Quarterly Journal of Industrial Economics Researches
Vol. 6, No. 19, March 2022 (77- 97)

فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصاد صنعتی
سال ششم، شماره نوزدهم، بهار ۱۴۰۱(۹۷_۷۷)
نوع مقاله: پژوهشی

بررسی تأثیر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی بر مصرف برق و گاز در ایران (رهیافت مارکوف- سوئیچینگ)

رضا قادری مقدم[۱]، بیژن باصری[۲]* ، نعمت فلیحی[۳] ، غلامرضا عباسی[۴]

۱.دانشجوی دکترای تخصصی علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.
۲.استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.
۳. استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.
۴. استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷ :: بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۰۲ :: پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۱)

Investigating the Impact of Uncertainty in Macroeconomic Variables on Electricity and Gas Consumption in Iran (Markov-Switching approach)

Reza Ghaderi Moghaddam[1], Bijan Baseri[2]*, Nemat Falihi[3], Gholamreza Abbasi[4]

1. Ph.D. student in Economics, Department of Economics, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, tehran, Iran
2. Assistant professor,Department of Economics, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.
3. Assistant professor,Department of Economics, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.
4. Assistant professor,Department of Economics, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

(Received: 6/Apr/2022 :: Revised: 24/Jul/2022 :: Accepted: 2/Aug/2022)

چکیده

با توجه به تأثیر گسترهٔ نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی بر مصرف برق و گاز و اهمیت آن در رشد و توسعه اقتصادی، مقاله حاضر به بررسی نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت)، بر مصرف برق و گاز در دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۶۰ می‌پردازد. بدین منظور، ابتدا مانایی و نااطمینانی تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت با استفاده از مدل ARCH و GARCH تخمین زده شد و سپس با استفاده از مدل‌های غیرخطی مارکوف- سوئیچینگ مدل برآورد شد. یافته‌های حاصل از تخمین مدل مارکوف–سوئیچینگ، حاکی از آن است که نااطمینانی تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت با در نظر گرفتن دو وقفه بهینه بر مصرف برق و گاز تأثیر مثبت و معناداری داشتند و شدت اثرگذاری نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی در هر دو رژیم متفاوت بوده و در رژیم ۲ بیشتر از رژیم ۱ بود. بنابراین، در مجموع به نظر می‌رسد کاهش شدت مصرف برق و گاز از طریق نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت)، در دوره بلندمدت بیشتر مقدور است، به‌دلیل اینکه تأثیرگذاری این متغیرها در دوره بلندمدت بر مصرف برق و گاز بیشتر ناشی از نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی است.

واژه‌های کلیدی: نااطمینانی، متغیرهای کلان اقتصادی، مارکوف- سوئیچینگ، مصرف برق، مصرف گاز.
طبقه‌بندی JEL: C22,Q17,L7

Abstract

Considering the great impact of uncertainty in macroeconomic variables on electricity and gas consumption, along with its utmost importance in economic growth and development, this article reflected on the effect of uncertainty in macroeconomic variables (viz. inflation, exchange rate, oil price, and economic growth) on electricity and gas consumption from 1981 to 2020. To this end, the volatility and uncertainty of inflation, exchange rate, oil price, and economic growth were initially assessed using the Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH) and Generalized ARCH (GARCH) models, and then the model was estimated using the nonlinear Markov-Switching approach. The estimates revealed that, by considering two optimal intervals, the uncertainty in inflation, exchange rate, oil price, and economic growth, had a significant positive impact on electricity and gas consumption, and the effectiveness of uncertainty in macroeconomic variables differed in both regimes, i.e., it was higher in regime I than regime II. Overall, reducing the electricity and gas consumption intensity through macroeconomic variables' uncertainty (inflation, economic growth, oil price, exchange rate) seems more possible in the long run; because the long-term effect of such variables on electricity and gas consumption generally arises from the uncertainty of macroeconomic variables.

Keywords: Uncertainty, Macroeconomic Variables, Markov- Switching Model, Electricity Consumption, Gas Consumption
JEL:C22,Q17,L7

***نویسنده مسئول:** بیژن باصری
E-mail: b.baseri@iauctb.ac.ir

***Corresponding Author:** Bijan Baseri

۱- مقدمه

انرژی یکی از عوامل تولید در مجموعه نظام اقتصادی بوده و هرگونه فعالیت تولیدی و خدماتی از طریق مصرف انرژی امکان‌پذیر است. عدم تأمین انرژی موردنیاز موجب اختلال در فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی می‌شود. روند توسعهٔ بخش انرژی حاکی از آنست که تداوم روند و ترکیب کنونی مصرف انرژی، ذخایر نفت بر اثر تداوم رشد تولید و مصرف آن به‌سرعت در حال تخلیه است. به‌دلیل افزایش مصرف داخلی نفت برای توسعه فعالیت‌ها، رشد جمعیت و بهبود سطح زندگی مردم از یک‌سو و صادرات آن به‌دلیل وابستگی اقتصاد کشور و دولت به درآمد ارزی حاصل از آن و نقش و اهمیت آن در فرایند توسعهٔ کشور از سوی دیگر، تولید نفت در کشور سیر صعودی را می‌پیماید. در چنین وضعیتی، با توجه به واقعیت پایان‌پذیری ذخایر نفت، وضعیت سخت و دشواری در جامعه و کشور پدید می‌آید که در نهایت ممکن است منجر به بروز مشکلاتی در توسعه و رشد اقتصادی کشور شود. بنابراین، ایجاد تغییر در ترکیب و الگوی مصرف انرژی کشور در جهت کاهش سهم نفت در این ترکیب و جایگزینی دیگر منابع انرژی، به‌ویژه گاز و برق یک ضرورت به‌شمار می‌رود (لین و اسمیت[1]، ۲۰۲۰). بنابراین، نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی بر اکثر متغیرهای اقتصادی و غیراقتصادی به‌ویژه مصرف برق و گاز اثرگذار می‌باشد. لذا نااطمینانی اشاره به وضعیتی دارد که در آن احتمال وقوع حوداث آتی را نمی‌توان مشخص ساخت یا اینکه اگر این پیشامدها مشخص و معلوم باشند، احتمال‌های مربوط به‌وقوع این پیشامدها در دسترس نیست و وقتی هرکدام یا هر دوی این موارد پیش می‌آید، تصمیم‌گیری نسبت به آینده مشکل و پیچیده خواهد بود و ازاین‌رو، فضای نااطمینانی بر تصمیمات حاکم می‌شود. اگر تغییرات آتی در تغییرهای اقتصادی از پیش‌بینی مجموع تغییرات تشکیل نشده، تشکیل شده باشد، آنگاه نااطمینانی یک متغیر اقتصادی شامل تغییر غیرقابل پیش‌بینی آن متغیر خواهد بود (گریش و پری[2]، ۲۰۱۶). تولید ناخالص داخلی، تورم، قیمت نفت و نرخ ارز از جمله متغیرهایی است که در طی چند دهه اخیر با نوساناتی مواجه شده‌اند که به‌صورت دقیق نمی‌توان آنها را مشخص نمود.

در ادبیات نااطمینانی در فضای اقتصادی، موضوع نااطمینانی در بخش‌های مختلف اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. فریدمن[3] (۱۹۷۷) معتقد است که قراردادهای دستمزد بر اساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته از تورم شکل می‌گیرد (ساتر[4]، ۲۰۱۳). وقتی کارگزاران اقتصادی با نااطمینانی بالا مواجه هستند، کارگزاران ریسک‌گریز تلاش می‌کنند که اولاً طول دوره قراردادهای‌شان را کاهش دهند، ثانیاً هزینه‌های بیشتری برای پیش‌بینی صرف نمایند، ثالثاً هزینه چانه‌زنی به‌علت تفاوت بالای انتظارات بیشتر می‌شود. به عقیده فریدمن این سه متغیر منجر به انتقال منابع اقتصاد از فعالیت‌های مولد به فرایند بسته‌شدن قراردادها می‌شود و بیان کرد، هرچه نااطمینانی بیشتر باشد، شناسایی تغییر قیمت‌های نسبی از تغییر قیمت‌های مطلق مشکل‌تر است، زیرا کارگزاران اقتصادی قیمت‌های خود را در نرخ‌های متفاوت تنظیم می‌کنند و بنابراین قیمت‌های نسبی تحت‌تأثیر قرار گرفته و کارایی اقتصادی و تولید کاهش می‌یابد. در واقع، نااطمینانی تورم بدین مفهوم است که در آن عاملان اقتصادی در تصمیمات اقتصادی خود نسبت به میزان تورم آینده نامطمئن هستند. گالوب (۱۹۹۴)، نااطمینانی تورم را از مهم‌ترین هزینه‌های تورم می‌داند و معتقد است که نااطمینانی تورم مانند ابر بر تصمیمات اقتصادی سایه می‌افکند و رفاه آنها را کاهش می‌دهد و میزان مصرف برق و گاز را نیز متأثر می‌کند که قدرت خرید مصرف‌کنندگان را کاهش می‌دهد.

پیرامون بررسی اثرات نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی بحث‌های زیادی صورت گرفته است. اکثر این بررسی‌ها و پژوهش‌ها، حوزه نوسانات متغیرهای اقتصادی را به‌طور مجزا پوشش داده است. این در حالی است که سیاست‌های اقتصادی نیز علاوه بر اینکه بر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی به‌ویژه تورم، تولید و نرخ ارز تأثیرگذار می‌باشند، از اثرات متقابل نیز تأثیر می‌پذیرند (جعفری صمیمی، ۱۳۹۴). بدین صورت که سیاست‌گذاران اقتصادی با توجه به نااطمینانی موجود در اقتصاد، سیاست‌ها را به‌منظور بازگرداندن ثبات به اقتصاد، تعدیل می‌نمایند که بین متغیرهای کلان اقتصادی رابطه معناداری وجود دارد. وجود نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، تولید، قیمت نفت و نرخ ارز)، به‌خصوص از طریق سرمایه‌گذاری بر رشد اقتصادی و از طریق افزایش پس‌انداز احتیاطی، موجب کاهش تقاضای مؤثر گردیده که این شرایط بر رشد

1. Lin & Smith
2. Girish & Parry
3. Friedman
4. Sauter

اقتصادی مؤثر است (پورکاظمی و همکاران، ۱۳۹۲). این تأثیرات به ناگزیر واکنش سیاستی را می‌طلبد، زیرا نتایج حاصل از سیاست‌ها در این شرایط به‌طور مستقیم مغایر با اجرای سیاست‌های اقتصادی می‌باشد. اثر نااطمینانی بر سرمایه‌گذاری نیز یکی از مهم‌ترین مباحث موردبحث اقتصاد می‌باشد. از لحاظ نظری، سرمایه‌گذاری از چند جهت از جمله ریسک‌گریزی و هزینه‌های تعدیل، تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. کابالرو[1] (۱۹۹۱)، ابل و ابرلی[2] (۱۹۹۴)، اثر نااطمینانی بر سرمایه‌گذاری در مدل‌هایی با تحلیل ریسک و رابطه بین درآمد نهایی و متغیرهای مؤثر را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که سرمایه‌گذاری به نااطمینانی موجود در متغیرهایی همچون قیمت، فروش کالا، قیمت نهاده‌ها، مواد اولیه و دستمزد بستگی دارد. عدم اطمینان به حالتی گفته می‌شود که در آن دانش فرد یا افراد محدود است و توضیح کامل حالت و یا نتیجه‌ای که به دست آمده و یا می‌آید ممکن نیست (هابارد[3]، ۲۰۲۰). بر این اساس، نااطمینانی در اقتصاد کلان را می‌توان به عدم توانایی کارگزاران در پیش‌بینی دقیق نتایج تصمیمات خود تعبیر کرد. نااطمینانی در اقتصاد کلان معمولاً در این موارد قابل بررسی است: تورم، نرخ ارز، تولید ناخالص داخلی، رابطه مبادله و ارزش سهام (جعفری صمیمی، ۱۳۹۱). نوسانات نرخ ارز، بخش تقاضای کل اقتصاد را از مجرای خالص صادرات و تأثیرگذاری ذخایر ارزی بانک مرکزی و نیز بخش عرضه اقتصاد را از مجرای کالاهای واسطه‌ای وارداتی، تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

به میزان تمایل نرخ ارز به نوسانات نامنظم، نااطمینانی نرخ ارز گفته می‌شود. همچنین تردید درمورد رفتار نرخ ارز به‌ویژه در زمان و میزان نوسانات نرخ ارز در آینده به‌عنوان نااطمینانی نرخ ارز بیان می‌گردد. نااطمینانی و شدت تمایل به نوسان آن، پیش‌بینی نرخ ارز را دشوار می‌کند. بر این اساس، نااطمینانی نرخ ارز انتظاری همواره موردتوجه بوده است. برای پیش‌بینی نرخ ارز از مدل‌های ساختاری متفاوتی استفاده شده است، به‌طوری‌که اکثراً با رفتار تصادفی همراه می‌باشد. یکی از مشکلات در پیش‌بینی نرخ ارز، ناشی از خطای پیش‌بینی نرخ سلف تا زمان سررسید آن می‌باشد. حتی اگر زمان و میزان تغییرات نرخ ارز به‌طور کامل قابل پیش‌بینی باشد، احتمالاً نوسان نامنظم تحت‌تأثیر تغییرات قیمت نسبی در میان‌مدت قرار می‌گیرد و بر مصرف برق و گاز اثرگذار خواهد بود (هراتی، ۱۳۹۰).

