانوار، بهره‌وری انرژی، رشد جمعیت و مصرف انرژی خانگی نشان می‌دهد که درآمد خانوار بیشترین اثر را بر رشد مصرف انرژی مسکونی دارد و بهره‌وری انرژی عامل مؤثر بر کاهش مصرف انرژی خانوار هستند.

Li and et al. (2011) با روش حداقل مربعات معمولی به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در چین در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۹-۱۹۹۱ پرداختند. ایشان در ابتدا با برآورد مدل چندجمله‌ای معکبی، عوامل تأثیرگذار را شناسایی و سپس با برآورد تابع تقاضای انرژی بر مبنای تابع تولید ترانسلوگ نتیجه گرفتند که شهرنشینی، جمعیت و رشد اقتصادی از عوامل اصلی مصرف‌کننده انرژی است در حالی که قیمت و ساختار صنعتی اهمیت کمتری دارد. Sbia and et al. (2014) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۷۵ در کشور امارات متحده عربی با استفاده از روش ARDL پرداختند. نتایج حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، آزادی تجاری و انتشار دی‌اکسید کربن منجر به کاهش تقاضای انرژی می‌شود و رشد اقتصادی و انرژی‌های پاک دارای تاثیر مثبت بر تقاضای انرژی است.

Keho (2016) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در کشورهای درحال توسعه پرداخته است. پژوهشگر با در نظر گرفتن سطح مصرف انرژی ۱۲ کشور آفریقایی و تشکیل سری زمانی و مفاهیم هم‌جمعی به بررسی عوامل مؤثر در مصرف انرژی در دوره زمانی ۱۹۷۰-۲۰۱۱ پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد درآمد سرانه، سهم بخش صنعت، جمعیت و شهرنشینی نقش مهمی در مصرف بلندمدت انرژی ایفا می‌کنند.

مطالعات تجربی در قالب دوم:

Haghnejad & Farahati (2020) در مطالعه خود با در نظر گرفتن بخش سایه اقتصاد، علیت گرنجری میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی (رسمی) و رشد اقتصاد سایه را برای ایران در دوره ۱۳۹۴-۱۳۵۵ بررسی نمودند. 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 کوتاه-مدت 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. Karanfil (2008) در مطالعه‌ی خود با هدف تحلیل ارتباط مصرف انرژی و تولید رسمی و غیررسمی طی دوره‌ی ۱۹۷۰-۲۰۰۵ برای اقتصاد ترکیه نشان می‌دهد که هم‌انباشتگی و علیت گرنجری میان مصرف انرژی و تولید بخش رسمی وجود دارد ولی هیچ‌گونه هم-انباشتگی یا رابطه علی میان مصرف انرژی و تولید کل یعنی مجموع تولید رسمی و غیررسمی وجود ندارد.

Basbay & et al. (2016) در مطالعه خود رابطه بین مصرف انرژی و اندازه اقتصاد غیررسمی را با تکیه بر روش داده‌های تابلویی برای ۱۵۹ کشور در دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۲ بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهند که نخست، در سطح کل کشورها، اندازه بخش غیررسمی اثری معکوس و نامتقارن بر مصرف انرژی دارد که می‌تواند ناشی از کاربرد بودن فعالیت‌ها در بخش غیررسمی باشد. البته آن‌ها شواهد تجربی واقعی در مورد حضور نیروی کار بالا و شدت سرمایه کم در اقتصاد غیررسمی ارائه دادند. دوم، نتایج بند اول همچنین برای کشورهای صادرکننده نفت، کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و

برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی و تاثیر نامتقارن آن بر مصرف انرژی در ایران ۸۳

کشورهای جی ۲۰ صادق است ولی برای کشورهای جی ۷ که بخش غیررسمی کوچکتری دارند تایید نشد.

Benkraiem & et al. (2019) در مطالعه‌ی خود به بررسی اثر نامتقارن اقتصاد سایه بر مصرف انرژی در کشور بولیوی با داده‌های فصلی ۱۹۶۰-۲۰۱۵ پرداختند. نتایج این مطالعه وجود یک رابطه نامتقارن بین متغیرهای مورد بررسی را تایید نمود. به نحوی که شوک‌های مثبت و منفی تولید ناخالص داخلی رسمی و اقتصاد سایه تأثیرات مثبتی بر مصرف انرژی دارد. همچنین، مصرف انرژی به‌طور مثبت و منفی تحت تاثیر شوک‌های مثبت و منفی توسعه مالی قرار می‌گیرد و شوک مثبت (منفی) به سرمایه، مصرف انرژی را کاهش می‌دهد.

Ahad & et al. (2021) در مطالعه‌ی خود با روش هم‌انباشتگی چندکی به شناسایی اثر اقتصاد سایه بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر طی دوره ۱۹۷۲:۱-۲۰۱۸:۴ در پاکستان پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اقتصاد سایه تأثیر مثبت بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر دارد.

Canh & et al. (2021) با روش داده‌های تابلویی پویا و تخمین زن گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی به بررسی عوامل تعیین‌کننده مصرف انرژی در ۱۱۵ کشور طی دوره ۱۹۹۱-۲۰۱۴ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که نخست، اقتصاد سایه اثر مستقیم بر مصرف انرژی دارد. به نحوی که یک بخش غیررسمی بزرگتر باعث سطح بالاتر، شدت بیشتر و استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. دوم، تأثیر اقتصاد سایه بر اساس سطوح درآمد می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد. تأثیر اقتصاد سایه بر میزان مصرف انرژی در اقتصادهای با درآمد پایین و متوسط قوی‌تر است، ولی در اقتصادهای با درآمد بالا، اندازه-ی اثر ضعیف‌تر است. همچنین در اقتصادهای کم درآمد، درآمد متوسط پایین و درآمد

بالا تأثیر اقتصاد سایه بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ضعیف‌تر است، در حالی که در اقتصادهای با درآمد متوسطِ بالا، این اثر قوی‌تر است. با مروری بر مطالعات گزارش شده و همچنین سایر مطالعات مرتبط در این زمینه این نکته مشهود است که عمده مطالعات در این حوزه بر تحلیل عوامل موثر بر مصرف انرژی، آن هم عموماً بدون لحاظ و تحلیل اثر اقتصاد زیرزمینی است. با بررسی و جستجوی نگارندگان در مطالعات داخلی، مطالعه‌ای در این زمینه یافت نشد. این مورد و بویژه یافت نشدن مطالعه‌ای که به تحلیل غیرخطی اثر اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی در اقتصاد ایران پردازد، نگارندگان را بر آن داشت که بر این موضوع تمرکز نمایند. بر این مبنای نوآوری نخست مطالعه حاضر را می‌توان در تبیین اثر اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی دانست. استفاده از رویکرد غیرخطی در تحلیل اثر نامتقارن اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی نیز نوآوری دیگر مطالعه حاضر می‌باشد.

ارائه الگوی پژوهش، برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی و توصیف داده‌ها ✓ ارائه الگوی پژوهش

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی نامتقارن بودن اثر اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی است. در تصریح الگو از مطالعه‌ی Shin & et al. (2014) استفاده شده است. در مطالعه یاد شده بحث عدم تقارن ضریب یک عامل اثرگذار بر متغیر وابسته در شرایط رونق و رکود مطرح شده است. آنها با استفاده از مطالعه Pesaran and et al. (2001) الگوی جدیدی را معرفی کردند که الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL) نام‌گذاری شد. در ادامه، این الگو بر اساس متغیرهای پژوهش حاضر تبیین شده است. این متغیرها عبارتند از: لگاریتم مصرف انرژی^۱ (EC)، لگاریتم حجم اقتصاد زیرزمینی^۲ به

^۱ Energy Consumption

^۲ Underground Economics

قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ ($RUnderEco$)، لگاریتم شاخص قیمت حقیقی کل انرژی^۱ ($RPTE$)، شاخص کارایی توسعه مالی یعنی بدهی بخش خصوصی به سیستم بانکی نسبت به تولید ناخالص داخلی (FDE) و نرخ شهرنشینی^۳ (UR). مبنای الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی ($NARDL$)، رگرسیون نامتقارن در معادله (۱) است که در آن متغیر $RUnderEco$ به شکل $RUnderEco_t = RUnderEco_0 + RUnderEco_t^+ + RUnderEco_t^-$ و متغیر $RPTE$ به شکل $RPTE_t = RPTE_0 + RPTE_t^+ + RPTE_t^-$ تجزیه شده است. به نحوی که انباشت جزئی در تغییرات $RUnderEco_t$ و $RPTE$ به ترتیب به شکل رابطه (۲) و (۳) است.

$$EC_t = \alpha + \theta^+ RUnderEco_t^+ + \theta^- RUnderEco_t^- + \delta^+ RPTE_t^+ + \delta^- RPTE_t^- + \gamma UR_t + \beta FDE_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\begin{cases} RUnderEco_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta RUnderEco_j^+ = \sum_{j=1}^t \text{Max}(\Delta RUnderEco_j, 0) \\ RUnderEco_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta RUnderEco_j^- = \sum_{j=1}^t \text{Min}(\Delta RUnderEco_j, 0) \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} RPTE_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta RPTE_j^+ = \sum_{j=1}^t \text{Max}(\Delta RPTE_j, 0) \\ RPTE_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta RPTE_j^- = \sum_{j=1}^t \text{Min}(\Delta RPTE_j, 0) \end{cases} \quad (3)$$

بر اساس روابط فوق، الگوی نامتقارن $ARDL(p, q_1, q_2, r_1, r_2, s, v)$ به شکل رابطه (۴) طراحی می‌شود. در این رابطه ρ ضریب خودهمبستگی، θ ضریب نامتقارن وقفه‌های اقتصاد زیرزمینی و γ ضریب وقفه‌های قیمت انرژی است.

$$EC_t = \sum_{j=1}^p \rho_j EC_{t-j} + \sum_{j=0}^{q_1} \theta_j^+ RUnderEco_{t-j}^+ + \sum_{j=0}^{q_2} \theta_j^- RUnderEco_{t-j}^- + \sum_{j=0}^{r_1} \delta_j^+ RPTE_{t-j}^+ + \sum_{j=0}^{r_2} \delta_j^- RPTE_{t-j}^- + \sum_{j=0}^s \gamma_j UR_{t-j} + \sum_{j=0}^v \beta_j FDE_{t-j} + e_t \quad (4)$$

در ادامه مطابق با مطالعه Shin & et al. (2014) رابطه ایستای (۴) به رابطه پویای (۵) تعمیم داده شده است. در رابطه (۶) یک الگوی تصحیح خطا در وضعیت تقارن اثر کلیه متغیرهای توضیحی بر لگاریتم مصرف انرژی تصریح شده است:

¹ Ratio Real Price Total Energy

² Index of financial Development Efficiency

³ Urban Ratio

$$\begin{aligned} \Delta EC_t = & \rho EC_{t-1} + \theta RUnderEco_{t-1} + \delta RPTE_{t-1} + \gamma UR_{t-1} + \beta FDE_{t-1} + \\ & \sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta EC_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i \Delta RUnderEco_{t-i} + \sum_{i=0}^{r-1} \delta_i \Delta RPTE_{t-i} + \sum_{i=0}^{s-1} \gamma_i \Delta UR_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^{v-1} \beta_i \Delta FDE_{t-i} + e_t \end{aligned} \quad (5)$$

که با لحاظ کردن اثر نامتقارن اقتصاد زیرزمینی و قیمت انرژی بر مصرف انرژی، به مانند روشی که در معادله (۳) تکرار شده است، رابطه (۶) تصریح می‌شود:

$$\begin{aligned} \Delta EC_t = & \rho EC_{t-1} + \theta^+ RUnderEco_{t-1}^+ + \theta^- RUnderEco_{t-1}^- + \delta^+ RPTE_{t-1}^+ + \\ & \delta^- RPTE_{t-1}^- + \gamma UR_{t-1} + \beta FDE_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta EC_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i \Delta RUnderEco_{t-i} + \sum_{i=0}^{r-1} \delta_i \Delta RPTE_{t-i} + \sum_{i=0}^{s-1} \gamma_i \Delta UR_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^{v-1} \beta_i \Delta FDE_{t-i} + e_t \end{aligned} \quad (6)$$

که در آن به عدم تقارن بلندمدت توجه شده است. عدم تقارن بلندمدت به معنای $\theta^+ \neq \theta^-$ و $\delta^+ \neq \delta^-$ است. همچنین می‌توان رابطه (۶) را با فرض وجود عدم تقارن کوتاه‌مدت (یعنی $\theta_i^+ \neq \theta_i^-$ و $\delta_i^+ \neq \delta_i^-$)، به شکل رابطه (۷) تغییر داد:

$$\begin{aligned} \Delta EC_t = & \rho EC_{t-1} + \theta^+ RUnderEco_{t-1}^+ + \theta^- RUnderEco_{t-1}^- + \delta^+ RPTE_{t-1}^+ + \\ & \delta^- RPTE_{t-1}^- + \gamma UR_{t-1} + \beta FDE_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta EC_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^{q_1-1} \theta_i^+ \Delta RUnderEco_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{q_2-1} \theta_i^- \Delta RUnderEco_{t-i}^- + \sum_{i=0}^{r_1-1} \delta_i^+ \Delta RPTE_{t-i}^+ + \\ & \sum_{i=0}^{r_2-1} \delta_i^- \Delta RPTE_{t-i}^- + \sum_{i=0}^{s-1} \gamma_i \Delta UR_{t-i} + \sum_{i=0}^{v-1} \beta_i \Delta FDE_{t-i} + e_t \end{aligned} \quad (7)$$

بر اساس الگوی فوق می‌توان اثر نامتقارن اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی را در اقتصاد ایران در وضعیت کوتاه‌مدت و بلندمدت آزمون نمود. مطابق با ادبیات نظری انتظار بر آن است که فعالیت‌ها در اقتصاد سایه و به عبارتی دیگر حجم اقتصاد زیرزمینی بطور مستقیم بر مصرف انرژی اثرگذار باشد. همچنین انتظار می‌رود که قیمت حقیقی انرژی با اثری معکوس و نرخ شهرنشینی و توسعه مالی با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه باشد.

لازم به توضیح است که داده‌های مصرف انرژی از ترازنامه انرژی؛ و نرخ شهرنشینی و شاخص توسعه مالی به ترتیب از درگاه آماری مرکز آمار و بانک مرکزی ایران استخراج شده است. داده‌های حجم اقتصاد زیرزمینی برآوردی است و توضیحات مربوط در قسمت بعدی آمده است. همچنین به جهت در دسترس نبودن آمار مربوط به شاخص قیمت حقیقی

کل انرژی ($RPTE$)، ابتدا شاخص قیمت کل انرژی به قیمت اسمی ($NPTE$)^۱ با استفاده از داده‌های مربوط به قیمت اسمی و مصرف حامل‌های انرژی (نفت گاز، نفت سفید، نفت-کوره، بنزین، گاز طبیعی و برق) با فرمول (میانگین وزنی) زیر محاسبه شده است:

$$NPTE = \sum_{i=1}^6 \left(\frac{EC_i}{TEC} * NPE_i \right) \quad i = \text{گاز طبیعی، برق، بنزین، نفت کوره، نفت سفید، نفت گاز}$$

که در آن TEC مصرف کل حامل‌های انرژی (مجموع مصرف نفت گاز، نفت سفید، نفت-کوره، بنزین، برق و گاز طبیعی) و EC_i مصرف آئین حامل انرژی می‌باشد. در رابطه مذکور وزن برابر با نسبت مصرف آئین حامل انرژی به مجموع مصرف کل حامل‌های انرژی ($\frac{EC_i}{TEC}$) تعریف شده است. پس از محاسبه شاخص قیمت کل انرژی به قیمت اسمی براساس فرمول مذکور؛ با تقسیم آن بر شاخص قیمت مصرف کننده، شاخص قیمت حقیقی کل انرژی محاسبه می‌شود. توضیح آن که داده‌ها و اطلاعات میزان مصرف و قیمت حامل-های انرژی از ترازنامه انرژی استخراج شده است.

✓ برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی

به منظور برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی از رهیافت تانزی (تابع تقاضا پول) به شرح زیر استفاده می‌شود. بر اساس ایده تانزی در روش پولی فرض اساسی آن است که در اقتصاد غیررسمی تمام مبادلات به دلیل این که مخفی بمانند، با وجه نقد صورت می‌گیرند. از این رو برای برآورد اندازه اقتصاد غیررسمی با این رهیافت و بر مبنای رویکرد خود رگرسیونی با وقفه‌های توزیعی، نسبت پول نقد به نقدینگی با وجود متغیر بار مالیاتی (رابطه ۸) برآورد می‌گردد:

$$\left(\frac{C}{M_2} \right)_t = \beta_0 + \beta_1 TaxBar_t + \beta_2 RGDPG_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

که در آن $\frac{C}{M_2}$ نسبت پول نقد در گردش به حجم نقدینگی بوده به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. $TaxBar$ بار مالیاتی بوده و برابر با نسبت کل درآمدهای مالیاتی به تولید

¹ Nominal Price of Total Energy

ناخالص داخلی است. $RGDPG$ بیانگر رشد اقتصادی است. پس از برآورد نسبت پول نقد به نقدینگی $(\frac{C}{M_2})tax$ ، بار دیگر بدون تغییر ضرایب مدل رگرسیونی، ضریب متغیر بار مالیاتی معادل صفر قرار داده شده و بدون وجود بار مالیاتی، نسبت پول نقد به نقدینگی $(\frac{C}{M_2})wtax$ محاسبه می‌شود. در مرحله بعد از حاصل ضرب تفاوت دو نسبت فوق در حجم نقدینگی، پول غیرقانونی (IM) بر مبنای رابطه (۹) به دست می‌آید:

$$IM = [(\frac{C}{M_2})tax - (\frac{C}{M_2})wtax] \times M_2 \quad (9)$$

سپس با کسر نتیجه به دست آمده از حجم پول (M_2) ، پول قانونی (LM)، به دست آمده و با استفاده از معادله (۱۰)، رابطه مقداری پول سرعت گردش پول محاسبه می‌شود:

$$V = \frac{GNP}{LM} \quad (10)$$

در ادامه با این فرض که سرعت گردش پول در بخش رسمی و غیررسمی اقتصاد برابر است، حجم اقتصاد زیرزمینی (UE)، از حاصل ضرب حجم پول در اقتصاد غیررسمی (پول غیرقانونی) در سرعت گردش پول بر مبنای رابطه (۱۱) برآورد می‌شود:

$$UE = IM * V \quad (11)$$

برای محاسبه اقتصاد زیرزمینی لازم است تا رابطه رگرسیونی (۸) برآورد شود. قبل از برآورد لازم است تا آزمون ریشه واحد برای متغیرها انجام شود. برای این منظور از آزمون‌های ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته و فیلیپس-پرون استفاده شده است. نتایج حاصل از انجام این دو آزمون (گزارش شده در جدول ۱) حاکی از آن است که متغیر نسبت پول نقد در گردش به حجم نقدینگی از درجه‌ی انباشت یک و دو متغیر دیگر از درجه انباشت صفر برخوردارند.