ایران به‌عنوان دومین دارنده منابع گاز در جهان محسوب می‌شود. وجود منابع گاز و ارزان بودن قیمت آن در کشور، در کنار سیاست‌های نادرست مدیریت انتقال و مصرف انرژی به بخش‌های مختلف کشور، موجبات رشد فزاینده شدت مصرف گاز در کشور، آن هم در بخش‌هایی همچون مصرف خانگی و تجاری را موجب شده است که نسبت به بخش‌های تولید برق، صنایع انرژی‌بر و تبدیلات گاز با ارزش افزوده و اشتغال‌زایی بالا، از اثرگذاری به‌مراتب کمتری در توسعه اقتصادی کشور برخوردارند. ازاین‌رو، رابطه بین مصرف گاز و تأثیر آن بر رشد اقتصادی کشور امری انکارناپذیر است و در حوزه برق نیز ایران یکی از منابع تأمین‌کننده انرژی می‌باشد که هم‌زمان با گسترش شهرنشینی تقاضا برای آن در حال افزایش است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۵). عرضه برق با قیمت ارزان منجر به تخصیص غیربهینه آن و توجیه اقتصادی استفاده از تکنولوژی‌های هدردهنده انرژی می‌گردد. تأمین و به‌کارگیری صحیح برق و گاز یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که بر میزان پیشرفت اقتصادی و ثبات سیاسی و اجتماعی کشورها مؤثر است. برخورداری از منابع برق و گاز، استفاده صحیح از این منابع، بهره‌برداری از انرژی‌های نو و همچنین توسعه‌یافتگی زیرساخت‌ها به‌طور مستقیم بر رشد، استقلال و پیشرفت یک کشور تأثیرگذار است.

منابع و ذخایر انرژی در ایران نسبتاً وسیع و متنوع است. ذخایر انرژی‌های فسیلی مانند نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ منشأ عمده ذخایر بالقوه و بالفعل کشور را تشکیل می‌دهند. منابع انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به‌طور عمده پتانسیل آبی، انرژی بادی و زمین‌گرمایی است که در این پژوهش به انرژی های برق و گاز اشاره می شود:

الف. انرژی برق: قدرت اسمی نیروگاه‌های کشور در سال ۱۳۹۹ معادل ۴۲۵۳۲ مگاوات است. این در حالی است که میانگین قدرت عملی نیروگاه‌های کشور حدود ۹۴٫۵ درصد بوده است. شایان ذکر است که ظرفیت منابع آبی ایران به لحاظ نظری (کل ظرفیت تولید برق آبی)، نزدیک به ۵۶۰۰۰ مگاوات می‌باشد که از این میان حوضه آبریز کارون با ۲۵۰۰۰، دز با ۶۳۵۰ و کرخه با ۴۳۲۱ مگاوات بیشترین امکانات تولید برق آبی را دارند.

ب. انرژی گاز: مجموع ذخایر گاز قابل استحصال کشور در پایان سال ۱۳۹۹ برابر با ۵۷٫۴۳ تریلیون مترمکعب بوده

1. Caballero
2. Abel and Eberly
3. Habard

است که حدود ۵۴ درصد از آن در مناطق دریایی و بقیه در مناطق خشکی قرار دارند. عمر ذخایر قابل استحصال گاز کشور در صورت عدم ذخایر جدید و برداشت سالانه، معادل سال ۱۳۹۹ حدود ۳۵۲ سال است. از نظر میزان ذخایر نیز ایران با دارا بودن ۲۱٫۳ درصد از کل ذخایر گاز جهان پس از روسیه، در مقام دوم قرار دارد.

نظر به اینکه ایران یک کشور در حال توسعه و غنی به لحاظ منابع برق و گاز است، با بررسی مطالعات انجام شده، خلأ پژوهشی نمایان است که نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت) در مصرف برق و گاز مورد بررسی قرار نگرفته است که عدم پیش‌بینی متغیرهای کلان از طریق کانال‌های سیاست‌های مالی و پولی و بورس بر اقتصاد تأثیر می‌گذارند و این امر نیز در میزان مصرف برق و گاز در ایران در طی دوره ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۹ که دوره مطالعه مقاله حاضر است، با توجه به گزارش‌های ارائه شده وزارت نیرو قابل مشاهده و تحلیل است. لذا مقاله حاضر درصدد بررسی تأثیر نااطمینانی تورم، نرخ ارز و رشد اقتصادی در مصرف برق و گاز با رویکرد مارکوف- سوئیچینگ بود. بر این اساس، این مقاله شامل شش بخش است. در بخش دوم ادبیات موجود در زمینه مطالعات ساختار انرژی؛ نااطمینانی تورم و رشد اقتصادی به اختصار بیان گردیده است. بخش سوم به پیشینه پژوهش اختصاص یافته است. بخش چهارم به تصریح مدل تجربی و جمع‌آوری، سازماندهی و توصیف داده‌ها اختصاص یافته است. در بخش پنجم، نتایج تجربی ارائه شده‌اند. سرانجام بخش ششم به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص یافته است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

انرژی یکی از مؤلفه‌های تأثیرگذار در تولید ثروت و قدرت در جهان کنونی محسوب می‌شود. اقتصاد جهانی با تمامی پیچیدگی‌های خود اعم از جهانی شدن، وابستگی متقابل، تأکید بر رقابت بی‌وقفه، استفاده از مزیت‌های نسبی و غیره، همچنان وابسته به انرژی نفت، گاز و برق و تأمین امنیت آن است؛ زیرا انرژی نقطه حرکت و سنگ بنای توسعه اقتصاد جهانی است. از سوی دیگر، انرژی خود یکی از ارکان قدرت محسوب می‌شود، چون در جهان امروز، توسعه (که خود وابسته به انرژی است) می‌تواند تولید قدرت نماید. بر این اساس، انرژی کالایی استراتژیک است که تأمین و امنیت آن نقشی کانونی در امنیت بین‌الملل و اقتصاد جهانی دارد. با توجه به تحولات اقتصاد جهانی، رقابت شدید کشورهای تازه صنعتی شده آسیا با سایر قدرت‌های اقتصادی جهان و نیاز روزافزون مجموع این کشورها به انرژی و تأمین امنیت آن، به‌نظر نمی‌رسد در دو دهه آینده از نقش انرژی در اقتصاد جهانی کاسته شود. در چنین روندی کشورهای برخوردار از ذخایر عمده انرژی اهمیتی استراتژیک در سیاست بین‌الملل می‌یابند و با تدبیر و بهره‌گیری از فرصت‌ها می‌توانند جایگاه و موقعیت خود را ارتقا بخشند (رضایی کلقای، ۱۳۹۵). انرژی کالای استراتژیک بین‌المللی است؛ به‌طوری‌که فعالیت‌های دولت‌ها و سازمان‌ها در گروی آن و بازارهای مربوط به آن می‌باشد. در مقیاس کوچک‌تر، هرگونه تغییر در قیمت انرژی باعث تغییر در قیمت کالاهای دیگر و به‌نوعی تغییر در سبد خانوارها و به‌طور کلی در رفاه جامعه تأثیرگذار خواهد بود (محمدی الموتی و همکاران، ۱۳۹۶).

بیش از دو سده اقتصاددانان کلاسیک تنها سرمایه‌های مادی و ملموس را به‌عنوان موتور محرکه رشد و توسعه اقتصادی معرفی می‌کردند. مدل‌های رشد نئوکلاسیکی سولو (۱۹۵۶) و سوان (۱۹۵۶) نیز بر عواملی همچون نیروی کار، سرمایه فیزیکی و سطح اولیه درآمد سرانه به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی تأکید می‌نمودند. ولی بعدها مطالعات تجربی و نظری متعددی (مانند ادبیات رشد دورن‌زا)، نشان دادند که سرمایه‌های فیزیکی و نیروی کار به‌تنهایی نمی‌توانند توجیه‌کننده تفاوت رشد اقتصادی کشورها باشند (مهرآرا و همکاران، ۱۳۹۵). از لحاظ تئوری با توجه به اینکه انرژی یکی از عوامل تولید محسوب می‌شود، مصرف انرژی به‌طور مستقیم بر روی رشد اقتصادی تأثیرگذار خواهد بود. درصورتی‌که مصرف انرژی به‌عنوان یک تولید افزایش یابد، می‌تواند موجبات افزایش رشد اقتصادی را فراهم آورد. اما باید توجه داشت که افزایش مصرف انرژی، آثار غیرمستقیم منفی را نیز به‌دنبال دارد. در واقع، تولید و مصرف بیشتر انرژی تنها به هزینه کاهش سرمایه‌گذاری و نیروی کار در سایر بخش‌ها و کاهش تولید آنها، امکان‌پذیر است (سعیدی، ۱۳۸۶). اهمیت نهاده انرژی در کنار سایر نهاده‌ها و تغییرپذیری مصرف آن در طی فرایند توسعه باعث شده است که دولت به‌عنوان اصلی‌ترین نهاد قدرتمند جامعه، نقش مهمی در تأمین انرژی ایفا نماید. بنابراین دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه می‌توانند با بررسی میزان تقاضای انرژی صورت گرفته در کشور و مقایسه آن با کشورهای پیشرفته،

جایگاه خود را در میان کشورهای مختلف مورد ارزیابی قرار دهند و با ایجاد قوانین و مقرراتی همچون مالیات بر انرژی، سیاست‌های قیمتی و سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی، میزان تقاضا انرژی را کنترل نمایند. از طرف دیگر، این هدف می‌تواند با افزایش در کارایی از طریق سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف اقتصاد صورت پذیرد. بنابراین، اهمیت بحث مصرف انرژی، سیاست‌مداران کشورهای مختلف را بر آن داشته است که به پیش‌بینی تدابیر لازم جهت تأمین سطح انرژی موردنیاز بپردازند (شفیعیان، ۱۳۹۵).

قبل از بحران نفتی، مسائل انرژی در جهان از اهمیت بالایی برخوردار نبود. با متلاطم شدن بازار نفت و افزایش قیمت انرژی توجه ویژه‌ای به مسائل انرژی معطوف گشت. قبل از بحران مذکور، انرژی ارزان قیمت به وفور در اختیار مصرف‌کنندگان آن قرار می‌گرفت. به‌دنبال چهار برابر شدن قیمت نفت، دوران انرژی ارزان به پایان رسید و از آن به بعد مسائل انرژی از عمده‌ترین مسائل کشورهای مصرف‌کننده به حساب آمد. تلاش‌های زیادی شکل گرفت تا در سایه آن بتوان نوسانات بازار انرژی را تحت کنترل درآورد. عمده این کارها از طرف کشورهای مصرف‌کننده انرژی یعنی همان کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD)، دنبال شد. تمام جهت‌گیری‌ها به این سمت بود که بازار انرژی اجازه پیدا نکند با نوسانات خود مسائل اقتصادی اجتماعی این کشورها را تحت‌الشعاع قرار دهد. بازار انرژی در جهان، ویژگی متفاوتی نسبت به بازار سایر کالاها و خدمات دارد. در این بازار گروهی از کشورها، عرضه‌کننده عمده انرژی و گروه دیگر مصرف‌کننده عمده انرژی هستند. دسته‌ای از کشورها که مصرف‌کننده عمده انرژی بودند، کنترل قابل‌توجهی بر عرضه انرژی نداشتند، چون ذخایر عمده انرژی در اختیار آنها نبود. کشورهای مصرف‌کننده عمده انرژی دو دسته فعالیت را برای مقابله با بحران‌های بازار انرژی پیش گرفتند. از یک‌طرف توسعه منابع انرژی را مدنظر قرار دادند و از طرف دیگر سیاست‌هایی را به‌منظور کنترل تقاضا به‌مورد اجرا گذاشتند. بدین ترتیب انرژی و مسائل آن در بُعد عرضه و تقاضای آن جایگاه خود را در میان سایر مسائل مطرح در جهان باز نمود (کانلاکیس[1] و همکاران، ۲۰۱۳).

انرژی به‌عنوان عامل اصلی در رشد و توسعه اقتصادهای مدرن شناخته می‌شود و نقش کلیدی آن در بهبود عملکرد بخش‌های مختلف یک اقتصاد همچون بخش خانوارها، صنعت، کشاورزی و حمل‌ونقل در طول چند دهه گذشته انکارناپذیر است. نقش انرژی به‌ویژه بعد از بحران نفتی دهه ۱۹۷۰میلادی بیشتر موردتوجه قرار گرفت و در تئوری‌های اقتصادی، انرژی در تابع تولید جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده است (لیندنبرگر و کومل[2]، ۲۰۰۲). ازآنجاکه ایران به لحاظ دارا بودن ذخایر قابل‌توجه نفت و گاز و همچنین موقعیت استراتژیک، از جایگاه ویژه‌ای در حوزه انرژی برخوردار است، به‌طوری‌که ۱۱ درصد از ذخایر نفت و ۱۵/۳ درصد از ذخایر گاز طبیعی جهان را در اختیار دارد؛ برنامه‌ریزی دقیق و همه‌جانبه جهت حفظ ذخایر و استفاده مناسب از منابع انرژی، در راستای توسعه همه‌جانبه کشور، امری ضروری و انکارناپذیر است (شفیعیان، ۱۳۹۵). نقش انرژی و مصرف آن در توسعه اقتصادی از یک جهت و محدودیت منابع و روند روبه‌رشد مصرف انرژی به‌همراه رشد روزافزون جمعیت از سوی دیگر، باعث شده است که موضوعات مرتبط با میزان مصرف انرژی به‌عنوان موضوعات داغ جهانی و مهم‌ترین مباحث در سیاست‌گذاری‌های کشورها مطرح باشند. به‌نحوی‌که سازمان‌های بزرگی نظیر آژانس بین‌المللی انرژی در کشورهای توسعه‌یافته و سازمان بهره‌وری آسیا در کشورهای در حال توسعه و نیز مؤسسات دیگری مثل مؤسسات مدیریت و صرفه‌جویی انرژی و غیره در کشورهای مختلف؛ با اهداف صرفه‌جویی در مصرف انرژی شکل گیرند (پناهی، ۱۳۹۶). در ایران ویژگی منابع‌محور بودن اقتصاد و ساختار تولید مبتنی بر مصرف انرژی موجب شده است که میزان مصرف انواع سوخت‌های فسیلی و غیرفسیلی در سطح بالایی قرار گرفته و روند روبه‌رشدی داشته باشد. از طرف دیگر، کشور ایران به‌جهت دسترسی به منابع انرژی فراوان و ارزان، جایگاه ویژه‌ای را در جهان به خود اختصاص داده است. همین امر باعث شده است که مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور زیاد باشد (خلیل عراقی و همکاران، ۱۳۹۱).