جدول ۱: آزمون‌های ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته و فیلیپس-پرون متغیرها در رابطه (۸)

متغیرها		دیکی فولر- تعمیم یافته		فیلیپس پرون	
سطح	تفاضل	سطح	تفاضل	سطح	تفاضل

مرتب اول		مرتب اول		مرتب اول		مرتب اول	
سطح	آماره	سطح	آماره	سطح	آماره	سطح	آماره
احتمال	آزمون	احتمال	آزمون	احتمال	آزمون	احتمال	آزمون
۰/۰۰۰	-۷/۰۹	۰/۶۶۹	-۱/۸۳	۰/۰۰۰	-۷/۲۵	۰/۶۹۵	-۱/۷۸
-	-	۰/۰۰۴	-۳/۹۶	-	-	۰/۰۰۶	-۳/۸۱
-	-	۰/۰۰۱	-۴/۶۴	-	-	۰/۰۰۱	-۴/۳۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به تفاوت در درجه‌ی انباشت متغیرها در معادله‌ی (۸)، برای برآورد از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی استفاده می‌شود. در این رهیافت، برآورد الگوی پویای کوتاه‌مدت نیازمند تعیین وقفه بهینه است. در تعیین وقفه بهینه، با توجه به تعداد مشاهدات از معیار اطلاعات شوارتز-بیزین استفاده شده است و کمینه این معیار در وقفه اول حاصل شد. پس از تعیین وقفه بهینه، الگوی ARDL برآورد و نتایج برآورد در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج برآورد الگو در محاسبه حجم اقتصاد زیرزمینی

متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال
کوتاه‌مدت	$\left(\frac{C}{M_2}\right)_{(-1)}$	۱۲/۱	۰/۰۰۰
	TaxBar	۳/۶۹	۰/۰۰۱
	RGDPG	-۱/۷۲	۰/۰۹۴
	@Trend	-۲/۹۳	۰/۰۰۶
جمله تصحیح خطا			
بلندمدت	TaxBar	۲/۷۰	۰/۰۱۱
	RGDPG	-۲/۱۹	۰/۰۳۵
	@Trend	-۸/۸۸	۰/۰۰۰
آزمون‌های تشخیصی			
آزمون خودهمبستگی سریالی	مقدار آماره	۰/۷۸	
	سطح احتمال	۰/۶۷۸	
آزمون ناهمسانی واریانس	مقدار آماره	۴/۶۹	

۰/۳۲۱	سطح احتمال		
آزمون کرانه‌ها			
	کرانه دو	کرانه یک	سطح خطا
آماره آزمون ۵/۲۳	۴/۰۲	۳/۳۸	۱ درصد
	۴/۶۱	۳/۸۸	۵ درصد
	۵/۸۵	۴/۹۹	۱۰ درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج ضرایب برآوردی الگو در کوتاه‌مدت حاکی از آن است که در کوتاه‌مدت و بلندمدت بار مالیاتی و رشد اقتصادی به ترتیب با اثری مثبت و منفی بر نسبت پول نقد در گردش به حجم نقدینگی همراه است. به نحوی که در بلندمدت با افزایشی یک درصدی در بار مالیاتی، نسبت پول نقد در گردش به حجم نقدینگی به میزان ۱/۶۷ درصد افزایش می‌یابد. همچنین افزایشی یک درصدی در نرخ رشد اقتصاد، نسبت پول نقد در گردش به حجم نقدینگی را به میزان ۰/۱۹ درصد کاهش می‌دهد. ضریب جمله تصحیح خطا منفی بوده و بین صفر و منفی یک است. این ضریب حاکی از آن است که در هر سال ۱۹ درصد عدم تعادل بلندمدت تصحیح می‌شود. نتایج آزمون‌های تشخیصی حاکی از آن است که در آزمون‌های خودهمبستگی (بر اساس بریوش-گادفری) و ناهمسانی واریانس (بر اساس بریوش-پاگان-گادفری) فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی و همسانی واریانس در جملات پسماند رد نمی‌شود. همچنین، به‌منظور اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها از آزمون کرانه‌ها استفاده شده است. مقدار آماره این آزمون در هر دو برآورد از کرانه یک و دو در سطح اطمینان ۹۰ درصد بزرگ‌تر است. از این رو فرض عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها در سطح اطمینان ۹۰ درصد پذیرفته نمی‌شود.

با استفاده از نتایج برآورد جدول (۲) و همچنین با اتکای به روابط (۹)، (۱۰) و (۱۱) حجم اقتصاد زیرزمینی به قیمت ثابت (هزار میلیارد ریال) محاسبه شده است که به شرح جدول (۳) است.

جدول ۳. حجم برآوردی اقتصاد زیرزمینی به قیمت ثابت (هزار میلیارد ریال)

سال	حجم اقتصاد زیرزمینی	سال	حجم اقتصاد زیرزمینی	سال	حجم اقتصاد زیرزمینی
۱۳۵۷	۲۱۸/۶	۱۳۷۱	۱۳۱/۶	۱۳۸۵	۳۵۲/۰
۱۳۵۸	۱۳۳/۹	۱۳۷۲	۹۳/۹	۱۳۸۶	۳۵۶/۶
۱۳۵۹	۸۰/۷	۱۳۷۳	۸۹/۸	۱۳۸۷	۴۴۷/۵
۱۳۶۰	۹۹/۹	۱۳۷۴	۸۸/۴	۱۳۸۸	۵۹۲/۲
۱۳۶۱	۱۰۰/۷	۱۳۷۵	۱۱۷/۰	۱۳۸۹	۴۷۰/۱
۱۳۶۲	۱۱۶/۶	۱۳۷۶	۱۴۳/۰	۱۳۹۰	۴۸۷/۷
۱۳۶۳	۹۸/۵	۱۳۷۷	۱۹۲/۰	۱۳۹۱	۴۴۳/۴
۱۳۶۴	۱۱۴/۸	۱۳۷۸	۲۴۴/۶	۱۳۹۲	۵۸۸/۸
۱۳۶۵	۱۰۱/۸	۱۳۷۹	۱۷۰/۸	۱۳۹۳	۹۰۳/۴
۱۳۶۶	۸۵/۵	۱۳۸۰	۱۷۲/۵	۱۳۹۴	۱۲۰۴/۴
۱۳۶۷	۷۴/۱	۱۳۸۱	۱۶۲/۲	۱۳۹۵	۱۶۱۶/۹
۱۳۶۸	۷۸/۵	۱۳۸۲	۱۹۸/۴	۱۳۹۶	۱۶۸۱/۷
۱۳۶۹	۸۹/۹	۱۳۸۳	۲۳۲/۲	۱۳۹۷	۱۰۹۲/۱
۱۳۷۰	۱۱۹/۷	۱۳۸۴	۳۳۴/۸	۱۳۹۸	۷۵۲/۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همانطور که در جدول (۳) مشخص است حجم اقتصاد زیرزمینی از سال ۱۳۵۷ تا پایان جنگ اگرچه با فراز و فرودهایی همراه بوده است، ولی در مجموع کاهشی چشمگیر را نشان می‌دهد و از ۲۱۸/۶ میلیارد ریال به ۷۴/۱ میلیارد ریال تقلیل می‌یابد. پس از جنگ و با شروع سازندگی، حجم اقتصاد زیرزمینی شروع به افزایش نموده و این روند افزایشی تا سال ۱۳۷۱ ادامه دارد و رقم ۱۳۱/۶ میلیارد ریال را در این سال ثبت می‌کند. پس از آن کاهش یافته و در سال پایانی دوره ششم ریاست جمهوری مجدد افزایش می‌یابد. در دوره

هفتم و هشتم ریاست جمهوری، در مجموع این روند افزایشی ادامه می‌یابد. البته در این دو دوره در برخی سال‌ها کاهش در حجم اقتصاد زیرزمینی نیز ثبت شده است. در دوره نهم و دهم ریاست جمهوری حجم اقتصاد زیرزمینی کماکان روندی تقریباً افزایشی داشته و از رقم ۱۹۸/۴ میلیارد ریال به رقم ۵۸۸/۸ میلیارد ریال می‌رسد. با شروع دوره یازدهم ریاست جمهوری، افزایش در حجم اقتصاد زیرزمینی شدت یافته و به اوج خود در سال پایانی دوره می‌رسد. این میزان یعنی ۱۶۸۱/۷ میلیارد ریال، بالاترین حجم از اقتصاد زیرزمینی در طی دوره مورد بررسی است. پس از آن با شروع دولت دوازدهم کاهش یافته و حجم اقتصاد زیرزمینی به رقم ۷۵۲/۳ میلیارد ریال کاهش می‌یابد.

✓ توصیف داده‌ها

جهت توصیف داده‌ها، میانگین متغیرهای پژوهش در کل دوره و ۷ زیر دوره محاسبه شده که به شرح جدول (۴) می‌باشد. همچنین جهت تبیین بهتر، رشد میانگین متغیرها بین یک زیر دوره تا زیر دوره بعدی نیز محاسبه شده است. محاسبات حاکی از آن است که مطابق با انتظار و بر اساس آنچه بیانگر اوضاع مصرف انرژی در اقتصاد ایران است؛ مصرف این عامل در کلیه زیر دوره‌ها روندی افزایشی داشته و از ۳/۳ میلیون تن معادل نفت خام در پس از انقلاب و دوران جنگ به ۱۱۶/۰ میلیون تن معادل نفت خام در سه سال اول برنامه ششم رسیده است. علی‌رغم افزایش در سطح مصرف انرژی طی این سال‌ها، نکته مهم در رشد بین زیر دوره‌ها است. به نحوی که بالاترین نرخ رشد در حرکت از زیر دوره دوران جنگ به برنامه اول رخ می‌دهد و رقم رشد ۱۰۷/۵ درصدی را ثبت نموده است. پس از آن روند رشد بین زیر دوره‌ها تقریباً کاهشی است. به نحوی که کمترین رشد در زیر دوره ششم به هفتم مشاهده می‌شود. محاسبات حجم اقتصاد زیرزمینی به قیمت ثابت نشان می‌دهد که میانگین این عامل در دوره مورد بررسی برابر با ۲۶۹/۴ هزار میلیارد ریال است.

برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی و تاثیر نامتقارن آن بر مصرف انرژی در ایران ۹۳

کمینه این عامل متعلق سال‌های برنامه اول با رقم ۹۸/۹ هزار میلیارد ریال بوده و بیشینه آن در زیر دوره هفتم به ثبت رسیده است. در مجموع، محاسبات حاکی از آن است که روند حرکتی حجم اقتصاد زیرزمینی روندی تقریباً افزایشی بوده و از ۱۰۶/۶ هزار میلیارد ریال به ۱۱۱۳/۸ هزار میلیارد ریال رسیده است. از نظر رشد بین زیر دوره‌ای نیز بالاترین رشد حجم اقتصاد زیرزمینی در برنامه چهارم و کمینه آن در برنامه اول بوده است.

جدول ۴. میانگین و رشد متغیرهای پژوهش در زیر دوره‌ها (درصد)

متغیرها	میانگین و رشد	بعد از انقلاب تا پایان جنگ	برنامه توسعه					سه سال اول برنامه ششم (۱۳۹۸-۱۳۹۶)	کل دوره
			اول (۱۳۶۸-۱۳۷۴)	دوم (۱۳۷۸-۱۳۷۴)	سوم (۱۳۸۴-۱۳۷۹)	چهارم (۱۳۸۹-۱۳۷۴)	پنجم (۱۳۹۵-۱۳۹۰)		
مصرف انرژی	میانگین	۳/۳	۱۴/۲	۲۶/۵	۳۸/۶	۶۵/۱	۹۷/۶	۱۱۶/۰	۳۲/۲
	رشد	-	۱۰۷/۵	۳۶/۴	۲۰/۶	۲۹/۹	۲۲/۴	۹/۰	-
اقتصاد زیرزمینی	میانگین	۱۰۶/۶	۹۸/۹	۱۴۷/۳	۱۸۵/۶	۴۱۶/۷	۷۷۰/۲	۱۱۱۳/۸	۲۶۹/۴
	رشد	-	-۳/۷	۲۲/۰	۱۲/۲	۴۹/۸	۳۶/۰	۲۰/۳	-
قیمت انرژی	میانگین	۷۰۷/۲	۳۵۵/۱	۴۹۶/۵	۵۰۳/۷	۴۸۷/۳	۱۴۶۳/۷	۱۳۱۷/۷	۶۶۷/۵
	رشد	-	-۲۹/۱	۱۸/۳	۰/۷	-۱/۶	۷۳/۳	-۵/۱	-
توسعه مالی	میانگین	۳۶/۴	۳۲/۴	۲۴/۴	۲۸/۶	۴۴/۳	۵۴/۰	۵۹/۵	۳۸/۱
	رشد	-	-۵/۶	-۱۳/۲	۸/۱	۲۴/۵	۱۰/۵	۵/۰	-
نرخ شهرنشینی	میانگین	۵۱/۸	۵۷/۴	۶۱/۸	۶۵/۵	۶۹/۱	۷۲/۵	۷۴/۹	۶۴/۳
	رشد	-	۵/۳	۳/۸	۲/۹	۲/۸	۲/۴	۱/۶	-

میانگین مصرف انرژی به میلیون تن معادل نفت خام، میانگین حجم اقتصاد زیرزمینی به قیمت ثابت به هزار میلیارد ریال، میانگین شاخص قیمت حقیقی کل انرژی به ریال، میانگین کارایی توسعه مالی و نسبت شهرنشینی به درصد می‌باشد. همچنین رشد کلیه متغیرها به درصد است.

مأخذ: محاسبات پژوهش

شاخص قیمت حقیقی انرژی در دوره مورد بررسی دارای میانگین ۶۶۷/۵ ریال است. روند حرکتی این عامل نشان می‌دهد که پس از جنگ تا سال‌های برنامه چهارم روندی تقریباً کاهشی را تجربه نموده و پس از آن با اجرای سیاست هدفمندی یارانه‌ها جهت حرکت افزایشی شده است. بالاترین نرخ رشد بین زیر دوره‌ای نیز در برنامه پنجم بوده است که به نوعی پس از اجرای برنامه هدفمندی یارانه‌ها بوده است. در مجموع به جز بحث هدفمندی یارانه‌ها، در غالب موارد قیمت حقیقی انرژی رشد پایینی را تجربه نموده و حتی در سه مورد رشد منفی را نیز به ثبت رسانده است. این نشان از آن دارد که در مجموع این عامل در اقتصاد ایران چندان همپای سایر کالاها و خدمات رشد قیمت نداشته است. شاخص کارایی توسعه مالی پس از کاهش در سه زیر دوره اول، از برنامه سوم توسعه روندی افزایشی را نشان می‌دهد و در سه سال برنامه ششم به بالاترین میزان در طول دوره می‌رشد. از نظر رشد بین زیر دوره‌ای نیز بالاترین و پایین‌ترین رشد را به ترتیب در برنامه چهارم و اول تجربه نموده است. متغیر آخر نرخ شهرنشینی است که دارای میانگین ۶۴/۳ درصد بوده و در کل زیر دوره‌ها از میانگین افزایشی برخوردار است. از نظر رشد بین زیر دوره‌ای نیز، در تمامی موارد رشدی مثبت را نشان می‌دهد.

برآورد الگو و ارائه نتایج

❖ بررسی پایایی متغیرها

همان‌طور که می‌دانیم شرط ورود به الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی خطی آن است که حداقل متغیر وابسته الگو از مرتبه انباشتی برابر با یک برخوردار باشد. جهت بررسی درجه انباشت متغیرها از آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم‌یافته و آزمون فیلیپس-پرون استفاده شده است. خلاصه نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها بر اساس آزمون

ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته و فیلیپس- پرون گزارش شده در جدول (۵) نشان می- دهد متغیرهای الگو در سطح ناپایا بوده و با یکبار تفاضل گیری پایا می- شوند. از اینرو متغیرهای الگو دارای یک ریشه واحد می- باشد.

جدول ۵. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته و فیلیپس- پرون

آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته				آزمون فیلیپس- پرون				متغیر
در تفاضل مرتبه اول		در سطح		در تفاضل مرتبه اول		در سطح		
آماره	سطح	آماره	سطح	آماره	سطح	آماره	سطح	
۰/۰۰۰	-۵/۸۲۵	۰/۸۷	-۱/۳۲۹	۰/۰۰۰	-۵/۵۸۳	۰/۸۶۳	-۱/۳۴۱	EC
۰/۰۰۱	-۴/۳۶	۰/۰۳	-۳/۶۷	۰/۰۰۳	-۴/۰۹	۰/۱۳	-۳/۰۶	UnderEco
۰/۰۰۰	-۸/۹۴	۰/۰۷	-۲/۸۱	۰/۰۰۰	-۶/۴۱	۰/۰۷۵	-۲/۷۵	RPTE
-	-	۰/۰۰۰	-۶/۱۵	-	-	۰/۰۰۰	-۶/۱۵	UR
۰/۰۰۰	-۴/۷۸	۰/۷۶	-۱/۶۴	۰/۰۰۰	-۴/۸۲	۰/۷۵	-۱/۶۶	FDE

مأخذ: محاسبات پژوهش

❖ نتایج حاصل از برآورد الگوی متقارن (خطی)

در این رهیافت، برآورد الگوی پویا یا ARDL کوتاه مدت نیازمند تعیین وقفه بهینه است. در این الگو وقفه بهینه با اتکاء به معیار شوارتز-بیزین وقفه بهینه برآورد می- شود. کمترین مقدار برای آماره شوارتز-بیزین بیانگر وقفه بهینه در تعداد ۲ می- باشد. پس از تعیین وقفه بهینه، الگو در قالب متقارن برآورد و نتایج کوتاه مدت در جدول (۶) گزارش شده است. نتایج در کوتاه مدت حاکی از آن است که اقتصاد زیرزمینی در وقفه دوم (با ضریب ۰/۰۸۱) اثری مستقیم بر مصرف انرژی دارد. از منظر نظری می- توان چنین استدلال نمود که در کوتاه مدت در اقتصاد ایران اثر مقررات زدایی بر اثر مقیاس غالب است و با رویکرد Kaufmann & Kaliberda (1996) مطابقت دارد. شاخص قیمت حقیقی کل انرژی اثری