انرژی یکی از عناصر مؤثر بر رشد و توسعه اقتصادی کشورهاست. از سویی به‌علت کمبود برخی منابع انرژی و عدم تجدیدپذیری آنها باید به‌دنبال راهکار کاهش

1. Kanellakis et al.

2. Lindenberger & Kummel

مصرف انرژی بود تا بدین‌گونه توسعه پایدار حاصل آید و منافع نسل‌های آتی نیز تأمین شود. دو راهکار اصلی برای این امر وجود دارد؛ یکی راهکار قیمتی و دیگری راهکار غیرقیمتی و استفاده از تکنولوژی‌های صرفه‌جویی کننده مصرف انرژی است، به‌طوری‌که بهبود تکنولوژی می‌تواند در راستای صرفه‌جویی در مصرف انرژی عمل نماید. بهبود تکنولوژی در کشور، شیوه جدیدی جهت کاهش مصرف انرژی بوده و رشد اقتصادی کشور را افزایش خواهد داد. بهبود تکنولوژی از یک‌سو منجر به رشد اقتصادی شده و به این شکل منجر به مصرف بیشتر انرژی می‌شود. ولی از سوی دیگر، بهبود تکنولوژی منجر به کاهش رشد مصرف انرژی می‌شود، چون با بهبود تکنولوژی، ابزارها و تکنیک‌های جدیدی حاصل می‌آید که باعث افزایش بهره‌وری انرژی می‌شود (وان و همکاران[1]، ۲۰۱۷).

نااطمینانی

لذا تمام متغیرها با نوعی نااطمینانی مواجه می‌شوند، به‌طوری‌که نااطمینانی عبارت است از شرایطی که در آن وقایع آینده و یا احتمال رخ دادن آنها قابل پیش‌بینی نباشد. عدم اطمینان، واقعیتی از زندگی است. آنچه که در کتاب‌های اقتصاد خرد و کلان در رابطه با تصمیمات مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان مورد بررسی قرار می‌گیرد، با فرض فضای اقتصادی مطمئن و با اطلاعات کامل می‌باشد. اما در دنیای واقعی، اقتصاد پر از نااطمینانی عوامل اقتصادی می‌باشد. بنابراین، در شرایط وجود نااطمینانی می‌توانیم شاهد بروز رفتارهای متفاوتی نسبت به تئوری‌های اقتصادی باشیم. سه فرض وجود دارد که در شرایط برقراری این فروض، اقتصاد مبتنی بر بازار آزاد دارای کارایی می‌باشد. این فروض عبارت‌اند از: عدم وجود بازدهی‌ها نسبت به مقیاس فزاینده، نبود اثرات بیرونی تکنولوژیك و نبود ناتوانی بازاری ناشی از عدم اطمینان. نااطمینانی موجب بروز ریسك و مخاطره در فضای تصمیم‌گیری عوامل اقتصادی می‌گردد و بر رفتار عاملان اقتصادی تأثیر می‌گذارد. لذا می‌خواهیم بدانیم که عاملان اقتصادی در مواجهه با این عدم اطمینان‌ها چگونه رفتار می‌نمایند. آنچه بر ضرورت بررسی مسئله نااطمینانی و اثرات آن بر اقتصاد می‌افزاید، خودِ علم اقتصاد می‌باشد که یکی از دلایل شکل‌گیری آن کاهش نااطمینانی در تصمیم‌گیری‌ها بوده است. اهمیت بررسی مسئله نااطمینانی زمانی بیشتر می‌شود که نتیجه سیاست‌گذاری‌های اقتصادی، نااطمینانی اقتصادی را به بار می‌آورد. در چنین شرایطی که نسبت به نتایج سیاست‌های اقتصادی صورت گرفته اطمینان کامل وجود ندارد، نسبت به ایجاد نااطمینانی اطمینان کامل وجود دارد. بنابراین، پیش از اجرای سیاست‌های اقتصادی باید هزینه‌های ناشی از نااطمینانی اقتصادی در کل اقتصاد را محاسبه نمود و پس از آن در صورت بیشتر بودن منافع از هزینه‌های آن نسبت به اجرای سیاست‌های موردنظر، اقدام نمود. هرچند به وجود آمدن نااطمینانی، خود می‌تواند نتایج اجرای سیاست‌های اقتصادی را تحت‌تأثیر قرار داده و حتی منجر به نتیجه عکس گردد (پورشهابی، ۱۳۸۸).

نااطمینانی تورم

اثر نااطمینانی تورم بر سرمایه‌گذاری یکی از مهم‌ترین مباحث موردبحث اقتصاد در زمینه رشد اقتصادی است. از لحاظ نظری، نااطمینانی از چند جهت مانند ریسک‌گریزی و هزینه‌های تعدیل، می‌تواند سرمایه‌گذاری را متأثر کند (کابالیرو[2]، ۱۹۹۱). برخی از این عوامل آثار ناسازگاری را بر سرمایه‌گذاری دارند.

مطالعات در خصوص اثر نااطمینانی بر سرمایه‌گذاری و در نتیجه رشد اقتصادی به‌طور عمده بر طبیعت ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاری تأکید می‌کند (سروین[3]، ۱۹۹۸). اثر نااطمینانی بر سرمایه‌گذاری در مدل‌های با تحلیل ریسک به رابطه بین درآمد نهایی و متغیرهای مؤثر بر مواردی بستگی دارند که نااطمینانی بر آن اثر دارد؛ مانند میزان مصرف برق و گاز. برای مثال یک بنگاه اقتصادی را در شرایط بازار رقابت کامل در نظر بگیرید که سرمایه تنها عامل ثابت تولید و قیمت مواد خام و مصرف گاز و برق در بازار به‌جز قیمت خود کالا، ثابت است. در این شرایط شوک‌های قیمتی بنگاه را به مسیری هدایت می‌کند که ترکیب بهینه نیروی کار و سرمایه در تولید تغییر، و حاشیه سود بنگاه را به نسبت تغییر قیمت افزایش (کاهش)، دهد. در چنین شرایطی سوددهی نهایی تابعی معکوس از قیمت کالای تولید است و نابرابری جنسن بر این نکته دلالت می‌کند که نااطمینانی بیشتر قیمتی،

1. Van et al.

2. Caballero

3. Serven

موجودی سرمایه مطلوب را افزایش می‌دهد و در نتیجه سرمایه‌گذاری افزایش می‌یابد (ابیل و ایبرلی[1]، ۲۰۱۹).

به‌طوری‌که می‌توان گفت سه عامل مهمی که نااطمینانی اقتصادی می‌تواند آنها را تحت‌تأثیر قرار دهد عبارت‌اند از:

۱. مسئله تأخیرات و هزینه‌های تعدیل اجرای پروژه سرمایه‌گذاری.

۲. هزینه و دریافتی‌های انتظاری آینده.

۳. ریسک عوامل مذکور اثر مستقیمی بر سرمایه‌گذاری بهینه در اقتصاد دارند و از میزان آن خواهد کاست.

بنابراین نااطمینانی اقتصادی می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم از سطح بهینه سرمایه‌گذاری در اقتصادی بکاهد.

گلوب[2] (۱۹۹۴)، یکی از مهم‌ترین هزینه‌های تورم را نااطمینانی تورم می‌داند که مانند ابری بر روی تصمیمات مصرف‌کنندگان و سرمایه‌گذاران نسبت به آینده سایه افکنده و موجب کاهش رفاه آنها می‌شود. زیرا نااطمینانی نهایتاً سبب کاهش فعالیت‌های حقیقی اقتصاد خواهد شد (باصری و همکاران، ۱۳۹۸). به‌عبارت‌دیگر، افزایش نااطمینانی تورم کاهش رشد اقتصادی را به‌دنبال خواهد داشت.

بر اساس بخش دوم استدلال فریدمن، افزایش نااطمینانی تورم باعث افزایش هزینه‌های رفاهی تورم می‌شود. تصمیم‌گیری عوامل اقتصادی در موارد مصرف برق و گاز یا انجام سرمایه‌گذاری، به قیمت‌های آتی بستگی دارد. لذا، با نااطمینانی تورمی که به‌منزله نااطمینانی در خصوص قیمت‌های آتی است، تصمیمات بین دوره‌ای (از طریق نرخ بهره) و تصمیمات درون دوره‌ای (از طریق قیمت‌های نسبی) موجب تخصیص غیربهینه منابع و در نتیجه باعث کاهش رشد اقتصادی می‌شود. همچنین نااطمینانی تورم می‌تواند از کانال سرمایه‌گذاری اثر معکوسی بر رشد داشته باشد (راسخی و خانعلی‌پور، ۱۳۹۹).

بالیچیلار و همکاران[3] (۲۰۱۹)، نیز بر وجود اثرگذاری معکوس نااطمینانی تورم و رشد اشاره دارد. طبق این نظریه، با فرض عدم توهم پولی، عوامل اقتصادی اثر تورم و نااطمینانی در خصوص قیمت‌های آتی بر ارزش دارایی‌های اسمی و واقعی را درک کرده و لذا مردم نسبت به پس‌اندازهای بلندمدت تمایل کمتری نشان می‌دهند. نتیجه این فرایند، کاهش منابع بانک‌ها برای وام دهی و در نتیجه افزایش هزینه قرض از بانک است. بنابراین، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری کاهش یافته و از این طریق، نااطمینانی تورم اثر بازدارنده‌ای بر رشد خواهد داشت. به‌طور کلی نااطمینانی تورمی از کانال ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران و هزینه‌ای تعدیل می‌تواند سرمایه‌گذاری را تحت‌تأثیر قرار دهد (عرب مازار و نظری گوار، ۱۳۹۱).

همچنین نااطمینانی تورم که بخشی از نااطمینانی اقتصاد است از سه طریق آینده را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد:

اولاً، نرخ بهره بلندمدت را در بازارهای مالی تغییر می‌دهد و با افزایش ریسک بازده اسمی وام‌های بلندمدت، بازده انتظاری بالاتری را به‌همراه داشته و نرخ بهره بلندمدت را افزایش می‌دهد که کاهش سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات و تجهیزات و سایر کالاهای بادوام را در پی دارد.

ثانیاً، نااطمینانی تورم بر نااطمینانی دیگر متغیرهای اقتصادی که در تصمیمات اقتصادی مهم هستند، اثر می‌گذارد.

ثالثاً، نااطمینانی تورم، تولیدکنندگان را به هزینه کردن منابع مالی (از قبیل اصلاح پیش‌بینی و هجینگ) برای اجتناب از ریسک‌های مرتبط تشویق می‌کند (ابراهیمی و سوری، ۱۳۹۶).

در تئوری‌های رشد نیز دیدگاه‌های متفاوتی در رابطه با تورم و رشد اقتصادی وجود دارد. یکی از این دیدگاه‌ها از سوی سیدراسکی[4] (۱۹۶۷)، ارائه شده است. وی با کمک روش بهینه‌سازی رفتار عوامل اقتصادی و با در نظر گرفتن مانده حقیقی پول در تابع مطلوبیت، نشان داد که اثر پول بر رشد خنثی است. مطالعه دوم از جیمز توبین[5] (۱۹۶۵) است. وی با فرض اینکه پول به‌عنوان جانشینی برای سرمایه است، اثر مثبت تورم بر رشد را ثابت نمود. سومین مطالعه مربوط به استاکمن[6] (۱۹۸۱) است که دامنه اثر توبین را محدود نمود. به‌نظر استاکمن اثر منفی تورم بر رشد عمدتاً مربوط به مدل‌های پیش پرداخت نقدی می‌باشد و وی پول را به‌عنوان مکمل برای سرمایه در نظر می‌گیرد (صفدری و پورشهابی، ۱۳۹۸).

1. Abel & Eberly
2. Golob
3. Balcilar et al.
4. Sidrauski
5. Tobin
6. Stockman

نااطمینانی نرخ ارز

یکی از مهم‌ترین بحث‌ها و چالش‌های مطرح در اقتصاد کلان، نوسانات نرخ ارز و تأثیر آن بر متغیرهای کلان اقتصادی است. زیرا نوسانات نرخ ارز بخش تقاضای کل اقتصاد را از مجرای خالص صادرات و تأثیرگذاری ذخایر ارزی بانک مرکزی و نیز بخش عرضه اقتصاد را از مجرای کالاهای واسطه‌ای وارداتی، تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

به‌میزان تمایل نرخ ارز به نوسانات نامنظم، نااطمینانی نرخ ارز گفته می‌شود. همچنین تردید درمورد رفتار نرخ ارز به‌ویژه در زمان و میزان نوسانات نرخ ارز در آینده به‌عنوان نااطمینانی نرخ ارز بیان می‌گردد. نااطمینانی و شدت تمایل به نوسان آن، پیش‌بینی نرخ ارز را دشوار می‌کند. بر این اساس، نااطمینانی نرخ ارز انتظاری همواره موردتوجه بوده است. برای پیش‌بینی نرخ ارز از مدل‌های ساختاری متفاوتی استفاده شده است، به‌طوری‌که اکثراً با رفتار تصادفی همراه می‌باشد. یکی از مشکلات در پیش‌بینی نرخ ارز ناشی از خطای پیش‌بینی نرخ سلف تا زمان سررسید آن می‌باشد. حتی اگر زمان و میزان تغییرات نرخ ارز به‌طور کامل قابل پیش‌بینی باشد، احتمالاً نوسان نامنظم تحت‌تأثیر تغییرات قیمت نسبی در میان‌مدت قرار می‌گیرد (هراتی، ۱۳۹۰).