معکوس بر مصرف انرژی دارد با ضریب منفی ۰/۰۸۷ آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نرخ شهرنشینی با ضریب ۴/۵۰ اثری مستقیم بر مصرف انرژی دارد. شاخص کارایی توسعه مالی در دوره جاری (با ضریب -۰/۶۹) اثر معکوس و در وقفه اول (با ضریب ۰/۶۸) اثر مستقیم بر مصرف انرژی دارد. آزمون والد در بررسی برآیند اثر این عامل نشان می‌دهد که در مجموع در کوتاه‌مدت توسعه مالی اثر معناداری بر مصرف انرژی ندارد. ضریب جمله تصحیح خطا نیز مطابق با انتظار منفی (بین صفر و منفی یک) بوده و معنادار است و نشان می‌دهد که در هر دوره ۳۹ درصد درصد انحراف مصرف انرژی از مسیر بلندمدتش توسط متغیرهای توضیحی تصحیح می‌شود.

جدول ۶. برآورد کوتاه‌مدت در قالب متقارن

سطح احتمال	آماره t	ضریب	متغیرهای توضیحی	
۰/۰۰۰	۱۶/۶	۰/۷۰	$EC_{(-1)}$	کوتاه‌مدت
۰/۰۰۰	-۴/۱۴	-۰/۲۷	$EC_{(-2)}$	
۰/۱۷۸	۱/۳۸	۰/۰۵۵	$UnderEco$	
۰/۹۸۸	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۱	$UnderEco_{(-1)}$	
۰/۰۰۹	۲/۷۶	۰/۰۸۱	$UnderEco_{(-2)}$	
۰/۰۱۲	-۲/۶۹	-۰/۰۸۷	$RPTE$	
۰/۰۰۰	۵/۰۴	۴/۵۰	UR	
۰/۰۰۰	-۶/۲۰	-۰/۶۹	FDE	
۰/۰۰۰	۷/۷۵	۰/۶۸	$FDE_{(-1)}$	
۰/۰۰۰	-۶/۲۴	-۰/۳۹	جمله تصحیح خطا	
سطح احتمال	مقدار آماره F	اندازه مجموع ضرایب	آزمون والد	
۰/۸۹۳	۰/۰۱۸	-۰/۰۱	FDE	

مأخذ: محاسبات پژوهش

نتایج حاصل از آزمون‌های تشخیصی خودهمبستگی، نرمالیتی و ناهمسانی واریانس جملات پسماند (گزارش شده در جدول (۷)) حاکی از آن است که سطح احتمال کلیه آماره‌های محاسباتی از ۱۰ درصد (سطح اطمینان ۹۰ درصد) بیشتر است. بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی، نرمال بودن و همسانی واریانس جملات اخلاص رد نمی‌شود و می‌توان از برقراری فرض کلاسیک در برآورد متقارن از الگوی پژوهش اطمینان حاصل کرد.

جدول ۷. آزمون‌های تشخیصی در قالب متقارن

۴/۰۳	مقدار آماره	آزمون خودهمبستگی سریالی
۰/۱۳۳	سطح احتمال	
۱/۸۸	مقدار آماره	آزمون ناهمسانی واریانس
۰/۱۷۰	سطح احتمال	
۱/۵۰	مقدار آماره	آزمون نرمالیتی
۰/۴۷۲	سطح احتمال	

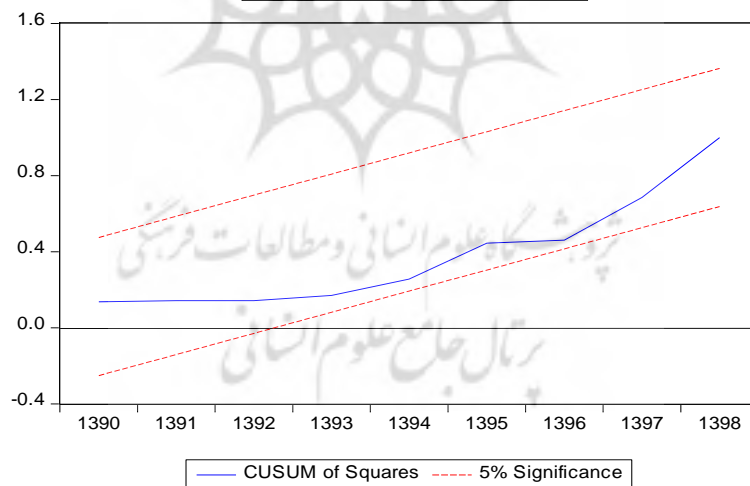
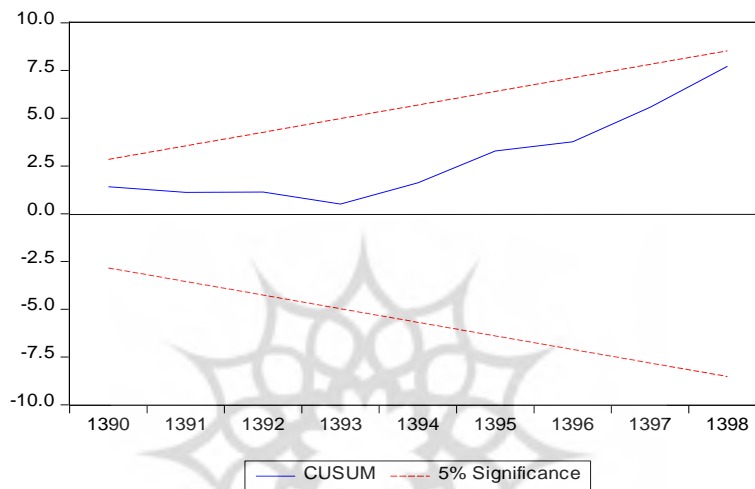
مأخذ: محاسبات پژوهش

پس از برآورد مدل رگرسیونی و انجام آزمون‌ها تشخیصی، نوبت ارائه آزمون‌های ثبات ساختاری است. در این راستا از آزمون‌های ثبات ساختاری پسماند تجمعی^۱ و مجذور پسماند تجمعی^۲ که منعکس‌کننده ثبات در ضرایب برآوردی در طول دوره‌ی مورد بررسی می‌باشد، استفاده شده است. اگر نمودار پسماند تجمعی و یا نمودار مذکور پسماند تجمعی، بین دو خط مقطع مستقیم قرار گیرد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود شکست ساختاری را نمی‌توان رد نمود. در غیر این صورت، فرضیه رقیب مبنی بر وجود شکست ساختاری پذیرفته می‌شود. شایان ذکر است که این فاصله در سطح اطمینان ۹۵ درصد و توسط براون و دوربین و اوانس تعیین شده است (Tashkini, 2005). نتایج آزمون‌های مذکور در

^۱ Cumulative Sum of Residuals (CUSUM)

^۲ Cumulative Sum of Squared Residuals (CUSUMQ)

نمودار (۱) منعکس شده است. بر اساس نمودار (۱) می‌توان اظهار داشت که ضرایب برآوردی در دوره مورد بررسی دارای ثبات ساختاری بوده و وجود شکست ساختاری تایید نمی‌شود.



نمودار ۱. آزمون ثبات ساختاری پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی در برآورد متقارن

مأخذ: محاسبات پژوهش

برای آنکه به طور مشخص دریابیم که متغیرها در بلندمدت نیز بر مصرف انرژی در ایران اثر دارد یا خیر، به تشخیص رابطه بلندمدت بین این متغیرها نیاز خواهیم داشت. بر این اساس قبل از محاسبه اثر بلندمدت متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته، می‌باید امکان وجود رابطه بلندمدت بین آنها مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور می‌توان از آزمون کرانه‌ها^۱ استفاده نمود. فرض صفر در آزمون کرانه‌ها عدم وجود رابطه بلندمدت است. نتیجه این آزمون در جدول (۸) نشان داده شده است. مقدار آماره آزمون $5/53$ است که از همه کرانه‌های فهرست شده در سطح یک، دو و سه بزرگتر است. بنابراین فرض صفر رد می‌شود و در نتیجه امکان برقراری رابطه بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و مصرف انرژی وجود دارد.