در خصوص مطالعات تجربی و پیشینه تجربی موضوع با توجه به بروز شوک‌های مختلف اقتصادی و سیاسی در سال‌های اخیر، مفهوم نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی بیش‌ازپیش موردتوجه پژوهشگران قرار گرفته است. اکثر مطالعات مربوط به نااطمینانی، بر برخی متغیرهای کلان از جمله؛ سرمایه‌گذاری، مصرف کل، تورم و... متمرکز می‌باشند و تا کنون مطالعه‌ای اثر نااطمینانی‌ها را بر مصرف انرژی مورد بررسی قرار نداده است. از طرفی، اکثر مطالعات انجام شده در حوزه مصرف انرژی، بیشتر بر رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی و همچنین اثرگذاری مصرف انرژی بر دیگر متغیرهای اقتصادی تمرکز دارند. لذا با مرور پیشینه تحقیق مشخص شد که این مطالعه به‌عنوان اولین مطالعه درصدد آن است که اثر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی را بر مصرف انرژی کشور ایران مورد بررسی قرار دهد. در زیر به‌صورت خلاصه به مهم‌ترین مطالعات انجام شده و نتایج عمده حاصل از متغیرهای کلان اقتصادی، مصرف برق و گاز می‌پردازیم:

اقبالی، رنج‌پور و متفکر آزاد (۱۳۹۹)، در مطالعه خود به رابطه علّی مصرف حامل‌های برق، گاز طبیعی و فراورده‌های نفتی با ارزش افزوده زیربخش‌های بخش صنعتی در ایران پرداختند. در این مطالعه با به‌کارگیری رویکرد جدید علّیت که توسط کونیا (۲۰۰۶) ارائه شده، رابطه بین سه حامل انرژی، گاز طبیعی، برق و فراورده‌های نفتی با ارزش افزوده شانزده زیربخش اصلی صنعت در بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۷۴ با رویکرد بوت استرپ پنلی مورد بررسی قرار گرفته است. مزیت رویکرد کونیا، این است که در آن برخلاف روش‌های سنتی، به دو مقوله ناهمگنی ضرایب و همبستگی بین مقطعی نیز توجه شده و این موضوع باعث می‌شود تا تخمین پارامترها، کاراتر باشد. نتایج نشان می‌دهد که در پنج زیربخش صنعت «تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی»، «تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر»، رابطه علّی یک‌طرفه از سمت ارزش افزوده به مصرف گاز طبیعی، و در زیربخش «صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی» رابطه دوطرفه بین این دو متغیر وجود دارد. همچنین، نبود رابطه علّی بین مصرف برق و ارزش افزوده در شانزده زیربخش صنعت مورد بررسی و وجود رابطه یک‌طرفه از سمت ارزش افزوده به مصرف فراورده‌های نفتی تنها در زیربخش «تولید سایر وسایل حمل‌و نقل» به دست آمده است. مطابق نتایج این تحقیق، در مجموع به‌نظر می‌رسد که مصرف انرژی نقش پیشران رشد را در اقتصاد ایران ایفا نمی‌نماید و دولت می‌تواند بدون نگرانی از تبعات منفی آن، به اجرای سیاست‌های آزادسازی قیمت انرژی و مدیریت تقاضای آن بپردازد.

شاطری (۱۳۹۸)، در مطالعه خود به پیش‌بینی تقاضای برق در ایران با رویکرد اقتصادسنجی پانل فضایی پرداخته است. به‌نظر وی استان‌های کشور از لحاظ منطقه جغرافیایی غیرهمگن هستند، بنابراین، لازم است که تقاضای برق به‌صورت منطقه‌ای صورت گیرد و وقتی داده‌ها دارای بُعد مکانی هستند، دیگر روش اقتصادسنجی معمول کارآمد نخواهد بود و روش صحیح، استفاده از اقتصادسنجی فضایی می‌باشد. برای این منظور، از اطلاعات ۲۸ استان کشور در دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۶ استفاده شده است. نتایج تخمین مدل بیان‌گر این است که مقدار پیش‌بینی برای سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب به مقادیر ۱۱۴۹۶/۸۶ و ۱۱۸۸۲/۳۵ و ۱۲۲۷۰/۱۲ و ۱۲۶۵۰/۹۴ و ۱۳۹۲۵ میلیون

کیلووات ساعت خواهد رسید. همچنین، بین مصرف برق و درآمد سرانه رابطه مثبت، بین مصرف برق و قیمت برق رابطه منفی، بین مصرف برق و قیمت گاز رابطه منفی و بین مصرف برق و دما، رابطه مثبت وجود دارد.

خدابنده‌لو (۱۳۹۸)، در مطالعه خود به پیش‌بینی تقاضای برق در ایران با استفاده از یک روش شبه پارامتریک پیشنهادی پرداخته است. در این تحقیق، یک پارادایم شبه پارامتریک جدید از ترکیب آنالیز موجک و مدل‌های ARMA ، به‌منظور پیش‌بینی مصرف برق استفاده شده است. آنالیز موجک به بررسی خواص چند مقیاسی داده‌ها می‌پردازد. نتایج تجربی حاکی از برتری روش پیشنهادی در این تحقیق نسبت به رویکردهای سنتی است، به‌طوری‌که این روش، نتایجی با درجه اطمینان و صحت بالاتری از پیش‌بینی برق را منجر می‌شود. بنابراین الگوریتم ارائه شده، کمک قابل‌توجهی به ادبیات مرتبط به حوزه مطالعات تجربی انجام گرفته در زمینه پیش‌بینی برق می‌کند.

مظفری و متفکر آزاد (۱۳۹۷)، در مطالعه خود به بررسی تأثیر سرمایه اجتماعی بر مصرف برق خانگی در استان‌های ایران پرداخته است. هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر هم‌زمان سرمایه اجتماعی، متغیرهای اقتصادی و محیطی بر مصرف برق در بخش خانگی استان‌های ایران است. در این راستا با استفاده از روش GMM و داده‌های استان‌های ایران در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۹ به تبیین تأثیر شاخص سرمایه اجتماعی بر مصرف برق بخش خانگی پرداخته شده است. نتایج نشان داد که سرمایه اجتماعی تأثیر منفی و معناداری بر مصرف برق خانگی داشته است. سرمایه اجتماعی تعبیه شده در روابط بین افراد و به تبع آن مشارکت آنها درجهت حفاظت از سرمایه‌های ملی و طبیعی، یکی از عواملی است که سرمایه‌گذاری در این زمینه می‌تواند باعث کاهش اتلاف منابع انرژی مانند برق شود. کاهش فساد اداری، تشویق نهادهای مردمی، کاهش گسست بین دولت و مردم، آموزش؛ از جمله اقداماتی هستند که می‌توان برای افزایش سرمایه اجتماعی انجام داد. همچنین سایر نتایج مقاله نشان داد که درآمد سرانه، نیاز به سرمایش، بُعد خانوار و مصرف دوره قبل، تأثیر مثبت بر مصرف برق بخش خانگی دارد. مصرف برق دوره قبل بیشترین تأثیر را در تابع مصرف برق خانگی داشته است. کشش قیمتی مصرف برق خانگی منفی ارزیابی شده است، لذا افزایش قیمت برق موجب کاهش مصرف برق شده است. متغیرهای نیاز به گرمایش و قیمت گاز خانگی، تأثیر معناداری بر مصرف برق ندارند.

رستمی و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه خود به پیش‌بینی تقاضای برق در ایران پرداختند. هدف مطالعه حاضر پیشنهاد کاربرد مدل ترکیبی خاصی برای تخمین تابع تقاضای سرانه برق کل و همچنین پیش‌بینی مقدار تقاضای آن برای ۱۵ سال آینده در ایران است. در این تحقیق ابتدا با استفاده از مدل تعدیل جزئی پویا، تقاضای سرانه برق کشور برای دوره سالانه ۱۳۹۳-۱۳۶۰ برآورد شده است و سپس با جایگذاری مقادیر آتی متغیرها که از مدل میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه (ARI-MA)به دست آمده در مدل ترکیبی تعدیل جزئی پویا (DPAM)، تقاضای برق تا سال ۱۴۰۸پیش‌بینی گردیده است. یافته‌های تحقیق بیانگر بی‌کشش بودن تقاضای برق نسبت به تغییرات قیمت می‌باشد، به‌طوری‌که کشش‌های قیمتی کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب برابر ۰/۰۱۴- و ۰/۰۲۶- درصد است. نتایج پیش‌بینی نشان می‌دهد مقدار تقاضای سرانه برق تا سال ۱۴۰۸ نسبت به سال ۱۳۹۳ حدود ۴۵ درصد رشد خواهد داشت که برای پاسخ‌گویی به این تقاضا باید سیاست‌هایی در جهت افزایش تولید و محدودیت تقاضا، طراحی و اجرا گردد.

سپهردوست و قربان سرشت (۱۳۹۷)، در مطالعه خود به بررسی تأثیر رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی با استفاده از آزمون نظریه درآمد- هزینه واگنر پرداختند. هدف از این پژوهش، برآورد اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر مصرف انرژی (برق) با استفاده از داده‌های سالانه سری زمانی در ایران طی دوره زمانی ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۳ است. برای این منظور، از آزمون خودتوضیح برداری با وقفه‌های توزیعی (ARDL) جهت نشان دادن روابط بلندمدت، از آزمون تصحیح خطای برداری (ECM) برای بیان روابط کوتاه‌مدت و نیز از آزمون علیت گرانجر به‌منظور تعیین رابطه علّیت، استفاده شد. نتایج نشان داد که در دوره بلندمدت، رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات، موجب تحریک مصرف برق در کشور ایران شده است. آزمون علّیت چندمتغیره مؤید رابطه علّی یک‌طرفه از طرف رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات، به‌سمت مصرف برق است. نتایج همچنین نشان داد که در بلندمدت، یک درصد افزایش در متغیرهای رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات، مصرف برق را به‌ترتیب به میزان

۰/۷۸ و ۰/۰۲۸ درصد افزایش می‌دهد. ضریب تصحیح خطا نیز نشان می‌دهد که در هر دوره ۹/۷ درصد از عدم تعادل در مصرف حقیقی سرانه برق تعدیل شده و به‌سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود. نتایج مؤید برقراری نظریه واگنر، مبتنی بر وجود رابطه بین رشد درآمد سرانه و پیچیدگی اقتصادی و به‌دنبال آن افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات رفاهی جدید از جمله فراهم‌آوری انرژی ارزان توسط دولت است.

ممی‌پور و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه خود به پیش‌بینی نوسانات قیمت برق در بازار برق ایران با استفاده از مدل مارکوف- سوئیچینگ گارچ پرداختند. در این مطالعه از مدل‌های گارچ متقارن و نامتقارن به‌عنوان مدل‌سازی تک‌رژیمی و از مدل مارکوف- سوئیچینگ گارچ به‌عنوان مدل‌سازی چندرژیمی برای پیش‌بینی نوسانات قیمت برق در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت شامل یک‌روزه، پنج‌روزه و افق بلندمدت شامل ده‌روزه و بیست‌روزه با توزیع‌های مختلف استفاده شده است. نتایج حاصل از مقایسه خطاهای پیش‌بینی هریک از مدل‌ها نشان می‌دهد که مدل مارکوف- سوئیچینگ گارچ برای همه افق‌های زمانی، نسبت به مدل‌های تک‌رژیمی از کارایی بیشتری در پیش‌بینی نوسانات قیمت برق برخوردار است. همچنین مقایسه نتایج بین مدل‌های تک‌رژیمی با توزیع‌های مختلف نشان می‌دهد، مدل نامتقارن گارچ نسبت به سایر مدل‌ها عملکرد بهتری داشته و قدرت پیش‌بینی این مدل‌ها به‌نوع توابع توزیع جملات خطا و افق زمانی پیش‌بینی بستگی دارد.

متغیرهای پژوهش حاضر در مطالعات خارجی به شیوه‌های متفاوت موردمطالعه قرار گرفته‌اند. برای مثال برینی (۲۰۲۱)، به بررسی رابطه مصرف برق تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی و تغییرات آب‌وهوایی در کشورهای منتخب آفریقا پرداخته است. این مطالعه رابطه علّی پویا بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و غیرقابل تجدید، رشد اقتصادی و تغییرات آب‌وهوایی را برای نمونه‌ای از ۱۶ کشور منتخب آفریقا بررسی می‌کند. این مطالعه از مدل‌های ARDL-MG، ARDL-PMG و آزمون علّیت گرنجر برای داده‌های سالانه مربوط به دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۴ استفاده می‌کند. تجزیه‌وتحلیل تجربی، وجود رابطه درازمدت ادغام در میان متغیرها را تأیید می‌کند. در درازمدت، مشخص شده است که مصرف انرژی تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی تأثیر مضر بر تغییر اقلیم دارد، درحالی‌که مصرف انرژی تجدیدپذیر بر تغییر اقلیم تأثیر مفیدی دارد. در کوتاه‌مدت، نتایج نشان می‌دهد یک رابطه علّیت دوطرفه از مصرف انرژی تجدیدناپذیر به تغییرات آب‌وهوایی و حمایت از فرضیه بازخورد وجود دارد، درحالی‌که یک رابطه علّیت یک‌طرفه از تغییر آب‌وهوا به مصرف انرژی تجدیدپذیر ثابت شده است. نتایج بیشتر نشان می‌دهد که مصرف انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش تغییرات آب‌وهوایی در کشورهای آفریقایی کمک کند.

کالین[1] و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی رابطه بین مصرف برق و رشد اقتصادی برای دوره‌های طولانی‌مدت پرداختند. دامنه اصلی این تحقیق، توسعه و استفاده از روش جدید برای پیش‌بینی انرژی طی یک دوره طولانی‌مدت بر اساس رابطه لگاریتمی بین برق سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه بود. ثابت شده است که این رابطه تا سال ۱۹۸۹ معتبر است. این امر شامل انرژی و شاخص‌های مالی قابل تغییر و نرخ پویایی رشد K، به‌صورت منحنی‌های هذلولی است. نتایج نشان می‌دهد که رشد انرژی در دوره اول بیش از ده برابر سریع‌تر از دوره بعد بود، درحالی‌که رشد مالی تقریباً اولین دوره این روش با موفقیت برای سوئیس نیز اعمال شد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که IKoMet به‌طور کلی می‌تواند برای پیش‌بینی طولانی‌مدت انرژی استفاده شود.

لین و وانگ[2] (۲۰۱۹)، در مطالعه خود به بررسی ناسازگاری رشد اقتصادی و مصرف برق در چین با رویکرد پانل VAR پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش موجودی، سرمایه ثابت و مصرف برق صنعتی، شکاف را کاهش می‌دهد. زمانی که رشد اقتصادی بالاتر از رشد مصرف برق است، این شکاف افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که در بین استان‌های کشور چین ناهمگنی وجود دارد.

آیدین[3] (۲۰۱۹)، در مطالعه خود به بررسی رابطه رشد اقتصادی و مصرف برق تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر برای کشورهای OECD پرداخته است. نتایج آزمون علّیت دامتریسکو- هارلین نشان داد که یک علّیت دوطرفه بین مصرف برق تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی وجود دارد. در طرف دیگر، نتایج آزمون‌های کراکس و روسنس نشان داد که یک علت موقت دوطرفه و دائمی بین رشد اقتصادی و مصرف برق تجدیدپذیر- تجدیدناپذیر وجود دارد.

1. Kolin et al.
2. Lin & Wang
3. Aydin

هدام[1] (۲۰۱۹)، در مطالعه خود به بررسی رابطه انتشار کربن دی‌اکسید، انرژی برق تجدیدپذیر، سوخت‌های فسیلی و رشد اقتصادی در کشورهای آمریکای جنوبی پرداخته است. این مطالعه به بررسی تأثیر تولید برق تقسیم شده توسط منبع انرژی (فسیلی و تجدیدپذیر) بر انتشار دی‌اکسیدکربن در آمریکای جنوبی طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ پرداخته است. نتایج نشان داد که این آلودگی با رشد اقتصادی و برق فسیلی در کوتاه‌مدت ارتباط دارد. برآوردها نشان می‌دهد که انرژی تجدیدپذیر تأثیر منفی بر انتشار CO_2 در طولانی مدت دارد.

کاستاکامپی[2] و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه خود به بررسی اثر هزینه‌های برق بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند. آنها اثرات دو ابزار هزینه‌های ارتقا انرژی تجدیدپذیر و هزینه‌های شبکه را بر مصرف و رشد برق مورد ارزیابی قرار دادند. مجموعه داده‌های مربوط به دوره زمانی ۲۰۰۷-۲۰۱۳ و برای ۲۲ کشور اروپایی است. نتایج حاصل از تحلیل تجربی نشان می‌دهد که این دو ابزار تأثیر منفی بر مصرف برق و رشد اقتصادی دارند.

یانگ[3] و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که قیمت‌های برق دارای ویژگی‌های بسیار پیچیده‌ای مانند نوسانات بالا، فرکانس بالا و غیرخطی بودن است. ازاین‌رو، از یک روش ترکیبی یعنی تبدیل موجک و ماشین یادگیری سریع کرنل بر اساس روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات و یک مدل خودرگرسیو میانگین متحرک، برای پیش‌بینی قیمت برق پنسیلوانیا، نیوجرسی و مریلند، بازار استرالیا و اسپانیا استفاده کردند. برای بهینه‌سازی پارامترهای کرنل، روش بهینه‌سازی خودتصحیحی ازدحام ذرات اتخاذ شده است. پس از تجزیه داده‌ها با استفاده از تبدیل موجک، سری ایستا به‌عنوان مجموعه‌ای ورودی جدید توسط مدل ARMA پیش‌بینی شده و سری غیرایستا با استفاده از مدل SAPSO- KELM پیش‌بینی شده است.

مرور مطالعات نشان می‌دهد که در اغلب مطالعات از مدل‌های معمولی GARCH جهت استخراج نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، نرخ ارز و رشد اقتصادی)، استفاده شده و رابطه آن با متغیرهای برق و گاز اغلب در چارچوب مدل‌های خطی مورد آزمون قرار گرفته است. لذا بررسی نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی در مصرف برق و گاز با رویکرد مارکوف- سوئیچینگ از اهمیت لازم برخوردار خواهد بود.

1. Hodam
2. Costa-Campi et al.
3. Yang et al.

۳- معرفی داده و روش شناسی

در این تحقیق برای بررسی تأثیر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی بر مصرف برق و گاز، الگوی مدنظر در چارچوب مبانی نظری تابع تقاضا برق و گاز و استناد به مطالعه بلوم و همکاران (۲۰۱۴)، عاقلی و همکاران (۱۳۹۵) و رحمانی و همکاران (۱۳۸۹)، استخراج و مورد استفاده قرار گرفته است. الگوی اقتصادسنجی تحقیق به‌صورت زیر معرفی می‌شود:

$$EI\ f\begin{pmatrix}UnOil, UnE, UnIN, UnEG, PGaz,\\ OPEN, FDI, PO, E, EC\end{pmatrix} + \varepsilon_t \quad (۱)$$

EI مصرف برق و گاز می باشد که در آن متغیرهای: EC، E، PO، FDI، OPEN، PGas، UnEG، UnIN، UnE، UnOil به ترتیب مصرف انرژی کل، بهره‌وری انرژی، جمعیت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، درجه باز بودن اقتصاد، قیمت گاز، نااطمینانی رشد اقتصادی، نااطمینانی تورم، نااطمینانی نرخ ارز، نااطمینانی قیمت نفت را نشان می‌دهند. t اندیس زمان بوده و ε جزء خطای مدل را نشان می‌دهد. با توجه به مبانی نظری و مطالعات تجربی پژوهش بلوم و همکاران (۲۰۱۴)، برای بررسی نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی الگوی اقتصادسنجی زیر در نظر گرفته شده است:

$$\begin{aligned}LEI_t &= \beta_0 + \beta_1 \mathrm{UnOil}_t + \beta_2 \mathrm{UnE}_t \\ &+\beta_3 \mathrm{UnIN}_t + \beta_4 \mathrm{UnEG}_t + \beta_5 \mathrm{PGaz}_t \\ &+\beta_6 \mathrm{OPEN}_t + \beta_7 \mathrm{FDI}_t + \beta_7 \mathrm{PO}_t \\ &+\beta_8 \mathrm{E}_t + \beta_9 \mathrm{EC}_t + e_t\end{aligned} \quad (۲)$$

که در آن L، لگاریتم طبیعی متغیرهای مذکور می‌باشد. با توجه به اینکه نااطمینانی متغیرهای اقتصادی کلان به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیست، با توجه به مدل تحقیق، ابتدا شاخص نااطمینانی هریک از متغیرهای تحت مطالعه با استفاده از روش GARCH[4] محاسبه می‌شود و به‌عنوان یک متغیر در مدل تحقیق وارد می‌شود.

داده‌های متغیرهای کلان اقتصادی از پایگاه اینترنتی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و آمار قیمت برق و گاز از ترازنامه انرژی (وزارت نیرو)، اخذ شده است. بعد از

4. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

محاسبه شاخص نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، رشد اقتصادی، ارز و نفت) با استفاده از روش گارچ، رابطه (۸) طی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۶۰با استفاده از روش مارکوف–سوئیچینگ (MS)، برآورد می‌شود.

مدل مارکوف- سوئیچینگ یا تغییر رژیم توسط همیلتون[1] در سال ۱۹۸۹ میلادی معرفی شد و یکی از مشهورترین مدل‌های غیرخطی است. این روش از چند معادله برای توضیح رفتار متغیرها استفاده می‌کند تا بتواند الگوهای پویایی پیچیده را توضیح دهد. بحران انرژی سال ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۸ میلادی، جنگ ایران و عراق ۱۹۷۹ میلادی، بحران جهانی ۲۰۰۸ میلادی و حمله عراق به کویت که باعث بالا رفتن قیمت نفت شد و تحریم‌های ایران پس از انقلاب اسلامی، به‌عنوان یک شکست ساختاری هستند و ارتباط بین متغیرهای یک مدل را تغییر می‌دهند و نمی‌توان یک مدل ثابت برای آنها در نظر گرفت. به همین دلیل، مدل‌های خودرگرسیون برداری (VAR) و مدل تصحیح خطای برداری (VECM) که این تغییرات را در نظر نمی‌گیرند، مناسب نیستند. درصورتی می‌توان از این روش‌ها استفاده کرد که زمان دقیق تغییرات متغیرها را بدانیم که در بیشتر موارد این اطلاعات در دسترس نیست و باید در نظر گرفت که زمان شکست‌های ساختاری با تغییر ارتباط بین متغیرها ممکن است یکی نباشد.

روابط متغیرها در دوره‌های زمانی مختلف ممکن است از ساختار متفاوتی تبعیت کند. هریک از این دوره‌ها را یک رژیم می‌نامیم. توسط مدل تصحیح خطای برداری تغییر رژیم مارکوف (MSVECM)، می‌توان رابطه بلندمدت چندرژیمی بین متغیرها را بررسی کرد. در این مدل فرض بر این است که روابط متغیرها در رژیم‌های مختلف از ساختار متفاوتی تبعیت می‌کند. اگر سری زمانی Y_t در طی زمان در رژیم دچار تغییر شود، فرض ثابت بودن پارامترها در مدل VAR موجه نیست و باید از مدل‌های جایگزین مثل MSVAR و MSVECM استفاده کرد. مدل خودرگرسیون برداری تغییر رژیم مارکوف (MS-VAR)، برای محاسبه نوسانات اقتصاد کلان در حضور شکاف‌های ساختاری معرفی شده است.

در روش مارکوف وقایع به m واقعه تقسیم می‌شوند که s_i، واقعه iام $i=1,2,\dots m$ می‌باشد. هر واقعه بیانگر یک تغییر است. در اینجا فرض می‌شود که y_t همراه با متغیر غیرقابل مشاهده s_i تغییر جهت می‌دهد. s_i متغیر است که اعداد بین ۱،۲،... را اختیار می‌کند. خصوصیت فرایند مارکوف عبارت است از:

$$p(y_t|y_1,y_2,\dots,y_{t-1}) = p(y_t|y_{t-1}) \qquad (۳)$$

معادله فوق بیان می‌کند که توزیع احتمال در هر زمان مانند t، فقط وابستگی به وضعیت آن در t-1 دارد. مزیت این مدل در انعطاف‌پذیری آن است که امکان در نظر گرفتن تغییرات واریانس بین فرایندها را همراه با تغییر در میانگین فراهم می‌کند.

ماتریس احتمال p که به آن ماتریس انتقال گفته می‌شود، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$p = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1M} \\ p_{21} & p_{22} & & p_{2M} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ p_{M1} & p_{M2} & \cdots & p_{MM} \end{pmatrix} \qquad (۴)$$

عناصر غیر قطر اصلی ماتریس، مقادیر احتمالات انتقال از یک رژیم به سایر رژیم‌ها و عناصر قطر اصلی ماتریس احتمال پایداری هر رژیم را نشان می‌دهد. به‌طور کلی اگر $i=j$ باشد، ثبات وضعیت و اگر $i\neq j$ تغییر وضعیت را نشان می‌دهد.

در مدل‌های مارکوف، پارامترهای فرایند خلق داده در بردار سری زمانی y_t به متغیر رژیم s_t بستگی دارد. به‌عبارتی ضرایب مدل در طول زمان قابل تغییر است. در هر دوره فرض می‌شود که تابع در یک رژیم خاص قرار دارد. در حالت گسسته فرایند تصادفی مارکوف به‌وسیله احتمالات انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر طبق رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$p_{ij} = pr(s_{(t+1)} = j|s_t = i)$$
$$\sum_{j=1}^{M} p_{ij} = 1 \qquad \forall_{i,j}\in\{1,2,\dots,M\} \qquad (۵)$$

روابط متغیرها در دوره‌های زمانی مختلف ممکن است از ساختار متفاوتی تبعیت کند. هریک از این دوره‌ها را یک رژیم می‌نامیم. توسط مدل تصحیح خطای برداری تغییر رژیم مارکوف (MSVECM) می‌توان رابطه بلندمدت چندرژیمی بین متغیرها را بررسی کرد. در این مدل فرض بر این است که روابط متغیرها در رژیم‌های مختلف از

1. Hamilton

ساختار متفاوتی تبعیت می‌کند. اگر سری زمانی y_t در طی زمان در رژیم دچار تغییر شود، فرض ثابت بودن پارامترها در مدل VAR موجه نیست و باید از مدل‌های جایگزین مثل MSVAR و MSVECM استفاده کرد. مدل خودرگرسیون برداری تغییر رژیم مارکوف (MS-VAR) برای محاسبه نوسانات اقتصاد کلان در حضور شکاف‌های ساختاری معرفی شده است (کاک و اسچیکرت، ۲۰۱۷).