جدول ۸. آزمون کرانه‌ها در قالب متقارن

	کرانه دو	کرانه یک	سطح خطا
آماره آزمون	۵/۴۶	۳/۹۷	۱ درصد
۵/۵۳	۴	۲/۸۹	۵ درصد
	۳/۳۹	۲/۴۳	۱۰ درصد

مأخذ: محاسبات پژوهش

با حصول اطمینان از وجود رابطه بلندمدت، می‌توان اثر بلندمدت متغیرهای توضیحی را بر مصرف انرژی محاسبه نمود. نتیجه برآورد بلندمدت در قالب متقارن در جدول (۹) نشان داده شده است. بر این مبنای نتایج حاصله در جدول (۹) نشان می‌دهد که در قالب متقارن، در بلندمدت برخلاف کوتاه‌مدت اقتصاد زیرزمینی با اثر معناداری مصرف انرژی همراه نیست. قیمت انرژی در راستای کوتاه‌مدت، در بلندمدت نیز با اثری منفی بر مصرف انرژی همراه است. بدین توضیح که افزایش (کاهش) یک درصدی در قیمت حقیقی انرژی، با کاهش (افزایش) $0/22$ درصدی در مصرف انرژی همراه است. این نتیجه‌گیری منطبق بر

¹ Bounds Test

الگوی تابع تقاضای انرژی است. بدین مفهوم که هر چه قیمت بالاتر رود مصرف به طبع آن کاهش می‌یابد. نرخ شهرنشینی نیز مطابق انتظار در بلندمدت نیز با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه است. به نحوی که با افزایش (کاهش) یک درصدی در نسبت جمعیت شهرنشین، مصرف انرژی به میزان ۱۱/۵ درصد افزایش (کاهش) می‌یابد. این نتیجه مطابق با انتظارات نظری است. شهرنشینی از طریق تغییر در ساختار اقتصادی بر تقاضای انرژی تاثیرگذار است. این اثرگذاری از طریق سازوکار اثر درآمدی، تغییر در کشاورزی و نیاز به زیرساخت‌ها صورت می‌گیرد و در طول زمان سبب انتقال منحنی تقاضا می‌شود (Jones, 2004). در واقع شهرنشینی موجب متمرکز شدن جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی می‌شود که شامل انتقال از بخش کشاورزی به بخش صنعت و خدمات، انتقال از صنعتی به صنعت دیگر، انتقال از بخش مواد اولیه با شدت انرژی پایین به بخش فلزات و تولیدات شیمیایی با شدت انرژی بالا می‌باشد (Jones, 1989). کارایی توسعه مالی مشابه با کوتاه-مدت در بلندمدت نیز با اثری معناداری بر مصرف انرژی ندارد.

جدول ۹. برآورد بلندمدت در قالب متقارن

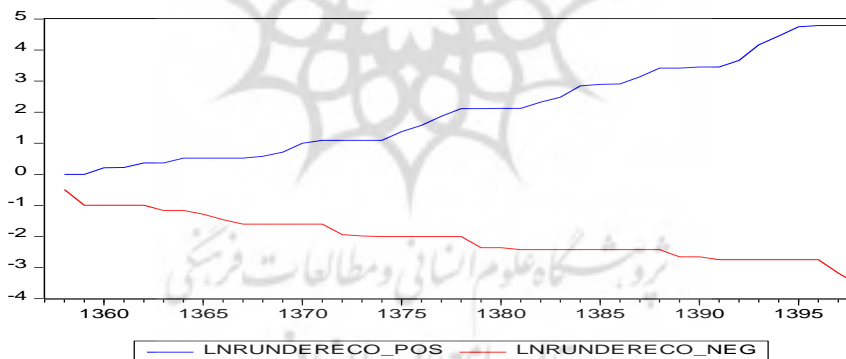
متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال
<i>UnderEco</i>	۰/۳۴	۰/۷۰۷	۰/۴۸۵
<i>RPTE</i>	-۰/۲۲	-۲/۷۱	۰/۰۱۱
<i>UR</i>	۱۱/۵	۵/۶۰	۰/۰۰۰
<i>FDE</i>	-۰/۰۳	-۰/۱۳۵	۰/۸۹۳

مأخذ: محاسبات پژوهش

❖ نتایج حاصل از برآورد الگوی نامتقارن (غیرخطی)

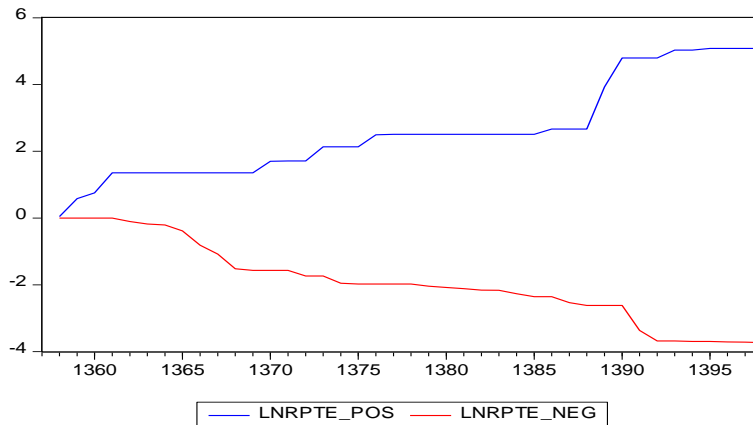
برآورد الگو با پیش فرض رابطه خطی نشان داد که تنها در کوتاه‌مدت اقتصاد زیرزمینی با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه است و در بلندمدت اثرگذار نیست. در ادامه با فرض

وجود اثری نامتقارن از اقتصاد زیرزمینی و البته قیمت حقیقی انرژی بر مصرف انرژی برآورد مجدد صورت می‌پذیرد. جهت تحلیل اثر نامتقارن اندازه حقیقی اقتصاد زیرزمینی و قیمت انرژی بر مصرف انرژی، اقتصاد زیرزمینی به دو سری $UnderEco^+$ (افزایش‌ها در اقتصاد زیرزمینی) و $UnderEco^-$ (کاهش‌ها در اقتصاد زیرزمینی) و قیمت حقیقی انرژی به دو سری $RPTE^+$ (افزایش‌ها در قیمت حقیقی انرژی) و $RPTE^-$ (کاهش‌ها در قیمت حقیقی انرژی) تجزیه شده است. این دو حاصل انباشت تغییرات مثبت و منفی اقتصاد زیرزمینی و قیمت حقیقی انرژی می‌باشد که طی یک فرایند شرطی محاسبه شده است. با توجه به اینکه اقتصاد زیرزمینی و قیمت حقیقی انرژی به مقیاس لگاریتمی تبدیل شده بود، مقادیر تجزیه شده نیز لگاریتمی می‌باشد. حاصل این دو تجزیه در نمودارهای (۲) و (۳) نمایش داده شده است.



نمودار ۲. تجزیه سری زمانی اندازه حقیقی اقتصاد زیرزمینی

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۳. تجزیه سری زمانی قیمت حقیقی کل انرژی

منبع: یافته‌های پژوهش

به مانند الگوی خطی، در این قسمت نیز برآورد الگوی پویای کوتاه‌مدت نیازمند تعیین وقفه بهینه بوده و از معیار شوارتز-بیزین برای تعیین وقفه استفاده می‌شود. کمترین مقدار برای آماره شوارتز-بیزین بیانگر وقفه بهینه یک می‌باشد. پس از تعیین وقفه بهینه، الگوی نامتقارن برآورد و نتایج کوتاه‌مدت در جدول (۱۰) گزارش شده است. مطابق با جدول (۱۰) ضرایب برآوردی الگوی غیرخطی در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که افزایش‌ها در اقتصاد زیرزمینی (ضریب برآوردی $UnderEco^+$) معنادار نیست. این در حالی است که کاهش‌ها در اقتصاد زیرزمینی بطور مستقیم بر مصرف انرژی در ایران اثرگذار است. به طوری که کاهشی یک درصدی در اقتصاد زیرزمینی، مصرف انرژی را به میزان ۰/۱۰۱ درصد کاهش می‌دهد. با توجه به عدم معناداری اثر افزایش‌ها در اقتصاد زیرزمینی و معناداری اثر کاهش‌ها در اقتصاد زیرزمینی می‌توان اظهار داشت که در کوتاه‌مدت، اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی نامتقارن است. نتایج ضرایب برآوردی الگوی نامتقارن در کوتاه‌مدت برای قیمت حقیقی کل انرژی گویای آن است که افزایش‌ها و کاهش‌ها در قیمت حقیقی کل انرژی به ترتیب با ضریب $-۰/۰۸۵$ و $-۰/۱۷۲$ اثر معکوس بر مصرف

برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی و تاثیر نامتقارن آن بر مصرف انرژی در ایران ۱۰۳

انرژی در ایران دارد. به طوری که در کوتاه‌مدت افزایش یک درصدی در قیمت حقیقی کل انرژی، مصرف انرژی را به میزان ۰/۰۸۵ درصد کاهش و کاهش یک درصدی در قیمت حقیقی کل انرژی، مصرف انرژی را به میزان ۰/۱۷۲ درصد افزایش می‌دهد. با توجه به معناداری اثر افزایش‌ها و کاهش‌ها در قیمت انرژی بر مصرف انرژی لازم است تا با هدف آزمون نامتقارنی اثر قیمت انرژی، آزمون والد انجام شود. نتایج آزمون والد نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت نخست، اندازه دو اثر (اثر کاهش‌ها و افزایش‌ها در قیمت انرژی) برابر نیست. این بدان مفهوم است که اثر قیمت انرژی بر مصرف انرژی در کوتاه‌مدت نامتقارن است. دوم، اندازه اثر کاهش‌ها در قیمت انرژی به میزان ۰/۰۸۷ درصد بیش از اثر افزایش‌ها در قیمت انرژی است. نرخ شهر نشینی نیز به مانند الگوی قبلی اثر مستقیم (با ضریب ۲/۸۰) بر مصرف انرژی در ایران دارد. کارایی توسعه مالی در دوره جاری (با ضریب ۰/۶۲-) اثر معکوس و با یک سال وقفه (با ضریب ۰/۵۸) اثری مستقیم بر مصرف انرژی دارد. نتایج آزمون والد برای برآیند اثر کارایی توسعه مالی نشان می‌دهد که به مانند الگوی قبلی، در مجموع توسعه مالی در کوتاه‌مدت با اثری معنادار بر مصرف انرژی همراه نیست.