مدل‌های معادلات هم‌زمان مبتنی بر رویکردی است که طبق آن برخی متغیرها درون‌زا و برخی دیگر برون‌زا هستند. در شرایطی که مطمئن نیستیم چه متغیرهایی درون‌زا و چه متغیرهایی برون‌زا هستند، از رویکرد دیگری به اسم مدل‌های خودرگرسیون (VAR) استفاده می‌شود که در این مدل همهٔ متغیرها درون‌زا هستند. مدل خودرگرسیون برداری مرتبه P به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$y_t = A_0 + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \cdots + A_p y_{t-p} + u_t \quad (۶)$$

بسیاری از متغیرهای اقتصادی به‌دلایل متعددی در طول زمان دچار تغییر وضعیت می‌شوند و در یک مدل اقتصادی این تغییر وضعیت‌ها لحاظ می‌شود. پارامترهای مدل VAR به متغیر رژیم (S_t) بستگی دارد، s_t قابل مشاهده نیست و فقط احتمال مربوط به آن را می‌توان به دست آورد.

روش خودرگرسیون برداری تغییر رژیم مارکوف (MS-VAR)[1] یک مدل اقتصادسنجی است که برای سری زمانی‌های تک‌متغیره یا چندمتغیره طراحی شده است. مدل خودرگرسیون برداری تغییر رژیم مارکوف ابزاری برای ارزیابی مدل خودرگرسیون برداری[2] با تغییرات در رژیم را فراهم می‌کند. مدل MS-VAR در این پژوهش به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_t = \mu s_t + \sum_{k=1}^{q} A(s_t) \times y_{t-k} + \varepsilon_t \quad (۷)$$

θ_n بردار پارامترهای مدل VAR در رژیم‌های مختلف می‌باشد. هنگامی که سیستم تحت‌تأثیر تغییرات رژیم قرار می‌گیرد، بردار پارامترهای مدل VAR تغییر می‌کند. پارامترهای مدل خودرگرسیون برداری به متغیر وضعیت s_t بستگی دارد. در این صورت تابع چگالی شرطی سری زمانی قابل مشاهده Y_t به‌صورت زیر است:

$$p(y_t|Y_{t-1},\theta_1) = \begin{cases} f(y_t|Y_{t-1},\theta_1) & \text{اگر } s_t = 1 \\ \cdots & \\ f(y_t|Y_{t-1},\theta_n) & \text{اگر } s_n = n \end{cases} \quad (۸)$$

y_{t-n} معرف مقادیر با وقفه تمام متغیرهای درون‌زا است. بنابراین، برای یک رژیم مشخص s_t می‌توان y_t را به‌وسیله مدل خودرگرسیون برداری با وقفه p از متغیرهای توضیحی به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$y_t = V(s_t) + A_1(s_t)y_{t-1} + \cdots + A_p(s_t)y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (۹)$$

V بردار عرض از مبدأ، A_i ماتریس‌هایی هستند که پارامترهای خودتوضیح را شامل می‌شوند و ε_t بردار جمله خطا است. ε_t دارای توزیع نرمال و واریانس وابسته به رژیم ($\varepsilon_t \sim N(0, \sum S_t)$) است. تمام پارامترها با تغییر رژیم تغییر می‌کنند. بنابراین، مدل فوق را برای y_t به‌صورت زیر می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} V_1 + A_{11}y_{t-1} + \cdots + A_{p1}y_{t-p} + \varepsilon_{1t} & \text{اگر } S_t = 1 \\ \vdots & \\ V_N + A_{1N}y_{t-1} + \cdots + A_{pN}y_{t-p} + \varepsilon_{Nt} & \text{اگر } S_t = N \end{cases} \quad (۱۰)$$

بسته به اینکه کدام‌یک از اجزای معادله وابسته به متغیر وضعیت می‌باشد، چند حالت کلی پیش می‌آید. آنچه در مطالعات اقتصادی بیشتر موردتوجه است، شامل چهار حالت مدل‌های مارکوف- سوئیچینگ در میانگین (MSM)، عرض از مبدأ (MSI)، ناهمسانی در واریانس (MSH) و پارامترهای اتورگرسیو (MSA) می‌باشد. در حالت کلی می‌توان انواع مختلف مدل‌های اتورگرسیو مارکوف- سوئیچینگ را با استفاده از مدل اتورگرسیو خطی تبیین نمود که در جدول زیر به مرور آنها می‌پردازیم:

1. Markov-switching vector autoregressive (MS-VAR)
2. Vector autoregressive models

جدول۱. حالت‌های مختلف مدل مارکوف- سوئیچینگ

ردیف	نام مدل	معادله	توزیع جمله‌های اخلال	جزء وابسته به رژیم
۱	MSM(m)-AR(p)	$\Delta y_t - \mu(s_t) = \sum_{i=1}^{p} \alpha_i (\Delta y_{t-i} - \mu(s_{t-i})) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$	میانگین
۲	MSI(m)-AR(p)	$\Delta y_t = c(s_t) + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i (\Delta y_{t-i}) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$	عرض از مبدأ
۳	MSH(m)-AR(p)	$\Delta y_t = c + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i (\Delta y_{t-i}) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2(s_t))$	واریانس جمله‌های خطا
۴	MSA(m)-AR(p)	$\Delta y_t = c + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i (s_t)(\Delta y_{t-i}) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$	ضرایب جمله‌های خود توضیح

مأخذ: نتایج تحقیق

با ترکیب حالت‌های اول و دوم با مدل‌های سوم و چهارم می‌توان مدل‌های جزئی‌تری را به دست آورد که در آن امکان وابسته بودن اجزای مختلف معادله به رژیم‌ها وجود دارد. جدول(۲) ، خلاصه حالت‌های مختلف مدل مارکوف- سوئیچینگ را نشان می‌دهد.

جدول ۲. خلاصه حالت‌های مختلف MS-AR

		MSM		MSI	
		متغیر	ثابت	متغیرC	ثابتC
ثابت a_i	ثابت σ^2	MSM	خطی	MSI	خطی
	متغیر σ^2	MSMH	MSH	MSIH	MSH
متغیر a_i	ثابت σ^2	MSMA	MSA	MSIA	MSA
	متغیر σ^2	MSMAH	MSAH	MSIAH	MSAH

مأخذ: نتایج تحقیق

برای توضیح بیشتر، در حالت MSMH هم واریانس مدل و هم میانگین مدل وابسته به متغیر وضعیت می‌باشند و در حالت MSMAH واریانس، میانگین و نیز پارامترهای مدل اتورگرسیو وابسته به متغیر وضعیت می‌باشند (قاضی‌زاده، ۱۳۹۵).

۴- یافته های پژوهش

آزمون پایی متغیرها

به‌منظور حصول اطمینان از پایابودن یک متغیر سری زمانی، از آزمون ریشه واحد استفاده می‌شود که یکی از معمول‌ترین آزمون‌ها برای تشخیص پایایی است. مهم‌ترین روش‌های آزمون ریشه واحد برای پایایی، آزمون دیکی-فولر (DF)، آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته (ADF) و آزمون فیلیپس- پرون (PP) می‌باشند. در مقاله حاضر، برای تشخیص پایایی یا ناپایایی سری‌های موردنظر از آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته استفاده می‌شود. فرضیه صفر در آزمون‌های فوق، وجود ریشه واحد می‌باشد و فرضیه مقابل نیز عدم وجود ریشه واحد یعنی مانا می‌باشد.

جدول ۳. نتایج آزمون پایی

متغیر	سطح			تفاضل مرتبه اول			وضعیت
	مقدار آماره	سطح معناداری	وضعیت	مقدار آماره	سطح معناداری	وضعیت	
lnE	-۳/۸۱۷	۰/۰۰۶	مانا	-	-	-	I(0)
lnEC	-۰/۳۹۰	۰/۹۰۰	نامانا	-۴/۶۱۷	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnEG	-۵/۷۶۷	۰/۰۰۰	مانا	-	-	-	I(0)
lnElc	۰/۱۰۱	۰/۹۹۶	نامانا	-۹/۲۴۹	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnElc_i	۵/۲۵۶	۱/۰۰۰	نامانا	-۳/۵۷۹	۰/۰۱۱	مانا	I(1)
lnEX	۸/۳۷۸	۱/۰۰۰	نامانا	-۱۱/۲۴۵	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnFDI	-۱/۹۵۴	۰/۰۴۹	مانا	-	-	-	I(0)
lnGC	۱/۴۸۴	۰/۹۹۹	نامانا	-۵/۹۸۵	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnGDP	-۰/۸۹۵	۰/۷۷۹	نامانا	-۵/۲۲۵	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnInf	-۴/۳۹۲	۰/۰۰۱	مانا	-	-	-	I(0)
lnNI	-۲/۶۲۶	۰/۲۷۱	نامانا	-۴/۴۸۲	۰/۰۰۵	مانا	I(1)
lnOC	-۱/۹۰۳	۰/۳۲۷	نامانا	-۶/۰۷۷	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnOpen	-۰/۹۳۷	۰/۷۶۵	نامانا	-۵/۱۰۷	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnPel	۰/۵۱۸	۰/۹۹۹	نامانا	-۶/۴۷۵	۰/۰۰۰	مانا	I(1)
lnPel_i	۴/۳۰۲	۱/۰۰۰	نامانا	-۴/۰۸۵	۰/۰۰۲	مانا	I(1)
lnPGaz	۱/۱۴۳	۰/۹۹۷	نامانا	-۲/۷۱۳	۰/۰۸۱	مانا	I(1)
lnPO	-۲/۹۸۷	۰/۰۴۵	مانا	-	-	-	I(0
lnPOil	-۱/۴۵۰	۰/۵۴۷	نامانا	-۵/۱۹۰	۰/۰۰۰	مانا	I(1)

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق نتایج جدول ۳، مشاهده می‌شود که متغیرهای بهره‌وری انرژی، رشد اقتصادی، FDI، نرخ تورم و جمعیت در سطح مانا می‌باشند. به‌عبارت‌دیگر، دارای درجه انباشتگی مرتبه صفر هستند. در طرف دیگر، متغیرهای مصرف برق کل، مصرف انرژی، مصرف برق در بخش صنعت، نرخ ارز، مصرف گاز، GDP، تعداد مشترکین برق در بخش صنعت، مصرف نفت، درجه باز بودن اقتصاد، قیمت برق کل، قیمت برق در بخش صنعت، قیمت گاز و قیمت نفت در سطح نامانا بوده و بعد از یک بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند. به‌عبارتی، دارای درجه انباشتگی یک می‌باشند. برآورد مدل نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی

نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از روش ARCH و GARCH اندازه‌گیری شد. مطابق نتایج جدول ۴، مشاهده می‌شود، مدل مطلوب متغیر رشد اقتصادی شامل ARCH(1) و GARCH(1)، مدل مطلوب متغیر نرخ ارز شامل GARCH(1)، مدل مطلوب متغیر قیمت نفت شامل GARCH(1) و مدل مطلوب برای متغیر نرخ تورم شامل ARCH(1) می‌باشد.

جدول ۴. برآورد مدل نااطمینانی متغیرهای تحقیق

مدل	متغیر	ضریب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معناداری
	عرض از مبدأ	۴/۳۵۵	۱/۷۱۱	۲/۵۴۵	۰/۰۱۰
رشد اقتصادی	ARCH	-۰/۱۲۴	۰/۰۷۵	-۱/۶۴۹	۰/۰۹۹
	GARCH	۰/۹۶۳	۰/۱۴۰	۶/۸۷۲	۰/۰۰۰
نرخ ارز	عرض از مبدأ	-۱۵۲۳۱۸	۸۸۶۳۸	-۱/۷۱۸	۰/۰۸۵
	GARCH	۱/۳۲۳	۰/۰۵۳	۲۵/۵۱۸	۰/۰۰۰
قیمت نفت	عرض از مبدأ	-۱۰۸/۱۷۶	۱۶/۶۳۰	-۰/۶۷۳	۰/۵۰۰
	GARCH	۱/۱۲۶	۰/۱۳۸	۸/۱۲۳	۰/۰۰۰
نرخ تورم	عرض از مبدأ	۱۵/۳۹۳	۱۳/۷۵۰	۱/۱۱۹	۰/۲۶۲
	ARCH	۱/۳۹۲	۰/۶۶۴	۰/۰۹۵	۰/۰۳۶

مأخذ: نتایج تحقیق

در تخمین مدل VAR پس از بررسی پایایی متغیرها باید طول وقفه بهینه برای متغیرهای موردمطالعه در کشور ایران تعیین شود. تعیین وقفه بهینه الگو به‌دلیل اینکه با افزایش هر وقفه درجه آزادی سیستم کاهش می‌یابد، از اهمیت خاصی برخوردار است. برای این مسئله از معیار شوارتز- بیزین استفاده می‌شود که برای حجم داده‌های کوچک مناسب‌تر است. نتایج تعیین وقفه بهینه الگو با استفاده از نرم‌افزار ایویوز نسخه ۱۲ حاکی از آن است که تخمین مدل هر دو شرط لازم برای پایایی را برای کشور ایران محقق می‌سازد. تجزیه‌وتحلیل اثرات متقابل پویایی حاصل از شوک‌های ایجاد شده در الگویی با استفاده از روش‌های توابع عکس‌العمل آنی و تجزیه واریانس (تجزیه ساختاری)، صورت می‌گیرد. آنچه در مباحث تخمین الگوهای خودتوضیح برداری حائز اهمیت است، روابط بین متغیرها و نحوه اثرگذاری آنها بر یکدیگر است. ازاین‌رو، آزمون معنادار بودن پارامترها از اهمیت کمتری برخوردار است. در نتیجه در عمل تابع عکس‌العمل آنی (IRF)، تخمین زده می‌شود. تابع عکس‌العمل آنی، واکنش پویایی هریک از متغیرهای درون‌زای سیستم را در طول زمان در برابر یک انحراف معیار اخلال ایجاد شده در سایر متغیرهای سیستم نشان می‌دهد. در ادامه این بخش به ارائه نمودارهای توابع عکس‌العمل آنی و تحلیل آنها پرداخته می‌شود. جدول ۵، مقادیر آماره اکائیک و شواتز- بیزین را برای وقفه‌های ۱ تا ۲ نشان می‌دهد و کمترین مقدار این معیارها در وقفه ۳ به دست آمده است. در نتیجه وقفه بهینه مدل مصرف برق و گاز ۲ انتخاب می‌شود.

جدول ۵. نتایج تعیین وقفه بهینه با استفاده از معیارهای اطلاعاتی شوارتز، کوئین و آکائیک

مصرف گاز			
وقفه	AIC	SC	HQ
۰	-۷/۷۲۸	-۷/۲۵۴	-۷/۵۵۹
۱	-۵۰/۰۸۴	-۴۴/۳۹۶	-۴۸/۰۶۰
۲	-۶۹/۷۳۹*	-۵۸/۸۳۶*	-۶۵/۸۶۰*
مصرف برق			
وقفه	AIC	SC	HQ
۰	-۱۲/۸۳۱	-۱۲/۳۱۴	-۱۲/۶۴۷
۱	-۵۲/۲۵۸	-۴۵/۵۳۵	-۴۹/۸۶۶
۲	-۸۰/۱۰۵*	-۶۷/۱۷۶*	-۷۵/۵۰۵*

مأخذ: نتایج تحقیق

روش دیگر برای توصیف رفتار پویایی یک مدل روش تجزیه واریانس است. روش تجزیه واریانس قدرت نسبی زنجیره علّیت گرنجر یا درجه برون‌زایی متغیرهای را خارج از دوره نمونه، اندازه‌گیری می‌کند و با استفاده از تجزیه واریانس می‌توان بررسی کرد که تغییرات خطای پیش‌بینی یک متغیر تا چه اندازه ناشی از اجزای اخلال خود و تا چه حدی ناشی از تغییرات سایر جملات اخلال مدل بوده است. در این روش سهم تکانه‌های وارد شده به متغیرهای مختلف الگو در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر در کوتاه‌مدت و بلندمدت

مشخص می‌شود. با تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی، سهم نوسانات هر متغیر در واکنش به تکانه‌های وارده شده به الگو تبیین می‌شود. به این ترتیب سهم هر متغیر را در تغییرات متغیرها در طول زمان اندازه‌گیری نمود (شرزه‌ای و حقانی، ۱۳۸۶). در جدول ۶، تجزیه واریانس متغیرها را برای مدل پایه نشان داده شده است، به‌طوری‌که Se خطای استاندارد متغیرهای مربوطه را نشان می‌دهد.

جدول ٦. نتایج تجزیه واریانس الگوی مصرف گاز

دوره	خطا	lnGC	lnUnEG	lnUnInf	lnUnOil	lnUnEX	lnPGaz	lnOpen	lnFDI	lnPO	lnE	lnEC
۱	۰/۰۸۹	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۰/۱۱۲	۷۹/۷۵۲	۲/۹۵۶	۳/۵۵۷	۰/۲۴۷	۳/۶۳۳	۶/۰۳۰	۰/۶۴۱	۰/۹۳۷	۲/۰۱۹	۰/۱۶۹	۰/۰۵۳
۳	۰/۱۲۸	۶۱/۲۰۴	۲/۶۲۶	۱۵/۶۶۷	۰/۱۸۷	۴/۹۱۹	۸/۵۹۲	۱/۲۴۱	۲/۹۲۱	۱/۹۵۱	۰/۱۲۹	۰/۵۵۶
۴	۰/۱۴۶	۴۷/۴۳۸	۲/۲۰۰	۲۲/۵۹۶	۰/۶۲۳	۶/۵۱۷	۸/۶۵۸	۴/۰۱۰	۲/۴۹۲	۱/۵۸۴	۰/۶۳۷	۳/۲۳۹
۵	۰/۱۵۳	۴۳/۳۰۸	۲/۰۴۴	۲۳/۷۷۶	۰/۵۷۲	۶/۴۳۸	۸/۱۲۲	۴/۷۳۶	۲/۳۴۱	۱/۴۴۵	۱/۱۹۴	۶/۰۱۷
۶	۰/۱۵۵	۴۲/۹۲۲	۲/۰۰۷	۲۳/۳۱۳	۰/۵۶۸	۶/۳۲۱	۸/۱۷۴	۴/۷۱۴	۲/۶۲۸	۱/۴۴۰	۱/۱۸۲	۶/۷۲۵
۷	۰/۱۶۲	۴۱/۱۱۷	۲/۰۶۶	۲۳/۳۶۲	۰/۶۴۳	۵/۸۷۹	۸/۸۷۶	۴/۳۹۲	۴/۵۹۲	۱/۵۲۹	۱/۳۳۹	۶/۲۰۰
۸	۰/۱۷۲	۳۷/۸۱۵	۲/۵۹۱	۲۴/۷۷۱	۱/۰۲۵	۵/۴۲۶	۸/۵۹۷	۴/۰۲۱	۶/۵۰۳	۱/۷۰۴	۱/۵۶۲	۵/۹۷۸
۹	۰/۱۸۴	۳۳/۷۳۰	۳/۳۴۴	۲۷/۳۸۰	۱/۴۸۹	۵/۷۰۰	۸/۲۰۱	۳/۸۴۴	۶/۵۶۱	۲/۰۶۵	۱/۶۱۶	۶/۰۶۵
۱۰	۰/۱۹۵	۳۰/۱۱۸	۳/۶۷۶	۲۹/۶۵۸	۱/۷۶۸	۶/۵۲۲	۷/۸۷۸	۳/۸۸۳	۵/۹۶۲	۲/۳۲۸	۱/۵۹۸	۶/۶۰۴

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق نتایج جدول ۶، مشاهده می‌شود، در دوره اول ۱۰۰٪ انحراف معیار مصرف گاز توسط خودمتغیر توضیح داده شد است. در دوره دوم ۷۹٪ از نوسانات متغیر مصرف گاز مربوط به خود متغیر می‌باشد. در میان مدت به ترتیب شوک‌های برق، درجه باز بودن، سرمایه‌گذاری خارجی و نرخ ارز بیشترین میزان اثربخشی را در نوسانات مصرف گاز دارند. همچنین در دوره دهم سهم خودمتغیر در توضیح نوسانات به ۳۰٪ کاهش پیدا کرده است. در این دوره نیز پس از خودمتغیر، به ترتیب شاخص مصرف کل انرژی، قیمت نفت و تورم بیشترین نقش را در توضیح نوسانات رشد اقتصادی دارند. با گذشت زمان و در دوره‌های بعدی، از سهم متغیر مصرف گاز کاسته شده و بر سهم دیگر متغیرهای حاضر در مدل افزوده شده است. طی دوره‌های دوم تا دهم، قیمت گاز، نااطمینانی نرخ تورم و نااطمینانی نرخ ارز (به استثنای خودمتغیر) بیشترین سهم را در تغییرات مصرف گاز دارند.

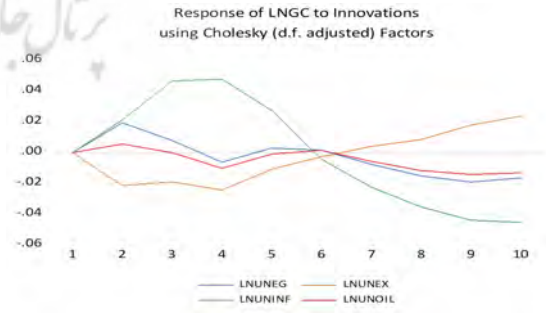
جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس الگوی مصرف برق

دوره	خطا	lnELC	lnUnEG	lnUnInf	lnUnOil	lnUnEX	lnPElc	lnOpen	lnFDI	lnPO	lnE	lnEC	lnNI
۱	۰/۰۱۳	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۰/۰۱۶	۷۷/۰۲	۱/۴۸۲	۰/۰۱۷	۵/۶۸۹	۴/۲۸۵	۰/۷۲۱	۲/۷۴۲	۴/۰۵۷	۱/۹۴۹	۱/۸۱۷	۰/۰۱۲	۰/۲۰۱
۳	۰/۰۱۸	۶۱/۱۶	۱/۲۵۳	۰/۷۵۸	۸/۲۰۰	۳/۷۶۷	۲/۱۱۱	۴/۸۶۷	۶/۴۶۵	۳/۲۵۳	۵/۹۱۲	۱/۲۲۴	۱/۰۲۳
۴	۰/۰۲۲	۴۲/۱۹	۱۲/۰۹۶	۵/۰۰۷	۶/۹۲۴	۲/۸۹۳	۳/۰۶۹	۴/۰۴۶	۶/۵۷۷	۱۰/۸۳۸	۴/۱۶۴	۱/۱۸۱	۱/۰۰۳
۵	۰/۰۲۶	۳۴/۳۷	۹/۶۹۵	۱۰/۱۶۳	۶/۸۴۰	۷/۸۵۷	۲/۳۱۸	۳/۶۷۲	۶/۵۵۵	۱۰/۳۵۲	۶/۴۶۳	۰/۹۰۳	۰/۸۰۴
۶	۰/۰۲۹	۲۸/۸۸	۱۲/۴۸	۱۱/۲۵	۵/۷۶۰	۷/۸۶۱	۳/۴۸۹	۳/۰۴۰	۸/۲۲۷	۱۰/۵۰	۷/۰۷۷	۰/۷۶۶	۰/۶۳۷
۷	۰/۰۳۱	۲۵/۵۱	۱۱/۶۷	۱۲/۹۹	۳/۳۷۶	۷/۵۷۹	۵/۵۸۷	۲/۷۹۰	۷/۶۹۵	۱۰/۸۲	۶/۵۵۸	۰/۷۵۷	۰/۶۰۳
۸	۰/۰۳۴	۲۱/۰۹	۹/۵۰۷	۱۵/۲۵	۱۱/۶۶	۱۰/۰۶	۶/۲۲۵	۳/۸۹۲	۶/۷۸۳	۸/۸۹۴	۵/۴۷۱	۰/۶۳۹	۰/۵۰۶
۹	۰/۰۳۶	۱۹/۵۶۳	۸/۸۲۳	۱۴/۶۹	۱۳/۲۸	۱۱/۵۳	۷/۱۷۲	۳/۸۵۶	۶/۴۴۴	۸/۲۰۸	۵/۳۴۱	۰/۶۰۴	۰/۴۶۸
۱۰	۰/۰۳۷	۱۸/۷۸	۸/۳۵۰	۱۳/۹۰	۱۴/۱۷	۱۲/۹۹	۷/۳۸۷	۳/۶۶۳	۶/۴۴۳	۸/۰۱۴	۵/۲۵۴	۰/۵۸۵	۰/۴۴۵

مأخذ: نتایج تحقیق

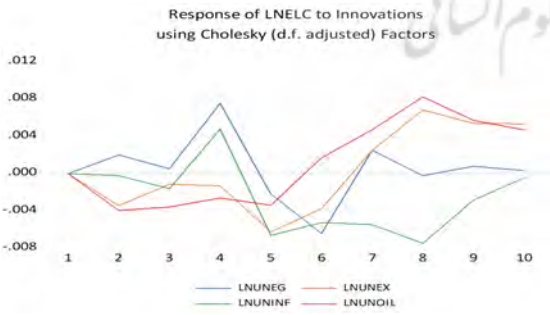
مطابق نتایج جدول ۷، مشاهده می‌شود، در دوره اول کل تغییرات متغیر توسط خودمتغیر (۱۰۰٪) تبیین شده است. با گذشت زمان و در دوره‌های بعدی، از سهم متغیر مصرف برق کاسته شده و بر سهم دیگر متغیرهای حاضر در مدل افزوده شده است. طی دوره‌های اول تا دهم، نااطمینانی قیمت نفت، نااطمینانی نرخ ارز، نااطمینانی نرخ رشد اقتصادی و نااطمینانی نرخ تورم (به استثنای خودمتغیر)، بیشترین سهم را در تغییرات مصرف برق دارند.

می‌دهد که به ۱۰ دوره تقسیم شده است، مشاهده می‌شود اگر اثر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی به اندازه یک انحراف معیار تغییر کند، مصرف گاز طی دوره ۱۰ ساله، روندی نوسانی دارد؛ به‌طوری‌که نااطمینانی تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت باعث کاهش قدرت خرید و کاهش سرعت تولید در اقتصاد می‌شود که متناسب و به‌صورت زنجیره‌ای، تمام کالا متأثر می‌شوند و به‌ویژه مصرف گاز کاهش می‌یابد. مطابق نمودار۱، واکنش مصرف گاز به نااطمینانی نرخ ارز و نرخ تورم بیشتر از دو متغیر دیگر می‌باشد.



مأخذ: نتایج تحقیق

نمودار۱. واکنش مصرف گاز به نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی



مأخذ: نتایج تحقیق

نمودار۲. واکنش مصرف برق به نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی

مطابق تابع واکنش آنی در نمودار۱، اثر تکانه نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت)، وارده بر مصرف گاز در طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۶۰ را نشان

نتایج قابل مشاهده در نمودار۲، نشان می‌دهد که اثر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت)، باعث نوسانات مصرف برق

در کشور در طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۶۰ می‌شود، به‌طوری‌که اگر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی به اندازه یک انحراف معیار تغییر کند، مصرف برق طی دوره ۱۰ ساله، روندی نوسانی دارد، که با نااطمینانی تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت، مصرف برق و سرمایه‌گذاری و سایر متغیرها را تغییر می‌دهد. مطابق نمودار ۲، واکنش مصرف برق به همه نااطمینانی‌ها، با نوسانات نسبتاً شدید همراه است.