جدول ۱۰. برآورد کوتاه‌مدت در قالب نامتقارن

سطح احتمال	آماره t	ضریب	متغیرهای توضیحی	کوتاه‌مدت
۰/۰۰۰	۹/۹۴	۰/۶۷	$EC_{(-1)}$	
۰/۸۷۱	-۰/۱۶	-۰/۰۰۴	$UnderEco^+$	
۰/۰۰۰	۵/۱۸	۰/۱۰۱	$UnderEco^-$	
۰/۰۱۶	-۲/۵۴	-۰/۰۸۵	$RPTE^+$	
۰/۰۱۰	-۲/۷۴	-۰/۱۷۲	$RPTE^-$	
۰/۰۳۹	۲/۱۶	۲/۸۰	UR	
۰/۰۰۰	-۵/۴۴	-۰/۶۲	FDE	
۰/۰۰۰	۶/۷۴	۰/۵۸	$FDE_{(-1)}$	

۰/۰۰۰	-۹/۰۹	-۰/۳۳	جمله تصحیح خطا
سطح احتمال	مقدار آماره F	اندازه مجموع ضرایب	آزمون والد
۰/۰۲۵	۵/۵۹	۰/۰۸۷	برابری $RPTE^+$ و $RPTE^-$
۰/۵۵۸	۰/۳۵	۰/۰۴	FDE

مأخذ: محاسبات پژوهش

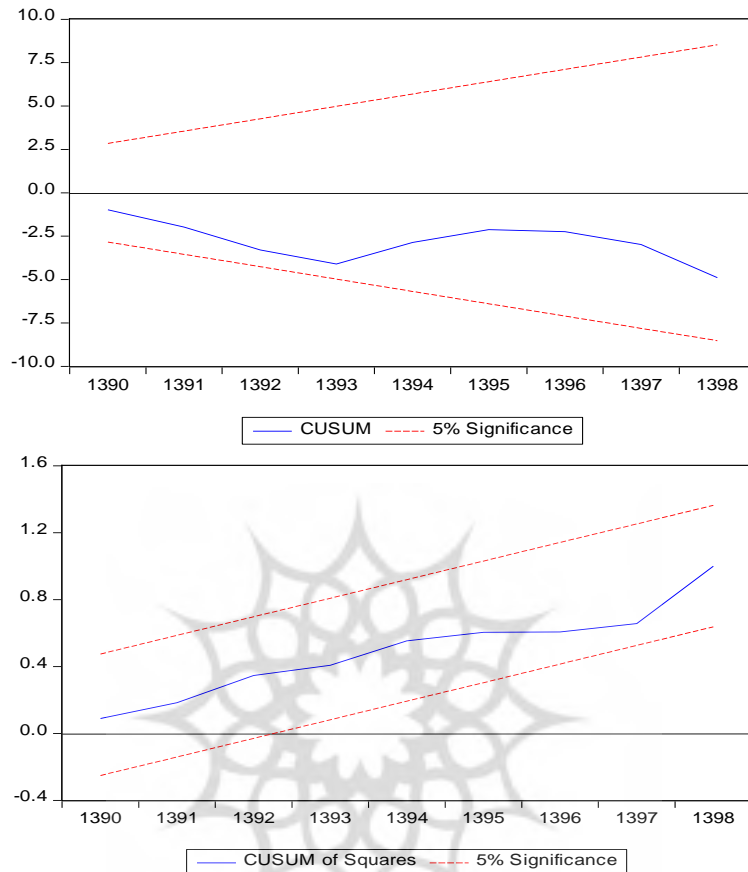
نتایج حاصل از آزمون‌های تشخیصی خودهمبستگی، نرمالیتی و ناهمسانی واریانس جملات پسماند (گزارش شده در جدول (۱۱)) حاکی از آن است که سطح احتمال کلیه آماره‌های محاسباتی از ۱۰ درصد (سطح اطمینان ۹۰ درصد) بیشتر است. بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی، نرمال بودن و همسانی واریانس جملات اخلاص رد نمی‌شود و می‌توان از برقراری فروض کلاسیک در برآورد نامتقارن از الگوی پژوهش اطمینان حاصل کرد.

جدول ۱۱. آزمون‌های تشخیصی در قالب نامتقارن

۰/۳۳	مقدار آماره	آزمون خودهمبستگی سریالی
۰/۱۸۹	سطح احتمال	
۱/۷۵	مقدار آماره	آزمون ناهمسانی واریانس
۰/۱۸۷	سطح احتمال	
۰/۳۲۶	مقدار آماره	آزمون نرمالیتی
۰/۸۵۰	سطح احتمال	

مأخذ: محاسبات پژوهش

آزمون‌های ثبات ساختاری برای الگوی نامتقارن در نمودار (۴) منعکس شده است. بر اساس نمودار (۴) می‌توان اظهار داشت که در قالب نامتقارن نیز ضرایب برآوردی در دوره مورد بررسی دارای ثبات ساختاری بوده و وجود شکست ساختاری تایید نمی‌شود.



نمودار ۴. آزمون ثبات ساختاری پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی در برآورد نامتقارن

منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون کرانه‌ها برای برآورد نامتقارن (گزارش شده در جدول (۱۲)) نشان می‌دهد که مقدار آماره آزمون ۸/۴۳ است که از همه کرانه‌های فهرست شده در سطح یک، دو و سه بزرگتر است. بنابراین فرض صفر رد می‌شود و در نتیجه امکان برقراری رابطه بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و مصرف انرژی در قالب نامتقارن وجود دارد.

جدول ۱۲. آزمون کرانه‌ها در قالب نامتقارن

سطح خطا	کرانه یک	کرانه دو	آماره آزمون
۱ درصد	۳/۵۱	۵/۱۲	۸/۴۳

	۳/۸۶	۲/۶۲	۵ درصد
	۳/۳۱	۲/۲۲	۱۰ درصد

مأخذ: محاسبات پژوهش

با توجه به تایید صورت گرفته در آزمون کرانه‌ها، بر اساس جدول (۱۳) می‌توان اظهار داشت که در قالب نامتقارن نیز در بلندمدت نتایج مشابه با کوتاه‌مدت است. به نحوی که کماکان افزایش‌ها در اقتصاد زیرزمینی با اثری معنادار بر مصرف انرژی همراه نیست و کاهش‌ها در آن اثری معکوس دارد. به نحوی که کاهش یک درصدی در حجم اقتصاد زیرزمینی، مصرف انرژی را به میزان ۰/۳۱ درصد کاهش می‌دهد. بر این اساس در بلندمدت نیز اثر اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی نامتقارن است. به مانند کوتاه‌مدت قیمت حقیقی انرژی در بلندمدت نیز با اثری نامتقارن و البته معکوس بر مصرف انرژی همراه است. به نحوی که افزایش‌های یک درصدی در قیمت حقیقی انرژی، مصرف انرژی را به میزان ۰/۲۶ درصد کاهش و کاهش‌های یک درصدی در آن مصرف انرژی را به میزان ۰/۵۲ افزایش می‌دهد. نکته دیگر آن که اندازه اثرگذاری کاهش‌ها در قیمت حقیقی انرژی به میزان ۰/۲۶ درصد بزرگتر از اندازه اثرگذاری افزایش‌ها در قیمت حقیقی انرژی است. نرخ شهرنشینی نیز به مانند کوتاه‌مدت با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه است و کارایی توسعه مالی، نیز به مانند قبل اثری معنادار بر مصرف انرژی ندارد.

جدول ۱۳. برآورد بلندمدت در قالب نامتقارن

متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال
<i>UnderEco</i> ⁺	-۰/۰۱۳	-۰/۱۶۸	۰/۸۶۸
<i>UnderEco</i> ⁻	۰/۳۱	۳/۷۰	۰/۰۰۱
<i>RPTE</i> ⁺	-۰/۲۶	-۱/۸۰	۰/۰۸۱
<i>RPTE</i> ⁻	-۰/۵۲	-۱/۹۳	۰/۰۶۲
<i>UR</i>	۸/۵۳	۳/۵۵	۰/۰۰۱

۰/۵۶۹	-۰/۵۸	-۰/۱۳	FDE	
-------	-------	-------	-----	--

مأخذ: محاسبات پژوهش

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر تلاش شد تا عوامل موثر بر مصرف انرژی در دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹۸ تبیین شود. به طور ویژه تمرکز بر اثر حجم اقتصاد زیرزمینی و تحلیل اثر نامتقارن آن بر مصرف انرژی قرار دارد. برای این منظور در ابتدا حجم اقتصاد زیرزمینی با استفاده از رهیافت تانزی (تابع تقاضا پول) بر مبنای روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی برآورد شد. پس از آن الگوی پژوهش مبتنی بر مطالعه شین و همکاران (۲۰۱۴) در قالبی متقارن و نامتقارن تصریح و با روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی برآورد شد. نتایج برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی بر اساس رهیافت تانزی حاکی از آن است که از سال ۱۳۵۷ تا پایان جنگ اگرچه حجم اقتصاد زیرزمینی با فراز و فرودهایی همراه بوده است، ولی در مجموع کاهشی چشمگیر داشته و از ۲۱۸/۶ هزار میلیارد ریال به ۷۴/۱ هزار میلیارد ریال رسیده است. پس از جنگ تحمیلی حجم اقتصاد زیرزمینی افزایش یافته و این روند افزایشی تا سال ۱۳۷۱ ادامه داشته و به رقم ۱۳۱/۶ هزار میلیارد ریال رسید. سپس با کاهش مجدد در سال پایانی دوره ششم ریاست جمهوری، مجدد افزایش یافته و در دوره هفتم تا پایان یازدهمین دوره ریاست جمهوری، این روند افزایشی کم و بیش ادامه داشت. در نهایت این روند افزایشی در سال پایانی دوره یازدهم ریاست جمهوری با ثبت رقم ۱۶۸۱/۷ هزار میلیارد ریال به اوج خود طی دوره مورد مطالعه رسید. پس از آن با شروع دولت دوازدهم روند افزایشی متوقف شده و به رقم ۷۵۲/۳ هزار میلیارد ریال در سال ۱۳۹۸ کاهش یافت.

نتایج حاصل از توصیف میانگین متغیرهای پژوهش در کل دوره و ۷ زیر دوره؛ و محاسبه رشد در بین زیر دوره‌ها نشان می‌دهد که نخست، مطابق با انتظار مصرف انرژی در اقتصاد ایران در کلیه زیر دوره‌ها روندی افزایشی دارد. از نظر رشد نیز بالاترین نرخ رشد در

حرکت از زیر دوره دوران جنگ به برنامه اول و کمترین رشد در برنامه پنجم و سه سال برنامه ششم مشاهده می‌شود. دوم، میانگین حجم اقتصاد زیرزمینی به قیمت ثابت برابر با ۲۶۹/۴ هزار میلیارد ریال بوده و کمینه آن در برنامه اول و بیشینه آن در زیر سه سال اول برنامه ششم به ثبت رسیده است. در مجموع روند حرکتی حجم اقتصاد زیرزمینی، روندی تقریباً افزایشی در دوره مورد بررسی است. از نظر رشد نیز بالاترین رشد حجم اقتصاد زیرزمینی در برنامه چهارم و کمینه آن در برنامه اول بوده است. سوم، روند حرکتی شاخص قیمت حقیقی انرژی نشان می‌دهد که پس از جنگ تا سال‌های برنامه چهارم روندی تقریباً کاهشی را تجربه نموده و پس از آن با اجرای سیاست هدفمندی یارانه‌ها جهت حرکت افزایشی شده است. بالاترین نرخ رشد بین زیر دوره‌ای نیز در برنامه پنجم بوده است. در مجموع به جز بحث هدفمندی یارانه‌ها، در غالب موارد قیمت حقیقی انرژی رشد پایینی را تجربه نموده و از رشدی پایین‌تر نسبت به قیمت سایر کالاها و خدمات برخوردار است.

یافته‌های حاصل از برآورد الگو در قالب خطی (مقارن) در بلندمدت نشان داد که در اقتصاد ایران مصرف انرژی از اقتصاد زیرزمینی اثرپذیر نیست. همچنین قیمت انرژی نیز منطبق بر الگوی تابع تقاضای انرژی، با اثری معکوس بر مصرف انرژی همراه بوده و از حیث حساسیت نیز کم‌کشش است. نرخ شهرنشینی نیز مطابق انتظار با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه است. نکته مهم‌تر آنکه از حیث کشش، بر خلاف دو عامل قبلی، مصرف انرژی در اقتصاد ایران حساسیت بالایی نسبت نرخ شهرنشینی دارد و اندازه اثر قابل توجه است. با این حال کارایی توسعه مالی بر خلاف دوره کوتاه‌مدت در بلندمدت اثر معناداری بر مصرف انرژی ندارد. یافته‌های حاصل از برآورد الگو در قالب غیرخطی (نامقارن) در بلندمدت حاکی از آن است اقتصاد زیرزمینی با اثری نامقارن بر مصرف

انرژی همراه است. به نحوی که برخلاف آنکه اثر افزایشها در اقتصاد زیرزمینی بر مصرف انرژی معنادار نیست؛ ولی کاهشها در آن اثری مستقیم دارد و البته از حیث حساسیت، کم‌کشش است. قیمت حقیقی انرژی نیز به مانند اقتصاد زیرزمینی با اثری نامتقارن بر مصرف انرژی همراه است. با این تفاوت که این عامل هم در افزایشها و هم در کاهشها اثرگذار است و البته از حیث حساسیت قیمتی، کم‌کشش است. همچنین اندازه اثرگذاری کاهشها در قیمت حقیقی انرژی بر مصرف انرژی دو برابر اثر افزایشها در آن است. نرخ شهرنشینی نیز به مانند الگوی خطی، با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه است بوده و از منظر کشش نیز حساسیت بالای مصرف انرژی را به این عامل نشان می‌دهد. کارایی توسعه مالی، نیز به مانند قبل اثری معنادار بر مصرف انرژی ندارد. بر اساس نتایج حاصله پیشنهاد می‌شود که نخست، با توجه به تاثیرپذیری مستقیم مصرف انرژی از کاهشها در حجم اقتصاد زیرزمینی، سیاستگذاران در راستای تقلیل حجم اقتصاد زیرزمینی راهکارهای مناسب و مبتنی بر شفافیت اقتصادی را اتخاذ نمایند. دوم، با توجه به تاثیرپذیری معکوس مصرف انرژی از قیمت حقیقی انرژی و بویژه اثرپذیری نامطلوب‌تر آن از کاهشها در قیمت انرژی، پیشنهاد می‌شود تا قیمت‌گذاری صحیح و هدفمند انرژی بطور جدی مطمع‌نظر واقع شود.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سیاسگزاری

بدین وسیله از دست‌اندرکاران فصلنامه سیاستها و تحقیقات اقتصادی و داوران گرانقدر که نکاتی ارزشمند جهت اصلاح مقاله بیان فرمودند؛ سپاسگزاری می‌شود.

ORCID

Shahryar Zaroki  <http://orcid.org/0000-0002-7078-4547>

References

- Ahad, M., Imran, Z. A., & Aftab, H. (2021). Impact of shadow economy on renewable and nonrenewable energy consumption in Pakistan: Evidence from quantile cointegration and causality analysis, *Environmental Science and Pollution Research*, 2021 Nov 19. doi: 10.1007/s11356-021-17436-z. Epub ahead of print. PMID: 34799800.
- Basbay, M. M., Elgin, C., & Torul, O. (2016). Energy consumption and the size of the informal economy, *Economics*, 10, 1-28.
- Behboudi, D., Mohammadzadeh, P. & Jebraeeli, S. (2009). Investigating the relationship between energy consumption and GDP in developing and developed countries, *Quarterly Energy Economics Review*, 6(23), 1-21. [In Persian]
- 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.
- Canh, N. P., Schinckus, C., Thanh, S. D., & Chong, F. H. L. (2021). The determinants of the energy consumption: a shadow economy-based perspective, *Energy*, Vol. 225, 1-14.
- Dhawan, R., Jeske, K., & Silos, P. (2010). Productivity, energy prices and the great moderation: A new link. *Review of Economic Dynamics*, 13(3), 715-724.
- Elgin, C., & Oztunali, O. (2014). Pollution and informal economy. *Economic Systems*, 38(3), 333-349.
- Gholizade, A., & Barati, J. (2011). Analysis of effective factors on household energy consumption and household electricity consumption in Iran: With emphasis on energy efficiency. *New Economy and Trad*, 7(25-26), 145-167. [in Persian]
- Haghnejad, A., & Farahati, M. (2020). The relationship between economic growth, energy consumption and shadow economy in Iran. *Journal of Iranian Economic Issues*, 7(2), 89-120, 89-120. [in Persian]
- Jalalabadi, A., & Rakhshan, S. (2005). An analysis of consumption pattern of energy carriers in Iran (1966-2000). *Iranian Journal of Economic Research*, 7(22), 115-132. [In Persian]
- Jones, D. W. (1989). How urbanization affects energy-use in developing countries. *Energy Policy*, 12(1), 621-630.
- Jones, D. W. (2004). *Urbanization and energy*, RCF economic and financial consulting Inc. United State, Chicago.

- Kaufmann, D., & Kaliberda, A. (1996). Integrating the unofficial economy into the dynamics of post socialist economies: A framework of analysis and evidence. *World Bank Policy Research WP*, 1691.
- Karanfil, F. (2008). Energy consumption and economic growth revisited: does the size of unrecorded economy matter? *Energy Policy*, 36(8), 3029–3035.
- Pesaran M. H., Shin Y., & Smith R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo M. (2014). *Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework*, In: Sickles R., Horrace W. (eds) *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*, Springer New York, Chapter 9, pp. 281-314.
- Tanzi, V. (1999). Uses and abuses of estimates of the underground economy. *The Economic Journal*, 109(456), 338-347.
- Tanzi, V. (1980). Underground economy and tax evasion in the United States: Estimates and implication. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, 32, 427-53.
- Tashkini, A. (2005). *Applied econometrics with the help of Microfit*. Tehran, Dibagaran Cultural and Artistic Institute. [in Persian]