۵- بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت)، بر مصرف برق و گاز طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۶۰ می‌باشد. در این راستا بررسی تجربی این موضوع با توجه به ویژگی‌های خاص اقتصاد کشور که داده‌های آن متبلور است و انتخاب و کاربرد روش اقتصادسنجی مناسب با شرایط داده، هدف اصلی این مقاله است. برای این منظور ابتدا به محاسبه نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی برای ایران بر اساس تعریف ارائه شده پرداختیم و پس از انجام آزمون‌های آماری ریشه واحد، صحت اطمینان از متغیرهای مدل مارکوف- سوئیچینگ برای این پژوهش انتخاب گردید. سپس بر اساس استراتژی انتخاب مدل بهینه مدل، MSI به‌عنوان مدل بهینه انتخاب گردید و مدل اصلی تحقیق با استفاده از این روش تخمین زده شد. نتایج تخمین مدل مارکوف- سوئیچینگ نشان داد که تورم، نرخ ارز و رشد اقتصادی بر مصرف برق و گاز اثرگذاری بیشتری داشتند؛ به‌طوری‌که بیشترین انحراف را متغیر برق و گاز بر خود وارد می‌کردند و در طی دوره‌هایی، میزان انحراف کاهش می‌یابد. بنابراین، مصرف برق و گاز عامل محرک رشد اقتصادی محسوب می‌شوند. به‌طور کلی با توجه به آنچه بیان شد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مصرف برق و گاز در ایران چندان متأثر از نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی نبود و اگر هم متأثر باشد؛ این مطلب با گذشت زمان طولانی‌مدت صورت می‌گیرد.

با توجه به اینکه بی‌ثباتی مصرف برق و گاز یک متغیر برون‌زا در اقتصاد ایران محسوب می‌شود و نمی‌توان آن را با این روند شهرنشینی کاهش داد، ازاین‌رو، بر اساس نتایج بدست آمده پیشنهادهایی به صورت ذیل ارایه می گردد:

۱- سیاست‌گذاران اقتصادی کشور در زمان رونق اقتصادی توجه خاصی به استفاده مناسب از برق و گاز به عمل آورند و با به‌کارگیری بهینه از برق و گاز، آن را از عاملی بازدارنده برای رشد اقتصادی کشور، به مهم‌ترین عامل برای رشد تبدیل نمایند.

۲- با توجه به نااطمینانی متغیرهای کلان اقتصادی مقدار قابل‌توجه یارانه به مصرف برق و گاز اختصاص داده شود، که در بلندمدت نه‌تنها خللی در فرایند رشد اقتصادی کشور ایجاد نخواهد کرد، بلکه با سرمایه‌گذاری و مدیریت صحیح منابع مالی به دست آمده از این سیاست در بخش‌های تولیدی و بخش کلان اقتصادی کشور و همچنین استفاده کارآمدتر از مصرف برق و گاز می‌توان به رشد و توسعه اقتصادی کشور در بلندمدت کمک شایانی نماید.

۳- با توجه به نااطمینانی تورم، نرخ ارز، رشد اقتصادی و قیمت نفت، پیشنهاد می‌شود که ثبات قیمت در دوره‌های کوتاه‌مدت و کاهش وابستگی به درآمدهای نفتی جهت ثبات اقتصادی برقرار شود.

۴- با توجه به عدم شفافیت اطلاعات و کمبود منابع به‌عنوان محدودیت تحقیق، برای مطالعات آتی نیز پیشنهاد می‌شود، به‌منظور افزایش دقت یافته‌های تحقیق، به روش‌های دیگر از جمله FAVAR و FI-GARCH پرداخته شود و نتایج با یافته‌های این تحقیق مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع

احمدی، علی. محمد و حضار مقدم، نسرین. (۱۳۹۲). بررسی اثر آزادسازی تجاری روی شاخص توسعه انسانی در کشورهای در حال توسعه، مطالعات راهبردی جهانی شدن، شماره ۱۱، صفحات ۱۳۴-۱۰۹.

اقبالی، لیلا. رنج‌پور، رضا و صادقی، سید کمال. (۱۳۹۹). مطالعه رابطه علّی مصرف حامل‌های برق، گاز طبیعی و فراورده‌های نفتی با ارزش افزوده زیربخش‌های منتخب صنعت ایران: رویکرد بوت استرپ پنلی، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، دوره ۹، شماره ۳۴، ۶۴-۳۷.

باصری، بیژن، عباسی، ابراهیم و کیانی، غفار. (۱۳۹۸). اثرات مالی گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی در ایران. فصلنامه اقتصاد مالی، سال ۱۳، شماره ۴۶، ص ۱۸۲-۱۶۱.

پناهی، فاطمه. (۱۳۹۶). تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن مرتبط با آن در بخش صنعت ایران: مقایسه رویکرد سیستم خاکستری و الگوریتم ژنتیک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.

پوررستمی، لیلا. (۱۳۹۷). بررسی اثرات نامتقارن انحراف نرخ واقعی ارز بر رشد اقتصادی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دانشکده اقتصاد و مدیریت.

پورشهابی، فرشید. (۱۳۸۸). اثرات نااطمینانی بر اقتصاد ایران (رشد، مصرف، سرمایه‌گذاری، تقاضای پول و نفت خام). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، تحصیلات تکمیلی، علوم اقتصادی.

ترازنامه انرژی، (۱۳۹۵). وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.

جعفری صمیمی، احمد.(۱۳۹۱). اقتصاد بخش عمومی. انتشارت سمت، چاپ ۱۲.

جعفری صمیمی، احمد، اعظمی، کورش و عزیزیان، جبار. (۱۳۹۴). تأثیر نااطمینانی متغیرهای اقتصاد کلان (نرخ ارز، تورم و نرخ رشد) بر واردات کشورهای منتخب در حال توسعه. فصلنامه اقتصاد مقداری، دوره ۱۲، شماره ۳، ص ۴۹-۲۷.

حیدری، حسن، فیروزجایی، محمد. نجار و سعیدپور، لسیان. (۱۳۹۰). بررسی رابطه بین مصرف برق، قیمت برق و رشد اقتصادی در ایران. پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال ۱۹، شماره ۵۹، ص ۲۰۰-۱۷۵.

خدابنده‌لو، بهار. (۱۳۹۸). پیش‌بینی تقاضای برق در ایران با استفاده از یک روش شبه پارامتریک پیشنهادی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی.

خلیلی عراقی، منصور، شرژه ای، غلامعلی و برخورداری، سجاد. (۱۳۹۱). تحلیل تجزیه انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی در ایران. محیط شناسی، سال ۳۸، شماره ۶۱، ص ۱۰۴-۹۳.

راسخی، سعید. و خانعلی پور، امیر. (۱۳۹۱). تورم، رشد، نااطمینانی تورم و رشد در ایران: کاربردی از مدل گارچ چند متغیره، پژوهشنامه اقتصاد کلان، دوره ۷، شماره ۱۳، صفحات ۳۸-۱۳.

رستمی، مهدی، خادم وطنی، عسگر و امیدعلی، مصطفی. (۱۳۹۷). پیش‌بینی تقاضای برق در ایران: کاربرد مدل ترکیبی تعدیل جزئی پویا و میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه (ARIMA). مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، دوره ۷، شماره ۲۵، ص ۱۹۹-۱۷۷.

رضایی کلقای، علی. (۱۳۹۵). آیا استفاده از انرژی پاک بر رشد اقتصادی ایران تأثیری دارد؟، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه، دانشکده اقتصاد و مدیریت.

سپهردوست، حمید و قربان سرشت، مرتضی. (۱۳۹۷). تأثیر رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی؛ آزمون نظریه درآمد- هزینه واگنر. اقتصاد مقداری، دوره ۱۵، شماره ۳، ص ۱۰۳-۷۹.

سعیدی، خلیل. (۱۳۸۶). نظریه‌ها و قانونمندی‌های توسعه. تهران، انتشارات شرکت تعاونی کارآفرینان فرهنگ و هنر، چاپ اول.

سوری، علی. (۱۳۹۶). اقتصادسنجی (پیشرفته) جلد دوم همراه با کاربرد Eviews&Stata. چاپ چهارم، نشر فرهنگ‌شناسی، تهران، ایران.

شاطری، الهه. (۱۳۹۸). پیش‌بینی تقاضای برق در ایران با رویکرد اقتصادسنجی پانل فضایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا(س)، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی.

شفیعیان، سارا. (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و پیش بینی آن با استفاده از روش کالمن فیلتر در اقتصاد ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی.

عرب مازار، عباس و نظری گوار، سارا. (۱۳۹۱). اثر نااطمینانی نرخ تورم بر سرمایه گذاری بخش خصوصی، جستارهای اقتصادی ایران، سال ۹، شماره ۱۸، صفحات ۷۶-۵۹.

قاضی‌زاده احسایی، مهدی. (۱۳۹۵). تأثیر بحران‌های مالی جهانی بر ساختار سیاست پولی در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

محمدی الموتی، محمود، حدادی، محمد. رضا و نادمی، یونس. (۱۳۹۶). ارائه یک الگوی هشدار پیش از وقوع نوسانات شدید قیمتی در بازار نفت اوپک: رویکرد مارکوف سوئیچینگ گارچ. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال ۷، شماره ۲۵، ص ۱۹۲-۱۵۹.

مطهری، محب. الله، لطفعلی‌پور، محمد. رضا و احمدی شادمهری، محمد. طاهر. (۱۳۹۶). اثرات نرخ ارز واقعی بر رشد اقتصادی در ایران: یافته‌هایی جدید با رویکرد غیرخطی. نظریه‌های کاربردی اقتصاد، سال ۴، شماره ۴، ص ۱۹۸-۱۷۵.

مظفری، زانا و متفکر آزاد، محمد. علی. (۱۳۹۷). تأثیر سرمایه اجتماعی بر مصرف برق خانگی در استان‌های ایران، نشریه کیفیت و بهره‌وری صنعت برق ایران. دوره ۷، شماره ۲، ص ۶۰-۴۷.

ممی‌پور، سیاب، منصوری، فهیمه و ناظمی، علی. (۱۳۹۷). پیش‌بینی نوسانات قیمت برق در بازار برق ایران با استفاده از مدل مارکوف- سوئیچینگ گارچ، مدل‌سازی اقتصادسنجی، سال ۳، شماره ۲، ص ۱۲۲-۹۳.

مهرآرا، محسن، رضایی برگشادی، صادق و حامدی، سهیلا. (۱۳۹۵). تأثیر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی ایران؛ رهیافت بیزی. پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، سال ۲، شماره ۳، ۱۰۱-۶۱.

موسوی، سها. (۱۳۹۶). رتبه‌بندی حامل‌های انرژی تجدیدپذیر از منظر توسعه پایدار و بررسی روابط متقابل مصرف انرژی تجدیدپذیر و توسعه پایدار در ایران. رساله دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده اقتصاد و مدیریت.

هراتی، محدثه. (۱۳۹۰). بررسی اثرات نااطمینانی تورم و نرخ ارز بر سرمایه‌گذاری و مصرف بخش خصوصی در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، دانشکده اقتصاد و حسابداری.

یاوری، کاظم و ذوالفقاری، مهدی. (۱۳۹۱). مدل‌سازی و پیش‌بینی مصرف کوتاه‌مدت برق کشور با استفاده از شبکه‌های عصبی و تبدیل موجک (با تأکید بر اثرات محیطی و اقلیمی). مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۹، شماره ۳۳، ص ۲۹-۱.

Antonakakisa, N., Cunado, J., Filis, G. & Perez de Gracia, F. (2017),. Oil dependence, quality of political institutions and economic growth: A panel VAR approach. Resources Policy 53, 147–163.

Aydin, M. (2019),. Renewable and non-renewable electricity consumption–economic growth nexus: evidence from OECD countries. Renewable Energy (2019), doi: 10.1016/j. renene.01.008.

Balcilar, M., Bekun, F.V., Uzuner, G., (2019),. Revisiting the economic growth and electricity consumption nexus in Pakistan. Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 26 (12), 12158–12170.

Costa-Campi, M. T., García-Quevedo, J. & Trujillo-Baute, E. (2018),. Electricity regulation and economic growth. Energy Policy 113, 232–238.

Girish, G.P. 2016. Spot electricity price forecasting in Indian electricity market using autoregressive-GARCH models, Energy Strategy Reviews, 11- 12: 52-57.

Hdom HAD. (2019). Examining carbon dioxide emissions, fossil & renewable electricity generation and economic growth: evidence from a panel of South American countries, Renewable Energy, https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.062.

Hubbard, D. (2020). How To Measure Anything: Finding The Value Of Intangibles In Business. John Wiley & Sons.

Kanellakis, M., Martinopoulos, G., Zachariadis, T. (2013). European energy policy—A review. Energy Policy 62, 1020–1030.

Kuck, K. and Schweikert, K. 2017. A Markov regime-switching model of crude oil market integration. Journal of Commodity Markets, S2405-8513(16)30115-5, http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomm.2017.03.001.

Kolin, S. K., Sedlar, D. K. & Kurevija, T. (2021). "Relationship between Electricity and Economic Growth for Long-Term Periods: New Possibilities for Energy Predicton". Energy, 228, 120-158.

Lin, B. & Wang, Y. (2019). Inconsistency of economic growth and electricity consumption in China: A panel VAR approach. Journal of Cleaner Production, 144-156. doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.396.

Lin, J., Liu, X. & He, G. (2020),. Regional electricity demand and economic transition in China. Utilities Policy, 64 , 101047. doi.org/10.1016/j.jup.2020.101047.

Lindenberger, D., & Kummel, R. 2002. Energy-Dependent Production Functions and the Optimization Model "PRISE" of Price-Induced Sectoral Evolution. International Journal of Thermodynamics, 5, 3, 101-107.

Sauter, O.)2013(. Monetary policy under uncertainty. Stuttgart: Springer Gabler.

Van Zon, Adriaan, Hakan Yetkiner,)2017(, An endogenous growth model with embodied energy –saving technical. Resource and Energy Economics 25(1), 81-103.

Yang, Z., Ce, L. & Lian, L.)2017(. Electricity price forecasting by a hybrid model, combining wavelet transform, ARMA and kernel-based extreme learning machine methods, Applied Energy, 190: 291–305.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی